ELV journal®

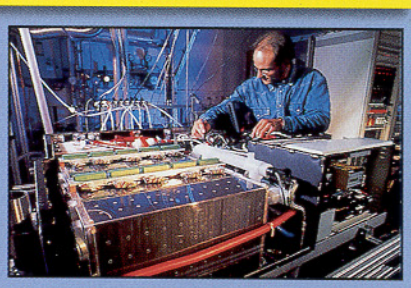
Mit Platinenfolien

4 394072 207808 06

6/96 Dez./Jan. Fachmagazin für angewandte Elektronik 7,80 DM

Mehr Wissen in Elektronik

Technik mobil



Durchbruch für den Null-Schadstoff-Antrieb?

So funktioniert´s

Flachbildschirm-Technik

Elektronik-Grundlagen

Moderne Oszilloskop-Meßtechnik

Digitale-Speicher-Oszilloskope

EMV - Elektromagnetische Verträglichkeit

Mikrocontroller

DSP - Digitale Signal-Prozessoren

Praktische Schaltungstechnik

Universal-Fuzzy-Controller

Bauelemente-Info

Charge-Control-IC TEA 10415

Video-Kopierschutz

Decoder mit Sender-Logo-Ausblendung

- Blei-Akku-Ladegerät
- Video-Kopierschutz-Decoder
- 8fach-Laserbank
- Akku-Kapazitätsmeßgerät
- Universal-Fuzzy-Controller
- 1 GHz-Hochfrequenz-Generator

PC-Technik

- Frequenzweichen-Simulation
- I²C-Echtzeituhr-Board
- Flash-Mikrocontroller-Programmer
- AUTRIS-1 für Windows

Mini-Schaltungen: schnell • nützlich • preiswert:

Mini-Roulette • Spike-Generator • Niederspannungsheizung
SMD-Weihnachtsbeleuchtung • Modellbau-Sirenengenerator

IC-Tester ICT 95

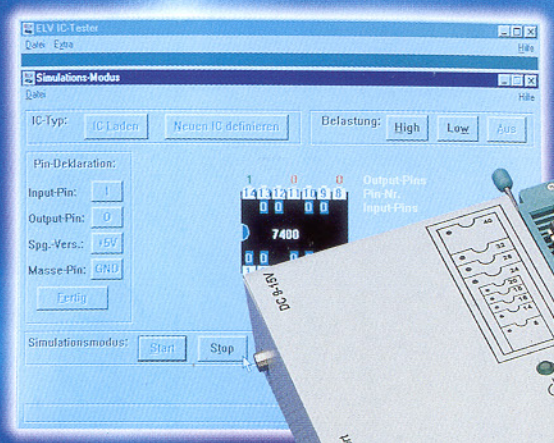
Universal-Tester für fast alle CMOS- u. TTL-Standard-Bauteile vom 8- bis zum 40poligen DIL-Gehäuse, einschließlich der artverwandten LS-, S-, F-Familien usw. sowie auch EEPROMs, RAMs und I²C-Bausteine. Ausgenommen sind ICs, die nicht mit 5V-Versorgungsspannung arbeiten sowie Bausteine, die PLL-Schaltungen, Mono-Flops und Oszillatoren enthalten.

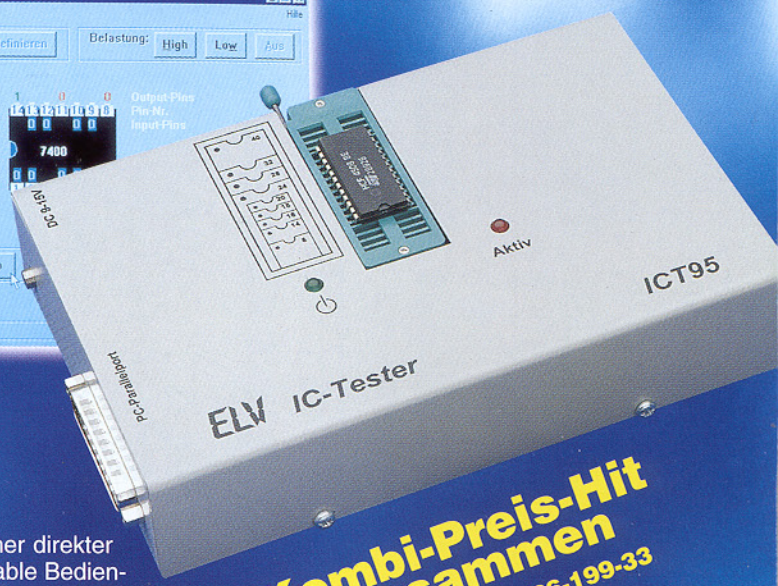
Die Anschlußpins des Prüflings können verschiedene Zustände aufweisen:

- Spannungsversorgung mit +5 V
- Spannungsversorgung Masse
- Logischer Eingang „H" oder „L"
- Logischer Ausgang „H" oder „L"
- Open-Kollektor-Ausgang
- Tristate-Ausgang

Vorstehende Funktionen bilden die Schaltung des ICT 95 nach und ermöglichen eine ausführliche Überprüfung. Einfacher direkter Anschluß an eine PC-Standard-Parallel-Schnittstelle. Komfortable Bediensoftware unter Windows. Praktisch: Mit Hilfe eines Editors können jederzeit neue ICs selbst erfaßt werden. Zusätzlich sind umfangreiche Bauteilebibliotheken mit den gängigsten CMOS- und TTL-ICs enthalten.

Komplettbausatz
Best.Nr.: 26-190-65 248,-
Fertiggerät
Best.Nr.:26-191-64 398,-





Zwei für (fast) alle Fälle

Kombi-Preis-Hit zusammen

Bausätze Best.Nr.: 26-199-33
nur 598,- DM

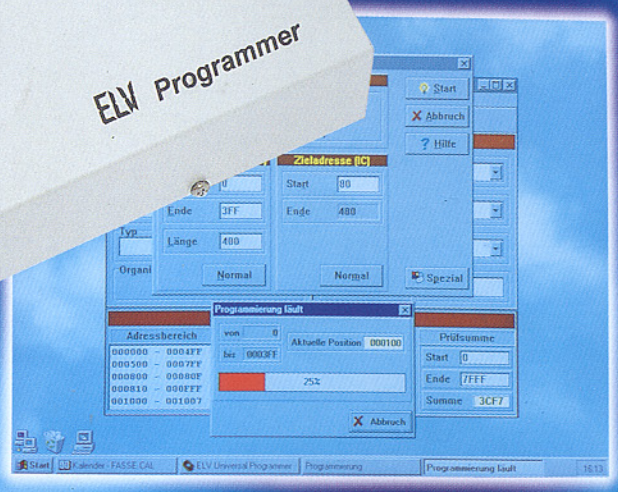
Fertiggeräte Best.Nr.: 26-199-34
nur 898,- DM

Programmer UP 95

Zur Programmierung aller gängigen EPROM-, EEPROM-, seriellen EEPROM-Typen, Mikrocontroller der MCS-51-Familie, Mikrochips und PIC-16CSX-Familien (über optionalen Adapter). Schnell betriebsbereit. Problemloser Anschluß an die Standard-RS232-Schnittstelle eines PCs. Dateiformate: u. a. Binär, Intel-Hex. Features: Editor in Hex- oder ASCII-Format, Konvertierung von 64/32/16-Bit-Daten in 8-Bit-Daten, Überlastungsschutz.

Komplettbausatz
Best.Nr.: 26-188-20
398,-

Fertiggerät
Best.Nr.: 26-191-17
598,-



Freuen Sie sich drauf!

Da ist er wieder. Der neue große ELV-Katalog 1997.

Gerade rechtzeitig, wenn Sie noch Anregungen zum Wünschen und Schenken suchen.

Und natürlich als qualifizierte Einkaufsquelle für das ganze Jahr.

Diesmal noch umfangreicher und mit einigen neuen Überraschungen.

Modellbaufreunde finden jetzt eine eigene Rubrik mit ausgesuchten Angeboten. Das Besondere dabei: Vieles gibt es bei ELV auch als Fertigmodell, damit´s gleich losgehen kann!

Ganz neu und exklusiv aus eigener Entwicklung zum Beispiel auch das ELV-Funkthermometer. Innen- und Außentemperaturen messen Sie jetzt ganz einfach kabellos per Funk bis zu einer Reichweite von 30 m im Freifeld. Da ergeben sich ganz neue, praktische Einsatzmöglichkeiten für Sie.

Am besten, Sie überzeugen sich selbst. Ab 27.11.1996 finden Sie den ELV-Katalog 1997 im Zeitschriftenhandel.

Übrigens, ELV-Abonnenten und Kunden aus den vergangenen zwei Jahren erhalten den neuen Katalog druckfrisch direkt per Post.

Viel Spaß damit wünscht Ihnen

Ihr ELV-Team

Inhalt

Meßtechnik

1000MHz-Hochfrequenz-Generator 80
Spike-Generator 46

Stromversorgungen

Blei-Akku-Ladegerät 30
Akku-Kapazitäts-Meßgerät 54

PC-Hardware

I²C-Echtzeituhr-Board 10
Flash-Mikrocontroller-Programmer 74

PC-Software

AUTRIS für Windows 34
Frequenzweichen-Simulation 44

Video- und Fernsehtechnik

Video-Kopierschutz-Decoder 14

Laser- und Lichttechnik

8fach-Laserbank 70

Haustechnik

ELV-Kabelheizung 52

Hobby und Freizeit

Mini-Roulette 21
Modellbau-Sirenengenerator 50
SMD-Weihnachtsbeleuchtung 62

ELV-Serien

So funktioniert´s:
Die Flachmänner kommen, Teil 2 26
Technik mobil: Kalte Verbrennung - die Brennstoffzellen kommen 36
Bauelemente:
Batterieindikator TEA1041T 24

Elektronik-Grundlagen

EMV - elektromagnetische Verträglichkeit 8
Digitale Signal-Prozessoren 40
Moderne Oszilloskop-Meßtechnik 65
Mikrocontroller-Grundlagen 59

Praktische Schaltungstechnik

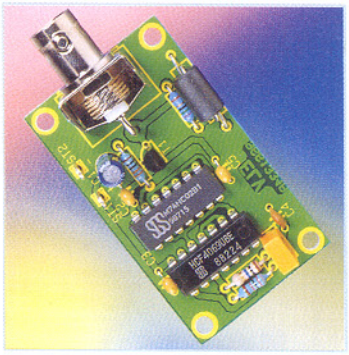
ELV-Fuzzy-Controller 48

Rubriken

ELV-Intern 3
Platinenlayouts 67
Die Neuen/ELV-Produktangebote 86
Bestellhinweise, Kundendienst 99
Impressum 99
Vorschau auf die nächste Ausgabe 100

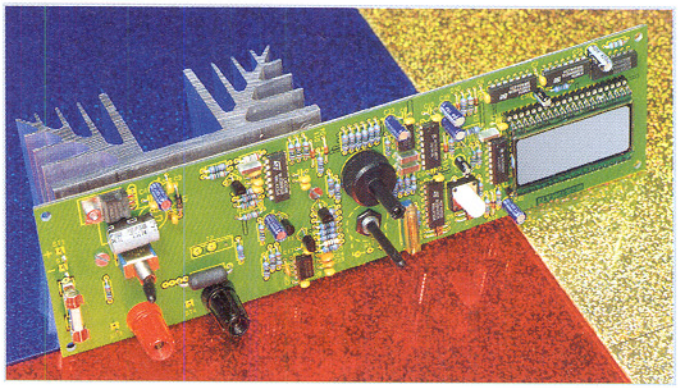
▶ besonders leicht nachbaubar

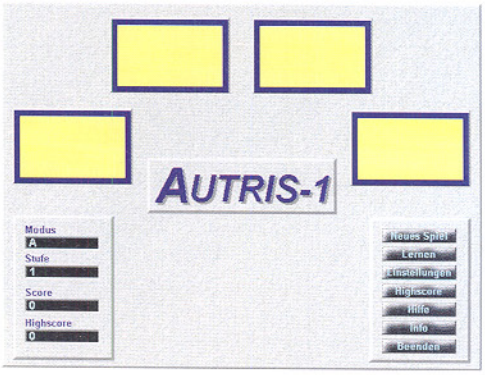
▲ ***1000MHz-Hochfrequenz-Generator***
0,1 Hz bis 1000 MHz, amplituden- und frequenzmodulierbar. ***Seite 80***



Spike-Generator ▶
Einfache Überprüfung verlegter Koaxkabel oder verdrillter Leitungen. ***Seite 46***

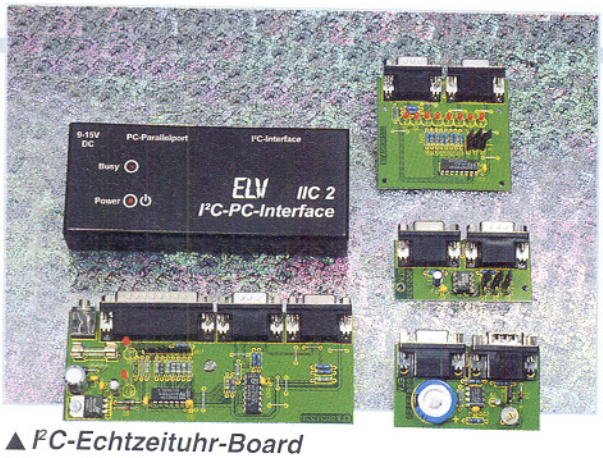
Blei-Akku-Ladegerät ▲
mit Überwinterungsautomatik. ***Seite 30***





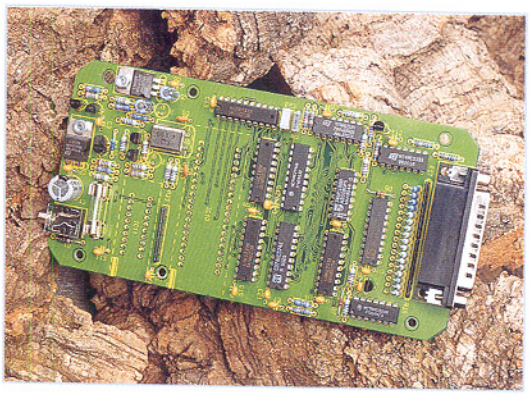
▲ ***Akku-Kapazitäts-Meßgerät***
zur genauen Bestimmung der Kapazität Ihrer Akkus. ***Seite 54***

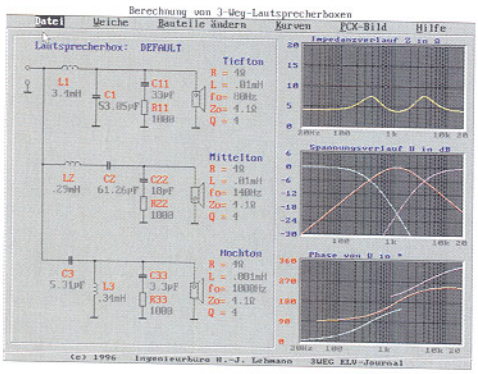
◀ ***AUTRIS-1 für Windows***
PC-Spiel auch ohne Bildschirm. ***Seite 34***



▲ I²C-Echtzeituhr-Board
Kompakte Lösung einer Echtzeituhr mit wartungsfreier Stromversorgung. **Seite 10**

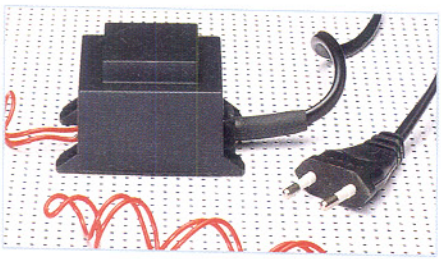
Flash-Mikrocontroller-Programmer FP 51 ▶
Programmierung der Controller aus dem Hause ATMEL.
Seite 74





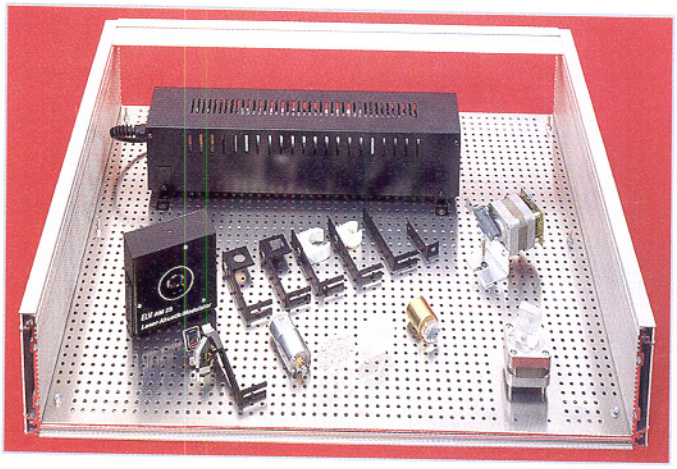
Frequenzweichen-Simulation ▲
Schnelle und komfortable Berechnung von Frequenzweichen für 3-Weg-Lautsprecherboxen. **Seite 44**

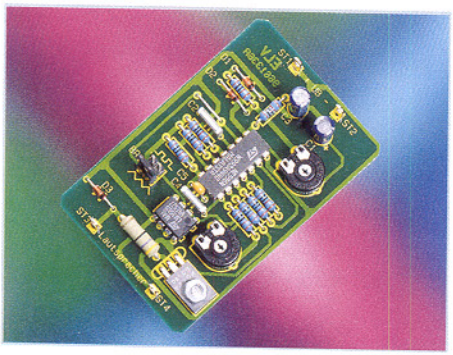
◀ Video-Kopierschutz-Decoder
Nutzen Sie die legitimen Möglichkeiten beim Überspielen und Archivieren von Leihvideos.
Seite 14



ELV-Kabelheizung ▲
Frostschutz aus der Steckdose.
Seite 52

8fach-Laserbank ▶
Für eine abwechslungsreiche professionelle Lasershow.
Seite 70

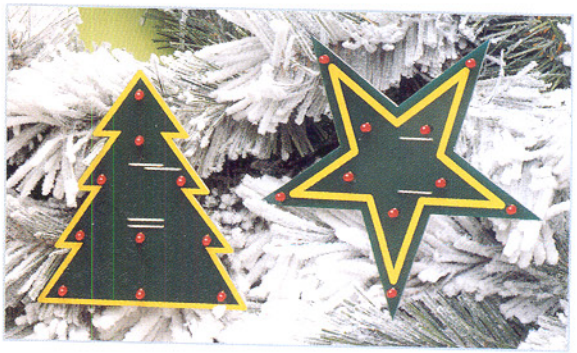




◀ Modellbau-Sirenengenerator
Schaltung zur Erzeugung verschiedener Alarmtöne. **Seite 50**

Mini-Roulette ▲
In SMD-Technologie realisiertes Roulette-Spiel. **Seite 21**

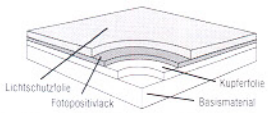
SMD-Weihnachtsbeleuchtung ▶
Auf elektronische Weise sorgen Sie für eine stimmungsvolle Weihnachtsatmosphäre.
Seite 62



isel® - Rund um die Leiterplatte
. . . ein bewährtes Konzept, ein komplettes Angebot

Leiterplatten

isel-Basismaterial



- Basismaterial 1,5 mm stark mit 0,035 mm Cu-Auflage
- Epoxyd FR4 nach DIN 40802, Freigaben UL, MIL, BS, NF
- Pertinax FR2 nach DIN-IEC 249, NEMA LI-1, BS, NF, UL
- hochwertiger Fotolack mit kurzen Prozeßzeiten

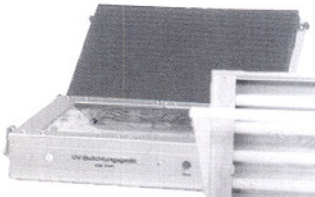
z. B.: FR4, 1-seitig fotobesch., Lichtschutzfolie, 100 x 160 mm **2,99** DM / Stück
z. B.: FR2, 1-seitig fotobesch., Lichtschutzfolie, 100 x 160 mm **2,07** DM / Stück

belichten, entwickeln, prüfen

isel-Leucht- und Montagepulte

- sehr guter Streulichteffekt
- gleichmäßige und augenschonende Ausleuchtung der gesamten Montagefläche
- 3 Größen mit Montageflächen von 270 x 190 / 425 x 275 / 575 x 395 mm

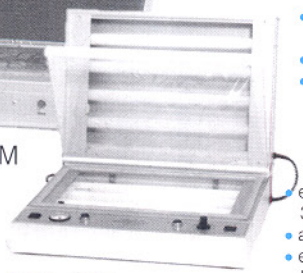
ab **275.-** DM



isel-UV-Belichtungsgeräte

- einseitige Belichtung mit Belichtungsflächen von 160 x 250 / 240 x 365 / 350 x 520 mm
- optimale Ausleuchtung durch 4 bzw. 6 UV-Röhren
- elektronische Zeitschaltuhr (0,5 - 10 min)

ab **373.-** DM



isel-Vakuum-UV-Belichtungsgeräte

- ein- und zweiseitige Belichtung mit Belichtungsflächen von 360 x 200 / 520 x 390 mm
- absolut gleichmäßige und seitenidentische Ausleuchtung
- eingebauter Timer mit Sekundeneinsellung (6 - 90 s) und Minuteneinstellung (1 - 15 min)

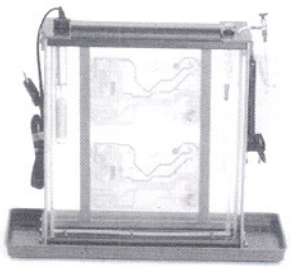
ab **998.-** DM

isel-Arbeitsmaterialien zum Herstellen gedruckter Schaltungen

- Transparentpapier für Vorlagen
- Montagefolie für Vorlagen
- Diazofilme, Transreflexfilme und Umkehrfilme zur Vorlagenerstellung
- Chemikalien zur Leiterplattenherstellung

ätzen, bestücken, löten

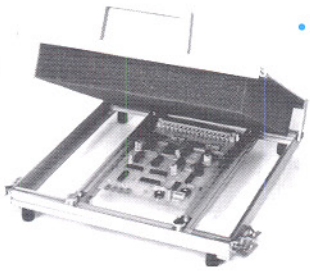
isel-Entwicklungs- und Ätzgeräte



- für Platinen bis 250 x 175 / 250 x 365 / 250 x 465 mm
- Membranpumpen, stufenlos regelbare Heizung
- verstellbarer Platinenhalter zur Aufnahme der Leiterplatten

ab **218.-** DM

isel-Bestückungs- und Lötrahmen



- für Platinen bis max. 230 x 185 / 230 x 350 mm, verstellbar
- Deckel mit 40 mm Schaustoffauflage

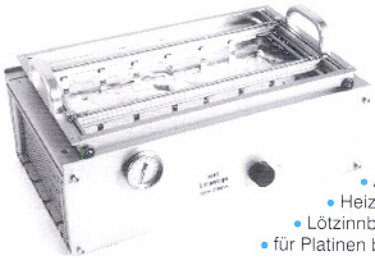
ab **69.-** DM

isel-Flux- und Trocknungsanlagen

ab **498.-** DM

- Vorbereitung zum Tauchlöten
- Schaumfluxer mit feinporiger, regelbarer Schaumkrone
- Vorheizung und Trocknung regelbar
- für Platinen bis max. 180 x 180 / 350 x 180 mm

isel-Lötanlagen



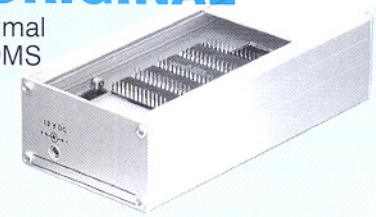
ab **659.-** DM

- Alu-Lötwanne mit Edelstahleinlage
- Heizung stufenlos regelbar
- Lötzinnbedarf nur ca. 4,5 kg / 5 kg
- für Platinen bis 180 x 180 / 350 x 180 mm, verstellbar

isel-UV-EPROM-Löschgeräte

- intensives und gleichmäßiges Löschen
- elektronischer Zeitschalter, maximal 25 min
- Kontrollampe, Starttaster
- Löschzeit ca. 15 min

das ORIGINAL
für maximal 5 EPROMS



DM **89.-**

das NEUE
DM **149.-**

mit zusätzlicher Öffnung zum Löschen von SPS-Speichermodulen

das GROSSE

DM **385.-**

mit 4 Löschschlitzen für maximal **48** EPROMS

Preise zuzüglich Versandkosten

Verlangen Sie unseren Katalog H "Rund um die Leiterplatte" ! !

A 140.02/07.96

Rund um die Leiterplatte

*isel*automation
Hugo Isert • Im Leibolzgraben 16 • D-36132 Eiterfeld
Tel.: (06672) 898 0 Fax: (06672) 898 888
Technisches Büro Chemnitz • Neefestr. 76 • D-09119 Chemnitz
Tel.: (0371) 3501 47 Fax: (0371) 3501 49

EMV - Grundlagen- und Aufbauseminare:

Aus der Praxis - Für die Praxis Seminare mit führenden EMV-Spezialisten

Basierend auf der hohen Resonanz der seit 1994 von ELV durchgeführten EMV-Seminare bieten wir auch 1997 wieder Grundlagen- und Aufbauseminare an.
Das Grundlagenseminar bietet einen umfassenden Einstieg in die umfangreiche Thematik und gibt einen guten Überblick über die wesentlichen Bestimmungen, Normen, Meß- und Prüfverfahren. Die Informationen sind leicht verständlich aufbereitet. Außerdem möchten wir auf Ihre konkreten praxisbezogenen Fragen und Anliegen eingehen. Darüber hinaus haben Sie Gelegenheit zum persönlichen Erfahrungsaustausch mit unseren EMV-Experten.

Grundlagenseminar-Programm

1. Seminartag
Das EMVG: Überblick

Vormittags: Anreise
12.30 - 14.00: Gemeinsames Mittagessen
14.00 - 15.30: Welche Europa-Normen sind im Rahmen des EMVG anzuwenden? Normenübersicht/-inhalte
15.30 - 16.00: Kaffeepause
16.00 - 17.30: Normenkonforme Prüfaufbauten und Prüftechniken. Entwicklungsbegleitende Prüfverfahren
19.00: Gemeinsames Abendessen

Referent:
Dipl.-Ing. Lothar Schäfer, ELV

2. Seminartag
Störaussendungen

9.00 - 10.30: Theorie und Praxis zur Beurteilung von Störsignalen mit Funkstörmeßempfängern
10.30 - 11.00: Kaffeepause
11.00 - 12.30: Fortsetzung
12.30 - 14.00: Gemeinsames Mittagessen
14.00 - 15.30: Theorie und Praxis zur Beurteilung von Störsignalen mit Hilfe des Spektrum-Analyzers
15.30 - 16.00: Kaffeepause
16.00 - 17.30: Fortsetzung
19.00: Gemeinsames Abendessen

Referenten:
Dipl.-Ing. Jürgen Hartmann, Rohde & Schwarz und Dipl.-Ing. Bernhard Schmidt-Peltzer, Tektronix

3. Seminartag
Störfestigkeit

9.00 - 10.30: Theorie und Praxis zur Prüfung der Störfestigkeit:
- elektrostatische Entladung
- energiearme Impulse (Burst)

10.30 - 11.00: Kaffeepause
11.00 - 12.30:
- energiereiche Impulse (Surge) (Prüfungen nach IEC 1000-4 bzw. IEC 801)
- elektromagnetische Felder

12.30 - 14.00: Gemeinsames Mittagessen
Abreise

Referent:
Dipl.-Ing. Lothar Schäfer, ELV

An den Seminartagen steht Ihnen für einen Erfahrungsaustausch der Leiter unserer EMV-Abteilung auch nach Seminarende zur Verfügung.

EMV-Aufbauseminar

Dieses erstmals 1996 von ELV angebotene EMV-Aufbauseminar ist besonders praxisorientiert und befaßt sich in erster Linie mit konkreten Maßnahmen zur Verbesserung der elektromagnetischen Verträglichkeit.
Auf der Basis der gesetzlich verankerten Anforderungen an die EMV eines Produktes zeigen wir neben den allgemein gültigen Maßnahmen auch spezielle Lösungsmöglichkeiten, wie sie sich vielfach in der täglichen Praxis bewährt haben. Anhand verschiedener praktischer Vorführungen wird die Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen demonstriert.

Aufbauseminar-Programm:

1. Seminartag

Vormittags: Anreise
12.30 - 14.00: Gemeinsames Mittagessen
14.00 - 15.30:
- Störquellen aus dem Bereich der elektromagnetischen Verträglichkeit
- Kopplungspfade und deren Unterbrechung

15.30 - 16.00: Kaffeepause
16.00 - 17.30:
- Kopplungspfade und deren Unterbrechung (Fortsetzung)
- Störsenken aus dem Bereich der elektromagnetischen Verträglichkeit

19.00: Gemeinsames Abendessen

2. Seminartag

9.00 - 10.30: Netz-Entstörfilter zur Verringerung der netzgebundenen Störspannung
10.30 - 11.00: Kaffeepause
11.00 - 12.30: Breitbandige Entkopplung/Blockung von Versorgungsspannungen
12.30 - 14.00: Gemeinsames Mittagessen
14.00 - 15.30: Abschirmungen
15.30 - 16.00: Kaffeepause
16.00 - 17.30: Signal- und Datenleitungsfilter
19.00: Gemeinsames Abendessen

3. Seminartag

9.00 - 10.30: Überspannungsschutz
10.30 - 11.00: Kaffeepause
11.00 - 12.30: Maßnahmen zur Optimierung der EMV (Zusammenfassung)
12.30 - 14.00: Gemeinsames Mittagessen
14.00 - 15.30: Abschlußdiskussion
ab 15.30: Kaffeepause, Abreise

Termine 1997
Grundlagenseminar
10.03.- 12.03.
15.09. - 17.09.
24.11. - 26.11.
Aufbauseminar
12.03. - 14.03
17.09. - 19.09
26.11 - 28.11
Kombiseminar
10.03 - 14.03
15.09 - 19.09
24.11 - 28.11

Vorteilspreis für ELV-Leser

Veranstaltungsort:
Akzent- Hotel/Ostfriesenhof,
Groninger Straße 109, 26789 Leer

Seminargebühr:

Grundlagenseminar	**DM 1.285,-**	(1.117,39 + MwSt.)
Aufbauseminar	**DM 1.850,-**	(1.608,70 + MwSt.)
Kombiseminar	**DM 2.978,-**	(2.589,57 + MwSt.)

Grundlagenseminar mit nachfolgendem Aufbauseminar

Die Gebühr beinhaltet 2 Hotelübernachtungen (gehobene Kategorie mit Schwimmbad, Sauna etc.), Frühstück, Mittag- und Abendessen, Pausengetränke, Seminarunterlagen.

Anmeldung:
spätestens jeweils 14 Tage vor Seminarbeginn.
Bitte wenden Sie sich an: ELV, Frau Albrecht

Tel.: 0491-6008 201, Fax: 0491 - 72030

EMV - elektromagnetische Verträglichkeit Teil 20

Die gängigen Bauteile für die Optimierung in bezug auf Überspannungen beschreibt dieser Artikel.

Allgemeines

Dem Schutz eines elektronischen Gerätes oder einer Schaltung vor Überspannungen kommt im Bereich der EMV besondere Bedeutung zu. Überspannungen gelangen in erster Linie über Ein- und Ausgangsleitungen in eine Schaltung, sei es durch Entladung statischer Elektrizität (ESD), Blitzschläge usw.

Um die Störfestigkeit eines Gerätes oder einer Baugruppe vor Überspannungen im Rahmen der CE-Kennzeichnung zu beurteilen, sind die einschlägigen Normen und die darin vorgeschriebenen Meßabläufe zu nennen:

IEC 1000-4-2, EN 61000-4-2:
Entladung elektrischer Elektrizität ESD auf Bedienelemente, Buchsen, Gehäuse, usw.

IEC 1000-4-4, EN 61000-4-4:
schnelle transiente Störgrößen, Aufkopplung von Burstpaketen auf Netzleitungen, Signal- und Datenleitungen

IEC100-4-5, EN 61000-4-5:
Stoßspannungen, Surge-Aufkopplung auf Netzleitungen

Hält ein Gerät während des EMV-Tests diesen Prüfungen nicht stand, muß durch Einsatz der entsprechenden Bauelemente an der richtigen Stelle in der Schaltung Abhilfe geschaffen werden. Für die Begrenzung von Überspannungen auf ein zulässiges Maß oder deren Vermeidung können u. a. folgende Bauelemente Einsatz finden:

- Dioden
- Z-Dioden in verschiedenen und speziellen Ausführungen
- Thyristoren/Triacs in verschiedenen und speziellen Ausführungen
- Gasgefüllte Ableiter
- Varistoren

Abbildung 1 gibt einen schnellen Überblick.

Mittlerweile gibt es eine ganze Reihe herstellerspezifischer Ausführungen dieser Bauelemente speziell für den Einsatz im Bereich der EMV. Im folgenden werden diese Bauelemente kurz vorgestellt, die Wirkungsweise erläutert und praktische Anwendungsschaltungen genannt.

Dioden

Eine einfache Diode ist zwar kein spezielles Bauelement zur Unterdrückung von Überspannungen, sie kann jedoch in Verbindung mit einem Widerstand und einer festen, stabilen Spannung das Überschreiten dieser Spannung verhindern. Hilfreich ist die üblicherweise kurze Ansprechzeit von Dioden von 0,1 bis 10 ns.

Abbildung 2 zeigt eine Überspannungsschutzschaltung, wie sie z. B. auch bei CMOS-Familien verwendet wird. Überschreitet Ue die Stützspannung U1 oder unterschreitet sie U2 um 0,7 V, leitet die entsprechende Diode (D 1 oder D 2) und der Ausgleichsstrom erzeugt über dem Widerstand R einen Spannungsabfall. Dadurch wird Ua innerhalb der Grenzen U1 + 0,7 V und U2 - 07 V konstant gehalten.

Bei zu kleinen Werten von R wird der Ausgleichsstrom groß und belastet die Stützspannungen.

Bauelement	Schaltzeichen	Spannungs-bereich	Ansprechzeit	Impulsstrom/ Impulsleistung
Diode		±0,7V	0,1-10ns	abhängig von der Stützspannung und der Diode
Z-Diode		3-200V	0,1-10ns	je nach Z-Spannung und Diodenleistung
Transil-Schutzdioden	unidirektional	5-400V	≈1ps	bis 5kW
	bidirektional	5-400V	≈5ns	bis 5kW
edelgasgefüllte Überspannungsableiter	zweipolig / dreipolig	60-1500V	50ns-5µs	5-100kA

Bild 1: Die gängigsten Bauelemente zur Überspannungsableitung

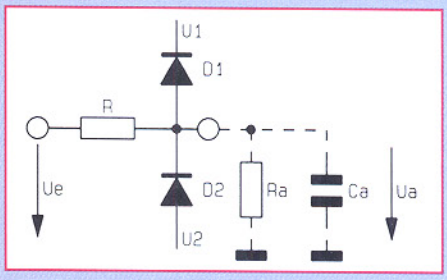


Bild 2: Einstufige Schutzschaltung mit Dioden- und Stützspannung

Ist der Wert von R zu groß, besteht die Gefahr, daß das Eingangssignal durch den durch die Eingangsimpedanz Ra||Ca gebildeten Tiefpaß zu stark belastet wird. In Abbildung 3 ist eine zweistufige Lösung dargestellt, die hauptsächlich in HCMOS-Schaltkreisen Einsatz findet.

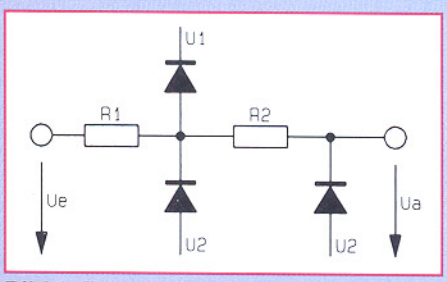


Bild 3: Zweistufige Schutzschaltung

Dioden setzt man hauptsächlich zum Schutz von Verstärkereingängen ein, wobei allerdings bei kleinen Eingangssignalen Leck- und Rauschstrom der Dioden zu berücksichtigen sind. Bei länger andauernden und höheren Überspannungen werden die Stützspannungen zu stark belastet, hier empfiehlt sich der Einsatz von Z-Dioden/Varistoren.

Z-Dioden

Z-Dioden verhalten sich in Durchlaßrichtung wie normale Dioden, in Sperrichtung fließt der Strom ab der Z-Spannung. Daher sind Z-Dioden in Verbindung mit einem Widerstand gemäß Abbildung 4 als Überspannungsbegrenzung einsetzbar. Der Ableitstrom fließt gegen Masse ab. Für eine Spannungsbegrenzung in beide Richtungen sind zwei Dioden in Serie zu schalten, die zulässige Verlustleistung der Dioden ist zu beachten. Bei den vorkommenden Überspannungen handelt es sich jedoch meistens um „kurze" Spannungspulse (Transienten). Daher ist nicht der Mittelwert der an der Diode abfallenden Leistung relevant, sondern die Impulsbelastung.

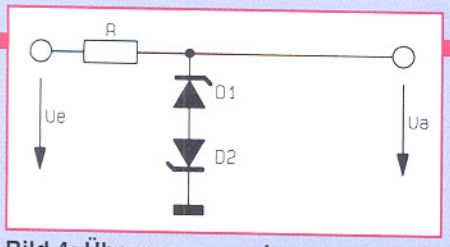


Bild 4: Überspannungsbegrenzung mit Z-Dioden

Die Halbleiterhersteller bieten spezielle Dioden mit hoher Impulsbelastbarkeit an. So vertragen z. B. die Thomson-Transil-Schutzdioden der Serie BZW Impulsbelastungen von bis zu 5 kW.

Transil-Schutzdioden sind sowohl in unidirektionaler Bauweise analog zu einer herkömmlichen Z-Diode als auch bidirektional, d. h. entsprechend der Reihenschaltung zweier Z-Dioden, erhältlich. Unterschiedlich sind dabei die Ansprechzeiten: ca. 1 ps für die unidirektionale und ca. 5 ns für die bidirektionale Ausführung. Für den Schutz mehrerer Leitungen gleichzeitig z. B. in Bussystemen sind diese Dioden auch in Array-Form im DIL-Gehäuse erhältlich.

Alle zuvor genannten Dioden gibt es in abgestuften Schaltspannungswerten. Die Leck- und Rauschströme sowie die Tiefpaßwirkung aufgrund der hohen Kapazität im nF-Bereich sind zu beachten.

Thyristoren/Triacs

Auch Thyristoren und Triacs können für die Überspannungsableitung eingesetzt werden. Dazu wird beim Auftreten einer Überspannung ein Zündsignal erzeugt, wodurch das Bauteil leitend wird und die Überspannung kurzschließt. Abbildung 5 zeigt diesen Mechanismus.

Der maximale Dauer-Kurzschlußstrom ergibt sich aus den Daten des eingesetzten Bauteils (1 bis 100 A), wobei die maximale Kurzzeitbelastung (<10 ms) ca. um den Faktor 10 höher liegt. Deshalb kann es nötig sein, einen Widerstand oder eine Drossel als Strombegrenzung in die Leitung einzufügen. Für längere Belastungen muß der Stromfluß dann dauerhaft durch eine flinke Schmelzsicherung unterbrochen werden. Die Verzögerungszeit dieser Schaltung liegt in der Zündzeit des Bauelementes begründet und liegt je nach Typ zwischen wenigen ns und 100 µs.

Aufgrund der hohen Leck- und Rauschströme sowie der hohen Kapazität sind Thyristoren/Triacs für den Einsatz in Signalleitungen bei Frequenzen ab dem kHz-Bereich ungeeignet. Deshalb liegt der Einsatz hauptsächlich im Bereich des Schutzes von Versorgungsspannungen.

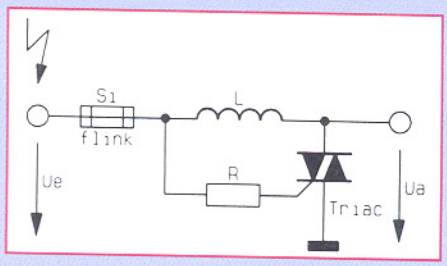


Bild 5: Triac als Überspannungsableiter

Verschiedene Halbleiterhersteller bieten bereits Bauelemente an, die auf vorgenanntem Prinzip basieren, jedoch mit geringen Leckströmen und Kapazitäten sowie hohen Schaltgeschwindigkeiten aufwarten (Trisil-Reihe von Thomson).

Überspannungsableiter

Eine ähnliche Funktion wie die vorher beschriebenen Thyristoren/Triacs führen die Überspannungsableiter aus. Diese Bauelemente werden beim Überschreiten einer bestimmten Spannung niederohmig. Im Gegensatz zu Thyristoren/Triacs wird keine zusätzliche Strombegrenzung benötigt.

Das Funktionsprinzip ist schnell erklärt: innerhalb des Ableiters befindet sich eine Funkenstrecke, bestehend aus einer Spitze, die über einer Metallplatte angeordnet ist. Diese Funkenstrecke ist mit Luft oder Edelgas umgeben. Überschreitet die Spannung über der Funkenstrecke einen bestimmten Wert, so wird das Gas ionisiert, eine niederohmige Plasmaentladung beginnt. Dadurch fließt ein Strom in der Größenordnung von bis zu einigen 10 kA. Die Entladung hält solange an, bis der Stromfluß aufhört. Erst dann erfolgt die Rekombination der Gas-Atome, und die Funkenstrecke isoliert wieder.

Die Ansprechspannung wird durch den Krümmungsradius der Spitze, den Abstand zur Platte sowie die Beschaffenheit des Gases bestimmt.

Einfache, mit Luft gefüllte Überspannungsableiter werden wegen der schlechten Reproduzierbarkeit der Zündungsspannung und des Zündverhaltens lediglich für die Ableitung von sehr hohen Spannungen eingesetzt, z. B. bei Antennenmasten.

Um reproduzierbare Zündverhalten zu erreichen, werden gasgefüllte Überspannungsableiter hergestellt, die ein abgeschlossenes Metall-Glas- oder Metall-Keramik-Gehäuse besitzen. Die Funkenstrekke wird von zwei großflächigen, übereinanderliegenden Elektroden gebildet. Abbildung 6 zeigt den prinzipiellen Aufbau. Aufgrund der in engen Grenzen festgelegten Ansprechspannungen ist eine permanente Vorionisation des Gases notwendig, die durch eine zusätzliche Elektrode oder durch eine schwache radioaktive Dotierung im Inneraum erreicht wird. Dieser Aufbau ergibt hohe Isolationswerte (>10 GΩ) und kleine Kapazitätswerte (<1 pF). Je nach Ausführung kann der Zündvorgang bereits bei relativ kleinen Spannungen erfolgen (60 bis 1500 V). Die Bogenbrennspannung liegt zwischen 10 V und 30 V, der Widerstand bei <0,1 Ω. Unterschreitet die Stromstärke die für die Entladung erforderlichen Werte von 10 bis 100 mA, erlischt der Lichtbogen. Die Ansprechzeiten liegen im Bereich von 50 ns bis zu 5 µs und sind stark von dU/dt abhängig. Werden diese Überspannungsableiter im Wechselspannungsbereich eingesetzt, so ist die Zeit des Nulldurchgangs der Wechselspannung in der Regel nicht lang genug, um die Atome rekombinieren zu lassen, d.h. der Kurzschluß bleibt vorhanden. Hier hilft nur eine längere Stromabschaltung.

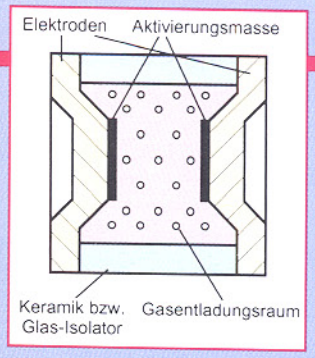


Bild 6: Prinzipieller Aufbau eines gasgefüllten Überspannungsableiters

Optimal einsetzbar sind diese Ableiter im Bereich des Schutzes vor energiereichen induktiven Schaltspitzen sowie als Blitzschutz. So eröffnen sich Einsatzgebiete in Fernmelde- und Übertragungsanlagen, Rechneranlagen, Antennenanlagen im Bahn- und Kraftfahrzeugbereich und für den Schutz von Ein- und Ausgängen in Meß- und Regelsystemen.

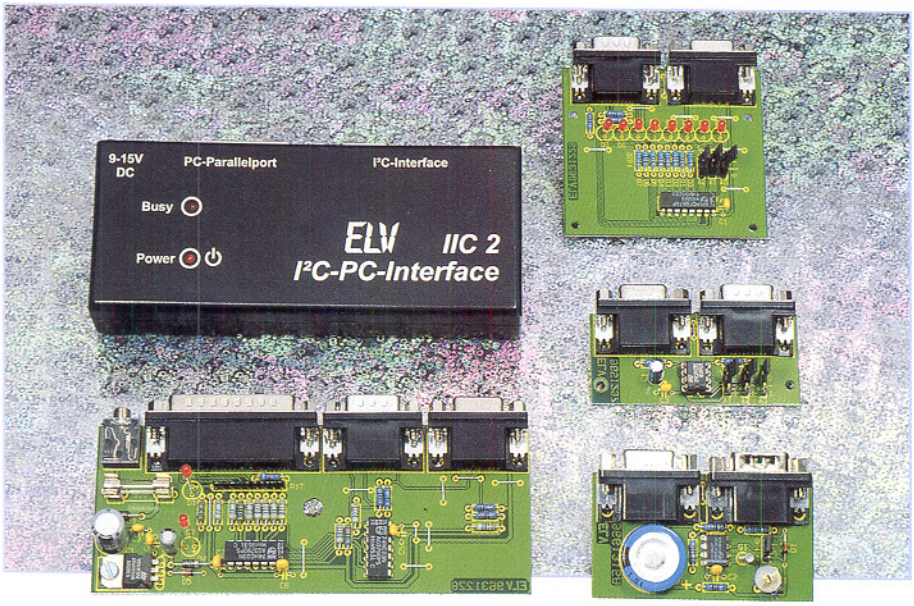
Varistoren

Varistoren bestehen in der Regel aus gesintertem Zinkoxyd. Der Widerstand nimmt in Abhängigkeit von der anliegenden Spannung nichtlinear ab. Die Kennlinie ähnelt der zweier gegeneinander geschalteter Z-Dioden. Der Schaltspannungsbereich von Varistoren liegt zwischen 6 V und 2000 V.

Analog zu Z-Dioden bricht bei Varistoren die Spannung im Ansprechfall nicht zusammen, so daß die Verlustleistung zu beachten ist. Impulsströme bis zu 100 kA sind möglich, wobei keine Strombegrenzungswiderstände erforderlich sind. Die Ansprechzeit von Varistoren liegt i. a. unter 10 ns und wird hauptsächlich durch die Zuleitungsinduktivitäten bestimmt. Die hohe Eigenkapazität von typischerweise 0,1 bis 50 nF engt den Anwendungsbereich auf niederfrequente Nutzsignale ein.

Varistoren besitzen weiterhin relativ hohe Leckströme von bis zu 0,1 mA und hohes Rauschen. Deshalb setzt man Varistoren hauptsächlich für den Schutz von Versorgungsleitungen (50 Hz, DC) sowie Leistungssignalen (Antriebe, Stellglieder) ein. Kleinere Ausführungen mit kleineren Kapazitätswerten finden in großen Stückzahlen im Bereich der Fernsprechtechnik Einsatz.

Im folgenden Teil dieser Artikelserie werden die Bauelemente zu konkreten Schutzschaltungen verknüpft und Gesichtspunkte für das Schutzschaltungsdesign genannt. ELV



I²C-Echtzeituhr-Board

Zahlreiche elektronische Geräte und Systeme benötigen heute eine ständig betriebsbereite, interne Uhr, sei es, um Daten logisch zu verwalten oder zeitgesteuerte Schaltvorgänge auszulösen. Die hier vorgestellte kompakte Lösung einer Echtzeituhr arbeitet mit wartungsfreier Stromversorgung, läßt sich einfach in ein I²C-Bussystem integrieren und ermöglicht es, z. B. über das I²C-PC-Interface aus dem „ELVjournal" 4/96, Echtzeit-Steueraufgaben zu lösen.

Allgemeines

Zeitgesteuerte Abläufe und allgemeines Zeitmanagement gewinnen heute ständig an Bedeutung. Zahlreiche Elektrogeräte, Steuerungen, Computer und andere elektronische Geräte verfügen bereits über eine integrierte Uhr, die die Aufgabe hat, zentrale Zeitinformationen, z. B. für die Auslösung von Schaltvorgängen, für zeitgesteuerte Abläufe aller Art oder für das Zeitmanagement von Computern zur Verfügung zu stellen.

In den allermeisten Fällen wird diese Aufgabe von den in den Geräten integrierten, zu ihrer Steuerung ohnehin erforderlichen Microcontrollern quasi als „Abfallprodukt" gelöst. Hauptnachteil dieser Konfiguration ist die notwendige Versorgungsspannung der Controller auch bei abgeschalteter oder ausgefallener Stromversorgung. Derlei Betriebsfälle werden im allgemeinen durch integrierte Akkustromversorgungen gelöst. Diese haben den Nachteil, daß auch der beste Akku irgendwann sein Lebensende erreicht hat und zudem je nach Strombedarf des Controllers zum Teil relativ kurze Zeitspannen überbrückt werden können.

Zudem erfordert die softwaremäßige Realisierung einer Echtzeituhr Speicherplatz und Rechenkapazität des Controllers, was in bestimmten Konfigurationen, z. B. bei preiswerten PIC-Anwendungen, Speicher- und Kapazitätsprobleme aufwirft. Auch ist bei einem „Absturz" des Gesamtsystems in aller Regel die Uhr mit betroffen.

Abhilfe schafft hier die Realisierung als externe, autark arbeitende und äußerst stromsparende Echtzeituhr.

Die im vorliegenden Artikel beschriebene Lösung mit dem IC des Typs PCF 8583 stellt eine preisgünstige Variante dar, die über eine I²C-Schnittstelle verfügt und damit flexibel in ein Bussystem integriert werden kann, das zum Beispiel von einem Mikrocontroller gesteuert wird. Das eingesetzte IC verfügt dazu über einen RAM-Speicher, der zum Beispiel zum Ablegen von Meßwerten genutzt werden kann.

Eine Besonderheit stellt auch die Stromversorgung der Uhr dar. Traditionell wird zur Pufferung der Betriebsspannung nach dem Ausschalten des Gerätes meist ein Akku verwendet, der bei eingeschaltetem Gerät wieder aufgeladen wird.

Bei dem hier vorgestellten Testboard wird jedoch anstelle eines Akkus ein Gold-Cap eingesetzt. Dessen Funktion beruht auf dem Arbeitsprinzip eines sehr hochwertigen Kondensators, der in der Lage ist, relativ viel Energie über einen langen Zeitraum zu speichern. Hauptvorteil gegenüber einer Akkustromversorgung ist die absolute Wartungsfreiheit und die deutlich höhere Lebensdauer des Gold-Caps. Während Akkus heute meist nach zwei bis vier Jahren am Ende ihrer Lebensdauer angelangt sind, bewegt sich die Lebenserwartung von Gold-Caps um ein Vielfaches dieser Zeiten.

Damit ist ein vollständig wartungsfreier und selbständiger Betrieb der I²C-Echtzeituhr auch bei längerem Stromausfall (ca. 70 Stunden) und über viele Jahre Betriebsdauer gewähreistet.

PCF 8583 - die Funktionen

Die Realisierung eines äußerst kompakten Boards ist vor allem durch die Unterbringung des PCF 8583 in einem nur 8poligen Gehäuse möglich.

Die typische Beschaltung des ICs ist im Schaltbild der Echtzeituhr dargestellt.

Der Baustein ist als 256 Byte großes RAM organisiert und verfügt über einen Adresszähler, der automatisch auf die näch-

Bild 1: Speicherkonfiguration des RAMs

00	Status-Register
01	Hundertstel
02	Sekunden
03	Minuten
04	Stunden
05	Jahr-Datum
06	Timer
07	Alarm-Status
08	Alarm-Hundertstel
09	Alarm-Sekunden
0A	Alarm-Minuten
0B	Alarm-Stunden
0C	Alarm-Datum
0D	Alarm-Monat
0E	Alarm-Timer
0F	Status RAM

1	0	1	0	0	0	A0	R/$\overline{W}$

Bild 2: SLAVE-Adresse des PCF 8583

ste Speicherstelle weiterschaltet, wenn ein Byte gelesen oder geschrieben wird. Die unteren 16 Bytes des RAMs stellen die Echtzeituhr dar, die über die Speicherstellen konfiguriert und ausgelesen werden kann.

Als weiterer denkbarer Einsatzfall kann der PCF 8583 auch zur Ereigniszählung genutzt werden. In diesem Fall kann der Quarz entfallen und das zu zählende Signal ist an Pin 1 anzuschließen. In vorliegenden Artikel wollen wir uns jedoch auf die Uhrenfunktion konzentrieren.

Das IC verfügt über einen Interrupt-Ausgang (Open-Kollektor), der nach Masse durchschaltet, um einen Interrupt auszulösen. So kann der Baustein unabhängig vom I²C-Bus einen Interrupt auslösen, um z. B. extern anzuzeigen, daß eine Alarmzeit erreicht ist.

In Abbildung 1 ist die Speicherkonfiguration des RAMs dargestellt, die im folgenden zum Verständnis der Gesamtfunktion der Uhr ausführlich erläutert wird.

Auf Adresse 00h des RAMs befindet sich das Statusregister zur Konfiguration der Uhr. Bit 0 und Bit 1 des Registers müssen bei der Initialisierung immer mit 0 beschrieben werden. Ist der Alarm-Modus aktiv, signalisiert das Bit 0 beim Auslesen des Status-Registers den Überlauf des Timer-Registers und Bit 1 zeigt das Erreichen der Alarmzeit an. Ist der Alarm-Modus nicht aktiv, so ist beim Auslesen das Bit 0 in der ersten Hälfte einer Sekunde gesetzt und in der zweiten Hälfte gelöscht. Ebenso ist das Bit 1 in der ersten Hälfte einer Minute gesetzt und in der zweiten Hälfte gelöscht. Diese Funktion kann zum Beispiel genutzt werden, um bei der Zeitanzeige einen Doppelpunkt im Sekundentakt blinkend darzustellen.

Das Bit 2 bestimmt, ob der Alarm-Modus eingeschaltet ist. Ist das Bit gesetzt, so werden die Register 08h bis 0Fh zur Alarm-Steuerung verwendet. Wenn das Bit gelöscht ist, kann der Speicherbereich als normales RAM genutzt werden.

Ist Bit 3 gesetzt, so sind die Speicherstellen 05h und 06h maskiert, so daß auf Adresse 05h das Datum und auf 06h der Monat gelesen wird. Wird das Bit gelöscht, kann auf Adresse 05h das Datum mit Jahr und auf Adresse 06h der Monat mit dem Wochentag gelesen werden. Von der Auswertesoftware sind dann die betreffenden Bits auszublenden und umzuwandeln.

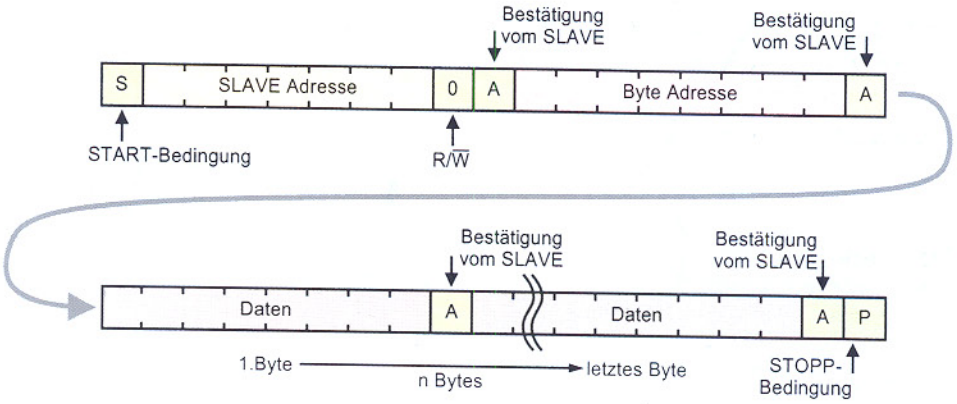
Die Bits 4 und 5 bestimmen, wie die Uhr getaktet wird. Steht in den Registern 00, dann ist der 32,768kHz-Modus aktiv, dessen Takt ein externes Quarz erzeugt. Es ist auch möglich, den PCF 8583 mit einem Rechtecksignal, das man aus der Netzfrequenz gewinnt, zu takten. Dazu wird 01 in die Bits 4 und 5 geschrieben. Um in den Ereigniszähler-Mode zu schalten, sind diese Bits mit 10 zu beschreiben.

Wird das Bit 6 gesetzt, so erfolgt ein Kopieren der aktuellen Zählerstände in die Zwischenspeicher. Diese Funktion nutzt man hauptsächlich im Ereigniszähler-Modus, um die aktuellen Zählerstände zu sichern und dann auszulesen.

Mit dem Setzen des Bit 7 kann die Uhr angehalten werden. Um die Uhr neu zu setzen, ist diese während des gesamten Setzvorgangs anzuhalten, damit eventuelle Überträge der Register nicht zu falschen Speicherinhalten führen. Sobald nun ein Uhrzeit-Register gelesen wird, werden die Speicherinhalte in einen Zwischenspeicher kopiert und von dort ausgelesen. Somit kann es in diesem Fall durch auftretende Überträge nicht zu Fehlausgaben kommen.

Auf den Adressen 01h bis 06h befinden sich die Uhrzeit-Register, die im BCD-Format vorliegen und bei denen jeweils 4 Bit einer Dezimalstelle entsprechen. Für die Adresse 03h, die den Minuten entspricht, bedeutet dies zum Beispiel, daß die unteren Bits 0 bis 3 der Einerstelle und die Bits 4 bis 7 der Zehnerstelle entsprechen.

Bild 3: Ablauf des Schreibens von Daten in das IC



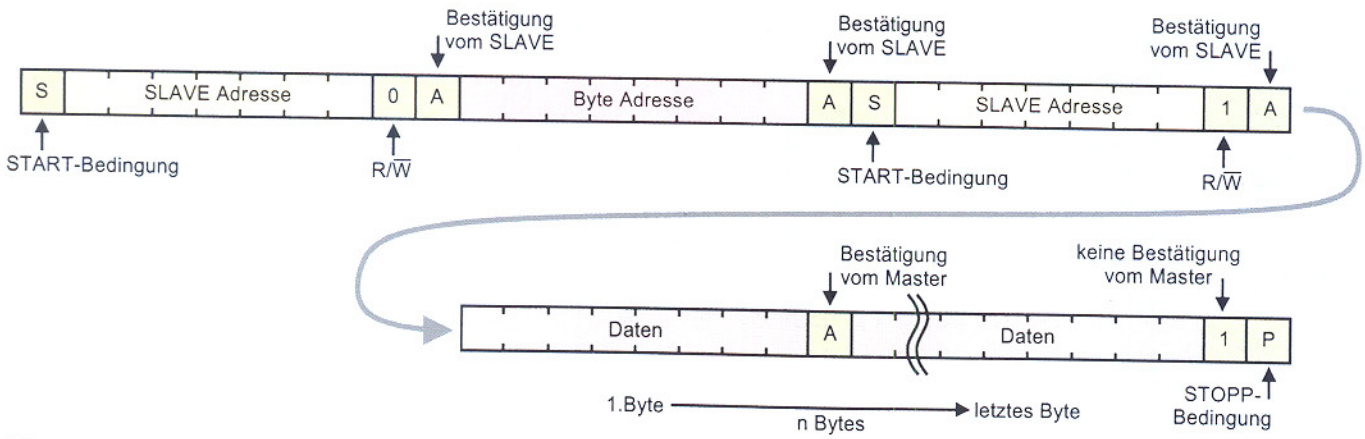


Bild 4: Ablauf des Lesens von Daten in das IC

Die Stunden sind über die Adresse 04h auszulesen, wobei hier die oberen 2 Bit nicht zur Bildung der Zehnerstelle genutzt werden dürfen.

Durch Setzen des Bit 7 beim Synchronisieren der Uhr kann hier in den 12-Stunden-Mode gewechselt werden, in dem dann das Bit 6 festlegt, ob es sich um den Vormittag (Bit ist 0) oder Nachmittag (Bit ist 1) handelt. Arbeitet die Uhr im 24-Stunden-Mode, so sind beide Bits gelöscht.

Das Datum befindet sich auf den Adressen 05h und 06h. Wie bereits beschrieben, ist über das Bit 3 des Status-Registers bestimmbar, ob die Register das Datum und den Monat enthalten, oder ob zusätzlich das Jahr und der Wochentag in der Information enthalten ist.

Im letzteren Fall entsprechen die Bits 6 und 7 der Adresse 05h dem Jahr, das im Bereich von 0 bis 3 läuft. Hier ist nicht die vollständige Jahreszahl enthalten, sondern nur ein Zähler, der zur Erkennung eines Schaltjahres dient. Ist das ausgelesene Jahr 0, so handelt es sich um ein Schaltjahr und der Februar wird mit 29 Tagen angenommen. Ebenso bestimmen die oberen 3 Bits der Adresse 06h den Wochentag, der im Bereich von 0 bis 6 läuft. Dies entspricht den Wochentagen Montag bis Sonntag.

Auf Adresse 07h befindet sich ein zweistelliger Timer, der über das nachfolgende Alarm-Status-Register auf Adresse 08h konfiguriert wird. Die unteren 3 Bit geben an, mit welchem Takt das Timer-Register zählen soll:

000 : kein Takt / Timer aus
001 : jede Hundertstel-Sekunde
010 : jede Sekunde
011 : jede Minute
100 : jede Stunde
101 : jeden Tag

Wird das Bit 3 gesetzt, so löst ein Überlauf des Timers einen Interrupt aus, der zur Aktivierung des /INT-Ausgangs führt.

Bit 4 und 5 stellen den Alarm-Mode ein:

00 : kein Alarm
01 : täglicher Alarm
10 : wöchentlicher Alarm
11 : Alarm an einem bestimmten Tag

Bit 6 aktiviert den Timer-Alarm und Bit 7 gibt an, ob bei einem Alarm ein Interrupt ausgelöst werden soll. Die Register 09h bis 0Eh beinhalten dabei die Werte, bei denen der Alarm ausgelöst werden soll. Die Adresse 0Eh bestimmt, an welchem Monat der Alarm ausgeführt werden soll, oder, wenn der wöchentliche Alarm gewählt ist, bestimmt das Register, an welchen Tagen die Alarmauslösung erfolgen soll. Jedes Bit entspricht dabei einem Wochentag, so daß auch verschiedene Wochentage miteinander kombinierbar sind (Blockbildung).

Die Speicherstellen ab der Adresse 10h stehen als RAM-Speicher zur Verfügung und sind frei nutzbar. Abbildung 2 zeigt die SLAVE-Adresse, mit der der PCF 8583 über den I²C-Bus eindeutig ansprechbar ist. Das Bit A0 wird vom Pegel an Pin 3 des ICs bestimmt, wodurch bis zu 2 dieser Bausteine an einem Bus betreibbar sind. Das niedrigste Bit bestimmt, ob auf den PCF 8583 geschrieben oder ob Daten ausgelesen werden sollen.

Der Ablauf des Schreibens von Daten in das IC ist in Abbildung 3 dargestellt. Nachdem der MASTER die Start-Bedingung generiert und den SLAVE zum Schreiben adressiert hat, sendet er die Adresse der Speicherstelle, gefolgt von den Datenbytes, die dann jeweils vom SLAVE bestätigt und mit aufsteigender Adresse im Speicher abgelegt werden. Sind alle Bytes übertragen, beendet der MASTER die Übertragung durch eine STOPP-Sequenz.

Der Lesevorgang ist in Abbildung 4 dargestellt. Auch hier beginnt der MASTER die Übertragung mit einer Start-Bedingung und der Adressierung des SLAVEs. Daraufhin wird die Adresse der anzusprechenden Speicherstelle übertragen und anschließend vom MASTER eine weitere START-Sequenz generiert, gefolgt von der SLAVE-Adresse, die den MASTER jetzt zum Lesen anspricht. Nun kann dieser die Speicherzellen nacheinander auslesen, wobei er die empfangenen Bytes bestätigen muß. Soll die Übertragung beendet werden, so bestätigt der MASTER das zuletzt empfangene Byte nicht und generiert eine STOPP-Sequenz.

Echtzeituhr zur Realisierung von zeitgesteuerten Abläufen mit Pufferung der Betriebsspannung

Schaltung

Die Verbindung zum I²C-Bus erfolgt über die Buchse BU 1 oder den Stecker BU 2 (beide parallelgeschaltet), die das Board mit Betriebsspannung versorgen und die SCL- und SDA-Leitungen führen. Die Betriebsspannung gelangt über die Schutzdiode D 1 an Pin 8 des IC 1.

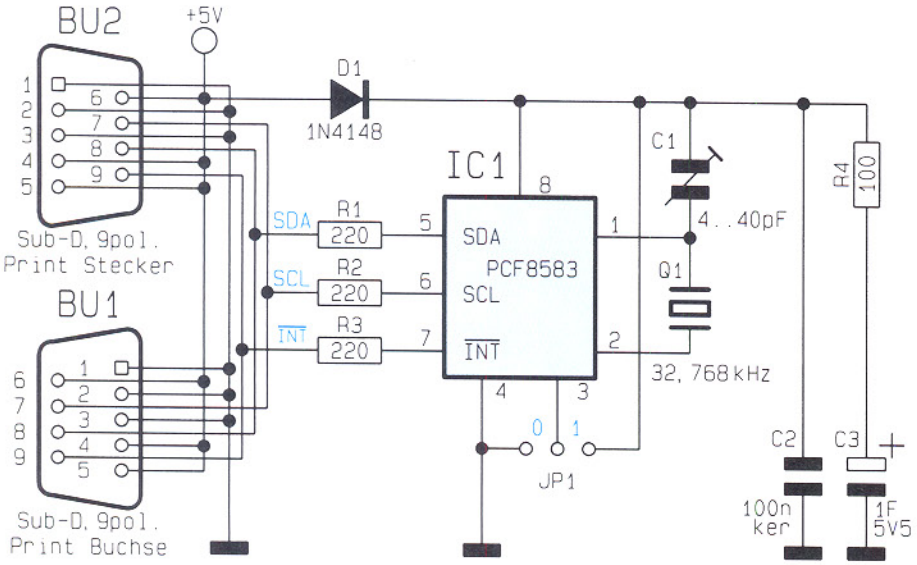
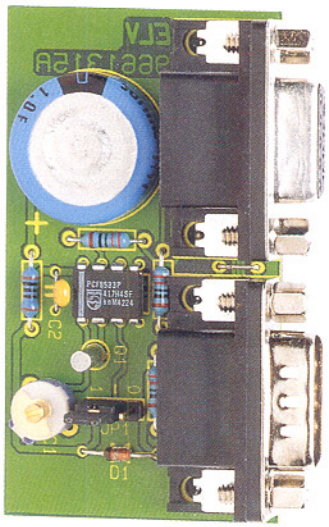


Bild 5: Schaltbild des I²C-Echtzeituhr-Boards



Ansicht der fertig bestückten Platine

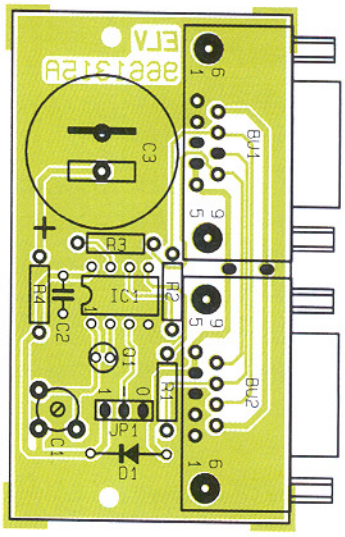
Stückliste: I²C-Echtzeituhr-Board

Widerstände:
100Ω R4
220Ω R1-R3

Kondensatoren:
100nF/ker C2
C-Trimmer, 4-40pF C1

Halbleiter:
PCF8583 ..... IC1
1N4148 ..... D1

Sonstiges:
Quarz, 32,768kHz Q1
Stiftleiste, 1 x 3 polig JP1
SUB-D-Buchsenleiste, 9polig, print BU1
SUB-D-Stiftleiste, 9polig, print BU2
1 Jumper
1 3,5"-Diskette Testsoftware



Ansicht des Bestückungsplanes

Zur Auswahl der SLAVE-Adresse dient der Jumper J 1, der die Adreßleitung (Pin 3) wahlweise mit „high" oder „low" beschaltet. Der Quarz Q 1 und der Trimmkondensator C 1 bilden die externe Beschaltung des Oszillators der Uhr. Die I²C-Leitungen sind über die Schutzwiderstände R 1 bis R 3 geführt.

Damit auch nach dem Ausfall der Betriebsspannung die Echtzeituhr weiterlaufen kann und der RAM-Speicherinhalt erhalten bleibt, erfolgt die Spannungspufferung über den Gold-Cap C 3. Es handelt sich hierbei um einen großen Kondensator mit einer Kapazität von 1 F, der über die Diode D 1 und den Widerstand R 4 aufgeladen wird. Er versorgt bei Ausfall der Betriebsspannung das IC 1 mit Spannung. Die Diode D 1 verhindert in diesem Fall, daß ein Strom aus BU 1 oder BU 2 herausfließen kann.

Kompakte Bauweise und einfache Ansteuerung über den I²C-Bus

Nachbau

Der Nachbau des I²C-Echtzeituhr-Boards gestaltet sich aufgrund des geringen externen Bauelementeaufwands sehr einfach. Die Bauelemente finden auf einer einseitigen Leiterplatte mit den Abmessungen 68 x 37mm Platz. Die Bestückung erfolgt in gewohnter Weise anhand der Stückliste und des Bestückungsplanes, wobei die Bauteile einzusetzen, zu verlöten und die überstehenden Drahtenden mit einem Seitenschneider abzuschneiden sind, ohne dabei die Lötstellen zu beschädigen. Der Jumper J 1 sollte in die Stellung „0" gesteckt werden, wenn sich nur ein PCF 8583 am I²C-Bus befindet.

Damit ist der Aufbau bereits abgeschlossen und es folgt der Abgleich des Oszillators. Zuerst muß die Schaltung mit Betriebsspannung versorgt werden, indem das Board an das I²C-PC-Interface angeschlossen oder direkt über BU 1 oder BU 2 mit 5V versorgt wird. Unmittelbar nach dem Anlegen der Betriebsspannung steht an Pin 7 des IC 1 ein Rechecksignal an.

Dieses wird mit einem Frequenzzähler gemessen und mit C 1 auf eine Frequenz von 1 Hz abgeglichen. Einige Frequenzzähler können eine solch niedrige Frequenz nicht mit ausreichender Auflösung darstellen, so daß hier die Methode der Periodendauermessung einzusetzen ist. Die Periodendauer ist dabei auf 1s einzustellen. Wird der PCF 8583 das erste Mal über den I²C-Bus konfiguriert, so wird das 1Hz-Signal abgeschaltet und der Pin 7 zur Interruptanforderung genutzt.

Software

Die Grundroutinen zur Ansteuerung des I²C-Echtzeituhr-Boards liegen als Quellcode in den Programmiersprachen C und PASCAL vor.

Ein kleines Beispielprogramm zeigt die Anwendung der Routinen im Zusammenspiel mit dem I²C-PC-Interface. Hier erfolgt die Synchronisation der Zeit des Boards mit der des angeschlossenen PCs und das Auslesen dieser Zeit. Über die Funktion „SETZE_ZEIT (Stunden, Minuten, Sekunden);" kann die Uhrzeit des PCF 8583 gesetzt werden und die Funktion „SETZE_DATUM (Tag, Monat, Jahr, Wochentag);" setzt das Datum. Ebenso erfolgt das Auslesen der Daten über die Funktionen „LESE_ZEIT(..);" und „LESE_DATUM (..);".

Zum direkten Schreiben und Lesen der Speicherstellen stehen die Funktionen „PCF8583_SCHREIBE_BYTE(..);" und „PCF8583_LESE_BYTE(..);" zur Verfügung, die jeweils ein Byte schreiben oder lesen. Die Funktionen „PCF8583_SCHREIBE_WORD(..);" und „PCF8583_LESE_WORD(..);" haben die gleiche Aufgabe, schreiben oder lesen aber jeweils ein Wort (2 Bytes). Hierbei ist auf die Adressierung zu achten, da durch ein Wort zwei aufeinanderfolgende Speicherstellen belegt werden.

Auf die Umsetzung der Alarm-, Zähler- und Interruptfunktion wurde im Beispielprogramm verzichtet, da der Baustein eine Vielzahl von Konfigurationsmöglichkeiten bietet und die Erstellung individueller Routinen das Programm schnell unübersichtlich macht. Diese Routinen sollten auf den jeweiligen Einzelfall abgestimmt werden und sind anhand des Beispiels leicht selber erstellbar.

Die Quellcodes zur Ansteuerung des PCF 8583 liegen dem Bausatz des I²C-Echtzeituhr-Boards auf einer Programmdiskette bei oder können über die ELV-Infobox per Modem kostenlos abgerufen werden, nur die Telefongebühren fallen an. ELV

Video-Kopierschutz-Decoder VKD 7002

Nutzen Sie die legitimen Möglichkeiten beim Überspielen und Archivieren von Leihvideos. Der VKD 7002 wirkt zuverlässig gegen alle derzeit gängigen Kopierschutzverfahren auf Video-Leihkassetten.

Als Nachfolger des tausendfach bewährten VCD 7001 ist der VKD 7002 eine konsequent weiterentwickelte Version mit eingebauter Logo-Ausblendung, Kopierrichtungsumschaltung, zusätzlichem TV-Ausgang und 230V-Netzteil.

Die meisten derzeit erhältlichen Topfilme auf Video-Kauf- oder Leihkassetten sind mit einem Kopierschutz der US-amerikanischen Firma Macrovision ausgestattet. Störimpulse innerhalb der vertikalen Austastlücke, d. h. im nicht sichtbaren Bereich des Bildes, bringen während des Kopiervorgangs die Regelung des Videorecorders außer Tritt. Je nach Alter des Filmes kommen dabei verschiedene Macrovisionsvarianten zum Einsatz.

Die ersten Video-Leihkassetten mit dem Kopierschutz Macrovision I kamen vor fast 10 Jahren (Herbst 1987) auf den Markt. Dieser Kopierschutz war jedoch noch relativ unausgereift, da die Aufnahme-Regelung von vielen Video-Recordern sich hierdurch nicht beeinflussen ließ.

Nahezu alle, seit Anfang der 90er Jahre gebauten VHS-Video-Recorder sind inzwischen mit einer Aufnahme-Regelung ausgestattet, die bei üblichen Aufnahmevorgängen einwandfrei arbeitet, jedoch beim Auftreten von Macrovisions-Signalen gestört wird.

Bereits Anfang 1988 kamen die ersten Kopierschutz-Decoder auf den Markt, die in der Lage waren, den Kopierschutz Macrovision 1 zu eliminieren. In einem Test der Zeitschrift „Video" 9/88 war der VCD 1000 von ELV unter den bestplazierten Geräten.

Es folgten mit Macrovision II und Macrovision III modifizierte, noch wirksamere Kopierschutz-Varianten, worauf schnell neue Decoder-Generationen folgten.

Der VCD 7000, der alle bis dahin bekannten Kopierschutz-Verfahren zuverlässig beseitigte, war im Test der Zeitschrift „Video" 5/89 wieder unter den besten Decodern am Markt. Von 8 getesteten Geräten waren nur zwei, darunter der VCD 7000 von ELV, empfehlenswert.

Fast alle Top-Filme, die seit Herbst 1992 auf Video-Leih- oder Kaufkassetten angeboten werden, sind mit einem Kopierschutz ausgestattet. Dabei kommt vorwiegend eine Mischung aus den 3 Macrovisions-Varianten zum Einsatz.

Die Folge der Macrovisions-Störimpulse sind Farbaussetzer, Helligkeitsschwankungen oder sogar das völlige Zusammenbrechen des Bildes bei der Wiedergabe der Kopie. Die Wiedergabe der Originalkassette führt in der Regel zu keiner Beeinträchtigung, da sich die Störimpulse bei einem Fernsehgerät nicht auswirken.

Aufgabe des Kopierschutz-Decoders ist nun, die Störimpulse während des Überspielvorgangs restlos zu entfernen.

Rechtslage

Gemäß Urhebergesetz (94 IV, 53 I, V) darf jeder, der sich eine Videokassette ausleiht, diese zur rein privaten Nutzung kopieren.

Jedoch ist bereits das unentgeltliche und natürlich erst recht das bezahlte Ausleihen von kopierten Videokassetten an Bekannte und Freunde strafbar.

Störungsfreies Überspielen aller kopiergeschützten Videofilme

Der VKD 7002 eliminiert zuverlässig alle derzeit bekannten Kopierschutz-Störimpulse auf Videokassetten.

Im Gegensatz zur üblichen Ausblendtechnik schaltet der VKD 7002 gezielt die sichtbare Bildinformation durch, während sämtliche übrigen Signale bearbeitet bzw. neu generiert werden. Durch diese Arbeitsweise haben selbst neue Kopierschutz-Verfahren beim VKD 7002 kaum eine Chance.

Einfache Handhabung

Der VKD 7002 ist mit drei Scartbuchsen zum Anschluß von zwei Video-Recordern

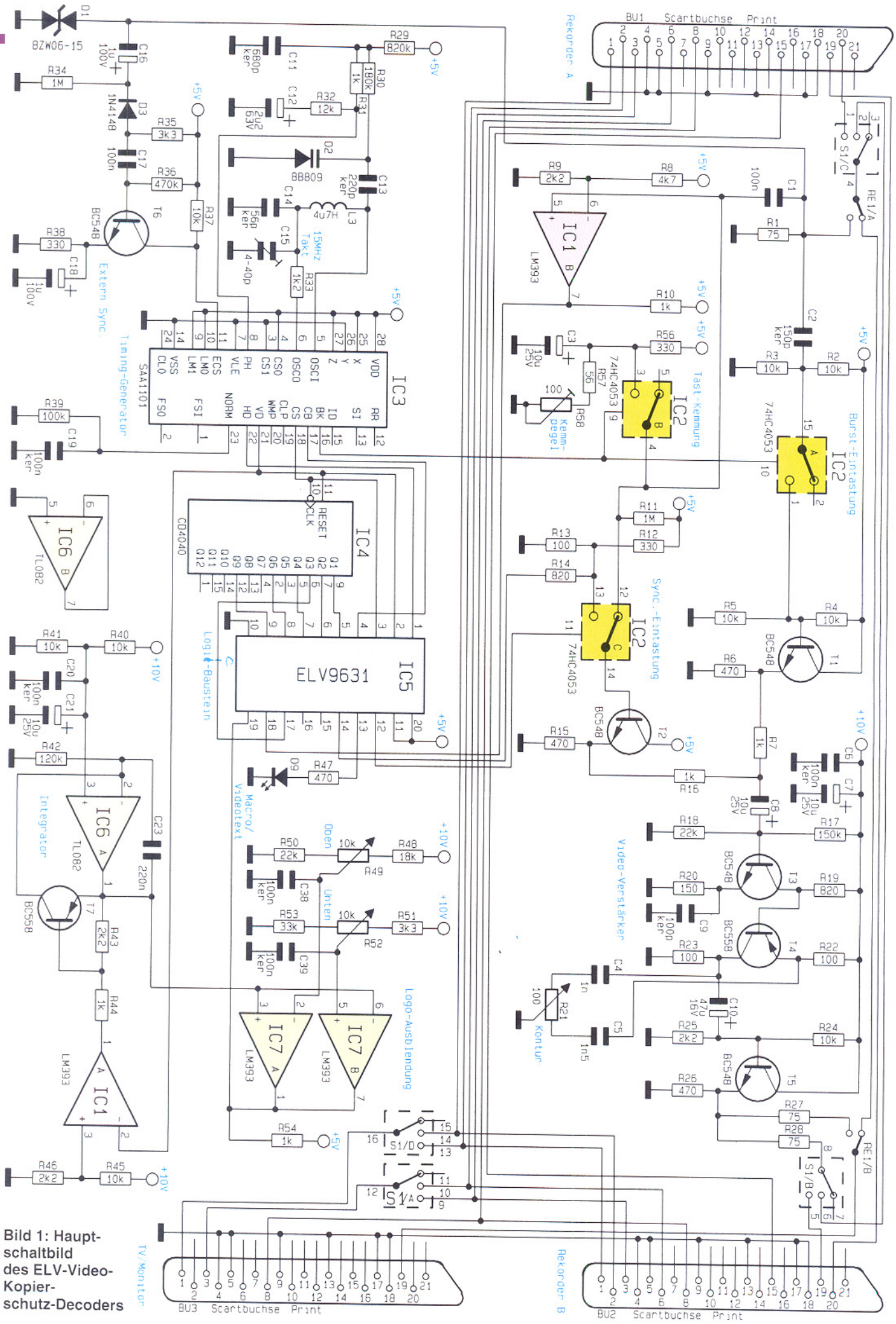


Bild 1: Hauptschaltbild des ELV-Video-Kopierschutz-Decoders

und einem Fernsehgerät ausgestattet und wird einfach in die Verbindungsleitung zwischen wiedergebendem und aufnehmendem Recorder eingefügt.

Die Kopierrichtung ist am VKD 7002 umschaltbar, d. h. Rekorder A ist der Abspieler und Rekorder B das aufzeichnende Gerät oder umgekehrt. Bei ausgeschaltetem Decoder wird der jeweils selektierte Zuspieler zum Fernsehgerät durchgeschleift.

Zur Stromversorgung ist der VKD 7002 mit einem eingebauten 230V-Netzteil ausgestattet.

Optimierung der Bildqualität

Durch die eingesetzte Technik ist bei verschliffenen Synchronimpulsen sogar eine deutliche Verbesserung der Aufzeichnungsqualität möglich. Des weiteren steht zur Optimierung der Bildqualität der Einstellregler „Kontur" zur Verfügung.

Interessante Zusatzfunktionen

Bei der Aufzeichnung von Breitwandspielfilmen bietet der VKD 7002 die Möglichkeit, Sender-Logos zu überdecken. Mit zwei Einstellreglern ist sowohl am oberen Bildrand als auch am unteren Bildrand die Schwarzblende stufenlos einstellbar. Eine Kopierschutzanzeige signalisiert Macrovisionsimpulse bzw. bei Fernsehaufzeichnungen Videotextsignale, die im gleichen Bereich wie die Macrovisions-Störimpulse liegen.

Dank Durchschleifbetrieb muß der VKD 7002 bei ausgeschaltetem Decoder nicht aus dem Signalweg genommen werden.

Übersichtlicher Selbstbau

Durch ausgereifte Schaltungstechnologie und den Einsatz von hochintegrierten Bausteinen ist der Aufbau verhältnismäßig einfach und in kurzer Zeit möglich. Des weiteren trägt der einfache Abgleich wesentlich zur Nachbausicherheit bei.

Schaltung

Das Hauptschaltbild des ELV Video-Kopierschutz-Decoders der neuesten Generation ist in Abbildung 1 zu sehen, während Abbildung 3 die Netzteilschaltung zeigt.

Trotz der umfangreichen Funktionen hält sich der Bauteilaufwand durch den Einsatz von hochintegrierten Bausteinen in Grenzen. Doch bevor wir mit der detailierten Schaltungsbeschreibung beginnen, ein paar Worte zur prinzipiellen Funktionsweise des Decoders.

