

Aktuell
Großer
Leser-Wettbewerb

ELW[®]journal



Messtechnik

STEREO-UKW-PRÜFGENERATOR



Stereo-UKW-Prüfgenerator
PLL-Steuerung und LC-Display zeichnen dieses komfortable Gerät aus

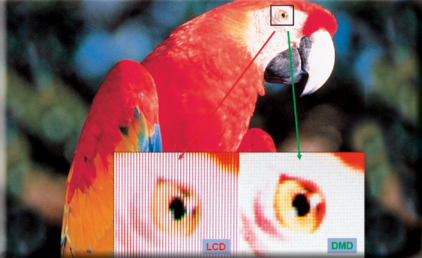
Audiotechnik

SMD-MIKROFONVERSTÄRKER MIT LIMITER UND RAUSCHSPERRE



SMD-Mikrofonverstärker
Verstärker in SMD-Technik mit Limiter und Rauschsperr

So funktioniert's



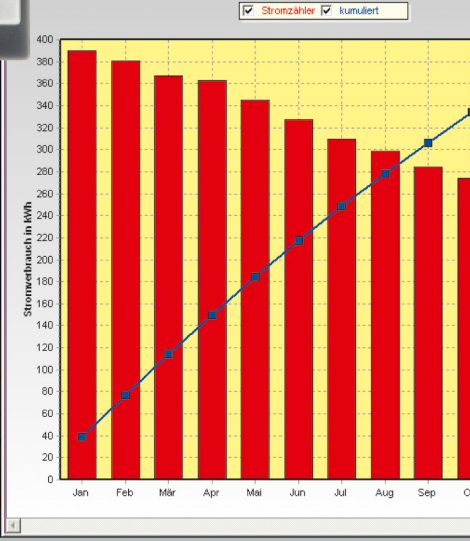
Digital Light Processing
2 Millionen Spiegel auf knapp 1 cm² erzeugen ein brillantes Farbbild. Ein Wunderwerk der Mikromechanik und -elektronik

DER ENERGIEBERATER!



VOR DEM SPAREN KOMMT DIE ANALYSE!

USB



Mehr Wissen in Elektronik

Haustechnik

- Funk-Energiemonitor mit Datenlogger
- 230-V-Ausschalttimer

Haustechnik

- Funk-Sound-Recorder
- HS485-I/O-Modul
- Funk-Alarmwähler

Audiotechnik

- Funk-Audio-Verteiler
- SMD-Mikrofon-Verstärker
- UKW-Prüfgenerator

Weitere Highlights

- Anwendungen mit der FS20-Funktechnik
- Oszilloskoptechnik

Schweiz Sfr 9.20 / Niederlande € 5,90 / Luxemburg € 5,80 / Belgien € 5,80 / Österreich € 5,95

Inhalt

Leser-Aktion FS20 76

Haustechnik

230-V-Ausschalttimer für den Einbau
in Zwischendecken..... 6
Funk-Energiemonitor mit Datenlogger
EM 1010 PC 23
Universal-Sound-Recorder
FS20 USR 1, Teil 2 48
Alarm-Wählgerät AW 50, Teil 2..... 59
▶ Elektronisches Codeschloss CS 1 65
Hausschaltssystem HS485
Hutschienenmodul HS485 IO127..... 68

Stromversorgung

Akku-Lade-Center ALC 5000 Mobile, Teil 2... 12
▶ Lithium-Polymer-Schutzschaltung LPS 1 30
Universal-Step-Up/Step-down-
Spannungswandler USW 525 54

Beleuchtung

▶ Pegelwandler für
Mini-RGB-/RGB-300-Farbwechsler 62

Audiotechnik

▶ SMD-Mikrofonverstärker
mit Limiter und Rauschsperrung 10
Funk-Digital-Audioverteiler DAV 4..... 33
Stereo-UKW-Prüfgenerator SUP 1..... 38

PC-Technik

Mikrocontroller-Einstieg mit myAVR, Teil 4..... 72

ELV-Serien

So funktioniert's:
Oszilloskop und Spektrum-Analyzer, Teil 2 18
Digital Light Processing (DLP™) 43

Rubriken

Die Neuen 82
Bestellhinweise,
Kundendienst, Impressum 113
Vorschau auf die nächste Ausgabe..... 114

▶ Almost Ready to Run: Platinen sind bestückt und getestet. Es sind nur noch Montagearbeiten und z. T. kleinere Lötarbeiten notwendig.

▶ besonders leicht nachbaubar



Großer Leserwettbewerb auf Seite 76!
**Wohnkomfort selbst gemacht –
das FS20-Funk-Steuersystem in der Praxis**

Unterstützt alle aktuellen Akku-Technologien:

NiCd, NiMH, Li-Ion, Li-Po, Pb

- 10-A-Ladestrom
- 20-A-Entladestrom
- USB-Schnittstelle
- Datenlogger
- Intelligente
- Akku-Erkennung



▶ Akku-Lade-Center ALC 5000 Mobile

Mobiler Universal-Lader der Superlative – für alle Akku-Technologien mit USB-Port, Datenlogger, PC-Software, Akku-Erkennung per Transponder ...

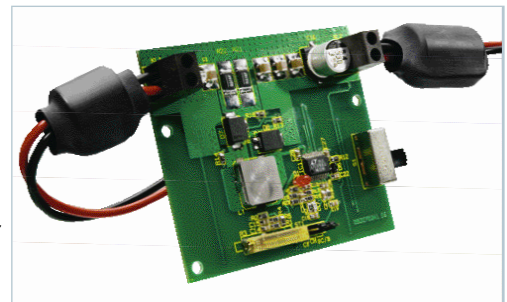
Seite 12



◀ Universal-IO-Modul HS485 IO127

Hutschienenmodul für das HS485-System, realisiert 12 digitale Eingänge und 7 Schaltgänge **Seite 68**

Spannungswandler USW 525
▶ Universal-Spannungswandler für alle Fälle, liefert aus 7–25 V eine Spannung von 4–25 V mit bis zu 5 A
Seite 54




Meldet jeden Manipulationsversuch

Ruft an, wenn's brennt

▶ Alarm-Wählgerät AW 50

Meldet automatisch jeden Manipulationsversuch am KeyMatic®-Codeschloss sowie vom RM-50-System erfasste Rauchentwicklung an bis zu 3 programmierte Telefonnummern **Seite 59**



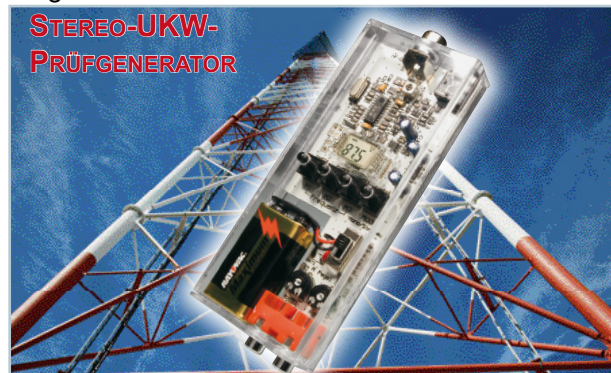
▲ **Funk-Energiemonitor mit Datenlogger**
Der neue Energiemonitor wertet die Daten des EM-1000-Systems vielfältig aus und enthält gleich noch den PC-Datenlogger für die Datenauswertung am PC **Seite 23**



▲ **SMD-Mikrofonverstärker**
Mini-Mikrofonverstärker mit Limiter und Rauschsperrung **Seite 10**

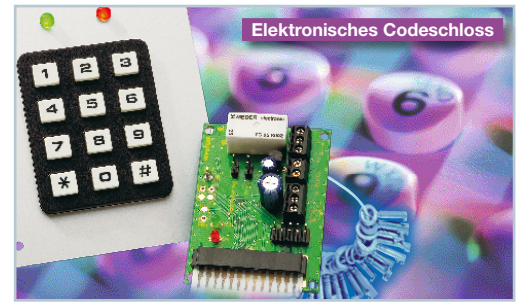


▲ **Ausschalttimer 230 V für Zwischendecken**
Universell einsetzbarer Ausschalttimer bis 21 Minuten mit Sensor-/Taster-Eingang – die ideale Ergänzung zum PIR 13 **Seite 6**



▲ **Stereo-UKW-Prüfgenerator SUP 1**
Komfortabler PLL-Testgenerator mit digitaler Einstellung und Frequenzanzeige **Seite 38**

Elektronisches Codeschloss CS 1
Einfach programmierbares und universell einsetzbares Tasten-Codeschloss **Seite 65**



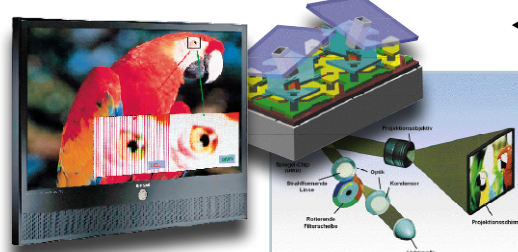
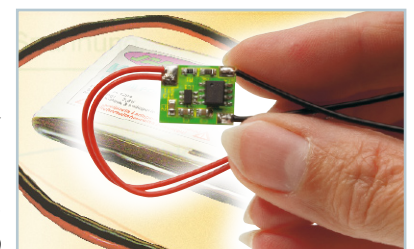
◀ **Funk-Digital-Audioverteiler DAV 4**
Per FS20-Sender fernsteuerbarer Audioverteiler mit 4 Eingängen und 2 Ausgängen (optisch/Koax) **Seite 33**

Universal-Sound-Recorder FS20 USR 1
Speichert 8 Soundfiles, viele Auslösemöglichkeiten, 2 x 8 W Ausgangsleistung, programmierbar **Seite 48**



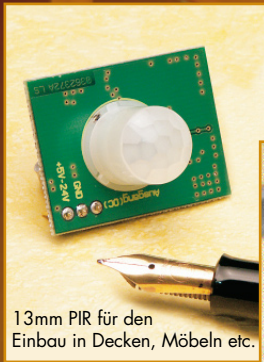
◀ **Pegelwandler für RGB 300**
Ermöglicht den Anschluss von RGB-LEDs mit gemeinsamer Katode an die ELV-Farbwechsler **Seite 62**

Lithium-Polymer-Schutzschaltung LPS 1
Schützt LiPo-Akkus vor Überladung und Tiefentladung **Seite 30**

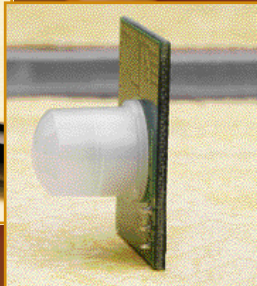


◀ **Digital-Light-Processing – DLP™**
Die Geschichte des Mikromechanik-Spiegelchips von TI zur digitalen Bildzeugung **Seite 43**

230-V-Ausschalttimer für den Einbau in Zwischendecken



13mm PIR für den Einbau in Decken, Möbeln etc.



Sensoreingang für PIR 13, Taster, Magnetschalter-Kontakte etc.

Schaltet Verbraucher nach einer einstellbaren Zeit automatisch wieder aus!

Zusammen mit dem ultrakompakten PIR-13-Bewegungsmelder-Modul entsteht mit diesem Baustein ein vollwertiger Netzspannungs-Bewegungsmelder, der sich nach Ablauf einer einstellbaren Zeit automatisch abschaltet. Der Ausschalttimer lässt sich aber auch durch Anschluss eines Tasters ganz einfach als Treppenhauslicht-Automat oder als Nachlaufsteuerung für WC-Lüfter verwenden. Aufgrund der extrem kompakten Bauform ist er auch hervorragend geeignet für die Montage an beengten Plätzen, z. B. in Zwischendecken.

Der PIR 13 bekommt Muskeln

Der kleine Bewegungsmelder PIR 13 ist durch seine winzigen Abmessungen, den weiten Versorgungsspannungsbereich und die geringe Stromaufnahme besonders universell einsetzbar und bietet sich geradezu für den Einsatz als automatischer Lichtschalter und die Montage in abgehängte Decken an. Bisher war dazu allerdings lediglich die FS20-Applikation FS20 SPIR zur Ansteuerung eines FS20-Funkempfängers verfügbar, dazu gibt es ein kleines Relaismodul für die Ansteuerung von Alarmanlagen oder kleinen Lasten im Niedervoltbereich.

Was bisher fehlte, war eine Applikation zum direkten Schalten „richtiger“ Lasten, also Netzlasten. Das löst jetzt der AT 230 ZD. Der Ausschalttimer bildet zum einen die Leistungsstufe und Spannungsversorgung

für (auch mehrere, parallel zu schaltende) PIR-13-Bewegungsmelder-Module, lässt sich aber auch mit anderen Schaltungen kombinieren oder einfach nur mit einem Taster oder Signalkontakt, z. B. einem Magnetschalterkontakt (Reed-Kontakt) zwischen Sensor-Eingang und Masse betreiben. Nach einem Tast-Signal am Eingang des Ausschalttimers (bzw. Signal vom PIR 13) wird der angeschlossene Verbraucher für die eingestellte Zeit eingeschaltet. Erfolgt während dieser Zeit weitere Tast-Signale, so verlängert sich die Einschaltzeit. Die Einschaltdauer ist über ein Jumperfeld in großen Stufen und mit einem Poti fein einstellbar. Der Einstellbereich umfasst dabei die Dauer von 10 Sekunden bis hin zu über 21 Minuten.

Zusätzlich zum Tast-Eingang stellt der Ausschalttimer auch eine stabilisierte Gleichspannung von 5V zur Verfügung, die die angeschlossenen Sensorschaltungen mit

bis zu 10 mA belasten dürfen. Dadurch ist der Anschluss des PIR-13-Moduls besonders einfach, wofür dem AT 230 ZD eigens ein konfektioniertes Verbindungskabel beiliegt. Es ist auch der Anschluss längerer Anschlusskabel möglich, ab 2 m Länge sollten diese jedoch abgeschirmt sein, um ungewollte Stör-Einstrahlungen und Fehlschaltungen zu vermeiden.

Anwendungen für den Einsatz des Ausschalttimers gibt es viele. So ergibt natür-

Technische Daten: AT 230 ZD	
Stromaufnahme:	10 mA
Sensorspeisung:	5 V/10 mA
Schaltausgang:	1 Schließer, 230 V ~/50 Hz/16 A
Einschaltdauer:	10 Sek. –21 Min.
Abmessungen (B x H x T):	130 x 49 x 33 mm (ohne Laschen)

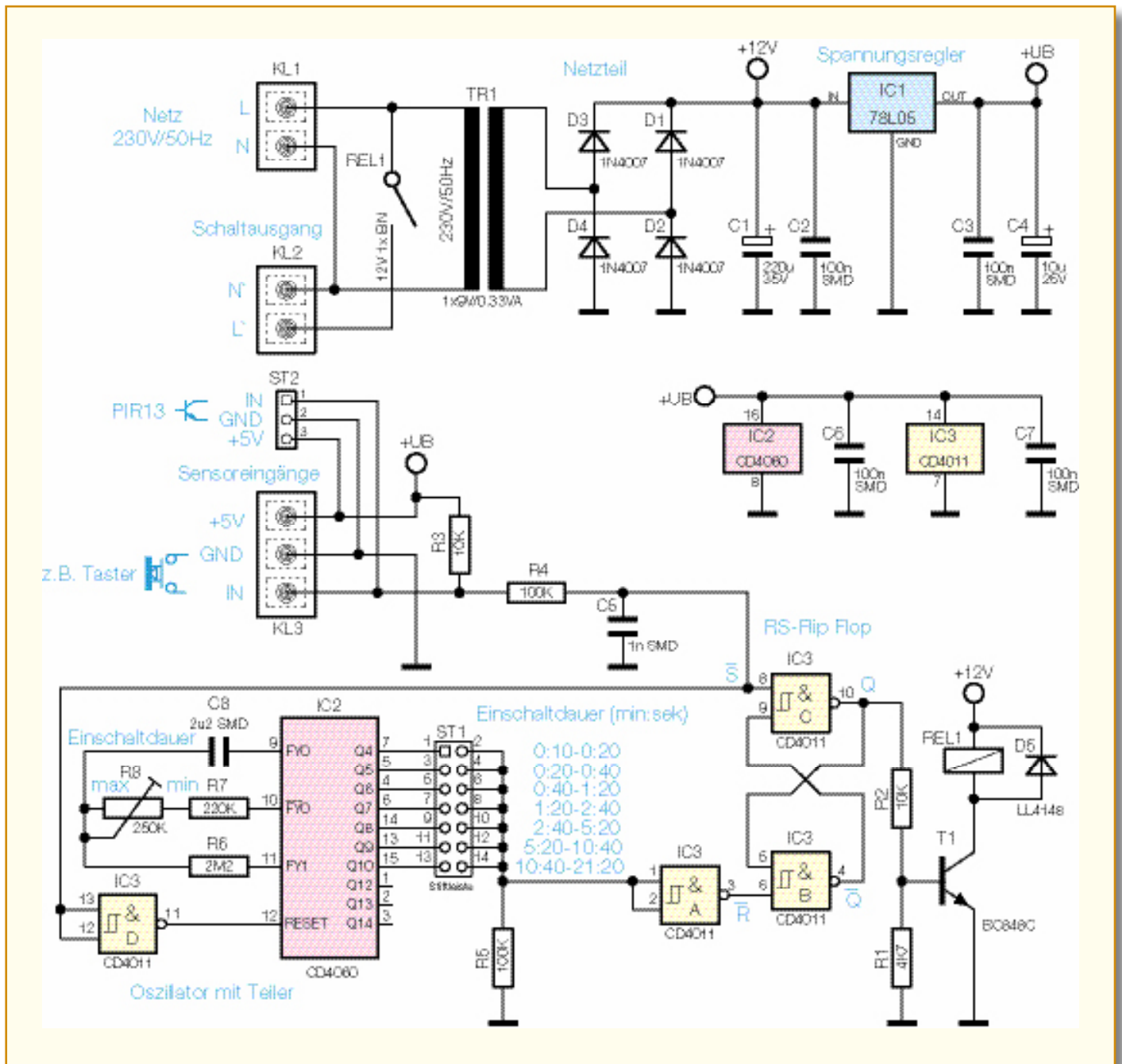


Bild 1: Das Schaltbild des AT 230 ZD

lich zunächst die Kombination PIR 13/ AT 230 ZD den Einsatz als automatische Raumbeleuchtung bei Betreten eines Raumes, z. B. Flur, Keller, Bad.

Aber auch das Ansteuern durch normale Taster und Momentkontakte lässt vielfältige Anwendungen zu. So kann man z. B. gleichzeitig mit dem Klingeltaster Außen- und Flurlicht für eine definierte Zeit einschalten. Oder man setzt das Gerät mit einer Tasterschaltung als Treppenlicht-Automaten ein.

Aufgrund der einfachen und leicht überschaubaren Schaltungstechnik mit geradezu schulmäßigen Anwendungen für ein RS-Flipflop und einen Teilerschaltkreis, bietet sich das Objekt auch als Einsteigerobjekt an, solange der Netzanschluss durch

einen dazu befugten Fachmann ausgeführt wird.

Schaltung

Die Schaltung des Ausschalttimers (Abbildung 1) zeigt sich mit nur wenigen Bauelementen sehr übersichtlich.

Beginnen wir mit der Spannungsversorgung. TR 1 stellt eine Wechselspannung von 9 V zur Verfügung, die mit D 1 bis D 4 sowie C 1 gleichgerichtet und gepuffert wird. Die so erzeugte unstabilisierte Gleichspannung dient als Arbeitsspannung für das Relais. Da die Leerlaufspannung des Transformators, also ohne Belastung durch das Relais, deutlich höher als 9 V liegt, ist für C 1 eine entsprechende Spannungsklasse

vorgesehen. Aus dieser Spannung erzeugt der Spannungsregler IC 1 die stabilisierte Gleichspannung von 5 V, die den verwendeten ICs als Betriebsspannung dient und aus der auch externe Schaltungen mit einer Stromaufnahme bis zu 10 mA betrieben werden können.

Kernstück der Schaltung sind das aus NAND-Gattern aufgebaute RS-Flipflop IC 3 und der Oszillator mit integriertem Teiler IC 2.

Befindet sich die Schaltung im Ruhezustand, so ist der Ausgang Q des Flipflops (Pin 10 von IC 3) auf „low“ geschaltet und das Relais somit nicht aktiviert. Gleichzeitig führen die Eingänge /S sowie /R und Ausgang /Q High-Pegel. Da der interne Oszillator und damit der Zähler von IC 2

ständig läuft, sorgt er über den entsprechend ausgewählten Zählerausgang für gelegentliche kurze Low-Impulse am invertierten Reset-Eingang des Flipflops, die im Ruhezustand jedoch ohne Bedeutung sind.

Tritt nun durch einen Tast-Impuls am Sensor-Eingang ein Low-Impuls an /S des Flipflops auf, so sind nicht mehr beide Eingänge des NAND-Gatters C von IC 3 auf High-Pegel, weshalb der Ausgang Q (Pin 10) auf High-Pegel wechselt und über T 1 das mit der Freilaufdiode D 5 versehene Relais einschaltet. Jetzt befinden sich auch

beide Eingänge des NAND-Gatters B von IC 3 auf High-Pegel, weshalb /Q auf „low“ wechselt und der Ausgang Q von Gatter IC 3 C auch seinen Zustand hält, wenn der Sensor-Eingang und damit /S wieder zurück auf High-Pegel wechseln.

Durch den Tast-Impuls am Sensor-Eingang wird gleichzeitig über den Inverter IC 3 D ein Reset des Zählers von IC 2 verursacht, der nach dem Tast-Impuls wieder bei null zu zählen beginnt. Nach einem Reset sind die Ausgänge dieses Zählers, die den Zählerstand in binärer Form

ausgeben, alle auf Low-Pegel geschaltet. Wird der mit dem Jumper auf ST 1 ausgewählte Zählerstand erreicht, so wechselt der entsprechende Zählerausgang von IC 2 auf High-Pegel, wodurch der Eingang /R des Flipflops (durch die Invertierung mit IC 3 A) auf „low“ geschaltet wird und damit die Schaltung wieder in den Ruhezustand bringt. Die Oszillatorfrequenz von IC 2, die als Zeitbasis für die Einschaltdauer dient, lässt sich dabei mit dem Poti R 8 zwischen 0,4 Hz und 0,8 Hz einstellen. Zusammen mit der groben Zeitvorwahl über das Jumperfeld lassen sich so sehr genau Ausschaltzeiten von 10 Sekunden bis über 21 Minuten einstellen.

Nachbau

Der Aufbau der Schaltung erfolgt in gemischter Bauweise auf einer doppelseitig bestückten Platine mit den Abmessungen 110 x 42 mm. Während auf der Oberseite nur wenige bedrahtete Bauteile zu bestücken sind, trägt die Unterseite die bereits bestückten SMD-Bauteile.

Somit gestalten sich die Bestückung und der Aufbau der Platine sehr einfach, da die bereits bestückten SMD-Bauteile lediglich einer Abschlusskontrolle auf Bestückungsfehler, vergessene Lötstellen usw. zu unterziehen sind.

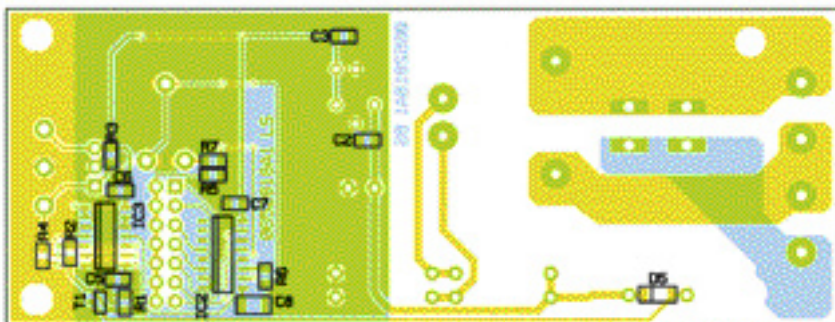
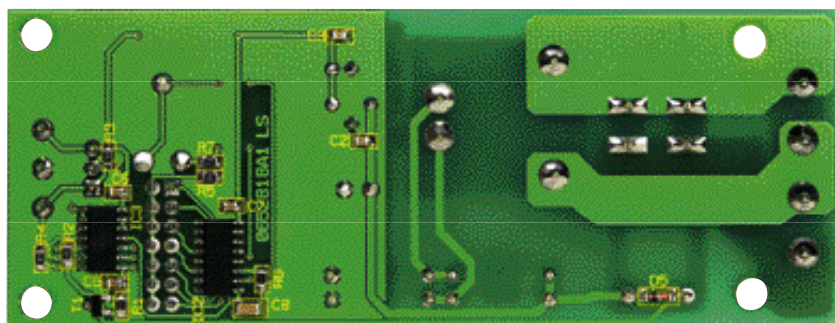
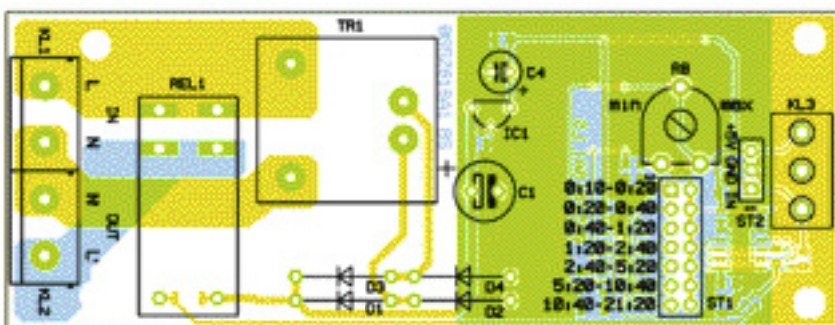
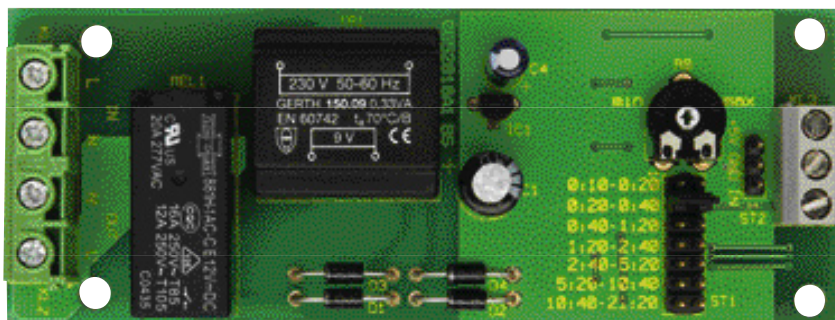
Der Aufbau erfolgt anhand des Bestückungsplans, der Stückliste, des Bestückungsdrucks und der Platinenfotos.

Die Bestückung beginnt mit den Gleichrichterdiode D 1 bis D 4. Deren Anschlüsse sind entsprechend dem Rastermaß abzuwinkeln und polrichtig in die Platine einzusetzen. Die aufgedruckten Gehäuseringe sind die Katoden.

Nach dem Verlöten und Kürzen der Anschlüsse auf der Platinenunterseite folgt nun das Einsetzen des Trimmers R 8 sowie das Bestücken von IC 1, C 1 und C 4. Während sich die Einbaulage von IC 1 automatisch aus dem Layout und dem Bestückungsplan ergibt, ist bei den Elkos darauf zu achten, dass diese polrichtig bestückt werden (Minuspol am Gehäuse gekennzeichnet).

Jetzt folgt das Einsetzen und Verlöten der Stiflleisten ST 1/ST 2. Diese sind bis zum Aufsetzen des Kunststoffkörpers einzusetzen und die Anschlüsse sind möglichst schnell zu verlöten, um die Kunststoffkörper nicht zu beschädigen.

Schließlich erfolgt das Bestücken von TR 1 und des Relais. Beide sind bis zum Aufsetzen des Gehäuses in die entsprechenden Bohrungen einzusetzen und die Anschlüsse sollten mit reichlich Lötzinn verlötet werden. Dies gilt auch für die nun einzusetzenden Schraubklemmen KL 1 bis KL 3. Damit ist die Bestückung der Platine beendet.



Ansicht der fertig bestückten Platine des AT 230 ZD mit zugehörigem Bestückungsplan, oben von der Bestückungsseite, unten von der Lötseite

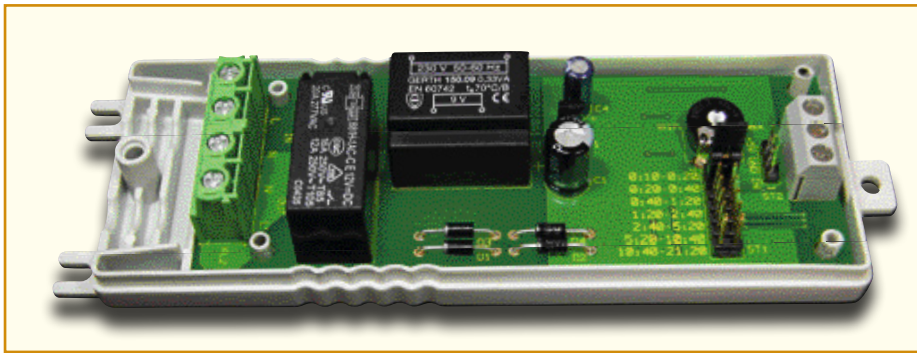


Bild 2: Unterschale mit eingelegerter Platine

Nach einer Kontrolle auf Bestückungs- und Lötfehler ist die Platine nun in die Unterschale des Gerätegehäuses einzulegen, wie es in Abbildung 2 zu sehen ist. Danach wird die Oberschale aufgelegt und mit den beiliegenden Schrauben mit der Gehäuseunterseite verschraubt. Abbildung 3 zeigt das fertig montierte Gerät. Nun platziert man das Gerät am vorgesehenen Einsatzort und schließt zunächst die Taster- oder Kontaktleitung an KL 3 an.

Beim Anschluss des PIR-13-Moduls ist darauf zu achten, dass das Kabel am PIR-13-Modul so angeschlossen wird, dass der 5-V-Ausgang des AT 230 ZD mit dem



Achtung!

Installationsarbeiten an Elektroinstallationen dürfen nur von Fachkräften des Elektrohandwerks durchgeführt werden. Die einschlägigen VDE- und Sicherheitsvorschriften sind zu beachten!

Spannungseingang (+5V–24V) des Moduls verbunden ist und der Ausgang des PIR 13 mit dem Eingang (IN) des Ausschalttimers korrespondiert (Abbildung 4).

Die Netz- und Lastleitungen sind bei einer ortsfesten Montage auch als ortsfeste,

starre Verdrahtung mit einer Belastbarkeit entsprechend der anzuschließenden Last auszuführen. Dazu gehört auch, dass der Ausschalttimer an seinem Einsatzort über die Befestigungskralen sicher zu verschrauben ist. Die auf 6 mm abzuisolierenden Leitungsenden sind in den entsprechenden Schraubklemmen fest zu verschrauben.

Abschließend wird dann die Abschlusskappe des Gehäuses aufgesetzt und mit dem Gehäuse verschraubt. Dabei ist darauf zu achten, dass die Netz- und Lastleitung durch die als Zugentlastung dienenden Klemmrippen des Gerätegehäuses sicher erfasst und fixiert sind.

Nach der Anwahl der gewünschten Ausschaltzeit über den Jumper und das Poti kann der Ausschalttimer jetzt in Betrieb genommen werden. **ELV**

Stückliste:
230-V-Ausschalttimer für Zwischendecke AT 230 ZD

Widerstände:

4,7 kΩ/SMD/0805	R1
10 kΩ/SMD/0805	R2, R3
100 kΩ/SMD/0805	R4, R5
220 kΩ/SMD/0805	R7
2,2 MΩ/SMD/0805	R6
PT10, liegend, 250 kΩ	R8

Kondensatoren:

1 nF/SMD/0805	C5
100 nF/SMD/0805	C2, C3, C6, C7
2,2 µF/SMD/1206	C8
10 µF/25 V	C4
220 µF/35 V	C1

Halbleiter:

78L05	IC1
CD4060/SMD	IC2
CD4011/SMD	IC3
BC848C	T1
1N4007	D1–D4
LL4148	D5

Sonstiges:

- Schraubklemmleiste, 2-polig, 24 A/500 V
- KL1, KL2
- Schraubklemmleiste, 3-polig, print
- KL3
- Leistungsrelais, 12 V, 1 x ein, 16 A
- REL1
- Trafo, 1 x 9 V/36,6 mA, print
- TR1
- Stiftleiste, 2 x 7-polig, gerade, print, 13,9 mm
- ST1
- Stiftleiste, 1 x 3-polig, gerade, print
- ST2
- 1 Jumper
- 1 Verbindungskabel mit Steckern, 2 m
- 1 Gehäuse, komplett, bearbeitet und bedruckt



Bild 3: So sieht das fertige Gerät aus, nachdem der Gehäusedeckel montiert wurde.

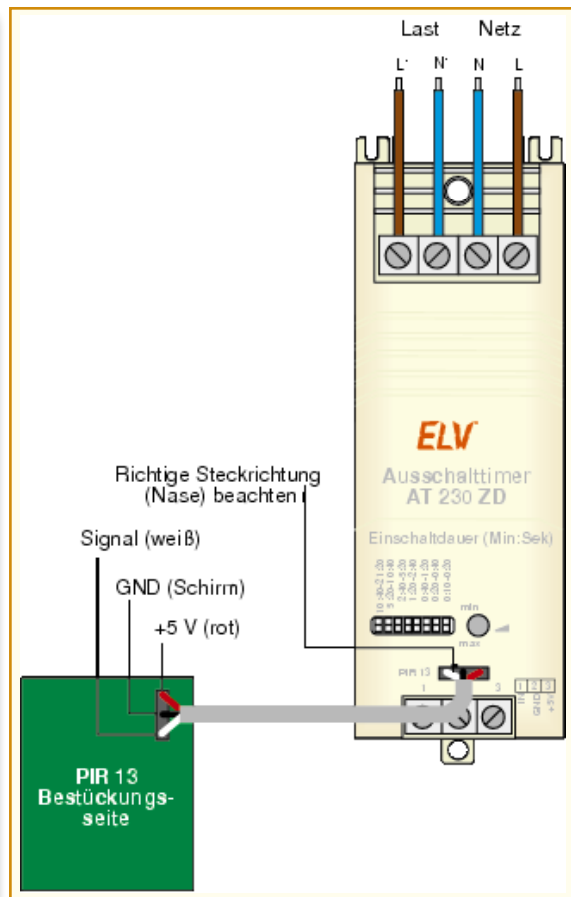


Bild 4: Anschluss des PIR 13 an den Ausschalttimer mit dem mitgelieferten Kabel. Zu beachten ist die exakte Zuordnung der Adern des Anschlusskabels.



SMD- MIKROFONVERSTÄRKER MIT LIMITER UND RAUSCHSPERRE

Ein kleiner Mikrofonverstärker in SMD-Technik, der es in sich hat. Zu den Besonderheiten zählt eine automatische Verstärkungsregelung (ALC), die eine Übersteuerung verhindert, und eine einstellbare Rauschsperr (Noise Gate), die beim Unterschreiten eines bestimmten Geräuschpegels den Ausgang „stumm“ schaltet.

Superkompakter Tausendsassa

Ein Mikrofonverstärker ist eines der klassischen Selbstbauprojekte und auch in der heutigen Zeit aus keinem Bausatzangebot wegzudenken. Aber trotz dieses klassischen Angebotes gibt es auch an solch einem Projekt immer noch etwas, was man verbessern kann, um den Gebrauchswert zu erhöhen.

Genau das haben wir bei diesem kleinen Mikrofonverstärker getan. Er ist nicht nur so kompakt, dass er noch bequem in ein vorhandenes Mikrofongehäuse passt, er sticht auch mit einigen praktischen Funktionen hervor, die den Umgang mit dem Mikrofon sehr erleichtern.

Der Einsatz ist sowohl mit 2-poligen Elektret-Mikrofonen als auch mit 3-poligen Mikrofonen, mit oder ohne integrierten Verstärker, möglich.

Durch den Einsatz eines sehr innovativen und speziellen ICs, des SSM2167 von Analog Devices konnten die bereits erwähnten Zusatzfunktionen auf einfache Weise realisiert werden.

Die automatische Verstärkungsregelung sorgt dafür, dass der maximale Ausgangspegel immer konstant bleibt, auch wenn das Mikrofon sehr laut besprochen wird. So vermeidet man Übersteuerungen ebenso wie eine mangelhafte Übertragung bei leisem Besprechen.

Die automatische, in ihrem Einsatzpunkt einstellbare Rauschsperr verhindert lästige Störgeräusche, wenn das Mikrofon nicht besprochen wird, und sorgt für ein Abschalten des Signals, bis der eingestellte Mindestpegel wieder überschritten wird.

Der realisierte Frequenzbereich der Schaltung beginnt bei 180 Hz und endet bei 15 kHz. Warum wurde die untere Grenzfrequenz so relativ hoch gewählt? Auf diese Weise werden sehr viele störende Geräusche, wie Windgeräusche oder das typische „Rumpeln“, wenn das Mikrofon in der Hand bewegt oder gar abgelegt wird, wirkungsvoll unterdrückt. Das trifft auch für die so genannten Pop-Geräusche zu.

Für die Sprachübertragung ist der Frequenzverlauf vollkommen ausreichend. Selbst professionelle Sprach- und Gesangsmikrofone haben meist ein eingebautes, vielfach auch schaltbares Hochpassfilter.

Noch tiefer müssen eigentlich nur

Studiomikrofone gehen, die für Musikaufzeichnungen eingesetzt werden – hier greifen aber bereits zahlreiche akustische und mechanische Maßnahmen, um Störgeräusche zu unterdrücken.

Schaltung

Das Schaltbild für den Mikrofonverstärker ist in Abbildung 1 dargestellt. Um alle Features der Schaltung technisch realisieren zu können, kommt man, wie erwähnt, um einen hochintegrierten Schaltkreis nicht herum. Die Fa. Analog Devices hat hierfür den integrierten Verstärker mit der Typenbezeichnung SSM2167 (IC 1) entwickelt. Um die Funktionsweise besser verstehen zu können, ist in Abbildung 2 zusätzlich das Blockschaltbild abgebildet.

Betrachten wir die Schaltung und den Signalverlauf im Detail. Der Mikrofonanschluss ist universell ausgelegt, d. h., es kön-

Technische Daten:	
Spannungsversorgung:	2,5 V _{DC} bis 5,5 V _{DC}
Stromaufnahme:	4 mA
Eingang:	Elektret-Mikrofon 2- oder 3-pol.
Ausgänge:	Line-out
Frequenzbereich:	180 Hz bis 15 kHz (-3dB)
Sonstiges:	ALC/Rauschsperr (Noise Gate)
Abmessungen (Platine):	11 x 31 mm

nen sowohl 2-polige als auch 3-polige Mikrofone mit oder ohne Verstärker angeschlossen werden. Der Anschlusspunkt ST 1, der über R 1 und R 2 mit der Betriebsspannung verbunden ist, dient zur Versorgung von Elektret-Kapseln, die standardmäßig mit einem Impedanzwandler ausgestattet sind. Bei 2-poligen Elektret-Mikrofonen wird mit dem Jumper JP 1 die Verbindung zur Betriebsspannung hergestellt.

Das vom Mikrofon kommende Signal wird zunächst mit dem Transistor T 1 ver-

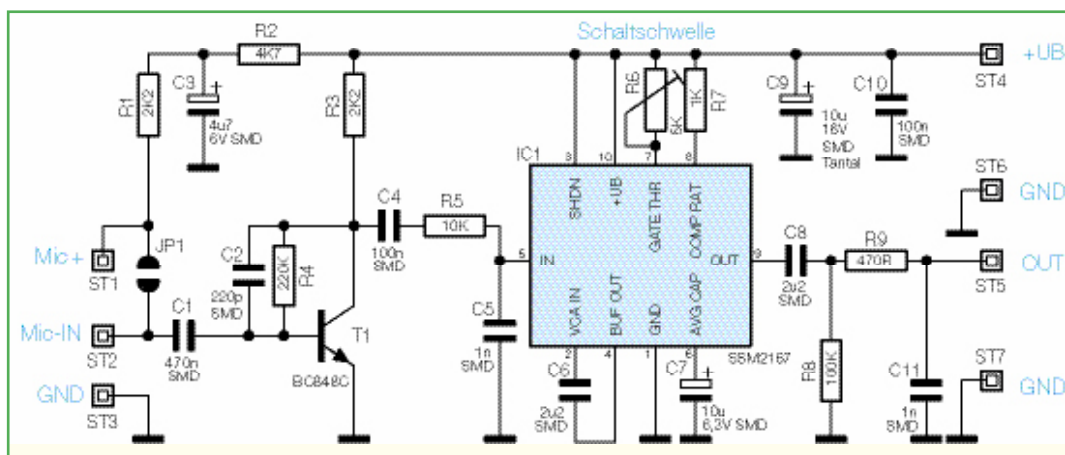


Bild 1: Schaltbild des Mikrofonverstärkers

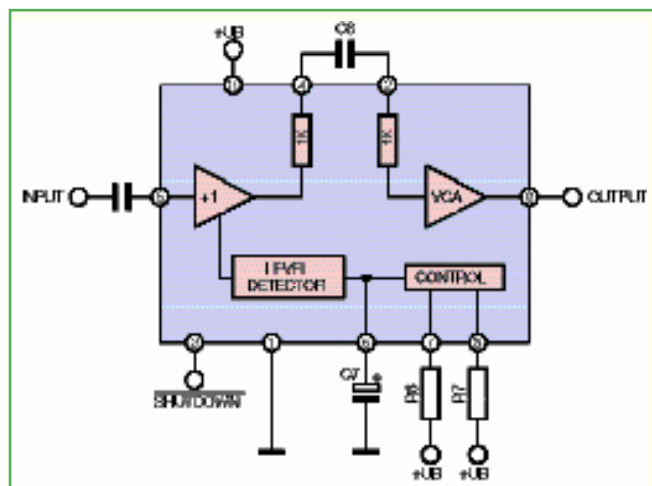


Bild 2: Das Blockschaltbild des SSM2167

Nachbau

Die Platine wird bereits mit SMD-Bauteilen bestückt geliefert, so dass nur die Mikrofonkapsel angeschlossen werden muss und der mitunter mühsame Umgang mit den kleinen SMD-Bauteilen somit entfällt. Hier ist lediglich eine abschließende Kontrolle der bestückten Platine auf Bestückungsfehler, eventuelle Lötzinnbrücken, vergessene Lötstellen usw. notwendig.

Inbetriebnahme

Das mitgelieferte Mikrofon wird an die Anschlussklemmen ST 2 und ST 3 angeschlossen. Die Verbindungsleitungen zwischen Mikrofon und Platine sollten so kurz wie möglich gehalten werden und nicht länger als 15 cm sein. Sehr gute Dienste leistet hier eine abgeschirmte Leitung. Bei Verwendung dieser 2-poligen Mikrofonkapsel ist der Jumper JP 1 durch Auflöten von etwas Lötzinn kurzzuschließen.

