

ELV[®] journal



PC-Technik
 USB-RS232-Umsetzer Schließen Sie Ihre Geräte mit RS-232-Schnittstelle an den USB-Port an!
Mini-Schaltungen
 Elektronisches Metronom Der Takt von 40 bis 210 bpm wird akustisch und optisch signalisiert
Praktische Schaltungstechnik
USB-Grundlagen
So funktioniert's
Web-/Netzwerkcameras



Ultraschall-Einparkhilfe

Passt, wackelt und hat Luft

Nie wieder Beulen!

GARAGEN-EINPARKHILFE
GEH 100
ELV
12V-15VDC

Mehr Wissen in Elektronik

Messtechnik

- Schallpegel-Messgerät
- Audio-Dummy-Load mit Leistungsmesser

PC-Technik

- Temperaturlogger
- Schaltplan-Entwurfsprogramm

Mini-Schaltungen

- Thyristor-Triac-Tester
- Mini-LED-Lampe

Weitere Highlights

- Telefon-Wahlumsetzer
- Waschmaschinen-Fertigmelder

Schweiz Sfr 7,80 / Niederlande € 4,95 / Luxemburg € 4,95 / Belgien € 4,95 / Österreich € 4,95

NETZWERK-FARBKAMERA MIT INTEGRIERTEM WEBSERVER

- High-Quality-Überwachung
- Hoch auflösende Netzwerk-Farbkamera mit integriertem Webserver
- Setzt neue Maßstäbe bei Bildqualität, Bedienkomfort, Flexibilität und Funktionalität.

€2.499,-

26-486-79

Eine ausführliche Beschreibung und weitere technische Daten finden Sie im Hauptkatalog 2003 auf Seite 133



Kameraansicht/-steuerung über das LAN/Internet, inklusive Schwenken, Neigen, Zoomen

FEATURES

- Superkompakt mit integriertem Webserver
- Flüssige Livebilder bis 30 Bilder/s
- Color-CCD-Chip mit 380.000 Pixel
- Fernsteuerbar per LAN/Internet: 320° Schwenk - 90° Neigen - 15fach-Zoom
- 10 Positionen speicherbar, bei Alarm automatisch anfahrbar
- Alarmaufnahme auf entferntem Server möglich
- Ansicht/Steuerung über normalen Web-Browser



SCHWENK- UND NEIGEFUNKTION



15fache Zoom-Funktion

IP 57-AUSSENKAMERA MIT IR-SCHWEINWERFER

FEATURES

- S/W-Kamera mit 1/3"-CCD-Chip, 500 x 582 Pixel CCIR
- 380 TV-Linien
- Fixfokus-Objektiv mit 0,25 Lux Lichtempfindlichkeit, F=2,0/f=4 mm, Öffnungswinkel 80°
- Integrierter IR-Scheinwerfer mit 12 IR-LEDs und automatischer Ein-/Ausschaltung
- Automatische Verstärkungsregelung
- Auto-Shutter bis 1/100.000 s
- Betrieb mit 12 V DC, Stromaufnahme max. 245 mA (mit IR-Scheinwerfer)
- Schutzart IP 57
- Abm. (ø x L): 64,6 x 105 mm
- 50-cm-Anschlusskabel mit BNC- und NS-Hohlstecker

Funktioniert auch noch nach dem Gewitterregen

Die wetterfeste, weil wasserdichte Außenkamera kann auch an Orten montiert werden, wo sie völlig ungeschützt der Witterung ausgesetzt ist. Der integrierte IR-Scheinwerfer sorgt auf einer Strecke von bis zu 10 m selbst in der Nacht noch für auswertbare Bilder.

Er schaltet sich je nach Beleuchtungssituation von selbst ein oder aus.

€119,-

26-483-47



PIN-HOLE-KAMERA IM RAUCHMELDERGEHÄUSE



Diskret untergebracht

Diskreter lässt sich eine Überwachungskamera wohl kaum noch unterbringen! Die kleine S/W-Kamera mit integriertem Mikrophon findet ihren Platz in einer Attrappe für einen normalen Rauchmelder.

Durch das Pin-hole-Objektiv, dessen Öffnung nur ca. 1 mm beträgt, ist die Rauchmelder-Attrappe äußerlich nicht von einem normalen Rauchmelder zu unterscheiden und erschließt sich durch die Unauffälligkeit einen weiten Einsatzbereich in Arealen, die diskret beobachtet werden sollen.

€69,⁹⁵

26-419-94

FEATURES DER KAMERA

1/4"-CCD-Chip (CCIR/Pal, 512 x 582 Pixel), Rauschabstand ≥45 dB, Auto-Shutter (1/60 s bis 1/100.000 s), Auflösung 330 TV-Linien, Video-Ausgangssignal 1 Vss an 75 Ω. Mit Objektiv F=2,0, Brennweite 3,7 mm, Winkel 70°. Empfindlichkeit 2,0 Lux, automatischer Weißabgleich. Betrieb mit 12 V DC, Stromaufnahme ca. 130 mA. Gehäuseabmessungen (Ø x H): 84 x 78 mm.

MINI-FUNK-COLORKAMERA



Tatsächlich - der könnte aus der Werkstatt von Mister „Q“ kommen: Dieser „Kugelschreiber“ enthält eine komplette Farbkamera-Funksender-Kombination, die Bilder in hoher Qualität über bis zu 150 m drahtlos überträgt!
Diese Super-Kombination ist bis zu 50 Minuten völlig autark mit 5 Knopfzellen betreibbar, alternativ kann über einen mitgelieferten Batterie-Dummy eine 9-V-Blockbatterie extern angeschlossen werden. Dann sind Betriebszeiten bis zu 6 Stunden möglich!

Die Wiedergabe kann auf einem ganz normalen Fernsehgerät/Videorecorder oder einem LCD-Farbkontrollmonitor erfolgen.

Davon träumt James Bond - Mini-Funk-Colorkamera im Kugelschreiber



COLOR-VIDEO



Lieferumfang: Kamerasender, Batterie-Dummy, 9-V-Blockbatterie, Knopfzellen, Empfänger, Netzteil für Empfänger

€399,-

26-485-99

LCD-FARB-KONTROLLMONITOR



5,6"-TFT-LCD-Farb-Kontrollmonitor mit automatischem 2fach-Kameraumschalter

Äußerst universell einsetzbarer Kontroll- und Videomonitor, gleichermaßen als Überwachungsmonitor für bis zu zwei Kameras, wie als allgemeiner A/V-Monitor für die Audio-/Video-Wiedergabe z. B. im Wohnmobil, Boot oder im Auto geeignet. Zusammen mit einem Sat-Camping-Set ergibt sich so auch eine sehr kompakte Sat-TV-Anlage. Der integrierte 2fach-Kameraumschalter kann bei Bedarf in einer einstellbaren Zeit automatisch zwischen den beiden Kameraeingängen umschalten. Für den Einsatz als Rückfahrmonitor lässt sich das Monitorbild spiegelbildlich umschalten.

Lieferung mit 2 Adapterkabeln, je 2 x Cinch-Steckern/Buchsen auf 1 x Klinke 3-pol., 3,5 mm; Schwenkfuß mit 1/4"-Stativgewinde und Netzteil.

5,6"-LCD-Farbmonitor

€299,⁵⁰

26-421-88

FEATURES

- 2,4-GHz-Sender, 4 Kanäle schaltbar
- Max. Reichweite bis 150 m (Freifeld)
- Objektiv: f=3,7 mm, Winkel 50 Grad
- Länge 145 mm, Durchmesser 14,5 mm (ohne Clip)
- Gewicht nur 35 g
- 2,4-GHz-4-Kanal-Empfänger mit Netzbetrieb
- Video-Standard-Ausgang FBAS, 1 Vss/75 Ω
- Abm. (B x H x T): 40 x 88 x 150 mm

FEATURES

- 5,6"-(14-cm)-TFT-LC-Display, Farbe
- 1 Universal-Audio-/Videoeingang, PAL, 1 Vss/75 Ω
- 2 Kameraeingänge über 4-pol. Mini-DIN-Buchse
- Displayauflösung 960 x 234 Pixel
- Betrieb mit 12 V DC/650 mA, auch am 12-V-Fahrzeuggestromnetz anschließbar, DC-Eingang für Hohlstecker 2,1 mm
- Ausstattung mit internem Lautsprecher, Helligkeitsregler, Lautstärkeregler, Color-Regler, A/V-/Kopfhörerausgang und schwenkbarem Displayfuß.
- Anschluss an Stative, Halterungen etc. über standardisiertes 1/4"-Stativ-Anschlussgewinde möglich.
- Einsatzbereich: 0 °C bis +50 °C
- Abm. (B x H x T): 174 x 125 x 45,7 mm
- Gewicht: 600 g

Sicherheitstechnik

ELV-Funk-Alarmanlage FAZ 3000 32

Audiotechnik

▶ Elektronisches Metronom 26

Kfz-Technik

Ultraschall-Garagen-Einparkhilfe 6

Kommunikationstechnik

▶ Wahlumsetzer WU 100 64

Lichttechnik

▶ Mini-LED-Lampe 79

PC-Technik

Schaltplan-Entwurfsprogramm SPlan 5.0 12

Temperaturlogger TL 1000 16

USB-RS232-Umsetzer 44

Messtechnik

▶ Thyristor-/Triac-Tester TT 100 62

Audio-Dummy-Load mit Leistungsanzeige ... 70

Haustechnik

Funk-Geräte-Fertigmelder 53

Umwelttechnik

Schallpegel-Messgerät SPM 100 29

Stromversorgung

1000-VA-Prozessornetzteil SPS 9540 38

ELV-Serien

Praktische Schaltungstechnik:

Leuchtdioden 48

USB-Grundlagen 84

So funktioniert's:

Weltweit live dabei -

Web-/Netzwerkcameras 20

Moderne Audioverfahren 56

Rubriken

Die Neuen 88

Bestellhinweise,

Kundendienst, Impressum 113

Vorschau auf die nächste Ausgabe 114

▶ besonders leicht nachbaubar



▲ Audio-Dummy-Load mit Leistungsanzeige

Ohmsche Lautsprechernachbildung für den Test, die Inbetriebnahme und Reparatur von HiFi-Endstufen: bis 2 x 100 W oder 1 x 200 W bei 4/8 Ω. Mit integriertem Leistungsmesser und Mithörlautsprecher. Teil 3: Nachbau **Seite 70**

Funk-Geräte-▶ Fertigmelder

Praktisches Meldergerät für die Meldung des Fertig-Status von weit entfernt aufgestellten Geräten. **Seite 53**

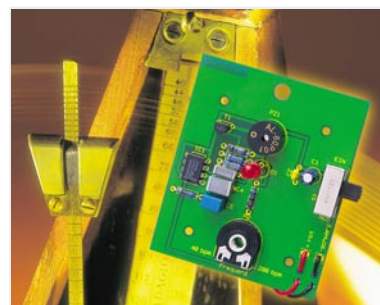


◀ USB-RS232- Umsetzer

Kompakter Umsetzer für die Nutzung einer USB-Schnittstelle als RS-232-Schnittstelle **Seite 44**

Elektronisches ▶ Metronom

Kleiner Taktgeber für Musiker: 40-210 bpm, akustisch-optische Taktgabe **Seite 26**



◀ Temperatur- logger TL 1000

Universell einsetzbarer Datenlogger für die Aufzeichnung von Temperaturverläufen zur späteren Auswertung auf einem PC. Teil 2: Nachbau **Seite 16**



▲ Weltweit live dabei - Web-/Netzwerkcameras
 Die praktische Kombination von Kamera und Video-Web-Server - Einsatz, Technik und Installation
Seite 20

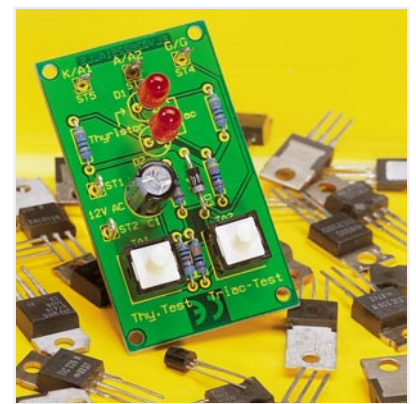


▲ Ultraschall-Garagen-Einparkhilfe
 Hilft, genau und „lackschonend“ in enge Garagen einzuparken. Mit drei einstellbaren Entfernungsstufen und automatischer Abschaltung
Seite 6



◀ Mini-LED-Lampe
 Mini-Taschenlampe für's Schlüsselbund mit Hochleistungs-LEDs
Seite 79

Thyristor-/ Triac-Tester
 Einfaches Prüfgerät für den Schnelltest von Triacs und Thyristoren
Seite 62



ELV-Funk-Alarmanlage ▶ FAZ 3000
 Ausführliche Vorstellung der komplexen Funk-Alarmanlage von ELV. Teil 2: Einsatz und Komponenten
Seite 32



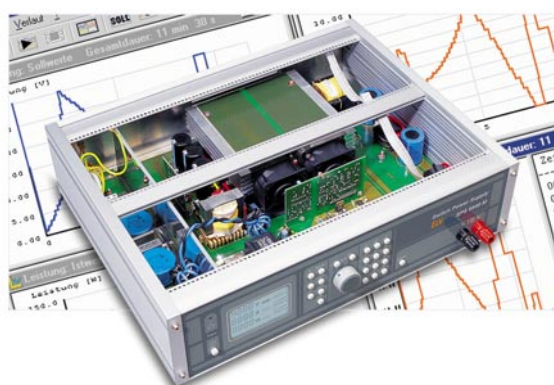
▼ Schallpegel-Messgerät
 Umweltmessgerät für normgerechte Schallpegelmessungen zwischen 30 und 130 dB
 Teil 2: Nachbau und Abgleich
Seite 29



◀ Wahlumsetzer WU 100
 Für den Einsatz von Impulswahl-Telefonen in MFV-Telefonanlagen
Seite 64



◀ 1000-VA-Prozessornetzteil SPS 9540
 Ein Superlativ unter den Netzgeräten: Ausgangsspannung von 0 - 40 V bei 0 - 25 A, beleuchtetes LC-Display für Ist-, Grenz- und Statuswerte, 9 Gerätespeicher und PC-Schnittstelle.
 Teil 4: Fertigstellung
Seite 38



Einfacher parken !

Passt, wackelt und hat Luft

Nie wieder Beulen!

Ultraschall-Garagen-Einparkhilfe

Das zentimetergenaue Einparken in eine enge Garage ist, vor allem mit modernen Autos, nicht Jedermanns Sache. Diese Einparkhilfe soll das Einfahren unterstützen. Mit Hilfe von zwei Ultraschallsensoren, die an der Garagenrückwand montiert werden, wird der Abstand zwischen Fahrzeug und Garagenwand beim Einfahren in die Garage ermittelt. Drei verschiedenfarbige Leuchtdioden zeigen die Entfernung zwischen Fahrzeug und Sensoren an. Die drei Entfernungsstufen sind individuell einstellbar. Eine Automatik sorgt dafür, dass sich die Anzeige nach ca. 90 Sekunden ausschaltet.

Echte Hilfe

Moderne Fahrzeuge haben es in sich, wenn man sie parken will. Fahrzeugfront und -heck kann man innerhalb der Fahrgastzelle meist nur erahnen. Die Resultate sind täglich auf den Straßen zu sehen - entweder zerschrammte Stoßfänger oder geparkte Fahrzeuge mit viel zuviel verschenktem Platz vorn oder hinten. Selbst der kleinste Kratzer kann heute sehr ins Geld gehen, denn die meisten Werkstätten

machen sich nicht die Mühe, auszubessern, sondern lackieren nur noch komplette Teile.

Wer eine Garage hat, insbesondere eine ältere, ist täglich damit konfrontiert, das Auto „passgenau“ darin abzustellen. Sind doch unsere Autos im Laufe der Generationen gewachsen und passen kaum noch oder nur gerade so in ältere Garagen. Wer z. B. einen Opel Omega Caravan oder ein ähnlich langes Autos besitzt, weiß davon ein Lied zu singen. Und da ist es eben auch dem routinierten Fahrer schnell passiert,

Technische Daten:

Spannungsversorgung: 12 V - 15 V/DC
 Stromaufnahme (Stand-by): ... 20 mA
 (aktiv): 75 mA
 Reichweite: max. 120 cm
 Min. Abstand: 15 cm
 Anzeige: 3 x 4 LEDs
 Einschaltdauer: ca. 90 Sekunden
 Externe Ausgänge: max. 800 mA
 Abmessungen:
 Basisgerät: 135 x 90 x 34mm
 Sensorgehäuse: ... 68 x 58 x 23 mm

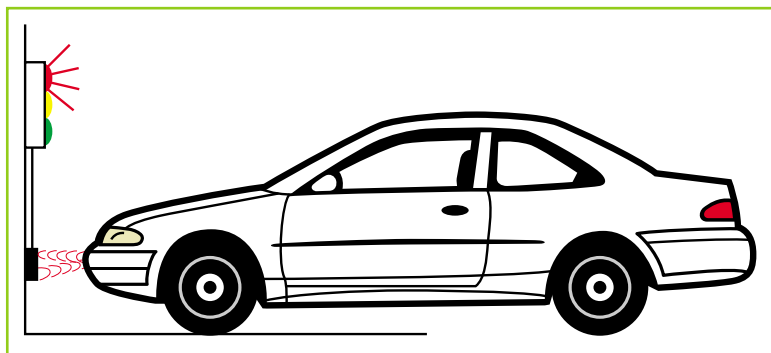


Bild 1: So arbeitet die Ultraschall-Einparkhilfe

dass Front oder Heck „Bekanntschaft“ mit der Garagenrückwand machen. Für die Rückwärtsfahrt verfügen ja viele moderne Autos schon über eine elektronische Hilfe, die auch meist sehr gut funktioniert, aber vorwärts?

Genau da setzt unsere elektronische Einparkhilfe an. Sie ermittelt mit Hilfe von Ultraschall-Sensoren die Entfernung des Wagens z. B. in Stoßfängerhöhe zu den Sensoren und signalisiert die Entfernung gestaffelt mit eindeutigen Leuchtanzeigen. Abbildung 1 verdeutlicht anschaulich die prinzipielle Arbeitsweise der elektronischen Hilfe.

Die Entfernungsbereiche für die drei Anzeigen sind jeweils individuell einstellbar, so kann man sie je nach eigenem Reaktionsvermögen und zur Verfügung stehendem Platz genau nach Wunsch justieren, übrigens auch in der Gesamt-Ansprechempfindlichkeit. 90 Sekunden nach Einfahrt des Fahrzeugs in die Garage schaltet sich die Anzeige ab. Das Gerät tritt erst wieder in Aktion, wenn die Ultraschallsensoren wieder eine Bewegung registrieren.

Ultraschallsensoren haben sich für diesen Einsatz bewährt, sie werden ja auch in den fahrzeugeigenen Parkhilfen erfolgreich eingesetzt. Sie reagieren empfindlich genug und erlauben eine sehr genaue Justierung der Auswertelektronik. Immerhin parken geübte Fahrer mit diesen bordeigenen Parkhilfen nach einiger Zeit regelrecht nach Gehör rückwärts ein. Wer dann noch das Gefühl hat, wie weit es noch bei Dauerton oder Rot geht, verschenkt weder Raum noch unnötiges Geld an die Werkstatt.

Andere Sensoren haben sich hier nicht bewährt, die für diese Aufgabe denkbaren Radarsensoren sind z. B. sehr teuer.

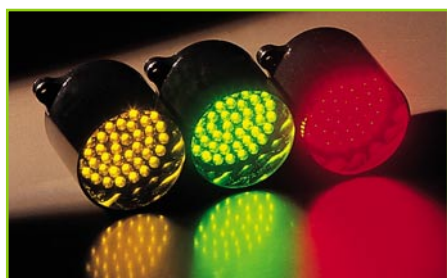


Bild 2: Superhell und wirklich nicht zu übersehen - moderne LED-Cluster

Doch kommen wir zurück zur Beschreibung des GEH 100. Wem die zwar hellen, aber relativ kleinen Leuchtdiodenblöcke des Originalgerätes nicht ausreichen, der kann heute auf sehr interessante, wenn auch nicht ganz billige Anzeigeorgane zurückgreifen - die LED-Cluster. Dies sind kompakte Mini-Scheinwerfer (Abbildung 2), die eine Reihe von hell strahlenden Leuchtdioden zusammenfassen und so als sehr gut auch bei Sonnenlicht erkennbare Großanzeigen arbeiten können. Die GEH 100 ist für den zusätzlichen Anschluss dieser Cluster vorbereitet. So entsteht dann eine wirklich nicht zu übersehende Parkampel.

Die Schaltung eignet sich aufgrund des großzügigen Layouts und des ausschließlichen Einsatzes bedrahteter Bauelemente auch gut als Einsteigerobjekt und als garantiert begrüßtes Weihnachtsgeschenk für Fahranfänger, Eltern oder Verwandte.

Schaltung

Für das Verständnis der Schaltung, die in Abbildung 3 zu sehen ist, ist ein gelegentlicher Blick auf Abbildung 4, die die wichtigsten Oszillogramme zeigt, sehr hilfreich. Hierdurch werden die Funktionen der einzelnen Schaltungsbereiche verständlicher.

Betrachten wir zunächst den zentralen Oszillator, der mit dem Inverter IC 3 C realisiert ist. Die Frequenz wird von den beiden Widerständen R 11 und R 12 sowie dem Kondensator C 15 bestimmt. Die Frequenz des Oszillators ist auch gleichzeitig die Resonanzfrequenz des Ultraschallwandlers (40kHz).

Das Sendesignal des Ultraschallsensors besteht aus kurzen Schwingungspaketen von ca. 0,4 ms Länge, während die Pause zwischen den Paketen 50 ms beträgt (siehe Oszillogramm 2). IC 2 erzeugt das Steuersignal hierfür (siehe Oszillogramm 1). Dazu wird das 40-kHz-Signal mit dem Binärteiler IC 2 heruntergeteilt. Über die beiden Dioden D 15 und D 16, die als „Wired-AND“ geschaltet sind, wird bei einem bestimmten Zählerstand ein Reset durchgeführt. An Pin 1 von IC 2 (Q12) steht nun das in Oszillogramm 1 dargestellte Signal an, welches über das Gatter IC 3 B das 40-kHz-

Signal freigibt. Mit dem nachfolgenden Inverter IC 3 A erreicht man, dass die Wechselspannung über dem an ST 1 und ST 2 anzuschließenden Ultraschallgeber praktisch die doppelte Höhe der Betriebsspannung aufweist (ca. 16 Vss).

Wechseln wir nun zum Empfangsteil, das im wesentlichen aus dem an ST 3 und ST 4 anzuschließenden Ultraschallempfänger und IC 4 besteht. Mit IC 4 B wird das Empfangssignal verstärkt, wobei die Verstärkung mit R 17 in einem Bereich von 17 bis 110 einstellbar ist. Für den späteren Abgleich kann man das Signal an TP 2 messen.

Der nachfolgende Komparator IC 4 A erzeugt aus der Wechselspannung digitale Rechtecksignale (Oszillogramm 3). Wird der vom Ultraschallsender abgegebene Sendeimpuls von einem Gegenstand reflektiert, entspricht die Zeitdifferenz t_v zwischen den beiden Oszillogrammen 2 und 3 der Zeit, die der Schall für diese Strecke (Hin und Zurück) benötigt hat.

Für die weitere Abstandsbestimmung werden mit den drei Monoflops MF 1 bis MF 3 so genannte Zeitfenster erzeugt. Liegt das empfangene Signal (Echo) zeitlich gesehen in einem dieser Zeitfenster, leuchtet die entsprechende LED-Gruppe (rot, gelb oder grün) auf.

Das Monoflop MF 1 wird mit der fallenden Flanke des Steuersignals (1) getriggert. Für eine bestimmte Zeit, die sich durch die Dimensionierung von R 4, R 5 und C 13 ergibt, wechselt der Ausgang Pin 6 von IC 5 A von Low auf High (Oszillogramm 5). Dieses Zeitfenster ist für den „roten“ Bereich (rote LEDs) zuständig und mit dem Trimmer R 4 veränderbar. Die Triggerung der beiden anderen Monoflops (MF 2 und MF 3) erfolgt stets vom Ausgang des vorherigen Monoflops aus. MF 2 ist für den „gelben“ Bereich und MF 3 für den „grünen“ Bereich zuständig. Die Ausgangssignale aller drei Monoflops sind in den Oszillogrammen 5 bis 7 dargestellt. Jeder dieser Bereiche ist individuell einstellbar.

Für die weitere Auswertung benötigen wir ein sauberes Schaltsignal, das mit dem Flip-Flop IC 8 B erzeugt wird (siehe Oszillogramm 4). Das Setzen dieses Flip-Flops erfolgt durch einen High-Impuls des Empfangssignals (Oszillogramm 3) an Pin 8 (Set), ein Rücksetzen (Reset) an Pin 10 durch die positive Flanke vom Ausgang Pin 6 (IC 5 A). Falls kein Signal empfangen wird, setzt die positive Flanke des Steuersignals (1) das Flip-Flop über den Clockeingang (Pin 11). Durch diesen Clockimpuls wird der High-Pegel vom „D“-Eingang (Pin 9) zum Ausgang Pin 13 „geschoben“. Hierdurch ist gewährleistet, dass auch bei einem fehlenden Empfangssignal, ein Impuls am Ausgang Pin 13 (IC 8 B)

026225301A

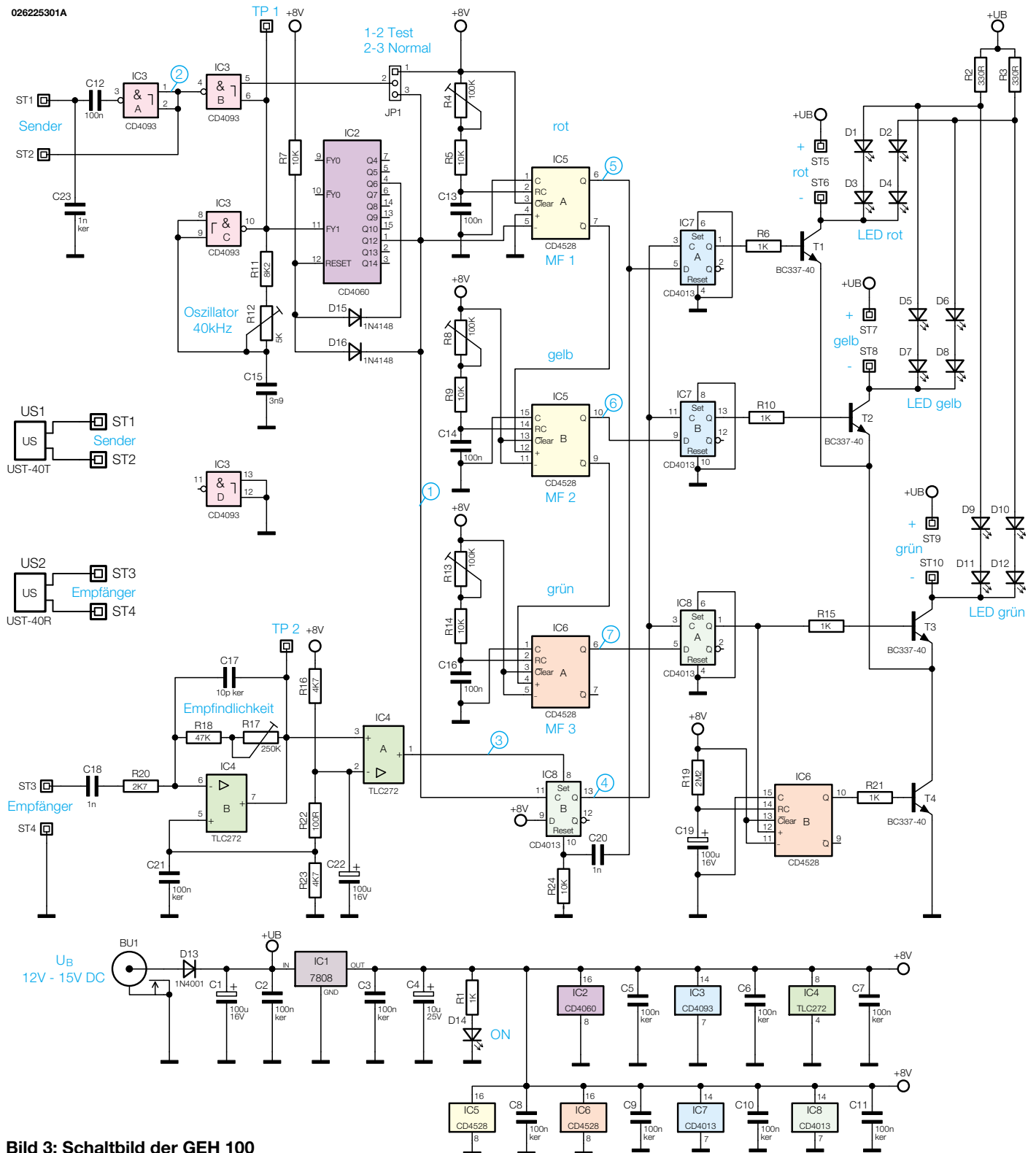


Bild 3: Schaltbild der GEH 100

generiert wird. Die Low-Phase dieses Signals ist nun vom Abstand eines Gegenstandes abhängig, an dem der Schall reflektiert wird. Mit der Low-High-Flanke, die in Oszillogramm 4 markiert ist, werden die Ausgangspegel der drei Monoflops in die nachgeschalteten Register IC 7 A, IC 7 B und IC 8 A übernommen und gespeichert. Der zeitliche Punkt, wann diese Low-High-Flanke auftritt, bestimmt also, welcher der drei Registerausgänge auf High wechselt.

Mit den Transistoren T 1 bis T 3 werden dann die entsprechenden LEDs angesteuert. Die Widerstände R 2 und R 3 begrenzen den LED-Strom. Über die Ausgänge ST 5/ST 6, ST 7/ST 8 sowie ST 9/ST 10 können auch externe Verbraucher wie z. B. größere 12-V-Lampen oder die beschriebenen LED-Cluster angeschlossen werden. Hierbei darf der maximale Ausgangsstrom den Wert von 800 mA nicht überschreiten. Die Ausgangstransistoren können aller-

dings nur dann durchschalten, wenn gleichzeitig der Transistor T 4 durchgeschaltet ist. Dieser wird vom Monoflop IC 6 B angesteuert und hat die Aufgabe, die Ausgänge nur für eine bestimmte Zeit freizugeben. Die Triggerung von IC 6 B erfolgt durch die positive Flanke des Ausgangs von MF 3. Fährt man mit dem Wagen in die Garage, wird die erste Zone (grün) aktiviert, hierdurch wechselt der Ausgang Pin 1 von IC 8 A auf High und triggert somit das Monoflop IC 6 B.

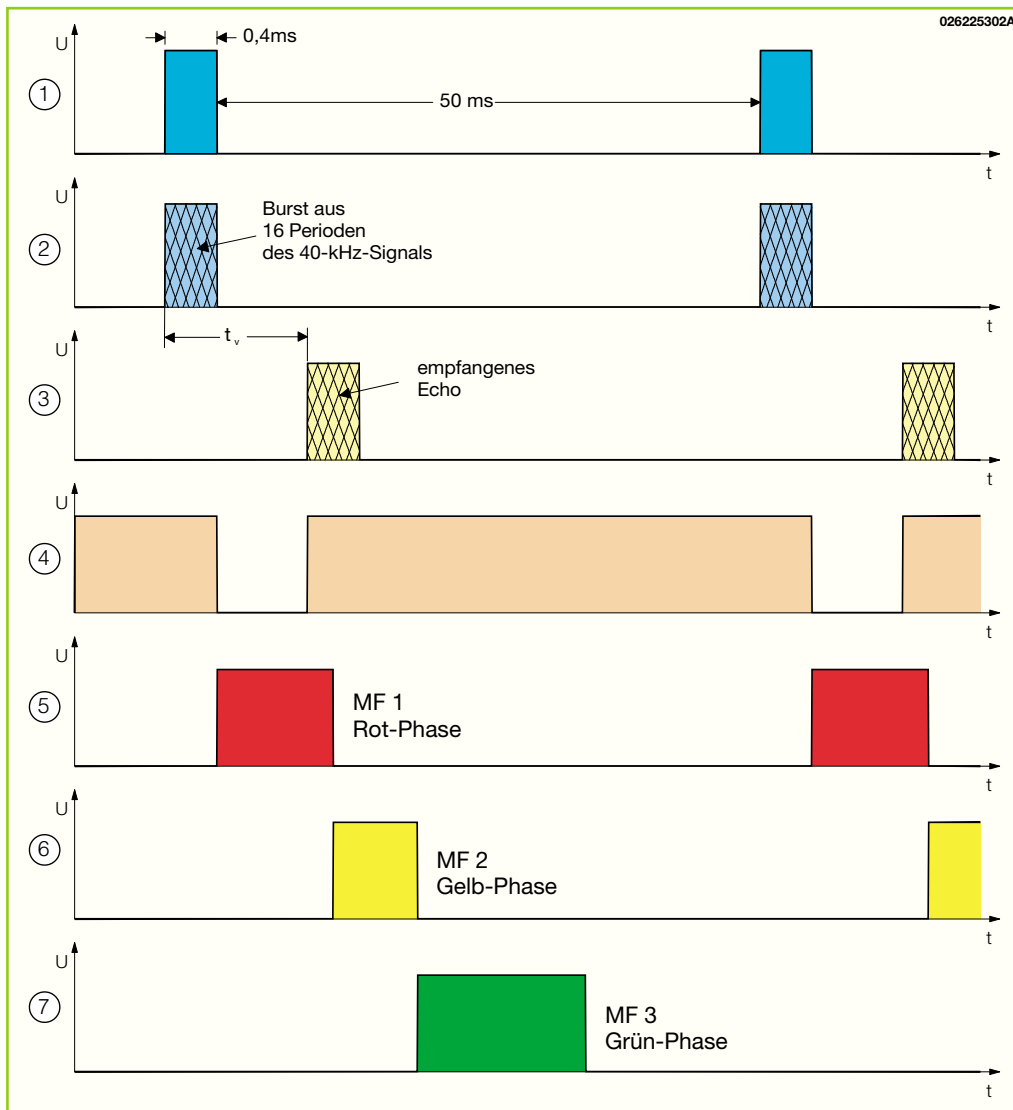


Bild 4: Oszillogramme zum Verständnis der Schaltung

Ultraschallsensoren und vier Lötstifte einzusetzen. In Abbildung 5 erkennt man, wie sich Sender und Empfänger anhand der Typenbezeichnung unterscheiden. Ebenfalls ist die Zuordnung zu den Anschlüssen ST 1 bis ST 4 gekennzeichnet. Die Einbauhöhe der Sensoren sollte genau 18 mm betragen. Die geschirmten Zuleitungen von der Sensorplatine zum Basisgerät sind für Sender und Empfänger getrennt. Die Abschirmung (äußeres Geflecht) der Zuleitungen werden beim Sender mit ST 2 und beim Empfänger mit ST 4 verbunden. Zur Zugentlastung sind die Kabel, wie im Platinenfoto dargestellt, durch die Platinenbohrungen zu führen.

Bevor man die Kabel am Basisgerät anschließt, sind die Kabel auf die benötigte Länge zuzuschneiden. Es ist darauf zu achten, dass die maximale Kabellänge von drei Metern nicht überschritten wird. Dies sollte aber selbst für sehr hoch gelegene Fahrersitze reichen.

Die beiden Zuleitungen werden durch die Bohrungen in der Gehäuseunterschale geführt und anschließend an die entsprechenden Lötstifte angelötet. Zur Zugentlastung dient jeweils ein Kabelbinder (siehe Platinenfoto).

Abgleich

Bevor die Schaltung an ihrem endgültigen Montageort installiert wird, ist ein Abgleich des 40-kHz-Oszillators notwendig. Alle anderen Einstellungen (Empfindlichkeit und die einzelnen Erfassungsbereiche) lassen sich ohne technische Hilfsmittel am Montageort vornehmen. Wichtig ist der Abgleich des Oszillators, da die Schaltung nur so einwandfrei funktionieren kann. Denn für eine höchstmögliche Empfindlichkeit und sicheres Arbeiten ist die Schaltung exakt auf die Resonanzfrequenz des Ultraschallgebers einzustellen.

Jetzt hat man ca. 90 Sekunden Zeit, den Wagen „richtig“ zu parken, danach werden die LEDs deaktiviert.

Zur Spannungsversorgung der Schaltung wird eine Spannung von 12 V bis 15 V benötigt, z. B. von einem Steckernetzteil, das an BU 1 anzuschließen ist. Die Diode D 13 dient hier als Verpolungsschutz. Mit dem Spannungsregler wird eine stabile Gleichspannung von 8 V für die Versorgung der Schaltung gewonnen. Die Anzeigen arbeiten hingegen mit der unstabilierten Eingangsgleichspannung, die zwischen 12 und 15 V liegen muss.

Nachbau

Der Aufbau der Schaltung erfolgt auf einer doppelseitigen Platine mit den Abmessungen 100 x 98 mm und ist auch für den Einsteiger aufgrund der ausschließlichen Bestückung mit bedrahteten Bauelementen einfach zu realisieren.

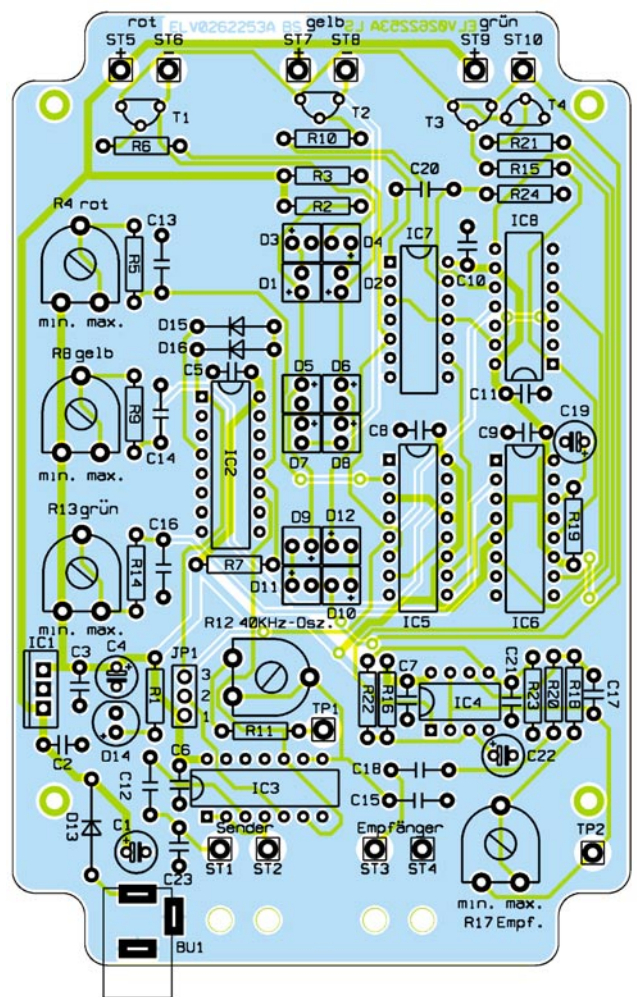
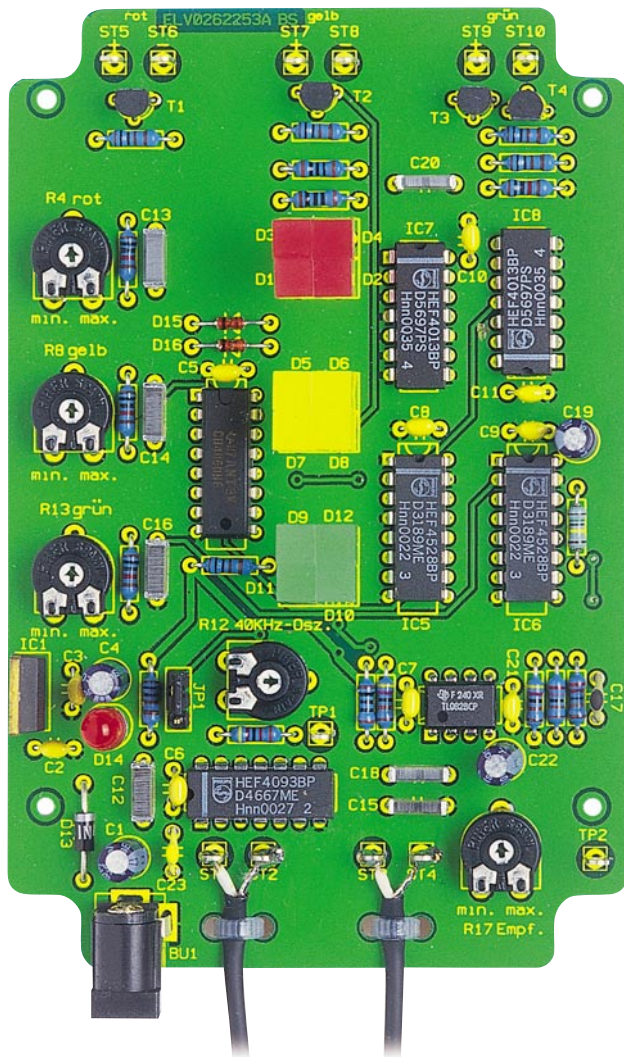
Die Bauteile werden anhand der Stückliste und des Bestückungsplans bestückt. Es empfiehlt sich, die Bestückung zuerst mit den niedrigen Bauteilen, also den Wi-

derständen, zu beginnen. Deren Anschlüsse werden entsprechend dem Rastermaß abgewinkelt, in die dafür vorgesehenen Bohrungen gesteckt und anschließend auf der Platinenunterseite verlötet. Die überstehenden Drahtenden sind mit einem Seitenschneider abzuschneiden, ohne die Lötstelle selbst zu beschädigen. Bei den Halbleitern und den Elkos ist unbedingt auf richtige Polung bzw. Einbaulage zu achten. Die Dioden sind an der Katode mit einer Ringmarkierung gekennzeichnet, die Elkos am Minuspol und die Einbaulage der Transistoren und ICs ergibt sich aus dem Bestückungsdruck der Platine. Auch das Platinenfoto ist hier eine gute Hilfe.

Die Einbauhöhe der LEDs (Abstand Platine bis Oberkante der LED) sollte genau 23 mm betragen. Die Anode (+) der LEDs ist durch den etwas längeren Anschlussdraht gekennzeichnet.

Zum Schluss werden die größeren bzw. mechanischen Bauteile, wie Niederspannungsbuchse BU 1, Trimmer und Lötstifte eingesetzt.

Als nächstes ist die Sensorplatine zu bestücken. Hier sind lediglich die beiden



Ansicht der fertig bestückten Basisplatine der Garagen-Einparkhilfe mit zugehörigem Bestückungsplan

Der Abgleich kann mit zwei verschiedenen Methoden durchgeführt werden - je nachdem, welche Messgeräte zur Verfügung stehen.

Wenn ein Frequenzzähler besitzt, schließt diesen an TP 1 an und stellt anschließend mit R 12 die Frequenz genau auf 40 kHz ein. Fertig!

Bei der zweiten Möglichkeit benötigt man zum Abgleich ein Oszilloskop. Zuerst wird der Jumper JP 1 so gesteckt, dass Kontakt 1 und 2 miteinander verbunden sind. Jetzt wird ein 40-kHz-Dauersignal gesendet, was die Triggerung mit dem Oszilloskop vereinfacht. Die Ultraschallsensoren sind dann so zu positionieren, dass der Schall von einem festen, glatten Gegenstand reflektiert wird. Nun misst man an Testpunkt TP 2 mit dem Oszilloskop das vom Empfänger kommende Signal und stellt mit Trimmer R12 den maximalen Empfangs-Pegel ein. Auch dann ist der Oszillator auf die Resonanzfrequenz des Ultraschallgebers abgeglichen.

Nach dem Abgleich ist Jumper JP 1 wieder in Normalstellung zu bringen (2-3).

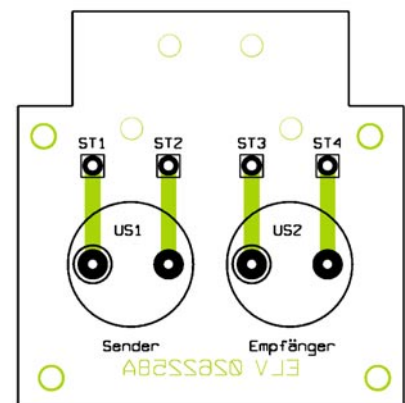
Dann kann die Installation am Einsatzort erfolgen.

Installation und Justage

Das Sensorgehäuse sollte etwa in Höhe des Stoßfängers oder des Nummernschildes montiert werden. Die Befestigung an der Wand erfolgt durch die seitlichen Bohrungen im Gehäuse.

Das Basisgerät wird zunächst noch nicht an die Wand montiert, da noch die folgenden beschriebenen Einstellungen vorzunehmen sind.

Dazu schließt man das Steckernetzteil an BU 1 an. Die Trimmer R 4, R 8, R 13 und R 17 sind zunächst auf Linksanschlag zu bringen. Jetzt ist das Gerät betriebsbereit und durch Hin- und Herbewegen der Hand vor dem Sensorgehäuse sollten, entsprechend dem jeweiligen Abstand, die einzelnen LED-Gruppen aufleuchten. Mit den Trimmern R 4, R 8 und R 13 können nun die Schaltschwellen (Entfernungsstufen) je nach Bedarf eingestellt werden. Man sollte mit der Einstellung des „roten“ Be-



Ansicht der fertig bestückten Sensorplatine mit zugehörigem Bestückungsplan

Stückliste: Garagen-Einparkhilfe GEH 100

Widerstände:

100 Ω	.....	R22
330 Ω	.....	R2, R3
1 kΩ	.....	R1, R6, R10, R15, R21
2,7 kΩ	.....	R20
4,7 kΩ	.....	R16, R23
8,2 kΩ	.....	R11
10 kΩ	.....	R5, R7, R9, R14, R24
47 kΩ	.....	R18
2,2 MΩ	.....	R19
PT10, liegend, 5 kΩ	.....	R12
PT10, liegend, 100 kΩ	.....	R4, R8, R13
PT10, liegend, 250 kΩ	.....	R17

Kondensatoren:

10pF/ker	.....	C17
1nF/ker	.....	C23
1nF/400V	.....	C18, C20
3,9nF/400V	.....	C15
100nF/ker	.....	C2, C3, C5-C11, C21
100nF/250V	.....	C12-C14, C16
10µF/25V	.....	C4
100µF/16V	.....	C1, C19, C22

Halbleiter:

7808	.....	IC1
CD4060	.....	IC2

CD4093/Philips	.....	IC3
TLC272	.....	IC4
CD4528	.....	IC5, IC6
CD4013/Philips	.....	IC7, IC8
BC337-40	.....	T1-T4
1N4001	.....	D13
1N4148	.....	D15, D16
LED, Rechteck, 5 x 5 mm, rot	.....	D1-D4
LED, Rechteck, 5 x 5 mm, gelb	..	D5-D8
LED, Rechteck, 5 x 5 mm, grün	.....	D9-D12
LED, 3 mm, rot	.....	D14

Sonstiges:

DC-Buchse, 3,5 mm, print	.....	BU1
Ultraschall-Sender UST-40T	.....	US1
Ultraschall-Empfänger UST-40R	..	US2
Lötstifte mit Lötöse	.....	TP1, TP2, ST1-ST10, ST1-ST4(Sensorplatine)
Stiftleiste, gerade, 1 x 3-polig	.....	JP1
1 Jumper		
2 Kabelbinder, 90 mm		
1 Basisgehäuse, bearbeitet und bedruckt, komplett		
1 Modulgehäuse, komplett, bearbeitet		
600 cm abgeschirmte Leitung, 1 x 0,22 mm ²		

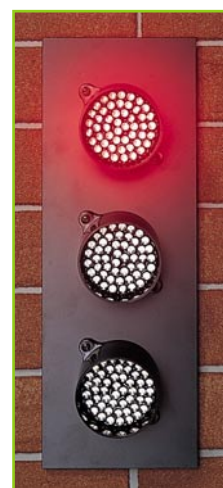


Bild 6: Eine mit LED-Clustern realisierte Parkampel

serückwand, verbessert die Haftung des Klebebandes auf dem Gehäuse.

Die große Parkampel

Zum Schluss wollen wir noch einmal auf die eingangs erwähnte Möglichkeit zurückkommen, die dort erwähnten LED-Cluster einzusetzen.

Abbildung 6 zeigt drei montierte LED-Cluster, die in den Farben einer Ampel kombiniert sind. Das GEH 100 ist für den Anschluss solcher LED-Scheinwerfer ausgelegt. Hierfür stehen die externen Schaltausgänge zur Verfügung (ST 5/6 bis ST 9/10).

Wichtig! LED-Cluster besitzen keine internen Vorwiderstände und dürfen niemals direkt an einer Versorgungsspannung betrieben werden. Der Widerstandswert des Vorwiderstandes richtet sich nach der Versorgungsspannung und der Farbe der LEDs. In Tabelle 1 sind die Vorwiderstände für verschiedene Betriebsspannungen angegeben. Diese gelten allerdings nur für die großen LED-Cluster mit 56 mm Durchmesser, die mit 50 LEDs bestückt sind. Die Leistung der Vorwiderstände sollte großzügig gewählt werden. Am besten eignen sich 5-Watt-Widerstände im Zementgehäuse. Diese Widerstände sind (je Cluster einer) in die Zuleitungen zu den LED-Clustern einzulöten. Die Anode (+UB) der LED-Cluster ist durch das rote Kabel gekennzeichnet und wird jeweils mit ST 5, ST 7 und ST 9 verbunden. Die weißen Kabel sind mit ST 6, ST 8 und ST 10 zu verbinden.

Die Montage der Cluster kann sehr einfach über die jeweiligen Gehäuseelassen durch Verschrauben erfolgen. **ELV**

reichs (R 4) anfangen, da sich alle anderen Schaltpunkte hierdurch mit verschieben. Ein anschließender Praxistest mit dem Wagen (erst einmal vorsichtig und mit Augenmaß!) sollte dann die entsprechenden Ergebnisse liefern. Reicht die Empfindlichkeit der Schaltung nicht aus (Wagenfront wird nicht erkannt), kann man die Empfindlichkeit durch Rechtsdrehen von Trimmer R 17 erhöhen. Doch man sollte hier vorsichtig und in kleinen Schritten vorgehen, denn andere Gegenstände in der Nähe der Sensoren, dies kann z.B. auch der Fußboden oder eine in der Nähe stehende Person sein, können bei zu empfindlich

eingestelltem Sensor zu Fehlmessungen führen!

Bei der Bereichseinstellung ist zu beachten, dass die Reaktionszeit zwischen dem Aufleuchten der roten Anzeige und dem Betätigen der Bremse zu berücksichtigen ist. Hierbei spielt natürlich auch die Geschwindigkeit des Fahrzeugs eine Rolle. Deshalb ist die individuelle Einstellmöglichkeit des Systems auch so wichtig!

Nachdem alle Tests erfolgreich verlaufen sind, ist der Deckel des Basisgehäuses aufzusetzen und mit dem Gehäuse zu verschrauben und es kann die Montage des Gerätes an der Garagenwand erfolgen.

Das Basisgerät montiert man zweckmäßigerweise in Augenhöhe des Fahrers. Es besitzt keine Bohrungen für die Befestigung. Steht eine glatte Wand zur Verfügung, kann man doppelseitiges (Montage-) Klebeband verwenden, wie man es im Baumarkt zur Befestigung von Spiegeln usw. findet. Dazu muss allerdings ein eventuell vorhandener Anstrich fest und glatt sein oder an den Klebestellen gründlich, einschließlich loser Putzteilchen, entfernt werden. Etwas Spiritus oder sonstiges ent fettendes Mittel zur Reinigung der Gehä-

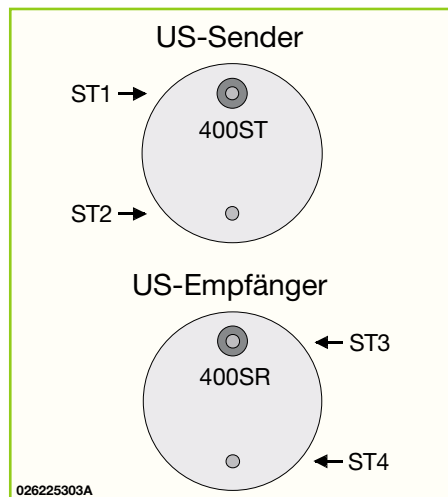
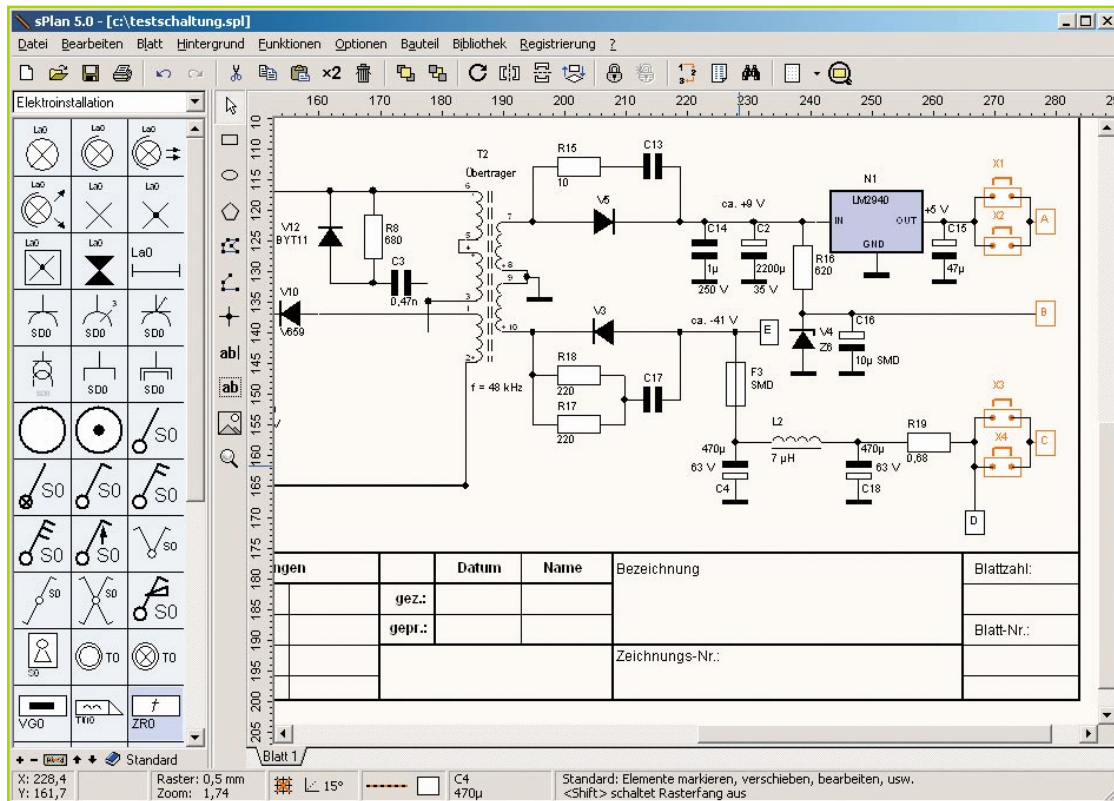


Bild 5: Die Anschlussbelegung der Ultraschall-Sensoren

Tabelle 1

LED-Farbe	UB = 12 V	UB = 13 V	UB = 14 V	UB = 15 V
rot	15 Ω	18 Ω	22 Ω	27 Ω
gelb	3,9 Ω	8,2 Ω	12 Ω	15 Ω
grün	2,2 Ω	4,7 Ω	8,2 Ω	12 Ω



Schaltplan- Entwurfsprogramm SPlan 5.0

Schaltpläne und Dokumentationen sind das Rückgrat jeder Elektronik-Entwicklung. Nur eine sorgfältige Dokumentation erlaubt einen fachgerechten Service, Nachvollziehbarkeit der Schaltungsideen und eine Fortentwicklung. Aber jeder, der mit diesem Metier zu tun hat, weiß, dass es nicht einfach ist, einen übersichtlichen Schaltplan zu erstellen, weder per Hand noch mit einem Computer-Grafikprogramm. Wir stellen das auf diese Aufgabe spezialisierte Schaltplan-Entwurfsprogramm SPlan 5.0 vor, das die einfache professionelle Schaltplanerstellung nebst automatischer Stücklistengenerierung, Bauteilbezeichnung sowie Archivierung und Ausdruck ermöglicht.

Spezial-Zeichner?

Das Programm SPlan ist eigentlich nicht neu - schon 1997 haben wir die erste Version im „ELVjournal“ vorgestellt. Inzwischen hat das Programm, wie die anderen ABACOM-Programme auch, eine feste „Fangemeinde“ unter den Elektronikern. Erhält man doch hier zum sehr moderaten Preis Entwicklungshilfsmittel, die in ihrem Funktionsumfang und ihrer Bedienbarkeit weit teureren CAD-Programmen das Wasser reichen können. Sie sind nicht nur bei Hobby-Elektronikern beliebt, sondern haben inzwischen auch einen festen Platz in Handwerk und Gewerbe.

Das Schaltplan-Entwurfsprogramm SPlan liegt nunmehr in seiner brandneuen

Version 5.0 vor, die gegenüber den Vorgängerversionen nochmals an Funktionsumfang zugelegt hat. Ergänzt wird das Programm durch einen beliebig weitergebbaren Viewer (Freeware), der auch anderen das Öffnen, Betrachten und Drucken der Schaltpläne im Originalformat ermöglicht. Damit muss man nicht den manchmal verlustreichen Umweg über Dateixporte gehen. Über den Viewer kann die Datei in erstklassiger Qualität (zoombar!) angesehen und auch in ebensolcher Postscript-Qualität ausgedruckt werden.

Ach ja, auch beim Speichermedium geht man jetzt neue Wege - die neuen Versionen kommen natürlich als moderne 32-Bit-Version auf einer CD-ROM in Deutsch und Englisch ins Haus.

Wer die Vorgängerversionen kennt, wird

vieles wiedererkennen. Das zeugt von Kontinuität, ebenso der Umstand, dass Dateien der 4.0-Version ladbar sind.

Schon allein der Blick auf die Toolbars zeigt, dass einiges an Funktionalität hinzugekommen ist - nach Art guter Grafikprogramme finden sich die Zeichen- und Editiertools links von der Arbeitsfläche in einer eigenen übersichtlichen Toolbar. Alle Elemente sind entweder aus vorhandenen bzw. selbst editierbaren Schaltzeichen-Bibliotheken per Drag & Drop auf der auch über mehrere Blätter entfaltbaren Arbeitsfläche platzierbar oder mit den Grafiktools selbst zu zeichnen. Hier sind beliebige Formen ebenso möglich wie Kreisabschnitte, Füllungen, Import von Bildern und Grafiken oder Beschriftungen.

Bei den mitgelieferten Schaltzeichenbi-

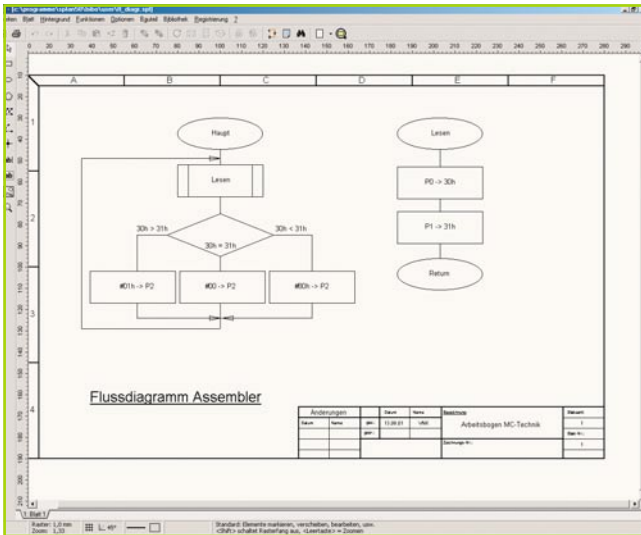


Bild 1: Dass die Funktionalität nicht auf den Schaltungs-entwurf begrenzt ist, zeigt dieses Beispiel

technik verfügbar, über die Internetseite des Programmherstellers werden weitere Bibliotheken dazukommen.

Über die Blatteinteilung lässt sich die Zeichenfläche nach eigenem Wunsch vorbereiten, etwa in mehrere Blätter aufteilen, z. B. nach Baugruppen sortiert. Dazu gehören auch die Bemassung der Zeichenfläche sowie die Hintergrund- und Rasterdefinition.

bibliotheken fällt auf, dass man auch an andere Gewerke als den Elektroniker gedacht hat, man findet Schaltzeichen der Elektroinstallation ebenso wie Hydraulik- und Pneumatik- oder eine Bibliothek für den Antennenbau. Damit erschließt sich das Programm auch als CAD-Programm für diese Bereiche.

Doch SPlan ist mehr als nur ein Zeichenprogramm. Gleichzeitig mit dem Zeichnen findet eine automatische Bauteilnummerierung statt, die sogar über mehrere Blätter arbeiten kann. Letzteres gilt auch für die automatische Stücklistenenerstellung über mehrere Blätter. Dazu ist das beliebige Einfügen von Variablen und eine Online-Bauteilsuche möglich. Letztere kann sowohl nach einzelnen Bauteilen wie auch nach ganzen Bauteilgruppen, z. B. allen Widerständen suchen.

Schließlich kann man das Programm auch sehr gut für andere Anwendungen, z. B. für das Erstellen von Flussdiagrammen (Abbildung 1) oder Illustrationen einsetzen.

Bedienung einfach, Bibliotheken top

Die Bedienung erfolgt in bewährter Weise wahlweise über die Menüleiste oder die darunter liegende Toolbar.

Wer die Vorgängerversionen kennt, wird nach einem Klick auf die Bibliotheksliste (Abbildung 2) links von der Zeichenfläche erstaunt den enormen Sprung an der mitgelieferten Menge von Bibliotheken und deren Inhalten konstatieren. Natürlich sind diese übersichtlich mehrspaltig ausgeführten Bibliotheken beliebig editier- und ergänzbar, sie können ebenso umsortiert wie neu gegliedert werden. Damit hat man im Nu sein persönliches Schaltzeichenverzeichnis zusammen. Ergänzt wird der Lieferumfang von auf der CD-ROM vorhandenen, so genannten User-Verzeichnissen (Abbildung 3), in denen sich auch spezielle Schaltzeichen befinden. So ist hier z. B. ein Verzeichnis mit Schaltzeichen aus der Röhren-

Besonders interessant ist die Hintergrundblatt-Erstellung (Abbildung 4). Damit lassen sich Zeichnungs-Formblätter, wie sie im professionellen Bereich verwendet werden, auf der Zeichnungsfläche platzieren. Dies geht sogar mit Norm-Umrandungen des gesamten Blattes. Die Formblätter sind über den Hintergrund-Editor frei anpass- und sogar selbst entwerfbar.

Hier kann man dann bequem und normgerecht wie ein technischer Zeichner alle wichtigen Informationen zur Zeichnung unterbringen.

Über die Blatteinteilung lässt sich die Zeichenfläche nach eigenem Wunsch vorbereiten, etwa in mehrere Blätter aufteilen, z. B. nach Baugruppen sortiert. Dazu gehören auch die Bemassung der Zeichenfläche sowie die Hintergrund- und Rasterdefinition.

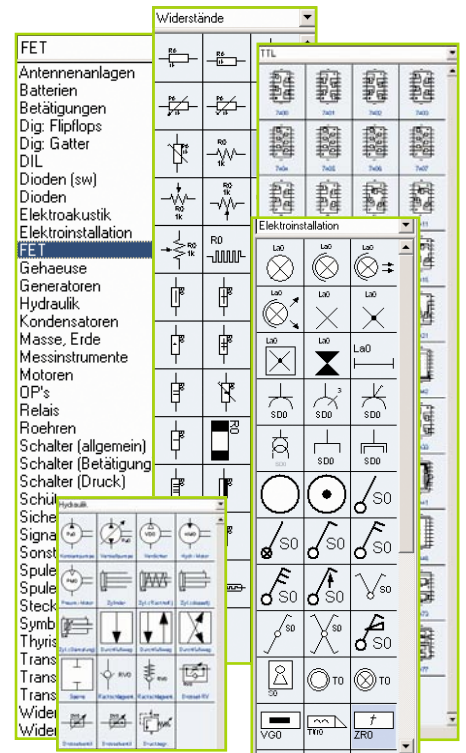


Bild 2: Mit dem Programm geliefert - Schaltzeichenbibliotheken für alle denkbaren Bereiche

Bauteile selbst definieren

Obwohl der Lieferumfang der Bauteile beträchtlich ist, wird man immer einmal ein Bauteil modifizieren oder gar selbst zeichnen müssen. Das erfolgte schon bei den Vorgängerversionen innerhalb eines

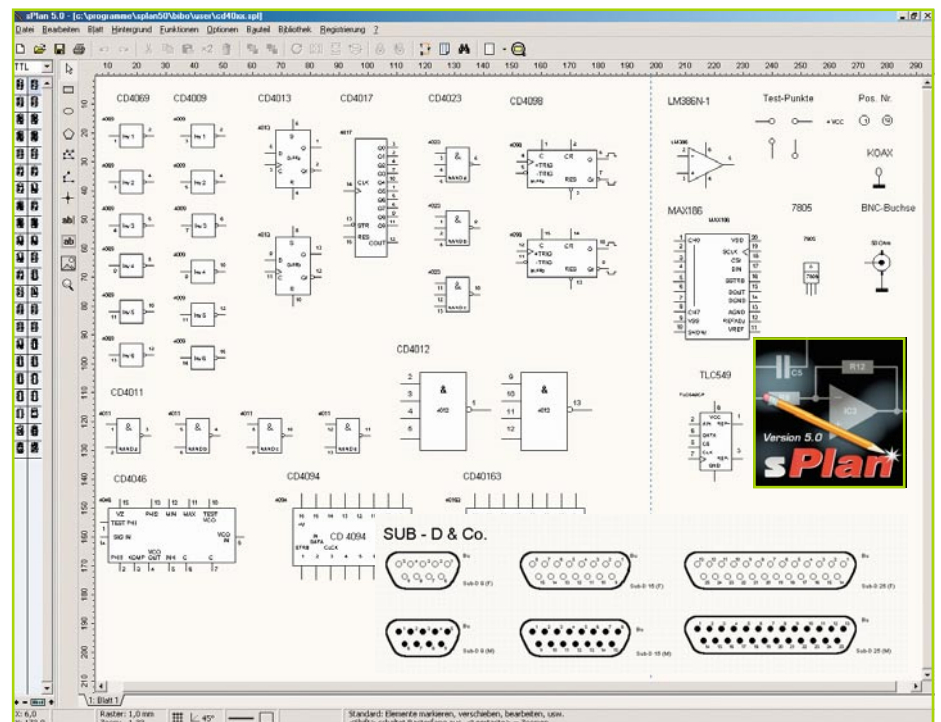


Bild 3: In den User-Bibliotheksverzeichnissen finden sich zahlreiche weitere Schaltzeichen. Rechts in der Mitte ein Beispiel für ein importiertes Bitmap-Bild

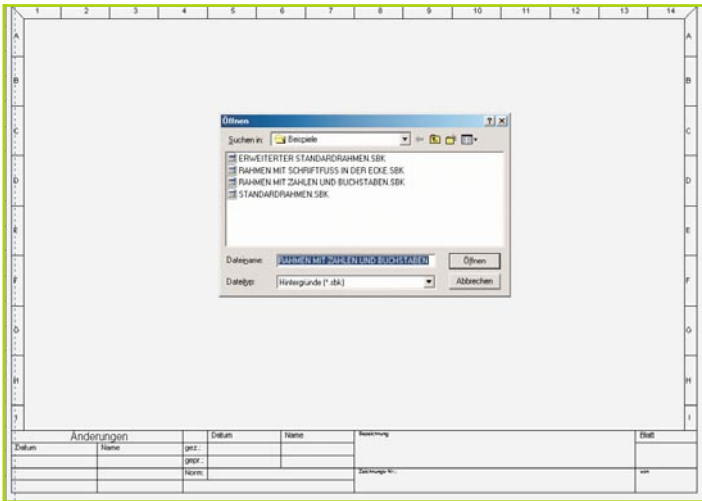


Bild 4: Über die Hintergrundfunktion sind Formblätter auswähl- und erstellbar

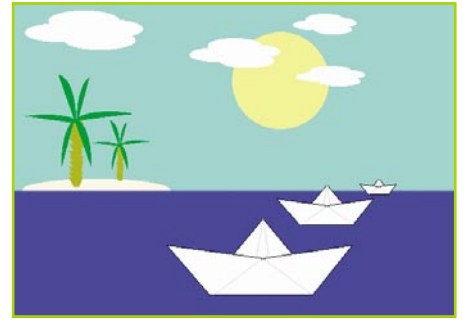


Bild 6: Das kann das Zeichenprogramm auch - einfache, farbige Illustration

sehr komfortablen Bauteileditors (Abbildung 5). Diesen findet man in erweiterter Form auch bei der neuen Version. Allerdings ist hier gegenüber der ersten Version die Vektorgrafik eingezogen, was die fertige Zeichnung beliebig zoombar macht. Eine Bauteilgrafik besteht aus der Grafik selbst, einem Bezeichnungstext, z. B. R1, einem Wertetext, z. B. 1k, und einem erläuternden Zusatztext, der das Bauteil beim Aufruf des jeweiligen Eigenschaftsmenüs (Doppelklick auf das Bauteil in der Schaltung) sowie auf Wunsch auch in der späteren Stückliste näher beschreiben kann. Sowohl Bezeichner als auch Wert können wahlweise ausgeblendet werden, etwa, wenn man eine Schaltung ohne Dimensionierung weitergeben will. Der Bezeichner kann so definiert werden, dass er beim Einfügen in den Schaltplan automatisch heraufgezählt wird. Man muss sich also nicht um das Nummerieren der Bauteile kümmern.