Davon ausgehend, daß im Bildinhalt keine Störimpulse unterzubringen sind, die die Reglung des Video-Recorders beeinflussen können, schaltet der VKD 7002 ausschließlich die reine Bildinformation durch. Sämtliche Synchronisations-Signale sowie die komplette vertikale Austastlücke mit Vor- und Nachtrabanten werden vom VKD 7002 neu generiert.

Aufgrund dieses Funktionsprinzips werden nicht nur sämtliche derzeit eingesetzten Kopierschutz-Verfahren eliminiert, sondern es ist mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit bei heutiger Recorder-Technologie kein Kopierschutz möglich, der nicht vom VKD 7002 ausgeblendet wird. Doch nun zum Schaltbild.

Das Videoeingangssignal mit 1 V_{ss} an 75 Ω wird dem VKD 7002 wahlweise an BU 1 oder an BU 2 (jeweils Pin 20) zugeführt.

Über den Kopierrichtungs-Umschalter S 1 sowie die Kontakte des Relais RE 1 A gelangt das Videosignal dann auf den mit 75 Ω (R1) angeschlossenen Decodereingang.

Von hieraus wird das FBAS-Videosignal in drei Signalwege aufgesplittet. Über den mit C 2, R 2 und R 3 aufgebauten Hochpaß gelangen die höherfrequenten Signalanteile auf Pin 15 des schnellen elektronischen Schalters IC 2 A.

Dieser mit dem Burst-Key-Signal von IC 3 gesteuerte Umschalter läßt ausschließlich den Farb-Burst zur Basis des mit T 1 und externen Komponenten aufgebauten Emitterfolger passieren. Am Emitter dieses Transistors steht der aus 10 bis 12 Schwingungen bestehende Burst dann niederohmig zur weiteren Verarbeitung an.

Das eigentliche FBAS-Videosignal gelangt auf eine mit C 1, C 3, R 11, R 56 - R 58 sowie dem CMOS-Multiplexer IC 2 B realisierte Tastklemmung. Der elektronische Schalter IC 2 B wird für die Zeit der hinteren Schwarzschulter des Video-Signals geschlossen, so daß sich der Schwarzwert unabhängig vom Bildinhalt auf den an C 3 anliegenden Gleichspannungspegel einstellt.

Das auf Schwarzpegel geklemmte Videosignal gelangt direkt auf Pin 12 des CMOS-Multiplexers IC 2 C.

An Pin 13 dieses elektronischen Umschalters wird das vom VKD 7002 neu generierte Composite-Sync.-Signal zugemischt, dessen Amplitude durch den mit R 12 - R 14 aufgebauten Spannungsteiler bestimmt wird.

Mit Hilfe des Trimmers R 58 wird der Klemmpegel so eingestellt, daß die Schwarz-Schulter des Video-Signals mit dem neu generierten Composite-Sync. exakt übereinstimmt.

Der Multiplexer läßt ausschließlich den sichtbaren Bildinhalt des FBAS-Video-Signals (Pin 12) auf die Basis des Transistors T 2 passieren, während sämtliche Synchron-Signale (Pin 13) vom VKD 7002 neu generiert werden. Am Emitter des Transistors T 2 steht dann der Bildinhalt mit den neu generierten Synchron-Signalen (ohne Macrovisions-Störimpulse) an.

Der noch fehlende Farbburst liegt, wie bereits erwähnt, am Emitter des Transistors T 1. Burst und Videosignal werden über R 7 und R 16 zu einem kompletten, am Minuspol des Elkos C 8 anliegenden, FBAS-Videosignal zusammengemischt.

Eine ca. 5fache Verstärkung des Videosignals wird mit Hilfe des in Emitter-Schaltung arbeitenden Transistors T 3 vorgenommen. Während die Verstärkung von T 3 in erster Linie vom Verhältnis der Widerstände R 19 zu R 20 abhängt, dient C 9 zur Verstärkungsanhebung bei hohen Signal-Frequenzen.

Das am Kollektor in invertierender Form verstärkt anstehende Videosignal wird direkt galvanisch auf die Basis des ebenfalls in Emitter-Schaltung arbeitenden Transistors T 4 gekoppelt.

Der Frequenzgang dieser Stufe ist im oberen Video-Frequenzbereich veränderbar. Je nach Stellung des Potis R 21 erfolgt eine Verstärkungsanhebung (harte Konturen) oder eine Verstärkungsabsenkung (weiche Konturen) bei höheren Video-Frequenzen.

Das am Kollektor wieder phasenrichtig anstehende Video-Signal wird über C 10 auf die Basis des zur Impedanz-Wandlung dienenden Transistors T 5 gekoppelt.

Die Auskopplung des von den Macrovisions-Impulsen befreiten Videosignals erfolgt mit 75Ω-Ausgangsimpedanz über RE 1 B zur TV-Buchse (BU 3) bzw. über S 1 B zum aufnehmenden Video-Recorder.

Da die Kopierrichtung am VKD 7002 umschaltbar ist, wird über S 1 A und S 1 D das Audio-Signal des jeweiligen Zuspiel-Recorders zum TV-Ausgang (BU 3) geführt.

Für die Generierung der neuen normgerechten Synchron-Signale ist der recht komplexe Baustein des Typs SAA 1101 (IC 3) verantwortlich. Dieser Chip, dessen interne Struktur in Abbildung 2 zu sehen ist, beinhaltet eine Vielzahl von Stufen.

Der mit 15 MHz arbeitende Takt-Oszillator wird an den Pins 5 und 6 extern beschaltet, wobei im wesentlichen die Bauteile L 3, C 13 - C 15 und die Varicap-Diode D 2 frequenzbestimmend sind. Da sämtliche Ausgangssignale absolut synchron zum Eingangsvideosignal sein müssen, arbeitet der SAA 1101 im GenLock-Mode (Sync.Lock with external Reference).

Das Videoeingangssignal gelangt über C 16 auf eine mit T 6 und externen Komponenten aufgebaute einfache Amplitudensiebschaltung zur Abtrennung der Synchronimpulse vom Video-Signal.

Die positiv gerichteten Synchron-Impulse am Kollektor des Transistors T 6 gelangen direkt zum Pin 11 (External Composite-Sync.) des Bausteins. Im Genlock-Betrieb werden die interne und externe

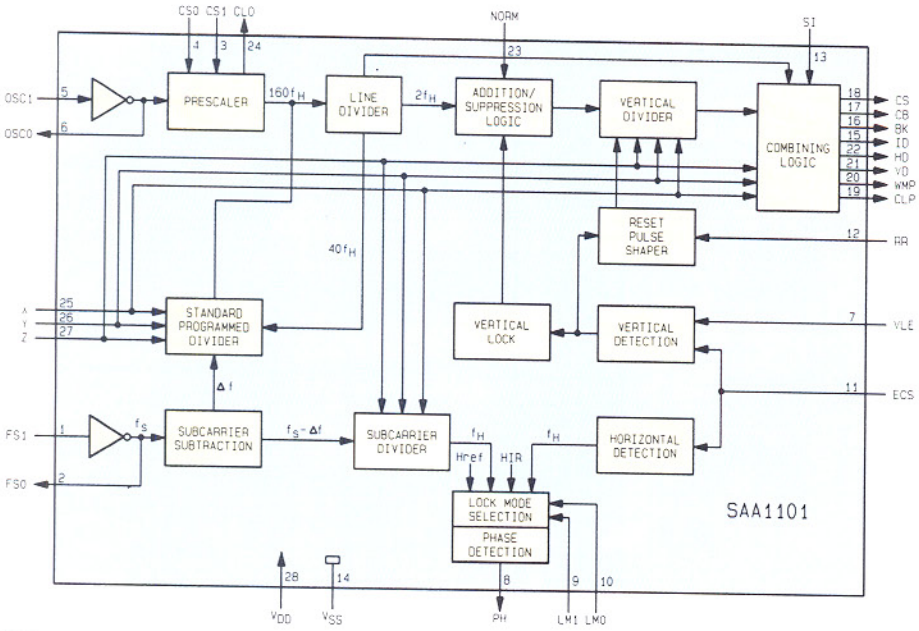


Bild 2: Interne Struktur des Bausteins SAA 1101.

Zeilenfrequenz über einen integrierten Phasendetektor verglichen und die Oszillator-Frequenz über Pin 8 (PH) nachgesteuert.

Ausgangsseitig liefert der SAA 1101 neben den normgerechten Synchron-Impulsen an Pin 18 und den normgerechten Austastsignalen (Pin 17) noch weitere bild- und zeilenfrequente Impulse.

Der programmierbare Logik-Baustein ELV 9631 beinhaltet die gesamte Auswertelogik des VKD 7002 und steuert über Pin 12 den CMOS-Multiplexer IC 2 C. Des weiteren erfolgt die Erkennung der Macrovisionstörimpulse innerhalb dieses Chips.

Kommen wir als nächstes zur stufenlos einstellbaren Schwarzblende am oberen und unteren Bildrand. Der VKD 7002 bietet damit die Möglichkeit, bei Breitwand-Spielfilmen die Senderlogos zu überdekken.

Schaltungstechnisch sind IC 1 A, IC 6 A sowie IC 7 jeweils mit der zugehörigen externen Beschaltung für diese Aufgabe zuständig.

Der Integrations-Kondensator C 23 des mit IC 6 A aufgebauten Miller-Integrators wird mit Hilfe des Transistors T 7 über IC 1 A für die Dauer des vertikalen Synchron-Impulses kurzgeschlossen. Am Ausgang des Integrators (IC 6 Pin 1) erhalten wir somit ein vertikal frequentes Sägezahn-Signal. Dieses bildfrequente sägezahnförmige Signal gelangt direkt auf den nicht invertierenden Eingang des Komparators IC 7 A und auf den invertierenden Eingang des Komparators IC 7 B.

Die Amplitude der Sägezahnspannung wird mit den von den Einstell-Potis R 49 und R 52 gelieferten Gleichspannungen verglichen. Übersteigt die Sägezahnspannung an IC 7 B, Pin 6 die mit R 52 eingestellte Gleichspannung, wechselt der Komparator-Ausgang (Pin 7) von „high" nach „low", während der Komparator-Ausgang IC 7, Pin 1 von „high" nach „low" wechselt, wenn die Sägezahnspannung die mit R 49 eingestellte Gleichspannung unterschreitet.

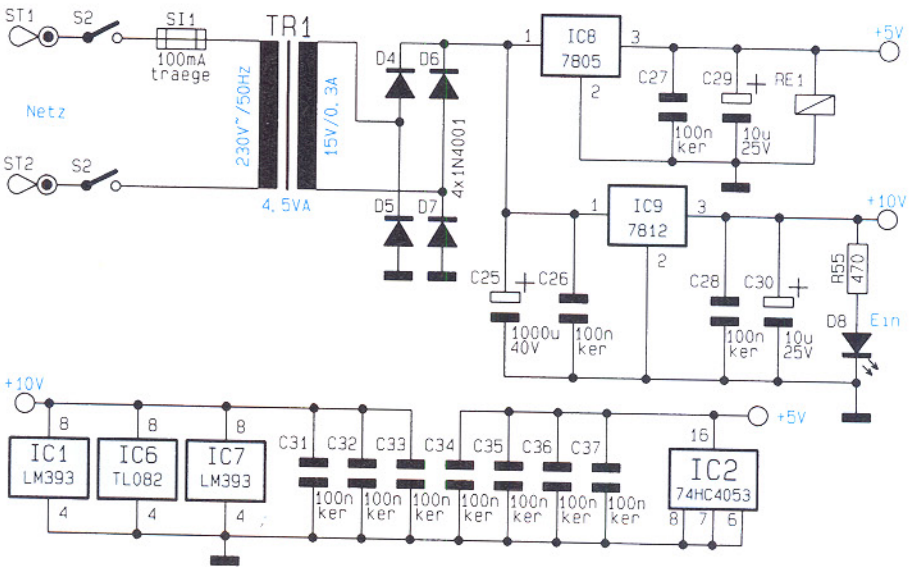
Die beiden Open-Kollektor Komparator-Ausgänge bilden zusammen mit dem Pull-Up-Widerstand R 54 ein „verdrahtetes ODER-Glied".

Die Steuerung der Schwarzblenden am oberen und unteren Bildrand erfolgt über den programmierbaren Logik-Baustein IC 5.

Die Spannungsversorgung des VKD 7002 ist in Abbildung 3 zu sehen. Über den zweipoligen Netzschalter S 2 und die Schmelzsicherung SI 1 gelangt die 230V-Netzwechselspannung auf die Primär-Wicklung des Transformators TR 1. Sekundärseitig erfolgt die Gleichrichtung mit Hilfe der 4 zum Brücken-Gleichrichter geschalteten Dioden D 4 bis D 7. Die Pufferung der unstabilisierten Spannung erfolgt mit C 25. Während der Ausgang von IC 8 eine stabilisierte Spannung von 5 V liefert, stellt IC 9 am Ausgang stabilisiert 12 V zur Verfügung.

C 29 und C 30 dienen zur Schwingneigungs-Unterdrückung direkt an den Spannungsreglern, und C 26 bis C 28 verhindern hochfrequente Störeinflüsse.

Bild 3: Spannungsversorgung des VKD 7002



Nachbau

Der praktische Aufbau dieses interessanten Video-Zusatzgerätes ist nicht schwierig. Sämtliche aktiven und passiven Bauelemente, inklusive Netztrafo, Potis und Buchsen, finden auf einer einzigen Basisplatine Platz. Abgesehen von der Netzzuleitung sind innerhalb des Gerätes keine Verdrahtungsarbeiten erforderlich.

Achtung:

Aufbau und Inbetriebnahme des VKD 7002 dürfen aufgrund der darin geführten Netzspannung ausschließlich von Fachleuten durchgeführt werden, die hierzu aufgrund ihrer Ausbildung befugt sind. Die einschlägigen VDE- und Sicherheits-Vorschriften sind unbedingt zu beachten.

Die Bestückungsarbeiten beginnen an Hand der Stückliste und des Bestückungsplanes mit dem Einlöten von 20 Silberdrahtbrücken.

Alsdann werden die Metallfilm-Widerstände bestückt. Nach dem Einstecken der Bauteile werden die Anschlußbeinchen leicht angewickelt, so daß nach dem Umdrehen der Leiterplatte die Widerstände nicht mehr herausfallen können. In einem Arbeitsgang sind alle Anschlußbeinchen

zu verlöten und die überstehenden Drahtenden direkt oberhalb der Lötstelle abzuschneiden.

Die Dioden weisen an der Katodenseite einen Ring auf, der mit der Pfeilspitze im Bestückungsdruck übereinstimmen muß. Das Einlöten erfolgt in der gleichen Weise wie bei den Widerständen, wobei die Kapazitäts-Diode D 2 keinesfalls mit der Diode D 3 verwechselt werden darf.

Danach sind die beiden Spannungsregler jeweils mit einer Schraube M3x6mm und den zugehörigen Muttern auf die Leiterplatte zu schrauben und zu verlöten.

Während als nächstes die Folien- und Keramik-Kondensatoren mit beliebiger Polarität einzulöten sind, ist bei den Elektolyt-Kondensatoren unbedingt die richtige Polarität zu beachten.

Es folgt das Einsetzen der Kleinsignal-Transistoren mit möglichst kurzen Anschlußbeinchen.

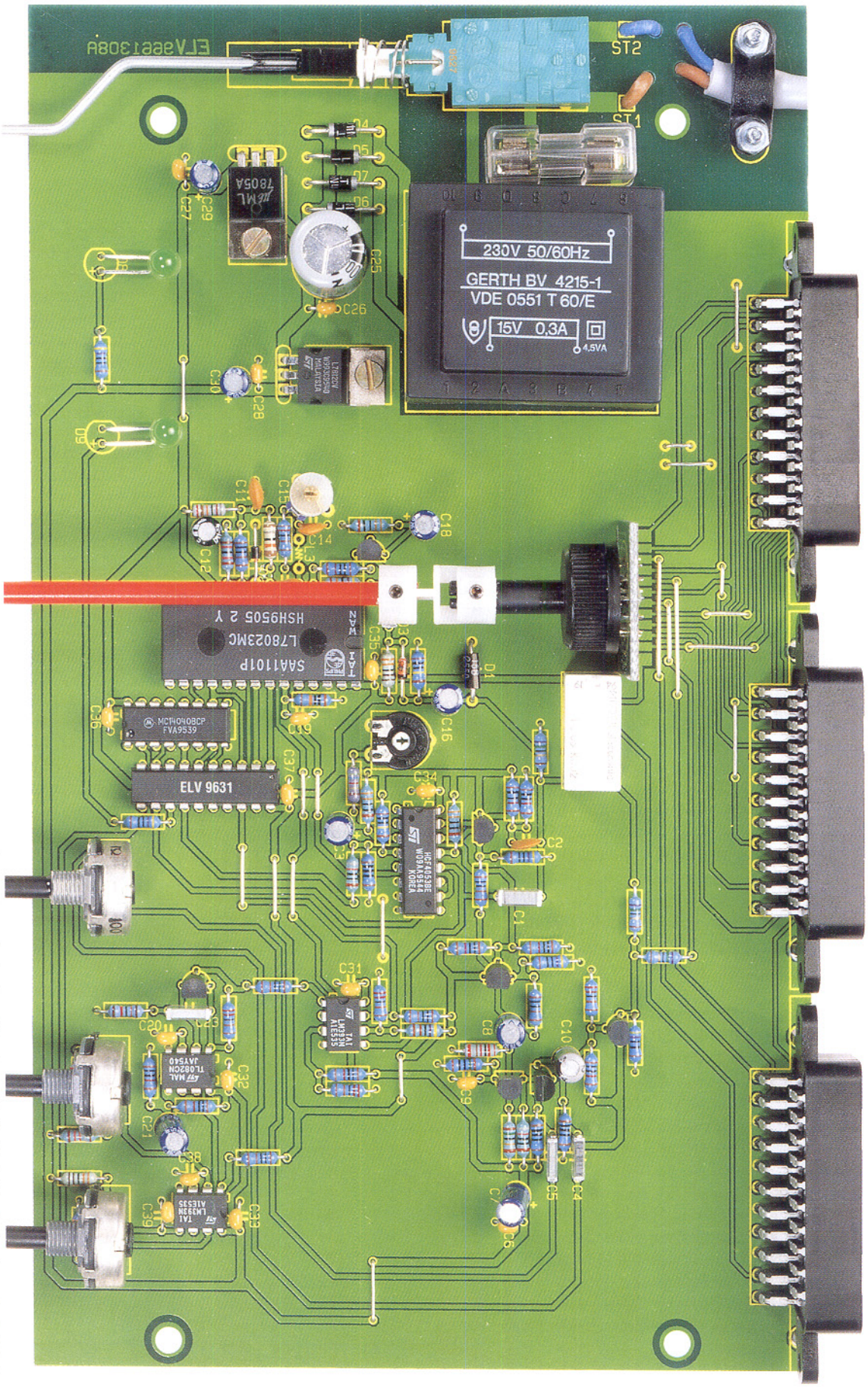
Die integrierten Schaltkreise sind so zu bestükken, daß die Gehäusekerbe des Bauelements mit dem Symbol im Bestükkungsdruck übereinstimmt.

Im nächsten Arbeitsschritt ist die Spule 3 stehend einzulöten. Vorsicht! Die Spule ist von der Bauform her leicht mit einem Widerstand zu verwechseln.

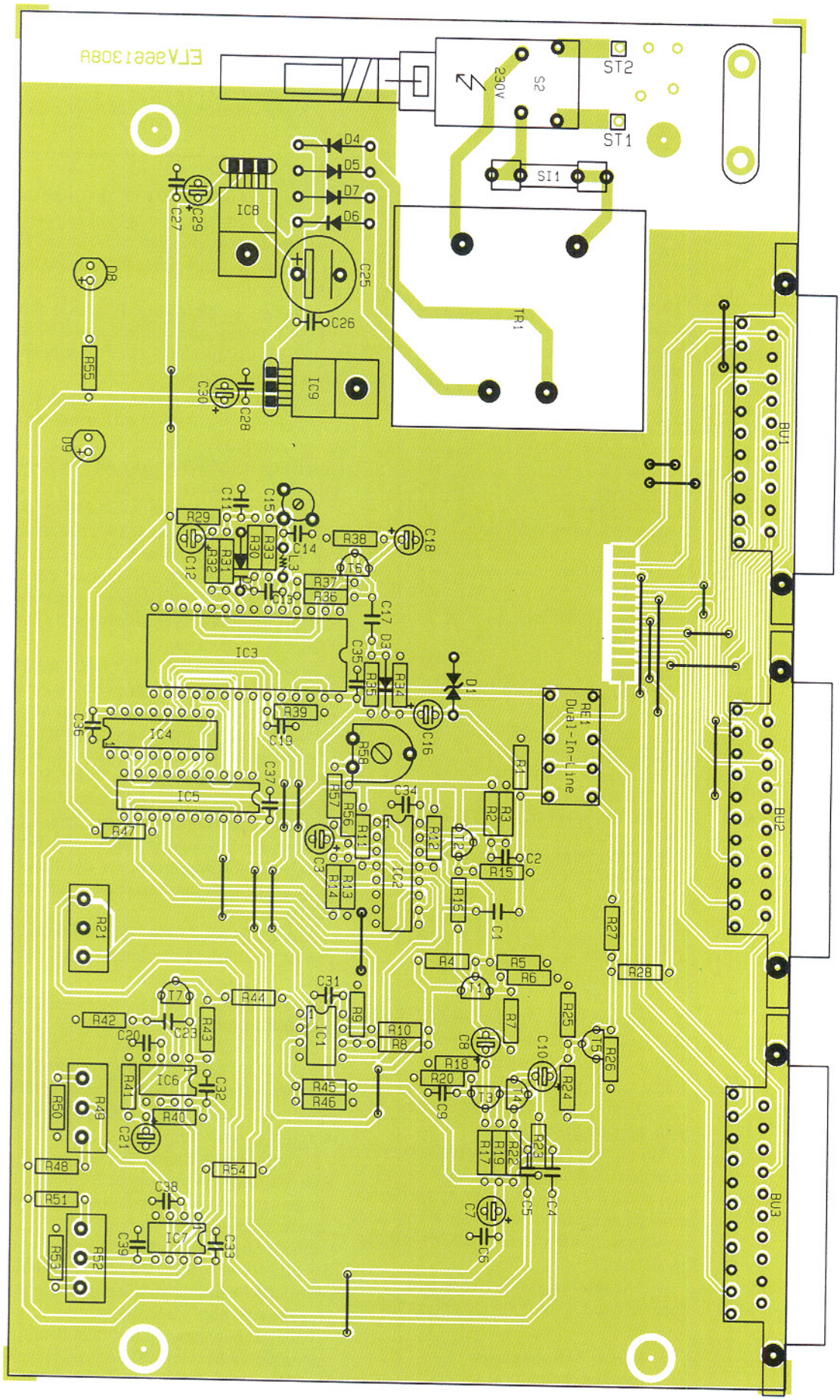
Nach Einlöten des Trimmers R 58 und des C-Trimmers C 15 sind das Relais, der Netzschalter und die beiden Hälften des Platinen-Sicherungshalters unter Zugabe von ausreichend Lötzinn zu bestücken.

Die Anschlußschwerter des Netztransformators sind mit ausreichend Lötzinn sorgfältig festzusetzen.

Nun wird die Feinsicherung eingesetzt und als Berührungsschutz eine



Ansicht der fertig aufgebauten Basisplatine des VKD 7002



Bestückungsplan der Basisplatine des VKD 7002

Kunststoff-Kappe aufgedrückt.

Sämtliche Anschluß-Pins der drei Scart-Buchsen und die Anschlußschwerter der Einstell-Potis sind mit ausreichend Lötzinn festzusetzen.

Der Kopierrichtungs-Umschalter S 1 (Abb. 5) ist zunächst auf eine kleine Trägerplatine aufzulöten. Danach wird die Trägerplatine bis zum Anschlag in den dafür vorgesehenden Schlitz der Basisplatine gesetzt, im rechten Winkel ausgerichtet und die korrespondierenden Leiterbahnen sorgfältig verlötet.

Die Anschlußbeinchen der beiden Leuchtdioden sind 10 mm hinter dem Gehäuse-Austritt abzuwinkeln und mit einer Höhe von 12 mm, gemessen vom Beinchenaustritt aus dem Diodengehäuse bis zur Platinen-Oberfläche, einzulöten.

Nun kommen wir zum Anschluß der zweiadrigen Netzzuleitung. Das Netzkabel wird von außen durch eine Gummidurchführungstülle, die zuvor in die zugehörige Bohrung der Gehäuserückwand zu drücken ist, geführt. Danach wird die äußere Ummantelung auf 25 mm entfernt, die Innenadern 5 mm abisoliert, verdrillt und verzinnt. Zum Schutz vor versehentlichem Lösen sind die beiden Innenadern des Netzkabels stramm durch jeweils drei Platinenbohrungen zu führen und an die dafür vorgesehenen Lötflächen im Bereich des Netzschalters anzulöten.

Mit einer Zugentlastungsschelle und den zugehörigen M 3x16 mm-Schrauben und Muttern wird die Netzzuleitung auf der Platine festgesetzt.

Vor dem ersten Anlegen der Netzspannung ist die Platine unbedingt in die Gehäuseunterhalbschale einzubauen, da sonst netzspannungsfüh-

Stückliste: Video-Kopierschutz-Decoder VKD 7002

Widerstände:

56Ω R57
75Ω R1, R27, R28
100Ω R13, R22, R23
150Ω R20
330Ω R12, R38, R56
470Ω R6, R15, R26, R47, R55
820Ω R14, R19
1kΩ R7, R10, R16, R31, R44, R54
1,2kΩ R33
2,2kΩ R9, R25, R43, R46
3,3kΩ R35, R51
4,7kΩ R8
10kΩ R2-R5, R24, R37, R40, R41, R45
12kΩ R32
18kΩ R48
22kΩ R18, R50
33kΩ R53
100kΩ R39
120kΩ R42
150kΩ R17
180kΩ R30
470kΩ R36
820kΩ R29
1MΩ R11, R34
PT10, liegend, 100Ω R58
Poti, 6mm, 100Ω R21
Poti, 6mm, 10kΩ R49, R52

Kondensatoren:

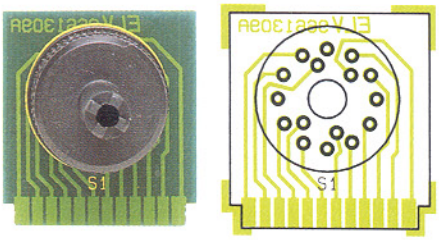
56pF/ker C14
100pF/ker C9
150pF/ker C2
220pF/ker C13
680pF/ker C11
1nF C4
1,5nF C5
100nF C1, C17
100nF/ker C6, C19, C20, C26-C28, C31-C39
220nF C23
1µF/100V C16, C18
2,2µF/63V C12
10µF/25V C3, C7, C8, C21, C29, C30
47µF/16V C10
1000µF/40V C25
C-Trimmer, 4-40pF C15

Halbleiter:

LM393 ..... IC1, IC7
74HC4053 ..... IC2
SAA1101 ..... IC3
CD4040 ..... IC4
ELV9631 ..... IC5
TL082 ..... IC6
7805 ..... IC8
7812 ..... IC9
BC548 ..... T1-T3, T5, T6
BC558 ..... T4, T7
BZW06-15B D1
BB809 ..... D2
1N4148 ..... D3
1N4001 ..... D4-D7
LED, 3mm, grün D8, D9

Sonstiges:

Festinduktivität, 4,7µH L3
Scart-Buchse, abgewinkelt BU1-BU3
Dual-Inline-Relais, 2 x um RE1
Miniatur-Präzisionsdrehschalter, 4 x 3 polig S1
Sicherung, 100mA, träge SI1
Trafo, 1 x 15V/0,3A TR1
Shadow-Netzschalter S2
1 Adapterstück
1 Schubstange
1 Druckknopf
1 Platinensicherungshalter (2 Hälften)
1 Sicherungsschutzkappe
1 Präzisions-IC-Fassung, 20polig
4 Drehknöpfe, 12mm, grau
4 Knopfkappen, 12mm, grau
4 Pfeilscheiben, 12mm, grau
3 Knopfreduzierstücke
1 Kupplung
1 Verlängerungsachse 6mm ø
1 Netzkabel, 2polig, grau
1 Zugentlastungsschelle
2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 6mm
2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 16mm
4 Muttern, M3
60cm Schaltdraht, blank, versilbert



Ansicht des fertig aufgebauten Kopierrichtungsumschalters S1 mit zugehörigem Bestückungsplan

rende Teile berührbar sind.

In die vier Montagesockel der Gehäuseunterhalbschale werden Schrauben M4x 70mm gesteckt und auf der Gehäuseinnenseite jeweils mit einem 5 mm langen Abstandröhrchen bestückt.

Die Leiterplatte wird nun mit der Gehäusefront- und Rückplatte über den Schrauben abgesenkt.

Auf die vier aus der Leiterplatte hervorstehenden Schraubenenden ist je eine 1,5 mm dicke Polyamid-Scheibe und je ein 55 mm langes Distanzröhrchen zu setzen und provisorisch mit jeweils einer M4-Mutter zu sichern.

Die Schubstange des Netzschalters ist entsprechend Abbildung 4 zu biegen. Danach ist die fertig gebogene Stange mit einem Kupplungsstück und dem zugehörigem Druckknopf zu bestücken. Die endgültige Montage erfolgt durch Einrasten des Kupplungsstücks auf dem Netzschalter.

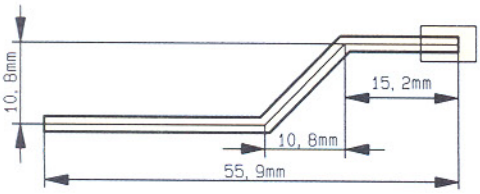


Bild 4: Schubstange des Netzschalters

Abgleich

Zum Abgleich des VKD 7002 sind nur zwei relativ einfache Einstellungen vorzunehmen. Ein Oszilloskop ist hilfreich, jedoch zum Abgleich keinesfalls zwingend erforderlich.

Benötigt werden zum Abgleich eine Video-Signalquelle (üblicherweise der Zuspiel-Recorder) und ein Fernsehgerät als Kontrollmonitor.

Nachdem der VKD 7002 im Signalweg zwischen Videorecorder und Fernsehgerät angeschlossen ist, werden alle Geräte eingeschaltet und der Recorder im Wiedergabe-Modus betrieben.

Als erstes erfolgt nun die Einstellung der Oszillator-Frequenz des SAA 1101 (IC 3) mit Hilfe des C-Trimmers C 15. Hier ist mit einem Kunststoff-Abgleichstift ein ruhig stehendes Bild einzustellen, wobei besonders auf den oberen Bildbereich (TOP Flatter) zu achten ist.

Danach wird mit R 58 der Klemmpegel für das Videosignal eingestellt. Dazu ist ein Oszilloskop am Videoausgang anzuschließen und horizontal zu triggern.

R 58 ist nun so einzustellen, daß die hintere Schwarzschulter des Videosignals exakt mit dem Schwarzwert übereinstimmt.

Steht kein Oszilloskop zur Verfügung, so wird die Einstellung anhand der Bildhelligkeit vorgenommen, da die hintere Schwarzschulter auch als Referenz für die Helligkeit gilt.

Mit diesen beiden einfachen Einstellungen ist bereits der komplette Abgleich des VKD 7002 abgeschlossen.

Gehäuseeinbau

Nach Ziehen des Netzsteckers werden die vier provisorisch aufgeschraubten M4-Muttern entfernt und die Gehäuseoberhalbschale mit nach hinten weisenden Lüftungsschlitzen aufgesetzt.

Dann ist in die oberen Montagesockel je eine M4- Mutter einzulegen, die Gehäuseschrauben nacheinander auszurichten und festzuziehen.

Die drei Poti-Achsen sowie die Achse des dreistufigen Drehschalters sind auf die erforderliche Länge zu kürzen und je mit einem Drehknopf zu bestücken.

Zuletzt sind nur noch die nicht benötigten mittleren Montageöffnungen flächenbündig zu verschließen und die Abdeck- und Fußmodule einzusetzen.

Nun steht dem störungsfreien Überspielen kopiergeschützter Video-Filme nichts mehr entgegen. ELV

Mini-Roulette

Mit 37 (36 Zahlen + Zero) im Kreis angeordneten Leuchtdioden läßt dieses in SMD-Technologie realisierte Roulette-Spiel die „Kugel" elektronisch rollen.

Allgemeines

Elektronische Spiele sind beliebt und sorgen für kurzweilige Unterhaltung und Spaß. Unsere kleine Schaltung zeigt, daß auch das seit Jahrhunderten bekannte Glücksspiel Roulette elektronisch realisierbar ist. Dabei ist die in SMD-Technologie (Surface Mounted Device) realisierte Schaltung keineswegs kompliziert.

Nach dem Start wird die akustisch untermalte, durch einen Kreis aus Leuchtdioden nachgebildete, schnell rotierende „Kugel" zunehmend langsamer, bis sie letztendlich ganz zum Stillstand kommt. Durch die 37 im Kreise angeordneten Leuchtdioden und die akustische Untermalung des Kugellaufs ist ein sehr realitätsnahes Spiel möglich.

Die Oszillator-Frequenz des Anfangs mit mehr als 100 Hz schwingenden Oszillators, wird erst nach Loslassen des Start-Tasters langsamer, so daß eine Manipulation des Kugellaufs durch definiertes Starten unmöglich ist.

Zur Stromversorgung der Schaltung kann wahlweise eine unstabilisierte Spannung zwischen 7 V und 12 V (Steckernetzteil) oder eine 9V-Blockbatterie dienen. Eine „Auto-Power-Off"-Funktion schaltet die Versorgungsspannung ca. 2,5 Minuten nach der letzten Tastenbetätigung automatisch ab.

Bei 9V-Betriebsspannung beträgt die Stromaufnahme der Schaltung ca. 10 mA.

Durch die Schaltungsausführung in SMD-Technik bildet die bedruckte, doppelseitig durchkontaktierte Leiterplatte gleichzeitig die Frontplatte.

Schaltung

In Abbildung 1 ist die interessante Schaltung des ELV Mini-Roulettes zu sehen. Neben den 37 Leuchtdioden, 5 ICs und 2 Transistoren sind nur noch wenige weitere Komponenten erforderlich.

Die vom Steckernetzteil oder von einer 9V-Blockbatterie gelieferte Versorgungsspannung gelangt zunächst auf den Puffer-Elko C 1. Durch Druck auf den Start-Taster TA 1 wird der Elko C 6 über R 5 und die Diode D 38 aufgeladen. Der Transistor T 2 schaltet durch und bringt den Längstransistor T 1 in den leitenden Zustand. Die Betriebsspannung liegt jetzt an allen integrierten Schaltkreisen an.

Gleichzeitig wird über D 39 der am Steuereingang (Pin 9, VCO_{in}) des spannungsgesteuerten Oszillators IC 5 anliegende Elko C 7 aufgeladen.

IC 5 beinhaltet eine PLL-Schaltung (Phase Locked Loop), bestehend aus einem spannungsgesteuerten Oszillator und 2 Phasen-Komparatoren. In unserer Schaltung wird lediglich der VCO genutzt, wobei die Mittenfrequenz vom Kondensator C 8 und die maximale Frequenz vom Widerstand R 6 abhängt.

Nach Loslassen des Start-Tasters TA 1 wird C 7 über R 6 entladen.

Proportional zur abfallenden Steuerspannung am VCO-Eingang (Pin 9) wird die Oszillator-Ausgangsfrequenz (IC 5, Pin 4) kontinuierlich geringer, bis letztendlich der Oszillator bei Unterschreiten einer bestimmten Steuerspannung am VCO-Eingang nicht mehr schwingt.

Der Oszillator-Ausgang wird direkt auf den Takteingang des 12stufigen Binärzählers IC 2 gekoppelt, dessen Binär-Ausgänge mit jedem Wechsel von „high" nach „low" am Takt-Eingang um eine Zählung weiterschreiten.

Die Leuchtdioden D 1 - D 37 sind in einer 8 x 5-Matrix angeordnet. Während

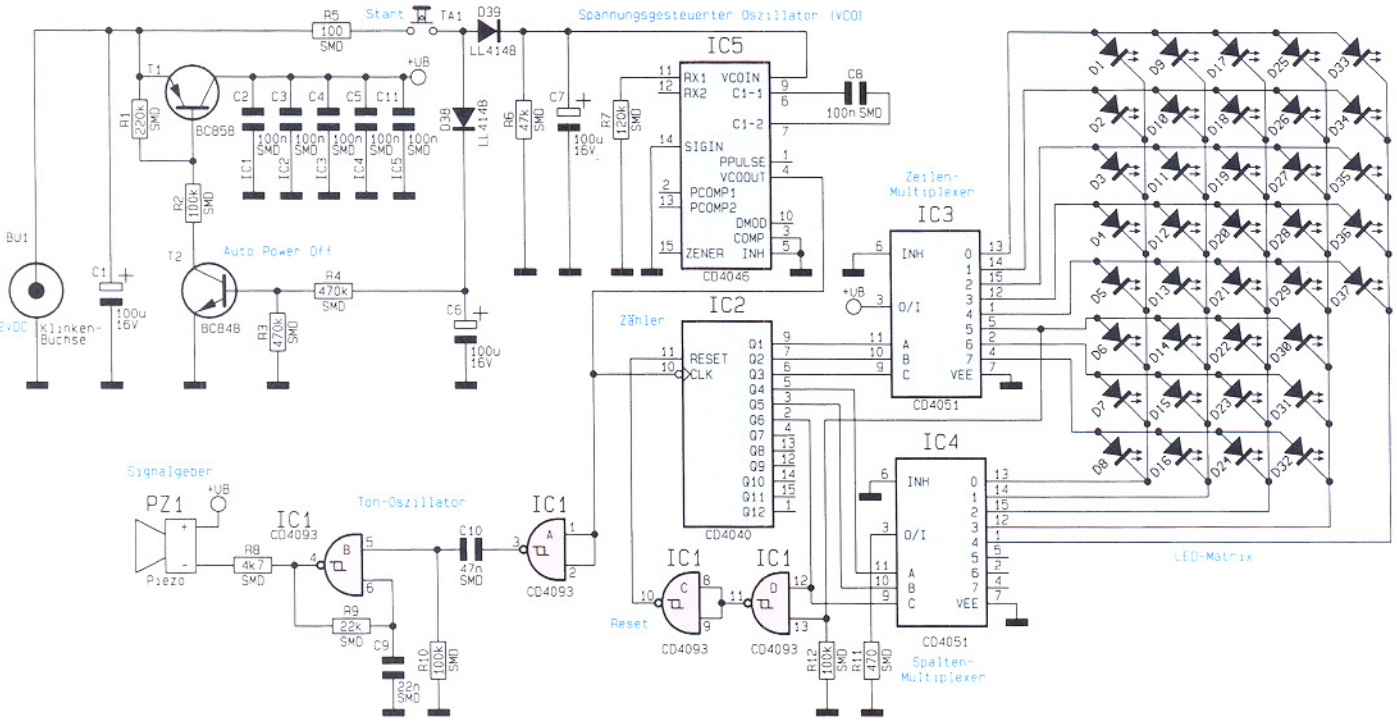


Bild 1: Schaltbild des Mini-Roulette

der CMOS-Multiplexer IC 3 die Betriebsspannung sequentiell an die 8 LED-Zeilen der Matrix anlegt, schaltet der für das „Spalten-Signal" zuständige CMOS-Multiplexer IC 4 die ersten vier Spalten jeweils für 8 Taktzyklen über R 11 nach Masse.

Die letzte Spalte ist nur noch für 5 Taktzyklen durchgesteuert, da beim 6. Takt-Signal der Spalte der Zähler IC 2 über die Gatter IC 1 D, C zurückgesetzt wird.

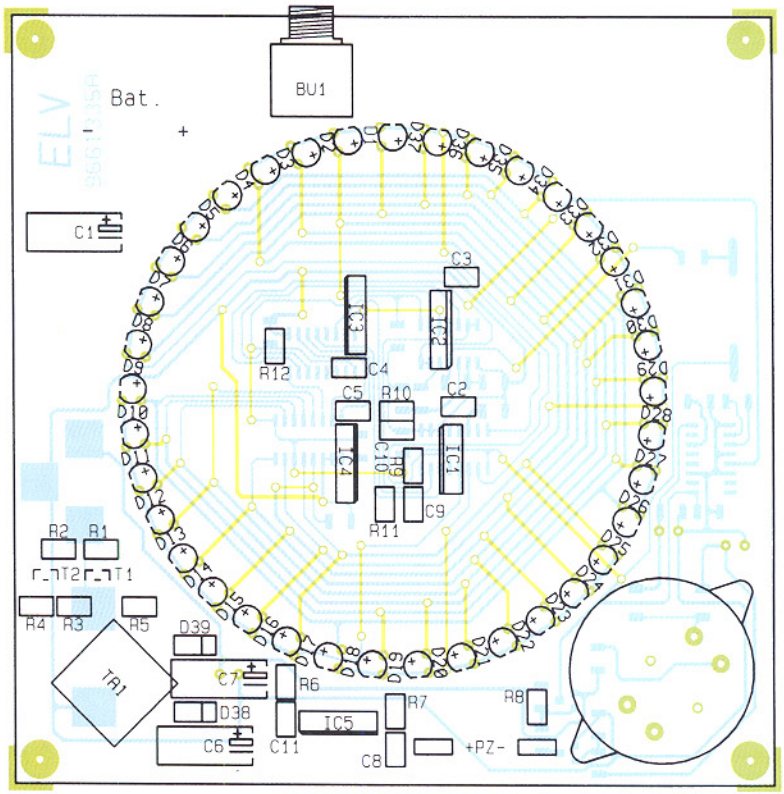
Zur akustischen Untermalung des Kugellaufs gelangt das zeilensynchrone Takt-Signal über IC 1 A und das RC-Glied R 10, C 10 auf Pin 5 des mit IC 1 B aufgebauten Ton-Oszillators. Mit jedem Takt-Signal, d. h. mit jedem LED-Wechsel, wird der auf ca. 4,5 kHz schwingende Ton-Oszillator ca. 2 ms freigegeben. Der Oszillator-Ausgang (Pin 4) steuert über R 8 direkt den Piezo-Signalgeber PZ 1.

Nachbau

Der praktische Aufbau dieser kleinen interessanten Schaltung ist vergleichsweise einfach. Mit etwas Geschick und Erfahrung im Aufbau elektronischer Schaltungen ist auch die SMD-Bestückung der ausgereiften doppelseitig durchkontaktierten Leiterplatte kein Problem.

Für die Lötarbeiten sind allerdings ein Lötkolben mit SMD-Lötspitze, dünnes SMD-Lötzinn und eine kleine Pinzette erforderlich. Der Lötkolben sollte temperaturgeregelt sein, oder im ungeregelten Fall eine Leistung von 16 W nicht überschreiten.

Entsprechend der Stückliste und des Bestückungsplanes werden zuerst die



Bestückungsplan der Platinenunterseite

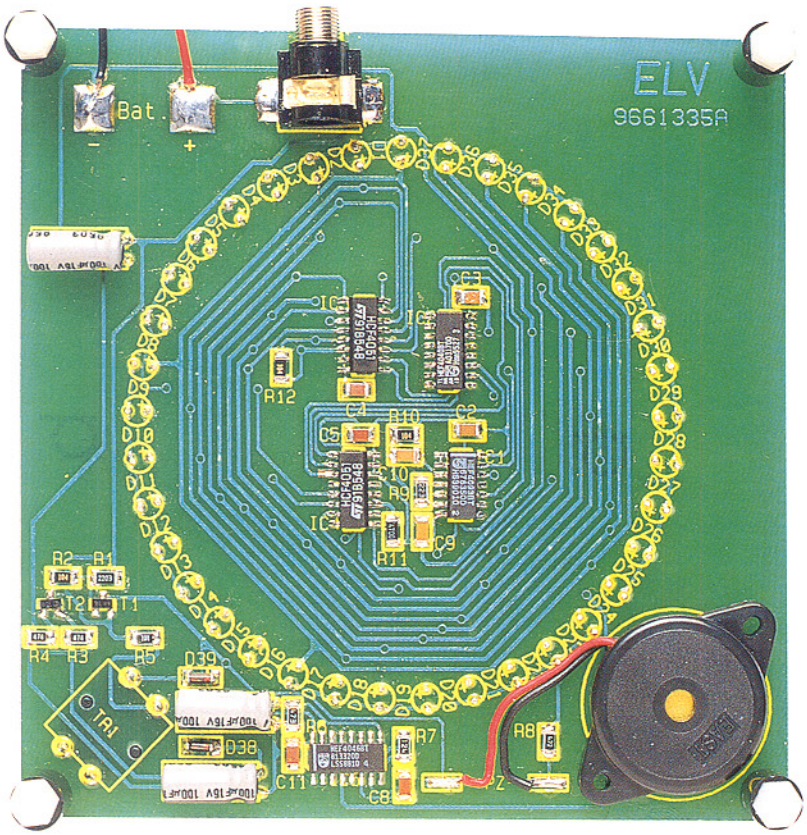
SMD-Widerstände nacheinander mit einer Pinzette auf die Platine gesetzt und festgelötet.

Danach folgen die SMD-Kondensatoren, wobei besondere Sorgfalt erforderlich ist, da diese Bauteile nicht beschriftet und daher leicht verwechselbar sind.

Sorgfältig sind auch die integrierten Schaltkreise aufzulöten. Die Pin 1 zugeordnete Gehäuseseite ist bei den ICs leicht angeschrägt. Nach Anlöten eines Anschlußpins ist es empfehlenswert, das Bauelement nochmals sorgfältig auszurichten. Erst wenn alle Anschlußpins auf den dafür vorgesehenen Lötflächen aufliegen, erfolgt das komplette Verlöten.

Die Anschlußbeinchen der drei Elkos in konventioneller Technik werden vor dem

Ansicht der bedruckten Platinenoberseite, die gleichzeitig als Frontplatte dient



Ansicht der Platinenunterseite mit SMD-Bestückung

Stückliste: Mini-Roulette

Widerstände:

100Ω/SMD R5
470Ω/SMD R11
4,7kΩ/SMD R8
22kΩ/SMD R9
47kΩ/SMD R6
100kΩ/SMD R2, R10, R12
120kΩ/SMD R7
220kΩ/SMD R1
470kΩ/SMD R3, R4

Kondensatoren:

22nF/SMD C9
47nF/SMD C10
100nF/SMD C2-C5, C8, C11
100µF/16V C1, C6, C7

Halbleiter:

CD4093/SMD IC1
CD4040/SMD IC2
CD4051/SMD IC3, IC4
CD4046/SMD IC5
BC858 ..... T1
BC848 ..... T2
LL4148 ..... D38, D39
LED, 3mm, grün D1
LED, 3mm, rot D2-D37

Sonstiges:

Klinkenbuchse, 3,5mm, mono, Lötanschluß BU1
Taster, B3F-4050 ..... TA1
Piezo-Summer PZ1
4 Zylinderkopfschrauben, M3 x 16mm
4 Distanzrollen, M3 x 10mm
4 Kunststoff-Hubmuttern, M3

Verlöten in liegender Position auf die erforderliche Länge gekürzt. Die Elkos sind üblicherweise am Minuspol gekennzeichnet.

Danach ist die 3,5mm-Klinkenbuchse mit ausreichend Lötzinn an die dafür vorgesehenen Lötflächen anzulöten.

Der 9V-Batterieclip wird mit der roten Leitung an die mit „+" gekennzeichnete Lötfläche und mit der schwarzen Leitung an die mit „-" gekennzeichnete Lötfläche angelötet.

Alsdann sind die 37 Leuchtdioden und der Taster TA 1 von der Platinen-Oberseite zu bestücken. Die unteren Gehäusekragen der Leuchtdioden sind an der Katoden-Seite (Pfeilspitze) leicht abgeflacht, und das Anschlußbeinchen der Anode ist üblicherweise länger.

Der Piezo-Signalgeber ist, wie im Bestückungsplan zu sehen, auf die Lötseite der Leiterplatte zu kleben. Danach werden die Anschlußleitungen auf die erforderliche Länge gekürzt und an die dafür vorgesehenen Lötflächen angelötet.

Vier an den Platinenecken montierte Distanzröhrchen verleihen der Platine die erforderlich „Standfestigkeit", wobei vier Kunststoff-Hütchenmuttern als Füße dienen. Nach einer sorgfältigen Überprüfung der Platine hinsichtlich Löt- und Bestückungsfehler kann das Spiel beginnen. ELV

Batterieindikator TEA 1041 T

Kurzbeschreibung:
Low -Level-Batterieindikator mit einstellbarer Schaltschwelle und Berücksichtigung kurzzeitiger Spannungseinbrüche zur Generierung einer optischen Warnung vor zu weit entladener Batterie.

Hersteller: PHILIPS Semiconductors

- ***Timerlogik zur Verhinderung von Fehlanzeigen***
- ***Speicherfunktion für Unterspannungsalarm***
- ***Erinnerungsfunktion beim Abschalten nach Alarm***
- ***Geringer Ruhestromverbrauch: 10 µA***
- ***Variabler Betriebsspannungsbereich: 1,8 - 4 V***
- ***Leistungsfähiger Ausgabetreiber: bis 59 mA***

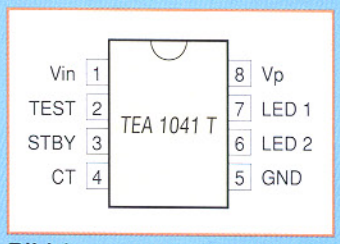


Bild 1: Pinbelegung des Batterieindikators TEA 1041 T (Gehäuse SO 8)

Pinbelegung

Pin	Name	Funktion
1	Vin	Schaltschwelleneingang
2	TEST	Testeingang
3	STBY	Aktivierungseingang
4	CT	Anschluß externe Oszillator-Kapazität
5	GND	Masse
6	LED 2	LED 2-Ausgang (Repeat bei Gerät aus)
7	LED 1	LED 1-Ausgang (Unterspannung)
8	Vp	Betriebsspannung (+1,8 bis +4 V)

Grenzwerte	
Betriebsspannung (Pin 8)	-0,5 bis +4 V
Spannung an Pin 6, 7	-0,5 bis +5,5 V
Spannung an Pin 1, 3	-0,5 bis +4 V
Maximalstrom in Pin 4	5 mA
Maximalstrom in Pin 2	0,5 mA
Max. Verlustleistung	150 mW
Arbeitstemperaturbereich	-5°C bis +55°C

Funktionsbeschreibung

Der TEA 1041 T ermöglicht eine effiziente Einschätzung des Zustands von Batterien und Akkus in transportablen Geräten.

Er weist dabei einen äußerst geringen Eigenstromverbrauch auf und kann so im Stand-by-Betrieb auch ständig in Betrieb bleiben. Der Batteriespannungsindikator eignet sich für die Überwachung von Batteriespannungen zwischen 1,5 und 4 V. Durch eine separate Spannungsversorgung ist der Schaltkreis jedoch auch für die Überwachung höherer Batteriespannungen einsetzbar.

Die Aktivierung des Indikatorschaltkreises erfolgt durch den Anschluß von Pin 3 (STBY) an Masse.

Die Funktionsgruppen des im 8poligen DIL-Gehäuse untergebrachten Schaltkreises sind in Abbildung 2 zu sehen.

Die Schaltschwelle des Triggers (Eingang V_{in}) liegt bei 1,25 V. Dieser Wert ist durch den Spannungsteiler an Pin 1 entsprechend der zu überwachenden Betriebsspannung einzustellen. Der Temperaturdriftbereich von V_{in} ist in Abbildung 3 dargestellt. Philips schreibt für den Norm-Betriebsspannungsbereich eine Summe beider Widerstände des Spannungsteilers von 2 kΩ vor.

Fällt das Potential an Pin 1 unter 1,25 V, so wird ein Zähler im Schaltungsteil „Control/Timing Logic" freigegeben. Dieser läuft etwa zwei Sekunden. Steigt die Spannung an Pin 1 in dieser Zeit nicht auf mehr als 1,25 V, so wird die Ausgangsstufe mit der LED 1 angesteuert. LED 1 bleibt auch angesteuert, wenn später die Spannung wieder auf über 1,25 V ansteigt (typischer Praxisfall: der Walkman wird nach der Warnung leiser gestellt, die LED erinnert jedoch auch dann an einen fälligen Batteriewechsel bzw. die Akkuladung).

Ist die Spannung jedoch aufgrund einer Spitzenbelastung o. ä. nur kurz eingebrochen und steigt in dieser Zeit (2 Sek.)

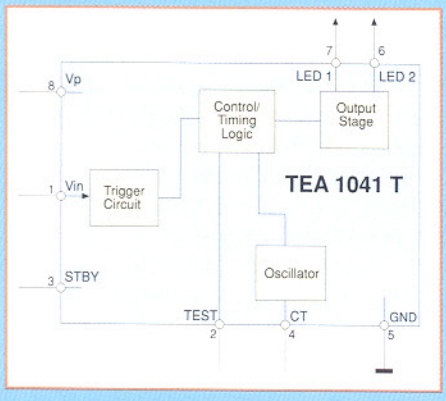


Bild 2 (links): Innenschaltung

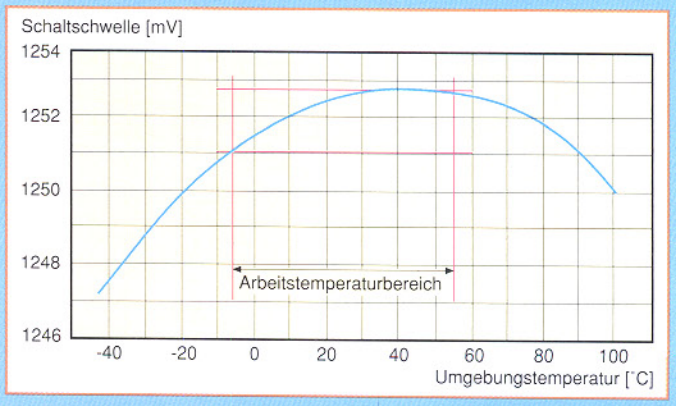


Bild 3 (rechts): Temperaturdrift der Schwellspannung V_{in} an Pin 1

Elektrische Kennwerte
(Standard-Applikation, Vp = 1,8 bis 4 V, GND = 0 V, R1 + R2 = 2 kΩ, C1 = 10 nF ± 10%, TA = TMIN bis TMAX, TA typisch +25°C, wenn nicht anders aufgeführt)

Parameter	Symbol	Bedingungen	min.	typ.	max.	Einheit
Spannungsversorgungs-Daten						
Betriebsspannung	V_p		1,8		4,0	V
Stromaufnahme	I_{sw}	V_p = 1,8 V - 4 V	0,65		2,2	mA
		V_p = 1, 8 V, FF ist nicht getriggert	2,2		4,4	mA
		V_p = 4 V, FF ist getriggert	4		8	mA
Ruhestromaufnahme (Stand By)	I_{sb}	1 Sek. nach Öffnen von S 1; V_p = 4 V			10	µA
Trigger-Daten						
Schwellspannung	V_{in}	TA = 25°C	1,17	1,25	1,33	V
Temperaturkoeffizient			-250		+250	10^{-6}/°C
Schwellspannungsdrift	ΔV_{in}			1		mV/1000h
Hysterese des Triggers			3	5	7	mV
Timing-Daten						
Oszillatorfrequenz	f_{osc}	C = 10 nF; V_p = 2 V - 2,8 V	5,7	8,2	10,7	kHz
Ausgangsstufe						
Ausgangsstrom	I_{L1}	$V_{L1} = V_{LB2}$ = 0,5 V; V_p = 1,8 V	14	20	39	mA
		$V_{L1} = C_{L2}$ = 2,5 V; V_p = 4 V			59	mA
Sättigungsspannung	V_{sat}	I_{L1}; I_{L2} = 10 mA			200	mV
Ausgangsleckstrom		Tj ≤ 55°C; V_p = 4 V			10	µA
Test-Pin-Daten (siehe Funktionsbeschreibung)						
High-Pegel		Nutzung als Test-Ausgang	450			mV
Low-Pegel		Nutzung als Test-Ausgang			150	mV
Benötigter Eingangsstrom f. High-Pegel		Nutzung als Eingang	300			µA
Benötigter Eingangsstrom f. Low-Pegel		Nutzung als Eingang			40	µA
Maximale externe Eingangsfrequenz					10	kHz

wieder an, so zählt der Zähler wieder auf Null zurück. So ist ausreichender Schutz vor Fehlalarmen gegen kurzzeitige Störungen von weniger als 2 Sekunden gegeben.

Eine zusätzliche Warnung erfolgt bei Bedarf beim Abschalten des überwachten Gerätes (und damit meist auch Trennung des Batterieindikators von der Batteriespannung). Beide LEDs blinken für ca. 4 Sek. wechselseitig.

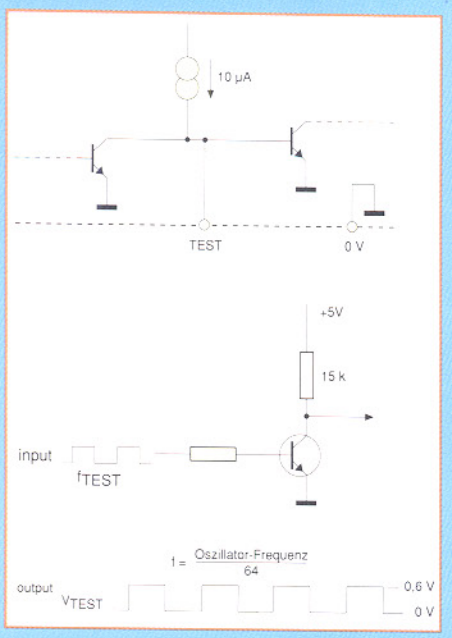


Bild 4: Interne Schaltung des Test-Pins 2, Signalform der internen Oszillatorfrequenz und Einspeisung eines externen Takts.

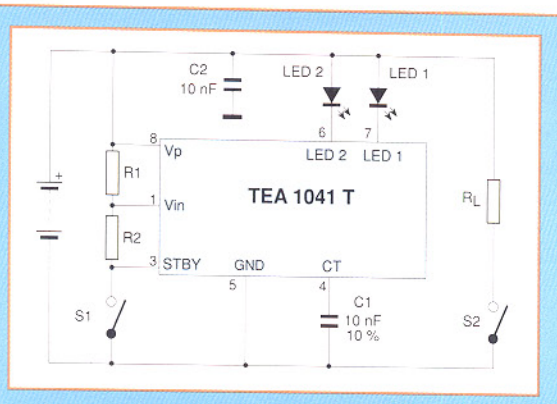


Bild 5: Standard-Applikation des TAE 1041 T. Bei Betriebsspannungen größer als 4 V sind eine Stabilisierung auf max. 4 V an Pin 8 und Vorwiderstände an den LEDs vorzusehen.

Das IC verfügt über einen internen Oszillator zur Takterzeugung, dessen Frequenz durch die Kapazität an Pin 4 bestimmt wird. Speist man in Pin 4 einen Strom (max. 5 mA) ein, so kann die Funktion des Triggers sofort ohne Zeitverzug an den Pins 6 und 7 erkannt werden. Wird V_{in} an Pin 1 kleiner als 1,25 V, so folgt: Pin 7: Low; Pin 6: High. Bei V_{in} größer 1,25 V geht Pin 7 nach High, und Pin 6 wechselt auf Low. Diese Funktion ermöglicht ebenso einen schnellen Abgleich des Spannungsteilers wie die Testfunktion an Pin 2 (Abbildung 4).

Wird hier ein externes Taktsignal angelegt, so werden die Zeitabläufe ebenfalls beschleunigt. Für spezielle Anwendungsfälle ist hier auch dauerhaft ein externes Taktsignal einspeisbar. An Pin 2 ist alternativ das interne Taktsignal kontrollierbar.

Applikationsschaltung

Die Standard-Applikationsschaltung ist in Abbildung 5 zu sehen. Die äußere Beschaltung des TEA 1041 T erfordert nur wenige externe Bauelemente. Als Grundbeschaltung sind lediglich der Spannungsteiler R 1/R 2 und die Oszillatorkapazität C 1 notwendig. Die Summe von R 1 und R 2 sollte ca. 2 kΩ betragen, C 1 sollte bei 10 nF ± 10% liegen. Bei anderen Kapazitäten wird das Timing des ICs verändert.

Bei Betriebsspannungen oberhalb 4 V müssen die LEDs mit Vorwiderständen versehen werden. In diesem Fall ist mittels einer einfachen Stabilisierung für max. 4 V an Pin 8 zu sorgen (z. B. mit 3,3V-Z-Diode). S 1 dient zum Aktivieren des Batteriemonitors, S 2 zum Zuschalten der Last. In der Praxis kann im Interesse eines verringerten Schaltungsaufwands LED 2 entfallen, dann erfolgt die Kontrolle lediglich über die Funktion der LED 1. ELV

Die Flachmänner kommen - Stand und Tendenzen der Flachbildschirmtechnik Teil 2

Die Flachbildschirmtechnik erfährt derzeit eine rasante Entwicklung - im Frühjahr 1997 wird es die ersten Groß-Flachbildschirme im Handel geben. Nachdem wir uns im ersten Teil der Artikelserie mit viel Theorie beschäftigt haben, wird im zweiten Teil die praktische Realisierung verschiedener LCD-Technologien beschrieben.

Von hellen Flecken und dunklen Punkten

Nachdem wir nun die physikalischen Wechselwirkungen zwischen Flüssigkristallen und elektrischen Feldern sowie Licht kennen, können wir uns leichter den konkreten Aufbau eines nematischen LC-Displays vorstellen. Ein solcher Aufbau ist in Abbildung 8 dargestellt. Zwischen zwei Glasplatten befindet sich ein nematischer Flüssigkristall mit horizontal angeordneten Stäbchen. Auf die Außenflächen der Glasplatten wird jeweils eine Polarisationsfolie aufgebracht. Die Polarisationsrichtungen beider Folien sind gekreuzt, warum, erfahren wir gleich.

Tritt nun von hinten ein Lichtstrahl in diese Anordnung, dann wird er zunächst von der im Bild unteren Polarisationsfolie linear polarisiert. Danach gelangt er nach Durchqueren der optisch als neutral angenommenen Glasplatte in die Flüssigkristallschicht, wo er aufgrund der horizontal liegenden Kristalle stark doppelt gebrochen wird. Als Ergebnis erhält man elliptisch polarisiertes Licht, das die zweite Polarisationsfolie fast ungeschwächt passiert. Man sieht also ohne elektrisches Feld einen hellen Bildbereich.

Legt man nun ein elektrisches Feld an, so richten sich die Stäbchen längs zum Feld aus. Damit kann das zuvor linear polarisierte Licht ungehindert die Flüssigkristallschicht durchqueren und trifft, immer noch linear polarisiert, auf die obere Polarisationsfolie, die es aufgrund der nun „falschen" Schwingungsrichtung nicht hindurchläßt. Man sieht einen dunklen Bildbereich im Display. Die Abbildung 9 verdeutlicht diese Zusammenhänge nochmals.

Die vorsichtige Formulierung „Bildbereich" sowie die Überschrift dieses Kapitels lassen ahnen, daß dieses Verfahren noch nicht der Weisheit letzter Schluß gewesen sein kann.

Tatsächlich würde eine solche Anordnung aufgrund des Doppelbrechungs- und Dichroismus-Effektes nur unscharfe und ständig die Farbe wechselnde Anzeigen erzeugen, deshalb ist an eine technische Realisierung einer solchen einfachen Anordnung nicht zu denken.

Kontrast mit Twist

Erst 1971 erfolgte der technologische Durchbruch zur Beherrschung der Technologie. Zwei Forscher entdeckten einen interessanten Effekt, heute als TN-Effekt bekannt. TN bedeutet nicht anderes als Twisted Nematic - gedrehte Zelle.

Das dieser Technik zugrunde liegende Prinzip ist verblüffend einfach: Wieder bringt man zwischen zwei Glasplatten zu diesen parallel angeordnete Flüssigkristalle ein. Dreht man eine dieser Platten um 90 Grad, dann erlebt man den Effekt, daß die Stäbchen der Kristalle direkt am Glas haften bleiben und diese Drehung mitmachen. So entsteht schließlich eine Anordnung der Stäbchen wie in Abbildung 10 dargestellt; die jeweils äußeren Stäbchen sind um 90 Grad gegeneinander verdreht, die Lagen dazwischen bilden eine schraubenförmige Anordnung.

Der Effekt dieser Anordnung liegt nun

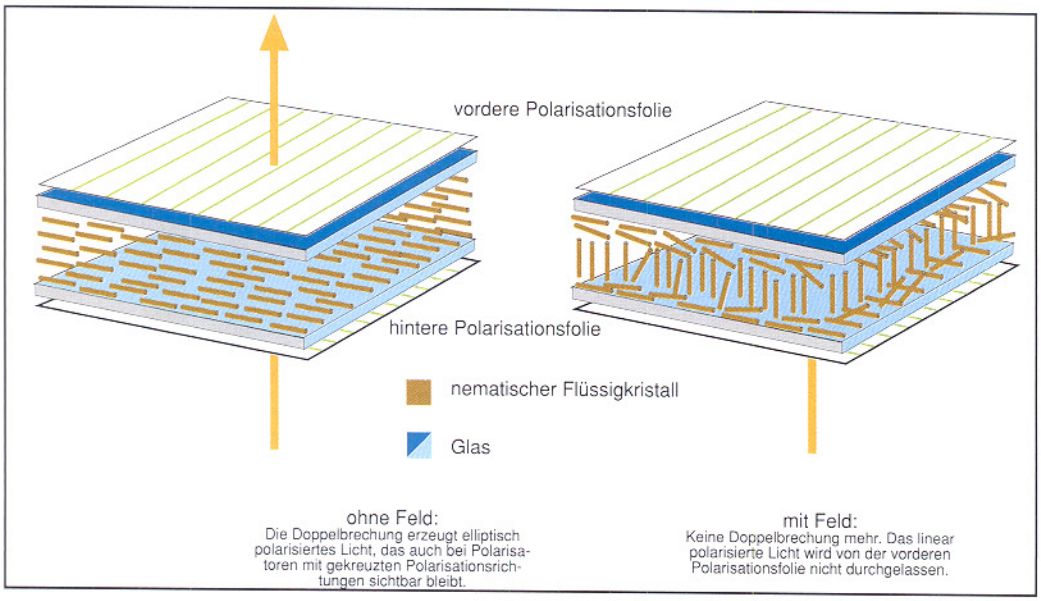


Bild 8: Aufbau der einfachen nematischen Zelle. Grafikidee: Sharp

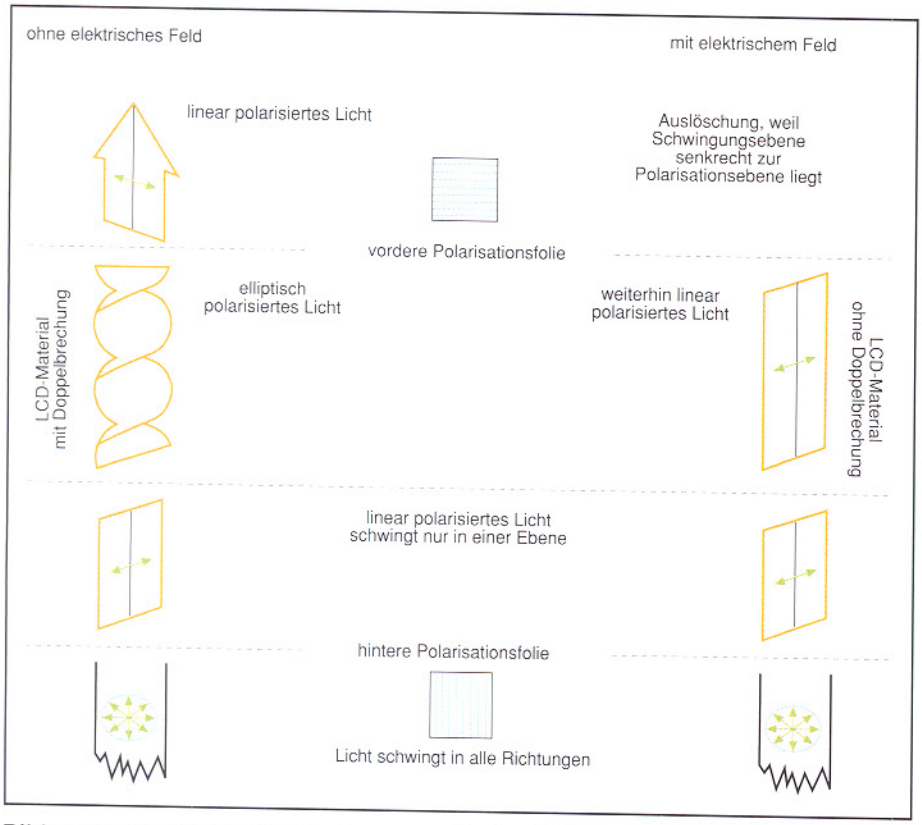


Bild 9: Die Funktion der einfachen nematischen Flüssigkristallzelle. Grafikidee: Sharp

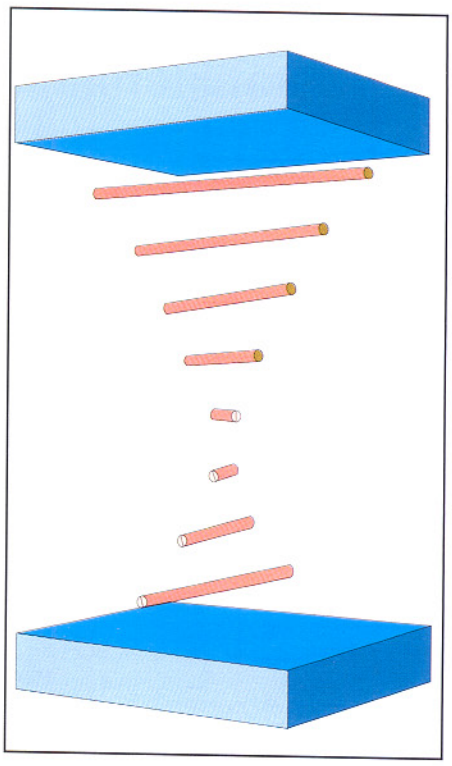


Bild 10: Die Orientierung der Stäbchenmoleküle in der TN-Zelle. Grafikidee: Sharp

darin, daß die Schwingungsebene des linear polarisierten Lichts dieser Schraube folgt. Legt man nun ein elektrisches Feld an diese Zelle, dann richten sich die Stäbchen entlang des elektrischen Feldes aus, und es ist keine Doppelbrechung mehr zu beobachten. Dieser Ablauf ist in Abbildung 11 noch einmal deutlich zu verfolgen.

Wieder sind die Polarisationsfolien um 90 Grad gegeneinander verdreht - nun ebenso wie die Kristalle. Das im unteren Polarisator linear polarisierte Licht wird mit der „Schraube" um 90 Grad gedreht und gelangt so exakt linear durch den oberen Polarisator hindurch - mit besserem Kontrast als in der zuvor beschriebenen Anordnung. Wir sehen im Display eine helle und randscharfe Abbildung.

Bei eingeschaltetem Feld hingegen bleibt die Ebene des polarisierten Lichts unverändert und der obere Polarisator läßt kein Licht hindurch - wir sehen eine randscharfe dunkle Abbildung. Nach diesem Prinzip arbeiten auch heute noch zahlreiche LC-Displays, etwa in Meßgeräten. Sie weisen ein für viele Zwecke ausreichendes Kontrastverhältnis von 3:1 auf, obwohl heute erst ab 7:1 eine Anzeige als kontrastscharf empfunden wird.

Noch eine Bemerkung am Rande: Daß man ohne Polarisator tatsächlich buchstäblich nichts oder nur zufällig etwas auf einem Display sieht, konnte man in den

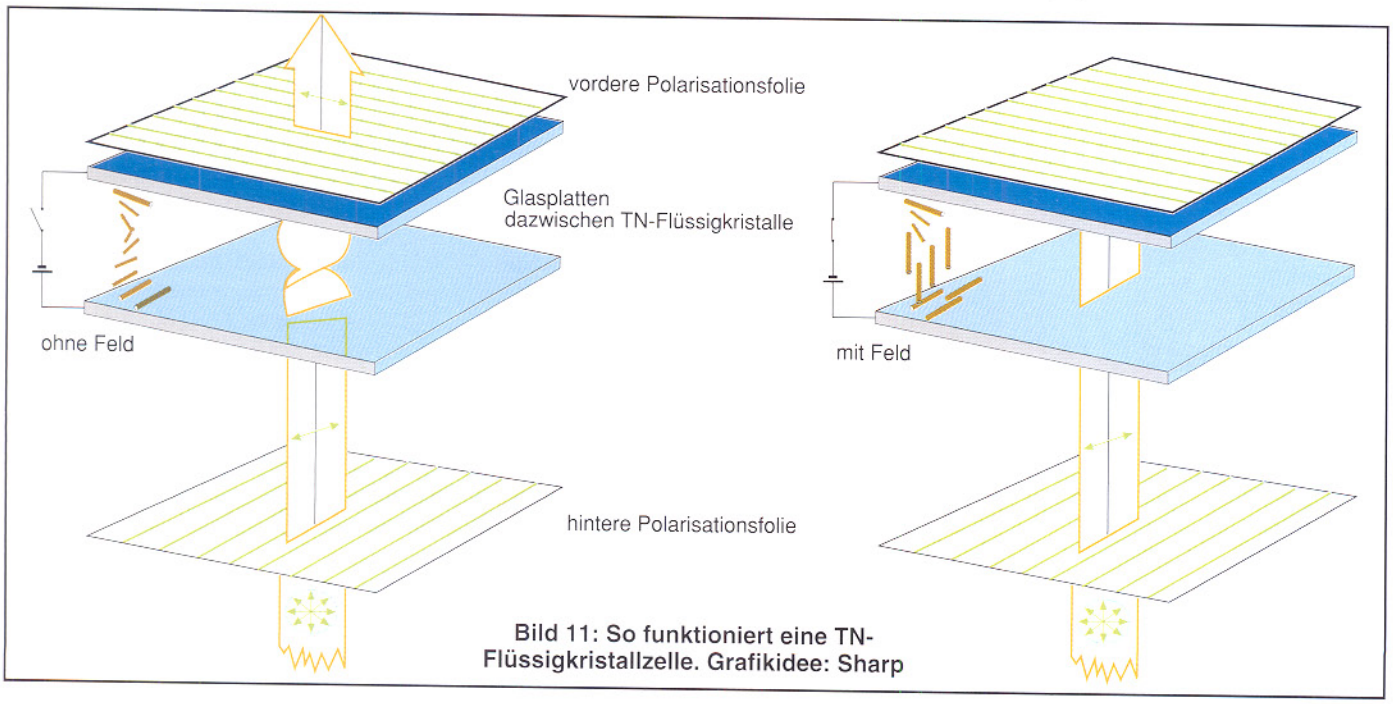


Bild 11: So funktioniert eine TN-Flüssigkristallzelle. Grafikidee: Sharp

Bild 12: Die klassische, wenn auch inzwischen weit komplexer gewordene LCD-Anwendung: Anzeigeterminals für Meßgeräte. Foto: Data Modul

Anfängen der LCD-Technik ganz praktisch erfahren. Wer das dünne, bläuliche Plättchen, das anfangs den Displays einfach nur beigelegt wurde, achtlos wegwarf, machte einen schweren Fehler - es war ein Polarisator. Montierte man ihn zu weit vom Display entfernt, so war der Ablesewinkel des Displays stark eingeschränkt; ließ man ihn weg, so war Ablesen dem Zufall überlassen, man sah nur matschige Flecke.

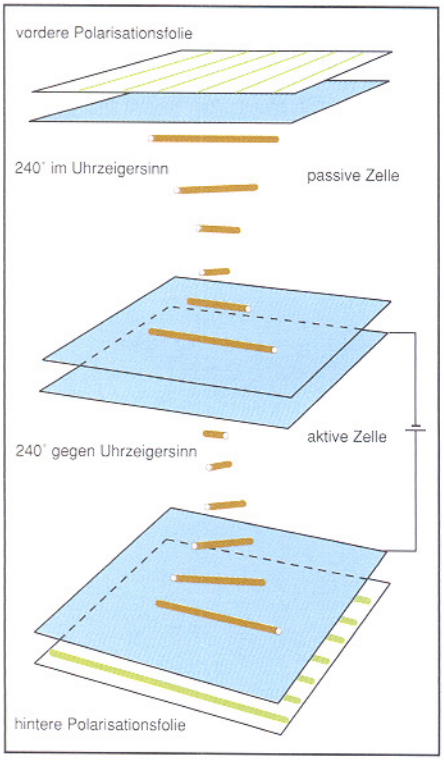


Bild 13: Das Aufbauprinzip eines DSTN-Flüssigkristall-Displays. Grafikidee: Sharp

Und noch einmal im Kreis herum

Ein erhöhter Kontrast konnte später durch die Perfektionierung des Twist-Prinzips erzielt werden, indem die Zelle um weitere 90 bis 180 Grad verdreht wurde, so daß zuletzt mit 270 Grad Gesamtdrehung ein genügendes Kontrastverhältnis von 7:1 erreichbar war. Dem dabei verstärkt durch die Drehung der Polarisationsachse auftretenden Dichroismus tritt man durch Kompensationsmaßnahmen im Bereich der Polarisationsfolien entgegen. Anderenfalls würden die normalen LC-Displays blau auf gelb erscheinen. Auch aus diesem Grunde erscheint ein Displayhintergrund nie reinweiß, sondern immer grau-gelb.

Schwarz auf weiß im Doppelpack

Natürlich wollten zahlreiche Anwender ein absolut kontrastreiches Bild, so die Computerhersteller für Monochrom-Displays oder die Anwender von grafischen Displays in der Industrie (Abbildung 12). Das hieß für die Techniker, weiterzuforschen nach dem Schwarz/Weiß-Display.

Sharp gelang dabei der entscheidende Durchbruch mit der Weiterentwicklung der Twist-Technik, der Double Supertwist Nematic (DSTN). Der Aufbau und die Funktion erschließt sich aus den Abbildungen 13 und 14.

Die Gesamtzelle besteht nun aus zwei kombinierten Zellen, einer aktiven und einer passiven. In der aktiven Zelle, so genannt, weil an sie das elektrische Feld gelegt wird, ist der Flüssigkristall mittels Twist-Effekt um 240 Grad gegen den Uhrzeigersinn gedreht. Die passive Zelle enthält ebenfalls nematisches Material, hier aber um 240 Grad im Uhrzeigersinn gedreht. Beide Zellen sind dazu so gedreht, daß die Orientierung der Kristalle an der Eingangsseite senkrecht zu der an der Ausgangsseite ist. Die Polarisationsfolien sind ebenfalls um 90 Grad gegeneinander gedreht.

Die Funktionsweise läßt sich anhand Bild 14 genau nachvollziehen: Weißes Licht fällt auf den hinteren Polarisator (im Bild unten) und wird dort linear polarisiert. Dann gelangt es in die aktive STN-Zelle, die - ohne Feld - nun zirkular polarisiertes Licht daraus erzeugt. Dieses Licht ist - wie bei der herkömmlichen STN-Zelle - durch Dichroismus verändert. Der Weg durch die anschließende passive Zelle führt aufgrund der entgegengesetzten Drehung der Kristalle zu einer Kompensation der Farbaufspaltung des weißen Lichts (die Phasendifferenz wird gleich Null). Als Ergebnis liegt linear polarisiertes Licht vor, das die gleiche Schwingungsebene aufweist wie zuvor nach dem Passieren der hinteren Polarisationsfolie. Weil aber der vordere Polarisator um 90 Grad verdreht ist, läßt er wirklich kein Licht durch: Der Bildschirm ist an dieser Stelle schwarz.

Liegt an der aktiven Zelle hingegen ein elektrisches Feld an, dann geht das linear polarisierte Licht aus dem hinteren Polarisator dort glatt hindurch, ohne verändert zu werden. Erst in der passiven Zelle erfolgt nun zirkulare Polarisation. Weil aber zirkular polarisiertes Licht von Polarisatoren nicht zurückgehalten wird, ist der Bildschirm an dieser Stelle bei entsprechend genauer Justage aller Elemente tatsächlich weiß. So ist es kein Problem, Kontraste von 15:1 zu erreichen, was zu einer fast tiefschwarzen Abbildung auf nahezu papierweißem Bildschirm führt.

TSTN - mit Folie zum Erfolg

DSTN-Displays sind nicht ganz so einfach herzustellen, wie der Aufbau plausibel glauben macht. Entsprechend teuer sind sie und auch noch nicht der Weisheit letzter Schluß in puncto Gewicht und Abmessungen.

Um die Displays preiswerter, leichter und noch flacher zu machen, hat Sharp die TSTN-Technologie (TSTN - triple supertwisted nematic LCD) kreiert (Abbildung 15).

Hier finden wir wiederum nur eine STN-Zelle vor. Die Farbstörungen der normalen STN-Technik werden durch zwei Spezialfolien ausgeglichen, die vor und hinter der Zelle - zwischen Polarisator und Glas - aufgebracht sind. Diese bewirken die beabsichtigte Phasendrehung des Lichts und ermöglichen einen nochmals verbesserten Kontrast von 18:1.

Diese Displaytechnik bildet noch heute das Rückgrat von Notebooks mit Mono-

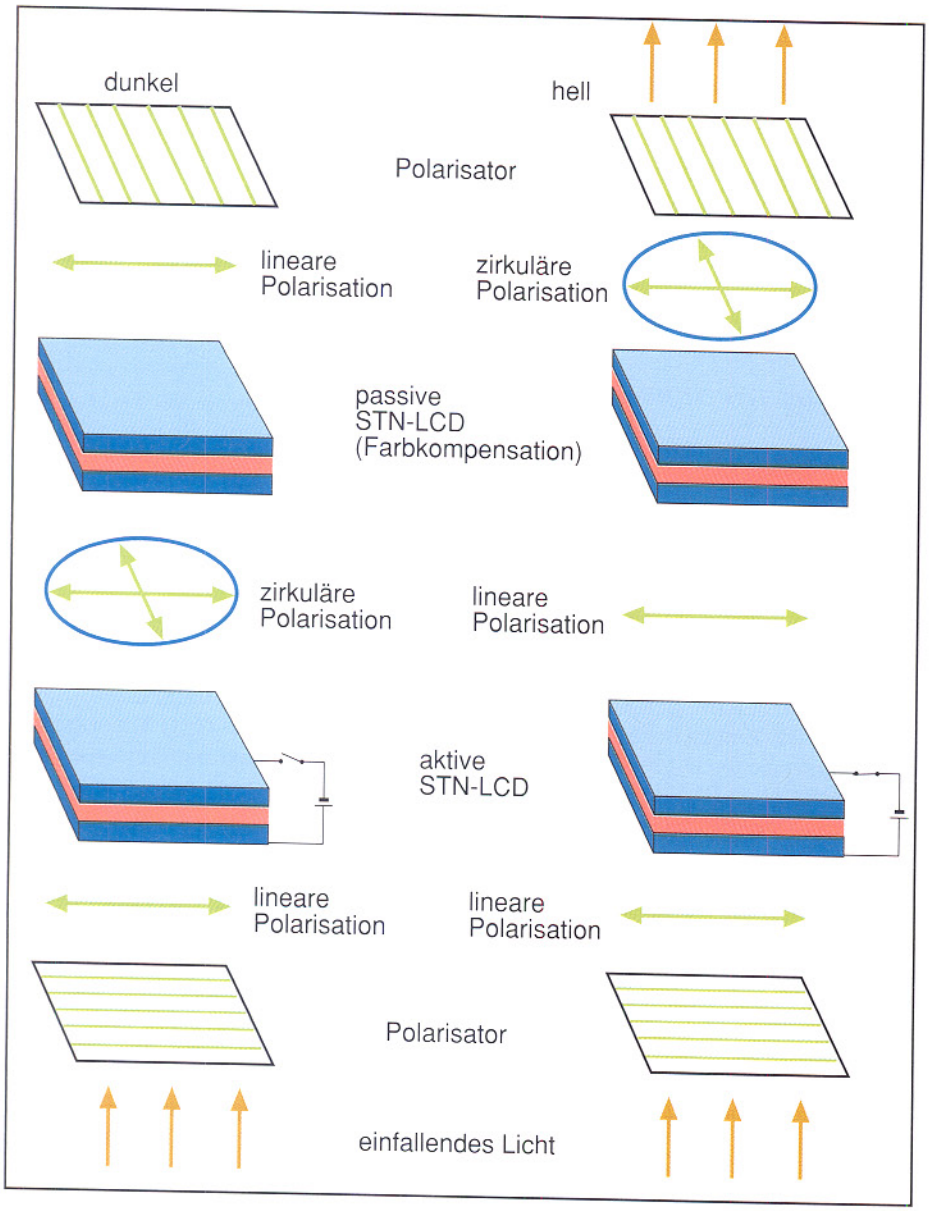


Bild 14: So funktioniert das DSTN-LC-Display. Grafikidee: Sharp

chrom-Bildschirm.