Die Anschlussbelegung von 2- bzw.

stärkt und gelangt dann über C 4 und R 5 auf den Eingang Pin 5 von IC 1. Der im Blockschaltbild als „Level Detector“ gekennzeichnete Block ist ein Gleichrichter, der eine Gleichspannung erzeugt, deren Höhe proportional zum Signalpegel ist. Der externe Kondensator C 7 an Pin 6 dient als Siebelko und bestimmt auch die Zeitkonstante der Regelung. Mit Hilfe des spannungsgesteuerten Verstärkers (VCA = Voltage Controlled Amplifier) kann das Ausgangssignal in der Amplitude beeinflusst werden. Die Regelung übernimmt der gekennzeichnete „Control“-Block. Über den an Pin 7 angeschlossenen Widerstand (Trimmer R 6) wird die Schaltschwelle für die Rauschsperrung eingestellt. Mit dem Widerstand R 7 wird der Kompressionsfaktor festgelegt. Über den Koppelkondensator C 8 und den Widerstand R 9 gelangt das Signal auf den Ausgangsanschluss ST 5.

Stückliste: SMD-Mikrofonverstärker

Widerstände:

470 Ω/SMD	R9
1 kΩ/SMD	R7
2,2 kΩ/SMD	R1, R3
4,7 kΩ/SMD	R2
10 kΩ/SMD	R5
100 kΩ/SMD	R8
220 kΩ/SMD	R4
SMD-Trimmer, 5 kΩ	R6

Kondensatoren:

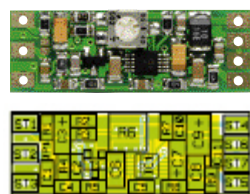
220 pF/SMD	C2
1 nF/SMD	C5, C11
100 nF/SMD	C4, C10
470 nF/SMD	C1
2,2 µF/SMD	C6, C8
4,7 µF/6 V/tantal/SMD	C3
10 µF/6,3 V/tantal/SMD	C7
10 µF/16 V/SMD	C9

Halbleiter:

SSM2167/SMD	IC1
BC848C	T1

Sonstiges:

1 Elektret-Einbaukapsel, 2-pol.	ST1-ST3
6 cm Schaltdraht, versilbert	



Ansicht der fertig bestückten Platine mit zugehörigem Bestückungsplan

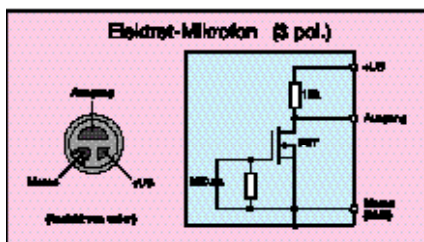
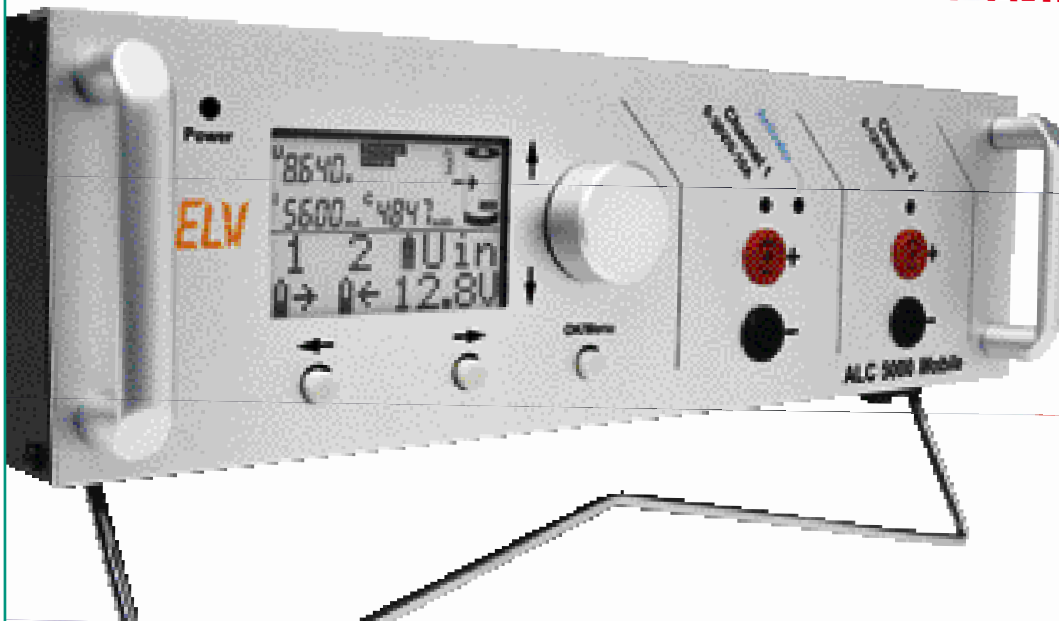


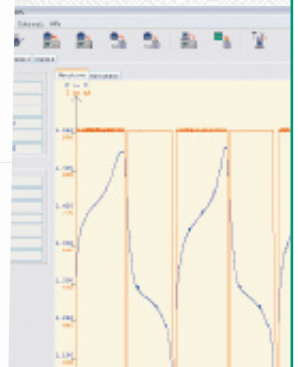
Bild 3: Die Anschlussbelegung von Elektret-Mikrofonen

Unterstützt alle aktuellen Akku-Technologien:

NiCd NiMH Li-Ion Li-Po, Pb



Niedstrom
 Entladestrom
 Schnittstelle
 Datenlogger
 Intelligente
 Akku-Erkennung



ALC 5000 Mobile Teil 2 Akku-Lade-Center

Das ALC 5000 Mobile bietet nicht nur Ladetechnik auf höchstem Niveau, sondern verfügt auch über ein besonders komfortables Bedienkonzept mit Drehimpulsgeber und Grafik-Display mit Menüführung. Alle wichtigen Ladedaten werden auf dem Display gleichzeitig dargestellt, so dass man schnell einen Überblick erhält.

Bedienung

Dank der Menüführung und Auswahl der einzelnen Menü-Punkte mit dem Drehimpulsgeber (Inkrementalgeber) ist die Bedienung des ALC 5000 Mobile einfach und übersichtlich. Die Menüstruktur orientiert sich dabei am bewährten ALC 8500 Expert. Neben dem Drehimpulsgeber sind nur noch 3 Tasten zur Bedienung des Gerätes vorhanden.

Für die beiden Ladekanäle steht auf der Frontseite des Gerätes jeweils ein Buchsenpaar (Sicherheitsbuchsen) mit darüber angeordneter Status-LED zur Verfügung. Die jeweilige LED zeigt an, wenn der betreffende Kanal aktiv arbeitet. Eine weitere, Kanal 1 zugeordnete LED zeigt den Stromimpuls der Blei-Akku-Aktivator-Funktion an und eine links neben dem Display angeordnete Leuchtdiode signalisiert die Betriebsbereitschaft des Gerätes.

Grundeinstellung

Nach Anliegen der Betriebsspannung

führt das Gerät eine kurze Initialisierungsphase durch, wobei in der oberen Displayhälfte alle zur Verfügung stehenden Segmente angezeigt werden. In der unteren Displayhälfte (Grafikfeld) erfolgt während der Initialisierung die Anzeige ALC 5000 und die Versionsnummer der Firmware. Danach erfolgt automatisch die Anzeige des Hauptfensters auf dem Display.

Hauptfenster

Beim Hauptfenster (Abbildung 8) werden in der oberen Displayhälfte Detailinformationen zu den beiden Ladekanälen wie Ladestrom, Akku-Spannung, Kapazität, Funktion usw. angezeigt. Die Auswahl des anzuzeigenden Ladekanals wird mit dem Drehimpulsgeber durch Drehen um eine Rastung nach rechts oder links vorgenommen.

In der unteren Displayhälfte befindet sich eine Übersicht über die beiden Kanäle. Die aktuell laufende Funktion wird anhand von eindeutigen Symbolen dargestellt, wodurch ein schneller Überblick verschafft wird.

Neben den Kanalinformationen werden hier zusätzliche Daten, wie die Spannung der Speisequelle (Kfz-Akku), Datum und Uhrzeit, oder die mit dem Akku-Tempersensor sowie die mit den internen Tempersensoren erfassten Temperaturwerte dargestellt.

Eine alternierende Anzeige (automatischer Wechsel) von allen hier zur Verfügung stehenden Informationen (Eingangsspannung, Datum und Uhrzeit, Akku-Temperatur, Umgebungstemperatur und Kühlkörpertemperatur) ist auch konfigurierbar.

Die zur Verfügung stehenden Symbole

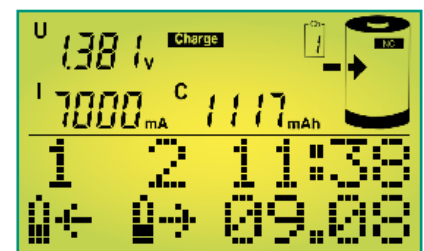


Bild 8: Das Hauptfenster des ALC 5000 Mobile

	Channel not used (Leerlauf)
	Charge (laden)
	Charged (geladen, voll)
	Discharge (entladen)
	Discharged (leer)
	Lithium Balancing (Spannungsausgleich)
	Waiting (warten)
	Pause (Pause)
	Puls-Charge (Refresh-Impulse)
	Error (Fehler)

Bild 9: Im Grafikfeld zur Verfügung stehende Symbole und deren Bedeutung

zur aktuell laufenden Funktion sind in Abbildung 9 zu sehen.

Kanalfenster

Beim Kanalfenster steht das gesamte Display für den jeweils ausgewählten Kanal zur Verfügung. Die Auswahl des darzustellenden Kanals erfolgt mit den Pfeiltasten unterhalb des Displays (Abbildung 10).

Nach Auswahl des Kanals erfolgt zunächst die Anzeige der aktuell laufenden Aktion im unteren Displaybereich.

Weitere Informationen sind dann mit dem Drehimpulsgeber aufzurufen.

Ausgehend von der Anzeige der aktuell laufenden Funktion gelangt man durch Drehen des Drehimpulsgebers um eine Rastung nach rechts zur Anzeige der programmierten Lade- und Entladeströme, und die Drehung um eine weitere Rastung führt zur Anzeige der noch erforderlichen und der bereits abgelaufenen Bearbeitungszeit (Abbildung 11). Beim Drehen des Drehimpulsgebers nach links erfolgt die Anzeige der zur Verfügung stehenden Informationen

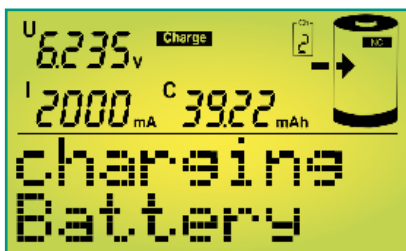


Bild 10: Das Kanalfenster des ALC 5000 Mobile

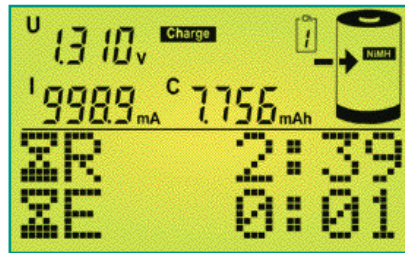


Bild 11: Zeitprognose (Kanal 1)

in umgekehrter Reihenfolge.

Bei Zeitangaben handelt es sich um eine ungefähre Zeitabschätzung, sofern eine Zeitprognose bei der gewählten Funktion überhaupt möglich ist.

Bei der Funktion Zyklen z. B. ist keine genaue Zeitprognose möglich, da nicht vorhergesagt werden kann, wie viele Lade-Entlade-Zyklen durchlaufen werden müssen, bevor der Akku die maximale Kapazität erreicht hat. Daher erfolgt hier erst eine Anzeige, wenn der letzte Zyklus erreicht ist. Abbildung 12 zeigt die zugehörigen

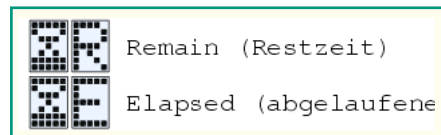


Bild 12: Symbole für die Zeitprognose

Symbole. Bei nicht genutzten Kanälen wird im unteren Bereich des Displays „Channel not used“ angezeigt. In der oberen Displayhälfte stehen die Kanalinformationen wie im Hauptfenster zur Verfügung.

Hauptmenü

Vom Hauptfenster aus gelangt man durch eine kurze Betätigung der „OK/Menu“-Taste ins Hauptmenü des ALC 5000 Mobile (Abbildung 13).

Wahlweise mit den Pfeiltasten oder mit dem Drehimpulsgeber können die weiteren Menüs im Hauptmenü ausgewählt werden, oder durch eine Bestätigung mit „OK/Menu“ gelangt man ins Channel-Menü, wo die gewünschten Einstellungen und die Eingabe der Akku-Daten für die einzelnen Ladekanäle vorgenommen werden können. Ohne Bestätigung mit „OK/Menu“ kann mit den Pfeiltasten oder mit dem Drehimpulsgeber die Auswahl der Untermenüs entsprechend Abbildung 14 erfolgen.

Im Untermenü „B. Resist.“ gelangt man zur Akku-Ri-Messfunktion des ALC 5000 Mobile, im Menü Motor-Test kann die Ausgangsspannung zwischen 0 V und 8 V



Bild 13: Hauptmenü

eingestellt werden, um z. B. einen Motor zu überprüfen oder diesen einlaufen zu lassen. Im Config-Menü erfolgt die Konfiguration des Ladegerätes und der zu ladenden Akkus, und wird bei „Return“ die „OK“-Taste betätigt, gelangt man zurück zum Hauptfenster.

Channel-Menü

Wird vom Hauptfenster aus das Channel-Menü aufgerufen, muss zuerst die Ladeka-



Bild 15: Akku ist nicht in der Datenbank

nal-Auswahl erfolgen, während man vom Kanalfenster aus direkt zur Dateneingabe bzw. Auswahl des gewünschten Akkus aus der Datenbank gelangt.

Bereits in der Datenbank des ALC 5000 Mobile erfasste Akkus können direkt ausgewählt werden. Bei der Konfiguration wird jeder Akku mit einem individuell vergebenen Namen (max. 9 Zeichen) gespeichert. Anhand des vergebenen Namens kann später die Auswahl des zu bearbeitenden Akkus erfolgen.

Bei noch nicht in der Datenbank enthal-



Bild 16: Auswahl der Akku-Technologie

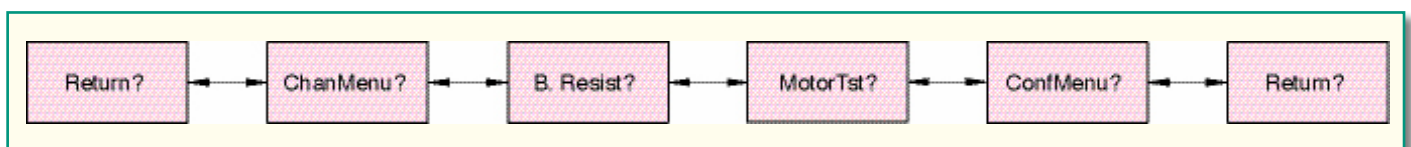


Bild 14: Menüpunkte im Hauptmenü des ALC 5000 Mobile

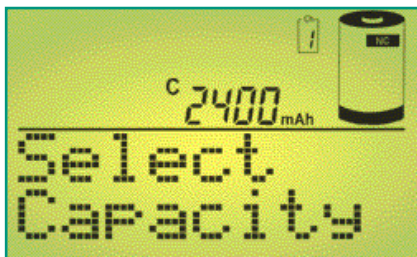


Bild 17: Eingabe der Akku-Daten

tenen Akkus oder bei einmalig zu bearbeitenden Akkus bzw. Akku-Packs müssen zuerst die Akku-Technologie, die Nennkapazität, die Nennspannung, die gewünschten Lade-/Entladeströme sowie die Pausenzeit zwischen den einzelnen Lade-/Entladevorgängen vorgegeben werden (Abbildung 15 bis Abbildung 20). Fest vorgegebene Laderaten erleichtern die Auswahl der Lade-/Entladeströme.



Bild 18: Nennspannungsvorgabe

Laderaten

C/20: Der Akku wird mit einem sehr geringen Strom geladen bzw. entladen, der einem Zwanzigstel seiner Nennkapazität entspricht.

C/10: In dieser Einstellung wird der Akku mit einem Strom geladen bzw. entladen, der einem Zehntel seiner Nennkapazität entspricht. Unter Berücksichtigung eines Ladefaktors von 1,4 ist ein angeschlossener und völlig entladener NC- oder NiMH-Akku dann 14 Std. mit diesem Strom zu laden. Dieser Ladestrom wird von vielen Akku-Herstellern auch angegeben, da selbst eine längere Überladung gefahrlos möglich ist, auch wenn dies keinesfalls zur langen Lebensdauer des Energiespeichers beiträgt. Einfache, nur mit einem Vorwiderstand ausgestattete Ladegeräte liefern in der Regel ebenfalls einen Ladestrom von ca. C/10.

C/5: Ein angeschlossener Akku wird in dieser Einstellung mit einem Strom geladen bzw. entladen, der einem Fünftel des Zahlenwertes seiner Nennkapazität entspricht. Dieser auch als beschleunigtes Laden bezeichnete Ladestrom verkürzt die Ladezeit eines völlig entladenen Akkus auf rund 7 Std.

C/3: Der Akku wird mit einem Strom geladen bzw. entladen, der einem Drittel des Zahlenwertes seiner Nennkapazität entspricht.

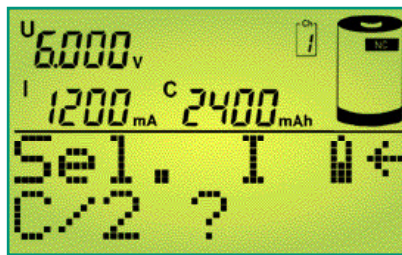


Bild 19: Ladestromauswahl

C/2: Der Akku wird mit einem Strom geladen oder entladen, der der Hälfte des Zahlenwertes seiner Nennkapazität entspricht.

1 C: In dieser Einstellung, die auch als Schnellladung bezeichnet wird, erfolgt das Auf- oder Entladen des angeschlossenen Akkus innerhalb von nur einer Stunde auf ca. 70 bis 90 % der Nennkapazität. Der Akku wird hierbei mit einem Strom beaufschlagt, der dem Zahlenwert seiner Nennkapazität entspricht.

2 C: Diese Laderate steht ausschließlich mit extern angeschlossener Temperatur-sensor zur Verfügung. Der Ladestrom entspricht dem doppelten Wert der Nennkapazitätsangabe.

4 C: Diese Laderate steht ausschließlich mit extern angeschlossener Temperatur-sensor zur Verfügung. Der Ladestrom entspricht dem 4fachen Wert der Nennkapazitätsangabe.

direct: Die Auswahl „direct“ ermöglicht sowohl beim Laden als auch beim Entladen die direkte Eingabe des Lade- und Entladestroms in der gleichen Weise wie bei der Kapazitätsvorgabe.

Nach Auswahl des gewünschten Akkus aus der Datenbank oder der Konfiguration eines neuen Akkus erfolgt die Auswahl der gewünschten Bearbeitungsfunktion. Insgesamt 9 verschiedene Bearbeitungsprogramme stehen beim ALC 5000 Mobile zur Verfügung.

Akku-Datenerfassung über Passiv-Transponder

Besonders komfortabel und sicher kann die Auswahl des zu bearbeitenden Akkus mit Hilfe von Passiv-Transpondern (RFID) erfolgen. Dazu wird ein kleiner Passiv-Transponder-Chip direkt am Akku bzw.



Bild 20: Vorgabe der Lade-/Entladepause

Akku-Pack befestigt. Die Transponder sind mit 20 mm Durchmesser und 0,5 mm Bauhöhe besonders handlich und das Gewicht ist mit 0,8 g nahezu vernachlässigbar (siehe Abbildung 7 im ersten Teil des Artikels).

Anstatt den zu bearbeitenden Akku bei „Sel-Bat.“ aus der Datenbank auszuwählen, ist die optionale Leseinheit einfach in die Nähe des Akkus zu bringen (Abstand 1 bis 3 cm vom Transponder-Chip) und die Auswahl der zugehörigen Daten erfolgt vollkommen automatisch, ohne dass dabei die Gefahr einer Verwechslung besteht.

Besonders wenn mehrere Akkus, die sich nur durch eine Nummer unterscheiden und sonst identische Nenndaten aufweisen, in der Datenbank enthalten sind, besteht mit der Passiv-Transponder-Identifikation eine deutlich höhere Sicherheit. Der Anwender muss sich um die Akku-Daten und die Auswahl des richtigen Akkus nicht mehr kümmern. Nach der automatischen Selektion des Akkus ist nur noch die Bearbeitungsfunktion auszuwählen (Abbildung 21) und der Vorgang zu starten.



Bild 21: Auswahl der gewünschten Funktion

Charge

In der Ladefunktion führt das Gerät eine Ladung des angeschlossenen Akkus gemäß der eingestellten Werte durch. Vor Ladebeginn ist keine Entladung erforderlich, trotzdem wird der Akku unabhängig von einer eventuell vorhandenen Restladung auf 100 % seiner tatsächlichen Kapazität aufgeladen. Neue Akkus können dabei zum Teil mehr als die angegebene Nennkapazität speichern, während ältere Akkus diese nicht mehr erreichen.

Nach Eingabe der Akku-Daten und Auswahl der Funktion „Charge“ wird der Ladevorgang über „Start“ aktiviert. Solange der angeschlossene Akku geladen wird, erfolgt die Anzeige des entsprechenden Symbols im Hauptfenster und die zugehörige Kanal-LED über dem zugehörigen Anschlussbuchsenpaar leuchtet. Wenn der Akku bzw. das Akku-Pack seine maximal speicherbare Kapazität erreicht hat, zeigt das Display im Hauptfenster das Symbol „charged“, und im Kanalfenster wird die Beendigung des Ladevorgangs als Text ausgegeben.

Die eingeladene Kapazität ist in der oberen Displayhälfte abzulesen.

Nun erfolgt eine zeitlich unbegrenzte Erhaltungsladung (signalisiert durch Blinken der Kanal-LED), um durch Selbstentladung entstehende Ladeverluste wieder auszugleichen. So darf der Akku für unbegrenzte Zeit am eingeschalteten Ladegerät angeschlossen bleiben.

Discharge

In dieser Funktion erfolgt eine Entladung des angeschlossenen Akkus bis zur jeweils zugehörigen Entladeschluss-Spannung, und die aus dem Akku entnommene Kapazität wird auf dem Grafik-Display angezeigt.

Discharge/Charge

Zuerst beginnt der Entladevorgang zur Vorentladung des angeschlossenen Akkus. Wenn der Akku die zugehörige Entladeschluss-Spannung erreicht hat, startet automatisch der Ladevorgang mit dem programmierten Ladestrom. Eine regelmäßige Vorentladung ist bei NC-Akkus zu empfehlen, da dadurch zuverlässig der Memory-Effekt verhindert werden kann.

Den Abschluss des Ladevorgangs bildet wieder die Funktion der Erhaltungsladung (Kanal-LED blinkt).

Test

Die Funktion „Test“ dient zur Messung der Akku-Kapazität. Üblicherweise sollte die Messung der Akku-Kapazität unter Nennbedingungen durchgeführt werden, da die aus einem Akku entnehmbare Energiemenge unter anderem auch vom jeweiligen Entladestrom abhängt. Oft gilt bei NC-Zellen die Kapazitätsangabe bei einem Entladestrom, der 20 % der Nennkapazitätsangabe (C/5) entspricht. Ein 1-Ah-Akku wäre dann z. B. mit einem Strom von 200 mA zu entladen.

Um die Kapazität zu ermitteln, wird der Akku zuerst vollständig aufgeladen. Daran schließt sich die Entladung unter den zuvor eingestellten Nennbedingungen an, bei fortlaufender Messung bis zur Entladeschluss-Spannung.

Den Abschluss dieser Funktion bildet das Aufladen des Akkus mit automatischem Übergang auf Erhaltungsladung.

Refresh

Die Auffrisch-Funktion ist in erster Linie für schadhafte Akkus vorgesehen, die nach Durchlaufen dieses Programms meistens wieder für eine weitere Verwendung zur Verfügung stehen. Dies gilt besonders für tiefentladene und überlagerte Akkus, aber auch Akkus, die einen Zellenschluss aufweisen, sind danach häufig wieder zu nutzen.

Zuerst überprüft das Programm, ob eine Akku-Spannung vorhanden ist oder nicht

und beaufschlagt den Akku nach einer Entladung mit starken Stromimpulsen. (Bei Akkus mit einem Zellenschluss ist die „Refresh“-Funktion an Kanal 1 am sinnvollsten durchzuführen, da hier höhere Impulsströme zur Verfügung stehen.) Danach führt das Gerät automatisch drei Lade-Entlade-Zyklen durch.

Der erste Ladezyklus wird dabei mit einem Strom durchgeführt, der 10 % der Nennkapazität vorgabe entspricht. Da die Ladekurve eines derart vorgeschädigten Akkus oft nicht mehr den typischen Verlauf aufweist, ist beim ersten Ladezyklus die $-\Delta U$ -Erkennung abgeschaltet. Da nun eine timergesteuerte Ladung erfolgt, ist die richtige Nennkapazität vorgabe wichtig.

Die beiden danach folgenden Ladezyklen werden mit den vorgegebenen Lade-/Entladeströmen durchgeführt, wobei die $-\Delta U$ -Erkennung wieder aktiviert ist.

Nach Beendigung des letzten Ladevorgangs wird der Akku mit der Erhaltungsladung ständig im voll geladenen Zustand gehalten.

Cycle

Akkus, die über einen längeren Zeitraum nicht genutzt wurden, sind meistens nicht in der Lage, die volle Kapazität zur Verfügung zu stellen. Die Funktion „Cycle“ (Regenerieren) dient nun in erster Linie zur Belegung von derartigen NC-/NiMH-Akkus. Das Programm führt automatisch so lange den Lade-Entlade-Zyklus mit dem vorgegebenen Lade- und Entladestrom durch, bis keine nennenswerte Kapazitätssteigerung mehr festzustellen ist.

Nach Ablauf des Programms wird die zuletzt eingeladene Kapazität auf dem Display angezeigt und die danach automatisch startende Erhaltungsladung gleicht Ladeverluste durch Selbstentladung automatisch aus.

Forming

Neue Akkus erreichen nicht sofort mit dem ersten Ladezyklus die volle Leistungsfähigkeit.

Daher führt das Ladegerät eine konfigurierbare Anzahl von Lade-Entlade-Zyklen durch, um den Akku auf die maximale Kapazität zu bringen. Die Formierung von Akkus wird grundsätzlich mit reduziertem Strom durchgeführt, wobei die Laderaten C/10, C/5, C/3 und C/2 zur Verfügung stehen. Nach dem zweiten Ladevorgang wird anstatt des Formierstromes mit den eingestellten Lade- und Entladeströmen gearbeitet, jedoch höchstens mit 1C.

Maintain

Die Funktion „Maintain“ (Wartung) ist für alle Akkus vorgesehen, die längere Zeit nicht benutzt werden, deren Leistungsfähigkeit bei Gebrauch jedoch voll zur Verfügung

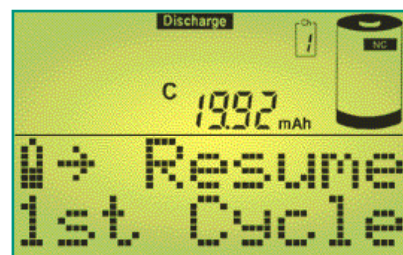


Bild 22: Anzeige der Entladekapazität

stehen soll. In dieser Funktion werden NC- und NiMH-Akkus vollständig geladen, und durch Selbstentladung entstehende Ladeverluste werden wie bei der normalen Ladung durch die Erhaltungsladung ausgeglichen. Zusätzlich wird bei der Funktion „Maintain“ automatisch wöchentlich eine Entladung bis zur Entladeschluss-Spannung durchgeführt. Bei Blei-Akkus wird wöchentlich 10 % der Nennkapazität aus dem Akku entnommen und wieder nachgeladen. Dieses Verfahren bietet zusammen mit der Blei-Akku-Aktivator-Funktion des ALC 5000 Mobile beste Voraussetzungen, um eine Verhärtung und Passivierung der Bleiplatten zu verhindern. Natürlich wird bei der Entladung immer die vorgegebene Entladeschluss-Spannung berücksichtigt.

Start des Bearbeitungsvorgangs und die Kapazitätsanzeige

Nach Auswahl des Akkus aus der Datenbank bzw. der Konfiguration eines neuen Akkus und Auswahl der Funktion kann der Bearbeitungsvorgang gestartet werden.

Während des Ladevorgangs wird die eingeladene Kapazität und während des Entladevorgangs die aus dem Akku entnommene Kapazität direkt auf dem Display angezeigt und fortlaufend aktualisiert. Nach Beendigung des Bearbeitungsvorgangs ist grundsätzlich die Kapazität der zuletzt durchgeführten Aktion auf dem Display abzulesen, also mit Ausnahme von Discharge immer die eingeladene Kapazität.

Um zum Beispiel bei der Funktion „Test“ die aus dem Akku entnommene Kapazität abzufragen, ist der gewünschte Kanal auszuwählen und die Bearbeitungsfunktion zu stoppen.

Im Grafikfeld des Displays erscheint daraufhin die Anzeige „Resume?“. Nach der Bestätigung mit „OK/Menu“ wird die aus dem Akku entnommene Kapazität angezeigt (Abbildung 22).

Bei den Funktionen „Cycle“ und „Forming“ werden die beim ersten, beim zweiten und beim letzten Zyklus gemessenen Kapazitäten gespeichert. Diese können dann mit dem Drehimpulsgeber abgefragt werden.

Auch während des Betriebs ist die Abfrage der bereits gespeicherten Entladekapazitäten möglich.

Datenlogger des ALC 5000 Mobile

Der Datenlogger des ALC 5000 Mobile dient zum Abspeichern der Messdaten von kompletten Bearbeitungsvorgängen, wobei zu jedem Datensatz auch das Datum und die Uhrzeit abgespeichert werden. Des Weiteren ist in jedem Datensatz neben den Messdaten die durchgeführte Funktion, die Akku-Nummer, der Akku-Typ, die Zellenzahl und die Nennkapazität enthalten. Als Messwerte erfasst werden die Akku-Spannung im stromlosen Zustand und der Lade-/Entladestrom, woraus sich die aufsummierte Kapazität ergibt.

Zum Auslesen des Datenloggers dient die PC-Software „ChargeProfessional“, über die auch das ALC 5000 Mobile komplett gesteuert werden kann (Abbildung 23). Auch die Akku-Datenbank des Gerätes ist mit Hilfe dieser Software schnell und einfach zu konfigurieren.

Neben dem Auslesen des Datenloggers über die USB-Schnittstelle besteht auch die Möglichkeit, die einzelnen Messwerte direkt auf dem Display des ALC 5000 Mobile anzuzeigen (Abbildung 24). Während im unteren Bereich des Displays DF-Read (Data Flash Read) und die Nummer des Messwertes angezeigt werden, ist im oberen Bereich des Displays die jeweils zum Messwert gehörende Akku-Spannung im stromlosen Zustand, der Lade- oder Entladestrom und die aufsummierte Kapazität abzulesen. Während mit dem Drehimpulsgeber jeder einzelne Messwert abzufragen ist, kann mit den Pfeiltasten in Hunderter-schritten geblättert werden.

Nach dem Verlassen des Menüs stehen die Speicherwerte auf dem Display nicht mehr zur Verfügung. Mit einem PC ist das Auslesen des Datenloggers über die USB-Schnittstelle natürlich weiterhin möglich.

Der Datenlogger des ALC 5000 Mobile arbeitet vom Prinzip als Ringspeicher und kann insgesamt 65.000 Messwerte aufnehmen.

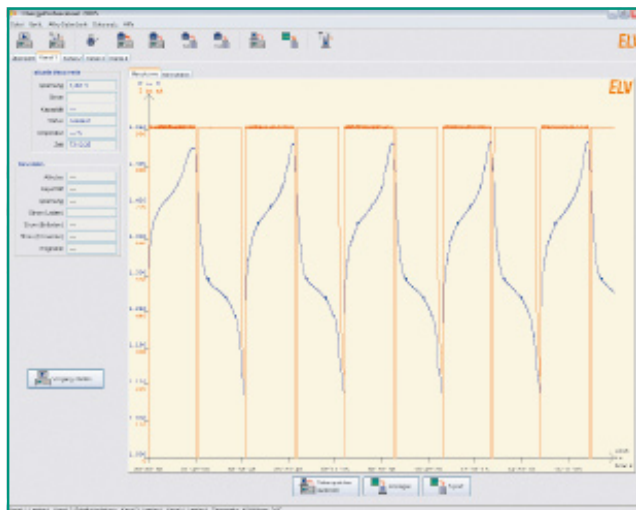


Bild 23: Die Software „ChargeProfessional“

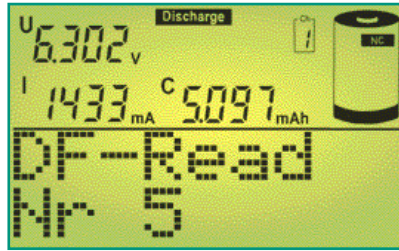


Bild 24: Auslesen des Data-Flash-Speichers

men. Sobald der Speicher voll ist, werden die ältesten Daten wieder überschrieben. Mit Hilfe der Software „ChargeProfessional“ kann auch der gesamte Speicher gelöscht werden.

Akku-Innenwiderstands-Messfunktion (B. Resist.)

Das ALC 5000 Mobile ist, wie bereits erwähnt, mit einer Messfunktion zur Bestimmung des Akku-Innenwiderstandes ausgestattet (Abbildung 25).

Da es sich bei der Innenwiderstandsmessung um sehr kleine Widerstände handelt, sollte die Belastung des Akkus mit einem möglichst hohen Strom erfolgen. Ein Dauerstrom würde aber eine hohe Verlustleistung hervorrufen und zudem den Prüfling stark entladen. Um dieses zu vermeiden, wird bei der Innenwiderstandsmessung mit Stromimpulsen gearbeitet. Der Impulsstrom ist beim



Bild 25: Akku-Ri-Messfunktion

ALC 5000 Mobile zwischen 1 A und 10 A einstellbar, wobei möglichst hohe Stromimpulse zu empfehlen sind, da sonst bei den üblicherweise geringen Innenwiderständen auch nur entsprechend geringe Spannungsabfälle zu registrieren sind. Geringe Stromimpulse sind ausschließlich bei Akkus sinnvoll, die keine hohen Impulsbelastungen verkraften. Aussagefähige Ergebnisse sind nur zu erreichen, wenn die Spannungserfassung direkt am Akku bzw. an den gewünschten Messstellen erfolgt.

Mit jedem Start dieser Funktion werden dann im

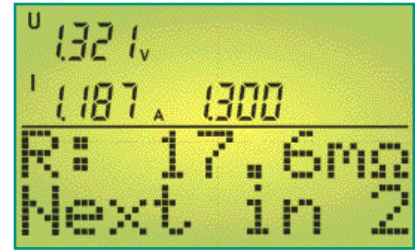


Bild 26: Hauptfenster der Ri-Messfunktion

5-Sekunden-Raster 10 aufeinander folgende Messwerte erfasst und angezeigt. Neben dem gemessenen Innenwiderstand im unteren Grafikfeld des Displays werden in der oberen Displayhälfte die Spannung im unbelasteten Zustand, die Spannung im belasteten Zustand und der aktuell fließende Impulsstrom angezeigt.

Die zuletzt erfassten Messwerte bleiben nach der automatischen Beendigung der Messfunktion auf dem Display erhalten. Für weitere 10 Messwert-Erfassungen unter gleichen Bedingungen ist einfach die Taste „OK/Menu“ erneut zu betätigen.

Solange aktiv Messwerte erfasst werden, ist dies im unteren Bereich des Displays abzulesen (Countdown bis zum nächsten Messwert, Abbildung 26). Der Impulsstrom, mit dem der Prüfling belastet wird, ist in 500-mA-Schritten von 0 bis 10 A veränderbar.

Motor-Test

In der Funktion Motor-Test besteht die Möglichkeit, an Kanal 1 einen Elektromotor zum Testen oder Einlaufenlassen anzuschließen. Die Betriebsspannung kann dann von 1 V bis 8 V variiert werden (Abbildung 27), wobei der Maximalstrom auf 10 A begrenzt ist.

Konfigurations-Menü

Im Konfigurations-Menü stehen die Menüs Database, C/D-Parameter, Setup ALC und Set-Clock zur Verfügung.

Database

Unter Database besteht Zugriff auf die Datenbank des ALC 5000 Mobile, wo die Nenndaten und Ladeparameter von bis zu 40 beliebigen Akkus gespeichert werden

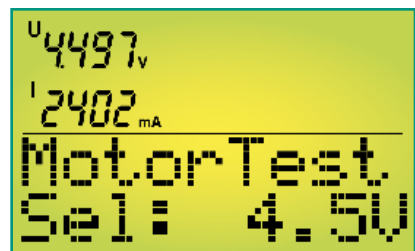


Bild 27: Motor-Test-Funktion



Bild 28: Zuordnung eines Passiv-Transponders zum Akku

können. Neben der Speicherung von neuen Akkus in der Datenbank besteht auch die Möglichkeit, Datensätze zu verändern oder zu löschen. Des Weiteren ist in diesem Menü die Zuordnung eines Passiv-Transponders (RFID) zum Akku bzw. Akku-Pack möglich (Abbildung 28).

C/D-Parameter

Die Lade-/Entladeparameter der verschiedenen Akku-Technologien sind innerhalb der zur Verfügung stehenden Einstellgrenzen im Menü C/D-Parameter veränderbar.

So kann für Lithium-Akkus z. B. die Ladeschluss-Spannung innerhalb der zulässigen Grenzen konfiguriert werden (Abbildung 29). Tabelle 1 zeigt die veränder-

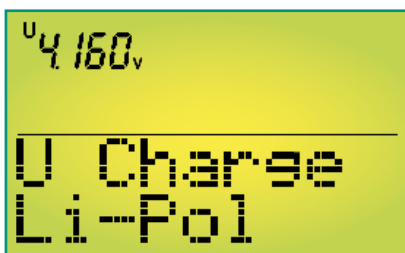


Bild 29: Konfiguration der Ladeschluss-Spannung von Lithium-Polymer-Akkus

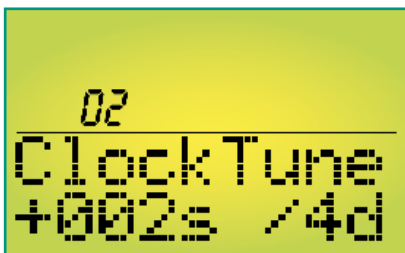


Bild 30: Softwaremäßiger Abgleich der Echtzeit-Uhr

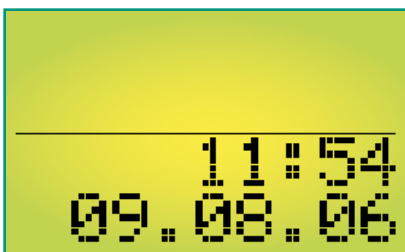


Bild 31: Menü Set-Clock

Tabelle 1: Einstellmöglichkeiten im Menü C/D-Parameter	
NC ?	Entladeschluss-Spannung für NC-Akkus; einstellbar im Bereich von 0,8 V bis 1,1 V in 10-mV-Schritten
NiMH ?	Entladeschluss-Spannung für NiMH-Akkus; einstellbar im Bereich von 0,8 V bis 1,1 V in 10-mV-Schritten
Li-Ion ?	Entladeschluss-Spannung für Lithium-Ionen-Akkus; einstellbar im Bereich von 2,7 V bis 3,1 V in 10-mV-Schritten
LiPo ?	Entladeschluss-Spannung für Lithium-Polymer-Akkus; einstellbar im Bereich von 2,7 V bis 3,2 V in 10-mV-Schritten
Pb ?	Entladeschluss-Spannung für Blei-Akkus; einstellbar im Bereich von 1,7 V bis 2,0 V in 10-mV-Schritten
Input ?	Entladeschluss-Spannung für (Kfz-)Speise-Akkus; einstellbar im Bereich von 10 V bis 12,2 V in 100-mV-Schritten
Li-Ion ?	Ladeschluss-Spannung für Lithium-Ionen-Akkus; einstellbar im Bereich von 3,9 V bis 4,1 V in 10-mV-Schritten
LiPo ?	Ladeschluss-Spannung für Lithium-Polymer-Akkus; einstellbar im Bereich von 4,0 V bis 4,2 V in 10-mV-Schritten
Pb ?	Ladeschluss-Spannung für Blei-Akkus; einstellbar im Bereich von 2,25 V bis 2,50 V in 10-mV-Schritten
Li-Ion ?	Nachladeschwelle für Lithium-Ionen Akkus; einstellbar im Bereich von 3,85 V bis 4,05 V in 10-mV-Schritten
LiPo ?	Nachladeschwelle für Lithium-Ionen Akkus; einstellbar im Bereich von 3,95 V bis 4,15 V in 10-mV-Schritten
Pb ?	Nachladeschwelle für Blei-Akkus; einstellbar im Bereich von 2,20 V bis 2,28 V in 10-mV-Schritten
-ΔU NC ?	-ΔU – Schwelle für NC-Akkus; einstellbar von 0,15 % bis 1 % in 0,01%-Schritten
-ΔU NiMH ?	-ΔU – Schwelle für NiMH-Akkus; einstellbar von 0,10 % bis 0,40 % in 0,01%-Schritten
CyCy NC ?	maximale Zyklenzahl in der Funktion „Cycle“ für NC-Akkus; einstellbar von 2–0
CyCy NiMH ?	maximale Zyklenzahl in der Funktion „Cycle“ für NiMH-Akkus; einstellbar von 2–20
CyCf NC ?	maximale Zyklenzahl in der Funktion „Forming“ für NC-Akkus; einstellbar von 2–20
CyCf NiMH ?	maximale Zyklenzahl in der Funktion „Forming“ für NiMH-Akkus; einstellbar von 2–20
Restore ?	für alle Parameter werden Standardwerte übernommen (Werkseinstellung)
Return	das Menü C/D-Parameter wird verlassen

Tabelle 2: Einstellmöglichkeiten im Menü Setup ALC	
illumination	Einschaltdauer der Display-Hinterleuchtung nach der letzten Bedienung; Möglichkeiten: Dauerhaft Ein, Dauerhaft Aus, 1 Min., 5 Min., 10 Min., 30 Min. und 60 Min.
Contrast	Displaykontrast, einstellbar in 16 Stufen
Alarm Beep	ein akustisches Quittungssignal bei Alarmmeldungen kann wahlweise aktiviert oder deaktiviert werden
Button Beep	wenn diese Funktion aktiviert ist, erfolgt bei jeder Bedienung (Tasten oder Drehimpulsgeber) ein akustisches Quittungssignal
Display Mode	im Display Mode kann festgelegt werden, welche Informationen im Hauptfenster alternierend (automatischer Wechsel) dargestellt werden
Clock Dev.	die Genauigkeit der Echtzeituhr wird in diesem Menü mit einem Korrekturwert in Sekunden, bezogen auf 96 Std. (4 Tage), abgeglichen
Return	das ALC-Setup-Menü wird verlassen

baren Parameter der verschiedenen Akku-Technologien.