Ein Bauteil muss jedoch nicht immer ein Bauelement nach obiger Definition sein. Als „Bauteil“ sind auch Symbole, importierte Grafiken, Bilder (Cliparts) oder sogar ganze Schaltungsteile definierbar. So kann das Programm u. a. auch zur o. g. Erstellung von Programmablaufplänen, technischen Illustrationen usw. dienen.

Neu ist die Definition von so genannten Kontakten, die das Einsetzen in die Schaltung, den „Anschluss“ an die umgebenden

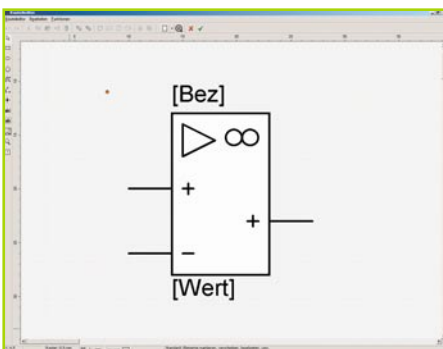


Bild 5: Der Bauteileditor in Aktion

Schaltungsteile erleichtern. Es sind Texte, die direkt im Schaltungsentwurf editierbar sind und als Kontaktbezeichnungen dienen. So muss man, wenn bei einem Standard-Bauelement nur jeweils die Anschlussbezeichnungen zu ändern sind, diese nicht mehrmals in die Bibliothek aufnehmen, sondern es reicht eine einmalige Aufnahme. Will man dann die Anschlussbezeichnungen (Kontaktliste) ändern, reicht ein Doppelklick und die Änderung im Eigenschaftsdialog. Insgesamt ist der Entwurf eigener Bauteile also extrem einfach, zumal man sich nicht an das enge Korsett von Designregeln halten muss, die CAD-Programme fordern, die anschließend eine Umsetzung in den Platinenentwurf vornehmen müssen.

Zeichnen mit Komfort

Das Zeichnen selbst ist denkbar einfach. Einfach ein Bauteil in der Bibliothek auswählen, auf der Zeichenfläche platzieren und danach mit dem Linienzeichner die Verbindungen setzen. Dabei muss man nicht millimetergenau lavieren, das einstellbare Fangraster und die selbst platzier-

baren Hilfslinien sind magnetisch (abschaltbar), sodass die genaue Verbindung halbautomatisch angelegt wird. Dies trifft auch für die Platzierung der Verbindungspunkte zu. Die Bezeichner und Werte sind bei Bedarf direkt auf der Zeichenfläche verschiebbar, überhaupt genießt der Zeichnende maximale Flexibilität. Auch das Platzieren, Eingeben und Editieren von Text ist einfach und flexibel - man kann Texte in beliebigen Größen, mehreren Schriftstilen, Farben und Ausrichtungen, auch rechtsbündig eingeben. Für längere Texte steht eine Mengentextfunktion zur Verfügung, die die Eingabe und Formatierung in einem gesonderten Fenster vereinfacht. Wie gesagt, um die Bauteilnummerierung muss man sich nicht kümmern, sie erfolgt automatisch. Auch der Import von Grafiken und Bildern ist ein Kinderspiel, sie sind ebenfalls frei platzier- und (in den Grenzen eines Bitmaps) skalierbar, siehe dazu Abbildung 3. Letztendlich kann man sogar ganz normale einfache Illustrationen erstellen, Abbildung 6 zeigt ein kleines Beispiel dafür. Bleibt zur Zeichenprogramm-Funktionalität noch zu erwähnen, dass alle Objekte skalier-, rotier, spiegel- und ausrichtbar sind sowie eine Weiterbearbeitung, durch so genannte Changer möglich ist. Diese erzeugen Rundungen in Vier-

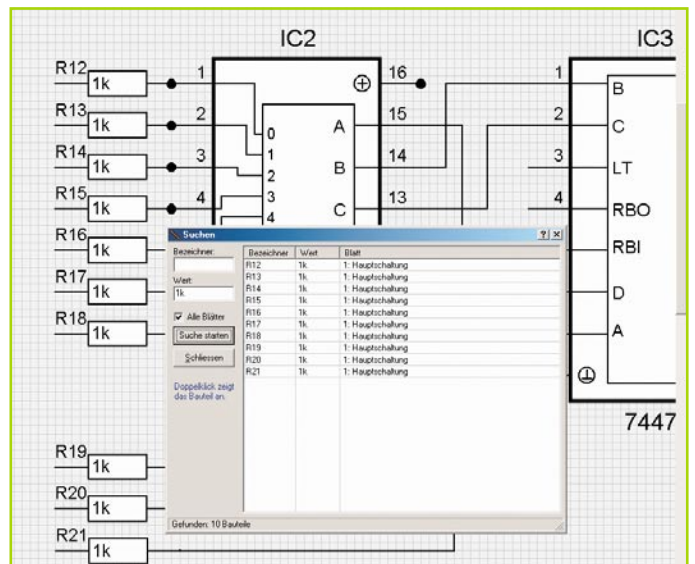


Bild 7: Die Suchfunktion findet alle Bauteile in der Schaltung nach verschiedenen Suchkriterien

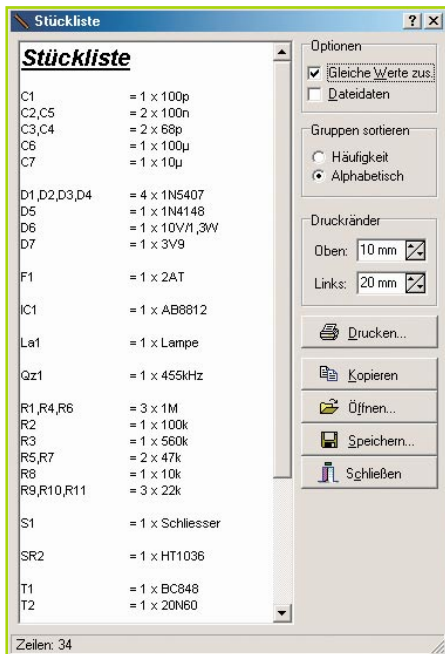


Bild 8: Wertvolle Hilfe - Die automatisch generierte Stückliste

ecken, stellen Bögen ein, verändern die Form von Polygonen, verschieben Knotenpunkte von Linien.

Übersicht behalten

Welche und wieviele Elkos habe ich denn schon „verbaut“? Jederzeit kann man mit der in Abbildung 7 gezeigten Bauteilsuchfunktion nach verschiedenen Kriterien suchen lassen, etwa, um eine Kostenoptimierung zu betreiben. Dies ist über alle Schaltungsblätter möglich. Und damit man sich nicht mühsam alle eingesetzten Bauteile aufschreiben muss, erzeugt das Programm automatisch eine Stückliste (Abbildung 8), die ebenfalls nach verschiedenen Kriterien sortierbar ist. Praktischerweise ist es möglich, z. B. für den anschließenden Einkauf Werte gleicher Größen zusammenfassen zu lassen. So bekommt

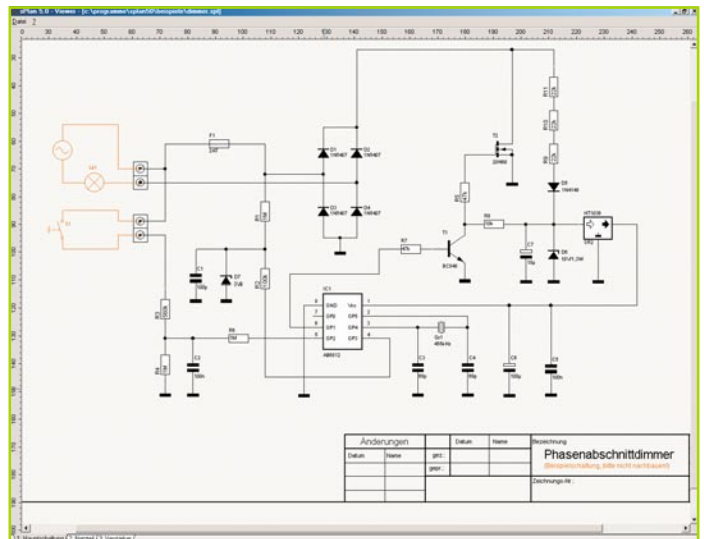
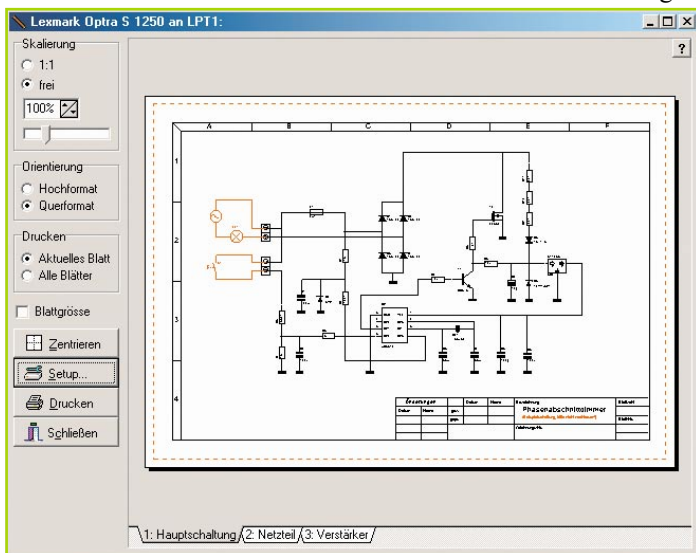


Bild 10: Mit dem Viewer sind die Schaltungen im Originalformat ladbar, können betrachtet und ausgedruckt werden.

man sehr schnell auch den Überblick über den Gesamtaufwand, und die ordentliche Stückliste ist ein wesentlicher Teil einer schriftlichen Dokumentation.

Selbstverständlich kann man in der automatisch erzeugten Stückliste vor ihrer Speicherung bzw. Ausdruck beliebige manuelle Änderungen vornehmen, sie ergänzen, Kommentare verfassen usw.

Sauberer Druck

Auch die in Abbildung 9 dargestellte Druckfunktion ist sehr komfortabel ausgeführt. Über die Vorschau hat man einen realen Ausblick über den bedruckbaren Seitenbereich entsprechend des verwendeten Druckers, natürlich auch über mehrere Seiten. Damit gehören abgeschnittene Zeichnungsbereiche der Vergangenheit an. Hier ist auch die Möglichkeit der Skalierung zu erwähnen, sodass das Druckergebnis ganz nach Wunsch (etwa nur Ausdruck eines Schaltungsbereiches) ausfallen kann.

Ich schicke Ihnen die Zeichnung...

Alle Zeichnungen sind zunächst als Bild

exportierbar, etwa ins WMF/EMF-Format. Aber auch der Bitmap-Export als GIF oder BMP ist möglich. Dabei kann die gewünschte Auflösung einfach eingestellt werden. So ist man in der Lage, Daten sowohl für die Druckausgabe als auch für die reine Bildschirmausgabe zu erstellen. Neu ist der bereits kurz erwähnte Viewer (Abbildung 10). Diese Programmdatei darf frei weitergegeben werden, sie ermöglicht das direkte Öffnen der z. B. per E-Mail versandten Schaltungsdatei, ohne dass diese in ein anderes Format exportiert werden muss. Mit der im Viewer integrierten Lupenfunktion kann sich der Empfänger jedes Schaltungsdetail auch in extremer Vergrößerung ansehen. Die ebenfalls verfügbare Druckfunktion entspricht der des Hauptprogramms. Also ist der Empfänger auch in der Lage, die Daten in professioneller Qualität auszudrucken.

Schließlich soll die hervorragend strukturierte und besser als bei den üblichen Pendants bedienbare Online-Hilfe nicht unerwähnt bleiben. Alle Funktionen sind wirklich ausführlich erläutert und mit Screenshots illustriert. Da kann man eigentlich getrost darauf verzichten, das mehr als 60-seitige Handbuch, das als Word-Dokument mit im Programmverzeichnis installiert wird, auszudrucken.

Eine von beiden Dokumentationen sollte aber mindestens gelesen werden. Die Bedienoberfläche des Programms ist zwar sehr intuitiv ausgeführt, naturgemäß benötigt man aber weiteres Detailwissen zu einigen Funktionen, etwa der komplexen Kontakte-Funktion. Ansonsten kann man sich schnell und quasi spielerisch in das Programm einarbeiten und ist sofort in der Lage, hochqualitative Schaltungs- und Stücklisten-Unterlagen zu erstellen - und nicht nur die, wie wir gesehen haben. Damit ist SPlan in der neuen Version 5.0 durchaus legitim als universelles Grafik- und Dokumentationsprogramm für den Entwickler- und Hobby-Alltag zu bezeichnen.

Bild 9: Im Druckdialog kann man ganz genau im Voraus sehen, welcher Seitenbereich gedruckt wird



Temperaturlogger TL 1000

Teil 2

Nachdem im ersten Teil des Artikels die Bedienung, die Funktion und die Software des TL 1000 vorgestellt wurden, erfolgt nun die ausführliche Beschreibung der Schaltung und des praktischen Aufbaus.

Schaltung

Die Schaltung des Temperaturloggers ist trotz der interessanten Funktion recht übersichtlich, wie in Abbildung 13 zu sehen ist. Den Kern der gesamten Schaltung bildet der Single-Chip-Mikrocontroller vom Typ ELV 02277. Im Controller läuft die gesamte Datenerfassung und Verwaltung sowie die Kommunikation mit dem PC über die serielle Schnittstelle ab.

Die Messwerte legt der Controller dann im externen RAM (IC 4) ab. Hier handelt es sich um ein 32-k-RAM vom Typ 62256.

Da der Adress- und Datenbus des Mi-

krocontrollers gemultiplext wird, müssen die Adressleitungen A 0 bis A 7 im Latch IC 3 des Typs 74HC573 zwischengespeichert werden.

Die Kommunikation mit dem PC erfolgt über Port 3.0 (RXD) und Port 3.1 (TXD) des Controllers.

Hardware-Handshakes werden beim TL 1000 nicht genutzt. Vom Mikrocontroller gelangen die Signalleitungen der Schnittstelle direkt zum Schnittstellentreiber Baustein IC 7 des Typs MAX 232. Hier werden dann die für RS 232 erforderlichen Signalpegel generiert. An externer Beschaltung werden beim MAX 232 nur die 5 Elektrolyt-Kondensatoren C 16 bis C 20

benötigt. Über einen 9-poligen Sub-D-Printstecker erfolgt letztendlich die Verbindung zum PC.

Der im Mikrocontroller integrierte Taktoszillator ist an Pin 18 und Pin 19 extern zugänglich und mit dem 14,745-MHz-Quarz Q 1 und den beiden Kondensatoren C 21 und C 22 beschaltet.

Über die an Port 1.4 bis Port 1.6 angeschlossenen Kodierstecker JP 1 bis JP 3 erfolgt der Aufruf des Abgleichmodes, worauf wir später noch detailliert eingehen werden.

Kommen wir nun zur Messschaltung und zum analogen Schaltungsteil im oberen Bereich des Schaltbildes. Hier sind die

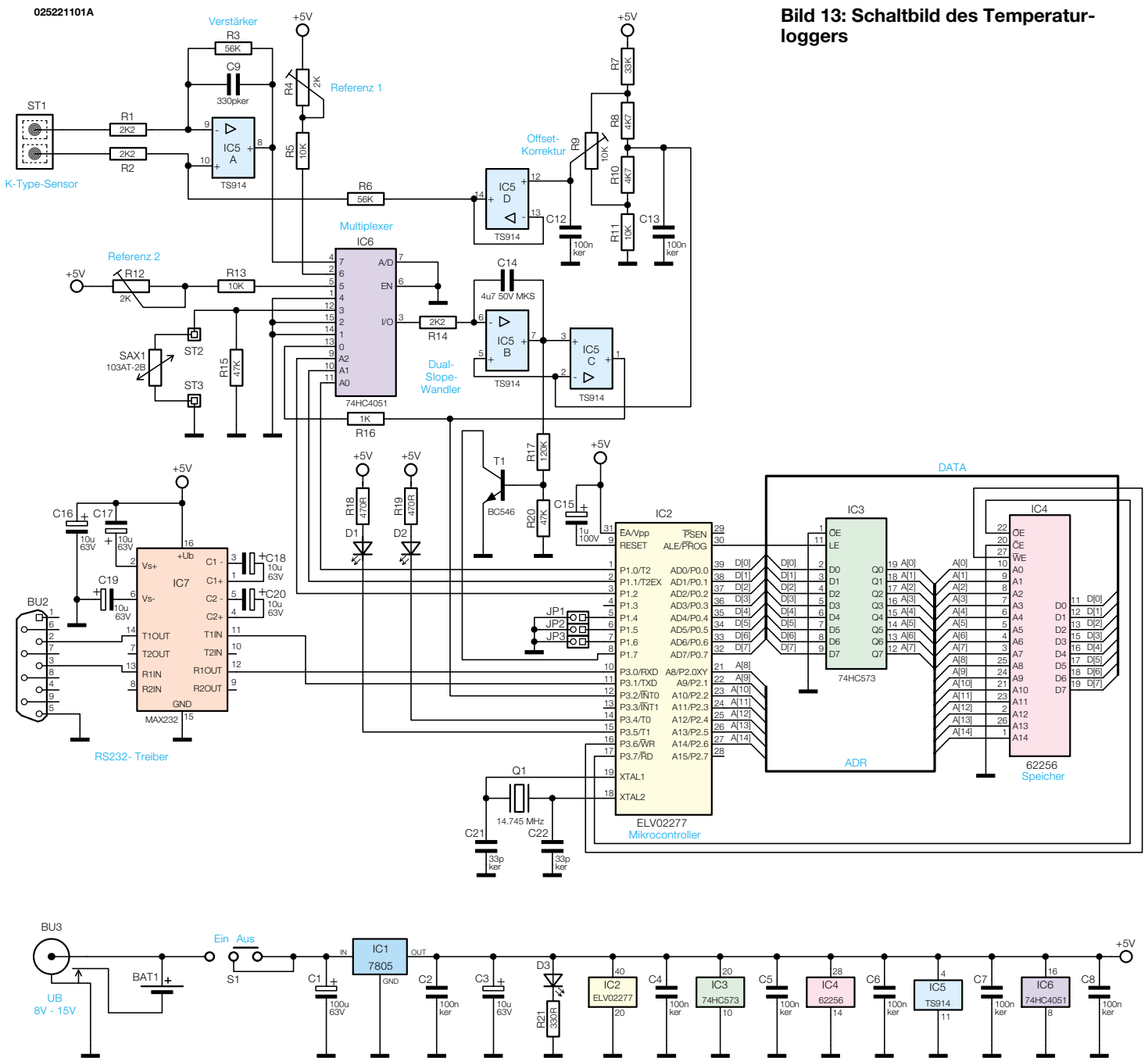


Bild 13: Schaltbild des Temperaturloggers

Daten von zwei unterschiedlichen Temperatursensoren zu verarbeiten. Zum Anschluss eines Hochtemperatur-Thermoelement-Sensors dient die Buchse ST 1 und ein Thermistor-Temperatursensor wird an ST 2 und ST 3 angeschlossen.

Betrachten wir zuerst den Schaltungsteil für den K-Type-Thermoelement-Sensor. Derartige Temperatursensoren geben nur eine geringe Spannung von $41 \mu\text{V je } ^\circ\text{C}$ aus, sodass eine entsprechende Verstärkung erforderlich ist. Diese Aufgabe übernimmt der Operationsverstärker IC 5 A, der die vom Sensor kommende Thermospannung um den Faktor 25 verstärkt.

Zum Nullpunkt-Abgleich des Sensors wird über IC 5 D noch ein variabler Offset zum Eingangssignal hinzuaddiert. Mit Hil-

fe des Spindeltrimmers R 9 ist die Offsetspannung im Bereich von 1 V bis 1,6 V einstellbar. Die Keramik Kondensatoren C 12, C 13 verhindern hochfrequente Störeinkopplungen im Bereich der Offseiteinstellung. Das verstärkte Sensorsignal steht letztendlich an IC 5, Pin 8 zur Verfügung und wird auf Pin 4 des CMOS-Multiplexers IC 6 gegeben.

Der zwischen Schaltungsmasse (ST 3) und dem Signaleingang (ST 2) liegende Thermistor-Temperatursensor ist direkt mit Pin 12 des Multiplexers IC 6 verbunden, wobei der parallel geschaltete Widerstand R 15 den maximalen Widerstandswert begrenzt.

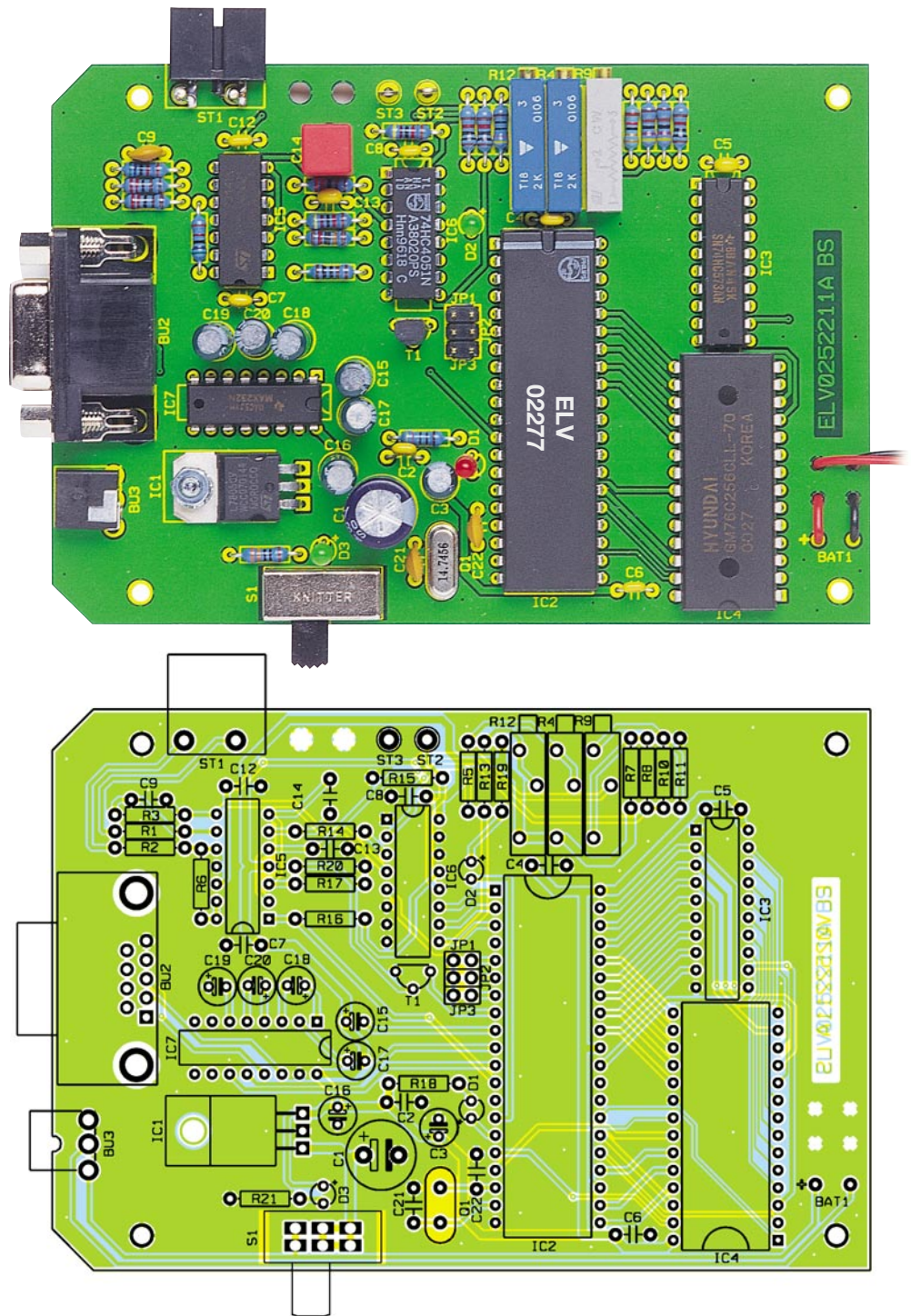
Mit Hilfe des Operationsverstärkers IC 5 B und IC 5 C ist ein Dual-Slope-AD-

Wandler realisiert. Der Bezug der beiden OPs liegt über den Spannungsteiler R 7 bis R 11 auf ca. 1,3 V. Daher ist es nicht erforderlich, den Thermistor SAX 1 mit einem Widerstand nach + 5 V zu beschalten.

Die Eingangsauswahl wird über den Analog-Multiplexer IC 6 vorgenommen. Im Ruhezustand des AD-Wandlers ist der Eingang 0 (Pin 13) sowie der Ausgang von IC 5 C mit dem Eingang des AD-Wandlers verbunden, sodass dieser auf 0 gehalten wird.

Zur Temperaturmessung wird dann je nach verwendetem Sensor entweder der SAX 1 oder der Ausgang von IC 5 A (Pin 8) mit dem Eingang des AD-Wandlers verbunden.

Ansicht der fertig bestückten Platine des Temperaturloggers mit zugehörigem Bestückungsplan



Der AD-Wandler integriert nun 20, 40, 60 oder 80 ms lang das Signal auf. Die Länge des Aufintegrierens ist abhängig von der Steigung der Rampe, die der Prozessor über R17, R20, T1 und P1.7 überwacht.

Nach Beendigung des Aufintegrierens wird der Wandler auf Abintegrieren mit einem abgleichbaren Referenzwiderstand geschaltet.

Dazu wird entweder der Referenzwiderstand R4 und R5 am Eingang "6" (Pin2) oder der Referenzwiderstand R12 und R13 am Eingang "5" (Pin5) des Multiplexers IC6 auf den Eingang des Wandlers geschaltet. Aus der Zeit, die der Wand-

ler zum Abintegrieren braucht, berechnet der Prozessor den aktuell gemessenen Wert.

Die beiden Status-LEDs D 1 und D 2 sind direkt mit Port 3.4 und Port 3.5 des Mikrocontrollers verbunden. Die rote LED (D 1) leuchtet während der gesamten Datenerfassung und die grüne LED (D 2) leuchtet mit jeder Messwerterfassung kurz auf.

Zur Spannungsversorgung des TL 1000 kann wahlweise eine 9-V-Blockbatterie oder ein unstabiliertes Steckernetzteil mit einer Ausgangsspannung von 9 V - 15 V dienen, die an die Buchse BU 3 anzuschließen ist.

Über den Schiebeschalter S 1 gelangt die Betriebsspannung dann auf den Pufferelko C 1 und den Eingang des Spannungsreglers IC 1. Am Reglerausgang steht eine stabilisierte 5-V-Spannung zur Verfügung, wobei C 2 und C 3 in diesem Zusammenhang Schwingneigungen des Reglers verhindern und die Keramik-Kondensatoren C 4 bis C 8 sind direkt an den Versorgungspins der einzelnen integrierten Schaltkreise zur HF-Abblockung angeordnet.

Nachbau

Da die gesamte Schaltung mit konventi-

Stückliste: PC-Temperaturlogger TL1000

Widerstände:

330 Ω	R21
470 Ω	R18, R19
1 kΩ	R16
2,2 kΩ	R1, R2, R14
4,7 kΩ	R8, R10
10 kΩ	R5, R11, R13
33 kΩ	R7
47 kΩ	R15, R20
56 kΩ	R3, R6
120 kΩ	R17
Spindeltrimmer, 2 kΩ	R4, R12
Spindeltrimmer, 10 kΩ	R9

Kondensatoren:

33pF/ker	C21, C22
330pF/ker	C9
100nF/ker	C2, C4-C8, C12, C13
1µF/100V	C15
4,7µF/MKS2	C14
10µF/63V	C3, C16-C20
100µF/63V	C1

Halbleiter:

7805	IC1
ELV02277	IC2
74HC573	IC3
62256	IC4
TS914	IC5
74HC4051	IC6
MAX232	IC7
BC546	T1
LED, 3 mm, rot	D1
LED, 3 mm, grün	D2, D3

Sonstiges:

Quarz, 14,745MHz, HC49U70/U4	Q1
SUB-D-Buchsenleiste, 9-polig, print	BU2
DC-Buchse, print	BU3
Thermoelement-Buchse, Typ K, print	ST1
Schiebeschalter, 2 x um, winkelprint	S1
Stiftleiste, 3 x 2-polig	JP1-JP3
Lötstifte mit Lötöse	ST2, ST3
9V-Batterieclip	BAT1
Temperatursensor mit Anschlussleitung, 103AT-11	SAX1
1 Jumper	
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 8 mm	
6 Knippingschrauben, 2,2 x 6,5 mm	
1 Mutter, M3	
1 Fächerscheibe, M3	
1 Gehäuse, TL1000, bearbeitet und bedruckt, komplett	

onellen bedrahteten Bauelementen realisiert wurde, ist der praktische Aufbau recht einfach.

In üblicher Weise werden zunächst die niedrigsten Komponenten, in unserem Fall sind dies die 1%igen Metallfilmwiderstände und die Dioden, bestückt. Nach dem Abschneiden der an der Platinenunterseite überstehenden Drahtenden, wie auch bei allen nachfolgend zu bestückenden bedrahteten Bauteilen, sind die Keramik-Kondensatoren an der Reihe. Diese müssen mit möglichst kurzen Anschlussleitungen eingelötet werden.

Im nächsten Arbeitsschritt wird der Spannungsregler IC 1 mit einer Schraube M3 x 8 mm, einer Zahnscheibe und einer Mutter in liegender Position auf die Leiterplatte montiert und danach verlötet.

Beim Einlöten der Spindeltrimmer ist eine zu große oder zu lange Hitzeeinwirkung auf das Bauteil zu vermeiden.

Die integrierten Schaltkreise sind an der Pin 1 zugeordneten Gehäusesseite durch eine Kerbe oder einen Punkt gekennzeichnet. Die Kennzeichnung muss mit dem Symbol im Bestückungsdruck übereinstimmen.

Als dann werden der Quarz Q 1 und die drei zweipoligen Stiftleisten (JP 1 bis JP 3) bestückt.

Die Anschlüsse des Transistors T 1 müssen vor dem Verlöten so weit wie möglich durch die zugehörigen Platinenbohrungen geführt werden.

Elektrolyt-Kondensatoren sind gepolte Bauelemente und üblicherweise am Minuspol gekennzeichnet. Beim Einbau muss daher unbedingt auf die korrekte Polarität geachtet werden, da falsch gepolte Elkos sogar explodieren können.

Die Buchsen BU 2 und BU 3 sowie ST 1 und der Schiebeschalter S 1 müssen vor dem Verlöten plan auf der Leiterplattenoberfläche aufliegen.

Jetzt werden die Anschlussleitungen des 9-V-Batterieclips wie auf dem Platinenfoto zu sehen ist, durch die zugehörigen Bohrungen gefädelt und angelötet.

Die drei Leuchtdioden D 1 bis D 3 benötigen einen Platinenabstand von 19 mm, gemessen von der LED-Spitze bis zur Platinenoberfläche.

Nun wird die fertig bestückte Leiterplatte gründlich hinsichtlich Löt- und Bestückungsfehlern überprüft und danach mit 4 Knippingschrauben 2,9 x 6,5 mm in die Gehäuseunterhalbschale geschraubt. Vor dem Aufschrauben des Gehäuseoberteils ist jedoch zuerst der erforderliche Abgleich durchzuführen.

Abgleich

Insgesamt sind beim TL 1000 drei Abgleichpunkte vorhanden, wobei sich zwei auf den K-Type-Thermoelement-Sensor

und einer auf den Thermistor SAX 1 beziehen.

1. Nullpunkt-Abgleich für den Eingang des K-Type-Thermoelement-Sensors

Für diesen Abgleich ist der Eingang des K-Type-Sensors zu überbrücken und anschließend der Kodierstecker JP 3 zu stecken. Nun befindet sich das Interface im Abgleichmodus. Für die Offset-Korrektur ist R 9 so einzustellen, dass die beiden LEDs D 1 und D 2 verlöschen. Je nachdem, ob die Korrekturspannung zu hoch oder zu niedrig ist, leuchtet entweder die rote oder die grüne LED. Sobald beide LEDs nicht mehr aufleuchten, ist der Abgleich korrekt und der Kodierstecker JP 3 ist wieder zu entfernen.

2. Referenz-Abgleich für den Eingang des K-Type-Thermoelement-Sensors

Zum Abgleich des Sensors wird eine Spannung von 41,276 mV benötigt, die an den Eingang des K-Type-Sensors anzulegen ist. Diese Spannung entspricht dann einer Temperatur von 1000 °C.

Nach Anlegen der Spannung ist der Kodierstecker JP 2 zu stecken, worauf sich das Interface dann wieder im Abgleichmode befindet. Mit Hilfe des Spindeltrimmers R 4 ist der Abgleich des Referenzwiderstandes so durchzuführen, dass die beiden LEDs D 1 und D 2 (wie auch beim ersten Abgleichschritt) wieder verlöschen. Je nachdem, ob der Referenzwiderstand zu groß oder zu klein ist, leuchtet die rote oder die grüne LED. Wenn keine der beiden LEDs aufleuchtet, ist der Abgleich korrekt und der Kodierstecker ist zu entfernen.

3. Referenzabgleich für den Thermistor

Für den dritten und letzten Abgleichpunkt ist an Stelle des Thermistors SAX 1 ein möglichst genauer Widerstand von 10 kΩ anzuschließen und im Anschluss hieran der Kodierstecker JP 1 zu stecken. Das Interface befindet sich wieder im Abgleichmode, wo mittels R 12 der Referenzwiderstand so einzustellen ist, dass weder die rote noch die grüne LED leuchtet.

Wie bei den vorangegangenen Abgleichpunkten ist der Referenzwiderstand entweder zu groß oder zu klein, je nachdem welche der beiden LEDs aufleuchtet. Wenn beide LEDs nicht mehr leuchten, wird der Kodierstecker auch hier wieder entfernt.

Der Abgleich ist nun abgeschlossen und nach dem Aufschrauben des Gehäuseoberteils ist der Temperaturlogger TL 1000 einsatzbereit.

Weltweit live dabei - Web-/Netzwerk-Kameras



Mit der praktischen Kombination von Kamera und Video-Web-Server oder PC kann man Objekte quasi weltweit per Internet überwachen, Touristenattraktionen live vorstellen, Wetterdaten übertragen, alarmieren usw. Wir zeigen, wie derartige Systeme arbeiten, wie sie installiert und eingesetzt werden.

Immer auf Draht

Webcam ist das sicher etwas nebulöse Schlagwort, das bereits seit vielen Jahren beherrschend ist, wenn es um Weitverkehrs-Fernüberwachung bzw. die berühmte, aber wohl eher weniger Fuß fassende Videokonferenz geht. Insbesondere in den letzten zwei Jahren haben sich jedoch Spezialisierungen herauskristallisiert, die einerseits eindeutige Zuordnungen der Einsatzgebiete erlauben und andererseits eine ebenso eindeutige Definition des technischen Aufwands hierzu.

Sicher ist allein der Begriff „Webcam“ etwas irreführend, stellt man sich darunter doch landläufig eine Kamerakonfiguration vor, die ausschließlich auf die Nutzung im Internet abzielt. Die allermeist genutzten Kamerasysteme arbeiten jedoch in lokalen Netzen, freilich immer öfter mit Anbindung an das WAN (Wide Area Net-

work - Netzwerkverbindung außerhalb des örtlichen Netzwerkes über Telefon- und Datenleitungen). Deshalb hat sich unter Technikern auch eine Differenzierung herausgebildet. Die Webcam im herkömmlichen Sinne ist heute eine preiswerte PC-Kamera, die, meist per USB, direkt an einen PC angeschlossen ist, der wiederum über das Internet mit anderen kommuniziert. Derartige Konfigurationen stellen z. B. viele private Webcams dar. Ähnlich arbeiten Kombinationen aus beliebigen Kameras und in einen PC installierbaren Digitalisierungskarten. Diese Konfigurationen kommen jedoch schon mit leistungsfähigen Software-Lösungen ins Haus, die z. B. die Objekterkennung (Motion Detection), die Aufzeichnung der Bilder auf Festplatte, die Fernabfrage bzw. Fernsteuerung über einen fernen Rechner möglich machen.

Dann gibt es eine weitere Gruppe von Webcam-Konfigurationen, die der Stand-

alone-Server, an die ganz normale Kameras angeschlossen werden. Der äußerst kompakte, autark arbeitende Server verarbeitet die Video- und oft auch Audiosignale, komprimiert sie und schickt sie über eine Modem- oder gar integrierte ISDN-Schnittstelle ins Internet.

Die dritte Gruppe, und diese wollen wir hier näher betrachten, stellen die so genannten Netzwerk-Kameras dar. Diese sind hoch spezialisierte Kamera-Server-Kombinationen, die einfach per Ethernet-Schnittstelle in bestehende (Firmen-)Netzwerke (Intranet) eingebunden werden. Dies erfolgt genauso, wie man einen PC in solch ein Ethernet einbindet. Man weist der Kamera eine so genannte IP-Nummer zu, die ihre Adresse im Netzwerk darstellt. Unter dieser Nummer ist sie wie jeder andere Rechner, zentrale Datenspeicher oder Drucker, im Netz ansprechbar.

Der Zugriff erfolgt dabei recht unkompliziert per Standard-Internet-Browser, der

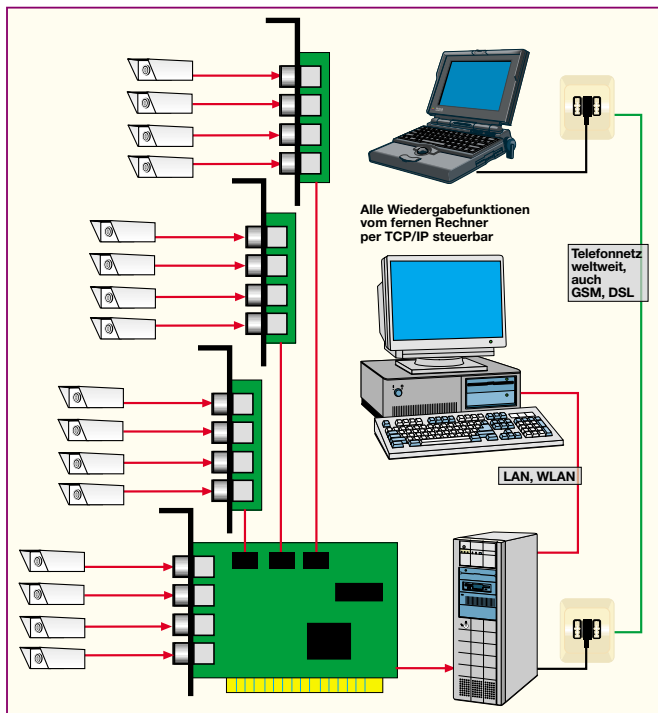


Bild 1: Mittels einer PCI-Karte mit Digitalisier- und Komprimier-technik wird der PC kostengünstig zum Videosever

mit Stand-alone-Netzwerkserver und PC werfen.

PC wird zum Videosever

Will man bereits vorhandene Überwachungskameras, die ja schon komplett verkabelt sind, in das Computernetzwerk einbinden, ist eine der einfachsten Lösungen die, einen vorhandenen PC mit einer Steckkarte auszurüsten, die die Hardware zur Digitalisierung und Komprimierung der Bildsignale enthält. Über die mitgelieferte Software der Karte ist die Möglichkeit eröffnet, sowohl den PC als digitalen Videorecorder zu nutzen als auch die Fernabfrage über das Netzwerk oder das Internet zu realisieren. Die in Abbildung 1 gezeigte Lösung ermöglicht dies für bis zu 16 Kameras. Die Bilddaten können dabei, je nach Qualitätsanforderung, bis zu 30fach komprimiert werden. Damit ist sogar eine relativ schnelle Bildübertragung per analoger Modemleitung möglich.

Ein Feature dieser Lösung, das man bei nahezu allen modernen Systemen findet, ist die Aktivierung der Videoaufzeichnung bzw. Alarmierung, wenn sich etwas im Bild bewegt (Motion Detection). So spart man Aufzeichnungskapazität bzw. das Wachpersonal muss nicht ständig den Bildschirm beobachten.

Die Definition des Überwachungsbereiches ist einfach. Dazu erfolgt bei der Konfiguration der Kamera die Festlegung eines von der Elektronik zu überwachenden Bildfeldes (Abbildung 2). Verändert sich der Bildinhalt in diesem Feld, werden vorprogrammierbare Aktionen ausgelöst.

Stand-alone-Videosever

Wer keinen PC am Standort der Kamera aufstellen mag oder kann, dem bleibt für die Netzwerkeinbindung seiner vorhandenen Kamera(s) die ebenfalls bereits kurz

ja vielfach auch die Grundlage der Kommunikation im Intranet bildet.

Auch aus dem Internet kennt man ja das Verfahren, bestimmte Rechner einfach per IP-Verbindung ansprechen zu können.

Aus einem Netzwerk heraus ist der Zugriff auf das Internet bzw. eine normale Modem-Datenverbindung sehr einfach. Und schon liegt die Lösung nahe, eine weltweit funktionierende Kameraüberwachung zu installieren.

Auch die Netzwerk-Kamera ist eine autarke Kombination aus sehr hochwertiger Kamera und einem Rechner, der seinen Anschluss über eine normale Ethernet-Schnittstelle findet. Viele dieser Kameras verfügen zusätzlich noch über eine serielle Schnittstelle, die den direkten Anschluss an ein Modem möglich macht.

Damit benötigt man hier, im Gegensatz zu einfachen PC-Cams, keinen zusätzlichen PC mehr, bekommt aber dennoch die selbe Funktionalität, wie sie ein normaler PC darstellt. Im Gegenteil, einige dieser

Kameras gehen noch viel weiter - sie sind über das Netzwerk von einem fernen Rechner aus steuerbar. So verfügt z. B. die später noch ausführlicher beschriebene JVC VN C30U über eine integrierte Zoom-, Neige- und Schwenkfunktion, die fernsteuerbar ist. Dazu kommen, wie übrigens bei den meisten Netzwerk-Kameras und Stand-alone-Servern auch, Alarmeingänge, die sehr vielfältig nutzbar sind. So sind hier etwa Bewegungsmelder oder Meldelinien anschließbar. Bei deren Auslösung gibt es am auswertenden Rechner Alarm, es kann eine Aufzeichnung gestartet werden usw. Die JVC-Kamera, die ja frei in zwei Achsen beweglich ist, fährt z. B. bei einem Alarm automatisch auf eine vordefinierte Position.

Bevor wir uns dieser interessanten Kategorie genauer widmen, wollen wir noch einen Blick auf die erwähnten Lösungen

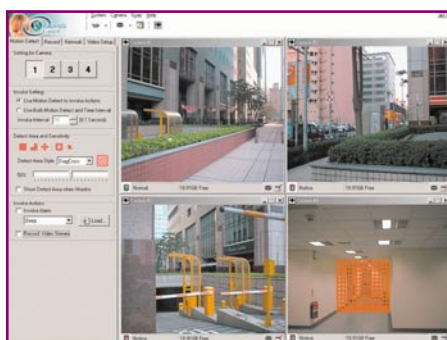


Bild 2: Eine typische Software-Konfiguration für einen Videosever, im Bild rechts unten ist ein Motion Detection-Bereich definiert (rot)



Bild 3: Für den Anschluss analoger Kameras - kleine, universell nutzbare Video-server, hier von AXIS (links) und Convision (rechts)

Anwendung Intranet/LAN

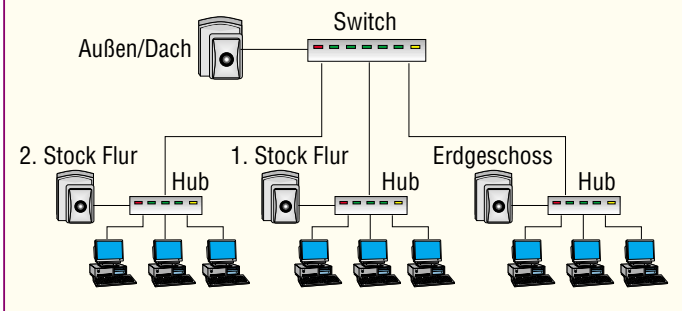


Bild 4:
Typische Intranet-Konfiguration
(Grafikidee: JVC)



Bild 6: Auch so kann Videoüberwachung aussehen - per Wireless LAN arbeitet ein PDA als Client.
(Foto: AXIS)

dank ihres integrierten Rechners einfach wie ein beliebiger PC eingebunden. Jeder an das Netz angeschlossene Rechner kann, sofern er deren IPs kennt, auf die Kameras im System zugreifen.

Internet-/WAN-Anwendung

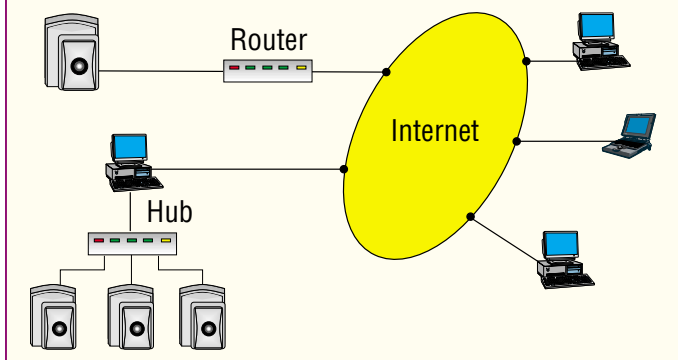
Diese Anwendung (Abbildung 5) geht noch einen Schritt weiter. Hier ist es möglich, über eine normale Internet- oder Modem-/Routerverbindung die Daten über eine beliebige Entfernung abzurufen. Dies funktioniert sogar schon über drahtlose Anbindungen, wie es z. B. AXIS mit dem „PDA-Camera Explorer“ (Abbildung 6) demonstriert. Mit letzterer Anwendung ist es möglich, sich in einem weitläufigen Gelände, z. B. einer Lagerhalle, zu bewegen und dabei sowohl Kameras im Intranet als auch ferne Kameras, z. B. einem über eine Datenverbindung angeschlossenen Betriebsteil zu kontrollieren. Der PDA wird dabei mit einem Access Point für ein Wireless LAN (Funknetz) bestückt, sodass sich etwa Wach- oder Lagerpersonal frei bewegen und trotzdem ihr System komplett überwachen kann.

Auch privat interessant

Netzwerk-Kameras sind zwar relativ teuer, aber in vielen Fällen auch für private Anwendungen interessant. Da sie keinen externen Rechner benötigen, sind sie schnell installierbar, es wird ja, je nach Kamera-Ausführung, nur noch ein Modem, ein ISDN-Anschluss oder ein Router benötigt, der die Verbindung zwischen

Bild 5:
So erfolgt die Anbindung von Netzwerkkameras an das Internet.
(Grafikidee: JVC)

Anwendung Internet



vorgestellte Lösung, einen kleinen Video-server (Abbildung 3) einzusetzen. Dieser verhält sich nach außen genau wie ein PC mit Ethernet-Anschluss, verfügt oft sogar auch über direkte Anschlüsse für ein Modem bzw. beherbergt sogar ein solches (meist ein ISDN-Modem). Derartige Server sind sehr funktionell, erlauben sie doch auch den Anschluss von Mikrofonen und diversen Schaltkontakten zur Alarmierung. Dazu sind manche Modelle auch in die andere Richtung ansteuerbar, das heißt, man kann über den Server Schaltaufgaben am Standort der Kamera auslösen lassen. Einige Modelle verfügen auch über analoge Messeingänge, sodass hierüber Wetterdaten oder Zustände von Maschinen und Anlagen erfassbar sind.

Die meisten dieser Server arbeiten mit leistungsfähigen und betriebssicheren Linux-Betriebssystemen. So sind Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit des Systems sehr hoch.

Die Ansprache des Servers erfolgt auch hier entweder per Intranet oder Internet via Standard-Webbrowser bzw. mit diesem zusammenarbeitende Bedienprogramme. Schließlich verfügen viele Server sogar über einen internen Bildspeicher, entweder als RAM oder in Form einer Festplatte. Sie zeichnen dann je nach Konfiguration selbstständig auf und die Daten werden bei Bedarf abgerufen. Hier findet man auch die so genannte Voralarm-Funktion. Das heißt, der Server schickt bei einem Alarm

entweder ein Alarmsignal oder/und ein Voralarmbild über das Netz, zeichnet dann selbstständig auf und der Nutzer am fernen Rechner kann über weitere Maßnahmen entscheiden. Damit lassen sich auch etwa durch Tiere auf dem Gelände ausgelöste Alarme entsprechend beurteilen.

Shooting Star Netzwerkkamera

Aufgrund der Vorteile des einfachen Anschlusses an ein bestehendes Netzwerk finden die Netzwerkkameras eine rasante Verbreitung im professionellen Bereich. Man benötigt ja nur drei Dinge: einen Netzwerk-Anschluss, einen Stromanschluss und eine IP-Adresse. Letztere wird, wie für alle anderen Geräte im Netz auch, einmalig vom Systemadministrator vergeben.

Damit ergeben sich zwei Anwendungsgebiete von Netzwerkkameras.

Intranet-/LAN-Einsatz

Das erste ist der alleinige Einsatz im Intranet (Abbildung 4). Hier erkennen wir eine normale Netzwerkstruktur mit Hubs und Switches. Die Netzwerkkamera wird

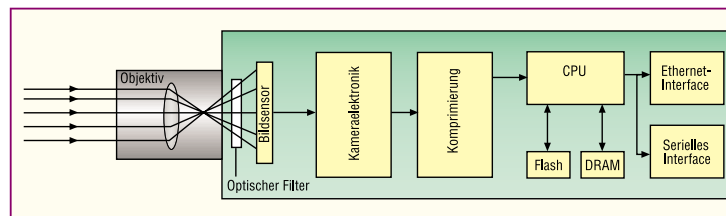


Bild 7: Das Innenleben einer Netzwerkkamera.
(Grafikidee: AXIS)

Ethernet-Anschluss und Telefonnetz herstellt. Da ist es z. B. interessant, auf diese Weise das entlegene Landhaus zu kontrollieren oder das eigene Boot im fernen Hafen an der Adria zu überwachen (Datenübertragung, wenn auch derzeit noch sehr langsam, via Handy). Gemessen am Wert des Objekts und an eventuell durch mangelnde Überwachung eintretenden Schäden tritt dann der Anschaffungspreis gegenüber dem Nutzen in den Hintergrund.

Netzwerkamera technisch

Welche Technik eine Netzwerkamera darstellt, ist im Überblick in Abbildung 7 zu sehen. Als „Frontend“ agiert eine leistungsfähige Kameraoptik mit der zugehörigen Elektronik, wie man sie auch von der normalen Videokamera kennt. Die aufbereiteten Bildsignale durchlaufen dann eine Komprimierungseinheit, die per Konfiguration in ihrer Wirkung einstellbar ist. Je nach Qualitätserwartung sind hier Kompressionsraten bis zu 30 einstellbar, sodass die Bandbreite des Übertragungsmediums optimal zwischen Bildqualität und Bildübertragungsrate (Frame Rate) aufgeteilt werden kann. Heutige Systeme erlauben flüssige Live-Bild-Übertragung mit bis zu 30 Frames je Sekunde (fps).

Die folgende Rechneinheit ist ein auf Netzwerkanwendungen spezialisierter Chipsatz, der mit den anschließenden Interface-Einheiten zusammenarbeitet.

Für diesen Teil werden sogar spezielle Hochleistungschips entwickelt wie z. B. der im Titelbild gezeigte ETRAX 100, ein 100 MIPS RISC-Prozessor, der von AXIS eigens für diese Anwendung optimiert ist. Damit ist die gesamte Elektronik äußerst platzsparend unterzubringen, was sich in sehr kompakten Abmessungen der Netzwerkamera ausdrückt.

Die in der Kamera implementierte Software ist sofort betriebsbereit. Sie erscheint am fernen Rechner nach ID-Eingabe als Web-Startseite, von der aus verschiedene Funktionen erreichbar sind (Abbildung 8).

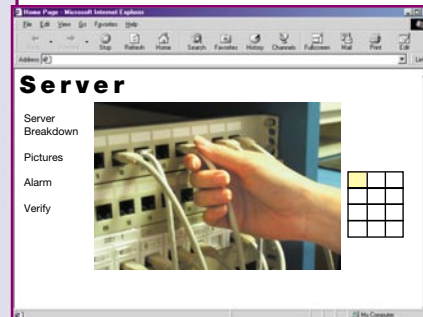
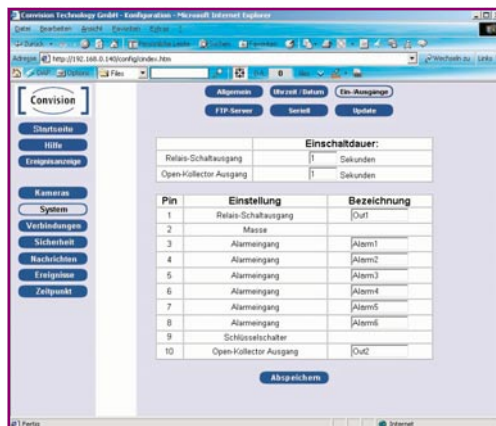


Bild 8: IP eingeben, und schon erfolgt der Abruf der Startseite des Kamera-Webserver, von der aus weitere Funktionen erreichbar sind. Rechts die Startseite der AXIS-Kameras, links eine Konfigurationsseite des Convision-Video-servers

Je nach Funktionalität sind unterschiedliche Bildauflösungen einstellbar, Speicheroptionen beeinflussbar, Kommentare und Spezifizierungen einzutragen, die bereits beschriebene Motion Detection-Funktion einzustellen oder gar die Kamera selbst zu steuern (Zoomen, Schwenken, Neigen).

Für erweiterte Aufgaben, z. B. den Zu-

eine plattformunabhängige Datenbank auf, ermöglicht die Fernsteuerung der Kameras und eventueller an diese angeschlossener Geräte (Türöffner usw.), leitet automatisch Alarmmeldungen (z.B. Bewegungsmelder, Motion Detection) per SMS oder E-Mail weiter und steuert das Abspielen von Filmsequenzen oder Einzelbildern aus dem Archiv. Autorisierten Personen erlaubt ein Viewer den weltweiten Zugriff auf Datenbank und Live-Bilder. Solche Systeme sind nahezu beliebig ausbaubar.

Im Internet kann man sich, z. B. über die Homepages von AXIS (www.axis.de) oder SeeTec (www.seetec.de) solche Softwaresteuerungen von existierenden Kamera-konfigurationen ansehen und sogar einige Kameras vom eigenen Rechner aus steuern. Damit bekommt man einen Vorschmack auf die Möglichkeiten dieser Kamerasysteme. In Abbildung 10 sind zwei Beispiele dazu zu sehen.



Bild 9: Solche Speziallösungen, hier von „SeeTec“, sorgen für effiziente Überwachungslösungen mit vielen Kamerastandorten

griff auf mehrere Kameras, gibt es spezielle Softwarelösungen, etwa die von „SeeTec“ (Abbildung 9). Sie sorgt für die effiziente Verwaltung von bis zu 25 Kameras je Server, kann alle Kamerabilder gleichzeitig auf dem Bildschirm darstellen, baut

Netzwerk ganz einfach

Damit kommen wir zur Softwareseite dieser Technik, wobei wir hier die Anwendung im lokalen Netzwerk betrachten. Denn die Anbindung an die Daten- bzw. Internet-Verbindung entspricht dem Standard bei der Einrichtung dieser Verbindungen. Voraussetzung ist zunächst ein Rechner mit einem Standard-Webbrowser, also z. B. Netscape Navigator oder MS Internet Explorer. Für den einfachen Fernzugriff ist dann der Rechnertyp bzw. das darauf laufende Betriebssystem egal. Das kann genauso MS Windows, meist ab 95, sein wie Linux oder Mac OS. Es kommt auf den Anbieter der Kamera an, welcher Rechner vielleicht für bestimmte Konfigurations- und Spezialaufgaben vorgeschrieben wird, aber meistens kommt man mit dem Webbrowser aus.

Wie einfach die Konfiguration im Netzwerk ist, wollen wir uns einmal am Beispiel der AXIS 2100/2120 ansehen.

Die Angst vor der etwas umständlichen

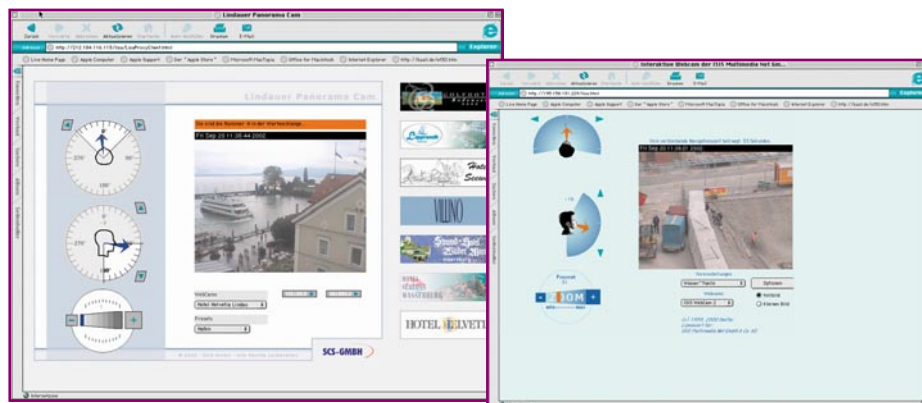


Bild 10: Hier kann man sich schon einmal einen Eindruck über die Möglichkeiten modernster Kamerasysteme verschaffen - nach ein wenig Wartezeit kann man die Kameras selbst über das Internet steuern

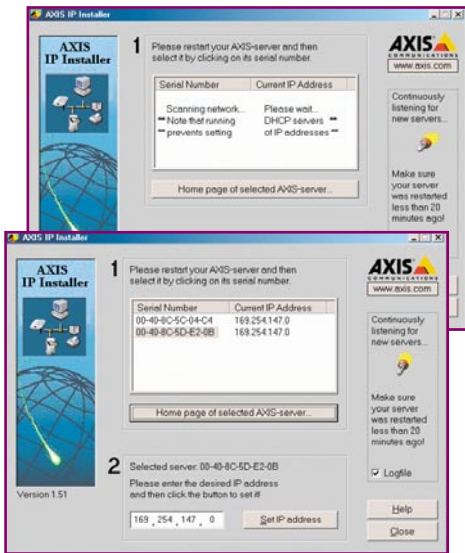


Bild 11: Halbautomatisch - das Generieren der IP für die Netzwerkkamera

Adressierung nach dem TCP/IP-Protokoll ist weitgehend unbegründet, denn es wird auf einer der CD-ROMs zur Kamera ein Installationsprogramm mitgeliefert, das nach automatischer Suche im Netzwerk aus der Seriennummer der Kamera eine IP-Adresse generiert, die man übernehmen, aber auch ändern kann (Abbildung 11).

Ist das abgeschlossen, kann schon der Sprung zum auf dem Rechner installierten Browser mit automatischer Öffnung der Webseite der Kamera erfolgen - man muss nicht den umständlichen Weg über DOS-Kommandozeilen mit Pings usw. gehen! Auf der Webseite erscheint sofort das aktuelle Kamerabild in der Grundkonfiguration, wie es in Abbildung 8 bereits zu sehen war. Von der Startseite aus kann dann die Konfiguration mit Hilfe der Assistenzfunktionen „Installer Wizard“ und „Administration Tools“ erfolgen. Während sich der

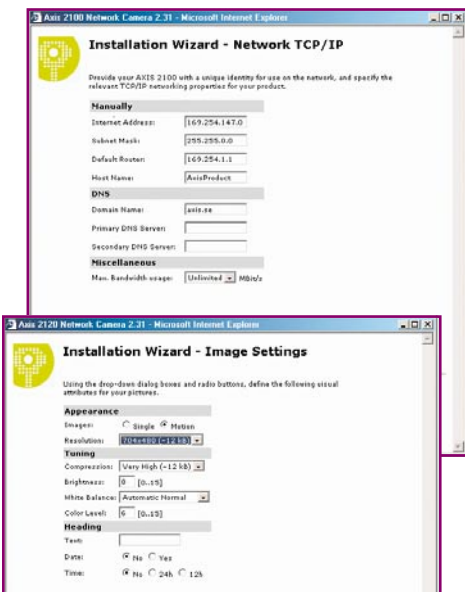


Bild 12: Ganz einfach - Konfiguration bei AXIS mit bequemen Abfragemenüs

Bild 13: Die AXIS-Netzwerkkameras 2100 (links) und 2120 (rechts unten). In der Rückansicht der 2100 sind sehr gut die Netzwerk- und die serielle Schnittstelle sowie der Klemmblock für den Melderanschluss zu sehen. Fotos: AXIS



erste Assistent vor allem mit den technischen Einstellungen wie Bildgröße, Komprimierungsfaktor, Bilddrehen, Zeit- und Beschriftungseinstellungen sowie den Einstellungen zur Motion Detection-Funktion (nur Axis 2120) befasst, werden über die „Administration Tools“ Zugriffsrechte, Dateipfade, Upload-Wege ins Netzwerk und ins Internet, Modemeinstellungen usw. festgelegt.

Über eine Demo-Funktion der Startseite sind die Wiedergaben mit verschiedenen Auflösungen und Komprimierungsgraden simulierbar. So kann man gleich beim Einrichten sehen, wie das Ergebnis später aussehen wird (Abbildung 12).

Wer allerdings mehr will, als nur das eine Live-Bild zu sehen, muss zu weiteren Software-Programmen wie etwa dem „Axis Camera Explorer“ greifen (bietet u. a. die Ansicht auch mehrerer Kamerabilder direkt im Windows-Explorer). Oder man greift die mitgelieferten bzw. über die Webseite des Herstellers angebotenen Programmierhilfen in Visual Basic auf und programmiert sich einfache Anwendungen selbst. Auch über HTML-Programmierung kommt man schnell zum Zuge, will man etwa vier Kamerabilder gleichzeitig anzeigen lassen.

Noch komplexere Anwendungen überlässt man dann den darauf spezialisierten Profis, wie bereits besprochen.

Dennoch, eine einfache Konfiguration erfordert nur wenige Minuten, und wer einen PC in Betrieb nehmen kann und schon einmal eine Internetverbindung eingerichtet hat, wird auch diese Aufgabe schnell bewältigen.

Damit kommen wir zur näheren Betrachtung einiger herausragender Netzwerkkameras.

Axis 2100/2120 - kompakte Netzwerkprofis

Beide Kameras (Abbildung 13) ähneln sich zwar äußerlich, sind aber über die

Grundfunktionen hinaus unterschiedlich ausgestattet. Auffallend ist das DC-Iris-Objektiv bei der 2120, das die automatische Anpassung an unterschiedliche Lichtverhältnisse erlaubt. Damit ist diese Kamera, in einem Wetterschutzgehäuse montiert, auch im Außenbereich einsetzbar. Dagegen ist die 2100 auf normale Lichtverhältnisse im Innenbereich eingerichtet. Die Feinanpassung an den Standort ist bei beiden Kameras noch per Softwaresteuerung möglich.

Die 2120 verfügt zusätzlich noch über eine Motion-Detection-Funktion und sie ist in der Lage, bis zu 30 Bilder je Sekunde in das Netzwerk zu liefern. Dass beide Kameras Farb-Chips als Bildaufnehmer besitzen, versteht sich hier von selbst.

Beide Kameras verfügen sowohl über einen RJ45-Netzwerkanschluss als auch über eine serielle RS-232-Schnittstelle für den Anschluss von Modems. Über einen Kontakteingang ist z. B. ein Melder anschließbar, der diverse Aktivitäten der Kamera auslösen kann, darunter auch den E-Mail- oder Telefon-Versand einer Warnmeldung.

Die Kameras arbeiten mit einem UNIX-Betriebssystem, das maximale Betriebssicherheit verspricht. Und da heute kaum etwas schneller veraltet als Firmware, beherbergen die Kameras einen Flash-Speicher, auf der eben diese liegt und jederzeit von außen erneuerbar ist. Apropos, natürlich kann man die Kameras per Passwort vor unbefugtem Zugriff, insbesondere auf die Konfiguration, schützen. Per FTP/Client-Funktion haben alle Berechtigten im Netzwerk Zugriff auf die Kamera.

Mittels des mitgelieferten Kamerastativs sind die Kameras sowohl stehend als auch an der Decke hängend montierbar. Für Letzteres ist das Bild elektronisch um 180 Grad drehbar.

Damit stehen zwei sehr leistungsfähige und zugleich kompakte Netzwerk-Lösungen zur Verfügung, die nahezu alle denkbaren Einsatzzwecke abdecken.

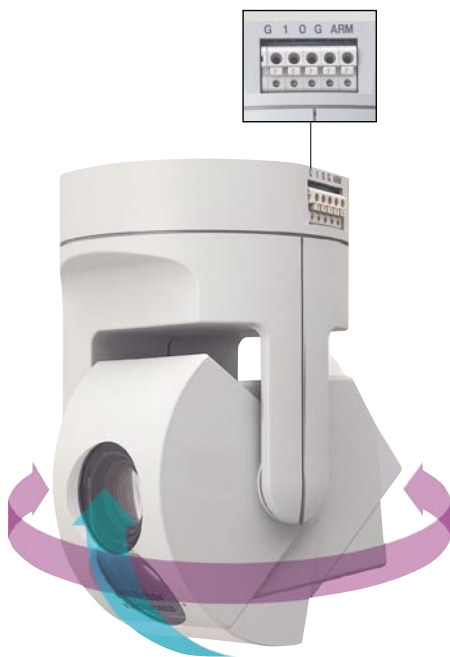


Bild 14: Die JVC-Netzwerkamera VN-C30CU fällt durch Schwenk-, Neige- und Zoomfunktion auf. Oben der Anschlussblock für die Melder und die Alarmausgabe.

Beweglicher Bolide - JVC VN-C30U

Diese Kamera ist ein typischer Vertreter von High-End-Kameras, die u. a. vollständig fernsteuerbar sind. Denn oft reicht eine fest fixierte Kamera nicht aus, wenn man z. B. „um die Ecke“ sehen, einen Panoramablick haben oder für Detailansichten zoomen möchte. Dann tritt eine schwenk- und neigbare Kamera mit Zoomfunktion in Aktion wie die VN-C30U (Abbildung 14). Sie ist um 320 Grad schwenk- und um 90 Grad neigbar. Dazu kommt ein leistungsfähiger 15fach-Zoom. Welche fantastischen Möglichkeiten solche Funktionen bergen, kann man auf den bereits ge-

nannten SeeTec-Internetseiten sehr anschaulich selbst nachvollziehen. Übrigens kann auch diese Kamera über die bereits vorgestellte SeeTec-Software (Abbildung 10) angesteuert werden.

Solche Kameras liefern die Bilder, die man z. B. im Fernsehen (TW-1) auf österreichischen Bergspitzen und Almen in Aktion bewundern kann. Eine JVC-Kamera ist auch am New Yorker Time Square installiert und zeigt von dort beeindruckende Bilder.

Ein integrierter Web-Server erlaubt auch hier die direkte Anbindung an das Intra-/Internet via Ethernet-Schnittstelle. Die Kamera- und Komprimierungselektronik liefert flüssige Livebilder bis zu 30 Bildern/s (MPEG1-Modus, 320 x 240 Ausgabe-Pixel) und kann im JPEG-Modus mit immer noch 3 Bildern/s eine sehr hohe Auflösung von 640 x 480 Pixeln bereitstellen. Die Komprimierungsrate kann bis zu 30 betragen.

Für die digitale Bildaufzeichnung auf eine Server-Festplatte im Netzwerk sind dabei Bildfiles bis zu 2 GByte Größe speicherbar. Anschaulicher wird diese Angabe, wenn man die erreichbare Aufzeichnungszeit für diese Filegröße auflistet.

Im JPEG-Mode, hier ist die Aufzeichnungszeit von der Bildgröße abhängig, sind dabei zwischen 20 Stunden (160 x 120 Pixel) und 2 Stunden (640 x 480 Pixel) erreichbar. Dabei gelten folgende Eckdaten: Aufnahme mit 5 Bildern/s, jedes Bild belegt zwischen 5 kByte (160 x 120) und 50 kByte (640 x 480).

Im MPEG-Mode, hier ist die Aufzeichnungszeit hauptsächlich abhängig von der gewählten Bitrate für die Übertragung, sind zwischen 9 Stunden (0,5 MBit/s) und 3 Stunden (1,5 MBit/s) in einem 2 GByte-File speicherbar.

Über zwei Alarmeingänge sind vorprogrammierbare Aktionen auslösbar, zusätzlich steht ein Alarmausgang (Open-Collector, 5 V/1 mA) zur Verfügung.

Wie alle Netzwerkkameras, stellt auch diese eine bereits implementierte Webseite zur Verfügung. Die Steuerung der Kamera erfolgt über ein äußerst komfortables „Control-Panel“ (Abbildung 15), von dem aus auch nahezu alle Konfigurationen vornehmbar sind. Natürlich verfügt auch dieser kleine Webserver über eine FTP/Client-Funktion, die den Vielfach-Zugriff möglich macht. Die Steuerung kann jedoch - logisch - nur von einem fernen Rechner aus zur gleichen Zeit erfolgen.

Sehr interessant ist auch der ebenfalls fernprogrammierbare Positionsspeicher der Kamera, der 10 Speicherplätze umfasst und die Kamera blitzschnell, entweder von Hand oder per Alarmfunktion gesteuert, in die definierte Position fahren lässt.