Übrigens - damit wir wissen, in welchen Dimensionen man sich hier bewegt - ein paar Daten moderner Displays: Die typische Dicke der Glasplatten beträgt 1 mm, und der Zwischenraum mit den eingeschlossenen Flüssigkristallen ist nur 5 µm hoch!

Auf den Punkt genau

So mancher fragt sich spätestens an diesem Punkt, wie man denn die definierte Ausgabe von Zeichen und gar Grafiken erreicht, wenn sich zwischen den beiden Glasplatten nichts als Millionen (relativ) ungeordneter Flüssigkristalle befinden?

Die Lösung ist eigentlich einfach: man erzeugt genau an dem Punkt das elektrische Feld, der auch als Punkt auf dem Bildschirm abgebildet werden soll. Die praktische Lösung sieht weit schwieriger aus.

Während bei den einfacheren Displays vom Schlage der 7-Segment-Anzeigen tatsächlich noch jeder Punkt direkt erreicht werden konnte (je gewünschtem Segment eine Elektrode auf der oberen und unteren Glasscheibe aufgedampft), sieht dies bei einem vollgrafischen Farb-VGA-Display mit 921 600 Bildpunkten schon weit komplizierter aus.

Die Lösung bietet die Matrixansteuerung der Bildpunkte. Jeder Punkt liegt an der Kreuzung einer Spalte und einer Zeile, deren Anzahl durch die gewünschte Auflösung, z. B. 480 x 640, bestimmt wird.

Diese Matrix wird aus in die Glasplatten eingebetteten oder auf diese aufgedampften, optisch nicht sichtbaren Leiterbahnen gebildet. Der Rest ist relativ einfach: Man benötigt 640 + 480 Leitungen von einem Decoder bzw. Zeilen- und Spaltentreiber, um an exakt definierte Punkte ein elektrisches Feld mit allerdings noch relativ hohen Ansteuerspannungen legen zu können. Die Decodierung der etwa vom Computer kommenden Bildsignale übernehmen Spezial-ICs analog den Bildschirmkarten unserer Personalcomputer.

Diese Technologie nennt man Passiv-Matrix. Sie bringt jedoch zahlreiche Probleme mit sich. So werden z.B. bei den erwähnten geringen Abmessungen durch das am Kreuzungspunkt der Matrix gebildete elektrische Feld stets auch Flüssigkristalle der näheren Umgebung angeregt - es entstehen Unschärfen und Dichroismus-Erscheinungen.

Aufgrund dieser Erscheinungen ist es ebenfalls sehr schwer, Matrixpunkte definiert abgegrenzt so feinfühlig ansteuern zu können, daß Graustufen-Displays in mehr als 16 Graustufen zufriedenstellend realisierbar sind.

Die notwendige Folge wäre eine Herabsetzung der Auflösung bei gleicher Größe des Displays, ein kaum beabsichtigter Effekt. Und auch der erzielbare Kontrast leidet unter den konstruktiven Kompromissen, die die Hersteller bei dieser Technologie eingehen müssen. So sind bei einer

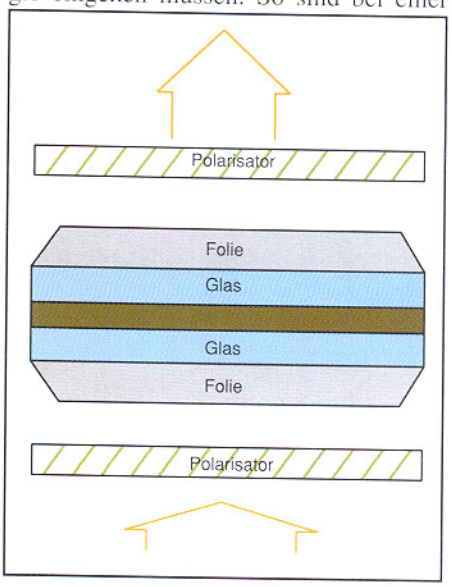


Bild 15: Aufbauschema einer Triple-Supertwisted nematischen Flüssigkristallzelle TSTN. Grafikidee: Sharp

Passiv-Matrix Kontraste von 10 bis 15 : 1 erreichbar.

Erst aktiv angesteuerte Displays ermöglichen die genau definierte Ansteuerung einzelner Bildpunkte und endlich auch die Realisierung einer Farbdarstellung.

Wie dies funktioniert, welche Technologien es außer LCD noch gibt und wie vielfältig bereits die aktuelle, praktische Anwendung vom Camcorder-Display bis zum 100cm-Großdisplay verläuft, erfahren Sie im dritten und letzten Teil unserer Artikelreihe.

Literatur:
Der flache Bildschirm. Firmenpublikation Sharp

Blei-Akku-Ladegerät mit Überwinterungs-Automatik

Nachbau und Inbetriebnahme dieses hochwertigen Ladegerätes für Blei-Akkumulatoren beschreibt der zweite Teil dieses Artikels.

Teil 2

Nachbau

Der praktische Aufbau dieses hochwertigen Ladegerätes ist dank der ausgereiften Konstruktion in wenigen Stunden durchführbar. Trotz der umfangreichen Funktionen und des Einsatzes eines Schaltreglers konnte durch geschickte Leiterbahnführung auf komplizierte Abschirmmaßnahmen verzichtet werden. Des weiteren trägt der sehr geringe, unkomplizierte Verdrahtungsaufwand zur Nachbausicherheit bei, obwohl für die Basisplatine als auch für die kleine Frontplatine einseitige Leiterplatten zum Einsatz kommen.

Achtung: Aufbau und Inbetriebnahme des BAL 7000 dürfen aufgrund der darin frei geführten Netzspannung ausschließlich von Fachleuten durchgeführt werden, die hierzu aufgrund ihrer Ausbildung befugt sind. Die einschlägigen VDE- und Sicherheitsvorschriften sind zu beachten.

Wir bestücken zuerst die kleine Frontplatine, die zur Aufnahme der Bedienelemente, der beiden Kontroll-LEDs und weniger passiver Bauteile dient.

Als erste Komponenten sind entsprechend der Stückliste und des Bestückungsplanes eine Drahtbrücke, die 4 Widerstände und der Elektrolytkondensator C 11 (Polarität beachten) einzulöten.

Danach werden die beiden Schiebeschalter sowie die beiden Kippschalter bestückt und mit ausreichend Lötzinn festgesetzt.

Aus Gründen der elektromagnetischen Verträglichkeit sind die Gehäuse der einzelnen Schalter mit der Schaltungsmasse zu verbinden. Dazu dienen 4 Lötstifte, die direkt neben dem Schaltergehäuse angeordnet sind. Um die Gehäuse besser verlöten zu können, ist der Schutzlack an den entsprechenden Stellen zu entfernen.

Die Leuchtdioden benötigen eine Einbauhöhe von 16 mm, gemessen von der LED-Spitze bis zur Platinenoberfläche.

Nachdem die Frontplatine so weit bestückt ist, wenden wir uns der Basisplatine zu, wo zuerst 28 Drahtbrücken einzulöten sind.

Es folgen als nächstes die 1%igen Metallfilmwiderstände, deren Anschlußbeinchen entsprechend dem Rastermaß abgewinkelt, durch die zugehörigen Bohrungen der Platine geführt und verlötet werden.

Die Dioden sind grundsätzlich an der Katodenseite durch einen Ring gekennzeichnet. Beim Einbau ist zu beachten, daß die Leistungsdioden D 1 bis D 4, D 20 und die Schottky-Diode D 5 einen Abstand von 5 bis 10 mm zur Platinenoberfläche benötigen.

Alsdann sind die Keramik- und Folienkondensatoren mit beliebiger Polarität und möglichst kurzen Anschlußbeinchen zu bestücken.

Beim Einbau der Elektrolytkondensatoren ist unbedingt auf die korrekte Polarität zu achten. Üblicherweise ist der Minuspol des Bauteils gekennzeichnet.

Der 5V-Spannungsregler IC 1 wird vor dem Verlöten mit einer Schraube M 3 x 6 mm und zugehöriger Mutter auf die Leiterplatte geschraubt.

Die integrierten Schaltkreise sind entweder durch eine Gehäusekerbe, die mit dem Symbol im Bestückungsdruck übereinstimmen muß, oder durch eine Punktmarkierung an Pin 1 gekennzeichnet.

Nach den ICs werden die 4 Einstelltrimmer eingelötet, wobei eine zu große Hitzeeinwirkung auf die Bauteile zu vermeiden ist.

Zum Anschluß der Ausgangsleitungen (Polklemmen) sind 2 Lötstifte mit Öse (ST 5, ST 6) stramm in die zugehörigen Bohrungen der Platine zu pressen und sorgfältig mit Lötzinn festzulöten.

Alsdann sind die 4 Hälften der beiden Platinensicherungshalter einzulöten. Nach Einsetzen der beiden Sicherungen erhält die Netzsicherung (SI 1) als Berührungsschutz eine Kunststoffabdeckung.

Zum Anschluß der 2adrigen Netzzuleitung ist eine 2polige Schraubklemmleiste (KL 1) vorgesehen.

Die Speicherdrossel L 1 wird mit ausreichend Lötzinn festgesetzt, und die Anschlußbeinchen von T 2 sind vor dem Verlöten so weit wie möglich durch die zugehörigen Bohrungen der Platine zu führen.

Kommen wir nun zum Einbau des 90VA-Netztransformators TR 1. 4 Schrauben M 4 x 55 mm werden von der Platinenunterseite eingesteckt und auf der Bestükkungsseite je mit einer 15 mm langen vernickelten Messing-Distanzhülse bestückt. Darauf folgt der Trafo, dessen Anschlußpins gerade in die zugehörigen Bohrungen fassen müssen. Erst nach Anziehen der M4-Muttern erfolgt das Verlöten der Anschlußschwerter.

Die Anschlußbeinchen des Temperatursensors TS 2 (am Netztrafo) sind mit zwei 15 mm langen Silberdrahtabschnitten zu verlängern. Die Drahtenden sind so zu biegen, daß der Sensor federnd gegen den Trafokern drückt. Thermische Übergangswiderstände werden durch reichlich Wärmeleitpaste verringert.

Vor der Montage des Leistungskühlkörpers sind die Leistungstransistoren und der Temperatursensor anzuschrauben. Beide Leistungstransistoren (T 1, T 3) sind zur elektrischen Isolation mit Glimmerscheiben und Isolierbuchsen zu montieren. Zur besseren thermischen Kopplung zwischen Transistorgehäuse und Kühlkörper werden die Glimmerscheiben auf beiden Seiten mit Wärmeleitpaste dünn bestrichen. Die eigentliche Montage der Transistoren erfolgt dann mit einer einzigen Schraube M 3 x 16 mm und zugehöriger Mutter.

Die abgeflachte Seite des Temperatursensors wird ebenfalls mit etwas Wärmeleitpaste bestrichen und an der vorgesehenen Position auf den Kühlkörper gedrückt. Mit einer Metallschelle und einer selbstschneidenden Schraube erfolgt dann die mechanische Befestigung des Sensors am Kühlkörper.

Alsdann werden die Anschlußbeinchen der Leistungstransistoren und des Temperatursensors durch die zugehörigen Platinenbohrungen geführt und der Kühlkörper mit 2 gewindeschneidenden Schrauben auf der Basisplatine befestigt. Erst nach der mechanischen Befestigung des Kühlkörpers erfolgt das Verlöten der Anschlußbeinchen unter Zugabe von ausreichend Lötzinn.

Aus 5,7 cm Manganindraht mit 1,513Ω/m wird der 80mΩ-Strom-Shunt R 13 hergestellt. Der Shunt ist in einem Bogen nach oben so einzusetzen, daß nach dem Verlöten ca. 5,3 cm des Widerstandsdrahtes wirksam bleiben.

Es folgt der Anschluß der 230V-Netzzuleitung. Zuerst ist eine Gummidurchführungstülle in die zugehörige Bohrung der Gehäuserückwand zu drücken. Danach wird das 2adrige Netzkabel von außen durchgeführt und die äußere Ummantelung auf 20 mm Länge entfernt. Nun sind die beiden Innenadern auf 5 mm abzuiso-

Stückliste: Blei-Akku-Ladegerät BAL 7000

Widerstände:

1Ω/1W R32
100Ω R35
180Ω R9, R10
330Ω R11, R44*
470Ω R20, R31, R33
1kΩ R25, R29, R37
1,8kΩ R4
2,7kΩ R7, R39, R43
3,3kΩ R6
3,9kΩ R27
4,7kΩ R5
8,2kΩ R2
10kΩ R8, R17, R18
12kΩ R40
24kΩ R24, R38
27kΩ R41, R42
47kΩ R12, R26, R30
68kΩ R15
100kΩ R19, R23
120kΩ R22
470kΩ R16
10MΩ R21, R28
Spindeltrimmer, 2kΩ R3
Spindeltrimmer, 5kΩ R1
Spindeltrimmer, 25kΩ R36
PT10, liegend, 100Ω R34
60mm Manganindraht, 1,513Ω/m, 80mΩ R13

Kondensatoren:

10pF/ker C29-R32
220pF/ker C23
1nF C8
10nF C13, C18, C21
22nF C7
100nF C12
100nF/ker C3, C4, C6, C10, C14, C17, C19, C20, C22, C25-C28, C33-C36,C37*
100nF/250V~/X2 ..... C1
1µF/100V C11
10µF/25V C2, C15
2200µF/40V C9
4700µF/50V C5

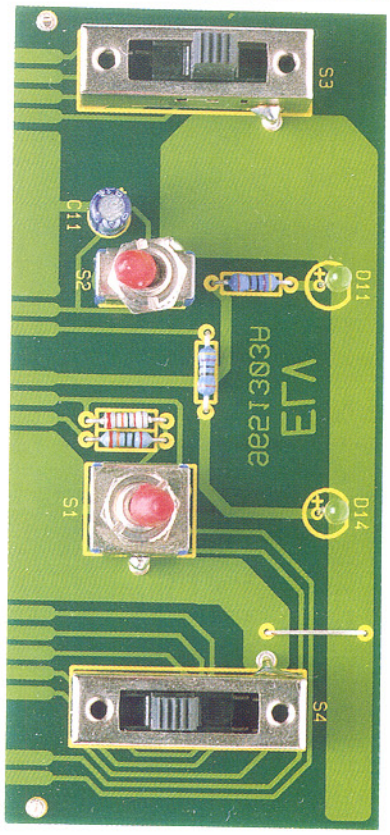
Halbleiter:

7805 ..... IC1
SG3524A IC2
CD4060 ..... IC3
CD4020 ..... IC4
CD4013 ..... IC5
TLC272 ..... IC6
LM358 ..... IC7
BUZ171 ..... T1
BC548 ..... T2
BD243C T3
P600G D1-D4, D20
SB360 ..... D5
1N4148 ..... D8-D10, D12, D16-D19
1N4001 ..... D13
BZW06-58B D15
LED, 3mm, grün D11, D14

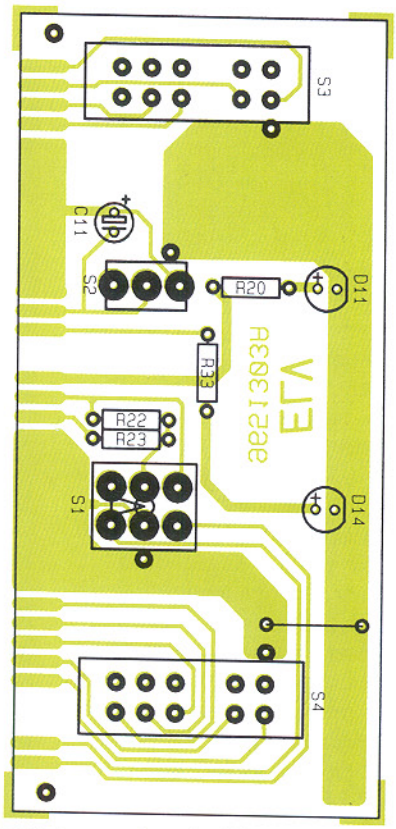
Sonstiges:

Speicherdrossel, 40µH, 3,15A L1
SAS965 ..... TS1, TS2
Netzschraubklemmleiste, 2polig ... KL1
Sicherung, 1A, träge SI1
Sicherung, 8A, träge SI2
Trafo, 24V/3,5A TR1
Miniatur-Kippschalter, 2 x um S1
Miniatur-Kippschalter, 1 x um S2
Print-Schiebeschalter, 4 Stellungen S3, S4
Lötstifte mit Lötöse ST5, ST6
2 Platinensicherungshalter (2 Hälften)
1 Sicherungsschutzkappe
1 SK88-Kühlkörper, bearbeitet
3 selbstschneidende Schrauben
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 6mm
2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 14mm
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 16mm
4 Zylinderkopfschrauben, M4 x 55mm
4 Muttern, M3
4 Muttern, M4
1 Kabelschelle
4 Metallabstandsrollen, 15mm
2 Glimmerscheiben für TO220
2 Isolierbuchsen
6 Lötstifte, 1,3mm
1 Polklemme, 4mm, rot
1 Polklemme, 4mm, schwarz
1 Netzkabel, 2adrig, grau
2 Aderendhülsen
1 Zugentlastungsschelle
1 Netzkabeldurchführungstülle
6cm flexible Leitung, 1,5mm² rot
6cm flexible Leitung, 1,5mm², schwarz
90cm Schaltdraht, blank, versilbert

*gegenüber Schaltbild geändert!



Ansicht der fertig bestückten Frontplatine



Bestückungsplan der Frontplatine

lieren und Aderendhülsen aufzuquetschen. Die Leitungsenden werden in die 2polige Netzschraubklemmleiste geführt und sorgfältig festgeschraubt.

Anschließend ist die Netzzuleitung mit einer Zugentlastungsschelle und M 3 x 14 mm Schrauben, die von der Platinenunterseite einzusetzen sind, und Muttern auf der Platine festzusetzen.

Im nächsten Arbeitsschritt erfolgt die Verbindung der kleinen Bedienplatine mit der Basisplatine. Zur exakten Höhenausrichtung dienen zwei 1,3mm-Lötstifte, die von der Bestückungsseite her mit der langen Seite voran durch die auf der linken und rechten Seite der Frontplatine befindlichen Bohrungen zu führen sind.

Nach exakter seitlicher Ausrichtung, d. h. die zusammengehörenden Leiterbahnpaare fluchten miteinander, werden die Platinen in einem rechten Winkel zueinander unter Zugabe von ausreichend Lötzinn sorgfältig verlötet. Die beiden Lötstifte zur Höhenausrichtung sind wieder zu entfernen.

Nun erfolgt eine gründliche Überprüfung der so weit fertiggestellten Leiterplattenkonstruktion hinsichtlich Löt- und Bestückungsfehler.

Die beiden Ausgangsbuchsen (Polklem-

men) sind direkt in die bedruckte Frontplatte des BAL 7000 zu schrauben. Die Verbindung zu ST 5 und ST 6 der Basisplatine erfolgt über jeweils 6 cm lange, 1adrige, isolierte Leitungen mit einem Mindestquerschnitt von 1,5 mm². Die rote Poklemme ist dabei mit ST 5 (+ Akku) und die schwarze Polklemme mit ST 6 (Schaltungsmasse) zu verbinden.

Abgleich

Zum einfach durchzuführenden Abgleich ist das BAL 7000 über einen Netz-Trenntransformator mit der 230V-Netzwechselspannung zu versorgen.

Wir beginnen die Abgleichprozedur mit der Einstellung der Erhaltungsladespannung, die beim Blei-Akku 2,23 V je Zelle betragen soll.

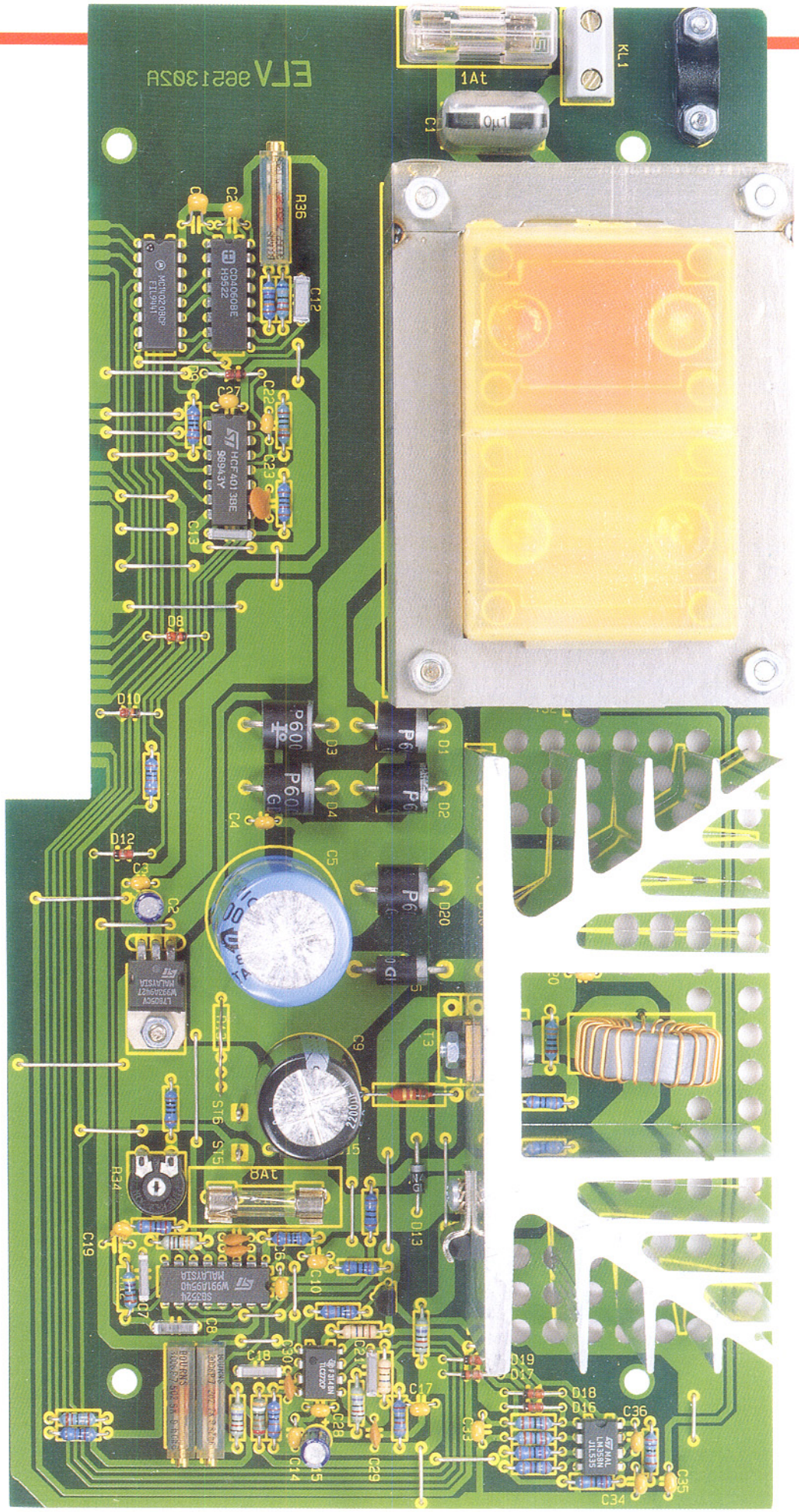
Zuerst ist mit dem auf der Frontplatte angeordneten Umschalter „Spannung" die Akku-Nennspannung von 12 V auszuwählen. Danach wird ein Multimeter (im entsprechendem Meßbereich) mit der Minusklemme an ST 6 und mit der Plusklemme an ST 5 angeschlossen. Da am Ladeausgang ein relativ großer Elektrolytkondensator vorhanden ist, sollte der Ladeausgang zusätzlich mit einem Belastungswiderstand (ca. 220 Ω/1 W) beschaltet werden.

Mit Hilfe des Spindeltrimmers R 1 ist nun der Abgleich so vorzunehmen, daß sich eine Ausgangsspannung von 13,38 V ±0,04 V einstellt.

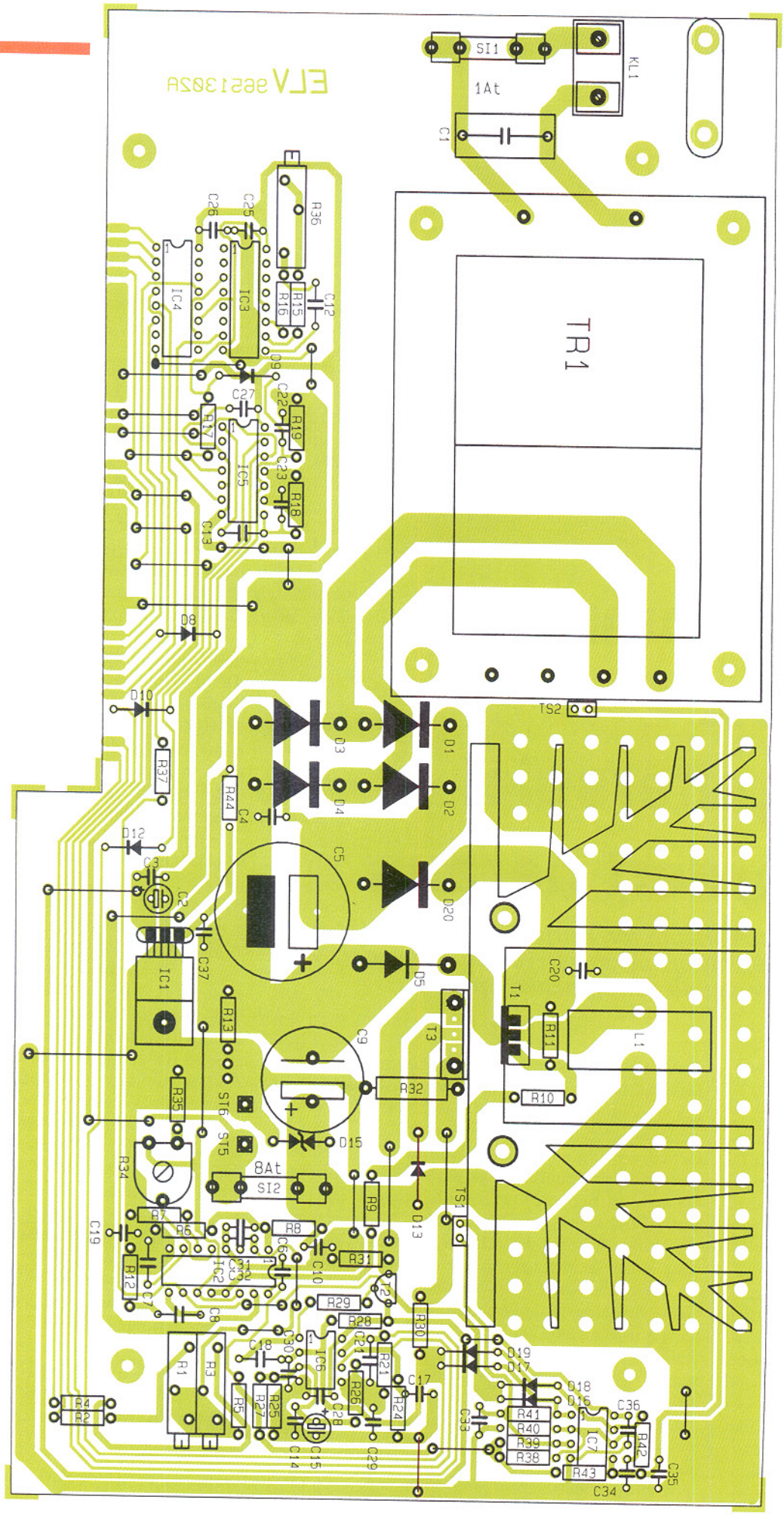
Im zweiten Abgleichschritt wird der Spannungsumschalter in die 6V-Schalterstellung gebracht und mit R 4 die Ladespannung am Ausgang des BAL 7000 auf 6,69 V ±0,02 V abgeglichen.

Nach dem Spannungsabgleich erfolgt die Einstellung der Strombegrenzung mit R 34. Dazu ist am Ladeausgang ein entladener Bleiakku mit in Reihe geschaltetem Amperemeter (10A- oder 20A-Meßbereich) anzuschließen und mit R 34 der Ausgangsstrom auf 3,5 A einzustellen.

Zuletzt ist der Zeitintervall der Überwinterungsschaltung mit R 36 abzugleichen. Zum Abgleich ist ein Frequenzzähler oder ein Oszilloskop an IC 3, Pin 9 anzuschließen und mit R 36 die Frequenz von 55,48 Hz (Periodendauer: 18,02 ms) einzustellen.



Ansicht der fertig aufgebauten Basisplatine



Bestückungsplan der Basisplatine

Steht weder ein Frequenzzähler noch ein Oszilloskop zur Verfügung, so ist die Einstellung des Zeitintervalls sogar mit einem Multimeter und einer Stoppuhr möglich.

Dazu wird der Logikpegel an IC 3, Pin 1 (Q 12) gemessen und R 36 so eingestellt, daß jeweils 36,9 Sekunden Low-Pegel und 36,9 Sekunden High-Pegel anliegen.

Gehäuseeinbau

Zuerst sind 4 Schrauben M 4 x 70 mm von unten durch die Gehäuseunterhalbschale (Lüftungsgitter weist nach vorne) zu führen. Auf der Innenseite folgt je eine 1,5 mm dicke Polyamidscheibe.

Das vorbereitete Chassis wird zusammen mit der Front- und Rückplatte bis zum Einrasten in die Führungsnuten in die Gehäuseunterhalbschale abgesenkt. Die 4 im Chassis hochstehenden Schraubenenden werden jetzt jeweils mit einem 60 mm langen Distanzröllchen bestückt.

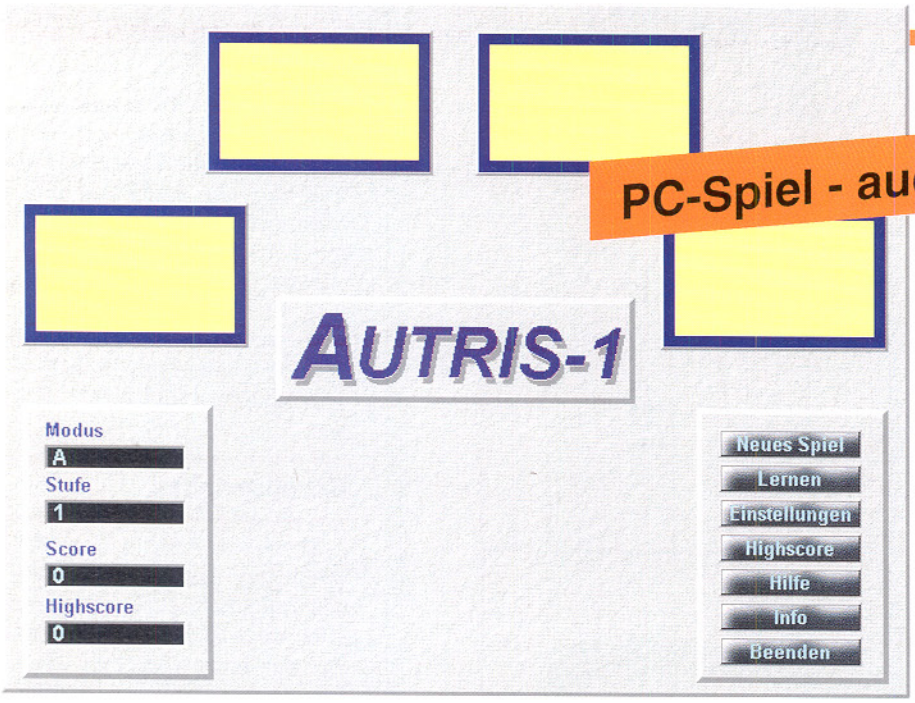
Danach ist die Gehäuseoberhalbschale mit nach hinten weisendem Lüftungsgitter aufzusetzen.

Im nächsten Arbeitsschritt wird von oben in jeden Montagesockel eine M4-Mutter eingelegt, die Gehäuseschrauben mit Hilfe eines kleinen Schraubendrehers nacheinander ausgerichtet und von unten fest verschraubt.

Alsdann sind die Abdeckmodule der Gehäuseoberhalbschale einzusetzen, sofern kein weiteres Gerät mit ELV-7000er-Gehäuse darauf gestellt werden soll.

Die beiden Abdeckzylinder für die nicht benutzten Mittelmontageöffnungen des Oberteils werden flächenbündig eingepreßt. Dann sind die dem Bausatz beiliegenden Gummifüße in die Bohrungen der Fußmodule zu führen und auf der Innenseite bis zum Einrasten mit einer Zange anzuziehen.

Im letzten Arbeitsschritt werden die so vorbereiteten Fußmodule in die äquivalenten Vertiefungen auf der Gehäuseunterseite gepreßt. Damit sind die Aufbauarbeiten vollständig abgeschlossen, und dem langen „Blei-Akkuleben" steht nichts mehr entgegen, selbst wenn diese nur wenige Wochen oder Monate im Jahr genutzt werden. ELV



PC-Spiel - auch ohne Bildschirm

TETRIS bekommt Konkurrenz ELV-Computerspiel *AUTRIS-1* fordert heraus

AUTRIS-1: eine audiovisuelle Variante von Tetris mit neuartiger Spieltechnik und hohem Spielwert bei zusätzlichem Nutzen der Verbesserung des Hörens und der Sprachkompetenz.

Fred Warnke

Spielidee

AUTRIS-1 ist ein neuartiges, anspruchsvolles Spiel mit einem psychoakustisch ausgeklügelten Konzept, dessen Schwierigkeitsgrad und Trainingseffizienz zwar mit TETRIS vergleichbar sind, aber ausschließlich für das Hören und die sprachliche Kompetenz bestimmt sind.

Die Aufgabe in ***AUTRIS-1*** besteht darin, vier räumlich nebeneinander und zeitlich nacheinander wahrgenommene auditive Reize durch Betätigen der beiden Maustasten in eine vorgegebene räumliche und zeitliche Ordnung zu bringen. Hierzu lassen sich in Abhängigkeit vom Alter und dem Trainingsstatus des Benutzers unterschiedliche Schwierigkeitsgrade wählen.

Wissenschaftliche Basis

Im Verlauf der letzten zwei Jahre hat ELV seine ersten einfachen *Audio-Games* in Gestalt des IQ-Testers, des *Brain*-Boys®, des Synchro-Trainers sowie des Sound-Trainers vorgestellt. Die Akzeptanz dieser Geräte war um so größer, je stärker die Herausforderung an die auditive Geschicklichkeit des Benutzers war. So hatte der *Brain*-Boy® den bei weitem größten Absatzerfolg. Das hat uns ermutigt, einen ganz großen Schritt nach vorn zu tun und ein noch wesentlich vielseitigeres *Audio-Game* als Herausforderung an alle verbreiteten Video-Games und vor allem an die auditive Kompetenz der ELV-Leser entstehen zu lassen. Unter der Bezeichnung ***AUTRIS-1*** ist es ab sofort verfügbar.

Das Computerspiel TETRIS ist heute weltweit in vielen hundert Millionen Exemplaren verbreitet. Kinder und Erwachsene in aller Welt haben damit nicht nur viel Spaß, sondern sie trainieren damit zugleich - meist ohne es zu wissen - ganz bestimmte visuell-motorische Fähigkeiten[1], wie der amerikanische Professor R. J. Hayer vom Department of Psychiatry and Human Behavior an der University of California in Irvine durch PET-Untersuchungen[2] nachgewiesen hat.

Durch umfängliches TETRIS-Training mit Studenten, die zuvor noch niemals (!) TETRIS gespielt hatten, kam er zu der Schlußfolgerung, daß das Erlangen echter Denk- und Handlungskompetenz weitgehend darauf beruht, daß die zentrale Verarbeitung von Sinnesreizen von der „bewußten" Hirnrindenebene in die „unbewußten" subkortikalen Areale verlegt wird. Im *visuellen Bereich* leisten also Computerspiele wie TETRIS offenbar einen nützlichen Beitrag zu dieser Kompetenzerweiterung.

Einen sehr einseitigen Beitrag allerdings, wie Professor Dr. M. Heinemann, Direktor der Mainzer Klinik für Kommunikationsstörungen, in der HÖRZU 26/96 anmerkte: „Jedes vierte Kind zwischen drei und vier Jahren ist heute in seiner Sprachentwicklung gestört. Das heißt, diese Kinder haben nur einen geringen Wortschatz und können nur Sätze mit ein oder zwei Wörtern bilden. Das Ergebnis unserer Untersuchungen hat uns sehr erschreckt. Da hocken Vierjährige ganz angespannt mit ihrem Gameboy und reden kein Wort. Die elektronischen Medien können wir nicht zurückdrängen, aber Eltern müssen kontrollieren, wie lange ihre Kinder am Computer spielen. Vor allem: Sie müssen selbst wieder mehr mit ihren Kindern sprechen."

Wer selbst Kinder hat und immer noch mit ihnen spricht, weiß eines: Man kann einem Kind schwerlich das Spielen mit einem Gameboy oder anderen Video-Games verbieten. Deshalb liegt der Wunsch förmlich in der Luft, als Ausgleich für diese offenkundige Einseitigkeit, also die Betonung des Visuellen unter Vernachlässigung des Hör-, Sprech- und Sprachbereiches, ebenso interessante und erfolgsorientierte Audio-Games zu schaffen.

Aber es gibt bis heute praktisch - abgesehen von den oben erwähnten ELV-Produkten - noch keine „Audio-Games", die für die auditive Kompetenz etwas Ähnliches bewirken könnten, wie TETRIS für die visuell-motorische Kompetenz.

Die Entwicklung eines solchen Audio-Games mit allen typischen Eigenschaften von TETRIS war deshalb die logische Folge aus dem so positiven Echo, das die ersten ELV-Bemühungen auf diesem Gebiet glücklicherweise gefunden haben.

AUTRIS-1: spielen und trainieren

Grundsätzlich kommt ***AUTRIS-1*** im reinen Spielstadium tatsächlich ohne Bildschirm aus, wenngleich in der Einführungsphase und auch in der weiteren Bedienung der Bildschirm hilfreich ist. An der prinzipiellen Entbehrlichkeit des Bildschirms sieht man jedoch den ausgeprägten auditiven Charakter dieses neuartigen Spiels.

Bei ***AUTRIS-1*** handelt es sich um ein anspruchsvolles Audio-Game mit einem psychoakustisch ausgeklügelten Konzept, dessen Schwierigkeitsgrad und Trainingseffizienz zumindest mit TETRIS vergleichbar sind, aber ausschließlich für das Hören und die sprachliche Kompetenz bestimmt sind. Der Benutzer erhält die Aufgabe, vier räumlich nebeneinander und zeitlich nacheinander wahrgenommene auditive Reize durch geschicktes Betätigen nur der beiden Maustasten in eine vorgegebene räumliche und zeitliche Ordnung zu bringen. Dabei sind in Abhängigkeit vom Alter und Trainingsstatus des Benutzers zahlreiche unterschiedliche Schwierigkeitsgrade wählbar. Trainiert werden mit ***AUTRIS-1*** vor allem die folgenden Teilfunktionen unserer zentralen Hörverarbeitung:

- **Aufmerksamkeit**, also die Hinwendung auf ein bestimmtes Schallereignis
- **Differenzierung**, also das Unterscheiden der auditiven Merkmale einer Reizfolge
- **Analyse**, also das Heraushören von Einzelelementen aus einem komplexen Kontext
- **Selektion**, also das Ausfiltern wichtiger Hörreize aus Umgebungsgeräuschen
- **Sequenz**, also das Merken der Reihenfolge der zu speichernden Informationen
- **Richtungsbestimmung**, also das Feststellen der Einfallsrichtung von Schall

Und so arbeitet *AUTRIS-1*

Voraussetzung für das Arbeiten mit ***AUTRIS-1*** ist natürlich das Vorhandensein eines IBM-kompatiblen PC mit Windows 3.1/95 sowie einer kompatiblen Soundkarte (z. B. der 16-Bit-Soundkarte, ELV-Bestell-Nr. 26-215-63) nebst CD-ROM-Laufwerk. Ist dies gesichert, so legen Sie Ihre ***AUTRIS-1***-CD-ROM in das Laufwerk ein.

Installation und Start

Das Programm wird direkt von der CD-ROM gestartet. Die Installation auf einer Festplatte ist aufgrund des Datenvolumens nicht vorgesehen. Durch den Aufruf des Programms ***AUTRIS-1*** kann sogleich mit dem eigentlichen Spiel begonnen werden. Dabei sind in Abhängigkeit vom Alter und vom Trainingsstatus des Benutzers insgesamt *zwanzig* unterschiedliche Schwierigkeitsgrade wählbar:

Modus: Schwierigkeitsgrade

A: Leichte Sprechtextreihe: „eins - zwei - drei - vier"
B: Etwas schwierigere Vokalreihe: „e - i - o - u"
C: Recht schwierige Melodie aus vier Tönen
D: Sehr schwierige Konsonantenreihe „da - ga - ka - ta"

Stufe

1: Nur *eine* erforderliche Vertauschung im Raster von 600 ms
2: *Bis zu zwei* erforderliche Vertauschungen im Raster von 500 ms
3: *Bis zu drei* erforderliche Vertauschungen im Raster von 450 ms
4: *Bis zu vier* erforderliche Vertauschungen im Raster von 400 ms
5: *Bis zu sechs* erforderliche Vertauschungen im Raster von 350 ms

Am einfachsten ist nach unseren Vorversuchen die Zahlenreihe von eins bis vier; deshalb empfehlen wir jedem Beginner tatsächlich zunächst den Schwierigkeitsgrad **A1**.

Bedienung

AUTRIS-1 wird nur durch Betätigen der beiden Maustasten gesteuert, um auch und insbesondere bereits Kindern im Vorschulalter eine Möglichkeit zur Verbesserung ihrer sprachlichen Kompetenz zu verschaffen. Dazu sollte die Maus mittig vor Ihnen liegen, so daß Ihre beiden Zeigefinger oder Daumen spiegelsymmetrisch auf den beiden Tasten zu liegen kommen. Mit der Maus wird zunächst der Schwierigkeitsgrad gewählt.

In Ihrem Kopfhörer werden Sie dann räumlich in vier Abstufungen von links nach rechts wandernd als Modellvorgabe die gewählte Reihenfolge von Schallereignissen vernehmen, das heißt Sie hören beim Schwierigkeitsgrad **A1** im 600-Millisekunden-Takt räumlich von links nach rechts die vier Ziffern von **1** bis **4**. Insgesamt verstreichen somit 2,4 Sekunden.

Kunstkopf-Stereofonie ist ein Erlebnis

Wenn Sie noch nie eine Aufnahme in Kunstkopf-Stereofonie gehört haben, werden Sie überrascht sein von der räumlichen Abbildung dieser Zahlenreihe und auch der anderen Schallereignisse:

Zunächst ertönen in unterschiedlicher akustischer Umgebung von links die **1**, dann von halblinks die **2**, von halbrechts die **3** und schließlich von rechts die **4**. In ähnlicher Weise werden die drei anderen Wahlmöglichkeiten von Schallereignissen dargeboten. Das ist also jeweils die Modellvorgabe zu Beginn.

Nach einer halben Sekunde wird die erste zufallsgesteuerte neue Reihenfolge aus den vier Schalleinfallsrichtungen abgespielt. Genau gleichzeitig mit den vier Takes leuchten die richtungsgleichen vier Felder auf dem Bildschirm von links nach rechts kurz auf. Durch systematisches *Vertauschen* von jeweils zwei nebeneinanderliegenden Schallereignissen müssen Sie dann versuchen, die ursprüngliche Modellreihenfolge wiederherzustellen.

Vertauschen heißt die Methode

Eine Vertauschung besteht im Betätigen der *linken* oder der *rechten* Maustaste oder *beider* Maustasten gleichzeitig. Wird nur die linke Maustaste betätigt, so werden die beiden linken Schallereignisse miteinander vertauscht. Wird nur die rechte Maustaste betätigt, so werden die beiden rechten Schallereignisse miteinander vertauscht. Werden beide Maustasten gleichzeitig betätigt, so werden die beiden mittleren Schallereignisse miteinander vertauscht. Auf diese Weise läßt sich in der oben aufgeführten Anzahl von Vertauschungen die Modellreihenfolge wiederherstellen. Immer nach einem vollständig abgeschlossenen Austauschvorgang erscheint die erzielte Punktzahl, die aus einem Grundbetrag dank des Erreichens der Lösung und der Anzahl der benötigten Schritte resultiert. Eine halbe Sekunde nach Herstellen der richtigen Reihenfolge hören Sie die nächste Sequenz im gewählten Schwierigkeitsgrad.

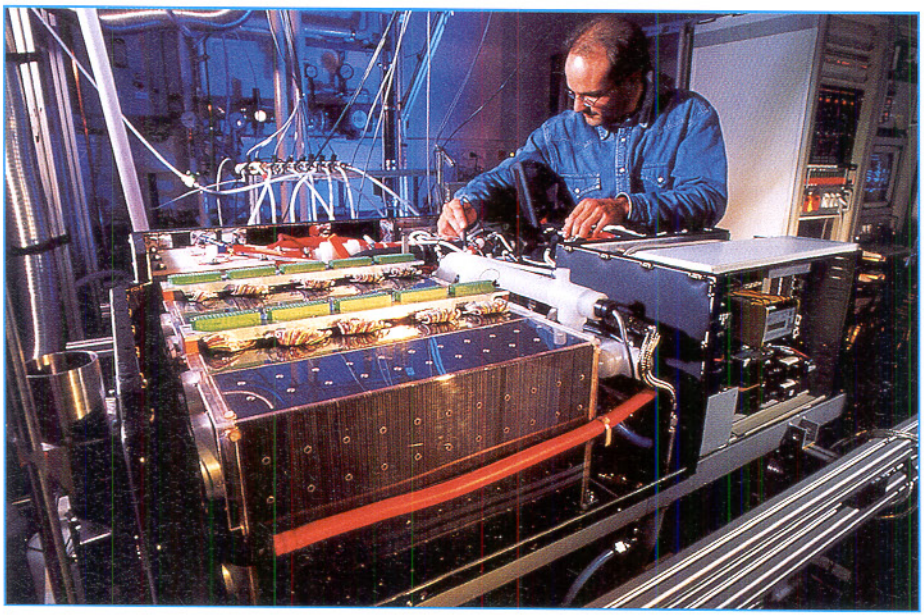
Nach einer frei wählbaren Anzahl ertönen keine weiteren Sequenzen mehr. Auf dem Bildschirm erscheint abschließend die erreichte Gesamtpunktzahl.

Lernfunktion

Für den somit gut vorstellbaren Fall, daß Sie anfänglich vielleicht gewisse Schwierigkeiten haben, die Höreindrücke der jeweils „falschen" Reihenfolge so miteinander zu vertauschen, daß daraus wieder die „richtige" Reihenfolge, also die ursprüngliche Modellvorgabe, entsteht, gibt es in allen Schwierigkeitsgraden eine Lernfunktion.

Sobald diese Taste gedrückt wurde, erscheint auf dem Bildschirm eine Anordnung der vier Schallereignisse in lesbarer Form, und zwar genau parallel zu der „falschen" Reihenfolge entsprechend der hörbaren Darbietung. Außerdem blinken die beiden als nächstes miteinander zu vertauschenden Informationen, *und* auf einer Mausabbildung blinkt die zu betätigende Taste. ELV

1 Brain-Research, 1992 Jan. 20; 570 (1-2): Seiten 134-143
2 Positronen-Emissions-Tomografie, bildgebendes Verfahren zum Nachweis des regionalen Stoffwechsels im Gehirn



Auf die kalte Tour - mit Brennstoffzellen in die mobile Zukunft?

Die Suche nach alternativen Antriebskonzepten ist eigentlich älter als das Auto selbst. Das klingt paradox, ist aber nachweisliche Historie. Nach jahrelangen, aufwendigen Forschungsarbeiten ist Daimler-Benz ein Durchbruch in Richtung Null-Schadstoff-Antrieb gelungen - die Brennstoffzellentechnik könnte die Antriebstechnologie des 21. Jahrhunderts werden. Was hinter dieser Technik steckt, ihre Geschichte sowie die derzeitigen und zukünftigen Anwendungen, behandelt unser Artikel.

Die Zeit ist nicht mehr fern - wir werden eines Tages auf den jetzt hundert Jahre alten Otto- bzw. Dieselmotor verzichten müssen. Schadstoffemissionsprobleme und versiegende Ölquellen werden die Menschheit zwingen, sich nach anderen Fahrzeugantrieben umzusehen, wenn sie mobil bleiben will.

Sobald wir heute in Veröffentlichungen oder gar vereinzelt schon aus eigener Erfahrung auf das Thema alternativer Fahrzeugantrieb stoßen, werden uns stets schnell die derzeitigen Grenzen dieser Konzepte klar.

Elektroantrieb in der Sackgasse?

Der herkömmliche Elektroantrieb scheint in einer Sackgasse zu stecken, solange das Problem eines länger als 100 km leistungsfähigen Energiespeichers nicht gelöst wird. An den Antriebsmaschinen, deren Steuerung, Leistungsfähigkeit und Unterbringung liegt es indes nicht, daß Elektrofahrzeuge heute immer noch ein Schattendasein fristen.

Die schwere Batterie „frißt" die zugelassene Nutzlast des Fahrzeugs, braucht sehr viel Platz und Zeit zum Wiederaufladen. Dazu kommt das enorme Manko der geringen Reichweite.

All diese Nachteile, auch die hohen Preise wegen der fehlenden Großserienfertigung, haben dazu geführt, daß der Anteil des Elektroantriebs für Straßenfahrzeuge heute in der praktischen Anwendung gegen Null tendiert. Hoffnungsvolle Projekte wie der Thüringer „Hotzenblitz" sind mangels Finanzierungsbereitschaft der Banken gescheitert, und die Autoindustrie verfolgt autarke Konzepte.

Auch der vielgepriesene Solarantrieb bleibt wohl vorläufig eine Nische für Exoten - zu geringe Leistungsausbeute, vor allem bei hiesigen Wetterverhältnissen und dem derzeitigen technologischen Stand verhindern einen ernsthaften Einsatz als Energiequelle für Fahrzeugantriebe.

Lediglich die Hochenergie-Batterietechnik auf Natrium-Nickelchlorid-Basis hat mittlerweile einen hohen Enwicklungsstand erreicht und bewährt sich in großen Feldversuchen, vor allem im Flottenbetrieb großer Fuhrparks.

Die großen Fahrzeughersteller verfolgen indes alternative Konzepte. Allen voran sind wieder einmal die beiden deutschen Technologiekonzerne BMW und Daimler-Benz.

Alternativer Wasserstoffantrieb

BMW widmet sich neben der Weiterentwicklung des „herkömmlichen" Elektroantriebs (mit Erfolg, wie die erreichte Marktreife des Elektro-Dreiers beweist) vor allem erfolgreich dem Wasserstoffantrieb als emissionsfreier Antriebsquelle. Dabei werden die herkömmlichen Verbrennungsmotoren auf Betrieb mit Wasserstoff umgestellt.

Wasserstoff fällt in großen Mengen in der chemischen und Mineralölindustrie an und kann langfristig aus Biomasse, Kunststoffabfällen oder durch Wasser-Elektro-

lyse (Betrieb von Wasserkraftwerken außerhalb von Spitzenzeiten) gewonnen werden.

Daimler-Benz verfolgt hier, auch durch die Raumfahrt-Technologieschmiede DASA begünstigt, seit Jahren einen Weg, der eigentlich schon vor mehr als 150 Jahren begann.

Strom aus Wasser und Luft?

Ganz so einfach ist es nicht. Wir alle wissen ja aus der Schule, daß die Entzündung eines Gemischs aus Wasserstoff und Sauerstoff zur bekannten Knallgasexplosion führt. Der Aufgabe, diese Reaktion zu beherrschen und die entstehende Energie zu nutzen, stellten sich die Forscher schon früh.

Der britische Physiker Sir William Robert Grove (1811 bis 1896) hatte die Idee, aus der chemischen Reaktion zwischen den allgegenwärtigen Elementen Wasserstoff und Sauerstoff Strom zu erzeugen, ohne Umweg über Verbrennung oder Zwischenspeicherung.

1839 konstruierte er eine Batterie, die diese Aufgabe tatsächlich erstmals erfüllte. Sir Grove entdeckte schon damals das Prinzip, das noch heute die Brennstoffzellentechnik dominiert. Eine spezielle Elektrolyt-Folie trennt beide Gase voneinander und läßt nur definierte chemische Reaktionen zu. Das heutige, natürlich wesentlich verfeinerte Funktionsprinzip ist in Abbildung 1 illustriert.

Indes war dieser Stromerzeugungsmethode seinerzeit kein großtechnischer Erfolg beschieden, die elektrischen Dynamomaschinen, mit denen unsere Kraftwerke noch heute arbeiten, liefen dem chemischen Prinzip der Stromerzeugung in großem Stil seinerzeit den Rang ab. Autos gab es derzeit noch nicht und als sie kamen, verfolgte man Ende des ausgehenden 19. Jahrhunderts alle möglichen Antriebstechnologien, von der Dampfmaschine bis zum Dieselmotor. Die Bleibatterie war damals das Einzige, dem man sich ernsthaft widmete.

U-Boote und Raumschiffe - schon lange mit Brennstoffzellen

Die US-Amerikaner griffen die Ideen Sir Groves nach dem zweiten Weltkrieg auf und entwickelten für die Raumfahrt bereits damals hocheffektive Brennstoffzellen - allerdings zu den raumfahrtüblichen Kosten, die sich auch später lange Zeit nur die Militärs leisten konnten. Sie installierten die teuren und noch riesigen Brennstoffzellen in militärischen Versuchsträgern und normalen Flurförderfahrzeugen. Alle diese Versuche scheiterten jedoch an den enormen Kosten und an diversen technischen Problemen.

So fand man Brennstoffzellen lange Jahre tatsächlich nur in der Raumfahrt und in kleinen U-Booten, wo sie ihren Hauptvorteil, die gesteuerte Energieerzeugung ohne Zwang zur Zwischenspeicherung und mit enormem Wirkungsgrad, voll ausspielen können.

New Electric Car - Stunde Null bei Daimler-Benz

Erst die Diskussion um alternative Antriebsquellen für Straßenfahrzeuge löste in den neunziger Jahren wieder die Aufnahme der Forschungsarbeiten aus. In Zusammenarbeit mit einer auf diesem Gebiet renommierten kanadischen Firma entwickelte Daimler-Benz in nur einem Jahr einen straßentauglichen 3,5-Tonnen-Transporter mit Brennstoffzellen-Antrieb.

Es war der erste Beweis, daß diese Technologie wirklich auf der Straße zu bewegen war. Allerdings war der NECAR I (New Electric Car) genannte Transporter noch bis unters Dach mit der notwendigen Technik, vor allem mit den voluminösen Brennstoffzellen, vollgestopft (Bild 2).

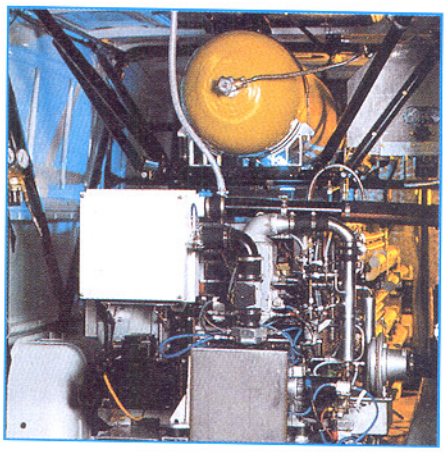


Bild 2: Die erste Generation des NECAR-Brennstoffzellenantriebs nahm noch den gesamten Laderaum eines 3,5-Tonners ein. Oben der Wasserstofftank, darunter die Brennstoffzellenstacks (Foto: Daimler-Benz)

1996 - 250 km am Stück

Beflügelt von diesem ersten Erfolg, forschte man intensiv weiter und konnte nach nur zwei Jahren wiederum die nächste Generation des NECAR, den NECAR II präsentieren. Äußerlich ein Mini-Van der neuen Mercedes-V-Klasse, lediglich ergänzt durch eine Art Dachkoffer, sieht man dem Fahrzeug auch nach einem Blick ins Innere kaum an, daß hier kein herkömmlicher Antrieb werkelt.

Denn das, was im NECAR I noch einen ganzen Transporterraum füllte, hatte man so miniaturisieren können, daß im Fahrzeug bis zu sieben Personen samt Gepäck Platz finden können.

Die Elektronik und die eigentlichen Brennstoffzellen finden quasi unter der hinteren Sitzbank Platz (Abbildungen 3 und 4), der notwendige Wasserstofftank befindet sich, inzwischen durch Kohlefasertechnologie stark gewichtsreduziert, auf dem Fahrzeugdach.

Später wird auch er verschwinden, denn die Forscher arbeiten an einer Technologie der Erzeugung von Wasserstoff aus Methanol. Dann soll sich Äußerlichkeit, Handhabbarkeit und Reichweite eines solchen Fahrzeugs in nichts mehr von heute Gewohntem unterscheiden.

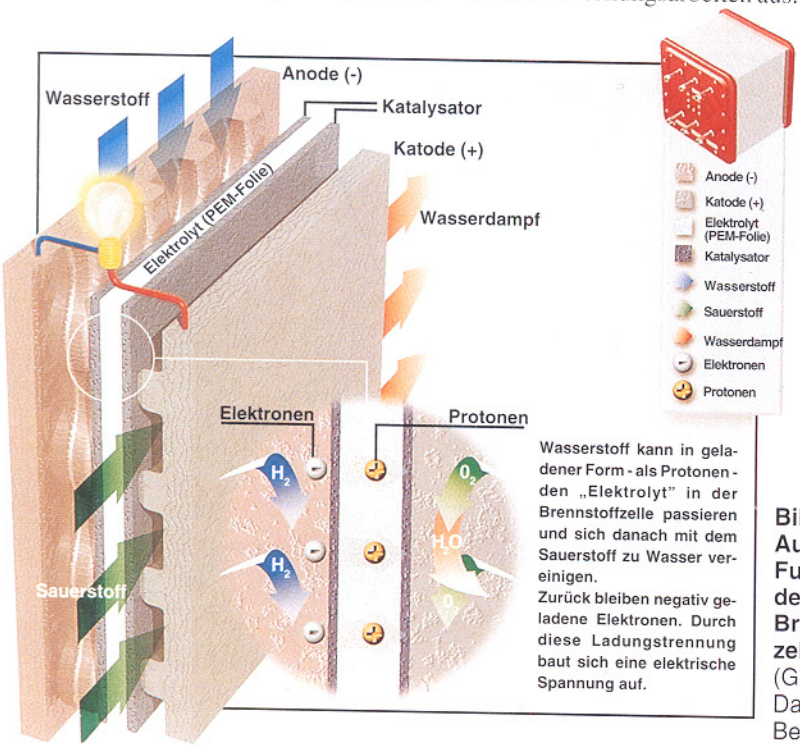


Bild 1: Aufbau und Funktion der Brennstoffzelle (Grafik: Daimler-Benz)

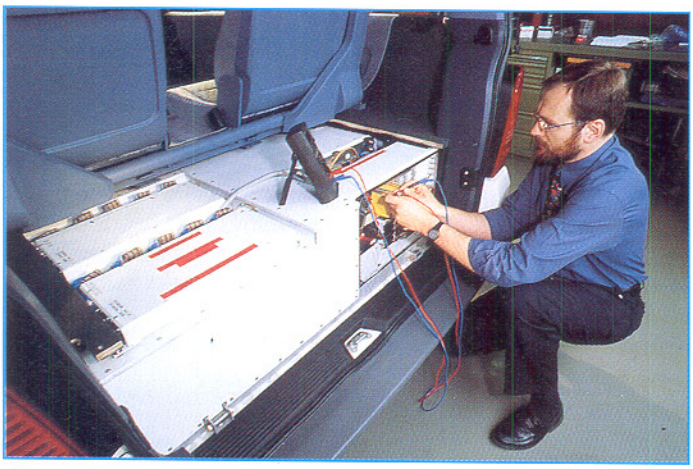


Bild 3: So kompakt ist die heutige Brennstoffzellengeneration realisierbar. Links im Bild die beiden Brennstoffzellenstacks, rechts der Elektronikteil (Foto: Daimler-Benz)

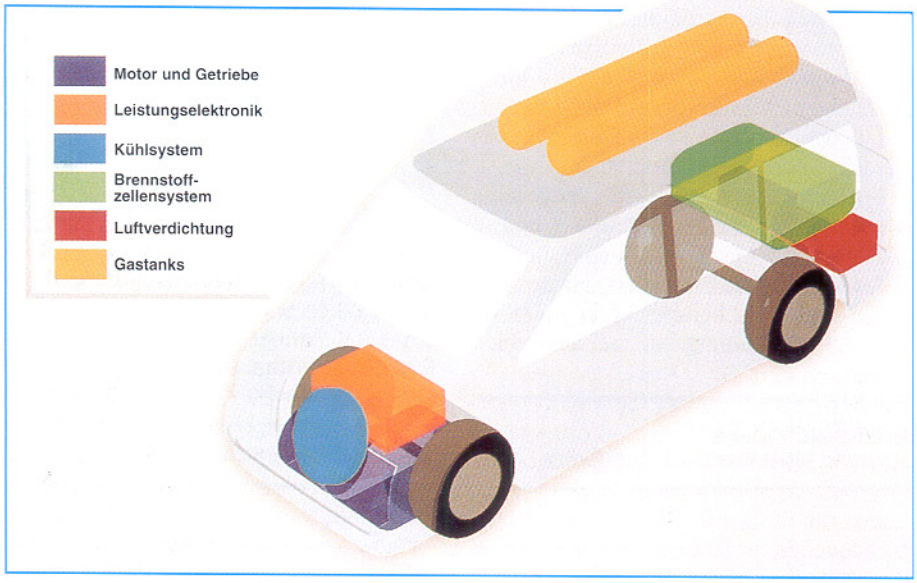


Bild 4: Im NECAR II sind die Antriebskomponenten bereits so untergebracht, daß nahezu der gesamte Innenraum normal nutzbar ist (Grafik: Daimler-Benz)

Die Reichweite soll in der nächsten Fahrzeuggeneration von heute 250 km auf dann 750 km steigen. Um die Leistung der Techniker erfassen zu können, ist es nun daran, sich einmal eingehender mit dem Funktionsprinzip der Brennstoffzelle zu befassen.

Kalte Explosion

Wird ein Gemisch aus Wasserstoff und Sauerstoff entzündet, so explodiert es. Diese Reaktion gewissermaßen zu verlangsamen und steuerbar zu machen, hat man sich zur Aufgabe bei der Erforschung der Brennstoffzellentechnik gemacht. Eine spezielle Folie, der „Elektrolyt", trennt beide Gase voneinander und verhindert die „heiße" Reaktion (siehe auch Abbildung 1). Ein elektrochemischer Vorgang in der hauchdünnen Folie läßt nur Protonen, also positiv geladene Wasserstoff-Ionen, passieren. Die Elektronen der Wasserstoff-Atome werden beim Durchgang „abgestreift" und bleiben zurück. Die Wasserstoff-Ionen reagieren mit den Sauerstoffteilchen auf der anderen Seite.

Durch Elektronenüberschuß auf der Wasserstoffseite und Elektronenmangel auf der Sauerstoffseite des Elektrolyts bilden sich Plus- und Minuspol, an denen elektrische Energie entnommen werden kann. Die Energie für diese „Ladungspumpe" stammt aus der Reaktion der Wasserstoff- (H_2) mit Sauerstoffteilchen (O_2), bei der neben der elektrischen Energie lediglich reiner Wasserdampf (H_2O) entsteht.

Der Elektrolyt einer solchen „PEM"-Zelle (Proton Exchange Membrane Fuel Cell) besteht aus einer nur zehntel Millimeter dicken Polymerfolie, die auf beiden Seiten mit einem platinhaltigen Katalysator beschichtet ist. Er unterstützt die Ionisierung des Wasserstoffs sowie die Reaktion der Wasserstoffionen mit dem Sauerstoff. Sogenannte Bipolarplatten schließen die Zelle auf beiden Seiten ab. Sie leiten in einem labyrinthartigen Kanalsystem den Wasserstoff bzw. die Luft an den Katalysatorflächen entlang. Außerdem führen sie die Reaktionswärme ab und stellen die elektrische Verbindung zur Nachbarzelle her.

Durch das Zusammenschalten vieler Zellen in sogenannten Stacks (Abbildung 5) wird die für das Fahren benötigte Energie bereitgestellt. Eine Zelle liefert 0,6 V. Im NECAR II sind 300 solcher Zellen in zwei Stacks hintereinandergeschaltet. Durch intensive Forschungsarbeit konnte man das Gewicht der Zelle von 21 auf 6 kg je Kilowatt Leistung reduzieren.

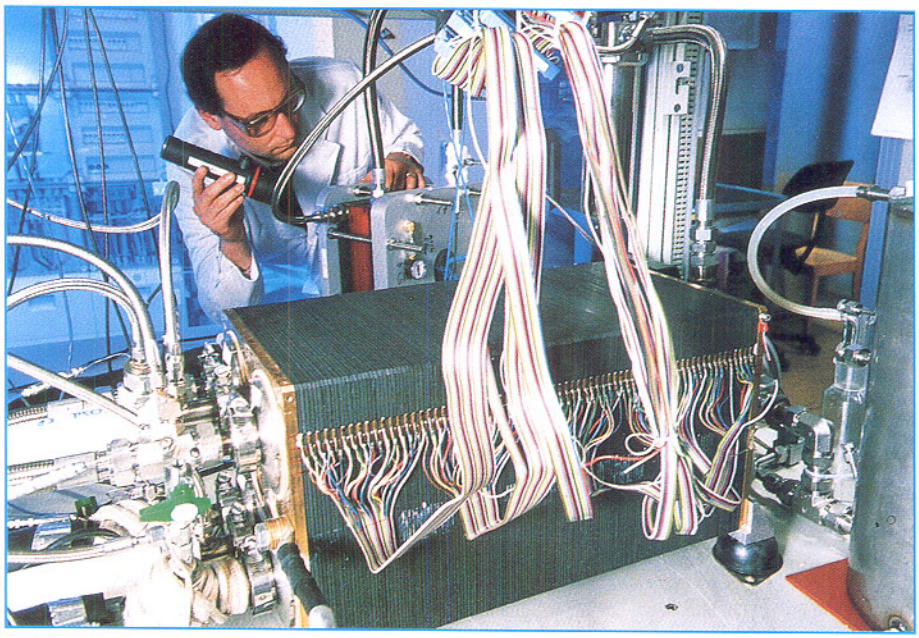


Bild 5: Deutlich zu sehen: der Aufbau eines Brennstoffzellen-Stacks aus vielen hundert Einzelzellen - hier im Laboraufbau (Foto: Daimler-Benz)

Energie auf den Punkt genau

Durch Regelung der Wasserstoffzufuhr kann die benötigte Energie unmittelbar erzeugt und genau dosiert werden. Daraus resultiert eine sehr kraftvolle und gleichmäßige Leistungsentfaltung bereits aus dem Stand, so daß dem NECAR II (Abbildung 6) volle Leistungsfähigkeit im modernen

Bild 6: Äußerlich nur noch am Dachaufsatz vom normalen Fahrzeug zu unterscheiden - der NECAR II ist voll verkehrstauglich und erreicht bereits 250 km Fahrtstrecke mit einer Wasserstoff-Füllung (Foto: Daimler-Benz)

Verkehr bescheinigt werden kann. Die Spitzengeschwindigkeit liegt bei 110 km/h, die Reichweite beträgt immerhin schon 250 km, womit auch mittlere Reiseentfernungen überbrückbar sind.

Wird man später den Wasserstoff gegen Methanol austauschen, so ist das Fahrzeug genauso schnell betankbar wie ein herkömmliches. Ein internes Gaserzeugungssystem, „Reformer" genannt, erzeugt aus dem Methanol im Fahrzeug Wasserstoff. Die Versorgung mit Methanol wäre kein logistisches Problem, sie läßt sich über das Tankstellennetz sicherstellen.

Im Gegensatz zum Wasserstoffbetrieb, der als Rückstandsprodukt nur reines Wasser als „Abgas" erzeugt, entsteht bei Methanolbetrieb eine relativ geringe Menge Kohlendioxid als Abgas, jedoch keine weiteren Rückstandsprodukte, wie sie der Verbrennungsmotor erzeugt, etwa Stickoxide.

Ein weiterer Vorteil des Brennstoffzellen-Antriebs ist der hohe Wirkungsgrad der Technologie, der weit über allen herkömmlichen Energieerzeugungstechnologien liegt. Die Brennstoffzelle arbeitet nur, wenn Energie tatsächlich benötigt wird, es gibt keinen Selbstentladungseffekt und ähnliche Verluste, wie Wärmeverluste usw. Die entstehende geringe Abwärme (die Niedertemperatur-Brennstoffzelle arbeitet bei einer Temperatur von nur 80°C) wird effektiv zur Fahrzeugheizung genutzt.

Gleichzeitig mit der Reduzierung des Volumens der eigentlichen Brennstoffzelle auf ein Viertel im NECAR II ging auch die Miniaturisierung der Steuerelektronik einher. Was im NECAR noch riesige Elektronik-Einschübe füllte, hat sich im NECAR II auf eine Karte vom Format etwa eines A4-Blattes reduziert. Damit einher ging die Weiterentwicklung des Fahrmanagements, so daß das Fahren des NECAR II ganz und gar dem in einem Fahrzeug mit Automatikgetriebe gleicht.

Haushaltsstrom bald aus der Brennstoffzelle?

Der hohe Wirkungsgrad der Brennstoffzellen sowie die minimale oder gar entfallende Emission erschließen dieser Technologie jetzt auch weitere Anwendungsgebiete, z. B. die der großtechnischen Stromerzeugung. Wir erinnern uns - genau das hatte Sir Grove bereits 1839 vor. Heute wäre es möglich, dezentrale Brennstoffzellen-Kleinkraftwerke unter Nutzung des vorhandenen Erdgasnetzes zur nahezu emissionsfreien Stromerzeugung einzusetzen. Eine erste Pilotanlage läuft bereits erfolgreich im Demonstrationskraftwerk der Solar-Wasserstoff GmbH in Neunburg vorm Wald.

Die Technologie der dort hochleistungsfähigen Schmelzkarbonat-Brennstoffzellen unterscheidet sich von denen der „Fahrzeug-Brennstoffzellen", sie arbeiten bei ca. 650°C mit geschmolzenen Karbonaten als Elektrolyt.

Sie werden bereits in wenigen Jahren großtechnisch auf den Plan treten. Einen noch höheren Wirkungsgrad weist die Festoxid-Brennstoffzellentechnik auf, die mit Temperaturen von 1000°C arbeitet. Diese hohen Temperaturen bereiten jedoch derzeit noch technische Probleme.

2010 - PKW mit Brennstoffzellen

Doch zurück zur mobilen Technologie. Aufgrund der relativ schnell eingetretenen Anfangserfolge nimmt man an, daß das ursprünglich gesetzte Ziel, in etwa 20 Jahren Entwicklungsarbeit ein marktfähiges Fahrzeug auf die Straße zu stellen, weit unterboten werden kann. So kann es durchaus sein, daß die ersten PKW mit Brennstoffzellenantrieb im 50 kW-Bereich bereits kurz nach der Jahrtausendwende bereitgestellt werden können (Abbildung 7).

Dazu sind im wesentlichen zwei Probleme zu lösen: Zum einen muß das Gesamtsystem noch kleiner werden, so daß es auch in PKWs ohne irgendeinen Komfortverlust installierbar ist. Und zum zweiten müssen die Herstellungskosten noch drastisch sinken. Beide Probleme hält man in nächster Zukunft für lösbar, so daß vielleicht schon 2010 serienmäßige Fahrzeuge verfügbar sind. ELV

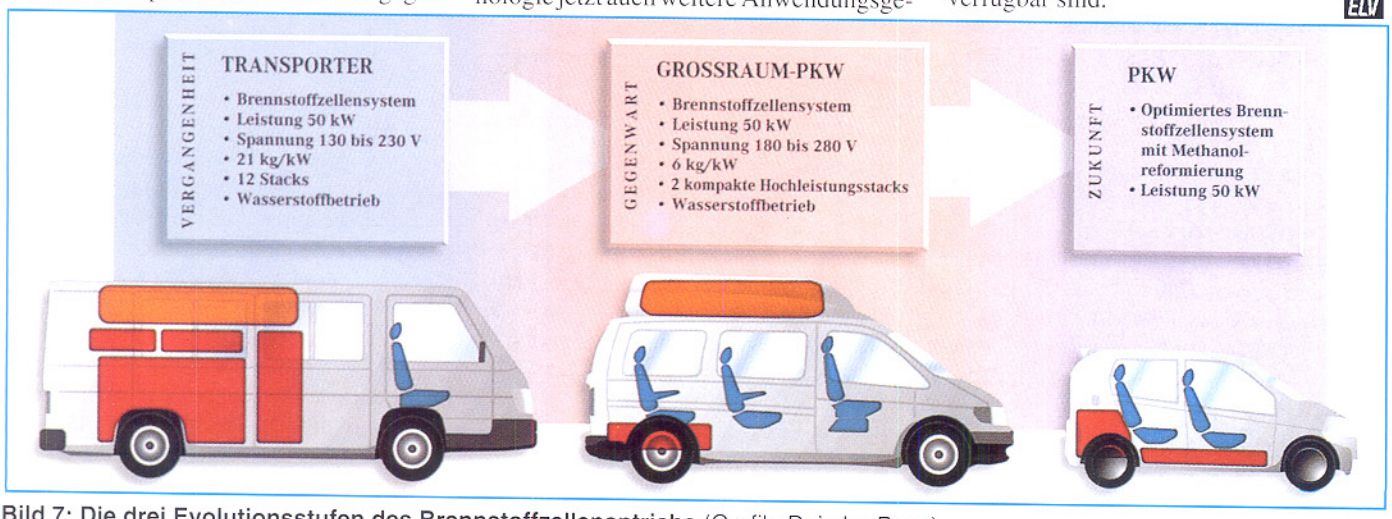
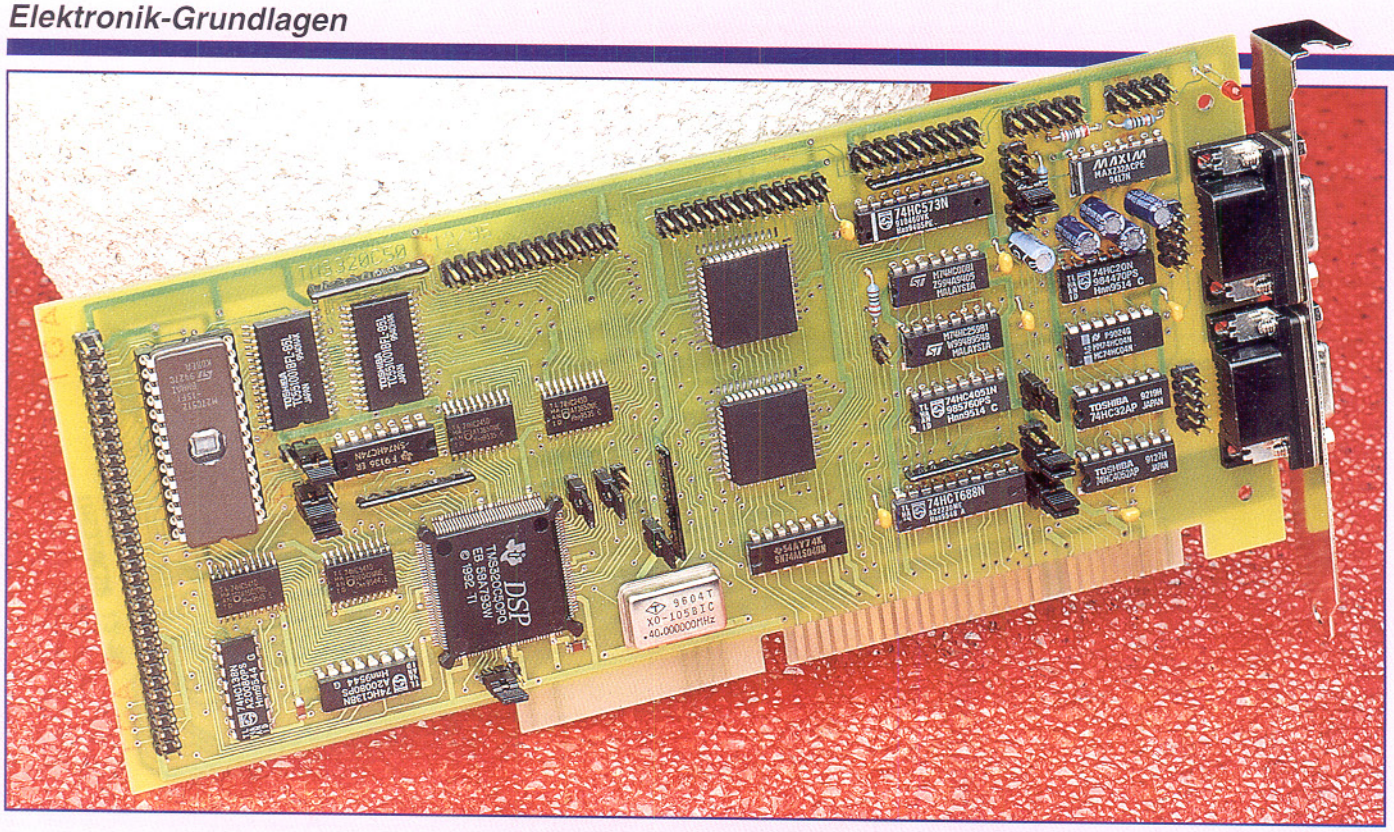


Bild 7: Die drei Evolutionsstufen des Brennstoffzellenantriebs (Grafik: Daimler-Benz)



Digitale Signal-Prozessoren DSP Teil 4

Grundlagen und praktische Anwendungen von DSPs

Die Programmierung von DSPs ist das Thema des vorliegenden Artikels, gefolgt von praxisorientierten Anwendungsbeispielen.

8. Allgemeines zur Programmierung

Die Programmierung von Prozessoren aller Art wird heute durch Hochsprachen beherrscht. Will man aber die Ressourcen eines DSP voll ausschöpfen, so erreicht man im allgemeinen die besseren Ergebnisse mit einer Assemblerprogrammierung. Dieser Weg wird noch dadurch gestützt, daß der Prozessor seine volle Leistung nur erreicht, wenn er für Programm- und Datenzugriffe nicht auf externe Speicherbereiche zugreifen muß.

Es stehen uns bei dem verwendeten TMS320C50, dem Festkommaprozessor mit dem größten internen Speicherbereich, lediglich 10k-Worte zur Verfügung. Die Praxis zeigt aber, daß mit 10k-Worten in Assembler bereits sehr komplexe Programme realisierbar sind. So wurde z. B. eine Stereo-Bildauswertung mit 1k-Worten programmiert. In Pascal hätte das gleiche Programm einen Umfang von über 10 Seiten.

Die Programmierung von Signalprozessoren unterscheidet sich in vielen Punkten von den verbreiteten Prozessoren. Aus diesem Grund wollen wir uns zuerst mit der Struktur des Prozessors befassen. Bei der Darstellung des Befehlssatzes geben wir einen Überblick über die wichtigsten Wirkprinzipien und Befehlsgruppen. Der Anspruch auf Vollständigkeit soll dabei nicht erhoben werden, da die recht komplex wirkenden Befehle eine intensive Arbeit mit dem Prozessorhandbuch erfordern.

9. Die Struktur des TMS320C50

Standardprozessoren besitzen üblicherweise eine Registerbank, mit der sich relativ freizügig arbeiten läßt. Das Ergebnis sind komplizierte und langsame Befehlsstrukturen. Im Gegensatz dazu orientieren sich DSPs an den Regeln der RISC-Architektur, was einfache Funktionsstrukturen verlangt. Es entsteht dabei eine feste Funktionszuteilung der einzelnen Register zu Befehlsgruppen oder Hardwarefunktionen.

9.1 Das Registermodell

In Bild 1 sind die wesentlichsten Register dargestellt. Außer diesen existieren noch Spezialregister, die an einzelne Befehle gebunden sind, wie z. B. die Register für die Schleifenbefehle. Diese werden teilweise auch aus dem Befehl heraus genutzt. Hinzu kommen diverse Steuer- und Statusregister für den Prozessor sowie einzelne Befehle. Den Kern des Prozessors bildet der Akkumulator, der eine Arbeitsbreite von 32 Bit besitzt. Über ihn werden alle arithmetischen und logischen Operationen ausgeführt. Durch einen Tausch-Befehl kann dieser Akku gegen den Akkumulator B getauscht werden. Mit dem im Hintergrund stehenden Akku läßt sich bis auf wenige Ausnahmen nicht direkt arbeiten - er dient als Hilfsregister. Die Registerbank AR0 bis AR7 hat die Funktion von Zeigerregistern. In ihr können Pointer abgelegt werden, die auf den Datenspeicher zeigen.

Zur Manipulation der Pointer besitzt dieser Block eine eigene Pointer-ALU, deren Funktion sich auf Add und Sub beschränkt. Dies erfolgt aber dafür parallel zur eigentlichen Befehlsausführung. Da der Prozessor aufgrund seiner geringen Befehlsbreite (16 Bit) keine Möglichkeit zur Auswahl eines Pointers hat, erfolgt dies über ein gesondertes Register, den ARP. Aus dem gleichen Grund kann in einem Befehl auch

keine direkte Speicheradresse verwendet werden. Eine im Befehl angegebene Speicheradresse beschränkt sich auf die unteren 7 Bit - die restlichen (oberen) 9 Bit stehen im Seitenregister (DPR), wodurch eine direkte Adressierung immer im Bereich von 128 Worten erfolgt. Die letzte Gruppe arbeitet mit dem Multiplikationsbefehl zusammen. In TREG0 wird der erste Faktor abgelegt, der zweite Faktor steht im MUL-Befehl, und das Ergebnis erscheint im PREG.

9.2 Das Speichermodell

Die Festkomma-DSPs von TI können einen Daten - und Programmspeicher von jeweils 64k adressieren. Dieser teilt sich in interne und externe Bereiche, wobei die internen unterschiedlich konfigurierbar sind. Wir haben uns für eine Konfiguration entschieden, welche die meisten Anforderungen erfüllt. Sie ist in Bild 2 dargestellt.

9.3 Der Programmspeicher

Als eigentlicher Programmspeicher dient der interne ROM. Der von uns eingesetzte DSP enthält ein Ladeprogramm, mit dem er das eigentliche Programm von einem externen EPROM holen kann. Zur Ausführung schreibt der DSP das Programm in den Bereich ab 800h. Eine externe Programmabarbeitung ist unüblich, da sie durch die Zugriffszeiten zu langsam würde.