Setup ALC

Im Setup-Menü des ALC 5000 Mobile sind die in Tabelle 2 aufgeführten Parameter einstellbar.

Hier sind z. B. die Daten auszuwählen, die alternierend im Hauptfenster dargestellt werden, oder die Genauigkeit der Echtzeituhr ist softwaremäßig abzugleichen (Abbildung 30). Eingegeben wird dabei,

um wie viele Sekunden die Uhr innerhalb von 4 Tagen langsamer oder schneller laufen soll.

Set-Clock

Datum und Uhrzeit des ALC 5000 Mobile werden im Menü Set-Clock (Abbildung 31) eingestellt.

Nach der Beschreibung der Bedienung wird im nächsten „ELVjournal“ die Schaltungstechnik dieses interessanten Ladegeräts vorgestellt.



Oszilloskop und Teil 2 Spektrum-Analyzer

Um die Arbeitsweise eines digitalen Spektrumanalysators richtig zu verstehen, ist ein Ausflug in die Grundlagen der digitalen Signalanalyse notwendig. Es würde den Rahmen dieses Artikels sprengen, wenn wir dabei zu sehr ins Detail gingen. In einer kommenden Folge „Einführung in die digitale Signalverarbeitung“ kann der interessierte Leser eventuelle Lücken schließen.

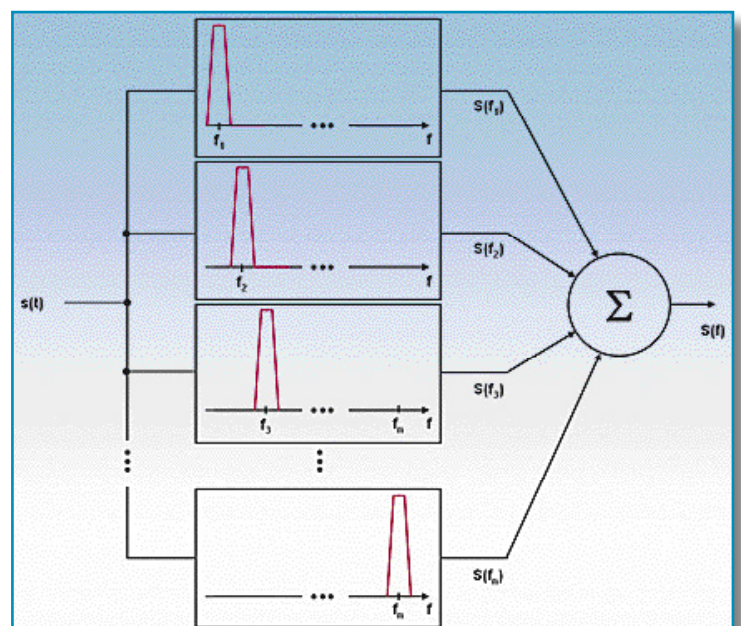
Der Spektrumanalysator

Die Ermittlung der Frequenzkomponenten eines elektrischen Signals ist die Aufgabe eines Spektrumanalysators. Er analysiert also die spektrale Zusammensetzung des Signals, woraus sich der Name ableitet.

Echtzeitanalysator

Eine unmittelbar einleuchtende, aber in der Praxis aus Aufwandsgründen kaum anzutreffende Methode verwendet eine Filterbank. Dabei wird das zu analysierende Frequenzband von Bandfiltern gleichzeitig in Teilbänder zerlegt. Die Frequenzkomponenten des Signals erscheinen nun je nach ihrer Intensität mehr oder weniger stark an den zugeordneten Filterausgängen. Abbildung 9 zeigt schematisch, wie eine Filterbank mit den Mittenfrequenzen f_1 bis f_n das Zeitsignal $s(t)$ in die Teilspektren

Bild 9. Aus dem Spektrum des Signals werden die einzelnen Frequenzkomponenten herausgefiltert und zur Anzeige gebracht. Nichts anderes macht die Fourieranalyse.



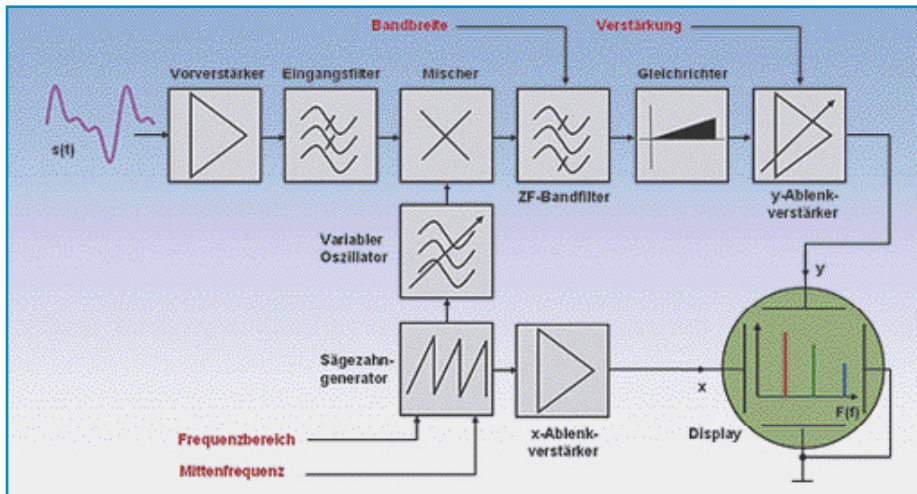


Bild 10: Der analoge Spektralanalysator hat große Ähnlichkeit mit einem herkömmlichen Radio, das zyklisch über einen bestimmten Empfangsbereich abgestimmt wird.

$S(f_1)$ bis $S(f_n)$ zerlegt, die zusammengefasst das Gesamtspektrum $S(f)$ ergeben. Bildet man auf einem Display die Werte $S(f_i)$ für $M=1 \dots n$ über einer f -Achse ab, ergibt sich die grafische Darstellung von $S(f)$. Bei einer feinen spektralen Auflösung ist natürlich eine unwirtschaftlich hohe Anzahl von Filtern mit anspruchsvollen Eigenschaften (exakte Mittenfrequenz, steile Flanken, kurze Einschwingzeiten, zeitliche Stabilität ...) erforderlich.

Analoger Spektralanalysator

Die Analyse aller interessierenden Frequenzkomponenten durch eine Filterbank lässt sich mit weniger Aufwand realisieren, indem man das zu analysierende Frequenzband an einem festen Filterfenster vorbeischiebt (Abbildung 10). Dazu wird das Eingangssignal mit einer variablen Lokalsoszillatordfrequenz in eine ZF-Lage gemischt, wo ein Bandpassfilter mit fester Mittenfrequenz, aber einstellbarer Bandbreite die jeweiligen Frequenzkomponenten selektiert. Nach deren Gleichrichtung und Verstärkung dienen sie der vertikalen Ablenkung einer Kathodenstrahlröhre. Dieser vertikalen Auslenkung des Elektronenstrahls wird eine waagerechte überlagert, die der Frequenz des gefilterten Signals in der Ursprungslage entspricht. Die starre Verkopplung des Lokalszillators

mit der horizontalen Ablenkung ist durch deren Ableitung von einer gemeinsamen Grundfrequenz (im Bild die Frequenz des Sägezahngenerators) sichergestellt.

Bei dieser Art der seriellen Analyse wird

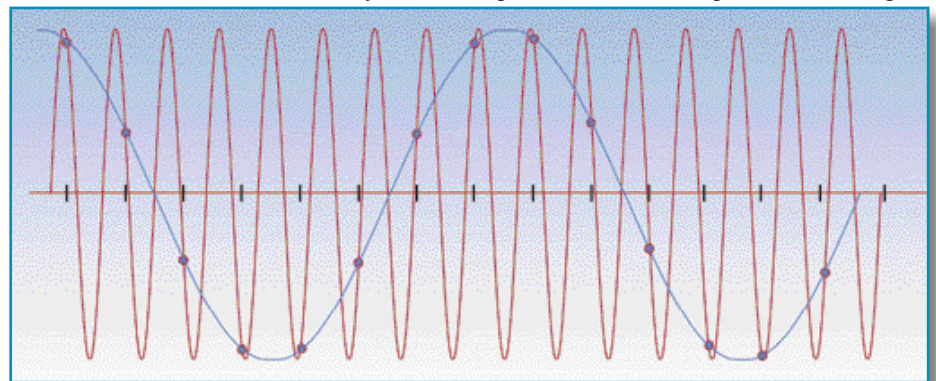


Bild 12: Die blaue Kurve wird unter Einhaltung des Abtasttheorems abgetastet, d. h., es werden ihr mehr als zwei Proben pro Periode entnommen. Anders dagegen die höherfrequente rote Kurve. Beide Abtastungen liefern das gleiche Signal – eine Folge des Alias-Effekts.

also gewissermaßen das Spektrum des Eingangssignals am Analysefilter „vorbeigeschoben“. Dabei darf die Geschwindigkeit der Frequenzänderung (sweep time, Wobbelgeschwindigkeit) nicht zu groß sein, damit das Analysefilter genügend Zeit zum Einschwingen hat. Seine Einschwingzeit hängt von der gewählten Bandbreite ab – je schmalbandiger, umso langsamer der Einschwingvorgang.

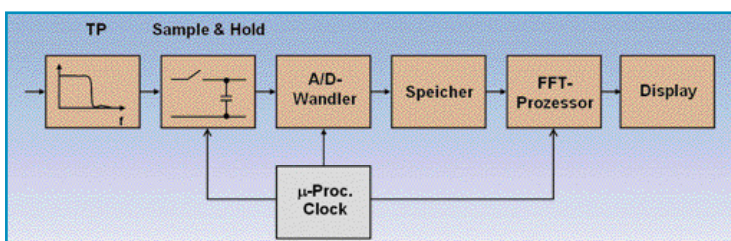


Bild 11: Der digitale Spektralanalysator digitalisiert das Eingangssignal zunächst und füllt mit den digitalen Signalwerten einen Speicher. Alle weiteren Verarbeitungsschritte beruhen auf diesem Speicherabbild des digitalisierten Signalabschnitts.

Darin drückt sich das Zeitbandbreite-Gesetz der Nachrichtentechnik aus. Bei hoher spektraler Auflösung (schmale Bandbreite) muss der Sweepzyklus deshalb

so langsam erfolgen, dass sich kein stehendes Bild mehr auf dem Schirm der Kathodenstrahlröhre ergibt. Für diesen Fall gibt es Röhren mit Speicherdisplay oder langer Nachleuchtdauer.

Die Zwischenfrequenz wird meist oberhalb des Arbeitsbereichs des Spektralanalysators gewählt, um mit einem einfachen Eingangstiefpass Spiegelfrequenzen zu unterdrücken. Nehmen wir zum Beispiel einen Spektralanalysator mit einem Arbeitsbereich von wenigen kHz bis 100 MHz mit einer Zwischenfrequenz von 150 MHz an. Der Lokalszillator muss dann zwischen 150 und 250 MHz abstimbar sein. Das Spiegelband ($f_{\text{Eingang}} + 2 f_{\text{ZF}}$) von 300 bis 400 MHz kann also von einem Tiefpass, der keine scharfen Anforderungen erfüllen muss, unterdrückt werden.

Digitaler Spektralanalysator

Für die digitale Verarbeitung des Eingangsspektrums muss man es bandbegrenzen, einer A/D-Wandlung unterziehen, einen geeigneten Abschnitt (time record) speichern und den Speicherinhalt digital

aufbereiten (Abbildung 11). Man entnimmt dem Signal also Proben (Abtasten und Halten, engl. Sample and Hold), wandelt diese in binäre Zahlenwerte einer bestimmten Wortlänge, speichert sie und unterwirft den Speicherinhalt (time record) einer diskreten Fouriertransformation (DFT), bzw. seiner schnellen Variante, der Fast Fourier Transformation (FFT, dafür muss die Anzahl der Abtastwerte eine Zweierpotenz sein: $2^9=512$, $2^{10}=1024$, $2^{11}=2048$...). Die Darstellung der resultierenden Spektren und vieler weiterer Signal- und Verarbeitungsparameter wird heute meist von Flüssigkristalldisplays übernommen.

Abtasttheorem

Der erwähnte bandbegrenzende Tiefpass am Eingang stellt die Einhaltung des Abtasttheorems sicher. Es besagt, dass der höchsten Frequenzkomponente im abzutastenden Signal mindestens zwei Werte pro

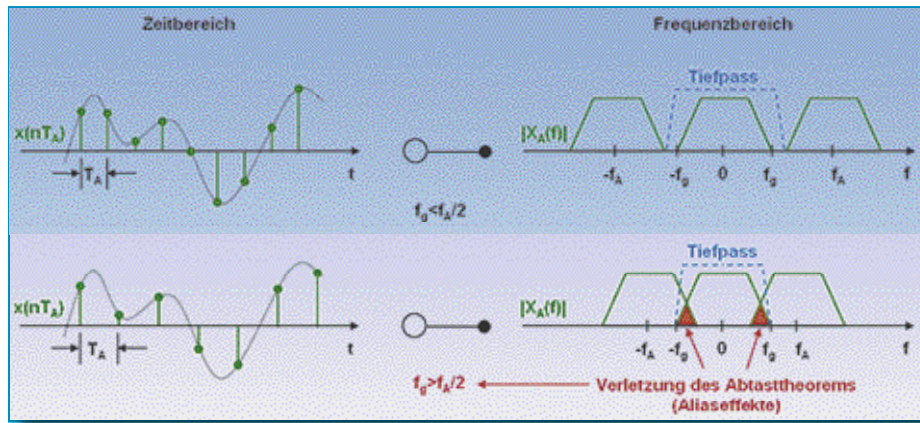


Bild 13. Oben: Überabgetastetes Spektrum (links) und das zugehörige Spektrum (rechts). Unten: Unterabtastrung führt zur Überlappung der periodischen Abtastspektren. Durch den Alias-Effekt lässt sich das Ausgangssignal nicht mehr fehlerfrei rekonstruieren.

Periode zu entnehmen sind, um den so genannten Alias-Effekt zu vermeiden und die betreffende Frequenzkomponente wieder restaurieren zu können (Abbildung 12).

Bei der Abtastung ergeben sich nämlich bei Vielfachen der Abtastfrequenz periodisch wiederkehrende Spektren, die sich bei Verletzung des Abtasttheorems überlappen würden. Das Basisbandspektrum enthielte dann Anteile aus dem ersten Nachbarspektrum und wäre auch nach dem Ausfiltern durch einen Tiefpass irreversibel verfälscht (Abbildung 13).

Diskrete Fouriertransformation

Wir hatten einen Punkt bisher nur etwas beiläufig erwähnt, der aber von großer Wichtigkeit für das Verständnis der Funktionsweise eines Spektrumanalysators ist. Die Fourieranalyse setzt periodische Signale voraus, d. h. Signale, die schon immer eingeschaltet waren und bis in alle

Ewigkeit sein werden und deren zeitlicher Verlauf von regelmäßig wiederkehrenden Abschnitten gekennzeichnet ist. Solche Signale sind natürlich nur in der Theorie möglich. In der Praxis sind Signale schon deshalb nicht streng periodisch, weil sie nur eine bestimmte endliche Zeit lang existieren. Aber auch sie haben eine spektrale Darstellung, die wir über die zeitdiskrete Version des Fourierintegrals gewinnen können.

An dieser Stelle soll nur kurz, ohne in die Tiefe zu gehen, der Zusammenhang zwischen einer endlichen Folge von Abtastwerten im Zeitbereich und den zugehörigen Spektralwerten im Frequenzbereich abgeleitet werden.

Nehmen wir an, es läge ein kontinuierliches Zeitsignal $x(t)$ vor. Dann ist seine Fouriertransformierte die zugehörige Darstellung im Frequenzbereich:

$$X(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \cdot e^{-j\omega t} dt \quad \text{Fourierintegral}$$

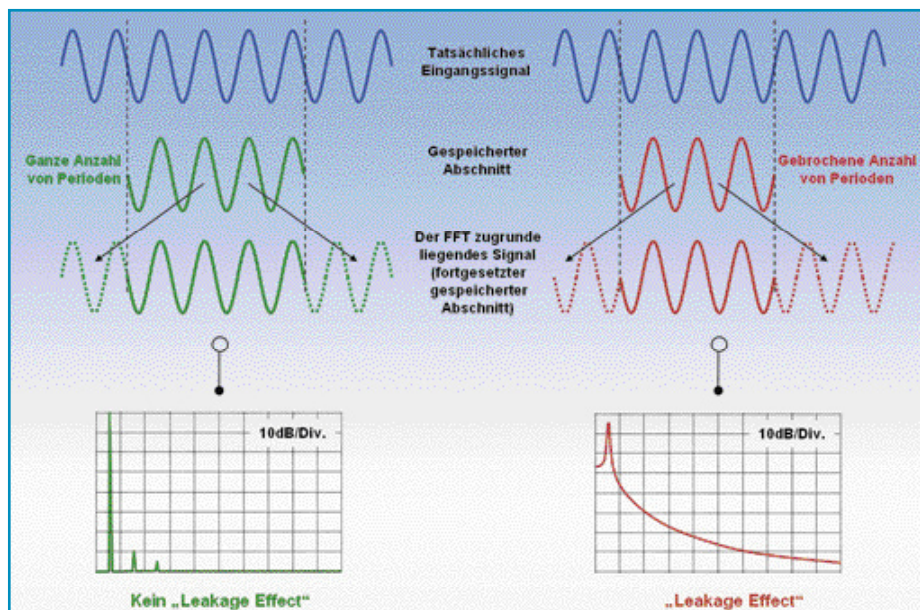


Bild 14. Wenn die periodische Fortsetzung des gespeicherten Signalabschnitts zum periodischen Ursprungssignal führt, tritt kein Leakage-Effect auf (links).

Es sei darauf hingewiesen, dass sowohl $x(t)$ als auch $X(\omega)$ komplex sein können.

Von der Abtastfolge zum diskreten Spektrum

Das Abtasten von $x(t)$ entspricht einer Diskretisierung der Zeit, d. h. nur die Signalwerte zu gewissen Zeitpunkten, den Abtastzeitpunkten nT_A (im Weiteren wird aus Gründen der Schreibvereinfachung der Index A weggelassen), werden in die weitere Betrachtung einbezogen:

$$x(t) \rightarrow x(nT) \equiv x(n)$$

$$\omega t \rightarrow \omega nT$$

Setzt man dies in das Fourierintegral ein, reduziert sich die Integration auf die Summation der zu den Abtastzeitpunkten herrschenden Werte des Integranden, also wird aus dem komplexen Fourierintegral das komplexe Abtastspektrum der diskreten Fouriertransformation (DFT):

$$X_A(\omega) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n) \cdot e^{-j\omega nT}$$

Dies ist das Abtastspektrum einer „immerwährenden“ Zeitfunktion ($-\infty < n < \infty$).

Beschränken der Abtastwerte

In der Praxis muss aus Aufwands- und Zeitgründen eine begrenzte Anzahl von Abtastwerten aus der unendlich langen Folge zur Berechnung genügen – gewissermaßen ein endlicher Abschnitt daraus. Wer möchte schon gerne unendlich lange auf sein Messergebnis warten? Jede Zeitaufnahme ist als Ausschnitt zu verstehen, der durch Multiplikation der unendlich langen periodischen Ursprungsfolge mit einer gleich langen Rechteckfunktion (uniform window) gewonnen wird. Bei der Beschränkung der Zahl der Messwerte kann es zu gravierenden Fehlern kommen, die man durch „Fenster“ (d. h. Multiplizieren der gespeicherten Abtastwerte mit einer Gewichtungsfunktion) der Zeitaufnahme zu mildern versucht. Das Fenster ist meist so breit wie der gespeicherte Signalabschnitt. In der Regel ist es zur Mitte des gespeicherten Signalabschnitts symmetrisch und hat dort den Wert 1. Zu den Rändern fällt es mit unterschiedlichem Verlauf auf null ab.

Der Leakage-Effect

Wie bereits gesagt, setzt die Fouriertransformation voraus, dass ein für alle Zeit wiederholtes Signal vorliegt.

In dem in Abbildung 14 links gezeigten Fall führt die Bearbeitung des gewählten Abschnittes einer Sinusschwingung mit zwei kleinen Harmonischen zu keinen Transformationsfehlern, weil im Speicher eine ganze Anzahl von Sinusschwingungen vorliegt. Deren periodische Fortsetzung führt zu einer mit dem tatsächlichen Ein-

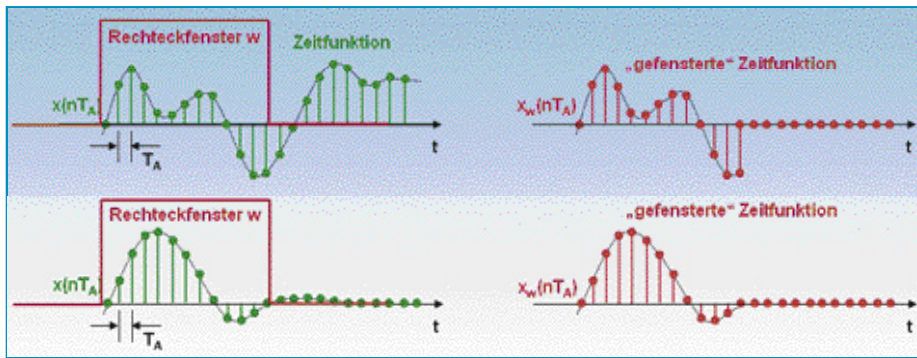


Bild 15: Mit einer Fensterfunktion (hier ein Rechteck-uniform windowing) wird das abgetastete Signal auf eine bestimmte Anzahl von Werten reduziert. Das hat bei ungünstiger Wahl des Ausschnitts Verfälschungen des Signalspektrums zur Folge: Das Spektrum verbreitert sich (leakage effect).

gangssignal identischen Sinusschwingung, die der Fouriertransformation zugrunde liegt. Dagegen führt die Zeitaufnahme in Abbildung 14 rechts zu Phasensprüngen im wiederholten Zeitsignal. Damit weicht dieses erheblich vom tatsächlichen Eingangssignal ab. Es verwundert deshalb nicht, dass dies auch Auswirkungen auf die Frequenzdarstellung hat. Wir erhalten ein „verschmiertes“ Abbild des Spektrums (welches sogar die Harmonischen überdeckt) der sauber durchlaufenden Sinusschwingung (leakage effect).

Es lässt sich natürlich in der Praxis nicht immer garantieren, ob eine ganzzahlige Anzahl von Schwingungen den Speicher belegt. Damit hängt der Leakage-Effect von Zufälligkeiten ab und das Messergebnis ist nicht verlässlich. Hier setzt das „Fenster“ an.

Fenster

Mathematisch wird die Fensterung durch Multiplikation des gespeicherten Zeitfunktionsabschnitts (time record) mit einer Fensterfunktion beschrieben (Abbildung 15).

Bei dieser „Fensterung“ macht man natürlich einen Fehler, der umso größer ist, je mehr die ursprüngliche Zeitfunktion durch die Fensterung verformt wird. Den Effekt einer Fensterung richtig abschätzen zu können, ist eine wesentliche Voraussetzung für die korrekte Interpretation des Ergebnisses einer digitalen Spektrumanalyse. Durch geeignete Wahl der Fensterform (rechteckig, dreieckig, Hanning, Hamming, Kaiser ...) lässt sich der Leakage-Effect verringern.

Wenn wir in Abbildung 14 rechts den nicht-periodischen Speicherinhalt mit einem sog. Hanning-Fenster bewerten, wird das Spektrum deutlich weniger „verschmiert“ und die stark gedämpften Harmonischen tauchen wieder auf (Abbildung 16). Das liegt daran, dass die Phasensprünge des rechten Signals in Abbildung 14 „wegmultipliziert“ werden. Das Analyseergebnis bezieht sich jetzt

allerdings auf eine periodische Folge an- und abklingender Bursts, deren Spektrum dem des ursprünglichen Zeitsignals aber schon deutlich näher kommt. Eine schöne, mathematikfreie Einführung in die Grundlagen der Signalanalyse ist die Application Note 243 von Hewlett-Packard, der auch die Abbildungen 14 und 16 entnommen wurden (<http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5952-8898E.pdf>).

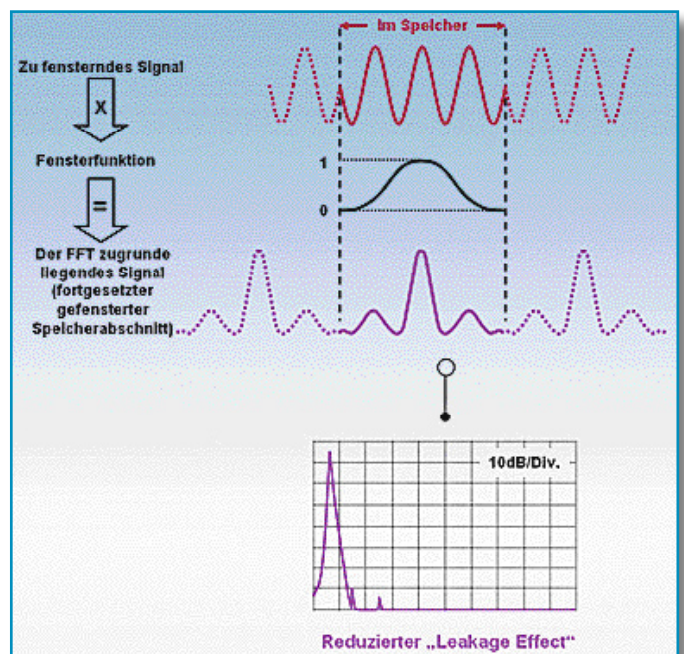
Frequenzauflösung

Mit der Länge des gespeicherten Abschnitts der Zeitfunktion untrennbar verbunden ist die Frequenzauflösung der DFT. Sie entspricht dem Abstand zweier Spektrallinien im Abtastpektrum und trägt $\Delta f = 1/NT$ (N =Anzahl der Abtastwerte, T =Abtastperiode). Daraus wird deutlich, dass mit wachsenden Ansprüchen an die Frequenzauflösung der DFT die Zahl der gespeicherten Abtastwerte und damit auch die Fensterbreite immer größer werden muss. Für unendlich feine Auflösung (Abstand zwischen zwei Spektrallinien $\Delta f=0$) muss der beobachtete Zeitabschnitt und damit die Beobachtungsdauer unendlich lang sein.

Schnelle Fouriertransformation

Angenommen, wir speichern N Abtastwerte aus einer unendlich langen Folge, dann ergeben sich N Spektralwerte gemäß der Formel für die Dis-

Bild 16: Wenn die periodische Fortsetzung des gespeicherten Signalabschnitts nicht zum periodischen Ursprungssignal führt, verringert „Fenster“ den Schmiereffekt.



crete Fouriertransformation (DFT):

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) \cdot e^{-j2\pi n k / N}$$

Dabei ist k die Nummer des Spektralwertes ($k=0, \dots, N-1$) und N die Gesamtzahl der Abtast- bzw. Spektralwerte. Die Gleichung bringt zum Ausdruck, dass die Spektralwerte $X(k)$ als komplexe Größe einen Betrag und eine Phase haben. Der Exponentialfaktor wird auch als Drehfaktor WN (engl. twiddle factor) bezeichnet. Unter Ausnutzung seiner Symmetrie- und Periodizitätseigenschaften gelangt man zur erheblich schnelleren Fast Fourier Transformation (FFT: Schnelle Fouriertransformation), wobei aber die Anzahl der Abtastwerte eine Potenz von zwei sein muss ($N=2, \dots, 512, 1024, 2048, \dots$).

Multiplizieren oder Falten

Eine zweite Möglichkeit zur Bestimmung des Spektrums der abgetasteten und gefensterter Zeitfunktion besteht darin, die DFT der ungefensterten Zeitfunktion mit der DFT der Fensterfunktion zu „falten“. Dies beruht auf einem zentralen Gesetz der Nachrichtentechnik, wonach der Multiplikation zweier Zeitfunktionen die Faltung ihrer Spektren entspricht (Multiplikation im Zeitbereich = Faltung im Frequenzbereich). Es würde den Rahmen dieses Artikels sprengen, darauf einzugehen.

Mit der Identität

$$e^{-j\alpha} = \cos \alpha - j \sin \alpha$$

(Eulersche Formel für komplexe Zahlen, $j = \sqrt{-1}$ = imaginäre Einheit)

kann man Phase und Betrag des komplexen

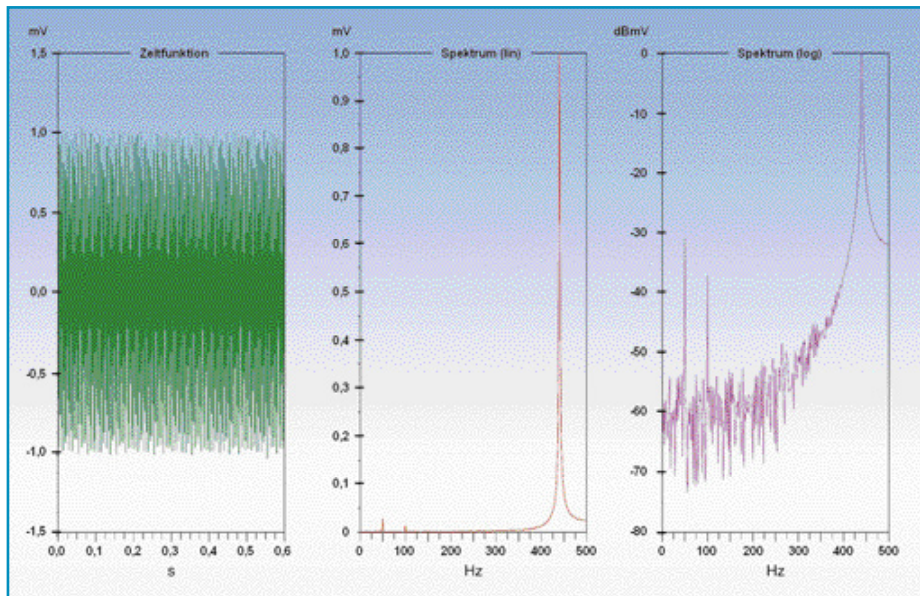


Bild 17: Kann man dem Zeitsignal (links) entnehmen, aus welchen Komponenten es besteht? Wohl kaum. Die Spektren (Mitte und rechts) dagegen sprechen eine klare Sprache.

Spektralwerte leicht berechnen (Pythagoras und arctan).

Wer sich etwas hintergründiger für die mathematischen Grundlagen der digitalen Signalverarbeitung interessiert, wird in einer kommenden Serie im „ELVJournal“ bedient.

Ein schönes Beispiel für die Nützlichkeit der Fourieranalyse zeigt Abbildung 17. Links ist eine Zeitfunktion dargestellt, wie man sie mit einem Oszilloskop sehen würde (60 ms/Div.). Sie besteht aus einer Grundschwingung von 440 Hz (Kammerton „a“) und zwei Netzbrummstörungen bei 50 Hz und 100 Hz sowie überlagertem Rauschen. Dies ist der Zeitdarstellung beim besten Willen nicht zu entnehmen. Ganz anders dagegen zeigt das Spektrum in der Mitte klar die dominierende 440-Hz-Linie und je eine kleine Linie bei 50 Hz und 100 Hz. Wegen des linearen Maßstabs drohen Letztere fast im Rauschen unterzugehen. Im logarithmisch skalierten Spektrum rechts treten sie deutlich hervor. Durch spezielle Techniken wie Autokorrelation und Mittelwertbildung lassen sich sogar Signale aus dem Rauschen extrahieren, deren Amplitude erheblich kleiner als die der Rauschstörung ist.

Die Abbildungen 1, 2, 5 und 17 wurden mit der kostenlosen wissenschaftlichen Software Scilab 4.0, einer interaktiven Programmierumgebung für numerische Anwendungen, berechnet. Scilab ist unter http://www.scilab.org/download/index_download.php?page=release.html aus dem Internet zu beziehen. Dank umfangreicher Dokumentationen mit Anwendungsbeispielen kann man Scilab relativ schnell nutzbringend einsetzen. Mathematische Grundkenntnisse sind allerdings unabdingbar.

Bedienung digitaler Spektralanalysatoren

Wie beim Oszilloskop ist das Display digitaler Spektralanalysatoren durch ein Zeilen- und Spaltenraster in rechteckige Teilbereiche unterteilt. In x-Richtung kann man den überstrichenen Frequenzbereich pro Rastereinheit (Frequency Span/Div.) und in y-Richtung die Amplitude (Volts/Div.) oft auch im logarithmischen Maßstab vorgeben. Ebenso ist die Wahl der gewünschten Fensterfunktion (Window) möglich: Rechteck, Hanning, Hamming, Kaiser ...

Besonders komfortabel ist die Bedienung von digitalen Spektralanalysatoren/Oszil-

loskopen, wenn diese als Steckkarte zum Beispiel für den PCI-Bus eines PCs ausgeführt sind. Dann steht der ganze Bildschirm als virtuelles Bedienpanel zur Verfügung. Dieses kann an das zu lösende Messproblem angepasst werden, Einstellparameter und Messwerte lassen sich abspeichern und später wieder aufrufen (Wiederholbarkeit einer Messung!), die Verwendung der Messwerte in einer weiterverarbeitenden Auswert- und Simulationssoftware ist einfach und die Einbindung in programmgesteuerte Messplätze macht keine Probleme.

Auch Varianten für die externen PC-Schnittstellen wie den USB (Universal Serial Bus), die parallele Druckerschnittstelle (Centronics) und den Ethernet-Port sind auf dem Markt. So sind auch drahtlose Messungen über WLAN-Netze möglich, was völlig neue Anwendungen ermöglicht.

Ein Beispiel für die umfangreichen Auswertungen von abgespeicherten Samples mit Karten verschiedener Hersteller zeigt Abbildung 18 (<http://www.sigview.com/images/scr6.jpg>). Der Screenshot basiert auf der Shareware SigView (ca. 100 US-\$) der Firma SignalLab.

Erste Experimente kann man bereits mit der Soundkarte als Datenaufzeichnungs- und Ausgabemedium durchführen und später auf eine anspruchsvolle Mehrkanal-PCI-Steckkarte von National Instruments® oder Measurement Computing® umsteigen. Das ist meistens erheblich preiswerter als die Anschaffung eines Stand-alone-Oszilloskops und -Spektralanalysators. Bei vielen DSP-Karten (DSP: Digital Signal Processing = Digitale Signalverarbeitung) ist im Lieferumfang bereits umfangreiche Software zur Analyse, Synthese und Visualisierung digitaler Daten enthalten. Oft lassen sich damit vollständige „virtuelle“ Messplätze aufbauen. **ELV**

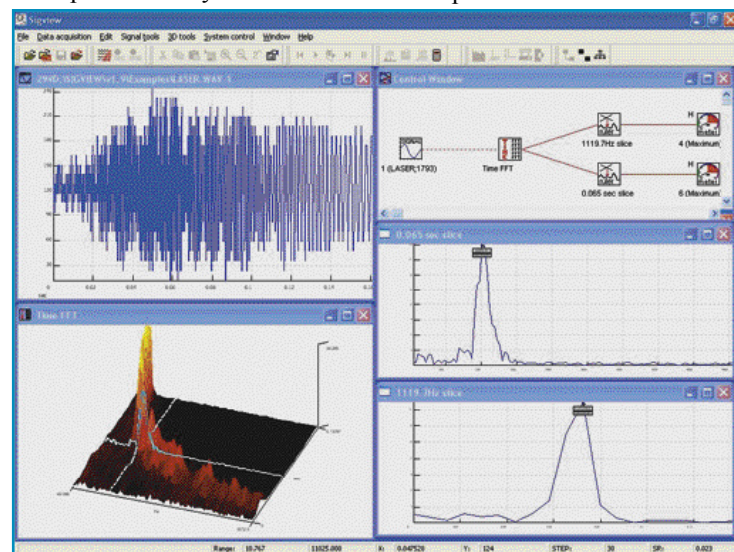


Bild 18: Wenn erst einmal eine genügend große Anzahl von digitalisierten Signalwerten im Speicher ist, kann man daraus (fast) alles berechnen. Mit SigView und einer Soundkarte geht das schon zum Nulltarif. (Quelle: <http://www.sigview.com/images/scr6.jpg>)



Funk-Energiemonitor mit Datenlogger EM 1010 PC

Der EM 1010 PC ist ein komfortables Anzeigegerät zum ELV-Funk-Energie-Messsystem. Der Energiemonitor zeigt neben den übermittelten Messwerten wie Energieverbrauch, Momentanleistung, Spitzenleistung, Gasverbrauchsmenge auch die zugehörigen Kosten an und führt intern bereits verschiedene Auswertungen durch. So lassen sich z. B. Durchschnittsverbräuche darstellen und auch Verbrauchs- und Kostenvorhersagen abrufen. Die Messwerte werden intern gespeichert und können für weitere Auswertungen am PC ausgelesen werden.

Allgemeines

Das gesamte ELV-Energie-Messsystem dient zur Erfassung und Anzeige verschiedener Energie-Verbrauchsdaten im Haus. Für den Bereich der elektrischen Energie stehen verschiedene Sensoren zur Verfügung. So erfasst der Stromzählersensor den Gesamt-Energieverbrauch des Hauses direkt am Energiezähler in der Hausverteilung. Zur Messung des Verbrauchs einzelner Geräte stehen mobile Energiemessstellen im Stecker-Steckdosen-Gehäuse zur Verfügung. Sollen bestimmte „Stränge“ einer Hausinstallation erfasst werden, so kann dies mit einer Energiemessstelle im Hutschienengehäuse erfolgen. Besonders für Solaranlagen-Besitzer ist die Energiemessstelle für Gleichstromanlagen bis 1000 V interessant. Um die Energieverbrauchserfassung für Privathaushalte ab-

zurunden, besteht die Möglichkeit, den Gasverbrauch über eine Gaszähler-Messstelle zu erfassen.

Da alle aufgeführten Sensoren keine eigene Anzeige zur Darstellung der Messwerte besitzen, müssen sie mit einer entsprechenden Anzeigeeinheit – dem Energiemonitor – zusammenarbeiten. Somit wird der Energiemonitor EM 1010 PC zur zentralen Energiedatenerfassungsstation für das gesamte Haus.

Der Energiemonitor ist dabei in der Lage, 12 Sensoren zu verwalten. Mit einem solchen Messsystem lässt sich dann sehr komfortabel der gesamte Energieverbrauch eines Hauses erfassen und überwachen.

Für die elektrischen Verbraucher werden die Werte Energie, Leistung, Spitzenleistung und Kosten angezeigt. Diese Daten stehen für verschiedene Zeitintervalle zur Verfügung, z. B. als Energieverbrauch der letzten Stunde, des letzten Tages, der letzten Woche etc.

Für den Volumenzähler „Gassensor“ ergeben sich prinzipbedingt nur die Daten Verbrauchsmenge und Kosten. Auch diese Werte stehen für verschiedene Zeitintervalle zur Verfügung.

Als besonderes Feature bietet das Anzeigegerät die Möglichkeit, Vorhersagen für Zeiträume ohne gültigen Datenstamm zu machen. Liegt z. B. nur der Energieverbrauch für eine Stunde als Messwert vor, rechnet das Gerät selbstständig einfach per Tastendruck den Verbrauch und auch die damit verbundenen Kosten für einen Tag, eine Woche, einen Monat und ein Jahr hoch. Somit lässt sich die oft gestellte Frage „Welche Stromkosten verursacht das Gerät im Jahr?“ schnell und komfortabel anhand einer kurzen Messung beantworten.

Energie sparen! – Aber wie?

Um Maßnahmen zur Energieeinsparung

Technische Daten: EM 1010 PC	
Anzahl der Anzeigeebenen:	2
Anzahl der externen Sensoren:	max. 12
Sensoren EM 1000-S/IR:	4
Sensoren EM 1000-GZ:	4
Sensoren EM 1000-EM/DCM/HSM:	4
Übertragungsintervall der Sensoren:	5 Minuten
Empfangsfrequenz:	868,35 MHz
Reichweite im Freifeld:	bis zu 100 m
Mehrverbrauchsalarm:	für alle Sensoren getrennt aktivierbar
Wertebereich Mehrverbrauchsalarm:	1 W – 4000 W (EM 1000-EM/DCM/HSM) 10 W – 40 kW (EM 1000-S/IR)
Kostenfaktor:	für alle Sensoren getrennt einstellbar
Kostenfaktor-Wertebereich:	0,0001 €/kWh bis 0,9999 €/kWh
Zählerkonstante:	für alle EM 1000-S/IR getrennt einstellbar
Zählerkonstante-Wertebereich:	1,0 U/kWh bis 6000 U/kWh
Spannungsversorgung:	3 x LR6/AA – Mignon
Umgebungstemperaturbereich:	0 °C bis 50 °C
Display-Abmessungen (B x H):	56 x 40,5 mm
Montageart:	Aufstellfuß oder Wandmontage
Gehäuse-Abmessungen (B x H x T):	104 x 145 x 55 mm (mit Fuß) 104 x 128 x 33 mm (ohne Fuß)

zu treffen, ist eine vorherige Analyse des aktuellen Energieverbrauches unumgänglich. Wichtig ist hier neben den reinen Verbrauchsdaten auch der zeitliche Verlauf des Verbrauches. Somit ist es zunächst wichtig, sich einen Gesamtüberblick zu verschaffen. Sinnvollerweise erfolgt dies direkt am Hauptstromzähler. Beobachtet man den Verbrauch Stunde für Stunde über einen Tag, kann man z. B. über die Differenz zwischen den Tagwerten und den Nachtwerten Rückschlüsse auf „stille“ Verbraucher ziehen, die ständig und oft unbemerkt arbeiten. In den Nachtwerten findet man dann z. B. den Kühlschrank, den Untertisch-Warmwasserspeicher, die Umwälzpumpe der Heizung, die Telefonanlage usw. als „stille“ Verbraucher wieder. Und diese Verbraucher sind es meist, die für den Löwenanteil der Stromkosten verantwortlich sind, und bei diesen Verbrauchern findet man auch das größte Einsparpotential.

Welcher Verbraucher konkret mit welchem Anteil „zuschlägt“, lässt sich dann mit einer mobilen Messstelle leicht ermitteln. Erfasst man hier z. B. nächteweise wechselnd den Verbrauch verschiedener Verbraucher (Kühlschrank, Telefonanlage etc.), kann über die Vorhersagefunktion des EM 1010 PC gleich eine Hochrechnung auf den Anteil am Gesamt-Energieverbrauch gemacht werden. Damit lässt

sich feststellen, welcher Verbraucher den meisten „Strom frisst“, und anhand dieser Daten kann man dann entscheiden, ob sich z. B. die Anschaffung eines sparsameren Kühlschranks lohnt, ob man den Untertisch-Warmwasserspeicher nachts über eine Zeitschaltuhr ausschaltet usw. Ein Vergleich mit den technischen Daten des Gerätes kann aber beispielsweise auch einen versteckten Defekt entlarven, der sich „nur“ in einem zu hohen Stromverbrauch äußert. Die Möglichkeiten zur Analyse sind mit dem EM 1010 PC sehr vielfältig.