Die gesamte Technik von Kamera, Webserver und Antrieben ist auf kleinstem Raum untergebracht, die Kamera misst in der Höhe nur 182 mm, der runde Sockel hat einen Durchmesser von 116 mm und die größte Länge beträgt im ausgeschwenkten Zustand ca. 165 mm.

Lässt man am Schluss unseres kurzen Exkurses durch die Technik der Videoserver und Netzwerkkameras noch einmal die beeindruckenden Daten und Möglichkeiten dieser Technik Revue passieren, kann man resümieren, dass sich auf diesem Gebiet in den letzten zwei Jahren eine Menge getan hat. Die Kameras sind deutlich komplexer, funktioneller und kompakter geworden. Aber das Erfreuliche ist auch, dass die Software sich zunehmend bedienerfreundlicher entwickelt. Heute sind es auch für den nicht täglich mit Netzwerktechnik Umgehenden nur wenige Minuten bis zur Einbindung einer solchen Kamera in ein Netzwerk. Wir haben es mit beiden zuletzt vorgestellten Systemen ausprobiert - ein durchschnittlich mit Computerkenntnissen ausgestatteter 18jähriger hatte beide jeweils in 10 bzw. 20 Minuten „im Netz“. Sein einziger Kontakt mit IPs war zuvor die Installation einer Netzwerkkarte und sein DSL-Anschluss im Home-Netzwerk. Noch vor zwei Jahren hätten viele dazu einen Netzwerkspezialisten gerufen.

Ergo steht diese Klasse von Fernüberwachungssystemen unmittelbar vor einer ganz breiten Anwendung für die Überwachung im Sicherheitsbereich, Touristeninformation („Web Attraction“), Prozess- und Geräte-Überwachung. Und es bedarf wohl keiner allzu großen Kunst der Prophezeiung - auch im privaten und kleingewerblichen Bereich könnten, sobald der Preis endverbraucherfreundlicher ausfällt (typische Folge einer anziehenden Massenproduktion) diese praktischen Alleskönner bald eine führende Rolle spielen. Schließlich erobert sich das Ethernet, auch in Form des Wireless LAN, immer mehr auch den SOHO-Bereich...

ELV

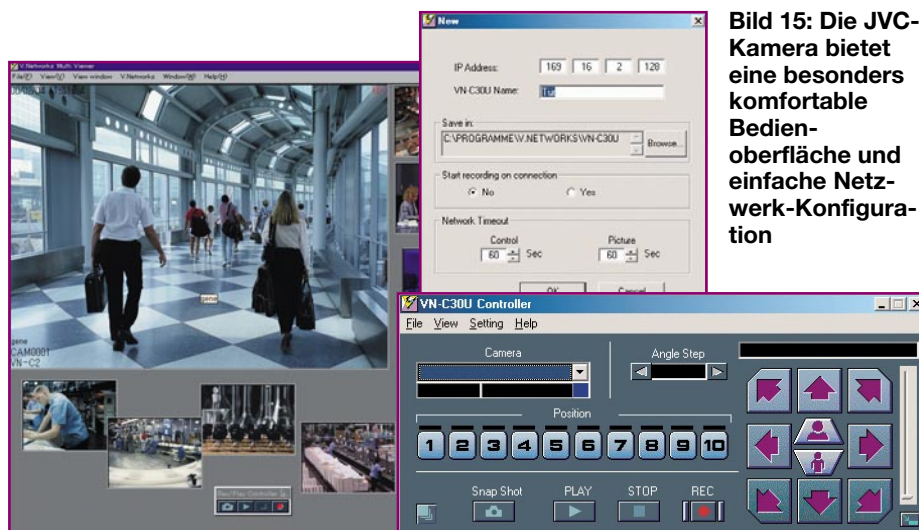
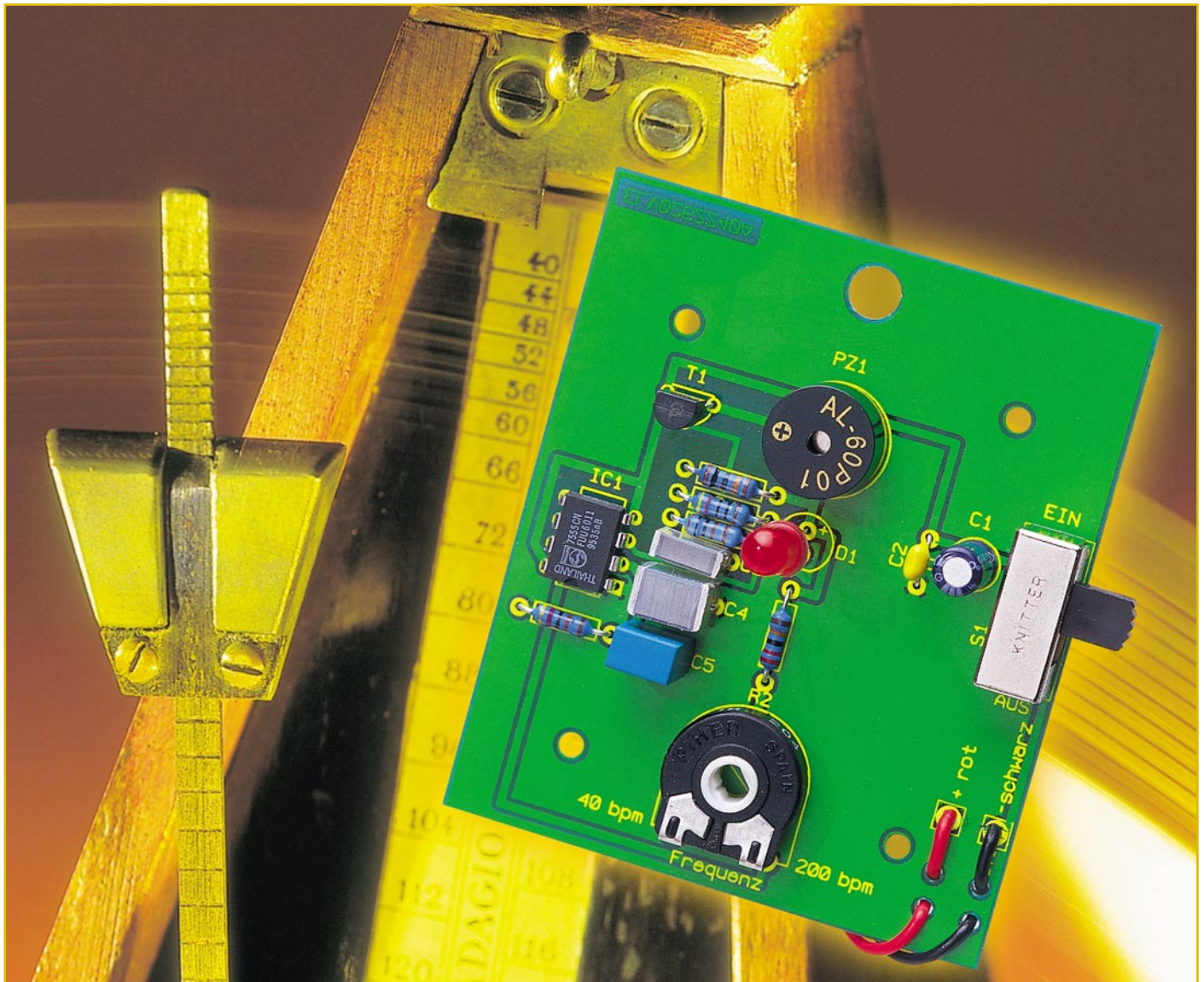


Bild 15: Die JVC-Kamera bietet eine besonders komfortable Bedienoberfläche und einfache Netzwerk-Konfiguration



Takt-Geber - Elektronisches Metronom

Das Metronom ist seit Mälzel das in der Musikwelt unbestrittene Instrument für die objektive Vorgabe des Tempos beim Spielen von Musikstücken. Wir stellen ein elektronisches Pendant zum mechanisch arbeitenden Metronom vor, das die Vorgabe eines Taktes im Bereich zwischen 40 und 200 Taktschlägen je Minute ermöglicht. Der Takt wird akustisch und optisch signalisiert.

Immer im Takt

Das Mälzel-Metronom war Anfang des 19. Jahrhunderts eine Sensation in der Musik, ermöglichte es doch erstmals, musikalische Zeitmaße exakt vorzugeben. Damit

wurde dem Musiker ein Instrument in die Hand gegeben, das es ihm erlaubt, ein Musikstück im gleichen Taktmaß zu spielen, wie es der Komponist vorgegeben hat. Noch heute dient das Metronom in dieser Funktion, wenngleich sich jedoch die äußere Form gegenüber der Urform oft er-

Technische Daten:

Spannungsversorgung:9-V-Batterie
 Stromaufnahme: 0,2 mA
 Taktfrequenz: 40 bis 200 bpm
 Abmessungen: 70 x 60 mm

heblich geändert hat. Statt des pyramidenförmigen Gehäuses, das ein von einem Federwerk unterstütztes Pendel beherbergt, dessen Pendelfrequenz durch ein verstellbares Gewicht justierbar ist, findet man moderne Metronome als elektronische Taktanzeige, für das Üben von Musikstücken unterstützt durch eine akustische Anzeige. Übrigens - die exakte Übersetzung des griechischen Wortes Metronom lautet Taktmesser. „Taktgeber“ trifft aber aus heutiger Sicht die Funktion wohl besser.

Mehr zur Geschichte des Metronoms finden Sie im Anschluss dieses Artikels.

Die Funktion des Metronoms in elektronischer Form lässt sich beeindruckend einfach nachbilden. Es wird ja lediglich ein über relativ kurze Zeit genau arbeitender Taktgenerator benötigt, der ein akustisches Signal abgibt. Für viele Einsatzzwecke ist auch eine optische Anzeige sehr nützlich, z. B. in der elektronischen Musik oder für Techno-DJs.

Genau diese Aufgaben nimmt unser kleines, sehr einfach nachbaubares Metronom wahr. Mit einem Trimmer lässt sich eine Taktfolge von 40 bis 200 bpm (beats per minute = Taktschläge je Minute) einstellen. Die Taktausgabe erfolgt per LED und Sound-Transducer. Die kleine Platine lässt sich einfach in ein bestehendes Gerät integrieren oder, weil mit einer 9-V-Batterie betreibbar, in ein eigenes Gehäuse einbauen. Die zugehörige Skala erarbeitet man sich anhand der bevorzugten Musikrichtung selbst. Wie man dies professionell

lösen kann, zeigen wir im Rahmen der Nachbauanleitung.

Schaltung

Das Schaltbild des elektronischen Metronoms ist in Abbildung 1 dargestellt. Die Schaltung besteht im Wesentlichen nur aus einem Oszillator, der von IC 1 gebildet wird. IC 1 ist ein Timerschaltkreis vom Typ ICM 7555, der praktisch überall dort eingesetzt wird, wo man mit wenig Stromaufnahme einen sehr stabilen Oszillator realisieren möchte.

Die frequenzbestimmenden Bauteile des Oszillators sind die Widerstände R 1 bis R 3 und die beiden parallelgeschalteten Kondensatoren C 4 und C 5. Der Widerstand R 2 ist als Trimmer ausgeführt, mit dem die Frequenz in einem Bereich von 0,6 Hz bis 3,5 Hz (entspricht 40 bis 200 bpm) variiert werden kann. Aufgeladen werden die Kondensatoren C 4 und C 5 durch die Reihenschaltung von R 1 bis R 3, wobei die Entladung nur durch R 3 geschieht. Da R 3 in seinem Wert relativ klein zu den anderen beiden Widerständen ist, erscheint am Ausgang des Oszillators Pin 3 nur ein sehr kurzer Low-Impuls.

Als optisches Ausgabeorgan dient die Leuchtdiode D 1, deren Strom mit R 4 begrenzt wird.

Über die RC-Kombination R 5 und C 3 gelangt der Taktimpuls auf die Basis des Transistors T 1. Bei jedem Low-Impuls schaltet T 1 kurzzeitig durch, wodurch der

im Kollektorzweig liegende Sound-Transducer PZ 1 ein Knackgeräusch abgibt.

Zur Spannungsversorgung dient eine 9-V-Blockbatterie, die mit ST 1 (+) und ST 2 (-) verbunden wird.

Nachbau

Der Nachbau erfolgt auf einer einseitig zu bestückenden Platine. Anhand der Stückliste und des Bestückungsplans beginnen wir die Bestückungsarbeiten mit dem Einsetzen der niedrigen Bauteile (Widerstände) gefolgt von den höheren Bauteilen. Die Bauteile sind entsprechend dem Rastermaß abzuwinkeln und ihre Anschlüsse anschließend in die dafür vorgesehenen Bohrungen zu stecken. Auf der Platinenunterseite werden die Anschlüsse verlötet und überstehende Drahtenden mit einem Seitenschneider abgeschnitten, ohne die Lötstelle dabei selbst zu beschädigen.

Bei den Halbleitern sowie den Elkos ist unbedingt auf die richtige Einbaulage bzw. Polung zu achten. Der „+“-Anschluss der LED (Anode) ist durch den etwas längeren Anschlussdraht zu erkennen. Zusätzlich ist eine Seite der LED abgeflacht, sie kennzeichnet die Katode. Bei Bedarf kann die LED auch abgesetzt von der Platine montiert werden. Als nächstes werden der Trimmer R 2, der Schalter S 1 und der Transducer PZ 1 eingesetzt und verlötet. Beim Transducer ist darauf zu achten, dass dieser ebenfalls richtig gepolt einzusetzen ist. Zur Erkennung befindet sich eine Plusmar-

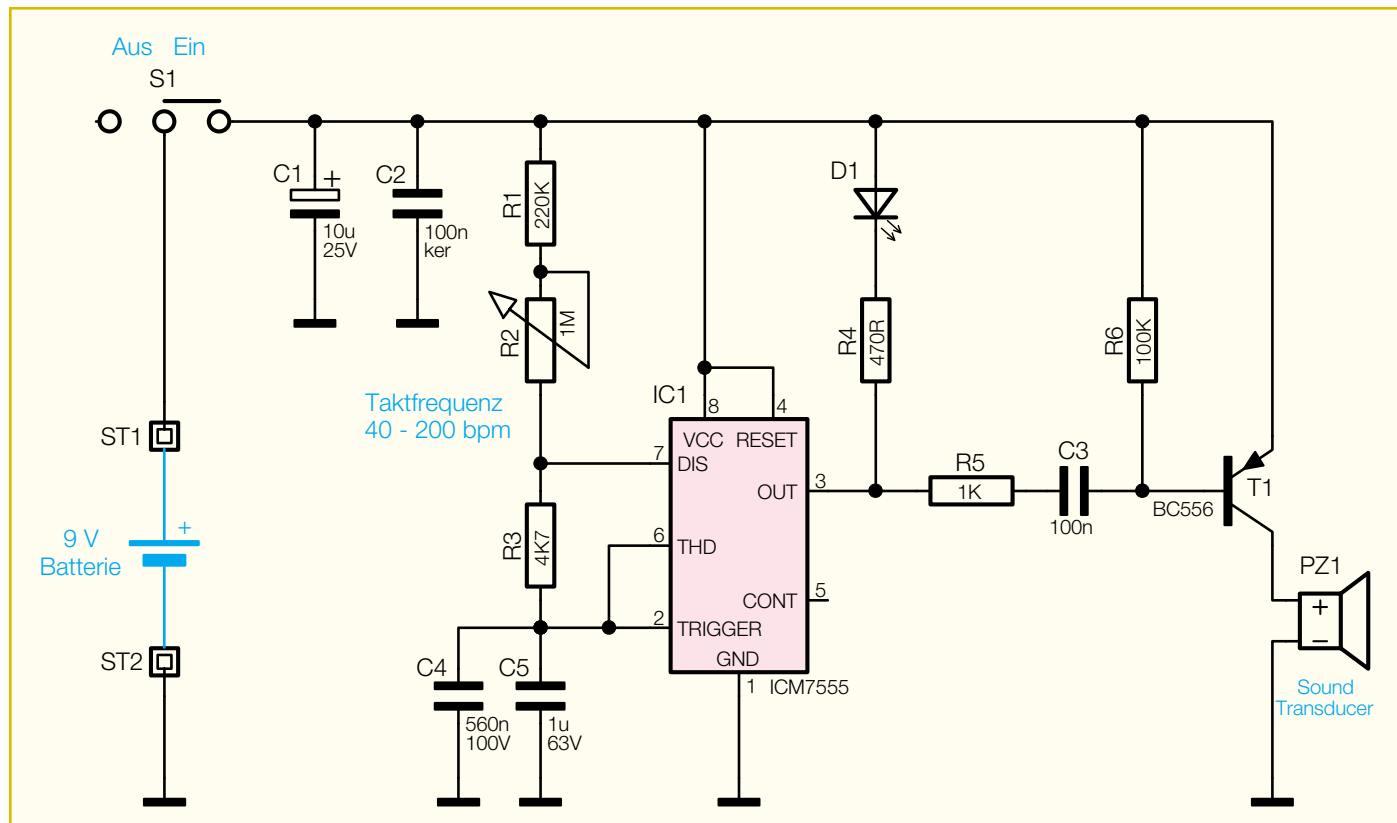
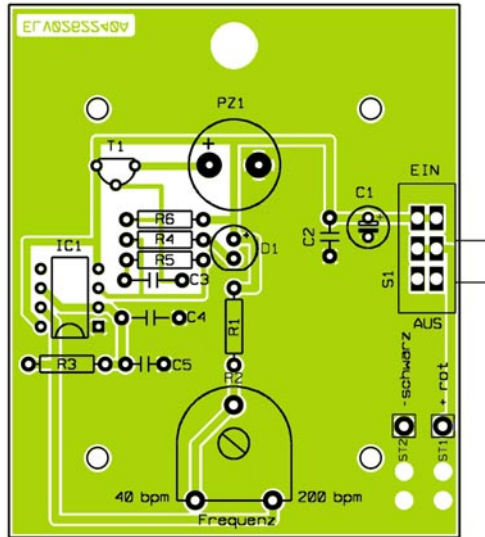
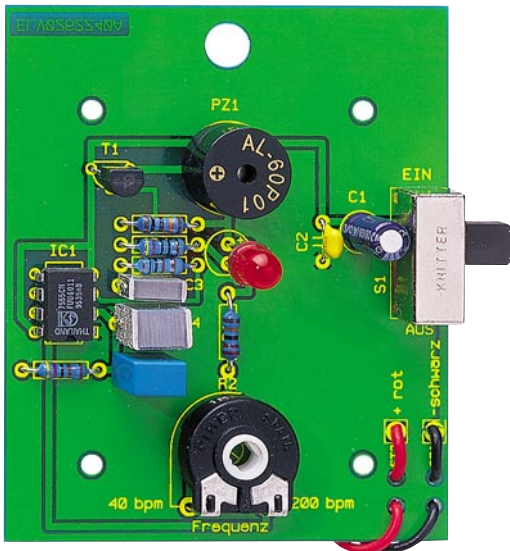


Bild 1: Schaltbild des Metronoms



Ansicht der fertig bestückten Platine des Metronoms mit zugehörigem Bestückungsplan

Stückliste: Metronom

Widerstände:

470Ω	R4
1kΩ	R5
4,7kΩ	R3
100kΩ	R6
220kΩ	R1
PT15, liegend, 1MΩ	R2

Kondensatoren:

100nF/ker	C2
100nF/250V	C3
560nF/100V	C4
1µF/63V/MKT	C5
10µF/25V	C1

Halbleiter:

ICM7555	IC1
BC556	T1
LED, 5 mm, rot	D1

Sonstiges:

Schiebeschalter, 2 x um, winkelprint	S1
Sound-Transducer ST2, print	PZ1
9-V-Batterieclip	ST1, ST2
1 Kunststoff-Steckachse ø 6 x 16,8 mm	

kierung „+“ auf der Oberseite des Transducers.

Zum Schluss ist der Batterieclip anzulöten, dessen Leitungen zur Zugentlastung durch die Bohrungen der Platine zu führen sind (siehe Platinenfoto).

Im Regelfall wird das Metronom sicherlich in ein kleines Gehäuse eingebaut werden, wobei dort entsprechende Durchbrüche für den Schiebeschalter, die LED und eine aufzusetzende Trimmerachse zu schaffen sind. Auch eine kleine Schallaustrittsöffnung für den Transducer ist vorzusehen.

Schließlich ist eine individuelle Skala anzufertigen. Dazu gibt es verschiedene Möglichkeiten. Wir wollen hier eine bewährte Methode aufzeigen, die die Herstellung einer genauen Skala in professioneller Optik erlaubt.

Dazu legt man ein ausreichend großes Stück Zeichenpapier auf die Frontseite, wobei ein Ausschnitt für die Potiachse zu schaffen ist. Das Papier wird mit Klebeband gegen Verrutschen gesichert, z. B. mit doppelseitigem Klebeband auf dem Gehäuse fixiert. Dann setzt man einen Bedienknopf für den Trimmer auf, wobei dessen Zeigermarkierung sich bei Links-

anschlag des Potis ebenfalls ganz links befinden muss. Jetzt wird das Gerät eingeschaltet und man zählt die Impulse je Minute bei einer bestimmten Trimmerstellung aus. Bei diesem Vorgang ist man gegenüber einer Standardskala exakt in der Lage, individuelle Markierungen anzubringen, etwa die in der klassischen Musik weitverbreiteten 60 und 72 M.M. (siehe Kasten zur Metronom-Geschichte), wogegen der Techno-DJ wahrscheinlich kaum etwas unter 140 bpm markieren wird.

Nach Erarbeiten dieser Skala wird das Papier abgenommen. Nun kann man mehrere Methoden wählen. Eine bewährte Variante ist das Einscannen der provisorischen Skala und Erstellen einer sauber gezeichneten Skala mit einem Grafikprogramm. Dabei wird die provisorische Skala einfach importiert und auf ihr die endgültige Skala gezeichnet. Nach Löschen der importierten Skala hat man eine professionell gezeichnete Skala, die auf einer selbstklebenden Folie ausgedruckt und auf das Gehäuse geklebt wird.

Noch professioneller gelingt der Entwurf, wenn man ein spezielles Skalendesignerprogramm, wie etwa „Frontplattendesigner“ bemüht. **ELV**

Historie und Technik - das Mälzelsche Metronom

Der in Regensburg geborene Johann Nepomuk Mälzel (1772 - 1838) war ein begabter Mechaniker und Geschäftsmann, der vor allem in Wien wirkte. Er baute 1805 das weltberühmte „Panharmonikon“, einen riesigen mechanischen Orchesterapparat, dessen Orchestrion-Nachläufer wir heute noch zuweilen auf Jahrmärkten bewundern können. 1808 folgte der nicht minder berühmte mechanische Trompeter. Mälzel zog auch mit dem „Weltwunder“ durch die Lande, das er vom Baron von Kempelen „geerbt“ hatte - dem mechanischen schachspielenden Türken.

Er war bis zu einem Rechtsstreit einer der besten Freunde Ludwig van Beethovens, der ihm in einer seiner Symphonien (8. Symphonie, 2. Satz) sogar ein Denkmal gesetzt hat, indem er das eigentlich von ihm gehasste Metronom verewigt hat. Mälzel

baute auch die Hörrohre für den damals schon fast ertaubten Meister.

Das Metronom wurde eigentlich von dem Amsterdamer Mechaniker D. N. Winkel 1814 erfunden. Mälzel, stets geschäftstüchtig, stahl ihm jedoch die Erfindung, indem er sie rechtzeitig in London, Paris und Wien als Patent eintragen ließ. In Wien erledigte dies sogar der Kaiser für ihn, so hoch geschätzt war Mälzel am Wiener Hof. Er verlor zwar 1816 einen Rechtsstreit mit Winkler, dennoch vermarktete er das Metronom weiter und es heißt noch heute das Mälzelsche Metronom. Daher rührt auch die in Partituren zu findende Bezeichnung M. M. für die Taktvorschrift, heute identisch mit der gängigen Bezeichnung Beats per Minute (bpm). Viertel M.M. 65 heißt also 65 Viertelschläge je Minute.

Das Mälzelsche Metronom besteht aus einem py-

ramidenförmigen Gehäuse, in dem ein stehendes Pendel befestigt ist. Ein aufziehbares Federwerk sorgt für den Ausgleich der mechanischen Reibung, ansonsten bewegt sich das Pendel allein per Schwerkraft. Um verschiedene Taktmäße anhand einer Skala einstellen zu können, wird ein Gewicht auf dem Pendel verschoben. Hierdurch wird die Geschwindigkeit des Pendels reguliert, wie man es ja auch von Pendeluhren kennt. Der charakteristische Ton wird durch den Anschlag des Pendels erzeugt.

Seinerzeit war das Metronom eine Sensation, denn die Musik wurde damals nach Gusto des jeweiligen Musikers gespielt, eben mal zu langsam, mal zu schnell. Mit dem Metronom war ein Takmaß vorgebar, das eine stets gleiche Interpretation nach Vorgabe des Komponisten erlaubt.



Schallpegel-Messgerät SPM 100 Teil 2

Das SPM 100 verfügt über alle wichtigen Funktionen, die zur objektiven Beurteilung von Schallereignissen benötigt werden. Nachdem im „ELVjournal“ 5/2002 die Bedienung, die Funktion und die Schaltungstechnik beschrieben wurden, kommen wir nun zum praktischen Aufbau und zum Abgleich.

Nachbau

Nur mit Miniatur-Bauelementen für die Oberflächenmontage ist der kompakte Aufbau des Gerätes realisierbar. Die Verarbeitung von SMD-Komponenten setzt jedoch Lötferfahrung und eine besonders sorgfältige Arbeitsweise voraus. Des Weiteren ist ein Minimum an Spezialwerkzeugen für die Verarbeitung der zum Teil winzigen Bauteile Voraussetzung.

So sind ein LötKolben mit sehr feiner Lötspitze und eine gute Pinzette zum Fassen und Positionieren der kleinen Teile erforderlich. Außerdem sollten dünnes SMD-Lötzinn und Entlötauglitze nicht fehlen. Lötfehler sind ohne eine Lupenleuchte oder zumindest einer Lupe kaum zu erkennen. Aber auch das genaue Positionieren und Verlöten der winzigen Teile ist ohne entsprechende Hilfsmittel nicht gerade einfach.

Das einzige Bauelement an der Displayseite ist, abgesehen vom Display, der Single-Chip-Mikrocontroller IC1. Aufgrund der insgesamt 80 Anschlusspins und dem damit verbundenen geringen Pinabstand ist dieses Bauteil auch am schwierigsten zu verarbeiten. Ganz wichtig ist beim Mikrocontroller die Beachtung der korrekten Einbaulage. Es ist nahezu unmöglich, einen versehentlich mit falscher Polarität eingebauten Mikrocontroller wieder ohne Beschädigung von der Leiterplatte zu entfernen.

Zuerst wird an einer beliebigen Gehäuseecke ein Lötpad der Leiterplatte vorverzinnt und dann der Prozessor polaritätsrichtig exakt positioniert. Nach dem Verlöten dieses Anschlusspins wird sorgfältig überprüft, ob alle weiteren Anschlüsse exakt mittig auf den zugehörigen Löt pads aufliegen. Wenn dies der Fall ist, werden alle weiteren Anschlusspins verlötet.

Sollte dabei versehentlich Lötzinn zwi-

schen die Prozessoranschlüsse laufen, so ist dieses überschüssige Lötzinn am einfachsten mit Entlötlitze abzusaugen.

An der Haupt-Bestückungsseite werden im nächsten Arbeitsschritt alle ICs in der gleichen Arbeitsweise wie der Prozessor aufgelötet. Die korrekte Polarität ist bei SMD-ICs daran zu erkennen, dass die Pin 1 zugeordnete Gehäuseseite leicht angeschragt ist. Diese Gehäuseseite muss mit dem Bestückungsdruck übereinstimmen. Überschüssiges Lötzinn ist auch hier am einfachsten mit Entlötlitze wieder zu entfernen.

Durch die Pinkonstruktion ist ein Verpolen bei den danach aufzulötenden SMD-Transistoren kaum möglich. Auch nach dem Auflöten dieser Bauteile bleibt die Beschriftung lesbar.

Weiter geht es dann mit den SMD-Widerständen, deren Wert direkt auf dem Gehäuse aufgedruckt ist. Die letzte Ziffer gibt grundsätzlich die Anzahl der Nullen an.

Vorsicht ist bei den SMD-Kondensatoren geboten. Diese Bauteile besitzen keinerlei Kennzeichnung und sind daher leicht zu verwechseln.

Die SMD-Dioden sind an der Katodenseite (Pfeilspitze) durch einen Ring gekennzeichnet. Damit sind dann alle SMD-Komponenten bestückt. Eine grundsätzliche Sichtkontrolle hinsichtlich Löt- und Bestückungsfehlern ist bereits an dieser Stelle anzuraten. Die jetzt noch fehlenden bedrahteten Bauelemente sind wesentlich einfacher zu verarbeiten.

Nach dem Einlöten des Quarzes Q 1 und des Folien-Kondensators C 36 sind die Elektrolyt-Kondensatoren an der Reihe. Wichtig ist bei den üblicherweise am Minuspol gekennzeichneten Elkos die korrekte Polarität. An der Displayseite werden danach alle überstehenden Drahtenden abgeschnitten, ohne die Lötstelle selbst dabei zu beschädigen.

Das Metallgehäuse des Effektivwert-Gleichrichters IC7 ist durch eine kleine Metallfahne am unteren Gehäuserand gekennzeichnet. Diese Fahne muss mit der Kennzeichnung im Bestückungsdruck übereinstimmen. Des Weiteren ist beim Einbau darauf zu achten, dass die Gehäuseunterseite ca. 1 mm Abstand zur Platinoberfläche aufweist.

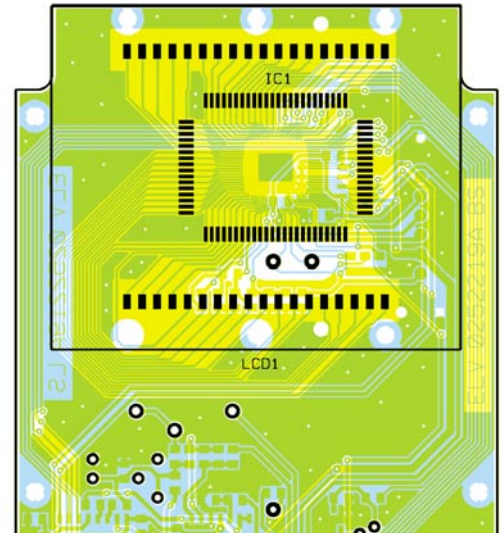
Nun werden der Temperatursensor und die beiden Abgleichtrimmer bestückt, die beim Lötvorgang nicht zu heiß werden dürfen. Die Klinkenbuchse BU 2 und die Western-Modular-Buchse BU 1 müssen vor dem Verlöten der Anschlusspins plan auf der Leiterplattenoberfläche aufliegen.

Die Anschlussleitungen des 9-V-Batterieclips sind vor dem Verlöten zur Zugentlastung durch die zugehörigen Bohrungen der Leiterplatte zu fädeln, wie auf dem Platinfoto zu sehen ist.

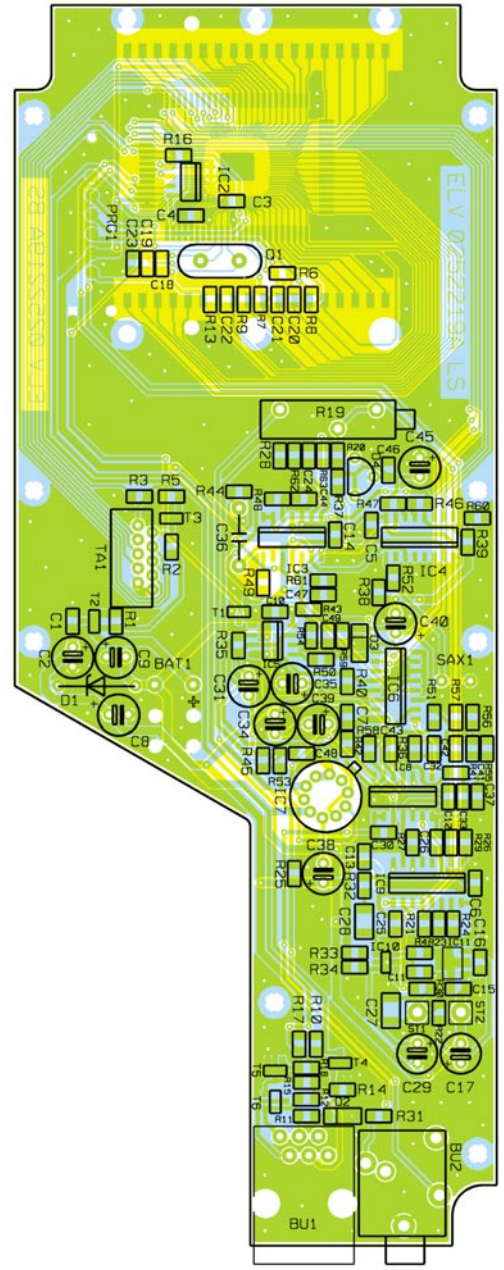
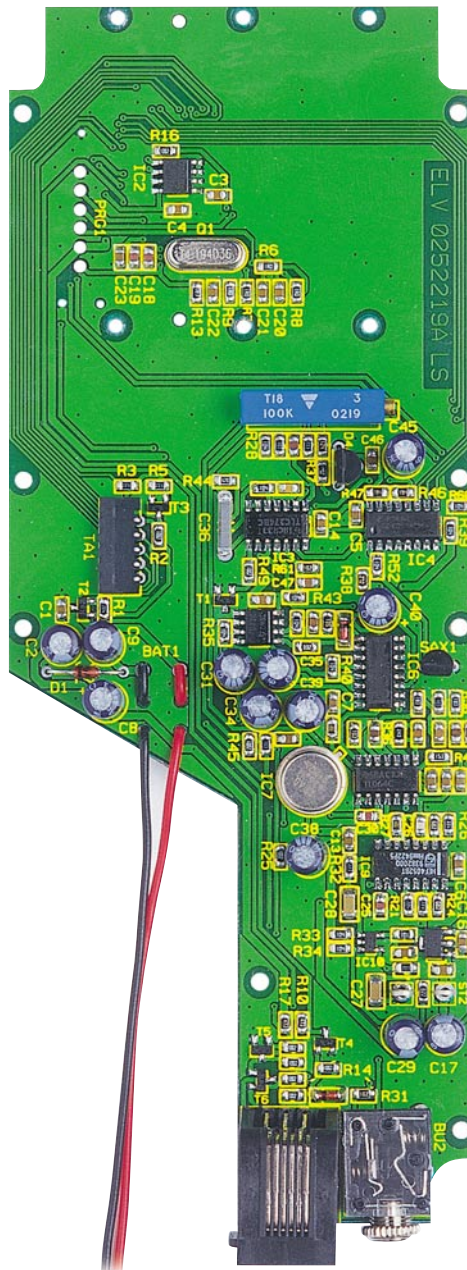
Nun wenden wir uns wieder der Prozessorseite der Leiterplatte zu, wo noch das Display zu montieren ist. Dazu wird das Display so in den Klarsicht-Halterahmen gelegt, dass die Glasverschweißung an der linken Displayseite in die zugehörige Aussparung des Rahmens ragt.

Als dann ist der Befestigungsrahmen von der rechten Seite aufzuschieben und mit zwei Leitgummistreifen zu bestücken.

Die Montage der zusammenge-



Ansicht der fertig bestückten Platine des SPM 100 mit zugehörigem Bestückungsplan, oben ein Teilausschnitt von der Displayseite, unten komplett von der Lötseite



Stückliste: Schallpegel-Messgerät SPM 100

Widerstände:

0Ω/SMD	R8
47Ω/SMD	R44
100Ω/SMD	R4
1kΩ/SMD	R31, R58, R61
2,7kΩ/SMD	R38
3,3kΩ/SMD	R50
4,7kΩ/SMD	R10, R17
6,8kΩ/SMD	R24, R29
8,2kΩ/SMD	R22
10kΩ/SMD	R2, R11, R12, R14-R16, R18, R25, R37, R45, R49, R53, R57, R62
15kΩ/SMD	R41
18kΩ/SMD	R51, R56
22kΩ/SMD	R3, R5, R13, R23, R30, R32, R63
24kΩ/SMD	R36
27kΩ/SMD	R37
47kΩ/SMD	R55
68kΩ/SMD	R27, R42
100kΩ/SMD	R28, R33-R35, R39, R40, R43, R48, R52, R54, R60
120kΩ/SMD	R20
180kΩ/SMD	R46, R47
220kΩ/SMD	R1, R21, R26
1MΩ/SMD	R59
Spindeltrimmer, 100kΩ	R19

Kondensatoren:

2,7pF/SMD	C26
10pF/SMD	C24, C25, C30
22pF/SMD	C18, C19
1nF/SMD	C32, C49
4,7nF/SMD	C41
10nF/SMD	C42, C47
33nF/SMD	C43
47nF/SMD	C44
100nF/SMD	C1, C3-C7, C10, C12-C16, C20-C22, C37, C46, C48
150nF/100V	C36
220nF/SMD	C33
470nF/SMD	C11, C23
1μF/SMD	C27, C28
1μF/100V	C31, C38
10μF/25V	C8, C17, C29, C34, C35, C39, C40, C45
100μF/16V	C2, C9

Halbleiter:

ELV02293	IC1
24C02/SMD	IC2
TLC274BCD/SMD	IC3
CD4051/SMD	IC4
CD4052/SMD	IC9
TL072/SMD	IC5
CD4053/SMD	IC6

AD636	IC7
TL064/SMD	IC8
LMV751/SMD	IC10
HT7150/SMD	IC11
BC848C	T1, T3-T5
BC858C	T2, T6
ZPD3,9V/0,4W	D1
LL4148	D2, D3
LM385-2,5V	D4

Sonstiges:

LC-Display	LCD1
Quarz, 4,194304MHz,	
HC49 U70/U4	Q1
Temperatursensor, KTY81-121 (SAA965)	SAX1
Western-Modular-Buchse 6P6C, print	BU1
Klinkenbuchse, 3,5 mm, stereo, print	BU2
Folientastatur, 8 Tasten, selbstklebend	TA1
Lötstifte mit Lötöse	ST1, ST2
9-V-Batterieclip	BAT1
1 Mikrofonkapsel, 1/4", ausgemessen	
1 Gehäuse, komplett, bearbeitet und bedruckt, mit Display-Rahmen	
15 cm abgesch. Leitung, 1 x 0,22 mm ²	

bauten Displayeinheit auf der Leiterplatte erfolgt mit sechs Knippingschrauben. Nach dem Verschrauben befindet sich der Mikrocontroller unter dem Display.

Nun ist die Folientastatur mit eingelegter Tastaturbeschriftung an die richtige Position auf die Gehäuseoberhalbshale zu kleben und an die zugehörige Buchse der Leiterplatte anzuschließen.

Acht Knippingschrauben dienen zur Montage der komplett fertiggestellten Leiterplattenkonstruktion mit Front- und Rückplatte in das Gehäuseoberteil. Nach Anschluss einer 9-V-Blockbatterie kann ein erster Funktionstest des Gerätes erfolgen. Bevor das Gehäuse komplett verschraubt wird, ist der recht einfach durchzuführende Abgleich des SPM 100 erforderlich.

Abgleich

Der Abgleich des Schallpegel-Messgerätes SPM 100 ist trotz der umfangreichen und recht empfindlichen analogen Baugruppen einfach durchzuführen und vollständig über die Software des Gerätes gesteuert.

Um in den Abgleich-Mode zu gelangen sind bei ausgeschaltetem Gerät die Tasten „Max-Hold“ und „Aurorange“ gedrückt zu halten und dann ist das Gerät bei gedrückten Tasten einzuschalten. Im Display erscheint die Anzeige „00.0 CAL“.

An Hardware-Abgleichpunkten ist in-

nerhalb des Gerätes nur ein einziger Trimmer vorhanden, der als erstes abzugleichen ist. Dazu sind zunächst IC 7 Pin 4 und Pin 2 über eine kurze Drahtbrücke miteinander zu verbinden. Mit Hilfe des Trimmers R19 wird dann am Ausgang von IC 5 B (Pin 7) exakt 0 V eingestellt. Damit ist der Hardware-Abgleich bereits vollständig erledigt.

Durch eine kurze Betätigung der „Up-Taste“ werden automatisch die Offset-Werte ermittelt und gespeichert, worauf im Display die Anzeige „130 dB“ erscheint.

Die Drahtverbindung zwischen IC 7 Pin 4 und Pin 2 (GND) wird wieder entfernt und am Mikrofon-Eingang (ST 1, ST 2) ein 1-kHz-Sinussignal mit 2 V (5,66 V_{ss}) Amplitude angelegt.

Nach einer erneuten kurzen Betätigung der „Up-Taste“ führt die Software automatisch den Skalenfaktor-Abgleich für beide Filterkurven durch.

Nun erscheint im Display die Anzeige „100 dB“. Die Signalspannung am Mikrofon-Eingang wird auf 61,81 mV (174,8 mV_{ss}) verringert und zum Abgleich des mittleren Messbereiches für beide Filterkurven erneut die „Up-Taste“ betätigt.

Im Display erscheint jetzt die Anzeige „70 dB“. Im empfindlichsten Messbereich ist am Mikrofon-Eingang eine Signalspannung von 1,91 mV (5,4 mV_{ss}), entsprechend 2 V -60,4 dB erforderlich. Zum Abgleich der Skalenfaktor-Werte für diesen Messbereich ist dann im Abgleich-Mode ein letztes Mal die „Up-Taste“ zu

betätigen, worauf das Gerät dann in den normalen Betriebs-Mode schaltet.

Die Abgleich-Parameter für die gesamte Hardware, mit Ausnahme des Mikrofons, sind nun ermittelt und abgespeichert.

Mit Hilfe eines Schall-Kalibrators sind die Daten des Mikrofons besonders einfach zu erfassen und abzuspeichern. Dazu werden im normalen Betriebsmode die Tasten „Up“ und „Down“ so lange gedrückt gehalten, bis im Display „94,0 CAL“ erscheint. Nun ist das Gerät in den Kalibrator zu setzen, also das Mikrofon mit einem Schallpegel von 94 dB zu beaufschlagen. Sollte der Kalibrator einen von 94 dB abweichenden Schallpegel erzeugen, so ist mit Hilfe der „Up“ und „Down“-Tasten dieser Wert einzustellen. Wenn der abgegebene Schallpegel und die Anzeige auf dem Display übereinstimmen, ist die Taste „Aurorange“ zum Abspeichern der Kalibrierdaten zu betätigen.

Da im Hobbybereich nur selten ein Schall-Kalibrator zur Verfügung steht, befindet sich in jedem Bausatz ein exakt ausgemessenes Mikrofon, dessen Kalibrierfaktor auf der Verpackung notiert ist. Zur Eingabe dieses Faktors ist dann im Kalibrier-Mode (Anzeige 94,0 CAL) die Taste „A/C“ zu betätigen. Im Display wird nun „94,0 DAT“ angezeigt und mit den „UP/Down“-Tasten der auf der Verpackung notierte Wert eingetragen. Die Beendigung des Kalibriermodos erfolgt auch hier mit der „Aurorange-Taste“.

ELV

Alarm nach Rückfrage - ELV-Funkalarmanlage

FAZ 3000

Teil 2



Höchste Zuverlässigkeit und Störsicherheit - das sind die primären Merkmale, die man von einer modernen Alarmanlage erwartet. Die neue Funkalarmzentrale FAZ 3000 ist strikt nach diesen Vorgaben entwickelt worden. Sie kann mit bis zu 100 Sensoren per Funk kommunizieren, quittiert deren Funksignale im bidirektionalen Betrieb, kontrolliert ständig alle Sensoren auf ihre Betriebsbereitschaft und weist eine enorme Ausbaufähigkeit auf. Nachdem wir im ersten Teil das Gesamtkonzept der Anlage kennengelernt haben, folgen jetzt die Beschreibung der Nutzungsmöglichkeiten und der Planung der Anlage sowie die Vorstellung der Einzelkomponenten.

Vielseitiger Einsatz

Einen ersten Einblick über die Möglichkeiten haben wir bereits im ersten Teil des Artikels vermittelt. Diese wollen wir jetzt einmal näher betrachten.

Die Anlage ermöglicht zunächst drei Grundbetriebsarten, die der flexiblen Nutzung zugute kommen.

Die Betriebsart „Unschärf“ deaktiviert alle Sensoren und Meldelinien, sodass man sich völlig frei im Haus bewegen kann, ohne Alarm auszulösen. Die einzigen Melder, die ständig aktiv bleiben, sind die Rauchmelder. Diese lösen immer einen Alarm an der Zentrale aus, egal, in welchem Zustand diese geschaltet ist.

Die zweite Betriebsart - „Intern scharf“ - realisiert die typische Nachtsicherung des Außenbereichs. Man kann sich frei im Haus bewegen, aber alle Melder, die für den Außenbereich definiert wurden, z. B. Tür- und Fenstersicherungen oder Bewegungsmelder im Außenbereich, sind aktiv.

Die dritte Betriebsart schließlich ist „Extern scharf“. Sie tritt üblicherweise in Aktion, wenn man das Haus verlässt und überwacht dann auch die Innenräume.

Jeder Sensor ist als intern oder extern definierbar. Durch die Bildung einer so genannten Verschlussgruppe kann man der eigenen Vergesslichkeit etwas vorbeugen. Betritt man das Haus, ohne die Anlage vorher zu entschärfen, erfolgt hier nach 30 s (die Zeit ist variierbar) ein interner

Voralarm nur an der Zentrale. Er soll den Nutzer daran erinnern, die Anlage zu entschärfen, bevor nach weiteren 30 s Vollalarm ausgelöst wird. Eine Verschlussgruppe besteht aus einer Reihe von Sensoren, die die Außenhaut des Objektes absichern. Jeder Sensor kann bei der Konfiguration der Anlage dieser Verschlussgruppe zugeordnet werden.

Zur Multifunktionalität zählen auch die verschiedenen Arten der Scharfschaltung der Anlage. Dies kann zunächst entweder an der Zentrale selbst, mit einer Verzögerung für das Verlassen des Hauses, oder über die kompakte Funkfernbedienung erfolgen. Das ist das Standardprogramm. Dazu kommt aber noch die Scharfschalt-einheit FAZ 3000 SE, die, direkt an der zu



Bild 3: Die Zentrale. Gut zu erkennen: die optisch/funktionell abgesetzten Anzeige- und Bedienfelder

den mit diesen Rauchmeldern bestückbar ist. Auf diese Weise erspart man sich bei größeren Gebäuden eine separate Rauchmeldezentrale bzw. bindet beim normalen Wohngebäude die normalerweise nur am Ort alarmierenden Rauchmelder in die Fernalarmierung per Telefon, E-Mail oder SMS ein. Und aufgrund der hohen Reichweiten der Funksender des Systems und den schmalbandigen Superhet-Empfängern sind selbst etwas entfernt liegende Nebengebäude in dieses System einbeziehbar.

Flexible Planung

Der Vorteil einer Funkalarmanlage liegt ja hauptsächlich darin, dass diese mit ihren Meldern und Signalgeräten drahtlos kommuniziert und somit nahezu keine Verkabelung erforderlich ist. Zudem arbeiten die meisten Komponenten des Systems batteriebetrieben, deshalb ist man bei deren Stationierung auch nicht an eine Netzstromversorgung gebunden. Diese Eigenschaften machen die Planung und den Einsatz einer solchen Anlage wesentlich einfacher, wie wir anhand eines Beispiels noch sehen werden.

Die diskutierten Vorteile kommen zunächst bei der Platzierung der Zentrale zum Tragen. Sie kann zum einen so montiert werden, dass sie zentral im Sendebereich aller Funk-Sensoren liegt. Überhaupt sollte man den Grundsatz einhalten, dass die Funkstrecken möglichst kurz gehalten werden, um die Übertragungssicherheit weiter zu erhöhen.

Andererseits ist es aufgrund der relativen Ortsunabhängigkeit leicht möglich, die Konventionen zur Montage einer solchen Alarmzentrale einzuhalten, als da z. B. wären:

- Platzierung innerhalb eines von den Sensoren überwachten Bereichs, damit ist sie ohne Alarmauslösung nicht erreichbar. Die Sabotagesicherheit wird erhöht.

- Möglichst schnelle Erreichbarkeit durch Berechtigte. Dieser Aspekt ist jedoch bei Einsatz der Fernbedienkomponenten eher zweitrangig.
- Versteckte Platzierung sowohl der Zentrale als auch von Alarmwähler/PC-Interface sowie Sirenenansteuerung, z. B. in einem extra verschlossenen Raum und dort ebenfalls nicht sofort sichtbar.
- Ausweichmöglichkeit gegenüber funktechnisch ungünstigen Montageorten, etwa abschirmenden Gebäudeteilen, großen Metallgegenständen usw.

Damit sind wir schon mitten in den ersten Planungs-Überlegungen. Wie bei jeder anderen Alarmanlage auch, sollte man sich ein Konzept erarbeiten, am besten anhand des Grundrisses des zu schützenden Objektes (Abbildung 2).

Dabei ist die Planung recht schnell erledigt. Anhand des Grundrisses ermittelt man zunächst den Bedarf der Außenhautsicherung, also Fenster und Türen. Hier vergisst man gerne Dachluken, Bodenfenster oder Kellerfenster - mit einplanen!

Da die Tür-/Fenster-Melder des Systems einen Eingang für weitere Meldekontakte besitzen, ist mit nur einem Melder eine ganze Fensterfront mit zusätzlichen Magnetkontakten (NC-Meldelinie) sicherbar. Oder man sichert sich auch gegen Eindringen durch die Scheibe ab, indem handelsübliche Glasbruchmelder installiert und an den Tür-/Fenster-Melder angeschlossen werden. Will man z. B. auch die Terrasse überwachen, ist der Anschluss eines wetterfesten Bewegungsmelders (der Bewegungsmelder des FAZ-3000-Systems ist nur für den Innenbereich vorgesehen) an den Tür-/Fenstermelder möglich.

Als Nächstes geht man daran, die Innensicherung zu konzipieren, die dann in Aktion tritt, wenn es einem Einbrecher trotz Außensicherung gelungen ist, unbemerkt in das Gebäude einzudringen, etwa über den berühmten Kellereingang, der eben bei der Planung oft vergessen wird. Dies wird vorrangig wohl mit Bewegungsmeldern erledigt, die durch ihren mitgelieferten Ecksockel sehr flexibel montierbar sind. Dazu können dann weitere Tür-/Fenstermelder kommen, die bestimmte Schränke, Schubladen, das Safe-Fach usw. zusätzlich absichern.

Nun ermittelt man noch den Bedarf an Funk-Rauchmeldern. Eigentlich gehört solch ein Melder in jeden Raum, aber zumindest im Flur bzw. jedem Geschoss sollte man einen vorsehen. Ausgenommen sind lediglich Bereiche, wo es „betriebsbedingt“ zu Dampfentwicklung kommt, etwa über dem Herd in der Küche oder im Bad.

So ist es sehr einfach möglich, zunächst

ein Grundkonzept zu entwerfen, das dann im Rahmen des Systemausbaus weiter entwickelbar ist. Das Schöne an einer solchen Funkalarmanlage ist ja, dass man sie ohne jegliche Neukonfiguration, das Installieren von Kabeln usw. jederzeit erweitern kann, etwa mit Funk-Rauchmeldern in jedem Raum oder der nachträglichen Sicherung von Nebengebäuden. Denn die Einbindung von neuen Komponenten ist über die Menüführung in der Zentrale sehr einfach und in sehr kurzer Zeit erledigt. Einfach die neue Komponente am Ort montieren, bei der Zentrale anmelden, testen - fertig!

Letztendlich gehört zur Planung auch die Definition, wie man die Alarmausgabe gestalten will, etwa mit Außensirene, Telefonwählgerät oder/und PC-Interface, und, mit welchen Vorrichtungen man die Anlage schärfen/entschärfen will. Die bequemste Lösung ist wohl ein Riegelschaltkontakt im Türschloss in Verbindung mit der Funk-Scharfschalteinheit. So kann man niemals vergessen, die Anlage bei Verlassen des Hauses scharf zu schalten. Und auch die kleine Funkfernbedienung macht die Bedienung sehr komfortabel.

Für die Übersicht im System sorgt die Möglichkeit, jeden Sensor im Klartext, wie er im Plan steht, in der Zentrale zu benennen und anzeigen zu lassen. Man muss sich also nicht durch Zahlen oder kryptische Kürzel denken und die Anlage ist auch durch technisch weniger bewanderte Familienmitglieder beherrsch- und kontrollierbar.

Hat man eine derartige sorgfältige Planung vorgenommen, fällt übrigens auch die genaue Abschätzung des materiellen bzw. finanziellen Aufwands leicht. Dabei darf man allerdings Nebenkosten, etwa für eine Außensirene, Außen-Bewegungsmelder, Glasbruchmelder oder ein Riegelschaltchloss, nicht vergessen.

Komponenten der Funkalarmzentrale FAZ 3000

Liest man die Liste der zur Verfügung stehenden Komponenten, erkennt man kaum auf Anhieb, welche ausgeklügelten Funktionen dahinter stecken. Deshalb wollen wir die Komponenten nun einzeln und jeweils ausführlich vorstellen.

Zentrale FAZ 3000-Z

Sie ist das Herzstück der Alarmanlage (Abbildung 3). Neben der funkgestützten Kommunikation mit bis zu 100 Sensoren und Peripheriegeräten bietet sie über eine Schraub-Klemmleiste den Anschluss von 4 drahtgebundenen Meldelinien sowie einer drahtgebundenen Sabotagelinie. Die Stromversorgung erfolgt über ein externes Netzteil, bei Netzausfall sorgen acht inte-

grierte Mignonbatterien für die Notstromversorgung. Das Gehäuse ist durch einen Sabotagekontakt gesichert und enthält auch den internen Signalgeber. Die Nutzerinformation ist übersichtlich in Leuchtdiodenanzeigen und das zweizeilige LC-Display mit Beleuchtung aufgeteilt. Die sechs Leuchtdioden vermitteln wichtige Zustände auf einen Blick, während das Display detailliert im Klartext informiert sowie eine menügestützte Programmierung erlaubt. Ebenso ist das Bedienfeld aufgeteilt. Die täglich benutzten Tasten für das Scharf- und Unscharf-Schalten der Anlage sind abgesetzt vom Bedienblock für Programmierung und Detailabfrage. Die Menüstruktur ist hierarchisch aufgebaut, d. h., man wählt stets zuerst einen neuen Menüpunkt an und dann weitere Untermenüpunkte und Einstellungen. So kennt man es von Handys und Druckermenüs - und es sind alle Systemeinstellungen, Zeitregimes usw. schnell vorgenommen.

Bei Störungen bzw. Alarman kommt das gleiche Bedienprinzip zur Abfrage von gespeicherten Informationen zum Einsatz.

Noch übersichtlicher lässt sich die Anlage per PC-Interface am PC-Bildschirm programmieren und auslesen.

Funk-Tür-/Fenstermelder FAZ 3000-TF

Dieser batteriebetriebene Melder (Abbildung 4) kann, wie bereits beschrieben, vielfältige Funktionen erfüllen. Er besteht aus einer Auswerteeinheit mit Sender und Empfänger, in die auch je ein Reedkontakt auf der linken und rechten Seite integriert ist, sodass wahlweise auf der linken oder rechten Seite des Gerätes eine Auslösung durch einen Dauermagneten erfolgen kann. Über eine Schraub-Klemmleiste sind weitere NC-Kontaktmelder (z. B. Magnetkontakte) sowie NO-Glasbruchmelder anschließbar (NC - im Ruhezustand geschlossen, bei Alarm geöffnet; NO - im Ruhezustand offen, bei Alarm geschlossen). Damit ist der Melder äußerst universell ein-

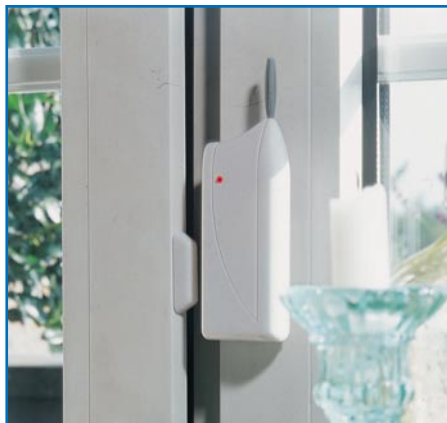


Bild 4: Einsatzbeispiel für den Tür-/Fenstermelder

setzbar, sei es als Tür- oder Fenstersicherung, zum Sichern von Bildern oder anderen Gegenständen gegen Entfernen oder gegen das Öffnen von Schubladen, Schranktüren usw. Natürlich sichert auch hier ein Sabotagekontakt gegen den Angriff eines Unberechtigten.

Funk-Bewegungsmelder FAZ 3000-PIR

Neben dem Tür-/Fenstermelder bildet der Bewegungsmelder (Abbildung 5) den Kern der Meldeorgane des Alarmsystems. Er ist wahlweise direkt an eine Wand oder mit dem mitgelieferten Sockel in/an eine Zimmerecke montierbar. Der Sockel erlaubt auch eine Montage im Winkel von 45 Grad an eine Wand. Der Erfassungswinkel des integrierten PIR-Sensors be-



Bild 5: Durch den Ecksockel universell montierbar - der Funk-Bewegungsmelder

trägt 90 Grad und die Reichweite bis zu 10 m. Sie ist an die örtlichen Gegebenheiten anpassbar. Durch eine besondere Linse ist ein zuverlässiger Unterkriechschutz gewährleistet. So kann der Eindringling nicht die weit reichenden Erfassungsebenen des überwachten Gebietes nahe am Melder unterkriechen und den Melder quasi ausschalten. Bewegen sich in der Abwesenheit Haustiere im Haus, etwa Katzen, lässt sich der Melder so einstellen, dass diese ihn noch nicht auslösen. Dies geschieht durch Höhenvariation des Sensors, Abdecken von Teilen der Erfassungslinse und durch Empfindlichkeitseinstellung in vier Stufen bei Anmeldung an der Zentrale. Durch die mögliche schräge Anbringung des Melders kann man auch ganze Raumbereiche ausblenden, etwa eine Vogelvoliere. Natürlich wird auch dieser Melder mit Batterien versorgt und enthält einen Sabotagekontakt.

Funk-Rauchmelder FAZ 3000-RM

Der als optischer Trübungsmelder arbeitende Funk-Rauchmelder (Abbildung 6) sticht vor allem durch die einstellbare Ansprechempfindlichkeit hervor. So ist er auch in Bereichen einsetzbar, wo es gelegentlich zu leichter Rauchentwicklung kommt, etwa im Raucher-Haushalt. Damit ist er auch Küchen-geeignet, wenn man ihn ent-



Bild 6: Der Funk-Rauchmelder des Systems, der auch autark warnt

fernt vom Herd unterbringt und entsprechend einstellt. Erst auftretender Brandrauch wird ihn auslösen.

Das batteriebetriebene Gerät arbeitet selbstverständlich wie ein normaler Rauchmelder, d. h., er löst unabhängig vom Zustand der Zentrale immer zunächst Alarm über den internen Alarmgeber aus. So wird er erstens in unmittelbarer Nähe des Montageortes schneller gehört als vielleicht die etwas entfernter untergebrachte Alarmanlage und arbeitet zweitens redundant. Das bedeutet, auch bei ganz abgeschalteter Zentrale erfolgt eine Alarmierung. Ist die Zentrale eingeschaltet, aber unscharf geschaltet, erfolgt ebenfalls immer eine Alarmierung an der Zentrale.

Funk-Fernbedienung FAZ 3000-FB

Der besonders kompakte Mini-Sender (Abbildung 7) ermöglicht nicht nur das funkferngesteuerte Schärfen und Entschärfen der Alarmanlage, etwa vor der Haustür, sondern auch das sofortige Auslösen des Alarms auf Knopfdruck. Dies nennt sich Panikfunktion und ist für zahlreiche Fälle nützlich. Dies kann eine plötzliche Gesundheitsstörung genauso sein wie ein Überfall. So kann man letzteren meist wirksam abwehren, da Einbrecher oder andere Täter meist nichts mehr fürchten als das Wecken von Aufmerksamkeit der Umgebung durch lauten Alarm. Eine Codierung (insgesamt stehen 19.683 verschiedene Codes zur Verfügung) erhöht die Sicherheit, sodass eine Auslösung durch andere baugleiche Fernbedienungen nahezu ausgeschlossen ist. Mit diesem Code meldet



Bild 7: Kompakt und übersichtlich - die Funk-Fernbedienung



Bild 8: Die Scharfschalteinheit kann sowohl Riegel-Schaltkontakte als auch die Schaltausgänge von elektronischen Schlössern auswerten

sich die Fernbedienung an der Zentrale an, diese akzeptiert dann nur Funkbefehle von dieser Fernbedienung.

Funk-Scharfschalteinheit FAZ 3000-SE

Wie nützlich diese Komponente für die tägliche Benutzung ist, haben wir ja schon bei der Anlagenkonzeption kurz diskutiert. Das batteriebetriebene Gerät (Abbildung 8) wird innen an der Eingangstür angebracht, sodass die Status-Anzeigen von außen erkennbar sind. Die hell leuchtende rote oder grüne LED ist auch durch Milch- oder Ornamentglas gut zu sehen. Ist dies nicht möglich, kann man auch zwei externe LEDs anschließen, die dann z. B. im Türrahmen oder im Schlüsselschalter/Codeschloss eingebaut sind bzw. deren vorhandene Anzeigen nutzen. Die Statusanzeigen informieren neben ihrer Funktion der Anzeige des Scharfschalt-Status der Anlage den Nutzer beim Verlassen des Hauses auch, ob z. B. noch ein gesichertes Fenster offen ist. Ist dies der Fall, verweigert das Gerät zunächst das Scharfschalten der Anlage. Will man dennoch ein Scharfschalten der Anlage erzwingen, ist dies auf den nächsten Tastendruck an der Scharfschalteinheit möglich. Typischer Fall ist der kurze Spaziergang „um den Block“, wobei etwa ein

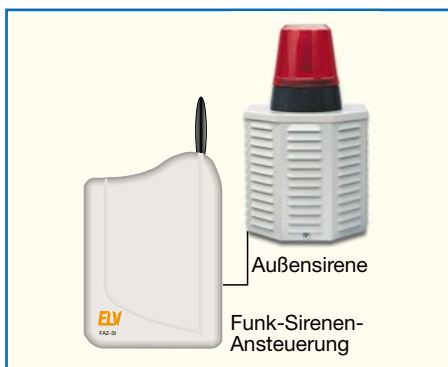


Bild 9: Steuert die Sirene nicht nur an, sondern versorgt sie auch mit Strom - die Funk-Sirenenansteuerung

Dachfenster zur Lüftung offen bleiben soll.

Die Grund-Funktion ist jedoch das automatische Scharf- und Unscharfschalten der Anlage von der Haustür aus, wenn man entweder das Türschloss mit einem Riegel-Schaltkontakt versieht oder für den Zugang einen Schlüsselschalter, ein Code- oder Transponderschloss benutzt.

Beim Verlassen des Hauses erinnert die am Eingang präsenste Scharfschalteinheit an den Tastendruck zum Schärfen der Anlage. Beim anschließenden, nach spätestens 30 s folgenden Verschließen der Eingangstür wertet das Gerät den Zustand des Riegel-Schaltkontaktes im Schließblech aus und meldet der Anlage, dass sie jetzt die interne und externe Sicherung voll aufnehmen kann. Auch diesen Status bekommt man durch die Leuchtanzeigen gemeldet. Der Einsatzfall „Intern scharf“ ist ebenfalls auslösbar: Einfach die zugehörige Taste an der Scharfschalteinheit drücken und von innen die Haustür verschließen! Andererseits wird bei Betreten des Hauses nach dem Aufschließen des Türschlosses und Auswertung des Riegel-Schaltkontaktes bzw. des funktionsgleichen Schaltkontaktes von Schlüsselschaltern oder elektronischen Öffnungseinrichtungen sofort die Anlage unscharfgeschaltet. Hier muss man keine weitere Bedienung vornehmen und verhindert gleichzeitig das unbewusste „Hineinlaufen“ in den Alarm. Hat man z. B. die Zentrale gut versteckt untergebracht und setzt keine Funkfernbedienung ein, ist diese Technik an der Haustür eine ganz wesentliche Komfortsteigerung.

Neben der eigenen Sabotagesicherung der batteriebetriebenen Scharfschalteinheit verfügt diese auch über einen Anschluss

für den Sabotagekontakt z. B. eines Schlüsselschalters. So ist auch dessen Sicherung gegen Manipulation in die Alarmanlage einbezogen.

Funk-Sirenenansteuerung FAZ 3000-SI

Auch die Vorteile solch einer Einrichtung haben wir bereits kurz aufgezeigt. Externe Sirenen mit oder ohne Blitzler sind meist weit entfernt von der Alarmzentrale untergebracht. Häufig kommt noch als Problem dazu, dass deren Standorte, z. B. am Hausgiebel oft keinen Netzanschluss in der Nähe bieten. Hier setzt die Funk-Sirenenansteuerung (Abbildung 9) an. Sie empfängt nicht nur drahtlos das Alarm-Auslösesignal von der Zentrale und schaltet die hier auf kurzem Wege angeschlossene Alarmeinrichtung ein, sie kann diese bei Bedarf auch gleich mit Spannung versorgen. Das erfolgt entweder nur über Batterien (leistungsfähige Babyzellen für die Sirenenversorgung) oder per Netzteil, wobei die Batterien dann als Notstromversorgung dienen. Für die Versorgung von Sirene und Blitz sind getrennte Ausgänge vorhanden. Der zur Verfügung gestellte Strom beträgt für Sirene und Blitz zusammen 800 mA, ausreichend für nahezu alle handelsüblichen Geräte.

Welches Ereignis welchen Alarm auslösen soll, wird bei der Anmeldung der Steuerung an der Zentrale festgelegt. Zusätzlich wertet die Sirenenansteuerung den Sabotagekontakt der Alarmeinrichtung aus und bindet ihn damit ebenfalls in die Sabotagemeldung der Zentrale ein.

Funk-Alarmwähler FAZ 3000-AW

Alarmwähler sind in Alarmanlagen an

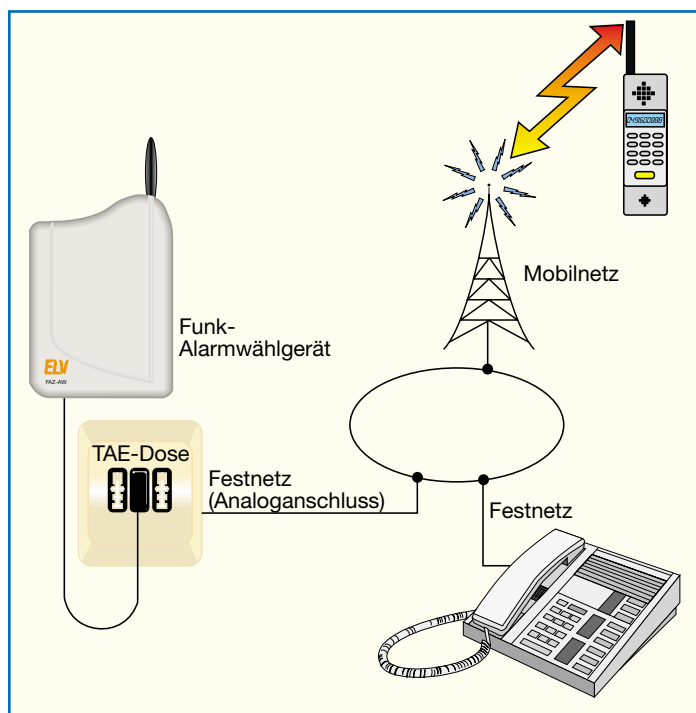


Bild 10: Optisch eher unauffällig, aber äußerst funktionell - der Funk-Alarmwähler mit Fernsteuerfunktion für die Zentrale

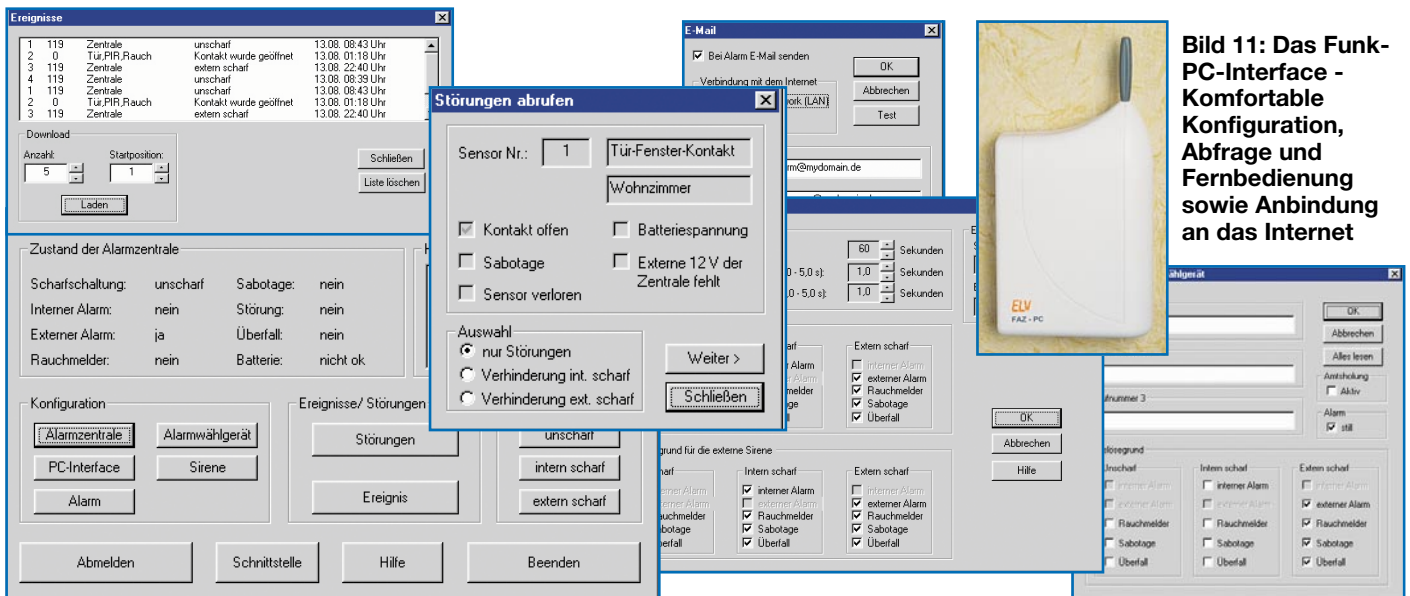


Bild 11: Das Funk-PC-Interface - Komfortable Konfiguration, Abfrage und Fernbedienung sowie Anbindung an das Internet

sich nichts Neues - der zur Funkalarmzentrale FAZ 3000 gehörende (Abbildung 10) weist jedoch einige herausragende Features auf. So ist er systemtypisch natürlich per bidirektionaler Funkverbindung an die Zentrale angebunden und kann daher direkt am Telefonanschluss platziert werden. Dieser muss sich damit ebenfalls nicht am Standort der Zentrale befinden.