9.4 Datenspeicher

Er besteht aus dem großen Bereich, der als SARAM gekennzeichet ist. Dies bedeutet, daß in diesem Bereich nur ein einfacher Zugriff möglich ist. Die DARAM-Bereiche dagegen erlauben einen Doppel-Zugriff (Dual-Access-RAM), so daß sie für Arbeitsvariable geeignet sind. In diesem Speicherbereich kann ein Lesen und Schreiben zeitgleich erfolgen. Eine Besonderheit bilden die Memory-Mapped-Register (MM-Reg.). Hier befinden sich die Arbeits- und Statusregister des Prozessors.

9.5 Der Speicherzugriff

Aus der Beschreibung der Registerstruktur ergeben sich zwei verschiedene Wege des Speicherzugriffes. Der erste Weg ist die direkte Adressierung im Befehl, wobei sich die Adresse aus dem Teil im Befehl und dem Page-Pointer ergibt.

Der zweite Weg ist die indirekte Adressierung. Hierbei wird die Adresse aus dem durch den ARP ausgewählten Pointerregister verwendet.

10. Das Befehlssystem des TMS320C50

Nachdem wir uns mit der Struktur des Prozessors befaßt haben, wenden wir uns nun dem Befehlssystem zu.

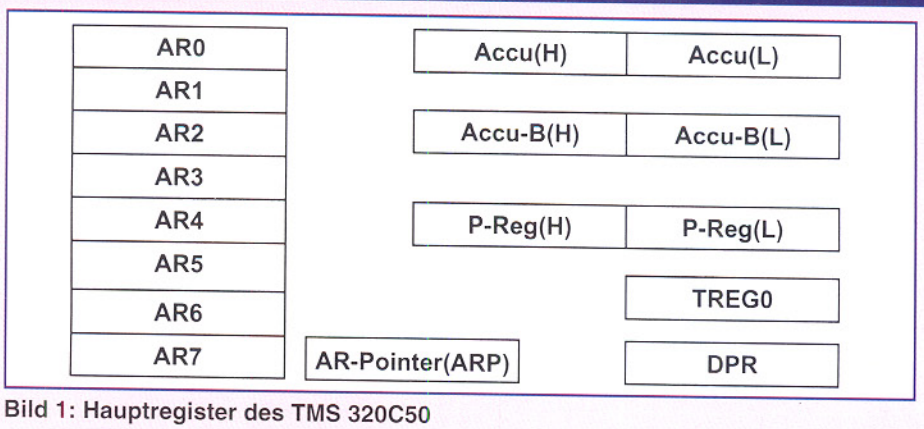


Bild 1: Hauptregister des TMS 320C50

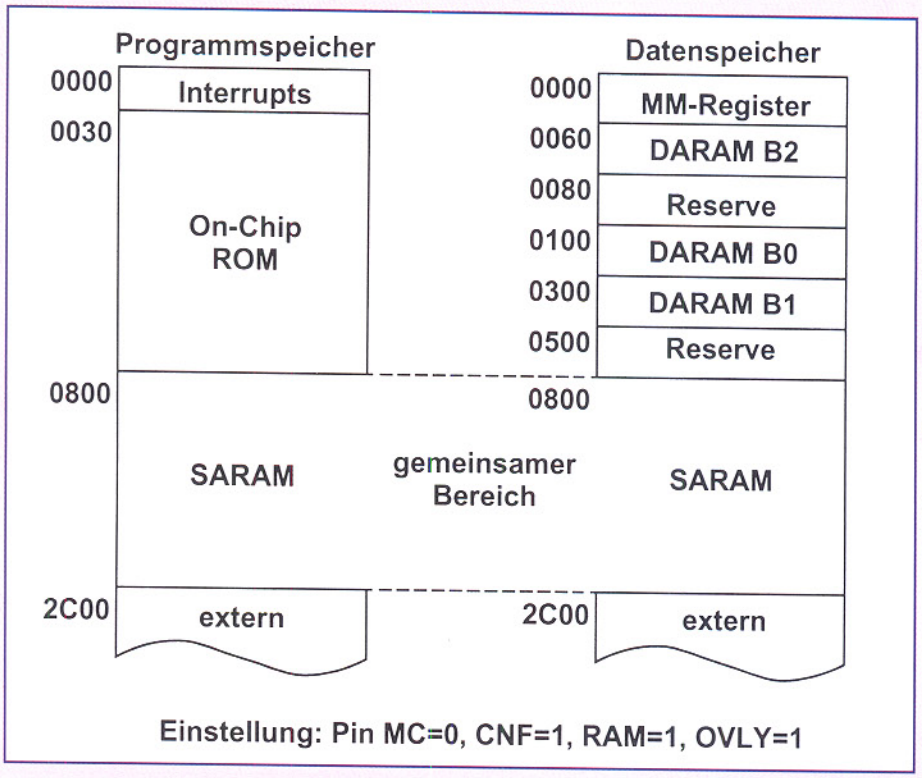


Bild 2: Speichermodell des TMS 320C50

Tabelle 1: Befehlskonstruktionen, die für den größten Teil des Befehlssatzes gelten

	Befehl	Beispiel	
kein Operand		ABS	
ein Operand	dma	ADD	temp1
	#k	MPY	#10
zwei Operanden	ind [,nextARP]	MPYA	*+, AR3
	dma [,shift]	LACC	temp1,5
	#k [,shift]	AND	#0ffh,16
drei Operanden	ind [,shift [,nextARP]]	ADD	*-, 0, AR2
	pma [,ind [,nextARP]]	CALL	m1, *, AR0
		BANZ	anf, *-
	pma, cond1 [,cond2]	BCND	m2, NZ

10.1 Aufbau der Befehlssyntax

Der Aufbau der Assemblerzeile entspricht dem der üblichen Assembler. Es wird keine Groß-/Kleinschreibung unterschieden, die einzelnen Felder sind mit Leerzeichen oder Tabulator zu trennen, und die Marken werden mit einem Doppelpunkt abgeschlossen.

Für die ausführbaren Befehle gilt die Schreibweise im Prozessorhandbuch, die Pseudobefehle sind in der Anleitung zum Assembler zu finden. Da bei letzterem mehrere Varianten gebräuchlich sind, wurden teilweise mehrere Schreibweisen für die gleiche Funktion aufgenommen. Als Beispiel sei dafür genannt die Definition eines Speicherbereiches im Wortformat

durch .BYTE oder DW, wie es beim Microsoft-Assembler üblich ist. Der größte Teil der Befehle läßt sich in einem Grundschema darstellen. Dabei werden zuvor die Abkürzungen geklärt:

dma — direkte Speicheradresse (die unteren 7 Bit)
pma — eine volle Programmadresse
ind — Funktionssysmbol für die indirekte Adressierung (z. B. Post-Increment) des aktuellen Pointerregisters
shift — Anzahl von Bits, die der Operand rechts oder links geschoben wird
#k — eine numerische Konstante
nextARP — Name des Pointerregisters, welches im nächsten Befehl aktiv sein soll
cond — eine Sprungbedingung

Es ergeben sich nun die Befehlskonstruktionen in Tabelle 1, die für den größten Teil des Befehlssatzes gelten.

Bei den Indirekt-Operanden sind 3 Varianten der möglichen 8 besonders häufig in der Anwendung:

* keine Veränderung des aktiven Pointers,
*+ erhöhe den aktiven Pointer um 1,
*- erniedrige den aktiven Pointer um 1.

Nachdem die Befehlskonstruktionen geklärt sind und somit ein erster Eindruck über die Schreibweise vorhanden ist, wollen wir einige Befehlsgruppen schwerpunktmäßig betrachten.

10.2 Ladebefehle (Tabelle 2)

Bis auf wenige Ausnahmen bewegen alle Lade- (LOAD) oder Schreibbefehle (STORE) ein Datum zwischen dem Speicher und einem Register. Im Gegensatz zu anderen Prozessoren ist es nicht an der Stellung der Operanden ersichtlich, von wo nach wo transportiert wird. Hier ist die Stellung der Operanden immer gleich, und der Befehl definiert die Richtung. Auch kommt man schnell zu dem Schluß, daß ein Transport zwischen zwei Registern nicht ohne Probleme möglich ist.

10.3 Arithmetische Befehle (Tabelle 3)

Die arithmetischen Befehle beschränken sich auf Addition, Subtraktion, Multiplikation und Quadrierung. Für diese Operationen ist das Ergebnis immer 32 Bit groß. Leider gibt es in dieser Prozessorfamilie keine Division. Ergänzt wird diese Gruppe durch die zwei einzigen direkten arithmetischen Operationen mit den Pointerregistern.

In der Tabelle 2 gelten dabei alle aufgeführten Operanden-Versionen für die davorstehenden Befehle.

Tabelle 2: die häufigsten Ladebefehle

Befehl	Operanden	Beispiel	Beschreibung
LACC	dma [,shift]	LACC temp1	Laden des Akkumulators vom Speicher
	ind [,shift [,nextARP]]	LACC *+,0,AR2	indirekt vom Speicher
	#k [,shift]	LACC #5	mit 5 durch Shift wird der High-Teil des Accu erreicht
LACL	dma	LACL temp1	Laden des Akkumulators vom Speicher
	ind [,nextARP]	LACL *+ ,AR2	indirekt vom Speicher
	#k	LACL #5	mit 5
SACL	dma [,shift]	SACL temp1	Speichern des Akkumulators nach MEM
	ind [,shift [,nextARP]	SACL *+,0,AR2	indirekt zum Speicher
SACH	.. wie SACL	SACH temp2	Speichern des H-Teil des Accu nach MEM
LAR	ARx, dma	LAR AR1, temp1	Laden des Pointer AR1 vom Speicher
	ARx, ind [,nextARP]	LAR AR3, *+, AR2	indirekt vom Speicher
	ARx, #k	LACL #5	mit 5
SAR	ARx, dma	SAR AR1, temp1	Laden des Pointer AR1 zum Speicher
SAR	ARx, ind [,nextARP]	SAR AR3, *+, AR2	indirekt zum Speicher
LDP	#k oder pma	LDP Block1	Laden des Seitenzeigers
LARP	ARx	LARP AR1	Setzen des Zeigers auf den aktuellen Pointer (ist identisch mit MAR * , ARx)

Tabelle 3: die häufigsten Arithmetik-Befehle

Befehl	Operanden	Beispiel	Beschreibung
ADD	dma [,shift]	ADD temp1	AC := AC + (dma)
SUB	ind [,shift [,nextARP]]	SUB *+,0,AR2	AC := AC - (mem(aktiven Pointer))
MPY	#k [,shift]	MPY #5	PREG := TREG0 * Konstante
ADDC	dma [,shift]	ADDC temp1	AC := AC + (dma) + CY
SUBB	ind [,shift [,nextARP]]	SUBB *+,0,AR2	AC := AC - (mem(aktiven Pointer) -CY
ADRK	#k	ADRK #16	aktives Pointerregister + 16
SBRK	#k	SBRK #2	aktives Pointerregister - 2

Tabelle 4: die wichtigsten Logik-Befehle

Befehl	Operanden	Beispiel	Beschreibung
AND	dma [,shift]	AND temp1	AC := AC .AND. (dma)
OR	ind [,nextARP]	OR *+,AR2	AC := AC .OR. (mem(aktiven Pointer))
XOR	#k [,shift]	XOR #5	AC := AC .XOR. 5
APL	#k, dma [,shift]		
OPL	#k, ind [,nextARP]	OPL #10h,flag1	(flag1) := (flag1) OR 10h
XPL			
BSAR	#k	BSAR #8	AC := AC shift right 8 (arithm./logisch)
SFL	keine	SFL	AC := AC shift left 1
SFR		SFR	AC := AC shift right 1

10.4 Logische Befehle (Tabelle 4)

Die logische Verarbeitung der Daten beschränkt sich auf die Grundfunktionen AND, OR, XOR. Diese drei Befehle können außer mit dem Akkumulator auch direkt mit einer Speicherzelle ausgeführt werden.Das ist aber zeitlich nur sinnvoll mit dem internen DARAM. In diese Gruppe fallen außerdem die Verschiebebefehle.

10.5 Programmverzweigungen und Wiederholungen (Tabelle 5,6)

Die Gruppe der Programmverzweigungen und Unterprogrammaufrufe ist bei diesem Prozessor sehr komfortabel. Außer den üblichen Sprüngen besteht auch die Möglichkeit des bedingten Unterprogrammrufes, der bedingten Rückkehr vom Unterprogramm und der bedingten Befehls-

ausführung. Die Befehle lassen meist die Angabe zweier Bedingungen zu, wobei sich von den möglichen 13 Sprungbedingungen sechs auf den Akkumulator, sechs auf Flags und eine Bedingung auf einen Prozessorpin beziehen. Für die Unterprogrammaufrufe steht ein interner Stack mit 8 Ebenen zur Verfügung. Durch diesen relativ geringen Umfang ist bei der Programmierung eine Datenübergabe über den Stack bzw. ein Halten temporärer Variablen im Stack nicht sinnvoll.

Zu dieser Gruppe zählen ebenfalls die Schleifenbefehle. Einer steht bereits bei den bedingten Sprüngen. Der BANZ hat den Vorteil, das er mehrfach geschachtelt werden kann, da er sich auf die Pointerregister bezieht. Sein Nachteil ist allerdings der Zeitbedarf für die Schleifenorganisation. Aus diesem Grund existiert noch ein Repeat-Befehl und ein Befehl für die Wiederholung eines Blockes, die hardwaremäßig organisiert werden.

10.6 Die Status- und Steuerregister des DSP (Tabelle 7)

Für die Funktion des DSP und einiger Befehle ist eine Anzahl von Spezialregistern erforderlich. Diese befinden sich auf den unteren Adressen des Datenspeichers auf der Zero-Page. Die hier gebotene Auswahl beschränkt sich dabei auf einige Grundfunktionen, die für die Programmierung später benötigt werden.

10.7 Das Befehlspipelining

Zur Erreichung des hohen Befehlsdurchsatzes wird in den DSPs eine verschachtelte Ausführung der Befehle realisiert. Das bedeutet, daß während der Ausführungsphase eines Befehls bereits der nächste geholt und decodiert werden kann.

Ein einfaches Pipelining besteht meist aus den Stufen Befehl holen, Befehl decodieren, Operanden holen, Operation ausführen und Ergebnis ablegen. Jeder Befehl muß diese Stufen durchlaufen. Die Folge ist aber, daß ein Befehl, der ein Ergebnis im Speicher ablegen soll, in der Stufe „Ausführen" ist und der Folgebefehl in der Stufe „Operanden holen" bereits auf das Ergebnis zugreifen möchte.

Um diesen Konflikt zu lösen, nutzt man zwei Wege. Ein Weg überträgt dem Programmierer den Ausschluß dieses Konfliktes, das bedeutet, daß der verwendetete Compiler solche Fälle erkennen muß und durch Umsortieren von Befehlsfolgen oder Einfügen von NOPs dies behebt. Bei dem anderen Weg werden diese Fälle von der Hardware erkannt und die Bearbeitung der folgenden Befehle verzögert.

Beim TMS320C50 werden beide Wege benutzt. Bei der normalen Befehlsausführung überwacht der Prozessor diese Fälle, während bei Zugriffen auf die Zero-Page (Steuerregister) zu beachten ist, daß die Wirkung der Operation erst ein oder zwei Befehle verspätet eintritt.

Für den Fall der Sprünge, die zwar keinen Datenkonflikt hervorrufen aber schon ein Stück auf dem „falschen Weg" arbeiten, wird entweder das Ende des Sprungbefehles abgewartet oder diese Eigenschaft gezielt in das Programm mit einbezogen.

Für letzteren Fall existiert für alle Verzweigungsbefehle ein gesonderter Befehlsaufruf. Das in Tabelle 8 dargestellte kurze Programm soll dies verdeutlichen. Es handelt sich dabei um eine Division durch eine Subtraktionsschleife.

Nachdem wir die wesentlichen Aspekte der Programmierung von DSPs beleuchtet haben, folgt in Kapitel 11 die Vertiefung anhand praktischer Programmierbeispiele. ELV

Tabelle 5 : die wichtigsten Verzweigungs-Befehle

Befehl	Operanden	Beispiel	Beschreibung
B	pma, [ind [,nextARP]]	B marke1	unbedingter Sprung zur Marke1
BANZ	pma, [ind [,nextARP]]	BANZ marke1, *-	Sprung zu Marke1, wenn aktives Pointerregister <>0 , aktiver Pointer - 1
BCND	pma, [cond1 [,cond2]]	BCND marke1, LT	Sprung zu Marke1, wenn AC < 0
CALL	pma, [ind [,nextARP]]	CALL m2	Unterprogrammruf ab m2
CC	pma, [cond1 [,cond2]]	CC m2, NEQ	Unterprogrammruf ab m2, wenn AC<>0
RET		RET	Rückkehr vom Unterprogramm
RETC	cond1 [,cond2]	RETC EQ	Rückkehr vom Unterprogramm, wenn AC=0
XC	k, cond1 [,cond2]	XC 1, NEQ	Führt den nächsten Befehl aus (1 Wort - k=1), wenn die Bedingung wahr ist

Tabelle 6 : die Wiederholungs-Befehle

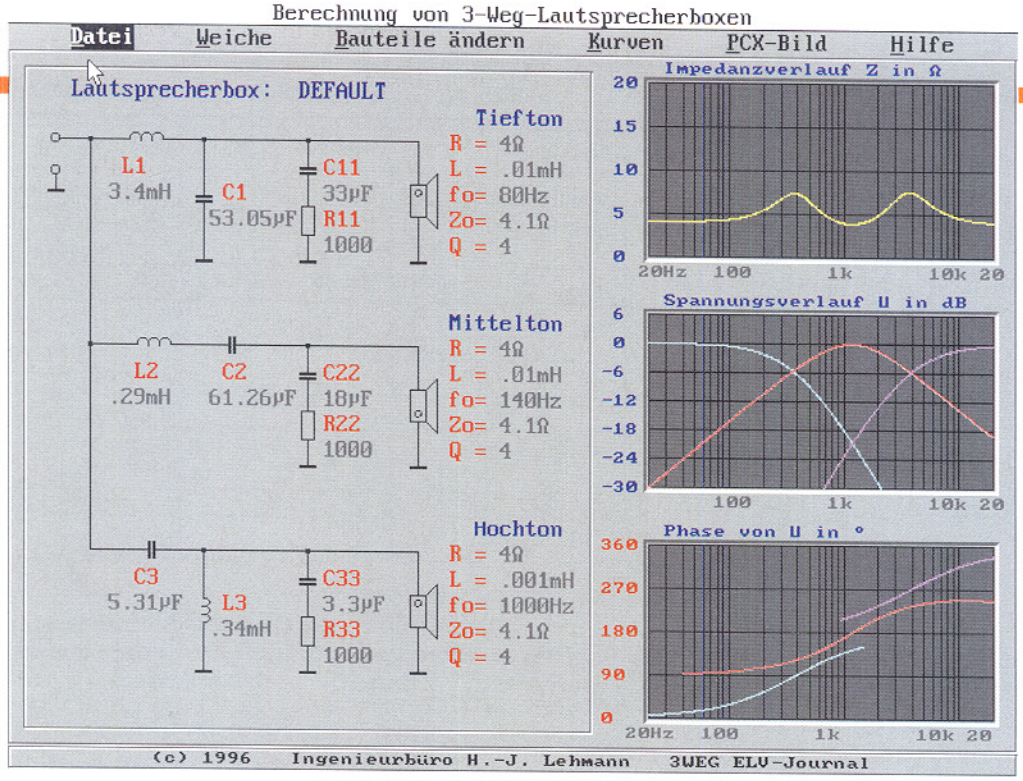
Befehl	Operanden	Beispiel	Beschreibung
RPT	dma	RPT temp2	Der Folgebefehl wird entprechend dem direkt oder indirekt angebenen Wert+1-mal wiederholt
	ind, [,nextARP]	RPT *	
	#k	RPT #127	
RPTB	pma	RPTB marke3	Es werden die im Bereich zwischen dem Befehl und der durch pma angegebenen Endadresse stehenden Befehle wiederholt. Die Anzahl steht in einem speziellen Register (BRCR)

Tabelle 7 : einige Status- und Steuerregister

Name	Adresse	Funktion
IMR	04h	Interruptmasken-Register zur Freigabe der Interrupts
PMST	07h	Prozessor-Mode-Status-Register
BRCR	09h	Zähler für den Block-Repeat-Befehl
TIM	24h	Timer-Register
PRD	25h	Periodenregister des Timer
TCR	26h	Steuerregister des Timer
PDWSR	28h	Wait-Zyklenregister für Programm- und Datenspeicher (extern)
IOWSR	29h	Wait-Zyklenregister für I/O-Kanäle
CWSR	2ah	Steuerregister für Waitstates

Tabelle 8

```
; Division   AR0 := ACC / tmp0
     larp    ar0                  ; aktives Pointerregister = AR0
     lar     ar0,#0               ; AR0 als Zähler mit 0 laden
kfkt3:       bcndd  kfkt3,gt; Sprung zu kfkt3, wenn AC>0
; diese zwei Befehle werden vor Ausführung des Sprunges abgearbeitet !!
     sub     tmp0                 ; AC := AC - tmp0
     adrk    #1                   ; erhöhe Zähler in AR0
;
     sbrk    #1                   ; Befehl nach dem Sprung! (Korrektur des Zählers)
```



Frequenzweichen-Simulation „3Weg"

Schnelle und komfortable Berechnung von Frequenzweichen für 3-Weg-Lautsprecherboxen

Allgemeines

Das Frequenzweichen-Simulationsprogramm „3WEG" dient zur schnellen Ermittlung des elektrischen Verhaltens von Standard-3-Wege-Lautsprecherboxen. Über die Funktionen zur reinen Berechnung der Frequenzweiche hinaus bietet das Programm „3WEG" die Möglichkeit, Fehler oder Abweichungen in den Frequenzbereichen sowie deren mögliche Folgen zu zeigen.

Ziel der Softwareentwicklung war es, die sehr zeitaufwendigen Messungen von Spannungs- und Phasenverläufen durch eine gute Simulation auf den Rechner zu versetzen. Das Programm ermittelt die Spannungsverläufe an den drei Lautsprechern sowie die zugehörige Phasenlage zum Eingangssignal und darüber hinaus auch den Impedanzverlauf und dessen Phase.

Außerdem werden die Eigenschaften der Lautsprecher in Näherung mit Hilfe eines Ersatzschaltbildes simuliert. Bei geschlossenen Hoch- oder Mittel-Lautsprechern können die Herstellerangaben übernommen werden. Für offene Lautsprechersysteme, bei denen das Volumen und die Bedämpfung der Box maßgeblichen Einfluß auf die Charakteristik haben, muß der Impedanzverlauf ermittelt werden, wenn die Resonanzfrequenz und die Güte der Resonanzstelle unbekannt sind, um so zu einer optimal dimensionierten Frequenzweiche zu kommen.

Grundlagen

HiFi-Lautsprecher sollen möglichst ungerichteten Schall abstrahlen. Dies ist jedoch mit einem einzigen System über den gesamten Frequenzbereich von 20 Hz bis 20 kHz nur schwer zu erreichen. Die Größe des Lautsprechers hat, abhängig von der Wellenlänge zu hohen Frequenzbereichen hin, immer eine Bündelung der Schallenergie zur Folge. Eine großflächige Membran, die für die Tieftonwiedergabe notwendig ist, kann keine gleichmäßige Richtcharakteristik auf allen Frequenzen erzielen. Aus diesem Grunde ist eine Aufteilung des Übertragungsbereiches auf mehrere Lautsprecher erforderlich. Drei Lautsprecher stellen dabei einen guten Kompromiß zwischen Anzahl der Chassis und möglicher Fehler der Weiche dar. Auf diese Weise erreicht man eine Spannungsverteilung auf die für die Schallabstrahlung im Teil-Frequenzbereich jeweils optimal gestalteten Lautsprecher. Dabei unterscheidet man im wesentlichen zwischen Weichenarten erster, zweiter oder dritter Ordnung mit einer Flankensteilheit von 6, 12 bzw. 18 dB/Oktave.

Die Folgen dieser Aufteilung sind dann Amplituden- und Phasenfehler bei der Schallabstahlung, da sich zum einen keine idealen Weichen mit unendlicher Steilheit, verbunden mit linearem Phasenverlauf realisieren lassen, zum anderen aber auch jeder Lautsprecher für sich einen anderen Phasen- und Amplitudenverlauf besitzt. Schallpegeladditionen mit unterschiedlichen Systemen führen dann zwangsläufig zu Pegelschwankungen im Übertragungsverhalten und zu Bündelungen oder Auslöschungen in Abhängigkeit vom Hörort.

Wichtiger als die Phasenfehler über den gesamten Frequenzbereich sind jedoch die Phasendifferenzen zwischen den einzelnen Lautsprechern an den beiden Grenzfrequenzen, da hier in jedem Fall ein relativ großer Überlappungsbereich entsteht.

Selbst wenn die Weiche optimal gestaltet wird, erzeugen die Fehler der Lautsprecher z. B. durch Resonanzstellen und Schwingspulen-Induktivitäten wiederum Amplituden- und Phasenfehler, die u. U. zu Überlastung der Schwingspule oder sogar zur mechanischen Zerstörung der Lautsprechermembran führen können.

Der hohe Widerstand an der Eigenresonanzstelle des Lautsprechers kann zu Spannungsüberhöhungen führen. Mit Hilfe des Frequenzweichen-Simulationsprogramms „3WEG" ist es möglich, diese Gefahr zu erkennen und ggf. durch Ver-

schiebung der Grenzfrequenz oder durch zusätzliche Bedämpfung des Gehäusevolumes zu beseitigen.

Überdies ist besonderes Augenmerk auf den induktiven Anteil der Lautsprecherimpedanz zu legen. Die Weiche arbeitet nicht auf einem ohmschen Widerstand, sondern auf einen induktiven Anteil, der mit steigender Frequenz hochomiger wird. Das gesamte Dämpfungsverhalten der Weiche kann sich dadurch verändern. Im Tieftonbereich ist dieses Verhalten relativ unkritisch, da der Kondensator des LC-Tiefpasses ohnehin für hohe Frequenzen nahezu einen Kurzschluß darstellt. Im Mitteltonbereich dagegen entsteht ein induktiver Spannungsteiler, der die Wirkung des Bandpasses außer Kraft setzt.

Um zu einer optimalen Dimensionierung einer Frequenzweiche zu kommen, sind, wie vorstehende Erläuerungen zeigen, vielfältige Parameter zu berücksichtigen, wobei ein modernes Simulationsprogramm gute Dienste leisten kann.

Berechnungen

Für die optimale Dimensionierung von Frequenzweichen steht auf dem Bildschirm das gesamte Schaltbild der Frequenzweiche sowie eine grafische Darstellung der Impedanz-, Phasen- und Spannungsverläufe an den Lautsprechern zur Verfügung. Die Verläufe ermöglichen dabei die sofortige Kontrolle der vorgenommenen Dimensionierung.

Für die Berechnung der Frequenzweiche müssen im ersten Schritt die gewünschten Grenzfrequenzen, z. B. 200 Hz und 4 kHz vorgegeben werden. Durch das selektive Verändern der RLC-Glieder direkt in der Schaltung, läßt sich nun die optimale Dimensionierung der Bauteile ermitteln. Hierzu wird das entsprechende Bauteil einfach mit der Maus ausgewählt und der neue Wert eingegeben. Die Auswirkung ist daraufhin sofort in den Impedanz-, Phasen- und Spannungsverläufen erkennbar. Die Realisierung von Filtern mit hoher Güte ist somit auch ohne große Vorkenntnisse sehr einfach und schnell möglich. Die Berechnung der Filter kann wahlweise nach dem Butterworth- (-3dB oder -6dB), Linkwitz- oder Besselverfahren erfolgen. Die so berechneten Filter verfügen dabei über eine unterschiedliche Flankensteilheit und Welligkeit sowie über einen entsprechenden Durchlaßbereich. In der Praxis wird häufig ein Butterworth-Filter eingesetzt.

Verläufe

Zur direkten Kontrolle der Dimensionierung werden die sich ergebenden Impedanz-, Phasen und Spannungsverläufe sofort in grafischer Form ausgegeben. Die Darstellung kann dabei parallel zur Schaltung in verkleinerter Form oder auf dem gesamten Bildschirm erfolgen. Die Verläufe lassen sich schließlich auf Wunsch auch als PCX-Datei speichern. Dies ermöglicht eine problemlose Übernahme in andere Programme, beispielsweise zur Dokumentation der Berechnungen mit einer Textverarbeitung.

Mit dem Programm „3WEG" lassen sich folgende elektrische Eigenschaften der Frequenzweichen in grafischer Form darstellen:

- Impedanzverläufe der drei Lautsprecher mit Entzerrer
- Impedanzverlauf von Z
- Phasenverlauf von Z
- Spannungsverläufe an den drei Lautsprechern
- Phasenverläufe der Spannungen an den drei Lautsprechern

Durch die direkte Gegenüberstellung der Schaltung mit den aus den Berechnungen resultierenden Verläufen ist das Programm „3WEG" nicht nur ausgesprochen hilfreich, sondern auch hervorragend für Lernzwecke geeignet, da es die Zusammenhänge und Unterschiede der einzelnen Verfahren anschaulich verdeutlicht.

Installation

Das Programm „3WEG" kann in kürzester Zeit auf dem PC eingerichtet werden. Hierzu wird auf der Programmdiskette einfach das Programm „Install" gestartet. Daraufhin werden das Programm und einige Beispiele automatisch auf die Festplatte kopiert.

Start und Steuerung

Nach der Installation kann das Programm sofort durch die Eingabe „3WEG" und Bestätigen mit der Enter-Taste gestartet werden. Danach werden die grafische Benutzeroberfläche aufgebaut und die Filterschaltung auf dem Bildschirm ausgegeben. Zusätzlich werden die Impedanz-, Phasen- und Spannungsverläufe in verkleinerter Form dargestellt. Für die Steuerung des Programms empfiehlt sich der Einsatz einer Maus, da hierdurch sehr schnell die Auswahl der einzelnen Bauteile in der Schaltung für eine Veränderung der Dimensionierung möglich ist. Über das Menüsystem lassen sich auf einfache Weise alle Einstellungen für Frequenzweichen laden und speichern. So können beispielsweise bestehende Frequenzweichen nachträglich weiter optimiert werden. Die Funktion „Weiche" ermöglicht die komfortable Auswahl des Berechnungsverfahrens (Butterworth, Linkwitz, Bessel), um das Filter auf die eigenen Bedürfnisse optimal anzupassen.

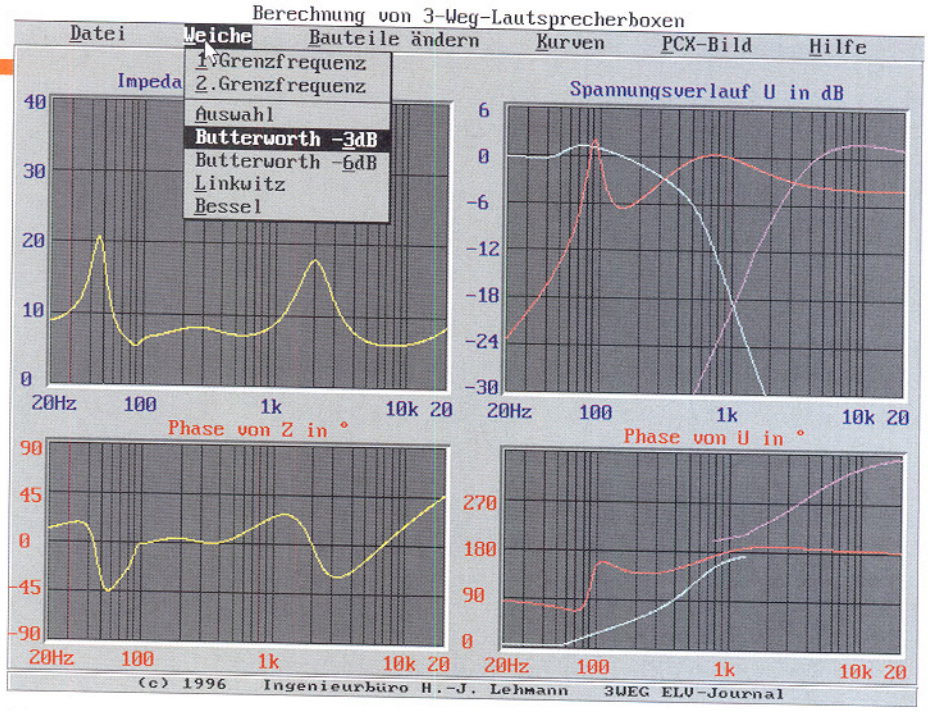
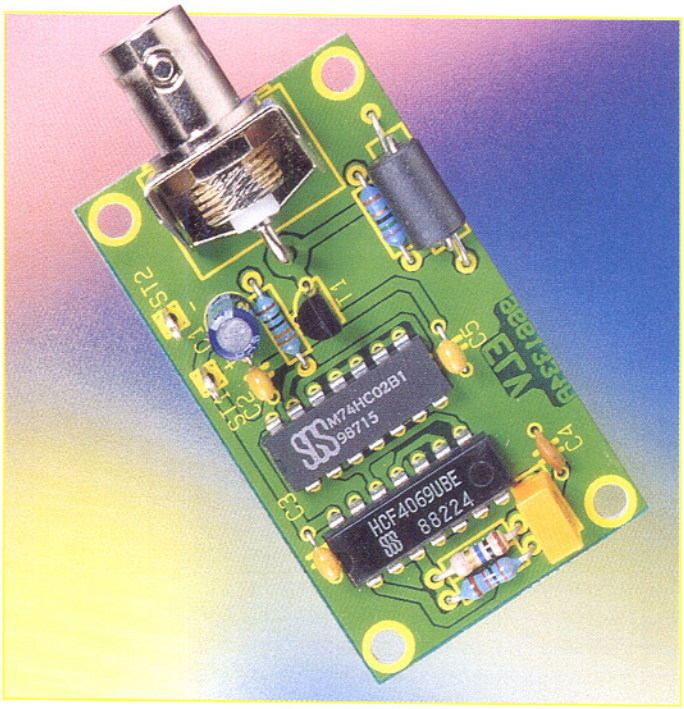


Bild 1: Darstellung der mit dem Programm erstellbaren Kurvenverläufe

Systemvoraussetzungen

Für den Einsatz des Programms „3WEG" ist ein PC mit VGA-Grafikkarte erforderlich, damit die Schaltung und alle Verläufe in übersichtlicher Form dargestellt werden können. Für das schnelle Arbeiten mit der grafischen Benutzeroberfläche empfiehlt sich der Einsatz einer Maus. Das Programm kann aber auch über die Tastatur gesteuert werden. Die im Programm vorgenommenen Berechnungen sind nicht nur sehr hilfreich, sondern vermitteln gleichzeitig auch einen praxisbezogenen Einblick in die Zusammenhänge von passiven Filterschaltungen. Das Programm „3WEG" eignet sich somit auch hervorragend für Lernzwecke. Durch die übersichtliche Gestaltung und die sehr komfortable Bedienung des Programms können dabei alle Funktionen in kürzester Zeit vollständig genutzt werden. ELV

Spike-Generator



Zur einfachen und schnellen Überprüfung bereits verlegter Koaxkabel oder verdrillter Leitungen in Verbindung mit einem Oszilloskop dient diese kleine Schaltung.

Allgemeines

Unterbrechungen oder Kurzschlüsse von Leitungen sind mit einem handelsüblichen Multimeter problemlos feststellbar. Im Bereich der Hochfrequenz-Technik spielt jedoch die Homogenität der Leitungen eine wesentliche Rolle. Quetschungen der Kabel sowie fehlende oder falsche Abschluß-Widerstände können zu erheblicher Beeinträchtigung der Signal-Übertragung führen.

Um hier eine kostengünstige Lösung bereitzustellen, hat ELV diesen kleinen Spike-Generator entwickelt, mit dem unter Zuhilfenahme eines Oszillokops eine einfache, schnelle und relativ genaue Messung und Beurteilung entsprechender Leitungen möglich ist.

Zum besseren Verständnis der Funktion wenden wir uns zunächst einigen theoretischen Vorbetrachtungen zu.

Grundlagen

Koaxkabel sowie verdrillte Leitungen besitzen einen definierten Wellenwiderstand, der abhängig von der Geometrie, vom Durchmesser der Leiter, dem Abstand der Leiter sowie vom Dielektrikum ist und vielfach Standardwerte von 50, 75 oder 100 Ω aufweist. Jede Änderung dieses Wellenwiderstandes innerhalb einer Leitung führt zu mehr oder weniger starken Reflexionen des transportierten Signals und damit zur Minderung der Übertragungsqualität.

Ursachen für die Änderung des Wellenwiderstandes können Quetschungen oder Dehnungen des Kabels sein, was z. B. in der Praxis oft vorkommt, wenn Koaxkabel scharf um Ecken geknickt werden. In diesen Fällen verändert sich die Geometrie sowie der Abstand der Leiter zueinander und dadurch auch der Wellenwiderstand.

Eine andere Ursache für Reflexionen ist z. B. das Zusammenschalten von Leitungen oder Komponenten mit unterschiedlichen Wellenwiderständen - so z. B. beim Einsatz verschiedener Kabeltypen oder Koax- und BNC-Steckverbindungen mit abweichendem Wellenwiderstand.

Besonders nachteilige Auswirkungen auf die Signalübertragung hat das Zusammenschalten von zwei oder drei Koaxkabeln über Lüsterklemmen. Solche Verbindungen führen zu massiven Reflexionen, und das am Leitungseingang hineingesandte Signal steht nicht, wie gewünscht, am anderen Ende zur Verfügung, sondern wird zu einem großen Teil an der Verbindungsstelle reflektiert und zurück zum Eingang geschickt.

Auch kann es zu nennenswerten Verlusten kommen, wenn das angesetzte Kabel einen anderen Wellenwiderstand besitzt als die zu verbindenden Geräte. Wird z. B. ein Funkgerät mit 50Ω-Ausgang über ein gebräuchliches 75Ω-Koaxkabel mit einer Senderantenne verbunden, die über einen 50Ω-Anschluß verfügt, reduziert sich durch die doppelte Fehlanpassung die mögliche abgestrahlte Sendeleistung ganz erheblich gegenüber der Verbindung mit einem optimal angepaßten 50Ω-Kabel.

Im Bereich der Computer-Technik, und hier insbesondere bei Netzwerken, spielt des weiteren der Leitungsabschluß eine wichtige Rolle. Gar nicht oder falsche ab-

Tabelle 1

• $Z_1 = Z0$	→	angepaßte,	r = 0, keine Reflexion
• $Z_1 = \infty$	→	Leerlauf,	r = 1, Totalreflexion
• $Z_1 = 0$	→	Kurzschluß,	r = -1, inverse Totalreflexion
• $Z_1 = 75\Omega$, $Z_0 = 50\Omega$	→		r = 0.2, 20% Reflexion

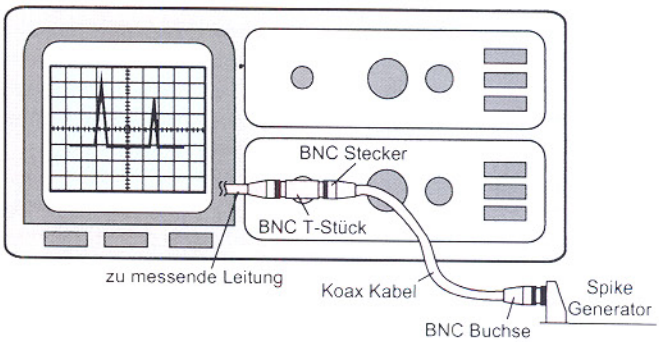


Bild 1: Für den Test einer Leitung werden der Spike-Generator, das Oszilloskop sowie das zu messende Kabel in der skizzierten Form verbunden.

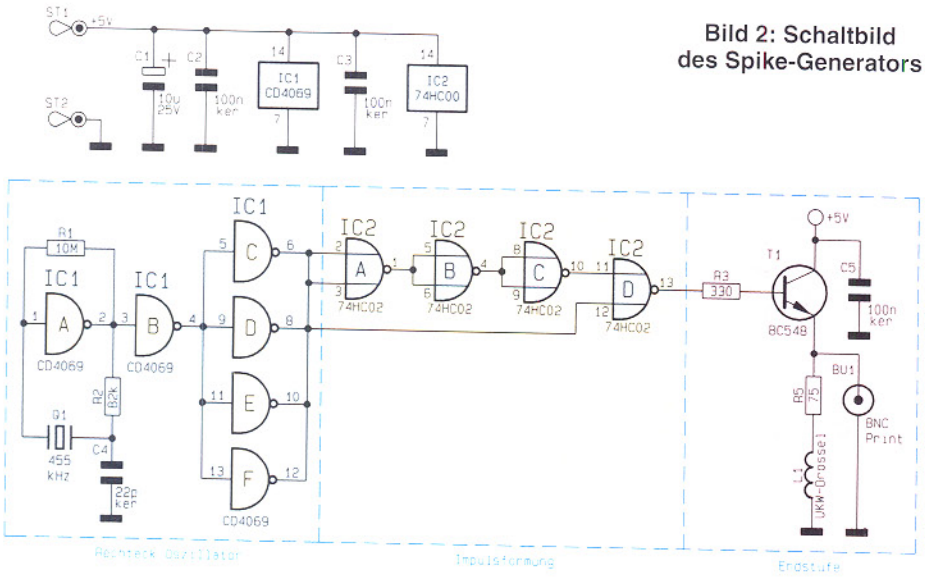


Bild 2: Schaltbild des Spike-Generators

geschlossene Netzwerkleitungen können erhebliche Störquellen darstellen.

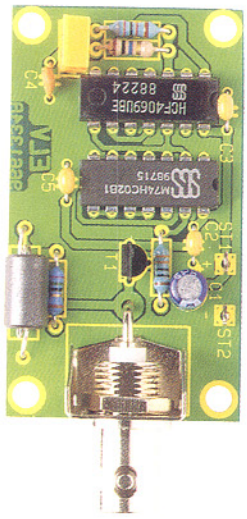
Der Reflexionsfaktor (von -1 bis +1) gibt dabei an, wieviel vom Signal reflektiert wird und berechnet sich nach folgender Formel:

$$r = \frac{(Z_l - Z_0)}{(Z_l + Z_0)}$$

Daraus ergeben sich z. B. die Werte gemäß Tabelle 1.

Testablauf

Für den Test einer Leitung werden der Spike-Generator, das Oszilloskop sowie das zu messende Kabel wie in Bild 1 skizziert verbunden und das Oszilloskop auf eine vertikale Teilung von 1V/cm und eine horizontale Teilung von 200ns/cm oder 250ns/cm eingestellt.



Ansicht der fertig bestückten Platine

Der Spike-Generator sendet ca. alle 2,2 µs einen 25 ns breiten Impuls mit einer Amplitude von 4 V aus. Auf dem Oszilloskop sind nun der ausgesendete Impuls sowie eventuelle Reflexionen sichtbar. Aus Höhe und dem zeitlichen Abstand dieser Impulse ist nun die Art der Störung abschätzbar.

Im Normalfall, d. h. bei einwandfreier Leitung, dürfen neben dem ausgesendeten Impuls keine weiteren Impulse sichtbar sein. Jeder zusätzliche Impuls deutet auf eine Störung der Homogenität der Leitung hin. Die Polarität des reflektierten Impulses gibt Aufschluß über die Art der Störung.

Ein negativer Impuls deutet auf einen Kurzschluß der Leitung hin. Über den zeitlichen Abstand zum ausgesendeten Impuls kann außerdem die Entfernung der Störstelle zum Oszilloskop nach folgender Formel berechnet werden:

$$s \approx 0{,}935 \frac{m}{ns} \cdot \Delta t$$

Stückliste: Spike-Generator

Widerstände:

75Ω	R5
330Ω	R3
82kΩ	R2
10MΩ	R1

Kondensatoren:

22pF/ker	C4
100nF/ker	C2, C3, C5
10µF/25V	C1

Halbleiter:

CD4069	IC1
74HC02	IC2
BC548	T1

Sonstiges:

Keramikschwinger, 455kHz	Q1
UKW-Breitbanddrossel, 1,5 Windungen	L1
BNC-Einbaubuchse, print	BU1
2 Lötstifte mit Lötöse	

Dabei gibt s die Entfernung in Metern an und für Δt wird der Abstand der Impulse in ns eingesetzt.

Auf diese Weise kann eine eventuelle Störung, die Art der Störung und sogar die ungefähre Entfernung dieser Störstelle bestimmt werden.

Schaltungsbeschreibung

Die Schaltung des Spike-Generators besteht aus drei wesentlichen Bereichen:

Zum einen ist hier der aus IC 1 aufgebaute 455kHz-Rechteckgenerator mit nachgeschalteter Pufferstufe (Gatter C, D, E, F) zu nennen.

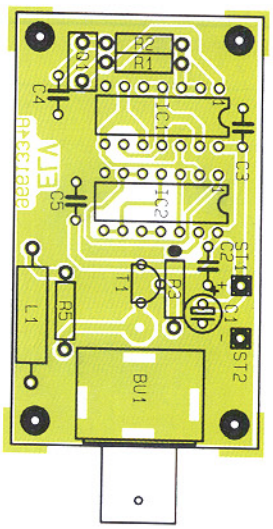
Zum anderen besteht die Schaltung aus der mit IC 2 gebildeten Impulsformung, die aus jeder High-Low Flanke des Rechteck-Signals durch Ausnutzung der Gatterlaufzeit einen ca. 25ns breiten Impuls erzeugt.

Dieser Impuls wird über die Endstufe, die den dritten wichtigen Schaltungsteil darstellt auf die angeschlossene Leitung gegeben.

Nachbau

Da die Schaltung aus nur wenigen Komponenten besteht, gestaltet sich der Nachbau recht einfach. In bewährter Weise werden zuerst die Widerstände, gefolgt von den Kondensatoren anhand der Stückliste und des Bestückungsplanes eingesetzt und verlötet, gefolgt vom Einbau der restlichen Bauteile.

Nachdem alle Bauelemente eingesetzt, verlötet und die überstehenden Drahtenden abgeschnitten sind, kann die 5V-Betriebsspannung angelegt und der Spike-Generator in Betrieb genommen werden.



Bestückungsplan des Spike-Generators

ELV-Fuzzy-Controller

Der vierte und abschließende Teil dieser Artikelserie befaßt sich mit der weiteren Funktionsweise der Windows-Software und den Möglichkeiten zur Konfiguration des Fuzzy-Controller-Boards.

Software

Das Hauptmenü und die Systemansicht der Fuzzy-Controller-Software wurde im zweiten Abschnitt des vorangegangenen Artikels (ELV 5/96) vorgestellt. Eine Einführung in die Leistungsmerkmale der Software und die daraus resultierenden Möglichkeiten bietet die folgende Beschreibung.

Ein- und Ausgänge

Zu Beginn der Erstellung eines Regelsystems ist vom Anwender die Zahl der Ein- und Ausgänge sowie die Interface-Art (analog oder digital) festzulegen. Entscheidet er sich für das Analog/PWM-Interface, stehen ihm zwei Regler mit maximal je acht Eingängen zur Verfügung.

Per Software können diese Eingänge in beliebiger Weise mit den acht analogen Eingängen (AIN0 bis AIN7, siehe Schaltplan ELV 3/96) verbunden werden, wobei auch mehrere Regler-Eingänge von Regler A und B einem analogen Eingang zuzuordnen sind.

Die Ausgabe der berechneten Reglerwerte erfolgt zum einen über die analogen Ausgänge (OUT A/B) und zum anderen über das PWM-Interface (PWM 1/2). Dieses gibt zusätzlich ein Vorzeichenbit (ST 2/3) aus, wenn der Grundbereich der linguistischen Ausgangsvariable bipolar ist.

Wählt der Anwender statt dessen das Mikrocontroller-Interface, so stehen ihm ebenfalls zwei Regler mit je acht Eingängen und einem Ausgang zur Verfügung. Die Übermittlung von Daten erfolgt hier jedoch über eine 8 Bit breite Schnittstelle. Mit dem dazugehörigen Interface-Protokoll (siehe ELV 5/96) wird festgelegt, in welcher Form der Datenaustausch abläuft.

Zugehörigkeitsfunktionen

Stehen die Ein- und Ausgänge sowie das Interface fest, können die Zugehörigkeitsfunktionen erstellt werden. Hierfür bietet das Programm einen Zugehörigkeitsfunktions-Editor (siehe Abbildung 1). Mit ihm kann der Grundbereich (unipolar oder bipolar), die Zahl und die Namen der Zugehörigkeitsfunktionen sowie deren Form festgelegt werden.

Darüber hinaus ist es möglich, Zugehörigkeitsfunktionen unter der Angabe von Form (Dreieck, Trapez, Singleton) und Grad der Überlappung automatisch zu generieren.

Um ein Höchstmaß an Flexibilität zu erreichen, kann jede linguistische Variable bis zu elf Zugehörigkeitsfunktionen besitzen. Insgesamt sind 86 Zugehörigkeitsfunktionen reglerübergreifend verfügbar. Jede von ihnen ist als Dreieck, Trapez oder Singleton (nur für linguistische Ausgangsvariablen) zu definieren.

Die Änderung einer Zugehörigkeitsfunktion erfolgt entweder über die direkte Eingabe von Werten oder durch graphisches Editieren mit Hilfe des Mauszeigers. Zum Wechsel zwischen den beiden Reglern (A und B) dienen die in der linken unteren Ecke des Editorfensters befindlichen Reiter (siehe Abbildung 1).

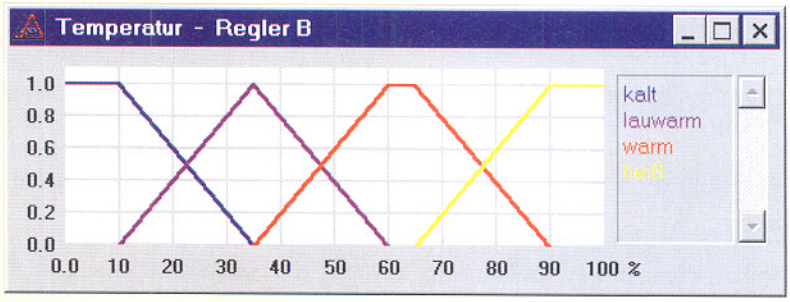


Bild 2: Beispiel für die graphische Darstellung einer linguistischen Eingangsvariable mit unipolarem Grundbereich

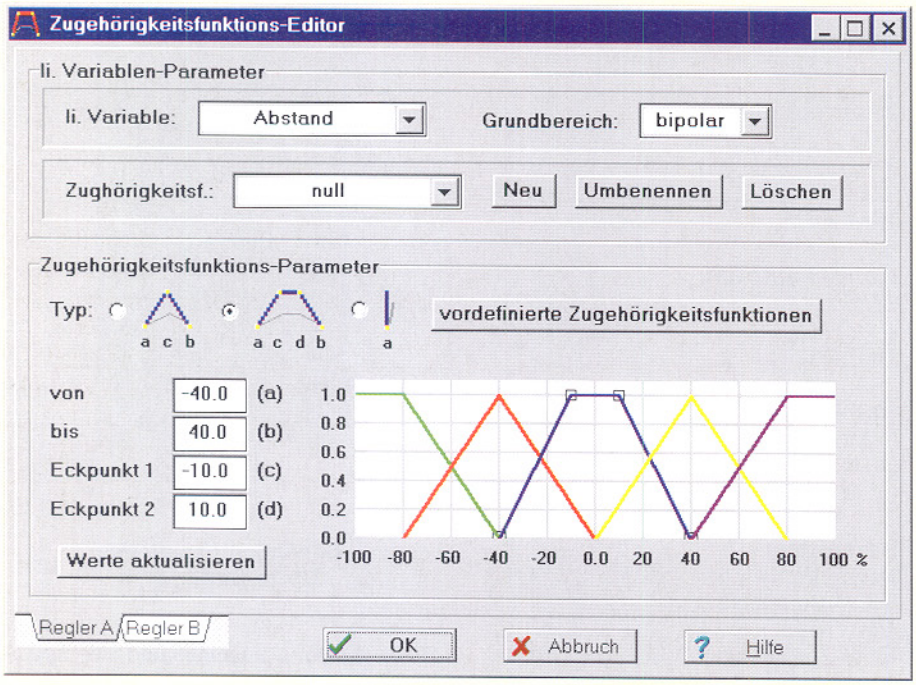


Bild 1: Zugehörigkeitsfunktions-Editor

Regeln

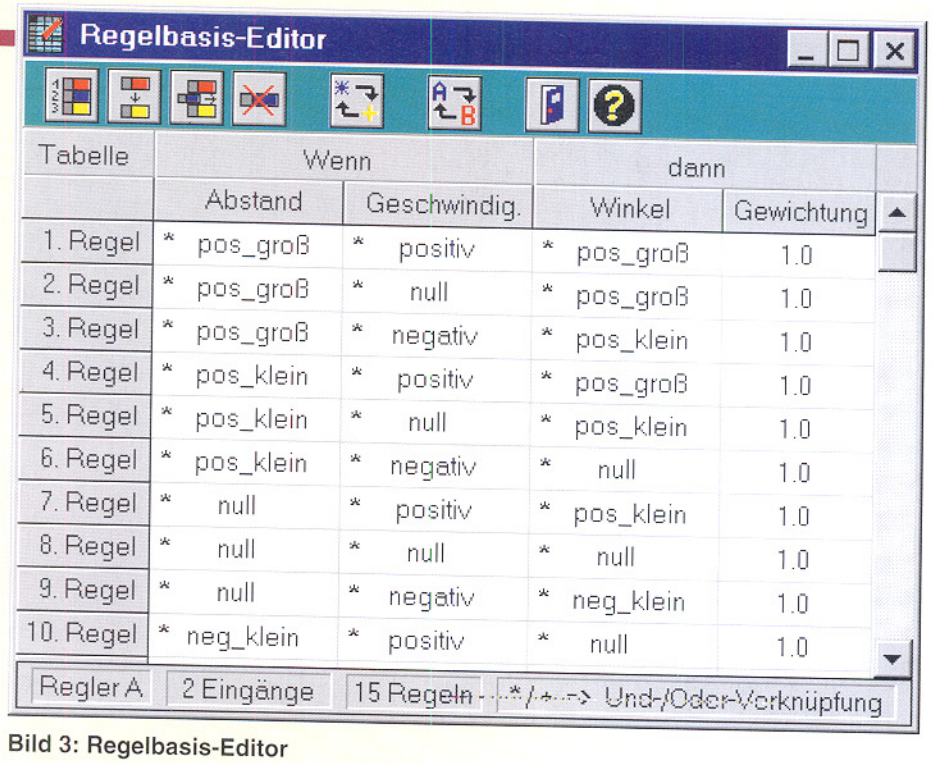
Nach der Definition der Zugehörigkeitsfunktionen sind im nächsten Schritt die Regeln aufzustellen. Zu diesem Zweck wird der Regelbasis-Editor aufgerufen (siehe Abbildung 3). Mit ihm können auf einfache Weise die Regeln in tabellarischer Form eingegeben werden.

In der ersten Zeile des Tabellenkopfs sind die linguistischen Variablen nach dem 'Wenn'- und 'Dann'-Teil bzw. nach Ein- und Ausgangsvariablen geordnet. Die zweite Zeile beinhaltet die jeweiligen Namen der Variablen.

In den Zeilen unterhalb des Tabellenkopfs sind die Regeln aufgeführt. Jede einzelne Regel setzt sich aus einer laufenden Nummer, dem Verknüpfungsoperator (UND/ODER), den linguistischen Ein- und Ausgangsvariablen, sowie einem Gewich-

tungsfaktor zusammen. Ist dieser Faktor 1, wird die Regel mit hundert Prozent ihres Erfüllheitsgrades in der weiteren Auswertung berücksichtigt. Bei einem Faktor von beispielsweise 0,5 geht sie jedoch nur mit der Hälfte ihres Erfüllheitsgrades ein, wodurch sich ihr Einfluß auf das Regelverhalten vermindert. Der Einsatz dieser Funktion erfolgt in erster Linie zur Systemoptimierung.

Über die visuelle Funktionsleiste, die sich oberhalb der Tabelle befindet, kann der Anwender die Regelbasis bearbeiten. So ist es möglich, die Tabelle zu sortieren, leere Zeilen zu löschen, Regeln hinzuzufügen oder zu entfernen, die Verknüpfungsart festzulegen und zwischen Regler A und B zu wechseln. Mit der Statuszeile, die unterhalb der Tabelle liegt, werden der aktive Regler (A oder B), die Zahl der linguistischen Eingangsvariablen und die momentane Anzahl der Regeln angezeigt.



Regelbasis-Editor

Tabelle	Wenn		dann	
	Abstand	Geschwindig.	Winkel	Gewichtung
1. Regel	* pos_groß	* positiv	* pos_groß	1.0
2. Regel	* pos_groß	* null	* pos_groß	1.0
3. Regel	* pos_groß	* negativ	* pos_klein	1.0
4. Regel	* pos_klein	* positiv	* pos_groß	1.0
5. Regel	* pos_klein	* null	* pos_klein	1.0
6. Regel	* pos_klein	* negativ	* null	1.0
7. Regel	* null	* positiv	* pos_klein	1.0
8. Regel	* null	* null	* null	1.0
9. Regel	* null	* negativ	* neg_klein	1.0
10. Regel	* neg_klein	* positiv	* null	1.0

Regler A | 2 Eingänge | 15 Regeln | *|+ -> Und-/Oder-Verknüpfung

Bild 3: Regelbasis-Editor

Defuzzyfizierung

Die Defuzzyfizierung kann auf zwei unterschiedliche Arten erfolgen. Bei der ersten wird die Schwerpunktsmethode verwendet. Sie repräsentiert die unscharfe Menge sehr gut, ist aber in der mathematischen Berechnung aufwendig. Mit der zweiten sogenannten Singletonmethode sind ähnliche Ergebnisse zu erzielen, jedoch ist der rechnerische Aufwand erheblich geringer. Daher empfiehlt es sich, diese Methode besonders bei zeitkritischen Systemen oder bei sehr umfangreichen Fuzzy-Regelungen einzusetzen.

Regelungskontrolle

Bei der Erstellung oder Optimierung einer Regelung ist es nicht immer möglich, alle Wechselwirkungen zu berücksichtigen. Aus diesem Grund sollte der Anwender vor dem praktischen Einsatz die Regelungskontrolle aufrufen. Mit ihr kann er durch die Vorgabe von Werten für jede einzelne linguistische Eingangsvariable das Verhalten der Fuzzy-Regelung in beliebigen Situationen studieren. Zur Verdeutlichung werden die aktiven Regeln, die unscharfe Menge und der berechnete Ausgangswert graphisch angezeigt.

Datenaufzeichnung

Die Änderung von systemrelevanten Werten erfolgt oftmals so schnell, daß sie mit dem bloßen Auge nicht zu verfolgen sind. Aus diesem Grund und zur Dokumentation verfügt das Programm über eine Datenaufzeichnung. Mit ihr können die Systemwerte entweder während oder nach der Aufnahme graphisch dargestellt werden. Bei zeitkritischen Systemen ist zu beachten, daß sich die Zykluszeit vergrößert, da eine zusätzliche Datenübertragung vom Fuzzy-Controller zum PC - über die serielle Schnittstelle - stattfindet. Um die Beeinflussung des Systemverhaltens während der Aufzeichnung zu minimieren, sollte die höchste serielle Übertragungsrate eingestellt sein und die graphische Datenausgabe erst nach der Aufnahme erfolgen.

Hilfe

Das Programm zeichnet sich durch einen hohen Bedienungskomfort aus, der von den graphischen Schaltflächen und den Informationen aus der Statuszeile unterstützt wird. Zusätzlich kann der Anwender mit der integrierten Online-Hilfe zu allen relevanten Programmfunktionen einen entsprechenden Hilfetext aufrufen.

Minimal-Systemvoraussetzung

IBM-kompatibler PC mit 486er Prozessor, 4 MB Hauptspeicher, VGA-Graphikkarte, 2 MB freier Festplattenspeicher, eine freie serielle Schnittstelle und Windows 3.1x oder Windows'95.

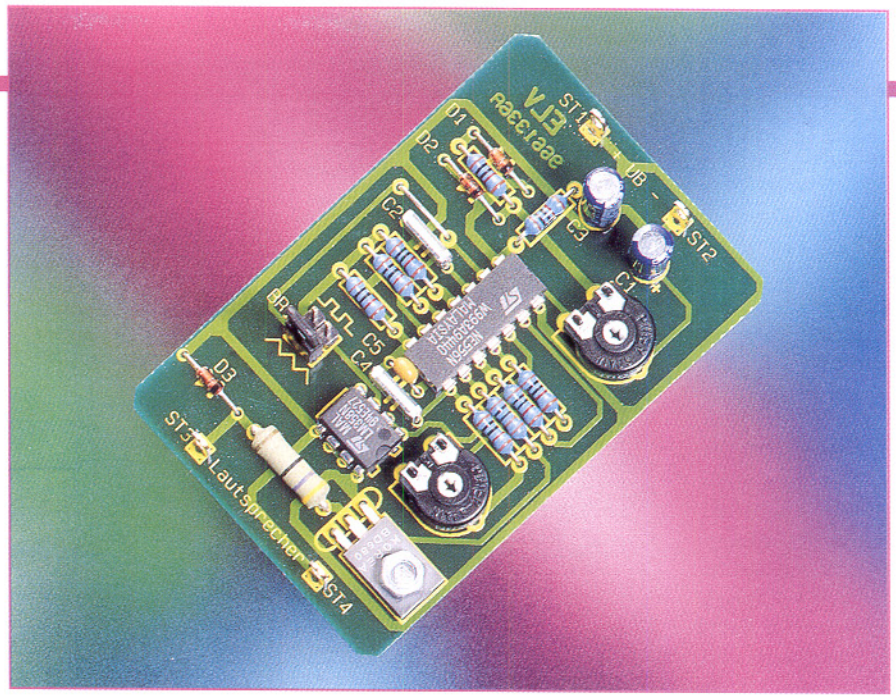
Anwendungsgebiete

In den bisherigen Artikeln sind die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten der Fuzzy-Logik auf den Gebieten der Steuerungs- und Regelungstechnik beschrieben worden. Es sollte jedoch nicht unerwähnt bleiben, daß diese Logik ebenso in der Qualitätssicherung und in der Betriebswirtschaft ihre Verwendung findet. Bei einem führenden Chemieunternehmen wird zum Beispiel ein fuzzybasiertes System zur Früherkennung von Lagerschäden an Zentrifugen eingesetzt. Mit ihm ist es möglich, den Lagerzustand zu ermitteln, so daß bei einer Verschlechterung ein rechtzeitiger Austausch erfolgen kann. In anderen Bereichen wie dem Bankwesen existieren Fuzzy-Systeme, die zur Unterstützung von Kreditwürdigkeits-Untersuchungen dienen. Auch der Einsatz des ELV-Fuzzy-Controllers ist auf Gebieten außerhalb der Steuerungs- und Regelungstechnik möglich. ELV

Tabelle 1: Leistungsmerkmale des ELV-Fuzzy-Controllers in Überblick

Konzept:
Der ELV-Fuzzy-Controller arbeitet völlig eigenständig und wird nur zum Erstellen oder zur Optimierung einer Regelung mit dem PC verbunden. Die Reglerdaten sind auf dem Board in einem EEPROM abgelegt und bleiben somit auch nach dem Abschalten der Versorgungsspannung erhalten.

Zahl der Fuzzy-Regler:	2
Zahl der Eingänge:	8 je Regler
Maximale Anzahl der Zugehörigkeitsfunktionen:	86
Maximale Anzahl der Zugehörigkeitsfunktionen pro linguistischer Variable:	11
Maximale Anzahl der Regeln:	60
Inferenz-Methode:	MAX/MIN
Defuzzyfizierung:	Schwerpunktsmethode und Singletons
Zahl der Ausgänge:	je Regler einen analogen, ein PWM u. einen digitalen Ausgang
Externe Kommunikation:	Analog/PWM- oder Mikrocontroller-Interface
Auflösung der Ein- und Ausgänge:	8 Bit
Taktfrequenz des Controllers:	20 MHz



Modellbau-Sirenengenerator

Modelle aller Art „leben" auch von den Geräuschen, die zu erzeugen sie imstande sind. Besonders bei Kindern beliebt sind diverse Sirenengeräusche, ob es nun das markante Geräusch einer Polizei-, Rettungswagen- oder Feuerwehrsirene ist oder utopisch anmutende Geräusche aus der Science-Fiction-Welt. Unser kleiner Sirenengenerator vermag eine breite Palette von Sirenengeräuschen abzudecken und eignet sich aufgrund seines einfachen und kompakten Aufbaus hervorragend für die Nachrüstung vorhandener Modellfahrzeuge - gerade die richtige Schaltungsidee zum bevorstehenden Weihnachtsfest!

Allgemeines

Der Modellbau-Sirenengenerator erzeugt aufgrund der zahlreichen Variationsmöglichkeiten eine große Fülle verschiedener Sirenengeräusche, die vielfältig nach eigenen Wünschen einstellbar sind.

Eine leistungsfähige Ausgangsstufe ermöglicht in Verbindung mit einem extern anzuschließenden Lautsprecher bei Bedarf eine recht hohe Signallautstärke.

Aufgrund des einfachen, überschaubaren Aufbaus ist der Sirenengenerator auch ein sehr geeignetes Einsteigerprojekt und kann so vielleicht das Erste sein, was der Junior mit sicherem Erfolgserlebnis stolz in sein Modellauto einbaut.

Schaltung

Basis der Schaltung, die Abbildung 1 zeigt, ist der Doppel-Timer des Typs NE 556, mit dessen zwei Einzeltimern jeweils ein Multivibrator realisiert wird. Dabei sorgt IC 1 B mit seiner Außenbeschaltung für den Grundton, dessen Frequenz von den Bauteilen R 11, R 12 und C 4 bestimmt wird. Der Trimmer R 11 ermöglicht die Variation der Grundfrequenz in weiten Bereichen. Experimentierfreudige Nachbauer können auch C 4 variieren, um den Frequenzbereich noch mehr zu erweitern.

Der Ausgang Pin 9 steuert den Endstufentransistor T 1 an. In dessen Kollektorzweig wird der Lautsprecher geschaltet.

R 14 dient als Schutzwiderstand für den Lautsprecher. Sein Wert bestimmt die Lautstärke der Wiedergabe, er ist für den Anschluß von Kleinlautsprechern bis ca. 0,5 W bei 4 bis 8 Ω, wie sie im Modellbau vorherrschen, dimensioniert.

Der Multivibrator IC 1 B allein reicht natürlich zur Erzeugung eines variablen Sirenentons nicht aus. Der Ton muß moduliert werden. Dazu bietet sich der Pin 11 des NE 556 an, der eine externe Spannungssteuerung der Multivibratorfrequenz ermöglicht. Diese Steuerspannung wird durch den links im Schaltbild liegenden Schaltungsteil bereitgestellt.

IC 1 A arbeitet dabei ebenfalls als Multivibrator, dessen Schwingfrequenz von R 1, R 4 und C 1 bestimmt wird. Bereits an den Werten dieser Außenbeschaltung sehen wir, daß die Frequenz von IC 1 A wesentlich niedriger ist als die von IC 1 B und damit geeignet ist, den eigentlichen Tongenerator zu modulieren. Die Modulationsfrequenz ist dabei mit R 4 in weiten Grenzen einstellbar.

Die beiden Dioden D 1 und D 2 sowie der Widerstand R 2 sorgen für ein konstantes Tastverhältnis von 50% über den gesamten Ausgangsfrequenzbereich, um „saubere" Modulationseffekte des Ausgangssignals an IC 1 B zu erreichen.

Das Modulationssignal an Pin 5 ist rechteckförmig. Zusätzlich steht an C 1 eine annähernd sägezahnförmige Ausgangsspannung an. Mittels des Jumpers Br 1 kann man zwischen diesen beiden Signalformen auswählen, die sich in ihrer Auswirkung auf die Modulation des Ausgangssignals deutlich unterscheiden.

Ein sägezahnförmiges Modulationssignal ergibt einen an- und abschwellenden Sirenenton (vergleichbar mit amerikanischen Polizeisirenen), während das rechteckförmige Modulationssignal eine Ausgangsfrequenz erzeugt, die abrupt zwischen zwei Frequenzen wechselt (Martinshornähnlicher Toneffekt).

IC 2 dient zusammen mit R 9 lediglich als Pufferverstärker und notwendige Entkopplung zwischen den beiden Multivibratoren. Seine Ausgangsspannung gelangt wie beschrieben an den Steuereingang Pin 11 von IC 1 B.

Der Schaltungsaufwand ist damit recht gering gehalten bei gleichzeitig zahlrei-

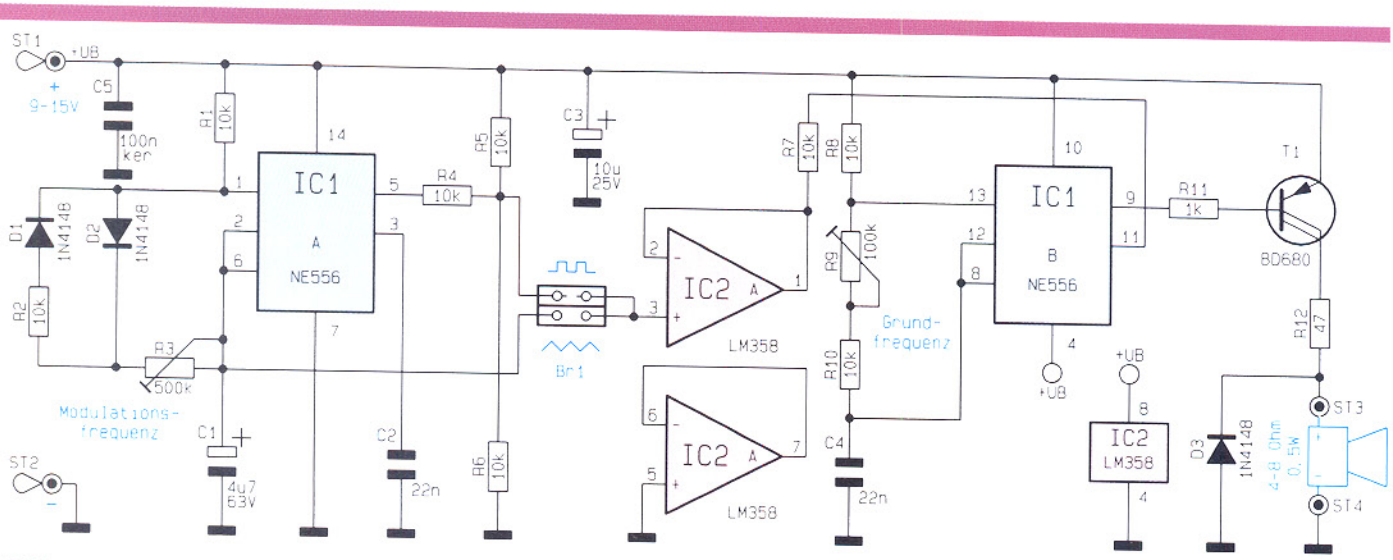


Bild 1: Schaltbild des Modellbau-Sirenengenerators

chen Möglichkeiten dieser Klangvariation der Sirene.

Nachbau

Der Aufbau der Schaltung erfolgt auf einer Platine mit den Abmessungen 70x50mm. Die Bestückung wird anhand der Stückliste und des Bestückungsplans durchgeführt, wobei zuerst die niedrigen Bauteile, gefolgt von den höheren, zu bestücken sind. In gewohnter Weise wird mit den Widerständen begonnen, gefolgt von den Dioden, Kondensatoren, Lötstiften und ICs.

T 1 wird zunächst noch nicht bestückt. Bei den Halbleitern, Elkos und insbesondere den ICs ist dabei auf die richtige Einbaulage zu achten. Die Bauteile werden von der Bestückungsseite her durch die entsprechenden Bohrungen gesteckt und auf der Platinenunterseite verlötet. Die überstehenden Drahtenden sind mit einem Seitenschneider so kurz wie möglich abzuschneiden, ohne dabei die Lötstellen selbst zu beschädigen.

Zum Schluß ist der Transistor T 1 liegend auf der Platine zu montieren. Er ist mit einer M3x8mm-Schraube und zugehöriger Mutter auf der Leiterplatte zu befestigen und erst nach dieser Fixierung auf der Leiterbahnseite zu verlöten.

Nachdem alle Bauteile bestückt sind (Jumper Br 1 nicht vergessen!) und diese Bestückung noch einmal sorgfältig auf Fehler überprüft wurde, kann die erste Erprobung des Gerätes erfolgen. Dazu wird an die Lötstifte ST 3 und ST 4 ein Lautsprecher (ab 4 Ω und 0, 2 W) angeschlossen sowie an ST 1 (+) und ST 2 (-) die Versorgungsspannung, die zwischen 9 V und 15 V liegen darf. Sofort nach Anlegen der Betriebsspannung muß nun ein Sirenenton zu hören sein, der mit R 11 in der Grundfrequenz und mit R 4 in der Modulationsfrequenz variierbar ist. Das Umstecken des Jumpers bringt den beschriebenen Wechsel der Signalfolge.

Bei Bedarf können die Trimmer auch durch externe Potentiometer mit gleichen Werten ersetzt werden, so daß die Baugruppe auch nach Einbau in ein Gehäuse oder ein Modellfahrzeug von außen einstellbar bleibt.

Im praktischen Betrieb kann die Spannungsversorgung vorzugsweise durch eine 9V-Blockbatterie erfolgen, falls die Betriebsspannung des mit der Sirene ausgerüsteten Fahrzeugs unter 9V liegt. Dabei ist zum Abschalten der Versorgungsspannung ein einpoliger Schalter in die Plusleitung der Batterie zu schalten.

Bitte beachten Sie bei Einsatz der Sirene in der Öffentlichkeit, insbesondere bei größeren Lautstärken, daß die gesetzlich festgelegten Werte über Schalldruck und Signalisationsdauer eingehalten werden und der Betrieb entsprechender Sirenen im Straßenverkehr untersagt ist. ELV

Stückliste: Modellbau-Sirenengenerator

Widerstände:

47Ω/1W	R12
1kΩ	R11
10kΩ	R1, R2, R4-R8, R10
PT10, liegend, 100kΩ	R9
PT10, liegend, 500kΩ	R3

Kondensatoren:

22nF	C2, C4
100nF/ker	C5
4,7µF/63V	C1
10µF/25V	C3

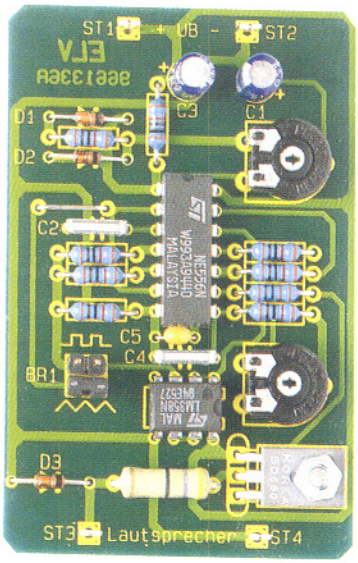
Halbleiter:

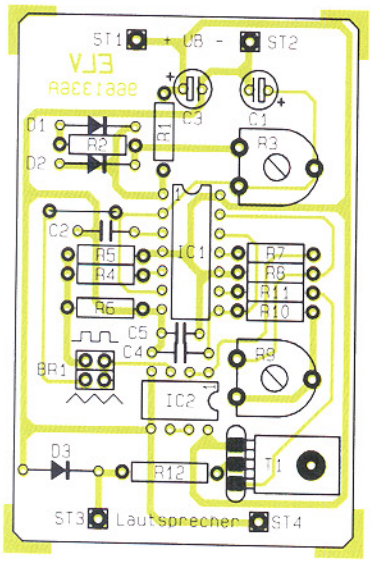
NE556	IC1
LM358	IC2
BD680	T1
1N4148	D1-D3

Sonstiges:

Lötstifte mit Lötöse	ST1-ST4
1 Stiftleiste, 2 x 2polig	
1 Jumper	
1 Schraube M3x8mm	
1 Mutter M3	

Ansicht der fertig bestückten Platine mit zugehörigem Bestückungsplan





Frostschutz aus der Steckdose - die ELV-Kabelheizung

Wir hatten es im ELVjournal 4/96 versprochen - die Zusammenarbeit mit der Bau- und Wohnzeitschrift „Bauidee" trägt weitere Früchte. In dieser Ausgabe stellen wir ein einfach zu installierendes Heizsystem vor, das im Winter z. B. frostgefährdete Leitungen schützen oder empfindlichen Pflanzen Wärme vermitteln kann.

Allgemeines

Ohne großen Aufwand eine Wasserleitung frostfrei halten oder das Vereisen bzw. Zuschneien der Satelliten-Empfangsantenne zu verhindern - dies sind nur einige Aufgaben für eine mobile Elektroheizung.

Daß solch eine Heizung auch ohne großen finanziellen und materiellen Aufwand zu realisieren ist, beweist die hier vorgestellte kleine Elektroheizung, die in Zusammenarbeit mit „Bauidee" entstand.

Die in ihrer konstruktiven Ausführung an die verschiedensten praktischen Gegebenheiten in Haus und Garten angepaßte Heizung ist sehr vielfältig einsetzbar. Die ca. 4 m lange Heizleitung kann problemlos um Wasserleitungen, Abflußrinnen, Dachgullys usw. gelegt werden, tut unter der Fußmatte am Hauseingang ihren Dienst gegen Vereisen genauso wie als praktische Spiegelheizung im Bad, die ein Beschlagen durch Wasserdampf erfolgreich verhindert.

Elektroheizung im Bad? Da schrillen die Alarmglocken - Wasser und Strom = Gefahr! Doch, es geht!

Aufbau, Funktion und Anwendung

Das Geheimnis liegt in der Konstruktion der kleinen Elektroheizung. Das flexible Heizkabel wird durch einen wassergeschützten Transformator versorgt, der die Netzspannung auf ungefährliche 1 V herabsetzt. Damit bleibt die eigentliche Heizleitung selbst bei mechanischer Beschädigung, die gerade im Außenbereich schnell passiert ist, ungefährlich.

Das gesamte Gerät nimmt nur eine Leistung von 14 W auf, so daß auch im Dauerbetrieb nur geringe Kosten von etwa 10 Pfennigen am Tag entstehen.

Das Heizkabel erwärmt sich im Betrieb auf ca. 40°C - ausreichend für alle oben umrissenen Aufgaben und mehr. Ein ähnliches Funktionsprinzip weisen übrigens die Spiegel- und Scheibenheizungen von Fahrzeugen auf - ein stromdurchflossener Widerstandsdraht heizt sich auf.

Herkömmliche Kabel-Heizungen arbeiten mit teuren Spezial-Heizkabeln und direktem 230V-Anschluß, was die Heizung nicht nur teuer, sondern auch gefährlich machen kann und zahlreiche Anwendungen, z. B. im Naßbereich, ausschließt.

Das leichte und mit einem Durchmesser von nur 2 mm sehr dünne Heizkabel der ELV-Niederspannungsheizung dagegen läßt eine äußerst flexible Verlegung zu, wie unsere Anwendungsbeispiele auf der nächsten Seite beweisen.

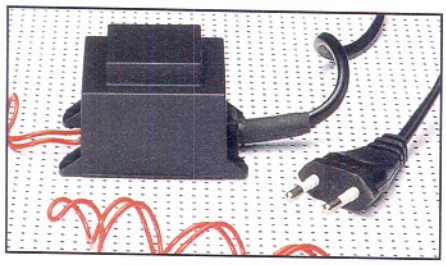
Der kompakte Transformator (Abmessungen 50 x 60 x 40 mm) ist mit vier Befestigungsbohrungen versehen. So kann er auf den verschiedensten Flächen leicht befestigt oder mittels eines leicht anzufertigenden Drahtbügels (siehe Bild 1) z. B. am Rand eines Blumenkübels eingehängt werden.

Blumenkübel? Die Redaktion der Zeitschrift „Bauidee" hat einen besonders interessanten und beeindruckenden Langzeitversuch mit der ELV-Kabelheizung durchgeführt, dessen Ergebnis sehr anschaulich auf dem Titelfoto zu sehen ist.

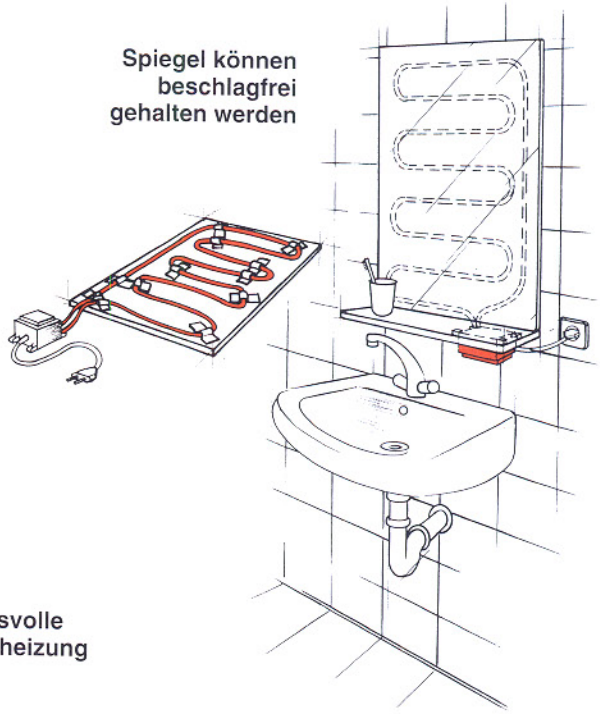
Dazu wurde ein großer Oleander aus seinem Topf genommen, der Wurzelballen mit dem Elektroheizkabel umwickelt und auf diese Weise der Wurzelballen ständig beheizt. So gelangte selbst diese südländische Pflanze in einem kühlen und verregneten norddeutschen Sommer zu einer ungeahnt üppigen Blüte, wie der direkte Vergleich mit einer gleichartigen Pflanze (rechts daneben) ohne Heizung beweist.

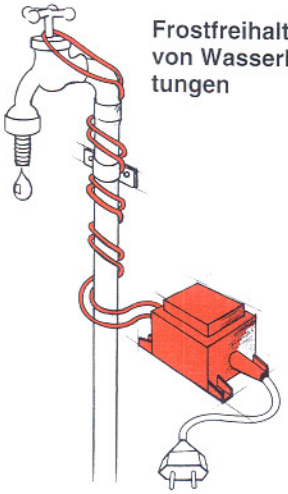
Für Haus- und Gartenbesitzer ist diese kleine Elektroheizung, die in Sekundenschnelle installiert ist, eine wertvolle Hilfe gegen Frostschäden am Haus und für das Wohlbefinden von Kübelpflanzen im Freien oder im Wintergarten.

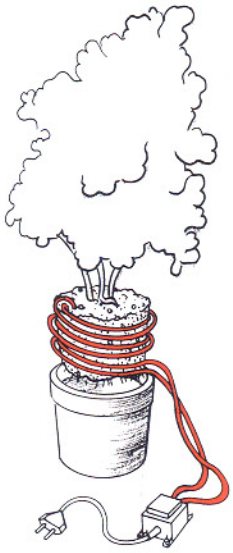
Aber auch Anwendungen im Elektroniklabor, z. B. für das Temperieren von Entwicklerschalen bei der Leiterplattenherstellung, sind denkbar.