Verfügbare Sensoren

Der Energiemonitor EM 1010 PC arbeitet als Anzeigeeinheit mit folgenden Sensoren des ELV-Energie-Messsystems zusammen:

- **Zählersensor**
 - EM 1000-S/IR
 - maximal 4 Geräte anschließbar
 - Adressbereich: 1...4
 - Einsatz: Energiemessung am Hauptzähler, an Nebenzählern für Einliegerwohnungen, als Einspeisezähler einer Solaranlage usw.
- **Mobiler Energiezähler**
 - EM 1000-EM (Stecker-Steckdosen-Einheit)
 - maximal 4 Geräte anschließbar

- Adressbereich: 5...8
- Einsatz: Energiemessung an „Steckdosen-Verbrauchern“ wie Kühlschrank, TV-Gerät usw.

- Stationärer Energiezähler (Hutschienen-Montage)

- EM 1000-HSM
- maximal 4 Geräte anschließbar
- Adressbereich: 5...8
- Einsatz: Energiemessung an einzelnen Strängen der Hausverteilung etc.

- Stationärer Gleichstrom-Energiezähler

- EM 1000-DCM
- maximal 4 Geräte anschließbar
- Adressbereich: 5...8
- Einsatz: Energiemessung an Gleichstromverbrauchern bis 1000 V, Leistungsmessung an Solarpanels etc.

- Gaszähler

- EM 1000-GZ/GZS
- maximal 4 Geräte anschließbar
- Adressbereich: Volumensensor 1...4
- Gasmengenmessung am Haupt-Gaszähler, an Nebenzählern für Einliegerwohnungen usw.

Für jeden einzelnen Sensor lassen sich unterschiedliche Parameter einstellen. So errechnet der EM 1010 PC beispielsweise über den Parameter „Kostenfaktor“ die aus dem Verbrauch resultierenden Strom- bzw. Gasverbrauchskosten für jeden Sensor getrennt. Der Wert wird in Ct/kWh bzw. in Ct/m³ (für Gassensoren) angegeben. Diese Werte entnimmt man üblicherweise der Strom- und Gasrechnung.

Mit der Möglichkeit, jedem einzelnen Sensor einen eigenen Kostenfaktor zuzuordnen, kann z. B. auch direkt der „Ertrag“ einer Solaranlage ermittelt werden. Ist z. B. der Zählersensor 1 am Verbrauchszähler installiert und mit dem Strompreis des Energieversorgers programmiert und der Zählersensor 2 am Einspeisezähler der Solaranlage installiert und mit der Einspeisevergütung für Solarstrom programmiert, lässt sich aus den beiden Kosten-Werten für die Zähler schnell der Reingewinn der Solaranlage ermitteln.

Erfasste und dargestellte Messwerte

Standardmäßig übertragen die Sensoren des ELV-Energie-Messsystems die Daten Energieverbrauch (bzw. Verbrauchsmenge beim Gaszähler) und Spitzenleistung während des letzten Messintervalls (5 Minuten). Die Anzeigeeinheit EM 1010 PC bereitet diese Daten auf und stellt prinzipiell folgende Daten und Messwerte zur Verfügung.

Leistung

Die Leistung [P] wird in Kilowatt (kW) bzw. Megawatt (MW) (nur bei Sensoren für

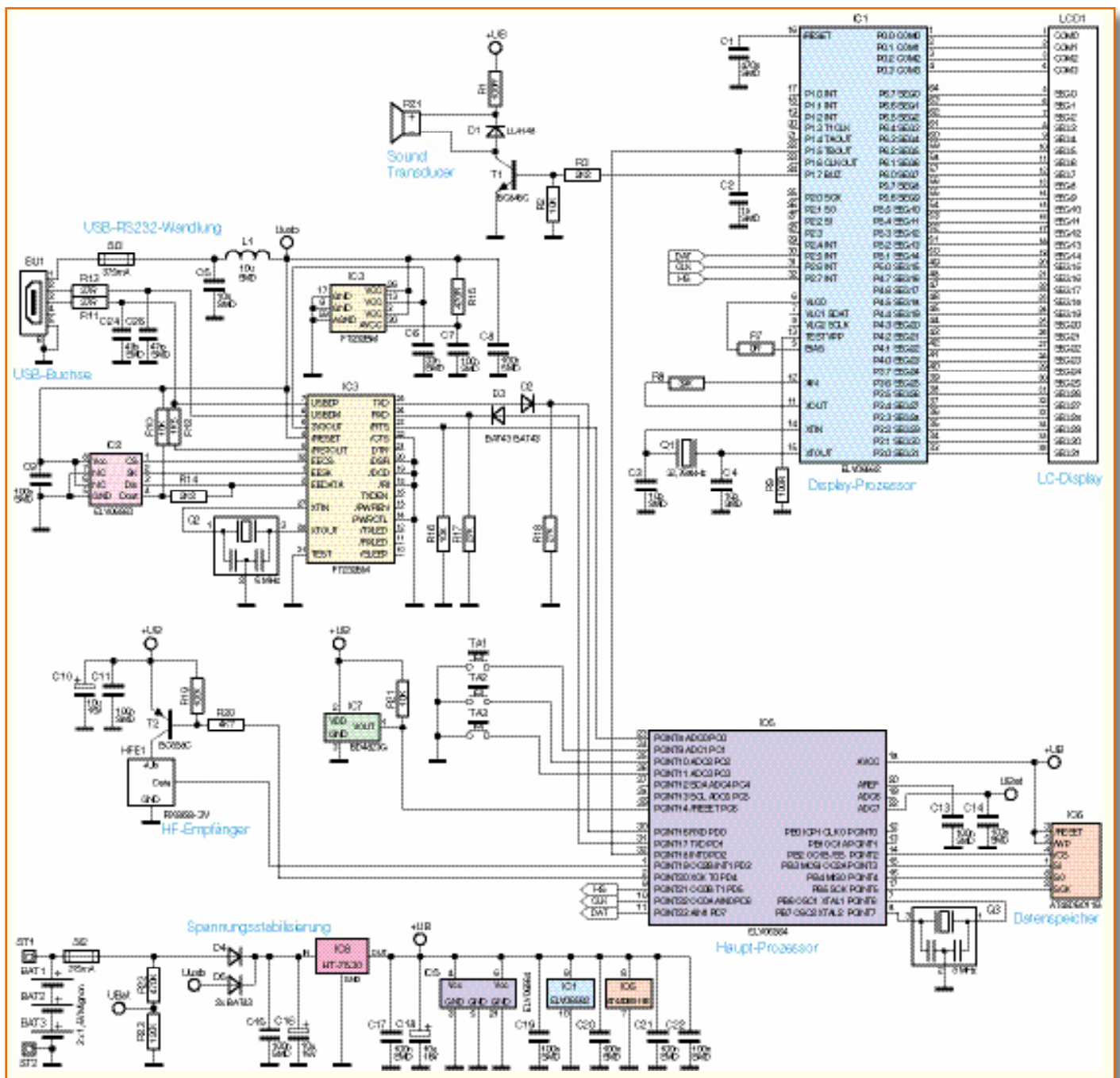


Bild 1: Schaltung des EM 1010 PC

elektrische Energie) dargestellt. Folgende Werte können abgerufen werden:

- Wert des letzten Messintervalls (aktueller Wert)
- Spitzenwert des letzten Messintervalls
- Durchschnittswerte der letzten Stunde, des letzten Tages, der letzten Woche, des letzten Monats, des letzten Jahres, seit Reset
- Spitzenwerte der letzten Stunde, des letzten Tages, der letzten Woche, des letzten Monats, seit Reset

Als weiteres Feature ist ein Mehrverbrauchsalarm implementiert. Überschreitet die Leistungsaufnahme des dargestellten Sensors einen vom Benutzer wählbaren

Alarmwert, gibt das Gerät einen akustischen Alarm aus.

Damit erhält man auf Wunsch auch eine akustische Rückmeldung über aktuelle Verbrauchsspitzen.

Energie/Volumen

Die Energie [W] wird in Kilowattstunden (kWh) bzw. Megawattstunden (MWh) (bei Sensoren für elektrische Energie) dargestellt. Bei Volumenzählern (z. B. beim Gaszähler) erfolgt die Anzeige des verbrauchten Volumens (Menge) [V] in Kubikmeter (m³). Folgende Werte können abgerufen werden:

- Wert des letzten Messintervalls (aktueller Wert)

- summierter Wert der letzten Stunde, des letzten Tages, der letzten Woche, des letzten Monats, des letzten Jahres, seit Reset
- Energieverbrauchsvorhersage (EVS): Liegen keine (vollständigen) Daten für den angeforderten Zeitraum vor, so erfolgt eine Hochrechnung auf der Basis der bisherigen Messwerte. Die Kennzeichnung der Hochrechnung erfolgt durch „forecast“ im Display. Beispiel: Es liegen Daten für 10 Tage vor. Auf der Basis kann der „Energieverbrauch letzte Woche“ exakt bestimmt werden, „Energie letzter Monat“ wird aber auf Basis der 10 Tage auf 30 Tage (= 1 Monat) hochgerechnet.

Kosten

Die Verbrauchskosten [K] werden in Euro (€) bzw. Kilo-Euro (k€) dargestellt. Diese Verbrauchskosten bestimmt der Energiemonitor aus dem eingegebenen Kostenfaktor und den gemessenen bzw. hochgerechneten Verbrauchsdaten. Folgende Werte können abgerufen werden:

- Wert des letzten Messintervalls (aktueller Wert)
- summierter Wert der letzten Stunde, des letzten Tages, der letzten Woche, des letzten Monats, des letzten Jahres, seit Reset
- Kostenvorhersage (KVS):

Wie bei der Ermittlung der Energiedaten für Zeiträume ohne gültigen Datenstamm, erfolgt auch hier eine Hochrechnung auf der Basis der bisherigen Messwerte. Die Kennzeichnung der Hochrechnung erfolgt durch „forecast“ im Display.

Datenlogger

Sollen Analysen und Betrachtungen über längere Zeiträume durchgeführt werden, so ist dies komfortabel nur noch mit einer entsprechenden Auswertung am PC möglich. Hierfür arbeitet der Energiemonitor EM 1010 PC auch als Datenlogger, der neben den gesamten internen Berechnungen auch jeden (!) von den Sensoren empfangenen Messwert intern abspeichert. So können dann Jahresprofile verschiedener Verbraucher ermittelt werden. Interessant ist dies z. B. beim Gasverbrauch, um festzustellen, in welchem Monat, in welcher Woche und an welchem Tag der höchste Gasverbrauch vorlag. Vergleicht man diese Werte dann ggf. noch mit den gleichzeitig aufgezeichneten Wetterdaten einer ELV-Wetterstation, kann man sogar einen Bezug zwischen Gasverbrauch und Außentemperatur herstellen. Trotz all den aufgeführten Features und Funktionen ist die im Folgenden beschriebene Schaltung recht übersichtlich.

Schaltung

Die in Abbildung 1 dargestellte Schaltung der Energiemonitor-Anzeigeeinheit EM 1010 PC gliedert sich prinzipiell in drei Teile: Display-Prozessor mit Peripherie, Haupt-Prozessor mit Peripherie und USB-Controller.

Die gesamte Bedienung, alle Berechnungen, das Speichermanagement und die Koordination des Funk-Empfangs der Sensoren sind Arbeiten, die der Haupt-Prozessor IC 5 übernimmt. Dieser benötigt zum Betrieb nur den an Pin 7 und Pin 8 angeschlossenen „Taktsignal-Stabilisator“, der hier in Form eines Keramikschwingers ausgeführt ist. Der Reset-Baustein IC 7 sorgt für

ein definiertes Anlaufverhalten beim Einlegen der Batterien und für ein definiertes Verhalten bei leeren Batterien.

Die Batteriespannung überwacht der Mikrocontroller über seinen internen Analog-Digital-Wandler, der an Pin 22 die über den Spannungsteiler R 22 und R 23 geteilte Batteriespannung erhält. Sind die Batterien verbraucht, erscheint auf dem Display ein entsprechendes Symbol.

Die gesamte Bedienung des Gerätes erfolgt über die drei Tasten TA 1 bis TA 3. Die Tastenfunktion wertet der Haupt-Prozessor direkt über seine Eingänge aus. So können auch Tastendruck-Kombinationen einfach abgefragt werden.

Die eigentlichen Energie-Messwerte von den einzelnen Sensoren erhält der Mikrocontroller über den Dateneingang Pin 1 vom HF-Empfangsmodul HFE 1. Um die Batterie zu schonen, wird der HF-Empfänger in einem Zeitraster synchron zu den entsprechenden Sendestationen eingeschaltet. Die Koordination übernimmt wiederum der Haupt-Prozessor, der über den Transistor T 2 den HF-Empfänger schaltet.

Der für die Datenaufzeichnung benötigte Speicher ist ein 1-MBit-Flash-Speicher (IC 6), der über SPI (serial peripheral interface) mit dem Mikrocontroller kommuniziert.

Die Messwerte und Auswertungen werden auf dem LC-Display dargestellt. Den dafür notwendigen Display-Treiber hat der Display-Prozessor bereits integriert. Die Informationen darüber, was dargestellt werden soll, bekommt dieser über die aus „DAT“, „CLK“ und „HS“ bestehende Kommunikationsschnittstelle vom Haupt-Prozessor mitgeteilt. Eine weitere Aufgabe des Display-Prozessors ist die Ansteuerung des Sound-Transducers PZ 1. Der Transistor T 1 arbeitet hier nur als Treiber. Das Taktsignal für den Display-Prozessor stabilisiert der Uhrenquarz Q 1, der mit den beiden Last-Kapazitäten C 3 und C 4 beschaltet ist.

Damit die Daten zur weiteren Verarbeitung ausgelesen werden können, besitzt die Energiemonitor-Anzeigeeinheit eine USB-Schnittstelle. Die Verbindung zum PC erfolgt dabei über die Mini-USB-Buchse BU 1. Zentrales Bauelement in diesem USB-Schaltungsteil ist der Schnittstellenwandler IC 3. Dieser Controller übernimmt die gesamte Konvertierung der Datensignale. An Pin 7 und Pin 8 erfolgt der Anschluss an den USB-Port. Die beiden in diesen Datenleitungen liegenden Widerstände (R 11 und R 13) verbessern die Anpassung gemäß Leitungstheorie und sorgen zusätzlich für einen gewissen Schutz der IC-Eingänge. IC-intern erfolgt dann die Umsetzung in die entsprechenden RS232-Signale, die dann an den entsprechend bezeichneten Datenleitungen (Pin 18

bis Pin 25) zur Verfügung stehen. Genutzt werden hier jedoch nur die Leitungen „TXD“, „RXD“ und „RTS“.

Die Zuführung der Versorgungsspannung erfolgt über die Pins 3, 13 und 26, wobei eine von dieser digitalen Versorgung über R 15 und C 7 entkoppelte Spannung zur Versorgung des Oszillators und der Frequenzvervielfacherstufen an Pin 30 anliegt. Durch die Versorgung aus dem USB-Port des PCs heraus ist dieser Schaltungsteil auch nur aktiv, wenn ein PC angeschlossen ist. Auch dies verlängert die Batterie-Lebensdauer.

Das Taktsignal für IC 3 wird mittels des Keramikschwingers Q 2 generiert. Der hier erzeugte 6-MHz-Takt wird IC-intern durch entsprechende Vervielfacher auf maximal 48 MHz hochgetaktet.

In dem als EEPROM ausgelegten Speicher IC 2 sind die Erkennungsdaten des Energiemonitors EM 1010 PC abgelegt. Mit diesen Daten kann das Gerät vom angeschlossenen PC-System eindeutig identifiziert werden. Hinterlegt sind die Vendor-ID (Hersteller-Identifikation), die Product-ID (Produkt- oder Geräte-Identifikation), der „Product Description String“ (Produktname) und die Seriennummer. Die Kommunikation zwischen dem USB-Controllerbaustein IC 3 und dem EEPROM erfolgt über eine so genannte Microwire-Verbindung.

Die Spannungsversorgung des Gerätes erfolgt durch drei Batterien vom Typ LR6 (Mignon/AA), die an ST 1 und ST 2 kontaktiert sind. Die nachfolgende Stabilisierung mit IC 8 sorgt für gleichbleibende Betriebsbedingungen während der gesamten Batterie-Lebensdauer.

Nachbau

Die gesamte Schaltung des EM 1010 PC ist auf der 88 x 104 mm messenden Platine untergebracht. Der Nachbau der Schaltung beschränkt sich auf die Bestückung der bedrahteten Bauelemente und den Einbau der Platine ins Gehäuse. Alle oberflächenmontierten Bauteile sind bereits auf der Lötseite vorbestückt. Da die Platine auch für andere Gerätevarianten verwendet wird, sind im Bestückungsdruck (sowohl auf der Platine als auch in der Bauanleitung) einige Bauteile eingezeichnet, die nicht bestückt werden bzw. auch nicht SMD-bestückt sind und somit auch nicht im Schaltbild auftauchen (z. B. IC 4 und FS 1). Daher muss man sich beim Nachbau streng an die Stücklisten halten. Die jeweiligen Platinenfotos zeigen ggf. hilfreiche Zusatzinformationen in Detailfragen.

Die Bestückung der noch verbleibenden bedrahteten Bauelemente erfolgt anhand der Stückliste und des Bestückungsdrucks.

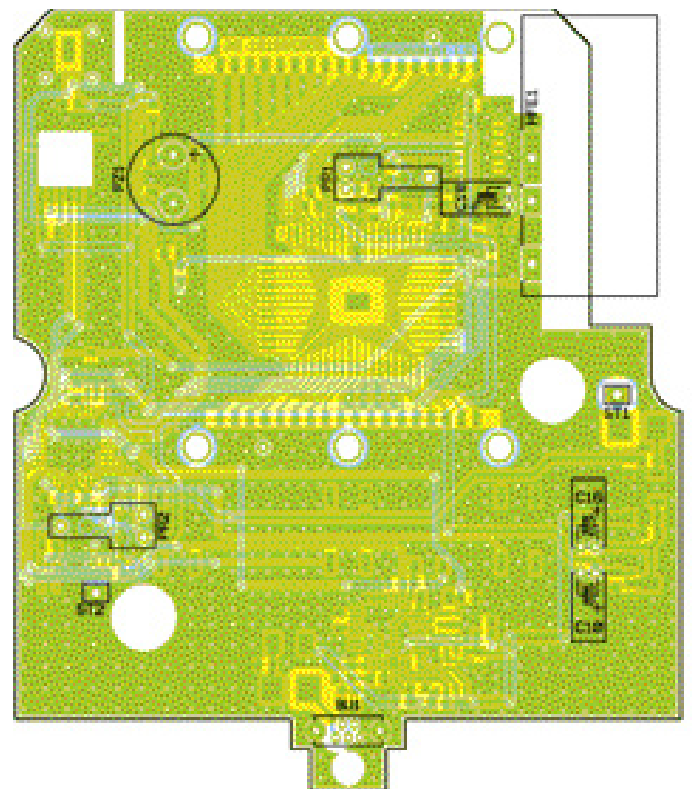
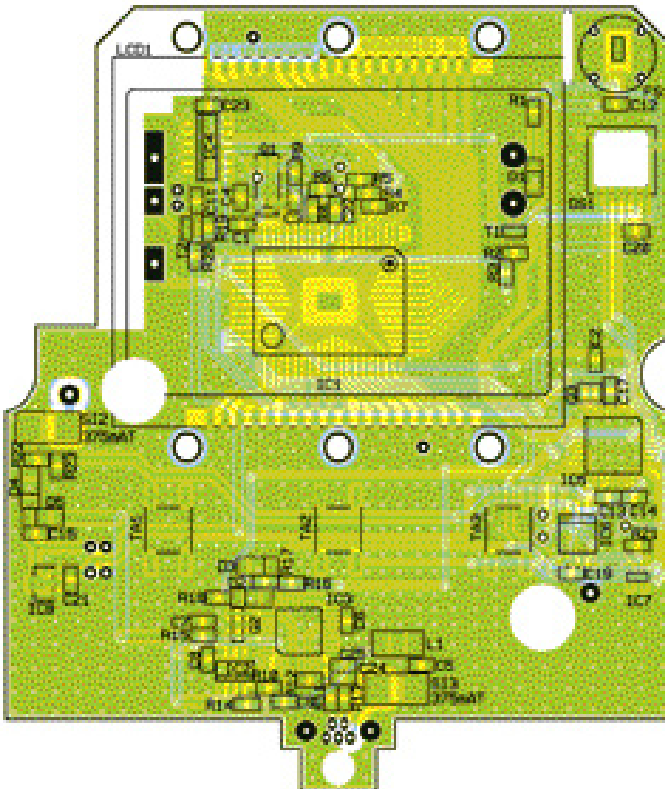
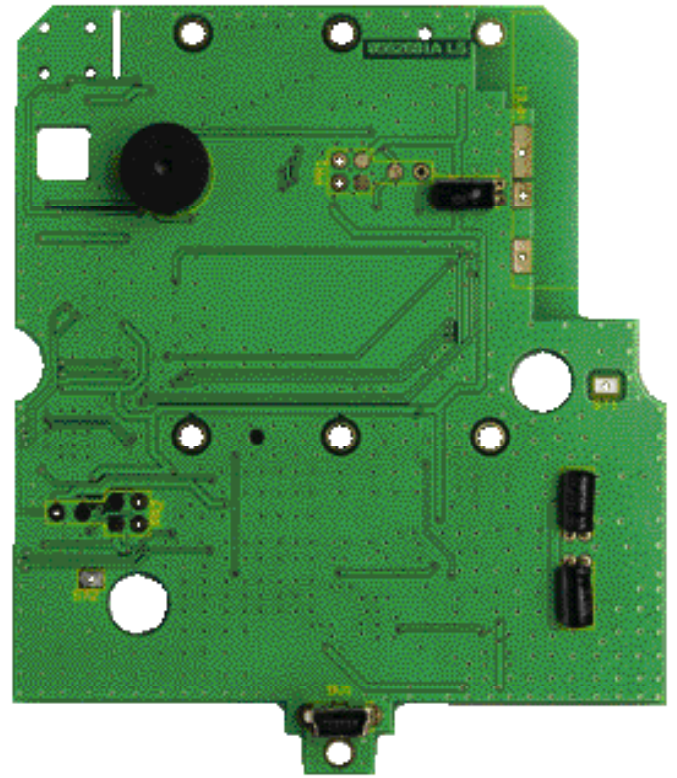
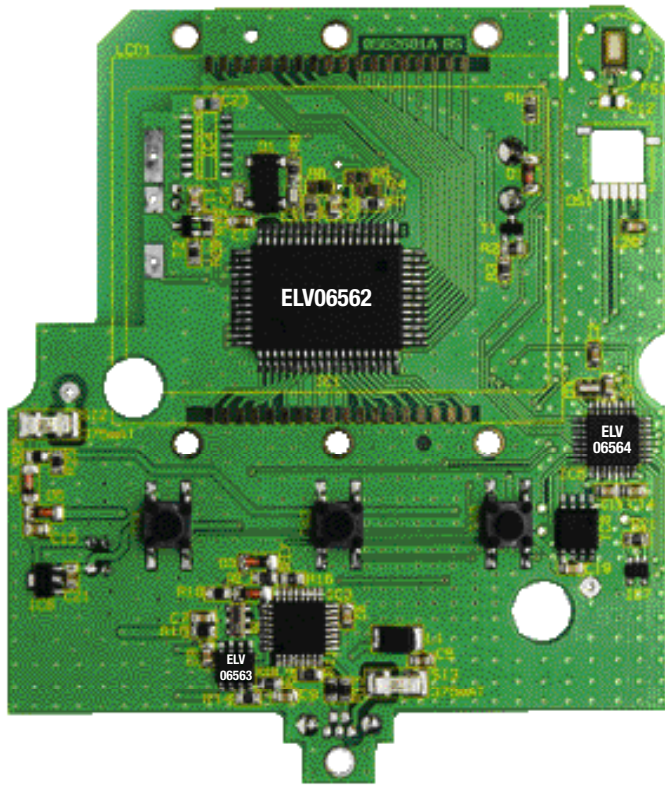
ckes. Im ersten Schritt werden die Elektrolyt-Kondensatoren unter Beachtung der korrekten Polung eingesetzt und verlötet. Damit es beim Gehäuseeinbau nicht zu Kollisionen kommt, sind diese Kondensatoren, wie gezeichnet, liegend zu montieren. Auch der dann zu montierende Summer (Sound-Transducer) muss polrichtig

montiert werden. Das im Gehäuseaufdruck vorhandene Pluszeichen, das auch im Bestückungsdruck dargestellt ist, gibt die korrekte Lage an.

Die Einbaulage der dann zu bestückenden USB-Buchse ergibt sich aus der Anordnung der Pins. Beim Einbau ist darauf zu achten, dass die Buchse vor dem Verlö-

ten vollständig auf der Platine aufliegt und absolut senkrecht steht. Ansonsten fasst die Buchse später nicht korrekt in die dafür vorgesehene Gehäuseaussparung.

Im letzten Schritt der Lötarbeiten sind die internen Verdrahtungsmaßnahmen vorzubereiten. Die Leitungsverbindung zum Batteriefach erfolgt über das rote und das



Ansicht der fertig bestückten Platine des EM 1010 PC mit zugehörigem Bestückungsplan, links von der Bestückungsseite, rechts von der Lötseite

Stückliste: Funk-Energiemonitor EM 1010 PC

Widerstände:

0 Ω/SMD/0805	R7
27 Ω/SMD/0805	R11, R13
100 Ω/SMD/0805	R1, R9
470 Ω/SMD/0805	R15
1,5 kΩ/SMD/0805	R12
2,2 kΩ/SMD/0805	R3, R14
4,7 kΩ/SMD/0805	R20
10 kΩ/SMD/0805	R2, R10, R16, R21
27 kΩ/SMD/0805	R17, R18
39 kΩ/SMD/0805	R8
100 kΩ/SMD/0805	R19
120 kΩ/SMD/0805	R23
470 kΩ/SMD/0805	R22

Kondensatoren:

10 pF/SMD/0805	C3, C4
47 pF/SMD/0805	C24, C25
1 nF/SMD/0805	C2
10 nF/SMD/0805	C5
33 nF/SMD/0805	C6
100 nF/SMD/0805	C7–C9, C11, C13–C15, C17, C19–C22
470 nF/SMD/0805	C1
10 µF/16 V	C10, C16, C18

Halbleiter:

ELV06562/Display-Controller	IC1
ELV06563/SMD/USB-EEPROM	IC2
FT232BM/SMD	IC3
ELV06564/SMD/Haupt-Controller	IC5
AT45DB011B-SI/SMD	IC6
BD4823G/SMD	IC7

HT7530/SMD	IC8
BC848C	T1
BC858C	T2
LL4148	D1
BAT43/SMD	D2–D5
LC-Display IS10347EA01	LCD1

Sonstiges:

Quarz, 32,768 kHz	Q1
Keramikschwinger, 6 MHz, SMD	Q2
Keramikschwinger, 8 MHz, SMD	Q3
SMD-Induktivität, 10 µH	L1
USB-B-Buchse mini, 5-polig, print, stehend	BU1
Mini-Drucktaster, 1 x ein, 5 mm Tastknopflänge	TA1–TA3
Sicherung, 375 mA, träge, SMD	SI2, SI3
Empfangsmodul RX868-3V, 868 MHz	HFE1
Sound-Transducer, 3 V, print	PZ1
2 Leitgummis	
1 Gehäuse, kpl., bearbeitet und bedruckt	
1 CD EM-1010-PC-Software	
1 USB-Kabel (Typ A auf Typ B mini), 2 m, Schwarz	
6 cm Schalthdraht, blank, versilbert	HFE1
13 cm flexible Leitung, ST1 x 0,22 mm ² , Rot	
7 cm flexible Leitung, ST1 x 0,22 mm ² , Schwarz	

schwarze Leitungsstück. Die Leitungen sind zunächst an beiden Enden auf 3 mm abzuisolieren und zu verzinnen. Die rote Ader wird dann in die mit ST 1 gekennzeichnete Bohrung gefädelt und verlötet, die schwarze entsprechend in ST 2. Die Verbindung der Hauptplatine mit dem HF-Empfangsmodul erfolgt über drei je 10 mm lange Silberdrahtstücke. Diese werden entsprechend abgelängt und so in die Boh-

rungen der Anschluss pads des Funkmoduls auf der Hauptplatine eingeführt (vgl. Abbildung 5), dass die Leitungen auf der Lötseite bündig abschließen und auf der Bestückungsseite (!) verlötet werden können. Der Anschluss des Empfangsmoduls erfolgt nach dem nun folgenden Einbau der Platine ins Gehäuse.

Zur Gehäusemontage ist die Gehäusefront zunächst so auf eine saubere und wei-

che Tischunterlage zu legen, dass sich der Displayausschnitt oben befindet. Im ersten Schritt muss die Tastatur eingelegt werden. Zu beachten ist hier, dass die Tastenbeschriftung nicht auf dem Kopf steht.

Beim nun folgenden Display-Einbau muss bedacht werden, dass Fingerabdrücke, Staub etc. auf den Einzelteilen später sichtbar sind. Daher sollte man die Displayscheibe und das Display selbst nur mit großer Vorsicht seitlich anfassen.

Zur Montage des Displays ist zunächst die Displayscheibe in den dafür vorgesehenen Ausschnitt der Frontschale zu legen. Dabei muss die glatte Seite der Scheibe nach vorne zeigen (Abbildung 2). Anschließend folgt das Display, das zur Kennzeichnung der Einbaulage an der rechten Seite des Glases einen Anguss besitzt. Diese „Nase“ muss, wie gesagt, in die (von hinten gesehen) rechte Aussparung im Displayausschnitt des Gehäuses einfassen (siehe auch Abbildung 3). Zur Fixierung des Displays und zur exakten Positionierung der Leitgummis ist der Displayrahmen, wie in Abbildung 4 gezeigt, einzusetzen. Oben und unten folgen dann die beiden Leitgummis, die die elektrische Verbindung zwischen Platine und Display herstellen.

Sind diese Teile so weit korrekt eingesetzt, wird die Platine positioniert und verschraubt. Als Positionierhilfe dienen zwei Zapfen in der Gehäusefront, die in die zugehörigen Bohrungen der Platine einfassen. Festgeschraubt wird die Platine dann mit 7 TORX-Schrauben.

Im nächsten Arbeitsschritt wird der Designrahmen auf die Gehäuseschraubdomme gelegt. Dabei muss die glatte Seite des Designrahmens nach vorne zeigen. Vor der weiteren Montage sind zunächst die restlichen elektrischen Verbindungen herzustellen – zunächst die des HF-Empfangsmoduls. Hierzu wird das Funkmodul schräg in die oben rechts vorgesehene Aussparung der Hauptplatine eingelegt. Beim Positionieren sind gleichzeitig die drei Silberdraht-Enden in die zugehörigen Anschluss pads der

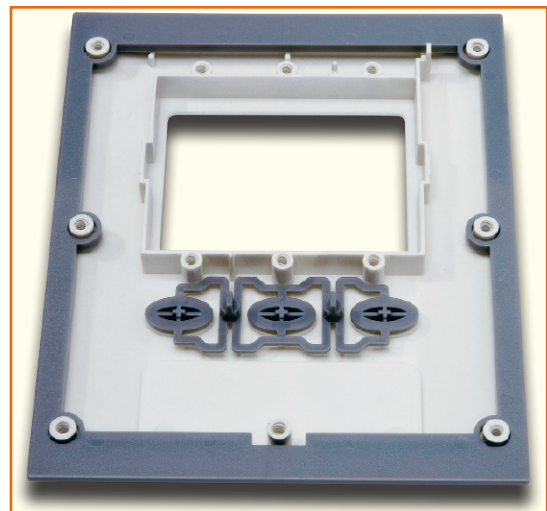


Bild 2: Gehäusemontage: Displayscheibe und Tastatur eingelegt

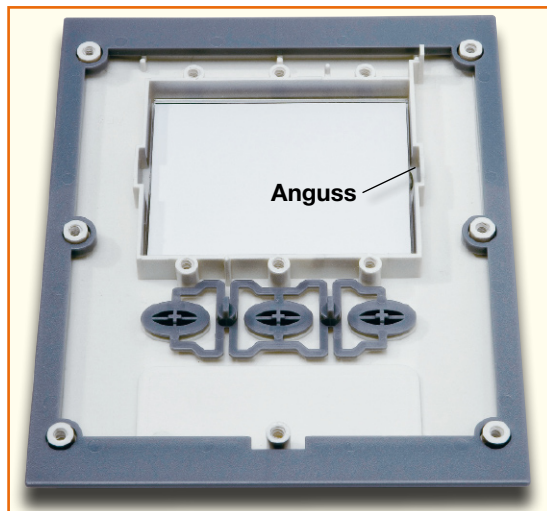


Bild 3: Gehäusemontage: Display eingesetzt

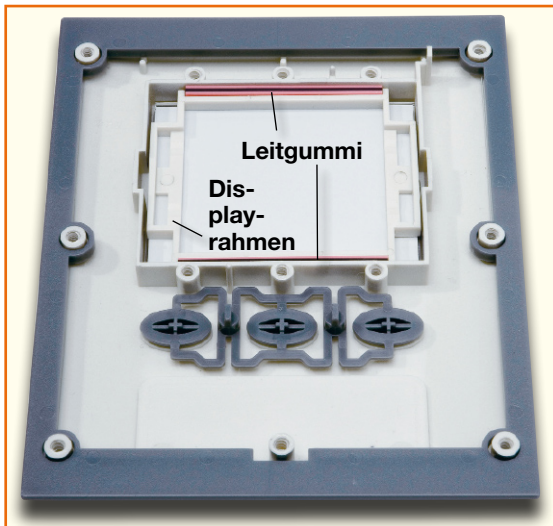


Bild 4: Gehäusemontage: Displayrahmen und Leitgummis eingesetzt

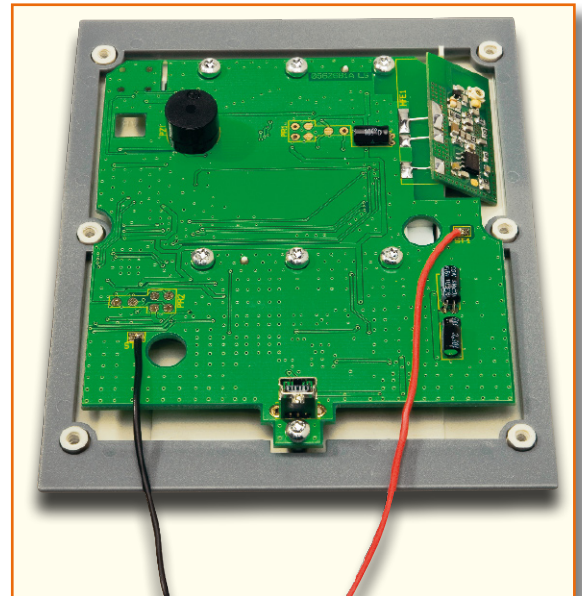


Bild 6: Detailansicht zum Anlöten der Batterie Anschlussleitungen

Empfänger-Platine einzufädeln. Das Empfangsmodul ist dann so zu positionieren, dass dieses links auf der Platine aufliegt und rechts nach vorne in die Gehäusefront abtaucht und dort aufliegt. Anschließend sind die Silberdrahtenden auf dem Empfangsmodul zu verlöten (Abbildung 5).

Bevor auch die Verbindung der Batterie-Anschlussleitungen an die Batteriekontakte erfolgen kann, müssen Letztere zunächst montiert werden. Im Batteriefach der Gehäuserückwand oben rechts und unten links sind die beiden Einzelkontakte so weit einzupressen, bis sie einrasten. In die übrigen Positionen sind die Doppelkontakte bis zum Anschlag einzupressen. An die Lötösen der Einzelkontakte im Gehäuseinneren werden die beiden Leitungen wie folgt angelötet: Die rote Ader ist an dem oberen Batteriekontakt, die schwarze Ader am unteren Kontakt zu verlöten. Dabei ist zu beachten, dass die Leitungsenden nicht mehr als 2 mm durchstehen – überschüssige Drahtenden sind abzuschneiden.

Da für die Inbetriebnahme des Gerätes keine Einstell- und Abgleicharbeiten notwendig sind, kann das Gehäuse nun geschlossen werden.

Bei der Montage der Rückwand ist auf

eine korrekte Führung der Batterie-Anschlussleitungen zu achten. Die Leitungen in der Rückwand im Raum zwischen Seitenwand und Batteriefach Platz. Auf keinen Fall dürfen die Leitungen beim Aufsetzen der Rückwand zwischen Batteriefach und Platine eingeklemmt werden. Beim Verlegen der roten Ader ist weiterhin darauf zu achten, dass die Leitung nicht auf dem HF-Empfangsmodul aufliegt. Die Rückwand liegt korrekt auf, wenn sie rundherum ohne Gewalt bündig auf dem Designrahmen aufliegt.

Sollte dies nicht möglich sein, bitte die Leitungsführung kontrollieren und ggf. korrigieren. Die Gehäuserückwand wird dann mit 6 TORX-Schrauben fixiert.

Test- und Inbetriebnahme

Der Test des Gerätes beschränkt sich auf

einen kurzen Funktionstest. Da das Gerät keine Abgleichpunkte besitzt und komplett durch die Taster konfigurierbar ist, entfällt eine separate Inbetriebnahme. Zum Funktionstest sind drei Batterien vom Typ LR6 (Mignon/AA) polrichtig einzulegen. Nach ca. 2 Sekunden erscheint dann der Segmenttest, bei dem alle Segmente des LCD-Displays für ca. 2 Sekunden aufleuchten. Hierbei ist zu kontrollieren, ob alle Segmente erscheinen. Anschließend werden die Versionsnummern der geräteinternen Mikrocontroller-Firmware dargestellt – nach ca. 2 Sekunden geht das Gerät dann in den Modus zur Uhrzeiteinstellung. In der obersten Zeile erscheint die Uhrzeit, wobei die Stunden bereits für die Einstellung blinken. Mit der „Power“-Taste werden die Stunden entsprechend hochgezählt. Die Taste „Energy“ schaltet zum nächsten Parameter weiter, wobei auch hier jeweils mit der „Power“-Taste die Einstellung des Wertes erfolgt. Die Zeit und Datumseinstellung erfolgt in folgender Reihenfolge:

- Stunden
- Minuten
- Jahr
- Monat
- Tag

Nach dem Eingeben des Tages wird durch eine weitere Betätigung der „Energy“-Taste der Modus der Uhrzeiteinstellung verlassen und automatisch der Synchronisations-Modus, in dem alle innerhalb der Funkreichweite liegenden Energiemessstellen erfasst werden, aufgerufen. Damit ist das Gerät betriebsbereit. Die detaillierte Beschreibung der Bedienung erfolgt im nächsten Teil des Artikels.

ELV

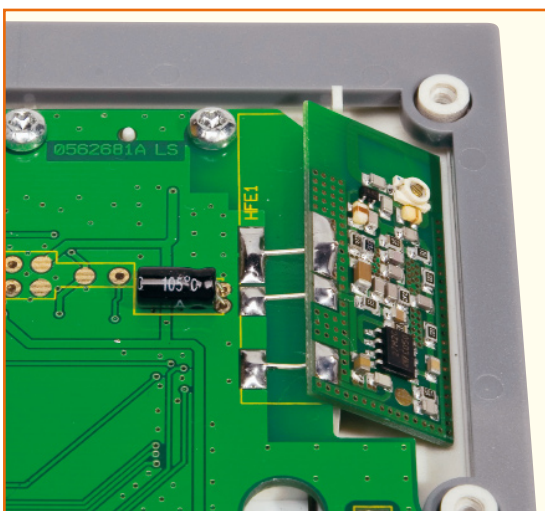
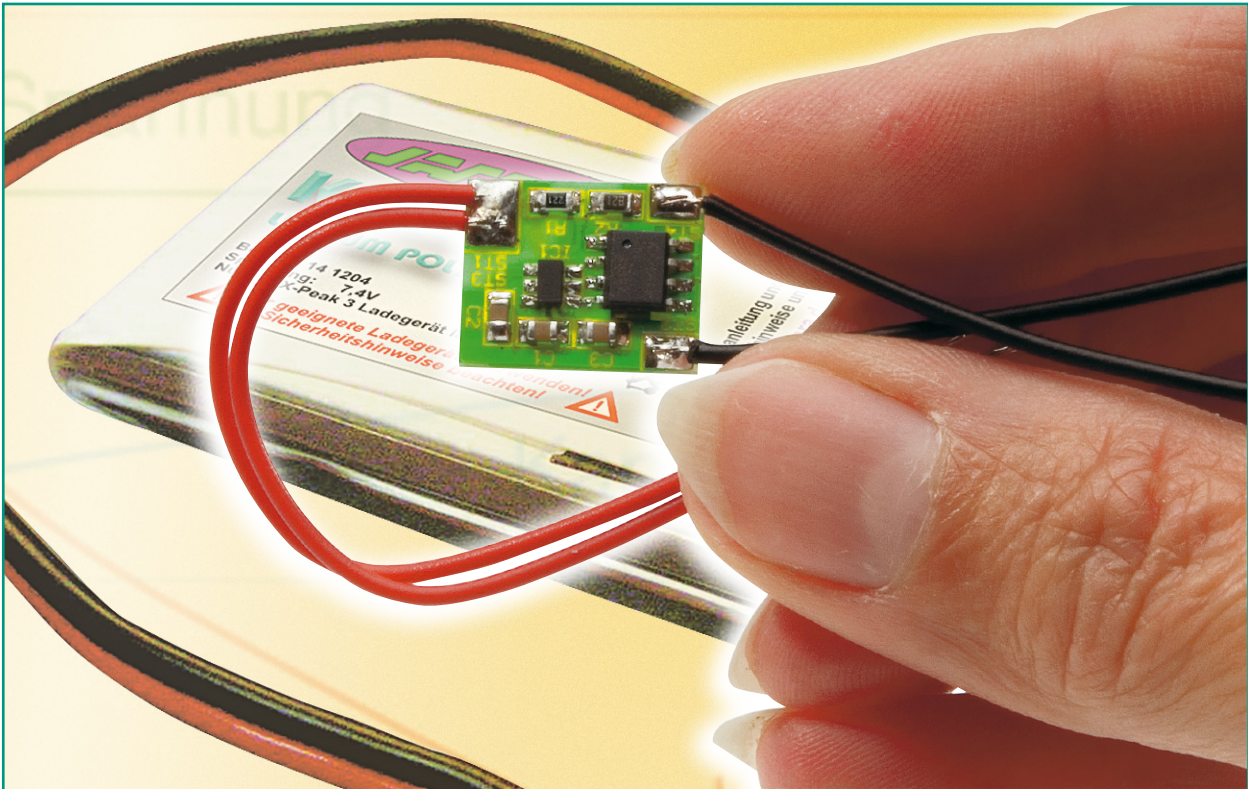


Bild 5: Detailansicht zur Montage des HF-Empfängers



Lithium-Polymer-Schutzschaltung

Diese kleine Schutzschaltung verhindert bei Lithium-Polymer-Zellen Überladung und Tiefentladung, verfügt über eine elektronische Überstrom- und Kurzschluss-Sicherung und ist für Dauerströme bis zu 3,8 A ausgelegt.