Auch er ist wahlweise per Batterie oder mit einem Netzteil betreibbar. Und das bedeutet auch hier, dass kein Netzanschluss in der Nähe des Telefonanschlusses vorhanden sein muss. So kann man das Wählgerät unauffällig auch an einem versteckten Nebenanschluss, etwa im Keller oder Abstellraum, betreiben.

Zu beachten ist, dass der Alarmwähler sich zum Telefonnetz hin wie ein normales Telefon verhält, also auch eine Rufnummer zugewiesen bekommen muss, wenn man ihn zur Steuerung der Zentrale über das Telefonnetz einsetzen will. Ob das per Einzel- (Analog-) Anschluss oder über eine Telefonanlage erfolgt, bleibt dem Nutzer überlassen. Bei Einbindung z. B. in eine ISDN-Telefonanlage ist dem Alarmwähler eine der zur Verfügung stehenden MSNs einer analogen Nebenstelle zuzuweisen und sicherzustellen, dass das Gerät per Durchwahl erreichbar ist. Eine eventuell notwendige Amtsholung bei Betrieb in einer Telefonanlage kann das Gerät automatisch erledigen.

Im Alarmfall steuert die Zentrale den Alarmwähler an und löst damit dessen Anwahl von bis zu drei vorprogrammierten Nummern aus, um z. B. das eigene Handy, das Büro, Freunde, Nachbarn oder sogar einen Sicherheitsdienst anzurufen. Den Auslösegrund (Intern- oder Extern-Alarm, Rauchalarm, Überfall oder Sabotage) teilt das Gerät über bestimmte Tonfolgen mit. Nach Eingabe eines Geheimcodes ist es während dieses Anrufes auch möglich, die Anlage über eine mit einem belie-

bigen MFV-Telefon einzugebende Ziffernfolge in einen der drei Scharf- bzw. Unscharfbestände zu schalten.

Und genau dies gilt auch bei einem direkten Anruf bei der Alarmzentrale über den Alarmwähler. So wird die bereits erläuterte Fernschaltung aus dem Büro möglich. Darüber hinaus kann man auf diese Weise auch den aktuellen Status der Alarmanlage per Telefon abrufen.

Hat man an der Zentrale „Stillen Alarm“ eingestellt, erfolgt zunächst das „lautlose“ Abarbeiten des Anrufalgorithmus durch das Telefonwählgerät. Jede programmierte Nummer wird bis zu zwei Mal angerufen. Erst, wenn das Gerät niemanden erreicht, löst es über die Zentrale die Sirenen der Alarmanlage aus. Bleibt nur noch, zu erwähnen, dass natürlich auch dieses Gerät über einen Sabotagekontakt verfügt.

Funk-PC-Interface FAZ 3000-PC

Das PC-Interface gleicht von außen zunächst einmal dem Alarmwählgerät. Die Ähnlichkeit setzt sich außer bei der Art der Spannungsversorgung auch bei einigen Funktionen fort, wobei man hier vergeblich nach einer Telefonanschlussbuchse sucht. Dafür findet man aber ein serielles Computerkabel, denn das PC-Interface ist für den Anschluss an die RS-232-Schnittstelle eines Personalcomputers konzipiert. Das mitgelieferte Programm (Abbildung 11) erlaubt zunächst die Konfiguration der Anlage am PC-Bildschirm per Funk. So kann man die Anlage gut versteckt montieren, sie in Betrieb nehmen und dann bequem über das Funk-Interface am PC konfigurieren. Dabei sind alle auch an der Zentrale selbst vornehmbaren Einstellungen des gesamten Systems auf einer übersichtlichen Windows-Oberfläche möglich. Dies gilt für die Rufnummern des Alarmwählgerätes genauso wie für die Sensornamen. Allein die Übersichtlichkeit und die bequeme Konfiguration per Mausklick

lohnt die zusätzliche Anschaffung des Interfaces, man hat quasi alles auf einen Blick auf dem Bildschirm und muss sich nicht durch LC-Display-Menüs arbeiten.

Aber damit ist es noch nicht genug. Natürlich ist per Interface die Fernsteuerung der Zentrale ebenso möglich wie die Statusabfrage der Zentrale.

Eine weitere Besonderheit ist die Alarmübermittlung per E-Mail über das Internet. Durch Anbindung von E-Mail- und Internetverbindung an das Interface-Programm verschickt dieses je nach Alarmart unterschiedliche E-Mails an ähnlich wie beim Alarmwähler vorbereitete Adressen. Und da es heute möglich ist, derartige E-Mails auch als SMS an Handys oder zahlreiche Festnetztelefone zu versenden, hat man auch an diese Möglichkeit gedacht.

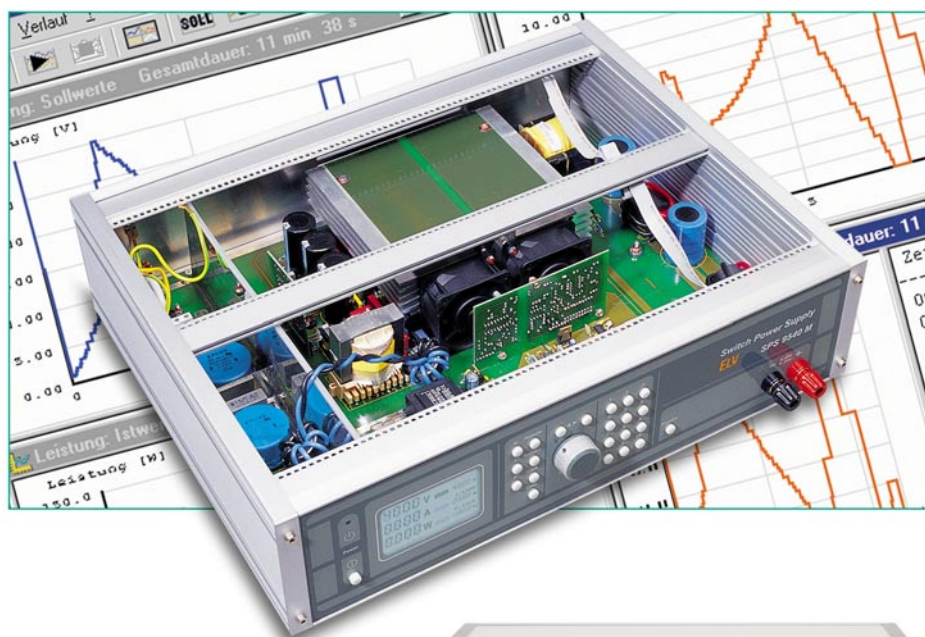
Das PC-Interface verfügt selbstverständlich auch über einen Sabotagekontakt und kann bequem in der Nähe des PC-Standorts untergebracht werden.

Damit sind alle Komponenten der Funkalarmzentrale FAZ 3000 vorgestellt.

Allein dieser im Rahmen dieses Artikels relativ kurz gefasste Abriss vermittelt bereits, welche mächtigen Möglichkeiten in der hochmodernen Alarmanlage liegen - und das bei moderater Preisgestaltung. Abschließend ist hervorzuheben, dass die auf den ersten Blick doch recht komplex erscheinende Technik dennoch einfach bedienbar ist, denn bei der Entwicklung der Bedienoberfläche, in der Zentrale wie im PC-Programm, hat man sich an das Credo des modularen Aufbaus gehalten - schließlich soll die Alarmanlage den Besitzer schützen und ihm keine Programmierkenntnisse abfordern!

Und außer dem Batteriewechsel nach Aufforderung durch die Zentrale verlangt das gesamte System auch nach keiner Wartung. Montieren, einstellen, benutzen und ansonsten einfach vergessen: so muss es sein!





1000-VA- Prozessornetzteil SPS 9540

Teil 4

Im vierten und zugleich abschließenden Teil dieses Artikels werden der Aufbau der großen Basisplatine sowie die Inbetriebnahme und der Abgleich ausführlich beschrieben.

Aufbau der Basisplatine

Im nächsten Schritt kommen wir dann zum praktischen Aufbau der 411 x 316 mm großen Basisplatine, die mit äußerster Sorgfalt zu bestücken ist. Dies gilt in besonderem Maße für die Lötstellen im netzspannungsführenden Bereich.

Zuerst werden die niedrigsten Komponenten, in unserem Fall die 1%igen Metallfilm-Widerstände und Dioden (mit Ausnahme der am Kühlkörper zu befestigenden Dioden) eingelötet.

Danach sind die Keramik- und Folien-Kondensatoren sowie die nicht an den Kühlkörpern zu befestigenden Transistoren und Spannungsregler an der Reihe.

Die Brückengleichrichter GL 102-GL 104 werden entsprechend der im Bestückungsdruck angegebenen Polarität eingelötet.

Da die Basisplatine sowohl für das SPS 9540 als auch für das SPS 9040 zu nutzen ist, sind bei JP 100-JP 102 die entsprechenden Pins über kurze Silberdrahtabschnitte zu verbinden. Im SPS 9540 sind bei JP 100 und JP 101 jeweils Pin 1 und Pin 2 sowie bei JP 102 Pin 2 und Pin 3 zu verbinden.

Danach wird der 27-m Ω -Shunt-Widerstand R 139 aus einem 44 mm langen Manganindrahtabschnitt mit 0,659 Ω /m hergestellt. Nach dem Einlöten in die Leiterplatte bleiben dann 41 mm des Widerstandsdrahtes wirksam.

Die Hochlast-Widerstände R 113 bis R 115 und R 123 sowie der NTC 1 benötigen einen Abstand von ca. 5 mm zur Platinenoberfläche, wobei zusätzlich zu beachten ist, dass R 114 und R 115 in stehender Position zu bestücken sind.

Zum Anschluss der beiden Lüfter sind Lötstifte mit Öse in die Platinenbohrungen

ST 501, ST 501A, ST 502 und ST 502A zu pressen und dann an der Platinenunterseite zu verlöten.

Zur Aufnahme der Steuerplatine wird eine 6-polige und eine 15-polige - und zur Aufnahme der PFC-Platine eine 12-polige Buchsenleiste eingelötet.

Zu beachten ist die korrekte Polarität bei den nun einzubauenden Elektrolyt-Kondensatoren, da falsch gepolte Elkos sogar explodieren können. Üblicherweise sind Elkos am Minuspol gekennzeichnet. Die Hochvolt-Elektrolyt-Kondensatoren C 105-C 107 sind an dieser Stelle noch nicht zu bestücken.

Nun werden die 3 jeweils aus 2 Hälften bestehenden Platinen-Sicherungshalter eingelötet und gleich mit der zugehörigen Feinsicherung bestückt sowie die Kunststoffabdeckungen aufgesetzt.

Der Netzschalter S 101, die Schraubklemmleiste KL 1 und die beiden Netzdrosseln DR 101 und DR 103 müssen vor dem Verlöten mit allen Auflagepunkten an der Platine anliegen.

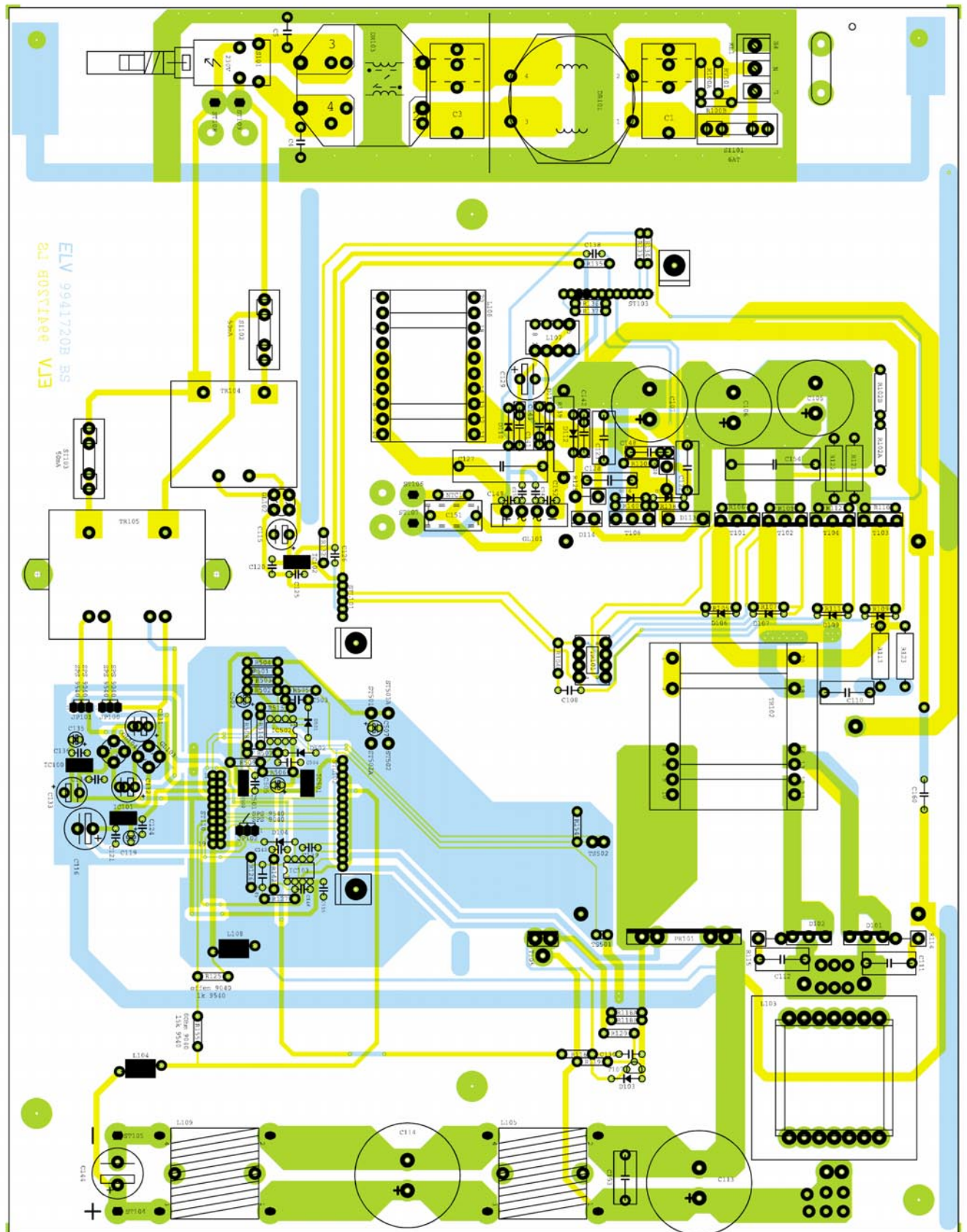
Während der Hilfstrafo TR 104 direkt in die Platine eingelötet wird, ist der Trafo TR 105 zuvor mit zwei Schrauben M4 x 8 mm, Zahnscheibe und Muttern auf die Platine zu schrauben.

Eine danach einzulötende 20-polige Stiftleiste (ST 110) dient zur späteren Verbindung mit der Frontplatine.

Nun sind die Ausgangsdrosseln L 105 und L 109 jeweils aus einem 28,5 mm langen Ringkern mit 28,3 mm Außendurchmesser und 13,8 mm Innendurchmesser und je zwei 34 cm langen isolierten Leitungen (rot, schwarz, 2,5 mm²) herzustellen. Alle Leitungsenden sind auf 1 cm Länge abzuisolieren und zu verzinnen. Bevor nun die Leitungen, wie auf dem Platinenfoto zu sehen ist, jeweils mit 3 Windungen um den Kern der Ringkerndrosseln gewickelt werden, ist es empfehlenswert zu prüfen, ob die Leitungsenden durch die zugehörigen Platinenbohrungen passen. Gegebenenfalls sind die Leitungsenden nachzuarbeiten. Die jeweils rote und schwarze Leitung müssen unbedingt den gleichen Wickelsinn aufweisen.

Als nächstes werden die beiden Kühlkörper für den Einbau vorbereitet, indem die zugehörigen Halbleiter montiert werden. Zwischen den Kühlkörpern und der Leiterplatte sind die zugehörigen Isolierplatten zu verwenden. An dem von der Gerätevorderseite aus gesehen linken Kühlkörper werden der Netzgleichrichter GL 101, die Leistungstransistoren T 101 bis T 104, der PFC-Transistor T 106 sowie die Leistungsdioden D 113 und D 114 montiert.

D 113, D 114 und T 106 sind mit einer Isolierbuchse und einer speziellen Glimmerscheibe zu versehen, die beidseitig mit etwas Wärmeleitpaste bestrichen und



Bestückungsplan der großen Basisplatine des SPS 9540

Weise. Der Transistor T 105 und die Doppeldioden D 101 und D 102 müssen, wie zuvor bei D 113 und D 114 beschrieben, mit Glimmerscheibe und Isolierbuchse isoliert werden. Zur Befestigung des Transistors dient eine Schraube M3 x 5 mm mit der zugehörigen Mutter im Kühlkörperprofil.

Die Doppeldioden D 101 und D 102 werden mit je einer Schraube M 3 x 8 mm befestigt.

Der Shunt-Widerstand PR 101 wird mit Wärmeleitpaste versehen und ohne Glimmerscheibe und Isolierbuchse mit 2 Schrauben M3 x 6 mm befestigt.

Die Anschlüsse des Temperatur-Sensors TS 501 werden mit 1-adrig isolierten Leitungen verlängert. Danach wird der Sensor mit einer Schelle sowie einer Schraube M3 x 5 mm am Kühlkörper befestigt.

Nach dem Ausrichten der Halbleiter wird auch dieser Kühlkörper mit 2 Schrauben

Stückliste: SPS 9540 Basisteil

Widerstände:

5cm Manganindraht (0,659Ω/m),	
0,027Ω	R139
0,01Ω/10W/1%	PR101
0,27Ω/2W	R121, R122
1Ω	R118A, R118B, R709
1Ω/3W	R114, R115
3,3Ω	R209, R210
10Ω	R226
22Ω	R130
33Ω	R105, R107, R109, R111, R138, R207
47Ω	R135
100Ω	R104, R120, R204, R231, R233, R236
330Ω/2W	R113, R123
560Ω	R225
680Ω	R154, R702
1kΩ	R125, R142, R216, R219, R514, R714
1,2kΩ	R212
1,5kΩ	R132, R201
2,2kΩ	R218, R221, R228, R230, R237
2,7kΩ	R116, R229, R703, R707
3,3kΩ	R106, R108, R110, R112, R140
3,9kΩ	R701
4,7kΩ	R205, R227, R515
6,8kΩ	R501, R503
7,5kΩ	R119
10kΩ	R142, R214, R220, R223, R224, R242, R243
12kΩ	R708, R711
18kΩ	R712
15kΩ	R155, R235
22kΩ	R208, R211, R240
33kΩ	R705, R706
47kΩ	R502
56kΩ	R506
68kΩ/1W	R102A, R102B
100kΩ	R126, R127, R215, R238, R239, R505, R507-R509
150kΩ	R202
220kΩ	R241, R710
330kΩ	R704
390kΩ	R504
470kΩ	R100A, R100B, R222
1MΩ	R217
1MΩ/1%	R133, R134, R136, R137
PT10, stehend, 10kΩ	R713
VDR, S20K275	RV101
NTC4,7Ω	NTC1

Kondensatoren:

100pF/ker	C146, C216-C218, C221-C223, C227
220pF/ker	C139
680pF/ker	C126
680pF/400V	C141-C143, C148
680pF/2000V/FKP1	C110
1nF/400V	C108, C206, C224, C701
2,2nF/Y2/250V~ ..	C4, C5, C137, C160
3,3nF	C708
3,9nF/ker	C147, C149, C150, C152
4,7nF	C201
4,7nF/1600V	C111, C112
5,6nF	C503
6,8nF/1600V	C128
10nF	C145
10nF/1000V	C153
18nF	C214

22nF	C130, C205
56nF	C212, C504
100nF	C209, C707
100nF/ker ..	C120, C121, C124, C134, C136, C138, C140, C155, C204, C207, C220, C501
100nF/275V~/X2	C151
220nF	C703
330nF	C704
470nF/ker ..	C125, C705, C706, C709
470nF/400V	C127, C154
680nF	C702
1µF/275V~/X2	C1, C3
10µF/25V	C119, C135, C211
10µF/400V	C129
22µF/16V ..	C202, C210, C219, C502
47µF/25V	C710
100µF/16V	C505, C507
220µF/16V	C208
220µF/40V	C115
220µF/450V	C105-C107
470µF/25V	C131-C133
470µF/63V	C144
2200µF/16V	C116
4700µF/63V	C113, C114

Halbleiter:

7905	IC100
7808	IC501
7805	IC101, IC203
7818	IC102
TLC277	IC103
SFH617G2	IC201
SG3525A	IC202
LM358	IC204, IC205, IC502
L4981A	IC701
STH15NA50	T101-T104
BUZ72	T105
STW20NA50	T106
BC337-40	T107, T201, T202
BC548	T203
BD678	T502
KBU6G	GL101
B40C1500RD	GL102, GL103, GL104
HFA30PA60	D101, D102
ZPD12V/0,4W	D103, D202
1N4148	D104, D106-D109, D115, D501, D502, D701, D702
1N4007	D110
UF4005	D111, D112
STTA2006	D113
STTA506D	D114
BZX85C18	D116
1N4002	D203

Sonstiges:

Festinduktivität, 10µH	L200-L202
Stromkompensierte Ringkerndrossel, stehend, 2 x 3,9 mH, 6A	DR101
Zweifach-Ringkerndrossel, 2 x 25µH/10A	DR103
Speicherdrossel 1	L106
Speicherdrossel 2	L103
UKW-Breitbanddrosseln, 2,5 Windungen	L104, L108
Zylinder-Ferrit-Ringkern, 28 x 28,5 mm	L105, L109
Steuertrafo	L107
Treibertrafo	TR101
Haupttrafo	TR102
Trafo, 1 x 18 V/175 mA	TR104

Trafo, 2 x 9V/0,45A	TR105
Temperatursensor, SAA965	TS501, TS502
Netzschraubklemme, 3-polig	KL1
Lötstifte mit Lötöse ST501, ST501A, ST502, ST502A	
Stiftleiste, 2 x 10-polig	ST110
Stiftleiste, 1 x 6-polig, abgewinkelt	ST201
Stiftleiste, 1 x 15-polig, abgewinkelt	ST202
Stiftleiste, 1 x 12-polig, abgewinkelt	ST701
Buchsenleiste, 1 x 6-polig	STL101
Buchsenleiste, 1 x 15-polig ..	STL102
Buchsenleiste, 1 x 12-polig ..	STL103
Sicherung, 6 A, träge	SI101
Sicherung, 50 mA, träge ..	SI102, SI103
Shadow-Netzschalter	S101
1 Adapterstück	
1 Verlängerungsachse, 120 mm	
1 Druckknopf, ø 7,2 mm	
3 Platinsicherungshalter (2 Hälften)	
3 Sicherungsabdeckhaube	
9 Zylinderkopfschrauben, M3 x 5 mm	
16 Zylinderkopfschrauben, M3 x 6 mm	
4 Zylinderkopfschrauben, M3 x 8 mm	
5 Zylinderkopfschrauben, M3 x 10 mm	
2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 14 mm	
2 Zylinderkopfschrauben, M4 x 8 mm	
30 Muttern, M3	
2 Muttern, M4	
26 Fächerscheiben, M3	
2 Fächerscheiben, M4	
4 Unterlegscheiben, M3	
3 Isolierbuchsen für TO-220	
2 Glimmerscheiben, TO-220	
4 Glimmerscheiben, TO-3P	
2 Befestigungswinkel, vernickelt	
1 Zugentlastungsbügel	
1 Netzkabeldurchführung mit Knickschutztüle, grau	
1 Netzkabel, 3-adrig, grau	
2 Ferrit-Ringkerne, 25 x 12 mm	
1 Kabelschelle, 4 mm	
1 Polklemme, 4 mm, 60 A, rot	
1 Polklemme, 4 mm, 60 A, schwarz	
2 Papst-Axial-Lüfter, Typ 612	
1 Lüfterhalteblech	
2 Hochleistungs-Kühlkörper, bearbeitet	
1 Kühlkörper-Abdeckplatte	
1 Buchsenhalteblech	
1 Abschirmblech, 30 x 50 mm	
1 Abschirmblech, 300 x 80 mm	
1 Kühlkörper-Isolierplatte, Typ 1	
1 Kühlkörper-Isolierplatte, Typ 2	
1 Gehäuseisolierplatte	
6 Kabelbinder, 90 mm	
1 Tube Wärmeleitpaste	
30 cm Kantenprofil, 5 mm	
1 cm Schrumpfschlauch, ø 1 mm	
10 cm Schaltdraht, blank, versilbert	
4 cm flexible Leitung, ST1 x 0,22 mm ² , schwarz	
70 cm flexible Leitung, ST1 x 1,5 mm ² , schwarz	
70 cm flexible Leitung, ST1 x 1,5 mm ² , blau	
80 cm flexible Leitung, ST1 x 2,5 mm ² , rot	
80 cm flexible Leitung, ST1 x 2,5 mm ² , schwarz	



Bild 11: Montage des Temperatursensors TS 502 im Kühlkörper

M3 x 6 mm und den zugehörigen Muttern und Zahnscheiben auf die Basisplatte montiert. Danach werden die Komponenten fest am Kühlkörper verschraubt und sämtliche Anschlüsse an der Platinenunterseite verlötet.

Der Temperatur-Sensor TS 502 ist, wie in Abbildung 11 gezeigt, in die Kühlrippen des Kühlkörpers zu kleben und dann zu verlöten.

Nun werden die Hochvolt-Elkos C 105 bis C 107 unter Beachtung der korrekten Polarität mit viel Lötzinn eingebaut.

Beim Einlöten der Induktivitäten L 106, L 107, TR 101 und TR 102 ist unbedingt die richtige Polarität zu beachten, die im Bestückungsdruck und am Wickelkörper der Induktivitäten angegeben ist. Die Kupferabschirmung von TR 102 ist an den zugehörigen Platinenanschluss (neben C 110) anzulöten.

Es folgt der Einbau der Speicherdrossel L 103, deren Anschlüsse aufgrund des hohen Ausgangsstromes (25 A) mit viel Lötzinn an die zugehörigen Lötflächen der Leiterplatte anzulöten sind.

Im Bereich der primärseitigen Netzversorgung sind jetzt entsprechend des Fotos die beiden Abschirmbleche aufzulöten. Das große Abschirmblech erhält zuerst auf der Oberseite ein Kantenschutzprofil (mit Sekundenkleber aufkleben) und wird dann auf der gesamten Leiterplattenlänge verlötet. Beim kleinen Abschirmblech ist die exakte Position durch eine gelbe Linie auf der Leiterplatte gekennzeichnet. (Aus Sicherheitsgründen muss die Position genau eingehalten werden!)

Nun kommen wir zur Montage der beiden Lüfter, die so erfolgt, dass diese die Abluft aus dem Gehäuse des SPS 9540 herausbefördern (siehe Pfeilmarkierung an den Lüftergehäusen). Bei der Montage werden zuerst die beiden Lüfter mit Schrauben M3 x 10 mm, Zahnscheiben und Muttern am Halblech angeschraubt. Danach erfolgt mit 2 Schrauben M3 x 6 mm, Zahnscheiben und Muttern die Montage des mit den Lüftern bestückten Halblechs an die Kühlkörperabdeckplatte.

Die Abdeckplatte ist von der Unterseite mit einem 2,2 nF Y-Kondensator zu bestücken und dann mit 4 Schrauben M3 x 5 mm,

Zahnscheiben und Muttern auf die Kühlkörper zu montieren. Im Anschluss hieran sind die roten Lüfterleitungen an ST 501, ST 501 A und die blauen Lüfterleitungen an ST 502, ST 502 A anzuschließen.

Es folgt das Einsetzen der Steuerplatine und der PFC-Platine die zur zusätzlichen Sicherung an den vormontierten Metallwinkeln mittels Zylinderkopfschrauben M3 x 5 mm und Zahnscheiben von unten durch die Basisplatte festgeschraubt werden.

Zum Anschluss der Ausgangspolklammen sind jeweils eine rote und eine schwarze 7 cm lange isolierte Leitung mit einem Querschnitt von 2,5 mm² erforderlich. Die rote Leitung ist an ST 104 und die schwarze Leitung an ST 105 der Basisplatte anzulöten.

Im nächsten Arbeitsschritt ist die Schubstange des Netzschalters entsprechend Abbildung 12 herzustellen und mit einem Adapterstück für den Netzschalter und einem Bedienknopf zu bestücken. Das Adapterstück ist danach bis zum Einrasten auf den Netzschalter aufzupressen.

Nachdem das Chassis komplett aufgebaut ist, kommen wir zur weiteren Montage, wobei zuerst eine Netzkabeldurchführung in die Rückwand zu schrauben ist. Die Netz-Zuleitung wird ein weites Stück durchgezogen, aber noch nicht festgeklemmt.

Dann ist die 9-polige Sub-D-Buchse der seriellen Schnittstelle in Schneid-Klemmtechnik mit einem 46 cm langen 10-poligen Flachbandkabel zu bestücken. Am anderen Kabelende wird ein 10-poliger Pfostenstecker ebenfalls in Schneid-Klemmtechnik aufgesetzt (Polarität beachten). Im Anschluss hieran ist die Sub-D-Buchse an die Rückwand des Gerätes zu schrauben.

Im nächsten Arbeitsschritt ist die Netz-Zuleitung auf 12 cm Länge von der äußeren Ummantlung zu befreien und die braune und blaue Innenader auf 2,5 cm Länge zu kürzen. Nach dem Abisolieren auf 7 mm Länge wird auf diese beiden Innenadern jeweils eine Aderendhülle aufgequetscht. Die grün-gelbe Ader ist auf 8 mm Länge abzuisolieren.

Die beiden Netzsadern L und N werden an die Schraub-Klemmleiste KL 1 angeschlossen.

Zur Zugentlastung des Netzkabels wird eine Zugentlastungsschelle mittels zweier Zylinderkopfschrauben M3 x 14 mm, die von der Platinenunterseite her einzusetzen sind, und den zugehörigen M3-Muttern und Zahnscheiben so auf der Platine befestigt, dass der äußere Mantel des Netzkabels noch etwa 1-2 mm unter der Schelle hervorragt.

Nachdem der Aufbau des Gerätes so weit fortgeschritten ist, kann nun die Gehäusemontage beginnen. Eine detaillierte Beschreibung der Gehäusemontage und des Gehäuseeinbaus liegt jedem Bausatz bei.

Inbetriebnahme

Unter Verwendung eines Regel-/Trenntransformators mit ausreichender Leistung kann nun die erste Inbetriebnahme des Gerätes erfolgen, wobei äußerste Vorsicht geboten ist.

Durch das Fehlen der Drossel DR 102 erhalten die primärseitigen Leistungsstufen des SPS 9540 keine Versorgungsspannung. Hierdurch kann relativ risikolos zunächst die Steuerschaltung des SPS 9540 überprüft werden, ohne dass die Gefahr einer Zerstörung der Leistungstransistoren besteht.

Zur Durchführung von Messungen wird das zuvor eingesetzte Bodenblech (2a) wieder entfernt.

Grundsätzlich ist auf jeden Fall ein entsprechender Trenntransformator für die Inbetriebnahme erforderlich. Soll das SPS 9540 später unter Voll-Last am Trenntrafo betrieben werden, sollte dieser über mehr als 1 kW Ausgangsleistung verfügen. Am Pin 3 und Pin 5 von IC 310 wird nun eine einstellbare, positive Gleichspannung von ca. 1,2 V angelegt. Nachdem der Netzschalter eingeschaltet ist, kann die Betriebsspannung angelegt werden. Der Lüfter muss nun mit niedriger Drehzahl laufen.

Im ersten Schritt wird nun mit einem Oszilloskop das Ansteuersignal für die Leistungsstufe gemessen. Dieses wird am besten an den Anschlusspins 1 und 4 des Ansteuertrafos TR 101 abgegriffen. Es muss die maximale Pulsbreite erkennbar sein, denn die eingestellte Sollspannungsvorgabe von ca. 20 V (mittlerer Sollwert) kann aufgrund der fehlenden Endstufenversorgung natürlich nicht realisiert werden, sodass der Pulsbreitenmodulator versucht, auf Maximum zu regeln. Als nächstes wird ein externes regelbares Netzgerät an die Ausgangsbuchsen des SPS 9540 polrichtig angeschlossen.

Im ersten Schritt sollte die am Netzgerät eingestellte Spannung zwischen 5 V und 10 V liegen. Je nach eingestellter Spannung am Netzgerät fließen jetzt ca. 200 -

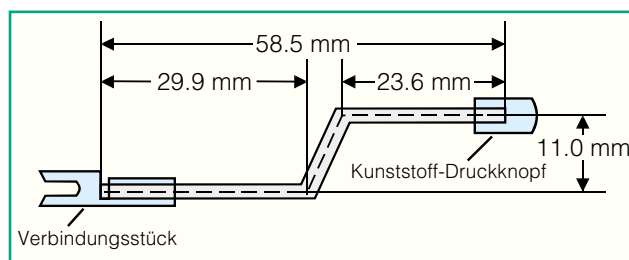


Bild 12: Netzschalter-Schubstange

300 mA in das immer noch eingeschaltete Chassis des SPS 9540 hinein.

Verursacht wird dieser Strom durch die eingebaute Stromsenke um T 105. Wird nun die an den Ausgangsklemmen anliegende Spannung allmählich erhöht und der Sollwert von ca. 20 V (Sollwertvorgabe an IC 310 A) überschritten, so erkennt die Reglereinheit auf Ist-Spannung > Soll-Spannung, und der Pulsweitenmodulator generiert jetzt die minimale Pulsbreite. Am Oszilloskop ist dies durch den Umschlag des Signals auf nahezu Nullpegel erkennbar.

Wird die Spannung an Pin 3 von IC 310 A erhöht, so verschiebt sich der Umschlagpunkt, und bei Überschreiten der extern zugeführten Spannung muss das Oszilloskop wieder maximale Impulsbreite anzeigen.

Dieses Spiel kann durch stückweises, alternierendes Höherdrehen der Spannung beider Netzgeräte hinreichend überprüft werden, danach auch in der Gegenrichtung. Verliefe diese erste Überprüfung so weit zufriedenstellend, kann von einer korrekten Funktion der Regel- und Steuereinheit ausgegangen werden.

An hardwaremäßigen Abgleicharbeiten ist lediglich die Frequenz des PFC-Reglers mit R 713 (PFC-Platine) auf 35 kHz einzustellen. Dazu wird die Frequenz an Pin 20 von IC 701 gemessen (Vorsicht, keine Netztrennung!). Da die exakte Einstellung der Frequenz keinen wesentlichen Einfluss auf die einwandfreie Funktion des Gerätes hat, kann, wenn keine entsprechenden Messmöglichkeiten vorhanden sind, einfach der Trimmer in Mittelstellung belassen werden.

Nun wird die Kabelverbindung zwischen ST 109, ST 108 und ST 106, ST 107 so hergestellt, wie auf dem Foto zu sehen ist. Dazu werden je eine schwarze und eine blaue 70 cm lange isolierte Leitung mit einem Querschnitt von 1,5 mm² auf beiden Enden mit 5 Windungen durch einen Ringkern (25 x 15 x 12 mm) geführt und direkt am Ringkern jeweils mit 2 Kabelbindern gesichert. Die Leitungen sind danach auf der gesamten Länge miteinander zu verdrehen. Die Leitungsenden werden auf ca. 8 mm Länge abisoliert, verdreht, vorverzinkt und in die entsprechenden Platinenbohrungen eingelötet. Die schwarze Leitung muss dabei ST 106 mit ST 109 und die blaue Leitung ST 107 mit ST 108 verbinden. Auf der Platine werden die Leitungsenden dann auf beiden Seiten zusätzlich mit einem Kabelbinder gegen versehentliches Lösen gesichert. Nun werden die beiden SMD-Widerstände R 336 und R 338 auf der Frontplatine bestückt.

Da alle weiteren Abgleicharbeiten beim SPS 9540 über die Software vorgenommen werden, erfolgt nun zuerst die weitere Endmontage.

Dazu wird zuerst wieder das Bodenblech (2a) eingesetzt und der Schutzleiter angeschlossen.

Ein weiteres 15 cm langes vorkonfektioniertes Schutzleiterkabel wird auf den Flachsteckeranschluss des Gehäusedeckels (2b) gesteckt. Dieser Gehäusedeckel ist nun, mit dem Schutzleiteranschluss voran, so weit in die vorgesehenen Nuten der Modulschienen (3c, d) einzuschieben, dass eine Öffnung bis zum Seitenteil von etwa 5 cm verbleibt. Als Nächstes wird das Ende des Schutzleiterkabels an die verbleibende Schutzleiterlötöse, wie beschrieben, angelötet und der Gehäusedeckel ganz an das Seitenprofil (4a) herangeschoben.

Anschließend wird das zweite Seitenprofil (4b) so aufgesetzt, dass Boden- (2a) und Deckelblech (2b) in die zugehörigen Nuten passen. Danach ist das Seitenprofil locker mit den Modulschienen zu verschrauben. Hierbei ist zu beachten, dass die Befestigungsschrauben (9) zuvor jeweils mit einer M4-Zahnscheibe zu versehen sind. Nun werden alle Befestigungsschrauben auf beiden Seiten der Modulschienen festgezogen.

Abschließend sind die verbleibenden Alublenden (8b-d) und die Seitenbleche (6a, b, 7a-d) zu montieren. Hierzu wird zunächst die zweite Alublende (8b) rechts neben der Frontplatte mittels Befestigungsschrauben (9) angebracht. Von der Geräte-rückseite her sind die breiten und schmalen Seitenbleche (6a, b, 7a-d) in die entsprechenden Nuten der Seitenprofile einzuschieben. Die lackierte Seite zeigt hierbei jeweils nach außen. Die zwei verbleibenden Alublenden (8c, d) werden links bzw. rechts neben der Rückplatte (1b) an die Seitenprofile (4a, b) angeschraubt. Zuletzt bleibt dann nur noch die Montage des Drehknopfes für den Inkrementalgeber und das Festziehen der Netzkabeldurchführung.

Softwareabgleich

Beim PS 9540 erfolgt der Abgleich der Istwerte für Strom und Spannung softwaregesteuert, sodass hierfür im gesamten Gerät keine Abgleichtrimmer erforderlich sind. Bei der ersten Inbetriebnahme wird nach dem Einschalten des PS 9540 automatisch der Kalibriermodus gestartet.

Unten rechts im Display erscheint dann „CAL“ und im oberen Bereich das Zeichen „V“ für die Spannung. Dem Mikrocontroller muss nun die maximale Ausgangsspannung des Netzgerätes (in unserem Fall 40,00 V) über die Nummerntastatur mitgeteilt werden, wobei falsche Eingaben mit „CE“ wieder gelöscht werden können. Durch Betätigen der „ENTER“-Taste wird der eingegebene Wert dann übernommen und zur Eingabe des Maximalstroms gesprungen, die in der gleichen Weise erfolgt.

Auch hierbei dient zur Übernahme die „ENTER“-Taste. Die maximal zulässige Leistung des Gerätes berechnet der Controller dann automatisch und zeigt diese ebenfalls im Display an.

Damit sind die Grundeinstellungen bereits abgeschlossen, und wir kommen im nächsten Schritt zur Kalibrierung des A/D- und D/A-Wandlers.

Ein möglichst genaues Multimeter ist dazu die Grundvoraussetzung, wobei immer der kleinste ausreichende Messbereichs-Endwert zu wählen ist.

Im ersten Schritt steht 1,00 V auf dem Display, und die Steuereinheit des PS 9540 gibt auch diesen Wert für die Ausgangsspannung vor. Die Ausgangsspannung wird über den Drehimpulsgeber verändert, wenn die Anzeige des Multimeters von der Sollwertvorgabe auf dem Display (1,00 V) abweicht.

Wenn beide Werte übereinstimmen, ist die „ENTER“-Taste zu betätigen, worauf die maximale Ausgangsspannung auf dem Display erscheint und als Sollwert von der Steuereinheit vorgegeben wird (eventuell Multimeter umschalten).


Abweichungen zwischen der tatsächlichen Ausgangsspannung und der Vorgabe auf dem Display werden auch hier mit dem Drehimpulsgeber korrigiert und mit der „ENTER“-Taste übernommen.

Auf der Anzeige erscheint nun 0,00 A, und das Multimeter ist auf Gleichstrommessung umzustellen.

Nun wird der Drehimpulsgeber so abgeglichen, dass gerade ein Ausgangsstrom < 100 mA erreicht wird. Dann wird er ca. 1 Umdrehung zurückgenommen. Bevor jetzt die „ENTER“-Taste zur Übernahme betätigt wird, ist das Multimeter auf den Messbereich für den maximalen Ausgangsstrom (30 A) umzustellen oder durch ein Zangen-Amperemeter zu ersetzen, wenn kein Multimeter mit ausreichendem Messbereich zur Verfügung steht.

Danach wird dann die „ENTER“-Taste betätigt und der Maximalwert des Stromes von der Steuereinheit vorgegeben. Für diese Messung muss der Ausgang mit einer hinreichend niederohmigen Last beschaltet sein, sodass auch der max. Strom fließen kann. Auch dieser Wert ist mit dem Drehimpulsgeber möglichst exakt einzustellen.

Während des Kalibriervorgangs ist nun ein letztes Mal die „ENTER“-Taste zu betätigen. Daraufhin führt der Prozessor einen Displaytest durch (alle zur Verfügung stehenden Segmente leuchten auf) und schaltet in den normalen Betriebsmodus. Der Kalibriermodus kann jederzeit wieder aufgerufen werden, wenn beim Einschalten des Gerätes die Tasten „REMOTE“, „ENTER“ und die Ziffer 2 gedrückt gehalten werden.

Dieses hochwertige Netzgerät kann nun zum Einsatz kommen. 



USB-RS232-Umsetzer

Die RS-232-Schnittstelle ist besonders im Messtechnik-Bereich, aber auch in der Kommunikationstechnik sowie bei vielen externen Geräten vom Programmierer bis zur Wetterstation nach wie vor die am häufigsten eingesetzte Computerschnittstelle. Gerade aber die sonst so vielseitig einsetzbaren Laptop-Computer verfügen heute oft nicht mehr über diese Schnittstellen, statt dessen aber über USB-Ports. Mit dem hier beschriebenen Umsetzer wird eine voll funktionsfähige RS-232-Schnittstelle am USB-Port bereitgestellt, die mit fast jeder normalen V.24-Software und RS-232-Hardware zusammenarbeitet.

RS 232 mit USB-Funktionalität

Der „Universal Serial Bus“ hat sich in den letzten Jahren als wichtigste Peripherie-Schnittstelle für den PC durchgesetzt. Die RS-232-Schnittstelle und der Parallelport rücken dagegen immer weiter in den Schatten und fast alle modernen Laptops besitzen an deren Stelle nur noch einen oder mehrere USB-Anschlüsse. Wie aber die bereits vorhandenen und nun inkompatiblen Geräte mit RS-232-Schnittstelle anschließen? Nahezu sämtliche Messtechnik hat traditionell (und auch bei Neugeräten) diese Schnittstelle. Telefonanlagen verfügen ebenso darüber wie Programmiergeräte, das fernsteuerbare Labornetzteil oder der Sat-Receiver. Wie gesagt, selbst neu erscheinende Technik verfügt über RS 232 als eingebürgerte serielle Schnittstelle und (noch) nicht über USB.

Um diese Geräte dennoch betreiben zu können, wird ein Adapter benötigt, der die Schnittstellen RS 232 und USB zusammenführt. Diese Funktion erfüllt der neue USB-RS232-Umsetzer UR 100. Er wird

einfach an einen „Downstream“-Port eines entsprechenden USB-Hubs angeschlossen und verfügt auf der anderen Seite über einen normalen 9-poligen RS-232-Anschluss, der für entsprechende Geräte genutzt werden kann.

Die Anwendung des UR 100 ist also denkbar einfach und stellt selbst den unerfahrenen PC-Benutzer nicht vor Probleme. Nach der einmaligen Installation des Gerätetreibers beschränkt sich jegliche Bedienung auf das Anstecken des Umsetzers an den Rechner und des anzuschließenden Peripheriegerätes an die neu hinzugekommene RS-232-Schnittstelle.

Bei der Installation werden zwei Treiber, die untereinander kommunizieren, ins Betriebssystem eingebunden. Der erste Treiber erscheint als USB-Gerät im entsprechenden Unterordner des Geräte-Managers und sorgt für den ordnungsgemäßen Zugriff des ELV USB-RS232-Umsetzers auf den „Universal Serial Bus“. Der zweite Treiber stellt einen sogenannten „virtuellen COM-Port“ zur Verfügung. Der Zugriff auf diesen Port erfolgt in gleicher Weise wie der auf eine konventionelle

RS-232-Schnittstelle, sodass auch ältere Software fehlerfrei mit dem UR 100 funktioniert.

An das auf dem Rechner laufende Windows-Betriebssystem werden keine besonderen Anforderungen gestellt, es muss lediglich den USB-1.1-Standard unterstützen (ab MS Windows 95 OSR 2).

Installation

Der USB-RS232-Umsetzer wird zunächst an einen freien USB-„Downstream“-Port des Root-Hubs oder eines externen Hubs angesteckt. Nach kurzer Zeit meldet

Technische Daten:	
Max. Übertragungsrate (RS 232):	..... 115,2 kbit/s
RS-232-Schnittstelle:	Sub-D-Stiftleiste, 9-polig
Anschlussleitung:	..... 110 cm, abgeschirmt, mit USB-A-Stecker
Spannungsversorgung:	... 5 V via USB (bus-powered)
Abmessungen:	..... 60 x 36 x 15 mm

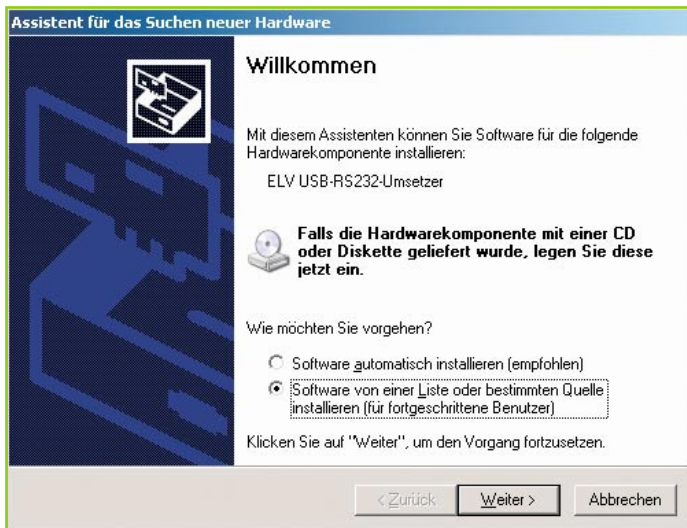


Bild 1:
Assistent zum Suchen neuer Hardware

Im Geräte-Manager (Abbildung 4) kann man unter „Anschlüsse (COM und LPT)“ den entsprechenden COM-Port herausfinden, unter dem sich der UR 100 im System angemeldet hat, im Beispiel also COM 3.

Schaltung

Die Schaltung (Abbildung 5) des USB-RS232-Umsetzers UR 100 besteht aus wenigen logischen Blöcken und ist aus diesem Grund auch sehr übersichtlich.

Die Stromversorgung der gesamten Schaltung erfolgt über den USB, der eine Spannung von 5 V zur Verfügung stellt. Diese Betriebsspannung gelangt über die Anschlüsse ST 1 und ST 4 auf die Schaltung. Die Kondensatoren C 1 - C 7 sowie die Induktivitäten L 1 und L 2 dienen zur Stabilisierung dieser Spannung bzw. zur Unterdrückung hochfrequenter Störungen.

Das zentrale Element des USB-RS232-Umsetzers bildet IC 1 (FT8U232AM), das speziell für diese Anwendung, die Konver-

das Betriebssystem „Neue Hardware gefunden“, unter Angabe der Bezeichnung des neuen Peripheriegerätes: „ELV USB-RS232-Umsetzer“.

Anschließend startet automatisch der „Assistent für das Suchen neuer Hardware“, der bei der Installation des mitgelieferten Treibers durch die einzelnen Schritte führt. Hier erfolgt im ersten Schritt die Auswahl, ob die Software automatisch oder manuell von einer bestimmten Quelle aus installiert werden soll. An dieser Stelle ist Letzteres zu wählen und mit dem Button „Weiter“ zu bestätigen (Abbildung 1). Im nächsten Dialogfenster muss angegeben werden, dass sich der entsprechende Treiber auf der Diskette im Diskettenlaufwerk A befindet. Bevor man dies mit dem „Weiter“-Button bestätigt, ist die Treiberdiskette einzulegen. Im Laufe der Installation des Treibers erscheint ein Fenster, das anzeigt, dass dieser Treiber nicht digital signiert ist (Abbildung 2). Die Installation kann jedoch fortgesetzt werden, da dies keinen Fehler darstellt. Schließlich erscheint ein Fenster, das den Abschluss der Installation meldet (Abbildung 3).

Nachdem damit die Installation des Treibers für den ELV USB-RS232-Umsetzer realisiert ist, folgt die gleiche Prozedur zur

Installation des virtuellen COM-Ports, der im System als „USB Serial Port“ bezeichnet ist. Hierfür wird der Installationsassistent ebenfalls automatisch gestartet.

Im Anschluss an die erfolgreiche Instal-



Bild 3:
Fertigstellen des Assistenten

lation der beiden Treiber ist das Gerät zum Einsatz bereit. Es wird von der PC-Hardware-Seite aus wie ein normales USB-Gerät behandelt und erscheint zur RS-232-Peripherie hin als ebenso normaler RS-232-Port.

tionung zwischen USB und RS 232, entwickelt wurde. Da dieses IC auch nur eine Art Mikrocontroller darstellt, muss eine Taktversorgung gewährleistet sein. Dies realisiert der interne Oszillator des Bausteins, der über den Quarz Q 1, mit den beiden Kondensatoren C 10 und C 11, auf eine Frequenz von 6 MHz stabilisiert wird.

Damit der UR 100 nach dem Zuschalten der Betriebsspannung stets definiert startet, ist der Reset-Pin entsprechend zu beschalten. Das erledigt eine kleine Schaltung, bestehend aus T 1, R 7, R 11, R 12 und C 12.

Zur Speicherung der Erkennungsdaten (Vendor-ID, Product-ID, Seriennummer usw.) des Gerätes ist über die „Microwire“-Schnittstelle von IC 1 ein EEPROM (IC 3) vom Typ 93C46 angeschlossen.

Neben den beiden Leitungen für die Betriebsspannung besteht der USB aus zwei Datenleitungen (D+, D-) die über ST 2 und ST 3 angeschlossen werden. Diese beiden



Bild 2:
Digitale Signatur

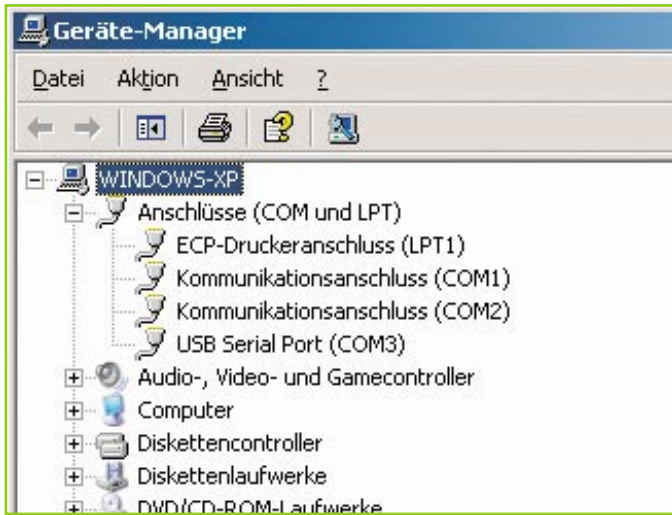


Bild 4:
Virtueller COM-Port im Geräte-Manager

Datenleitungen sind jeweils über einen Widerstand zum Leitungsabschluss (R 1, R 3) mit dem USB-Controller IC 1 verbunden. Der Widerstand R 2 ist als Pull-Up-Widerstand an die (D+) -Datenleitung angeschlossen. Beim Anstecken des UR 100 an einen Downstream-Port zieht R 2 die (D+) -Datenleitung des Hubs auf einen definierten High-Pegel, so dass der Anschluss eines neuen Gerätes erfasst werden kann. Des Weiteren kennzeichnet dieser Pull-Up-Widerstand, dass das vorliegende Gerät in Full-Speed-Geschwindigkeit kommuniziert. Wäre hingegen R 2 mit (D-) verbun-

den, so ist das Gerät als „Low-Speed-Device“ definiert.

Die RS-232-Schnittstelle des Gerätes ist komplett mit den beiden Datenleitungen (TX, RX) und den Handshake-Leitungen (RTS, CTS, DTR, DSR, DCD, RI) ausgeführt. Diese werden über IC 2 auf die 9-polige-Sub-D-Stiftleiste geführt. IC 2 ist ein Pegelwandler, der zwischen TTL-Pegel und den entsprechenden Pegeln der RS-232-Schnittstelle umsetzt. Dieses IC verfügt über 4 Sende- und 5 Empfangskanäle.

Die Leuchtdioden D 1 und D 2 dienen als

Statusanzeige für die Übertragungen über die RS-232-Schnittstelle, wobei die grüne LED (D 1) einen Sendevorgang und die rote LED (D 2) einen Datenempfang kennzeichnet.

Nachbau

Der Nachbau erfolgt auf einer nur 38 x 31 mm kleinen doppelseitigen Leiterplatte, die fast ausschließlich mit SMD-Komponenten bestückt wird. Aus diesem Grund ist der Aufbau nicht ganz einfach, da der Abstand zwischen den einzelnen Pins der ICs sehr gering ist.

Deshalb werden neben einem Elektronik-Seitenschneider, ein Lötkolben mit sehr feiner Spitze, SMD-Lötzinn, eine Pinzette sowie ggf. feine Entlötlitze benötigt.

Die Bestückung beginnt mit den niedrigsten Bauelementen, die hier durch die SMD-Widerstände und -Kondensatoren (ausgenommen C 3) repräsentiert werden. Bei den Kondensatoren muss man besonders aufmerksam vorgehen, da diese keinen Aufdruck des Wertes aufweisen. Aus diesem Grunde sollten sie erst kurz vor der Bestückung aus der Verpackung entnommen werden, da ohne aufwändige Messtechnik sonst keine Unterscheidung mehr möglich ist. Wie bei allen Bauteilen wird bei den SMD-Widerständen und -Kondensatoren zunächst ein Lötpad vorverzinkt und das Bauelement daran festgelötet. Be-

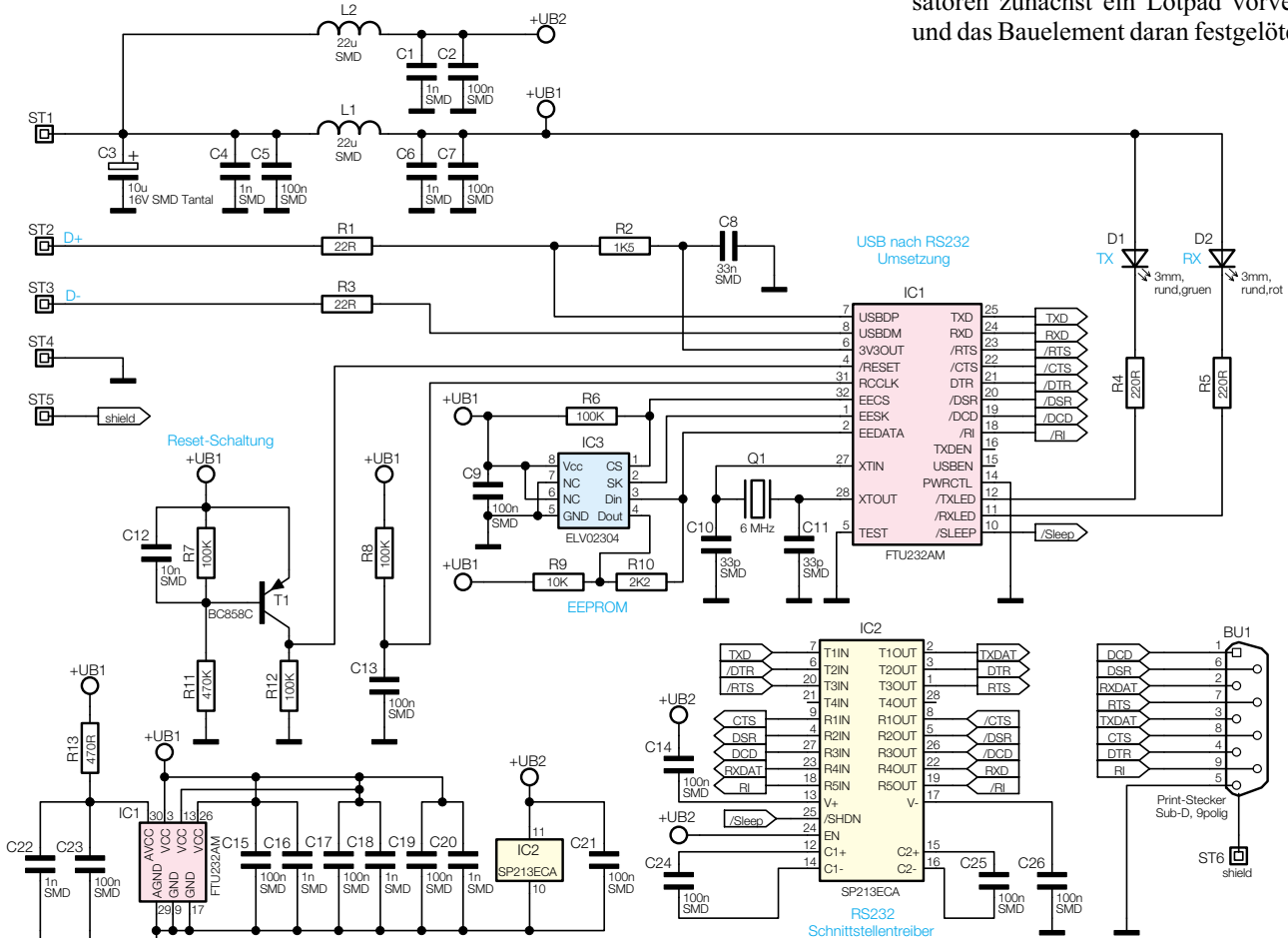
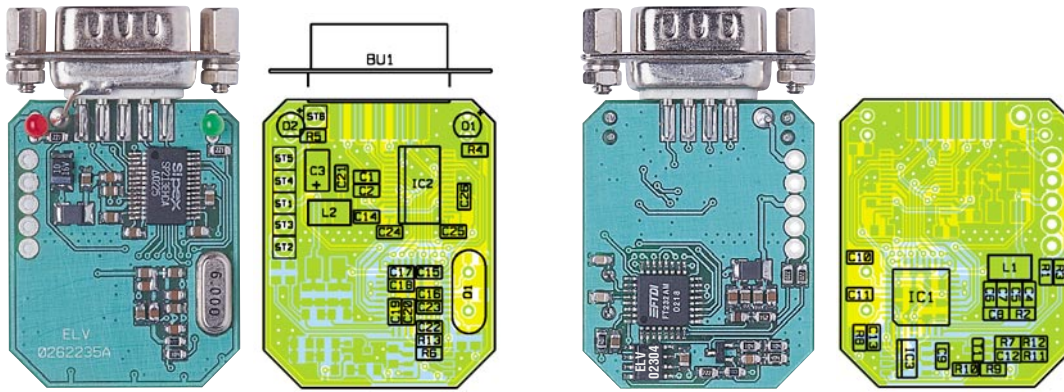


Bild 5: Schaltbild des UR 100

026223501A



Ansicht der fertig bestückten Platine des UR 100 mit zugehörigem Bestückungsplan, links von der Bestückungsseite, rechts von der Lötseite

vor man den zweiten Pin des Bauteils verlötet, ist nochmals die korrekte Position zu kontrollieren. Eventuell zuviel aufgetragenes Lötzinn wird mit der Entlötlitze vorsichtig „abgesaugt“.

Im Anschluss daran ist der Transistor T 1 so zu bestücken, dass keine Kurzschlüsse entstehen (Lage siehe auch Platinenfoto). Bei der anschließenden Bestückung der SMD-ICs sollte Sorgfalt an oberster Stelle stehen, da die Abstände zwischen den einzelnen Pins sehr gering

sind und eine Lötzinnbrücke an der falschen Stelle das Bauteil im Betrieb unter Umständen zerstören kann. Auch hier wird zunächst jeweils ein Pad (zweckmäßigerweise an einer Ecke) vorverzinnt und das entsprechende IC damit verlötet. Jetzt erfolgt eine sorgfältige Kontrolle der Lage des ICs, dann ist zunächst der gegenüberliegende Pin des ICs zu verlöten (auf plane Lage aller Pins auf den zugehörigen Pads achten) gefolgt von allen weiteren Pins.

Nachdem die Spulen L 1 und L 2 auf ihrem Bestückungsplatz festgelötet wurden, bestückt man den Elko C 3. Hierbei ist unbedingt auf polrichtigen Einbau zu achten, da verpolte Elkos im schlimmsten Fall sogar explodieren können.

Im nächsten Schritt erfolgt die Bestückung der konventionell bedrahteten Bauelemente. Hier werden zunächst die Anschlusspins des Quarzes Q 1 von der Bestückungsseite aus durch die entsprechenden Bohrungen der Leiterplatte geführt, bevor die Pins auf der Rückseite verlötet werden. Überstehende Drahtenden werden mit dem Elektronik-Seitenschneider so entfernt, dass die Lötstellen nicht beschädigt werden. Jetzt werden die Leuchtdioden D 1 und D 2 polrichtig (der längere Anschluss ist die Anode) bestückt, wobei der Abstand zwischen der Spitze der LED und der Leiterplatten-Oberseite ungefähr 8 mm betragen muss.

Danach ist die Sub-D-Stiftleiste zu montieren, wozu die Leiterplatte zwischen die beiden Reihen der Anschlusspins geschoben wird, sodass die Pins der Stiftleiste auf beiden Seiten der Platine direkt über den entsprechenden Lötflächen liegen. Die Pins müssen jeweils durch reichlich Lötzinn mit den Lötflächen verbunden werden. Das Gehäuse der Stiftleiste wird mit einem ca. 5 mm langen versilberten Schaltdraht mit ST 6 verbunden. Bevor man abschließend das USB-Kabel anschließt, ist die gesamte Leiterplatte nochmals auf Bestückungsfehler und Lötzinnbrücken hin zu kontrollieren.

Im letzten Schritt des Nachbaus wird die Anschlussleitung mit dem UR 100 verbunden, wobei folgender Verdrahtungsplan zu beachten ist:

- ST 1 → rote Leitung (+ 5 V)
- ST 2 → grüne Leitung (D+)
- ST 3 → weiße Leitung (D-)
- ST 4 → schwarze Leitung (Masse)
- ST 5 → Abschirmung

Sobald alle Leitungen mit den entsprechenden Anschlüssen verlötet wurden, sind sie mit etwas Heißkleber zu sichern.

Gehäuseeinbau

Der Gehäuseeinbau ist relativ einfach und schnell durchzuführen. Im ersten Schritt wird die fertig aufgebaute Leiterplatte so in die Gehäuseunterschale eingelegt, dass die Sub-D-Stiftleiste in die entsprechende Nut fasst. Die Zugentlastung der Anschlussleitung ist in die entsprechende Aussparung der Unterschale zu legen, bevor man die Gehäuseoberschale aufdrückt. Hierbei ist darauf zu achten, dass die LEDs in die vorgesehene Bohrungen der Gehäuseoberschale einfassen.

Inbetriebnahme

Das fertig aufgebaute Gerät wird zur Inbetriebnahme an einen freien USB-Port angeschlossen und dann ist der Treiber wie beschrieben zu installieren. Sollte der Rechner das Gerät im Zuge der Installation nicht erkennen, ist der UR 100 wieder vom Rechner zu trennen und der Aufbau nochmals komplett zu kontrollieren.

Nach der Installation des Treibers erfolgt der Test des USB-RS232-Umsetzers. Hierzu wird ein Gerät mit RS-232-Schnittstelle an den UR 100 angeschlossen und mit der zu diesem Gerät gehörenden Bedienssoftware getestet.

Anschließend ist noch folgender Hinweis zu beachten: Bei der Übertragung schneller gepolter Anfragen (z. B. IrDA über RS 232 können Fehler auftreten, da das Konverter-IC diese Übertragungen nicht entsprechend verarbeiten kann.

Der ELV USB-RS232-Umsetzer ist ideal zur Erweiterung der Schnittstellen eines PCs oder Laptops und ist durch seine Übersichtlichkeit für fast jeden PC-Anwender problemlos anwendbar.



Stückliste: USB-RS232-Umsetzer UR 100

Widerstände:

22Ω/SMD	R1, R3
220Ω/SMD	R4, R5
470Ω/SMD	R13
1,5kΩ/SMD	R2
2,2kΩ/SMD	R10
10kΩ/SMD	R9
100kΩ/SMD	R6-R8, R12
470kΩ/SMD	R11

Kondensatoren:

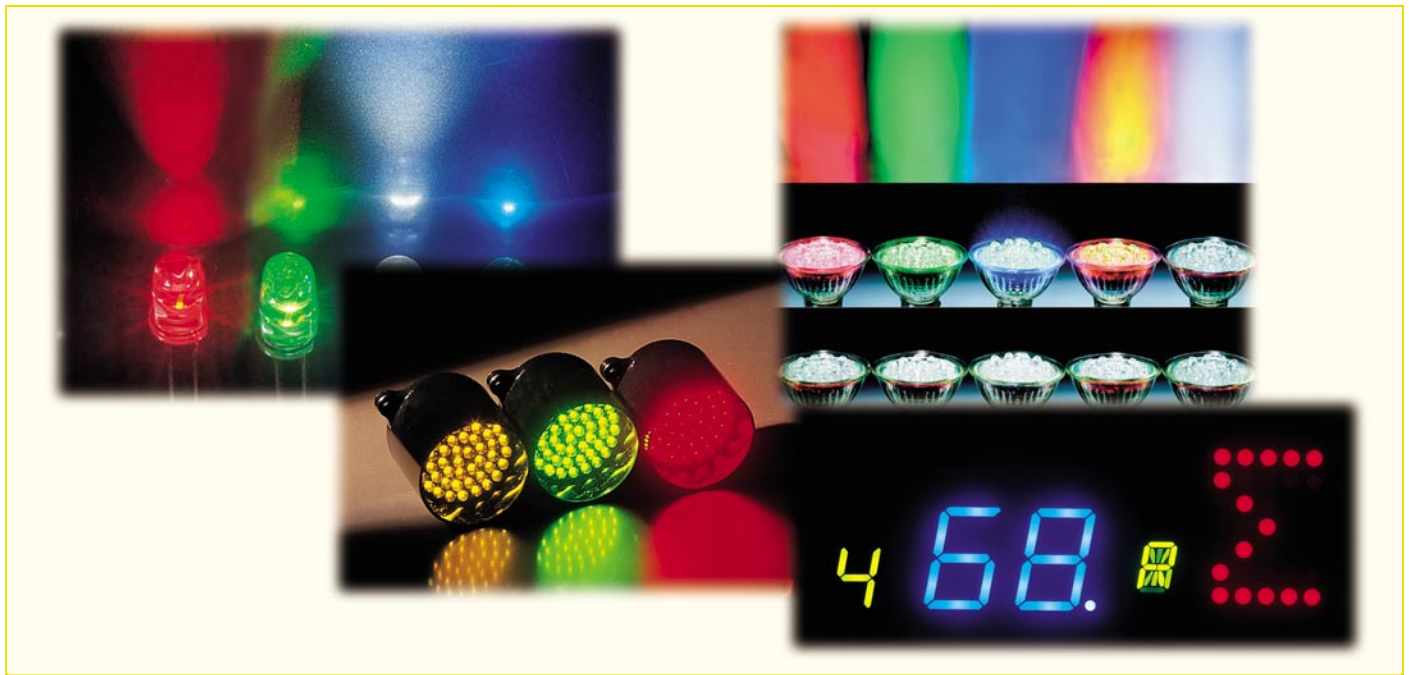
33pF/SMD	C10, C11
1nF/SMD	C1, C4, C6, C16, C18, C20, C22
10nF/SMD	C12
33nF/SMD	C8
100nF/SMD	C2, C5, C7, C9, C13-C15, C17, C19, C21, C23-C26
10µF/16V/SMD	C3

Halbleiter:

FT8U232AM/SMD	IC1
SP213EHCA/SMD	IC2
ELV02304/SMD (93C46)	IC3
BC858C	T1
LED, 3 mm, grün	D1
LED, 3 mm, rot	D2

Sonstiges:

Quarz, 6 MHz, HC49U70/U4	Q1
SMD-Induktivität, 22µH	L1, L2
1 Gehäuse- und Anschluss-Set	
1 Typenschild-Aufkleber UR100	
1 3,5"-Diskette Treibersoftware UR100	
2 cm Schaltdraht, blank, versilbert	



Leuchtdioden – Theorie und praktische Anwendung

In fast allen elektronischen und elektrischen Geräten kommen heutzutage LEDs zum Einsatz. Durch die rasante Entwicklung in den letzten Jahren erweitert sich ihr Einsatzgebiet ständig. Es reicht dabei vom Einsatz in der Automobilbranche bis hin zu Beleuchtungsaufgaben im Haushalt. Die theoretischen Hintergründe und praktische Tipps zur Anwendung werden in diesem Grundlagenartikel vorgestellt.