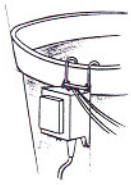


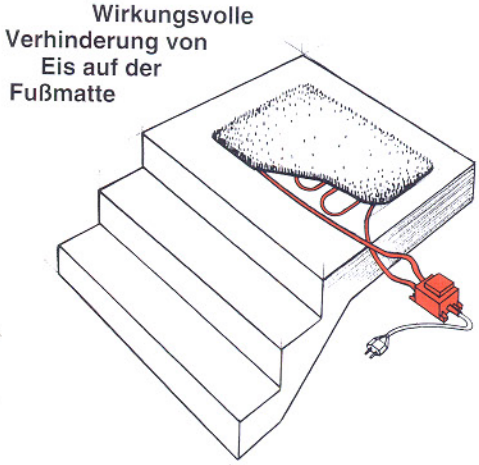
Die Niederspannungs-Kabelheizung besteht aus einem wasserdichten Netztransformator mit 3m Netzanschlußkabel und ca. 4 m Heizkabel

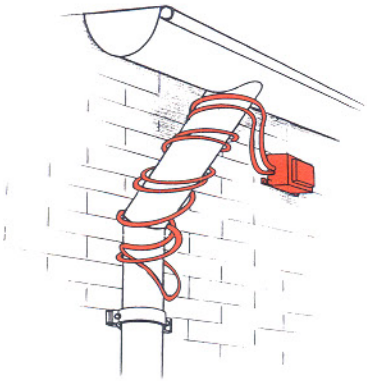












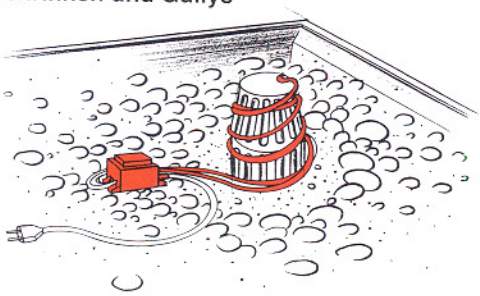
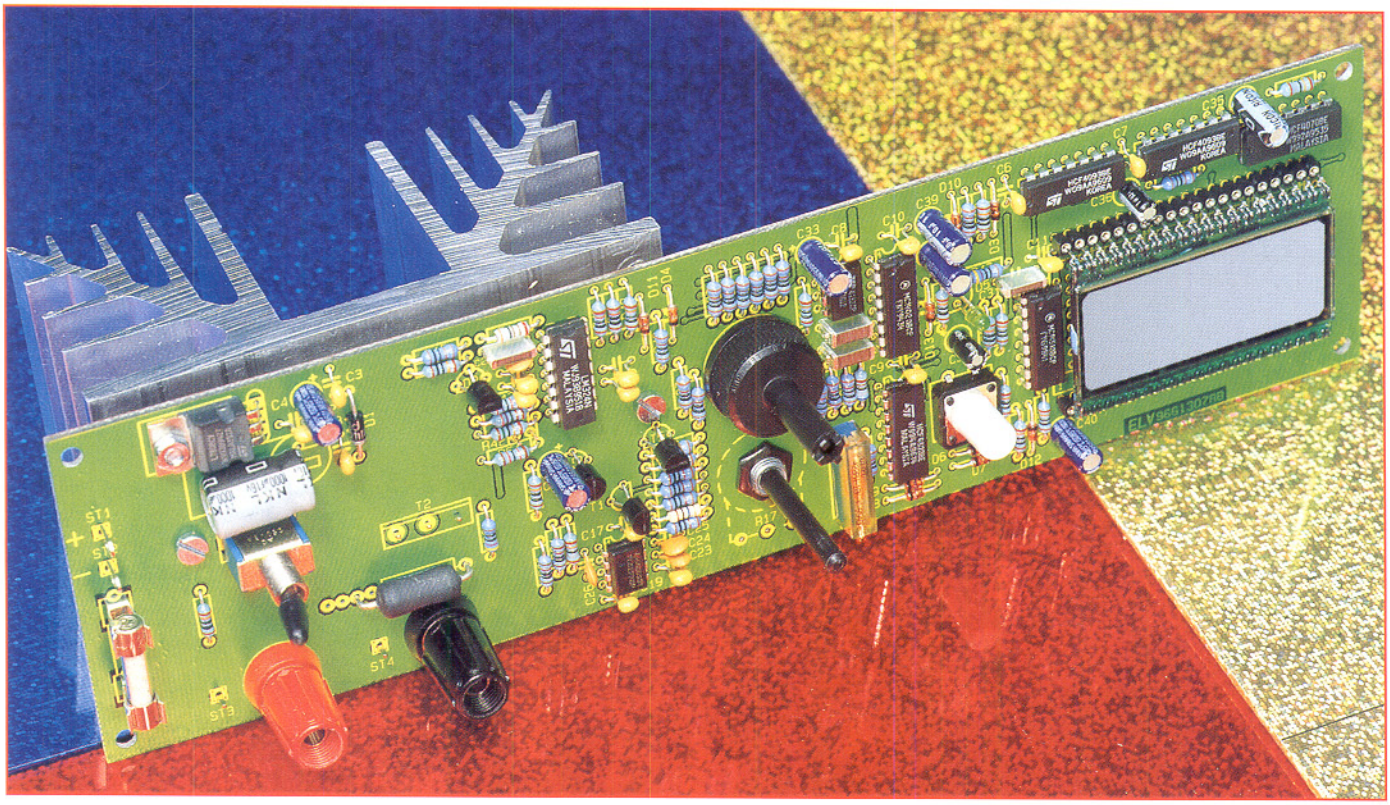


Bild 1: Einige Anwendungsbeispiele für die Niederspannungs-Kabelheizung (Grafik: Bauidee)

Technik-Ideen zum Thema Bauen und Wohnen

Der vorliegende Artikel entstand in Zusammenarbeit zwischen dem Chefredakteur Herrn Joachim Schmidt der renommierten Bau- und Wohnzeitschrift „Bauidee" und ELV. Durch innovative, zum Teil umkonventionelle Ideen im Bereich Bauen und Wohnen und einer von ELV technisch optimierten elektronisch-mechanischen Lösung können sich die Leser von Bauidee und ELV auf weitere interessante Projekte freuen.



Akku-Kapazitäts-Meßgerät

Universelles Akku-Kapazitäts-Meßgerät zur Ermittlung des aktuellen Energieinhaltes (der Kapazität) von 1- bis 12zelligen NC- und NiMH-Akkus sowie 6V- und 12V-Blei- bzw. Blei-Gel-Akkus.

Allgemeines

Die gespeicherte Kapazität eines Akkus wird mit dem Akku-Kapazitäts-Meßgerät durch Entladung unter exakt definierten Bedingungen ermittelt. Die aus dem Akku entnehmbare Energie ist jedoch keine konstante Größe, sondern unter anderem vom Entladestrom abhängig. Den Nennkapazitätsangaben eines Akkus liegen daher auch immer definierte Entladestromangaben zugrunde.

Bei NC- und NiMH-Akkus wird häufig eine 10stündige Entladezeit angegeben, während bei Blei- und Blei-Gel-Akkus sich die Nennkapazität meistens nach DIN 72311 auf eine 20stündige Entladung bezieht.

Eine Tiefentladung, d. h. die Entladung des Akkus bis auf 0 V, ist bei allen Akkutypen schädlich und unbedingt zu vermeiden. NC- und NiMH-Akkus werden daher grundsätzlich bis zur sogenannten Entladeschlußspannung von einem Volt je Zelle entladen. Bei Blei- bzw. Blei-Gel-Akkus beträgt die Entladeschlußspannung 1,65 V bis 1,85 V je Zelle.

Die hier vorgestellte Schaltung ermöglicht die Kapazitätsbestimmung bei NC- und NiMH-Zellen mit einer maximalen Zellenspannung von 14,4 V. Des weiteren ist die Kapazität von 6V- und 12V-Bleiakkus meßbar. Beim ELV-Akku-Kapazitäts-Meßgerät ist der Entladestrom stufenlos von 0 bis 3 A einstellbar.

Der Meßbereich des Akku-Kapazitäts-Meßgerätes kann wahlweise 0 bis 19,99 Ah mit 0,01 Ah Auflösung oder 0 bis 199,9Ah mit 0,1Ah Auflösung betragen. Durch die Dimensionierung von nur 2 Kondensatoren und die Position von 3 Drahtbrücken wird der Meßbereich bestimmt.

Die Akku-Spannungserfassung erfolgt grundsätzlich im stromlosen Zustand, so daß Übergangswiderstände an Anschlußklemmen und der Innenwiderstand des Akkus die Messung nicht beeinflussen.

Zur Messung sind der Akku bzw. der Akkupack mit bis zu 12 in Reihe geschalteten Zellen polaritätsrichtig an die beiden Anschlußbuchsen (Polklemmen) anzuschließen und die gewünschte Zellenzahl sowie der Entladestrom einzustellen. Nach Betätigen der Start-Taste beginnt dann die Kapazitätsmessung automatisch.

Sobald der angeschlossene Akku die der Zellenzahl entsprechende Entladeschlußspannung erreicht hat, erscheint auf dem Display neben der aufsummierten Entladekapazität die Anzeige „Low-Bat".

Auch nach Abklemmen des Akkus bleibt die Anzeige erhalten und wird erst mit Start einer neuen Kapazitätsmessung auf 0.0 gesetzt.

Technische Daten: Akku-Kapazitäts-Meßgerät

Meßbare Akkutypen:	NC und NiMH (Einzelzellen sowie 2 bis 12 in Reihe geschaltete Zellen) 6V- und 12V-Blei-Akkus
Entladestrom:	stufenlos von 0 - 3 A einstellbar
Meßbereich:	wahlweise 0 bis 19,99 Ah oder 0 bis 199,9 Ah
Auflösung:	0,01 Ah/0,1 Ah
Schutzschaltung:	elektronische Temperatur-Sicherung mit LED-Anzeige
Versorgungsspannung:	11 V bis 25 V DC, unstabilisiert
Stromaufnahme:	max. 150 mA

Tritt während der Entladung eine Überhitzung der Endstufe auf, so wird der gerade laufende Entladevorgang unterbrochen, und die LED „Temperatur" leuchtet. Sobald sich die Endstufentemperatur wieder normalisiert, wird der Entladevorgang automatisch fortgesetzt.

Der aktuell ablaufende Entladevorgang wird auf dem Display durch ein blinkendes Minus-Zeichen angezeigt, dessen Blinkfrequenz sich direkt proportional zum fließenden Entladestrom verhält. Die Größe der Leiterplatte wurde so ausgelegt, daß der Einbau in ein Standard-ELV-7000er-Gehäuse möglich ist.

Schaltung

In Abbildung 1 ist das Gesamtschaltbild des Akku-Kapazitäts-Meßgerätes zu sehen. Zunächst ist der zu entladende Akku mit dem Pluspol an ST 3 und mit dem Minuspol an ST 4 anzuschließen. Von ST 3 kommend fließt der Entladestrom über die Schmelzsicherung SI 1, den Leistungs-Transistor T 2 und den Strom-Shunt R 23 zur an ST 4 angeschlossenen Polklemme. Der zum Entladestrom proportionale Spannungsabfall am Shuntwiderstand wird mit Hilfe des invertierenden Verstärkers (IC 3 A und externen Komponenten) um den Faktor 18 verstärkt.

Die an Pin 1 von IC 3 A anstehende stromproportionale Spannung (Ist-Wert) wird über R 19 dem invertierenden Eingang (Pin 6) des für die Entladestromregelung zuständigen Operationsverstärkers (IC 3 B) zugeführt. IC 3 B vergleicht den Ist-Wert mit dem an Pin 5 stufenlos einstellbaren Soll-Wert (0 - 3 A) und steuert über T 1 den Entlade-Leistungs-Transistor T 2. Der Regelkreis ist somit geschlossen.

Mit dem Operationsverstärker IC 2 B und externen Komponenten ist eine elektronische Temperatursicherung für die Entlade-Endstufe realisiert. Der Widerstand des am Kühlkörper angeschraubten Temperatursensors wird mit steigender Temperatur größer, so daß auch die Spannung an IC 2 Pin 6 proportional steigt. Sobald die Spannung an Pin 6 die mit Hilfe des Spannungsteilers R 43, R 51 am nicht invertierenden Eingang eingestellte Spannung übersteigt, wechselt der Ausgang (Pin 7) von „high" nach „low", und die LED D 5 leuchtet (Temperatur).

R 44 sorgt für eine ausreichend große Schalthysterese, so daß die Temperatursicherung bei ca. 80°C anspricht, jedoch erst bei Unterschreiten von 50°C die Entladeendstufe wieder freigibt. Über IC 2 D wird der Transistor T 5 durchgesteuert, der letztendlich bei Übertemperatur die Endstufe sperrt.

Die zum Entladestrom proportionale Spannung am Ausgang des IC 3 A (Pin 1) gelangt über R 33 auf den Eingang (Pin 7) des Spannungs-/Frequenzumsetzers IC 8. Der U/f-Wandler setzt die an Pin 7 anstehende Eingangs-Gleichspannung in eine direkt dazu proportionale Ausgangsfrequenz an Pin 3 um.

Der Frequenzbereich wird durch die externe Beschaltung bestimmt, wobei die Einstellung des Meßbereichs, entsprechend Tabelle 1, mit Hilfe des Elkos C 33 und des Folienkondensators C 34 erfolgt.

Tabelle 1

Meßbereich	C 33	C 34
20 Ah	1 µF	10 nF
200 Ah	10 µF	100 nF

Der Spindel-Trimmer R 36 dient in diesem Zusammenhang zur genauen Einstellung des Skalenfaktors. Am Open-Kollektor-Ausgang ist der Pull-Up-Widerstand R 38 erforderlich.

Die zum Entladestrom direkt proportionale Ausgangsfrequenz des RC 4151 gelangt auf den Clock-Eingang des Binär-Zählers IC 9 A, der die Frequenz durch den Faktor 4 teilt. Der Q2-Ausgang des IC 9 A taktet den 14stufigen Binär-Zähler am Clock-Eingang (Pin 10), so daß die dem Entladestrom proportionale Frequenz des U/f-Wandlers insgesamt durch den Faktor 65536 geteilt wird.

Ausgehend von 3 A Entladestrom (im 20Ah-Meßbereich) erhalten wir am Ausgang von IC 3 eine Frequenz von 5,449 kHz, die durch 65.536 geteilt 300 Impulse in der Stunde entsprechend 3,00 Ah ergibt.

Die von IC 10, Pin 3 gelieferten Impulse werden parallel auf die Takteingänge der kaskadierten dekadischen Zähler IC 11 bis IC 13 gegeben.

Sobald der erste Zähler den maximalen Zählerstand (9) erreicht hat, geht das Carry-Out-Signal (Pin 7) für die Dauer eines Zählerstandes auf „Low"-Pegel und taktet den zweiten Zähler (IC 12) einen Zählerstand weiter. In der gleichen Weise wird der dritte Dezimal-Zähler (IC 11) mit dem Carry-Out-Signal von IC 12 gesteuert.

Beim Gesamtzählerstand von 999, entsprechend 9,99 Ah bzw. 99,9 Ah wechselt das Carry-Out-Signal von IC 11 für einen Zählerstand von „high" nach „low" und setzt das mit IC 4 A, B realisierte Flip-Flop. Über das EXOR-Gatter IC 7 D erfolgt nun die Ansteuerung des vierten Digit, d. h. die Ziffer 1, des LC-Displays.

Das Backplane-Signal des LC-Displays wird von dem als Oszillator arbeitenden Schmitt-Trigger-Gatter IC 6 B erzeugt.

Abhängig vom gewählten Meßbereich (20 Ah oder 200 Ah) erfolgt die Einstellung des Dezimalpunktes mit den Brücken J 2 und J 3, wobei IC 7 C zur Invertierung des Backplane-Signals dient.

Kommen wir nun zur Entladesteuerung und zur Überwachung der Entladeschlußspannung. Für diese Aufgabe ist in erster Linie der Operationsverstärker IC 2 C mit den zugehörigen externen Komponenten zuständig.

Im ausgeschalteten Zustand ist der Transistor T 3 durchgesteuert, so daß der Ausgang des als Komparator arbeitenden OPs (IC 2 C) unabhängig von der an Pin 9 eingestellten Referenzspannung „Low"-Pegel führt.

Sobald der Start-Taster (TA 1) betätigt wird, sperrt T 3, und der Komparator vergleicht nun über den Spannungsteiler R 27/ R 28 die Akkuspannung mit der einstellbaren, zellenzahlabhängigen Referenzspannung an Pin 9. Solange die halbe Akku-Spannung über der eingestellten Referenzspannung liegt, führt der Ausgang des IC 2 C „High"-Pegel.

Mit dem Wechsel von „low" nach „high" am Komparator-Ausgang werden über C 37, D 13 sämtliche Zähler zurückgesetzt und über IC 6 D das mit IC 6 A, C aufgebaute Flip-Flop gesetzt. Dieses Flip-Flop gibt nun über D 3 die Entladeendstufe frei.

Für die Zeit, in der am Ausgang des Komparators IC 2 C „High"-Pegel anliegt, d. h. die halbe Akku-Spannung oberhalb der eingestellten Referenz-Spannung liegt, bleibt der Transistor T 3 über das mit IC 6 A, C aufgebaute Flip-Flop gesperrt. Zurückgesetzt wird das Flip-Flop über C 39, wenn der Ausgang des Komparators von „high" nach „low" wechselt.

Die Referenz-Spannung für den mit R 1 bis R 12 aufgebauten 12stufigen Spannungsteiler liefert der Operations-Verstärker IC 2 A, der die von der Referenzdiode D 2 gelieferte Spannung um den Faktor 4,9 verstärkt.

Damit die Erfassung der Entladeschlußspannung im stromlosen Zustand erfolgen kann, wird der Entladevorgang zyklisch unterbrochen.

Dazu steuert der mit dem Schmitt-Trigger-Gatter IC 4 C aufgebaute Oszillator den 4stufigen Binärzähler IC 9 B am Clock-Eingang. Beim Zählerstand 15 wechselt der Ausgang des Gatters IC 4 D für einen Takt-Zyklus von „high" nach „low" und sperrt über D 10 die Entladeendstufe. Gleichzeitig gelangt über R 55, D 11 kein „High"-Signal mehr auf den nicht invertierenden Eingang von IC 2 C, so daß jetzt der Ist-/Sollwert-Vergleich (Akku-Spannung, Referenz-Spannung) erfolgen kann

Zur Spannungsversorgung des Akku-Kapazitäts-Meßgerätes kann eine beliebige unstabilisierte Gleichspannung zwischen 11 V und 25 V mit 150mA-Strombelastbarkeit (z. B. Steckernetzteil) dienen, die mit dem Pluspol an ST 1 und mit dem Minuspol an ST 2 anzuschließen ist.

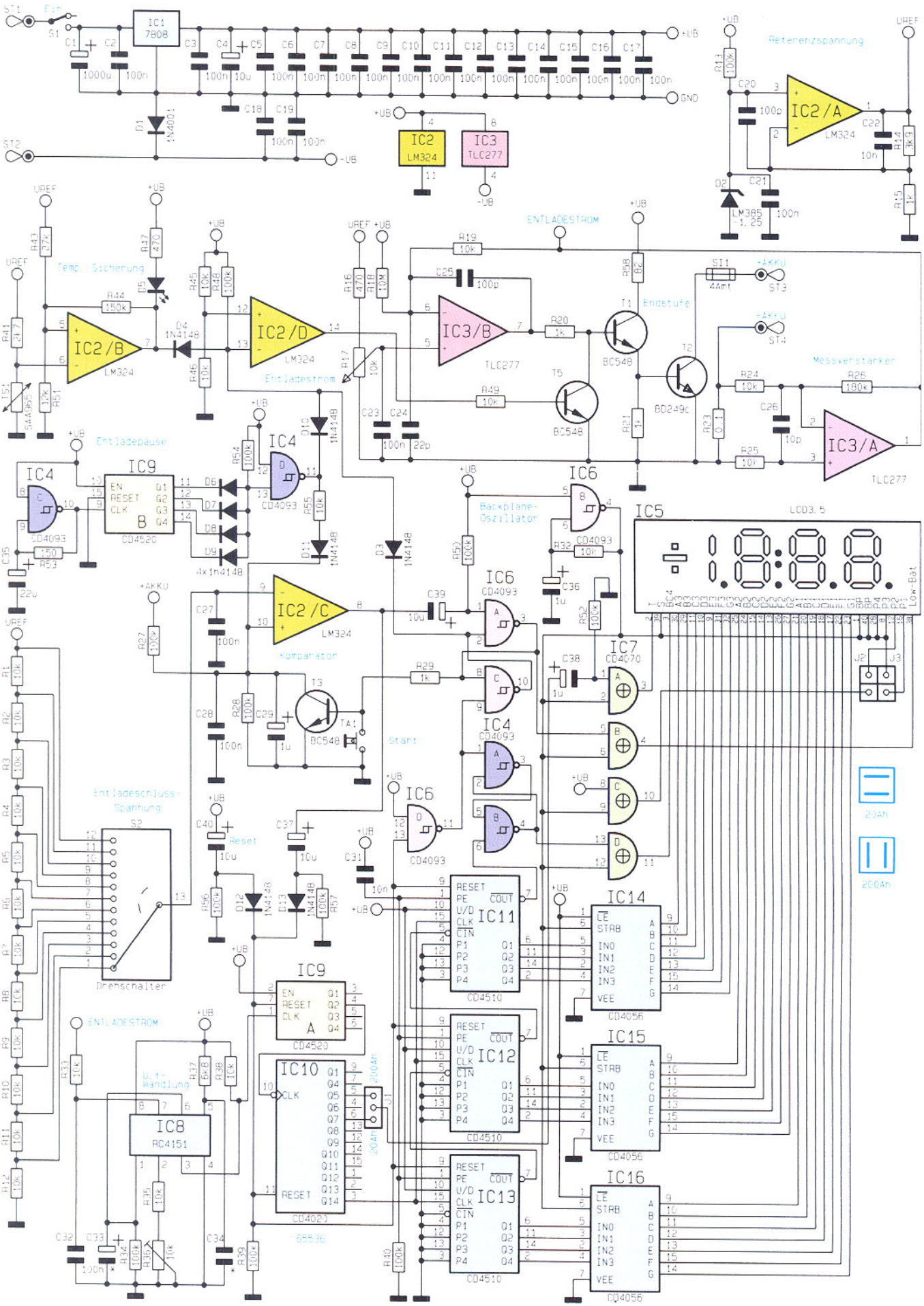


Bild 1: Schaltplan des Akku-Kapazitäts-Meßgerätes

Während IC 1 eine Stabilisierung auf 8 V vornimmt, wird mit D 1 eine kleine negative Hilfsspannung von 0,7 V gewonnen. C 1 dient zur Pufferung der Versorgungsspannung und C 4 zur Schwingneigungs-Unterdrückung am Ausgang des Spannungsreglers.

Die Keramik-Kondensatoren C 5 bis C 17 sind zur Störabblockung direkt an den Versorgungspins der einzelnen ICs positioniert.

Nachbau

Zum praktischen Aufbau des ELV Akku-Kapazitäts-Meßgerätes steht eine doppelseitig durchkontaktierte Leiterplatte mit den Abmessungen 230 x 64 mm zur Verfügung, die sämtliche aktiven und passiven Komponenten, einschließlich Schalter, Buchsen und Kühlkörper, aufnimmt.

Die Bestückungsarbeiten werden anhand der vorliegenden Stückliste und des Bestückungsplanes vorgenommen. Als weitere Orientierungshilfe dient der Bestükkungsdruck auf der Leiterplatte.

In gewohnter Weise beginnen wir mit dem Einlöten der 1%igen Metallfilm-Widerstände. Die Anschlußbeinchen sind entsprechend dem Rastermaß abzuwinkeln, durch die zugehörigen Bohrungen der Platine zu führen, und leicht anzuwinkeln, damit die Bauteile nach dem Umdrehen der Leiterplatte nicht wieder herausfallen können.

Nach Umdrehen der Platine werden sämtliche Widerstände in einem Arbeitsgang festgelötet und die überstehenden Drahtenden mit einem scharfen Seitenschneider direkt oberhalb der Lötstelle abgeschnitten.

Das Einlöten der Dioden erfolgt in der gleichen Weise, wobei die mit einem Ring gekennzeichnete Katoden-Seite mit der Pfeilspitze im Bestückungsdruck übereinstimmen muß.

Danach sind die Keramik- und Folienkondensatoren mit möglichst kurzen Anschlußbeinchen zu bestücken. Die üblicherweise am Minuspol gekennzeichneten Elektolyt-Kondensatoren müssen unbedingt polaritätsrichtig eingelötet werden. Außerdem ist zu beachten, daß der Elko C 1 in liegender Position auf die Leiterplatte gesetzt wird.

Die Montage des Festspannungsreglers IC 1 erfolgt mit einer Schraube M 3 x 6 mm und zugehöriger Mutter liegend auf der Platine.

Im nächsten Arbeitsschritt werden die vier Kleinsignal-Transistoren so tief wie möglich bestückt. Die integrierten Schaltkreise sind so einzulöten, daß die Gehäusekerbe des Bauelements mit dem Symbol im Bestückungsdruck übereinstimmt.

Alsdann sind zwei 20polige Buchsenleisten zur Aufnahme des LC-Displays einzulöten.

Beim Einlöten des Print-Tasters, des Spindel-Trimmers und des 12stufigen Drehschalters ist unbedingt eine zu große Hitzeeinwirkung zu vermeiden. Das gleiche gilt auch für den Kippschalter (S 1), der unbedingt mit dem Gehäuse auf der Platinenoberfläche aufliegen muß.

Nach dem Einlöten der beiden Hälften des Platinen-Sicherungshalters wird gleich die 4A-Feinsicherung eingesetzt.

Während die Lötstifte ST 1 und ST 2 von der Bestückungsseite einzusetzen sind, werden ST 3 und ST 4 von der Lötseite bestückt.

Die beiden Polklemmen können wahlweise in die Leiterplatte oder in die Frontplatte geschraubt werden.

Zur elektrischen Verbindung der Polklemmen mit ST 3 und ST 4 dienen Silberdraht-Abschnitte entsprechender Länge.

Kommen wir nun zum Einbau des Einstell-Potis R 17. Die Anschlußschwerter des von der Lötseite einzusetzenden Potis sind vor dem Einlöten des Bauteils im rechten Winkel, d. h. in Richung der Poti-Achse, abzuwinkeln. Erst nach dem Festschrauben erfolgt das Anlöten der Anschlußschwerter.

Nun wird das LC-Display in die dafür vorgesehenen Buchsenleisten eingesetzt. Durch vorsichtiges kurzes Berühren der Anschlußpins mit einer heißen Lötspitze ist die Einbaulage schnell und einfach festzustellen.

Die Drahtbrücken J 1 bis J 3 sind entsprechend des gewünschten Meßbereichs

Stückliste: Akku-Kapazitätsmeßgerät

Widerstände:

0,1Ω/0,5% R23
470Ω R21, R47
1kΩ R15, R16, R20, R29
2,7kΩ R41
3,9kΩ R14
6,8kΩ R37
10kΩ R1-R12, R19, R24,R25, R32, R33, R35, R38, R45, R46, R49, R55
12kΩ R51
27kΩ R43
100kΩ R13, R27, R28, R34,R39, R40, R48, R50, R52, R54, R56, R57
150kΩ R44
180kΩ R26, R53
10MΩ R18
Spindeltrimmer, 10kΩ R36
Poti, 4mm, 10kΩ R17
SAS965 ..... R42

Kondensatoren:

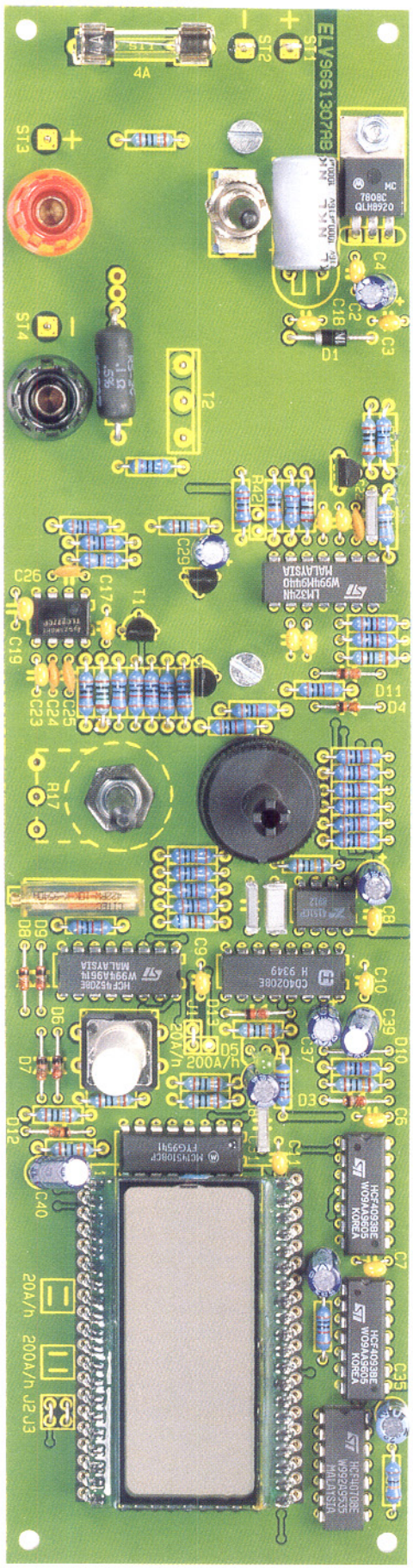
10pF/ker C26
22pF/ker C24
100pF/ker C20, C25
10nF C22, C31, C34
100nF C32
100nF/ker C2, C3, C5-C19, C21, C23, C27, C28
1µF/100V C33, C36, C38
10µF/25V C4, C29, C37, C39, C40
22µF/16V C35
1000µF/16V C1

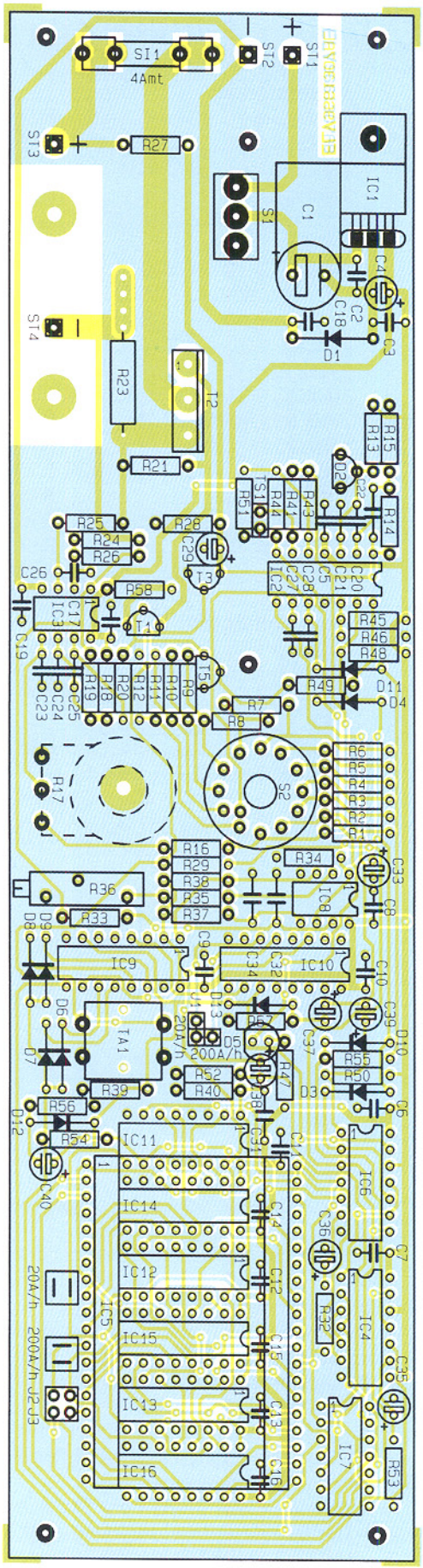
Halbleiter:

7808 ..... IC1
LM324 ..... IC2
TLC277 ..... IC3
CD4093 ..... IC4, IC6
CD4070 ..... IC7
RC4151 ..... IC8
CD4520 ..... IC9
CD4020 ..... IC10
CD4510 ..... IC11-IC13
CD4056 ..... IC14-IC16
BC548 ..... T1, T3, T5
BD249C T2
1N4001 ..... D1
LM385 ..... D2
1N4148 ..... D3, D4, D6-D13
LED, 3mm, grün D5
LC-Display, 3,5stellig IC5

Sonstiges:

Minatur-Kippschalter, 1 x um S1
Minatur-Präzisionsdrehschalter, 1 x 12 polig S2
Taster, B3F-4050 ..... TA1
Polklemme, 4mm, rot ST3
Polklemme, 4mm, schwarz ST4
Sicherung, 4A, träge SI1
Lötstifte mit Lötöse ST1, ST2
1 Platinensicherungshalter (2 Hälften)
4 IC-Buchenleisten, 20 polig
1 Tastkappe, 18mm
1 Glimmerscheibe, TO-3P
1 Isolierbuchse
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 6mm
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 8mm
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 12mm
2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 20mm
5 Mutter, M3
1 Sensorschelle
1 Kühlkörper, SK88, gebohrt
2 Distanzrollen, M3 x 10mm
2 Drehknopf, 12mm, grau
2 Knopfkappe, 12mm, grau
2 Pfeilscheibe, 12mm, grau
1 Knopfreduzierstück
15cm Schaltdraht, blank, versilbert





Ansicht der fertig bestückten Platine und des zugehörigen Bestückungsplanes

einzulöten.

Vor der Montage des Leistungskühlkörpers sind der Entladetransistor T 2 und der Temperatursensor mit der zugehörigen Montage-Schelle anzuschrauben.

Die Kühlfläche des Transistors und die abgeflachte Seite des Temperatursensors sind zur besseren thermischen Kopplung dünn mit Wärmeleitpaste zu bestreichen.

Alsdann erfolgt die Montage des Kühlkörpers mit 2 Distanzröllchen von 1 cm Länge und den zugehörigen Schrauben auf der Lötseite der Leiterplatte.

Die Anschlußbeinchen des Leistungstransistors und des Temperatursensors werden dabei jeweils in einem Bogen in die zugehörigen Bohrungen geführt und von der Bestückungsseite angelötet.

Nach einer gründlichen Überprüfung hinsichtlich Löt- und Bestückungsfehler können die erste Inbetriebnahme und der einfach durchzuführende Abgleich erfolgen.

Zum Abgleich ist ein zu entladender Akku mit in Reihe geschaltetem Ampere-Meter an die Anschlußklemmen des Akku-Kapazitäts-Meßgerätes anzuschließen und der Entladevorgang per Tastendruck zu starten.

Die Frequenz an IC 8, Pin 3 verhält sich direkt proportional zu dem mit R 17 eingestellten Entladestrom.

Je Ampere-Entladestrom ist im 20Ah-Meßbereich mit R 36 eine Frequenz von 1,8253 kHz einzustellen. Fließt z. B. ein Entladestrom von 2 A, so muß die Frequenz an IC 8, Pin 3,6507 kHz betragen.

Im 200Ah-Meßbereich sind die an IC 8, Pin 3 anliegenden entladestromproportionalen Frequenzen um den Faktor 10 geringer.

Steht zum Abgleich weder ein Frequenz-Zähler noch ein Oszilloskop zur Verfügung, ist der Abgleich etwas zeitaufwendiger.

Die Korrektur wird dann einfach anhand der aufsummierten Kapazität durchgeführt.

Bei einem Entladestrom von 1 A muß im 20Ah-Meßbereich nach 60 Minuten 1,00 Ah auf dem Display aufsummiert sein.

Wird zu wenig angezeigt, so ist der Spindel-Trimmer im Uhrzeigersinn zu drehen, während bei zu hoher Anzeige R 36 entgegen dem Uhrzeigersinn zu korrigieren ist.

Nach erfolgreich durchgeführtem Abgleich ist der Energieinhalt von NC-, NiMH- und Blei-Akkus schnell und komfortabel zu ermitteln. ELV

Mikrocontroller-Grundlagen

Teil 20

Anhand mehrerer Beispiele beschreiben wir ausführlich die Anwendungsprogramme zum Auslesen bzw. Beschreiben von EEPROMs

6.10.4 Anwendungsprogramme

Die im folgenden beschriebenen Anwendungsprogramme stützen sich auf die bisher beschriebenen Unterprogramme, die den Schreib- bzw. Lesezugriff auf bzw. von I²C-Teilnehmern unterstützen.

Die Programme erlauben die Messung am I²C-Bus mit einem 2-Kanal-Oszilloskop, wobei darauf zu achten ist, daß jeweils mit einem 10:1-Tastteiler zu messen ist, da in der Mikrocontroller-Testschaltung als Pull-up-Widerstand lediglich der interne 50kΩ-Widerstand des Mikrocontrollers verwendet wird.

Voraussetzung für den Betrieb der Testprogramme 49 bis 53 ist, daß ein EEPROM des Types 2402-2416 auf der Mikrocontroller-Entwicklungsplatine eingesetzt ist.

6.10.4.1 Auslesen des EEPROMs

Abbildung 156 zeigt das Testprogramm 49, welches von der Adresse 0 des EEPROMs die dort gespeicherten Daten kontinuierlich ausliest und auf dem 8Bit-Port P 1 ausgibt, wo die LED-Anzeigen-Platine anzuschließen ist. Das Resultat der I²C-Datenübertragung, welches von dem Unterprogramm im Carry-Bit übergeben wird, zeigt der Port-Pin P3.7 an. Dies kann durch das Anstecken der LED-Ausgabe-Platine an dem Port 3 überprüft werden. Die nachfolgende kurze Verzögerung dient lediglich dazu, eine bessere Triggerung des Oszilloskopes zu ermöglichen.

```
0651          PRGM49:  ;Prüfung und Auslesen des EEPROM's
0651 75B000            MOV     P3, #00        ; Portinhalt löschen
0654 7800     PRGM49W: MOV     R0, #0         ; Adresse im EEPROM 0 gewählt
0656 7900              MOV     R1, #0         ; Bank 0 des EEPROM's adressieren
0658 120135            LCALL   EEPROMR1       ; versucht ein Byte vom EEPROM zu lesen
                                              ; C ist gesetzt, wenn kein EEPROM erkannt
                                              ; wurde
065B F590              MOV     P1, A          ; Ausgabe des gelesenen Bytes auf P1
065D 92B7              MOV     P3.7, C        ; Ausgabe des Acknowledge-Bits auf P3.7
065F 78FF              MOV     R0, #0FFH      ; kurze Verzögerung zum Triggern
0661 D8FE              DJNZ    R0, $          ; Schleife 255 mal durchlaufen
0663 80EF     SJMP PRGM49W                    ; Endlosschleife
```

Bild 156: Testprogramm 49, kontinuierliches Auslesen des EEPROMs

```
0665          PRGM50:  ;Schreiben eines Bytes in das EEPROM
0665 75B000            MOV     P3, #00        ; Portinhalt löschen
0668 E590              MOV     A, P1          ; Schalterkombination von P 1 lesen
066A 7800              MOV     R0, #0         ; Adresse 0 im EEPROM
066C 7900              MOV     R1, #0         ; Bank 0 des EEPROMs adressieren
066E FA                MOV     R2, A          ; Date von P 1
066F 120118            LCALL   EEPROMW1       ; 1 Byte über die I2C-Schnittstelle zum
                                              ; EEPROM übertragen
0672 92B7              MOV     P3.7, C        ; Ausgabe des Acknowledge-Bits auf P 3.7
0674 80FE              JMP     $
```

Bild 157: Testprogramm 50, Beschreiben des EEPROMs

6.10.4.2 Schreiben des EEPROMs

Abbildung 157 zeigt das Testprogramm 50, welches die an dem Port P 1 anliegenden 8Bit-Daten in die Adresse 0 des angeschlossenen EEPROMs schreibt. Dazu ist an dem Port P 1 die Schalterplatine und am Port P 3 die 8Bit-LED-Platine anzuschließen. Nach dem Auslesen des Ports P 1 und Übertragen zum EEPROM wird das Ergebnis am Port P 3.7 und damit an der LED D 7 angezeigt, welche bei erfolgreichem Schreiben gelöscht bleibt.

Im Gegensatz zum Testprogramm 49 erfolgt bei diesem Programm lediglich ein einmaliges Beschreiben des EEPROMs, da die Anzahl der Schreibzyklen begrenzt ist. Eine Ausnahme bilden lediglich die EEPROMs mit Ferro-RAMs. Die mit dem Testprogramm 50 geschrieben Bit-Kombination läßt sich über das Testprogramm 49 wiederum zurücklesen (Umstecken der LED-Anzeigenplatine erforderlich).

6.10.4.3 Lesen und Schreiben des EEPROMs

Abbildung 158 zeigt das Testprogramm 51, welches zunächst den Inhalt der Adresse 0 des EEPROMs ausliest, dessen Binär-Wert um 1 erhöht, wieder zurückschreibt und über die an P1 angeschlossene LED-Ausgabeplatine anzeigt. Das Ergebnis des

Bild 158: Testprogramm 51, Auslesen und Wieder-Zurückschreiben des EEPROM-Inhalts

```
0676          PRGM51:  ;Auslesen des EEPROM-Inhalts und um 1 erhöhen
0676 75B000            MOV     P3, #00        ; Portinhalt löschen
0679 7800              MOV     R0, #0         ; Adresse im EEPROM 0 gewählt
067B 7900              MOV     R1, #00        ; Bank 0 des EEPROMs adressieren
067D 120135            LCALL   EEPROMR1       ; versucht ein Byte vom EEPROM zu lesen
                                              ; C ist gesetzt, wenn kein EEPROM erkannt
                                              ; wurde
0680 92B7              MOV     P3.7, C        ; Ausgabe des Acknowledge-Bits auf P3.7
0682 400D              JC      PRGM51F        ; Springe, wenn EEPROM nicht gefunden
0684 04                INC     A              ; Inhalt um 1 erhöhen
0685 F590              MOV     P1, A          ; neuen Inhalt anzeigen
0687 7800              MOV     R0, #00        ; Adresse 0 im EEPROM
0689 7900              MOV     R1, #00        ; Bank 0 des EEPROMs adressieren
068B FA                MOV     R2, A          ; Date laden
068C 120118            LCALL   EEPROMW1       ; 1 Byte über die I2C Schnittstelle zum
                                              ; EEPROM übertragen
068F 92B7              MOV     P3.7, C        ; Ausgabe des Acknowledge-Bits auf P3.7
0691 80FE     PRGM51F: JMP $
```

```
0693          PRGM52:  ;8 Byte Daten über Ser ausgeben und anschließend 8 Byte lesen,
                       ;zunächst Init der ser. Schnittst. 9600 Baud, 8 Daten
0693 F110              ACALL  L52INIT    ; Init der seriellen Schnittstelle
0695 D1E7     PRGM52S: ACALL  L52REEPR   ; Lesen der ersten 8 Byte des EEPROMs
                                         ; Rückgabe: C  gesetzt, wenn Fehler erkannt
0697 5006              JNC    PRGM52A    ; Springe, wenn kein Fehler
0699 743F              MOV    A, #'?'    ; Fehler beim Zugriff auf das EEPROM
069B F108              ACALL  L52AUSG    ; Ausgabe des in A übergebenen Zeichens
069D 80FE              SJMP $            ; Endlosschleife
069F          PRGM52A:                   ; EEPROM ist erfolgreich ausgelesen worden
069F D1CE              ACALL  L52WSTR    ; Ausgabe des 8 Byte Strings
                                         ; EEPROM-Inhalt ausgegeben und jetzt warten,
                                         ; bis 8 Zeichen empfangen werden
06A1 D1BB              ACALL  L52RSTR    ; Einlesen von 8 Zeichen von der ser. Schnittst.
                                         ; Es sind 8 Zeichen empfangen worden, die im
                                         ; EEPROM abgelegt werden
06A3 D1F6              ACALL  L52WEEPR   ; Schreiben der 8 Byte in das EEPROM
                                         ; Rückgabe: C  gesetzt, wenn Fehler erkannt
06A5 5006              JNC    PRGM52B    ; Springe, wenn kein Fehler
06A7 743F              MOV    A, #'?'    ; Fehler beim Zugriff auf das EEPROM
06A9 F108              ACALL  L52AUSG    ; Ausgabe des in A übergebenen Zeichens
06AB 80FE              SJMP $            ; Endlosschleife
                                         ; EEPROM ist erfolgreich beschrieben worden
06AD D1E7     PRGM52B: ACALL  L52REEPR   ; Lesen der ersten 8 Byte des EEPROM's
                                         ; Rückgabe: C  gesetzt, wenn Fehler erkannt
06AF 5006              JNC    PRGM52C    ; Springe, wenn kein Fehler
06B1 742D              MOV    A, #'-'    ; Fehler beim Zugriff auf das EEPROM
06B3 F108              ACALL  L52AUSG    ; Ausgabe des in A übergebenen Zeichens
06B5 80F6              SJMP   PRGM52B    ; Wiederholung
06B7          PRGM52C:                   ; kein Fehler
06B7 D1CE              ACALL  L52WSTR    ; Ausgabe des 8 Byte Strings
06B9 80DA              SJMP   PRGM52S    ;
```

Bild 159: Testprogramm 52, Übertragung des EEPROM-Inhalts über die serielle Schnittstelle

```
0030                   ZHL1   EQU 030H   ; Zähler für die Ausgabe des Strings
0031                   ZHL2   EQU 031H   ; Zähler für die Ausgabe des Strings
0721          PRGM53:  ;permanente Ausgabe der ersten 8 Byte im EEPROM mit Anzeige der
                       ;Fehlversuche beim Zugriff auf das EEPROM. Es können mehrere
                       ;Master quasi-gleichzeitig auf das gemeinsame EEPROM zugreifen,
                       ;zunächst Init der ser. Schnittst. 9600 Baud, 8 Daten
0721 7464              MOV    A, #100    ; Ausgabe des Strings nur jeden 10ten Zyklus
0723 F530              MOV    ZHL1, A    ; Speichern des Wertes
0725 F531              MOV    ZHL2, A    ; Speichern des Wertes
0727 F110              ACALL  L52INIT    ; Init der seriellen Schnittstelle
0729 D1E7     PRGM53S: ACALL  L52REEPR   ; Lesen der ersten 8 Byte des EEPROMs
                                         ; Rückgabe: C  gesetzt, wenn Fehler erkannt
072B 500D              JNC    PRGM53A    ; Springe, wenn kein Fehler
072D D53008   DJNZ     ZHL1, PRGM53B     ; Springe, wenn keine Ausgabe erforderlich
0730 7464              MOV    A, #100    ; Ausgabe des Strings nur jeden 10ten Zyklus
0732 F530              MOV    ZHL1, A    ; Speichern des Wertes
0734 742D              MOV    A, #'-'    ; Fehler beim Zugriff auf das EEPROM
0736 F108              ACALL  L52AUSG    ; Ausgabe des in A übergebenen Zeichens
0738 80EF     PRGM53B: SJMP   PRGM53S    ; Endlosschleife
073A          PRGM53A:                   ; EEPROM ist erfolgreich ausgelesen worden
073A D53106   DJNZ     ZHL2, PRGM53C; Springe, wenn keine Ausgabe erforderlich
073D 7464              MOV    A, #100    ; Ausgabe des Strings nur jeden 10ten Zyklus
073F F531              MOV    ZHL2, A    ; Speichern des Wertes
0741 D1CE              ACALL  L52WSTR    ; Ausgabe des 8 Byte Strings
0743 80E4     PRGM53C: SJMP   PRGM53S    ; Endlosschleife
```

Bild 160: Testprogramm 53, Test der Multi-Master-Fähigkeit des I²C-Busses

Auslese- bzw. Schreibversuches wird wiederum auf dem Port-Pin P 3.7 dargestellt. Auch dieses Programm wird nach dem Reset des Mikrocontrollers nur einmal durchlaufen, um ein häufiges Schreiben zu verhindern.

Das Testprogramm 51 zeigt somit nach jedem Reset des Mikroprozessors über den eingebauten Taster oder nach jedem Einschalten der Spannungsversorgung an P1 einen um 1 erhöhte Bit-Kombination an.

6.10.4.4 Lesen und Schreiben eines 8Bit-Blockes

Abbildung 159 zeigt das Testprogramm 52, welches über die serielle Schnittstelle den Inhalt der ersten 8 Byte des EEPROMs ausgibt, auf die Eingabe von 8 beliebigen Zeichen über die serielle Schnittstelle wartet und anschließend diesen Block in das EEPROM zurückschreibt.

Für die korrekte Funktion des Programmes ist es erforderlich, daß ein PC an die serielle Schnittstelle der Mikrocontroller-Platine angeschlossen ist und auf diesem ein Terminal-Programm mit den Einstellungen für die serielle Schnittstelle von 9.600 Baud, 8 Daten-Bits, 1 Stopp-Bit und keine Parität vorgesehen ist.

Nach dem Reset der Mikrocontroller-Schaltung werden nach der Initialisierung der seriellen Schnittstelle des Mikrocontrollers die ersten 8 Bit des angeschlossenen EEPROMs über die serielle Schnittstelle zum angeschlossenen PC übertragen. Falls der EEPROM-Zugriff nicht möglich ist, überträgt das Programm ein „?".

Nach erfolgreichem Auslesen des EEPROMs wartet das Programm auf die Übertragung von 8 Zeichen über die serielle Schnittstelle des angeschlossenen PCs. Nach dem Einlesen des letzten Zeichens schreibt das Testprogramm diese in das EEPROM zurück. Sollte hierbei ein Schreibfehler o. ä. auftreten, wird dieses über ein „?" am PC angezeigt.

Nach dem Schreiben der 8 Bytes zum EEPROM benötigt dieses einige Millisekunden, um die internen Speicherzellen zu beschreiben. Während dieser Zeit antwortet es auf Anfragen vom Master mit einem negativen ACK. Das Testprogramm versucht nun, die 8Byte-Daten vom EEPROM zurückzulesen. Jeder nicht erfolgreiche Versuch wird über die serielle Schnittstelle mit einem „-"-Zeichen quittiert. Das Testprogramm gibt ca. 4 bis 5 „-"-Zeichen aus, bevor der Lesezugriff erfolgreich war.

Bei Einsatz eines Ferro-RAMs ist das EEPROM sofort nach dem Schreiben wieder auslesebereit, womit die Ausgabe der „-"-Zeichen entfällt.

Abbildung 161 zeigt die zum Testprogramm 52 gehörenden Unterprogramme. Im einzelnen übernehmen diese das Einle-

```
06BB          L52RSTR: ;Einlesen von 8 Zeichen von der seriellen Schnittstelle
06BB 7820              MOV    R0, #20H      ; Zeiger laden
06BD 7400              MOV    A, #0         ; Adresse 0 im EEPROM
06BF F6                MOV    @R0, A        ; später ansprechen
06C0 08                INC    R0            ; Zeiger um 1 erhöhen
06C1 7908              MOV    R1, #8        ; 8 Zeichen einlesen
06C3 F100     L52RSTRW:ACALL  L52READ       ; Warten, bis ein Zeichen empfangen
06C5 F6                MOV    @R0, A        ; Zeichen im RAM ablegen
06C6 F108              ACALL  L52AUSG       ; Ausgabe des in A übergebenen Zeichens
06C8 F590              MOV    P1, A         ; Kontrollausgabe auf LEDs
06CA 08                INC    R0            ; Zeiger um 1 erhöhen
06CB D9F6              DJNZ   R1, L52RSTRW; Schleife 8mal durchlaufen
06CD 22                RET                  ;
06CE          L52WSTR: ;Ausgabe des 8 Byte Strings
06CE 7422              MOV    A, #'"'       ; Anfang des Ausgabestrings
06D0 F108              ACALL  L52AUSG       ; Ausgabe des in A übergebenen Zeichens
06D2 7908              MOV    R1, #8        ; 8 Byte übertragen
06D4 E6       L52WSTRW:MOV    A, @R0        ; Date lesen
06D5 F108              ACALL  L52AUSG       ; Ausgabe des in A übergebenen Zeichens
06D7 08                INC    R0            ; Zeiger um 1 erhöhen
06D8 D9FA              DJNZ   R1, L52WSTRW; 8 Byte ausgeben
06DA 7422              MOV    A, #'"'       ; Ende des Ausgabestrings
06DC F108              ACALL  L52AUSG       ; Ausgabe des in A übergebenen Zeichens
06DE 740D              MOV    A, #00DH      ; Carriage Return
06E0 F108              ACALL  L52AUSG       ; Ausgabe des in A übergebenen Zeichens
06E2 740A              MOV    A, #00AH      ; Linefeed
06E4 F108              ACALL  L52AUSG       ; Ausgabe des in A übergebenen Zeichens
06E6 22                RET                  ;
06E7          L52REEPR:;Lesen der ersten 8 Byte des EEPROMs
06E7 7820              MOV    R0, #020H     ; Beginn des RAM-Puffers
06E9 7400              MOV    A, #0         ; Adresse im EEPROM = 0
06EB F6                MOV    @R0, A        ; Adresse im RAM hinterlegen
06EC 7901              MOV    R1, #1        ; 1 Byte schreiben (Start-Adresse im EEPROM)
06EE 7A08              MOV    R2, #8        ; 8 Byte lesen
6F0  7BA0              MOV    R3, #ADR_EEPR; Slaveadresse des EEPROMs
06F2 1200D7            LCALL  I2C_WR        ; I2C-Baustein schreiben und lesen
06F5 22                RET                  ; Rückgabe: C  gesetzt, wenn Fehler erkannt
06F6          L52WEEPR: ;Schreiben der 8 Byte in das EEPROM
06F6 7820              MOV    R0, #20H      ; Zeiger auf Anfang im RAM
06F8 7909              MOV    R1, #9        ; Adresse im EEPROM und 8 Bytes schreiben
06FA 74A0              MOV    A, #ADR_EEPR; Slaveadresse des EEPROMs
06FC 1200BF LCALL      I2C_WANZ             ; n-Byte über die I2C-Schnittstelle ausgeben
06FF 22                RET                  ; Rückgabe: C  gesetzt, wenn Fehler erkannt;
0700          L52READ: ;Warten, bis ein Zeichen empfangen und es dann lesen
0700  3098FD           JNB    RI $          ; Warten, bis Zeichen empfangen
0703  C298             CLR    RI            ; Empfangsflag löschen
0705  E599             MOV    A, SBUF       ; Zeichen lesen
0707  22               RET                  ; zurück zum Hauptprogramm
0708          L52AUSG: ;Ausgabe des in A übergebenen Zeichens auf die serielle Schnittstelle
0708  3099FD           JNB    TI $          ; Warten, bis der Sendepuffer leer ist
070B C299              CLR    TI            ; Sendeflag löschen
070D F599              MOV    SBUF, A       ; Zeichen in den Sendepuffer schreiben
070F  22               RET                  ; Zurück zum Hauptprogramm
0710          L52INIT: ;Initialisierung der seriellen Schnittstelle für Daten, Ein und Ausgabe
0710 759850            MOV    SCON,#50H     ; Mode 1, (8Bit Daten) Receive Enable
0713 758920            MOV    TMOD,#20H     ; Timer 0 keine Funktion
                                            ; Timer 1 Mode 2 C/T =0, Gate =0
0716 758700            MOV    PCON, #00H    ; SMOD =0, Teiler /2
0719 758DFD            MOV    TH1,#100H-3   ; Nachladewert 3 = 11,0592 MHz/12/16/2/
                                            ; 9600 Baud
071C D28E              SETB   TR1           ; Timer starten (TCON)
071E D299              SETB   TI            ; Sendeflag setzen, damit die Datenausgabe
                                            ; beginnen kann
0720 22                RET                  ; Zurück zum Hauptprogramm
```

sen bzw. Ausgeben von 8 Zeichen von bzw. zur seriellen Schnittstelle, das Lesen bzw. Schreiben der ersten 8 Bytes des EEPROMs, das Empfangen bzw. Senden eines Zeichen sowie die Initialisierung der seriellen Schnittstelle.

6.10.4.5 Multimaster-Zugriff

Abbildung 160 zeigt das Programm 53, welches permanent die ersten 8 Zeichen des EEPROMs ausliest. Durch die Multimasterfähigkeit der I²C-Treiber erlauben diese den quasi gleichzeitigen Zugriff auf ein EEPROM. Hardwaremäßig sind dazu 2 Mikrocontroller-Platinen erforderlich, von denen auf nur einer das EERPOM bestückt ist. Von der zweiten Platine werden die Masse, SDA- und SCL-Steuerleitungen mit den entsprechenden Pins des EEPROMs verbunden. Somit erhält man einen Bus, an dem 2 Mikrocontroller und 1 EEPROM angeschlossen sind. Abschließend kann an eine der beiden Schaltungen ein PC mit einem Terminalprogramm angeschlossen werden.

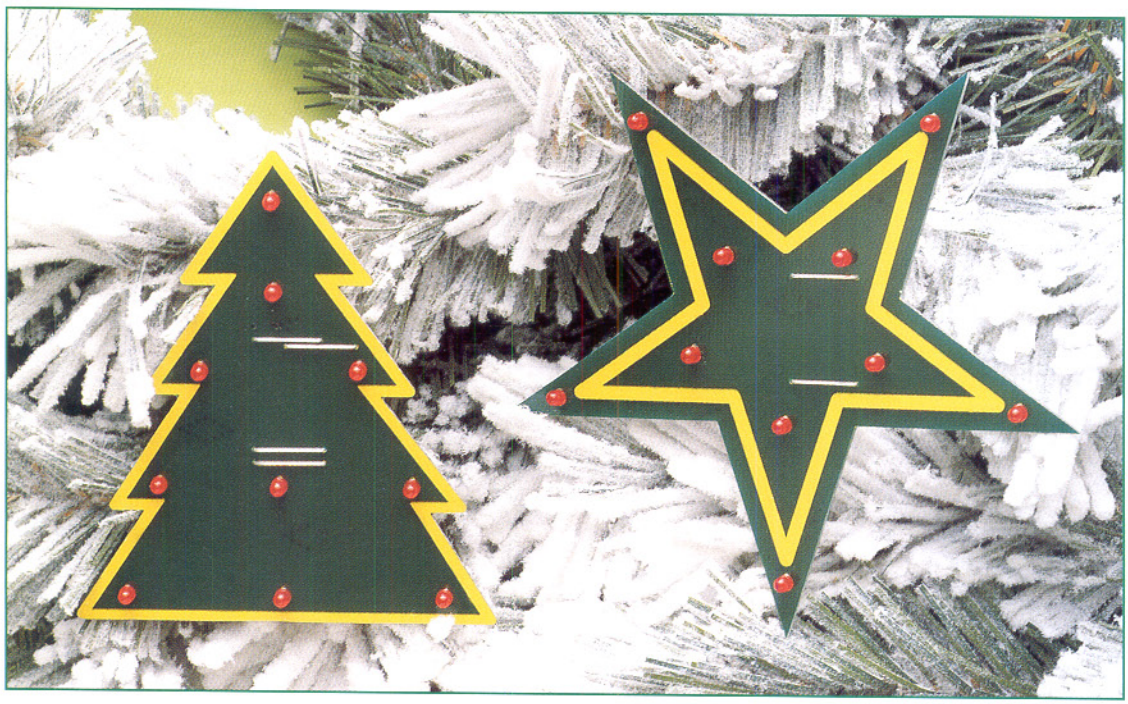
Nach dem Einstellen des Programmes 53 an den Drehschalter und Einschalten der Versorgungsspannungen versuchen beide Mikrocontroller auf das gemeinsame EEPROM zuzugreifen. Für jedes erfolgreiche und nicht erfolgreiche Auslesen des EEPROMs wird jeweils eine der Zählvariablen ZHL1 bzw. ZHL2 um 1 heruntergezählt. Sobald eine Variable bei 0 angelangt ist, werden bei erfolgreichem Zugriff die 8 Byte ausgegeben bzw. bei nicht erfolgreichem Zugriff ein „-"-Zeichen über die serielle Schnittstelle ausgegeben. Dadurch läßt sich die Ausgaberate um den Faktor 100 verlangsamen, wodurch ein langsamerer und übersichtlicher Bildschirmaufbau gewährleistet ist.

Im Verhältnis zu den erfolgreichen Zugriffen ist die Anzahl der nicht erfolgreichen Zugriffe, die mit einem „-"-Zeichen quittiert werden, relativ hoch. Dieses liegt unter anderem daran, daß während der Belegung des Busses durch den anderen Master relativ viele kurze erfolglose Zugriffsversuche stattfinden. Bedingt dadurch, daß beide Prozessoren asynchron auf den Bus zugreifen, ist die Anzahl der Fehlversuche recht unterschiedlich.

Das in Abbildung 160 dargestellte Testprogramm benutzt die bereits in Abbildung 161 beschriebenen Unterprogramme von dem Testprogramm 52.

Im 21. Teil der Mikrocontroller-Grundlagen-Serie beschreiben wir universelle Routinen, die es ermöglichen, beliebige I²C-Bausteine vom PC aus über die Grundschaltung anzusteuern. ELV

Bild 160: Zeigt die zum Testprogramm 52 (Abbildung 159) gehörenden Unterprogramme



SMD-Weihnachts-beleuchtung

Liegt es für uns als Elektroniker nicht nahe, einen unserem Hobby gemäßen Beitrag zur stimmungsvollen Weihnachtsatmosphäre in der Familie zu leisten? Lassen Sie uns unsere kleine Weihnachts-beleuchtungsvariation als diesen Beitrag sehen - ohne großen Aufwand werden damit interessante Lichteffekte erzielt.

Allgemeines

Die Leiterplatte der Weihnachtsbeleuchtung wurde in zwei Standard-Weihnachts-Silhouetten gestaltet. So ist sowohl ein Weihnachtsstern als auch ein stilisierter Tannenbaum verfügbar.

Ein solch blinkendes Objekt ist in der Advents- und Weihnachtszeit ein interessanter Blickfang in jedem Fenster.

Dazu tut der originelle Blinkrhythmus der Leuchtdioden das Seinige, denn wir wären schlechte Elektroniker, wenn wir nicht mit den legitimen Möglichkeiten der Technik spielen würden.

Aufgrund des einfachen, überschaubaren Aufbaus ist die Weihnachtsbaumbeleuchtung auch ein geeignetes Projekt für den Einstieg von Kindern und Jugendlichen in die SMD-Technik.

Schaltung

Die Schaltung der Weihnachtsbeleuchtung besticht einerseits durch die geringe Anzahl an Bauelementen und andererseits durch die Vielfalt der Möglichkeiten dieses einfachen Schaltungsaufbaus.

Kernstück der Schaltung ist der 14stufige CMOS-Binärzähler CD 4060 (IC 1), der neben der eigentlichen Zählerlogik zwei NAND-Gatter enthält, mit denen sich hervorragend ein interner Taktoszillator realisieren läßt.

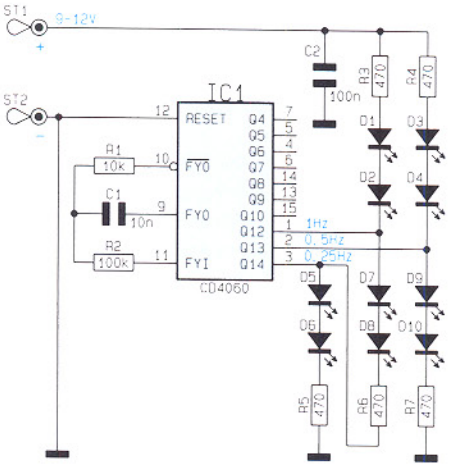


Bild 1: Schaltbild der SMD-Weihnachtsbeleuchtung

Die frequenzbestimmenden Bauelemente R 1, R 2 und C 1 werden extern an die Pins 9, 10 und 11 angeschlossen. Die Dimensionierung dieser Bauelemente ist in der vorliegenden Schaltung auf eine Taktfrequenz von ca. 4 kHz ausgelegt. Diese Taktfrequenz wird durch den intern am Ausgang des Taktoszillators liegenden Binärteiler soweit heruntergeteilt, daß am Pin 1, dem Ausgang Q 12 also, eine Blinkfrequenz von 1 Hz ansteht (Oszillatorfrequenz, geteilt durch 2^{12}).

Die Ausgänge des Binärzählers sind in der Lage, LEDs mit entsprechenden Vorwiderständen (diese dienen zur Strombegrenzung) direkt zu treiben. Dabei sind die LEDs an die Ausgänge Q 12 bis Q 14 angeschlossen.

Die paarweise zusammengeschalteten LEDs sind so an die Zählerausgänge geschaltet, daß sich möglichst viele Blinkkombinationen ergeben. So leuchten z. B. D 7 und D 8 nur dann, wenn der Ausgang

Stückliste: SMD-Weihnachtsstern

Widerstände:

10kΩ/SMD R1
100kΩ/SMD R2
470Ω/SMD R3-R7

Kondensatoren:

10nF/SMD C1
100nF/SMD C2

Halbleiter:

CD4060/SMD IC1
LED, 3mm, rot D1-D10

Sonstiges:

Lötstifte mit Lötöse ST1, ST2
8cm Schaltdraht, blank, versilbert

Q 12 High-Pegel und der Ausgang Q 14 Low-Pegel führt. Die so entstehenden Blinkkombinationen erlauben zusammen mit der Verteilung der LEDs auf der Leiterplatte die interessantesten Abläufe der Blinkreihenfolge für den Betrachter, der den Ablauf erst bei längerer Betrachtung als systematisch erkennen wird.

Die Spannungsversorgung erfolgt über die beiden Lötstifte ST 1 (+) und ST 2 (-) mit einer Spannung zwischen 9 V und 12 V.

Nachbau

Der Aufbau der Schaltung erfolgt wahlweise auf einer Platine in Sternform oder Tannenbaumform. Dabei werden die Ansteuerschaltung direkt in SMD-Technik auf der Leiterseite untergebracht und die Anzeige-LEDs auf der dekorativen Vorderseite der Platine. Somit ist die Platine direkt ohne weiteres Gehäuse z. B. im Fenster aufzuhängen.

Die Bestückung wird anhand der Stückliste und des Bestückungsplans durchgeführt. Dabei geht man bei der Bestückung der SMD-Bauteile wie folgt vor:

Das Bauelement wird zunächst nur an einem Pin bzw. einer Seite angelötet, dann die Lage und die Ausrichtung nochmals kontrolliert und ggf. korrigiert, und erst dann werden die restlichen Bauelementeanschlüsse bzw. Pins angelötet. Setzen Sie dabei eine möglichst feine Lötspitze und wenn vorhanden, SMD-Lötdraht ein und, dosieren Sie das Lötzinn sparsam, aber so, daß der SMD-Anschluß sicher mit der Leiterbahn verbunden ist. Das Lötzinn muß den Anschluß auf der Lötfläche umhüllen.

Die Lötstifte sind ebenfalls von der Bestückungsseite her einzuführen und einzulöten. Eventuell überstehende Enden auf

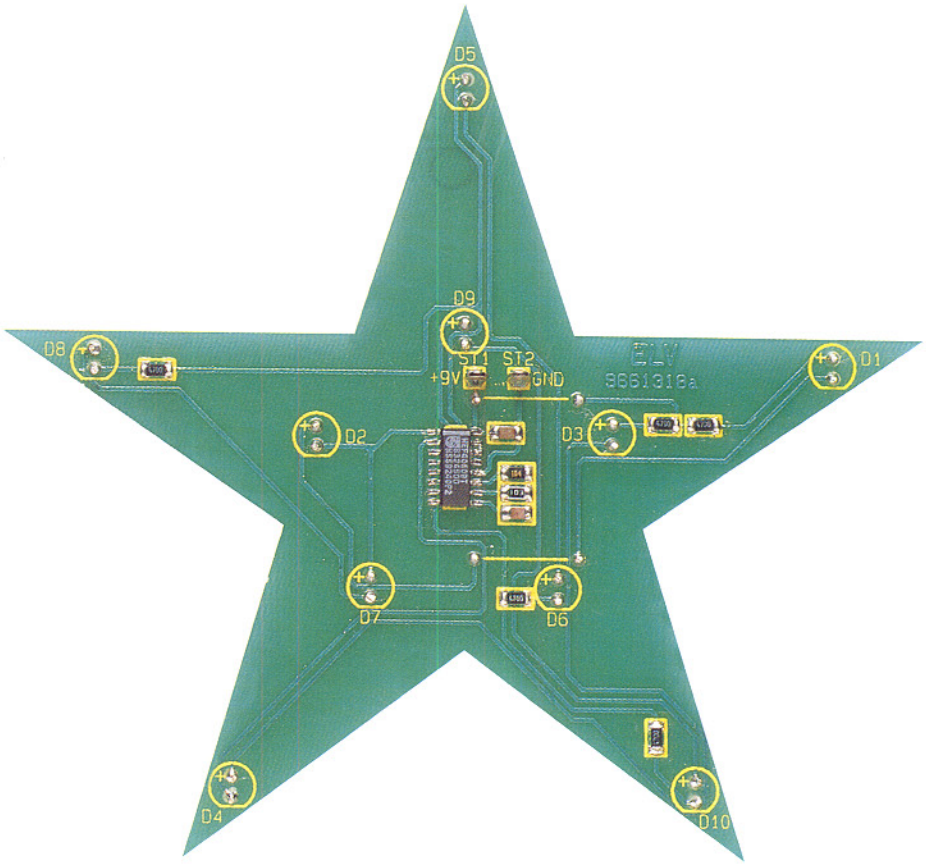
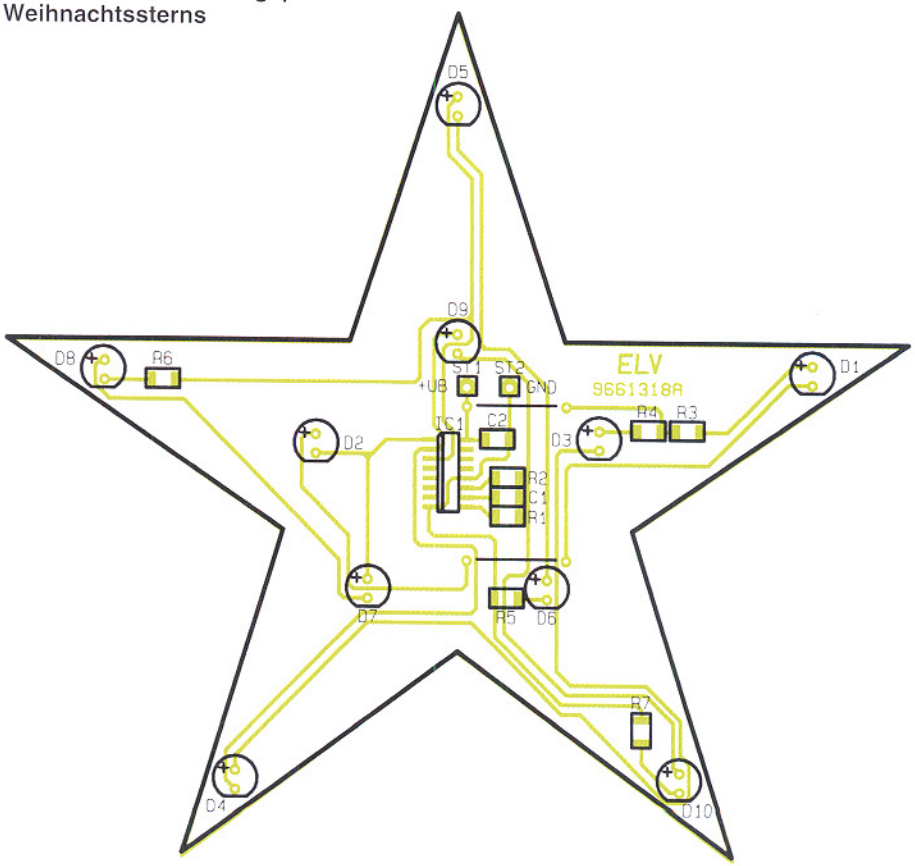


Bild oben: Ansicht der fertig bestückten Leiterplatte
Bild unten: Bestückungsplan des Weihnachtssterns



Stückliste: SMD-Weihnachtsbaum

Widerstände:
10kΩ/SMD R1
100kΩ/SMD R2
470Ω/SMD R3-R7

Kondensatoren:
10nF/SMD C1
100nF/SMD C2

Halbleiter:
CD4060/SMD IC1
LED, 3mm, rot D1-D10

Sonstiges:
Lötstifte mit Lötöse ST1, ST2
14cm Schaltdraht, blank, versilbert

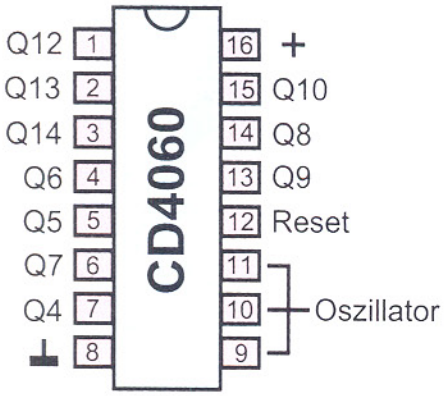
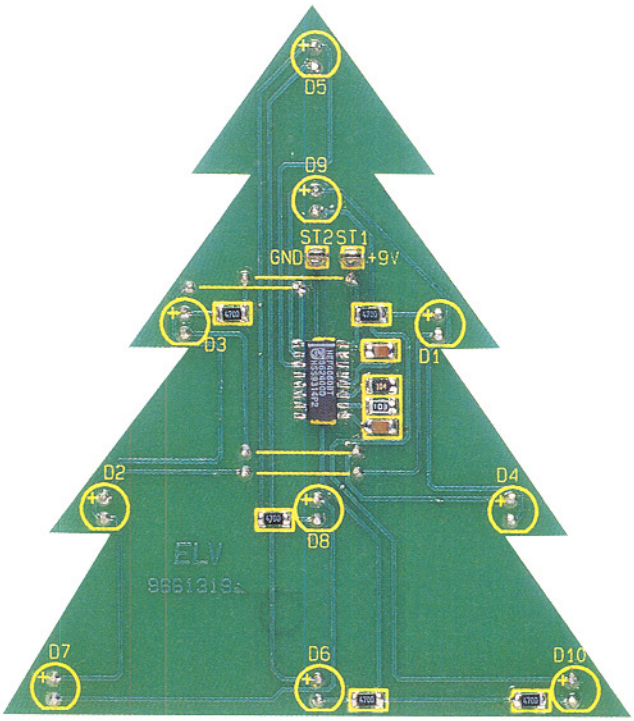
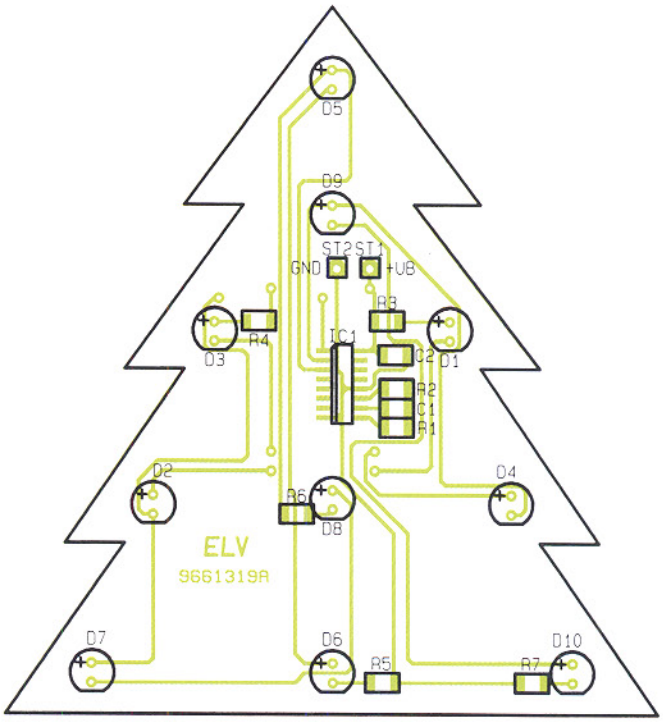


Bild 2: Anschlußbild von IC 1



Fertig bestückte Platine des SMD-Weihnachtsbaums



Bestückungsplan des Weihnachtsbaums

der Vorderseite der Leiterplatte sind sorgfältig und glatt mit einem Seitenschneider abzuschneiden.

Zum Schluß erfolgt die Bestückung der Leuchtdioden gemäß dem jeweiligen Bestückungsplan von der Vorderseite der Leiterplatte her. Führen Sie dabei die LEDs so weit ein, daß die LED-Körper direkt auf der Leiterplatte aufliegen bzw. alle den gleichen Abstand zur Leiterplatte aufweisen. Das Verlöten der Anschlüsse geschieht nach nochmaliger Kontrolle der polrichtigen Bestückung auf der Bestückungs-(Rück-)seite.

Nachdem alle Bauteile bestückt sind und diese Bestückung noch einmal sorgfältig auf Fehler überprüft wurde, kann die erste Erprobung des Gerätes erfolgen. Dazu wird an die Lötstifte ST 1 (+) und ST 2 (-) die Versorgungsspannung, die zwischen 9 V und 12 V liegen darf, angeschlossen.

Dies kann zunächst mit einer 9V-Blockbatterie durchgeführt werden. Im Dauerbetrieb sollte jedoch ein Netzgerät, etwa ein Steckernetzteil, Einsatz finden, da die gesamte Schaltung im Betrieb eine Stromaufnahme von etwa 25 mA hat, die eine Batterie bereits nach wenigen Stunden entlädt.

Nach Anschluß der Versorgungsspannung müssen nun die LEDs paarweise in der beschriebenen Weise aufleuchten, und die Schaltung ist betriebsbereit. ELV

Moderne Oszilloskop-Meßtechnik Teil 15

Aktuelle Entwicklungen aus dem Bereich der Digital-Speicheroszilloskope beschreibt der abschließende Teil dieser Artikelserie.

11. Moderne Digital-Oszilloskope

Über viele Jahre hinweg hatten Analog- und Digital-Oszilloskope eigene typspezifische Einsatzbereiche. Ein wichtiger Trend in der Meßindustrie zeigte sich seit Anfang der 90er Jahre durch die zunehmende Verbreitung von Digital-Oszilloskopen.

Als Hauptursache sind einige markante Vorteile von Digital-Oszilloskopen gegenüber Analog-Oszilloskopen zu nennen, insbesondere die Speicherfähigkeit. Immer schnellere Abtastsysteme in Verbindung mit leistungsfähiger Mikroprozessortechnik ermöglichen mittlerweile die Meßwertdarstellung in Echtzeit bis zur vollen Analog-Bandbreite mit den zusätzlichen Vorteilen komplexer Triggermöglichkeiten, automatischer Messung, Signalspeicherung und vielfältigen Möglichkeiten der Signalanalyse. Daß darüber hinaus Digital-Geräte in das Preisniveau günstiger Analog-Oszilloskope vordringen, trägt ein übriges zur Verbreitung der Digital-Oszilloskope bei.

Zudem ist die Bedienoberfläche heutiger Digital-Oszilloskope den Analog-Geräten angepaßt, d. h. es befinden sich die gleichen Einstellknöpfe auf der Frontplatte, was den Umstieg vom Analog- zum Digital-Gerät wesentlich vereinfacht. Abbildung 1 zeigt die Frontplatte eines modernen Digital-Oszilloskops von Tektronix (TDS 220).

11.1 Bandbreite von Digital-Oszilloskopen

Welche Bandbreite ist erforderlich? Oftmals wird diese Entscheidung von zwei Kriterien beeinflußt: Ein Oszilloskop mit zu geringer Bandbreite kann hochfrequente Signale nicht mit der gewünschten Genauigkeit darstellen und liefert bei Amplituden- und Zeit-Intervallmessungen fehlerhafte Ergebnisse. Auf der anderen Seite stehen die hohen Anschaffungskosten eines Oszilloskopes mit hoher Bandbreite. Die optimale Bandbreite für die Bedürfnisse des jeweiligen Anwenders ergeben sich aus der Charakteristik der zu messenden Signale und der geforderten Genauigkeit. Nachfolgend sind einige Entscheidungshilfen aufgeführt:

Bei Digital-Oszilloskopen sind die Parameter Analogbandbreite und Abtastrate getrennt voneinander zu betrachten. Die Analogbandbreite entspricht der Bandbreite des Y-Abschwächers bzw. -Verstärkers, d.h. der Bandbreite, bis das Meßsignal auf den A/D-Umsetzer gelangt. Diese Bandbreite kann mit der eines herkömmlichen Analog-Oszilloskopes verglichen werden. Als zweites muß die Abtastrate betrachtet werden. Die Abtastrate legt fest, wieviele Abtastwerte pro Sekunde aus dem am A/D-Umsetzer anliegenden Meßsignal gewonnen werden.

11.2 Analogbandbreite

Oszilloskope werden im allgemeinen zur Messung komplexer Signale verwendet, die außer der Grundschwingung weitere, höherfrequente Signalanteile beinhalten können. So kann für die korrekte Darstellung eines Rechtecksignals z.B. die Oberschwingung mit der 10fachen Grundfrequenz noch signifikant sein.

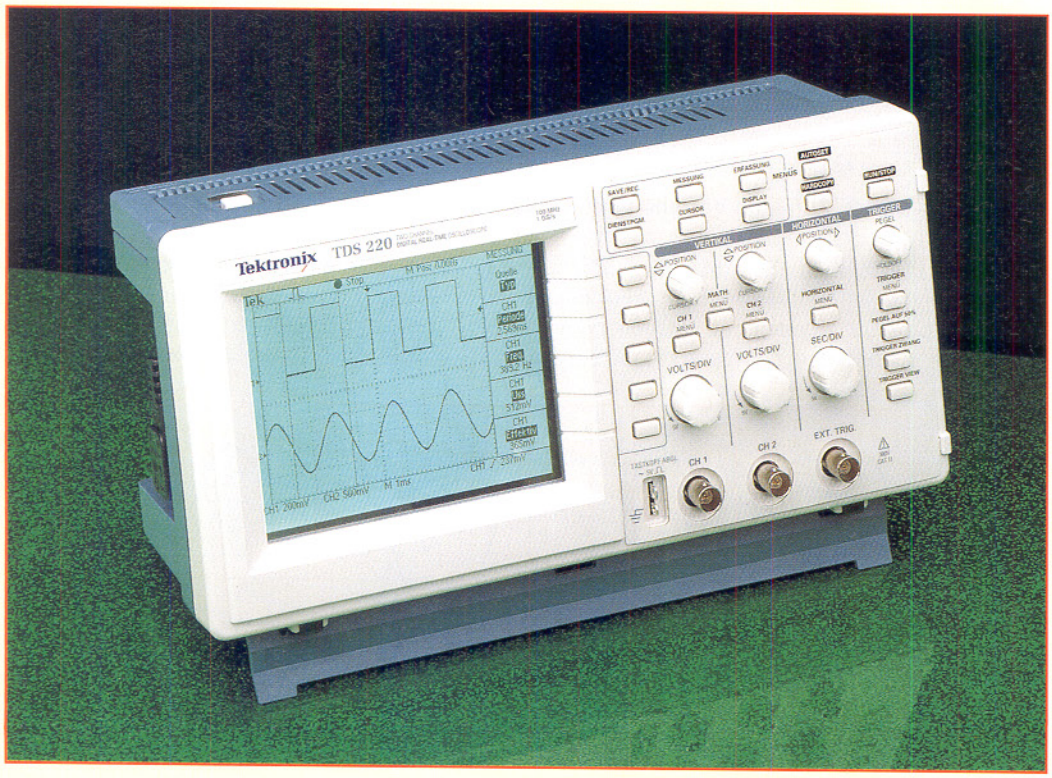


Bild 1: Frontplatte eines modernen Digital-Oszilloskops von Tektronix mit Analog-Geräten nachempfundener Bedienoberfläche

Erfahrungen aus der Praxis haben gezeigt, daß die Analogbandbreite mindestens das Dreifache der Grundfrequenz des "schnellsten" zu messenden Signals betragen sollte, damit die Signalform nicht allzu stark verfälscht wird.

korrekte Signalform: $B_{Oszilloskop} > 3 \times B_{Signal}$

Wird das Oszilloskop für die Messung von Signalamplituden eingesetzt, sollte die Bandbreite mindestens das 10fache der Frequenz der höchsten Signalkomponente betragen.