Allgemeines

Lithium-Polymer-Zellen sind die modernsten Zellen am Akku-Markt und bieten erhebliche Vorteile gegenüber anderen Akku-Systemen. Der entscheidende Vorteil ist dabei die deutlich höhere Energieausbeute bezogen auf Gewicht und Baugröße. Im Modellbaubereich spricht man bei Lithium-Akkus sogar von der Revolution am Akku-Markt.

Im Gegensatz zu den nahezu unverwundlichen NiCd-Zellen und im Vergleich zu NiMH-Akkus sind Lithium-Zellen schwierig in der Handhabung. Bereits geringfügige Überladung oder Tiefentladung führen zu irreversibler Schädigung oder Totalausfall. Präventive Maßnahmen zum Schutz vor Überladung oder Tiefentladung sind daher bei diesem Zellentyp sehr wichtig.

Beim Ladevorgang muss die max. Ladeschluss-Spannung mit mind. 1 %

Genauigkeit eingehalten werden, und eine Entladung unter 2,5 V je Zelle ist nicht zulässig. Maßnahmen zum Schutz vor Tiefentladung sollten daher auch nicht vernachlässigt werden. Bleibt eine Lithium-Zelle nur wenige Tage unter 1,5-V-Zellenspannung, wird die Zelle intern chemisch instabil und unbrauchbar. Das Aufladen derartiger Zellen ist mit einem hohen Risiko

verbunden, und die Sicherheit kann nicht mehr gewährleistet werden. Bei internem Schluss oder einem Teilschluss kommt es dann zu einer starken Erwärmung.

Das Aufladen von Lithium-Polymer-Zellen erfolgt nach der Strom-/Spannungskurve zunächst mit einem Konstantstrom bis 4,2 V Zellenspannung, und danach wird die Spannung mit hoher Genauig-

Technische Daten: Lithium-Polymer-Schutzschaltung LPS 1	
Geeignete Akku-Technologie:	Lithium-Polymer
Zellenzahl:	1
Dauerstrom:	max. 3,8 A
Ladespannungs-Schwelle:	4,25 V
Entladeschluss-Schwelle:	2,5 V
Stromaufnahme:	<6 μ A
Abmessungen:	14 x 11 mm
Gewicht:	0,6 g

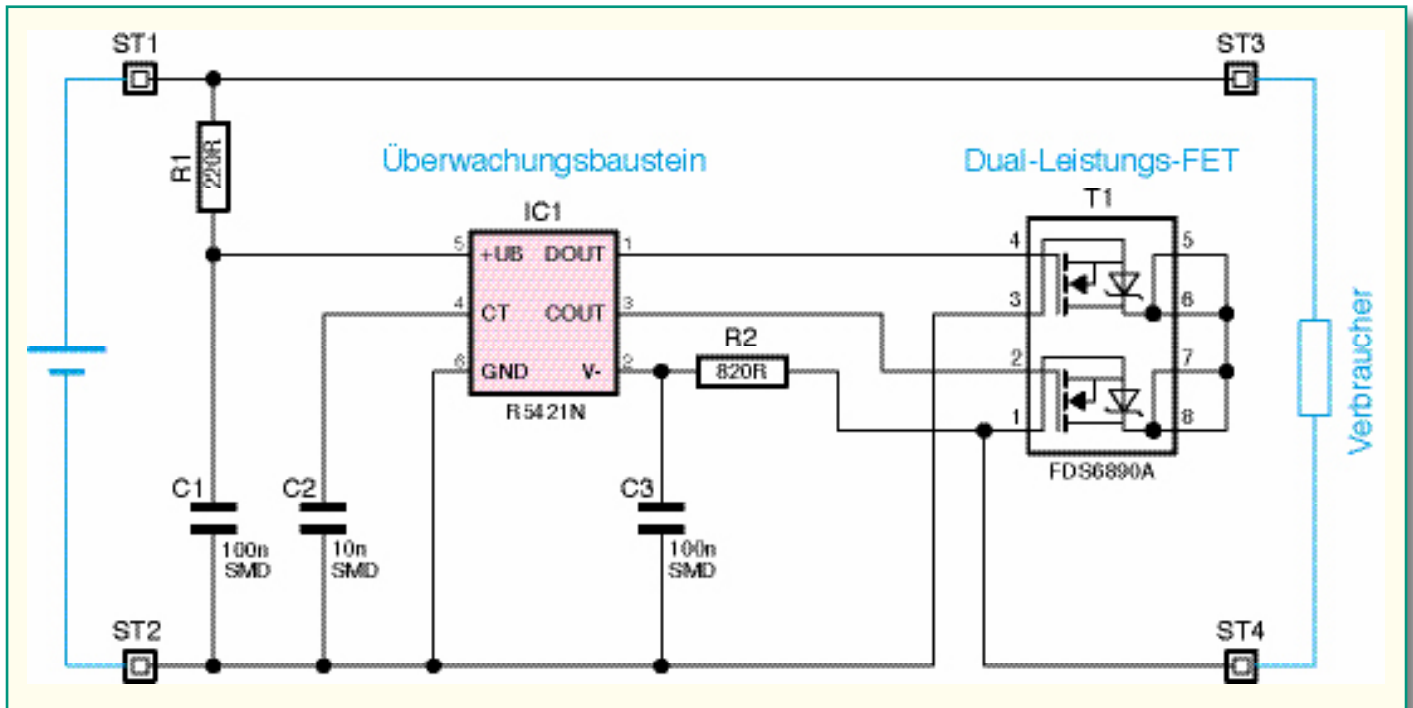


Bild 1: Schaltbild der Lithium-Polymer-Schutzschaltung

keit (mind. $\pm 1\%$) konstant gehalten. Bei konstanter Spannung sinkt der Strom dann kontinuierlich ab, bis bei einem Strom, der ca. 10 % der Nennkapazitäts-Angabe entspricht, von einem vollgeladenen Akku auszugehen ist.

Im Gegensatz zu anderen Akku-Systemen haben Lithium-Akkus eine höhere Ladeeffizienz, d. h. der Ladefaktor ist ungefähr 1. Somit kommt es während des Ladevorgangs auch nicht zu einer nennenswerten Erwärmung.

Wie bereits erwähnt ist die Einhaltung der Ladeschluss-Spannung eine der wichtigsten Forderungen beim Ladevorgang, da bereits je nach Hersteller 35–50 mV Überspannung zur irreversiblen Schädigung und zu Kapazitätsverlusten führen können.

Wird hingegen der Ladevorgang mit einer zu geringen Ladeschluss-Spannung beendet, kann der Akku nicht mehr voll geladen werden. Bei 50 mV Unterspannung ist bereits mit 8 bis 10 % weniger Kapazität zu rechnen. Allerdings erhöhen sich bei Unterspannung die Lebensdauer und Zyklenzahl des Akkus.

Lithium-Akkus haben keinen Memory-Effekt, daher schadet das Aufladen eines teilweise entladenen Akkus nicht. Gefährlich wird es, wenn die max. Ladeschluss-Spannung deutlich überschritten wird. Dann besteht die Gefahr, dass die Zellen sich aufblähen, platzen oder sogar brennen.

Neben dem Lade-/Entladeverhalten wird die Lebensdauer von Lithium-Akkus auch durch die Art der Lagerung stark beeinflusst. Hohe Temperaturen bei vollem Ladezustand führen zur vorzeitigen

Alterung. Da Lithium-Akkus eine sehr geringe Selbstentladung haben, ist die kühle Lagerung im halbvoll geladenen Zustand zu empfehlen.

Doch nun zu unserer Schutzschaltung, die sowohl die Ladeschaltung vom Akku trennt, bevor es gefährlich wird, als auch bei Unterschreiten von 2,5 V Zellenspannung den Akku vom Verbraucher trennt. Die gesamte Schutzschaltung ist nur daumen-nagelgroß (Abmessungen 14 x 11 mm) und kann Dauerströme bis zu 3,8 A verkraften. Das Gewicht von 0,6 g ist genauso wie die Stromaufnahme von weniger als 6 μ A vernachlässigbar.

Der Anschluss und die Funktionsweise sind einfach. Über kurze Leitungsabschnitte werden ST 1 mit dem Pluspol und ST 2 mit dem Minuspol der zu schützenden Lithium-Zelle verbunden. Aufgrund der äußerst geringen Stromaufnahme darf die Schaltung dauerhaft mit der Zelle verbunden bleiben, wodurch wir eine intelligente Lithium-Zelle erhalten, die sich selbst vor Überladung und Tiefentladung schützt. Zusätzlich ist noch eine Überstrom- und Kurzschluss-Sicherung vorhanden.

Ausgangsseitig werden ST 4 mit dem Minuspol und ST 3 mit dem Pluspol des Verbrauchers verbunden. Diese Anschlüsse sind somit die neuen Anschlüsse der Zelle nach außen. Natürlich darf auch weiterhin eine beliebige Anzahl von Zellen mit Schutzschaltungen zu einem Akku-Pack verschaltet werden.

Eine Absicherung zwischen Akku-Pack und Verbraucher ist weiterhin genauso vorzunehmen wie bei Akku-Packs ohne Schutzschaltung.

Die Ladeschluss-Spannung während des normalen Ladevorgangs zu begrenzen, ist weiterhin die Aufgabe des Ladegerätes und nicht der Schutzschaltung. Bei Erreichen von 4,2 V je Zelle begrenzt das Ladegerät die Ladeschluss-Spannung, und der Ladestrom nimmt im weiteren Verlauf kontinuierlich ab. Sollte diese Funktion aber versagen, greift unsere Schutzschaltung bei 4,25 V ein und trennt das Ladegerät vom Akku, bevor es zur deutlichen Schädigung kommt, oder es sogar gefährlich wird. Erst wenn die Zellenspannung von 4,05 V unterschritten wird, erfolgt automatisch wieder die Zuschaltung des Ladegerätes.

Im Entladezustand wird, wie bereits gesagt, der Verbraucher vom Akku getrennt, wenn die Zellenspannung unter 2,5 V je Zelle absinkt. Erst mit dem Zuführen eines Ladestroms wird dieser Zustand wieder zurückgesetzt.

Schaltung

Die Schaltung unserer Lithium-Polymer-Schutzschaltung ist in Abbildung 1 dargestellt und besteht aus wenigen Bauelementen. Zentrales Bauelement ist dabei das Überwachungs-IC des Typs R5421N111C dessen interne Struktur in Abbildung 2 dargestellt ist. An weiteren Komponenten sind neben dem Dual-Leistungs-FET nur noch wenige passive Komponenten erforderlich.

Die mit R 1 und C 1 realisierte Zeitkonstante stabilisiert die Betriebsspannung des Bausteins und verhindert, dass Spannungsspitzen zum vorzeitigen Ansprechen führen.

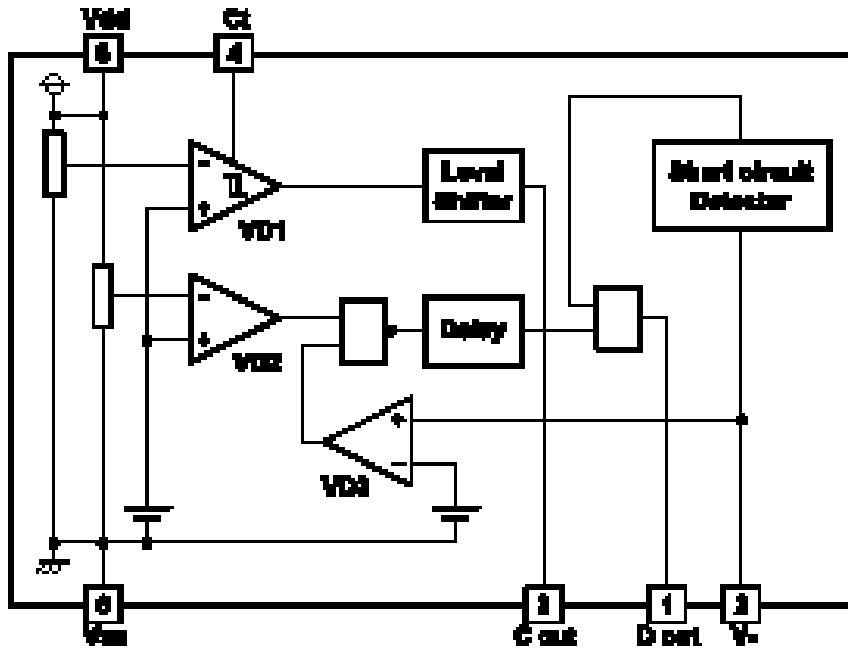


Bild 2: Interner Aufbau des Überwachungs-ICs R5421N11C

Der Voltage-Detektor VD 1 im Block-schaltbild (Abbildung 2) überwacht die Zellenspannung an Pin 5 und sperrt über den nachgeschalteten Level-Shifter den mit dem Gate an Pin 3 angeschlossenen MOSFET, wenn die Spannung von einem niedrigen Wert zu einem höheren Wert die Ladeschluss-Spannung übersteigt. Der Ausgang C-Out des ICs wechselt dann auf Low-Pegel. Erst bei Unterschreiten von 4,05 V wechselt C-Out (Pin 3) automatisch wieder von Low nach High.

Für den Schutz vor Tiefentladung ist der Voltage-Detektor VD 2 zuständig, der ebenfalls die Spannung an Pin 5 überwacht. Sobald die Spannung von einem höheren Wert zu einem niedrigeren Wert (fallende Flanke) 2,5 V unterschreitet, wechselt der Pegel an Pin 1 (D-Out) von High nach Low. Dieser Zustand wird erst mit dem Anschluss eines Ladegerätes und dem Zuführen eines Ladestroms wieder aufgehoben.

Die Überstrom- und Kurzschlusserkennung ist aktiv, wenn beide in T 1 integrierte FETs durchgesteuert sind. Sobald an Pin 2 eine Spannung über 0,9 V registriert wird,

d. h. diese Spannung an den RDS-On-Widerständen der FETs abfällt, ist von einem Kurzschluss auszugehen, und der über Pin 1 gesteuerte Transistor wird in weniger als 50 μ s gesperrt.

Eine Überlastung wird erkannt, wenn bei einer steigenden Rds an Pin 2 der Pegel von 0,2 V überschritten wird, d. h. am gemeinsamen RDS-On-Widerstand der in T 1 integrierten FETs diese Spannung abfällt. Ausgehend von typischen Werten bei den Kernkomponenten IC 1 und T 1 ist das bei ca. 4,5 A Laststrom der Fall. Innerhalb von 17 ms wird in diesem Fall die Last von der Zelle getrennt. Mit dem Start des nächsten Ladevorgangs erfolgt im Kurzschluss- oder Überlastungsfall ein Zurücksetzen der elektronischen Sicherung.

Nachbau

Bei der Lithium-Polymer-Schutzschaltung kommen ausschließlich SMD-Komponenten zum Einsatz, und diese sind, wie bei ELV-Bausätzen üblich, bereits werkseitig bestückt. Somit sind keine Bestückungsarbeiten auf der Leiterplatte erforderlich, und es bleibt nur noch der Anschluss der Schutzschaltung an die zu überwachende Zelle. Dabei sind jedoch unbedingt ein paar Sicherheitsmaßnahmen zu beachten. Für die nachfolgende Schaltung wie eine Lithium-Zelle ohne Schutzschaltung zu betrachten, d. h. eine Absicherung des Verbraucher-Eingangs ist wie bisher vorzunehmen.

Über kurze Leitungsabschnitte werden zuerst ST 3 mit dem Pluspol und ST 4 mit

Stückliste: Lithium-Polymer (LiPo)- Schutzschaltung LPS1

Widerstände:

220 Ω /SMD/0805	R1
820 Ω /SMD/0805	R2

Kondensatoren:

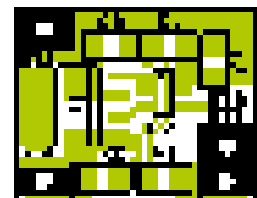
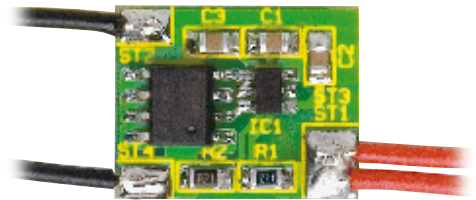
10 nF/SMD/0805	C2
100 nF/SMD/0805	C1, C3

Halbleiter:

R5421N11C/SMD/Ricoh.....	IC1
FDS6890A/SMD/Fairchild.....	T1

Sonstiges:

20 cm flexible Leitung,	
ST1 x 0,22 mm ² , Rot	ST1, ST3
20 cm flexible Leitung,	
ST1 x 0,22 mm ² ,	
Schwarz	ST2, ST4



Ansicht der fertig bestückten Platine der LPS 1 mit zugehörigem Bestückungsplan (vergrößerte Darstellung, Originalabmessungen: 14 x 11 mm)

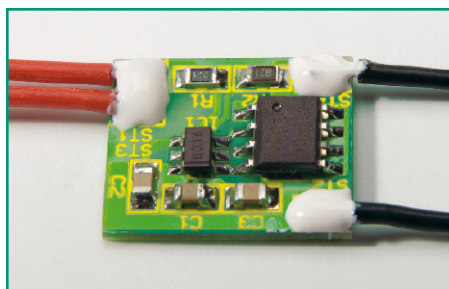


Bild 3: Sicherung der Leitungsanschlüsse durch zusätzlichen Klebstoff

dem Minuspol des Verbrauchers verbunden. Danach werden ST 2 der Schutzschaltung mit dem Minuspol der Zelle und ST 1 der Schutzschaltung mit dem Pluspol der Zelle verbunden. Vor dem Verlöten sind dabei alle Leitungsenden auf ca. 4 mm Länge abzuisolieren, zu verdrehen und vorzuzerzinnen. Das Verlöten muss besonders sorgfältig erfolgen, und die Leitungsisolierungen sind unbedingt bis an die Platine heranzuführen.

Um ein versehentliches Lösen zu verhindern, ist es unbedingt erforderlich, dass alle Leitungsanschlüsse (wie in Abbildung 3 gezeigt) mit einem temperaturstabilen Klebstoff zusätzlich gesichert werden.

Das kleine Modul kann letztendlich direkt auf die Zelle geklebt oder zusammen mit der Zelle eingeschrumpft werden. **ELV**



Funk-Digital-Audio-Verteiler

Der digitale Audio-Verteiler bietet vielfältige Möglichkeiten zur Verkopplung digitaler Audiogeräte mit Lichtwellenleiter oder Koaxkabel und ist mit jeder beliebigen FS20-Fernbedienung oder beliebigem FS20-Sender fernbedienbar. Des Weiteren ist das Gerät zur Verdopplung der Übertragungsstrecke als Toslink-Repeater einsetzbar.

Allgemeines

Ob Sat-Receiver, DVD-Player, CD-Player oder mobile Audiogeräte, nahezu alle verfügen heute über eine digitale Schnittstelle. Selbst Low-Cost-DVD-Player oder Sat-Receiver sind meistens schon mit optischen Ausgängen für Lichtwellenleiter ausgestattet. Geräte auf digitalem Wege miteinander kommunizieren zu lassen, führt zu keinerlei Qualitätseinbußen, und die optische Übertragung mittels Lichtwellenleiter ist absolut störicher. Des Weiteren werden selbst keine Störungen auf dem Übertragungsweg erzeugt.

Da die meisten modernen Audiogeräte über optische Ausgänge verfügen, sind die entsprechenden Eingänge am Verstärker oft nicht ausreichend. Häufig ist am Verstärker nur ein optischer Digital-Eingang verfügbar. Dies ist sicherlich auch ein Grund dafür, dass die Verbindung von verschiedenen Audiogeräten über Lichtwellenleiter trotz der Vorteile noch recht wenig genutzt wird.

Mit dem DAV 4 kann ein beliebiger digitaler Eingang am Verstärker (optisch oder Koax) auf 4 Eingänge erweitert werden. Drei dieser Eingänge sind für die Zuführung des digitalen Eingangssignals

über Lichtwellenleiter (LWL) und ein Eingang für den Anschluss eines Koax-Kabels vorgesehen.

Ausgangsseitig stehen zwei optische und eine Koax-Schnittstelle zur Verfügung.

Zur Signal-Ein- und -Auskopplung werden die in der digitalen Audiotechnik weit verbreiteten Toslink-Steckverbinder genutzt. Fertig konfektionierte Lichtwellenleiter sind bis zu 10 m Länge erhältlich.

Damit Geräte von unterschiedlichen Herstellern miteinander kommunizieren können, sind natürlich einheitliche Schnittstellen die Grundvoraussetzung. In der

digitalen Audiowelt hat sich das so genannte SPDIF-Format weltweit durchgesetzt, wobei folgende Abtastfrequenzen (Sampling Rate) genutzt werden:

- 44,1 kHz bei CD (Compact-Disc)
- 48,6 kHz bei DAT (Digital Audiotape)
- 32,0 kHz bei DSR (Digital Satellite Radio)

Grundsätzlich erfolgt eine Einweg-Kommunikation vom Sender zum Empfänger ohne Rückmeldung. Die erforderliche Übertragungsbandbreite für das SPDIF-Signal ist mit 100 kHz bis 6 MHz spezifiziert. Bei 48 kHz Abtastfrequenz beträgt die Signal-Bit-Rate 3,1 MHz.

Technische Daten: FS20-Digital-Audio-Verteiler DAV 4

Digital-Audio-Eingänge:	3 x Toslink (TORX 173) optisch 1 x Koax-Cinch SPDIF 75 Ω (0,5 V _{SS})
Digital-Audio-Ausgänge:	2 x Toslink (TOTX 173) optisch 1 x Koax-Cinch SPDIF (0,5 V _{SS} an 75 Ω)
Kanalauswahl:	über 4 Taster am Gerät und über beliebige FS20-Fernbedienungen und -Sender
Empfangsfrequenz:	868,35 MHz
Anzeigen:	4 Kanal-LEDs
Spannungsversorgung:	8 V bis 16 V _{DC} (Kleinspannungsbuchse)
Stromaufnahme:	<150 mA
Abmessungen:	115 x 65 x 26 mm

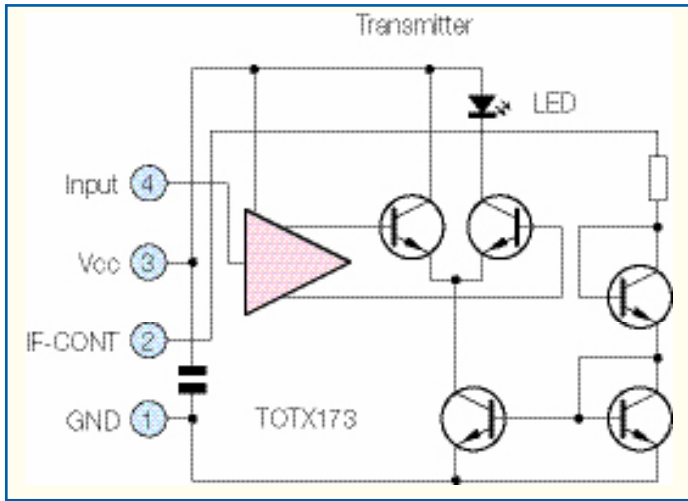


Bild 1: Interner Aufbau des Toslink-Sendemoduls TOTX 173

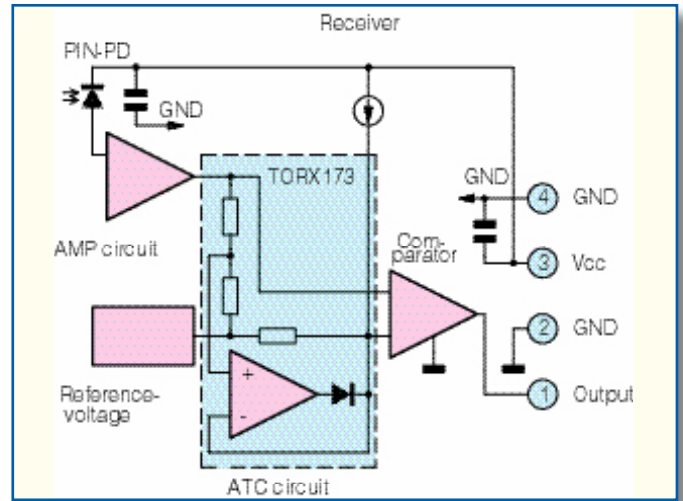


Bild 2: Innenschaltung des Toslink-Empfängers TORX 173

Physikalisch erfolgt die Übertragung des SPDIF-Signals zwischen den verschiedenen Geräten mit einem 75-Ω-Koax-Kabel und Cinch-Steckverbindern oder optoelektronisch mit Kunststoff-Lichtwellenleiter und Toslink-Steckverbindern.

Geräteseitig handelt es sich dabei nicht um reine Steckverbinder, sondern um komplette Module, in denen bereits die jeweilige Sende- und Empfangselektronik integriert ist. Abbildung 1 zeigt den internen Aufbau des Sendemoduls TOTX 173 und in Abbildung 2 ist die Innenschaltung des Toslink-Empfängers TORX 173 zu sehen.

Licht als Übertragungsmedium hat entscheidende Vorteile gegenüber Koax-Kabeln. Es entsteht automatisch eine galvanische Trennung zwischen den einzelnen Geräten, und in „störstahlungsverseuchter“ Umgebung besteht nicht die Gefahr, dass auf dem Übertragungsweg Störungen eingekoppelt werden. Es werden auch keinerlei Störungen an die Umgebung abgegeben.

Da Kunststoff-Lichtwellenleiter nur einen Gesamtdurchmesser von 2,2 mm haben, ist die Verlegung recht einfach. Selbst Biegeradien von 20 mm sind zulässig, ohne dass dadurch die Dämpfung nennenswert zunimmt. Die geringste Dämpfung liegt bei Kunststoff-LWL im sichtbaren Lichtbereich. Zur Übertragung wird daher Rotlicht genutzt. Ein Kunststoff-Lichtwellenleiter mit den typischen Toslink-Steckverbindern

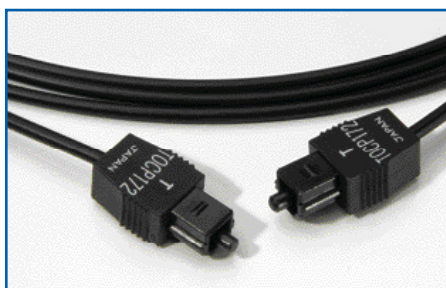


Bild 3: Kunststoff-Lichtwellenleiter mit Toslink-Steckverbindern

ist in Abbildung 3 zu sehen. Doch nun zurück zu unserem Audio-Verteiler DAV 4.

Die Auswahl des Eingangskanals kann beim DAV 4 entweder direkt über Tasten am Gerät oder mit einer beliebigen ELV-FS20-Fernbedienung erfolgen. Natürlich besteht auch die Möglichkeit, andere FS20-Sender zu nutzen, um z. B. eine automatische Kanalwahl vornehmen zu können. Durch die Verwendung des ELV-FS20-Funk-Protokolls bestehen nahezu unbegrenzte Möglichkeiten zur Steuerung des Verteilers.

Zur Stromversorgung des DAV 4 kann ein beliebiges unstabiliertes Steckernetzteil mit einer Ausgangsspannung zwischen 8 V und 16 V und einer Strombelastbarkeit von mindestens 150 mA dienen.

Neben den umfangreichen Möglichkeiten der Signalquellenauswahl kann das Gerät auch als Toslink-Repeater eingesetzt werden, um z. B. die optische Übertragungsstrecke zu verdoppeln.

Bedienung und Anlernen der Funkfernbedienung

Wie bereits erwähnt, kann das Gerät über die 4 Eingangswahltasten am Gerät oder eine optional einsetzbare FS20-Funkfernbedienung bedient werden. Wie im gesamten FS20-System üblich, sind für die einzelnen Tasten (Kanalauswahl) die Codes des zugehörigen Fernbedienungssenders zu programmieren.

Als Fernbedienungen sind z. B. die in Abbildung 4 dargestellten Fernbedienungen mit mehreren Tasten, wie z. B. die FS20 S8 oder FS20 S20, verwendbar. Da jeder Code im DAV 4 komplett gespeichert wird, können auch unterschiedliche Fernbedienungen oder FS20-Sender mit unterschiedlichen Hauscodes zur Kanalauswahl genutzt werden. Darüber hinaus ist der DAV 4 auch in das PC-Homeserver-System FAZ 1000 PC einbindbar.

Die Programmierung der Fernbedienungs-codes zu den Eingangskanälen erfolgt zunächst durch gleichzeitiges Drücken der beiden Tasten 1 und 4, bis alle LEDs blinken. Danach wählt man den Eingang aus für den man einen Fernbedienungscode speichern möchte. Die zugehörige LED

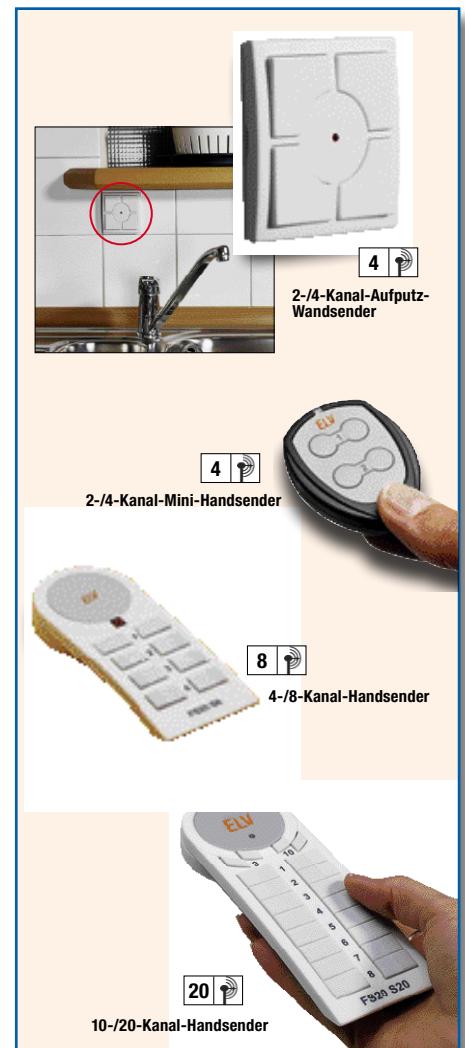


Bild 4: Funk-Fernbedienungen aus dem Funk-Haussteuerungs-System von ELV

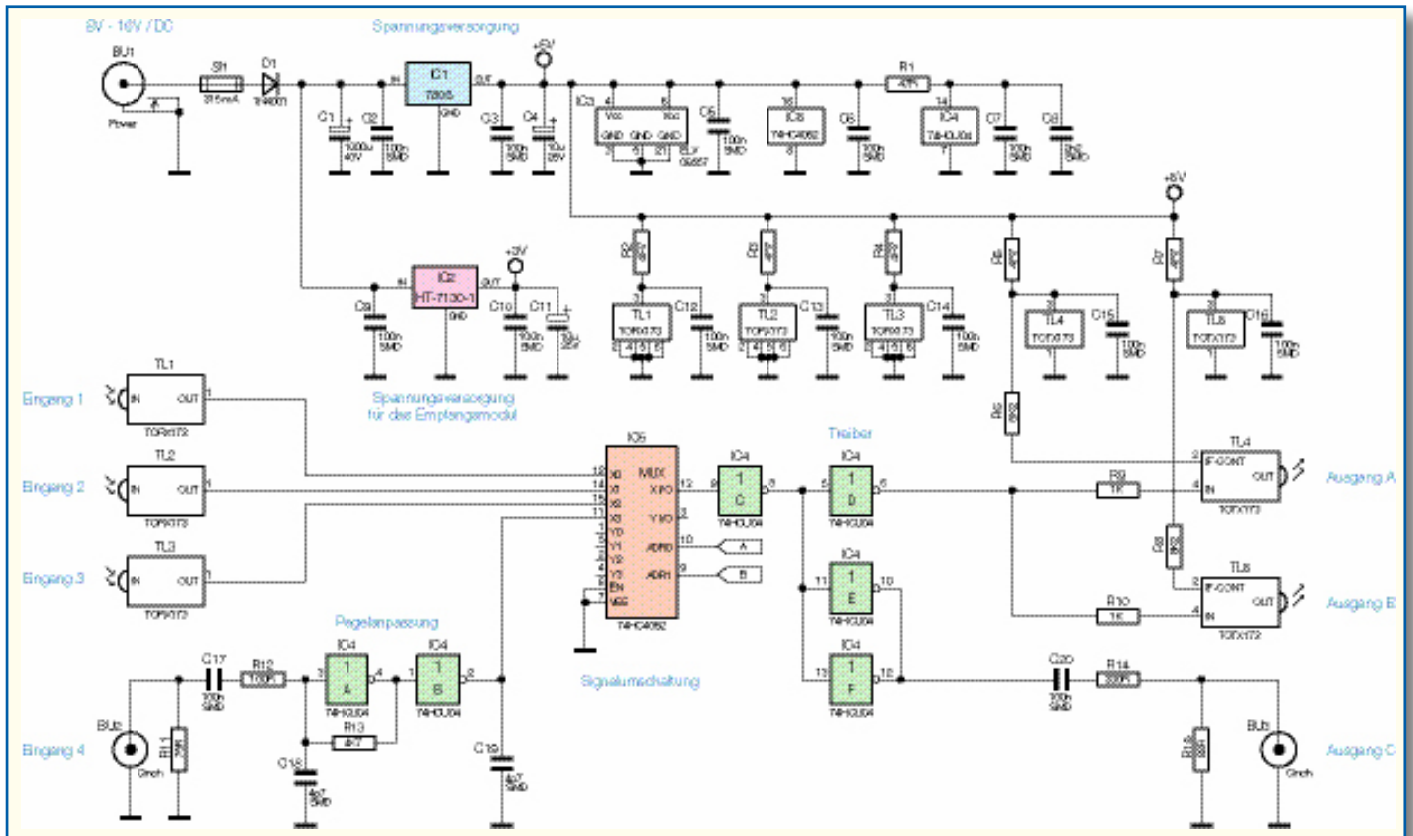


Bild 5: Hauptschaltbild des digitalen Audio-Verteilers DAV 4

leuchtet jetzt dauerhaft. Wird nun die Taste auf der Fernbedienung betätigt, beginnt die LED wieder zu blinken. Dies signalisiert, dass der FS20-Code für diesen Kanal gespeichert wurde. In der gleichen Weise können die anderen Kanäle programmiert werden. Um den Programmiermode zu verlassen, drückt man die Tastenkombination 1 und 4 erneut länger als 5 Sekunden, bis die LEDs verlöschen.

Möchte man alle gespeicherten Fernbedienungs-codes löschen, ist ein Reset durchzuführen. Hierzu werden die Tasten 1, 2 und 3 gleichzeitig länger als 5 Sekunden gedrückt, bis alle LEDs kurz aufleuchten

(ca. 1 Sekunde). Danach ist der Speicher komplett gelöscht.

Schaltung

Die Schaltung unseres digitalen Audio-Verteilers ist in Abbildung 5 und 6 dargestellt. Während in Abbildung 5 die Komponenten des eigentlichen Audio-Verteilers mit den Koax- und optischen Schnittstellen zu sehen sind, zeigt Abbildung 6 den steuernden Mikrocontroller mit dem HF-Empfangsmodul. Trotz des eingebauten Empfangsmoduls und der Mikroprozessorsteuerung hält sich der Schaltungsaufwand in Grenzen.

Eingangsseitig wird das Lichtsignal von bis zu 3 verschiedenen Audiogeräten auf die optischen Receiver des Typs TORX 173 (TL 1 bis TL 3) gegeben. Des Weiteren kann ein Digitalsignal über Koax-Kabel an BU 2 zugeführt werden. Dieses Signal gelangt nach Abschluss mit R 11 über den zur gleichspannungsmäßigen Entkopplung dienenden Kondensator C 17 und R 12 auf den Eingang des Gatters IC 4 A.

Aufgrund des Rückkopplungswiderstandes R 13 arbeitet dieses Gatter im linearen Betrieb und schwingt mit einer Frequenz, die durch den Kondensator C 18 begrenzt wird. Sobald ein AC-Signal mit geringer

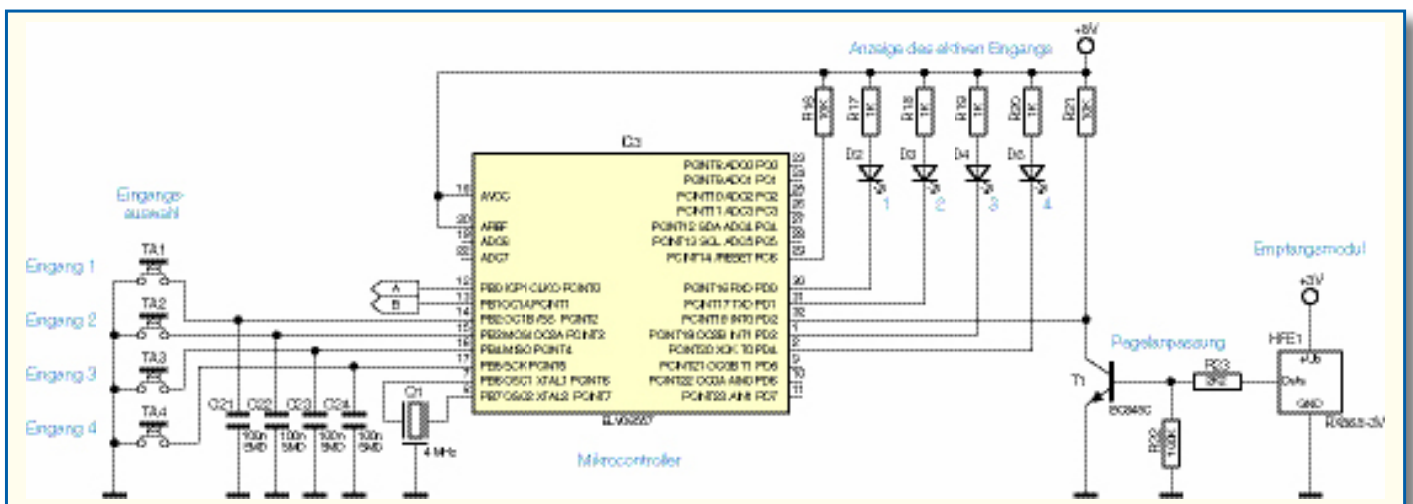


Bild 6: Mikrocontroller-Einheit mit HF-Empfangsmodul

Amplitude (in unserem Fall die Daten) zugeführt wird, rastet der „Oszillator“ auf diese Daten ein, und am Ausgang (Pin 4) erhalten wir die digitalen Audiodaten dann mit voller Signalamplitude. Über das zur Signalaufbereitung dienende Gatter IC 4 B gelangen die Daten auf den Analog-Multiplexer IC 5, wo auch die Ausgangsdaten der optischen Receiver (TL 1 bis TL 3) anliegen.

Mit Hilfe des Multiplexers IC 5 erfolgt dann, vom Mikrocontroller gesteuert, die Auswahl des gewünschten Eingangskanals. Die am Ausgang des Multiplexers (Pin 13) zur Verfügung stehende digitale Information gelangt über die Gatter IC 4 C und IC 4 D sowie die Widerstände R 9 und R 10 auf die Toslink-Transmitterbausteine TL 4 und TL 5 des Typs TOTX 173. Über die externe Beschaltung mit jeweils einem Widerstand (R 7, R 8) wird die interne Verstärkung des Bausteins festgelegt.

Die Daten für den Koax-Ausgang werden über die beiden parallel geschalteten Gatter IC 4 E und IC 4 F bereitgestellt. Mit C 20 wird das Signal gleichspannungsmäßig entkoppelt auf den zur Signalpegelanpassung dienenden Spannungsteiler R 14, R 15 gegeben und an der Cinch-Buchse BU 3 ausgekoppelt.

Im oberen Bereich des Schaltbildes ist die Spannungsversorgung dargestellt. Eine unstabilisierte Gleichspannung zwischen 8 V und 16 V ist an BU 1 anzuschließen. Über die Sicherung SI 1 und die Verpolungsschutzdiode D 1 gelangt die Spannung dann auf die beiden Spannungsregler IC 1 und IC 2. C 1 dient der ersten Pufferung und die Keramikkondensatoren C 2 und C 3 der Störunterdrückung.

Während der Ausgang von IC 2 das HF-Empfangsmodul versorgt, werden alle weiteren Baugruppen vom Ausgang des Spannungsreglers IC 1 mit +5 V versorgt. Die Kondensatoren C 3, C 4 sowie C 10, C 11 dienen jeweils an den Spannungsreglerausgängen zur Stör- und Schwingneigungsunterdrückung.

Die Spannungsversorgung der Toslink-Module erfolgt jeweils an Pin 3, wobei R 2 bis R 5 und R 7 sowie C 12 bis C 16 zur Störunterdrückung dienen. Die weiteren Abblock-Kondensatoren im Netzteilbereich sind direkt an den Versorgungspins der einzelnen ICs angeordnet.

Der Mikrocontroller in Abbildung 6 benötigt zur Funktion nur eine minimale externe Beschaltung. Dazu ist der integrierte Taktoszillator (Pin 7, Pin 8) mit einem 4-MHz-Keramikschringer und der Reset-Eingang an Pin 29 mit einem Widerstand nach +5 V (R 16) beschaltet. Über die Portausgänge PB 0 und PB 1 steuert der Controller den CMOS-Multiplexer IC 5.

Das vom HF-Empfänger HFE 1 kommende Signal gelangt über den zur Pegel-

wandlung dienenden Transistor T 1 auf Port PD 2 des Controllers. Die zur Kanalanzeige dienenden Leuchtdioden D 2 bis D 5 sind direkt mit Port PD 0, PD 1, PD 3 und PD 4 des Controllers verbunden und werden über die Widerstände R 17 bis R 20 mit Spannung versorgt.

An PB 2 bis PB 5 sind direkt die Bedientaster zur manuellen Kanalwahl angeschlossen. Da die Ports intern mit jeweils einem Pull-up-Widerstand ausgestattet sind, werden neben den Tastern nur noch 4 Kondensatoren (C 21 bis C 24) zur Störunterdrückung benötigt.