Entwicklungsgeschichte

LEDs (light emitting diode = leucht-aus-sen-dende Diode) haben gegenüber konventionellen Lichtquellen viele Vorteile: Sie sind mechanisch unempfindlich, haben einen besseren Wirkungsgrad, arbeiten mit geringen Versorgungsspannungen, besitzen eine hohe Lebensdauer, lassen sich kontinuierlich dimmen usw. Diese Vorteile sorgen dafür, dass der Anteil der LEDs an den lichterzeugenden Quellen immer größer wird. Vor allem aufgrund moderner Chiptechnologien stoßen sie in Bereiche vor, die bisher nur von „normalen“ Leuchtmitteln (Glühlampen oder Gasentladungslampen) abgedeckt wurden.

Die ersten Leuchtdioden, die sichtbares Licht emittierten, kamen Mitte der 60er-Jahre in den Handel. Diese LEDs arbeiteten im roten Spektralbereich und hatten eine nur sehr geringe Lichtausbeute. Nach

und nach wurde dann der Wirkungsgrad verbessert und es kamen im Laufe der 70er-Jahre mit grünen, gelben und orange-farbenen LEDs weitere Varianten hinzu. Schnell wuchs neben der Lichtausbeute auch die Vielfalt an Ausführungen: 7-Segment-, 14- und 16-Segmentanzeigen, Dot-Matrix-Anzeigen usw. entstanden schnell, um die weite Verbreitung in der Elektronik voranzutreiben.

Anfang der 80er-Jahre brachte dann die Entwicklung von roten LEDs auf der Basis von AlGaAs-Material (Aluminium-Gallium-Arsenid) einen großen Fortschritt in der Lichtstärke. Die Entwicklung ist in diesem Bereich rasant. So bringt zur Zeit wohl die Materialkombination AlInGaP (Aluminium-Indium-Gallium-Phosphid) die größte Helligkeit zustande.

Waren die Standard-LED-Farben Rot, Grün, Gelb und Orange schnell in großen Stückzahlen und mit großen Helligkeiten verfügbar, so dauerte es vergleichsweise

lange, bis LEDs in der Farbe Blau serienreif waren. Erst Mitte der 90er-Jahre kamen diese mit brauchbarer Lichtausbeute auf den Markt. Mit der Entwicklung der blauen LEDs war eine wichtige Grundlage für die weitere Entwicklung der heutigen visuellen Optoelektronik geschaffen: Alle drei Grundfarben Rot, Grün und Blau sind mit ähnlichen Parametern in Lichtstärke und Abstrahlverhalten verfügbar. Dies eröffnet die Möglichkeit des Erzeugens aller sichtbaren Farbtöne mittels additiver Farbmischung. Unter anderem lässt sich so auch das für die Raumlichtgestaltung so wichtige weiße Licht mit Hilfe von LEDs generieren.

In den letzten Jahren lag ein Schwerpunkt der Forschung und Entwicklung in der Erzeugung von weißem Licht mit einer einzelnen LED. Seit Ende der 90er-Jahre sind diese LEDs dann auch in großen Stückzahlen und zu vertretbaren Preisen verfügbar, wobei das Preisgefälle von den teuren

Tabelle 1: Beispiele für Halbleitermaterialien mit Wellenlänge und Flussspannung

Typ:	Standard	Standard	Standard	Standard	Standard	Superhell	Superhell	Superhell	Superhell	Ultrahell	Ultrahell	Ultrahell
Farbe:	Tiefrot	Rot	Orange	Gelb	Grün	Hyper-Rot	Gelb	Grün	Blau	Grün	Blau	Weiß
Halbleitermaterial:	GaP	GaAsP	GaAsP/GaP	GaAsP/GaP	GaP	GaAlAs	AlInGaP	GaP	GaN	GaN	GaN	GaN
Wellenlänge:	700 nm	655 nm	610 nm	585 nm	555 nm	660 nm	595 nm	565 nm	430 nm	525 nm	475 nm	
Nennstrom I _N :	20 mA	20 mA	20 mA	20 mA	20 mA	20 mA	20 mA	20 mA	20 mA	20 mA	20 mA	20 mA
Flussspannung (U _{F@I_F=I_N}):	2,0 V	1,7 V	2,0 V	2,1 V	2,2 V	1,85 V	1,8 V	2,2 V	3,5 V	3,3 V	3,5 V	3,5 V

weißen und blauen LEDs hin zu den preisgünstigen roten, gelben und grünen Typen immer noch sehr groß ist.

Funktionsprinzip

Konventionelle Leuchtmittel erzeugen das sichtbare Licht mit einem Glühprozess (Glühlampe), d. h. als „Abfallprodukt“ einer Erwärmung oder durch das Umwandeln ultravioletter Strahlungsanteile in sichtbares Licht, wie bei den sogenannten Leuchtstofflampen. Das Funktionsprinzip von Leuchtdioden ist demgegenüber recht komplex, daher folgt für den interessierten Leser ein kleiner Exkurs in die Atomphysik.

Eine LED ist im Prinzip eine Halbleiterdiode, die sichtbares Licht emittiert, wenn sie in Durchlassrichtung betrieben wird. Wie bei einer normalen Halbleiterdiode, besteht auch die LED aus einer p- und n-dotierten Halbleiterkristallschicht. Do-

tiertung ist dabei die Bezeichnung für die gezielte Verunreinigung des Halbleitermaterials mit Fremdatomen. Diese eingebrachten Fremdatome erzeugen durch ihren Atomaufbau Bereiche mit Elektronenüberschuss (n-dotierte Zone) und Bereiche mit Elektronenmangel, d. h. mit Löcher- bzw. Defektelektronenüberschuss, (p-dotierte Zone).

Im thermodynamischen Gleichgewicht, d. h. im spannungslosen Ruhezustand, bildet sich im Halbleiterkristall an der Kontaktebene zwischen p- und n-dotierter Zone eine Raumladungszone aus, in der es zu Ausgleichsvorgängen kommt. Diese Raumladungszone enthält keine freien Ladungsträger mehr und stellt so eine gewisse Barriere für das Leiten des elektrischen Stromes dar (Sperrschicht).

Wird eine Spannung angelegt, so kommt es aufgrund der entstehenden Felder zu einer Veränderung der Raumladungszone. Bei einer Spannung in Sperrrichtung ver-

breitert sich die Raumladungszone; es fließt kein Strom (bis auf ein im Allgemeinen zu vernachlässigender Sperrstrom). Die Spannung in Sperrrichtung darf dabei allerdings eine gewisse Höhe nicht überschreiten, da es sonst zu einem Durchbruch kommt, der die Diode zerstört. Diese maximale Sperrspannung ist bei Leuchtdioden mit ca. 5 V relativ gering.

In Flussrichtung sorgt die Spannung dafür, dass sich die Raumladungszone verkleinert. Bis zu einer bestimmten Feldstärke (Spannung) ergibt sich hierbei jedoch noch kein nennenswerter Strom. Ab der sogenannten Durchbruchspannung (Flussspannung) kommt es dann aber zu einem exponentiell stark ansteigenden Stromfluss (vgl. Abbildung 7). Dies geschieht durch das „Hineindrängen“ (Injizieren) von Elektronen in die p-dotierte Zone und das Injizieren von Defektelektronen in die n-dotierte Zone. Dabei wird die Raumladungszone im Prinzip „geflutet“, es fließt ein Strom.

Gelangen Elektronen in die p-dotierte Zone mit Elektronenmangel, d. h. Löcherüberschuss, so „fallen“ die Elektronen in diese Löcher – sie rekombinieren. Ebenso verhält es sich in der n-dotierten Zone – die injizierten positiven Ladungsträger (Löcher) nehmen die überschüssigen freien Elektronen auf. Es kommt auch hier zu einer Rekombination.

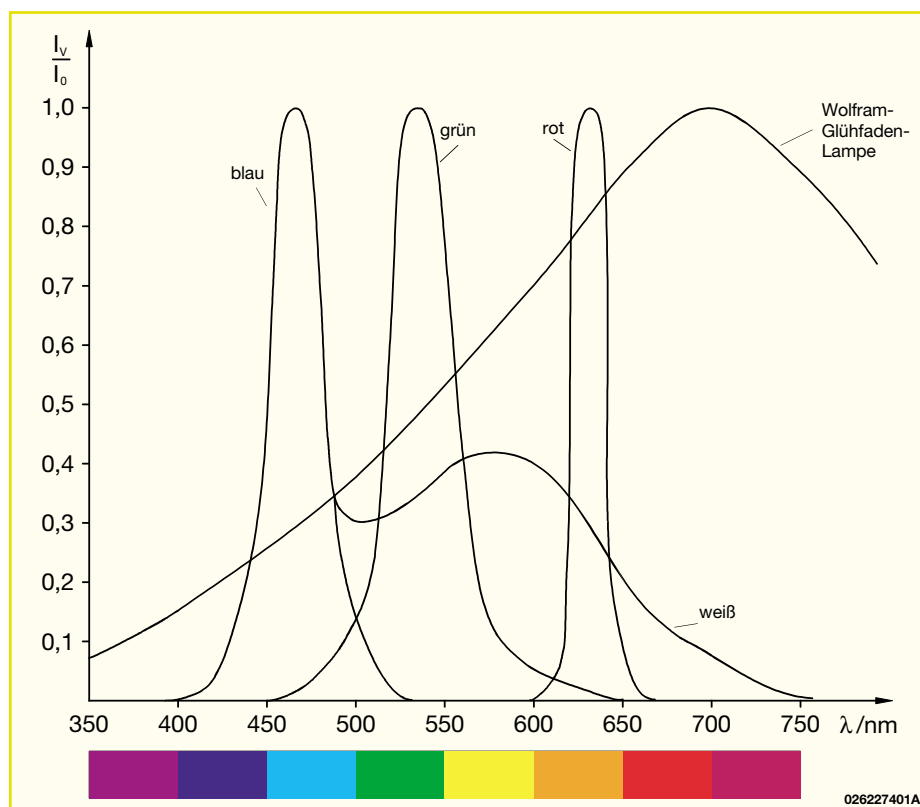


Bild 1: Spektrale Verteilung der Strahlung verschiedenfarbiger LEDs

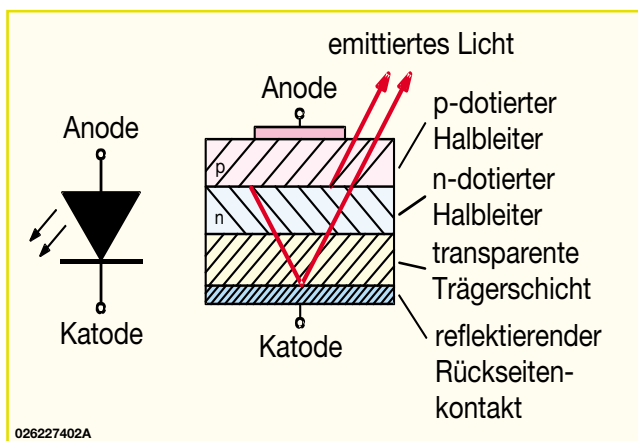


Bild 2: Prinzipieller Aufbau des Halbleiterkristalls einer LED

Bei diesem Vorgang der Rekombination kommt es dann zur Freisetzung eines Energiequants, d. h. zur Abgabe einer genau definierten Energiemenge, die hauptsächlich in Form von Strahlungsenergie (Licht) auftritt. Die Höhe der erzeugten Strahlungsenergie ist dabei von einer Eigenschaft des verwendeten Halbleitermaterials, dem sogenannten Bandabstand (band gap), abhängig. Die Wellenlänge der Strahlungsenergie ist dabei umgekehrt proportional zu der bei einer Rekombination freigesetzten Energiemenge. Somit ist die Wellenlänge der Strahlung, die ja im sichtbaren Bereich die Farbe des Lichtes repräsentiert, direkt mit der Materialeigenschaft des Halbleiters verknüpft. Das emittierte Spektrum ist dabei sehr schmalbandig, d. h. es wird nur ein kleiner Wellenlängenbereich von wenigen zig Nanometern emittiert – das Licht ist somit einfarbig (monochromatisch).

In Tabelle 1 sind einige Halbleitermaterialien mit den zugehörigen emittierten Wellenlängen (Farben) und Flussspannungen zu sehen. Beispielsweise emittiert das Material GaAsP (Gallium-Arsen-Phosphid) elektromagnetische Strahlung bei ca. 655 nm, die das Auge als rot wahrnimmt.

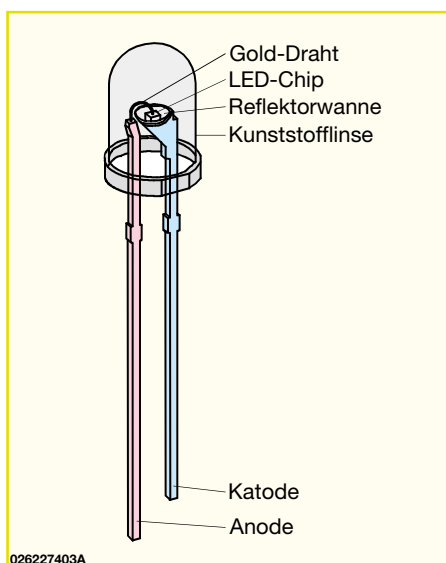


Bild 3: Prinzipieller Aufbau einer LED

Durch die geschickte Wahl des Materials und der Dotierung lassen sich nahezu alle Spektralfarben generieren. Da sich weißes Licht ja bekanntlich aus einer Mischung von wenigstens drei verschiedenen Farben (Rot, Grün, Blau) zusammensetzt, kann ein einzelner LED-Halbleiterkristall nicht direkt weißes Licht erzeugen. Hierzu bedient man sich dann eines sogenannten Lumineszenz-Konverters, der Strahlung



Bild 4: Runde LEDs in verschiedener Größe und Farbe

absorbiert und in einem anderen Wellenlängenbereich wieder abgibt.

Zur Erzeugung weißen Lichts wird eine blaue LED (z. B. eine GaInN-LED) mit Phosphor überzogen. Bei der stattfindenden sog. Phosphor-Down-Conversion absorbiert der Phosphor einen Teil des blauen Lichtes, wandelt diesen um und gibt seinerseits ein breites Spektrum an Strahlung mit hauptsächlich gelblichem Charakter wieder ab. Die so entstehende Mischung von blauer und gelber Strahlung führt zu einem insgesamt weißen Gesamteindruck. Das Funktionsprinzip ist ähnlich dem in Leuchtstofflampen.

In Abbildung 1 sind die Spektren der

einzelnen LEDs zusammengefasst. Um hier die Zuordnung der Wellenlänge zur entsprechenden Farbe zu erleichtern, befindet sich unterhalb der X-Achse die zugehörige Farbskala. Gut zu erkennen sind die relativ schmalen Spektren der Grundfarben-LEDs (Rot, Grün, Blau) und das mit starkem Blauanteil versehene Spektrum der weißen LED.

Aufbau und Bauformen

Neben dem elektrischen Verhalten bestimmt auch der mechanische Aufbau die Parameter Lichtstärke und Wirkungsgrad. Der prinzipielle Aufbau des Halbleiterkristalls ist in Abbildung 2 zu sehen, während Bild 3 den mechanischen Aufbau zeigt. Eine LED besteht üblicherweise aus dem eigentlichen LED-Chip, der Kontaktierung, einem Golddraht und einem Kunststoffgehäuse. Der Chip ist dabei in einer als Reflektor ausgeführten Wanne eingeklebt. Diese Wanne ist gleichzeitig der Katodenanschluss der LED. Der obere Anodenanschluss wird mittels eines hauchdünnen



Bild 5: Sonderbauformen verschiedener LEDs

Golddrahtes kontaktiert und mit dem Anodenanschluss verbunden. Eine Kunststofflinse umschließt den Aufbau.

Der mechanische Aufbau ist im Wesentlichen für die Abstrahleigenschaften verantwortlich. Diese optische Abstrahlcharakteristik legt die Geometrie des Reflektors, die Position des LED-Chips innerhalb des Gehäuses und die Form des Kunststoffgehäuses fest.

LEDs lassen sich in sehr unterschiedlichen Formen speziell an den Einsatzfall angepasst herstellen. Die Vielfalt an verschiedenen Bauformen zeigen die Abbildungen 4, 5 und 6. Hier sind neben den runden Standard-Bauformen mit verschiede-

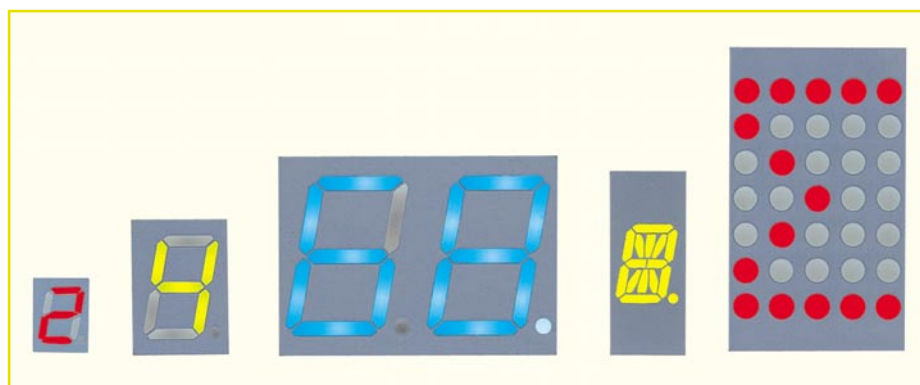


Bild 6: LED-Displays

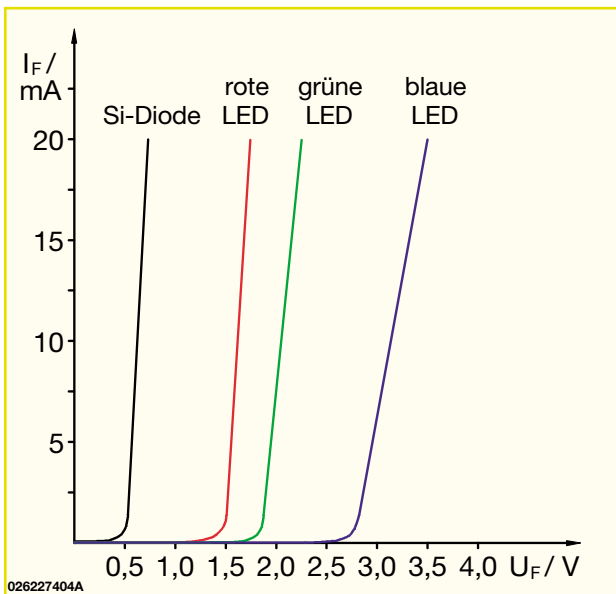


Bild 7: Strom-Spannungskennlinie verschiedener LEDs in Vergleich zu einer Si-Diode

technischen Daten meist auf einen Vorwärtsstrom von 20 mA beziehen. Speziell für batteriebetriebene Anwendungen wurden sogenannte Low-current-LEDs entwickelt, die bereits bei Strömen ≤ 1 mA zu leuchten beginnen.

Wie bereits erwähnt, muss der LED-Strom stets begrenzt oder geregelt sein. Die Flussspannung, d. h. die bei einem bestimmten Strom an der Diode „abfallende“ Spannung (vgl. Abbildung 7), unterliegt starken Exemplarstreuungen. Aufgrund des steilen Kennlinienverlaufes haben kleine Spannungsänderungen schon große Stromänderungen zur Folge, die zu starken Helligkeitsschwankungen führen. Somit ist der Betrieb an einer meist vorhandenen Spannungsquelle nur über einen strombestimmenden Vorwiderstand möglich. Diese in Abbildung 8 a gezeichnete Schaltung ist auch gleichzeitig die einfachste Art, eine LED zu betreiben.

Der gewünschte LED-Strom I_F , die Betriebsspannung U und die Flussspannung U_F ergeben über folgende Gleichung den erforderlichen Vorwiderstand R_V :

$$R_V = \frac{U - U_F}{I_F}$$

Der Widerstand muss weiterhin für die entstehende Verlustleistung P_V ausgelegt werden:

$$P_V = I_F^2 \cdot R_V$$

denen Durchmessern (Bild 4) in Abbildung 5 auch diverse Sonderbauformen dargestellt. Die rechteckigen und quadratischen LEDs besitzen dabei nur eine andere Form des Kunststoffgehäuses. Bei der gezeigten runden LED handelt es sich um eine sogenannte Duo-LED, die zwei LED-Chips unterschiedlicher Farbe in einem Gehäuse vereint.

An die Hinterleuchtung von Displays mittels LED-Leuchtmitteln werden ganz besondere Anforderungen gestellt – speziell hierfür gibt es die sogenannten Side-Looking-Lamps; aber auch SMD-LEDs kommen hier sehr oft zum Einsatz. Neben den Einzel-LEDs zu Beleuchtungs- und Signalisierungszwecken sind LED-Displays (Abbildung 6) sehr weit verbreitet. Hierbei handelt es sich prinzipiell um einzelne LEDs, die besonders geformt in einem Gehäuse zusammengefasst werden. Die bekannteste Form ist wohl die 7-Segmentanzeige, die gerne als sehr gut lesbare numerische Anzeige zum Einsatz kommt. Auch diese gibt es in verschiedenen Größen und Farben. Flexibler einsetzen lassen sich sogenannte Dot-Matrixanzeigen, bei denen sich der Anwender seine Buchstaben, Zahlen und Symbole selbst konstruieren kann.

Praktische Anwendung

Die Handhabung von LEDs ist gegenüber konventionellen Leuchtmitteln leicht verändert. Hier gilt es zwei nicht unwesentliche Punkte zu beachten: Zum einen ist bei einer LED die Stromrichtung zu beachten, zum anderen ist die emittierte Lichtstärke vom fließenden Strom und nicht von der anliegenden Spannung abhängig.

Da eine LED in ihrer Urform immer noch eine Diode darstellt, ist für den Einsatz die korrekte Polarität des speisenden Stromes stets zu berücksichtigen. Die recht

kleine maximale Sperrspannung von ca. 5 V macht das Bauteil auch relativ empfindlich gegen eine falsche Polung. Die Kennzeichnung am Bauteil erfolgt dabei über die in den meisten Gehäusevarianten gut erkennbare Reflektorwanne am Katenanschluss.

Des Weiteren ist aufgrund der recht steilen Strom-Spannungskennlinie (siehe Abbildung 7) nur der Betrieb mit Stromsteuerung / Strombegrenzung erlaubt. Die Helligkeit einer Leuchtdiode ist stets vom fließenden Strom abhängig. Üblicherweise werden LEDs mit Strömen im Bereich von 5 mA bis 20 mA betrieben, wobei sich die

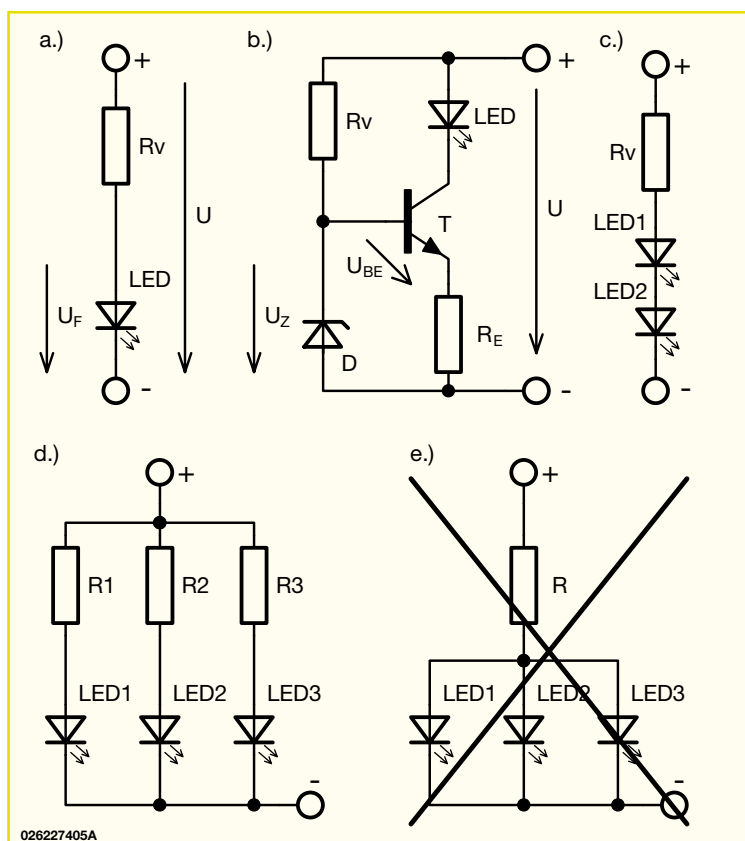


Bild 8: Schaltungsbeispiele für den Betrieb von LEDs

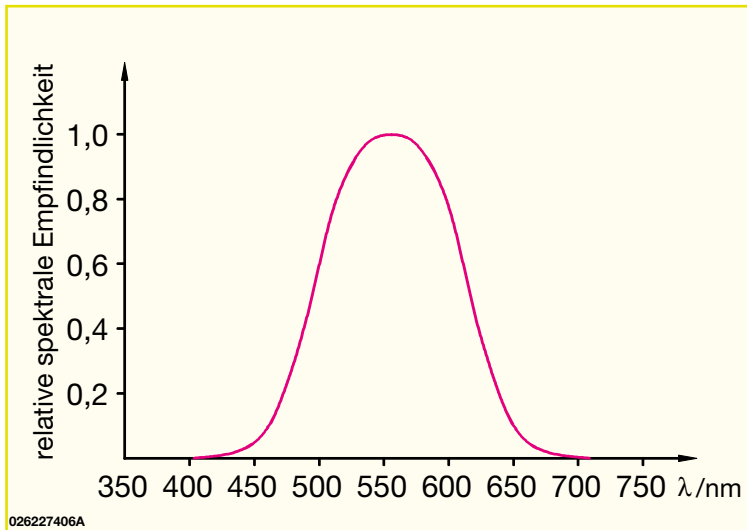


Bild 9:
Spektrale Hellempfindlichkeit des menschlichen Auges (V(λ)-Kurve)

Für den Betrieb einer gelben superhellen LED ($U_F = 1,8 \text{ V}$, $I_F = 20 \text{ mA}$, vgl. Tabelle 1) an 5 V Betriebsspannung ergibt sich somit folgender Vorwiderstand:

$$R_V = \frac{5 \text{ V} - 1,8 \text{ V}}{20 \text{ mA}} = 160 \Omega$$

In diesem Fall wird ein Widerstand von 180Ω aus der E-12-Reihe gewählt, mit dem ein LED-Strom von $17,8 \text{ mA}$ zustande kommt. Der Widerstand muss folgende Verlustleistung verkraften:

$$P_V = (17,8 \text{ mA})^2 \cdot 180 \Omega = 57 \text{ mW}$$

Der Betrieb mit einem einfachen Vorwiderstand bedingt eine stabile Betriebsspannung, da sonst die sich ändernde Spannung einen ebenso schwankenden Strom nach sich zieht, der wiederum die Helligkeit der LED verändert. Für den Betrieb an nicht stabilisierten Spannungen empfiehlt es sich daher, eine Konstantstromquelle einzusetzen. Eine extrem einfache Variante zeigt Abbildung 8 b. Hier berechnet sich der LED-Strom über folgende Gleichung:

$$I_F = \frac{U_Z - U_{BE}}{R_E}$$

Da die Spannung an der Basis des Transistors via Z-Diode stabilisiert ist, ist auch der Diodenstrom unabhängig von Betriebsspannungsschwankungen.

Sollen mehrere LEDs an einer Quelle betrieben werden, so gibt es prinzipiell zwei Möglichkeiten der Zusammenschaltung: die Reihen- und Parallelschaltung.

In Abbildung 8 c und d sind zwei mögliche Varianten aufgezeigt. Da die Flussspannung von LEDs Exemplarstreuungen unterliegt, ist die in 8 e gezeigte Schaltung nicht brauchbar. Hier würde im Extremfall die LED mit der geringsten Flussspannung den gesamten Strom tragen, während diese Spannung in den übrigen LEDs noch zu

keinem Stromfluss führt. Somit leuchtet dann auch nur eine LED auf.

Wenn es die Höhe der zur Verfügung stehenden Betriebsspannung zulässt, ist immer die Variante 8 c zu verwenden. Hierbei ist auf jeden Fall sichergestellt, dass alle LEDs vom selben Strom durchflossen werden und somit auch die gleiche Helligkeit besitzen. Außerdem ist nur ein Vorwiderstand notwendig, der aufgrund des reduzierten Spannungsabfalles auch weniger Verlustleistung umsetzen muss.

Technische Daten von Leuchtdioden

Bei der Auswahl von Leuchtdioden für einen bestimmten Einsatzzweck steht zunächst fast immer die Wellenlänge (Farbe) im Vordergrund. Diese wird in den technischen Daten entweder in Klartext angegeben oder aber in Form der Wellenlängenangabe charakterisiert. Den Zusammenhang zwischen Wellenlänge und zugehöriger Farbe zeigt Abbildung 1 ansatzweise. Die Übergänge zwischen den Farben sind normalerweise fließend, sodass der Farbverlauf eines Regenbogens von Blau-Violett (380 nm) bis Tiefrot (780 nm) entsteht.

Weiteres Kriterium ist die Helligkeit, die erreicht werden soll. Hier gibt die Lichtstärke I_v (Einheit: cd = Candela) einen Anhaltspunkt. Dies ist per Definition der in eine bestimmte Richtung (Raumwinkel) ausgestrahlte Lichtstrom. Der Lichtstrom ϕ_v (Einheit: lm = Lumen) wiederum ist die Gesamtheit der von einer Lichtquelle (z. B. LED-Chip) erzeugten Lichtleistung. In die technische Angabe Lichtstärke geht also neben dem Lichtstrom auch noch der Abstrahlwinkel mit ein. Dies bedeutet, dass eine LED mit 30° Abstrahlwinkel eine höhere Lichtstärke hat als der gleiche LED-Chip mit 60° Abstrahlwinkel. Somit muss bei der Beurteilung der Lichtstärke immer

auch der Abstrahlwinkel berücksichtigt werden.

Außerdem ist zu beachten, dass das Auge nicht für alle Farben die gleiche Empfindlichkeit besitzt. Die hier beschriebenen visuellen Größen Lichtstrom und Lichtstärke berücksichtigen immer die sogenannte spektrale Hellempfindlichkeit des Auges gemäß Abbildung 9. Diese sagt aus, dass das Auge im grünen Bereich (ca. 555 nm) seine maximale Empfindlichkeit besitzt. Somit empfindet das menschliche Auge eine grüne Lichtquelle wesentlich heller als eine mit gleicher Leistung strahlende rote oder blaue Lichtquelle. Dies erklärt dann auch, warum derzeit die größten Lichtstärken bei grünen LEDs zu finden sind.

Als weitere technische Daten sind der für eine bestimmte Lichtstärke erforderliche Stromfluss und die daraus resultierende Flussspannung zu sehen. Diese Daten werden bei der Schaltungsauslegung benötigt. Um eine LED in ihrer Helligkeit zu regeln, muss der Strom variiert werden. Der Zusammenhang zwischen Strom und Lichtstärke ist innerhalb des erlaubten Betriebsbereiches sehr linear.

Als letzte elektrische Eigenschaft soll der Wirkungsgrad betrachtet werden. Der innere Wirkungsgrad (innere Quanteneffizienz) liegt bei über 90 % – dies bedeutet, dass mehr als 90 % der elektrischen Energie in Licht umgesetzt wird. Auf dem Weg von der strahlenden Sperrschicht nach außen wirkt dann allerdings eine nicht zu verachtende optische Dämpfung. Somit liegt der Wirkungsgrad letztlich bei 20 % bis 30 %. Bei LEDs wird der Wirkungsgrad üblicherweise als Lichtausbeute bezeichnet, die das Verhältnis von Lichtstrom zu zugeführter Leistung wiedergibt. Dieser Wert liegt derzeit bei superhellen LEDs bei ca. 55 lm/W; im Vergleich dazu bringt es eine normale Glühlampe auf etwa 15 lm/W.

Die Entwicklung im Bereich der LEDs geht rasant voran. Innovationen sind auf dem Gebiet der Chip-Struktur und in der Entwicklung von verbesserten Phosphorbeschichtungen zu erwarten. Ziel ist es dabei, eine höhere Lichtausbeute und einfache Produktionstechniken zu entwickeln, um damit letztlich die Gesamtkosten pro emittierter Lichtleistung zu reduzieren. ELV

Weitere Informationen zum Thema LEDs sind auf folgenden Internetseiten zu finden:

- <http://www.semiconductor.agilent.com>
- <http://www.nichia.co.jp>
- <http://www.osram-os.com>
- <http://www.wustlich.de>
- <http://www.liteon.com>



Funk-Geräte-Fertigmelder FTP 100 FM

Häufig wird nicht wahrgenommen, dass Elektrogeräte wie beispielsweise die Waschmaschine oder der Trockner die Arbeit beendet haben. Diese Geräte werden oft weit entfernt vom Wohnbereich betrieben und somit sind die direkten akustischen Signale nicht mehr hörbar. Der Funk-Geräte-Fertigmelder sendet diese Information an einen kleinen mobilen Pager, ohne dass dazu ein Eingriff in das betreffende Gerät erforderlich ist.

Allgemeines

Elektrische Haushaltsgeräte wie z. B. Trockner oder Waschmaschinen werden aufgrund der Geräusentwicklung meist nicht in unmittelbarer Nähe von Wohnräumen betrieben. Wenn das betreffende Gerät die Arbeit beendet hat, wird dies in der Regel durch ein akustisches Signal gemeldet, das wegen der Entfernung häufig nicht mehr wahrgenommen wird.

Für Abhilfe sorgt der in einem Stecker-/Steckdosengehäuse untergebrachte Funk-Geräte-Fertigmelder, der einfach in die Netzzuleitung einzuschleifen ist. An dem abzufragenden Gerät sind somit keine Ver-

änderungen und Modifikationen erforderlich.

Sobald die Stromaufnahme des Gerätes unter eine einstellbare Schwelle absinkt, wird ein Timer gestartet, der dann nach Ablauf einer in 5 Stufen einstellbaren Zeit von 15 Sek. bis 4 Min. die Meldung an einen kleinen Pager absetzt.

Arbeitspausen, die z. B. bei verschiedenen Waschmaschinen- und Trocknerprogrammen erfolgen, führen somit nicht zur Fehlmeldung.

Da die Stromaufnahme nach Beendigung der Arbeit sehr unterschiedlich sein kann, ist die Ansprechschwelle mit einem auf der Frontseite zugänglichen Einstelltrimmer in weiten Grenzen variierbar. Die

Schwelle wiederum wird mit einer Kontroll-LED angezeigt. Diese blinkt, solange

Technische Daten: FTP 100 FM

Einstellmöglichkeiten:

Ansprechschwelle, 4-Bit-Sicherheitscode, Sendekanal 1 bis 4, max. Pausenzeit (15 Sek. bis 4 Min. in 5 Stufen)

Anzeige: LED (Schwelle)

Sendefrequenz: 433,92 MHz

Modulation: AM, 100%

Reichweite: 100 m (Freifeld)

Betriebsspannung: 230 V

Laststrom: max. 16 A

Abm. (B x H x T): . 131 x 77 x 68 mm

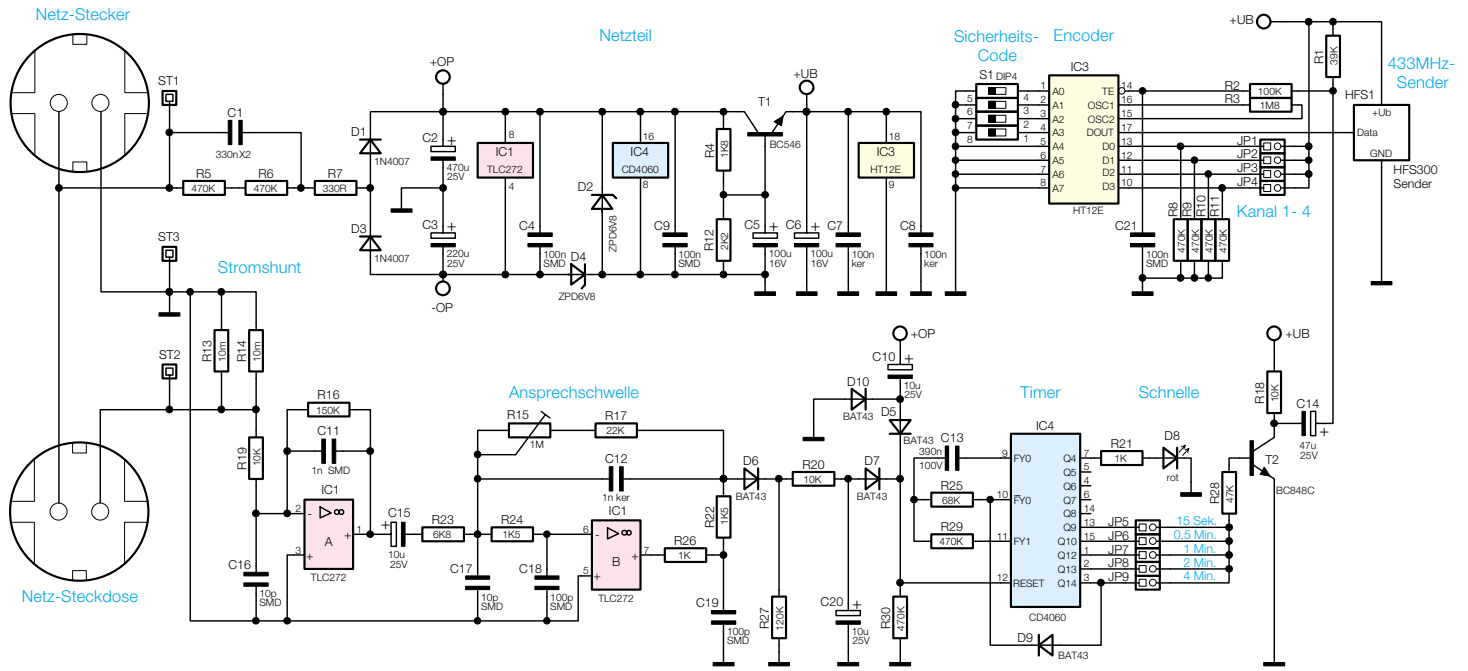


Bild 1: Schaltbild des Geräte-Fertigmelders FTP 100 FM

026222601A

der Timer läuft, d. h. das Gerät einen Strom aufnimmt, der zur Fertigmeldung führen würde. Neben der Funktion als Fertigmelder kann das Gerät auch zur Ausfall-Überwachung eingesetzt werden.

Der Pager stammt aus dem ELV-Funk-Signal-Melde- und Schaltsystem FTP 100 und kann bis zu 4 verschiedene Sender empfangen und anzeigen. Bei jedem Senderempfang erfolgt zusätzlich ein akustisches Alarmsignal. Zur eindeutigen Unterscheidung ist die Adresse des Geräte-Fertigmelders einstellbar. So kann direkt am Pager abgelesen werden, ob z. B. der Trockner oder die Waschmaschine oder ein anderes Gerät die Arbeit beendet hat. Neben dem hier beschriebenen Fertigmelder stehen im FTP100-System noch vier weitere Sendeeinheiten zur Verfügung:

Türklingel-Sendeeinheit FTP 100 S

Diese kompakte batteriebetriebene Sendeeinheit ist in drei verschiedenen Varianten aktivierbar:

- Bei einer direkten Parallelschaltung zur Türklingel kann die Aktivierung durch eine Gleich- oder Wechselspannung erfolgen.
- Durch einen integrierten Taster ist die Einheit direkt als Klingeltaster oder Personenruf nutzbar.
- Die dritte Alternative stellt der Anschluss eines externen Tasters dar.

Telefonklingel-Sendeeinheit FTP 100 ST

Die Telefonklingeleinheit ist ebenfalls batteriebetrieben und mit einem TAE-N-Kabel versehen. Der Anschluss erfolgt direkt parallel zum Telefon an der Telefonsteckdose.

Funk-Tür- und Fenstersendeeinheit FTP 100 SF

Ausgestattet mit einem Reed-Kontakt eignet sich diese Sendeeinheit zur Überwachung von Fenstern und Türen. Weiterhin sind mit diesem Sender beliebige mechanische Positionen abzufragen. Sobald der Reed-Kontakt von der Sendeeinheit entfernt wird, erfolgt die Aussendung eines Funktelegramms.

Funk-Geräuschmelder FTP 100 SG

Mit dem Funk-Geräuschmelder kann die Umgebung des Senders auf Geräusche überwacht werden. Die Ansprechschwelle ist stufenlos einstellbar, sodass individuell unterschiedliche Geräuschpegel zum Absetzen eines Funktelegramms führen können. Eine typische Anwendung für diesen Sender ist die Überwachung eines Kleinkindes (Babysitterfunktion). Das Gerät kann wahlweise mit zwei Microzellen oder einem Steckernetzteil betrieben werden.

Sämtliche Sendeeinheiten können in beliebiger Kombination mit dem neuen Funk-Geräte-Fertigmelder FTP 100 FM betrieben werden. Grundsätzlich kann der Pager 4 Sender unterscheiden und deren Empfang anzeigen.

Bedienung und Funktion

Die Bedienung des FTP 100 FM ist sehr einfach, da nach der ersten einmalig durchzuführenden Konfiguration nur noch die Sendeeinheit in die Netzzuleitung einzuschleifen ist.

Die Ansprechschwelle ist so einzustellen, dass während des Arbeitsbetriebs die Kontroll-LED nicht aufleuchtet und wäh-

rend des Bereitschaftsbetriebs bzw. wenn das Gerät die Arbeit beendet hat, blinkt.

Die einmalig durchzuführende Konfiguration des Gerätes im stromlosen Zustand (keine Netztrennung vorhanden!) erfolgt über Kodierbrücken sowie mit einem 4fach-Dipschalter im Geräteinneren.

Zunächst ist mit JP 1 bis JP 4 der Sendekanal (1 bis 4) auszuwählen und mit JP 5 bis JP 9 ist die max. zulässige Pausenzeit, die noch nicht zur Fertigmeldung führt, einzustellen. Selektierbar sind dabei die Zeiten 15 Sek., 30 Sek., 1 Min., 2 Min. und 4 Min. Sowohl bei der Kanalauswahl als auch bei der Zeiteinstellung darf jeweils nur ein Kodierstecker gesetzt sein. Wird z. B. eine maximale Pausenzeit von 1 Min. selektiert, so darf die Stromaufnahme des Gerätes beliebig oft unter die Alarmschwelle sinken, jedoch nie länger als 1 Min. unter der Schwelle bleiben. Nach einer Minute mit geringer Stromaufnahme wird die Fertigmeldung zum Pager abgesetzt.

Der Pager meldet dies durch ein kurzes akustisches Signal und eine ständige LED-Anzeige.

Nach der ersten Alarmierung sendet der Fertigmelder dann im doppelten Zeitraster. Wurden für die Alarmierung z. B. 1 Min. eingestellt, so wird die Fertigmeldung nach der ersten Meldung alle 2 Min. wiederholt (max. 8 Min.). Der Pager gibt dann in diesem Zeitraster ein akustisches Signal ab.

Der Sicherheitscode des FTP 100 FM wird über einen 4fach-DIP-Schalter ausgewählt und muss grundsätzlich beim Sender und Empfänger die gleiche Einstellung aufweisen. Insgesamt stehen somit 16 verschiedene Codes zur Verfügung (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1:
Einstellung der Sicherheitscodes

Sicherheitscode	DIP 1	DIP 2	DIP 3	DIP 4
0	0	0	0	0
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	1	1	0	0
4	0	0	1	0
5	1	0	1	0
6	0	1	1	0
7	1	1	1	0
8	0	0	0	1
9	1	0	0	1
10	0	1	0	1
11	1	1	0	1
12	0	0	1	1
13	1	0	1	1
14	0	1	1	1
15	1	1	1	1

Schaltung

Die in Abbildung 1 dargestellte Schaltung des Geräte-Fertigmelders ist recht einfach. Im Gegensatz zu den meisten anderen Sendeeinheiten handelt es sich jedoch um ein netzbetriebenes Gerät, sodass die entsprechenden VDE- und Sicherheitsbestimmungen zu beachten sind.

Mit Hilfe eines Kondensator-Netzteils erfolgt die Spannungsversorgung direkt aus dem 230-V-Wechselspannungsnetz. Daher besteht innerhalb der gesamten Schaltung keine Netztrennung. Der Betrieb ist ausschließlich in dem dafür vorgesehenen Gehäuse zulässig.

Betrachten wir zuerst die Generierung der erforderlichen Versorgungsspannung im oberen Bereich des Schaltbildes. Die vom Netzschalter kommende 230-V-Wechselspannung wird direkt an die Platinenanschlusspunkte ST 1 und ST 3 angelegt. Der kapazitive Widerstand des X2-Kondensators C 1 dient als Vorwiderstand für die Netzteilerschaltung. Das Netzteil besteht im Wesentlichen aus zwei Spitzenwert-Gleichrichterschaltungen, aufgebaut mit D1, C 2 und D 3, C 3 sowie den beiden Z-Dioden D 2 und D 4. Bezogen auf Schaltungsmasse erhalten wir eine positive und eine negative Spannung von 6,8 V, die direkt zur Versorgung des Operationsverstärkers IC 1 dient. Während C 2 und C 3 zur Pufferung dienen, sorgt der Keramik-kondensator C 4 für eine entsprechende Störunterdrückung.

Das 433-MHz-HF-Sendemodul des Typs HFS 1 benötigt eine Betriebsspannung von 3 V, die mit R 4, R 12, C 5 und dem Längstransistor T 1 aus der an D 2 anliegenden positiven Spannung gewonnen wird. Neben dem Sendemodul wird auch der Encoder des Typs HT12E (IC 3) mit dieser Spannung versorgt. Im 3-V-Bereich des Netzteils dient der Elko C 6 zur Pufferung und die Keramik-kondensatoren C 7 und C 8 zur Störunterdrückung.

Die 230-V-Netzspannung gelangt direkt über den mit R 13 und R 14 aufgebauten Stromshunt zur Netzsteckdose, an die der zu überwachende Verbraucher anzuschließen ist.

Proportional zur Stromaufnahme des Verbrauchers entsteht am Shuntwiderstand (R 13 und R 14) ein Spannungsabfall. Anhand des Spannungsabfalls ist einfach festzustellen, ob der Verbraucher seine Arbeit beendet hat oder nicht.

Damit auch bei hohen Lastströmen (bis zu 16 A) am Shuntwiderstand kein zu hoher Spannungsabfall und damit eine zu große Verlustleistung entsteht, wurden zwei 10-m Ω -Manganindraht-Abschnitte parallel geschaltet. Bei 10 A Laststrom beträgt der Spannungsabfall lediglich 50 mV.

Aufgrund der geringen Spannungsabfälle am Shuntwiderstand ist eine entsprechende Verstärkung erforderlich, die mit Hilfe der in IC 1 integrierten Operationsverstärker vorgenommen wird. Die erste mit IC 1 A aufgebaute Stufe nimmt aufgrund des Widerstandsverhältnisses von R 16 zu R 19 eine 15fache Verstärkung vor. C 11 dient hier zur Schwingneigungs- und C 16 zur Störunterdrückung. Das Ausgangssignal von IC 1 (Pin 1) wird mit C 15 gleichspannungsmäßig entkoppelt und einem weiteren mit IC 1 B aufgebauten Verstärker zugeführt. Bei dieser Stufe handelt es sich ebenfalls um einen invertierenden Verstärker, dessen Verstärkung mit dem Poti R 15 in einem weiten Bereich einstellbar ist. Im Wesentlichen wird die Verstärkung durch das Verhältnis der Widerstände R 15 + R 17 zu R 23 bestimmt, während die weitere externe Beschaltung zur Störunterdrückung dient.

Es folgt ein Spitzenwert-Gleichrichter aufgebaut mit D 6, C 20, R 20 und R 27. Die Ladezeitkonstante des Elkos C 20 wird durch den Widerstand R 20 bestimmt und die Entladezeitkonstante bestimmt die Reihenschaltung aus R 20 und R 27.

Die Gleichspannung am Elko C 20 ist direkt abhängig vom Laststrom. So lange an C 20 eine hinreichend hohe Gleichspannung anliegt, wird über D 7 der Timer IC 4 im Reset-Zustand gehalten. Im Einschaltmoment, d. h. mit Anlegen der Betriebsspannung, sorgen die Bauelemente C 10 und D 5 für einen sicheren Power-On-Reset.

Die externen Komponenten an Pin 9 bis Pin 11 von IC 4 bestimmen die Taktfrequenz des Timers, die in unserem Fall bei ca. 17 Hz liegt.

Sinkt nun die Stromaufnahme des Verbrauchers unter die eingestellte Ansprechschwelle, wird der Timer am Reseteingang freigegeben, was durch Blinken der

LED D 8 im 0,94-Sek.-Raster signalisiert wird.

15 Sek. nach Start des Timers wechselt der Pegel am Ausgang Q 9 von Low nach High, während der Ausgangspegel an Q 14 erst nach vier Minuten von Low nach High wechselt. Die maximale Pausenzeit, in der eine Stromaufnahme des Verbrauchers unterhalb der Ansprechschwelle erfolgen darf, wird mit Hilfe der Kodierstecker JP 5 bis JP 9 eingestellt. Dabei darf grundsätzlich nur ein Kodierstecker gesetzt sein. Der Transistor T 2 wird somit zwischen 15 Sek. und 4 Min. (je nach gestecktem Kodierstecker) über den Widerstand R 28 in den leitenden Zustand versetzt. Dadurch zieht der Transistor den Minusanschluss des Elkos C 14 schlagartig auf Massepotential. Der Encoderbaustein des Typs HD12E erhält am Eingang \overline{TE} (Pin 14) ein Low-Signal, dessen Länge durch die mit R 1 und C 14 eingestellte Zeitkonstante bestimmt wird.

So lange Pin 14 auf Low gehalten wird, gibt der Encoder (IC 3) an DOUT, Pin 17, ein serielles Datensignal aus, das in einem festen Datenprotokoll den Sicherheitscode und ein 4 Bit breites Datenwort überträgt. Im übertragenden Datenwort befindet sich in unserem Fall die Kanalinformation.


Der Sicherheitscode ist an den Eingängen A 0 bis A 7 durch High- und Low-Pegel einstellbar. Aufgrund interner Pull-Up-Widerstände bedeuten offene Eingänge High-Pegel. Um Low-Pegel zu erhalten, sind die Eingänge dann nur noch mit Masse zu verbinden. Durch den 8-Bit-Eingang erlaubt der Baustein somit max. 256 unterschiedliche Sicherheitscodierungen.

Da in unserer Anwendung die Einstellmöglichkeit von 16 unterschiedlichen Sicherheitscodes völlig ausreicht, sind die Eingänge A 4 bis A 7 fest mit der Schaltungsmasse verbunden. Damit die Kommunikation möglich ist, muss der Sicherheitscode grundsätzlich beim Sender und Empfänger übereinstimmen.

Die Auswahl des Sendekanals erfolgt mit JP 1 bis JP 4 an den Eingängen D 0 bis D 3 des Encoderbausteins. Grundsätzlich darf hier auch nur ein Jumper gesteckt sein.

Der integrierte Oszillator des Encoderbausteins IC 1 bestimmt die Übertragungsgeschwindigkeit und wird an Pin 15 und Pin 16 mit einem Widerstand (R 3) beschaltet.

An Pin 17 des Encoders werden die Daten ausgegeben und direkt dem 433-MHz-Sendemodul HFS 300 an Pin „DATA“ zugeführt. Das Sendemodul setzt letztendlich die Daten in ein 100 % AM-moduliertes 433,92-MHz-Signal um.

Die Schaltungsbeschreibung des Geräte-Fertigmelders ist damit abgeschlossen. Im „ELVjournal“ 1/2003 erfolgt dann die Beschreibung des praktischen Aufbaus und der Inbetriebnahme. 



Von Dolby Surround bis THX

Moderne Audioverfahren

Will man sich heute eine gute Audio-Anlage anschaffen, kommt man um das Studieren der vielen Kürzel, die die Prospekte überwuchern, kaum herum. Dolby Surround, AC 3, 5.1, 6.1, 7.1, DTS, THX - was sich dahinter verbirgt, welches Verfahren man für welchen Anspruch einsetzt, klärt unser Artikel in einem Überblick.

Ton ist nicht gleich Ton

Noch vor einigen Jahren brauchte man sich beim Kauf einer guten „Stereo-Anlage“ nicht allzu viele Gedanken zu machen. Ein mit Eingängen und womöglich noch Surround-Decoder gut bestückter AV-Receiver und ein gutes Boxenpaar, ergänzt durch einen extra Subwoofer, waren erste Wahl für den gehobenen Anspruch. Später kaufte man dann noch eine Center- und zwei Rear-Boxen für den Surround-Klang, dann war man technisch top ausgerüstet. Allerdings waren entsprechende Tonquellen zunächst noch dünn gesät und oft genug schaltete man nach einigem Experimentieren entnervt zurück auf Stereo, weil mehr undefiniertes Grummeln aus den hinteren Lautsprechern kam, dafür aber kein Ton aus dem Center-Lautsprecher, und... Erst mit dem massenhaften Aufkommen der Film-DVDs konnte man den schon beeindruckend räumlichen Surround-Effekt wirklich genießen - von da an

waren hochwertigere Stereo-Anlagen ohne Surround-Decoder kaum noch verkäuflich.

Aber nun stand auch die Filmindustrie in den Startlöchern und bestand darauf, dass Verfahren geschaffen wurden, die den zum großen Kino adäquaten Ton auch ins Wohnzimmer bringen. So ist es denn auch nicht verwunderlich, dass die meisten der aktuellen Verfahren tatsächlich aus den Tonstudios der Filmindustrie stammen.

Und diese treiben die Reproduktionsgüte bis an die Grenze des Perfekten - THX-Wiedergabesysteme bzw. -komponenten

sind heute von Lucasfilm höchstselbst zu zertifizieren, egal, ob es eine Kino-Soundanlage oder eine Home-THX-Anlage ist. Nur zertifizierte Geräte und Systeme dürfen sich mit dem Anspruch schmücken, die Ideen des Filmregisseurs auch tonmäßig adäquat zu reproduzieren. Wer schon einmal in einem THX-Vorführstudio saß, wird beeindruckt sein und anfangen zu sparen - THX ist nicht für 199 Euro zu haben...

Dolby Surround

Dolby Surround (im Kino heißt es Dolby Stereo) ist das älteste Verfahren (abgesehen von Experimenten wie Quadro usw.), über den Stereo-Effekt hinaus eine räumliche Wiedergabe zu erzielen. Schon 1976 kam der erste Kinofilm mit Dolby Surround auf den Markt. Im Heimbereich spielt das analoge Verfahren erst seit Ende der 80iger Jahre eine Rolle. Inzwischen ist die Surround-Technologie die am weitesten verbreitete Toneffekt-Technologie auf der Welt. „Dolby Surround“ ist ein Matrixverfahren, das jedes zweikanalige, analoge oder digitale Stereo-Medium in die Lage versetzt, vierkanalige Toninformationen zu transportieren. Das encodierte Programm-Material ist vollständig kompatibel zur Mono- oder Stereowiedergabe. Und wer zum Abspielen Geräte mit einem Dolby-Pro-Logic-Decoder einsetzt, kann vierkanaligen Surround-Sound „genießen“. Soweit die Dolby Laboratories im Originaltext. Was heißt das praktisch? Auf der Aufnahmeseite werden dem Stereo-Signal Anteile durch Phasenverschiebungen zugemischt, die besondere Raumeffekte reproduzieren. So werden Dialoge phasengleich auf die beiden Stereokanäle verteilt und Geräusche, die in der räumlichen Wiedergabe von hinten oder seitlich hinten kommen, phasenverschoben im Stereosignal untergebracht (Abbildung 1). Eine Stereoanlage wird dann ganz normalen Stereoklang produzieren. Ist sie jedoch mit einem Pro-Logic-Decoder ausgestattet, decodiert der die beschriebenen Zusatzinformationen und gibt sie für den so genannten Centerlautsprecher (wird in der Mitte zwischen den beiden Stereoboxen platziert) und die Rear-Lautsprecher (werden seitlich hinter dem Hörer platziert)

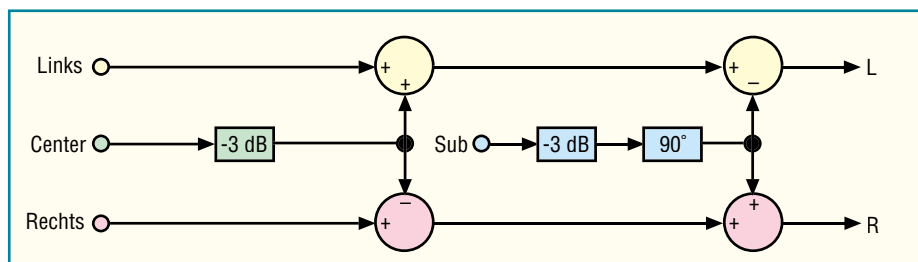


Bild 1: Die prinzipielle Funktion des analogen Dolby Surround-Encoders (Quelle: Dolby Laboratories)

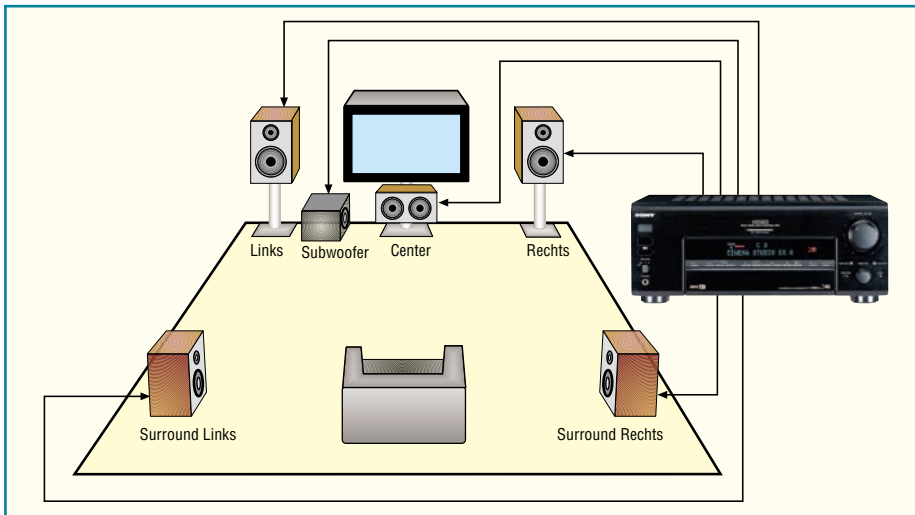


Bild 2:
Lautsprecheranordnung
eines 5.1-Systems

psychoakustische Effekte (wir hören z. B. keine leisen Geräusche, wenn gleichzeitig ein lautes Geräusch auftritt) ohnehin nicht hören. Damit ist es gelungen, die Datenmenge gegenüber der analogen Übertragung trotz echter sechs Kanäle statt zweier nicht ansteigen zu lassen und trotzdem den Dynamikbereich auf über 90 dB zu erweitern.

Aus den bisherigen Ausführungen ergibt sich, dass für Dolby Digital nur eine komplette Bestückung aller 5 Kanäle mit Lautsprechern des gleichen Systems in Frage kommt, die den vollen Frequenzbereich zwischen 20 und 20.000 Hz wiedergeben können. Die hinteren Lautsprecher können hier auch als Dipol-Lautsprecher ausgeführt werden, um eine diffusere Hochttonabstrahlung zu erreichen. Schließlich soll man einzelne Lautsprecher (nicht verwechseln mit Geräuschen) nicht mehr direkt orten können. Dies erleichtern Dipol- oder Tripol-Hochtöner.

Unbedingt gehört hier ein separater Subwoofer hinzu, da, wie erwähnt, der Tieffrequenz-Kanal mit extra Klangeffekten abgemischt wird. Er sollte bereits besonders hochwertig sein und auch viel Luft in Bewegung setzen können. Das heißt, ein oder zwei Subwoofer-Chassis, die wirklich 20 Hz „schaffen“, mit mindestens je 250 mm Durchmesser sind die untere Grenze für diese Ausstattung, will man richtig Freude am Pro7-Film haben.

Die Lautsprecheranordnung entspricht Abbildung 2.

Apropos Pro7: Will man deren mit Dolby Digital ausgestrahlte Kinofilme tatsächlich auch so wiedergeben, sind einige technische Voraussetzungen nötig, die in den meisten Bedienungsanleitungen der beteiligten Geräte fehlen bzw. nur am Rande erwähnt werden. So ist der Empfang allein über einen digitalen Satellitenempfänger möglich. Dieser muss einen digitalen Audio-Ausgang haben (elektrisch: SPIF/optisch: ODT Toslink), der ausdrücklich für Dolby Digital gekennzeichnet ist (z. B. „Dolby Digital Bitstream Out“). Dieser wird mit dem entsprechenden Eingang des Dolby-Digital-Decoders verbunden. Eine einfache analoge Stereo-Verbindung zwischen beiden Geräten ermöglicht also keine Dolby-Digital-Ausgabe - man erlebt genau die eingangs erwähnten Negativ-Effekte!

Natürlich ist auch Dolby Digital voll abwärtskompatibel bis hin zur Monowiedergabe. Das heißt, Dolby-Digital-Ton-

aus. Jetzt hört man also die Dialoge genau da, wo sie stattfinden und alle anderen Geräusche im Raum ebenfalls da, wo sie erzeugt werden. Abbildung 2 zeigt die prinzipielle Lautsprecheranordnung. Auch Stereo-Aufnahmen sind mit einer Surround-Anlage effektiv wiedergebbar.

Allerdings kann bei diesem analogen Verfahren nur ein einziges dominantes Signal zur gleichen Zeit decodiert werden.

Noch ein Wort zu den erforderlichen Lautsprecher-Qualitäten: Die Stereo-Lautsprecher können weiter eingesetzt werden. Hinzu kommt der Center, der aufgrund seiner besonderen Aufgabe als Mittel-Hochtöner konzipiert ist und besonders geschirmt sein muss, da er in unmittelbarer Nähe der Bildröhre des Fernsehgerätes arbeitet. Ohne Abschirmung könnte es durch die Lautsprechermagneten zu Bildverzerrungen des ja bekanntermaßen magnetisch arbeitenden Ablenssystems der Bildröhre kommen. Wenn es der A/V-Receiver bzw. Verstärker von der Endstufenzahl her erlaubt, sollte man zusätzlich zu einem großen Subwoofer greifen. Damit wird die tieffrequente Wiedergabe besonders von Kinofilm- oder Live-Konzertmaterial verbessert, wobei das analoge Verfahren keine speziellen tieffrequenten Effekte kennt. Für die Rear-Lautsprecher genügen kleine, in der Bandbreite begrenzte Exemplare, da die Surround-Kanäle nur mit einer Bandbreite zwischen 100 Hz und 7 kHz wiedergegeben werden.

Eine Weiterentwicklung des ursprünglichen Dolby Surround-Systems ist Pro Logic II. Hier werden durch eine verfeinerte Signalbearbeitung im Decoder (Pegelanpassungen und Gegenkopplungssteuerung) weiter verbesserte Auflösungen und ein verbesserter Dynamikbereich erreicht.

Dolby Digital 5.1 (AC-3)

Der Name sagt es, hier kommt die digitale Signalverarbeitung ins Spiel und es ist eine echte mehrkanalige Wiedergabe mög-

lich. Der in diesem Zusammenhang oft erwähnte Begriff AC-3 ist die Bezeichnung für das zugehörige Kompressionsverfahren.

Dolby Digital, erstmals 1992 im Kino eingesetzt, stellt 6 Kanäle zur Verfügung, davon fünf mit dem vollen Frequenzbereich von 20 Hz bis 20 kHz und einen tieffrequenten Kanal für die hier erstmals getrennt erzeugten tieffrequenten Effekte (20 Hz - 120 Hz). Daher stammt auch die Kanalkennzeichnung „5.1“ in den technischen Daten entsprechender Wiedergabegeräte. Dolby Digital ersetzt übrigens keineswegs Dolby Surround, dessen Domäne in Medien mit zweikanaliger Übertragung bleibt erhalten.

Mit der 6-Kanal-Technik von Dolby Digital haben Produzenten ganz neue Möglichkeiten erhalten, bestimmte Klang- und Geräuscheffekte auch direkt auf bestimmte Lautsprecher zu geben und auf den Hörer auszurichten. Dabei können die Tonmeister alle Schallquellen völlig frei im Raum platzieren bzw. sich bewegen lassen. Beim analogen Verfahren ist hingegen nur eine Bewegung zwischen links und rechts bzw. vorn und hinten möglich. Durch „time alignment“ (Laufzeitkompensation) ist eine verbesserte Schallortung realisiert und es ist auch bei geringeren Lautstärken möglich, den Dynamikbereich des Originals weitgehend zu reproduzieren, also auch leise Töne, die beim analogen Verfahren dann nicht mehr wiedergegeben werden („Midnight Mode“). Jeder Dolby Digital-Decoder ermöglicht im Übrigen die Feineinstellung der Laufzeitkompensation für den jeweiligen Hörplatz.

Ergebnis all dieser Maßnahmen ist ein klar differenzierbarer Sound mit höherem Dynamikumfang und erweitertem Frequenzbereich.

Bei der digitalen Signalcodierung wird durch Datenreduktion eine Datenrate von (nur) 384 kbit/s erzeugt. Es werden einfach Datenanteile aus dem Gesamt-Frequenzgemisch entfernt (maskiert), die wir durch

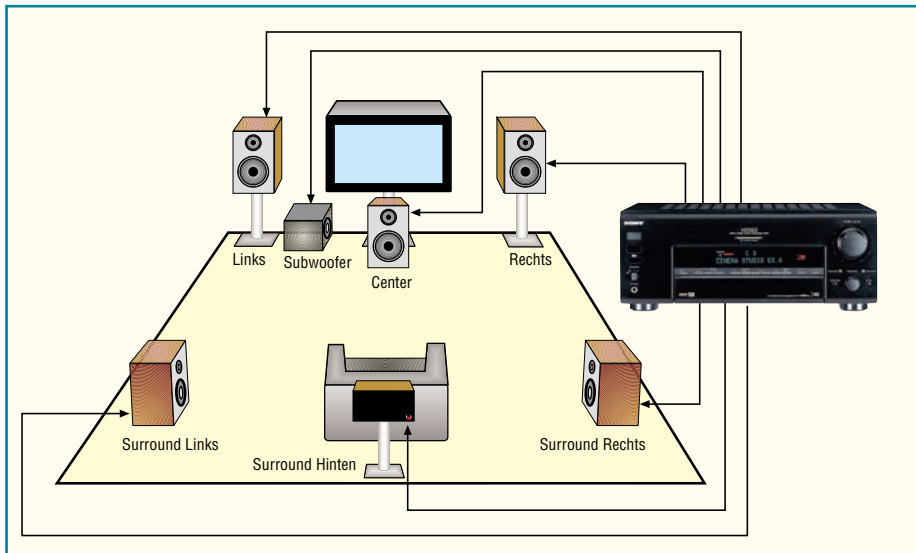


Bild 3:
Lautsprecheranordnung
eines 6.1-Systems

quellen sind auch auf normalen Stereoanlagen wiedergebbar („Downmixing“). Dolby Digital ist heute ein verbindlicher Standard für die Ton-Produktion auf DVD (im NTSC-Raum Pflicht, im PAL-Raum Option) und Ton-Grundlage für das Digitalfernsehen DVB. Dabei müssen nicht alle Programmquellen auch 5.1 Kanäle haben, der Standard gilt ja herab bis zur Mono-Wiedergabe. Mit dem Einsatz als Standard ist auch gesagt, dass das ursprünglich von Europa favorisierte MPEG-Verfahren für die Datenreduktion sich hier nicht durchgesetzt hat.

Noch einer: Dolby Digital EX

Bei dieser Erweiterung, auch Dolby Digital 6.1 genannt, kommt zu den bisher sechs Kanälen noch ein weiterer Center-Kanal für die Generierung eines Hinten-Mitte-Signals (Abbildung 3) aus den beiden hinteren Surround-Kanälen hinzu. Hier sind also insgesamt sieben Kanäle zur vollständigen Wiedergabe erforderlich. Der erste Kinofilm mit „EX“ war George Lucas' „Star Wars Episode I - Die dunkle Bedrohung“. Hier sitzt man dann tatsächlich mitten im Geschehen (technisch: 360°-Panning) und wird sich unwillkürlich umdrehen wollen, wenn man von den Außerirdischen umzingelt ist.