Amplitudenmessungen:
$B_{Oszilloskop} > 10 \times B_{Signal}$

11.3 Abtastrate

Die Analogbandbreite und die Abtastrate stellen die wichtigsten Leistungsmerkmale eines Digital-Oszilloskopes dar. Weiterhin ist es für die Einschätzung der Leistungsfähigkeit eines Digital-Oszilloskopes wichtig zu wissen, mit welchem Abtast-Verfahren das Gerät arbeitet. Es sind grundsätzlich zwei Verfahren zu unterscheiden: Echtzeit-Abtastung und Repetitiv-Abtastung.

Bei der Echtzeit-Abtastung werden sämtliche Abtastwerte während einer einzigen Triggerperiode erfaßt. Einmalige Signale („Single Shot") sind ausschließlich mit dem Echtzeit-Sampling erfaßbar, da alle nötigen Signal-Abtastwerte von diesem einmaligen Signal abgeleitet werden müssen. Um auch schnelle Signale, wie z.B. Glitches oder Spikes, korrekt erfassen zu können, muß die Abtastrate hoch genug sein. Oszilloskope, die ausschließlich mit diesem Signalerfassungsverfahren arbeiten, besitzen hohe Echtzeit-Abtastraten von bespielsweise 2GS/s und mehr. Um Signalflanken deutlich darstellen zu können, gilt als Richtwert, daß auf eine Signalflanke mindestens 2 Abtastwerte fallen sollten. Das bedeutet:

$$\text{Abtastfrequenz} > \frac{2}{\text{Signalanstiegszeit}}$$

Zwischen den einzelnen Abtastpunkten wird der Kurvenverlauf rekonstruiert. Dies kann auf verschiedene Interpolationsarten geschehen: Für die Echtzeitabtastung eines Sinussignals mit vernünftiger Darstellung gilt:

Abtastfrequenz	Interpolationsart Signalfrequenz
> 25	keine Interpolation, nur Punkte
> 10	lineare Interpolation (Punkte durch Geraden verbunden)
> 2,5	Sinusinterpolation

Die theoretische Grenze liegt im Abtasttheorem von Shannon begründet, das für das Verhältnis Abtastfrequenz/Signalfrequenz einen Faktor > 2 erfordert.

Das Repetitiv-Abtast-Verfahren erfaßt die Abtastwerte während mehrerer Triggerperioden und ist somit nur für die Darstellung periodischer Signale geeignet. Die Meßkurve wird anschließend aus diesen Abtastwerten zusammengesetzt. Mit Hilfe dieses Verfahrens sind speziell periodische Signale sehr gut erfaßbar, auch wenn die Echtzeit-Abtastrate nicht besonders hoch ist. Für die Erfassung von „Single-Shot"-Signalen ist dieses Verfahren nicht geeignet. Das Repetitiv-Abtast-Verfahren teilt sich in zwei Methoden auf:

Random-Abtastung: In dieser Betriebsart wird das Eingangssignal über mehrere Triggerperioden hinweg mit einer konstanten Abtastrate digitalisiert. Für jeden Abtastpunkt wird nicht nur der Amplitudenwert, sondern auch der zeitliche Abstand zum Triggerpunkt gemessen. Diese Zeitabstände sind zufällig verteilt, woher die Bezeichnung „Random" rührt. Bei der Signalrekonstruktion werden diese Datenpunkte anhand der gemessenen Zeitabstände in die richtige Reihenfolge gebracht. Mit Hilfe der Random-Abtastung können auch Signalabschnitte aus dem Zeitraum vor der Triggerung erfaßt werden (Pretrigger). Bild 2 zeigt die zufällige Verteilung der Abtastwerte.

Sequentielle-Abtastung: Die meisten Digitaloszilloskope mit extrem hoher Bandbreite arbeiten mit sequentiellem Abtasten. In jeder Triggerperiode wird nur ein einziger Abtastwert erfaßt. Während der ersten Triggerperiode wird der Abtastwert zum Triggerzeitpunkt gewonnen. In den darauffolgenden Triggerperioden wird der Abtastzeitpunkt gegenüber dem Triggerzeitpunkt um ein kleines Zeitintervall verschoben. Ist eine ausreichende Anzahl von Abtastwerten vorhanden, erfolgt die Signalkonstruktion. Der wesentliche Unterschied zur Random-Abtastung besteht darin, daß alle Abtastwerte nach dem Triggerzeitpunkt erfaßt werden, d. h. es ist keine Pretriggerung möglich. In Abbildung 3 ist die sequentielle Folge der Abtastwerte zu erkennen.

11.4 Signalspeichertiefe von Digital-Oszilloskopen

Ein weiteres wichtiges Kriterium bei der Auswahl eines Digital-Speicheroszilloskopes ist die Signalspeichertiefe, d. h. wieviel Abtastwerte im internen Speicher abgelegt werden können. Rein technisch betrachtet gilt: je mehr Speicher, desto besser. Allerdings ist eine höhere Speichertiefe auch immer mit erhöhtem Kostenaufwand verbunden. Es ist daher sorgfältig zu überlegen, welche Signale mit dem Oszilloskop erfaßt werden sollen und welche Speichertiefe benötigt wird, um die erforderliche Zeitauflösung und Aufzeichnungslänge zu erreichen.

Die Angabe der Abtastrate eines Digital-Oszilloskopes bezieht sich üblicherweise auf den schnellsten Zeitablenkungskoeffizienten. Wird eine langsamere Zeitablenkung eingestellt, reduziert sich normalerweise die Abtastrate automatisch so weit,

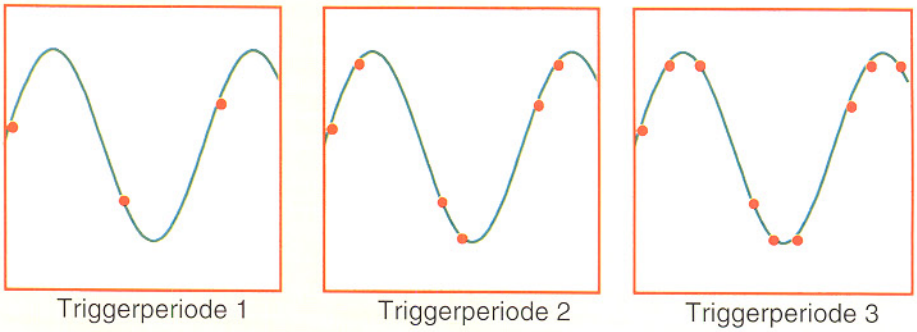


Bild 2: Zufällige Verteilung der Abtastwerte bei der Random-Abtastung

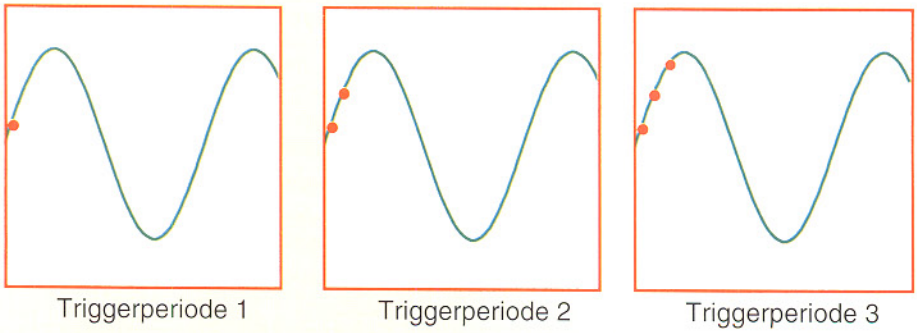
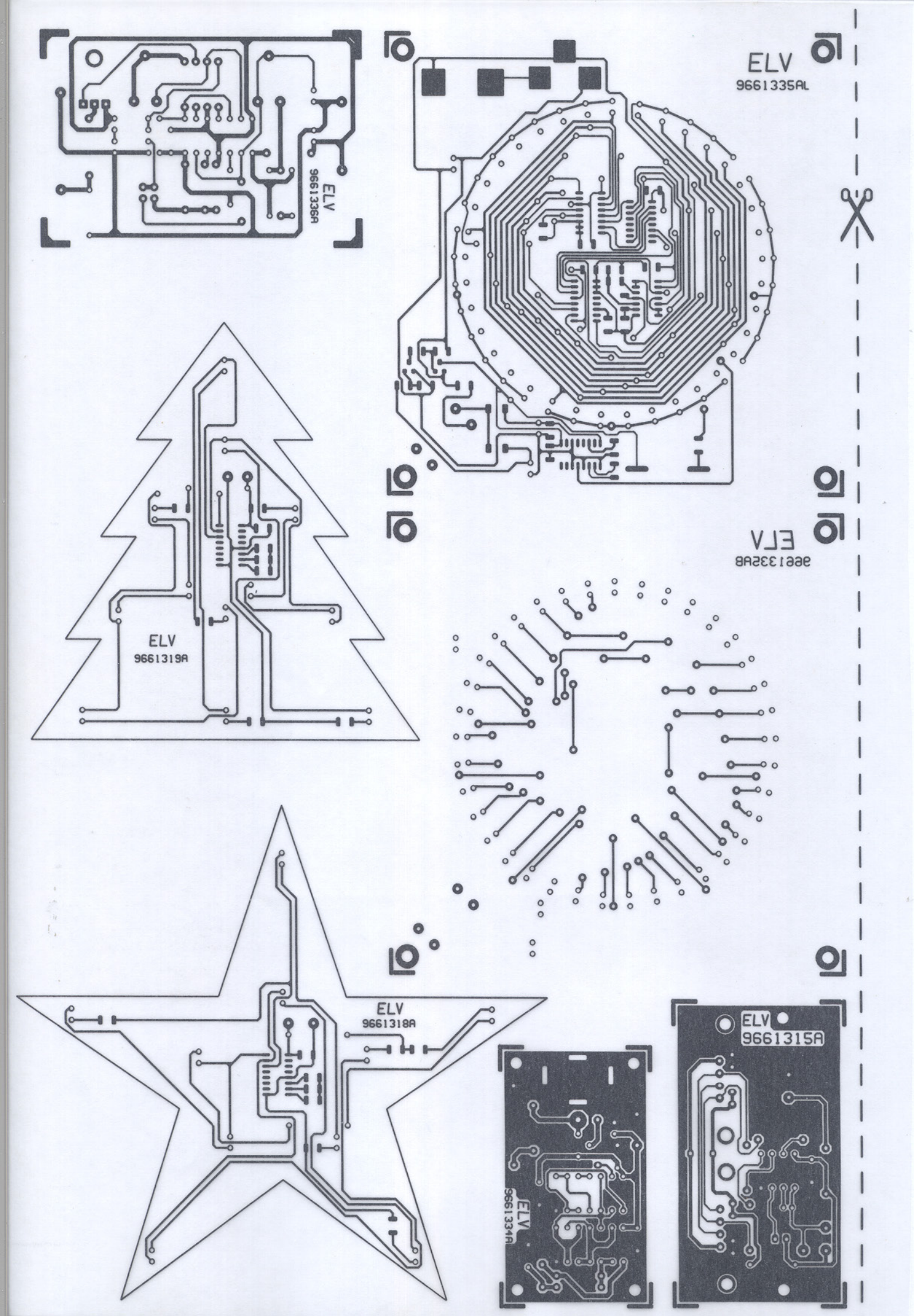


Bild 3: Entnahme der Abtastwerte bei sequentieller Abtastung

ELV
961335AB
ELV
961335AF
ELV
961335AE
ELV
961319A
ELV
961319A
ELV
961315A
ELV
961334A


ELV
9661336A
ELV
9661335AL
ELV
9661319A
ELV
9661332AB
ELV
9661318A
ELV
9661334A
ELV
9661315A

daß der erfaßte Signalausschnitt in den Speicher paßt und diesen komplett ausfüllt.

Angenommen ein Oszilloskop besitzt eine Speichertiefe von 2000 Abtastwerten. Um den Speicher zu füllen, müssen 2000 Abtastwerte entnommen werden. Wählt man eine Zeitablenkung von 10ms/Div, beträgt die Aufzeichnungslänge 100ms. In diesem Fall wird das Signal in Abständen von 100ms/2000 = 50µs abgetastet, was einer Abtastrate von 20kS/s entspricht. Dadurch beeinflußt die Speichertiefe indirekt die „Single-Shot"-Bandbreite. Je größer die Speichertiefe, desto höher ist die zeitliche Auflösung und desto genauer die Signalabbildung.

11.5 Vorteile digitaler Speicheroszilloskope

Digital-Oszilloskope bieten wesentliche Vorteile, einige spezifische Vorteile sind nachfolgend genannt und näher erläutert.

Erfassung nicht periodischer Signale

Vielfach wird die Meinung vertreten, daß ein Analog-Gerät exakt das anzeigt, was wirklich vorhanden ist. Dabei ist es möglich, daß ein Analoggerät gerade die Signalereignisse, die für die Fehlerdiagnose von größter Bedeutung sind, überhaupt nicht erfaßt. Wenn es darum geht, sporadische Störimpulse oder nichtperiodische Signalereignisse zu erfassen, gibt es kaum eine Alternative zum Digital-Oszilloskop.

Flimmerfreie Signaldarstellung

Analog-Oszilloskope besitzen die Eigenschaft, daß das Bild bei langsamen Zeitbasiseinstellungen flimmert und bei schnellen Zeitkoeffizienten die Bildhelligkeit abnimmt. Eine steile Signalflanke, die auf einem Digitaloszilloskop deutlich sichtbar ist, kann auf einem Analoggerät fast unsichtbar sein.

11.6 Erweiterte Meßmöglichkeiten

Aufgrund der digitalen Meßwerterfassung werden spezielle Meß-, Analyse- und Triggerfunktionen ermöglicht:

- Pretrigger-Funktion. Diese Funktion ermöglicht die Signalbeurteilung vor dem eigentlichen Triggerereignis. So kann beispielsweise auf eine Fehlererscheinung getriggert werden. Anschließend ist die detaillierte Beurteilung der Vorgeschichte und somit die Fehlerdiagnose möglich.
- automatische Messungen: Im allgemeinen bieten die Digitalspeicheroszilloskope ein ganzes Menü von automatischen Messungen. Ein oder mehrere Signalparameter werden parallel zum Meßsignal auf dem Bildschirm angezeigt. Typische Parameter sind:
  - Periodendauer
  - Frequenz
  - positive und negative Pulsbreite
  - Anstiegs- und Abfallzeit
  - Tastverhältnis
  - Messung der Länge eines Burstpaketes
  - positives u. negatives Überschwingen
  - Maximal- und Minimalwert
  - Spitze-Spitze-Wert
  - Amplitude
  - arithmetischer Mittelwert des Signals
  - arithmetischer Mittelwert einer Periode
  - Effektivwert des Signals
  - Effektivwert einer Periode
- Cursormessungen: Bestimmung von Zeit- und Spannungsdifferenzen
- Autoset: automatische Einstellung der Parameter Y, X, Triggerung
- mathematische Verknüpfung der Eingangssignale, wie Invertierung, Addition, Subtraktion und Multiplikation. (Durch die Multiplikation von U und I kann auf einfache Weise die Messung der Wirkleistungsaufnahme eines Verbrauchers erfolgen)
- FFT: mit Hilfe der FFT (Fast Fourier Transformation) wird die schnelle Beurteilung des Signalspektrums möglich.
- Verschiedene Abtastmodi, wie normale Abtastung, Hüllkurve, Mittelwertbildung und Spitzenwerterkennung erleichtern die Fehlersuche
- Speicherung von Signalen über einen längeren Zeitraum
- Vergleich von aktuellen Meßsignalen mit vorher abgespeicherten Referenzsignalen durch gleichzeitige Bildschirmdarstellung
- Ausgabe der Meßwerte an Drucker oder PC. Damit können elektronische Labor-Notizbücher erstellt werden.
- Fernsteuerung des Oszilloskopes per PC, systemorientierter Einsatz

Aufgrund der herausragenden Möglichkeiten moderner Digital-Oszilloskope und günstiger Preise steht zu vermuten, daß sich der Siegeszug der Digital-Geräte weiter fortsetzt. ELV

Belichtungsvorgang

Zur Erzielung einer optimalen Qualität und Konturenschärfe bei der Herstellung von Leiterplatten mit den ELV-Platinenvorlagen gehen Sie bitte wie folgt vor:

1. Die transparente Platinenvorlage so auf die fotopositiv beschichtete Platine legen, daß die bedruckte Seite zur Leiterplatte hinweist, d. h. die auf der Vorlage aufgedruckte Zahl ist lesbar (nicht seitenverkehrt).
2. Glasscheibe darüberlegen, damit sich ein direkter Kontakt zwischen Platinenvorlage und Leiterplatte ergibt.
3. Belichtungszeit: 3 Minuten (1,5 bis 10 Minuten mit 300Watt-UV-Lampe bei einem Abstand von 30 cm oder mit einem UV-Belichtungsgerät).

Achtung:

Bitte beachten Sie beim Aufbau von Bausätzen die Sicherheits- und VDE-Bestimmungen.
Netzspannungen und Spannungen ab 42 V sind lebensgefährlich. Bitte lassen Sie unbedingt die nötige Vorsicht walten und achten Sie sorgfältig darauf, daß spannungsführende Teile absolut berührungssicher sind.

9661315A
I²C-Echtzeituhr-Board

9661318 A
SMD-Weihnachtsstern

9661319A
SMD-Weihnachtsbaum

9661334A
Spike-Generator

9661335AL
Mini-Roulette, Leiterbahnsseite

9661335AB
Mini-Roulette, Bestückungsseite

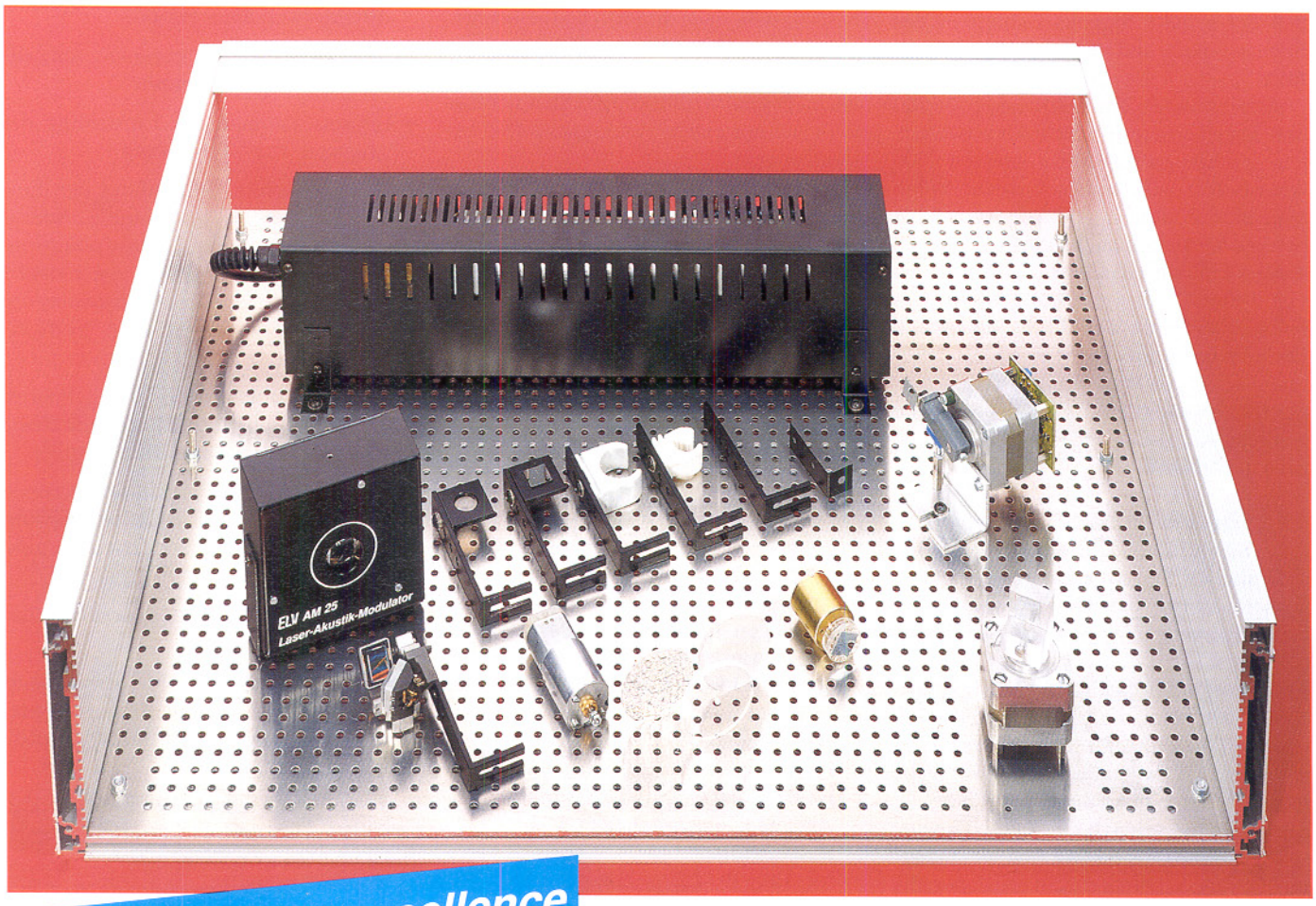
9661336A
Modellbau-Sirenengenerator

Fernstudium Staatl. geprüft

Computer-Techniker
Fernseh-Techniker
Elektronik-Techniker

Berufe mit Zukunft! Praxisgerechte, kostengünstige und gründliche Ausbildung für jedermann ohne Vorkenntnisse. Teststudium unverbindlich. Info-Mappe kostenlos.

FERNSCHULE WEBER
Abt. 518
D-26192 Großenkneten – PF 21 61
Tel. 04487/263 – Fax 04487/264



Lasershow par excellence

8fach-Laserbank

Teil 3

Den mechanischen Aufbau der neuen ELV-8fach-Laserbank beschreibt der vorliegende Artikel.

Allgemeines

Nachdem wir in den vorangegangenen Artikeln die einzelnen Lichteffekte und deren Ansteuerung kennengelernt haben, soll nun die Beschreibung des mechanischen Aufbaus folgen.

Das Gehäuse für die 8fach-Laserbank basiert auf der neuen ELV-Metallgehäuse-Serie. Hiermit steht ein besonders hochwertiges und solides Metallgehäuse zur Verfügung, dessen vielfältige Montagemöglichkeiten und mechanische Festigkeit gerade bei der 8fach-Laserbank zum Tragen kommen.

So wird in Verbindung mit den großzügig dimensionierten Gehäuseprofilen eine ausgezeichnete mechanische Verwindungssteifigkeit erreicht, was für eine optische Bank mit den Grundabmessungen 550 mm x 443 mm besonders wichtig ist.

Die Möglichkeit, die Bodenplatte des Gehäuses zu entnehmen, gewährleistet einen ungehinderten Zugang zur optischen Bank und zu den Befestigungsschrauben der einzelnen Laser- und Ablenkkomponenten. Somit können Justage- und Montagearbeiten zu jeder Zeit problemlos erfolgen, ohne daß die gesamte Laserbank hierbei demontiert werden muß. Insbesondere können hierdurch auch schnell und ohne großen Aufwand Umbauten und Modifikationen an den einzelnen Lichteffekten vorgenommen werden.

Den Nachbau der 8fach-Laserbank beginnen wir zunächst mit der Vormontage des Gehäuses und dem Einbau der eigentlichen optischen Bank, bestehend aus 3

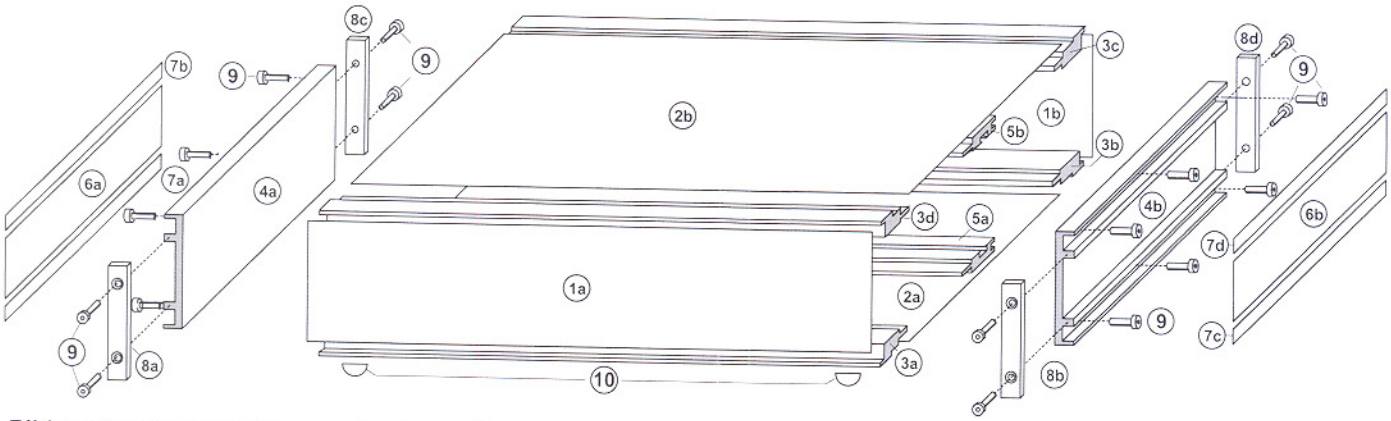


Bild 14: Explosionszeichnung des Laser-Gehäuses

mm starker Aluminium-Grundplatte mit im Raster angeordneten Bohrungen.

Gehäuse - Vormontage

Abbildung 14 zeigt die Explosionszeichnung des Laserbank-Gehäuses. Alle Gehäusekomponenten sind jeweils mit einer Zahl und einem angehängten Buchstaben gekennzeichnet. Gleiche Zahlen zeigen an, daß es sich um identische Gehäusekomponenten handelt, die jeweils auch untereinander tauschbar sind. Die Buchstaben hinter den Zahlen erlauben die genaue Identifikation im Hinblick auf die Nachbaubeschreibung. Ist z. B. von dem Seitenteil 4a die Rede, so ist im vorliegenden Fall das linke Seitenteil (von der Frontseite aus gesehen) des Gehäuses gemeint.

Im ersten Schritt werden nun die Modulschienen 3a und 3d sowie die Tragschiene 5a wie aus Abbildung 14 ersichtlich mit dem Profil-Seitenteil 4a verschraubt. Es ist hier jeweils eine M4 x 30 mm Innensechskantschraube zu verwenden, die von außen durch das Seitenprofil in die vorgesehene Nut der Modul-/Tragschienen eingeschraubt wird.

Die Modulschienen sind jeweils ganz außen am Seitenprofil zu montieren, so daß die profilierte Seite der Schiene nach außen (hier unten) zeigt.

Alsdann ist die Tragschiene zu montieren, wobei hier die vierte Bohrung des Seitenprofils 4a, von der Gehäusevorderseite aus gesehen, zu verwenden ist. In die T-Nuten der drei montierten Schienen werden nun jeweils zur Befestigung der Grundplatte drei Sechskantschrauben M4 x 10 mm eingeschoben. Im Anschluß hieran wird die Grundplatte aufgesetzt.

Im Bereich des Mehrfach-Laserstrahl-Umschalters MLU 97 ist das Bohrraster der Grundplatte unterbrochen (dieser Bereich muß sich auf der rechten Vorderseite des Gehäuses befinden).

Zur Befestigung im Bereich der vorderen Modulschiene ist die zweite im Raster liegende Lochreihe zu verwenden, wobei hier jeweils die äußere und die mittlere Bohrung Verwendung findet.

Zur Verschraubung mit der Tragschiene 5b steht ebenfalls eine im Raster liegende Lochreihe zur Verfügung, wobei hier auch die äußere und die mittig angeordnete Bohrung zu wählen ist.

Für die Verschraubung mit der hinteren Modulschiene sind die drei hier nicht im Lochraster liegenden Bohrungen zu verwenden. Liegt die Grundplatte entsprechend auf den Schienen auf, so folgt auf jedem herausstehenden Schraubengewinde eine 4mm-Zahnscheibe und schließlich eine M4-Mutter.

Nachdem alle Muttern angezogen sind, wird das zweite Seitenteil 4b mit drei M4 x 30mm Innensechskantschrauben angeschraubt.

Zur weiteren Erhöhung der mechanischen Stabilität sollten vor dem jetzt folgenden Einbau der Laserkomponenten die vordere und hintere Modulschiene 3d und 3c eingebaut werden. Die Verschraubung erfolgt auch hier mit M4 x 30mm Innensechskantschrauben.

Was die Auswahl und Montage der verschiedenen Laser- und auch der Effektkomponenten anbelangt, so kann und soll hier keine Empfehlung gegeben werden. Die 8fach-Laserbank ist gerade für die universelle Bestückung mit verschiedensten Komponenten ausgelegt.

Dennoch soll an dieser Stelle ein Vorschlag für die Gestaltung der Laserbank mit 6 verschiedenen Effekten und zwei zusätzlichen Umlenkspiegeln zur Ansteuerung externer Lasereffekte, wie z. B. Spiegelkugel o. ä., beschrieben werden. Die Auswahl der Effekte entspricht dem Inhalt des Komplettbausatzes Laserbank bzw. auch des Fertiggerätes. Hierbei verwenden wir den Spiraloskopeffekt, den Akustik-Modulator AM 25, Liniengitter- und Kreuzgittereffekt, Kathedralglas-Inteferenzmuster mit Getriebemotor sowie der XY-Ablenkeinheit (ELV-Scanner).

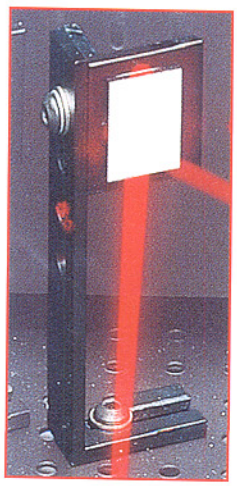
Die Laser-Signalerzeugung wird anhand der bewährten HeNe-Laser LA 12/LA 230 beschrieben, wobei hier dann ein zusätzlicher Laserstrahl-Schalter LS 96 erforderlich ist (Blanking-Einheit). Komplettbausatz und Fertiggerät sind an dieser Stelle mit einem 10mW-Halbleiter-Laser ausgestattet.

Vormontage der Laserkomponenten

Vor dem Einbau der Laserkomponenten müssen diese vorbereitet werden, wobei der Akustik-Modulator AM 25, die XY-Ablenkeinheit, der Laserstrahl-Schalter LS 96 sowie der Mehrfach-Laserstrahl-Umschalter MLU 97 einbaufertig verfügbar sind. Neben den genannten Komponenten sind noch 7 Laser-Ablenkspiegel zur festen Strahlumlenkung erforderlich.

Abbildung 15 zeigt einen kompletten Laser-Ablenkspiegel, bestehend aus einem großen Haltewinkel mit angeschraubtem Spiegelträger und aufgeklebtem Oberflächen-Spiegel. Die Vormontage beschränkt sich hier lediglich auf das Anschrauben des Spiegelhalters mit schon aufgeklebtem Oberflächenspiegel an den großen Haltewinkel. Der Spiegelhalter ist hierfür mit einer M4-Gewindebohrung ausgestattet, so daß zur Verschraubung nur eine schwarze M4x 10mm-Innensechskantschraube mit Linsenkopf sowie eine M4-Unterlegscheibe erforderlich sind. Hierbei ist die obere

Bild 15: Kompletter Laser-Ablenkspiegel



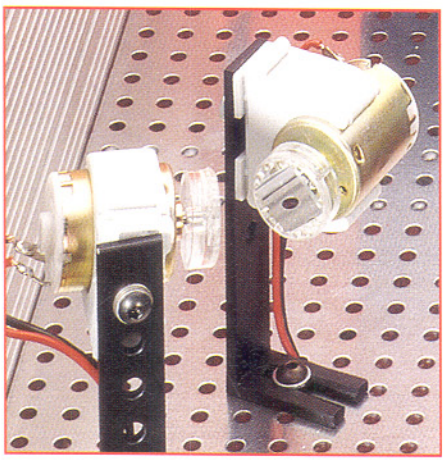


Bild 16: Zwei angeordnete Spiegelmotoren zur Erstellung der Spiegeleffekteinheit

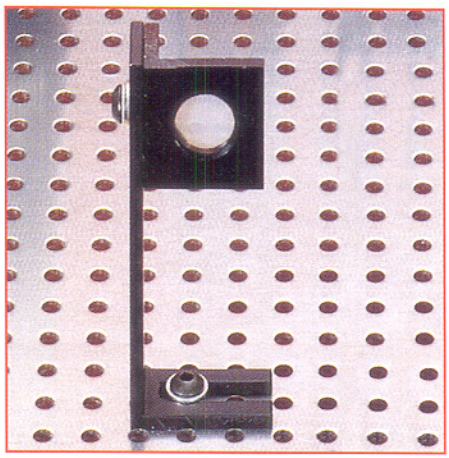


Bild 18: Lasereffekt

Bohrung des Haltewinkels zu verwenden, wodurch sichergestellt ist, daß sich der Spiegelmittelpunkt genau auf 65 mm Höhe - ein Maß, das auch bei allen anderen Laser-Komponenten einzuhalten ist.

Die Spiraloskop-Effekteinheit besteht aus zwei entsprechend angeordneten Spiegelmotoren, wie in Abbildung 16 gezeigt. Der Spiegelmotor wird fertig mit aufgepreßtem Vario-Spiegelhalter und eingeklebtem Laser-Oberflächenspiegel geliefert, so daß sich die Vormontage hier lediglich auf das Montieren des Motors an dem großen Haltewinkel beschränkt. Zur Montage wird zuerst der PG16-Kunststoffhalter mit einer M4 x 12mm-Innensechskant-Linsenkopfschraube, Unterlegscheibe und Mutter am Haltewinkel angeschraubt. Es ist hier wiederum die obere Bohrung des Haltewinkels zu verwenden, wobei sich die Mutter auf der Innenseite des Kunststoffhalters befindet.

Alternativ zu dieser Befestigungslösung könnte auch die entsprechende Bohrung des Haltewinkels auf 5,2 mm aufgebohrt und eine M5-Schraube durch den Haltewinkel in das vorgesehene Gewinde der PG-Schelle eingeschraubt werden. Da jedoch für alle Lasereffekte und auch für die Halbleiter-Laser dieser Haltewinkel Verwendung findet, wird aus Gründen der Kompatibilität hierauf werkseitig verzichtet.

Abschließend nach dem Festziehen der Schraube muß nun noch der Spiegelmotor in den Halter eingeschoben werden.

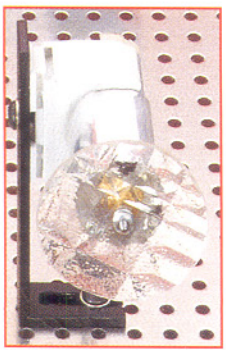


Bild 17: Schlierenmuster-Effekteinheit mit zugehöriger Kathedralglas-Scheibe

Abbildung 17 zeigt die Schlierenmuster-Effekteinheit mit der zugehörigen Kathedralglas-Scheibe, die an einem Getriebemotor montiert ist. Auch hier erfolgt die Motorbefestigung mit einer PG-Kunststoffhalterung, wobei aber die zweite Bohrung des Haltewinkels (von oben gesehen) Verwendung findet. Alsdann ist der Getriebemotor in die Halterung einzuschieben und die Kathedralglas-Scheibe zwischen zwei M3-Unterlegscheiben liegend auf die Motorhaube aufzustecken und mit einer M3-Mutter festzusetzen.

Abschließend kommen wir zu den festmontierten Linien- und Kreuzgittereffekten. Abbildung 18 zeigt solch einen Lasereffekt. Die Vormontage wird in gleicher Weise wie bei den Ablenkspiegeln durchgeführt, d. h. fertigen Effekthalter einfach mit M4 x 10mm-Innensechskantschraube und Unterlegscheibe an die obere Bohrung des Haltewinkels anschrauben.

Damit ist die Vormontage der Laserumlenk- und Effekteinheiten soweit abgeschlossen. Bevor wir jedoch zu der Bestükkung der Laserbank kommen, soll noch kurz auf die Montage des eigentlichen Lasers eingegangen werden.

Prinzipiell können die HeNe-Laser LA 12 oder LA 230 Verwendung finden, oder auch verschiedene Halbleiter-Laser mit Leistungen bis zu 50 mW (Achtung: Sicherheitsvorschriften beachten).

Für die Montage des HeNe-Lasers sind spezielle Haltewinkel vorgesehen, die jeweils unter die unteren Befestigungsschrauben des Lasergehäuses eingelegt und verschraubt werden. Hierbei wird der längere, mit 2 Bohrungen versehene Schenkel an das Lasergehäuse angelegt. Beim Laser LA 230 sind nun die unteren Bohrungen, beim Laser LA 12 die oberen Bohrungen zu verwenden, wodurch der Strahlaustritt jeweils exakt auf 65 mm Höhe liegt.

Die Halbleiter-Laser sind wiederum mit einer PG-Kunststoffschelle an dem Standard-Haltewinkel anzuschrauben, wie beim Spiegelmotor beschrieben. Um den Strahlaustritt auf 65 mm Höhe zu positionieren, ist die obere Bohrung des Haltewinkels zu wählen.

Nachdem alle erforderlichen Komponenten einbaufertig vorliegen, kommen wir zur Bestückung der Laserbank.

Bestückung der Laserbank

Die Positionen der verschiedenen Laserkomponenten gehen aus dem in Abbildung 19 gezeigten Montageplan hervor. Die exakte, millimetergenaue Positionierung ist dabei durch die in der Grundplatte vorhandenen Befestigungsbohrungen vorgegeben. Jede verwendete Bohrung in der Grundplatte ist mit der in der Klammer stehenden Doppelziffer gekennzeichnet (z. B. 17, 21). Hierbei gibt die erste Zahl die Bohrreihe in horizontaler Richtung (x-Achse) und die zweite Zahl die in vertikaler Richtung (y-Achse) liegende Bohrreihe an.

Der „Nullpunkt" für diese Koordinatenfestlegung ist unten links, d. h. die ganz vorne befindliche linke Ecke der Grundplatte.

Alle Laser- und Effektkomponenten mit Ausnahme des Mehrfach-Laserstrahl-Umschalters MLU 97 werden mit Innensechskant-Linsenkopfschrauben, Unterlegscheiben, Zahnscheiben und Muttern mit der Grundplatte verschraubt. Hierbei liegt die Unterlegscheibe jeweils zwischen dem Schraubenkopf und den Effekt- bzw. Laserhaltern. Auf der Unterseite der Grundplatte wird dann jeweils eine Zahnscheibe eingelegt und schließlich die M4-Mutter aufgedreht.

Die Befestigung des Mehrfach-Laserstrahl-Umschalters MLU 97 erfolgt durch separate M 3 x 10 mm-Zylinderkopfschrauben mit zwischenliegenden M3-Zahnscheiben von der Unterseite der Grundplatte aus.

Ist die Bestückung der Laserbank soweit fortgeschritten, folgt an dieser Stelle die Montage der Steuerplatine mit Verkabelung und Justage der Laserkomponenten. Die ausführliche Beschreibung lesen Sie im vierten Teil dieser Artikelserie. ELV

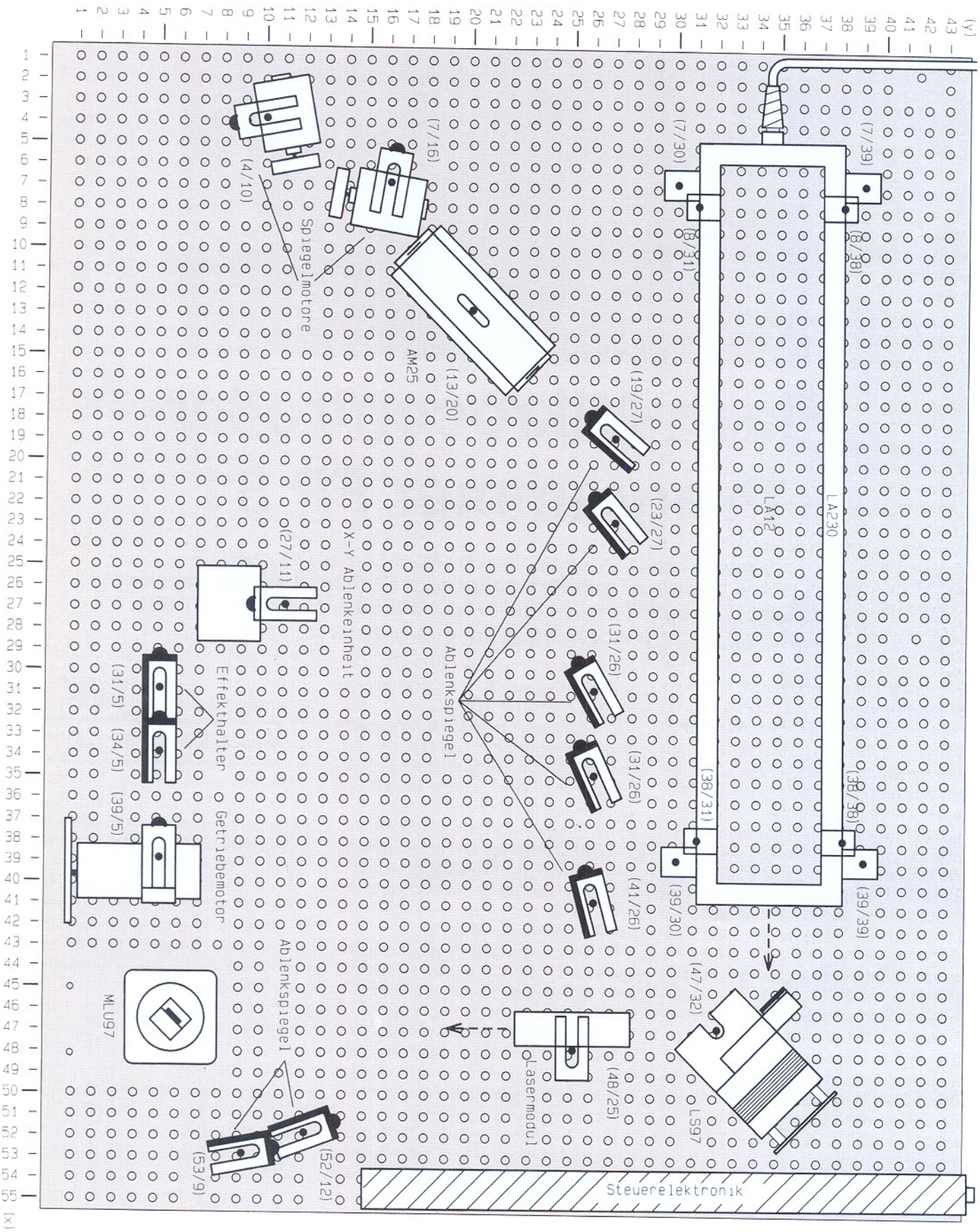
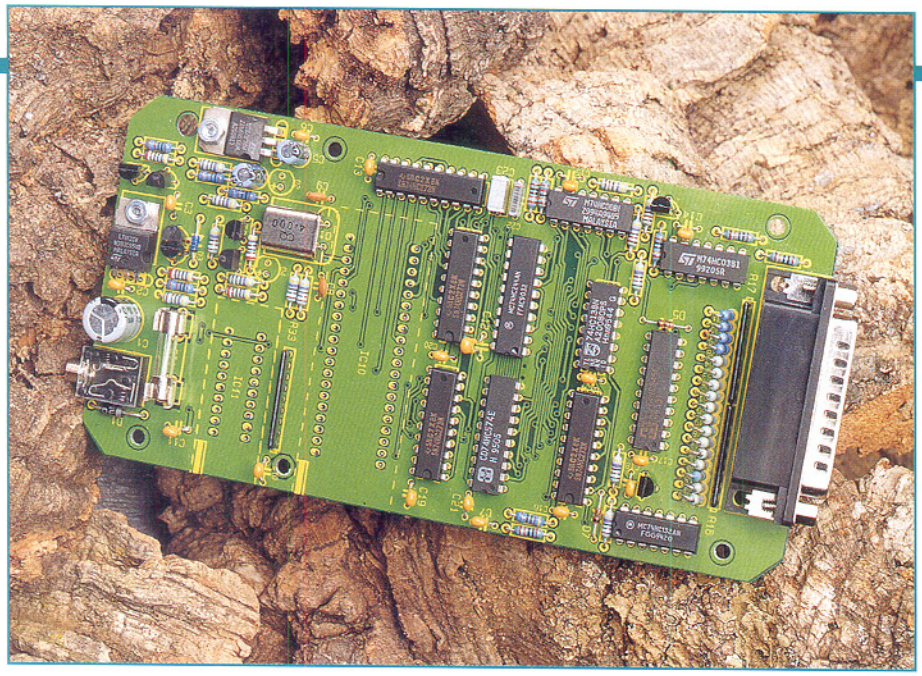


Bild 19: Montageplan der 8fach-Laserbank



Flash-Mikrocontroller-Programmer FP 51

Single-Chip-Mikrocontroller der MCS-51-Familie schnell und einfach „brennen", ohne zeitraubendes EPROM-Handling (brennen, löschen...) ermöglichen die neuen Flash-Mikrocontroller von ATMEL, unter Einsatz des besonders günstigen Programmers FP 51.

Allgemeines

Mikrocontroller der Serie MCS-51 sind weit verbreitet und finden für zahlreiche Problemlösungen in der Elektronik Anwendung. Trotz ausgefeilter Software-Simulator-Programme ist es in der Programmentwicklungsphase jedoch oft notwendig, die Programmierung der Mikrocontroller zu ändern. Hierzu sowie zur endgültigen Programmierung benötigen Entwickler ein effektives Werkzeug zum schnellen „Brennen" der Prozessoren.

Weit verbreitet ist dafür der Einsatz von EPROMs bzw. Prozessoren mit integriertem EPROM, die in zahlreichen Varianten sowohl als OTP-Versionen (einmal programmierbar) als auch mit Quarzfenster zur Löschung verfügbar sind. Sowohl das „Brennen" des EPROM-Programmspeichers als auch das Löschen ist vergleichsweise zeitaufwendig. Hinzu kommt die Anschaffung entsprechender Programmier- und Löschgeräte.

Flash-Controller - blitzartig löschen

Abhilfe können hier Mikrocontroller schaffen, die mit einem Flash-Programmspeicher ausgestattet sind. Merkmal dieser Speicherbausteine ist, daß sie elektrisch löschbar und mehrfach programmierbar sind.

Diese Eigenschaft macht die Controller besonders für die Entwicklung interessant, da der lange Löschvorgang durch das UV-Löschgerät entfällt und sehr schnell eine neue Version der Software in den Controller übertragen und getestet werden kann.

ATMEL bietet solche Flash-Controller in vier verschiedenen Grundtypen an. Durch deren unterschiedliche Leistungsmerkmale ist so für jeden Anwendungsfall der richtige Controller verfügbar.

Das hier vorgestellte PC-Programmiergerät ermöglicht das effektive Programmieren, Löschen und Auslesen dieser Flash-Controller.

Auffallend ist hierbei der geringe Hardwareaufwand zur Realisierung aller Funktionen des Programmiergerätes, was zu einem sehr guten Preis-/Leistungsverhältnis des Programmers geführt hat.

Die Ablaufsteuerung aller Funktionen erfolgt durch einen PC. Dies geschieht über eine komfortable Software, die unter Windows 3.1x/95 lauffähig ist.

Lediglich ein Verbindungskabel zwischen einer freien Parallelschnittstelle des PCs und dem Programmiergerät ist erforderlich, um den Datenaustausch zu gewährleisten. Somit ist kein Eingriff in den Computer notwendig.

Die Stromversorgung des Programmiergerätes übernimmt ein Steckernetzteil.

Die verschiedenen Mikrocontroller

Die vier am häufigsten eingesetzten Flash-Controller sollen mit ihren Leistungsmerkmalen nun näher vorgestellt werden. Die technischen Daten sind dabei in der Tabelle 1 übersichtlich dargestellt.

Die zwei Typen mit der Bezeichnung 89C51 und 89C52 sind in einem 40poligen DIP-Gehäuse untergebracht und pinkompatibel zu den bekannten OTP-Versionen 87C51 und 87C52, deren Anschlußbelegung Abbildung 1 zeigt.

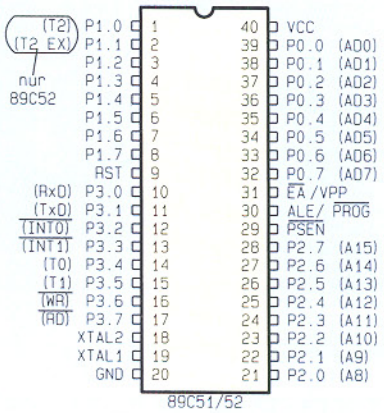


Bild 1: Anschlußbild des 89C51/52

Tabelle 1: Technische Daten der Flash-Mikrocontroller

	89C1051-24PC	89C2052-24PC	89C51-20PC	89C52-20PC
Datensicherheit:	mind. 10 Jahre			
Programmierzyklen:	mind. 1000			
Betriebsspannung:	4 bis 6V			
Stromsparmodes:	Idle und Power Down			
Taktfrequenz:	0 bis 24MHz	0 bis 24MHz	0 bis 20MHz	0 bis 20MHz
Programmspeicher:	1 kByte	2 kByte	4 kByte	8 kByte
statisches RAM:	64 Byte	128 byte	128 Byte	256 Byte
Ein-/Ausgabepins:	15	15	32	32
16-Bit-Zähler:	1	2	2	3
prog. serieller Port:	0	1	1	1
Interruptquellen:	3	5	5	8
analoge Komparatoren:	1	1	0	0
Sicherheits-Bits:	2fach	2fach	3fach	3fach

Die beiden anderen Typen, mit der Bezeichnung 89C1051 und 89C2051, sind besonders für kleinere Projekte interessant. Die Controller befinden sich in einem 20poligen DIP-Gehäuse und benötigen somit sehr wenig Platz auf der Leiterplatte (siehe Abbildung 2). Sie sind befehlskompatibel zum C51-Controller-Standard und können somit ebenso einfach programmiert werden. Als Besonderheit verfügen diese Typen über einen internen Komparator, der zum Beispiel den Aufbau eines AD-Wandlers ermöglicht.

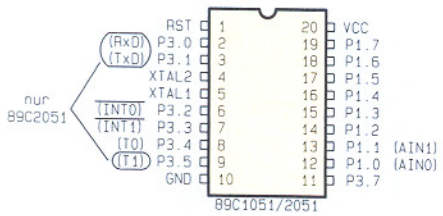


Bild 2: Anschlußbild des 89C1051/2051

Abbildung 3 zeigt, daß dabei die Eingänge P1.0 und P1.1 auf den Komparator geschaltet sind, dessen Ausgang auf den nicht nach außen geführten Port-Pin P3.6 gelegt ist.

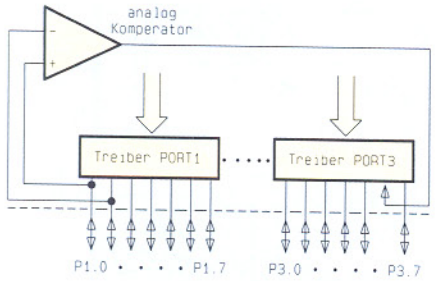


Bild 3: Komparator-Innenschaltung des 89C1051/2052

Wie aus der C51-Controller-Serie bekannt, sind die Port-Pins mit einem internen Pull-Up-Widerstand und einem Transistor, der nach Masse schalten kann, ausgestattet, um diese als Ein- oder Ausgänge nutzen zu können. Bei den Pins P1.0 und P1.0 ist darauf zu achten, daß der interne Pull-Up-Widerstand nicht vorhanden ist, damit bei der Nutzung als Komparator keine Belastung der Eingangssignale auftritt. Sollen die Pins als normaler Ein- oder Ausgang dienen, so ist der Widerstand extern zu beschalten.

Schaltung

Das Schaltbild des Flash-Programmers FP 51 ist in den Abbildungen 4 bis 6 in den einzelnen Funktionsbaugruppen Spannungsversorgung, Parallelinterface und Programmiersockelbeschaltung dargestellt.

Abbildung 4 zeigt die Spannungsstabilisierung und den Schaltungsteil zum Schalten der Programmier- und Betriebsspannung für den zu programmierenden Mikrocontroller.

Die unstabilisierte Betriebsspannung gelangt über die Klinkenbuchse ST 1 an die Schaltung und ist über die Sicherung SI 1 gegen einen eventuellen Kurzschluß gesichert. Die Diode D1 schützt das Gerät bei versehentlicher Verpolung der Betriebsspannung. Dann leitet die Diode, was zum Ansprechen der Sicherung führt.

Der Spannungsregler IC 1 übernimmt die Stabilisierung der 12V-Spannung, die als Programmierspannung für die Controller dient. Der Spannungsregler IC 2 stabilisiert die 5V-Betriebsspannunng für die Schaltung. Die Kondensatoren C 1 bis C 6 dienen zur Pufferung und Unterdrückung von Schwingneigungen und die Leuchtdiode D 2 signalisiert die Betriebsbereitschaft des Gerätes.

Die Versorgungsspannung für den zu programmierenden Controller wird über den Transistor T 2 vom Typ BC 327 geschaltet, der wiederum von IC 13 über den Transistor T 1 vom Typ BC 548 angesteuert wird. Das Anliegen der Betriebsspannung signalisiert die LED D 4, die darauf hinweist, daß der Controller derzeit nicht aus der Programmierfassung entnommen werden darf.

Der Controller benötigt je nach Typ eine Programmierspannung von 5 V oder 12 V. Diese wird über IC 13 durch die Transistoren T 3 bis T 6 geschaltet.

Abbildung 5 zeigt die Schaltung des Parallel-Interface, das die Verbindung zur PC-Schnittstelle realisiert. Die BUSY-Leitung des PCs wird über das Widerstandsarray R 17 auf High-Potential gezogen, wodurch ein Drucker nachgebildet wird, der nicht bereit ist, Daten zu empfangen.

Damit die Software feststellen kann, ob der Flash-Programmer angeschlossen ist, wird die $\overline{\text{SLCT}}$-Leitung eingesetzt. Das Signal wird über das Gatter IC 3 D invertiert und über das Gatter IC 5 D auf den $\overline{\text{ACK}}$-Eingang des PCs zurückgeführt.

Nach dem Anlegen der Versorgungsspannung erzeugt die Kombination C 7 und R 23 einen negativen Reset-Impuls, der alle Zwischenspeicher löscht und somit das Gerät in den Grundzustand versetzt. Zusätzlich kann der Reset auch durch den PC erzeugt werden, indem dieser die $\overline{\text{RESET}}$-Leitung nach Masse zieht. Hierdurch liegt am Ausgang des Gatters IC 3 C vom Typ 74HC32 ein High-Signal an, das den Transistor T 7 durchsteuert, der wiederum zieht die CLR-Leitung nach Masse. Trennt man das Programmiergerät vom PC, zieht der Widerstand R 18 gleichzeitig die $\overline{\text{RESET}}$-Leitung nach Masse, wodurch das Programmiergerät ebenfalls in den Grundzustand versetzt wird.

Die Datenleitungen D 0 bis D 7 des PCs sind über die Schutzwiderstände R 47 bis R 54 geführt, die den nachgeschalteten Treiber IC 4 vom Typ 74HC245 gegen statische Entladungen an den Schnittstellenpins schützen.

Über die $\overline{\text{STROBE}}$-Leitung, die über das Gatter IC 3 A gepuffert ist, können die Signale der Datenleitungen in das D-Latch IC 7 vom Typ 74HC273, das die Steuersignale des Programmers speichert, übernommen werden.

Die Signale der Pins 2, 5 und 6 sind auf den Adreßdecoder IC 15 vom Typ 74HC138 geschaltet, der je nach anstehender Codierung einen Ausgang aktiviert, der mit den Treibern und Zwischenspeichern verbunden ist.

Durch den Wechsel der $\overline{\text{AUTOLF}}$-Leitung des PC auf High-Potential wird der Adreßdecoder aktiviert, der den ausgewählten Ausgang nach Low-Potential schaltet. Der angeschlossene Zwischenspeicher übernimmt daraufhin die Daten vom Datenbus.

Die in den Mikrocontroller zu programmierenden Daten werden byteweise parallel an den Controller gelegt. Dazu dient der

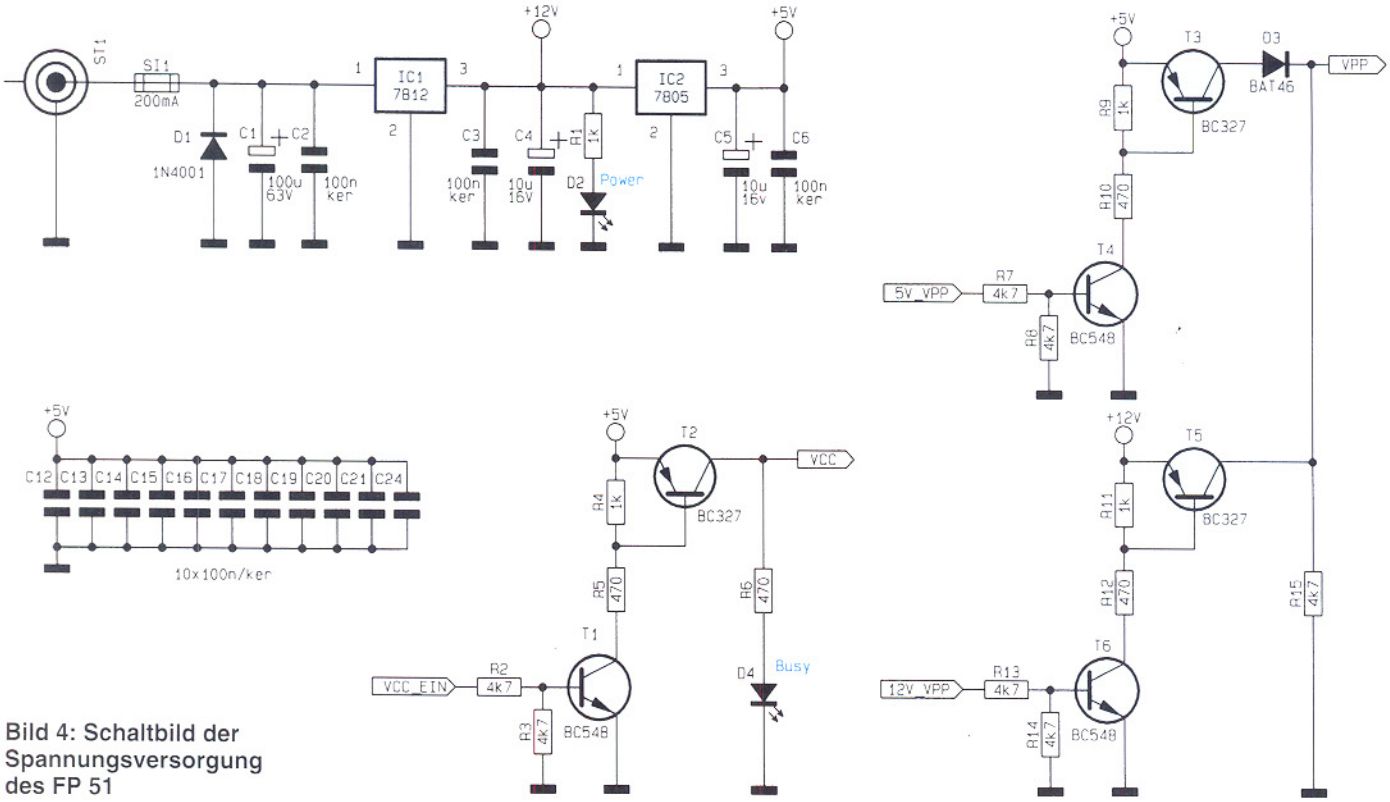


Bild 4: Schaltbild der Spannungsversorgung des FP 51

Zwischenspeicher IC 9 des Typs 74HC574, der über IC 15 getaktet wird und daraufhin das Datenwort übernimmt. Die Freigabe der Treiberausgänge erfolgt über Pin 9 des IC 7 und das Gatter IC 6 B.

Um den Speicherinhalt eines Controllers auslesen zu können, muß das Datenwort vom Mikrocontroller gelesen werden. Dazu sind die Ausgangstreiber des IC 9 zu deaktivieren und über den Treiber IC 8 jeweils 4 Bits auf die Gatter des IC 5 zu schalten. Letztere sind mit den

Bild 5: Schaltbild des Parallel-Interfaces

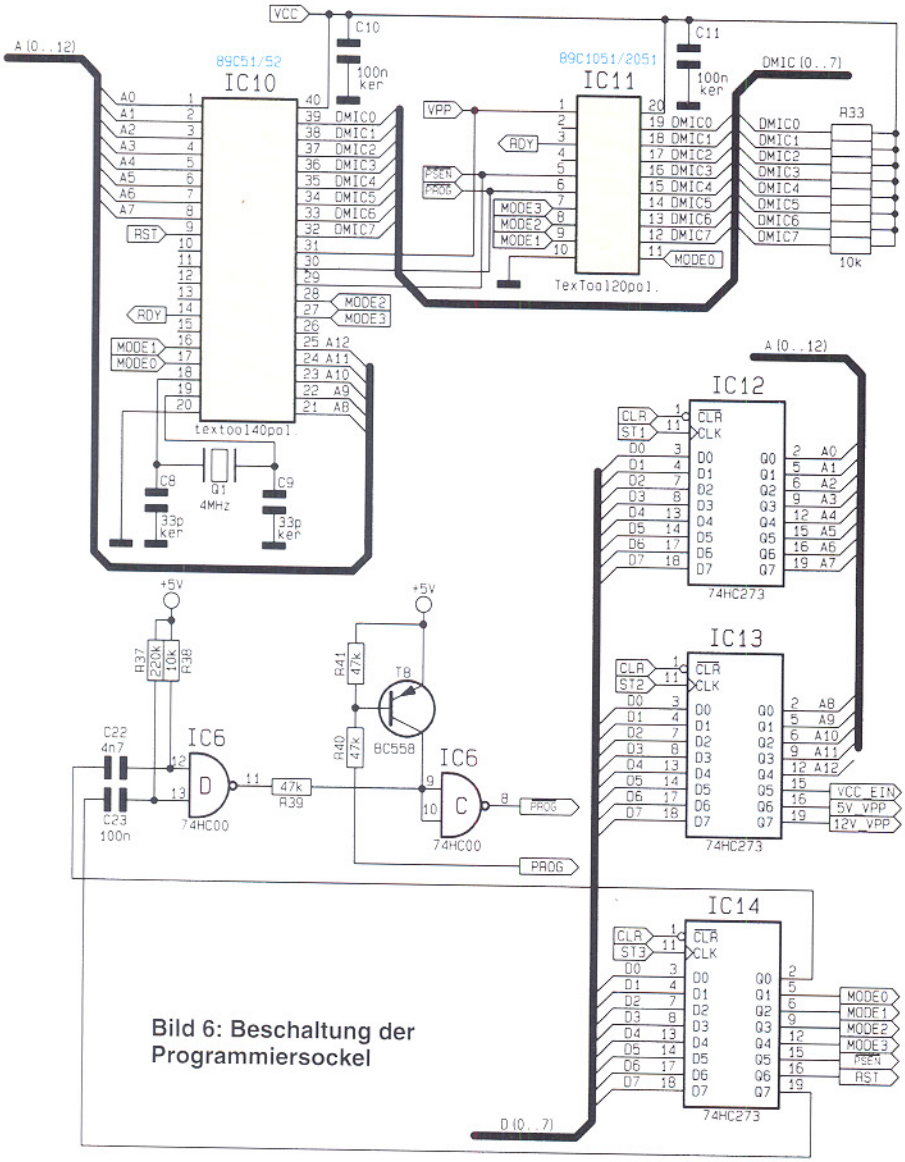


Bild 6: Beschaltung der Programmiersockel

Eingangsleitungen $\overline{\text{ACK}}$, PE, SLCT und $\overline{\text{ERROR}}$ des PCs verbunden. Der PC kann somit durch zwei Lesevorgänge die oberen und unteren 4 Bit jedes Datenwortes einlesen.

Wird ein Byte in einen Mikrocontroller programmiert, so benötigt dieser ca. 2 ms für das Abspeichern. Während dieser Zeit kann der Controller keine weiteren Befehle verarbeiten, und das Programm muß warten.

Dazu legt der zu programmierende Mikrocontroller seine RDY-Leitung auf Low. Diese Information gelangt an das Gatter IC 6 A, das wiederum über den Pin 16 des IC 7 freigeschaltet wird. Über die $\overline{\text{ACK}}$-Leitung kann der PC dann den Zustand der Programmierung überwachen und warten, bis das Byte in den Controller geschrieben ist.

Abbildung 6 zeigt die Beschaltung der Programmiersockel. Bei den 40poligen Mikrocontrollern sind die Adresse der zu programmierenden Speicherstelle und das zu schreibende Byte an den Controller zu legen und dann ein Programmierimpuls zu generieren. Im Gegensatz dazu werden die 20poligen Controller seriell beschrieben, indem die zu schreibenden Bytes hintereinander an den Controller gelangen und nach dem Programmierimpuls der interne Adreßzähler jeweils um eine Stelle weitergesetzt wird.

Die Zwischenspeicher IC 12 bis IC 14 puffern die Steuersignale und Adreßleitungen.

Die Signale der Leitungen MODE 0 bis MODE 3 bestimmen, ob der Controller gelöscht, ausgelesen, programmiert oder ob die Sicherheitsbits gesetzt werden sollen.

Für das Löschen der Controller ist ein negativer Programmierimpuls von 10 ms erforderlich, und für das Programmieren einer Speicherstelle wird ein Programmierimpuls von 1 bis 100 µs benötigt.

Da diese Zeiten nicht weit von den Vorgaben abweichen dürfen, werden diese Impulse durch die Hardware erzeugt. Zudem ist es unter Windows kaum möglich, solche Zeiten exakt zu generieren, da aufgrund des Multitaskings Verzögerungen auftreten können.

Die Impulse werden über das Gatter IC 6 D erzeugt, dessen Eingänge mit zwei RC-Gliedern beschaltet sind. Im Ruhezustand führen die Ausgänge Pin 2 und Pin 19 des IC 14 High-Potential. Die Eingänge des IC 6 D liegen ebenfalls auf High-Potential. Durch den nachgeschalteten Inverter IC 6 C gelangt dann das High-Potential an den Controller. Über den Transistor T 8 kann der Eingang des IC 6 C auf „high" gezogen werden, um so den Ausgang des Gatters auf Low-Potential zu schalten.

Wechselt nun Pin 2 oder Pin 19 des IC 14 auf Low-Potential, so entsteht am Ausgang IC 6 D ein negativer Programmierimpuls mit ca. 10 ms bzw. 47 µs Dauer, unabhängig davon, wie lange die Leitung des IC 14 auf Low-Potential bleibt.

Software

Die Installation der Windows-Bediensoftware erfolgt menügesteuert, indem das Programm „Install" auf der Programmdiskette ausgeführt wird. Hierbei ist die Programmgruppe und das Installationsverzeichnis frei wählbar.

Vor dem Start des Programms ist das Programmiergerät zunächst an den PC anzuschließen. Dazu wird das Gerät über eine 25polige 1 : 1-Verbindungsleitung mit einer freien parallelen Schnittstelle des PCs verbunden. Über ein Steckernetzgerät (15 V / 200 mA) erfolgt die Spannungsversorgung an ST 1.

Nun startet man das Programm unter Windows 3.x durch einen Doppelklick auf das Programmsymbol oder unter Windows 95 auch über das Startmenü. Es erscheint das Hauptmenü der Bediensoftware (Abbildung 7). Gleichzeitig sucht das Programm an den vorhandenen Schnittstellen automatisch nach dem Flash-Programmer. In der untersten Zeile des Menü-Fensters wird dabei angezeigt, an welchem Port die Software das Programmiergerät gefunden hat.

Die Bedienung des Programms ist durch die übersichtliche Benutzeroberfläche sehr einfach.

Im Bereich „Datei" läßt sich diejenige Datei auswählen, die in den Mikrocontroller programmiert werden soll. Das Programm kann Binär-Dateien verarbeiten, bietet aber auch die Möglichkeit, eine HEX-Datei auszuwählen, die dann zuvor in eine Binär-Datei umgewandelt und auf der Festplatte abgelegt wird.

Schnelles Vielfach-Programmieren mit History-Funktion

Als Besonderheit bietet das Programm eine History-Funktion, die es ermöglicht, die letzten 16 Dateien wieder auszuwählen. Dies ist besonders zweckmäßig beim

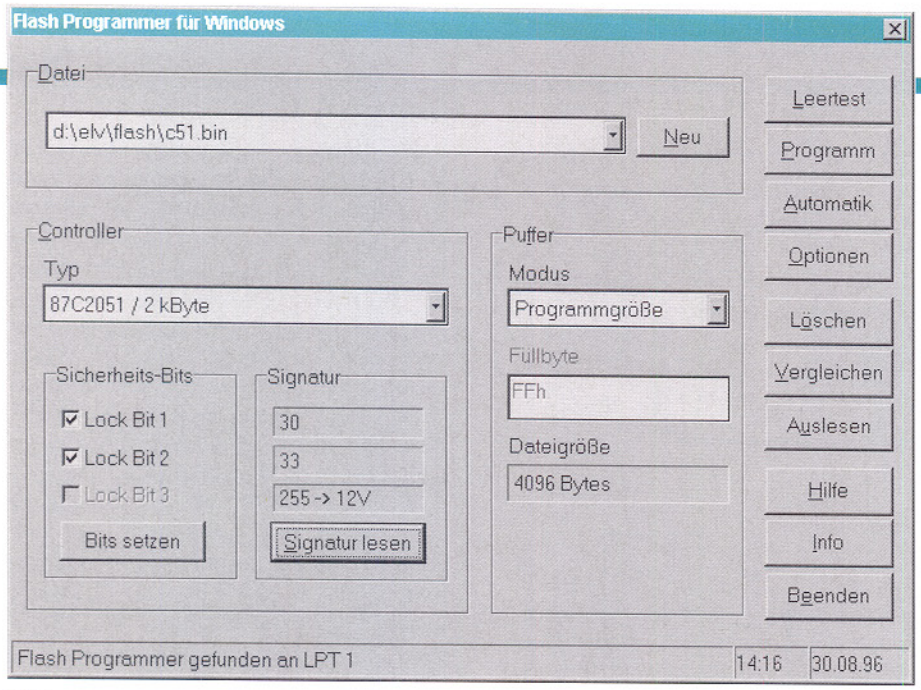


Bild 7: Ansicht des Programm-Fensters

Programmieren mehrerer Controller sowie beim wiederholten Programmieren des gleichen Controllers. Dazu wird der Button rechts im Anzeigenfeld für den Dateinamen mit der Maus betätigt, woraufhin eine Liste mit den zuletzt bearbeiteten Dateien erscheint. Trifft man eine Auswahl, so erfolgt nicht nur das Laden der Datei, sondern auch das Wiederherstellen der dazugehörigen Einstellungen für den Controllertyp usw. Das Programm legt hierzu für jede geöffnete Datei eine Projektdatei an, in der alle Einstellungen gespeichert sind.

Im Feld „Controller" läßt sich der zu programmierende Controllertyp auswählen, und im Feld „Signature" kann mit der Funktion „Signature lesen" die Bauteil-Kennung des in der Programmierfassung befindlichen Mikrocontrollers gelesen und angezeigt werden.

Im Bereich „Sicherheits-Bits" kann man vorgeben, welche Sicherheits-Bits im Controller gesetzt werden sollen, wobei die 20poligen Controller nur über zwei Sicherheits-Bits verfügen. Zu beachten ist hierbei, daß das erste Lock-Bit aktiv sein muß, wenn das zweite Lock-Bit programmiert werden soll. Ebenso müssen die Lock-Bits 1 und 2 aktiv sein, wenn das dritte Lock-Bit gesetzt werden soll.

Die einzelnen Bits haben dabei folgende Bedeutung:

Bei Aktivierung des ersten Sicherheitsbits ist keine weitere Programmierung des Controllers möglich.

Das zweite Sicherheitsbit verhindert das Auslesen des Programmspeichers.

Das Setzen des dritten Sicherheitsbits ist nur bei den 40poligen Versionen möglich und verhindert, daß der Controller mit einem externen Programmspeicher betrieben werden kann.

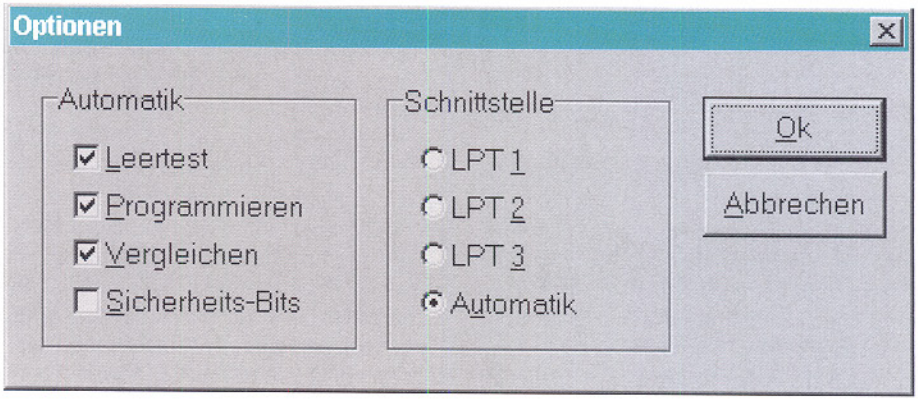
Durch Ausführen der Funktion „Bits setzen" werden die angegebenen Bits des in der Programmierfassung befindlichen Mikrocontrollers programmiert. Die Controller sind jedoch jederzeit wieder lösch- und neu programmierbar, gleichgültig, welche Sicherheits-Bits gesetzt sind.

Im Bereich „Puffer" des Hauptfensters läßt sich auswählen, ob der Programmspeicher des Mikrocontrollers nur bis zur Größe des eigentlichen Programms oder über den gesamten Speicherbereich programmiert werden soll, wobei dann ein Füllbyte für den restlichen Speicherbereich zu definieren ist.

Auf der rechten Seite des Hauptfensters befinden sich die Buttons für die Funktionen, zum Löschen, Programmieren, Vergleichen und Auslesen.

Für die Programmierung von Serien bietet das Programm die Möglichkeit der automatischen Programmierung durch die Funktion „Automatik". Hierbei lassen sich Leertest, Löschen, Programmieren, Vergleichen und das Setzen von Sicherheits-Bits automatisch ausführen. Welche Funktionen dabei im einzelnen einstellbar sind, zeigt das zugehörige Auswahlfenster, das über die Funktion „Optionen" zu erreichen ist (Abbildung 8).

Bild 8: Ansicht des Fensters zur Konfiguration der Automatik-Funktion



Nachbau

Die Schaltung des ELV-Flash-Programmers ist auf einer 82 x 163 mm messenden, doppelseitigen Leiterplatte untergebracht. Die Bestückung erfolgt in gewohnter Weise anhand der Stückliste und des Bestükkungsplanes, wobei zunächst die niedrigen, gefolgt von den höheren Bauteilen bestückt, verlötet und die überstehenden Drahtenden abgeschnitten werden. Die LEDs D 2 und D 4 sowie die Programmiersockel IC 10 und IC 11 sind vorerst nicht zu bestücken.

Die Montage des Spannungsreglers IC 1 erfolgt liegend. Er ist mit einer M 3 x 8 mm-Zylinderkopfschraube und einer M 3-Mutter auf der Leiterplatte zu verschrauben.

Sind die Bestückungsarbeiten soweit abgeschlossen, werden die LEDs von der Lötseite aus, mit einem Abstand von 4 mm zur Leiterplatte, bestückt und verlötet.

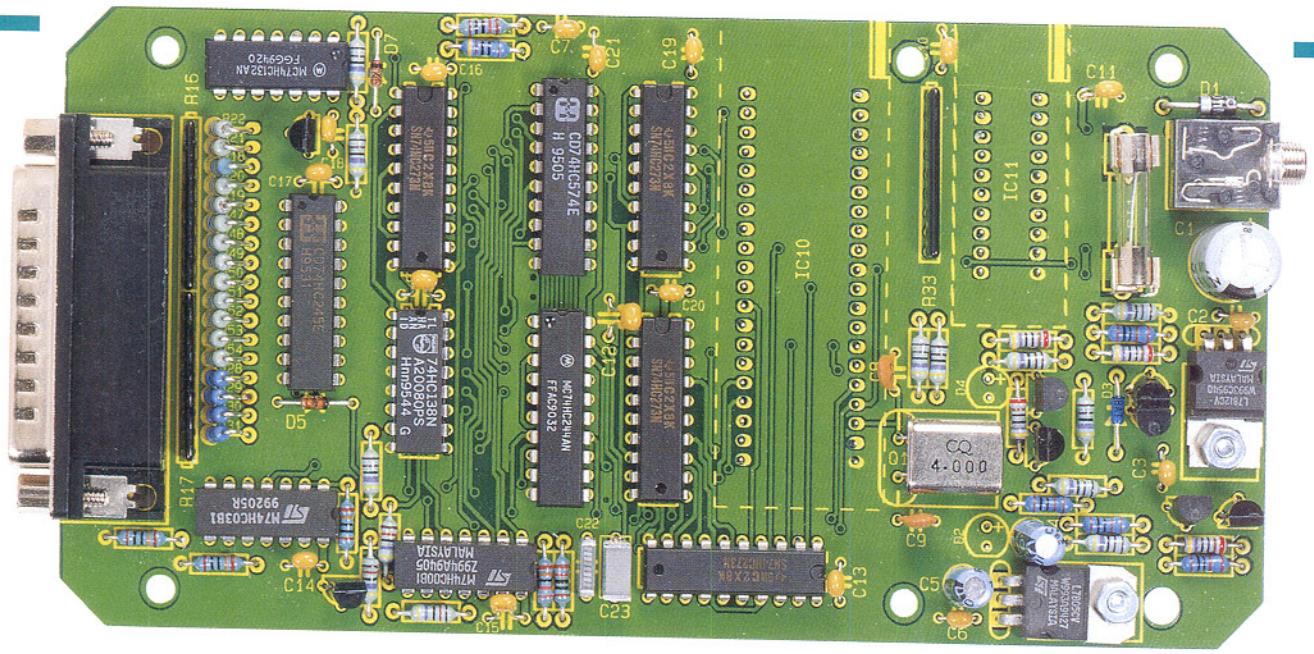
Nun sind die Programmiersockel ebenfalls von der Lötseite aus einzusetzen und von der Bestückungsseite her zu verlöten. Dazu verwendet man einen 20- und einen 40poligen IC-Sockel und steckt anschließend einen zweiten Sockel zur Vergrößerung der Bauhöhe in den ersten. Soll das Programmiergerät mit TEXTOOL-Sockel aufgebaut werden, so sind diese direkt auf die Leiterplatte zu setzen und zu verlöten.

Damit ist der Aufbau bereits abgeschlossen, und es folgt der Einbau in das bearbeitete und bedruckte Gehäuse.

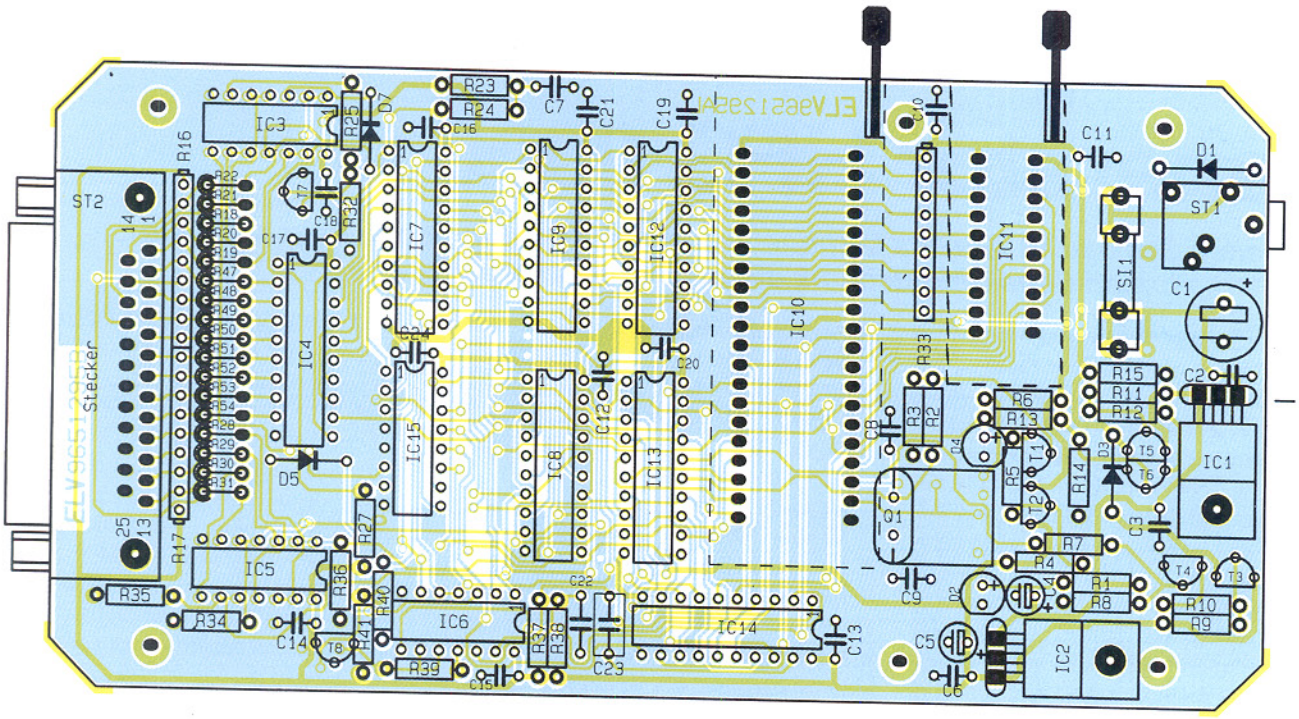
Der fertige Aufbau wird hierzu so in das Gehäuseunterteil eingesetzt, daß die Programmiersockel durch die entsprechenden Öffnungen im Gehäuse ragen. Daraufhin wird die Leiterplatte mit 6 Knippingschrauben (2,2 x 6,5mm) im Gehäuse verschraubt.

Zum Abschluß ist die zweite Gehäusehälfte aufzusetzen und mit den dazugehörigen Gehäuseschrauben zu verschließen.

Somit ist das Programmiergerät einsatzbereit für das Programmieren, Löschen und Lesen von Flash-Mikrocontrollern.