Nachbau

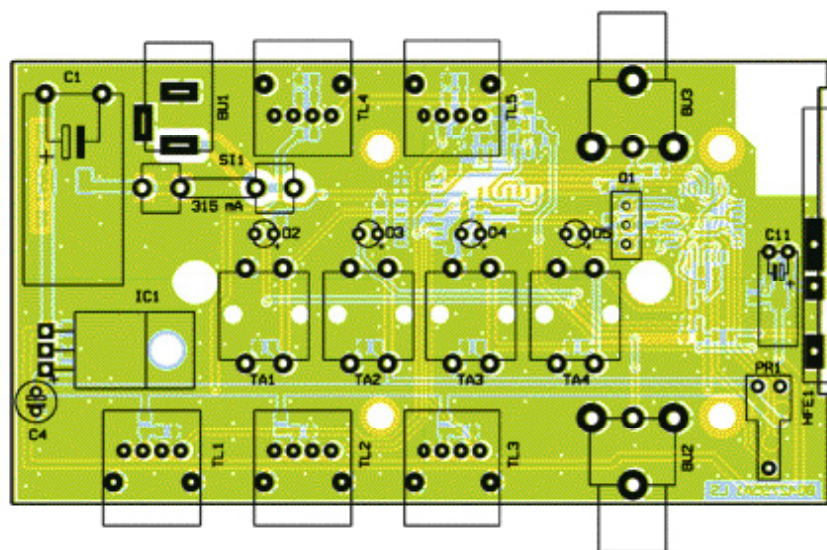
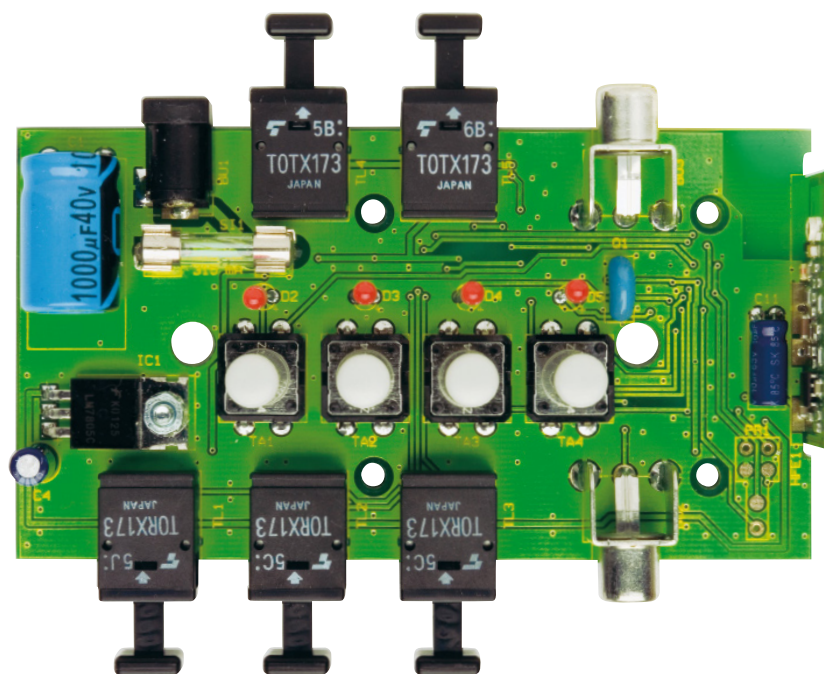
Da bereits alle SMD-Komponenten werkseitig vorbestückt sind, ist der prak-

tische Aufbau einfach und schnell erledigt. Von Hand müssen nur noch die konventionellen, bedrahteten Bauteile verarbeitet werden.

Wir beginnen mit dem Spannungsregler IC 1, dessen Anschlüsse zuerst auf Rastermaß abzuwinkeln sind. Die Anschlüsse werden danach durch die zugehörigen Platinenbohrungen geführt, und das Bauteil wird mit einer Schraube M3 x 8 mm, einer Zahnscheibe und einer Mutter fest verschraubt. Erst danach sind die Anschlüsse sorgfältig zu verlöten und die überstehenden Drahtenden direkt oberhalb der Lötstellen abzuschneiden.

Im nächsten Arbeitsschritt ist der Keramikschwinger Q 1 einzulöten.

Beim Einbau der Elektrolyt-Kondensatoren sind unbedingt die korrekte Polarität



Ansicht der fertig bestückten Platine des DAV 4 mit zugehörigem Bestückungsplan von der Oberseite

und die liegende Einbauposition der Elkos C 1 und C 11 zu beachten.

In die beiden Hälften des Platinensicherungshalters wird direkt nach dem Einlöten die zugehörige Feinsicherung eingesetzt.

Danach werden die Netzteilbuchse und die optischen Module bestückt. Dabei ist zu beachten, dass die Sende- und Empfangsmodule nicht verwechselt werden dürfen und die Bauteilgehäuse vor dem Verlöten plan auf der Platinenoberfläche aufliegen müssen.

Die beiden Cinch-Buchsen sind mit viel Lötzinn festzusetzen. Danach werden an der Platinenunterseite die überstehenden Pins abgeschnitten.

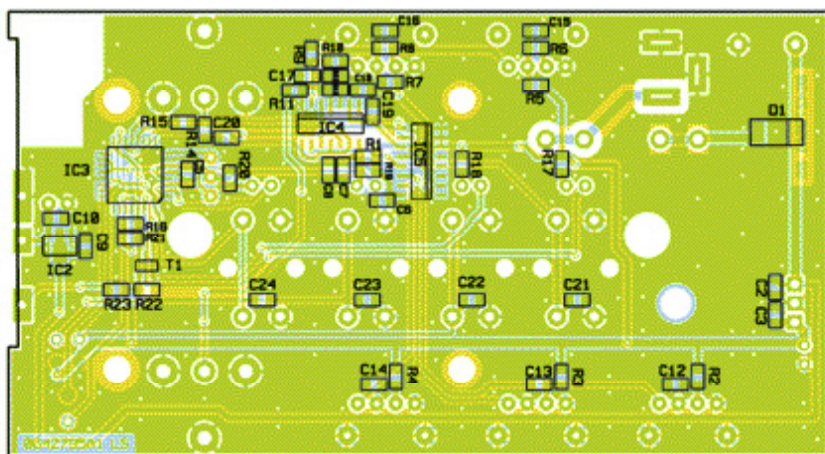
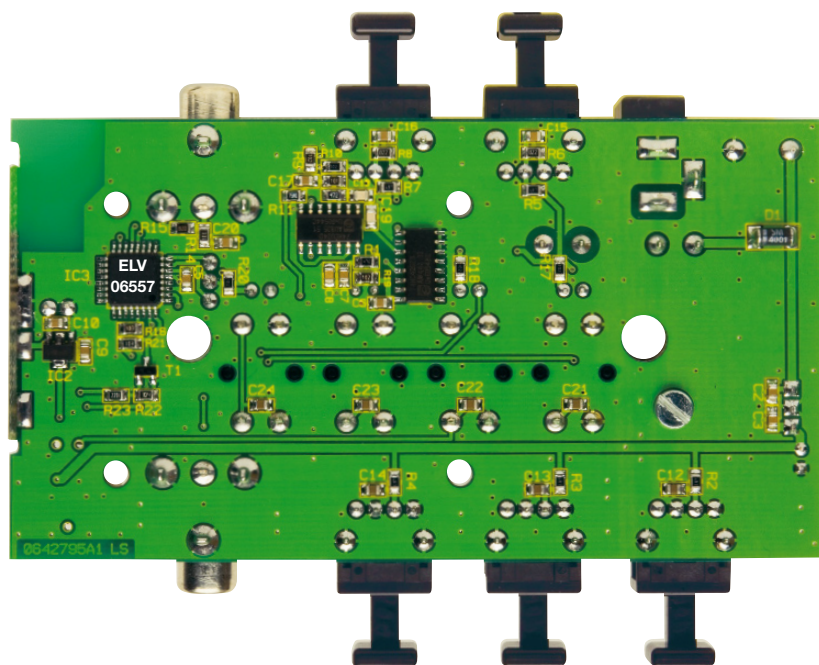
Beim Einlöten der 4 Bedientaster ist eine zu große Hitzeeinwirkung auf die Tastergehäuse zu vermeiden. Weiterhin ist

zu beachten, dass die Bauteilgehäuse vor den Verlöten plan auf der Platinenoberfläche aufliegen müssen. Die zugehörigen Tastkappen sind gleich im Anschluss aufzupressen.

Bei den Leuchtdioden ist zur Kennzeichnung der Polarität der Anodenanschluss geringfügig länger. Die LEDs benötigen eine Einbauhöhe von 20 mm, gemessen von der LED-Spitze bis zur Platinenoberfläche.

Wie auf dem Platinenfoto zu sehen, wird das HF-Empfangsmodul im rechten Winkel an die Basisplatine angelötet.

Danach ist die fertig bestückte Platine in die Gehäuseunterhalbschale zu setzen und mit den vier beiliegenden Schrauben für Kunststoff festzusetzen. Nach dem Aufsetzen und Verschrauben des Gehäuseoberteils ist der DAV 4 einsatzbereit. **ELV**



Ansicht der fertig bestückten Platine des DAV 4 mit zugehörigem Bestückungsplan von der Unterseite

Stückliste: FS20-Digital-Audio- Verteiler DAV 4

Widerstände:

4,7 Ω /SMD/0805.....	R2–R5, R7
47 Ω /SMD/0805.....	R1
75 Ω /SMD/0805.....	R11
82 Ω /SMD/0805.....	R15
100 Ω /SMD/0805.....	R12
330 Ω /SMD/0805.....	R14
1 k Ω /SMD/0805.....	R9, R10, R17–R20
2,2 k Ω /SMD/0805.....	R23
4,7 k Ω /SMD/0805.....	R13
8,2 k Ω /SMD/0805.....	R6, R8
10 k Ω /SMD/0805.....	R16, R21
100 k Ω /SMD/0805.....	R22

Kondensatoren:

4,7 pF/SMD/0805	C18, C19
2,2 nF/SMD/0805	C8
100 nF/SMD/0805	C2, C3, C5–C7, C9, C10, C12–C17, C21–C24
10 μ F/25 V	C4, C11
1000 μ F/40 V	C1

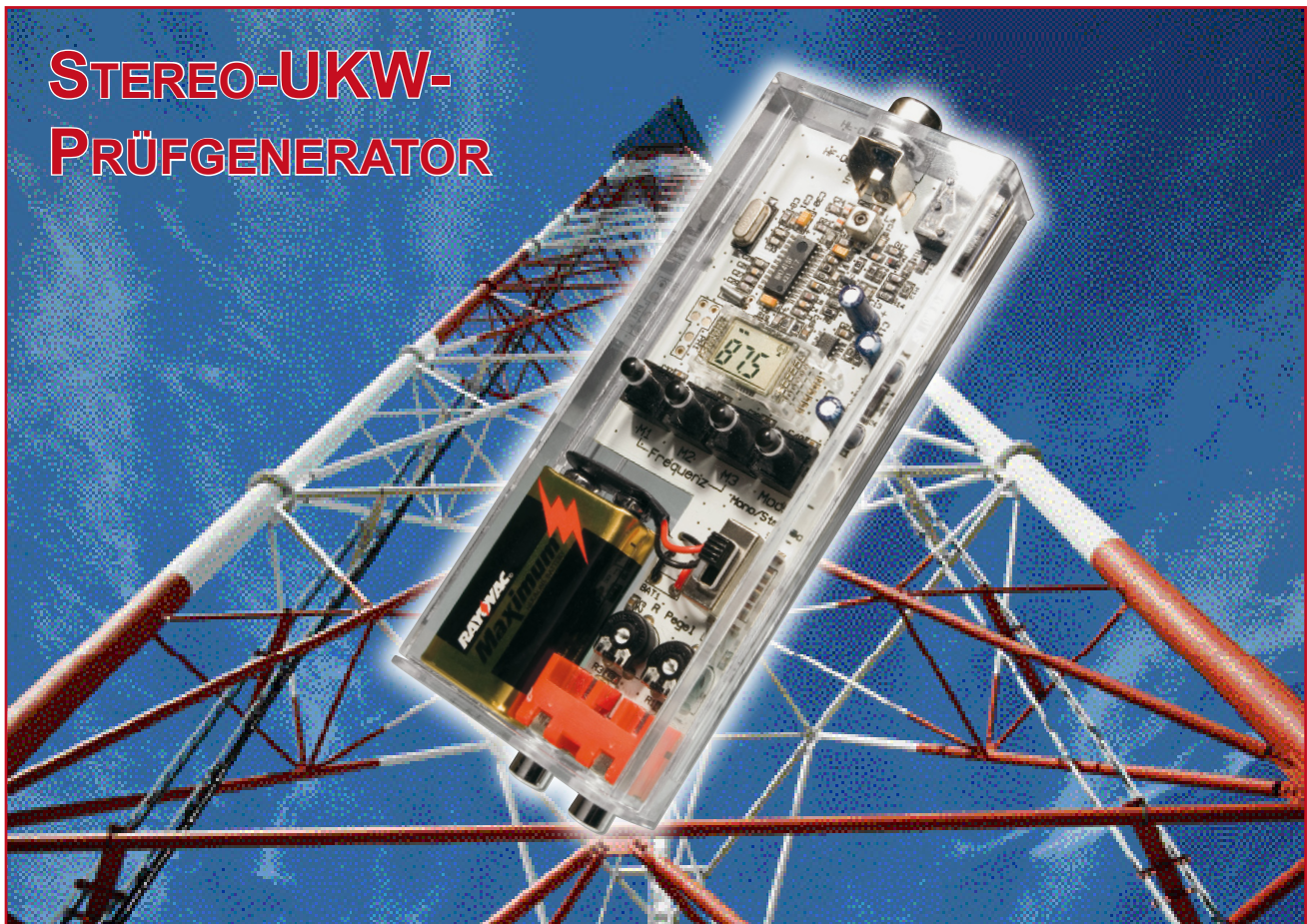
Halbleiter:

7805.....	IC1
HT7130/SMD	IC2
ELV06557/SMD	IC3
74HCU04/SMD	IC4
74HC4052/SMD	IC5
BC848C.....	T1
SM4001/SMD	D1
LED, 3 mm, Rot.....	D2–D5

Sonstiges:

Keramikschwinger, 4 MHz.....	Q1
Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm, print.....	BU1
Cinch-Einbaubuchse, print.....	BU2, BU3
Opto-Modul TORX 173, Empfänger.....	TL1–TL3
Opto-Modul TOTX 173, Sender	TL4, TL5
Mini-Drucktaster, B3F-4050, 1 x ein	TA1–TA4
Tastknopf, 18 mm	TA1–TA4
Empfangsmodul RX868-3V, 868 MHz	HFE1
Sicherung, 0,315 A, träge.....	SI1
Platinensicherungshalter (2 Hälften), print	SI1
4 Kunststoffschrauben, 2,5 x 6 mm	
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 8 mm	
1 Mutter, M3	
1 Fächerscheibe, M3	
1 Kunststoff-Platinengehäuse, Lichtgrau, komplett, bearbeitet und bedruckt	

STEREO-UKW-PRÜFGENERATOR



Ein immer wieder benötigtes Testgerät, das in keiner (Radio-) Werkstatt und keinem Servicekoffer fehlen sollte – ein mobiler Stereo-UKW-Prüfgenerator mit PLL-Steuerung und LC-Display zur Frequenzanzeige. Damit lassen sich sehr einfach UKW-Tuner, Autoradios und sonstige Empfangsgeräte prüfen bzw. abgleichen. Ein wesentliches Feature gegenüber der Vorgänger-Generation ist der PLL-Synthesizer, der immer ein frequenzstabiles Ausgangssignal erzeugt. Es lassen sich drei Festfrequenzen abspeichern, die dann bequem über Taster abrufbar sind. Über den externen Audio-Eingang können Testsignale eingespeist werden. Die Modulation erfolgt wahlweise in Mono oder Stereo. Für den Anschluss an das Empfangsgerät steht eine Koaxial-Buchse (75 Ω) zur Verfügung.

Testgerät mit Hightech-Baustein

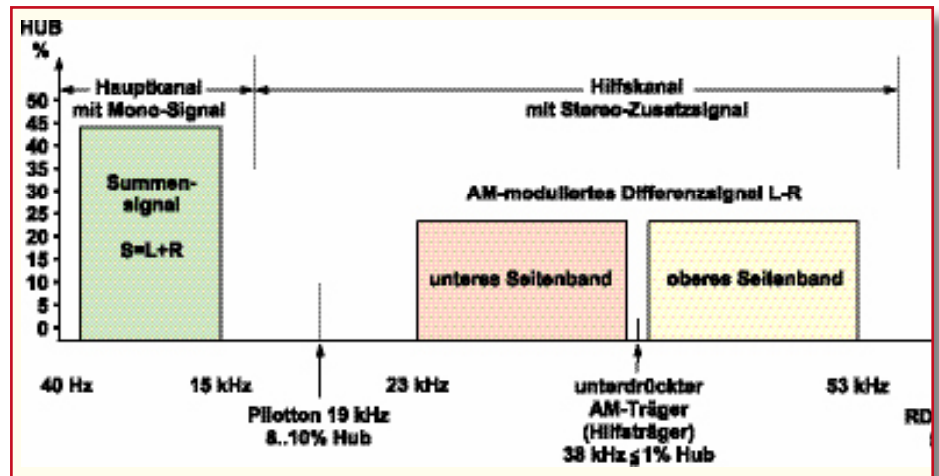
Bei der Instandsetzung und dem Abgleich von älteren bzw. einfachen Empfängern ist ein HF-Prüfgenerator ein unabdingbares Werkzeug, will man etwa einen Tuner-Oszillator-Abgleich exakt ausführen. Schließlich sollen anschließend Skalen-/Frequenzanzeige und tatsächlich empfangene Frequenz exakt übereinstimmen. Nun könnte man einen Skalenabgleich anhand der bekannten Rundfunksenderfrequenzen vornehmen, doch dies ist die unprofessionellste Methode. Sitzt man doch schnell Spiegelfrequenzen oder Überreichweiten von Sendestationen auf. Besser ist in jedem Fall eine Signaleinspeisung mit definiertem Pegel und einer genau bekannten Frequenz. Nur so kann man auch genau die Bandgrenzen einstellen – vor allem Restaurierer älterer Radios mit seilgetriebener Zeiger-

skala werden hier zustimmen. Und mit einem Prüfgenerator ist man zudem beim Service von den jeweils herrschenden Empfangsmöglichkeiten völlig unabhängig. Bei unserem Prüfgenerator kommt dazu eine

absolute Mobilität durch Batteriebetrieb. Einen kompletten, rein batteriebetriebenen, also stromsparenden UKW-Prüfgenerator mit Stereo-Modulation und dazu noch mit einer hochstabilen Frequenz mit

Technische Daten: SUP 1	
Spannungsversorgung:	9-V-Batterie 6LR61
Stromaufnahme:	25 mA
Frequenzbereich:	87,5 MHz – 108 MHz
Modulation:	FM (Stereo/Mono)
Preemphasis:	50 µs
Ausgangsleistung (100 MHz):	103 dBµV an 75 Ω
Eingang:	2 x Cinch (L und R)
Sonstiges:	<ul style="list-style-type: none"> • mikroprozessorgesteuerte PLL mit 0,1-MHz-Raster • 3 programmierbare Festspeicher • Eingang für optionalen RDS-Encoder
Abmessungen (Gehäuse):	141,5 x 57 x 23,5 mm

Bild 1:
Frequenzspektrum
des Multiplexsignals



vertretbarem Aufwand zu realisieren, ist heute eigentlich nur durch Einsatz eines speziellen Schaltkreises möglich, der alle wichtigen Schaltungsteile beinhaltet. Der bei unserem Prüfgenerator verwendete Schaltkreis BH1415 von der Fa. Rohm ist speziell für die noch recht neuen Wireless-Link-Systeme entwickelt worden, also für die drahtlose Musikübertragung in der Unterhaltungselektronik. Hierzu zählen auch die neuerdings in Deutschland zugelassenen Mini-FM-Sender, mit deren Hilfe man z. B. Musik vom MP3-Player in die Antenne des Autoradios einspeisen kann. Die Sendeleistung dieser Mini-Sender darf allerdings nur maximal 50 nW betragen, was aber für eine maximale Reichweite von ca. 2 Meter ausreicht.

Wir machen uns die Funktionen des BH1415 zunutze, um unseren kompakten Generator für den Werkstattbedarf zu realisieren. Der entspricht funktionell o. g. Sendern, ist aber statt mit einer Sendeantenne mit einer HF-Buchse abgeschlossen, die das Ausgangssignal über ein geschirmtes HF-Kabel in den abzugleichenden Empfänger einspeist.

Bevor wir uns mit dem Generator und seiner Schaltungstechnik befassen, wollen wir kurz die Entstehung des zu übertragenden Stereo-Signals betrachten.

Aufbau des Stereo-Signals (Stereo-Multiplexsignal)

Bei der Übertragung eines Mono-Signals wird die Trägerfrequenz in einem Bereich bis 15 kHz moduliert. Bei Stereo-Übertragung wird das Multiplexverfahren angewandt. Hier wird auf der gleichen Frequenz ein zusätzlicher NF-Kanal übertragen, aber gleichzeitig die Kompatibilität zur Mono-Übertragung gewahrt.

In Abbildung 1 ist das Frequenzspektrum des Multiplexsignals dargestellt. Der linke und rechte Kanal werden als Summensignal (L+R) übertragen (Modulationsbereich bis 15 kHz), damit auch ein Mono-Empfänger das vollständige NF-Signal erhält.

Zusätzlich wird bei Stereo-Übertragung auch das Differenzsignal L-R übertragen. Hat man das Summen- und das Differenzsignal zur Verfügung, kann man mathematisch und natürlich schaltungstechnisch beide Stereo-Kanäle zurückgewinnen:

Für die Übertragung des Differenzsignals wird ein 38-kHz-Träger amplitudenmoduliert. Wie man in Abbildung 1 erkennt, entstehen dadurch zwei spiegelbildliche Seitenbänder. Da die Informationen in den beiden Seitenbändern liegen, braucht der Träger nicht mit übertragen zu werden. Senderseitig wird der Träger deshalb unterdrückt. Deshalb spricht man bei dieser Art der Modulation von „unterdrücktem Träger“.

Damit im Empfänger der 38-kHz-Träger rekonstruierbar ist, wird zusätzlich ein 19-kHz-Pilotton übertragen (phasenstarr mit dem 38-kHz-Träger verkoppelt). Der Pilotton dient auch als Stereo-/Mono-Kennung und wird später vom Stereo-Decoder des Empfängers als Schaltkriterium genutzt. Das auf diese Weise zusammengesetzte Signal heißt Multiplexsignal und wird dem HF-Träger in der Modulationsart FM aufmoduliert.

Zusätzlich zum Stereo-MPX-Signal übertragen einige Rundfunkstationen ein RDS-Signal (Radio Data System), das verschiedene Informationen wie z. B. den Sendernamen, Verkehrsfunkdaten usw. enthält.

Die Trägerfrequenz für die RDS-Informationen liegt bei 57 kHz und stellt die 3. Harmonische des Pilottons (3 x 19 kHz) dar.

Bedienung und Betrieb

Die Bedienung des UKW-Prüfgenerators erfolgt allein über 4 Tasten mit Unterstützung eines kleinen LC-Displays (Abbildung 2).

Nach dem Einschalten wird zunächst ein Displaytest durchgeführt und die Versionsnummer der Firmware angezeigt. Anschließend ruft das Gerät den Festspeicher M 1 auf.

Werfen wir zunächst einen Blick auf das Display (Abbildung 2). Die Festspeicher werden durch die in der Zeichnung dargestellten Segmente „M 1“ bis „M 3“ angezeigt. Das Antennensymbol signalisiert die Modulationsart, also Stereo (Antennensymbol vorhanden) oder Mono (Antennensymbol ausgeblendet). Die Frequenz wird in der Einheit MHz angezeigt. Bei Frequenzen über 100 MHz wird die führende „1“ nicht angezeigt.

Der Aufruf der Festspeicher erfolgt durch Betätigen der Taster „M 1“ bis „M 3“.

In einem Programmiermodus ist auf dem jeweiligen Programmplatz die Frequenz in Schritten von 0,1 MHz einstell- und speicherbar. In den Programmiermodus gelangt man durch längeres Drücken

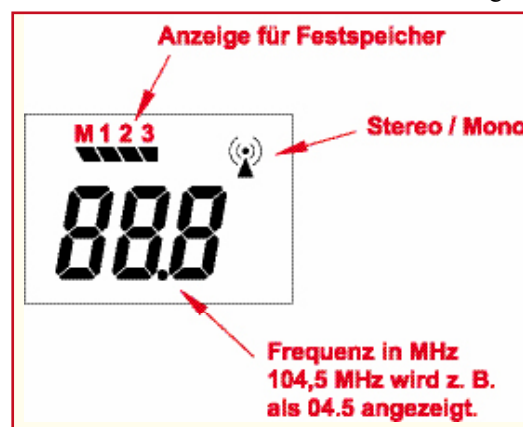


Bild 2: Das Display des Prüfgenerators und die Bedeutung der einzelnen Display-Segmente.

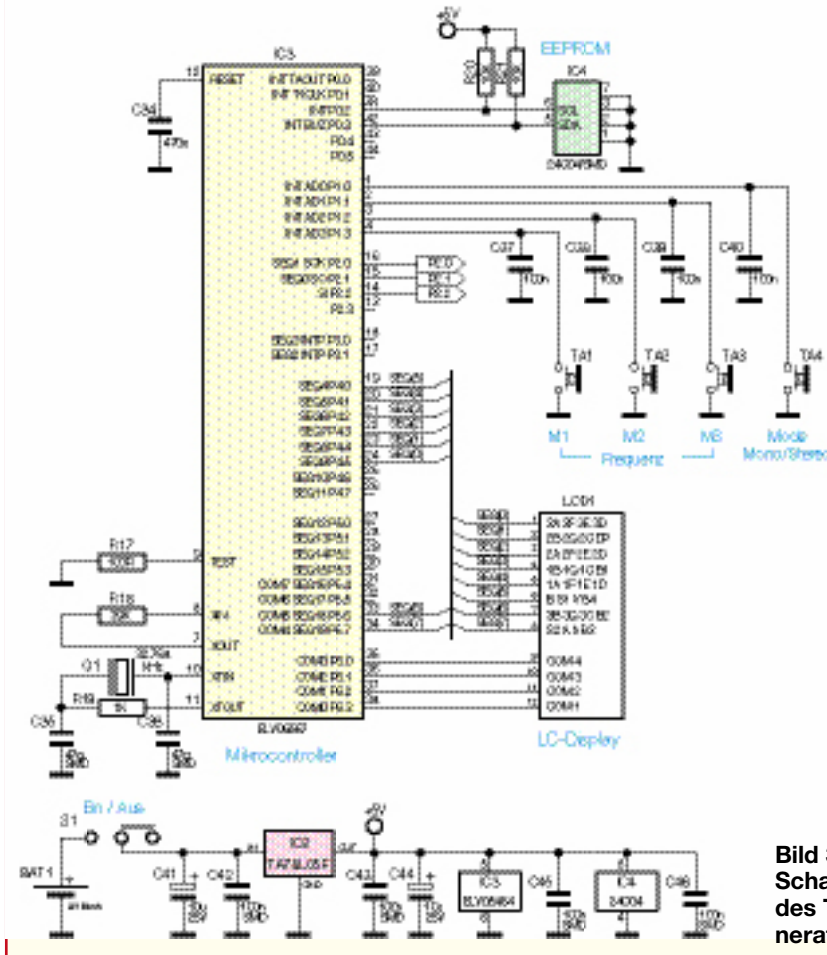
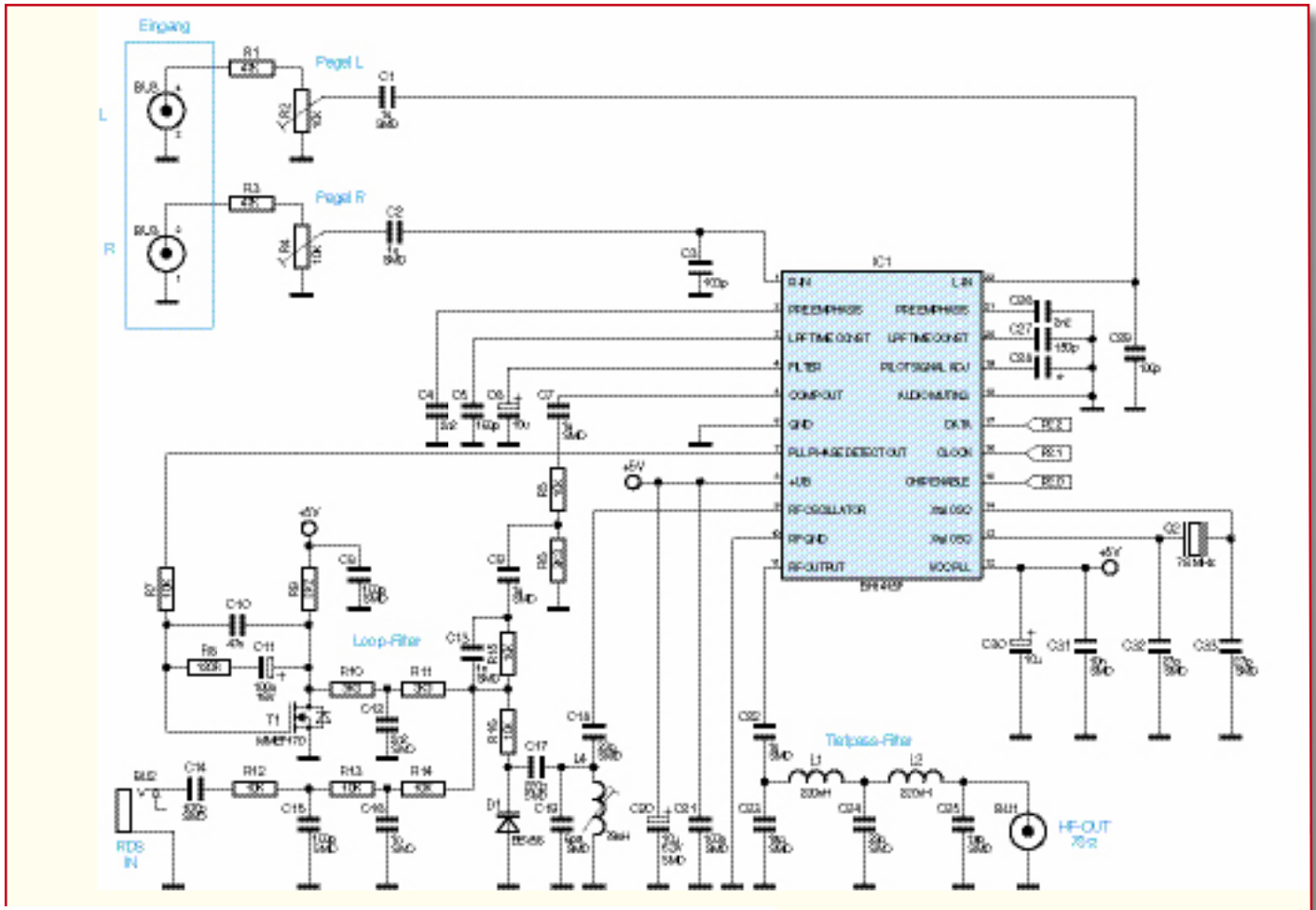


Bild 3: Schaltbild des Testgenerators

(>3 Sek.) der Taste „Mode“. Erkennbar ist der Programmiermodus durch das Fehlen der Display-Segmente für die Festspeicher. Mit den Tasten „M 1“ bis „M 3“ erfolgt nun die Frequenzeinstellung, für jede Dezimalstelle getrennt. Für Frequenzen über 100 MHz ist die erste Stelle auf „0“ einzustellen. Soll diese Frequenz in einem der Festspeicher abgelegt werden, ist die entsprechende Taste (M 1 bis M 3) länger als 3 Sekunden gedrückt zu halten. Man kann auch ohne Abspeichern den Programmiermodus wieder verlassen, indem man die Taste „Mode“ wiederum für 3 Sekunden gedrückt hält.

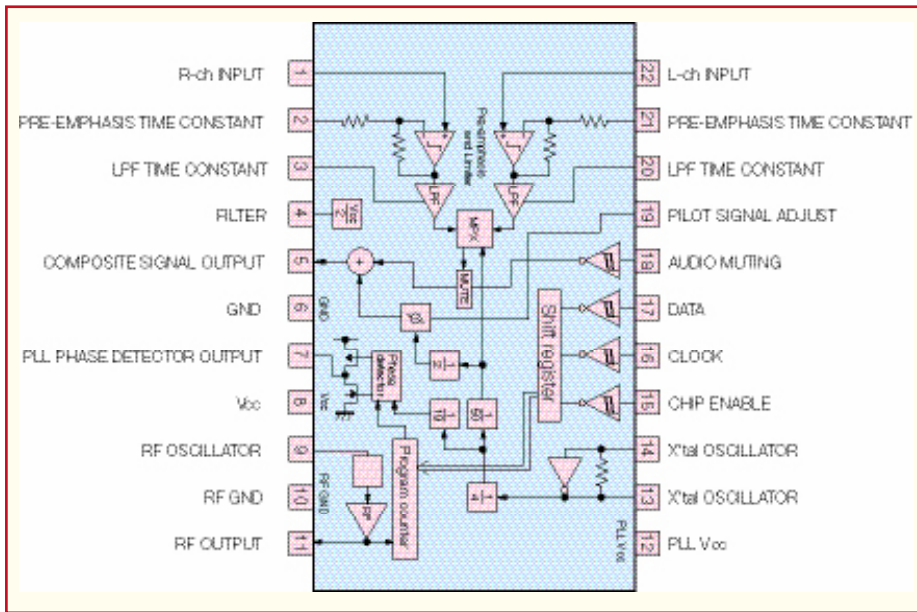
Im normalen Betrieb dient die „Mode“-Taste der Umschaltung zwischen Stereo- und Mono-Modulation.

Über die Koax-Buchse wird das Signal über ein 75-Ω-Kabel ausgekoppelt und in den entsprechenden Antenneneingang des abgleichenden Empfängers eingekoppelt.

Hinweis: Damit sich das HF-Ausgangssignal nicht unkontrolliert über den Äther verbreiten kann, ist die Ankopplung an den Empfänger nur über eine abgeschirmte Leitung mit passenden Steckverbindern zulässig.

Das NF-Signal, das z. B. von einem

Bild 4: Blockschaltbild des BH1415



tragbaren Prüfgenerator oder einer CD mit Test-Tönen kommen kann, wird über die Cinch-Buchsen (BU 3) in den Prüfgenerator eingespeist.

Zusätzlich kann man den Generator extern mit einem RDS-Signal modulieren, so dass auch die RDS-Funktionen des Empfängers zu testen sind.

Schaltung

Das Schaltbild des UKW-Generators ist in Abbildung 3 dargestellt. Wesentlicher

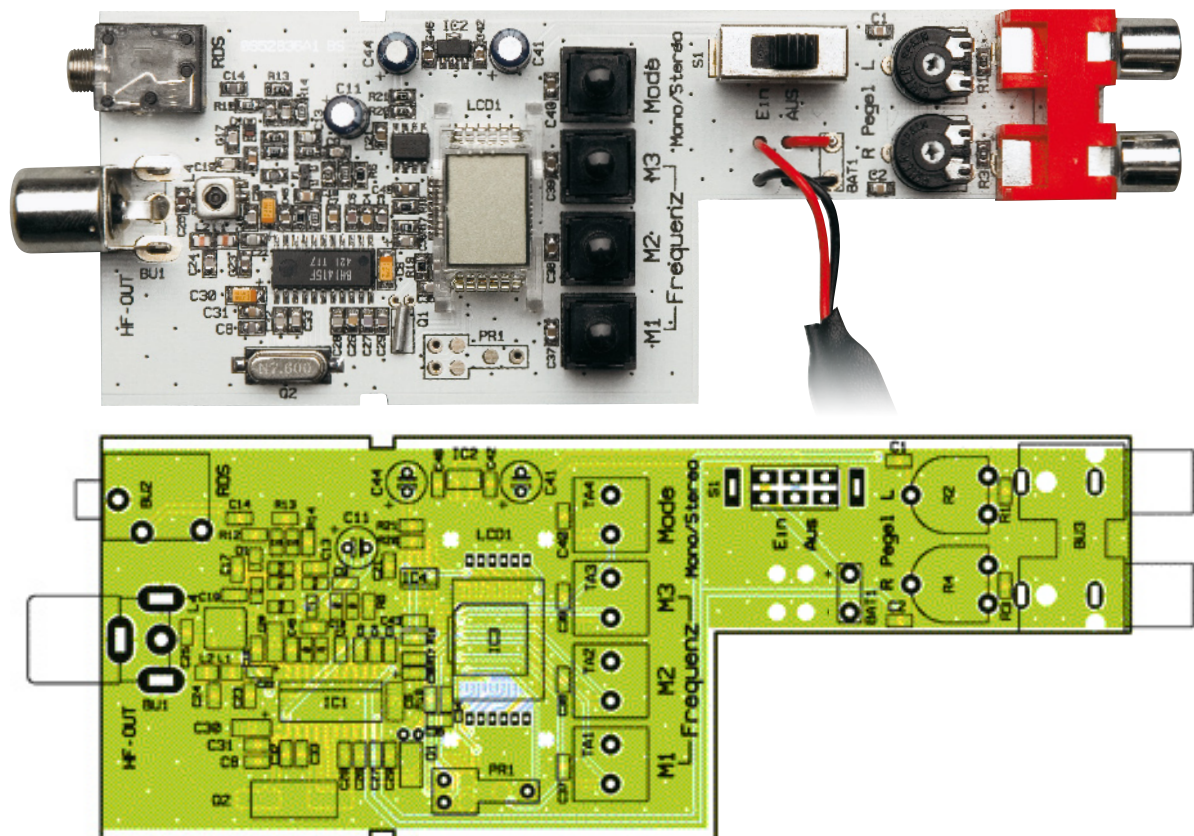
Hauptbestandteil der Schaltung ist der bereits erwähnte integrierte Schaltkreis IC 1 vom Typ BH1415. Dessen Blockschaltbild (Abbildung 4) veranschaulicht die einzelnen Komponenten. Durch die hohe Integration von IC 1 sind nur noch relativ wenige externe Bauteile notwendig. Der Oszillatorschwingkreis für das HF-Ausgangssignal wird aus den Bauteilen L 4, C 17, C 19 sowie der Kapazitätsdiode D 1 gebildet. Über die Spannung an der Katode von D 1 ist die Kapazität und somit die Oszillatorfrequenz veränderbar, wodurch

man einen spannungsgesteuerten Oszillator (VCO) erhält.

Das HF-Ausgangssignal (Pin 11) wird mit dem Tiefpass, bestehend aus L 1, L 2 sowie den Kondensatoren C 23 bis C 25, von Oberwellen befreit, bevor es auf die Ausgangsbuchse BU 1 gelangt.

Die Erzeugung der Steuerspannung für die Kapazitätsdiode erfolgt hochstabil über den integrierten PLL-Synthesizer. Hier eine kurze Beschreibung, wie der Regelkreis bzw. die PLL funktioniert:

Ein Phasendetektor vergleicht die Ist-



Ansicht der fertig bestückten Platine des Prüfgenerators mit zugehörigem Bestückungsplan

Stückliste: Stereo-UKW-Prüfgenerator SUP1

Widerstände:

100 Ω/SMD/0805	R17
120 Ω/SMD/0805	R8
1 kΩ/SMD/0805	R19
2,2 kΩ/SMD/0805	R9
3,3 kΩ/SMD/0805	R6, R10, R11
10 kΩ/SMD/0805	R5, R7, R12–R16, R20, R21
39 kΩ/SMD/0805	R18
47 kΩ/SMD/0805	R1, R3
PT10, liegend, 10 kΩ.....	R2, R4

Kondensatoren:

6,8 pF/SMD/0805	C19
18 pF/SMD/0805	C23, C25
27 pF/SMD/0805	C32, C33
33 pF/SMD/0805	C18, C24
47 pF/SMD/0805	C35, C36
100 pF/SMD/0805	C3, C8, C14, C15, C29
150 pF/SMD/0805	C5, C27
220 pF/SMD/0805	C17
1 nF/SMD/0805	C13, C16, C22
2,2 nF/SMD/0805	C4, C12, C26
10 nF/SMD/0805	C31
47 nF/SMD/0805	C10
100 nF/SMD/0805	C21, C37–C40, C42, C43, C45, C46
470 nF/SMD/0805	C34
1 µF/SMD/0805	C1, C2, C7, C9

10 µF/6,3 V/Tantal/SMD	C6, C20, C30
10 µF/25 V	C41, C44
100 µF/16 V	C11

Halbleiter:

BH1415F/SMD	IC1
TA78L05F/SMD/.....	IC2
ELV06567/SMD	IC3
24C04/SMD	IC4
MMBF170/SMD	T1
BBY56-03W/SMD	D1
LC-Display	LCD1

Sonstiges:

Quarz, 32,768 kHz.....	Q1
Quarz, 7,6 MHz, HC49U4, SMD	Q2
SMD-Induktivität, 220 nH.....	L1, L2
Spule, 79 nH, SMD	L4
Koaxial-Buchse, winkelprint	BU1
Klinkenbuchse, 3,5 mm, mono, print.....	BU2
Cinch-Anschlussplatte, 2-polig, liegend, winkelprint.....	BU3
4 Print-Taster, 1 x ein.....	TA1–TA4
1 Schiebeschalter, 2 x um	S1
1 9-V-Batterieclip	BAT1
1 Displayrahmen, transparent	
1 Profil-Gehäuse, bearbeitet, transparent	

Frequenz des Oszillators mit der Soll-Frequenz. Aus dem Phasenunterschied beider Frequenzen wird eine Regelspannung gewonnen, die zur Steuerung des Oszillators (VCO) dient. Das digitale Phasendifferenzsignal wird zuvor mit einem Tiefpass (Loop-Filter) gefiltert. Es erfolgt nun so lange ein Nachregeln des Oszillators, bis Ist- und Soll-Frequenz gleich sind. Die Ist-Frequenz ist eine quarzgenaue Referenzfrequenz (100 kHz), sie wird durch Teilung der internen Oszillatorfrequenz (7,6 MHz) von IC 1 gewonnen.

Die Soll-Frequenz ist die durch einen programmierbaren Teiler (Programmcounter) heruntergeteilte HF-Oszillatorfrequenz. Durch Veränderung des Teilverhältnisses kann mit dem PLL-Regelkreis jede beliebige Frequenz, die jedoch ein Vielfaches der Referenzfrequenz sein muss, eingestellt werden. Eine Einschränkung erfährt der Regelbereich natürlich durch den Frequenzhub des VCOs. Das Thema PLL und dessen Funktion bzw. Berechnung ist indes so komplex, dass wir hierfür Interessierte auf weiterführende Literatur oder das Internet verweisen müssen.

Über eine serielle Schnittstelle wird dem Baustein IC 1 das Teilungsverhältnis und somit die Ausgangsfrequenz mitgeteilt. Dies geschieht durch ein serielles Datenprotokoll,

das mit den Leitungen DATA, CLOCK und CHIP ENABLE übertragen wird.

Der zweite wichtige Schaltungsblock von IC 1 ist der Stereo-Encoder. Hier werden das MPX-Signal und der Pilotton (19 kHz) erzeugt. Bevor die beiden Stereo-Signale moduliert werden, durchlaufen sie noch eine Preemphasis und ein Tiefpassfilter (siehe Blockschaltbild). Die Preemphasis nimmt eine Höhenanhebung vor, die auf der Empfängerseite durch die Deemphasis wieder rückgängig gemacht wird. Dieses Verfahren dient der Rauschunterdrückung. Dem modulierten MPX-Signal wird zum Schluss der Pilotton (19 kHz) zugemischt. Über ein Widerstands- und Kondensatornetzwerk gelangt dieses Signal zur FM-Modulation auf die Kapazitätsdiode D 1.