Der zusätzliche Lautsprecher muss auch hier für den vollen Frequenzbereich ausgelegt und mit den anderen Surround-Lautsprechern identisch sein.

Zu erwähnen ist hier noch ein verwandtes Verfahren namens „Logic 7“, das sogar 8 Kanäle (7.1) erzeugt. Dabei wird der Raum hinter dem Hörer nochmals auf zwei Systeme aufgeteilt, um damit die Räumlichkeit weiter zu verfeinern.

HiFi-Anlagen und Komponenten mit Dolby-Surround-Decoder gibt es heute in großer Zahl und unterschiedlichsten Ausführungen. Sie trifft man sowohl als eigenständige Komplett-Anlage, als auch als

reine Decoder-Lautsprecheranlage oder als integriertes Heimkinosystem mit einbezogenem Fernsehgerät. In Abbildung 4 sind einige Beispiele zu sehen.

Digital Theater Sound (DTS)

Dieses in Konkurrenz zu Dolby Digital stehende Mehrkanal-Tonsystem wurde als Marke/Firma „DTS“ von Panasonic und Universal Pictures etabliert und neben bzw. parallel zu Dolby Digital als Sound-Standard bei inzwischen sehr vielen Kinofilmen eingesetzt - zuerst 1993 bei „Jurassic Park“. Es entspricht im Lautsprecher-Layout dem Dolby Digital 5.1-System. Der signifikante Unterschied ist die geringere Datenkompression (das Kompressionsverfahren heißt hier CAC), womit eine Datenrate von 1,44 MBit/s (Heimbereich) erreicht wird. Das ergibt eine gegenüber Dolby Digital nochmals verbesserte Dynamik und Auflösung des Klangbildes. Auf der DTS-Homepage schreibt man dazu

selbstbewusst: „Dolby Digital sounds good, but DTS delivers all the clarity and dynamics of the original master soundtrack“ (Dolby Digital klingt gut, aber DTS liefert die komplette Klarheit und Dynamik des original Master-Soundtracks“). Für das Abspielen von DVDs mit DTS wird ein spezieller Decoder benötigt, der seine Signale auf einen 6-Kanal-Verstärker ausgibt. Allerdings sollte man nach Ansicht von Fachwelt und Audio-Testern schon ausgesprochen audiophil veranlagt sein und über ein sehr hochwertiges Equipment verfügen, um einen signifikanten, individuellen Unterschied gegenüber Dolby Digital festzustellen. Auch hier sind hoch- und gleichwertige Lautsprecher und unbedingt ein dynamikfester Subwoofer notwendig. Der Wiedergabefrequenzbereich des Systems beträgt 20 Hz bis 20 kHz, der Subwooferbereich geht im Gegensatz zu Dolby Digital „nur“ von 20 bis 80 Hz. Der Dynamikumfang liegt bei mehr als 100 dB.

DTS kennt sehr viele Modifikationen entsprechend des Einsatzzweckes des Tonmaterials. Auch hier gibt es eine auf 6.1 erweiterte Version (DTS ES), einen Ableger hiervon, DTS NEO 6, das aus beliebigen 2-Kanal-Quellen eine 6.1-Wiedergabe generieren kann, und das Format DTS 96/24. Hier hat man es geschafft, im Rahmen der von einer DVD fassbaren Datenmenge,



Bild 4: Surround-Anlagen gibt es in den vielfältigsten Formen. Hier links zwei Systeme von Philips, ein reines Decoder-/Verstärker-Set (A5.100 Extreme), auch gut für PC-Einsatz geeignet, und eine Komplett-Anlage mit Receiver und DVD-Player (MX 3800 D). Rechts im Bild ein komplettes Home-Cinema-System von Pioneer (DCS-505).



Bild 5: Die meisten aktuellen A/V-Receiver sind mit Dolby Digital- und DTS-Decoder sowie 6.1-Wiedergabe ausgestattet. Hier der STR-VA555ES von Sony. Unten ein typisches DVD-Label, das die Verfügbarkeit beider Tonsysteme auf der DVD dokumentiert.

SPRACHEN	DEUTSCH	ENGLISCH
UNTERTITEL	Englisch, Deutsch, Türkisch	

alle sechs Kanäle für 5.1-Betrieb in exzellenter Tonqualität (24 Bit/Kanal, Abtastfrequenz 96 kHz) neben dem bewegten Bild unterzubringen. Übliche DVDs arbeiten mit speicherintensivem 2-Kanal-PCM-Ton, der entweder nur eingeschränkte Bildqualität bei bewegten Bildern oder gar nur das Unterbringen von Standbildern zulässt. Mit einem DTS 96/24-Decoder genießt man hier gleichzeitig eine exzellente Bild- und volle Mehrkanalton-Qualität. Abbildung 5 zeigt ein Beispiel für moderne A/V-Receiver mit DTS- und Dolby-Surround-Decoder. Die meisten dieser Receiver enthalten übrigens beide Decoder, um einen möglichst großen Interessenskreis zu bedienen. Die Logos beider Verfahren finden sich auch auf den meisten Film-DVDs. Wer übrigens noch einen „alten“ Receiver aus der Generation des analogen Dolby Surround besitzt, kann diesen leicht durch Anschaffung eines modernen DVD-Players mit Dolby-Digital- und DTS-Decoder aufrüsten. Voraussetzung ist lediglich ein

5.1-Verstärker-Eingang am Receiver bzw. ein Digital-Eingang.

THX - Krone des Heim-Kinos

THX, (vermutlich) benannt nach einem Mitarbeiter von George Lucas, dem „Star Wars“-Regisseur, setzt auf vorhandenen Surround-Decodern auf und ist folglich nicht als Sound-Standard wie Dolby Digital oder DTS zu betrachten, sondern eher wie ein Betriebssystem beim Computer, das auf der vorhandenen Hardware ein spezielles Programm zum Laufen bringen soll. THX entstand 1982 mit dem Film „Rückkehr der Jedi-Ritter“ aus dem Wunsch von Lucas heraus, in allen Kinos, in dem dieser auch vom Sound her revolutionäre Film laufen sollte, exakt die gleiche Wiedergabequalität wie im Aufnahme-Studio/Kino zu reproduzieren - also sollte ein Qualitätssicherungssystem entstehen. Dabei spielt die Anpassung der baulichen Gegebenheiten eine ebenso große Rolle

wie die eingesetzte Technik. Wer ein THX-Zertifikat erhalten möchte, lässt sich komplett von Lucasfilm beraten. Als technisches Herzstück der Kinoton-Anlage wird ein THX-Monitor installiert, der alle bauseitigen und technischen Eigenschaften des Kinos an den von Lucasfilm als Referenz dienenden Standard anpasst. Alle weiteren Komponenten wie Verstärker, Decoder und Lautsprecher müssen dem Lucasfilm-Katalog entsprechen.

Am Schluss des Kinobaus kommt ein Techniker und misst mit einem speziellen Analyzer die Anlage so ein, dass der Saal klingt wie der Aufnahmeaal bei Lucasfilm. Das daraufhin erteilte THX-Zertifikat muss jährlich erneut bestätigt werden.

Viel komplizierter ist es, THX im Heimbereich zu installieren, denn hier sind die akustischen und baulichen Gegebenheiten unkalkulierbar. Deshalb beschränkt man sich hier auf die neutrale Zertifizierung der beteiligten Komponenten, also vornehmlich Verstärker, Player und Lautsprecher. Auch hier bildet ein THX-Chipsatz das Herz der Klangbeeinflussung. Er realisiert mehrere Aufgaben:

- Das „Timbre Matching“ korrigiert den Klang von Front- und Rearboxen so, dass diese das gleiche Klangbild haben.
- Über das „Re-Equalizing“ wird eine natürlichere Hochtonwiedergabe erzielt.
- Die „Decorrelation“ soll schließlich durch eine leichte Phasenverschiebung verhindern, dass der Hörer die hinteren Lautsprecher akustisch orten kann.



Bild 6: THX-Ultra-2-zertifiziertes Pärchen: THX-Lautsprecher-Set „Theater 8“ von Teufel und THX-Receiver AVC-A1SR von Denon. Ein Blick auf dessen Rückseite zeigt die enorme Variabilität solcher A/V-Zentralen. Oben das THX-Ultra-2-Aufrüstmodul für den Denon AVC-A1SE.



Bild 7: Dolby Surround aus dem Kopfhörer - HighTech-Kombinationen wie die HEARO-Kopfhörer/Decoder von AKG Acoustics machen auch den perfekten Raumklang per Kopfhörer möglich.

So kann man, zusammen mit ebenfalls zertifizierten Lautsprechern, exakt festlegen, was wie wiedergegeben wird und erreicht damit weitgehende Originaltreue gegenüber dem Aufnahme- und Wiedergaberaum. Damit hat es jetzt bei Lucasfilm der Regisseur voll in der Hand, zu kontrollieren, ob seine Soundideen auch so beim Film-Konsumenten ankommen, wie er es möchte. Dass dabei enorme Anforderungen an die Gesamtanlage gestellt werden, liegt auf der Hand. Hier kann kein Hersteller mit „PMPO“ agieren, hier sind dann echte 1000 Watt am Subwoofer gefragt, um dem enormen Dynamikumfang der THX-Filme gerecht zu werden, und das neuerdings herab bis zu 20 Hz!

Nach der ersten Generation von „Home THX“, der THX-Ultra-1-Norm, gibt es seit kurzer Zeit eine neue, die THX Ultra 2. Sie stellt erneut höhere Anforderungen an die eingesetzte Technik, z. B. die erwähnten 20 Hz für den Subwoofer, die auch in großen Räumen von über 50 m² zu hören sein müssen. Der reproduzierbare Dynamikumfang muss mehr als 100 dB betragen und das bei einem maximalen Klirrfaktor von unter 2 Prozent! Das funktioniert aber tatsächlich nur mit richtig großen Lautsprechern, wie weiter vorn bereits diskutiert.

Die Hürden für eine Zertifizierung nach dem neuen THX-Ultra-2-Standard, z. B. eines Lautsprechersystems sind hoch. In Deutschland erhielt bisher nur das „Theater 8“ (Abbildung 6), des Berliner Herstellers „Teufel“ die schicke Plakette.

Empfohlener Partner des „Theater 8“ ist Denons ebenfalls nach Ultra 2 zertifizierter THX-Receiver AVC-A1SE bzw. SR (Abbildung 7). Der SR kommt schon mit THX Ultra 2 ins Haus, während sein Vorgänger SE mit einem Upgrade-Kit auf diese Norm aufgerüstet werden kann. Damit

hat man eine kostengünstige Möglichkeit geschaffen, die immerhin ca. 5000 Euro kostende Receiver-Investition auf den neuesten Stand bringen zu können. Das gesamte Ensemble aus Boxen und Receiver kostet dann etwa 10.000 Euro, nicht zuviel für ein perfektes Heimkinosystem für audiophile Filmfans.

Wem dies zu teuer ist, kann aber auch zwei Preisklassen darunter THX erleben - mit Geräten und Lautsprechern, die das Label THX select tragen, einer in den Anforderungen an die Technik etwas abgespeckten Version. So kommt man auch schon ab ca. 3000 Euro in den THX-Genuss.

Kinoton und Kopfhörer

Wer statt fünf bis sieben Lautsprechern um sich herum (oder aus Rücksicht auf die Nachbarn) lieber den realen Kinoton mit Kopfhörern genießen möchte, kann heute ebenfalls auf High-End-Technik zurückgreifen, die wohl kaum Wünsche übrig lässt. Die technische Grundlage hierfür bildet das „Dolby Headphone“-Verfahren. Dabei arbeiten Signalprozessoren das Dolby Surround- oder Dolby Digital-Signal so auf, dass ein Stereo-Kopfhörer den Lautsprecherklang einer fünfkanaligen Surround-Anlage abbilden kann. Dabei vermeidet man hier die übliche (und lästige) Im-Kopf-Lokalisierung der Schallquelle, die bei normalem Stereo-Ton auftritt und den Hörer eigentlich eher belastet und ermüdet. Statt dessen wird das Tonsignal so aufbereitet, dass der Klang scheinbar wie aus Lautsprechern in einem realen Hörraum kommt. Das heißt, wie beim Hören mit Lautsprechern, dass der Hörer Töne, die von vorn oder hinten kommen, auch im Kopfhörer so lokalisieren kann, also echten Surround-Sound hört. Das allein er-

zeugt aber nicht den typischen Lautsprecherklang in einem Raum. Also prägt das System jedem Kanal die Klangcharakteristik eines Lautsprechers in einer akustisch exakt definierten Umgebung auf - es werden virtuelle Lautsprecher erzeugt. Das erzeugte Klangbild entsteht also nicht mehr im Kopf, sondern scheinbar im Raum um ihn herum.

Diese Klangcharakteristik entstammt Messungen in realen Räumen, deren Raumakustik dann vom Hörer per Umschalten des Decoders abrufbar ist.

Laut Dolby Laboratories soll nicht einmal die Preisklasse des Kopfhörers selbst für den Wiedergabeeffekt entscheidend sein - die Technik steckt ja im Decoder.

Natürlich werden in der Praxis meist passende Kopfhörer angeboten, schon allein deshalb, weil die Anbieter der kompletten Surround-Systeme oft noch neben dem Raumklangprozessor weitere Features mit dem Decoder-Kopfhörersystem anbieten. So arbeiten z. B. die HEARO-Systeme von AKG Acoustics (Abbildung 7) z. B. mit digitaler Funkübertragung zwischen Decoder und Kopfhörer. Derartige Komplettsysteme machen quasi jede HiFi-Anlage oder das Fernsehgerät zur Surround-Anlage, ohne eine aufwändige Lautsprecherinstallation vornehmen zu müssen. Das Modell „777 Quadra“ verfügt gleich über mehrere Funktionen für die Wiedergabe, so einen Dolby Surround Pro Logic-Decoder für die Wiedergabe von 4.1 Kanälen (man beachte den abgetrennten Bass-Kanal) und einen Logic 7-Decoder, der sogar die Wiedergabe über bis zu acht virtuelle Lautsprecher ermöglicht. Die AKG-IVA-Technologie verbessert das räumliche Hören nochmals. Signifikant ist auch ein integrierter 24 Bit/96 kHz-Wandler, der auch die Wiedergabe hoch auflösender Medien wie DVD Audio und SACD erlaubt. Dass dazu ein erstklassiges Kopfhörersystem mit störungsfreier Funkübertragung gehört, erscheint schon selbstverständlich.

Das derzeitige Spitzenmodell von AKG ist der HEARO 999 AUDIOSPHERE. Das System arbeitet durchgehend, einschließlich der Funkübertragung, digital. Das bezieht sich hier auch auf den vorhandenen Digital-Eingang, sodass das Signal gleich verlustfrei vom Digitalausgang des DVD-Players übernommen werden kann. Der „999“ verfügt dazu über einen integrierten Dolby-Digital-Decoder und - ideal für Besitzer (und Anhänger) einer normalen Stereo-Anlage - einen VMaX-Speaker-Modus. Damit erzeugt der Decoder auch für ein Stereo-Lautsprecherpaar quasi den gleichen Raumeffekt wie für das Kopfhörerpaar. Damit sind mehrere virtuelle Lautsprecher simulierbar. Mit solchen Kopfhörersystemen ist also echter Raumklang im Kopfhörer auch kein Problem mehr.

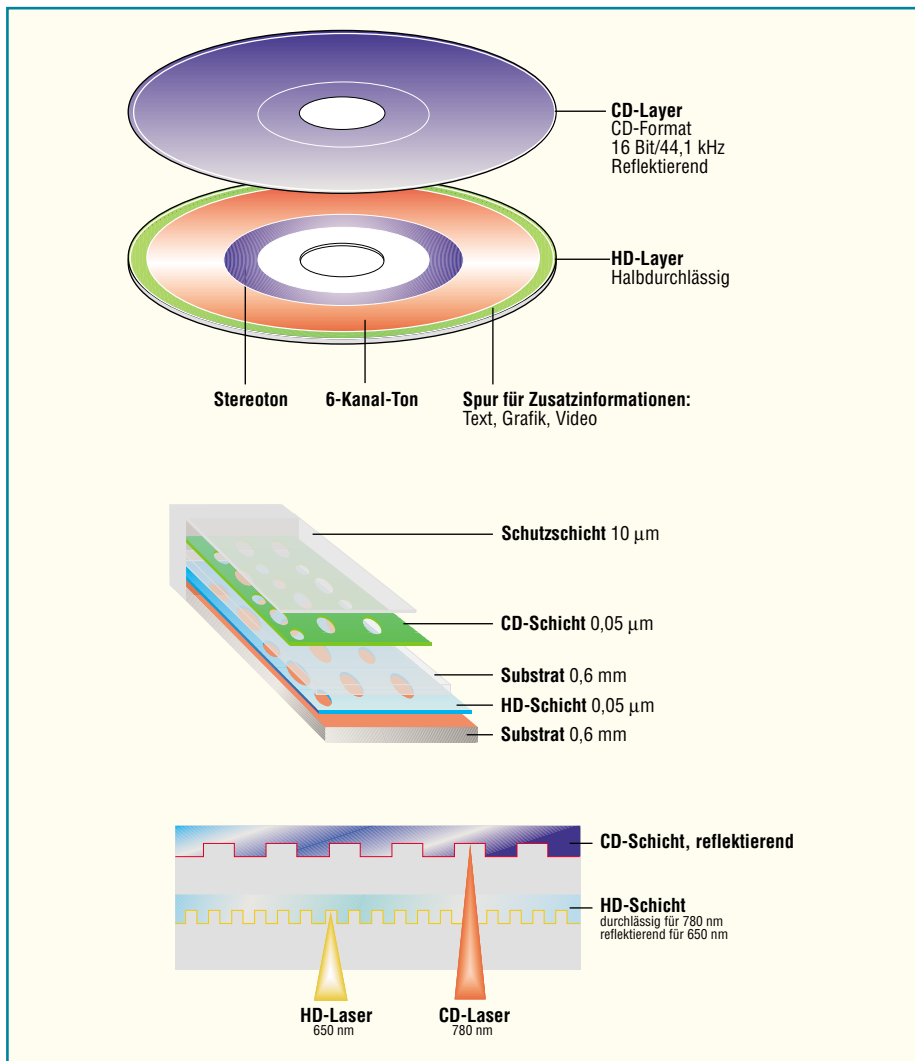


Bild 8: Der Aufbau der SACD: Oben sind die beiden Layer der Hybridversion zu sehen, in der Mitte der Substrataufbau mit den beiden Datenlayern. Unten sind die verschiedenen Abtastvarianten für die beiden Layer illustriert. Grafikidee: Sony.

Neue Medien: DVD Audio und SACD

Noch sehr jung, aber stark im Kommen, sind die beiden Medien DVD Audio und SACD. Die DVD Audio (Handelsbezeichnung „DVD A“) ermöglicht aufgrund des enormen Speicherraums (4,7 GB) einer DVD-Schicht eine sehr hochwertige Audio-Aufzeichnung mit (je nach Kanalzahl, also 2 bis 6) bis zu 24 Bit und 192 kHz Abtastfrequenz (Vergleich: die normale Audio-CD ist im Format 16 Bit/44,1 kHz aufgenommen). Damit ist hier die Klangqualität erreichbar, die Audiophile suchen. Daneben erlaubt das Medium die Speicherung weiterer Informationen wie begleitende Bilder, Texte, Künstlerportraits, Kommentare, sogar Videos usw.

Der Vorteil des Formats ist, dass man nicht sofort gezwungen ist, sich neue Technik in Form eines Audio-DVD-Players zu kaufen - DVD Audio ist abwärtskompatibel. Die Original-Konfiguration lautet:

Audio-DVD-Player und Verstärker mit 6 Kanälen bzw. Digitaleingang. Aber man kann die Audio-Information auch zweikanalig mit einer normalen Stereo-Anlage wiedergeben, immerhin mit besserer Tonqualität als per CD. Und auch der vorhandene DVD-Video-Player kann für das Abspielen der meisten DVD-Audio-Titel eingesetzt werden. Umgekehrt können die meisten Audio-DVD-Player auch Video-DVDs, und alle Audio-DVD-Player CDs abspielen.

Auch die Super-Audio-CD (SACD) basiert auf der DVD-Technologie, wie in Abbildung 8 illustriert. Sie ist eine Kombination aus DVD und CD (Hybrid), besteht also aus zwei Layern. Der untere enthält die DVD-Schicht mit 4,7 GB Speicherplatz, abtastbar für den roten DVD-Laser. Er ist für einen normalen CD-Laser (Infrarot) durchlässig, der damit die darüber liegende, undurchlässige CD-Schicht abtasten kann.

Damit sind hier gleich mehrere Audioformate unterbringbar und das neue Me-

dium bleibt voll abwärtskompatibel zur „guten alten“ CD. Im CD-Layer findet man die bisher bekannte Stereo-Audioinformation. Im DVD-Layer hingegen ist zunächst die Musik in mehreren Formaten (Stereo und 5.1 Kanäle) abgespeichert, daneben kann man auch hier Zusatzinformationen bis hin zum Videoclip finden. Allerdings bleibt es dem Hersteller freigestellt, zwischen drei SACD-Formaten zu wählen: Er kann die Informationen sowohl in einem bzw. zwei DVD-Layern (Single-/Dual-Layer) als auch im oben beschriebenen Hybrid-Format unterbringen.

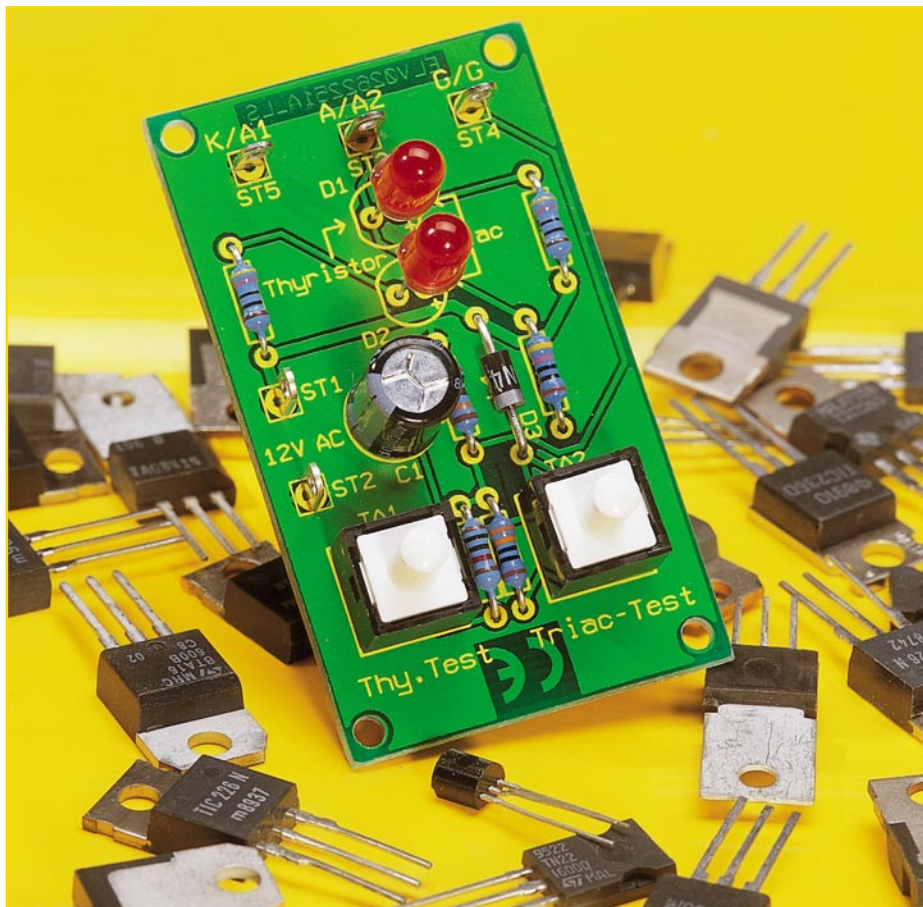
So kann man das gleiche Konzert sowohl CD-kompatibel als auch in SACD-Stereo und Mehrkanal-Ton abspeichern. Damit bleibt es auch hier dem Anwender überlassen, das Medium je nach vorhandenem Equipment abzuhören.

Während der CD-Layer im herkömmlichen PCM-Verfahren mit mehrfacher digitaler Filterung aufgenommen wird, wählte man für das SACD-Verfahren einen neuen Weg, der die hier erreichte, außerordentliche Signalqualität begründet. SACD wird mit dem so genannten DSD-Verfahren (Direct Stream Digital) aufgenommen. Es arbeitet ohne jegliche digitale Filter, d.h., das hoch auflösende, mit einem 1-Bit-AD-Wandler erzeugte Signal wird direkt auf die DVD-Schicht aufgezeichnet. Damit erreicht man, bei einer Abtastfrequenz von 2,8224 MHz einen Frequenzgang von 0 bis 100 kHz und das mit 6 Kanälen. Bis 20 kHz wird hier ein Dynamikbereich von 120 (!) dB erreicht. Die sehr hohe Abtastfrequenz erlaubt die Aufzeichnung nahezu aller Oberwellenanteile, die bei den 44,1 kHz der CD einfach gekappt werden. Davon profitiert nicht nur der Audiophile, jedem Zuhörer erscheint der Klang wärmer, umfangreicher und räumlicher als bei der vergleichsweise „kalt“ klingenden CD. Hier wird man die analoge Vinyl-Platte vielleicht nicht mehr vermissen...

Will man die SACD in voller Mehrkanal-Funktionalität abspielen, benötigt man einen Player mit der entsprechenden Fähigkeit sowie einen Verstärker/Receiver, der über einen analogen Multikanal-Eingang für SACD verfügt. Der in Abbildung 5 gezeigte A/V-Receiver von Sony verfügt z. B. über solch einen Eingang.

Bei beiden neuen Medien stellt man erfreut fest, dass man im Gegensatz zum jahrelangen Streit um das DVD-Format zu einem Format gefunden hat, das den Nutzer nicht sofort zur Anschaffung neuer Technik zwingt.

Dazu kommt, dass die modernen A/V-Receiver immer vielseitiger werden und bereits in der mittleren Preisklasse nahezu alle der hier vorgestellten Audioverfahren wiedergeben können.



Technische Daten:	
Spannungsversorgung:	..... 12 V / AC
Stromaufnahme:	..... 130 mA
Abmessungen:	..... 60 x 34 mm

Schnell getestet - Thyristor-/Triac-Tester TT 100

Thyristoren und Triacs sind äußerst universell einsetzbare elektronische Schalter. Aufgrund ihrer speziellen Leiteigenschaften sind sie jedoch nicht ohne spezielle Messmittel zu testen. Unser kleiner Tester ermöglicht die schnelle Überprüfung dieser Bauelemente. Er arbeitet mit 12 V Wechselspannung und zeigt mit zwei Leuchtdioden an, welche Halbwellen der Wechselspannung vom Triac/Thyristor durchgeschaltet werden.

Universelle Schalter

Thyristoren bzw. Triacs gibt es quasi seit Beginn der Halbleitertechnik. Sie werden bis heute in elektronischen Schaltungen als leistungsfähige, kontaktlose Schalter eingesetzt. Vor allem in der Leistungselektronik, zum Schalten von hohen Wechselspannungen bzw. Wechselströmen, sind

sie nicht wegzudenken. Der Einsatzbereich der je nach Aufgabe mehr oder weniger voluminösen Bauelemente erstreckt sich vom kleinen Lampendimmer bis hin zur Steuerung elektrischer Lokomotiven.

Ein Thyristor, auch rückwärtssperrende Thyristortriode genannt, ist im Prinzip eine steuerbare Diode. In Sperrichtung verhält er sich wie eine Diode. Das heißt, es fließt kein Strom, solange an der Katode eine

positive Spannung gegenüber der Anode anliegt.

In Durchlassrichtung wird der Thyristor nur dann leitend, wenn das Gate mit einem definierten Strom angesteuert („gezündet“) wird. Auch, wenn man den Steuerstrom am Gate jetzt abschaltet, bleibt der Thyristor weiterhin durchgeschaltet, solange ein Strom durch ihn fließt. Der Thyristor sperrt erst dann wieder, wenn ein bestimmter, sogenannter Haltestrom unterschritten wird. Der Begriff „Zünden“ hat übrigens einen historischen Hintergrund. Die ersten steuerbaren Bauelemente der Leistungselektronik, die Quecksilberdampf-Gleichrichter, hat man nämlich mit einem Lichtbogen gezündet, um den Schaltvorgang auszulösen.

Ein Triac ist eine Weiterentwicklung des Thyristors. Er besteht aus zwei antiparallel geschalteten Thyristoren und wurde deshalb früher auch als symmetrischer Thyristor bezeichnet. Die Ansteuerung erfolgt wie beim Thyristor, aber hier über einen gemeinsamen Gate-Anschluss. Somit kann ein Triac beide Stromflussrichtungen durchschalten - er ist damit zum Schalten von Wechselströmen geeignet. Triacs werden deshalb z. B. oft in Dimmern, Drehzahlreglern usw. eingesetzt.

Beim Triac sucht man die Anschlussbezeichnungen des Thyristors „Anode“ und „Katode“ vergeblich, logisch aufgrund des symmetrischen Aufbaus. Dafür finden sich hier die Anschlussbezeichnungen A1 und A2 für die Schaltstrecke.

Die Schaltzeichen der beiden Bauelementtypen sind in Abbildung 1 dargestellt.

Will man nun ein solches Bauteil auf korrekte Funktionsweise hin überprüfen, ist dies nicht ganz so einfach. Ein Transistor hingegen lässt sich im einfachsten Fall noch mit einem Multimeter, das eine Di-odentestfunktion besitzt, überprüfen.

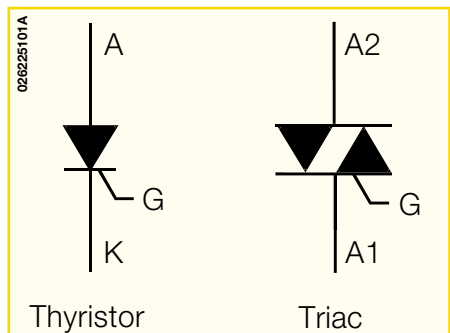


Bild 1: Schaltzeichen vom Thyristor und Triac

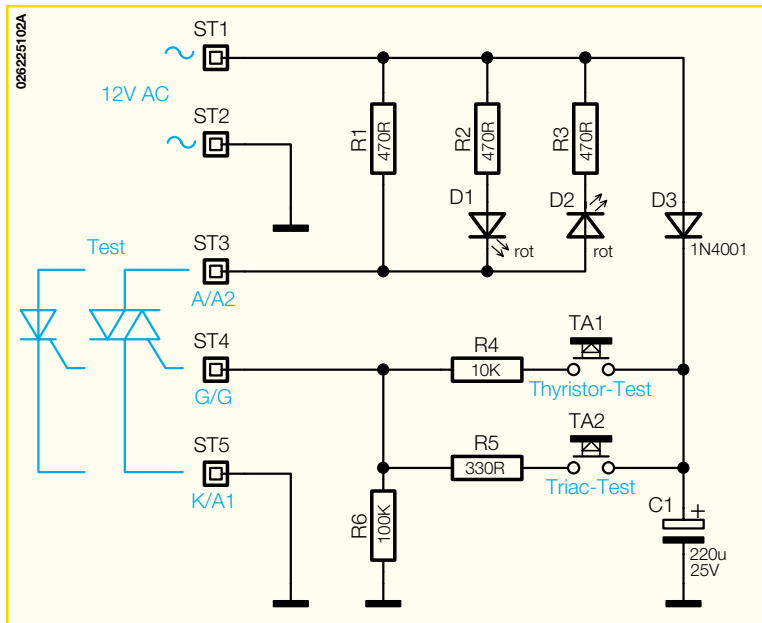


Bild 2:
Schaltbild
des TT 100

Bei einem Thyristor bzw. Triac gibt es keine messbaren Halbleiterübergänge, die z. B. wie beim Transistor einen Spannungsabfall von 0,7 V hervorrufen. Zum Test von Triacs und Thyristoren eignet sich daher nur eine Test-Konfiguration, die eine praxisnahe Funktion simuliert, wie die hier vorgestellte kleine Schaltung. Sie überprüft nichts anderes als das oben beschriebene Verhalten.

Schaltung

Die Schaltung des Thyristor-/Triac-testers ist in Abbildung 2 dargestellt. Als Versorgungsspannung benötigt der Tester eine Wechselspannung von ca. 12 V, die über die Klemmen ST 1 und ST 2 einzuspeisen ist.

An den Klemmen ST 3 bis ST 5 erfolgt der Anschluss des Prüflings. In dessen

Lastzweig befinden sich zwei Leuchtdioden D 1 und D 2 mit den zugehörigen Vorwiderständen (R 2 und R 3). Diese LEDs signalisieren, welche der beiden Halbwellen der Wechselspannung der Prüfling gerade durchschaltet.

Mit D 3 und C 1 wird aus der Wechselspannung eine Gleichspannung gewonnen, die man zur Ansteuerung des Gates benötigt. Über zwei Taster sind unterschiedliche Gateströme wählbar. Thyristoren benötigen nur ca. 1 mA als Steuerstrom, dieser gelangt über den Taster TA 1 und dem Widerstand R 4 auf den Gate-Anschluss (ST 4).

Für Triacs werden dagegen höhere Ströme bis ca. 50 mA je nach Typ benötigt. Hierfür fließt ein entsprechend höherer Strom durch Betätigung des Tasters TA 2 über den Widerstand R 5 auf den Gate-Anschluss des Triacs.

Zum Schluss werden die beiden Taster eingelötet.

Nach Prüfung der Platine auf eventuelle Lötzinnbrücken ist die Schaltung einsatzbereit.

Als Prüfkabel eignen sich kurze Leitungen mit angelöteter „Krokodilklemme“, wie sie z.B. im 10er-Pack als „Prüf schnüre“ erhältlich sind. Baut man die Schaltung in ein Gehäuse ein, können die LEDs auch abgesetzt von der Platine montiert werden.

Bedienung

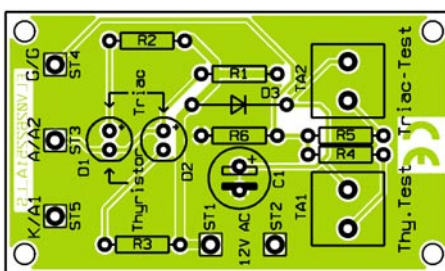
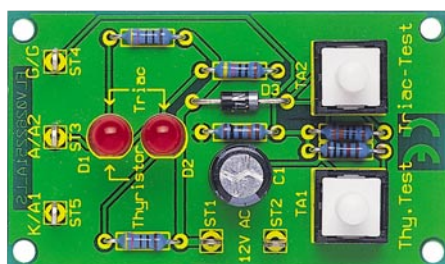
Als Spannungsquelle kann z. B. ein kleiner Trafo mit 12 V Ausgangsspannung zum Einsatz kommen. Hier sind natürlich die Sicherheitsbestimmungen bezüglich der 230-V-Netzspannung einzuhalten. Das heißt konkret, dass alle netzspannungsführenden Teile berührungssicher auszuführen sind, z. B. durch Einbau in ein entsprechendes Gehäuse. Hervorragend geeignet, insbesondere für den Einsteiger, sind auch kleine Wechselspannungs-Steckernetzteile. Diese entsprechen bereits von Haus aus allen Forderungen an den Berührungsschutz.

Nun ist der Prüfling entsprechend seiner Anschlussbelegung mit den Klemmen ST 3 bis ST 5 zu verbinden.

Handelt es sich um einen Thyristor, wird die Taste TA 1 betätigt, und es sollte nur die LED D 1 aufleuchten.

Bei einem Triac wird die Taste TA 2 betätigt, hier müssen beide LEDs (D 1 und D 2) aufleuchten, da ja beide Halbwellen der Wechselspannung durchgeschaltet werden. Wenn eine bzw. beide LEDs aufleuchten, ohne dass eine Taste betätigt wurde, ist davon auszugehen, dass der Prüfling einen Kurzschluss hat. Leuchtet umgekehrt keine LED auf, liegt eine Unterbrechung vor.

ELV



Ansicht der fertig bestückten Platine des TT 100 mit zugehörigem Bestückungsplan

Nachbau

Für den Nachbau steht eine einseitig zu bestückende Platine mit den Abmessungen 60 x 34 mm zur Verfügung.

Wie gewohnt werden zunächst anhand der Stückliste und des Bestückungsplans die Widerstände eingesetzt und verlötet. Die Bauteile sind entsprechend dem Rastermaß abzuwinkeln und dann in die dafür vorgesehenen Bohrungen auf der Platine zu stecken. Nach dem Verlöten auf der Platinenunterseite werden überstehende Drahtenden mit einem Seitenschneider gekürzt, ohne die Lötstellen dabei zu beschädigen.

Beim Bestücken der Diode und dem Elko ist auf die richtige Einbaulage bzw. Polung zu achten (siehe hierzu auch das Platinenfoto). Die Polung der LED ist durch die abgeflachte Seite (Katode) bzw. den längeren Anschluss (Anode) gekennzeichnet.

Nostalgische Telefone an ISDN-Anlagen anschließen:



Wahlumsetzer WU 100

Wer noch im Besitz eines nostalgischen Telefons mit Wählscheibe ist und dieses gern weiterhin nutzen möchte, wird feststellen, dass viele moderne Telefonzentralen nicht mehr das vom Telefon verwendete Impulswahlverfahren unterstützen. Der hier vorgestellte Wahlumsetzer wird vor das Telefon geschaltet und setzt dessen Wahlimpulse in das heute genutzte Mehrfrequenzwahlverfahren um. Ein lieb gewonnenes Telefon aus Opas Zeiten kann so noch viele Jahre seine Dienste tun.

Wählen früher und heute

Bei der Realisierung des Telefons als technisches System standen seinerzeit die einfache und kostengünstige Umsetzung mit robusten und zur damaligen Zeit massenhaft produzierbaren Bauteilen im Vordergrund. Eine 2-Drahtleitung muss bis heute ausreichen, um die Klingelspannung, die gewählte Rufnummer und das Gespräch zu übertragen. Ebenso sollte das Telefon über die Telefonleitung mit Spannung versorgt werden, so dass keine zusätzliche Versorgungsspannung erforderlich ist. Alle diese Anforderungen werden durch das analoge Telefonnetz erfüllt und beruhen noch immer auf den Grundlagen von vor

30 Jahren, als die berühmten elfenbeinfarbenen Standard-Telefone mit Wählscheibe überall verbreitet waren.

Um die Funktion dieses heute nostalgischen Telefons zu verstehen, ist in Abbildung 1 das vereinfachte Schaltbild eines Wählscheiben-Telefons zu sehen.

Die Verbindung zum Telefonnetz erfolgt über die zwei Leitungen a und b, deren Polarität beliebig ist. Im Ruhezustand liegt hier eine in der Vermittlungsstelle erzeugte Gleichspannung von bis zu 60V an. Das Anrufen dieses Telefons hat zur Folge, dass dieser Gleichspannung eine Wechselfrequenzspannung von ebenfalls bis zu 60V überlagert wird. Die Wechselfrequenzspannung gelangt über den Kondensator C auf die Klingel W (W=Wecker), die ein akustisches

Signal abgibt. Nimmt man den Hörer ab, so wird der Kontakt GU geschlossen und es fließt ein Strom durch die Wicklungen des Übertragers Ü und den Widerstand RN. Die Spannung an den Leitungen a und b bricht dann zusammen und durch das Telefon fließt ein Strom, der als Schleifenstrom bezeichnet wird. Das Mikrofon erhält seine Betriebsspannung und die erzeugten Sprechwechselströme werden auf die Telefonleitung aufgekoppelt. Durch den Übertrager gelangen die Sprechwechselströme der Telefonleitung auf die Hörmuschel. Durch den Anschluss des Mikrofons an die Mittelanzapfung des Übertragers erreicht das Signal des Mikrofons die Hörmuschel jedoch nur gedämpft.

Die Wahl erfolgt über die Wählscheibe,

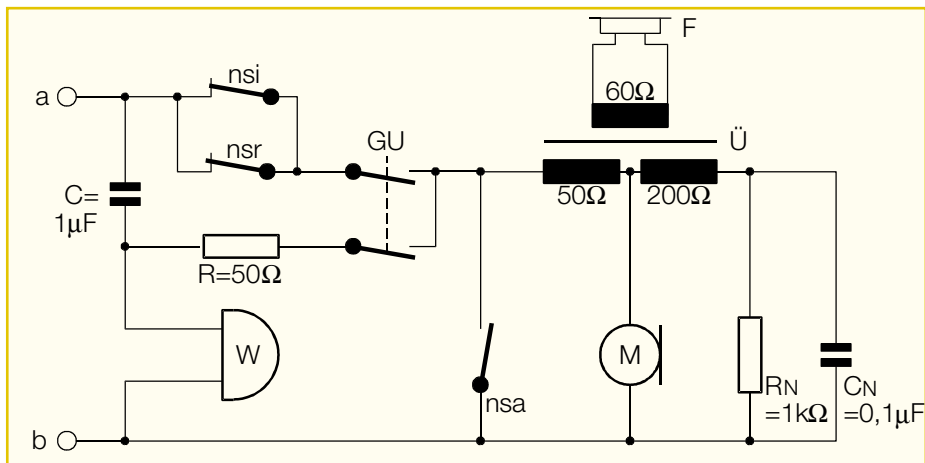


Bild 1: Vereinfachtes Schaltbild eines Wählscheiben-Telefons

welche die drei Schalter „nsi“, „nsr“ und „nsa“ ansteuert.

Bei Betätigung der Wählscheibe wird der Schalter „nsa“ geschlossen, der die Sprech-/Höreinrichtung kurzschließt. So erhöht sich durch den verringerten Widerstand der Schleifenstrom und gleichzeitig wird verhindert, dass die Schleifenstromunterbrechungen im Hörer (das bekannte „Rattern“) wahrnehmbar sind.

Die Wählscheibe wird bis zur gewünschten Nummer gedreht und bewegt sich nach dem Loslassen zurück in die Ausgangsposition. Dabei unterbricht der Kontakt „nsi“ die Gleichstromschleife so oft, wie es der gewählten Ziffer entspricht. Um eine sichere Pause zwischen den einzelnen Rufnummern zu gewährleisten, ist vor der Ziffer 1 noch eine Art Leerlaufweg vorhanden, in dem noch zwei Impulse „untergebracht“ sind. Damit diese nicht zu einer Schleifenunterbrechung und damit Fehlwahl führen, wird für die Zeit dieser beiden Impulse der Kontakt „nsr“ geschlossen. Der Kondensator C und der Widerstand R unterdrücken die Funkenbildung an den Kontakten „nsi“ und „nsr“.

Der Verlauf des Schleifenstromes während eines Impulses ist in Abbildung 2 dargestellt. Der Schleifenstrom wird für jeden Impuls für 60ms unterbrochen und fließt dann wieder für 40ms. Die Anzahl der direkt aufeinander folgenden Impulse entspricht der gewählten Ziffer, wobei die Ziffer 1 einem Impuls und die Ziffer 9 neun Impulsen entspricht. Die Ziffer 0 entspricht hingegen 10 Impulsen. Nach jeder Ziffer muss eine Pause von mindestens 680 ms folgen, bevor die Wahl der nächsten Ziffer beginnen kann.

Die Auswahl der gewählten Rufnummer erfolgt in der Vermittlungsstelle, wo der Schleifenstrom überwacht und dieser mit einer Schaltschwelle „i“ verglichen wird.

Da diese Art der Wahl recht mühselig ist und viel Zeit in Anspruch nimmt, folgten den Wählscheibentelefonen Tastentelefone, die die Wählimpulse elektronisch er-

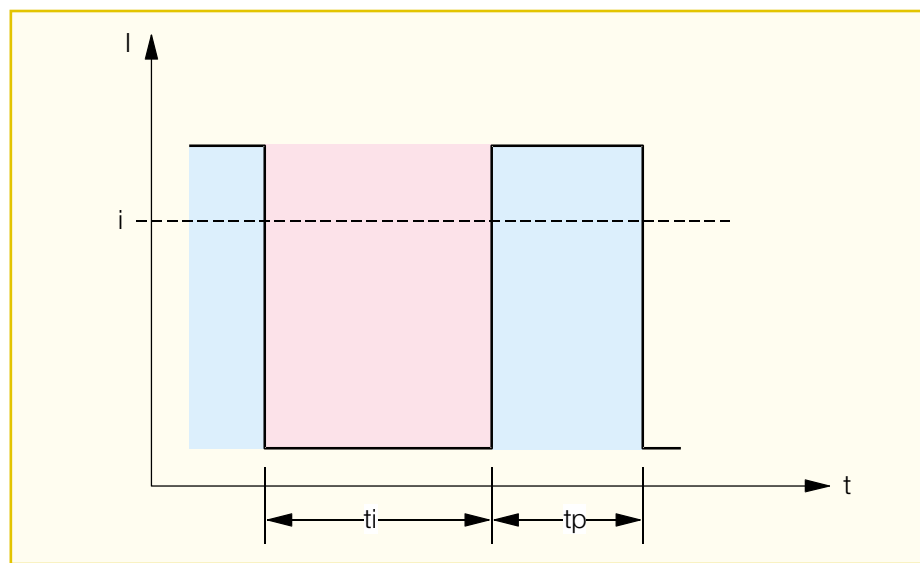


Bild 2: Der Verlauf des Schleifenstromes während eines Wählimpulses

zeugten. Nachteil dieses Verfahrens ist immer noch die lange Wählzeit, bei der für eine Anwahl mehrere Sekunden benötigt werden. Denn am Wählablauf hatte sich ja nichts geändert.

Die Lösung heißt Mehrfrequenz

Abhilfe schaffte hier erst das Mehrfrequenz-Wählverfahren (MFV). Hierbei be-

findet sich im Telefon anstelle des Nummernschalters ein Tongenerator, der Töne mit je nach gedrückter Taste unterschiedlichem Frequenzgemisch auf die Telefonleitung koppelt. Die 10 Zifferntasten und die zwei Sondertasten # und * können zusätzlich zur Steuerung von anderen Endgeräten wie z.B. Anrufbeantwortern genutzt werden. Das MFV überträgt für jede Ziffer ein Gemisch aus zwei Frequenzen, die in der Vermittlungsstelle oder der Gegenseite (z.B. Anrufbeantworter) ausgewertet werden. Für die Wahl einer Ziffer muss der Doppelton nur für mindestens 65ms, gefolgt von einer mindestens 80ms langen Pause, anliegen. Die Ziffern und die dazugehörigen Frequenzen sind in Tabelle 1 dargestellt. Die Tasten A bis D sind nicht auf allen Telefonen zu finden und werden für bestimmte Funktionen innerhalb einer Telefonanlage genutzt.

Der Wahlumsetzer

Soll ein nostalgisches Telefon, das ja nur über das Impulswahlverfahren verfügt, an einer Telefonanlage arbeiten, die nur

MFV „versteht“, wird man hiermit nicht wählen können.

Abhilfe schafft ein Umsetzer, wie es der WU 100 ist, der die Wählimpulse des IWW-Telefons in die entsprechenden MFV-Töne umsetzt. Er wird zwischen Telefon und Amtsleitung bzw. Telefonanlage geschaltet.

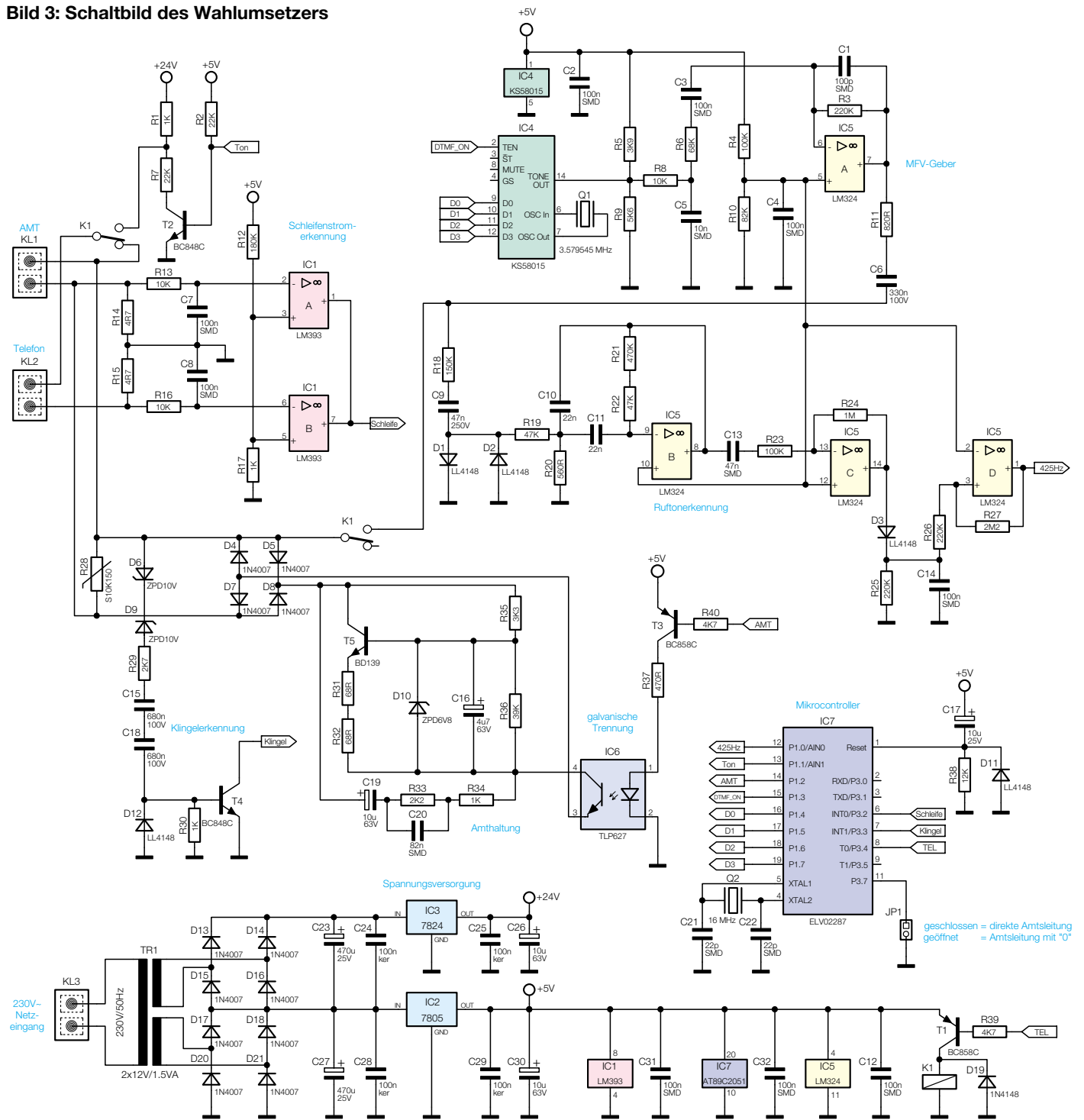
Funktion des WU 100

Im Normalfall ist das Telefon direkt mit einer Telefonanlage oder der Amtsleitung verbunden. Eingehende Gespräche werden anhand des Klingelsignals erkannt und es erfolgt keine weitere Reaktion. Der Hörer kann abgehoben und wie gewohnt das Gespräch geführt werden. Nimmt man da-

Tabelle 1: MFV Codierung

Frequenzen	1209 Hz	1336 Hz	1477 Hz	1633 Hz
697 Hz	1	2	3	A
770 Hz	4	5	6	B
852 Hz	7	8	9	C
941 Hz	*	0	#	D

Bild 3: Schaltbild des Wahlumsetzers



gegen den Hörer ab, um zu wählen, so wird die Amtshaltung aktiviert und das Telefon intern mit Spannung versorgt. Im Telefonhörer ist das Freizeichen des Umsetzers (ttt ttt ttt) zu hören. Der Umsetzer wertet die gewählten IWW-Ziffern des Telefons aus und gibt sie als MFV-Zeichen auf die Telefonleitung aus.

Mit dem Jumper JP 1 ist die Art der Amtshaltung innerhalb einer Telefonanlage vorzugeben. Diese ist ja über die Telefonanlage konfiguriert.

Soll das Telefon beim Abheben automatisch eine Amtsleitung erhalten, so ist der Jumperkontakt zu schließen. In diesem Fall

„horcht“ der WU 100 nach jeder gewählten Ziffer in die Telefonleitung und schaltet bei Erkennen eines Ruf- oder Besetztzeichens das Telefon zur Telefonleitung durch.

Muss zur Amtshaltung eine „0“ gewählt werden, so ist der Jumper nicht zu stecken. In diesem Fall, können interne Verbindungen, die mit „1“ bis „9“ beginnen, gewählt werden. Erkennt der WU 100 nach einer gewählten Ziffer einen Ruf- oder Besetztton, so wird das Telefon durchgeschaltet. Wählt man jedoch als erste Ziffer eine „0“ zur Amtshaltung, so „horcht“ der WU 100 erst nach der Wahl der „0“ in die Telefonleitung und generiert beim Anliegen eines

Freizeichens seinen internen Dauerton, ohne zunächst das Telefon durchzuschalten. Erst, wenn nach weiteren gewählten Ziffern ein Ruf- oder Besetztton erkannt wird, schaltet der WU 100 das Telefon durch. Bei geschlossenem Jumper würde der WU 100 das Freizeichen nach der „0“ schon als Rufzeichen interpretieren und die Umsetzung beenden. Eine Weiterwahl wäre somit nicht möglich. Nachdem die Verbindung des Telefons erfolgte, ist keine weitere Wahlumsetzung, z. B. zum Abhören eines Anrufbeantworters möglich. Tritt nach dem Abheben des Hörers oder nach der letzten gewählten Ziffer eine Pau-

se von 15 s ein, so wird die Wahlumsetzung beendet und das Telefon direkt mit der Telefonleitung verbunden.

Schaltbild

Das Schaltbild des Wahlumsetzers WU 100 ist in Abbildung 3 dargestellt. Die Spannungsversorgung erfolgt über den Transformator TR 1, der über zwei 12-V-Wicklungen verfügt. Über den Gleichrichter, bestehend aus D 17, D 18, D 20 und D 21 vom Typ 1N4007 und dem nachgeschalteten Spannungsregler IC 2 vom Typ 7805 wird die stabilisierte 5-V-Betriebsspannung für die Elektronik erzeugt. Über den zweiten Gleichrichter, bestehend aus D 13 bis D 16, wird die zweite 12-V-Wechselspannung gleichgerichtet, die in Reihe mit der Spannung des unteren Gleichrichters geschaltet ist. Diese Spannung wird über den Spannungsregler IC 3 vom Typ 7824 auf 24V stabilisiert. Sie dient zur Versorgung des Telefons. Die Kondensatoren vor und nach den Spannungsreglern dienen zur Siebung und Unterdrückung von Schwingneigungen.

Kernstück der Schaltung ist der Mikrocontroller IC 7 vom Typ ELV02287. Hierbei handelt es sich um einen bereits programmierten Controller vom Typ AT89C2051, der bereits intern über Programm- und Datenspeicher verfügt. Lediglich die Komponenten C 17, R 38, D 11 zur Generierung des Reset-Signals, sowie die Bauteile Q 2, C 21 und C 22 für den Oszillator sind für die externe Beschaltung notwendig.

Das Telefon wird an die Klemme KL 2 angeschlossen und die Verbindung zur Telefonleitung erfolgt über die Buchse KL 1. Im Ruhezustand ist das Relais K1 inaktiv und die Schaltkontakte befinden sich im hier gezeichneten Zustand. Das Telefon ist dann direkt durchverbunden. Wird das Telefon von außen gerufen, erfolgt das Durchlassen der Klingelspannung zum Telefon - es klingelt. Über den Transistor T 4 erkennt der WU 100 den ankommenden Ruf. Nur die Klingelspannung gelangt über die beiden in Reihe geschalteten Z-Dioden D 6 und D 9, sowie den Kondensatoren C 15, C 18 und dem Widerstand R 29 auf die Basis von T 4. Mit jeder positiven Halbwelle der Klingelspannung wird der Transistor T 4 durchgesteuert, der die Signalleitung „Klingel“ des Mikrocontrollers nach Masse zieht. Die negativen Halbwellen werden über die Diode D 12 abgeleitet.

Der Mikrocontroller wertet zusätzlich die Frequenz des Klingelsignals aus und erkennt so sicher den ankommenden Ruf. Dabei bleibt der WU 100 passiv und das Telefon kann wie gewohnt abgehoben und telefoniert werden. Im abgenommenen Zu-

stand sinkt die Spannung der Telefonleitung ab, so dass die Z-Dioden D 6 und D 9 nicht mehr leiten und damit die Telefonleitung nicht belasten.

Mit den Komparatoren IC 1 A und IC 1 B vom Typ LM 393 und deren Zusatzbeschaltung ist eine Schleifenstromerkennung realisiert, die den durch das Telefon fließenden Strom erkennt. Der Strom durch das Telefon wird über die Widerstände R 14 und R 15 geleitet, wo er zu einem Spannungsabfall führt. Durch die Anordnung der Widerstände mit dem Massepunkt in der Mitte ist an einem Widerstand der Spannungsabfall positiv und am anderen negativ. Da die Polung der Telefonleitung nicht festgelegt ist, wird immer an einem der beiden Widerstände eine positive Spannung abfallen. Die Spannungen sind zum Schutz über die Widerstände R 13, R 16 mit den Kondensatoren C 7 und C 8 auf die negativen Eingänge der Komparatoren geführt. Diese erhalten an den positiven Eingängen über den Spannungsteiler R 12 und R 17 eine Spannung von ca. 27,6 mV. Übersteigt nun ein Spannungsabfall diesen Wert, so schaltet der Open-Kollektor-Ausgang des Komparators, der auf den Mikrocontroller geführt ist, nach Masse.

Über die Schleifenstromerkennung registriert der Controller das Abheben des Telefons und ebenfalls die Unterbrechung des Schleifenstromes durch die IWW-Wählimpulse.

Wird das Telefon abgehoben, um ein abgehendes Telefongespräch zu führen, ohne dass vorher eine Klingelspannung detektiert wurde, so aktiviert der Controller die Amtshaltung. Diese besteht aus dem Transistor T 5 vom Typ BD 139 mit der über den Optokoppler IC 6 vom Typ TLP627 folgenden Zusatzbeschaltung. Der Gleichrichter, bestehend aus D 4, D 5, D 7 und D 8, sorgt dafür, dass die Amtshaltung immer die gleiche Polarität erhält. Die Kondensatoren C 16, C 19, C 20 und die Widerstände R 33 und R 34 bilden die Leitungsimpedanz nach, so dass die MFV-Töne nur wenig gedämpft werden.

Nach dem Aktivieren der Amtshaltung wird das Relais K1 über den Transistor T 1 vom Controller aus aktiviert. Dieses trennt zum einen das Telefon von der Telefonleitung und legt es an die interne Versorgung über den Widerstand R 1. Zum anderen wird die Freizeichenerkennung und der MFV-Geber mit der Telefonleitung verbunden.

Das Telefon ist in diesem Moment von der Telefonleitung getrennt und wird über die intern erzeugten 24V und den Vorwiderstand R 1 weiterhin mit Spannung versorgt. Über den Transistor T 2 und den Widerstand R 7 überträgt der Controller ein 500-Hz-Rechtecksignal, das im Tele-

fon hörbar ist. Es bildet das Freizeichen der Telefonleitung nach.

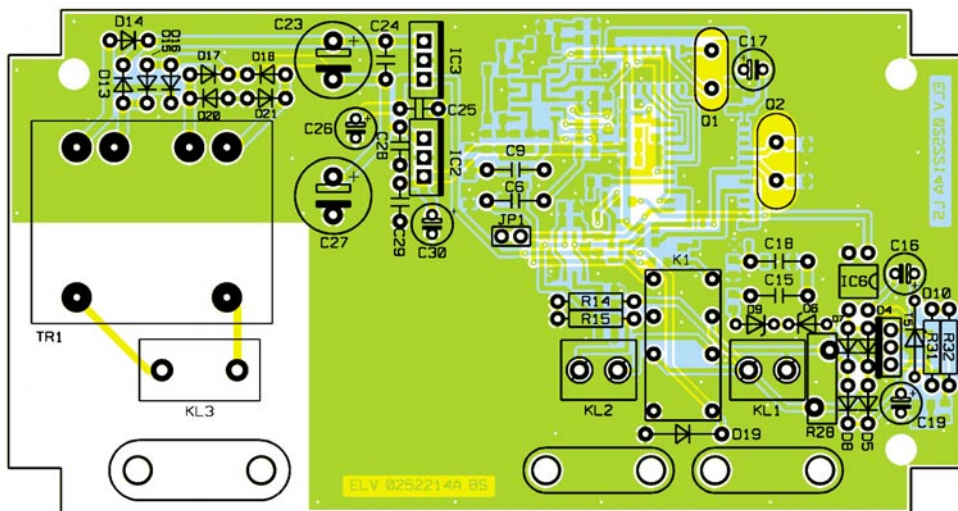
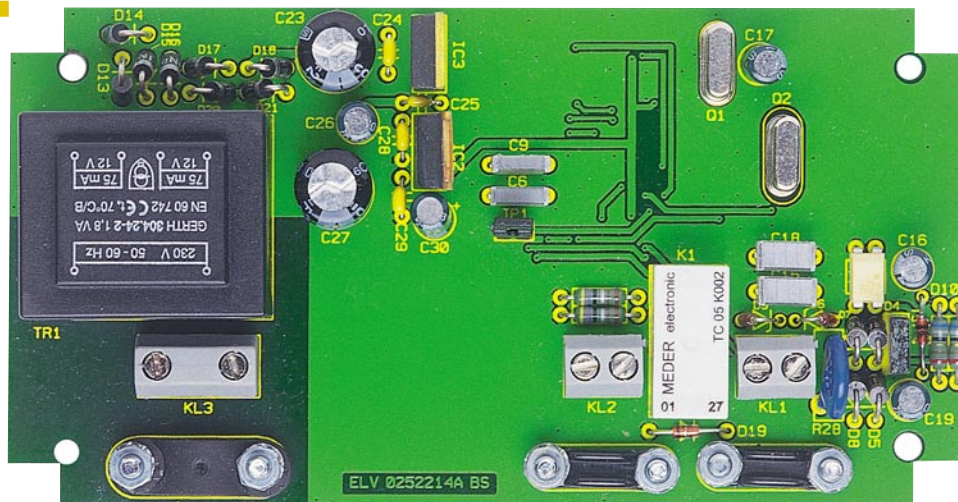
Auch bei der internen Versorgung des Telefons durch den WU 100 ist die zuvor schon beschriebene Schleifenstromerkennung aktiv. Somit wird erkannt, wenn der Telefonhörer aufgelegt wird und daraufhin das Relais K1 wieder deaktiviert. Ebenso erfolgt auch die Detektierung der IWW-Wählimpulse über die Schleifenstromerkennung. Der Mikrocontroller wertet die Anzahl der Schleifenstromunterbrechungen aus und ermittelt so die gewählte Ziffer. Diese wird durch den MFV-Geber IC 4 vom Typ KS 58015 über den nachgeschalteten Operationsverstärker zur Telefonleitung hin ausgegeben. Zusätzlich gibt der Controller den entsprechenden Code an die Leitungen D0 bis D3 aus und legt dann für 100 ms die DTMF_ON Leitung auf High-Pegel. Das MFV-Signal, bestehend aus zwei übereinander gelagerten Sinusfrequenzen, liegt während dieser Zeit am Ausgang Pin 14 an. Die nachgeschalteten Kondensatoren und Widerstände unterdrücken Oberwellen und IC 5 A nimmt eine Verstärkung und Entkopplung vor. Über R 11 und C 6 gelangt dann das Signal direkt auf die Telefonleitung. Jede vom Telefon gewählte Ziffer wird auf diese Weise umgesetzt und als MFV-Zeichen ausgegeben.

Um festzustellen, ob die Telefonnummer komplett gewählt ist und auf der Telefonleitung ein Ruf- oder Besetzzeichen erscheint, dient der mit IC 5 B bis IC 5 D und dessen Zusatzbeschaltung aufgebaute Tondecoder. Dieser ist mit der Telefonleitung verbunden und der mit IC 5 B aufgebaute 425-Hz-Bandpass lässt nur die entsprechenden Signaltöne durch. Durch IC 5 C erfolgt eine Verstärkung des Signals um den Faktor 10 und über die nachgeschaltete Diode D 3, R 25 und C 14 ist eine Spitzenwertgleichrichtung realisiert. Der Operationsverstärker IC 5 D ist als Komparator geschaltet und vergleicht die gleichgerichtete Spannung an Pin 3 mit der Spannung an Pin 2. Liegt auf der Telefonleitung ein Ton von ca. 425Hz, so wechselt der Ausgang Pin 1 auf High-Pegel. Diesen wertet der Controller aus. Erkennt der Controller auf der Telefonleitung ein Ruf- oder Besetzzeichen, so ist die Wahl beendet. Das Relais K1 fällt ab - das Telefon ist mit der Telefonleitung verbunden und das Gespräch möglich.

Nachbau

Wichtiger Hinweis: Da es sich beim WU 100 um ein netzbetriebenes Gerät mit frei geführter Netzspannung handelt, dürfen Aufbau und Inbetriebnahme nur von Fachkräften durchgeführt werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind.

Ansicht der fertig bestückten Platine des Wahlumsetzers mit zugehörigem Bestückungsplan von der Bestückungsseite



Stückliste: Wahlumsetzer WU 100

Widerstände:

4,7Ω	R14, R15
68Ω	R31, R32
470Ω/SMD	R37
560Ω/SMD	R20
820Ω/SMD	R11
1kΩ/SMD	R1, R17, R30, R34
2,2kΩ/SMD	R33
2,7kΩ/SMD	R29
3,3kΩ/SMD	R35
3,9kΩ/SMD	R5
4,7kΩ/SMD	R39, R40
5,6kΩ/SMD	R9
10kΩ/SMD	R8, R13, R16
12kΩ/SMD	R38
22kΩ/SMD	R2, R7
39kΩ/SMD	R36
47kΩ/SMD	R19, R22
68kΩ/SMD	R6
82kΩ/SMD	R10
100kΩ/SMD	R4, R23
150kΩ/SMD	R18
180kΩ/SMD	R12
220kΩ/SMD	R3, R25, R26
470kΩ/SMD	R21
1MΩ/SMD	R24
2,2MΩ/SMD	R27
Varistor, S10K150	R28

Kondensatoren:

22pF/SMD	C21, C22
100pF/SMD	C1
10nF/SMD	C5
22nF/SMD	C10, C11
47nF/SMD	C13
47nF/250V	C9
82nF/SMD	C20
100nF/SMD	C2-C4, C7, C8, C12, C14, C31, C32
100nF/ker	C24, C25, C28, C29
330nF/100V	C6
680nF/100V	C15, C18
4,7µF/63V	C16
10µF/25V	C17
10µF/63V	C19, C26, C30
470µF/25V	C23, C27

Halbleiter:

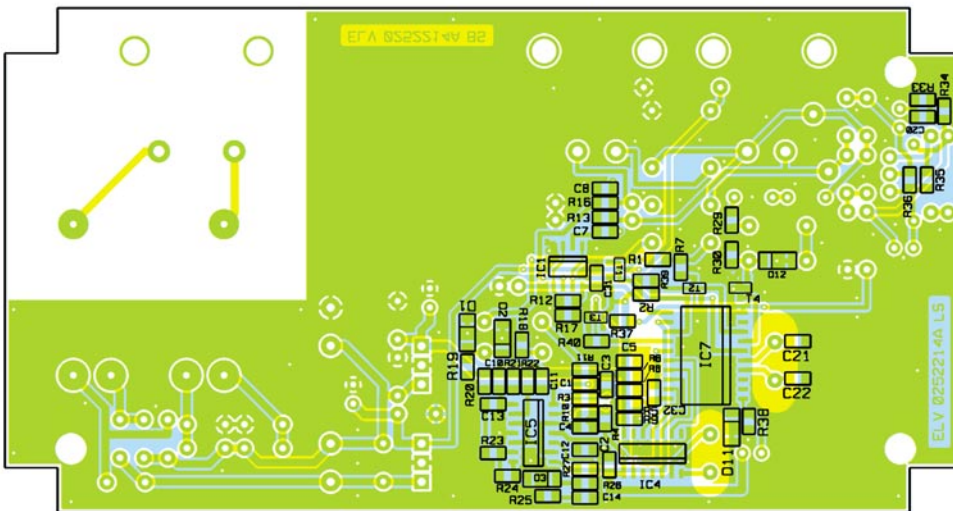
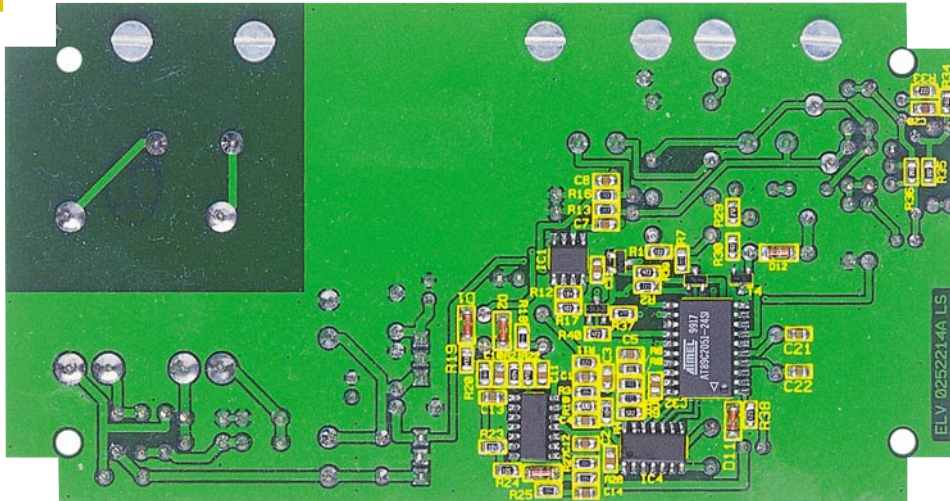
LM393/SMD	IC1
7805	IC2
7824	IC3
KS58015/SMD	IC4
LM324/SMD	IC5
TLP627	IC6
ELV02287/SMD	IC7
BC858C	T1, T3
BC848C	T2, T4

BD139	T5
LL4148	D1-D3, D11, D12
1N4007	D4, D5, D7, D8, D13-D18, D20, D21
ZPD10V/0,4W	D6, D9
ZPD6,8V/0,4W	D10
1N4148	D19

Sonstiges:

Quarz, 3,579545MHz, HC49 U70/U4	Q1
Quarz, 16MHz, HC49 U	Q2
Schraubklemmleiste, 2-polig	KL1, KL2
Netzanschlussklemme, 2-polig	KL3
Miniaturrelais, 5V, 2 x um	K1
Trafo, 2 x 12V/60 mA	TR1
Stiftleiste, 1 x 2-polig	JP1
1 Jumper	
4 Knippingschrauben, 2,2 x 6,5 mm	
6 Zylinderkopfschrauben, M3 x 14mm	
6 Muttern, M3	
6 Fächerscheiben, M3	
1 Zugentlastungsbügel	
2 Zugentlastungsbügel f. Netzkabel, 20 mm	
1 Netzkabel, 2-adrig, grau, rund	
1 Universal-Element-Gehäuse, bearbeitet und bedruckt	

Ansicht der fertig bestückten Platine des Wahlumsetzers mit zugehörigem Bestückungsplan von der Lötseite



Dabei sind die geltenden VDE- und Sicherheitsbestimmungen zu beachten. Bei der Inbetriebnahme und Fehlersuche ist ein Netz-Trenntransformator zur galvanischen Trennung vorzuschalten.