Ansicht der fertig aufgebauten Leiterplatte mit zugehörigem Bestückungsplan



Stückliste: Flash-Mikrocontroller-Programmer

Widerstände:

150Ω R28-R31
470Ω R5, R6, R10, R12, R24
1kΩ R1, R4, R9, R11
4,7kΩ R2, R3, R7, R8, R13, R14, R15, R25, R27, R32
10kΩ R23, R38
47kΩ R19-R22, R39-R41, R47-R54
100kΩ R34-R36
220kΩ R37
330kΩ R18
Array, 4,7kΩ R16, R17
Array, 10kΩ R33

Kondensatoren:

33pF/ker C8, C9
4,7nF C22
100nF C23
100nF/ker C2, C3, C6, C7, C10-C21
10µF/25V C4, C5
100µF/63V C1

Halbleiter:

7812 ..... IC1
7805 ..... IC2
74HC132 ..... IC3
74HC245 ..... IC4
74HC03 ..... IC5
74HC00 ..... IC6
74HC273 ..... IC7, IC12-IC14
74HC244 ..... IC8
74HC574 ..... IC9
74HC138 ..... IC15
BC548 ..... T1, T4, T6, T7
BC327 ..... T2, T3, T5
BC558 ..... T8
1N4001 ..... D1
BAT46 ..... D3
1N4148 ..... D5, D7
LED, 3mm, rot D2, D4

Sonstiges:

Quarz, 4MHz Q1
Klinkenbuchse, 3,5mm, stereo ST1
SUB-D-Stiftleiste, 25polig ST2
Sicherung, 200mA, träge SI1
Platinensicherungshalter (2 Hälften)
2 Präzisions-IC-Fassung, 20polig
2 Präzisions-IC-Fassung, 40polig
2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 6mm
6 Knippingschrauben, 2,2 x 6,5mm
2 Muttern, M3
1 Gehäuse, gebohrt und bedruckt

1000MHz-Hochfrequenz-Generator HFG 9000

Im zweiten Teil dieses Artikels beginnen wir mit der ausführlichen Beschreibung der interessanten Schaltungstechnik dieses Signalgenerators.

Schaltung

Einen wesentlichen Teil der Schaltungstechnik nimmt die Signalerzeugung für den weiten Frequenzbereich von 0,1 Hz bis 1040 MHz ein. Daher wird in diesem Teil des Artikels die Signalerzeugung ausführlich vorgestellt.

Aufgrund des großen Abstimmbereiches in der Frequenz von 10 Dekaden muß die Signalerzeugung entsprechend der zu erzeugenden Frequenz nach zwei verschiedenen Prinzipien aufgebaut werden.

Das Signal im Bereich 10 MHz bis 1040 MHz wird durch LC-Oszillatoren erzeugt, während im Frequenzbereich 0,1 Hz bis 10 MHz der Funktionsgenerator-Baustein MAX038 für die Signalerzeugung zuständig ist.

Spannungsgesteuerte LC-Oszillatoren

Durch die spannungsgesteuerten LC-Oszillatoren wird der Frequenzbereich 10 MHz bis 1040 MHz abgedeckt. Da ein HF-VCO im allgemeinen nur über eine Oktave stabil abgestimmt werden kann, müssen 7 Oszillatoren aufgebaut werden, deren Frequenzbereiche aneinander anschließen, um diese 2 Dekaden in der Frequenz abstimmen zu können.

Die Aufteilung der VCOs ergibt sich wie folgt:

Oszillator	Abstimmbereich		
VCO 0	10 MHz	-	25 MHz
VCO 1	25 MHz	-	55 MHz
VCO 2	55 MHz	-	140 MHz
VCO 3	140 MHz	-	280 MHz
VCO 4	280 MHz	-	500 MHz
VCO 5	500 MHz	-	750 MHz
VCO 6	750 MHz	-	1040 MHz

In Abbildung 1 sind die realisierten Schaltungen der 7 Oszillatoren dargestellt. Der Transistor Tx0 (wobei ´x´ für die Nummer (0...6) des Oszillators steht) dient als aktives Element des jeweiligen Oszillators, in dessen Kollektorkreis ein LC- Parallelschwingkreis als Resonator den „Arbeitswiderstand" darstellt. Der Transistor Tx1 mit Beschaltung arbeitet als Pufferstufe.

Bei der verwendeten Oszillatorschaltung handelt es sich um eine kapazitive Dreipunktschaltung, die sich auf einen Colpitts-Oszillator zurückführen läßt.

Der Transistor Tx0 arbeitet in Basisschaltung, die mit ihrem hohen Ausgangswiderstand den Resonanzkreis nur gering bedämpft. Im Kollektorkreis befindet sich der LC-Parallelschwingkreis bestehend aus der Induktivität Lx3, dem Kondensator Cx4 und den Kapazitätsdioden Dx0 und Dx1 (bzw. Dx0...Dx4 in VCO0 sowie VCO1). Der Kondensator Cx3 dient als Rückkoppelkondensator. Er koppelt die Schwingung vom Ausgang phasenrichtig auf den Emitter (= Eingang) zurück, so daß eine Mittkopplung entsteht. Außerdem entkoppelt Cx3 die Abstimmspannung von der Arbeitspunkteinstellung des Transistors.

Die Abstimmung der VCOs erfolgt über Kapazitätsdioden, die direkt die Schwingkreiskapazität darstellen. Durch Verändern der Sperrspannung an den Dioden (= Abstimmspannung „HF_ABST") wird die Sperrschichtkapazität variiert und somit die Resonanzfrequenz des Schwingkreises beeinflußt. Der Abstimmspannungsbereich von „HF_ABST" liegt zwischen 1 V und 28 V, die dazu gehörenden Kapazitätswerte sind von dem verwendeten Kapazitätsdiodentyp abhängig. Die Verwendung verschiedener Diodentypen ist hier notwendig, da jeder Diodentyp eine Eigenresonanzfrequenz besitzt, ab der er nicht mehr als Kapazitätsdiode eingesetzt werden kann.

Das Kapazitätsverhältnis zwischen den Kapazitäten bei 1 V und bei 28 V Abstimmspannung ist für den abstimmbaren Frequenzbereich des Oszillators ausschlaggebend. Durch die Verwendung von Kapazitätsdioden mit einem hyperabrupten Dotierungsprofil, die ein großes Kapazitätsverhältnis besitzen, kann der in dieser Anwendung benötigte große Abstimmbereich erzeugt werden.

Die Oszillatoren im Frequenzbereich 10 MHz - 25 MHz und 25 MHz - 55 MHz besitzen jeweils 4 Kapazitätsdioden, die

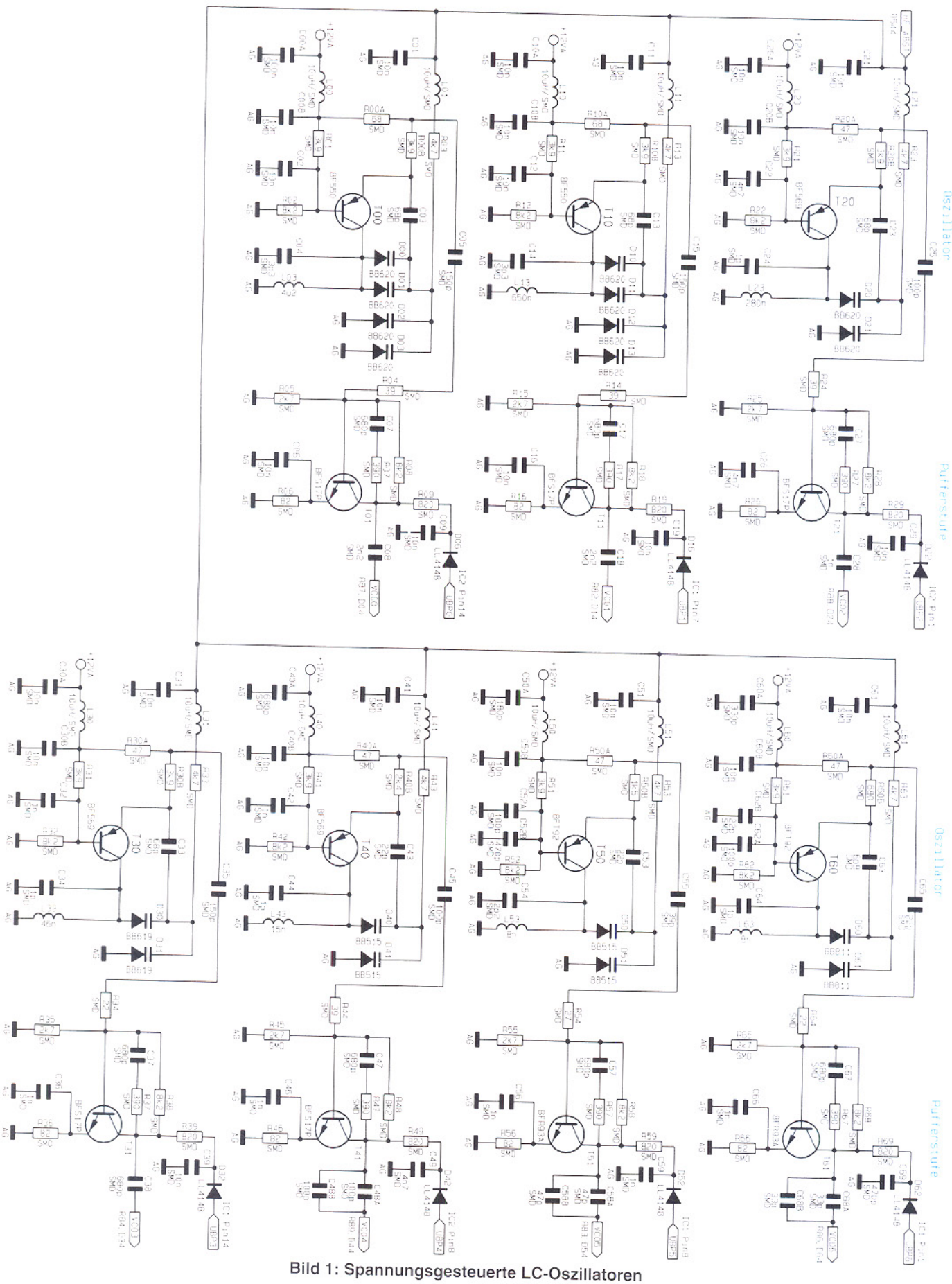


Bild 1: Spannungsgesteuerte LC-Oszillatoren

dafür sorgen, daß die Schwingkreisinduktivität relativ klein bleibt, um deren parasitäre Eigenschaften zu minimieren.

Durch das Parallelschalten des Kondensators Cx4 zu den Abstimmdioden bzw. zur Schwingkreisinduktivität wird der Abstimmbereich des Oszillators auf den gewünschten Frequenzbereich eingeengt.

Der hier gewählte Aufbau mit PNP-

Transistor und einer positiven Betriebsspannung bietet in dieser Anwendung eine Reihe von Vorteilen, die vor allem die Nachbausicherheit eines Oszillators gewährleisten sollen.

Der Schwingkreis liegt einseitig an Masse, um unkritische Einbauvoraussetzungen für die Induktivität und die Kapazitätsdioden zu erreichen. Die in einigen anderen Oszillatorschaltungen benötigte kritische Kollektordrossel zur Gleichstromversorgung, die oftmals zu Nebenresonanzstellen führt, wird hier nicht gebraucht. Die Basis- und Emitterspannung werden über die unkritischen Widerstände Rx0...Rx2 zugeführt.

Weiterhin sind alle Oszillatoren, wie auch das gesamte HF-Teil des Signalgenerators, in SMD-Technik aufgebaut. Dies bringt in diesem Frequenzbereich bis über 1 GHz große Vorteile durch kurze Signalwege, kleine parasitäre Eigenschaften der Bauteile und kompakten Aufbau mit sich.

Das Schwingverhalten und die Ausgangssignalqualität eines VCO werden u.a. auch von der Ausführung der Auskopplung des Ausgangssignales bestimmt. So wirkt sich eine ändernde Last am Ausgang eines Oszillators auf Schwingungsamplitude, Oberwellenabstand und Schwingfrequenz aus. Um diese Rückwirkungen auf den Oszillator zu verringern wird eine Pufferstufe eingesetzt. Diese stellt das Oszillatorsignal rückwirkungsfrei an ihrem gut angepaßten Ausgang zur Verfügung.

Die Pufferstufe wird vom Transistor Tx1 mit Beschaltung gebildet. Es werden NPN-Transistoren vom Typ BFS17P und BFR93A eingesetzt. Der BFS17P wird hier in den Oszillatoren bis 500 MHz eingesetzt. Oberhalb dieser Frequenz wird der BFR93A verwendet, da er hier aufgrund seiner höheren Transitfrequenz eine größere Verstärkung bietet.

Das Signal der Oszillatorstufe wird zwischen Rx0A und Rx0B ausgekoppelt und gelangt über das Koppelnetz Cx5 und Rx4 auf den Eingang der Pufferstufe. Die RC-Kombination Cx7 und Rx7 bildet die Wechselspannungsgegenkopplung. Eine Kollektordrossel für die Gleichspannungszuführung kann entfallen, da der Kollektorwiderstand Rx9 mit 820 Ω schon eine genügend große Entkopplung bietet.

Die Betriebsspannung der Pufferstufen wird aus der Schaltspannung für den Pin-Dioden-Schalter (SPMT) gewonnen, d.h. die Steuerspannung für die Pin-Dioden ist gleichzeitig die Betriebsspannung („UBPx") für die Pufferstufe. So ist nur die Pufferstufe des jeweils aktiven Oszillators eingeschaltet. Dies verbessert den Nebenwellenabstand des Generatorausgangssignales, da die Signalanteile der nicht aktiven Oszillatoren, die aufgrund der nur endlichen Dämpfung des SPMT stark gedämpft im Ausgangsspektrum auftauchen, so noch weiter abgesenkt werden. Da die Ausgangsfrequenz eines Oszillators von der Betriebstemperatur abhängig ist, sind alle Oszillatoren immer in Betrieb. Eine Temperaturdrift tritt somit nur während der Aufwärmphase, d. h. direkt nach dem Einschalten des Gerätes, auf.

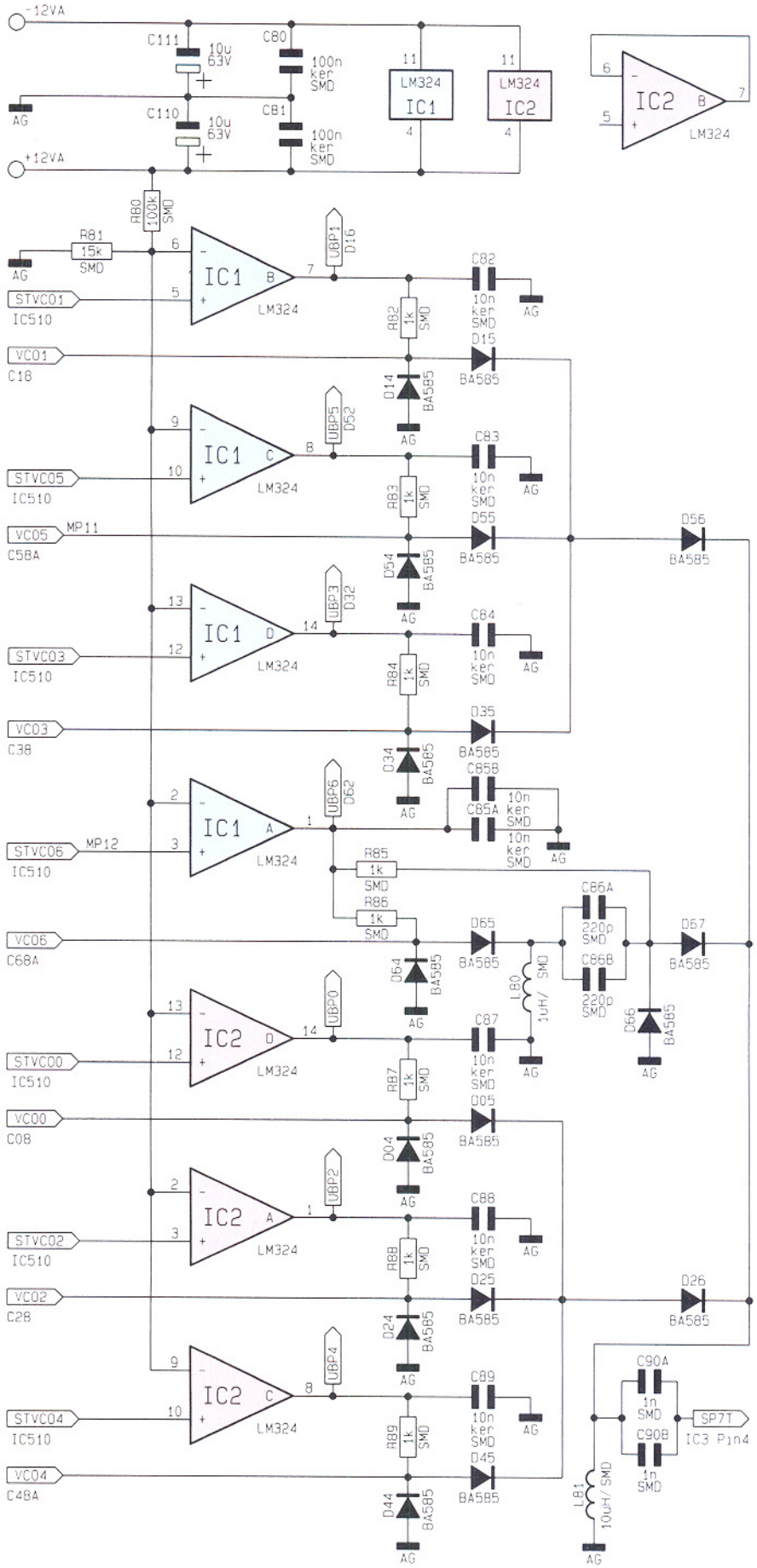


Bild 2: Pin-Dioden Schalter

Pin-Dioden-Schalter SPMT

Um die Ausgangssignale der oben beschriebenen 7 VCOs auf eine gemeinsame

Leitung zusammenzuführen, ist ein Hochfrequenz-Umschaltglied SPMT (Single Pole Multi Through) notwendig.

Dieser SPMT schaltet das Ausgangssignal des jeweils aktiven Oszillators auf seinen Ausgang durch. Die Ausgangssignale der nicht aktiven VCOs werden dabei gesperrt.

Die Anforderungen an diesen Umschalter sind eine kleine Durchgangsdämpfung im aktiven Signalweg und eine große Isolationsdämpfung für die nicht aktiven VCO-Ausgangssignale über einen Frequenzbereich von 10 MHz - 1 GHz.

Die schaltungstechnische Realisierung des SPMT ist in Abbildung 2 dargestellt.

Dieses Umschaltglied mit 7 Eingängen und einem Ausgang ist aus der Kombination verschiedener PIN-Dioden Schaltstufen (SPST) aufgebaut.

Die Signalumschaltung erfolgt in zwei Stufen. In der ersten Stufe werden jeweils drei Eingänge des SPMT, d. h. 3 Oszillatoren, zu einer Gruppe zusammengefaßt. Der Eingang für VCO6 wird gesondert bearbeitet, da er die höchsten Signalfrequenzen erhält.

Die Ausgänge der drei Gruppen werden wiederum über entsprechende Schaltglieder zum gemeinsamen Ausgang „SPMT" zusammengefaßt.

Dieser stufenweise Aufbau ist notwendig, um die Isolationsdämpfung zwischen den Eingängen zu erhöhen und um im Platinen-Layout nur Knotenpunkte zu erhalten, die max. vier Zuführungen besitzen. Ein Sternpunkt mit mehr als vier 50Ω-Streifenleitungszuführungen ist kaum realisierbar.

Da die Isolationsdämpfung eines Pin-Dioden Schalters mit steigender Frequenz kleiner wird, erfolgt die Aufteilung der VCO Ausgänge auf die Eingänge des SPMT entsprechend den Frequenzbereichen der VCOs. So sind die drei VCOs mit den höchsten Signalfrequenzen (VCO4, VCO5, VCO6) jeweils verschiedenen Gruppen zugeordnet. Damit wird erreicht, daß zwischen diesen kritischen Frequenzbereichen immer die Dämpfung von zwei Schaltstufen wirksam ist.

Die Eingänge des SPMT werden mit einer positiven Steuerspannung an „UBPx" zum Ausgang durchgeschaltet und durch eine negative Spannung gesperrt. Für die Ansteuerung der einzelnen Pin-Dioden Schaltstufen werden die Operationsverstärker IC 1 A...IC 1 D und IC 2 A...IC 2 D verwendet, die als Komparatoren geschaltet sind. Diese Treiberstufen schaltet der Prozessor über die entsprechenden Steuerleitungen STVCO0...STVCO6.

Im folgenden wird die Wirkungsweise des SPMT anhand eines Schaltbeispieles kurz erläutert. Soll das Signal von VCO3 zum Ausgang durchgeschaltet werden, wird der Prozessor die Steuerspannung STVCO3 auf „high" legen. Der Komparator IC 1 D nimmt am Ausgang auch den High-Zustand an. Dadurch schaltet über R 84 ein DC-Steuerstrom von ca. 10 mA die Pin-Dioden D 35 und D 56 durch. Die Pin-Diode D 34 wird in Sperrichtung vorgespannt, da sich aufgrund der Flußspannung von D 35 und D 56 an deren Kathode eine Spannung von ca. 0,8 V einstellt. Dies verkleinert die parasitäre Kapazität der Diode D 34 und somit auch die Durchgangsdämpfung dieser Schaltstufe bei hohen Frequenzen. Der Signalweg vom Eingang „VCO3" zum Ausgang „SPMT" ist für das HF-Signal niederohmig. Es wirkt nur die Einfügungsdämpfung der Schaltstufen D 34, D 35 und D 56.

Außerdem versorgt der Komparator IC 1 D über „UBP3" den Pufferverstärker von VCO3 mit Betriebsspannung, so daß das Oszillatorsignal auch am Eingang „VCO3" ansteht.

Alle anderen Eingänge des SPMT sind in diesem Zustand gesperrt, und die Pufferstufen der nicht benötigten Oszillatoren sind abgeschaltet. Dazu legt der Prozessor deren Steuerleitungen auf „low". Die entsprechenden Komparatorausgänge wechseln auch in den Low-Zustand, d. h. an den Ausgängen liegt eine Spannung von ca. -10 V an. Dadurch werden die nach Masse geschalteten Pin-Dioden Dx4 in den nicht aktiven Signalwegen durchgesteuert, während die Dioden Dx5 für die HF gesperrt sind.

So ist z. B. der Eingang „VCO2" über D24 HF-mäßig nach Masse kurzgeschlossen, während die gesperrten Pin-Dioden D 25 und hier zusätzlich D 26 für eine weitere Vergrößerung der Isolationsdämpfung für diesen Eingang sorgen.

Signalerzeugung mit dem MAX038

Die Erzeugung des Signales im Frequenzbereich 0,1 Hz - 10 MHz wird mit Hilfe des Funktionsgenerator-Bausteines MAX038 durchgeführt. Das Prinzip, nach dem ein solcher Generator das Sinus-Signal erzeugt, sieht wie folgt aus:

Erzeugung eines Dreieck-Signales durch das Auf- und Entladen eines Kondensators mit einem Konstantstrom und anschließender Umwandlung des Dreieck-Signales in eine Sinusschwingung mit einem Funktionsnetzwerk.

Der hier verwendete MAX038 kann so Signale bis über 20 MHz erzeugen. Im HFG 9000 ist die max. Frequenz jedoch auf 10 MHz begrenzt. Der große Vorteil eines solchen Funktionsgenerator-Bausteines ist die Möglichkeit, mit wenigen externen Bauteilen einen großen Frequenzbereich abdecken zu können.

Zur Frequenzeinstellung am MAX038 dient der Strom, der in den Eingang I_{IN} hineinfließt, und die Spannung am Eingang F_{ADJ}. Der Strom in I_{IN} wird zur Einstellung der Nominalfrequenz f_0 verwendet. Mit F_{ADJ} kann ein Feinabgleich der Frequenz durchgeführt werden. Dieser Eingang ist hauptsächlich als Steuereingang für eine PLL-Schaltung vorgesehen und wird daher nicht für die Frequenzeinstellung verwendet. Ist F_{ADJ} desaktiviert, d. h. liegt auf 0 V, steuert nur I_{IN} die Frequenz.

Der Anschluß I_{IN} ist ein invertierender Eingang eines OPV mit geschlossener Rückkopplung und stellt eine „virtuelle Masse" dar. Deshalb kann dieser Eingang mit einer Stromquelle oder wie hier mit der Abstimmspannung „NF_ABST" in Serie mit dem Widerstand R 210 gespeist werden.

Über die Formel

$$f_0 = \frac{I_{IN} / \mu A}{C_F / \mu F}$$

kann die Ausgangsfrequenz in Abhängigkeit vom Eingangsstrom bestimmt werden. Der zulässige Eingangsstrombereich für den Steuerpin I_{IN} liegt zwischen 2 µA und 750 µA. Man erkennt, daß mit diesem Strombereich und einem Kondensatorwert eine Abstimmung über mehr als 2 Dekaden möglich ist. So kann der dem MAX038 zugedachte Frequenzbereich von 0,1 Hz bis 10 MHz, entsprechend 8 Dekaden, durch nur vier verschiedene umschaltbare Kondensatoren (C 210 bis C 213) abgedeckt werden.

Die Frequenzbereichsauswahl erfolgt durch das Umschalten dieser Ladekondensatoren mit den Transistoren T 200, T 201 und T 202. Diese schalten die Kapazitäten C 210, C 211 und C 212, entsprechend dem gewünschten Frequenzbereich, als aktiven Ladekondensator an den Oszillator-Pin „COSC" des MAX038.

Um die Signalqualität im kritischen Frequenzbereich 100 kHz - 10 MHz nicht unnötig zu beeinträchtigen, wird der hierfür zuständige Kondensator C 213 nicht geschaltet.

Das Ausgangssignal des MAX038 liegt an Pin 19 an. Das für den Frequenzzähler benötigte Synchronsignal „FZNF" wird durch Anlegen der Versorgungsspannung DV+ aktiviert. Da der interne Phasendetektor nicht verwendet wird, sind die Pins PDI und PDO an Masse gelegt. Ebenso werden die verfügbaren Ausgangssignalformen Dreieck und Rechteck nicht benötigt. Die Signalauswahl an den Pins A0 und A1 ist hardwaremäßig so beschaltet, daß nur das Sinus-Signal am Ausgang Pin 19 zur Verfügung steht. Weiterhin ist der nicht benötigte Eingang zur Einstellung des Tastverhältnisses DADJ desaktiviert.

Um den maximalen Ausgangspegel des HFG 9000 von +7 dBm erreichen zu können, muß für den Frequenzbereich 0.1 Hz - 10 MHz am Ausgang „NF" der Signaler-

zeugung (Meßpunkt 14) ein Pegel von L_P = +9 dBm anliegen.

Der zur Signalerzeugung verwendete MAX038 stellt an seinem Ausgang eine Signalspannung von 2 V_{SS} mit 0,1Ω-Ausgangswiderstand zur Verfügung. Erhöht man diesen Ausgangswiderstand auf den 50Ω-Systemwellenwiderstand, so kann eine max. Ausgangsleistung von 4 dBm an 50Ω-Last entnommen werden.

Um an der Signalzusammenführung den benötigten Pegel von +9 dBm erreichen zu können, muß eine Verstärkerstufe eingefügt werden. Diese muß eine obere Grenzfrequenz von weit über 10 MHz besitzen, damit sich der Verstärkungsabfall nicht als Amplitudenschwankung im Ausgangssignal des HFG 9000 bemerkbar macht.

Die untere Grenzfrequenz muß bei kleiner 0,1 Hz liegen (dies entspricht praktisch einer DC-Kopplung). Zusätzlich muß eine Möglichkeit der Amplitudeneinstellung geschaffen werden, um einen Abgleichpunkt für den Ausgangspegel des NF-Bereiches zu erhalten und die Möglichkeit der Amplitudenmodulation ist vorzusehen. Es bietet sich hier die Lösung über einen Analog-Multiplizierer mit nachgeschaltetem Verstärker an. Die eingesetzte Schaltung ist in Abbildung 3 dargestellt.

Es wird hier der Analog-Multiplizierer IC 11 vom Typ AD834 eingesetzt. Hierbei handelt es sich um einen 500MHz-Vier-Quadranten-Multiplizierer mit geringem Offset-Drift. Der AD834 besitzt zwei Differenzeingänge X1, X2 und Y1, Y2. Die Ausgänge W 1 und W 2 sind Open-Kollektor Stromausgänge.

Der nachfolgende Operationsverstärker IC 12 vom Typ NE 5539 mit Beschaltung nimmt die I/U-Wandlung vor. Dieser schnelle Operationsverstärker zeichnet sich besonders durch seine große Kleinsignalbandbreite aus.

Durch den Einsatz dieser schnellen Bausteine kann die benötigte hohe obere Grenzfrequenz erreicht werden. Die Systembandbreite der dargestellten Schaltung aus AD834 und NE5539 erstreckt sich von DC bis ca. 60 MHz.

Da beide nicht-invertierenden Eingänge des AD834 auf Masse liegen ergibt sich die relativ einfache Übertragungsfunktion $U_{NF} = (X2) \cdot (Y2) = U_{NF_CON} \cdot U_{Y2}$ für diesen Schaltungsteil.

Dem Eingang X2 des Analog-Multiplizierers wird das Ausgangssignal des MAX038 zugeführt. Über eine DC-Steuerspannung am Eingang Y2 wird die Signalamplitude am Ausgang „NF" eingestellt. Durch die Überlagerung dieser DC-Steuerspannung mit dem Modulationssignal wird die Amplitudenmodulation des Ausgangssignales im Frequenzbereich 0,1 Hz bis 10 MHz ausgeführt.

Die DC-Steuerspannung und das Modulationssignal bei AM werden dem AD834 über die Operationsverstärker-Schaltung IC 350 B zugeführt. Mit R 364 läßt sich hier die DC-Steuerspannung und damit die Signalamplitude an „NF" (Meßpunkt 14) abgleichen.

Für die Amplitudenmodulation muß der unmodulierte Signalpegel um 6 dB abgesenkt werden, um eine Übersteuerung des Analog-Multiplizierers zu verhindern.

Diese Pegelabsenkung bei AM kann mit dem Trimmer R 362, der bei aktivierter AM über den Schalttransistor T 360 zum Spannungsteiler hinzugeschaltet wird, genau eingestellt werden.

Das Modulationssignal wird IC 350 B an „MOD_AM" zugeführt und mit R 360 im Pegel angepaßt. So wird dem Analog-Multiplizierer ein dem Modulationsgrad entsprechendes NF-Signal für die Modulation zur Verfügung gestellt.

Damit ist die ausführliche Beschreibung der Signalerzeugung abgeschlossen.

Wir wenden uns im nächsten Teil dieses Artikels der Amplitudenregelung sowie dem HF-Endverstärker und der Eichleitung zu. ELV

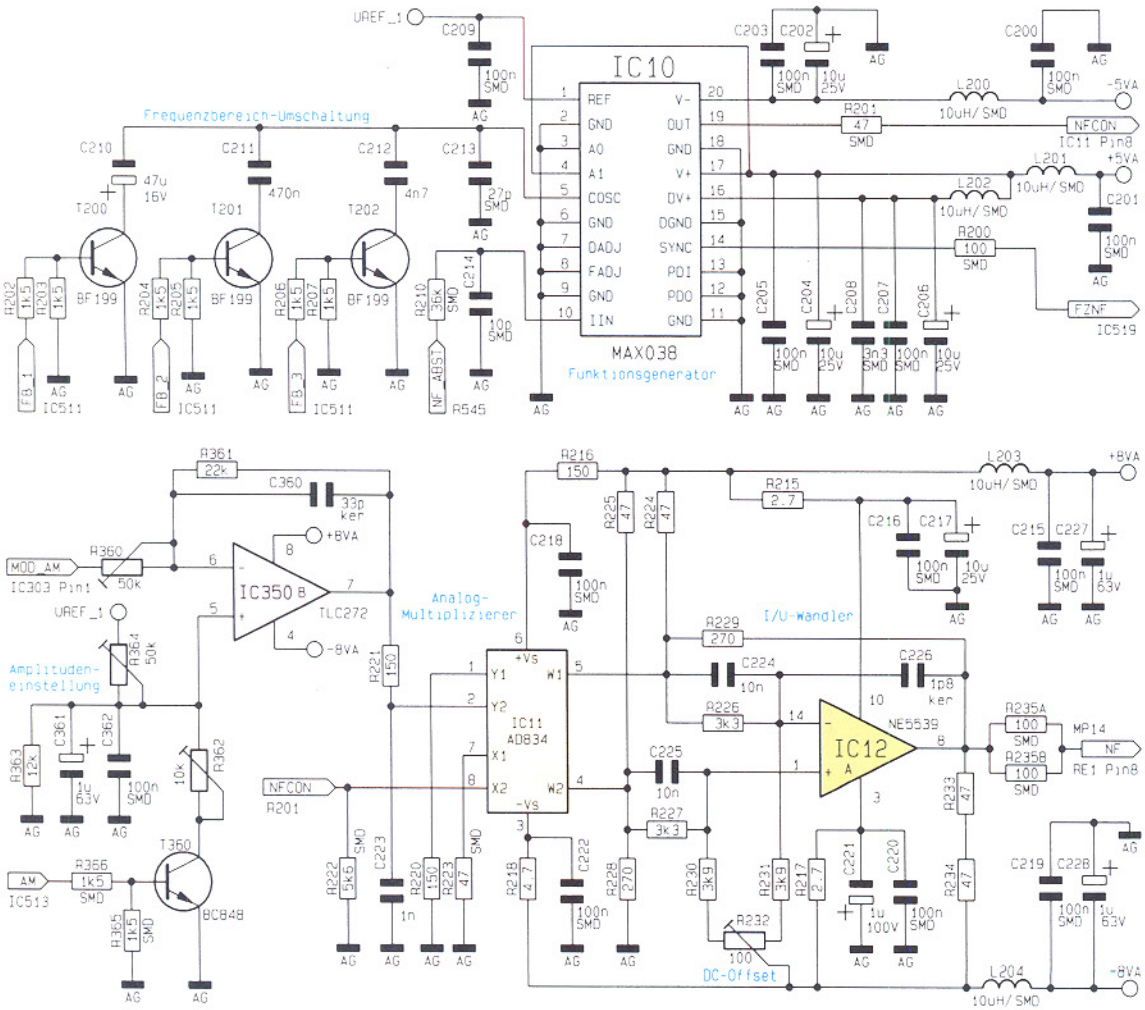


Bild 3: Signalerzeugung mit dem MAX038

ELV

Produktangebote

Meßtechnik *

Stromversorgungen 92

PC-Hardware *

PC-Software 94

Video- und Fernsehtechnik 95

Audiotechnik *

Laser- und Lichttechnik *

Beleuchtungstechnik *

Haustechnik 97

Mobilfunk *

Telefon-/Kommunikationstechnik *

Sicherheitstechnik *

Modellbau, Hobby und Freizeit *

Kfz-Elektronik *

Umwelttechnik *

Medizintechnik *

Ausbildung/Weiterbildung *

Büro und Industrietechnik *

EMV-Meßtechnik *

Lötgeräte und Zubehör *

Werkstattzubehör 98

Einzelteile *

Bücher *

Bestellhinweise 99

Die mit Sternchen gekennzeichneten Positionen und weitere Angebote aus allen Bereichen finden Sie im großen ELV-Katalog 1997

ELV • 26787 Leer • Tel.: 04 91/600 888

mit Logo-Ausblendung

Video-Kopierschutz-Decoder VKD 7002

Nutzen Sie die legitimen Möglichkeiten beim Überspielen und Archivieren von Leihvideos. Der VKD 7002 wirkt zuverlässig gegen alle derzeit gängigen Kopierschutzverfahren auf Videoleihkassetten.

Als Nachfolger des zigtausendfach bewährten VCD 7001 ist der VKD 7002 eine konsequent weiterentwickelte Version mit eingebautem 230V-Netzteil, Logo-Ausblendung, Kopierrichtungsumschaltung und zusätzlichem TV-Ausgang.
Die meisten derzeit erhältlichen Topfilme auf Videokauf- oder Leihkassetten sind mit einem Kopierschutz der US-amerikanischen Firma Macrovision ausgestattet. Störimpulse innerhalb der vertikalen Austastlücke, d. h. im nicht sichtbaren Bereich des Bildes, bringen während des Kopiervorgangs die Regelung des Videorecorders außer Tritt. Je nach Alter des Filmes kommen dabei verschiedene Macrovisionsvarianten zum Einsatz.
Die Folge sind Farbaussetzer, Helligkeitsschwankungen oder sogar das völlige Zusammenbrechen des Bildes bei der Wiedergabe der Kopie. Die Wiedergabe der Originalkassette führt in der Regel zu keiner Beeinträchtigung, da sich die Störimpulse bei einem Fernsehgerät nicht auswirken.
Aufgabe des Kopierschutz-Decoders ist nun, die Störimpulse während des Überspielvorgangs restlos zu entfernen.

Störungsfreies Überspielen aller kopiergeschützten Videofilme

Der VKD 7002 eliminiert zuverlässig alle derzeit bekannten Kopierschutz-Störimpulse auf Videokassetten. Im Gegensatz zur üblichen Ausblendtechnik schaltet der VKD 7002 gezielt die reine sichtbare Bildinformation durch, während sämtliche übrigen Signale bearbeitet bzw. neu generiert werden.

Einfache Handhabung

Der VKD 7002 ist mit drei Scart-Buchsen ausgestattet, zum Anschluß von zwei Videorecordern und einem Fernsehgerät und wird einfach in die Verbindungsleitung zwischen wiedergebendem und aufnehmendem Recorder eingefügt.
Die Kopierrichtung ist am VKD 7002 umschaltbar, d. h. Recorder A ist der Abspieler und Recorder B das aufzeichnende Gerät oder umgekehrt. Bei ausgeschaltetem Decoder wird der jeweils selektierte Zuspieler zum Fernsehgerät durchgeschleift.
Zur Stromversorgung ist der VKD 7002 mit einem eingebauten 230V-Netzteil ausgestattet.

Optimierung der Bildqualität

Durch die eingesetzte Technik ist bei verschliffenen Synchronimpulsen sogar eine deutliche Verbesserung der Aufzeichnungsqualität möglich. Des weiteren steht zur Optimierung der Bildqualität der Einstellregler „Kontur" zur Verfügung.

Interessante Zusatzfunktionen

Bei der Aufzeichnung von Breitwandspielfilmen bietet der VKD 7002 die Möglichkeit, Sender-Logos zu überdekken. Mit zwei Einstellreglern ist sowohl am oberen Bildrand als auch am unteren Bildrand die Schwarzblende stufenlos einstellbar. Eine Kopierschutzanzeige signalisiert Macrovisionsimpulse bzw. bei Fernsehaufzeichnungen Videotextsignale, die im gleichen Bereich wie die Macrovisionsimpulse liegen.
Dank Durchschleifbetrieb muß der VKD 7002 bei ausgeschaltetem Decoder nicht aus dem Signalweg genommen werden.

Video-Kopierschutz-Decoder VKD 7002
Fertiggerät
Best.Nr.: 26-250-59 198,-
Bausatz
Best.Nr.: 26-243-93 149,-

Technische Daten: Video-Kopierschutz-Decoder VKD 7002

Video-Eingänge: ..... Recorder A oder Recorder B (1 V_{ss})
Video-Ausgänge: Recorder A oder Recorder B, TV-Ausgang jeweils 1 V_{ss} an 75 Ω
Anschlußbuchsen: ..... 3 x Scart
Logo-Ausblendung: ..... oben, unten (stufenlos einstellbar)
Kopierrichtung: ..... umschaltbar, A->B oder B->A
Kontur: ..... stufenlos einstellbar (weich, hart)
Spannungsversorgung: ..... eingebautes 230V-Netzteil

Durchschleifbetrieb, Kopierschutzanzeige, Betriebsanzeige, Netzschalter primär (daher keine Standby-Stromaufnahme)

Video-Kopierschutz-Decoder VKD 1001

nur 99,50

Dieser besonders preiswerte Video-Kopierschutz-Decoder mit Scart-Ein- und Ausgang ermöglicht das störungsfreie Überspielen von kopiergeschützten Videofilmen.
Einfach in die Verbindungsleitung zwischen wiedergebendem und aufnehmendem Videorecorder eingefügt, blendet der Decoder Macrovisions-Störimpulse innerhalb der vertikalen Austastlücke sowie vor dem vertikalen Synchronimpuls zuverlässig aus.
Die Spannungsversorgung des Decoders erfolgt über ein unstabilisiertes 12V-Steckernetzteil mit 300 mA Strombelastbarkeit.

Video-Kopierschutz-Decoder VKD 1001
Best.Nr.: 26-244-45 99,50

Technische Daten: Video-Kopierschutz-Decoder VKD 1001

Video-Eingang: ..... Scart-Buchse (1 Vss) Impedanz 75 Ω
Video-Ausgang: ..... Scart-Buchse (1 V_{ss} an 75 Ω)
Spannungsversorgung: ..... Steckernetzteil 12V/300 mA (3,5 mm-Klinke)
Abmessungen (LxBxH): ..... 140 x 60 x 26 mm

passendes Steckernetzteil 12 V/ 300 mA
Best.Nr.: 26-223-05 8,95

Blei-Akku-Ladegerät BAL 7000
mit Überwinterungsautomatik

(ELV 5 + 6/96)

Zur richtigen Pflege von Blei- und Blei-Gel-Akkus bietet das BAL 7000 neben der Lade- und Erhaltungsladefunktion zusätzlich noch eine Überwinterungs-Automatik.

Für ein langes „Akkuleben" ist unbedingt die richtige Pflege notwendig. Dies trifft besonders für die zum Teil recht teuren Blei- und Blei-Gel-Akkus zu. Nicht selten findet man diese Akkus auch in Anwendungen, die einen längeren Zeitraum im Jahr (z. B. im Winter) nicht benötigt werden, wie z. B. beim Einsatz in Booten, Motorrädern, Akkumähern usw.
Um die maximal mögliche Lebensdauer von Akkus zu nutzen, die längeren „Ruhepausen" ausgesetzt sind, reicht es im allgemeinen nicht aus, diese Akkus außerhalb der „Nutzungssaison" nur mit einer Erhaltungsladung zu beaufschlagen.
Zur Unterbindung einer Verhärtung und Passivierung der Bleiplatten ist es vielmehr sinnvoll, in regelmäßigen Zeitabständen eine definierte Ladungsmenge (10 % bis 40 % der Nennkapazität) zu entnehmen und anschließend eine Aufladung durchzuführen. In der übrigen Zeit wird der Akku dann mit einer Erhaltungsladung immer im voll geladenen Zustand gehalten.
Mit dem BAL 7000 ist die „Wartung" sowohl bei 6V- als auch bei 12V-Pb-Akkus vollautomatisch durchführbar. Das Wartungsintervall kann dabei wahlweise eine Woche, zwei Wochen oder vier Wochen betragen. Des weiteren ist die Kapazität, die dem Akku nach Ablauf des Zeitintervalls entzogen wird, in 4 Stufen zwischen 1,25 Ah und 10 Ah einstellbar.
Die Bedienung des Ladegerätes ist dank der übersichtlich angeordneten Bedienelemente sehr einfach. In der Grundfunktion (Schalter „Überwinterung" in Stellung „Aus") arbeitet das BAL 7000 als Komfort-Ladegerät mit Erhaltungsladefunktion. Einfach die Akku-Nennspannung wählen (6 V oder 12 V), den Akku polaritätsrichtig anschließen, und schon erfolgt der Ladevorgang in optimierter Weise.
Befindet sich der Schalter „Überwinterung" in Stellung „Ein", können zusätzlich das Wartungsintervall (1, 2, 4 Wochen) und die Entladekapazität gewählt werden.

BAL 7000
Komplettbausatz Kunststoffgehäuse
Best.Nr.: 26-235-78 198,-
Komplettbausatz Metallgehäuse
Best.Nr.: 26-239-86 258,-

Gehäuse-Umbausatz
Metallgehäuse mit gerätespezifischer Front- und Rückplatte sowie allen erforderlichen Teilen, um ein BAL 7000 im Kunststoffgehäuse auf ein Metallgehäuse umzurüsten.
Best.Nr.: 26-239-87 99,-
Fertiggerät Kunststoffgehäuse
Best.Nr.: 26-238-57 298,-
Fertiggerät Metallgehäuse
Best.Nr.: 26-240-00 358,-

Technische Daten: Blei-Akku-Ladegerät BAL 7000

Ladbare Akkutypen: ..... 6V- und 12V-Blei-Akkus (Blei-Gel, Blei-Säure)
Anschließbare Akkukapazität: ..... 4 Ah bis 100 Ah
Ladeverfahren: ..... Konstantspannung mit Strombegrenzung
Erhaltungsladespannungen: .... 6,69 V, 13,38 V (2,23 V je Zelle)
Ladestrom: ..... max. 3,5 A
Wartungszyklus: .... einstellbar 1 Woche, 2 Wochen, 4 Wochen
Entladekapazität: ..... einstellbar 1,25 Ah, 2,5 Ah, 5 Ah, 10 Ah
Entladestrom: ..... ca. 1 A
Anzeigen: ..... Laden, Entladen
Weitere Leistungsmerkmale: ..... Tiefentladeschutzschaltung, Temperatur-Überwachung der Endstufe und des Netztrafos, kurzschlußfester Ausgang, Verpolungsschutz durch Schmelzsicherung, Wartungsintervall abschaltbar
Abmessungen (BxHxT): ..... 272 x 92 x 150 mm (Kunststoff) 305 x 97 x 167 (Metall)

Akku-Kapazitäts-Meßgerät

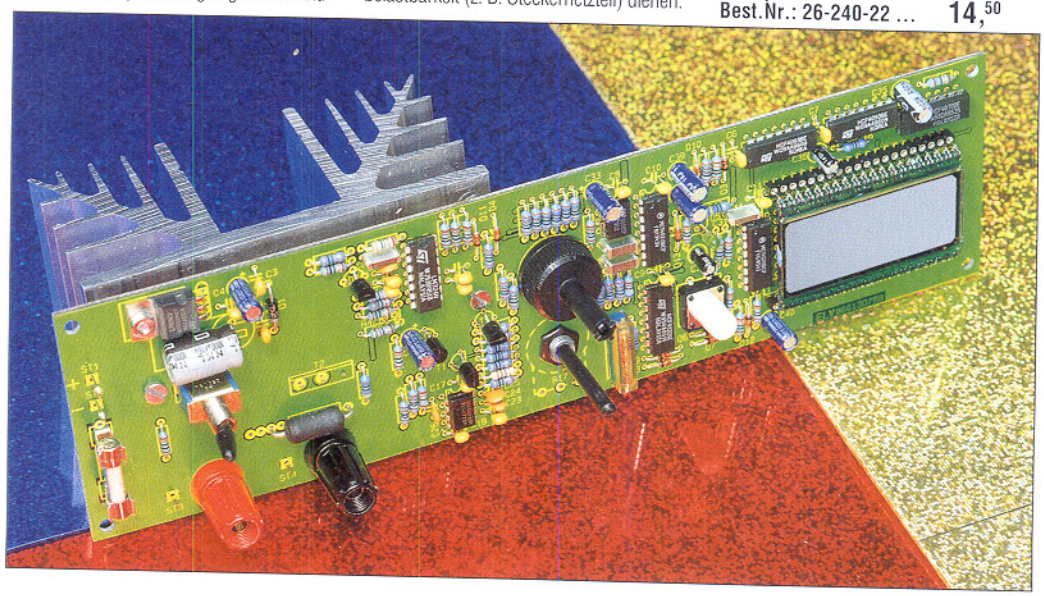
Dieses universell einsetzbare Akku-Kapazitäts-Meßgerät ist auf einer einzigen Leiterplatte untergebracht und ermöglicht es, den aktuellen Energieinhalt (Kapazität) von 1- bis 12zelligen NC- und NiMH-Akkus sowie 6V- und 12V-Blei- bzw. Blei-Gel-Akkus zu ermitteln.

Die gespeicherte Kapazität eines Akkus ist mit dem Akku-Kapazitäts-Meßgerät durch Entladung unter exakt definierten Bedingungen zu ermitteln. Die aus dem Akku entnehmbare Energie ist jedoch keine konstante Größe, sondern unter anderem entscheidend vom Entladestrom abhängig. Den Nennkapazitätsangaben eines Akkus liegen daher auch immer definierte Entladestromangaben zugrunde.
Bei NC- und NiMH-Akkus wird häufig eine 10stündige Entladezeit angegeben, während bei Blei- und Blei-Gel-Akkus sich die Nennkapazität meistens nach DIN 72311 auf eine 20stündige Entladung bezieht. Beim ELV-Akku-Kapazitäts-Meßgerät ist der Entladestrom stufenlos von 0 bis 3 A einstellbar.
Zur Messung ist der Akku bzw. der Akkupack mit bis zu 12 in Reihe geschalteten Zellen polaritätsrichtig an die beiden Anschlußbuchsen (Polklemmen) anzuschließen und die gewünschte Zellenzahl sowie der Entladestrom einzustellen. Nach Betätigen der Starttaste beginnt dann die Kapazitätsmessung automatisch.
Sobald der angeschlossene Akku die der Zellenzahl entsprechende Entladeschlußspannung erreicht hat, erscheint auf dem Display neben der aufsummierten Entladekapazität die Anzeige „Low-bat".
Auch nach Abklemmen des Akkus bleibt die Anzeige erhalten und wird erst mit Start einer neuen Kapazitätsmessung auf 0.0 gesetzt.
Tritt während der Entladung eine Überhitzung der Endstufe auf, so wird der gerade laufende Entladevorgang unterbrochen, und die LED „Temperatur" leuchtet.
Sobald sich die Endstufentemperatur wieder normalisiert, wird der Entladevorgang automatisch fortgesetzt.
Zur Spannungsversorgung des Akku-Kapazitäts-Meßgerätes kann eine beliebige unstabilisierte Gleichspannung zwischen 11 V und 25 V mit 150mA-Strombelastbarkeit (z. B. Steckernetzteil) dienen.

Technische Daten: Akku-Kapazitäts-Meßgerät

Meßbare Akkutypen: ..... NC und NiMH (Einzelzellen sowie 2 bis 12 in Reihe geschaltete Zellen)
Entladestrom: ..... stufenlos von 0 - 3 A einstellbar
Meßbereich: ..... wahlweise 0 bis 19,99 Ah oder 0 bis 199,9 Ah
Auflösung: ..... 0,01/0,1 Ah
Schutzschaltung: ..... elektronische Temperatur-Sicherung mit LED-Anzeige
Versorgungsspannung: ..... 11 V bis 25 V DC, unstabilisiert
Stromaufnahme: ..... max. 150 mA

Komplettbausatz ohne Gehäuse
Best.Nr.: 26-243-90 99,85
Frontplatte
Best.Nr.: 26-240-22 ... 14,50



Flash-Programmer FP 51

Die Mikrocontroller der MCS-51er Serie sind weit verbreitet und werden von vielen Herstellern angeboten. Das hier vorgestellte Gerät ermöglicht die Programmierung der Controller aus dem Hause ATMEL, die über einen internen Flash-Programmspeicher verfügen und im Gegensatz zu anderen Typen elektrisch gelöscht und mehrfach programmiert werden können.
Die Mikrocontroller sind befehls- und registerkompatibel zum 8751/52-Grundtyp und erfordern somit keine gesonderte Entwicklungsumgebung. Besonders interessant sind die 20poligen Typen, die mit verringerter Anzahl I/O-Pins, besonders für kleine Anwendungen geeignet sind.
Das Programmiergerät wird über eine 1:1-Verbindungsleitung mit einer Standard-Parallel-Schnittstelle eines PCs verbunden. Die Spannungsversorgung übernimmt ein Steckernetzgerät. Die Bedienung erfolgt über eine komfortable Software, die unter Windows 3.1 / 95 arbeitet.

Komplettbausatz mit normalen IC-Sokkeln anstelle der TEXTOOL-Sockel, mit Gehäuse und Windows-Software
Best.Nr.: 26-224-18 ..... **99,95**

20pol. TEXTOOL-Sockel
Best.Nr.: 26-069-20 ..... **17,95**

40pol. TEXTOOL-Sockel
Best.Nr.: 26-082-02 ..... **29,10**

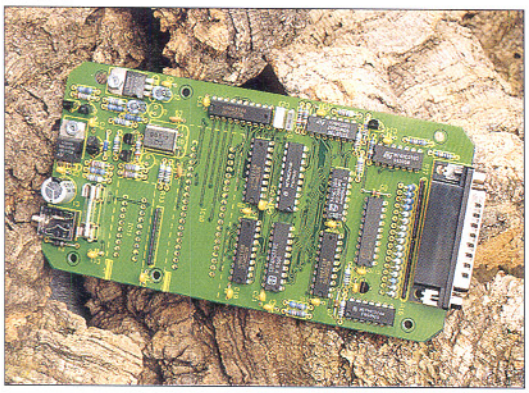
Fertiggerät mit 2 TEXTOOL-Sockeln, Gehäuse und Windows-Software
Best.Nr.: 26-242-97 ..... **198,50**

25pol. Verbindungskabel zum Anschluß des Flash-Programmers an den PC
Best.Nr.: 26-076-53 ..... **13,35**

passendes Steckernetzgerät AD-1250B
Best.Nr.: 26-117-08 ..... **11,95**

Mikrocontroller AT 89C1051-24 (20pol. DIP, 1kB-FLASH-EPROM, 64Byte RAM)
Best.Nr.: 26-243-00 ..... **8,95**

Mikrocontroller AT 89C2051-24 (20pol. DIP, 2kB-FLASH-EPROM, 128Byte RAM)
Best.Nr.: 26-224-84 ..... **11,95**



Mikrocontroller 89C51-20PC (40pol. DIP, 4kB-FLASH-EPROM, 128Byte RAM)
Best.Nr.: 26-243-01
29,50

Mikrocontroller 89C52-20PC (40pol. DIP, 8kB-FLASH-EPROM, 128Byte RAM)
Best.Nr.: 26-243-02
39,50

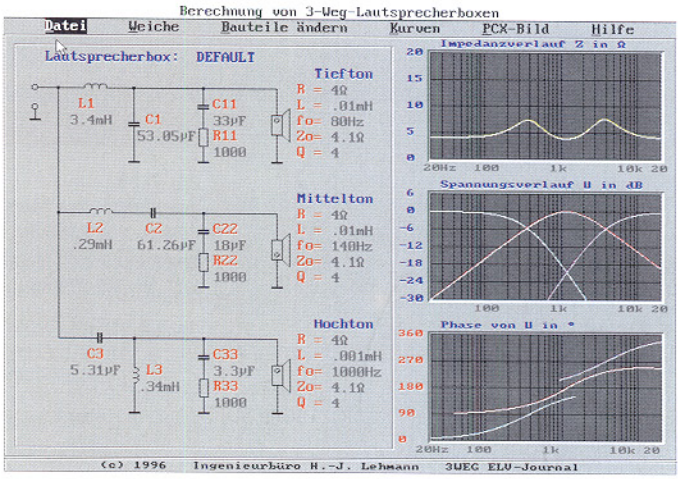
3-Wege-Frequenzweichen-Simulator (ELV 1/97)

Schnelle und komfortable Berechnung von Frequenzweichen für 3-Wege-Lautsprecherboxen nebst Simulation des elektrischen Verhaltens.

Für den erfolgreichen Aufbau von Lautsprecherboxen ist neben dem Gehäusekonzept und der Qualität der einzelnen Lautsprecher die korrekte Dimensionierung der Frequenzweiche entscheidend zur Erzielung eines ausgewogenen Klangbildes.
Die für eine 3-Wege-Frequenzweiche erforderlichen Berechnungen nimmt das Programm automatisch vor.
Durch Vorgabe der gewünschten Grenzfrequenzen und selektives Verändern der RLC-Glieder direkt in der Schaltung läßt sich auf einfache Weise die optimale Dimensionierung der Frequenzweiche ermitteln. Die Berechnung der Filter kann dabei wahlweise nach dem Butterworth- (-3 dB, -6 dB), Linkwitz- oder Bessel-Verfahren erfolgen.
Folgende elektrische Eigenschaften lassen sich zur Kontrolle grafisch darstellen:
- Impedanzverläufe der drei Lautsprecher mit Entzerrer
- Impedanzverlauf Z
- Phasenverlauf von Z
- Spannungsverläufe an den drei LS
- Phasenverläufe der Spannungen

Die im Programm vorgenommenen Berechnungen sind nicht nur ausgesprochen hilfreich, sondern vermitteln gleichzeitig einen Einblick in die Zusammenhänge von passiven Filterschaltungen. Das Programm eignet sich somit auch hervorragend für Lernzwecke.
Das Programm ist auf IBM-kompatiblen PCs mit VGA-Graphikkarte lauffähig ab DOS 3.1.

Best-Nr.: 26-239-11 ..... **29,-**



① I²C-PC-Interface IIC2

(ELV 4/96)
Angeschlossen an den Parallel-Port eines PCs nimmt dieses Interface eine Signalumsetzung vor, um I²C-Bausteine direkt anzusteuern. Die Grundroutinen zur Ansteuerung des IC²-PC-Interface stehen dem Anwender im Quellcode in den Programmiersprache C und Pascal zur Verfügung, die leicht in eigene Programme eingebunden werden können. Ein zusätzliches Monitorprogramm bietet die Möglichkeit, den I²C-Bus manuell anzusteuern und dessen aktuelle Signalpegel darzustellen.

Komplettbausatz
Best.Nr.: 26-232-11 ..... **49,-**

9polige Verbindungsleitung zum Anschluß der Zusatz-Boards an das PC-Interface
Best.Nr.: 26-078-87 ..... **8,85**

25polige Verbindungsleitung zum Anschluß des PC-Interface an den PC
Best.Nr.: 26-076-53 ..... **13,35**

Steckernetzgerät AD-1250B zur Versorgung des I²C-PC-Interfaces
Best.Nr.: 26-117-08 ..... **11,95**

② I²C-I/O-Board (ELV 4/96)

Zum Anschluß an vorstehendes I²C-Interface ist die hier vorgestellte 8Bit-Ein-/Ausgabeeinheit geeignet. Die Informationen kommen über den I²C-Bus (vom I²C-PC-Interface) und stehen als 8Bit-Ausgangssignale zur Verfügung. Ebenso können die Portleitungen auch als Eingänge konfiguriert über den I²C-Bus ausgelesen werden.

Komplettbausatz
Best.Nr.: 26-232-15 ..... **39,-**

③ I²C-EEPROM-Board

(ELV 5/96)
Die dauerhafte Speicherung von Daten, die auch nach dem Abschalten der Betriebsspannung erhalten bleiben, ermöglicht diese mit einem I²C-EEPROM bestückte Schaltung.

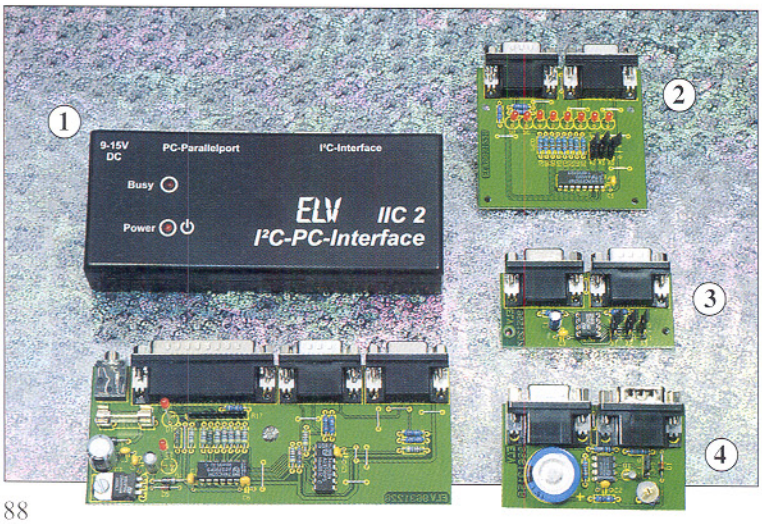
Durch die Möglichkeit, vier verschiedene Speicherbausteine einsetzen zu können, bietet die mit einer I²C-Schnittstelle ausgestattete Speicherschaltung große Flexibilität für universellen Einsatz. Der besondere Vorteil liegt in dem Erhalt der gespeicherten Daten auch bei Fortfall der Versorgungsspannung über Jahre hinweg. Neben einem direkten Datenaustausch über das I²C-Protokoll kann auch der Anschluß an den Parallel-Port eines PCs erfolgen, unter Zwischenschaltung des I²C-PC-Interface.

I²C-EEPROM-Board
Komplettbausatz
Best.Nr.: 26-235-54 ..... **17,95**

I²C-EEPROM 24C16
Best.Nr.: 26-148-06 ..... **6,95**

Technische Daten

Speicher:
24C02 ..... 1 x 256 Bytes
24C04* ..... 2 x 256 Bytes
24C08 ..... 4 x 256 Bytes
24C16 ..... 8 x 256 Bytes
* im Bausatz enthalten
Spannungsversorgung: ..... 2,5 V - 6,0 V DC
Stromaufnahme:
10 µA ..... im Ruhezustand
400 µA ..... im normalen Betrieb
1 mA..während der Programmierung
Programmierzeit: ..... 10 ms
Datensicherheit: ..... min. 10 Jahre
Programmierzyklen:
min. 500.000 pro Speicherstelle



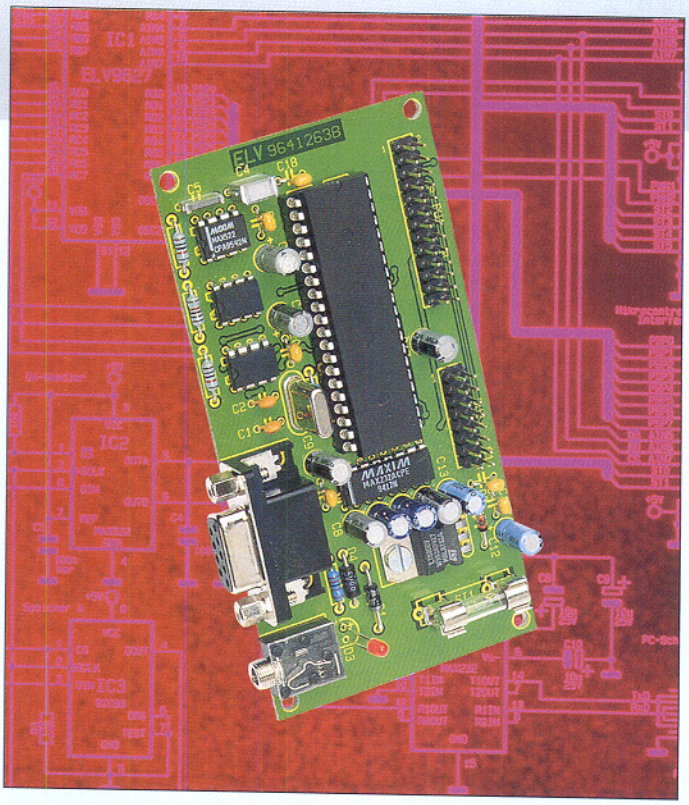
④ I²C-Echtzeituhr-Board (ELV 6/96)

Mit Echtzeituhr und RAM-Speicher ausgestattet wird dieses Board direkt über den I²C-Bus gesteuert oder über das I²C-PC-Interface mit einem PC verbunden. Nach dem Abschalten der Betriebsspannung wird das Board über einen Gold-Cap versorgt, damit die Uhr weiter arbeiten kann und der Speicherinhalt erhalten bleibt (Gangreserve: ca. 70 Stunden).
In viele Systeme ist eine Echtzeituhr integriert, um zum Beispiel zeitgesteuert Schaltvorgänge auslösen zu können. Im Gegensatz zur softwaremäßigen Realisierung einer Echtzeituhr in einem Mikrocontroller wird dieser beim Einsatz eines externen Bauelementes nicht belastet. Ebenso muß beim Wegfall der Betriebsspannung nur der I²C-Baustein gepuffert werden, der mit seinem zusätzlichen RAM-Speicher auch zum Sichern von Daten geeignet ist.

I²C-Echtzeituhr-Board
Komplettbausatz (ohne Gold-Cap)
Best.Nr.: 26-242-58 ..... **29,95**

Gold-Cap 1F/5,5V
Best.Nr.: 26-175-39 ..... **6,90**

Universal-Fuzzy-Controller
(ELV 3 + 6/96)



Fuzzy-Hardware für individuelle Anwendungen.

Mit dem ELV-Fuzzy-Controller bieten wir Ihnen einen konventionellen Single-Chip-Mikrocontroller mit Fuzzy-Software als Hardware-Lösung an, der folgende Vorteile aufweist:

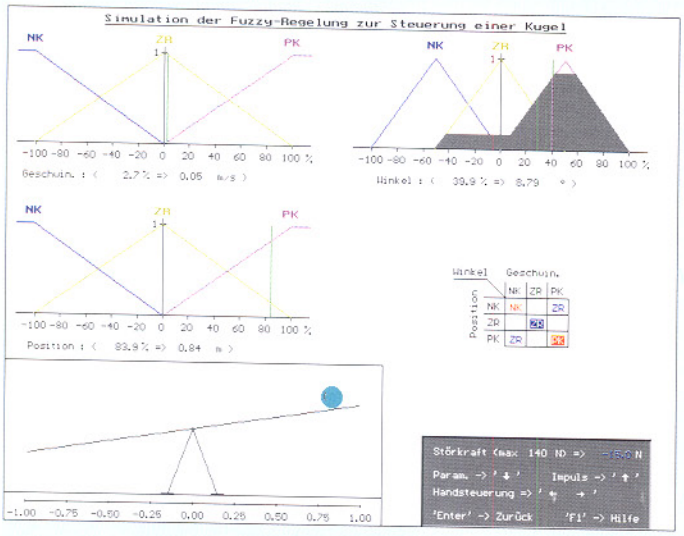
- analoge und digitale Ein- und Ausgänge auf der Controller-Platine
- individuell einsetzbar
- hohe Verarbeitungsgeschwindigkeit
- der PC ist nur für die Reglererstellung erforderlich
- Watchdog-System
- günstiges Preis-/Leistungsverhältnis

Die leistungsfähige Hardware konnte durch die Verwendung spezieller Bauteile sehr kompakt gehalten werden. Sie verfügt wahlweise über einen Fuzzy-Regler mit acht Eingängen und einen Ausgang oder über zwei Fuzzy-Regler mit vier Eingängen und je einem Ausgang.
Zur Eingabe der Regeln, der Zugehörigkeitsfunktionen und weiterer Parameter steht eine Windows-Software zur Verfügung. Mit ihr können auch Fuzzy-Regelungen getestet und online optimiert werden. Die Kommunikation zwischen der Software und dem Fuzzy-Controller erfolgt mittels der seriellen Schnittstelle des PCs.
Ist die Entwicklung einer Regelung abgeschlossen, kann die Hardware als eigenständiger Fuzzy-Controller in der Anwendung verbleiben, da alle Regelungsdaten in einem EEPROM abgelegt sind und nach dem Abschalten der Versorgungsspannung erhalten bleiben.

Komplettbausatz inkl. Windows 3.1 und Windows95-Software
Best.Nr.: 26-231-05 89,50

ELV-Fuzzy-Trainer (ELV 5/95 bis 2/96)

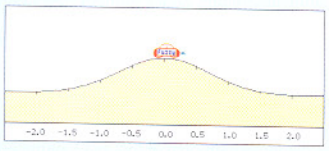
Fuzzy-Logik ist eine Technologie, die sich in den letzten Jahren weltweit etabliert hat. Menschliche Denkweisen und umgangssprachliche Formulierungen können nun mathematisch dargestellt werden. Ein Rechner ist somit in der Lage, menschliches Verhalten nachzubilden und entsprechende Handlungsanweisungen zu geben. Mit dem ELV-Fuzzy-Trainer kann jeder die Funktionsweise der Fuzzy-Logik anhand mehrerer anschaulicher Modelle erlernen und vertiefen.



Mit Hilfe des hier vorgestellten ELV-Fuzzy-Trainers wird auf einfache und verständliche Weise der Einstieg in die Fuzzy-Logik erleichtert. Die Software versetzt den Anwender in die Lage, für physikalische Modelle Fuzzy-Regelungen zu entwerfen, zu verändern und zu optimieren (Mobil-, Kugel-, Pendel-Modell). Mit der integrierten Simulation, die eine wirklichkeitsnahe Darstellung des Regelungsverlaufs mittels bewegter Farbgraphiken ermöglicht, kann überprüft werden, ob der aufgestellte Regelansatz die gestellten Erwartungen erfüllt.
Mehrere einfache Fuzzy-Beispiel-Regelungen stehen zum Einarbeiten für jedes Modell zur Verfügung. Die so erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten können später bei eigenen regelungstechnischen Problemstellungen angewendet werden.

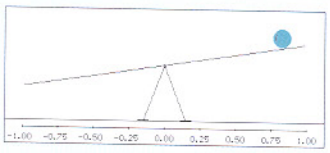
Physikalische Modelle
Zur Veranschaulichung von Fuzzy-Regelungen dienen drei einfach gehaltene physikalische Modelle:

Mobil-Modell



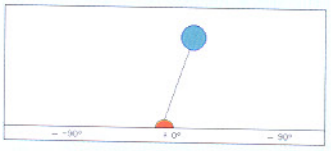
Die Bewegung eines Mobils auf ebenem Gelände, einer schiefen Ebene oder auf einer Bergkuppe läßt sich in diesem Modell für verschiedene Startpositionen und Startgeschwindigkeiten nachempfinden. Zum Beispiel könnte die Aufgabe der Fuzzy-Regelung sein, von einem bestimmten Startpunkt aus das Fahrzeug in möglichst kurzer Zeit zum Zielpunkt zu steuern, ohne dabei diesen Punkt zu überfahren.

Kugel-Modell



Dieses Modell bildet eine Wippe mit variablem Winkel nach, auf der sich eine freibewegliche Kugel befindet. Eine Regelung könnte beispielsweise den Winkel der Wippe so steuern, daß die Kugel von einer gewählten Startposition aus mit möglichst hoher Geschwindigkeit zum Zielpunkt - dem Mittelpunkt der Wippe - rollt, ohne dabei allzu stark überzuschwingen.

Pendel-Modell



Das Modell bildet ein inverses Pendel nach. Die Aufgabe einer Regelung könnte zum Beispiel lauten, von einer zuvor gewählten Startposition innerhalb kürzester Zeit das Pendel so zu steuern, daß es ohne wesentliches Überschwingen senkrecht zum Stehen kommt.
Der ELV-Fuzzy-Trainer ist eine DOS-Software, die auf jedem IBM-kompatiblen PC-AT mit VGA-Graphikkarte - auch unter Windows 3.1/95 - läuft.

ELV-Fuzzy-Trainer auf 3,5"-Disketten
Best.Nr.: 26-227-65 49,-

Eigenschaften des ELV-Fuzzy-Trainers

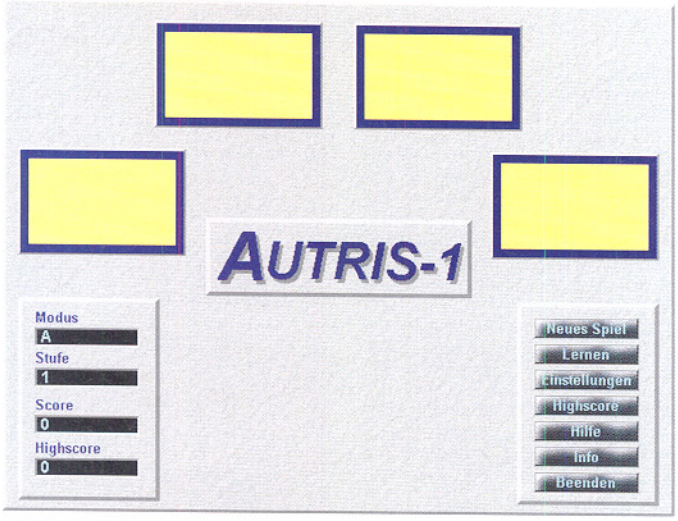
- Simulation der vom Anwender entwickelten Fuzzy-Regelung mit realistischer Darstellung des Simulations-Modells und des Regelungsverlaufs mittels bewegter Farbgraphiken.
- Graphische Darstellung des Simulationsverlaufes über die Zeit mit Zoom-Funktion (Datenaufzeichnung).
- Kontrolle der Regelung durch Verändern der Eingangswerte unter Beobachtung des Ausgangswertes.
- Aktive Regeln werden sowohl bei der Simulation als auch bei der Regelungs-Kontrolle mittels einer inversen Darstellung hervorgehoben.
- Das Eingeben, Ändern oder Löschen von Regeln ist zu jeder Zeit möglich.
- Bis zu 122 Regeln und bis zu 11 Zugehörigkeitsfunktionen pro linguistischer Variable können in einer Regelung verwendet werden.
  Es können UND- und ODER-Regeln erstellt und beliebig kombiniert werden.
- Die Zahl der Zugehörigkeitsfunktionen für jede linguistische Variable ist frei wählbar.
- Automatisch wird durch die Eingabe der kleinsten oder größten Ausgangs-Zugehörigkeitsfunktion die Zahl der Zugehörigkeitsfunktionen für die linguistische Ausgangsvariable bestimmt (Symmetrie).
- Normierte Zugehörigkeitsfunktionen können für alle oder jede einzelne linguistische Variable automatisch erstellt werden.
- Alle Zugehörigkeitsfunktionen der linguistischen Variablen können z. B. zum Optimieren einzeln selektiert und geändert werden.
- Änderung der Parameter des jeweiligen physikalischen Modells und der zugehörigen Grundbereiche.
- Laden von gespeicherten Regelungen oder Erstellen von neuen Regelungen.
- Speichern der entwickelten bzw. veränderten Regelung unter gleichem oder anderem Namen.
- Online-Hilfesystem, das zu fast allen Menüpunkten eine Hilfestellung gibt.

AUTRIS für Windows
(ELV 6/96)

Die audiovisuelle Variante von Tetris zur spielerischen Verbesserung des Hörens und der Sprachkompetenz.

AUTRIS ist ein neuartiges, anspruchsvolles Spiel mit einem psychoakustisch ausgeklügelten Konzept, dessen Schwierigkeitsgrad und Trainingseffizienz zwar mit Tetris vergleichbar sind, aber ausschließlich für das Hören und die sprachliche Kompetenz bestimmt sind.
Die Aufgabe in ***AUTRIS*** besteht darin, vier räumlich nebeneinander und zeitlich nacheinander wahrgenommene auditive Reize durch Betätigen der beiden Maustasten in eine vorgegebene räumliche und zeitliche Ordnung zu bringen. Hierzu lassen sich in Abhängigkeit vom Alter und dem Trainingsstatus des Benutzers unterschiedliche Schwierigkeitsgrade wählen.
Mit ***AUTRIS*** können folgende Teilfunktionen der zentralen Hörverarbeitung trainiert werden:

PC-Spiel ohne Bildschirm

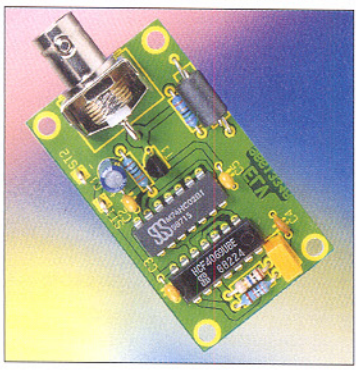


- **Aufmerksamkeit**, also die Hinwendung auf ein bestimmtes Schallereignis
- **Differenzierung**, also das Unterscheiden der auditiven Merkmale einer Reizfolge
- **Analyse**, als das Heraushören von Einzelelementen aus komplexem Kontext
- **Selektion**, als das Ausfiltern wichtiger Hörreize aus Umgebungsgeräuschen
- **Sequenz**, also das Merken der Reihenfolge der zu speichernden Informationen
- **Richtungsbestimmung**, also das Feststellen der Einfallsrichtung von Schall

Die erforderlichen Schallereignisse liegen in der entsprechenden Qualität auf der CD-ROM vor.
Für den Einsatz von ***AUTRIS*** für Windows wird ein PC mit CD-ROM-Laufwerk, 16-Bit Soundkarte und Windows ab Version 3.1 benötigt.

***AUTRIS* für Windows** auf CD-ROM
Best.-Nr.: 26-237-77 89,-

Spike-Generator (ELV 6/96)

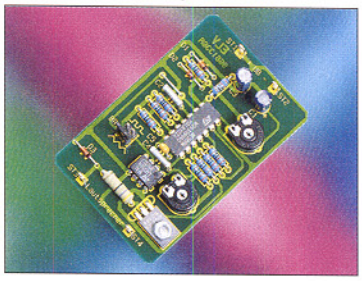


Zur einfachen und schnellen Überprüfung bereits verlegter Koaxkabel oder verdrillter Leitungen in Verbindung mit einem Oszilloskop dient diese kleine Schaltung.

Komplettbausatz
Best.Nr.: 26-252-55 12,95

Modellbau-Sirenengenerator (ELV 6/96)

Ob es nun das markante Geräusch einer Polizei-, Rettungswagen- oder Feuerwehrsirene ist oder utopisch anmutende Geräusche aus der Science-Fiction-Welt, dieser kleine Sirenengenerator vermag eine breite Palette von Sirenengeräuschen abzudecken und eignet sich aufgrund seines einfachen und kompakten Aufbaus hervorragend für die Nachrüstung vorhandener Modellfahrzeuge. Eine leistungsfähige Ausgangsstufe ermöglicht in Verbindung mit einem extern anzuschließenden Lautsprecher bei Bedarf eine recht hohe Signallautstärke.



Komplettbausatz
Best.Nr.: 26-252-62 16,95

Niederspannungsheizung

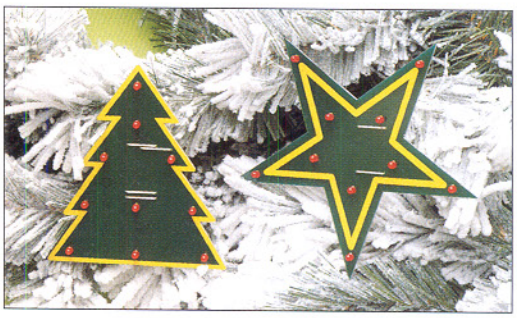
Preiswerte und leicht zu installierende Elektroheizung als wertvolle Hilfe für Haus- und Gartenbesitzer gegen Frostschäden sowie als weitere besonders interessante Einsatzmöglichkeit zur Verbesserung des Wachstums von Zier- und Nutzpflanzen.

Die in ihrer konstruktiven Ausführung an die verschiedensten praktischen Gegebenheiten in Haus und Garten angepaßte Heizung ist sehr vielfältig einsetzbar. Die 4 m lange, mit nur 1 V betriebene Heizleitung kann problemlos um Wasserleitungen, Abflußrinnen, Dachgullys usw. gelegt werden und diese frostfrei halten.
Die Heizung ist auch hervorragend geeignet, um die Wurzelballen von Zier- und Nutzpflanzen permanent zu erwärmen und so ein verbessertes Wachstum der Pflanzen auch bei ungünstigen Witterungsbedingungen (kalter Sommer) zu erreichen.
Die Leistungsabgabe der Heizleitung beträgt nur 14 W, der kompakte Netztransformator (50 x 60 x 40 mm) ist wassergeschützt und mit Befestigungslaschen für eine einfache Anbringung an Flächen, Blumenkübeln usw. ausgestattet, wobei sich die Heizleitung bis auf ca. 40°C aufheizt.
Eingangsseitig ist der Netztransformator mit einer 1,5 m langen Netzleitung mit Eurostecker ausgestattet, zum direkten Anschluß ans 230V-Netz. Durch die vergossene Ausführung ist der Transformator absolut berührungssicher. Aufgrund der Niederspannungsausführung der eigentlichen roten Heizleitung ist der Betrieb problemlos. Sämtliche relevanten Sicherheitsvorschriften werden eingehalten bzw. übertroffen.

Niederspannungsheizung, 14 W
Best.Nr.: 26-230-07 39,-

SMD-Weihnachtsbeleuchtung (ELV 6/96)

Die Leiterplatte der Weihnachtsbeleuchtung steht in 2 Standard-Weihnachts-Silhouetten zur Verfügung, und zwar als Weihnachtsstern oder als stilisierter Tannenbaum.
Ein solch blinkendes Objekt ist in der Advents- und Weihnachtszeit ein interessanter Blickfang in jedes Fenster. Dazu trägt der originelle Blinkrhythmus der Leuchtdioden wesentlich bei.
Versorgung: 9 V bis 12 V/25 mA



Komplettbausatz Weihnachtsstern
Best.Nr.: 26-252-68 19,95
Komplettbausatz Weihnachtsbaum
Best.Nr.: 26-252-61 18,95

Mini-Roulette
(ELV 6/96)

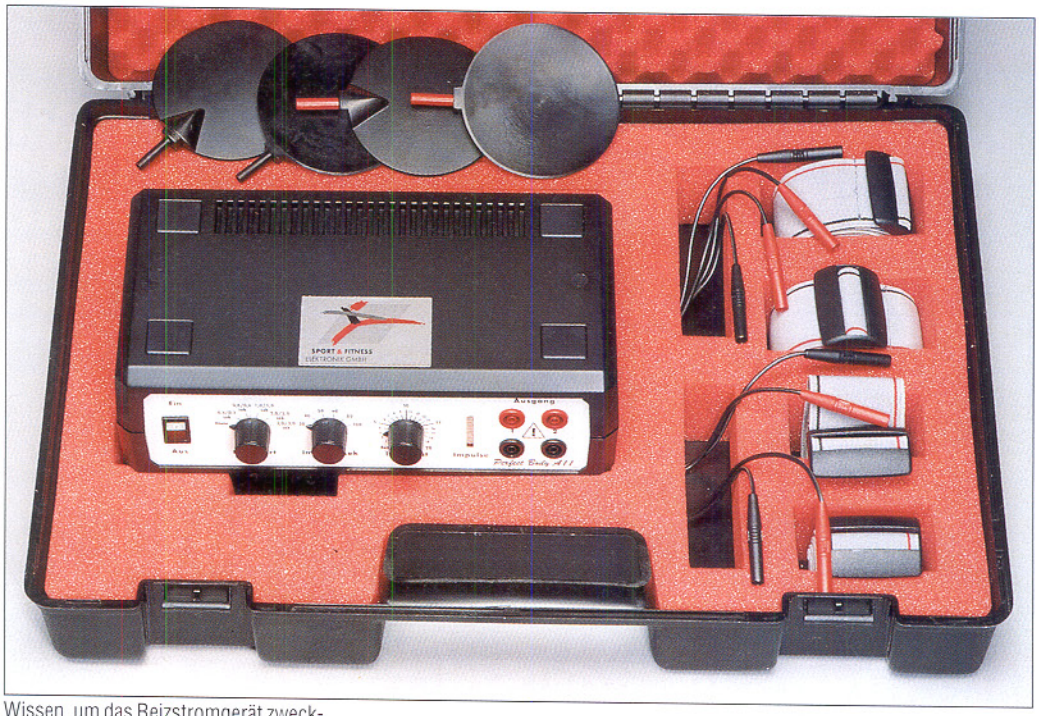
Mit 37 im Kreis angeordneten Leuchtdioden (36 Zahlen + Zero) läßt dieses in SMD-Technologie realisierte Roulette-Spiel die „Kugel" elektronisch rollen.
Nach dem Start wird die akustisch untermalte, durch einen Kreis aus Leuchtdioden nachgebildete, schnell rotierende „Kugel" zunehmend langsamer, bis sie letztendlich ganz zum Stillstand kommt.
- Versorgung: 7 V bis 12 V/10 mA (9V-Block- oder Steckernetzteil)
- Auto-Power-Off-Funktion
- Abmessungen: 102 mm x 102 mm

Komplettbausatz
Best.Nr.: 26-252-60 39,50

Reizstromstimulationsgerät Perfect Body A 11

Das Reizstromstimulationsgerät ermöglicht gezieltes Muskeltraining z. B. im therapeutischen Bereich, im Kosmetikbereich, bei Muskelschwund und nach langen Krankenhausaufenthalten.