Es besteht zusätzlich die Möglichkeit, über die Buchse BU 2 ein externes Modulationssignal einzuspeisen, z. B. von einem RDS-Encoder.

Im unteren Teil des Schaltbildes sind der für die Steuerung zuständige Mikrocontroller IC 3 und die Bedienelemente dargestellt. Folgende Aufgaben übernimmt der Mikrocontroller: Tastenabfrage, Frequenzanzeige auf dem Display (LCD1), Speicherung der Daten im EEPROM-Speicher IC 4 und schließlich der Datentransfer zur PLL (IC1).

Zur Versorgung der Schaltung dient eine 9-V-Batterie, deren Spannung mit IC 2 auf 5 V stabilisiert wird.

Nachbau

Die Platine wird bereits mit SMD-Bauteilen bestückt geliefert, so dass nur die bedrahteten Bauteile bestückt werden müssen. Somit umgeht man eventuelle Handling- und Bestückungsprobleme auf der dicht bestückten, kompakten Platine.

Hier ist lediglich eine abschließende Kontrolle der bestückten Platine auf Bestückungsfehler, eventuelle Lötzinnbrücken, vergessene Lötstellen usw. notwendig.

Die Bestückung der bedrahteten Bauteile erfolgt in gewohnter Weise anhand der Stückliste und des Bestückungsplans. Die Bauteilanschlüsse werden entsprechend dem Rastermaß abgewinkelt und durch die im Bestückungsdruck vorgegebenen Bohrungen geführt.

Nach dem Verlöten der Anschlüsse auf der Platinenunterseite (Lötseite) werden überstehende Drahtenden mit einem Seitenschneider sauber abgeschnitten, ohne die Lötstelle selbst dabei zu beschädigen.

Beim Einsetzen der Elkos ist auf die richtige Einbaulage bzw. die richtige Polung zu achten. Die Elkos sind in den meisten Fällen am Minus-Anschluss gekennzeichnet.


Beim Einbau des Displays ist ebenfalls auf die richtige Einbaulage zu achten. Zudem wird das Display zusammen mit der Kunststoffhalterung eingesetzt. Das Display ist „oben“ durch eine kleine Verdickung („Glasnase“) gekennzeichnet.

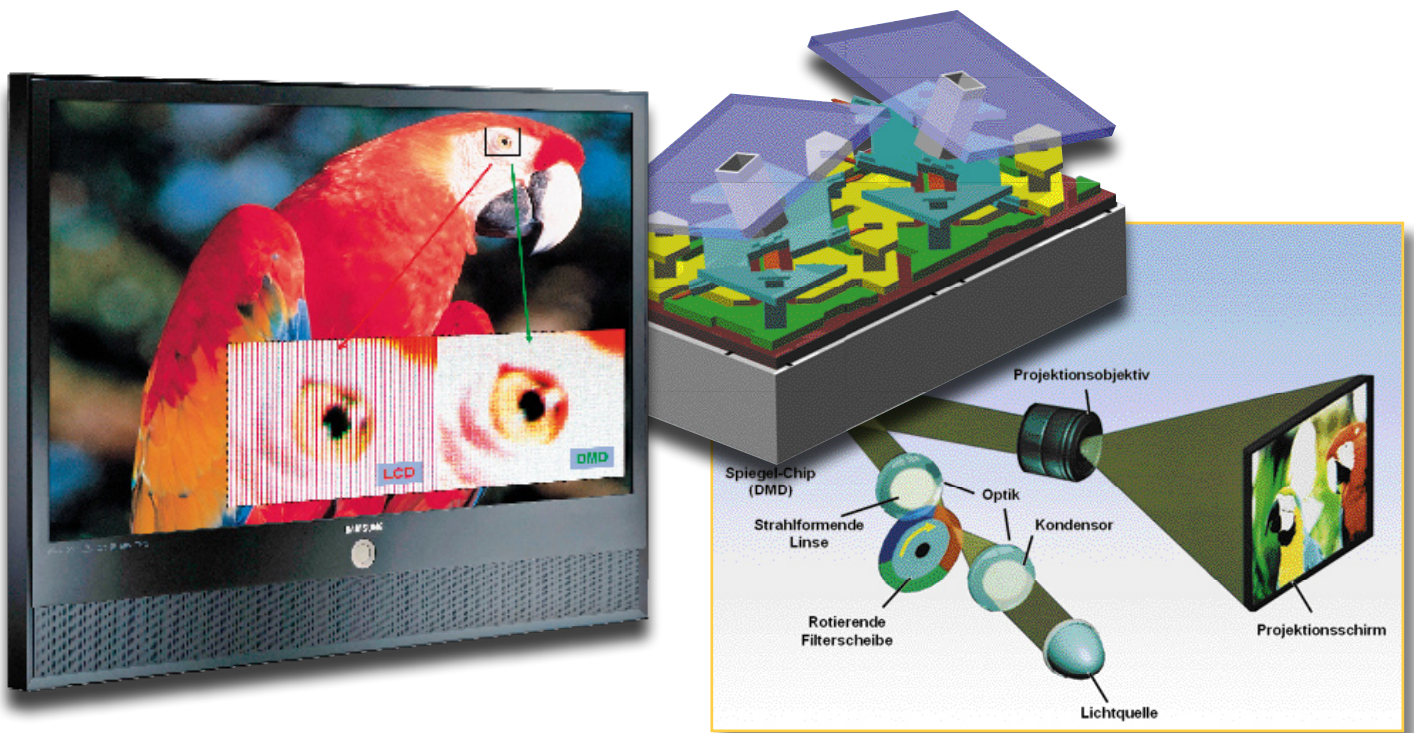
Man kann die einzelnen Segmente des Displays zur Kontrolle der richtigen Einbaulage auch ohne Elektronik „aktivieren“, indem man die Anschlüsse kurz mit der Lötspitze eines eingeschalteten LötKolbens berührt.

Zum Schluss werden die großen mechanischen Bauteile wie Buchsen, Schalter usw. eingesetzt und verlötet. Eine gute Hilfestellung gibt hier auch das Platinenfoto.

Die Leitungen des Batterieclips für die 9-V-Batterie werden zur Zugentlastung durch die Bohrungen in der Platine geführt (siehe auch Platinenfoto) und wie folgt angeschlossen: rotes Kabel an „+ Bat“ und schwarzes Kabel an „- Bat“.

Hinweis: Ein Abgleich der Spule L 4 ist nicht erforderlich!

Der Einbau der Platine in das passend bearbeitete und bedruckte Gehäuse erfolgt, indem die Platine in die Gehäuseoberschale mit den Bohrungen gelegt wird und anschließend die beiden Gehäuseteile zusammengeschoben werden, nachdem die 9-V-Batterie angeschlossen und eingesetzt ist. 



DLP™: Revolution der Displaytechnologie

Digital Light Processing (DLP™) heißt eine Technologie von Texas Instruments (TI), die völlig neue Wege geht und die Displaytechnik revolutionieren könnte. Millionen kleiner beweglicher Spiegel auf der Oberfläche eines Halbleiterchips reflektieren bei DLP™ farbiges Licht derart, dass ein hochwertiges Farbbild entsteht. Diese erstaunliche Technik findet schnell Eingang in den Projektorenmarkt. Gab es 2003 nur 18 DLP™-Projektormodelle weltweit zu kaufen, waren es 2004 ca. 75 und 2005 bereits 125. Seit 1996 sind über 500.000 DLP™-Einheiten von TI ausgeliefert worden. Im Segment Projektoren beträgt der DLP™-Anteil heute mehr als 50 %. Der folgende Artikel beschäftigt sich mit den Grundlagen dieser komplexen „Lichtmodulatoren“.

Digitale Lichtmodulation

Einen Lichtstrahl zu modulieren, heißt, ihm eine Information aufzuprägen. Im einfachsten Fall ist das der binäre Zustand „Hell“ oder „Dunkel“. Mit einem Spiegel ist das einfach möglich, indem man ihn so ausrichtet, dass er einen auf seine Oberfläche treffenden Lichtstrahl derart umlenkt, dass er auf die Netzhaut des Auges trifft oder nicht. Bei richtiger Grundorientierung des Spiegels ist das durch einfaches Kippen zu bewerkstelligen. Aber auch Grauwerte

zwischen Hell und Dunkel sind möglich. Dazu muss der Spiegel aus einer Ruheposition heraus mit hoher Frequenz hin- und hergekippt werden. Geschieht dies häufiger hin zur Hell- als zur Dunkelposition, ergibt sich ein hellgrauer Lichtpunkt, andernfalls ein dunkelgrauer. Wenn nun noch die Lichtquelle in der Farbe verändert wird, ist der Lichtpunkt sowohl in seiner Helligkeit (Luminanz) als auch Farbe (Chrominanz) steuerbar.

Digital Micromirror Device (DMD)

Dieses Grundprinzip hat Texas Instruments (Abbildung 1) auf eine regelmäßige Anordnung (Array) von bis zu zwei Millionen kleiner Spiegel auf einer Chipfläche von etwa einer halben Briefmarke übertragen. TI nennt dies „Digital Micromirror

Device (DMD)“, übersetzt „Digitale Mikrospegeleinheit“ (Abbildung 2). Das DMD wurde 1987 vom TI-Mitarbeiter Dr. Larry Hornbeck entwickelt.

Frühe Funktionsmuster sind seit 1995 mit einer Kippfrequenz von 5000 Hz ohne einen einzigen Spiegelfehler im ununter-



Bild 2: Über zwei Millionen einzeln beweglicher Spiegel sind auf diesem Chip angeordnet.



Bild 1: Wo dieses Logo drauf ist, ist ein Spiegelchip drin. (Quelle: TI)

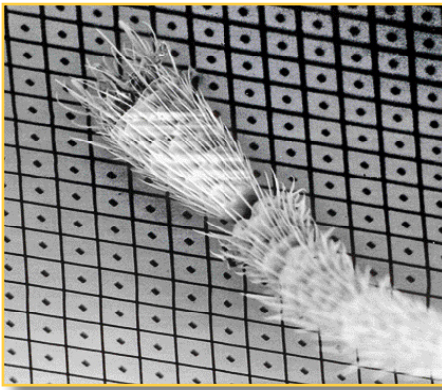


Bild 3: Ein Ameisenbein verdeutlicht die Dimensionen der Spiegel. (Quelle: TI)

brochenen Dauerbetrieb. Durch den relativ geringen Kippwinkel von max. $\pm 20^\circ$ sind keine Torsionsermüdungen an der Spiegelachse selbst nach 1 Billion (eine 1 mit 12 Nullen!) Kippbewegungen festzustellen. Das entspricht einer Betriebsdauer von 6,34 Jahren bei 5000 Hz Kippfrequenz. Lebensdauererwartungen von 100.000 Betriebsstunden, entsprechend 11,4 Jahre Dauerbetrieb, sind daher durchaus realistisch. Die Größe der Spiegel in Bezug auf ein Ameisenbein zeigt Abbildung 3. Man hat es hier mit einem erstaunlichen Hybriden aus Mikromechanik und -elektronik zu tun, der auf rein digitaler Basis arbeitet.

Die Grundstruktur eines DMD-Chips besteht aus einem 3,3-V-CMOS-SRAM-Array (Complementary Metal Oxide Semi-

conductor Static Random Access Memory), über dessen Speicherzellen die Spiegel mit einer Kantenlänge von $2,8 \mu\text{m}$ angeordnet sind (Abbildung 4). Die Spiegelflächen entstehen durch hochglanzpoliertes Aluminium mit 93 % Reflexivität. Jeder Spiegel lagert mit seiner Drehachse auf zwei Ständern. Unter jeder Spiegelhälfte liegt eine Adresselektrode, welche die Kippinformation der adressierten Zelle an deren komplementären Ausgängen übernimmt. Sie bewirkt die Bewegung über elektrostatische Anziehungskräfte. Eine weitere Elektrode unter der Spiegeljochplatte fixiert den Spiegel durch eine entsprechende Vorspannung (Bias) in seinen Ruhephasen.

Um den Spiegel in eine der beiden möglichen Lagen zu bringen, wird die SRAM-Zelle unter dem Spiegel mit dem gewünschten Bewegungszustand geladen und die Vorspannung abgeschaltet. Der Spiegel kann jetzt mit wenig Kraftaufwand entsprechend der Speicherzellenladung in eine neue Position kippen. Diese wird durch Wiedereinschalten der Vorspannung unter der niedrig liegenden Spiegelhälfte fixiert. Danach werden die Speicherzellen wieder mit einem neuen Bewegungsmuster geladen, und das Spiel beginnt von neuem. Die Vorspannungsmethode erlaubt es, die Spiegel mit niedrigeren Spannungen zu bewegen, so dass sie direkt von den SRAM-Zellen angesteuert werden können. Zudem bewegen sich, wenn die Vorspannung entfernt wird, alle Spiegel gleichzeitig, wo-

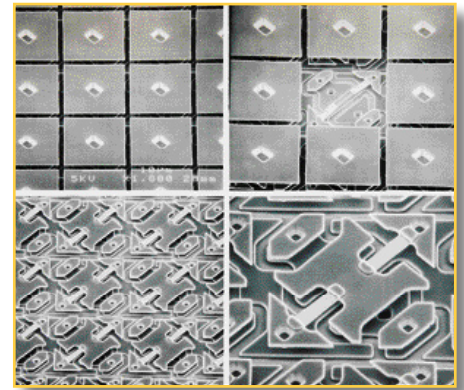


Bild 5: Spiegelzellen unter dem Elektronenmikroskop (Quelle: TI)

durch sich ein genaueres Timing und ein filmähnlicheres Bild ergeben. So ist jeder Spiegel eines DMDs individuell mehrere tausend Mal in einer Sekunde in die Hell- oder Dunkel-Position kippbar. Eine Rasterelektronenaufnahme (Abbildung 5) zeigt Details aus einem realen DMD-Chip.

In Verbindung mit einem mit 9000 U/min rotierenden Farbrad zwischen Lichtquelle und Spiegel-Array mit den Abschnitten Rot, Blau und Grün lassen sich Farbe und Helligkeit für jeden einzelnen Spiegel (= Bildpunkt) frei wählen. Im Prinzip entsteht eine zyklische Bildfolge aus den roten, grünen und blauen Auszügen aus den farbigen Vollbildern. Auf der Oberfläche des Spiegel-Arrays entsteht ein farbiges Bild, zu dem jeder Spiegel ein Pixel (picture element) mit definierter Farbe (Chrominanz) und Helligkeit (Luminanz) beiträgt. Es wird über ein Projektionsobjektiv auf eine Mattscheibe oder Leinwand gestrahlt (Abbildung 6). Mit der Zusatzfunktion BrilliantColor ermöglicht DLP™ den Einsatz von bis zu sieben Farben auf dem DLP™-Farbrad. Möglich sind Rot, Gelb,

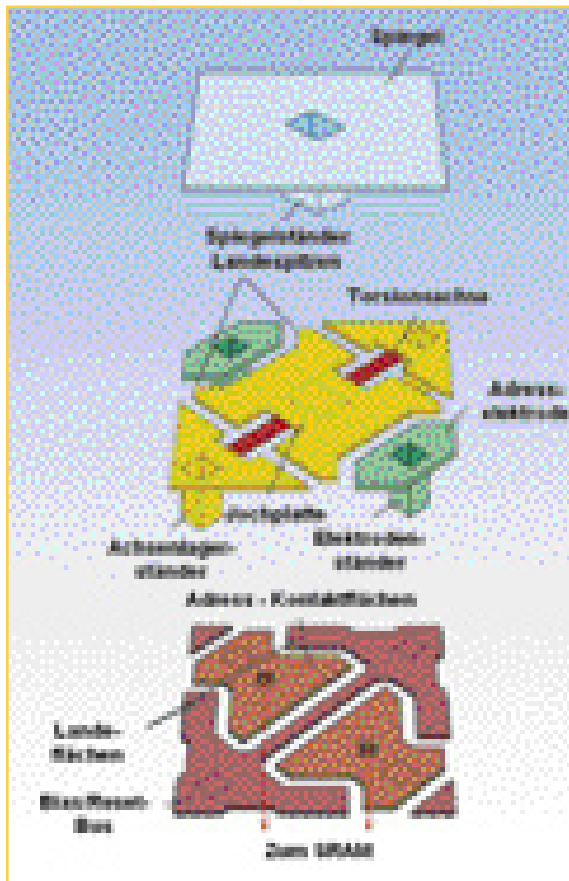


Bild 4: Aufbau einer Spiegelzelle (Quelle: TI)

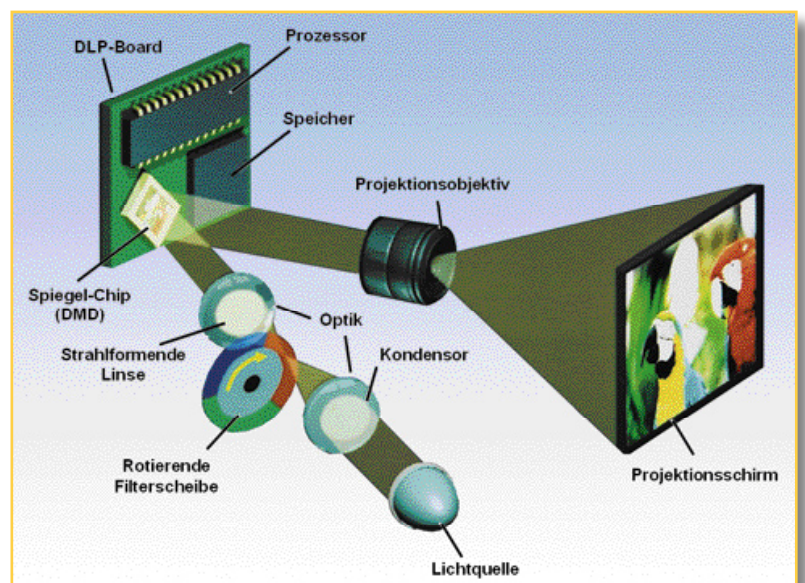


Bild 6: Das Funktionsprinzip eines DLP™-Projektors (Quelle: TI)

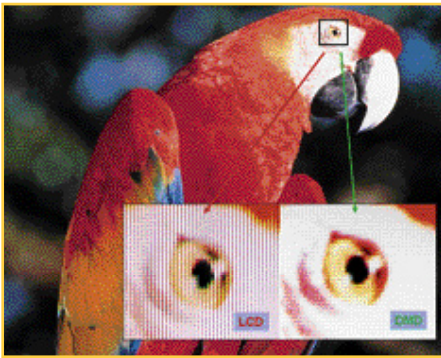


Bild 7: An der Ausschnittsvergrößerung wird die schwache Pixelstruktur des DMDs im Vergleich mit einem LCD deutlich. (Quelle: TI)

Grün, Cyan, Magenta, Blau und Weiß. Diese Segmente lassen sich für eine optimale Farbtreue frei kombinieren.

Der menschliche Gesichtssinn (human visual system) integriert die sequenzielle Bildfolge zu einem farbigen Gesamtbild. Weil die Lichtenergie sich auf die Bildfläche verteilt, sind die Größe des projizierten Bildes und seine Helligkeit invers zueinander. Je größer das Bild, umso lichtschwächer ist es, und umgekehrt. Um große, lichtstarke Projektionsbilder zu realisieren, ist ein Lichtstrom von bis zu 10.000 Lumen pro Spiegel erforderlich.

Der ultimative Lichtmodulator

Ein DMD hat eine Reihe herausragender Eigenschaften, die es zu einem Lichtmodulator mit bisher nicht gekannten Qualitätsparametern macht:

- Die spektrale und räumliche Gleichförmigkeit eines DMDs sichert auch die Gleichförmigkeit der Bildqualität über das gesamte Bild.
- Durch die kurzen Schaltzeiten eines Spie-

Bild 9: Fast so flach wie ein LCD-Schirm und doch ein DMD-Rückprojektions-TV. Wegen der LED-Beleuchtung des DMDs ist er besonders energiesparend. (Quelle: Samsung)



gels ist eine hohe Bildwiederholfrequenz möglich.

- Der hohe Kippwinkelunterschied eines Spiegels von bis zu 40° zwischen „Ein“ und „Aus“ sichert ein exzellentes Signal-Rausch-Verhältnis (S/N) im Bild. Die Bilder sind deshalb sehr kontrastreich und rauscharm.
- Der geringe Abstand der Spiegel zueinander und der hohe Reflektionsgrad ihrer Oberfläche resultieren in einem extrem hohen Wirkungsgrad von 65 % und kaum wahrnehmbaren Pixelstrukturen (pixelization) (Abbildung 7).
- Ein DMD weist eine Temperaturstabilität auf, die von keinem anderen Lichtmodulator erzielt wird.
- Ein DMD ist mechanisch robust und langzeitstabil. Daraus folgt eine hohe Lebensdauer, während der die Abbildungseigenschaften konstant bleiben.

Aufbau eines DMD-Projektors

Den Strahlengang eines praktisch ausgeführten DMD-Projektors zeigt Abbildung 8. Das Licht zur Beleuchtung des Spiegel-Arrays im DMD (unten links) wird über das Farbrad, einen Kollimator, zwei Zwischenoptiken und einen Umlenkspiegel auf das TIR-Prisma geleitet (TIR: Total Internal Reflection). Es besteht aus zwei Teilprismen, deren Aufgabe es ist, den Beleuchtungspfad des DMD-Arrays (einfallendes Licht) vom Projektionspfad (reflektiertes Licht) zu trennen.

Um ein randscharfes Bild mit gleichmäßiger Helligkeitsverteilung zu erhalten, ist die Projektionsoptik „telezentrisch“ berechnet. Das bedeutet, dass jeder Arrayspiegel (nicht nur die in der Mitte) von ihr gleich scharf abgebildet wird. Durch die

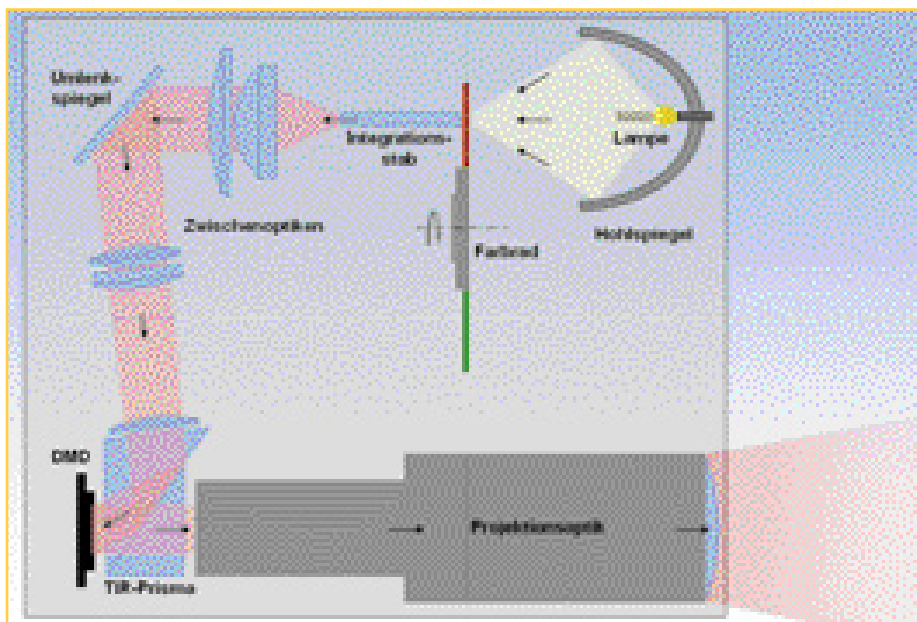


Bild 8: Praktischer Aufbau eines DMD-Projektors (Quelle: TI)



Bild 10: Wolfgang Gauglitz, TI-Development-Manager für DLP™-Produkte, mit einem Toshiba-LED-Projektor TDP-FF1. Die Bilddaten werden drahtlos über den USB-Stick rechts zugespielt.

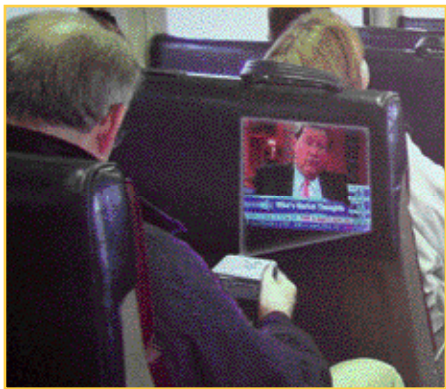


Bild 11: Video und TV überall, der DLP™-Pocket-Projektor mit LED-Lichtquelle macht's möglich. (Quelle: TI)

Konstruktion der Optiken kann man Projektoren mit geringen Abmessungen bauen, die bei kleinem Abstand zur Projektionsfläche dennoch große, verzerrungsarme Bilder ermöglichen.

Natürlich lässt sich ein DMD-Projektor auch in einen TV-Apparat integrieren, wo er den Bildschirm als Mattscheibe von hinten bestrahlt. Solche Geräte können sehr flach gestaltet werden und sind deshalb durchaus auch eine Konkurrenz zum LCD- oder Plasma-Fernseher (Abbildung 9).

Die hohe Energieeffizienz eines DMD-Projektors mit LED-Lichtquelle erlaubt den Bau kleiner, batteriebetriebener „Pocket-Projektoren“ (Abbildung 10) mit beachtlichen Eigenschaften: SVGA-Auflösung (800 x 600 Pixel). Gewicht ca. 0,5 kg, LED-Lebensdauer >20.000 Stunden, Kontrastverhältnis 2000:1, Helligkeit bis zu 50 Lumen ... Bei hellem Umgebungslicht sind Bilder mit Diagonalen von 15", im abgedunkelten Raum bis zu 50" möglich. Es ist durchaus möglich, dass DMDs in die Handys der Zukunft integriert werden. Dann kann man statt des „Mäusekinos“ auf dem kleinen Handybildschirm mobiles Fernsehen in respektablen Projektionsabmessungen genießen. Im Zuge der stetigen Miniaturisierung kann neben dem DVB-T-Empfänger auch ein Videorecorder in dem Pocket-Projektor Platz finden, wodurch dieser zum idealen mobilen Entertainer wird (Abbildung 11).

DLP™-Fernseher der Zukunft mit Laser-Licht?

Mitsubishi hat ein DLPT™-TV-Gerät angekündigt, das einen höheren Farbumfang mit einem vereinfachten DLP™-Aggregat vereint. Dabei wird das DMD sequenziell mit Laser-Licht in den Grundfarben Rot, Grün und Blau bestrahlt und die Spiegel entsprechend den zugehörigen Farbauszügen in Position gebracht. Weil die Laser-Dioden praktisch verzögerungsfrei ein- und ausgeschaltet werden können, ist das Farbfilterrad

zur Erzeugung der sequenziellen Farbauszüge aus dem ununterbrochen strahlenden weißen Licht einer Glühwendel oder von LEDs überflüssig.

Damit ist an der Erzeugung des DLP™-Bildes keine bewegte Mechanik mehr beteiligt (bis auf die Mikrospiegel) und die mit dem Farbrad verbundenen „Regenbogeneffekte“ an bewegten Hell-Dunkel-Grenzen treten auch nicht mehr auf. Die Verwendung dreier RGB-Halbleiter-Laser verbessert die Farbreinheit, vermeidet mit der Alterung der Projektionsbirne verbundene Probleme der Lichtausbeute und Zuverlässigkeit und erlaubt die Konstruktion leichter, flacher und energieeffizienter Displays in allen Größen. Dem durch die Verwendung schmalbandigen, kohärenten Laser-Lichts (alle Schwingungen sind gleichphasig) verursachten „Speckle“-Effekt (auch als Salz-und-Pfeffer-Effekt bekannte „Körnigkeit“ des von rauen Oberflächen reflektierten Lichts) kann man durch Erhöhen der Bandbreite des Lasers begegnen. Ab Ende nächsten Jahres will Mitsubishi seine Innovation in den Markt bringen. Dann werden wir sehen, ob die Praxis hält, was die Theorie verspricht.

Lebenslange Farbstabilität

Die Bildwiedergabe mit DMDs erfolgt ohne jede Nutzung elektrochemischer Effekte, rein auf der Grundlage mechanischer Kippbewegungen der Mikrospiegel. Unter

der Voraussetzung, dass das Licht der Lampe, die das Spiegel-Array beleuchtet, seine spektrale Zusammensetzung nicht ändert, ist keine Möglichkeit zum Wegdriften der Farbeigenschaften über die gesamte Lebensdauer des DMD-Projektors gegeben. Im Gegensatz dazu stehen Displays auf der Grundlage von Flüssigkristallen (LCD: Liquid Crystal Display) oder Gasentladungen (PD: Plasma Displays).

Eine von Texas Instruments in Auftrag gegebene Langzeitstudie von Videoprojektoren mit den Technologien DLP™/DMD und LCD des unabhängigen Testinstituts Intertek sollte den Beweis erbringen. Dazu erwarb Intertek je drei DLP™- und LCD-Testmodelle auf dem Markt (jeweils 10 Stück) und unterwarf je 9 davon (insgesamt 54 Stück) drei Testzyklen: Dauerbetrieb, 5,5 Stunden an – 2,5 Stunden aus, 1,5 Stunden an – 2,5 Stunden aus. Das verbleibende Testgerät eines jeden Modells diente Temperaturmessungen. Außer der Einstellung von Helligkeit und Kontrast für die Kalibrierung wurden keine Veränderungen am ursprünglichen Zustand vorgenommen.

Die Kalibrierung der Testgeräte erfolgte gemäß IEC 61947-1:2002, „Electronic projection measurement and documentation of key performance criteria, Part 1: Fixed resolution projectors (IEC)“. An den Auströmöffnungen der Lüfter erfassten Temperaturfühler die Lufttemperatur, um die kontinuierliche Überwachung der Um-



Bild 12: LCD nach dreihundert Stunden Laufzeit: Noch sind die Farben in Ordnung. (Quelle: TI)



Bild 13: DLP™ nach dreihundert Stunden Laufzeit (Quelle: TI)



Bild 14: Nach 3376 Stunden hat das LCD einen deutlichen Farbstick. (Quelle: TI)



Bild 15: Das DLP™-Bild ist auch nach 3376 Stunden noch so farbecht wie am Anfang des Tests. (Quelle: TI)

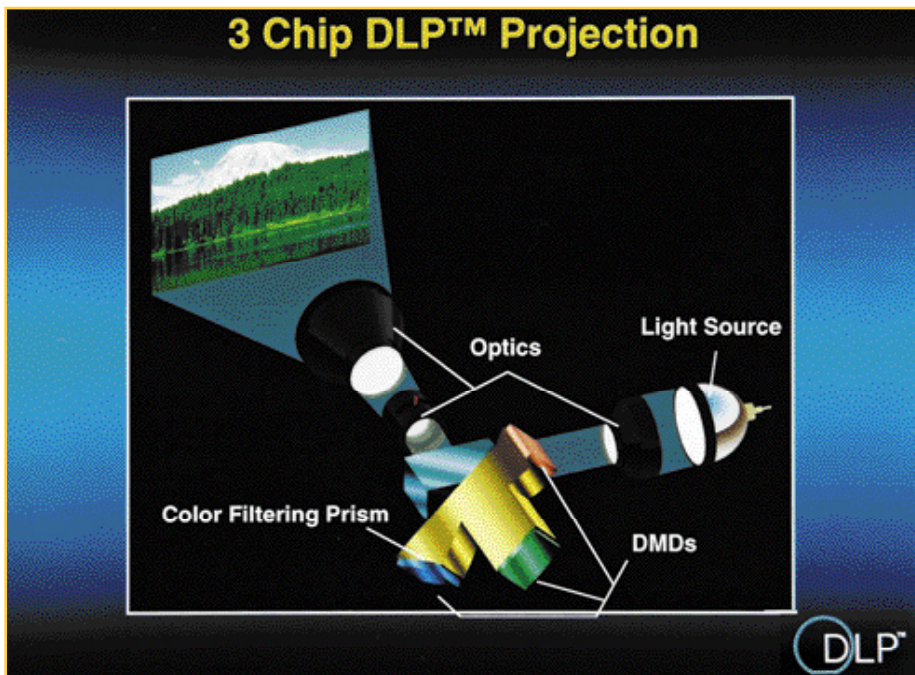


Bild 16: Für höchste Anforderungen an die Brillanz des Bildes erzeugen 3 Spiegelchips die Farbauszüge Rot, Grün und Blau. (Quelle: TI)

gebungstemperatur und des ordnungsgemäßen Betriebs auch nachts und an Wochenenden sicherzustellen. Die Geräte wurden über einen PC zeitgesteuert ein- und ausgeschaltet. Alle 1000 Betriebsstunden erfolgte ein Austausch der Projektorlampen. Eine Fotokamera hielt die jeweilige Geräteleistung unmittelbar vor und nach dem Wechsel fest.

Ein Lichtfarbmessgerät für Lichttechnik und zur Einstellung von Videoprojektoren CL-200 von Konica/Minolta (http://www.konicaminolta.eu/de/products/industrielle_produkte/ueberblick/lichtmessung/lichtfarbmessgeraete/cl_200/) wurde fernsteuerbar auf einem linearen Steller mit Schrittmotoren und Stellgebern angebracht. Damit war seine exakt reproduzierbare Positionierung vor den einzelnen Messflächen garantiert. Die Messungen erfolgten an den Bildern einer PowerPoint-Bildfolge, die den Projektoren außerhalb der Messzyklen über einen Bildverteiler zugespielt wurde.

Damit sollte das Einbrennen eines einzelnen Testbildes und eine ungleiche Belastung der Prüflinge verhindert werden.

Im Ergebnis wiesen alle LCD-Probanden beginnend mit einem Gelbstich eine erhebliche Minderung der Farbqualität nach 2000 bis 4000 Stunden Dauerbetrieb bzw. bereits ab etwa 1700 Stunden im Intervallbetrieb (Abbildungen 12 bis 15) auf. Im Gegensatz dazu waren die Farbverfälschungen der DLP™-Projektoren vernachlässigbar.

In die gleiche Richtung gehen die Ergebnisse einer Langzeitstudie vom RIT/Munsell Color Science Laboratory, die man unter http://www.mediastar.de/fileadmin/156_Picture_Reliability_Study_Phase_II_White_Paper.pdf nachlesen kann.

DLP™-Kinos – der große Trend in Amerika

Für kommerzielle Anwendungen lässt sich die Wiedergabequalität von DLP™-

Projektoren noch erheblich steigern (Abbildung 16). Dazu wird das Licht der Lichtquelle durch ein Prisma in die drei Farben Rot, Grün und Blau zerlegt und auf jeweils einen DLP™-Chip geleitet. Die Projektionslinse vereinigt die drei Farbauszüge wieder zu einem gemeinsamen Bild. Diese 3-Chip-Technik wird wegen ihrer hohen Leuchtkraft und Farbauflösung vor allem im digitalen Kino (DLP™ Cinema), in großen Vorführräumen und für Großvideoleinwände eingesetzt.

Die sieben großen Hollywood-Studios haben inzwischen über 150 Filme im DLP™-Cinema-Format herausgebracht, so zum Beispiel Star Wars: Episode I–III, Harry Potter IV und The Day after Tomorrow. Diese Filme wurden von 17 Millionen Kinobesuchern in den mehr als 250 DLP™-Kinos weltweit gesehen. In Deutschland gibt es heute schon über zehn DLP™-Cinemas.

Für die Kinobranche eröffnet DLP™ Cinema (Abbildung 17) (http://www.christiedigital.co.uk/products/cp2000/images/cp2000hr_frontRight2.jpg) gegenüber dem herkömmlichen 35-mm-Film zahlreiche Vorteile: kein Nachlassen der Bildqualität mit der Anzahl der Vorführungen, keine Kopierverluste, Anlieferung neuer Filme via Satellit, geringere Geräuschentwicklung im Projektorraum, gleichförmigere Bewegungsabläufe, Vorführung von HDTV-Material ...

Allerdings wollen die Kosten eines DLP™-Cinema-Projektors in der Größenordnung von 70.000 bis 100.000 Euro erst einmal wieder eingespielt werden.

Darin liegt für kleinere Kinos ein beträchtliches Risiko. Deshalb ist mit einer breiten Umstellung erst mit gefallenem Projektorpreisen zu rechnen. **ELV**



Bild 17: So sieht der digitale Nachfolger vom guten alten Kino-Filmprojektor aus. (Quelle: Christie)

FS20-Universal-Sound-Recorder **USB**

- 16 Funk-Kanäle - 4 Taster-Eingänge
- 8 unterschiedliche Sounds in fester oder zufälliger Reihenfolge
- 2 Lautsprecherausgänge - getrennte Lautstärkeregelung
- integriertes Mikrophon - komfortable Bedien- und Soundbearbeitungs-Software

Ansteuerbar durch alle FS20 Funksender:



als Einbrecherschreck durch Funk-PIRs

... lautes Hundegebell ... danach geräuschvolles Rufen

als Türklingel-Multiplexer durch Funk-Türklingelsender

... jeder Eingang bekommt eine andere Melodie oder einen anderen Sound



Der Universal-Sound-Recorder kann bis zu acht Soundfiles mit einer Gesamtspieldauer von 25 Sekunden speichern. Über bis zu 16 FS20-Funk-Empfangskanäle oder bis zu vier extern anschließbare Taster ist das Abspielen eines oder mehrerer Sounds möglich. Die Auswahl der Sounds sowie die Lautstärke kann komfortabel über die mitgelieferte PC-Software erfolgen, die u. a. auch die einfache Bearbeitung von Soundfiles zulässt. Zusätzlich verfügt der Sound-Recorder über eine eigene Aufnahmemöglichkeit per integriertem Mikrophon. Nach der Funktionsbeschreibung und der Vorstellung der Software wenden wir uns im zweiten Teil der Schaltungstechnik und dem Aufbau des Gerätes zu.

Teil 2

Schaltung

Die Schaltung teilt sich in drei Teile auf. Im ersten Teil geht es um die Spannungsversorgung der Schaltung, im zweiten Teil wird der digitale Teil der Schaltung besprochen, und im dritten Teil besprechen wir den Analogteil.

Spannungsversorgung

Beginnen wir mit dem ersten Teil, der

Spannungsversorgung (Abbildung 8). Als Betriebsspannung ist ein Spannung von 12 V_{DC} erforderlich. Hinter der Schutzdiode D 4 vom Type 1N5400, die die Schaltung vor einer Verpolung schützt, wird direkt aus dieser Betriebsspannung die Endstufe IC 5 versorgt. Die Endstufe hat eine Leistung von 2 x 8 W und wird ohne Kühlung betrieben. Da die Schaltung nur für den Kurzzeitbetrieb vorgesehen ist, kann auf den Einsatz eines Kühlkörpers verzichtet werden. Als Schutz vor zu hoher Chiptem-

peratur dient zum einen eine interne Temperatur-Schutzschaltung im IC 5. Deren Abschalt-Grenze liegt bei etwa 150 °C. Die zweite Schutzschaltung wird mit einem temperaturabhängigen Widerstand durchgeführt, aber dazu etwas später. Die angelegte Betriebsspannung wird mit der LED D 5 signalisiert. Die Kondensatoren C 52 und C 54 dienen zur Pufferung der Spannung, C 53 und C 55 zur Störungsunterdrückung.

Ebenfalls direkt von der 12-V-Versorgungsspannung erfolgt die Versorgung der Spannungsregler IC 7 und IC 8. IC 7 erzeugt die 5-V-Betriebsspannung, die sich anschließend in 5 V (+5 V) für den Digitalteil und 5 V (+5 VA) für den Analogteil der Schaltung aufteilt. Hierdurch vermeidet man weitgehend die Übertragung von Störungen des Digitalteils auf den analogen Teil der Schaltung.

Aus den 5 V wird mit IC 12 eine 3-V-Versorgungsspannung für den Funkempfänger erzeugt. IC 8 erzeugt die Betriebsspannung für den Flash-Speicher der Schaltung. Die unterschiedlichen Spannungen sind notwendig, um die Bauteile innerhalb der Spezifikationen betreiben zu können. Die 100-nF-Kondensatoren in diesem Schaltungsteil und an den ICs des Digital- und Analogteils dienen der Störunterdrückung, die Elkos der Pufferung der einzelnen Spannungen.

Für die Mikrofonschaltung ist eine Spannung von 2,5 V erforderlich. Diese wird über die Widerstände R 32 und R 33 erzeugt, wiederum gepuffert vom Elko C 37.

Digitalteil

Im zweiten Teil der Schaltung (Abbildung 9) geht es nun um die digitale Schaltungstechnik. Beginnen wir mit der USB-TTL-Umsetzung erfolgt mit IC 1 vom Typ FT232BM. Dieses IC wandelt die vom PC kommenden Signale nach USB-Spezifikation in zur seriellen Schnittstelle des Mikrocontrollers kompatible Signale um. Für die Kommunikation mit dem Mikrocontroller sind die Leitungen TxD und RxD notwendig. Die Leitungen CTS und Sleep werden für Statusinformationen verwendet. Wenn man den FS20 USR1 mit dem PC verbindet, fordert der PC Informationen über das USB-Gerät an. Diese sind im EEPROM IC 2 abgespeichert. Das IC hat eine Speicherfähigkeit von 1 KBit, ausreichend für alle wichtigen Informationen. Die Taktfrequenz für die USB-TTL-Wandlung wird vom Keramikschwinger Q 1 auf 6 MHz stabilisiert.