Die Schaltung des WU 100 ist auf einer doppelseitig zu bestückenden Leiterplatte mit den Abmessungen 127 x 67 mm untergebracht. Sie wird sowohl konventionell als auch mit SMD-Bauteilen bestückt. Daher sind zum Aufbau auch ein SMD-Lötcolben bzw. ein geregelter Lötcolben mit schlanker Spitze, eine feine Pinzette und SMD-Lötzinn erforderlich.

Die Bestückung erfolgt anhand der Stückliste und des Bestückungsdruckes, wobei bei den ICs, Transistoren, Elkos und Dioden auf die richtige Einbaulage zu achten ist.

SMD-Bestückung

Zuerst sind die SMD-Komponenten auf der Unterseite der Leiterplatte zu bestücken. Die einzelnen Bauteile werden auf die entsprechenden Löt pads gesetzt und zuerst nur ein Pin angelötet. Nachdem die korrekte Position überprüft und ggf. korrigiert ist, können die restlichen Pins verlötet werden. Dabei ist darauf zu achten, dass keine Lötzinnbrücken zwischen den einzelnen Kontakten entstehen. Überschüssi-

ges Lötzinn kann am einfachsten mit etwas Entlötlitze entfernt werden.

Die Einbaulage der gepolten Bauelemente ergibt sich wie folgt: Die Dioden sind an der Katodenseite mit einer Strichmarkierung versehen. Die Einbaulage der Transistoren ergibt sich automatisch aus der Lage der zugehörigen Löt pads.

Die SMD-ICs sind auf der an Pin 1 gelegenen Seite abgeflacht. Diese Abflachung muss bei der Bestückung mit der entsprechenden Markierung im Bestückungsdruck korrespondieren.

Bestückung der konventionellen Bauteile

Danach folgt die Bestückung der konventionellen Bauteile, die von der Bestückungsseite her einzusetzen sind und auf der Unterseite verlötet werden. Natürlich ist auch hier auf die richtige Polung der gepolten Bauteile zu achten: Die Elkos sind am Minuspol gekennzeichnet, die Dioden mit einem Ring an der Katode und IC 6 mit einer Gehäusekerbe, die mit dem entsprechenden Platinaufdruck korrespondieren muss. Die Einbaulage der Spannungsregler und von T 5 ergeben sich aus der Markierung für die Kühlfläche im Bestückungsdruck. Auch das Platinenfoto gibt hier Aufschluss.

Die 12 Dioden vom Typ 1 N 4007 sind stehend zu montieren.

Alle größeren Bauelemente wie Trafo, Klemmen, Relais und die Quarze sind so einzulöten, dass ihre Körper bzw. Gehäuse exakt plan auf der Platine aufsitzen.

Die Position des Jumpers JP 1 ist im Abschnitt „Funktion“ bereits beschrieben worden und entsprechend zu stecken.

Installation und Gehäusemontage

Die Installation des Wahlumsetzers erfolgt vor dem Telefon, dessen Wahlverfahren umgesetzt werden soll. Dies kann in der Zuleitung zur Telefon-Anschlussdose oder aber auch direkt in der Telefonzuleitung erfolgen. Die Zuleitung von der Telefonzentrale wird mit der Klemme KL 1 und die Leitung zum Telefon mit der Klemme KL 2 verbunden. Da die Telefonleitung ungepolt ist, braucht man hier die Polarität nicht zu beachten.

Das Netzkabel wird in der Klemme KL 3 durch Verschrauben befestigt.

Die drei Leitungen sind abschließend mit je einer Zugentlastungsschelle auf der Platine zu fixieren. Dabei werden je zwei M3x14-mm-Zylinderkopfschrauben von unten durch die entsprechenden Bohrungen gesteckt und von oben die Schelle aufgesetzt. Das Verschrauben erfolgt dann mit je einer Zahnscheibe und einer M3-Mutter.

Danach ist die Leiterplatte in die Gehäuseunterschale zu setzen und mit vier 2,2x 6,5-mm-Knippingschrauben zu verschrauben. Abschließend wird der Gehäusedeckel aufgesetzt und mit den vier Gehäuseschrauben verschraubt.

Nach dem Anschluss an das Stromnetz ist der Umsetzer einsatzbereit. Er benötigt keine Bedienung und kann deshalb unauffällig verdeckt stationiert werden. Dabei ist allerdings auf ausreichende Frischluftzufuhr zu achten, da sich das Gerät im Betrieb leicht erwärmt.



Audio-Dummy-Load mit Leistungsanzeige ADL 9000

Teil 3

Beim ADL 9000 ist neben einer Stereo-Lautsprechernachbildung, die je Kanal eine 4-Ohm- oder 8-Ohm-Impedanz mit 100 W Belastbarkeit zur Verfügung stellt, auch ein präziser Leistungsmesser integriert. Ein regelbarer Mithörlautsprecher und die Möglichkeit im Brückenbetrieb (Mono) auch 200 W Belastbarkeit bereitzustellen, runden die Features ab. Dieser Teil des Artikels beschäftigt sich mit dem Nachbau, der Inbetriebnahme und dem Abgleich der ADL 9000.

Nachbau

Der Nachbau der Audio-Lautsprechernachbildung gestaltet sich recht einfach und übersichtlich. Aufgrund der Verwendung bedrahteter Bauteile (bis auf den Mikrocontroller) ist er auch von weniger geübten Elektronikern binnen weniger Stunden durchführbar.

Diese Aufbauanleitung gliedert sich dabei in den Aufbau der Front- und Basisplatine, den Gehäuseeinbau und die Inbetriebnahme mit Abgleich. Die gesamte Schaltung der ADL 9000 findet auf der 337 mm x 188 mm große Basisplatine und der Frontplatine Platz. Die 337 mm x 81 mm messende Frontplatine trägt die Anzeige-

elemente und Bedientasten. Außerdem ist hier der Prozessor untergebracht. Auf der Basisplatine sind neben dem Netzteil der gesamte Leistungsteil, die Ansteuerung von Lüfter und Lautsprecher sowie der Analog-/Digitalwandler zu finden.

Um eine optimierte Signalführung und sehr gute EMV-Eigenschaften garantieren zu können, sind beide Platinen als doppelseitig durchkontaktierte Typen ausgeführt. Vor allem im Bereich der die Leistung übertragenden Leiterbahnen lassen sich so deren parasitären Eigenschaften gering halten.

Der Nachbau des Gerätes beginnt zunächst mit dem Aufbau der Frontplatine. Beim Aufbau der Leiterplatten sollte sorgfältig vorgegangen werden, da eine etwai-

ge Fehlersuche aufwendig und nervenaufreibend ist. In diesem Zusammenhang empfiehlt es sich, die vorliegende Bauanleitung komplett durchzulesen, bevor mit dem Aufbau begonnen wird.



Achtung!

Aufgrund der im Gerät eingeführten Netzspannung dürfen Aufbau und Inbetriebnahme ausschließlich von Fachkräften durchgeführt werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind. Die einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen sind unbedingt zu beachten.

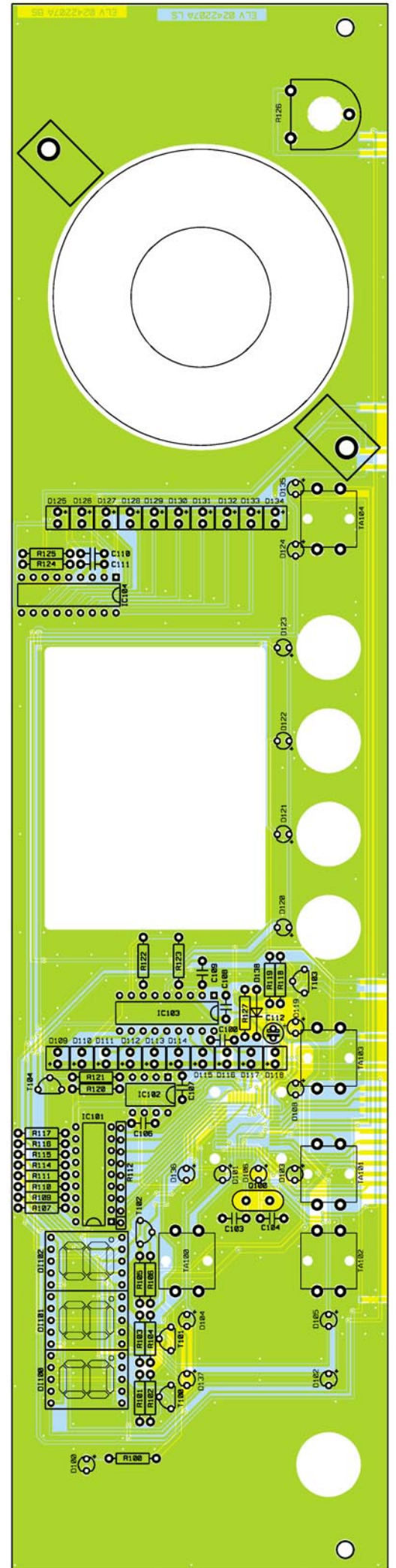
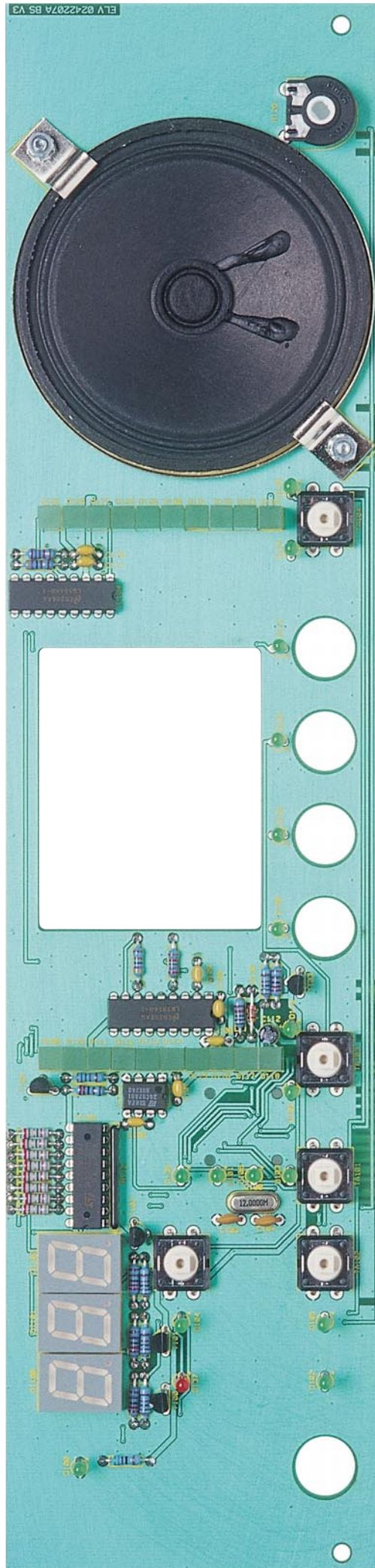
Ansicht der fertig bestückten Frontplatine mit zugehörigem Bestückungsplan von der Bestückungsseite (Originalgröße: 337 x 81 mm)

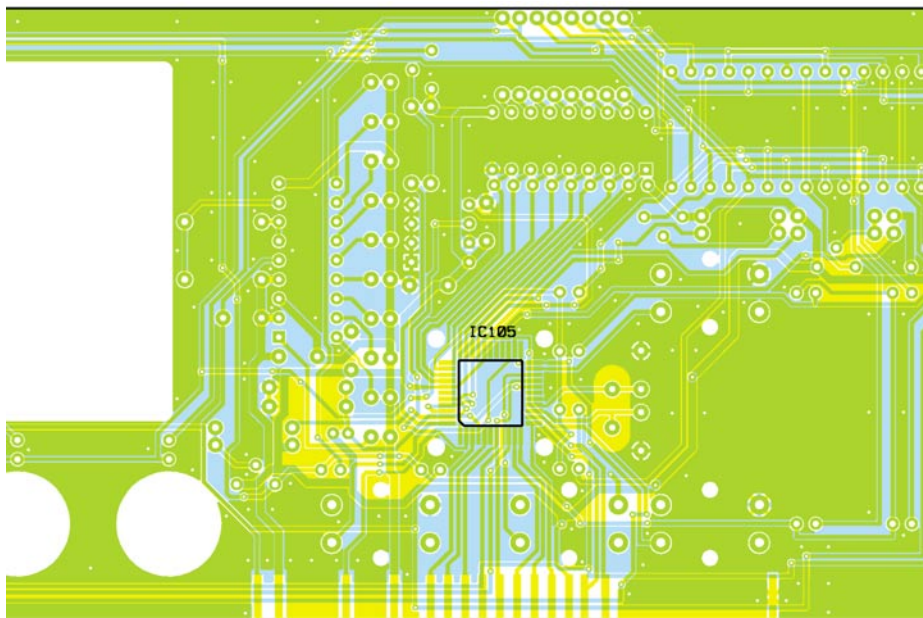
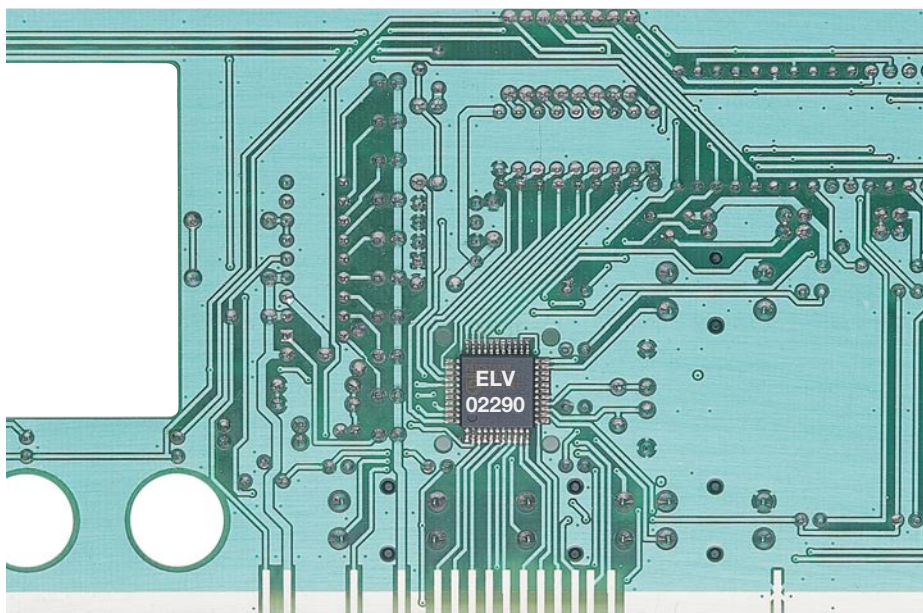
Aufbau der Frontplatine

Die Bestückung der Frontplatine erfolgt anhand des Bestückungsdruckes und der Stückliste, wobei aber auch das dargestellte Platinenfoto hilfreiche Zusatzinformationen liefern kann. Die Frontplatine ist sehr übersichtlich aufgebaut, wodurch beim Nachbau keine Probleme auftreten dürften. Alle Bauteile, bis auf den Mikrocontroller IC 105, sind auf der Bestückungsseite angeordnet.

Im ersten Nachbauschnitt sind die Kondensatoren und Widerstände einzulöten. Bei den Elektrolyt-Kondensatoren ist dabei unbedingt die richtige Polung (Minus-Pol ist am Bauteil gekennzeichnet) zu beachten. Die Einbaulage des Widerstandsarrays (R 112) ist durch die Punktmarkierung (Pin 1) am Bauteil gegeben. Anschließend können der Widerstandstrimmer R 126 und der Quarz eingesetzt werden.

Die Bestückung der Transistoren erfolgt mit einem Abstand von max. 7 mm zwischen Platine und Transistoroberseite. Die korrekte Polung ergibt sich dabei automatisch aus der Anordnung der Anschlussbeine. Beim folgenden Einbau der Dioden und ICs ist die richtige Polung wiederum explizit sicherzustellen. Bei den Dioden zeigt der Katodenring auf dem Bauteil, der mit der Markierung im Bestückungsdruck überein-





Teilansicht der fertig bestückten Frontplatine mit zugehörigem Bestückungsplan von der Lötseite in Originalgröße

stimmen muss, die Polarität an. Die richtige Polung der ICs ergibt sich aus dem Bestückungsdruck. Der Mikrocontroller IC 105 wird dabei zunächst nicht betrachtet, da er zu einem späteren Zeitpunkt eingesetzt wird. Das dargestellte Symbol der bedrahteten ICs verdeutlicht die Einbaulage mit der gezeichneten Gehäuseeinkerbung, die genau mit der im IC-Gehäuse übereinstimmen muss.

Damit die LEDs und 7-Segment-Anzeigen später ordnungsgemäß durch die Frontplatte scheinen, müssen diese vor dem Anlöten ausgerichtet werden. Dazu sind die runden 3 mm Leuchtdioden mit einem Abstand von 7 mm (von der Platine zur Diodenkörperspitze gemessen) zu positionieren. Die quadratischen LEDs der beiden Bargraph-Anzeigen müssen so tief eingesetzt werden, dass der Diodenkörper direkt

auf der Platine aufliegt. Gleichzeitig ist bei allen LEDs und 7-Sement-Anzeigen sicherzustellen, dass die Diodenkörper sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Richtung exakt ausgerichtet sind.

Bevor als letztes elektronisches Bauteil der Mikrocontroller auf die Frontplatine gelötet wird, sind die Tasten zu bestücken. Der Mikrocontroller IC 105 ist das einzige Bauelement in SMD-Bauform und daher auf der Lötseite angeordnet. Aufgrund des engen Pinabstandes ist beim Einlöten besondere Vorsicht geboten. Die Ausrichtung des ICs erfolgt gemäß des Bestückungsdruckes. Die hier gezeichnete abgeschrägte Ecke im Symbol findet sich auch am Bauteil wieder. Zusätzlich ist diese Ecke noch mit einem Punkt auf dem Gehäuse gekennzeichnet. Zum Einbau ist das Bauteil so zu positionieren, dass alle An-

Stückliste: ADL 9000 Frontplatine

Widerstände:

82 Ω ..	R107, R109-R111, R114-R117
560 Ω	R100
1 kΩ ...	R102, R104, R106, R119, R121
2,2 kΩ ..	R101, R103, R105, R118, R120
4,7 kΩ	R122, R124
10 kΩ	R127
27 kΩ	R123, R125
Array, 4,7 kΩ	R112
PT15, liegend, 5 kΩ	R126

Kondensatoren:

33pF/ker	C103, C104
100nF/ker	C100, C106-C111
10µF/16V	C112

Halbleiter:

ULN2803	IC101
24LC02	IC102
LM3914	IC103, IC104
ELV02290/SMD	IC105
BC327-40	T100-T104
1N4148	D138
LED, 3 mm, grün	D100-D106, D108, D119-D124, D135, D136
LED, 3 mm, rot	D137
LED, Rechteck, 5 x 5 mm, grün	D109-D118, D125-D134
DJ700, grün	DI100-DI102

Sonstiges:

- Quarz, 12 MHz, HC49 U70/U4 . Q100
- Mini-Drucktaster, B3F-4050,
1 x ein
- TA100-TA104
- 1 Klein-Lautsprecher, 8Ω/0,8W,
ø 77 mm
- 5 Tastkappen für B3F-4050, 10 mm
- 1 Steckachse, 4 ø x 27 mm
- 1 Drehknopf, 12 mm, grau
- 1 Kappe für Drehknopf, 12 mm, grau
- 1 Pfeilscheibe, 12 mm, grau
- 1 Gewindestift mit Spitze, M3 x 4 mm
- 2 Sensorschellen
- 2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 8 mm
- 2 Fächerscheiben, M3
- 2 Muttern, M3
- 5 cm flexible Leitung, ST1 x 0,22 mm²,
rot
- 5 cm flexible Leitung, ST1 x 0,22 mm²,
schwarz

schlussbeine exakt auf den zugehörigen Platinenpads aufliegen. Nachdem zunächst nur ein Eckpin angelötet wurde, ist die korrekte Position nochmals zu prüfen und ggf. zu korrigieren. Anschließend ist auch dieses Bauteil komplett anzulöten.

Im letzten Arbeitsschritt zum Aufbau der Frontplatte erfolgt der Einbau des Lautsprechers. Zur Vorbereitung sind zunächst die Anschlüsse mit entsprechenden Anschlussleitungen zu versehen. Eine 50 mm

lange rote Leitung (0,22 mm²) wird an den mit „+“ gekennzeichneten Anschluss angelötet, eine 50 mm lange schwarze Leitung (0,22 mm²) an den „-“-Anschluss. Dann wird der Lautsprecher so von vorne in die Platinenöffnung eingesetzt, dass die Anschlüsse zum unteren Platinenrand zeigen.

Die Fixierung erfolgt mit Hilfe von zwei Schellen, die von vorne jeweils so über den Befestigungsbohrungen in der Platine zu setzen sind, dass der Klemmbügel der Schelle über den Rand des Lautsprecher-Membrankorbes fasst. Die Schellen werden dann mit von der Platinenrückseite her durchzusteckenden M3x8-mm-Schrauben und von vorne aufzuschraubenden M3-Muttern mit unterlegten Fächerscheiben befestigt. Dabei ist darauf zu achten, dass der Lautsprecher in der Platinaussparung zentriert ist.

Damit ist der Aufbau der Frontplatte abgeschlossen. Nachdem diese auf korrekte Bestückung und Lötzinnbrücken hin untersucht worden ist, erfolgt der Aufbau der Basisplatte. Dazu ist aber zunächst das Lüfter-Kühlkörperaggregat für die Montage auf der Basisplatte vorzubereiten.

Vorbereiten des Lüfter-Kühlkörperaggregates

Um die maximale Verlustleistung von 200 W im Dauerbetrieb abführen zu können, besitzt die Audio-Lautsprecherlastnachbildung im Leistungsteil ein Lüfter-Kühlkörperaggregat. Hierauf sind alle NF-Lastwiderstände so montiert, dass sie die an ihr umgesetzte Verlustleistung so gut wie möglich an den Alu-Kühlkörper abgeben. Damit dieser dann die entstehende Wärme abführen kann, erfolgt die Zwangsbelüftung des Kühlkörpers mit einem Axiallüfter. Mit dieser Konstruktion lässt sich die Verlustleistung von 200 W bei kleinsten Abmessungen abführen.

Zum Aufbau des Leistungsteiles sind zunächst die beiden Kühlkörperhälften zusammenschieben. Der Lüfter ist dann so auf eine Stirnseite des Kühlkörpers zu setzen, dass das Typenschild zum Kühlkörper zeigt, d. h. nicht mehr sichtbar ist. In dieser Lage wird die Luft vom Lüfter durch den Luftkanal im Kühlkörper hindurchgepresst. Weiterhin ist darauf zu achten, dass sich das Anschlusskabel des Lüfters, von hinten gesehen, unten rechts befindet, wobei oben und unten am Kühlkörper dadurch definiert ist, dass sich dort keine (!) Verbindungsfalze befinden.

Die Befestigung des Lüfters am Kühlkörper mit 4 Schrauben M3 x 35 mm und unterlegten Fächerscheiben verhindert, dass sich beide Teile wieder gegeneinander verschieben. Die beiden Anschlussleitungen des Lüfters werden auf eine Länge von

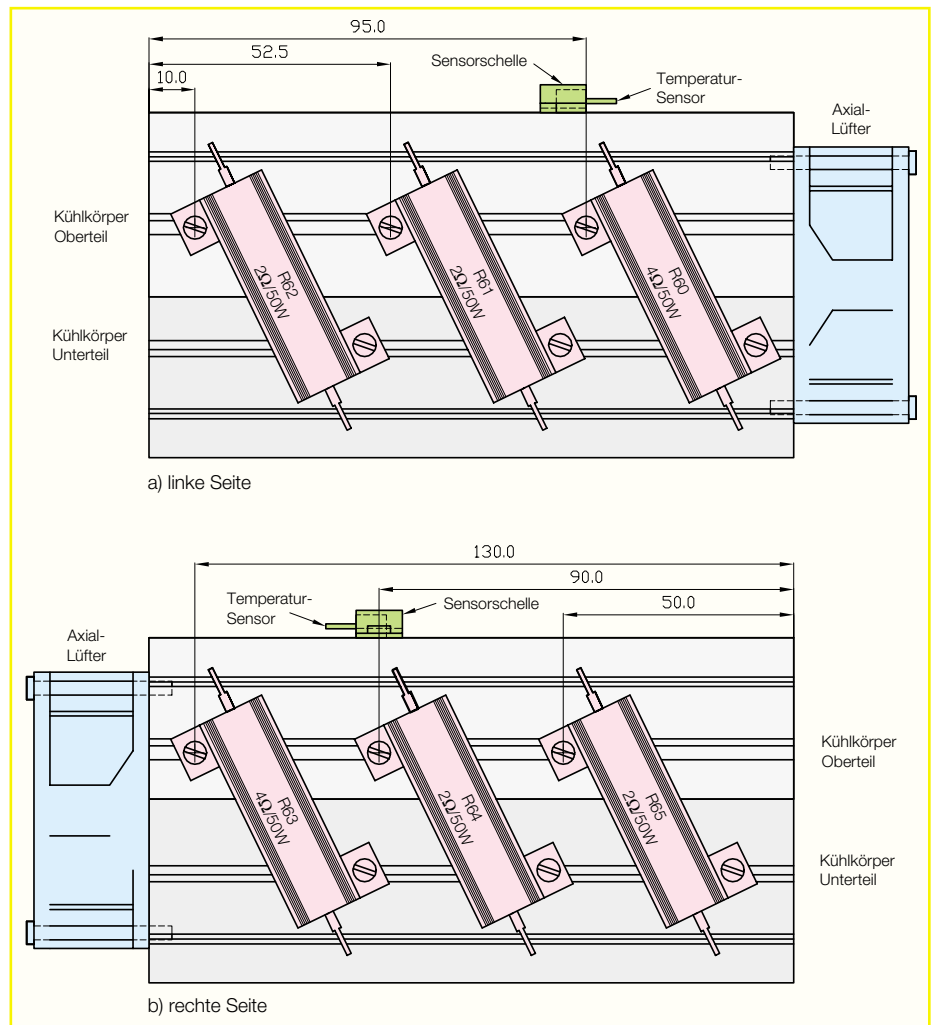


Bild 11: Seitenansichten des Lüfter-Kühlkörperaggregates

110 mm gekürzt, 5 mm abisoliert und verzinkt und anschließend miteinander verdrillt.

Zur nun folgenden Montage der Hochlast-Widerstände muss die Abbildung 11 herangezogen werden. Hier ist die exakte Einbauposition dargestellt. Im ersten Schritt sind die M3-Muttern, in die später die Befestigungsschrauben der Widerstände einfassen, in die obere und untere Befestigungsnut einzuschieben und entsprechend zu positionieren. Anschließend sind die dünn mit Wärmeleitpaste eingestrichenen Widerstände gemäß Bild 11 aufzusetzen. Deren Fixierung erfolgt mit M3x6mm-Schrauben und unterlegten Fächerscheiben.

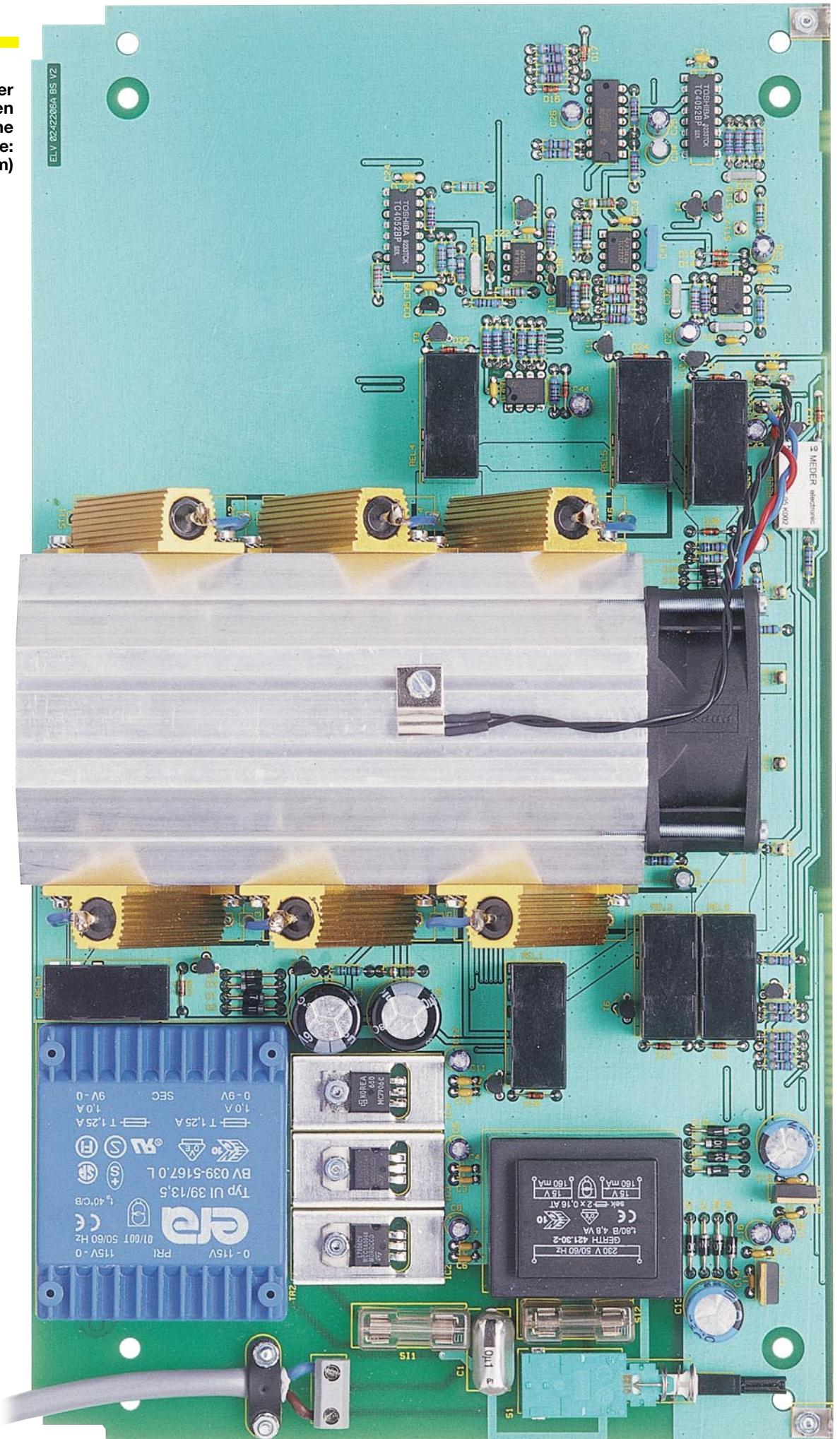
Sind die Widerstände verschraubt, so erfolgt die Vorbereitung der Anschlussdrähte. An die unteren Anschlüsse der Widerstände muss jeweils ein Silberdrahtstück als Verlängerung angelötet werden. Hierzu sind 30 mm lange Silberdrahtstücke anzufertigen, die an einer Seite auf ca. 4 mm Länge um 180° umzubiegen sind. Diese Enden werden jeweils in die unteren Anschlussösen der Widerstände eingehängt und dort verlötet.

Anschließend ist der Temperatursensor zu

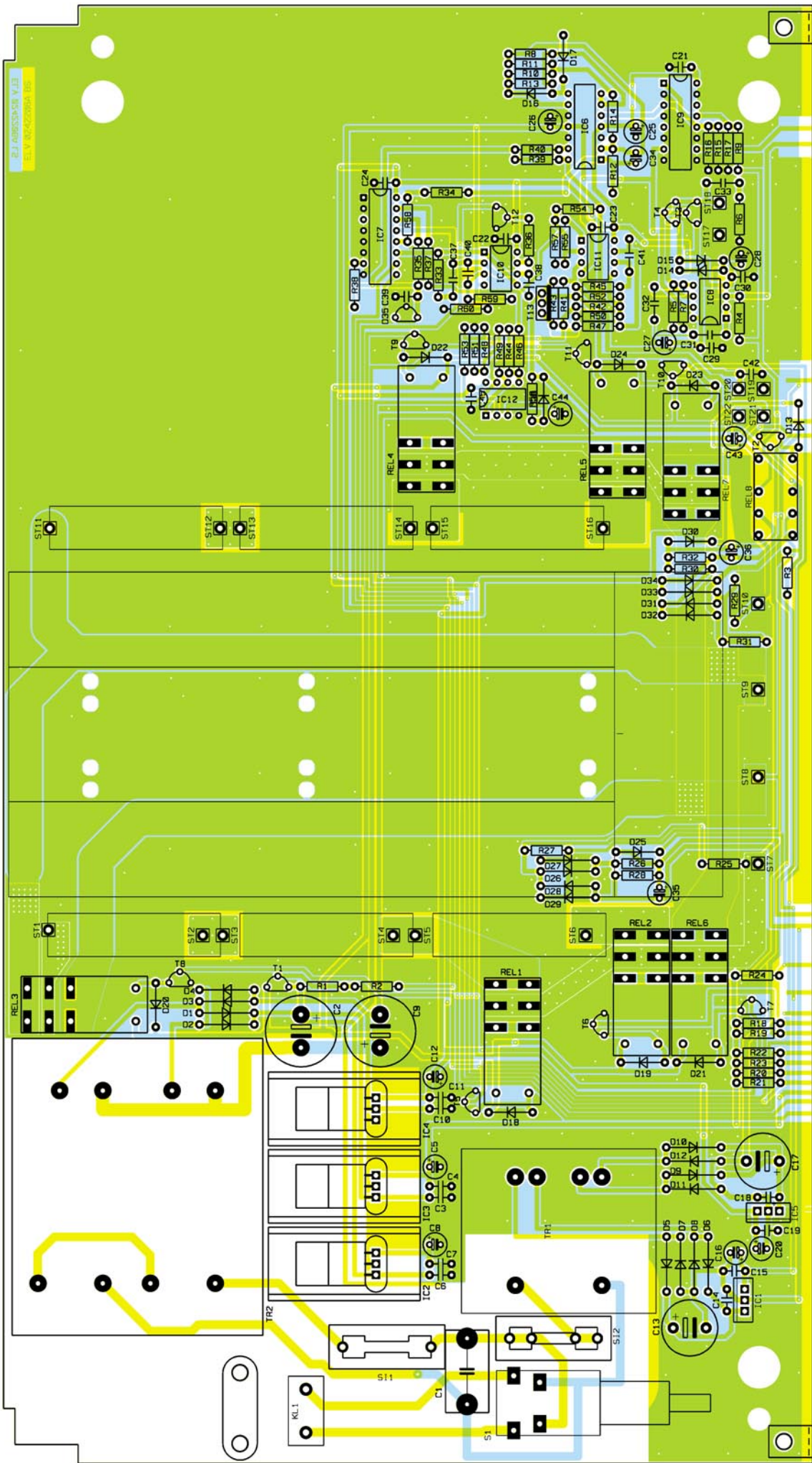
montieren. Deren Anschlussbeine sind zuvor mit zwei flexiblen Leitungen (0,22 mm²) zu verlängern. Die auf 180 mm abgelängten Kabelenden sind an beiden Seiten 4 mm abzuisolieren und zu verzinnen. Nachdem die Anschlussbeine des Temperatursensors auf eine verbleibende Länge von 7 mm gekürzt sind, werden die beiden Leitungen dort angelötet. Anschließend müssen die Lötstellen mit je 15 mm Schrumpfschlauch isoliert werden. Das Verdrillen der beiden Leitungsenden vereinfacht die spätere Leitungsverlegung.

Die Montage des Temperatursensors auf der Oberseite des Kühlkörpers erfolgt mit einer Sensorschelle, wobei die Position aus der Darstellung in Abbildung 11 hervorgeht. Zunächst ist in die von vorne (vom Lüfter aus) gesehen rechte obere Befestigungsnut eine M3-Mutter einzuschieben und zu positionieren. Der dünn mit Wärmeleitpaste bestrichene Sensor liegt mit seiner abgeflachten Seite auf dem Kühlkörper auf, die Anschlussbeine zeigen dabei zum Lüfter. Die dann aufzusetzende Sensorschelle wird mit einer M3x6mm-Schraube und unterlegter Fächerscheibe fixiert. Damit ist die Vorbereitung des Kühlkörpers abgeschlossen.

Ansicht der fertig bestückten Basisplatte (Originalgröße: 337 x 188 mm)



Bestückungsplan
der Basisplatte
(Originalgröße:
337 x 188 mm)



Stückliste: ADL 9000 Basisplatine

Widerstände:

2 Ω/50 W	R61, R62, R64, R65
4 Ω/50 W	R60, R63
10 Ω	R6
47 Ω	R33
100 Ω	R60
560 Ω	R25, R29
1 kΩ	R27, R31, R43, R57
1,5 kΩ	R1
2,2 kΩ	R47
2,7 kΩ	R48
3,9 kΩ	R2, R41, R54, R55
4,7 kΩ	R3, R18-R24
5,6 kΩ	R50
6,8 kΩ	R4
10 kΩ	R28, R32, R36, R51
12 kΩ	R5, R26, R30
15 kΩ	R42
18 kΩ	R38
22 kΩ	R7, R53, R56, R58
27 kΩ	R15, R16
33 kΩ	R46, R59
47 kΩ	R8, R10-R14
68 kΩ	R17
100 kΩ	R39, R40, R45, R49
150 kΩ	R9, R35
180 kΩ	R34, R37
390 kΩ	R52
1 MΩ	R44

Kondensatoren:

10pF/ker	C38, C40
4,7nF/400V	C41
47nF/250V	C31-C33
100nF/ker	C3, C4, C6, C7, C10, C11, C14, C15, C18, C19, C21-C24, C29, C30, C39, C42, C45
100nF/250V~X2	C1
330nF/100V	C37
4,7µF/63V	C34
10µF/25V	C5, C8, C12, C16, C20, C25, C26, C43, C44
47µF/16V	C35, C36
100µF/16V	C27, C28
1000µF/40V	C13, C17
4700µF/16V	C2, C9

Halbleiter:

7812	IC1, IC5
7806	IC2
7805	IC3
7906	IC4
TLC274	IC6
CD4052	IC7, IC9
TL072	IC8
TLC272	IC10, IC11

LM393	IC12
BC327-40	T1
BC548C	T2, T3, T5-T12
BC558C	T4
BD678	T13
1N4001	D1-D12
1N4148	D13, D18-D24, D36
BAT43	D14-D17, D25, D30
1N4004	D26-D29, D31-D34
LM385-2,5V	D35

Sonstiges:

Temperatursensor KTY81	PTC1
Netzanschlussklemme, 2-polig...	KL1
Shadow-Netzschalter, print	S1
Trafo, 4,5 VA, 2 x 15 V/150 mA .	TR1
Flachtrafo, 2 x 9 V/1 A	TR2
Leistungsrelais, 12 V, 1 x um, 16 A	REL1-REL7
Miniaturrelais, 5 V, 2 x um	REL8
Sicherung, 100 mA, träge	SI1
Sicherung, 50 mA, träge	SI2
Lötstifte mit Lötöse	ST7-ST10, ST17-ST22
2 Polklemmen, 4 mm, 35 A, rot	
2 Polklemmen, 4 mm, 35 A, schwarz	
1 Adapterstück	
1 Verlängerungsachse, 120 mm	
1 Druckknopf, ø 7,2 mm	
2 Platinensicherungshalter (2 Hälften), print	
2 Sicherungsabdeckhauben	
3 U-Kühlkörper, SK13	
2 Lüfter-Kühlkörperhälften, LK75	
1 Papst-Axial-Lüfter, 12 V, 60 x 60 mm	
1 Isolierplatte, 32 x 140 x 0,5 mm	
23 Zylinderkopfschrauben, M3 x 6 mm	
3 Zylinderkopfschrauben, M3 x 8 mm	
2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 12 mm	
4 Zylinderkopfschrauben, M3 x 35 mm	
28 Muttern, M3	
30 Fächerscheiben, M3	
4 Lötösen, 4,2 mm	
1 Sensorschelle	
2 Befestigungswinkel, vernickelt	
1 Zugentlastungsbügel	
1 Kabel-Durchführungstülle, 6 x 8 x 12 x 1,5 mm	
1 Tube Wärmeleitpaste	
3 cm Schrumpfschlauch, 1/16", schwarz	
30 cm Schaltdraht, blank, versilbert, ø 0,8 mm	
36 cm flexible Leitung, ST1 x 0,22 mm ² , schwarz	
54 cm flexible Leitung, ST1 x 0,75 mm ² , schwarz	

die Widerstände und Kondensatoren (bei den Elektrolyt-Kondensatoren ist die korrekte Polung sicherzustellen) einzulöten. Anschließend können die Halbleiterbauelemente bestückt werden. Die Einbaulage des Transistors T 13 ist durch die dickere Linie im Bestückungsdruck markiert, die die Rückseite des Transistors, d. h. die Kühlfläche kennzeichnet. Bei den übrigen Transistoren ergibt sich die Orientierung aus der Pinanordnung. Auch bei der Bestückung der beiden Spannungsregler IC 1 und IC 5 markiert die dicke Linie im Bestückungsdruck die Lage des Kühlflansches.

Die übrigen 3 Spannungsregler sind aufgrund ihrer Verlustleistung liegend auf separaten Kühlkörpern zu montieren. Hierzu sind die Anschlussbeine der ICs im Abstand von 2,5 mm zum Gehäusekörper um 90° nach hinten abzuwinkeln. Das Befestigen der Kühlkörper auf der Platine erfolgt mit Schrauben M3 x 8 mm. Danach können die Spannungsregler aufgesetzt und mittels Fächerscheibe und Mutter montiert werden. Erst nach dieser mechanischen Befestigung dürfen die elektrischen Verbindungen durch das Anlöten der Anschlussbeine hergestellt werden.

Die Einbaulage der ICs wird, wie bei der Bestückung der Frontplatte, durch die Gehäuseeinkerbung festgelegt. Nachdem auch diese Bauteile korrekt bestückt sind, folgt der Einbau der Netzanschlussklemme, des Netzschalters und der Lötstifte mit Öse. Letztere werden in die Bohrungen ST 7 bis ST 10 und ST 17 bis ST 22 eingesetzt. Die dann zu bestückenden Platinensicherungshalter sind gleich mit den entsprechenden Sicherungen zu versehen und mit Hilfe der aufzusteckenden Schutzkappen berührungssicher zu machen.

Für eine einfachere Verdrahtung des Lüfter-Kühlkörperaggregates werden nun die Leitungen zum Anschluss der oben liegenden Widerstandskontakte eingesetzt. Die 6 Leitungen (0,75 mm²) sind auf eine Länge von 90 mm zuzuschneiden und anschließend an einem Ende auf 10 mm und an dem anderen auf 5 mm abzuisolieren. Die Einzeladern des 5 mm abisolierten Endes müssen dann sorgfältig verdrillt und verzinkt werden. Dann erfolgt das Einlöten der so vorbereiteten Enden in die mit ST 1, ST 3, ST 5, ST 12, ST 14 und ST 16 bezeichneten Anschlusspunkte.

Ist der Aufbau so weit fortgeschritten, erfolgt der Einbau des Lüfter-Kühlkörperaggregates. Dazu wird durch die 6 inneren Montagebohrungen für den Kühlkörper auf der Basisplatine je eine mit einer Fächerscheibe versehene Zylinderkopfschraube M3 x 6 mm gesteckt. Auf der Platinenoberseite ist zunächst die 0,5 mm dicke Isolierplatte über die herausragenden Schraubengewinde zu legen. Anschließend wird jeweils eine M3-Mutter lose aufge-

Aufbau der Basisplatine

Auch die Bestückung der Basisplatine erfolgt anhand des Bestückungsdruckes und der Stückliste. Das Platinenfoto zeigt die komplett aufgebaute Platine und kann so-

mit hilfreiche Detailinformationen liefern. Auf der Basisplatine sind alle Bauteile in bedrahteter Bauform ausgeführt, daher sind auch alle Teile auf der Oberseite zu bestücken.

Im ersten Schritt der Aufbauarbeiten sind

schraubt. So lässt sich dann der vormontierte Lüfter-Kühlkörper mit dem Lüfter voran von der Platinenrückseite her aufschieben. Dabei ist darauf zu achten, dass die Lüfter-Anschlussleitungen nach unten weisen und in jede Führungsnut des Kühlkörpers drei der lose aufgeschraubten Muttern einfassen. Das Kühlkörperelement wird so ausgerichtet, dass das hintere Ende bündig mit der Basisplatine abschließt und dann durch das Festziehen der Montageschrauben fixiert.

Im ersten Schritt der Kühlkörperverdrahtung sind die Lastwiderstände anzuschließen. Dazu werden zunächst die an den unteren Widerstandsanschlüssen angelöteten Drahtenden in die zugehörigen Bohrungen der Basisplatine eingeführt und dort sorgfältig verlötet. Die aus den Bohrungen ST 1, ST 3, ST 5, ST 12, ST 14 und ST 16 der Platine herausragenden Kabelenden müssen in die oberen Lötösen der Lastwiderstände eingehakt, umgebogen und verlötet werden. Danach sind die Anschlussleitungen des Lüfters an ST 21 und ST 22 (rote Leitung an ST 21, blaue an ST 22) und die des Temperatursensors PTC 1 an ST 19 und ST 20 anzulöten.

Im letzten Schritt der Aufbauarbeiten an der Basisplatine erfolgt der Einbau der Relais und der beiden Netztransformatoren sowie das Anschrauben der beiden Befestigungswinkel. Letztere werden so auf der Oberseite der Platine platziert, dass der Schenkel mit M3-Gewinde nach vorne zeigt und bündig mit dem Platinenrand abschließt. Die Befestigung der Winkel erfolgt mit je einer M3-Schraube, die von der Lötseite durchzustecken ist, und zugehöriger Mutter mit Fächerscheibe.

Damit konnten auch die Bestückungsarbeiten an der Basisplatine zum Abschluss gebracht werden. Bevor nun im Zuge der Gehäusemontage beide Platinen miteinander verbunden werden, ist die Basisplatine auf korrekte Bestückung und Lötzinnbrücken hin zu untersuchen.

Gehäuseeinbau

Im ersten Arbeitsschritt erfolgt die Verbindung von Front- und Basisplatine. Dazu wird die Frontplatine so an die Basisplatine gesetzt, dass sich die Bohrungen in der Frontplatine mit dem Gewinde in den Befestigungswinkeln der Basisplatine decken. Mit zwei M3x6mm-Schrauben, von vorne durch die Frontplatine geschraubt, erfolgt dann das Befestigen beider Platinen miteinander. Bevor die Schrauben in der Front- und Basisplatine festgezogen werden, muss die Ausrichtung der Platinen erfolgen. So ist zum einen die seitliche Ausrichtung zu kontrollieren, d. h. eine exakte Fluchtung der zusammengehörenden Leiterbahnen der Front- und Basisplatine muss erreicht

werden, zum anderen darf an der Stoßkante zwischen Basis- und Frontplatine kein erkennbarer Spalt entstehen. Nach der mechanischen Fixierung sind dann sämtliche Leiterbahnpaare und die Masseflächen miteinander zu verlöten. Als letzte Verbindung ist der Lautsprecher anzuschließen. Die beiden Leitungen sind an die Lötstifte in ST 17 (schwarz) und ST 18 (rot) anzulöten.

Im nächsten Arbeitsgang wird die Schubstange des Netzschalters angefertigt. Diese wird gemäß Abbildung 12 zugeschnitten und gebogen und anschließend mit dem Kunststoff-Druckknopf und dem Adapterstück versehen. Diese vorgefertigte Einheit rastet dann mit dem Adapterstück auf dem Netzschalter ein. Je ein Tropfen Sekundenkleber etc. sichert die Verbindungen Druckknopf – Verlängerungsachse, Verlängerungsachse – Adapter und Adapter – Netzschalter.

Die nun folgende Gehäusemontage beginnt mit dem Vorbereiten der Rückwand. Hier ist zunächst die Netzkabeldurchführungsstülle einzustecken, durch die dann die vorbereitete Netzleitung geführt wird. Zur Vorbereitung der 2-adrigen 230-V-Netzzuleitung ist diese zuerst auf einer Länge von 20 mm von der äußeren Ummantlung zu befreien. Die beiden Innenleiter werden 5 mm abisoliert und auf jeden Leiter wird eine Aderendhülse aufgequetscht. Anschließend wird die Netzleitung in der 2-poligen Schraubklemmleiste KL 1 verschraubt.

Mit der Zugentlastungsschelle, die mit zwei von unten einzusetzenden Schrauben M3 x 12 mm und den zugehörigen Muttern mit Fächerscheiben festgezogen wird, ist die Netzzuleitung dann auf der Leiterplatte zu befestigen.

Nachdem die Rückplatte so weit bearbeitet ist, erfolgt die Vorbereitung der Frontplatte mit dem Einbau der Audio-Eingangsbuchsen (Polklemmen). In die auf der Frontplatte mit „+“ gekennzeichneten Bohrungen müssen die roten Polklemmen eingesetzt werden, womit folglich die schwarzen in den mit „-“ beschrifteten Bohrungen ihren Platz finden. Beim Einbau der Polklemmen ist darauf zu achten, dass die als Verdrehungsschutz wirkende Nase an der ersten Isolierhülse korrekt in die Aussparung der Frontplattenbohrung einfasst. Mit der ersten M4-Montagemutter werden die Polklemmen dann in der Frontplatte befestigt.

Die Verbindung zwischen den Buchsen und den zugehörigen Anschlüssen ST 7 bis ST 10 auf der Platine erfolgt über starre Silberdraht-Leitungen, die mittels Lötösen an den Buchsen angeschraubt werden. Um diese Verbindung herzustellen sind zunächst 4 Silberdrahtenden je 30 mm Länge anzufertigen. Diese werden an einer Seite auf 4 mm Länge um 90° umgebogen, in die

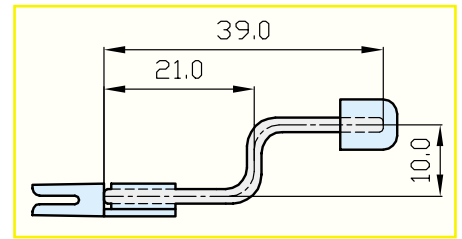


Bild 12: Verlängerungsachse des Netzschalters

Lötöse eingehängt und verlötet. Die so vorbereiteten Lötösen sind dann mit der zweiten M4-Mutter an die Polklemmen anzuschrauben. Anschließend müssen die Lötösen so gebogen werden, dass die starren Silberdrahtenden gerade nach hinten wegstehen.

Das Aufstecken der Tastkappen und Aufsetzen der vorbereiteten Frontplatte auf die Frontplatine schließen die Vorbereitungen zur Gehäusemontage ab. Gleichzeitig mit dem Aufsetzen der Frontplatte sollten die Anschlussdrähte an den Polklemmen in die Lötösen der zugehörigen Lötstifte ST 7 bis ST 10 eingeführt, jedoch noch nicht verlötet werden.

Zum Einbau des Chassis werden zunächst 4 Gehäusebefestigungsschrauben M4 x 90 mm von unten durch die Bohrungen einer Gehäusehalbschale gesteckt. Die so vorbereitete Bodeneinheit ist mit dem Lüftungsgitter nach vorne weisend auf die Arbeitsplatte zu stellen. Auf der Innenseite der Gehäusehalbschale folgt auf jede Schraube eine 1,5 mm starke Polyamid-Scheibe. Nun ist das komplette Chassis der ADL 9000 einschließlich Frontplatte und Rückwand von oben über die Schrauben abzusenken. Liegen Front- und Rückplatte korrekt in ihren Führungsnuten, folgen auf die oben herausstehenden Schrauben je eine M4x55mm-Distanzrolle, eine 2,5-mm-Polyamid-Scheibe und schließlich eine 20-mm-Distanzrolle.

Vor dem Schließen des Gehäuses müssen die Verbindungen zwischen Buchsen (Polklemmen) und Platine hergestellt werden. Hierzu sind nur noch die bereits in die Lötstifte auf der Platine eingeführten Silberdrahtleitungen anzulöten und die überstehenden Drahtenden abzuschneiden.

Da das Gerät keine internen Abgleichpunkte besitzt, kann es vor der ersten Inbetriebnahme und dem Abgleich geschlossen werden. Dazu wird die obere Gehäusehalbschale mit dem Lüftungsgitter nach vorne (!) weisend aufgesetzt und in jeden Montagesockel eine M4-Mutter eingelegt. Mit Hilfe eines kleinen Schraubendrehers werden die Gehäuseschrauben nacheinander ausgerichtet und von unten angezogen. In die unteren Montagesockel ist je ein Fußmodul mit zuvor eingestecktem Gummifuß zu drücken, während die oberen Montageöffnungen mit den 4 Abdeckmo-

Tabelle 2: Fehlercodes

Fehlercode	Fehler
E01	Abgleichfehler, Offset für unteren Messbereich
E02	Abgleichfehler, Offset für oberen Messbereich
E03	Abgleichfehler, Skalenfaktor für unteren Messbereich
E04	Abgleichfehler, Skalenfaktor für oberen Messbereich
E05	Abgleichfehler, linker Kanal, 4 Ohm
E06	Abgleichfehler, linker Kanal, 8 Ohm
E07	Abgleichfehler, Brückenbetrieb, 2 Ohm
E08	Abgleichfehler, Brückenbetrieb, 4 Ohm
E09	Abgleichfehler, Brückenbetrieb, 8 Ohm
E10	Abgleichfehler, Brückenbetrieb, 16 Ohm
E11	Abgleichfehler, rechter Kanal, 4 Ohm
E12	Abgleichfehler, rechter Kanal, 8 Ohm
E13	Übertemperaturabschaltung

dulen bündig zu verschließen sind.

Abschließend ist noch der Drehknopf anzubringen. Die hierzu verwendete Steckachse muss zunächst in den R-Trimmer eingesteckt werden. Nach dem Kürzen der Achse auf eine verbleibende Länge von 7 mm (gemessen ab Frontplatte) lässt sich der Drehkopf mittels der Madenschraube anbringen. Damit ist der Nachbau abgeschlossen und es folgen die Vorgehensweise bei der ersten Inbetriebnahme und der Abgleich.

Inbetriebnahme

Bei der ersten Inbetriebnahme des Gerätes ist neben der Funktionsfähigkeit der Anzeige- und Bedienelemente noch die korrekte Funktion der Schaltmatrix zu testen. Mit Hilfe des automatischen Segmenttests nach dem Einschalten lässt sich sehr einfach kontrollieren, ob alle Anzeigen ordnungsgemäß leuchten. Der Test der Schaltmatrix erfolgt mit Hilfe eines Widerstandsmessgerätes. Dieses ist zunächst an den rechten Lautsprechereingang anzuschließen. In den Stellungen „4 Ω“ und „8 Ω“ sind die entsprechenden Widerstandswerte zu messen, die mit einer Toleranz von ±5 % mit dem Nennwert übereinstimmen müssen. Bei der Kontrolle des linken Kanals ist genauso zu verfahren. Hier ist nach dem 4-Ω- und 8-Ω-Bereich im Stereobetrieb auch der Monobetrieb mit den Widerstandswerten 2 Ω, 4 Ω, 8 Ω und 16 Ω zu prüfen. Auch hier gilt eine Abweichung von max. ±5 %. Zu beachten ist dabei jedoch, dass viele Multimeter nicht in der Lage sind, im Widerstandsmessbereich so kleine Widerstandswerte korrekt zu messen, so dass zusätzliche Abweichungen aufgrund von Messfehlern möglich sind.

Nach der Kontrolle der Widerstandswerte ist weiterhin noch die galvanische Trennung zwischen den beiden Kanälen zu verifizieren. Bei einer Messung zwischen den einzelnen Buchsen beider Kanäle muss der Widerstandswert ≥ 1 MΩ sein. Damit

ist die Inbetriebnahme abgeschlossen und es folgen die Anweisungen zum Abgleich.

Abgleich

In den Abgleichmodus gelangt man durch gleichzeitiges Drücken der Tasten „Range“, „Channel Select“ und „Bridge“ beim Einschalten der ADL 9000. Die Anzeige „CAL“ im Display zeigt an, dass sich das Gerät im Abgleichmodus befindet. Ein weiterer Tastendruck auf die „Range“-Taste bestätigt den Eintritt in den Abgleichmodus, eine Bestätigung mit der „Bridge“-Taste bewirkt, dass der Abgleichmodus ohne eine Modifikation der Kalibrierdaten verlassen wird.

Der Abgleich des gesamten Messzweiges besteht aus fünf Einzelschritten. Jeder Schritt wird im Display durch die entsprechende Ausgabe („C x“, x = Nummer des Abgleichschrittes [1...5]) angezeigt. In jedem Schritt müssen die Buchsen, die mit den aufleuchtenden LEDs gekennzeichnet sind, entsprechend des Ablaufplans beschaltet werden. Das Gerät führt dann den eigentlichen Abgleichschritt selbstständig nach einer weiteren Bestätigung mit der „Range“-Taste aus. Das Blinken des Displays signalisiert dabei den aktivierten Abgleichvorgang.

Ist der entsprechende Abgleichschritt erfolgreich beendet, so wird automatisch der nächste angewählt. Der Abgleichmodus kann in jedem Schritt durch das Betätigen der „Bridge“-Taste abgebrochen werden, wodurch die Abgleichdaten allerdings ungültig werden, so dass ein kompletter Neuabgleich notwendig wird. Nach dem letzten Abgleichpunkt geht die ADL 9000 in den normalen Betriebsmodus.

Abgleichschritte

- Schritt C 1 (Abgleich des Offsets): Die Eingangsbuchsen sind kurzzuschließen. Die Bestätigung erfolgt mit der „Range“-Taste.
- Schritt C 2 (Abgleich des Skalenfaktors

des unteren Messbereiches):

An den Eingangsbuchsen ist eine Gleichspannung von 8 V (±10 mV) / DC polungsrichtig anzuschließen. Die Bestätigung erfolgt mit der „Range“-Taste.

- Schritt C 3 (Abgleich des Skalenfaktors des oberen Messbereiches):

An den Eingangsbuchsen ist eine Gleichspannung von 25 V (±30 mV) / DC polungsrichtig anzuschließen. Die Bestätigung erfolgt mit der „Range“-Taste.

- Schritt C 4 (Ausmessen der Lastwiderstände des linken Kanals und im Brückenbetrieb):

An den Eingangsbuchsen ist eine stabilisierte Gleichstromquelle mit 1,8 A (±20 mA) / DC polungsrichtig anzuschließen. Die Bestätigung erfolgt mit der „Range“-Taste.

- Schritt C 5 (Ausmessen der Lastwiderstände des rechten Kanals):

An den Eingangsbuchsen ist eine stabilisierte Gleichstromquelle mit 1,8 A (±20 mA) / DC polungsrichtig anzuschließen. Die Bestätigung erfolgt mit der „Range“-Taste.

Die ausgemessenen Werte dürfen maximal ±10 % von den intern abgelegten Sollwerten abweichen. Ist die Abweichung jedoch größer, wird ein Fehlercode (siehe Tabelle 2) ausgegeben, welcher den fehlerhaften Abgleichschritt kennzeichnet. Dies hat dann das Abschalten der Lastwiderstände zur Folge. Der Fehlercode bleibt auch beim Abschalten gespeichert, so dass auch dann kein Betrieb möglich ist.

Wurde der Abgleich erfolgreich beendet, so sind Inbetriebnahme und Abgleich abgeschlossen. Dem Einsatz der Audio-Lautsprechernachbildung mit Leistungsmesser steht somit nichts mehr im Wege. Um eine korrekte Funktion zu gewährleisten, ist beim Aufstellen des Gerätes untenstehender Hinweis zum Betrieb zu beachten.

Hinweis zum Betrieb

Damit die Zwangskühlung der ADL 9000 mit dem innen liegenden Lüfter ordnungsgemäß arbeiten kann, darf die äußere Luftzirkulation nicht behindert werden.

Das heißt

- die Luftaustrittsöffnungen in der Rückwand und
- die Lufteintrittsöffnungen in den Gehäusehalbschalen nicht abdecken!

Weiterhin muss sichergestellt sein, dass die erwärmte Abluft abströmen kann und nicht zwangsläufig zum Gerät zurückkehrt. Werden diese Punkte nicht beachtet, kann es zum Ansprechen der thermischen Sicherungen des Gerätes kommen, die sich jedoch nach kurzer Abkühlzeit selbstständig regenerieren.





Mini-LED-Lampe

In der Mini-LED-Lampe MLL 10 werden bis zu 3 helle weiße LEDs mit nur zwei Knopfzellen versorgt. Diese kompakte Schaltung findet in einem kleinen Schlüsselanhänger-Gehäuse Platz. Alternativ dazu besteht die Möglichkeit, eine Subminiatur-Platinenversion in eine E-10-Lampenfassung einzubauen. Hier reicht dann selbst die Versorgungsspannung einer einzigen Primärzelle (1,5 V) aus, um bis zu drei LEDs zu betreiben.

Allgemeines

Die Verwendung von LEDs wird in der Lichttechnik immer bedeutsamer. Waren LEDs vor kurzem „nur“ dazu da, um an Geräten als Indikator zur Einschaltkontrolle, Statusanzeige etc. zu dienen, so stoßen sie aufgrund der schnellen technischen Entwicklung in den Disziplinen Lichtausbeute und Farbvielfalt auch in die Beleuchtungstechnik vor. Dieser Bereich galt sonst immer als uneinnehmbare Domäne der Glühlampen. Aber immer häufiger setzen sich die in Lebensdauer und Wirkungsgrad überlegenen Leuchtdioden gegen ihre konventionellen „Kollegen“ durch. Die Bereiche mit sehr lichtstarken Beleuchtungsein-

richtungen bleiben allerdings zur Zeit noch fest in der Hand der Glühfadlampen.

Die bisherige LED-Technik hatte das Problem der monochromen Strahlung: LEDs strahlen prinzipbedingt nur Licht eines sehr schmalen Wellenlängenbereiches aus, d. h. sie leuchten nur in einer Farbe. „Bunte Lampen“ sind zwar für Dekorationszwecke sinnvoll einsetzbar, für reine Beleuchtungszwecke sind diese aber absolut unbrauchbar. In letzter Zeit hat der Fortschritt in der LED-Technik dazu geführt, dass immer mehr weiße LEDs mit großen Lichtstärken an den Markt kommen, die sich auch sehr gut als Lichtquelle eignen.

Kleine Beleuchtungsaufgaben wie beispielsweise die Beleuchtung von Notaus-

gängen und Fluchtwegen werden immer häufiger durch solche LEDs übernommen.

Ein ähnlicher Anwendungsfall ist die typische Kleinsttaschenlampe, die, am Schlüsselbund getragen, zum Auffinden des Schlüssellockes bei Nacht oder zum Ausleuchten des Weges gebraucht wird. Hier findet auch die kleine ELV-Schlüsselanhänger-Lampe MLL 10 ihr Einsatzgebiet.

Viele handelsübliche Kleinsttaschenlampen besitzen eine E-10-Glühlampe als Leuchtmittel. Diese haben, wie alle Glühlampen, den Nachteil des schlechten Wirkungsgrades – etwa 95 % der zugeführten Energie werden in nicht nutzbare Wärme umgesetzt. Außerdem ist eine Glühlampe sehr empfindlich gegen mechanische Beanspruchungen. Mit der Miniatur-Version der MLL-10-Schaltung, die zum Einbau in eine handelsübliche E-10-Fassung geeignet ist, kann eine solche Standard-Taschenlampe zu einer modernen LED-Taschenlampe mit wesentlich verlängerter Batterielebensdauer aufgerüstet werden.

Ein Problem des Betriebes von weißen LEDs aus einer batteriebetriebenen Quelle ist zum einen ihre relativ hohe Flussspannung von 3 V bis 4 V und zum anderen die große Abhängigkeit der Lichtstärke vom durchflossenen Strom. Ersteres bedeutet im Allgemeinen, dass eine entsprechende Batteriespannung vorhanden sein muss, letzteres macht einen Konstantstrombetrieb unabdingbar.

Da bei möglichst miniaturisierten Geräten wie Schlüsselanhänger-Taschenlampen das Gewicht und die mechanischen Abmessungen im Vordergrund stehen, ist es notwendig, die Anzahl der, im Vergleich zur Elektronik üblicherweise großen und schweren Batterien, so klein wie möglich zu halten. Bei 3 V bis 4 V Flussspannung benötigt eine LED zum sicheren Betrieb schon mindestens 3 Primärzellen (4,5V).

Technische Daten: MLL 10

Anzahl der LEDs:	..... max. 3 (Reihenschaltung)
Lichtstärke:	..... 1500 mcd pro LED
Abstrahlwinkel:	..... 15°
Batterielebensdauer (Dauerbetrieb)	
- MLL 10 (3 LEDs):	.... 60 Minuten
- E-10-Einbauversion (1 LED):	ca. 12 h an 1 Micro-Batterie
Spannungsversorgung:	
- MLL 10:	..... 2 x LR 44 / A 76
- E-10-Einbauversion:	.... 1,1 V/DC/ 68 mA bis 12 V / DC / 20 mA
Abmessungen (L x B x H):	
- MLL 10:	..... 65 x 35 x 13 mm
- E-10-Einbauversion (ohne LED):	..... 9 x 7,5 x 4,8 mm
Gewicht	
- MLL 10 (inkl. Batterien):	..... 24 g
- E-10-Einbauversion (mit LED):	1 g

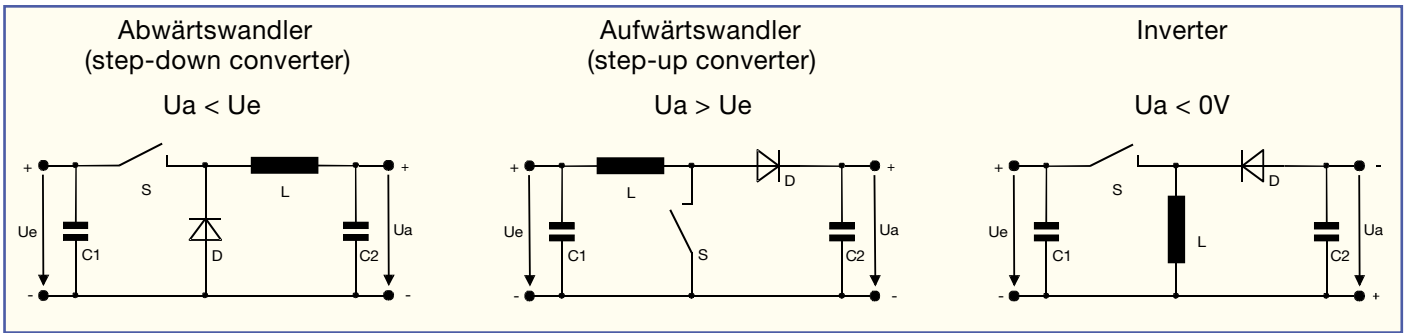


Bild 1: Prinzipschaltbilder von Schaltreglerarten.

Damit ist der Betrieb einer weißen LED mit nur ein oder zwei Zellen nur durch das Hochsetzen der Batteriespannung möglich.

Für eine solche Spannungswandlung kommen sogenannte DC/DC-Wandler zum Einsatz. Die Bezeichnung beruht auf der Art der Ein- und Ausgangsspannung. Da sowohl Ein- als auch Ausgangsspannung Gleichspannungen (DC) sind, wird diese Art des Wandlers als DC/DC-Wandler bezeichnet.