Reizstrom veranlaßt, genau wie unser Gehirn, einen Muskel, sich auf einen elektrischen Impuls hin zusammenzuziehen. Durch die Anregung der sogenannten motorischen Punkte der Muskulatur ist Perfect Body in der Lage, bestimmte Muskelbewegungen gezielt und in definierter Form auszulösen. Dies ermöglicht sowohl eine genau dosierbare Trainingsunterstützung für Sportler, insbesondere nach Verletzungen als auch einen gezielten Muskelaufbau erschlaffter Muskeln (z. B. durch Bewegungsmangel) im kosmetischen Bereich.
Das kompakte, netzbetriebene Reizstromgerät verfügt über Einstellungsmöglichkeiten für die Impulsdauer der Reizstromimpulse (Sechs Impulsintervalle von ununterbrochenem Dauerimpuls bis zu 3-Sekunden-Impulsdauer, also 3 Sekunden Reizstrom, 3 Sekunden Pause), der Anzahl der Impulse je Sekunde (30 bis 100) und der Intensität der Impulse.
Eine optische Anzeige ermöglicht die Überwachung des Gerätes, Sicherheitsbuchsen und -kabel verhindern ebenso wie eine Sicherheitsschaltung wirkungsvoll Mißbrauch und Verletzungen.
Ein ausführliches deutsches Handbuch vermittelt auch dem Laien auf diesem Gebiet sehr schnell das notwendige Wissen, um das Reizstromgerät zweckentsprechend und mit Erfolg einzusetzen. Anschaulich werden anhand von Illustrationen alle wichtigen Muskeln mit ihrer Lage gezeigt, dazu gibt es eine Auflistung und bildliche Informationen zu den zugehörigen motorischen Punkten.
Die Lieferung des Gerätes erfolgt im praktischen, schaumgummigepolsterten Tragekoffer komplett mit 2 Kabelsets zu je 2 m Länge, 4 Leitgummiplatten (9,5 cm Durchmesser) und je 2 Stretchbändern mit 70 cm und 120 cm Länge zur Befestigung der Leitgummiplatten am Körper.



Technische Daten Perfect Body A 11

Impulsbreite: 200 µs, fest eingestellt
Periodendauer: ..... 10 bis 33 ms, je nach eingestellter Impulsfrequenz
Impulsfrequenz: ..... 30 bis 100 Hz
Impulsdauer: ... Dauerimpuls bis 3 s
Spitzenspannung: ..... 70 Vss
Spitzenreizstrom: ..... 70 mA
Leistungsaufnahme: ..... 3,5 VA
Netzanschluß: ..... 230 V AC, 50 Hz
Schutzart: ..... GS, TÜV, CE, IP 30
Abmessungen (BxHxT): ..... 274 x 85 x 150 mm

Perfect Body A 11
Best.Nr.: 26-261-15 798,-

Körpertemperaturmessung, einfach, sicher, ungefährlich, genau und schnell - Braun ThermoScan

Wohl jeder hat in seinem Leben schon die Probleme erlebt, exakt die Körpertemperatur zu messen. Besonders kompliziert ist dies bei kleinen Kindern, wenn sie krank sind.
Hauptproblem war bisher stets die exakte Positionierung des Fieberthermometers und die lange erforderliche Meßzeit.
Das Braun ThermoScan ermöglicht durch eine neue Meßtechnologie die exakte und hygenisch unbedenkliche Messung der Körpertemperatur innerhalb von nur einer Sekunde.

Die Körpertemperatur wird dabei mittels Infrarotlicht im Innenohr (am Trommelfell) gemessen. Dieser Meßort ist für die Körpertemperaturmessung nach langen Forschungen als optimal ermittel worden, da das Trommelfell und das Temperaturkontrollzentrum im Gehirn von gemeinsamen Blutgefäßen versorgt werden. Hier ist eine unverzögerte, durch äußere Einflüsse unbelastete Messung der Körper-Kerntemperatur möglich.
Die gesamte Messung dauert nur etwa eine Sekunde, ist für den Probanden völlig schmerzfrei, verursacht keine Unbequemlichkeiten und hat zudem noch den Vorteil, relativ kurzfristige Körpertemperaturschwankungen schnell erkennen zu können.
Einfach den IR-Meßkopf in das Ohr halten, und nach einer Sekunde haben Sie bereits die exakte Körpertemperatur - eine enorme Erleichterung besonders bei kleineren Kindern.
Das LC-Display des handlichen Gerätes zeigt jeden Bedien- oder sonstigen Fehler ebenso eindeutig an wie die exakte Körpertemperatur.
Mitgelieferte Schutzkappen für den Meßtubus vermeiden bisherige Hygieneprobleme herkömmlicher Fieberthermometer. Die Lieferung erfolgt mit 21 auswechselbaren Schutzkappen für den Meßtubus und Aufbewahrungsbox mit Platz für die Schutzkappen.

Betrieb mit 9V-Blockbatterie (nicht im Lieferumfang). Umschaltung für wahlweise Messung in °C oder °F.

Best.Nr.: 26-261-13 99,95

Bitte gleich mitbestellen
9V-Blockbatterie Alkali-Mangan
Best.Nr.: 26-118-27 5,90

Hexaglot Deutsch korrrekt - die neue Rechtschreibung

Komfortabel ausgestattetes Prüfprogramm für Texte im Microsoft-Word-Format.
Prüft automatisch komplette Texte und kontrolliert die Rechtschreibung wahlweise nach den neuen oder den alten Rechtschreibregeln. Die Prüfung erfolgt inklusive korrekter Silbentrennungen, Wortzusammensetzungen und Wortableitungen.

Das Programm erkennt mehrere Millionen Wörter und Wortzusammensetzungen sowie Wortableitungen. Dabei werden Buchstabendreher und Tippfehler ebenso berücksichtigt wie die Silbentrennung auch nach den neuen Rechtschreibregeln. Für spätere Textumbrüche werden vom Programm Silbentrennungen entsprechend den gewählten Regeln in den Text eingefügt, so daß auch ein später anders gewählter Textumbruch diese Regeln automatisch beherrscht.
Veränderte Textpassagen werden farblich gekennzeichnet, um dem Benutzer die individuelle Kontrolle über den geänderten Text zu ermöglichen.
Eine besondere Eigenschaft des Korrekturprogramms ist die Korrektur wissensbasierter Fehler, d. h., das Programm vergleicht seinen ungeheuren Wortschatz mit dem ihm unbekannten Begriff und schlägt eine Alternative zu diesem Begriff vor, wenn es einen Fehler „vermutet".
Kompatibel mit Word für Windows (RTF - Rich Text Format).

Systemvoraussetzungen:
PC 386 oder höher • ab 4MB RAM (8 MB bei Windows 95) • Windows 3.1/95 • VGA-Grafikkarte/-Monitor • CD-ROM Laufwerk Double Speed

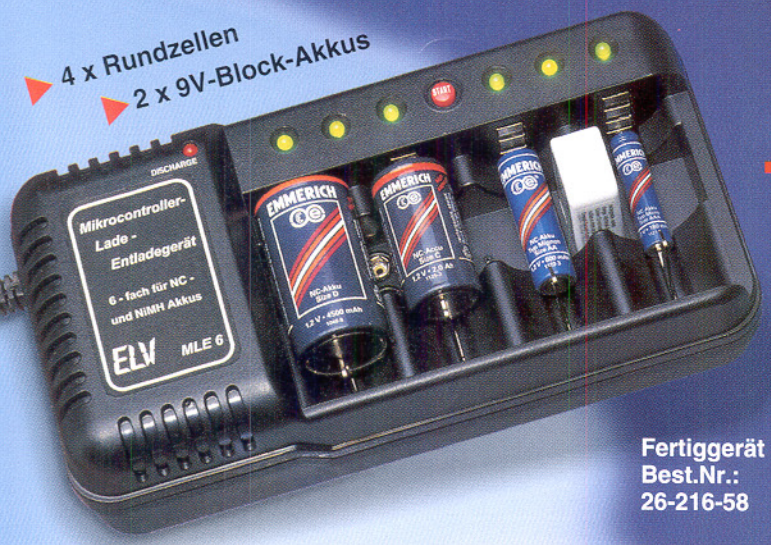
Für Windows 3.x und Windows 95

- Automatische Textprüfung ganzer Dokumente nach herkömmlicher oder neuer Rechtschreibung
- Erkennung mehrerer Millionen Wörter, Wortzusammensetzungen und Wortableitungen
- Einfügung von Silbenvortrennungen entsprechend den jeweiligen Regeln
- Farbliche Kennzeichnung veränderter Textstellen

- Verarbeitet Rich-Text-Format (RTF)
- Mit amtlichem Regelwerk vom 1.7.1996

Best.Nr.: 26-261-14
49,-

Ladetechnik



Mikrocontroller-Expreß-Ladegerät MLE 6

Komplettbausatz Best.Nr.: 26-217-51 **79,-**

Fertiggerät Best.Nr.: 26-216-58 **99,-**

Schonende Schnell-Ladung durch innovative Mikroprozessor-Steuerung.

Vorentlademöglichkeit per Tastendruck.

Mehrfach-Sicherheits-Abfragekriterien vermeiden schädliche Überladung.

Optimale Akkupflege durch Auswertung der negativen Spannungsdifferenz am Ende der Ladekurve separat für jeden Akku.

Ladbare Akkutypen:
Mono, Baby, Mignon, Micro, 9V-Block

Ladetechnik der Spitzenklasse

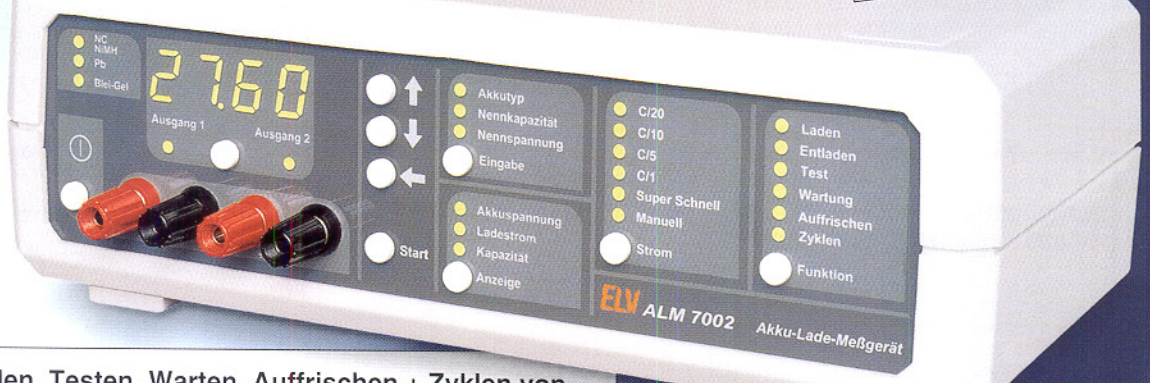
Akku-Lade-Meßgerät ALM 7002
Komplettbausatz
Best.Nr.: 26-191-72

398,-

Fertiggerät
Best-Nr.: 26-222-01

598,-

vollautomatisch



Laden, Entladen, Testen, Warten, Auffrischen + Zyklen von NC-, NiMH-, Blei-, Blei-Gel- u. Li-Ionen-Akkus von 0,1 - 600 Ah

Laden
Optimiertes Laden von NC- u. NiMH-Akkus u. Packs mit bis zu 20 Zellen unabhängig vom Ladezustand durch Spannungsgradientenauswertung. Nennspannungen: NC/NiMH 1,2 - 24 V, Blei-/Blei-Gel 2,0 - 24 V, Li-Ionen 4,2 - 29,4 V. Nennkapazitäten von 0,1 - 600 Ah. 2 getrennte Ladeausgänge. Überladungsschutz durch mehrere Abschaltkriterien. Impuls-Erhaltungsladung.

Super-Schnell-Laden
Intelligente Ladeerkennung, die ein Schnell-Laden in nur 15 Min. ermöglicht.

Externer Temperatursensor
als weiterer Sicherheitsfaktor zur zusätzlichen Überwachung und Abschaltung für Super-Schnell-Ladung erhältlich.

Bitte separat bestellen:
Best.Nr.: 26-221-91 DM 18,-

Entladen
Bis zur definierten Schlußspannung unter vollautomatischer Berücksichtigung der vorgewählten Akkudaten.

Entladen/Laden
Nach definiertem Entladen erfolgt optimiertes Laden mit anschließender Erhaltungsladung.

Testen
Exakte Kapazitätsmessung und Anzeige auf 4stelligem Digital-Display. (Kompletter Lade-/Entladezyklus unter Nennbedingungen, abschließende Voll-Ladung.)

Warten
„Überwintern" von Blei-Akkus. 10 %ige Entladung und Aufladung im wöchentlichen Rhythmus.

Auffrischen
Beaufschlagung mit definierten Stromimpulsen und mehrfache Lade-/Entladezyklen können nicht mehr einwandfreien Akkus häufig zu neuer Kapazität verhelfen.

Zyklen
Zur Belegung von lange nicht genutzten Akkus. Automatische Lade-/Entladezyklen, bis keine Kapazitätssteigerung mehr festgestellt wird.

Der Bausatz-Hit

Diese universelle Lade-/Entladeschaltung mit einem speziellen Battery-Charge-Control-IC erlaubt die akkuschonende Schnell-Ladung von NC- und NiMH-Akkus von 100 mAh bis 10 Ah ohne Überladung. Eine Entlademöglichkeit verhindert den Memory-Effekt. Die Ladeströme können individuell auf 500 mA, 1 A, 2 A oder 3 A eingestellt werden. Lade-Enderkennung durch Spannungs-Gradientenmessung unter zusätzlicher -ΔU-Erkennung. Eine Überladung ist sicher ausgeschlossen.

Universal-Lade-/Entladeschaltung

Komplettbausatz Best.Nr.: 26-194-11

59,-

Intelligente Schnell-Ladung aller gängigen NC- + NiMH-Akkus

Obwohl etwas höher im Anschaffungspreis, kann ein einzelner NC-/NiMH-Akku sich gegenüber der Anschaffung von Einmalgebrauchs-Batterien bis zu 100fach amortisieren, denn er ist immer wieder aufladbar (1000 Entlade-/Ladezyklen werden i.a. mühelos erreicht). Nickel-Cadmium-/NiMH-Akkus zeichnen sich daneben durch einen besonders geringen elektrischen Innenwiderstand und hohen Wirkungsgrad, aus. Insbesondere Geräte mit hohem „Batterieverbrauch" sollten möglichst mit Akkumulatoren betrieben werden, denn neben einer erheblichen Verminderung der Betriebskosten ist hier vor allem die insgesamt deutliche Verringerung der Umwelt-Belastung zu nennen.

EMMERICH ce® NC-Akkus

Die universell einsetzbaren NC-Akkus von Emmerich zeichnen sich durch eine hohe Lebensdauer aus und sind durch Sinterelektroden (außer 9V-Block) für eine Schnell-Ladung geeignet.

Typ:	Lady	Micro	Mignon	Mignon	Mignon	Mignon mit Lötfahnen	Baby	Mono	9V-Block
Kapazität:	150 mAh	180 mAh	600 mAh	700 mAh	900 mAh	900 mA	2000 mAh	4500 mAh	120 mAh
Abm (mm):	H 29 Ø 12	H 44 Ø 10	H 50 Ø 14	H 50 Ø 14	H 50 Ø 14	H 50 Ø 14	H 49 Ø 25	H 60 Ø 32	49 x 26 x 16
Best.Nr.:	26-064-95	26-064-96	26-064-99	26-180-37	26-222-79	26-222-80	26-064-97	26-064-98	26-180-38
Preis:	4,90	3,90	1,95	2,65	3,90	5,95	7,95	14,10	15,95

Emmerich-Nickel-Metall-Hydrid-Akkus

Die Nickel-Metall-Hydrid-Akkus bieten gegenüber den Nickel-Cadmium-Akkus folgende Vorteile: zum Teil mehr als doppelte Kapazität eines herkömmlichen Akkus, kein Memory-Effekt. Ohne Blei, Quecksilber, Lithium und Cadmium.

Typ:	Micro	Mignon	Mignon mit Lötfahnen	9V-Block*	9V-Block**
Kapazität:	360 mAh	1100 mAh	1100 mAh	130 mAh	130 mAh
Abm (mm):	H 44 Ø 10	H 50 Ø 14	H 50 Ø 14	49 x 26 x 16	49 x 26 x 16
Best.Nr.:	26-194-90	26-153-21	26-222-88	26-194-91	26-222-90
Preis:	7,30	6,95	7,80	16,10	17,95

* 9V-Block mit 8,4V-Spannung ** 9V-Block mit 9,6V-Spannung

Der „Superprofi" von Ansmann

Mit 900 mAh die preiswerte Alternative zum NiMH-Akku.
1,2V / 900mAh, schnelladefähig

Best.Nr.: 26-180-58 4,95

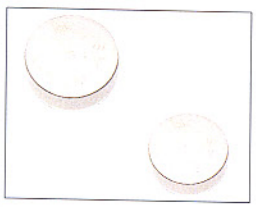
VARTA Fotobatterien

DIE BATTERIE EXPERTEN

Der Fortschritt in der Kameratechnologie erfordert ein Vielfaches an Batterieenergie. Der Batterieexperte Varta stellt mit seinem Fotobatterie-Sortiment sein hohes Know-how unter Beweis.
Varta Fotobatterien sind optimal ausgelegt für Zeit- und Blendensteuerung, für variable Programmautomatik bis hin zu den speziellen Energieanforderungen von Autofocus-Kameras, Windern, Belichtungsmessern. Die Fotobatterien von Varta zeigen hervorragende Werte in Kapazität, Spannungskonstanz, Impulsbelastung und Dichtigkeit.

Best.Nr.:	Typ	Kapazität	Volt	Ø x H mm	Preis
26-222-40	V 675 PX	210 mAh	1,35	11,6 x 5,4	4,90
26-222-49	V 76 PX	145 mAh	1,55	11,6 x 5,4	5,90
26-222-50	V 625 PX	450 mAh	1,35	16 x 6,2	3,45
26-222-51	V 625 U	185 mAh	1,5	16 x 6,2	2,70
26-222-52	V 23 PX	100 mAh	5,6	15,3 x 20	9,80
26-222-53	V 27 PX	145 mAh	5,6	12,9 x 20,5	8,50
26-222-54	V 4034 PX	100 mAh	6,0	13 x 25,2	11,90
26-222-55	V 74 PX	45 mAh	15,0	16 x 35	11,90
26-222-56	V 72 PX	70 mAh	22,5	27 x 16 x 51	18,95

Alkaline-Knopfzellen



Für Uhren, Spielzeug, Fotoapparate, Tischrechner usw. Lieferung erfolgt in 2-Stück-Packung.

Typ	Höhe x Ø (mm)	V	Best.Nr.	Preis (2 Stk.)
AG-1	2,1 x 6,8	1,5	26-180-21	0,95
AG-3	3,6 x 7,9	1,5	26-180-22	0,70
AG-8	2,1 x 11,6	1,5	26-180-23	0,95
AG-10	3,1 x 11,6	1,5	26-180-24	0,95
AG-12	4,2 x 11,6	1,5	26-180-25	0,95
AG-13	5,4 x 11,6	1,5	26-101-86	0,95

Renata Knopfzellen
„Silberoxid-Low-Drain"

Made in Switzerland. Die Silberoxid-Low-Drain-Batterien werden hauptsächlich in hochwertigen Geräten verwendet wie z. B. Uhren.

Typ	Ø x Höhe (mm)	V	mAh	Best.Nr.:	Preis
377	6,8 x 2,6	1,5	24	26-180-27	2,90
364	6,8 x 2,15	1,5	19	26-180-28	2,90
362	7,9 x 2,1	1,5	23	26-180-29	1,95
397	7,9 x 2,6	1,5	30	26-180-30	2,20
371	9,5 x 2,1	1,5	35	26-180-31	1,95
395	9,5 x 2,6	1,5	46	26-180-32	2,90
394	9,5 x 3,6	1,5	60	26-180-33	4,40

LITHIUM 9V/1,2Ah-Blockbatterie

Bis zu 6mal höhere Leistung einer herkömmlichen 9V-Blockbatterie. Temperaturbereich -5°C bis 70°C, ca. 30 % leichter, geringe Selbstentladung (nach 10jähriger Lagerung verfügt die LITHIUM-Batterie noch über 85 % ihrer Ausgangsleistung). 0 % Quecksilber und Cadmium, Spannung 9 V / 1,2 Ah.
Best.Nr.: 26-153-22 ... 13,90

Energizer-Batterie

z. B. Ersatzbatterie für einige Laser-Pointer
Typ AAAA, 1,5 V, Abmessungen: ca. 40 x 8 mm
Best.Nr.: 26-111-28 5,95

12V-Alkaline-Batterie

Typ E23A, Abmessungen ca. (HxØ) 27x10 mm
Ersatzbatterie Kfz-Alarmanlage, Sicherheitsschloß
Best.Nr.: 26-145-13 6,95

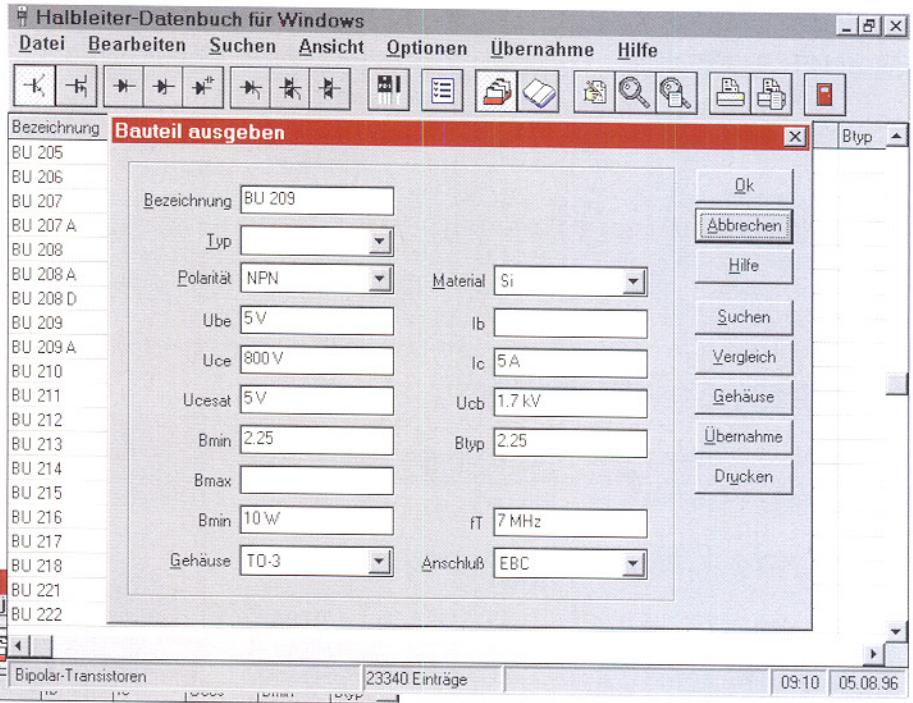
Profi-Universal-Batterietester

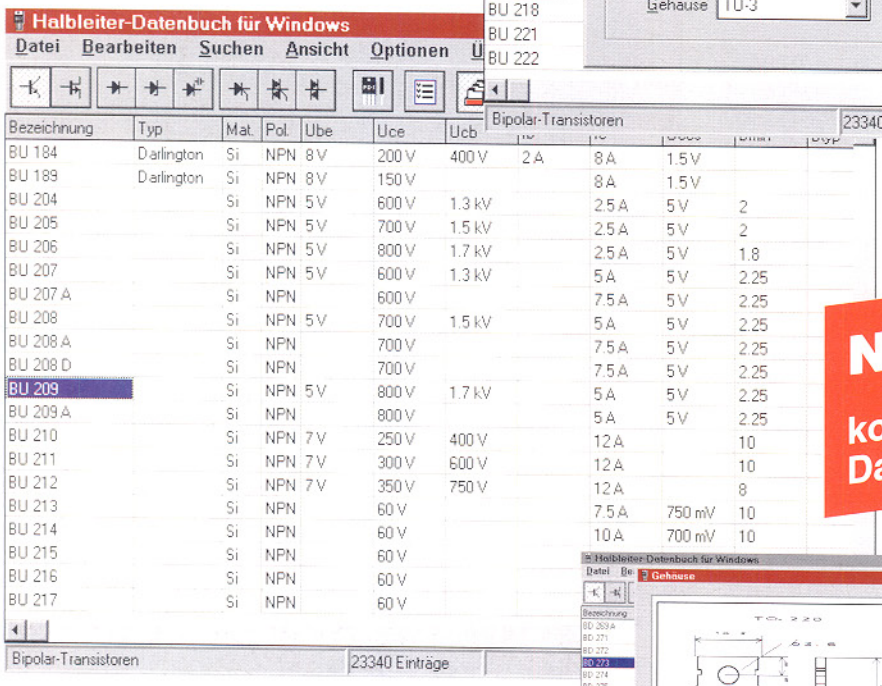
Mit diesem universellen Batterietester können Sie alle Batterien und Akkus im Spannungsbereich von 1,2 V bis 12 V überprüfen. Durch die unterschiedlichsten Kontaktierungsmöglichkeiten können sowohl Knopfzellen, Rundzellen sowie Video- und Handy-Akkus getestet werden.
4 Leuchtdioden zeigen den Zustand des Prüflings an.

Profi-Universal-Batterietester
Best.Nr.: 26-172-75 19,50

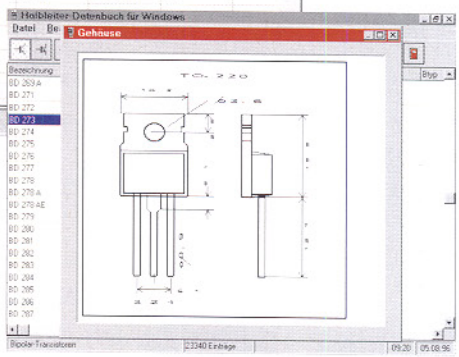
Halbleiter-Datenbuch für Windows

Das Halbleiter-Datenbuch für Windows ist eine umfangreiche und komfortable Datensammlung aller gängigen weltweit verfügbaren diskreten Halbleiterbauelemente aus den Bereichen Bipolar-Transistoren, Feldeffekt-Transistoren, Universal-Dioden, Z-Dioden, Kapazitätsdioden, Thyristoren, Triacs und Diacs mit ihren wichtigsten Daten und Anschlußbildern. Das Programm ist lauffähig auf allen PCs mit CD-ROM-Laufwerk unter Windows 3.1 / 95.





NEU: auf CD-ROM
komplett inkl. Datenbanken nur 79,-



Durch den übersichtlichen Aufbau gestaltet sich die Bedienung mit der Maus und der Tastatur besonders einfach. Über das Menü und die Symbolleiste lassen sich alle Funktionen schnell erreichen. Die Daten werden zunächst in Form einer Liste ausgegeben. Ein einfacher Tastendruck ermöglicht auf Wunsch die detaillierte Darstellung.
Die integrierte Suchfunktion ermöglicht das schnelle Auffinden der gesuchten Bauteile. Hierbei kann die Suche über die Bezeichnung aber auch über Minimal- und Maximalwerte erfolgen. Für einzelne Bauteile lassen sich schließlich auf einfache Weise auch Vergleichstypen suchen.
Neben dem automatischen Auffinden von Vergleichstypen bietet das Programm eine besonders für Entwickler angenehme Suchfunktion anhand vorgewählter Daten. Hierbei gibt der Anwender die von ihm gewünschten Minimum- und Maximum-Daten der betreffenden Parameter ein, die für seinen Anwendungsfall wichtig sind, und es werden automatisch die in Frage kommenden Typen angezeigt.
Das Halbleiter-Datenbuch enthält zusätzliche eine Bibliothek mit über 400 Anschlußbildern, die umfangreiche Informationen über die Abmessungen und Besonderheiten des jeweiligen Gehäuses sowie die Anschlußbelegung geben.

Die integrierte Hilfe-Funktion bietet eine ausführliche Beschreibung zu allen Funktionen im Halbleiter-Datenbuch.
Optional steht eine Editierfunktion zur Verfügung, die neben der Bearbeitung der mitgelieferten Daten auch die Erstellung eigener Datenbanken zur Aufnahme spezieller oder fehlender Bauteile ermöglicht.

Halbleiter-Datenbuch für Windows auf CD-ROM, bestehend aus Datenbank-Verwaltungssoftware sowie sämtlicher Halbleiterdaten (insgesamt über 300.000 Einzeldaten von mehr als 30.000 Halbleitern) einschließlich Grafik-Datenbank mit Anschlußbildern.
Best.Nr.: 26-242-68 79,-

Editierfunktion
Zusatzpaket zur eigenen Datenerfassung. Die Abspeicherung erfolgt auf der Festplatte
Best.Nr.: 26-242-69 39,-

Die wichtigsten Leistungsmerkmale:

- über 300.000 Einzeldaten
- mehr als 30.000 Halbleiter aus den Bereichen
  - Bipolar-Transistoren (A - BUZ, C - Z, 2N..., 2S bis 40.000)
  - Feldeffekt-Transistoren
  - Thyristoren
  - Triacs
  - Diacs
  - Universal-Dioden (AA - ZZY, 1N21 bis 44.938)
  - Z-Dioden
  - Kapazitätsdioden
- über 400 Anschlußbilder
- Suche über Bezeichnung
- Suche über Minimal- und Maximalwerte
- Kaskadiertes Suchen (mit dem letzten Suchergebnis)
- Suche nach Vergleichstypen
- Ausdruck von Listen
- Komfortabler und übersichtlicher Aufbau
- Start von CD-ROM oder Festplatte
- Optionales Editieren, Zufügen, Verwalten eigener Datenbanken

Universal-Fernbedienung BC-200 SX - 4 in 1

Ersetzt vier herkömmliche Fernbedienungen

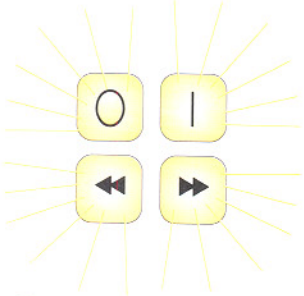
Die BC-200 SX ist vorprogrammiert mit einer hochaktuellen und umfangreichen Infrarot-Code-Bibliothek für Audio- und Videogeräte. Sollte sich eines Ihrer Geräte doch einmal nicht in der Codebibliothek befinden, so ist die Fernbedienung in den Lernmodus umschaltbar und lernt auf Knopfdruck alle Befehle Ihrer alten Fernbedienung.

Aber auch bei defekter oder nicht mehr vorhandener Gerätefernbedienung findet die 4-in-1-Fernbedienung per Auto-Suchfunktion schnell die richtige Kodierung für Ihr Gerät.
Besonders angenehm und bedienfreundlich sind die beleuchteten Tasten für die am häufigsten benutzten Funktionen Ein/Aus, Programmwahl und Lautstärke. Sie leuchten bei Bedienung auf und schalten sich nach Beendigung des Bedienvorgangs wieder automatisch ab.
Die formschöne und durch eine umlaufende Schutzleiste stoßgeschützte Fernbedienung „verträgt" auch einmal ein wenig Feuchtigkeit durch eine spezielle Isolierung des Gehäuses.
Einige Funktionen der Fernbedienung wirken geräteübergreifend, d.h., man kann etwa die Lautstärke des Fernsehgerätes einstellen, während der Videorecorder bedient wird.
Die Universalität äußert sich auch im schnellen Zugriff auf die wichtigsten Videotextfunktionen.
Neben den Grundfunktionen bietet die BC-200 SX durch Wechsel in eine zweite Bedienebene noch weitere Funktionen wie etwa die Farb- und Helligkeitseinstellung für das Fernsehgerät.

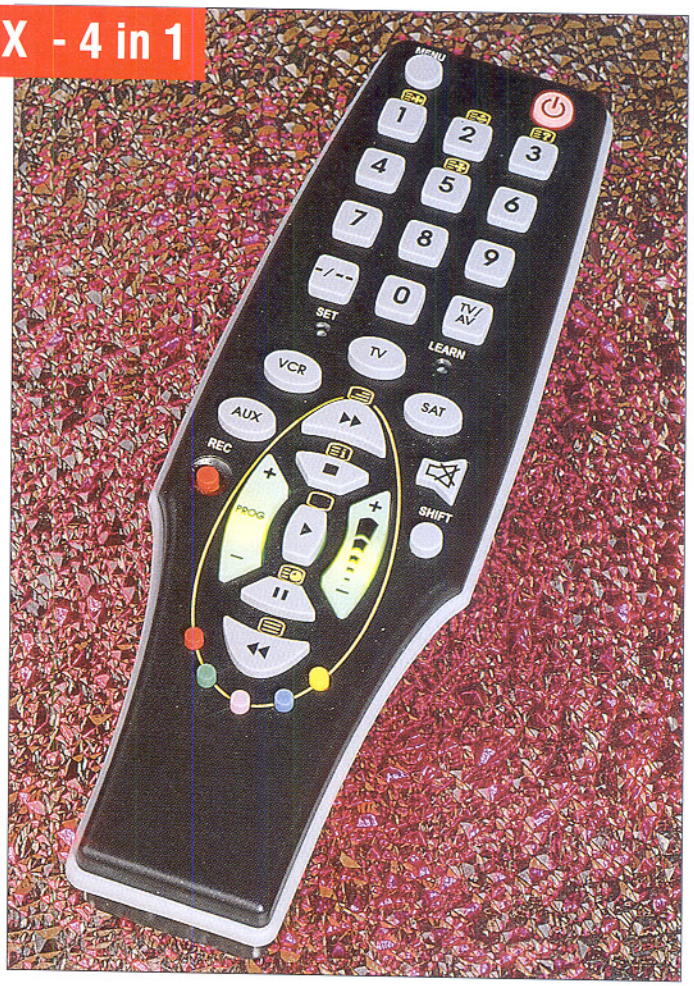
Die Reichweite beträgt bis zu 10 m bei 50° Abstrahlwinkel.
Abmessungen: 67x210x30 mm
Gewicht: 142 g ohne Batterien
Stromversorgung:
4 x AAA/LR 03-Batterien (nicht im Lieferumfang)

Universal-Fernbedienung BC-200SX
Best.Nr.: 26-214-60 89,-

bitte gleich mitbestellen:
1,5V-Micro-Batterie
(4 Stück erforderlich)
Best.Nr.: 26-153-17 1,75



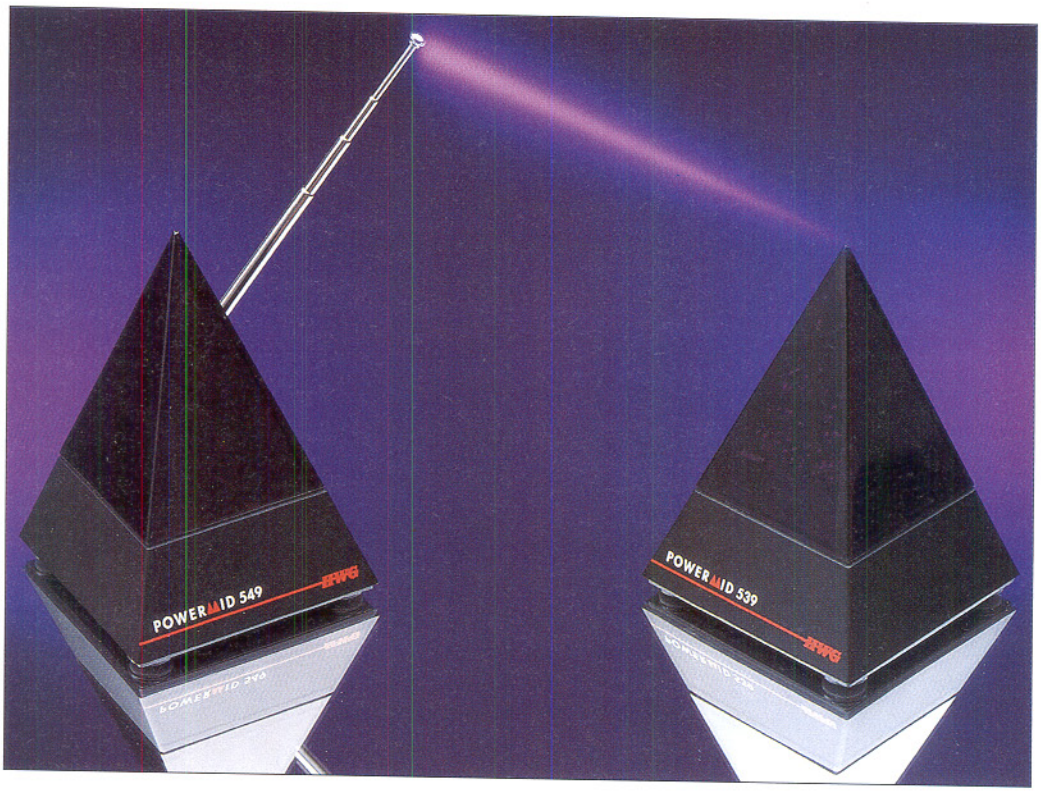
Beleuchtete Tasten



Powermid

Mit Powermid, der drahtlosen, funkgesteuerten Verlängerung für IR-Fernbedienungen sind Satellitenempfänger, HiFi-Anlagen und Video-Geräte durch Wände und Decken steuerbar.

Ohne aufwendige Installationsarbeiten ist das postzugelassene und TÜV-geprüfte Powermid-System sofort einsatzbereit.
Sender und Empfänger werden einfach an die Netzsteckdosen in den entsprechenden Räumen angeschlossen und innerhalb des Übertragungsbereichs von bis zu 30 m sind Wände und Decken kein Hindernis mehr. Das ansprechende, pyramidenförmige Design von Powermid kann die Optik des Raumes nicht stören. Powermid arbeitet mit allen gängigen IR-Fernbedienungssytemen zusammen.
Das Funktionsprinzip ist einfach: Zunächst empfängt der Powermid-Sender die Infrarot-Signale der Fernbedienung und wandelt diese in ein 433MHz-Hochfrequenzsignal um.
Übertragen durch Wände und Decken gelangt das HF-Signal zum Powermid-Empfänger, wo diese wieder in Infrarot-Signale zur Steuerng des entsprechenden Endgerätes umgewandelt werden.



Technische Daten: Powermid

Sendefrequenz:	433 MHz
Reichweite:	bis 30 m
Sendeleistung:	1mW (in 3 m Entfernung gemessen)
BZT-Zulassungsnummer:	G 111 573 E
Netzspannung:	220 V- 240 V/50 Hz
Leistungsaufnahme:	2,5 W
Abmessungen (BxHxT):	75 x 110 x 75 mm

Ideal einsetzbar ist Powermid auch innerhalb des selben Raumes, wenn z. B. die Stereoanlage in eine geschlossene Schrankwand eingebaut ist.

Powermid
Best.Nr.: 26-195-83 149,-

IR-Fernbedienung durch Wände bis 30 m

Surround-Sound-Decoder SD 1000 (ELV 6/95)

Dolby-Surround - das Raumklangverfahren aus dem Kino - hält immer mehr Einzug ins Wohnzimmer. Die hier vorgestellte günstig zu realisierende Schaltung decodiert den Dolby-Surround-Ton und bringt die räumlichen Audio-Informationen eindrucksvoll zu Gehör.

Mit insgesamt 4 Audiokanälen vermittelt das vom Kino her bekannte Dolby-Surround-Verfahren einen räumlichen, dreidimensionalen Höreindruck.
Näheres zu dieser interessanten Technik lesen Sie in dem Artikel „Alles so schön (sur)round hier - vom Sound der 90er" im „ELVjournal" 6/95.
Der in einem micro-line-Gehäuse untergebrachte ELV-Surround-Sound-Decoder decodiert die Dolby-Surround-Informationen der beiden Stereokanäle und stellt an 4 Cinch-Ausgangsbuchsen neben den Hauptkanälen die Surround-Information der rückwärtigen Lautsprecher sowie den Mittenkanal zur Verfügung.
An die Ausgangskanäle des Decoders sind dann die Verstärker mit den zugehörigen Lautsprecherboxen anschließbar. Während die Hauptkanäle des Decoders am sinnvollsten zwischen den Vorverstärker und den Endverstärker einer HiFi-Anlage zu schalten sind, ist für den Mitten-Kanal ein separater Verstärker mit hochwertiger Lautsprecherbox erforderlich. Die Leistung dieses Verstärkers kann deutlich geringer ausfallen (50 % und weniger) als bei den Hauptkanälen, da im Mitten-Kanal überwiegend Sprachinformationen und weniger die leistungszehrenden Bässe zu übertragen sind.
Für den rückwärtigen Surround-Kanal reicht schon eine Ausgangsleistung zwischen 10 und 20 W aus, so daß hier auch kleine Aktivboxen nutzbar sind. An den Frequenzgang mit 100 Hz bis 7 kHz sind dabei keine hohen Anforderungen gestellt.
Neben 4 unterschiedlichen Betriebsmodi sind im ELV-Surround-Sound-Decoder über gleichspannungsgesteuerte, elektronische Potentiometer 6 unterschiedliche Parameter stufenlos einstellbar.
Lautstärke, Balance, Höhen und Tiefen sind für die Hauptkanäle kontinuierlich einstellbar. Für den rückwärtigen Surround-Kanal ist die Phasendifferenz zwischen den Hauptkanälen sowie dem Surround-Kanal und für den Mitten-Kanal (Center) die Lautstärke stufenlos variierbar.
Bemerkenswert sind die 4 unterschiedlichen Betriebsmodi des SD 1000. Neben der Surround-Sound-Wiedergabe (Raumklang) von Video- und TV-Filmen können auch für „Surround-codierte" Musikaufnahmen räumliche Klangeffekte wie in einem großen Konzertsaal erzeugt werden, während eine weitere Betriebsart durch künstlich hervorgerufene Phasenverschiebungen selbst bei monoralen Signalen einen dreidimensionalen Höreindruck vermittelt. In der vierten Betriebsart ist die Surround-Funktion abgeschaltet unter Beibehaltung der Möglichkeit zur Klangbeeinflussung.
Alles in allem stellt der SD 1000 vielfältige Möglichkeiten zur Erzielung einer beeindruckenden Raumklangfülle bereit.

Komplettbausatz SD 1000
Best.Nr.: 26-194-07 ..... **98,-**
Fertiggerät SD 1000
Best.Nr.: 26-199-43 ..... **148,-**

Kabelloser Hochfrequenz-Stereo-Kopfhörer

BZT-zugelassen

Grenzenlose Bewegungsfreiheit auch ohne Sichtverbindung. Auf 37,1 MHz werden die Stereosignale vom Sender zum Kopfhörer mit integriertem Stereoempfänger übertragen. Die Reichweite beträgt 20 bis 40 m. Der rauscharme NF-Übertragungsbereich überstreicht 100 Hz bis 12.000 Hz.
Sender und Empfänger arbeiten mit jeweils 2 Mikro-Batterien (AAA), wobei der Sender zusätzlich einen Anschluß für ein 6V-DC-Netzteil besitzt. Der Anschluß an Fernsehgerät, Stereo- oder Videoanlage erfolgt über einen 3,5mm-Klinkenstecker. Adapter auf 6,3mm-Klinke sowie Cinch gehören zum Lieferumfang.

Kabelloser Hochfrequenz-Stereo-Kopfhörer
Best.Nr.: 26-191-33 nur **99,95**

Bitte gleich mitbestellen:
Alkali-Mangan-Mikro-Batterie (AAA)
(4 Stück erforderlich)
Best.Nr.: 26-153-17 per Stück **1,75**

Steckernetzteil 6V/300mA passend für HF-Sender
Best.Nr.: 26-021-18 ..... **7,95**

LCD-Wettervorhersage-Uhr

Die sagt Ihnen schon beim Wecken, wie das Wetter wird.
Mittels 5 Symbolen für sonnig, leichtbewölkt, bewölkt, regnerisch und stürmisch im großen LC-Display zeigt die Wetteruhr immer die aktuelle Wettertendenz an, einschließlich optisch-akustischem Sturmwarnungs-Signal.
Zusätzlich erfolgt die Anzeige der Raumtemperatur inkl. Speicherung für die minimale und maximale Temperatur.
Wahlweise 12/24-Stunden-Anzeige, Datum, Wecker mit Schlummerfunktion, Lo-Bat-Anzeige. Angenehme grünblaue Displaybeleuchtung. Betrieb mit 4 x AAA-Zelle (Micro).
Best.Nr.: 26-231-45 ..... **79.-**

Bitte gleich mitbestellen:
Alkali-Mangan-Micro-Batterie (AAA)
(4 Stück erforderlich)
Best.Nr.: 26-153-17 per Stück **nur 1,75**

Elektronik-Wetterstation BA 112

Auf dem großen 4zeiligen LC-Display werden die Werte für Innen- und Außentemperatur, die aktuelle Uhrzeit sowie die symbolische Wettervorhersage mit Trendanzeige für den Luftdruck in übersichtlicher Form gleichzeitig dargestellt. So können Sie auf Anhieb Ihre individuelle Wettervorhersage erstellen. Nachfolgend die wesentlichen Features in Kürze:

- Symbolanzeige für Wettervorhersage
- Trendanzeige für Luftdruckentwicklung
- Sturmwarnungsanzeige mit Alarm
- Temperatur-Meßbereich:
  Innen: -5°C bis +50°C
  Außen: -50°C bis +70°C
- Maximum-/Minimum-Temperatur-Speicherfunktion
- Wahlweise Uhr- bzw. Datumsanzeige
- Alarm-/Weckfunktion
- Fühler für Außentemperaturmessung mit 3 m langer Zuleitung
- Wahlweise als Tisch- oder Wandgerät einsetzbar
- Abmessungen: 135 x 108 x 28 mm
- Mit 4 Micro-Batterien arbeitet die Wetterstation über 1 Jahr.

Wetterstation BA 112
Best.Nr.: 26-171-53
99,-

Big-Digit - Thermometer/Hygrometer

Großdisplay-Zimmerthermometer/Hygrometer mit 28 mm Ziffernhöhe.
Gleichzeitige Anzeige von Raumtemperatur und relativer Luftfeuchte. Dazu Komfortanzeige (COMFORT, WET, DRY) für das Raumklima mit Symbol und Klartext.
Ein Speicher registriert die höchsten und niedrigsten Temperatur- und Luftfeuchtewerte seit der letzten Speicherlöschung und bringt diese auf Knopfdruck zur Anzeige. Zur Ermittlung dieser Werte innerhalb beliebiger Zeiträume ist der Speicher löschbar.

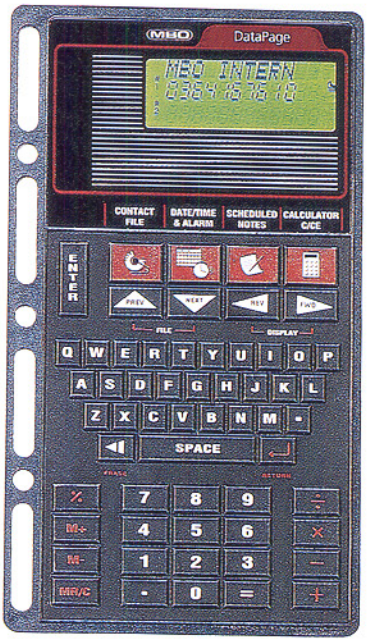
Technische Daten

Temperaturmeßber.: 0°C bis +50°C
Auflösung: ..... 1°C
Feuchtemeßber.: ... 25% bis 95% rF
Auflösung: ..... 1% rF
Abm. (HxBxT): . 117 x 107 x 21 mm

Der Betrieb erfolgt mit einer 1,5V-Micro-Batterie (im Lieferumfang enthalten).
Best.Nr.: 26-235-34 ..... **59,-**
Ersatzbatterie:
Alkaline-Microzelle
Best.Nr.: 26-222-58 ..... **1,95**

Ultraflach zum Einheften - MBO-Datapage

nur 3 mm flach!



Kennen Sie das auch? Sie gehen zur Konferenz und haben ganz sicher irgend etwas vergessen, Taschenrechner, Terminkalender, die letzten Notizen...
Ein normaler Organizer ist Ihnen zu unhandlich? Dann nehmen Sie doch den MBO-Datapage: nur ultraflache 3 mm stark, mit Universallochung zum Einheften in fast beliebige Hefter, Kalender, Notizbücher etc.
Dazu bietet er natürlich alles, was eine gute Datenbank kann. Neben 12 kB Speicherkapazität und einem 3zeiligen LC-Display umfaßt der Funktionsumfang so wichtige Features wie Telefonverzeichnis, Terminplaner, Notizbuch und Alarmfunktion.
Die Tastaturblöcke sind für die unterschiedlichen Funktionen deutlich voneinander abgesetzt, so daß z.B. flinkes Rechnen möglich ist.
Die QWERTY-Tastatur erlaubt die Texteingabe in gewohnter Manier. Die Suchtasten für Notizen, Termine usw. sind ebenfalls deutlich zugeordnet und ohne großes Suchen zu bedienen.
Durch die Einheftmöglichkeit in jeden 3-, 6- oder 7-Ring-Terminplaner bleibt die Datenbank auch nie mehr liegen, sie ist immer dabei.

Datenbank Datapage
Best.Nr.: 26-195-69 ..... **49,95**

Daten und Funktionen

- 12kB-Speicherkapazität
- 3zeiliges LC-Display
- Telefonverzeichnis
- Terminplaner
- Notizfunktion
- Uhrzeit und Alarmfunktion
- 12stelliger Rechner mit Speicher
- Abmessungen: 170x97x3 mm
- Gewicht: 59 g

Sprechendes Metall- und Spannungssuchgerät VOICE 9

Endlich können Sie sich bei der Suche nach Metallrohren oder Stromleitungen unter Putz oder im Boden voll auf die Lokalisierung des gesuchten Objekts konzentrieren, ohne gleichzeitig ein Instrument beobachten zu müssen. Denn das Voice 9 sagt, was es aufspürt: bei Metall sagt das Gerät „Metall" und bei spannungsführenden Leitungen „Volt".

Durch eine neue Suchtechnik wird eine überragende Sensitivität erreicht. So findet das Gerät Wasserrohre schon ab 200 mm und 3x1,5mm-Kupferleitung ab ca. 40 mm unter Putz. Die hohe Genauigkeit kann bis auf den Punkt genau gesteigert werden, da die Sensitivität entsprechend der Lage und Entfernung des Suchobjekts stufenlos reduzierbar ist.
Durch die ergonomische Form kann dies auch optisch sehr genau geschehen, da der Bereich der höchsten Sensitivität genau in der Mitte der Suchspule liegt und somit leicht markiert werden kann. Um Irrtümer zu vermeiden, kann man zusätzlich per Umschaltung gezielt nach einem Objekt Metall/Spannung suchen. Bereits beim Einschalten meldet das Gerät per Sprachausgabe die Bereitschaft zur Messung. Bei Auffinden eines gesuchten Objekts erfolgt zusätzlich zur Sprachausgabe eine optische Anzeige per LED.
Die Spannungsversorgung erfolgt durch eine mitgelieferte 9V-Blockbatterie.

Sprechender Metall- und Spannungssucher Voice 9
Best.Nr.: 26-216-56 39,50

Lattensuchgerät LS 9 - findet jede Unterkonstruktion

**Ein ideales Meßgerät für alle die, die etwa an leichten Trennwänden Befestigungspunkte für Regale o.ä. suchen müssen.
Das LS 9 findet punktgenau die Unterkonstruktion und kann sie sogar in der Materialstärke differenzieren.**

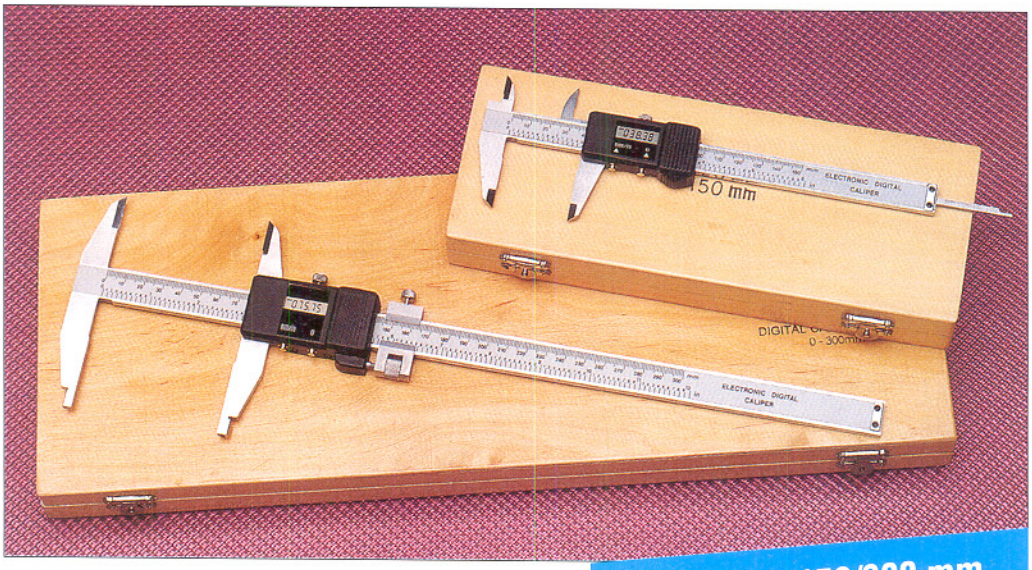
Das Lattensuchgerät ist ein wahrer Spezialist im Auffinden von Unterkonstruktionen (Balken, Latten) hinter Holzverkleidungen oder Fertigbauwänden.
Es eignet sich zum Aufspüren von Latten hinter Verkleidungen mit einer Stärke bis ca. 20 mm. Isolierungen, Folien und Dampfsperren beeinträchtigen die Funktion nicht. Einschränkungen gelten nur bei mehrschichtigen Platten und alukaschierten Verkleidungen; hier verringert sich die Eindringtiefe leicht.
Das LS 9 arbeitet mit einer LED-Mehrfachanzeige in Form eines Leuchtbandes. Je nach aufgespürter Masse (= Stärke der Leisten, Balken usw.) leuchten 1 bis 4 LEDs auf. Gleichzeitig ertönt ein akustisches Signal.
Man kann das Gerät bequem auf verschiedene erwartete Materialstärken mittels einer SET-Funktion justieren.
Die handliche Form erlaubt ein ermüdungsfreies und zielgenaues Arbeiten mit dem Gerät.
Die Spannungsversorgung erfolgt durch eine mitgelieferte 9V-Blockbatterie.

Lattensuchgerät LS 9
Best.Nr.: 26-216-57
34,50

Präzisions-Digital-Schieblehren - robuste und hochgenaue Werkzeuge für jede Werkstatt

Höchpräzise und professionelle Schieblehren zum Messen von Außen- und Innenmaßen in einem Bereich von 0 - 150 mm (Best.Nr. 26-191-41) sowie 0 - 300 mm (Best.Nr. 26-199-69) bei einer Auflösung von 0,01 mm!

Die digitale Meßwertanzeige erfolgt auf einem gut ablesbaren 5stelligen LC-Display mit 4,7 mm hohen Ziffern. Per Tastendruck ist die Anzeige zwischen mm und inch umschaltbar.
Die Genauigkeit über den gesamten Meßbereich liegt bei 0,03 mm bzw. 0,001 Inch in einem Temperaturbereich von 0°C bis 40°C.
Der bewegliche Meßschieber mit dem integrierten Display läßt sich mittels eines griffigen Rändelknopfes exakt arretieren, um Meßwerte genau ablesen zu können, z. B. bei Messungen an schwer zugänglichen Meßstellen. Der Meßwert bleibt bis zum automatischen Abschalten des Meßwertzählers erhalten.
Zur Kalibrierung bzw. für eine Differenzanzeige verfügt der Zähler über eine Rückstelltaste (Nullsetzung).
Die 300mm-Schieblehre bietet zusätzlich eine komfortable Feineinstellfunktion, mit der es möglich ist, einen Meßwert auf einen hundertstel Millimeter genau voreinzustellen, um z. B. vorgegebene Maße sehr genau nachkontrollieren zu können. Dazu wird mit dem Meßschieber grob der gewünschte Wert eingestellt, dann die Feineinstellung mittels eines Rändelknopfes arretiert und mit dem geriffelten Feineinstellknopf der genaue Wert eingestellt. Abschließend erfolgt das exakte Arretieren des beweglichen Meßschiebers.



So ist man in der Lage, Messungen mit höchster Präzision und Wiederholgenauigkeit auszuführen.
Dazu kommt eine solide Ausführung der Schieblehren aus Stahl mit eingelegten, hoch abriebfesten Skalen und mechanischem Endanschlag.
Um die Batterie zu schonen, ist eine Auto-Power-Off-Funktion integriert.
Die Stromversorgung erfolgt über eine im Lieferumfang enthaltene Knopfzelle SR 44 W.
Die Schieblehren werden in einer stabilen Holz-Transportkassette mit Schaumstoff-Formeinlage geliefert.

Meßbereich 150/300 mm
Auflösung 0,01 mm
5stellige Digitalanzeige
Auto-Power-Off

Digital-Schieblehre 150 mm
Meßbereich:
Außenmaße: 0 bis 150 mm
Innenmaße: 0 bis 150 mm
Best.Nr.: 26-191-41 89,-

Digital-Schieblehre 300 mm
Meßbereich:
Außenmaße: 0 bis 300 mm
Innenmaße: 10 bis 300 mm
Best.Nr.: 26-199-69 129,-

Bestellen ganz bequem

Rücksendegarantie: Wenn einmal ein Artikel nicht Ihren Vorstellungen entspricht, können Sie ihn innerhalb von 14 Tagen nach Erhalt ohne Gebrauchsspuren in der Originalverpackung zurücksenden. Bitte benutzen Sie hierfür den vorbereiteten Rücksendeschein auf der Rückseite Ihres Lieferscheines. Vom Rückgaberecht ausgenommen sind Zeitschriften, Bücher, Software, CDs, CD-ROMs, Platinen, Batterien, Einzelteile sowie Bausätze und Teile, die bereits eingebaut waren.
Die Gutschrift erfolgt ganz nach Ihrem Wunsch: Geld zurück oder Verrechnung mit Neukauf.

Bestellen ohne Risiko

Bei Bestellung **bis 14.00 Uhr** erfolgt Versand am selben Tag
▶ **ohne Aufpreis** ◀
Lieferverfügbarkeit vorausgesetzt

Zahlen ganz bequem

Erstbesteller: Als Neukunde zahlen Sie bitte per Eurocard oder per Nachnahme

ELV-Kunde: Als Stammkunde können Sie Ihre Rechnung auch per Bankeinzug begleichen. Hinweise finden Sie auf den Bestellkarten am Heftende.

Die Katalogpreise sind Endpreise inkl. der gesetzlichen Mehrwertsteuer (wird auf der Rechnung gesondert ausgewiesen). Aufgrund der für den Büchermarkt geltenden Preisbindung müssen wir Preisänderungen hierfür unverzüglich weitergeben. Unsere Angebote sind freibleibend. Abbildungen, Abmessungen und Gewichtsangaben in unseren Angeboten sind unverbindlich. Druckfehler und Irrtümer sowie technische und preisliche Änderungen bleiben vorbehalten. Mit Erscheinen einer neuen Ausgabe des „ELVjournal" bzw. des ELV-Kataloges verlieren alle früheren Angebote ihre Gültigkeit. Die gelieferte Ware bleibt bis zur vollständigen Bezahlung Eigentum von ELV. Im übrigen gelten unsere allgemeinen Geschäftsbedingungen, die auf der Rückseite einer jeden Rechnung abgedruckt sind.

Wiederverkäufern senden wir gerne unsere Händlerkonditionen: Tel: 0491/600 888

Liefern schnell und sicher

Ist ein bestellter Artikel nicht sofort lieferbar, informieren wir Sie über den voraussichtlichen Liefertermin.

Nachlieferungen erfolgen versandkostenfrei.

Für Aufträge ab DM 250,- übernehmen wir alle Verpakkungs- und Versandkosten bis zum Bestimmungsort. Sie tragen nur die evtl. anfallenden geringen Zustell- und Nachnahme-Gebühren. Lediglich bei Sonderwünschen (Luftpost, Bahnexpreß, Schnellpaket) berechnen wir die anfallenden Mehrkosten. Für Aufträge unter DM 250,- berechnen wir eine Versandkostenpauschale von DM 5,90. Wir übernehmen das gesamte Risiko für Beschädigungen oder Verlust Ihrer Ware auf dem Transportweg. Für diese Leistung berechnen wir jeweils nur 0,85 % des Bestellwertes.

Impressum

Herausgeber:
Elektronik-Literatur-Verlag GmbH, 26787 Leer
Telefon 0491 / 60080, Telefax 0491 / 70 16, Modem 04 91 / 70 91
Verlagsleitung und Chefredaktion:
Dipl.-Ing. H.-G. Redeker, verantw.
Technische Leitung: Heinz Wiemers
Anzeigen-Redaktion: Carola Albrecht, verantw.
Technisches Layout:
William Helling, Sylvia Lindemann, Wolfgang Meyer, Annette Schulte, Dipl.-Ing. Günter Slink
Satz und Layout:
Elke Gerund
Redaktion:
Dipl.-Ing. Harald Albers, Wilhelm Brückmann, Dipl.-Ing. Enno Fasse, Gerhard Gatena, Heinz Gödiker, Volkmar Hellmers, Dipl.-Ing. Heinz Hotze, Dipl.-Ing. Wilfried Martens, Helga Redeker, Dipl.-Ing. Ernst Richter, Dipl.-Ing. Lothar Schäfer, Dipl.-Ing. Peter Schneider
Grafikdesign:
Marion Schilberth, 70619 Stuttgart
Foto:
WIP Fotografie, 70176 Stuttgart, Telefon 07 11 / 63 98 63
Lithografie:
Kruse Reproduktion, Vreden, Telefon: 02564-862
Druck:
Westermann Druck GmbH, 38104 Braunschweig

Erscheinungsweise:
„ELVjournal" erscheint zweimonatlich, jeweils zu Beginn der Monate Februar, April, Juni, August, Oktober, Dezember.
Abonnementpreis: 6 Ausgaben DM 39,80 (inkl. Versandkostenanteil). Ausland DM 69,80.
Postscheck- und Bankverbindungen: Postscheckamt Hannover, BLZ 25010030, Kto.-Nr. 335816308, Sparkasse Leer Weener, BLZ 28550000, Kto.-Nr. 528513

Urheberrechte: Die in diesem Magazin veröffentlichten Beiträge einschließlich der Platinen sind urheberrechtlich geschützt. Eine auch auszugsweise Veröffentlichung und Verbreitung ist grundsätzlich nur mit vorheriger schriftlicher Zustimmung des Herausgebers gestattet.
Patente und Warenzeichen: Sämtliche Veröffentlichungen erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patent- oder Gebrauchsmusterschutzes. Bei den verwendeten Warenbezeichnungen kann es sich um geschützte Warenzeichen handeln, die nur mit Zustimmung ihrer Inhaber warenzeichenmäßig benutzt werden dürfen.

Eingesandte Beiträge: Der Herausgeber ist nicht verpflichtet, unverlangt eingesandte Manuskripte oder Geräte zurückzusenden. Eine Haftung wird für diese Gegenstände nicht übernommen.
Gesetzliche und postalische Bestimmungen: Die geltenden gesetzlichen und postalischen Bestimmungen hinsichtlich Erwerb, Herstellung und Inbetriebnahme von Sende- und Empfangseinrichtungen sind zu beachten.
Haftungsausschluß: Der Herausgeber übernimmt keine Haftung für die Richtigkeit der veröffentlichten Schaltungen und sonstigen Anordnungen sowie für die Richtigkeit des technischen Inhalts der veröffentlichten Aufsätze und sonstigen Beiträge.

ELV-Elektronik weltweit

Kunden außerhalb Deutschlands bitten wir, ihre Bestellung an die genannte Landesvertretung zu richten, die über aktuelle Liefermöglichkeiten und den gültigen Umrechnungsfaktor Auskunft gibt.
Ein Direktversand in Länder, in denen eine Vertretung besteht, ist nicht möglich. Ist in Ihrem Land keine Vertretung, liefern wir direkt. Hierbei kommen die deutschen Katalogpreise zum Ansatz, in denen die jeweils geltende deutsche Mehrwertsteuer bereits enthalten ist. Für Firmenkunden aus der EU mit UST-ID-Nr. und für Kunden aus allen anderen Ländern ziehen wir die deutsche Mehrwertsteuer automatisch ab. Sie zahlen per Vorauskasse. Wir berechnen die tatsächlichen Transport- und Versicherungskosten und wählen eine kostengünstige Versandart für Sie. Bitte beachten Sie, daß wg. jeweils geltender Bestimmungen und Normen ggf. nur ein Teilprogramm lieferbar ist und daß eine Auslieferung bereits am Bestelltage aufgrund vorgeschriebener Formalitäten nicht garantiert werden kann.
Rücksendungen richten Sie bitte ebenfalls an die jeweilige Bestelladresse Ihres Landes.

Österreich
Wien-Schall
Krichbaumgasse 25 A
1120 Wien
Tel.: 01-81155DW300
Fax: 01-81155DW180

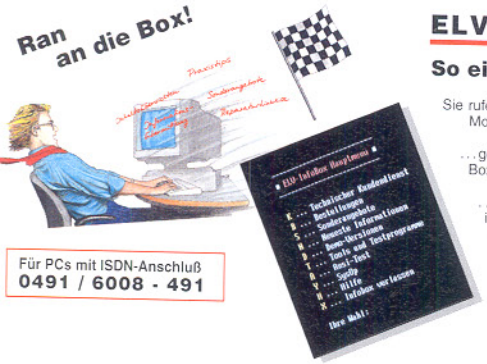
Schweiz
ELV GmbH
Postfach 1000
4452 Itingen
Tel.: 061-9711344
Fax: 061-9711341

Hong Kong
ELV HK Limited
Unit 71, 11th Flor, HITEC
Hong Kong
International Trade
& Exhibition Centre
1 Trademart Drive
Kowloon Bay
Tel.: 2609 5499
Fax: 2609 5166

China
ELV China Co., LTD
6/Fl., 1 Section 207
Factory Bld.
Nanyou 2nd.
Industrial Estate
Nanshan District
Shenzhen 518054
Tel.: (0755) 664-9048
Fax: (0755) 668-9404

USA
ELV USA, Inc.
2476 Palma Drive
Suite A
Ventura, CA 93003
Tel.: (805) 644-1797
Fax: (805) 644-1814

Unser Service für Sie



Für PCs mit ISDN-Anschluß
0491 / 6008 - 491

ELV-Info-Box: 0491/7091

So einfach funktioniert´s:

Sie rufen an Ihrem Computer das Terminal-/Modem-Programm auf, . . .

. . . geben die Telefonnummer der ELV-Info-Box ein und starten den Wählvorgang . . .

. . . Nachdem die Verbindung aufgebaut ist, geben Sie Ihren Namen und - zu Ihrer Sicherheit - Ihr persönliches Paßwort ein, das Sie bei erstmaliger Benutzung selbst festlegen . . .

. . . vom Hauptmenü ausgehend wählen Sie nun die gewünschte Funktion.

Rund um die Uhr:

- ▶ aktuelle Reparaturhinweise abrufen
- ▶ Bestellungen absenden
- ▶ mit dem Technischen Kundendienst kommunizieren
- ▶ neueste Sonderangebote erfragen
- ▶ Demo-Versionen überspielen

Probieren Sie es aus!

Technische Anfragen

Für spezielle technische Fragen nutzen Sie bitte unseren **Technischen Kundendienst**, der Ihnen gerne umfassende und qualifizierte Auskünfte erteilt. Bitte haben Sie jedoch Verständnis, daß wir solche Auskünfte nicht telefonisch geben können. Schildern Sie Ihr Anliegen kurz schriftlich per Fax, Post oder Info-Box. Wir antworten ausführlich und kurzfristig.
Damit´s schneller geht: Bitte nennen Sie uns ggf. Bestellnummer, Artikelbezeichnung und Katalogseiten. Danke!

per Fax:
0491/6008-457

per Post:
ELV
Herr Trotte
26787 Leer

Fax-Abruf-Service

Neu

Zu Angeboten mit diesem Zeichen können Sie sich jetzt mit Ihrem Fax **rund um die Uhr** ausführliche Dokumentationen und technische Daten abrufen.

Weitere ausführliche Infos per „Fax-Abruf-Service" Erläuterung siehe Seite 96 Anforderung über Fax-Nr. 0491-6008-777

- ▶ Einfach an Ihrem Fax den Abruf- bzw. Polling-Modus einstellen
- ▶ Die im Hinweiszeichen angegebene Fax-Nummer eingeben und auf „Start" drücken.
- ▶ Und schon empfängt Ihr Fax die gewünschten Informationen!

* **Unter der hier angegebenen Rufnummer erhalten Sie das Inhaltsverzeichnis**

0491-6008-777

Komplettbausätze von ELV beinhalten sämtliche zum Aufbau erforderlichen elektronischen und mechanischen Teile einschließlich Platinen, Gehäuse mit gebohrter und bedruckter Frontplatte, Netztrafos, Schrauben, Muttern usw. Es finden ausschließlich hochwertige Markenbauteile Verwendung. Fertiggeräte werden mit Gehäuse betriebsfertig und komplett abgeglichen geliefert. Sämtliche ELV-Bausätze und ELV-Fertiggeräte sind mit 1%-Metallfilmwiderständen ausgerüstet. Technische Änderungen vorbehalten.

Hinweise zu Qualität und Sicherheit

Bitte beachten Sie beim Aufbau von Bausätzen die Sicherheits- und VDE-Bestimmungen. Netzspannungen und Spannungen ab 42 V sind lebensgefährlich. Bitte lassen Sie unbedingt die nötige Vorsicht walten und achten Sie sorgfältig darauf, daß spannungsführende Teile absolut berührungssicher sind. Zahlreiche ELV-Bausätze, insbesondere solche, bei denen für den Betrieb der fertigen Geräte Netzspannung erforderlich ist, dürfen ausschließlich von Profis aufgebaut werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt und hinreichend mit den einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen vertraut sind.

Reparatur-Service

Neu

Für Geräte, die Sie aus ELV-Bausätzen herstellen, bieten wir Ihnen einen kostengünstigen Reparatur-Service an. Im Sinne einer schnellen Abwicklung führen wir eine Reparatur sofort durch, wenn die Reparaturkosten den halben Komplettbausatzpreis nicht überschreiten. Bei einem größeren Defekt erhalten Sie vorab einen unverbindlichen Kostenvoranschlag. Bitte senden Sie Ihr Gerät an den
ELV-Reparatur-Service • 26789 Leer

Aktuelle Reparaturhinweise rund um die Uhr in der ELV-Info-Box abrufbar!

EMV-Service: Seminare • Beratung • Miet- und Meßservice

Rund um die Uhr per Fax: 0491/ 7016

Telefonische Bestellannahme

MO - FR: 8.00 - 16.30
0491 / 600 888

So geht´s ganz schnell:

Bitte nennen Sie uns
- ▶ Kundennummer
- ▶ Zahlungswunsch
- ▶ Bestellnummern

Dankeschön!

Wir reservieren Ihnen gerne die gewünschten Artikel, informieren Sie gleich, ob die Ware sofort lieferbar ist und beraten Sie in allgemeinen Fragen zu Angebot und Lieferung. Für weitergehende technische Auskünfte nutzen Sie bitte die qualifizierte Fachberatung unseres technischen Kundendienstes. Ein Fax oder Brief genügt.

Kundenbetreuung

Für Auskünfte zu Rücksendungen oder Reklamationen wählen Sie bitte direkt:
(Bitte haben Sie Verständnis, daß technische Fragen an dieser Stelle nicht beantwortet werden können.)

Tel.: 0491/6008-455
Fax: 0491/6008-459

Kontostand

Fragen hierzu richten Sie bitte direkt an:

Tel.: 0491/6008-333
Fax: 0491/6008-316

ELV GmbH, 26787 Leer

Vorschau

Das „ELVjournal" 1/97 erscheint am 30.01.1997

Schwerpunkt-Projekte

8-Kanal-Handsender TM8
Dieser Handsender im formschönen Gehäuse mit extra großem Tastenfeld ist funktionsgleich mit dem Handsender HFS 523 aus dem im „ELVjournal" 4/96 vorgestellten Funk-Fernschaltsystem, bietet jedoch aufgrund erhöhter Sendeleistung eine deutliche Steigerung der Reichweite auf bis zu 120 m.

Hochfrequenz-Generator HFG 9000
Im dritten Teil dieses Artikels wenden wir uns der Amplitudenregelung sowie dem HF-Endverstärker und der Eichleitung zu.

8fach-Laserbank
Die ausführliche Montagebeschreibung der Steuerplatine sowie der Laserkomponenten lesen Sie im „ELVjournal" 1/97.

Akku-Lade-Meßgerät ALM 7003
Mikroprozessorgesteuertes Ladegerät, mit dem nahezu alle NC- und NiMH-Akkus bzw. Akkupacks mit bis zu 12 in Reihe geschalteten Zellen schnell und zuverlässig geladen werden können. Darüber hinaus bietet das Gerät zahlreiche zusätzliche Funktionen wie Entladen, Testen, Regenerieren sowie die Möglichkeit der genauen Akku-Kapazitätsbestimmung.

Mini-Schaltungen

SMD-Miniatur-Radio mit Sendersuchlauf
Äußerst geringe Abmessungen, gute Empfangsleistungen und ein automatischer Sendersuchlauf sind die wichtigsten Leistungsmerkmale dieses Subminiatur-UKW-Radios.

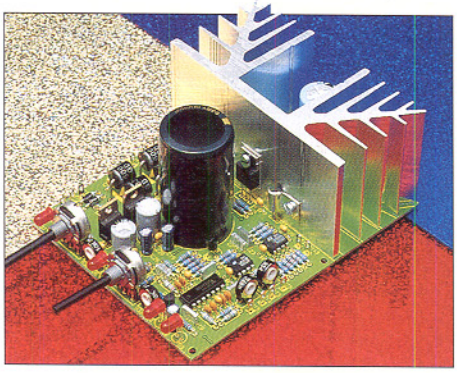
NF-Übersteuerungsanzeige
Für eine wirkungsvolle NF-Übersteuerungsanzeige sind nur wenige Standard-Bauelemente erforderlich.

Mini-Sat-Tester
Über eine 10stellige LED-Bandanzeige wird die DC-Ausgangsspannung eines Sat-Receivers angezeigt. Zusätzlich steht ein Indikator für das 22kHz-Signal zur Verfügung, wodurch sich dieses kleine Gerät ideal zur Fehlersuche eignet.

Loudness-Schaltung
Lleine Schaltung zur gehörrichtigen Lautstärken-Einstellung, d. h. der Audio-Frequenzgang wird dem lautstärkenabhängigen Höreindruck des Menschen angepaßt.

DTMF-Decoder mit LED-Anzeige
Kleine Schaltung zur Decodierung eines Dual-Tone-Signals, das in modernen Telefongeräten als Wahlverfahren genutzt wird. Ein Mikrofon nimmt das Dual-Ton-Signal auf und die gewählte Nummer wird auf einem 7-Segment-Display angezeigt.

PWM-Schaltnetzteil-Platine
Wenig Verlustleistung, selbst bei geringen Spannungen und hohen Strömen, ist der Vorteil dieser universell einsetzbaren Leiterplatte.



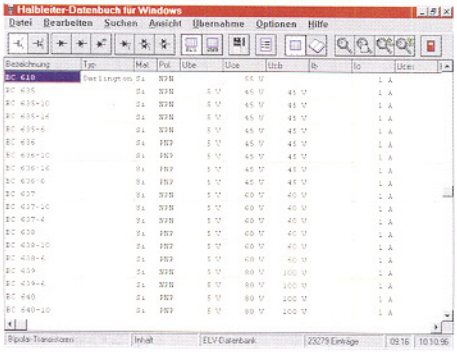
PC-Technik

ELV-PC-Kabeltester
Zur Identifizierung und Überprüfung von Computerkabel mit Sub-D- und Centronics-Steckverbinder ist dieser neuartige Kabeltester sowohl im Service und in der Produktion als auch im Privatbereich bestens geeignet.

V24/RS232C-Funk-Datenübertragung
Zwei kleine Interface-Schaltungen ermöglichen die Datenübertragung mit der V24/RS232C-Schnittstelle über eine Funk-Strecke, unter Verwendung der ELV Sende- bzw. Empfängermodule SM 433 und HFS 526-FM.

I²C-AD-DA-Board
Ausgerüstet mit einem AD-DA-Wandler, der über 4 analoge Eingänge und einen analogen Ausgang, mit einer Auflösung von jeweils 8 Bit verfügt, wird dieses Board über den I²C-Bus angesteuert. Es folgt eine detaillierte Funktionsbeschreibung des I²C-Bausteins, und es werden Programm-Routinen vorgestellt, die zur Ansteuerung über das ELV-I²C-PC-Interface dienen.

Halbleiter-Datenbuch für Windows
Umfassende und komfortable Datensammlung mit über 300.000 technischen Daten von über 30.000 passiven Halbleiter-Bauelementen und über 400 Anschlußbildern auf CD-ROM.
Das Programm ermöglicht u. a. die Ausgabe der Daten in frei definierbaren Listen sowie die flexible Suche über Bezeichnungen, Minimal- und Maximalwerten und nach Vergleichstypen. Eine optionale Editierfunktion ermöglicht schließlich das Editieren aller Daten und das Anlegen eigener Datenbanken.



Info-Serien

Elektronik-Grundlagen

Mikrocontroller-Grundlagen, Teil 21
Im vorliegenden Teil der Mikrocontroller-Grundlagen-Serie beschreiben wir universelle Programm-Routinen, die es ermöglichen, beliebige I²C-Bausteine vom PC aus über die Grundschaltung anzusteuern.

EMV-Grundlagen, Teil 21
Die im „ELVjournal" 5/96 vorgestellten Überspannungsableitungsbauelemente werden zu konkreten Schutzschaltungen verknüpft, und es werden Gesichtspunkte für das Design der Schutzschaltungen aufgezeigt.

DSP-Grundlagen, Teil 5
Nachdem im „ELVjournal" 6/96 die Programmierung von DSPs erläutert wurde, folgen im fünften Teil Programmbeispiele für den TMS 320C50.

Sie kommen wieder - die Röhren
HiFi-Freaks haben sie nie aus den Augen verloren - die gute alte Elektronenröhre erobert sich ihren Platz in der Niederfrequenztechnik zurück. Wir beginnen eine neue Serie über die Technik der Elektronenröhren, die in mehreren NF-Selbstbauprojekten in höchster Qualität gipfeln wird.

Technik mobil:

DECT kommt - digital mobil telefonieren erobert den Massenmarkt
DECT (Digital Europe Cordless Telecommunication) etabliert sich als neuer Standard der mobilen Kommunikation. Unser Artikel zeigt Entwicklung, Stand und Technik des neuen Standards, der sich rasant etabliert und völlig neue Perspektiven der mobilen Kommunikation eröffnet.

So funktioniert´s:

Die Flachmänner kommen - Teil 3
1997 wird das Jahr des Durchbruchs der Flachmänner in der Video- und Computertechnik. Der dritte und abschließende Teil unserer Artikelserie über die moderne Flachbildschirmtechnik behandelt die derzeitige und zukünftige Anwendung der Flachbildschirme in der Praxis.

Bauelemente-Info:

Die große ELV-Knopfzellenvergleichstabelle
Knopfzellen etablieren sich immer mehr bei der Spannungsversorgung von tragbaren Elektronikgeräten, als Stützbatterie für immer mehr speichernde Geräte und, und... Gleichzeitig nimmt ihre Vielfalt zu. Knopfzellentypen, ihre Daten und die vielen Baugleichheiten finden Sie in unserer Bauelementeinfo.

Praktische Schaltungstechnik:

Experimentierboard MAX 038
Dieses Experimentierboard nutzt die vielfältigen Möglichkeiten und Vorteile des universellen Funktionsgenerator-Bausteins MAX 038. Das optimierte Layout ermöglicht den einfachen Aufbau eines Funktionsgenerators mit herausragenden Signaleigenschaften.

Bei uns sind Sie nur so lange Abonnent wie *Sie* es wollen!

Und solange können Sie es ja ruhig ein bißchen besser haben, nicht wahr ?

Ein Abonnement „ELVjournal" umfaßt 6 Ausgaben = 1 Jahrgang und kostet nur 39,80 DM. **Sie sparen 15 %** gegenüber dem Einzelkauf. Eine Kündigung ist **ohne Risiko** jederzeit möglich. Evtl. überzahlte Beträge werden erstattet. Dazu gibt´s **exklusiv für Abonnenten die neuesten Preishits und Sonderangebote** aktuell mit jeder Ausgabe.

Funk-Fernschalt-System

Wenn Sie es probiert haben, wollen Sie auf diesen Komfort nicht mehr verzichten!

nur 49,-

Komplettset, bestehend aus 8-Kanal-Handsender und 1 Standard-Schaltsteckdose (Kanal 1 + 2)
Best.Nr.: 26-254-89
auf 4 erweiterbar

NEU

Funkdimmer

Angenehme Beleuchtung durch individuelle Einstellung der Helligkeit per Knopfdruck - mit diesem neuen Funkdimmer von ELV kein Problem.
Da alle Komponenten dieses Systems aufeinander abgestimmt sind, können HQ- und Standard-Schaltsteckdosen sowie Dimmer beliebig miteinander kombiniert werden.

Mit einem handlichen 8-Kanal-Funksender schalten Sie Ihre 230V-Elektrogeräte oder Leuchten ganz bequem über eine Entfernung bis zu 30 m (oder HQ-Version sogar 60 m!) Einfach die Schaltsteckdose zwischen das gewünschte Gerät und Ihre normale Steckdose einstecken. Jeder Schaltsteckdose ist auf der Fernbedienung eine Ein- und eine Aus-Taste zugeordnet. Bis zu 4 Schaltsteckdosen können Sie auf diese Weise unabhängig voneinander überall im Haus - sogar durch Wände - fernbedienen.

Neu Funkdimmer sorgen für angenehmes individuell einstellbares Licht. Einsatz anstelle einer Schaltsteckdose bei Ansteuerung durch denselben Handsender.

8-Kanal-Handsender inkl. Batterie
Best.Nr.: 26-231-76 39,-

Standard-Schaltsteckdose
für Kanal 1 + 2
Best.Nr.: 26-231-77 29,-
für Kanal 3 + 4
Best.Nr.: 26-231-78 29,-
für Kanal 5 + 6
Best.Nr.: 26-231-79 29,-
für Kanal 7 + 8
Best.Nr.: 26-231-80 29,-

Funkdimmer für Kanal 1 + 2
Best.Nr.: 26-254-85 49,-
für Kanal 3 + 4
Best.Nr.: 26-254-86 49,-
für Kanal 5 + 6
Best.Nr.: 26-254-87 49,-
für Kanal 7 + 8
Best.Nr.: 26-254-88 49,-

High Quality

*Wahlweise erhältlich: Schaltsteckdosen mit hochwertigen **Superhet-Empfängern für doppelte Reichweite (60 m Freifeld)**. Mit derselben Fernbedienung, auch gemischt mit Standard-Schaltsteckdosen, verwendbar.*

Technische Daten

Betriebsspannung: 230 V / 50 Hz
Anschlußleistung:
pro Steckdose: 3500 VA
Dimmer: 40 bis 200 VA
Reichweite: ca. 30 m
HQ-Version: bis 60 m
Sendefrequenz: 433 MHz
Zulassung, Prüfung: BZT, CE

HighQuality-Schaltsteckdose
für Kanal 1 + 2
Best.Nr.: 26-231-81 79,-
für Kanal 3 + 4
Best.Nr.: 26-231-82 79,-
für Kanal 5 + 6
Best.Nr.: 26-231-83 79,-
für Kanal 7 + 8
Best.Nr.: 26-231-84 79,-

Wählen Sie die Komponenten nach Ihrem ganz persönlichen Bedarf