Prinzipiell gibt es zwei Möglichkeiten, eine solche Umsetzung vorzunehmen, wobei der Unterschied in der Art der Energiespeicherung während des Wandlungsprozesses liegt. So unterscheidet man zwischen Schaltregler mit geschalteten Kapazitäten und Schaltreglern mit Speicherdrossel. Beide Varianten haben ihre Vor- und Nachteile. Der Vorteil der Schaltregler mit geschalteten Kondensatoren liegt in der kleineren Bauform, dem günstigeren Preis und den geringeren elektromagnetischen Störpotential, wo hingegen die Schaltregler mit Speicherdrossel einen wesentlich besseren Wirkungsgrad haben und in der Lage sind, auch größere Leistungen umzusetzen.

Bei fast allen batteriebetriebenen Geräten überwiegt im Allgemeinen der Vorteil des besseren Wirkungsgrades, so dass hier Schaltregler mit Speicherdrossel gegenüber der kostengünstigeren Version mit geschalteten Kondensatoren den Vorzug erhalten. So arbeitet auch der DC/DC-Wandler in der Mini-LED-Lampe nach diesem Schaltungsprinzip.

Schaltungsprinzip

Das Schaltungsprinzip beruht auf der Möglichkeit, Energie in einer Drossel zu speichern. Ähnlich wie in einem Kondensator, in dem die Energie letztlich als Ladungsverschiebung in Form eines elektrischen Feldes gespeichert ist, speichert auch eine Induktivität Energie in ihrem magnetischen Feld. Die Speicherfähigkeit ist dabei beim Kondensator von der Kapazität, bei der Drossel äquivalent dazu von der Induktivität abhängig.

Das Prinzip eines Schaltreglers besteht nun darin, dass durch „intelligentes“ Schalten zwischen den Phasen der Energiezufuhr und Energieabgabe umgeschaltet wird, um so eine Spannungstransformation zu

erreichen. Die meistverwendete Art ist der klassische Schaltregler mit Drossel.

Für einen solchen Schaltwandler benötigt man in der Minimalkonfiguration drei Bauelemente: Schalter, Speicherdrossel und Freilaufdiode. Eine reale Schaltung kommt allerdings nicht ohne einige „Zugaben“, beispielsweise in Form von Glättungskondensatoren, aus. Prinzipiell gibt es dann auch hier 3 Arten von Anordnungen dieser Bauteile. Abbildung 1 zeigt diese Varianten: den Tiefsetzsteller (Abwärtswandler, engl.: step-down oder buck converter), den Hochsetzsteller (Aufwärtswandler, engl.: step-up oder boost converter) und den Inverter (inverter).

Beim Tiefsetzsteller ist die Ausgangsspannung kleiner als die Eingangsspannung. Dieses Prinzip wird z. B. in den meisten Schaltnetzteilen angewandt. Hier wird im Prinzip z. B. die Netzspannung gleichgerichtet und dann via Tiefsetzsteller in eine kleinere Spannung gewandelt. Praktisches Beispiel wäre das Netzteil eines PCs oder Fernsehgerätes. Beim Hoch-

setzsteller ist, wie der Name schon vermuten lässt, die Ausgangsspannung höher als die Eingangsspannung. Hier wird die Eingangsspannung hochtransformiert, wobei kein Transformator im üblichen Sinne erforderlich ist. Das Funktionsprinzip arbeitet mit einer „normalen“ einfachen Speicherdrossel. Der als Inverter geschaltete Schaltregler sorgt für eine Invertierung der Polarität der Eingangsspannung. Im Folgenden soll nur der in der MLL 10 verwendete Hochsetzsteller betrachtet werden.

Bei geschlossenem Schalter liegt die volle Eingangsspannung an der Spule an. Der Spulenstrom steigt nach dem Einschalten langsam an. Mit dem Ausschalten des Schalters wird in der Spule eine hohe Induktionsspannung erzeugt, die dafür sorgt, dass der Spulenstrom weiterfließt. Da der Schalter geöffnet ist, findet der Strom seinen Weg über die Freilaufdiode, die angeschlossene Last und die speisende Spannungsquelle – der Stromkreis ist geschlossen. Die dabei entstehende Spannung ergibt sich aus der Addition der Eingangs-

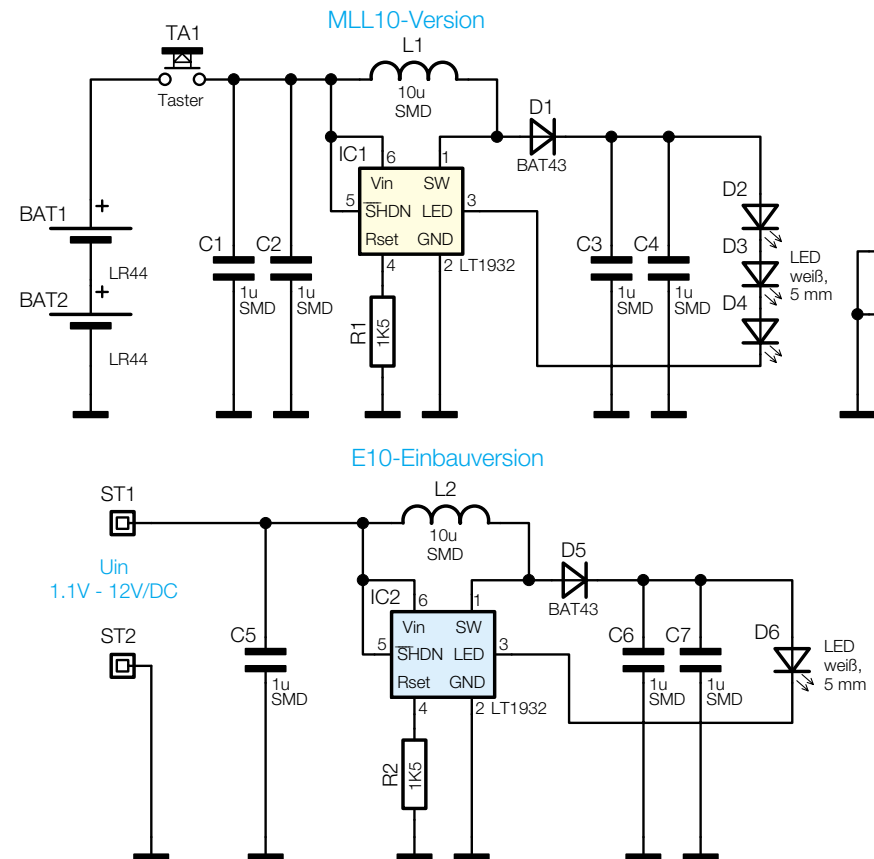


Bild 2: Schaltbild der Mini-LED-Lampe

spannung und der Induktionsspannung und ist somit höher als die Eingangsspannung.

Schaltung

Die Schaltung zur Mini-LED-Lampe ist in Abbildung 2 dargestellt. Da sich die beiden Versionen (Gehäuseversion und E-10-Version) von der Schaltungstechnik leicht unterscheiden, gibt es auch zwei separate Schaltbilder. In der Abbildung ist oben die Schaltung zur Gehäuseversion (MLL 10) zu sehen, während der untere Teil die E-10-Einbauversion zeigt. Das Prinzip beider Versionen ist gleich, der Unterschied liegt allein in der Spannungsversorgung und der Anzahl der LEDs. Die Schaltungsbeschreibung erfolgt anhand der oben abgebildeten Gehäuseversion.

Das Kernstück der Schaltung ist das als DC/DC-Wandler arbeitende IC vom Typ LT 1932. Die genauen technischen Daten sind in dem separaten Textblock am Ende des Artikels zusammengefasst. Im Prinzip handelt es sich hierbei um einen klassischen Step-up-Wandler mit der Erweiterung einer Konstantstromquelle.

Die Eingangsspannung, die hier von den beiden Batterien geliefert wird, gelangt über den betätigten Taster an die Schaltung. Die beiden Eingangskondensatoren C 1 und C 2 sorgen für einen hochfrequenten Bypass am Eingang des ICs. Das IC erhält über den Pin 6 seine Spannungsversorgung. Der Shut-down-Mode, der den Schaltregler in einen Aus-Zustand mit Stromsparmodus versetzt, ist durch das Beschalten des „/SHDN“-Pins mit Betriebsspannung nicht aktiv. Weiterhin gelangt die Betriebsspannung direkt auf die Speicherdrossel L 1. Diese Seite der Drossel wird auch als „kalter Anschluss“ bezeichnet, da die Spannung hier konstant ist. Der andere, „heiße“ Anschluss der Speicherdrossel geht auf den Pin 1 des ICs. Hier ist IC-intern für einen Schaltregler namensgebende Schalttransistor angebunden. Aufgrund der hohen Schaltfrequenz von ca. 1,2 MHz kann die Speicherdrossel relativ klein bleiben. Allerdings stellt die hohe Schaltfrequenz besondere Anforderungen an die Güte der Drossel und der Ausgangskondensatoren sowie an das Platinenlayout. Das Funktionsprinzip wurde im Abschnitt Schaltungsprinzip ja schon erklärt.

Bild 3: Simulation der Schaltreglerschaltung

Der Schalter ist durch den von Pin 1 nach Masse liegenden Schalttransistor realisiert. IC-intern läuft mit Anlegen der Betriebsspannung ein 1,2-MHz-Oszillator an. Dieser schaltet mit jeder Oszillatorschwingung den Transistor ein. Der Ausschaltzeitpunkt innerhalb der Schwingung wird über eine IC-interne Regelung erzeugt und ist von der Ausgangsleistung, d. h. der erzeugten Spannung und dem aufzubringenden Strom abhängig. Das Abschalten des Schalttransistors sorgt für eine schlagartige Unterbrechung des Stromes in Pin 1 hinein. Eine solche abrupte Stromänderung ruft eine Induktionsspannung an der Spule hervor. Mathematisch gilt hier das Induktionsgesetz:

$$U_{Ind} = L \cdot \frac{di(t)}{dt}$$

Die Induktionsspannung ist dabei so gerichtet, dass sie dafür sorgt, dass der Drosselstrom in gleicher Richtung weiterfließt, d. h. sie ist vom heißen zum kalten Anschluss hin gerichtet und addiert sich so zur Eingangsspannung (Batteriespannung) hinzu. Überschreitet die Spannung die durch die Diode D 1 und die LEDs (D 2 bis D 4) gegebene Schwellenspannung, fließt ein Laststrom durch die LEDs in den Pin 3 des LT 1932 hinein. Die beiden Ausgangskondensatoren C 3 und C 4 werden während dieser Wandlungsphase aufgeladen. Sie müssen während der folgenden Leitphase des Schalttransistors die Versorgung des Lastkreises übernehmen.

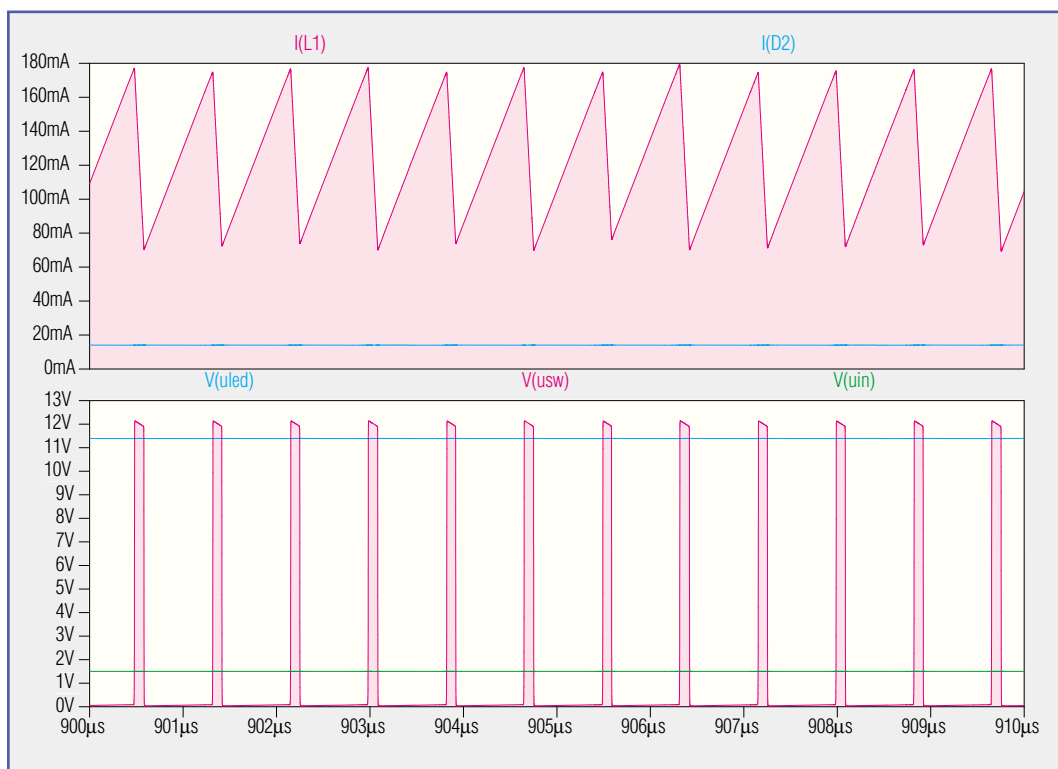
Abbildung 3 zeigt die Ergebnisse einer Simulation. Hier sind im oberen Teil die Ströme in der Drossel („I(L1)“) und der

LED-Strom („I(D2)“) dargestellt. Im unteren Teil des Bildes sind die Eingangsspannung („V(uiin)“), die Spannung am Schalttransistor („V(usw)“) und die Spannung an der LED („V(uled)“) dargestellt. Schön zu erkennen ist dabei der rampenförmig ansteigende Strom in der Speicherdrossel während der Leitphase des Schalttransistors und die hohe Induktionsspannung während der Sperrphase in Verbindung mit dem weiterhin fließenden, jedoch rampenförmig abfallenden Strom in der Drossel.

An Pin 3 des ICs befindet sich dann die bereits erwähnte Stromregelung. Um eine konstante Helligkeit gewährleisten zu können, wird der LED-Strom hierüber auf einen hardwaremäßig vorgegebenen Wert stabilisiert. Dazu ist IC-intern ein weiterer Schalttransistor implementiert, der für die Stromregelung sorgt. Die hardwaremäßige Programmierung des LED-Stromes geschieht über den Widerstand R 1. Das IC regelt den LED-Strom so aus, dass am Anschluss „Rset“ eine Spannung von 100 mV ansteht. Der dabei bei gegebenem Widerstand benötigte Strom ergibt, mit dem Faktor 225 multipliziert, den LED-Strom. Somit gilt folgende Gleichung:

$$R_{Set} = 225 \cdot \frac{0,1V}{I_{LED}}$$

Der hier eingesetzte Wert von 1,5 kΩ begrenzt den LED-Strom auf ca. 15 mA. Dieser Wert hat sich als guter Kompromiss zwischen Stromaufnahme der Schaltung und der resultierenden Leuchtdichte herausgestellt.





Achtung!

- Der Einbau in Fahrradlampen, die im Bereich der StVZO (öffentlicher Verkehr) benutzt werden, ist nicht erlaubt.
- Verbrauchte Batterien gehören nicht in den Hausmüll, sondern müssen in den örtlichen Batteriesammelstellen abgegeben werden.

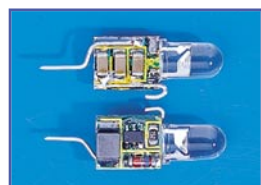
Der integrierte DC/DC-Wandler LT 1932 besitzt noch die Besonderheit, dass er auch in der Lage ist, die Regelung des Stromes zu übernehmen, wenn die Eingangsspannung größer ist, als die Ausgangsspannung. In diesem Fall arbeitet der Step-up-Wandler nicht. Die Stromregelung erfolgt dann über den von Pin 3 nach Masse angeordneten Transistor. Dieser geht dann in den Linearbetrieb über und regelt als konventionelle Konstantstromquelle den LED-Strom.

Weitere detaillierte Informationen zum integrierten DC/DC-Wandler sind der Bauteilbeschreibung zu entnehmen oder können im Internet beim Hersteller „Linear Technology“ unter <http://www.linear.com> eingesehen werden. Damit ist die Schaltungsbeschreibung zur Mini-LED-Lampe abgeschlossen und es folgen die Informationen zum Nachbau.

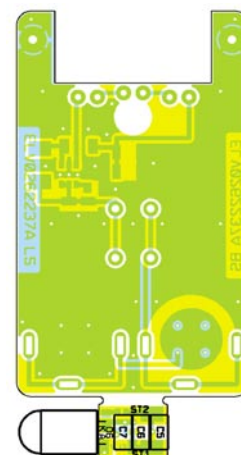
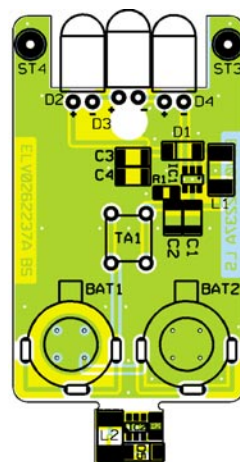
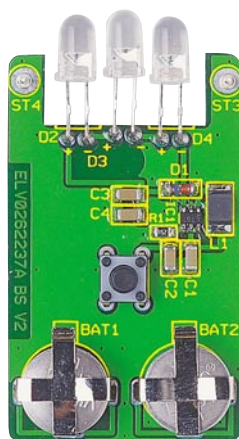
Nachbau

Mit dem gelieferten Bausatz lässt sich entweder die Mini-LED-Lampe im Schlüsselanhänger-Gehäuse mit der Bezeichnung MLL 10 oder die miniaturisierte Einbauversion für eine E-10-Lampenfassung (E-10-Version) aufbauen. Umfang des Bausatzes sind zwar beide (!) Platinenversionen, die elektronischen Komponenten sind aber nur einmal vorhanden. Wer beide Versionen aufbauen möchte, kann ganz einfach die fehlenden Bauteile separat nachordern und dann auch die zweite Version fertig stellen.

Vor Beginn des Nachbaus müssen die beiden Platinen voneinander getrennt werden. Aus Gründen der einfacheren Herstellung befindet sich die kleine Platine der E-10-Einbauversion an einer Stirnseite der großen Platine. Eine Perforation dient dabei als Sollbruchstelle. Nach dem Trennen der Platinen durch einfaches Abbrechen müssen diese an der Bruchstelle nur noch mit einer kleinen Feile gerade geschliffen wer-



Ansicht der fertig bestückten Miniplatine von der Löt- und der Bestückungsseite



Ansicht der fertig bestückten Platine der MLL 10 mit zugehörigem Bestückungsplan, der zusätzlich auch die Bestückung der Miniplatine von der Bestückungs- und der Lötseite enthält

den. Die folgende Nachbaubeschreibung gliedert sich, getrennt nach Version, in zwei Teilabschnitte.

Mini-LED-Lampe MLL 10

Die 51 mm x 30,5 mm messende Platine dient als Träger für die MLL-10-Gehäuseversion. Alle Bauelemente finden auf der Bestückungsseite Platz. Die Bestückung erfolgt in gewohnter Weise anhand des Bestückungsdruckes und der Stückliste, wobei auch das dargestellte Platinenfoto hilfreiche Zusatzinformationen liefern kann.

Der Nachbau der zum größten Teil in SMD-Technik aufgebauten Schaltung ist mit der Bestückung der SMD-Kondensatoren, der SMD-Speicherdrossel und des SMD-Widerstandes zu beginnen. Im nächsten Schritt erfolgt die Bestückung der Diode D 1, wobei hier auf die richtige Polarität geachtet werden muss. Als Orientierungshilfe dient der Katodenring des Bauteils, der mit der entsprechenden Markierung im Bestückungsdruck übereinstimmen muss. Anschließend kann das IC unter Beachtung der richtigen Einbaulage eingelötet werden. Die Punktmarkierung auf dem IC kennzeichnet den Pin 1, dieser ist auch im Bestückungsdruck entsprechend markiert.

Sind diese elektronischen Teile montiert, so müssen nacheinander die Batteriehalter, die Lötstifte und der Taster eingesetzt werden. Vor dem Verlöten ist bei diesen Bauteilen unbedingt darauf zu achten, dass sie direkt auf der Platine aufliegen, d. h. so tief wie möglich eingesetzt sind.

Zum Abschluss der Bestückungsarbeiten sind die LEDs einzubauen. Hier besteht die Möglichkeit, nur eine LED einzusetzen oder aber zwei oder drei LEDs zu bestücken. Die Anzahl der LEDs hat natürlich Auswirkung auf die Helligkeit und die Batterielebensdauer. Mit einer LED ist die

Batterielebensdauer am längsten, die Helligkeit reicht dabei zum Auffinden eines Schlüsseloches aus kurzer Entfernung aus. Mit der Maximalbestückung von drei LEDs ist die Lebensdauer mit ca. 1 Stunde kürzer, die Helligkeit ist damit aber auch so hoch, dass die Mini-Taschenlampe z. B. auch zum Ausleuchten eines Fußweges genutzt werden kann.

Zur Vorbereitung sind die Anschlussbeine der LEDs in einem Abstand von 7 mm zur Gehäuseunterseite um 90° abzuwinkeln. Hierbei ist aber schon die korrekte Polarität zu beachten: Wenn sich die Anode der LED von hinten betrachtet links

Stückliste:
Mini-LED-Lampe MLL10

Widerstände:
1,5 kΩ/SMD R1 (R2)

Kondensatoren:
1µF/SMD C1-C4 (C5-C7)

Halbleiter:
LT1932/SMD IC1 (IC2)
BAT43/SMD D1 (D5)
LED, 5 mm, weiß D2-D4 (D6)

Sonstiges:
10µH/SMD L1 (L2)
Mini-Drucktaster, 1 x ein,
1 mm Tastknopflänge TA1
Batteriehalter
für LR44 BAT1, BAT2
Lötstift, 1 mm ST3, ST4
1 IR-Handsendergehäuse, bedruckt
1 Kunststoffeinsatz, bearbeitet, rot
1 Schlüsselring mit Kette
1 Klammer für Schlüsselkette
2 Knopfzellen LR44
1 Senkkopfschraube, M2 x 5 mm,
schwarz
1 Typenschild-Aufkleber MLL10
4 cm Schaltdraht, blank, versilbert



Bild 4: Miniaturplatine mit einer LED in E-10-Fassung

befindet, sind die Anschlussbeine nach unten abzuwinkeln.

Anschließend können diese, je nach Ausbaustufe, in die mit D 2 bis D 4 bezeichneten Positionen eingesetzt werden, wobei die richtige Polung ja durch die korrekte Vorbereitung sichergestellt ist. Soll nur eine LED eingebaut werden, ist sinnvollerweise nur die mittlere Einbauposition D 3 zu verwenden. Die Bohrungen der beiden anderen Dioden D 2 und D 4 sind dann mit einem Silberdrahtbügel zu überbrücken. Beim Einbau von 2 LEDs sind die beiden äußeren Positionen zu besetzen, d. h. die Kontakte für D 2 sind entsprechend zu überbrücken. Abschließend müssen noch die beiden Batterien mit dem Pluspol nach oben (siehe Batterieprägung) in die Batteriehalter eingeschoben werden.

Damit ist der Nachbau abgeschlossen und nach einer Überprüfung des korrekten Aufbaus kann der Einbau ins Gehäuse erfolgen. Dazu wird die Platine so in die Unterhalbschale gelegt, dass sich die LEDs in der vorderen Gehäuseausparung befinden. Auf eine Filterscheibe etc. wurde bewusst verzichtet, da die LEDs extrem robust sind und eine Filterscheibe, auch wenn sie transparent ist, immer eine gewisse Dämpfung, d. h. Schwächung des Lichts, mit sich bringt.

Vor dem Aufsetzen des Deckels ist in diesem noch die Abdeckscheibe einzukleben, und der Tasterstößel ist zu kürzen. Beim Kürzen des Stößels sollte man sehr vorsichtig vorgehen, da sich hierüber die aufzubringende Kraft zum Einschalten der Lampe ergibt. Bei einem zu kurzen Stößel muss sehr viel Kraft zur Tasterbetätigung aufgebracht werden, während ein zu langer Stößel ggf. ein selbsttätiges Einschalten in der Tasche zur Folge haben kann. Eine verbleibende Länge von 1,8 mm bietet im Allgemeinen ein angenehmes Betätigungsgefühl. Um ganz sicher zu gehen, kann man zunächst auf eine verbleibende Länge von 2 mm kürzen und sich anschließend durch sukzessives Abschneiden bzw. Abfeilen an den optimalen persönlichen



Bild 5: Vergleich handelsübliche E-10-Glühlampe vs. Miniatur-Platine in E-10-Fassung eingebaut.

Einschaltpunkt herantasten. Ist der optimale Tastpunkt gefunden, wird der Deckel mit der Senkkopfschraube fixiert. Damit ist der Nachbau der Mini-LED-Lampe MLL 10 abgeschlossen.

E-10-Einbauversion

Soll die Schaltung der Mini-LED-Lampe als Nachrüstung für konventionelle Taschenlampen dienen, ist die Miniaturversion aufzubauen. Da die Platine nur 9 mm x 7,5 mm messen darf, um in eine handelsübliche E-10-Fassung zu passen, sind die SMD-Bauteile sowohl auf der Bestückungsseite als auch auf der Lötseite angeordnet. Außerdem sind die Bauteile aufgrund der beengten Platzverhältnisse sehr dicht angeordnet, so dass bei der Bestückung sehr sorgsam vorzugehen ist. Zum Nachbau gelten der zur Platine zugehörige Bestückungsdruck und die in Klammern gesetzten Referenzbezeichnungen der Stückliste. Neben dem Foto der fertig bestückten Platine sind die beiden Bilder (Abbildung 4 und 5) der in eine E-10-Fassung eingebauten Schaltung als Nachbauhilfe heranzuziehen.

Auf der Lötseite sind zunächst die 3 Kondensatoren einzulöten. Anschließend sind die übrigen SMD-Bauteile auf der Bestückungsseite zu montieren. Bei der Bestückung der Diode und des ICs ist, in gleicher Weise wie oben beschrieben, die korrekte Einbaulage sicherzustellen. Die Anschlussbeine der LED müssen auf eine verbleibende Länge von 2 mm gekürzt und unter Beachtung der Polung auf die dafür vorgesehenen Pads gelötet werden. Aus Platzgründen gibt es hier keine Bohrungen für die Anschlussbeine.

Wer handwerklich geschickt ist, kann auch die 3 LEDs über eine „fliegende Verdrahtung“ zusammenlöten und dann an die Platine der E-10-Einbau-Version anlöten. Bei geschickter Anordnung passt diese Konstruktion dann auch so noch in viele Miniatur-Taschenlampen etc. Vor allem unter Berücksichtigung der Tatsache, dass bei einem Austausch einer konventionellen Glühlampe gegen LEDs der Reflektor nicht mehr benötigt wird und daher entfernt werden kann, dürfte ein Einbau spätestens dann möglich sein.

Linear Technology LT 1932 Konstantstrom DC/DC-Wandler für LED-Anwendungen

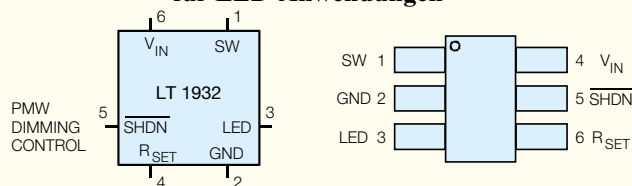


Bild 6: Detailliertes Symbol LT 1932

Der DC/DC-Wandler vom Typ LT 1932 ist eine Konstantstromquelle mit hohem Wirkungsgrad für den Betrieb von weißen LEDs an Batteriespannungen bis hinunter zu 1 V.

Das IC besitzt folgende wesentlichen Features:

- Hohe Schaltfrequenz von 1,2 MHz – benötigt so nur eine kleine Speicherdrossel und eine kleine Kapazität am Ausgang.
- Hoher Wirkungsgrad von bis zu 80 %.
- Einfache hardwaremäßige Programmierung des LED-Stromes im Bereich von 5 mA bis 40 mA.
- LED-Strom Regelung auch bei $U_{IN} > U_{Out}$.
- Möglichkeit des Dimmens über eine zugeführte DC-Spannung, über ein digitales Signal oder mit Hilfe eines PWM-Signales.
- Möglichkeit des Shut-down-Betriebes mit einer Stromaufnahme von $< 1 \mu A$.
- Kleine äußere Abmessungen im SOT 23-6 Gehäuse.

Im letzten Schritt sind die Anschlussdrähte der Schaltung anzufertigen. Dazu müssen zunächst zwei ca. 15 mm lange Silberdrahtstücke zugeschnitten und dann wie folgt auf die beiden dafür vorgesehenen Anschlussflächen links und rechts der Kondensatoren auf der Lötseite gelötet werden:

Der Anschluss für die positive Betriebsspannung ST 1 wird so aufgelötet, dass das Silberdrahtstück nach unten über die Platine übersteht, während der Anschluss für den Minuspol ST 2 nach oben überstehen muss. Damit ist der Aufbau der Platine abgeschlossen. Nach einer sorgfältigen Überprüfung hinsichtlich Bestückungsfehler und Lötzinnbrücken kann der Einbau in eine E-10-Fassung erfolgen:

Das untere Drahtende wird beim Einsetzen der Platine in die Fassung durch die Bohrung im Fuß der Fassung gesteckt und dort verlötet. Das oben herausragende Drahtende muss direkt an der Oberkante der Fassung um dessen Rand gebogen und dort angelötet werden. Damit ist das Ersatzleuchtmittel für eine Taschenlampe etc. fertig. Vor dem Einsetzen der so modifizierten Lampe ist unbedingt die richtige Polung der über die Fassung zugeführten Batteriespannung zu gewährleisten.

Damit sind sowohl der Nachbau der Mini-LED-Lampe im Schlüsselanhänger-Gehäuse MLL 10 als auch der Auf- und Einbau der E-10-Version detailliert erläutert.

Eine gesonderte Inbetriebnahme ist nicht erforderlich und somit ist ein Einsatz der Schaltung sofort nach dem Aufbau möglich.



USB-Grundlagen Teil 2

Im ersten Teil der „USB-Grundlagen“ haben wir den USB im Hinblick auf die Anwendung am heimischen PC beschrieben, wobei die notwendigen Komponenten (Kabel, Hubs usw.) vorgestellt wurden. Der zweite Teil befasst sich etwas tiefer mit der Technik hinter dem „Universal Serial Bus“ und bietet somit einen interessanten Einblick in die USB-Technik. Die hier beschriebenen technischen Merkmale beziehen sich auf den USB-1.1-Standard.

Physikalischer Aufbau

Wie bereits im ersten Teil des Artikels beschrieben, ist der USB ein „single-master-bus“, der ausschließlich vom Host-Controller verwaltet wird. Der Anschluss der Geräte (Functions) erfolgt über den Root-Hub. Falls dessen Ports nicht ausreichen, ist eine Erweiterung über externe USB-Hubs realisierbar. Die Verbindungen werden über spezielle, vieradrig USB-

Kabel hergestellt. Der Bus besteht aus jeweils einer Ader für Masse und Betriebsspannung sowie aus zwei Datenleitungen (D+, D-). Diese Datenleitungen werden differentiell angesteuert, wobei der Low-Pegel mit 0 V und der High-Pegel mit 3,3 V angegeben ist. Differentielle Übertragung bedeutet, dass der Empfänger die Spannungsdifferenz beider Leitungen auswertet und daraus den logischen Zustand ermittelt.

Eine differentielle Eins liegt vor, wenn

die Spannungsdifferenz zwischen D+ und D- einen Wert größer als 200 mV aufweist ($D+ \text{ minus } D- > 200 \text{ mV}$).

Die differentielle Null wird erkannt, wenn die Spannungsdifferenz zwischen D- und D+ größer als 200 mV ist ($D- \text{ minus } D+ > 200 \text{ mV}$).

Es gibt beim USB auch bestimmte (definierte) Zustände, bei denen die differentielle Ansteuerung nicht gegeben ist, z. B. zur Auslösung eines „Reset“ des gesamten Busses.

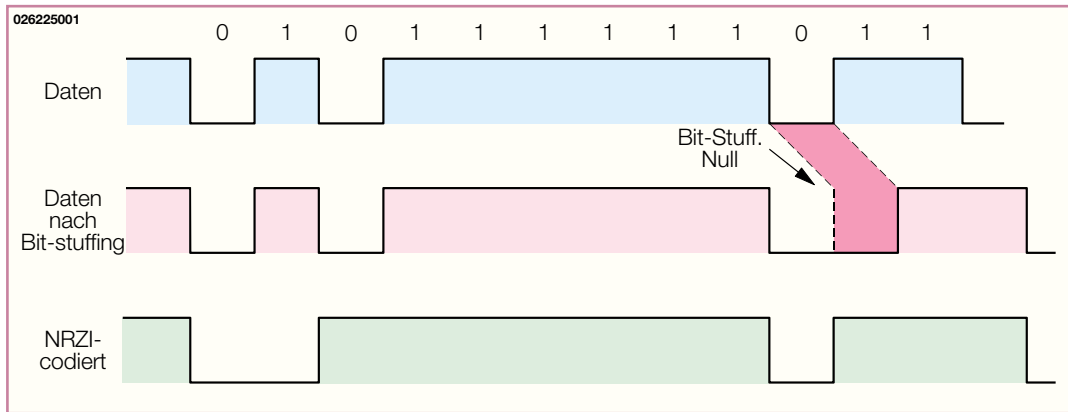


Bild 1: Codierung eines seriellen Datenstroms

Übertragungsverfahren

Die Daten werden beim „Universal Serial Bus“, wie der Name schon sagt, seriell übertragen. Es erfolgt jedoch eine Codierung nach dem NRZI-Verfahren (Non-Return-to-Zero-Inverted), durch das die Sicherheit der Datenübertragung erhöht wird und das eine Rekonstruktion des Übertragungstaktes erlaubt. Eine Null in den zu übertragenden Daten wird durch einen Wechsel des Zustands (High nach Low bzw. Low nach High) dargestellt, für eine Eins wird der aktuelle Zustand nicht geändert.

Es ergibt sich jedoch ein Problem, falls sich mehrere aufeinanderfolgende Einsen im Datenstrom befinden, da sich in diesem Fall der Zustand der Pegel auf den Datenleitungen für eine lange Zeit nicht ändert. Hierdurch ist die Rückgewinnung des Taktes nicht mehr gewährleistet und es erfolgt zwangsläufig der Verlust der Synchronisation zwischen Sender und Empfänger. Aus diesem Grund ergibt sich die Notwendigkeit des „Bit-Stuffers“, der nach sechs aufeinanderfolgenden Einsen automatisch eine Null in den Datenstrom einfügt. Die angepassten Daten aus dem Bit-Stuffer gelangen auf den NRZI-Encoder, der den Datenstrom auf den Bustreiber und damit schließlich auf die Leitung gibt. Diese Codierung erfolgt ausschließlich hardwaremäßig. Ein Beispiel für die Umsetzung eines seriellen Datenstroms ist in Abbildung 1 zu sehen. Im oberen Teil sind die reinen Daten dargestellt, die über den USB übertragen werden sollen, jedoch befinden sich in den Daten sechs aufeinanderfolgende Einsen. Aus diesem Grund muss eine „Bit-Stuff-Null“ eingefügt werden, wie im mittleren Teil der Grafik zu sehen. Der so umgeformte und NRZI-codierte Datenstrom ist im unteren Teil der Abbildung zu sehen.

USB-Kommunikationsmodell

Ein USB-System kann aus bis zu 127 angeschlossenen Geräten bestehen, die allesamt über zwei Leitungen (D+ bzw. D-) mit dem Host kommunizieren. Logisch

gesehen gibt es jedoch eine Menge verschiedener Datenkanäle (Pipes), damit jedes Gerät einzeln angesprochen werden kann. Jeder dieser Datenkanäle bildet die Verbindung zwischen dem Host bzw. der Software und dem Datenendpunkt (Endpoint) in einem USB-Gerät. Ein solcher Endpunkt besteht aus einem FIFO-Speicher, der entweder Daten empfängt oder sendet. Er wird im USB-System eindeutig über die 7-Bit-Geräte- und 4-Bit-Endpointadresse adressiert. Außerdem ist die Übertragungsrichtung ein Adressierungsmerkmal, da ein Endpunkt nur Daten vom Host empfangen (OUT-Richtung) oder an den Host senden kann (IN-Richtung). Eine Ausnahme bildet hier der Endpunkt 0 (EP0), der einzige bidirektionale Endpunkt, welcher auch als „Control-Endpoint“ bezeichnet wird und in jedem USB-Gerät vorhanden sein muss. Es kann maximal 15 IN- und 15 OUT-Endpoints zusätzlich zu EP0 pro Gerät geben. Jedem Endpunkt kann eine von vier unterschiedlichen Transferarten zugeordnet werden, wobei EP0 hier wieder eine Ausnahme bildet, denn für diesen Endpunkt ist der „Control-Transfer“ festgelegt.

Datentransfer

Jeder Datentransfer auf dem USB wird durch den Host gesteuert, d. h. die USB-Geräte dürfen nur Daten übertragen, wenn sie vom Host dazu aufgefordert wurden. Es sind vier verschiedene Transferarten für den USB spezifiziert: Control-Transfer, Isochronous-Transfer, Interrupt-Transfer und Bulk-Transfer. Diese sollen im Folgenden kurz beschrieben werden.

Control-Transfer

Der Control-Transfer dient zur Konfiguration und Steuerung von USB-Funktionen und läuft immer über Endpoint 0 ab. Es werden nur geringe Datenmengen übertragen, jedoch sind immer 10 % der Bandbreite des Busses für den Control-Transfer reserviert und die Daten werden garantiert übertragen. In diesem Modus erfolgt eine Fehlererkennung und -korrektur der übertragenen Daten.

Isochronous-Transfer

In diesem Transfer-Modus werden Datenübertragungen durchgeführt, die eine gewisse garantierte Bandbreite erfordern, z. B. Audiodaten. Bis zu 90 % der Bandbreite des Busses kann für Isochrone- und Interrupt-Transfers reserviert werden. Es erfolgt jedoch keine Fehlerkorrektur der Daten. Einzelne fehlerbehaftete Bytes machen sich jedoch bei Audiodaten o. ä. kaum bemerkbar.

Dieser Transfermodus ist nur für den Full-Speed- bzw. High-Speed-Datenverkehr verfügbar.

Interrupt-Transfer

Der Interrupt-Transfer dient zur Übertragung kleiner Datenmengen zu einem nicht bestimmbareren Zeitpunkt. Beispiele für Interrupt-Transfers sind die Datenübertragungen einer Maus, einer Tastatur oder von Statusabfragen.

Die Unterbrechungsanforderung ist hier jedoch nicht mit einem konventionellen Interrupt zu vergleichen, der von einem externen Gerät ausgelöst wird, da ein USB-Gerät ohne Anforderung vom Host nichts übertragen darf. Der Interrupt-Transfer wird beim USB durch regelmäßiges Abfragen des Endpunktes durchgeführt. Diese Abfragen können pro Zeiteinheit (1 ms) und Endpunkt nur einmal erfolgen.

Bis zu 90 % der Bandbreite sind für Interrupt- und Isochrone-Transfers reserviert.

Bulk-Transfer

Mit dieser Transferart können große Datenmengen übertragen werden, wie sie bei Druckern oder Scannern anfallen. Es gibt keine garantierte Bandbreite und die Daten werden so übertragen, wie es die zur Zeit verfügbare Bandbreite zulässt. Sind die Kapazitäten des Busses zeitweise vollkommen ausgeschöpft, so erfolgt die Übertragung erst später. Der Bulk-Transfer ist also nicht für zeitkritische Daten geeignet.

Der Bulk-Transfer ist nur im Full- und High-Speed-Modus verfügbar.

Die verfügbare Bandbreite des „Univer-

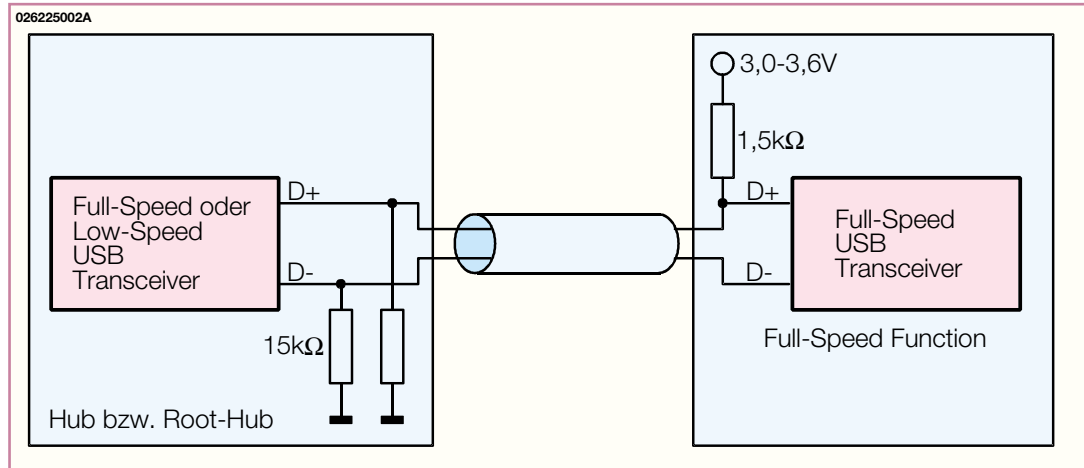


Bild 2: Anschluss- und Geschwindigkeitserkennung

sal Serial Bus“ wird in 1-ms-Zeitabschnitte (Frames) eingeteilt. Der Start eines solchen „Frames“ wird durch ein bestimmtes Datenpaket (Start-Of-Frame-Token) kenntlich gemacht, so dass alle Geräte den Beginn eines neuen Zeitabschnitts erkennen können. Zwischen diesen Zeitmarken erfolgt die Übertragung der einzelnen Pakete, welche wiederum immer mit einem Synchronisationsfeld beginnen.

Neben dem bereits genannten gibt es weitere Datenpakete mit verschiedenen Bedeutungen für die Datenübertragung. Außerdem gibt es „Data-Packets“, welche die entsprechenden Dateninformationen beinhalten, sowie „Handshake-Packets“, die als Quittung zurück zum Host gesendet werden.

Der Host sendet seine Datenpakete immer auf den kompletten Bus zu allen angeschlossenen Full-Speed-Geräten (Broadcast), jedoch darf nur das adressierte Gerät antworten. Alle Low-Speed-Geräte werden durch Hubs vor dem Full-Speed-Datenverkehr geschützt. Daten für Low-Speed-Geräte werden durch ein bestimmtes Token gekennzeichnet. Der Hub setzt diese Daten um und sendet sie mit Low-

Speed-Geschwindigkeit an die angeschlossenen Geräte.

Hot-plug-and-play

USB-Geräte dürfen während des laufenden Betriebs des PCs mit diesem verbunden werden. Der PC erkennt diesen Vorgang automatisch und lädt den entsprechenden Treiber. Aber was steckt hinter diesem Mechanismus?

Die (D+)- und (D-)-Leitungen eines „Downstream“-Ports eines Hubs bzw. Root-Hubs führen Low-Pegel, sofern keine USB-Function angeschlossen ist. Zwei Pull-Down-Widerstände mit einem Wert von 15 kΩ halten die beiden Datenleitungen auf diesem definierten Pegel. Der Anschluss eines USB-Gerätes an diesen Port wird durch die Pegeländerung einer Datenleitung erkannt, die durch einen entsprechenden Pull-Up-Widerstand (1,5 kΩ) in der USB-Function erreicht wird. Diese Pegeländerung erkennt der USB-Hub und gibt dieses „Anschluss-Ereignis“ an den Host weiter, der nun die „Enumeration“ (Initialisierung) des Gerätes durchführt.

Der Pull-Up-Widerstand des Gerätes er-

möglicht nicht nur die Anschlusserkennung, sondern kennzeichnet auch die Geschwindigkeitsklasse, mit der das Gerät vom Host angesprochen werden kann. Je nachdem, welche Datenleitung mit diesem Widerstand versehen ist, erfolgt die Unterscheidung der Geschwindigkeit (D+=Full-Speed, D- = Low-Speed). Abbildung 2 zeigt die Anordnung der Widerstände bei dem Anschluss eines Full-Speed-Gerätes an den „Downstream“-Port eines Hubs.

Konfiguration von USB-Geräten

Die Initialisierung nach dem Anstecken eines USB-Gerätes wird als „Enumeration“ bezeichnet. Da der USB keine Punkt-zu-Punkt-Verbindung zwischen nur zwei Geräten ist, sondern ein Bus, an dem immer verschiedene Geräte angeschlossen sein können, ist es notwendig, jedem USB-Gerät eine individuelle Adresse zuzuweisen. Im nicht-initialisierten Zustand wird das neue Gerät über Adresse 0 angesprochen, bevor ihm eine Adresse zugewiesen wird. Über diese Nummer (1..127) ist das Gerät im USB eindeutig adressierbar. Zur Verwaltung und zum Betrieb eines

Bild 3: Hierarchie der Standard-Deskriptoren

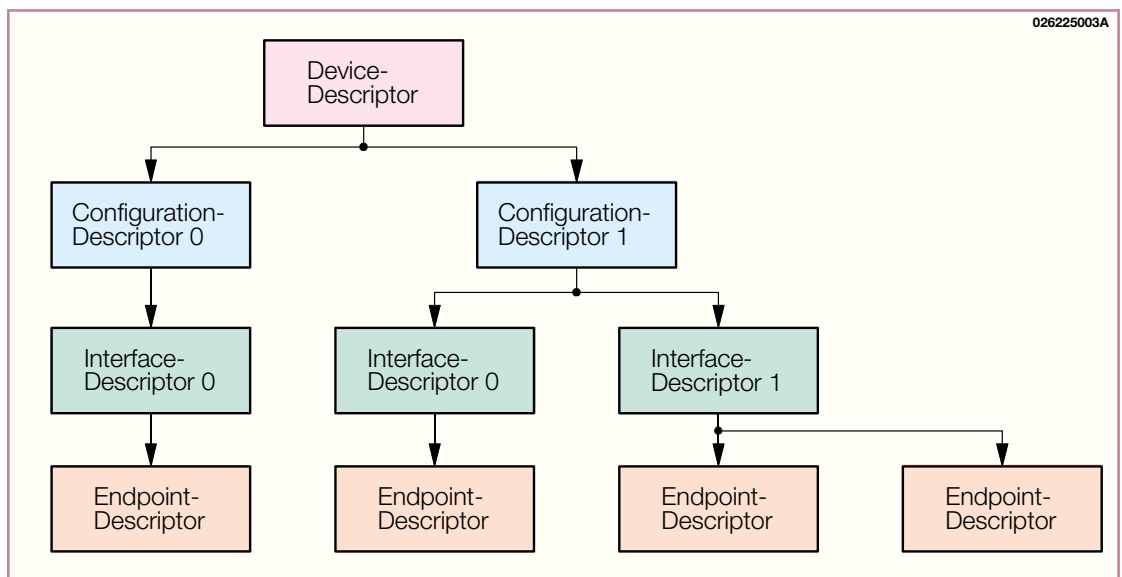


Bild 4:
Über die Deskriptoren
kann sich der Nutzer auch
einen schnellen Überblick über
das installierte System verschaffen.

entsprechenden Gerätes sind jedoch noch weitere Informationen notwendig. Jedes USB-Gerät stellt sogenannte „Deskriptoren“ bereit, über die eine Beschreibung der Eigenschaften und Konfigurationsmöglichkeiten erfolgt. Diese Deskriptoren werden PC-seitig abgefragt. Es gibt eine ganze Hierarchie von Deskriptoren, angefangen mit dem „Device-Descriptor“, welcher die allgemeinen Eigenschaften (Hersteller, Typ, Geräteklasse usw.) beschreibt und von dem es nur einen pro Gerät gibt.

Die nächste Stufe ist der „Configurations-Descriptor“. Ein USB-Gerät kann mehrere Konfigurationen aufweisen und somit auch mehrere „Configuration-Descriptors“ die z. B. einen Modus beschreiben, in dem das Gerät im Normalbetrieb mit erhöhtem Strombedarf arbeitet und einen anderen für einen geringeren Strombedarf, der beispielsweise zur Anwendung kommt, wenn das Gerät gerade nicht verwendet wird.

Jeder „Interface-Descriptor“ beschreibt eine logische Schnittstelle innerhalb der Konfiguration, die u. U. auch aus mehreren Endpunkten bestehen kann. Eine Konfiguration kann mehrere logische Schnittstellen enthalten.

Die Endpunkte innerhalb einer Schnittstelle haben jeweils einen eigenen „Endpoint-Descriptor“ der den Bandbreitenbedarf des entsprechenden Endpunktes enthält.

Die Hierarchie dieser „Standard-Deskriptoren“ ist in Abbildung 3 als Diagramm dargestellt.

Des Weiteren gibt es noch „String-Deskriptors“, die optional von einem USB-Gerät bereitgestellt werden. Diese Deskriptoren können Informationen im Klartext liefern, wie z. B. den Herstellernamen oder die Gerätebezeichnung.

Die Informationen aller dieser Deskriptoren sind für einen optimalen und stabilen Betrieb eines USB-Gerätes notwendig und werden bei der Konfiguration abgefragt. Eine Reihe dieser Informationen sind für den Computernutzer direkt im Klartext verfügbar, etwa über den Aufruf eines System-Profilers (Abbildung 4). Hier kann man bei einigen Betriebssystemen einen direkten Überblick über das installierte USB-System erhalten.

USB 2.0

Die USB-Spezifikation 2.0 weist viele Neuerungen auf und ist in Bezug auf vorherige Ausgaben dieser Spezifikation sehr

The image shows a screenshot of Windows Device Manager with several USB devices expanded to show their properties. The devices are organized into two main sections: USB 0 and USB 1.

- USB 0 (1.3.5):**
 - herstellerspezifisch (Keyspan USB Serial Adapter): Produkt-ID: 258 (\$102), Hersteller: Keyspan (Keyspan, a division of InnoSys Inc.), Treiberversion: 1.1.1, Treibername: serusbdrvrx, Strom (mA): 500 (\$1f4), Version: 80.0, Seriennummer: David Miller, Eric Welch, Stephen Malinowski
 - Massenspeicher (FlashBuster-U): Produkt-ID: 0 (\$0), Hersteller: Y-E Data, Inc. (Y-E DATA), Treiberversion: 1.0, Treibername: USBYEDATAFDModule, Strom (mA): 500 (\$1f4), Version: 1.2.6, Seriennummer:
 - Maus (USB Receiver): Produkt-ID: -15103 (\$c501), Hersteller: Logitech Inc. (Logitech), Treiberversion: 1.3f3, Treibername: USBMouseWareIntf1.3, Strom (mA): 500 (\$1f4), Version: 9.1, Seriennummer:
 - herstellerspezifisch: Produkt-ID: 0 (\$0), Hersteller: Prolific Technology, Inc. (Prolific Technology Inc.), Treiberversion: 1.0, Treibername: USBPL2301DataBridge1.0, Strom (mA): 500 (\$1f4), Version: 80.0, Seriennummer:
 - Tastatur (iMate, USB To ADB Adaptor): Produkt-ID: 1029 (\$405), Hersteller: Hersteller 1917 (Griffin Technology, Inc.), Treiberversion: 1.3.5, Treibername: USBHIDKeyboardModule1.3.5, Strom (mA): 500 (\$1f4), Version: 3.3, Seriennummer:
 - Maus (iMate, USB To ADB Adaptor): Produkt-ID: 1029 (\$405), Hersteller: Hersteller 1917 (Griffin Technology, Inc.), Treiberversion: 1.3.5, Treibername: USBHIDMouseDriver, Strom (mA): 500 (\$1f4), Version: 3.3, Seriennummer:
 - Klasse 0: Produkt-ID: 4144 (\$1030), Hersteller: UMAX Data Systems Inc., Treiberversion: 1.1.3, Treibername: Astra4000USB, Strom (mA): 500 (\$1f4), Version: 1.0, Seriennummer:
 - herstellerspezifisch (Nikon Digital Camera): Produkt-ID: 258 (\$102), Hersteller: Nikon Corporation (Nikon), Treiberversion: 1.1, Treibername: E990, Strom (mA): 500 (\$1f4), Version: 1.0, Seriennummer:
- USB 1 (1.3.5):**
 - Hub: Produkt-ID: 5190 (\$1446), Hersteller: Texas Instruments, Treiberversion: 1.3.5, Treibername: USBHub0, Strom (mA): 500 (\$1f4), Version: 1.0, Seriennummer:

viel komplexer geworden, jedoch ist die Abwärtskompatibilität weiterhin gegeben.

USB On-The-Go

Laut Spezifikation können USB-Geräte nicht direkt untereinander kommunizieren, sondern sie müssen immer den Umweg über den Rechner gehen. „USB On-The-Go“ ermöglicht die direkte Verbindung zweier USB Geräte. Ein gutes Bei-

spiel ist hier die Anbindung eines Druckers an einen PDA.

Damit schließen wir unsere Beschreibung des USB ab, die dem interessierten Leser einen Überblick über das Thema liefern soll. Eine vollständige Dokumentation des „Universal Serial Bus“ füllt ganze Bücher und ist nicht in einem Artikel zu beschreiben, allein die aktuelle Spezifikation (USB 2.0) hat einen Umfang von 650 Seiten. **ELV**

Schwerpunkt-Projekte

Funk-Geräte-Fertigmelder FTP 100 FM Teil 2

Der Funk-Geräte-Fertigmelder ist eine weitere Sendeeinheit für das FTP100-Funksignal-Melde- und Schaltsystem. Nachdem im ersten Teil die Bedienung und die Schaltung vorgestellt wurden, folgt im zweiten Teil die Beschreibung des praktischen Aufbaus.

4-Kanal-Schaltmodul FS20 SM4

Dieses universell einsetzbare Funk-Schaltmodul verfügt über 4 getrennt steuerbare Open-Kollektor-Schaltausgänge. Hierdurch können eigene Schaltungen einfach an das komfortable FS 20-Funk-Fernschaltsystem angebunden werden.

Gain-Maxx

Werden mehrere Audio-Vorverstärker, Effektgeräte und Mischpulte miteinander verschaltet, so ist es für einen größtmöglichen Signal-Rauschabstand und damit guten Klang von

großer Bedeutung, bereits am Anfang einer Signalkette den größtmöglichen Signalpegel einzustellen, bei dem gerade noch keine Verzerrungen (Clipping) auftreten. Mittels des kleinen Messgerätes Gain-Maxx lassen sich alle in Reihe geschalteten Geräte auf einfache Weise aufeinander abstimmen.

Prozessor-Netzteil PPS 7330

Das neue Netzteil PPS 7330 erweitert die ELV-Angebotspalette um ein prozessor-gesteuertes Netzgerät mittlerer Leistung im meistgenutzten Bereich von 0 - 30V bei einer Strombelastbarkeit von 3 A. Die Prozessorsteuerung gewährleistet eine einfache Bedienbarkeit. Für eine sehr gute Signalqualität sorgen schnelle analoge Regelstufen.

HF-Verstärker RFA 403

Die ein- und ausgangsseitig auf 50 Ω angepasste Verstärkerschaltung findet im Bereich der HF-Messtechnik, im CB- oder Amateur-

funkbereich usw. Anwendung. Der HF-Verstärker bietet eine Pegelanhebung von ca. 19 dB bei einem maximalen Ausgangspegel von ca. +20 dBm, entsprechend 100 mW, über einen Frequenzbereich von 10 MHz bis in den GHz-Bereich hinein.

Takt- und Impulszähler UTZ 100

Immer wieder steht der Praktiker vor dem Problem, Ereignisse zählen zu müssen. Für diese eher simple Aufgabe ein passendes einfaches Messgerät zu finden, ist oft nicht ganz so einfach.

Mit der 6-stelligen Anzeige bietet der universelle Takt- und Impulszähler die Möglichkeit, bis zu 999.999 Ereignisse zu zählen. Weitere Features, wie die Auswahl der Triggerflanke und die Einstellung des Triggerlevels, die Möglichkeit, die Zählrichtung manuell oder über einen separaten Eingang zu steuern usw., machen den neuen Takt- und Impulszähler vielseitig einsetzbar.

Mini-Schaltungen

FET-Tester

Wir stellen eine einfache Testschaltung zum Überprüfen von FET- sowie MOSFET-Transistoren vor. Getestet wird die Schaltfunktion des Transistors, wobei sowohl selbstleitende als auch selbstsperrende, sowie N- und P-Kanal-Typen überprüfbar sind.

S-VHS nach FBAS-Wandler

Mit diesem Wandler werden die einzelnen Komponenten (Y/C) eines S-VHS-Signals wieder zu einem FBAS-Signal zusammengefügt. So lassen sich z. B. Laptops mit einem TV-Ausgang, die meist aus Platzgründen nur

über einen S-VHS-Ausgang (Mini-DIN) verfügen, an ein „normales“ Fernsehgerät mit Scart-Anschluss anschließen. Das Abspielen einer DVD auf dem Laptop ist somit kein Problem mehr. Durch die aktive Mischung der beiden Komponenten wird gewährleistet, dass die Bildqualität nicht negativ beeinträchtigt wird, wie es bei einfachen passiven Konvertern oft der Fall ist.

Modellbahn-Aufenthaltstimer MAT 6

Im Modellbahn-Bereich gibt fast unbegrenzte Möglichkeiten im Hinblick auf die Erweiterbarkeit einer Anlage. Viele Funktionen werden

heute (speziell und teuer) mittels digitaler Steuerpulte und PCs automatisiert. Der MAT 6 realisiert hingegen auf kostengünstige Art einen automatischen, zeitgesteuerten Aufenthalt des Modellzuges im Bahnhof und ist für fast jede herkömmliche Modellbahn geeignet.

SMD-Temperaturschalter

Kleine SMD-Schaltung für die einfache Realisierung einer Temperaturüberwachung. Beim Überschreiten der eingestellten Temperatur wird ein Schaltausgang aktiviert. Als Temperatursensor dient ein auch abgesetzt installierbarer NTC-Sensor.

Info-Serien

So funktioniert's:

Nicht mehr ohne Platte - Digitale Videorecorder



Sie werden die VHS-Kassette wohl bald ganz verdrängen - die digitalen Festplattenrecorder

sind auf dem Vormarsch. Alles über Technik, Ausstattung und ein Angebotsüberblick.

SMDs richtig verarbeiten

Wir zeigen in einem Grundsatzbeitrag den richtigen Umgang, das Identifizieren, Löten und Entlöten mit SMD-Bauteilen.

Steckverbinder auf einen Blick

In der täglichen Praxis sucht man immer wieder nach dem Belegungsschema von Steckverbindern. Unsere Übersicht zeigt alle gängigen Steckverbinder von Audio über

Computer bis Telekommunikation und ihre Belegung.

Haus- und Heizungssteuerung kompakt - ELV Funk-Haus-Zentrale FHZ 1000

Die FHZ 1000 sorgt nicht nur für modernstes, funkgesteuertes Energiemanagement bei der Heizungssteuerung, sondern kann auch als sogar per Telefon fernsteuerbare Funk-Schaltzentrale für das FS 20-System agieren. Wir stellen das System, seine Technik und die umfangreichen Einsatzmöglichkeiten ausführlich vor.

PC-Technik

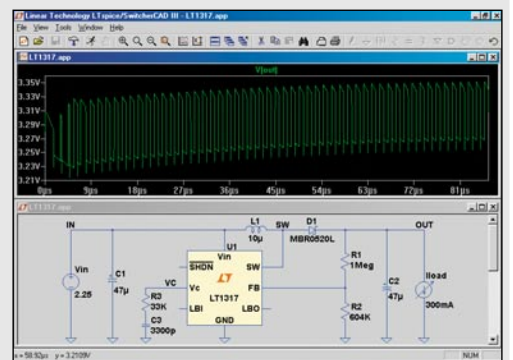
Software auf Achse

Wir kaufen heute eigentlich kein Auto mehr, sondern eine Hardware auf Rädern. Software, sowie deren Qualität und Erweiterbarkeit spielen eine immer größere Rolle in unseren mit Computern reich bestückten Autos. Navigation, Telematik, Möglichkeiten zur Personalisierung und Individualisierung des Automobils sind dabei, ebenso Anwendungen wie die Anpassung von Fahr- und Antriebssystemen oder der Klimatisierung an den neuesten Stand.

Wie aktiv sich die Autoindustrie dem noch neuen Geschäftszweig „Software-Update“ widmet, zeigt unser Artikel.

Simulationssoftware SwitcherCAD III

Die Simulation elektronischer Schaltungen ist in der industriellen Entwicklung schon seit Jahrzehnten Standard. Linear Technology bietet mit dem neuen SwitcherCAD III eine kostenlose Simulationssoftware an, die einigen professionellen Systemen in der Funktionalität durchaus das Wasser reichen kann. Der Artikel gibt einen Einblick in die Möglichkeiten und die Bedienung der Software und begleitet den interessierten Leser zu seiner ersten eigenen simulierten Schaltung.



Einzelraumregelung ohne Netz und Kabel



- **Max. WärmeKomfort - Min. Energieverbrauch**
- **Thermostat entkoppelt vom Stellantrieb, dadurch keine Messwertverfälschung (misst im Raum, nicht am Heizkörper!)**
- **Ohne Netz und Kabel -> Einfache Installation**
- **Steuert bis zu 8 Heizkörper pro Raum**
- **Individuell programmierbare Tages-/Wochenprogramme mit klaren Menüstrukturen**
- **Einfache Bedienung, vorprogrammiert**
- **Thermostat vom Wandhalter per Schnellverschluss abnehmbar**

Kinderzimmer

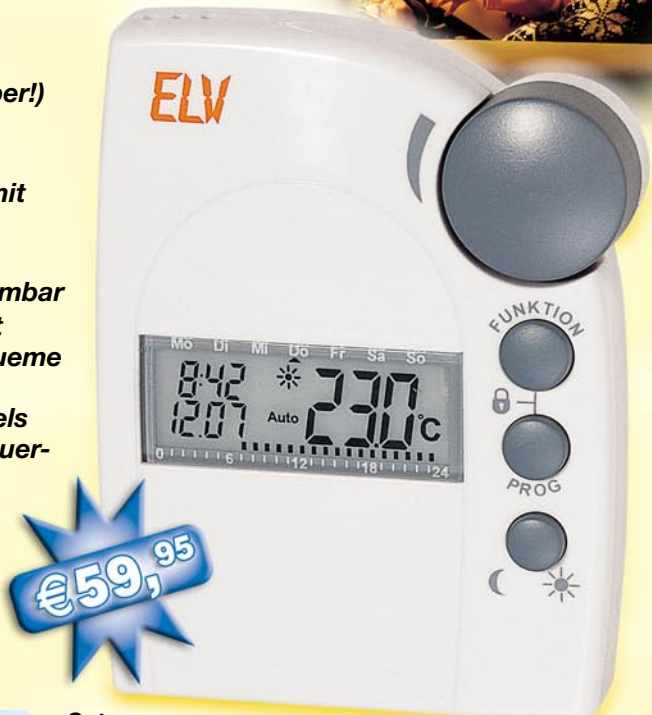
Bad

Schlafzimmer

Wohnzimmer

• **Modernes Design mit großem Display, bequeme Eingabe-/Abfrage-Funktion mittels zentralem Steuer-rad**

Technische Daten:
 Reichweite (Freifeld): 100 m
 • Stellantriebe pro Bedienteil: maximal 8 • Funkfrequenz: 868,35 MHz • Stromversorgung: 2 Alkaline-Mignon-Batterien je Einheit • Batterie-Lebensdauer: ca. 2 Jahre • Temperaturbereich: 6 °C bis 30 °C • Anzahl der Schaltzeiten: 4 pro Tag bzw. 28 pro Woche



Set:
 • 1 Bedienteil • 1 Stellantrieb mit Adapterset • 1 Satz Batterien
 26-467-55 **€ 59,95**

Stellantrieb einzeln (inkl. Batterien und Adapter)
 26-463-37 **€ 35,50**

Funk-Heizkörper-Thermostat

Hohe Funktionssicherheit
 durch Funkübertragung im besonders sicheren 868-MHz-Band.



◀ Bequeme Bedienung

Das vom Stellantrieb unabhängig an beliebiger Stelle platzierbare Bedienteil ist mit einem praktischen Wandhalter versehen und kann zur bequemen Programmierung jederzeit auch in die Hand genommen werden. Kein Ärger mehr mit mühseliger Bedienung, schlechter Ablesbarkeit und mangelnder Regelfunktion durch schwer zugängliche und versteckt in Nischen oder hinter Vorhängen angebrachte Thermostate!



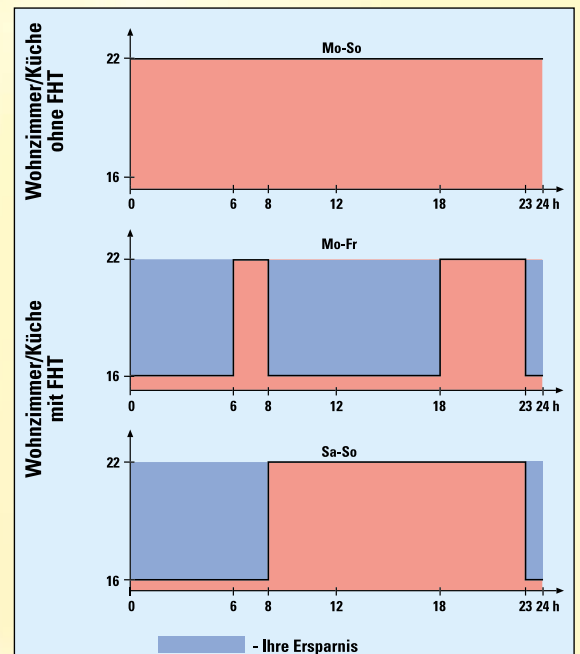
▶ Problemlose Installation

Das System arbeitet batteriebetrieben und per Funkübertragung. Daher ist keinerlei Kabelverlegung oder Netzanschluss erforderlich. Der Austausch des alten Ventilkopfes gegen den elektronischen Stellantrieb ist ganz einfach und auch von technisch Ungeübten mit wenigen Handgriffen erledigt (ein Ablassen des Wassers vom Heizkörper ist nicht nötig). Durch beiliegende Adapter passend für alle gängigen Heizkörperventile. Bitte beachten: Der Betrieb mit Fußbodenheizungen ist nicht möglich.

• **Individuell programmierbare Tages- und Nachtprogramme - für jeden Wochentag getrennt möglich** • **Zur einfachen Inbetriebnahme bereits vorprogrammierte Zeiten** • **Individuelles Wochenprogramm einstellbar** • **Mehrere Heizkörper innerhalb eines Raums mit einem Bedienteil regelbar** • **Urlaubs-/Party-Funktion zur vorübergehenden Temperaturänderung** • **Wöchentliche Kalkschutzfunktion verhindert das Festsetzen des Ventils** • **Warnmeldung bei schwächer werdender Batterie** • **Frostschutzfunktion** • **Tastensperre gegen unbeabsichtigtes Verstellen** • **Automatische Sommerzeit-/Winterzeit-Umstellung** • **Not-Bedienmöglichkeit von Hand**

▼ Angenehme Wärme und Energie sparen

Dieses neuartige Funk-Heizkörperthermostat-System bietet zahlreiche Vorteile gegenüber konventionellen Thermostaten. Ein individuell anpassbares Wochenprogramm ermöglicht die Heizkörperregelung für jeden einzelnen Raum nach Ihren persönlichen Wünschen und Nutzungsgewohnheiten.



Entwickelt auf Basis **Funk-** Mikroprozessor-
 neuester **und Funktechnologie**

Alarmanlage FAZ

In Zeiten hoher Kriminalität und steigender Anzahl von Einbrüchen, Diebstahl etc. wird die Absicherung des Eigentums ein immer wichtigerer Gesichtspunkt. Ein Großteil aller Straftaten sind Eigentums- und Vermögensdelikte mit dem Schwerpunkt Einbruchskriminalität. Durch die Installation einer Alarmanlage ist bereits mit relativ geringem Kostenaufwand ein wirksamer Schutz realisierbar. Die Installation einer herkömmlichen drahtgebundenen Alarmanlage ist jedoch mit großem Aufwand verbunden. Eine Alternative dazu stellt eine Funk-Alarmanlage dar, die aufgrund der Funkübertragung besonders einfach und schnell zu installieren ist. Das aufwändige Ziehen von Kabeln entfällt fast vollständig. Dies vereinfacht gerade den nachträglichen Einbau einer Alarmanlage.

**868 MHz
 bidirektional**



Start-Set

- Funk-Alarmzentrale FAZ 3000-Z
- Funk-Fernbedienung FAZ 3000-FB
- Funk-Tür-/Fenstermelder FAZ 3000-TF
- Funk-Bewegungsmelder FAZ 3000-PIR

€ 249,-

26-466-00

rundum sichern



Funk-Sirenen-Ansteuerung
 Zum zusätzlichen Anschluss einer Sirene an einem beliebigen Ort innerhalb der Funkreichweite.



Funk-PC-Interface
 Ermöglicht die Konfiguration, Fernsteuerung und Alarmauslösung (E-Mail, SMS...) per PC.



PIR-Funk-Bewegungsmelder
 Einstellbar bis 10 m/90°. Wand- und Eckmontage möglich.



Funk-Tür-/Fenstermelder
 mit Anschlussmöglichkeit für Glasbruchmelder.

Funk-Rauchmelder
 Mit einstellbarer Sensorempfindlichkeit und integriertem Signalgeber.



Schärfen/Entschärfen der Alarmanlage auch bequem per **Funk-Fernbedienung**.