Der FS20-Funkempfänger HFE 1 arbeitet mit einer Betriebsspannung von 3 V und somit unterhalb der Betriebsspannung des Mikrocontrollers. Für die nötige Pegelanpassung sorgt der Transistor T 1 mit den Wi-

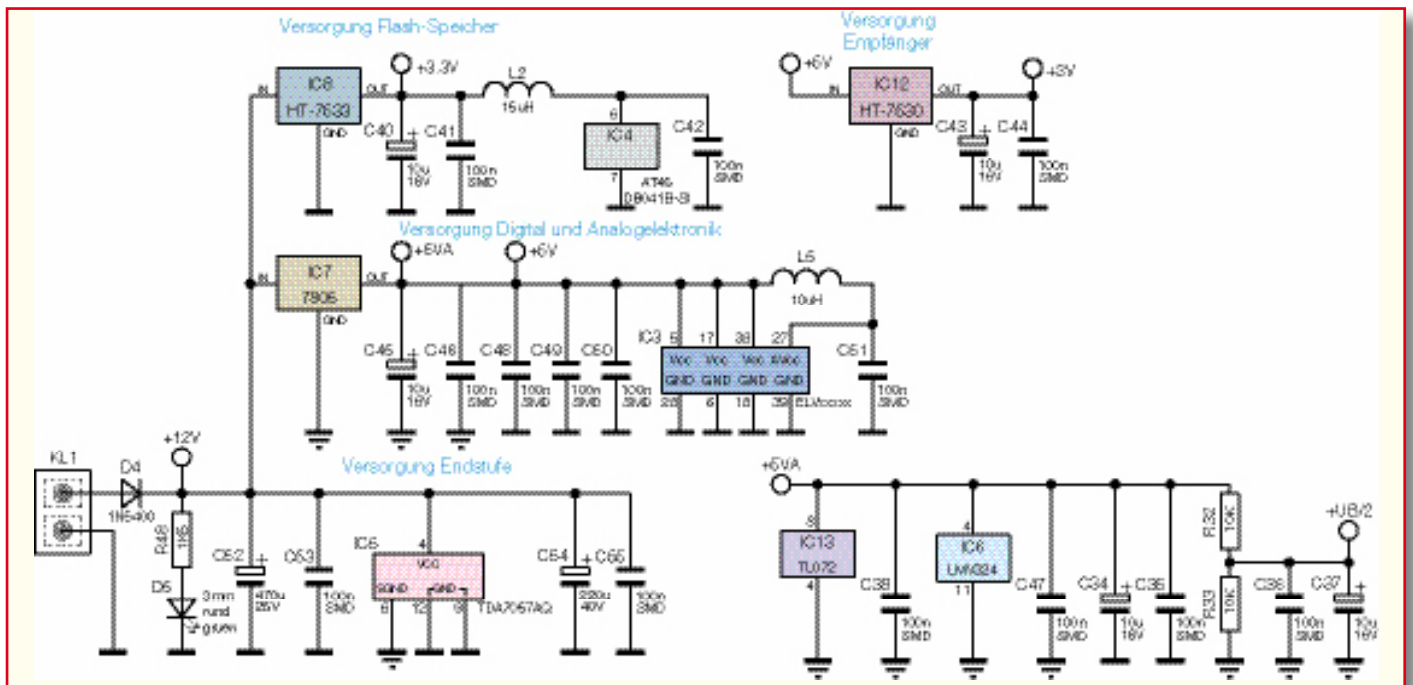


Bild 8: Spannungsversorgung des Sound-Recorders

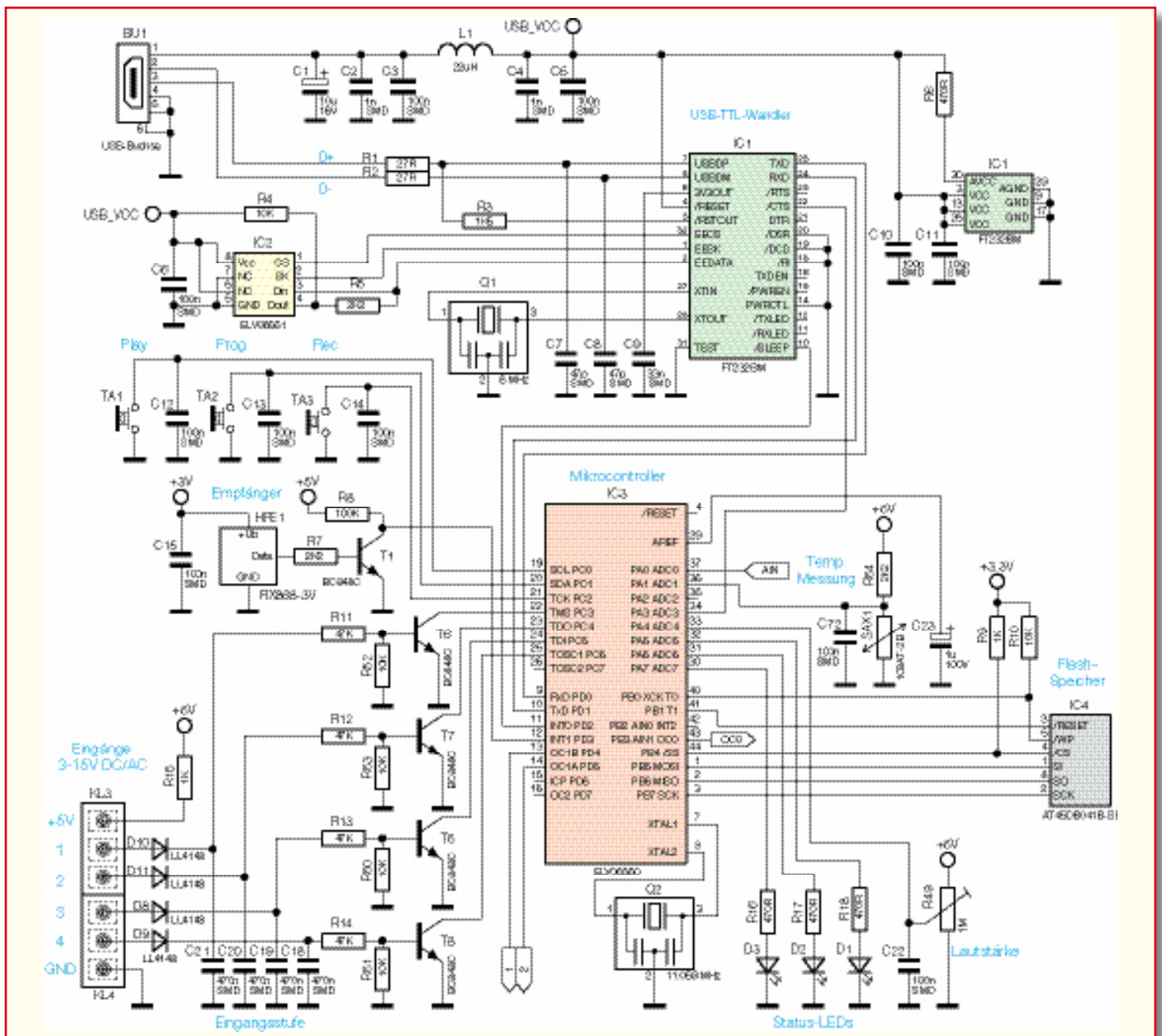


Bild 9: Schaltbild des Digitalteils

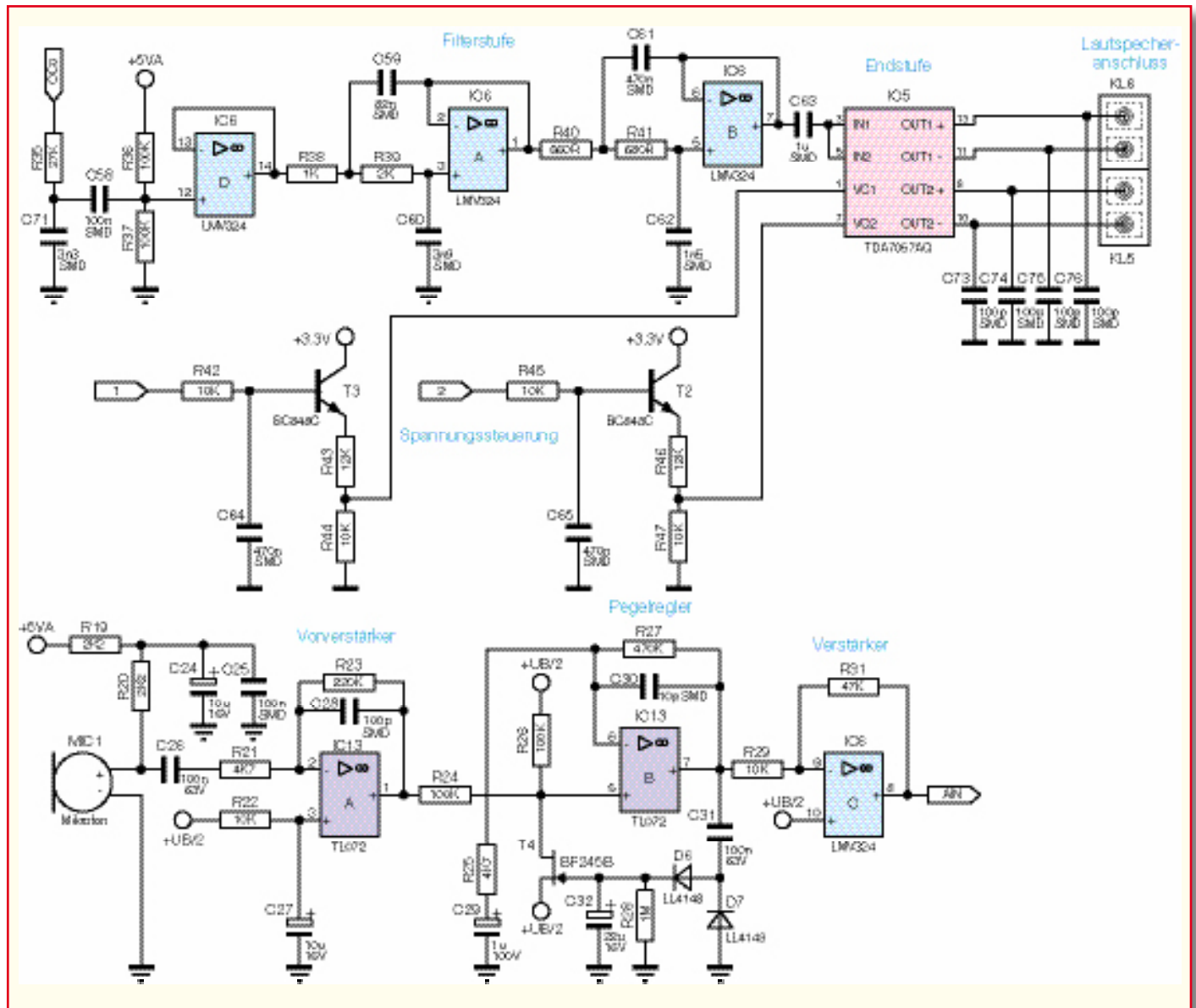


Bild 10: Schaltung des Analogteils

derständen R 7 und R 8. Der Flash-Speicher IC 4 kann direkt mit dem Mikrocontroller verbunden werden, da seine Eingänge entsprechend spannungsfest sind. Er liefert eine Spannung von mindestens 3,1 V an seinen Ausgängen. Laut Datenblatt des Mikrocontrollers ist eine Eingangsspannung von mindestens 3 V erforderlich, um ein „High“-Signal zu erhalten. Würden wir also den Flash-Controller mit der vorhandenen 3-V-Betriebsspannung verbinden, könnten sich Probleme mit der Kommunikation ergeben. Aus diesem Grund ist die 3,3-V-Versorgungsspannung erforderlich.

Mikrocontroller und Flash-Speicher kommunizieren über den SPI-Bus (Serial Peripheral Interface). Dabei ist der Mikrocontroller der Master und der Flash-Speicher der Slave. Angesprochen wird Letzterer über die CS-Leitung (Chip Select). Die Daten vom Controller zum Flash-Speicher werden von MOSI (Master Out Slave In) nach SI (Slave In) und umgekehrt von SO

(Slave Out) nach MISO (Master In Slave Out) transportiert. Der Master erzeugt den erforderlichen Takt über die SCK-Leitung (Serial Clock). Über die WP-Leitung (Write Protect) wird der Flash-Speicher geschützt, um versehentliches Beschreiben zu verhindern.

Das Poti R 49 realisiert die Lautstärke-einstellung. Der hier eingestellte Wert wird über einen ADC-Eingang des Mikrocontrollers abgefragt, bei der manuellen Programmierung mit dem Soundfile gespeichert und später als PWM-Signal zur Lautstärkesteuerung an den Analogteil weitergegeben.

Zur Temperaturüberwachung der Endstufe kommt ein temperaturabhängiger Widerstand zum Einsatz. Dieser Widerstand hat bei einer Temperatur von 25 °C einen Widerstand von 10 kΩ. Bei einer Temperatur von 70 °C beträgt er hingegen ca. 2,2 kΩ. Der Temperaturfühler bildet mit dem Widerstand R 54 einen Spannungstei-

ler, dessen Spannung vom Controller erfasst und ausgewertet wird. Steigt die Temperatur über 70 °C, so wird die Endstufe in der Lautstärke heruntergefahren, um die Temperatur wieder abzusenken. Dies ist am Leuchten der LED D 1 zu erkennen.

Ebenfalls werden die Dioden D 1 sowie D 2 und D 3 zur Statusanzeige bei der Konfiguration benötigt. Die Eingangssignale an den Klemmen KL 3 und KL 4 werden über die Dioden D 8 bis D 11 geführt und mit den Kondensatoren C 18 bis C 21 gepuffert. Sie gelangen über je eine Transistorstufe zur Pegelanpassung auf den Mikrocontroller. Durch die internen Pull-up-Widerstände am Eingang des Mikrocontrollers können externe Widerstände entfallen.

Am Pin 43 des Mikrocontrollers werden die Soundsignale als PWM-Signal (Pulsweiten-Modulation) ausgegeben und auf das Ausgangsfilter geführt. Auch die Signale für die Lautstärkeregelung liegen als PWM-Signal vor. Hierfür kommen die Pins

13 und 14 des Controllers zum Einsatz.

Bei der Aufnahme der Sounds werden die vom Mikrofonverstärker des Analogteils kommenden Signale über einen internen Analog-Digital-Wandler mit einer Auflösung von 8 Bit bei einer Abtastrate von 22.050 Hz gewandelt und im externen Flash IC 4 gespeichert.

Analogteil

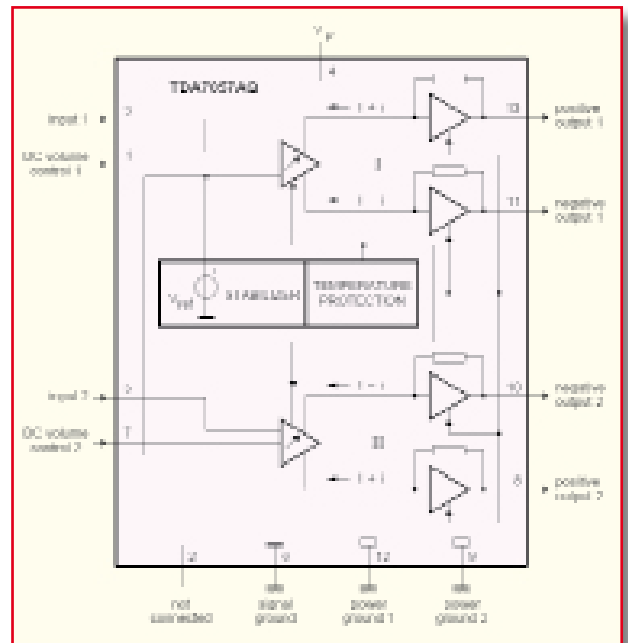
Damit kommen wir nun zum analogen Schaltungsteil (Abbildung 10). Zur Soundausgabe sind die PWM-Signale in ein analoges Audiosignal umzuwandeln. Dazu wird das digitale Signal über das RC-Glied aus R 35 und C 71 vorgefiltert. C 58 entfernt den Gleichspannungsanteil des PWM-Signals. Die Widerstände R 36 und R 37 sorgen für einen Arbeitspunkt von $U_B/2$. Das gesamte Filter um IC 6 D, A, B ist ein Filter 5. Ordnung und wird auch als Chebychev-Filter bezeichnet. Das analoge Ausgangssignal wird noch einmal über C 63 entkoppelt und gelangt auf die beiden Eingänge der Endstufe IC 5.

Der Innenaufbau der Endstufe ist in Abbildung 11 zu sehen. Zur Lautstärke-regelung der beiden Ausgangskanäle der Endstufe werden zwei PWM-Signale über je eine Kombination aus einem RC-Tiefpass (R 42/C 64, R 45/C 65), einer NPN-Transistorstufe (T 2, T 3) und einem Spannungsteiler auf die Spannungseingänge VC 1 und VC 2 von IC 5 gegeben. Bei einer Spannung unter 0,4 V beträgt die Lautstärke 0, danach steigt sie nahezu linear bis zu einer Spannung von 1,2 V zur maximalen Lautstärke an. Die sich hieraus ergebende Kennlinie ist in Abbildung 12 zu sehen.

Die Mikrofonverstärkerschaltung ist in Vorverstärker, Pegelregler und einen weiteren Verstärker aufgeteilt. Da das Ausgangssignal des Mikrofons einen sehr geringen Pegel besitzt, wird es, nach der gleichstrommäßigen Entkopplung über C 26, mit dem Operationsverstärker IC 13 A um den Faktor 47 verstärkt. Mit dem Kondensator C 28 ist ein Tiefpass in den Verstärker integriert, der die hohen, nicht benötigten Frequenzen herausfiltert.

Als nächste Stufe folgt die automatische Pegelanpassung, die im Wesentlichen aus der Verstärkerstufe IC 13 B besteht. Die Leerlaufverstärkung ist mit den Widerständen R 25 und R 27 festgelegt. Die Widerstände R 24 und R 26 bilden einen Spannungsteiler, der in den Signalweg eingefügt ist. Parallel zu R 26 liegt der FET T 4, mit dessen Hilfe das Spannungsteilerverhältnis geändert und somit das Signal abgeschwächt werden kann. Die Arbeitsweise dieses interessanten Schaltungsteils wollen wir einmal genauer betrachten. Vom Ausgang (Pin 7) des Operationsverstärkers IC 13 B gelangt die Signalspannung über den Koppelkondensator

Bild 11: Innenschaltung des eingesetzten Leistungsverstärker-ICs



C 31 an die beiden Dioden D 6 und D 7. Mit den Dioden erfolgt eine Gleichrichtung des Wechselspannungssignals, so dass über dem Kondensator C 32 eine Gleichspannung ansteht, deren Höhe abhängig von der Wechselspannung ist. Mit der so gewonnenen Gleichspannung wird das Gate des Transistors T 4 angesteuert. Je nach Höhe der Steuerspannung verändert T 4 seinen Drain-Source-Widerstand, wodurch sich auch die Gesamtverstärkung verändert. Hierdurch ist ein geschlossener Regelkreis entstanden, der das Ausgangssignal von IC 13 B auf einem konstanten Pegel hält.

Die Regelung setzt erst ab einem bestimmten Pegel ein, der von der Flussspannung der beiden Dioden D 6 und D 7 bestimmt wird. Die Zeitkonstante C 32 und R 28 bestimmt das Regelverhalten der Pegelanpassung. Ein plötzlicher Pegelanstieg lässt die Regelschaltung sofort ansprechen. Durch die Entladung von C 32 über R 28

steigt die Gesamtverstärkung anschließend nur langsam wieder an.

Dieses so geregelte, verstärkte Signal wird noch einmal über den Operationsverstärker IC 6 C um das Verhältnis aus R 31 zu R 29 verstärkt und gelangt zum Digitalteil.

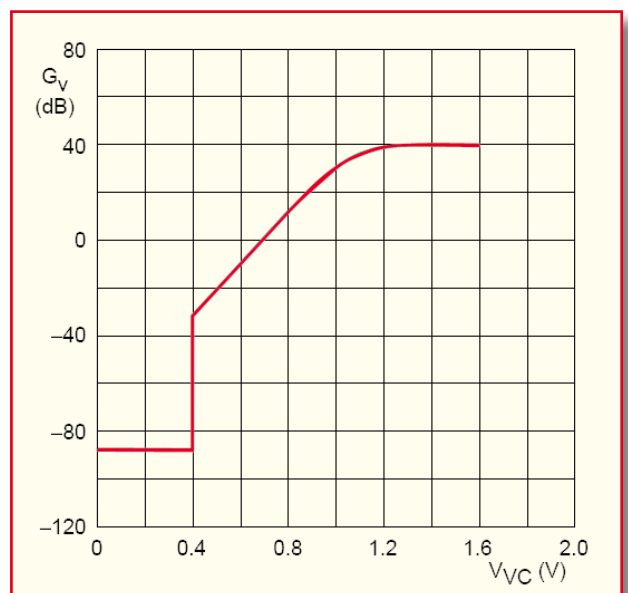
Nachbau

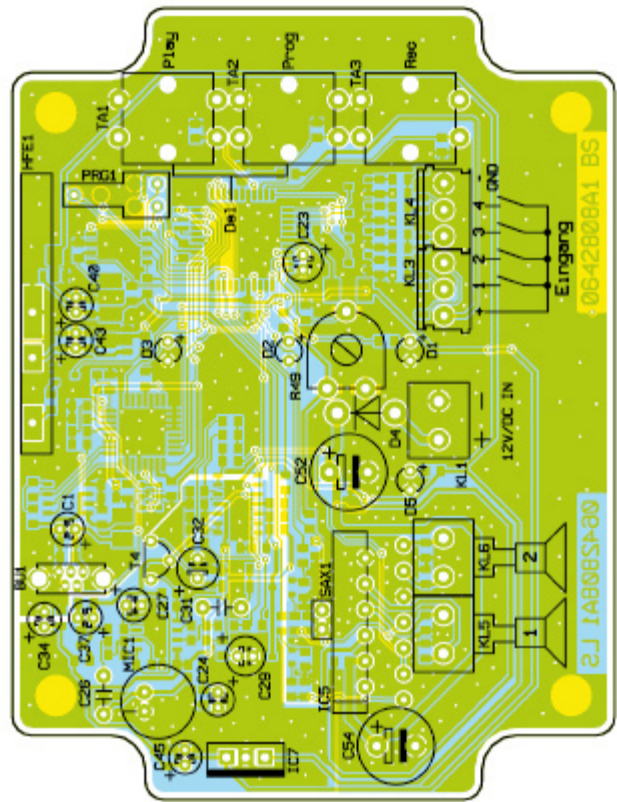
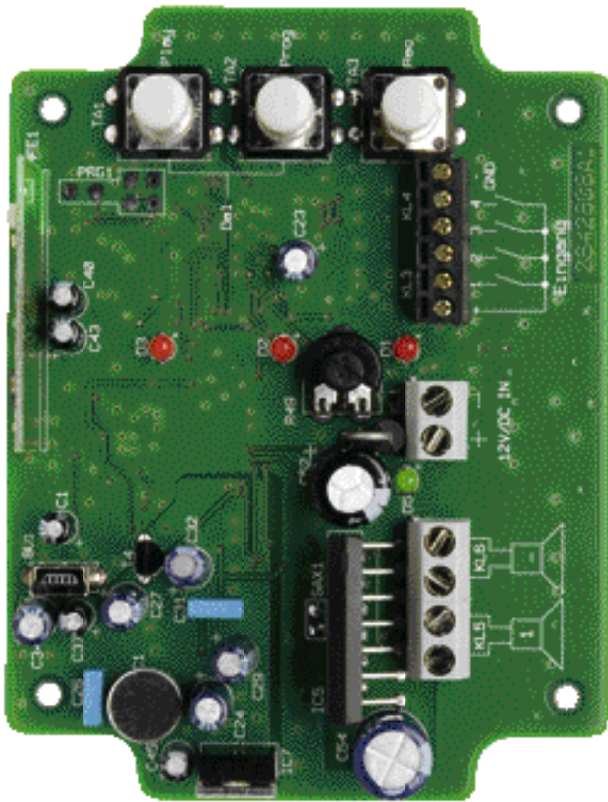
Der Aufbau der Schaltung gestaltet sich relativ einfach, da die SMD-Bauteile bereits vom Werk aus vorbestückt sind. Es ist also nur noch notwendig, die bedrahteten Bauteile auf der Platine zu bestücken.

Hierbei werden wie immer zunächst die kleineren (niedrigeren), dann die größeren (höheren) Bauteile entsprechend Bestückungsplan, Bestückungsdruck, Stückliste und Platinenfoto bestückt.

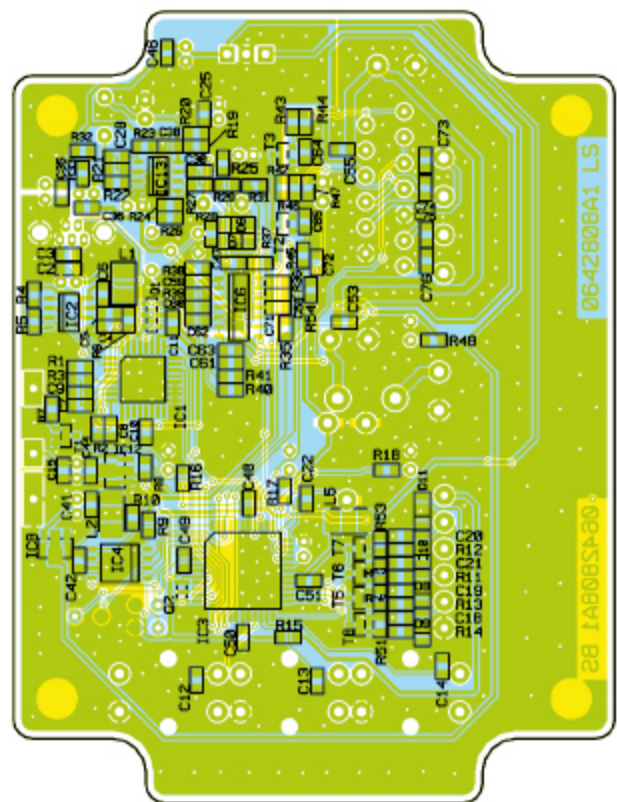
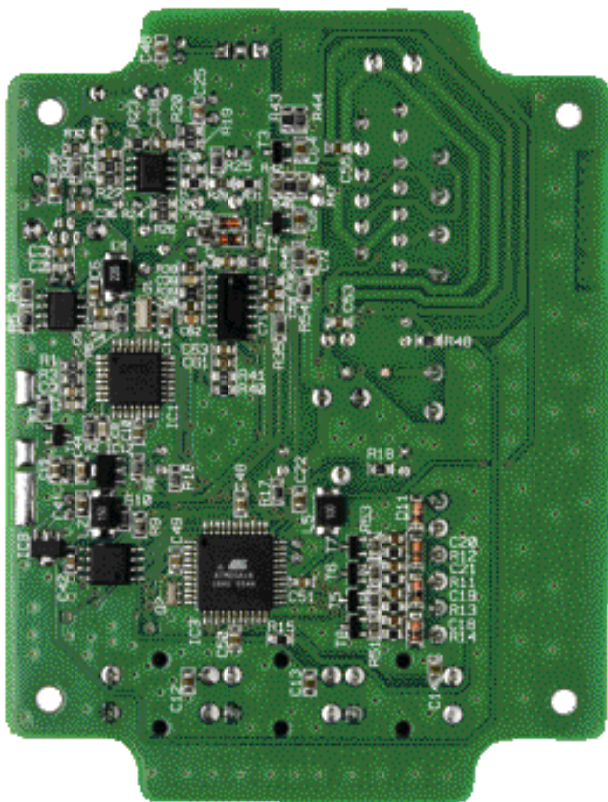
Die Leuchtdioden sind plan auf die Platinenoberseite zu setzen, damit sie

Bild 12: Die Kennlinie für die Lautstärkeeinstellung zeigt den Zusammenhang zwischen Ausgabeklautstärke und Steuerspannung





Ansicht der fertig bestückten Platine des FS20-Universal-Sound-Recorders mit zugehörigem Bestückungsplan von der Bestückungsseite



Ansicht der fertig bestückten Platine des FS20-Universal-Sound-Recorders mit zugehörigem Bestückungsplan von der Lötseite

beim Bedienen des Potis nicht verbogen werden.

Bei den ICs, dem Mikrofon, den Elkos, der Diode und den LEDs ist auf die richtige Einbaurichtung zu achten. Die Elkos sind üblicherweise am Minuspol markiert, die Anoden (Plusanschluss) der LEDs sind am längeren Bauteilanschluss zu erkennen. Die Diode D 4 ist stehend zu bestücken, nachdem der Katodenanschluss (Ringmarkierung) vorsichtig um 180 Grad abgebogen wurde.

Auch das Mikrofon ist polrichtig entsprechend der Beschriftung einzusetzen. Zu beachten ist hier auch, dass das Mikrofongehäuse keines der umstehenden Bauteile berührt, um eine Körperschallübertragung zu verhindern.

Die Einbaulage und -tiefe von IC 5 ergibt sich automatisch, wenn man dessen Anschlüsse in die entsprechenden Bohrungen einsetzt. Das Verlöten der Anschlüsse muss so erfolgen, dass das IC gerade auf der Platine steht.

Der Temperaturfühler SAX 1 wird erst nach dem Einbau der Endstufe IC 5 eingesetzt, da der Fühler mittig an der metallischen Temperatur-Ableitfläche der Endstufe sitzen muss.

Der Spannungsregler IC 7 ist mit der Kühlfäche nach außen bis zum Anschlag (sitzt dann 2 bis 3 mm über der Platine) in die Platine einzusetzen.

Bei der USB-Buchse BU 1 sind die Gehäusestifte mit reichlich Lötzinn zu verlöten, um der Buchse einen sicheren Stand auf der Platine zu geben, denn diese wird später beim Stecken des USB-Steckers immer wieder mechanisch belastet. Dieses gilt auch für die Schraub-Klemmen.

Zuletzt wird der Funkempfänger auf der Platine angelötet. Dazu ist die Empfängerplatine senkrecht zur Basisplatine mit der bestückten Seite nach außen zeigend

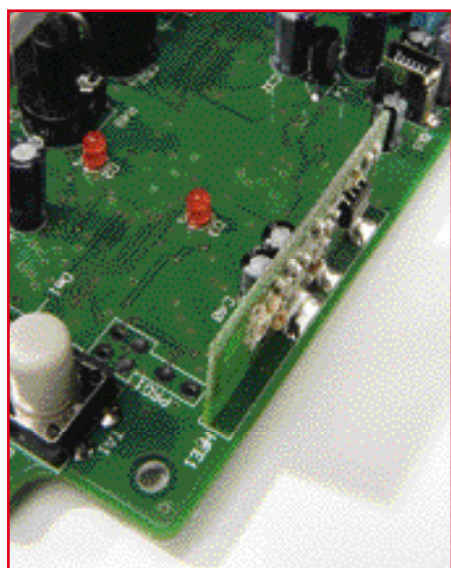


Bild 13: So montiert man den Funkempfänger auf der Platine


Stückliste:	
Funk-Universal-Sound-Recorder FS20 USR1	
Widerstände:	
27 Ω /SMD/0805	R1, R2
470 Ω /SMD/0805	R6, R16–R18
560 Ω /SMD/0805	R40
680 Ω /SMD/0805	R41
1 k Ω /SMD/0805	R9, R15, R38
1,5 k Ω /SMD/0805	R3, R48
2 k Ω /SMD/0805	R39
2,2 k Ω /SMD/0805	R5, R7,
	R19, R20, R54
4,7 k Ω /SMD/0805	R21, R25
10 k Ω /SMD/0805	R4, R10, R22,
	R29, R32, R33,
	R42, R44, R45,
	R47, R50–R53
12 k Ω /SMD/0805	R43, R46
27 k Ω /SMD/0805	R35
47 k Ω /SMD/0805	R11–R14, R31
100 k Ω /SMD/0805	R8, R24, R26,
	R36, R37
220 k Ω /SMD/0805	R23
470 k Ω /SMD/0805	R27
1 M Ω /SMD/0805	R28
PT10 für Sechskantachse,	
liegend, 1 M Ω	R49
Kondensatoren:	
10 pF/SMD/0805	C30
47 pF/SMD/0805	C7, C8
100 pF/SMD/0805	C28, C73–C76
1 nF/SMD/0805	C2, C4
1,5 nF/SMD/0805	C62
3,3 nF/SMD/0805	C71
3,9 nF/SMD/0805	C60
33 nF/SMD/0805	C9
82 nF/SMD/0805	C59
100 nF/SMD/0805	C3, C5, C6,
	C10–C15, C22, C25,
	C35, C36, C38, C41,
	C42, C44, C46–C51,
	C53, C55, C58, C72
100 nF/63 V/MKT	C26, C31
470 nF/SMD/0805	C18–C21,
	C61, C64, C65
1 μ F/SMD/0805	C63
1 μ F/100 V	C23, C29
10 μ F/16 V	C1, C24, C27, C34,
	C37, C40, C43, C45
22 μ F/16 V	C32
220 μ F/35 V	C54
470 μ F/25 V	C52
Halbleiter:	
FT232BM/SMD	IC1
ELV06561/SMD/USB-EEPROM ..	IC2
ELV06560/SMD/Prozessor	IC3
AT45DB041B-SI/SMD	IC4
TDA7057AQ	IC5
LMV324, SMD, National	IC6
7805	IC7
HT7533/SMD	IC8
HT7530/SMD	IC12
TL072/SMD	IC13
BC848C	T1–T3, T5–T8
BF245B	T4
1N5400	D4
LL4148	D6–D11
LED, 3 mm, Rot	D1–D3
LED, 3 mm, Grün	D5
Sonstiges:	
Keramikschwinger, 6 MHz, SMD...	Q1
Keramikschwinger,	
11,059 MHz, SMD	Q2
SMD-Induktivität, 22 μ H	L1
SMD-Induktivität, 15 μ H	L2
SMD-Induktivität, 10 μ H	L5
USB-B-Buchse mini, 5-polig,	
print, stehend	BU1
Schraub-Klemmleiste,	
2-polig, print	KL1, KL5, KL6
Mini-Schraub-Klemmleiste,	
3-polig, print	KL3, KL4
Mini-Drucktaster, B3F-4050,	
1 x ein	TA1–TA3
Tastkappe, 10 mm, Grau	TA1–TA3
Temperatursensor,	
103ETB2, 1 %	SAX1
Elektret-Einbaukapsel	
XF-18D	MIC1
Empfangsmodul RX868-3V,	
868 MHz	HFE1
1 Potisteckachse	R49
4 Zylinderkopfschrauben, M3 x 5 mm	
3 Kabeldurchführungen,	
ST-M16 x 1,5 mm, Silbergrau	
3 Kunststoffmuttern, M16 x 1,5 mm	
1 Industrie-Aufputz-Gehäuse IP65, Grau,	
komplett, bearbeitet und bedruckt	
1 CD Programm- und Treibersoftware	
FS20USR1	
1 USB-Kabel (Typ A auf Typ B mini),	
2 m, Schwarz	

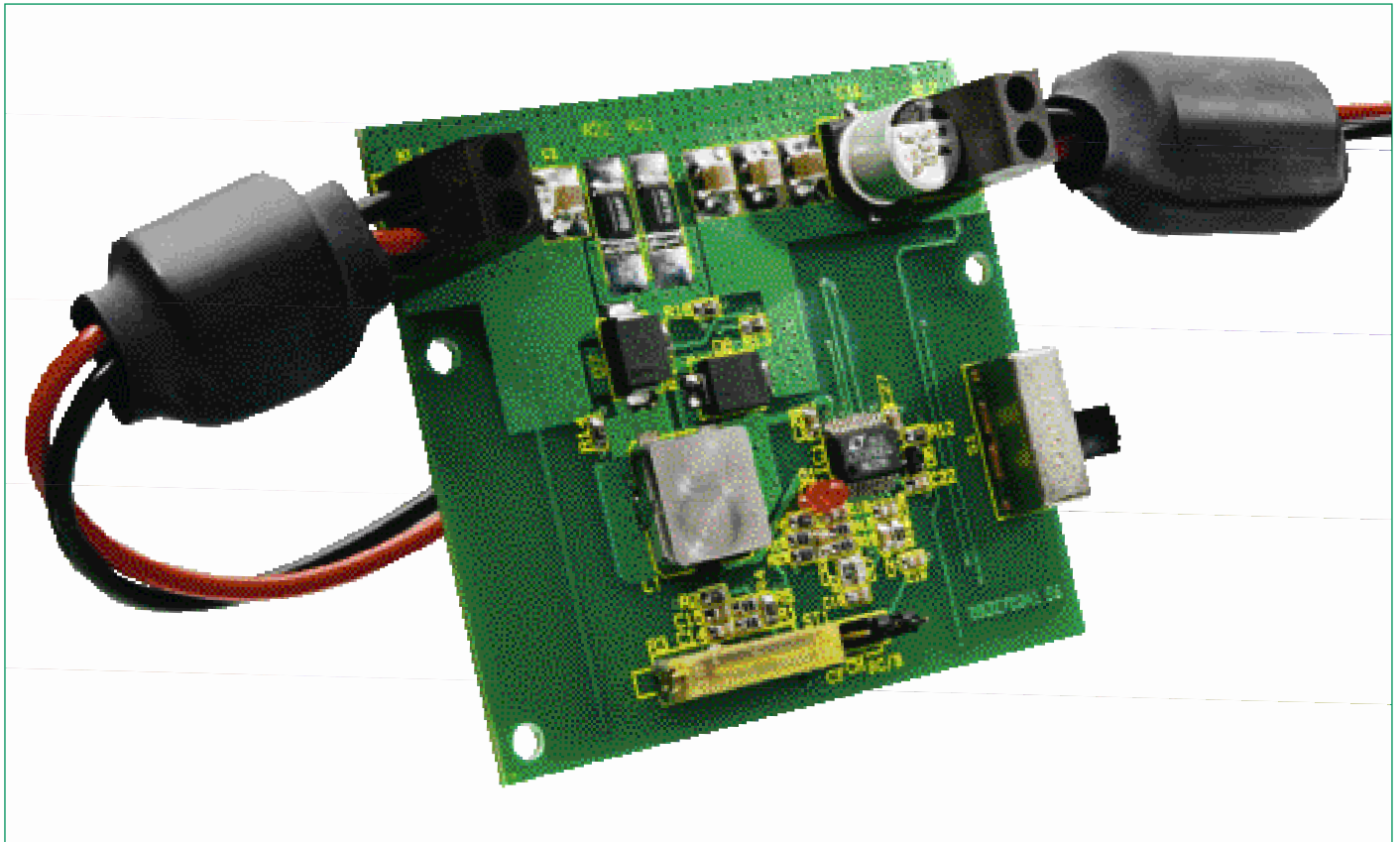
auf die Basisplatine zu setzen und, wie in Abbildung 13 zu sehen, mit reichlich Lötzinn anzulöten.

Bevor nun die Tasterkappen und die Potiachse aufgesetzt werden, sollten noch einmal alle Bauteile (auch die SMD-Bestückung) auf richtige Bauteillage und die Lötstellen auf Lötbrücken und kalte sowie vergessene Lötstellen überprüft werden.

Damit ist der Aufbau der Schaltung ab-

geschlossen. Nun wird die Platine in das Gehäuse eingesetzt und mit den 4 Schrauben M3 x 5 mm festgeschraubt.

Zum Schluss erfolgt noch das Einschrauben der Kabeleinführungen mit den Gegenmuttern sowie die Verkabelung und Installation des Gerätes entsprechend dem Kapitel „Installation und Applikation“ in Teil 1 („ELVjournal“ 4/2006) dieses Artikels. 



Universal-Step-up/Step-down-Spannungswandler

Der hier vorgestellte Spannungswandler liefert eine einstellbare, stabilisierte Ausgangsspannung zwischen 4 V und 25 V mit bis zu 5 A Strombelastbarkeit bei einem Eingangsspannungsbereich von 7 V bis 25 V.

Allgemeines

Mobile, mit Akkus betriebene Anwendungen erfordern oft eine Versorgungsspannung, die je nach Betriebsbedingung oberhalb oder unterhalb der Akkuspannung liegen kann. In den meisten Anwendungen muss dabei die Umschaltung der Funktion vom Abwärts- zum Aufwärtswandler automatisch und verzugslos erfolgen.

Technische Daten: USW 525	
Eingangsspannung:	7–25 V _{DC}
Ausgangsspannung:	4–25 V _{DC}
Ausgangsstrom:	max. 5 A
Wirkungsgrad:	bis 97 %
Anzeigen:	LED (Power-Good)
Abmessungen:	76 x 65,5 mm

Dies ist z. B. bei einer kontinuierlich sinkenden Akkuspannung der Fall. Eine weitere wichtige Forderung an einen Schaltregler ist ein möglichst hoher Wirkungsgrad, denn schließlich soll die Energie des Akkus nicht unnötig in Wärme umgesetzt werden. Der maximale Ausgangsstrom in Abhän-

gigkeit von der Eingangs- und Ausgangsspannung des hier vorgestellten DC/DC-Wandlers ist in Abbildung 1 dargestellt.

Die Schaltung ist mit einem Schaltregler IC von Linear Technology aufgebaut und erfüllt alle zuvor aufgestellten Forderungen an die Funktion, kommt mit einer einzigen

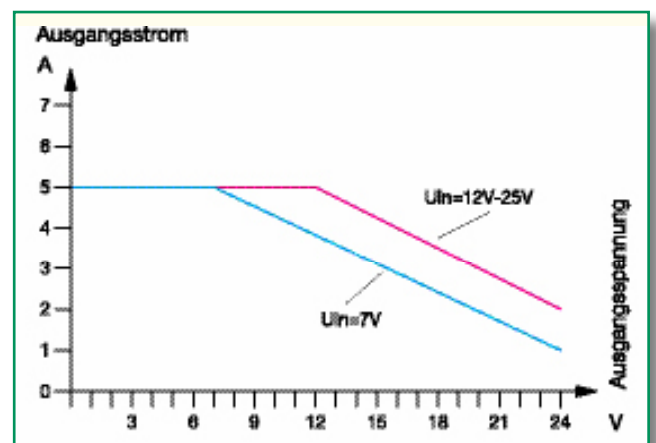


Bild 1: Maximal zulässiger Ausgangsstrom des USW 525 in Abhängigkeit von der Ein- und Ausgangsspannung

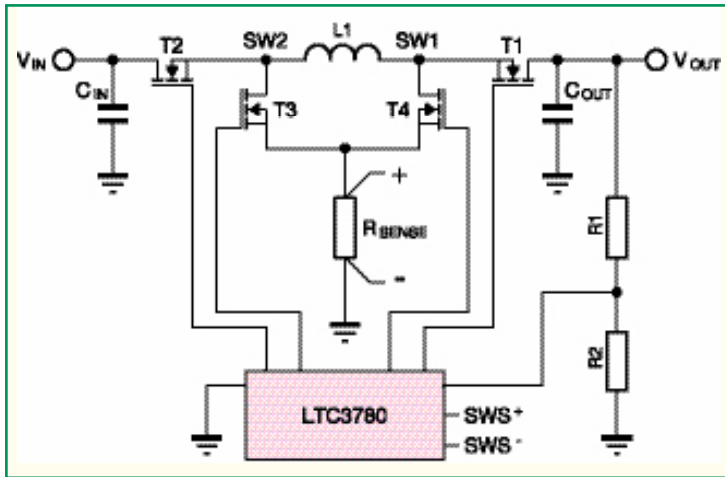


Bild 2: Grundsätzliches Funktionsprinzip des Universal-Schaltreglers

aufrechterhalten. Das Tastverhältnis, mit dem die beiden FETs (T 2, T 3) durchgesteuert werden, bestimmt die Ausgangsspannung.

Über den Spannungsteiler R 1, R 2 misst der LTC 3780 die Ausgangsspannung, womit der Regelkreis geschlossen ist.

Wenn die Eingangsspannung geringer ist als die Ausgangsspannung, arbeitet der LTC 3780 im „Boost-Mode“ (Step-up-Wandler). In dieser Betriebsart ist FET T 2 ständig durchgesteuert und FET T 3 befindet sich dauerhaft im Sperrzustand. Die FETs T 4 und T 1 werden nun alternierend im Takt der Schaltfrequenz gesteuert. Auch hierbei bestimmt wiederum das Tastverhältnis die Ausgangsspannung.

Wenn sich die Eingangsspannung in der Nähe der Ausgangsspannung befindet, sind die FETs T 2 und T 1 nahezu ständig durchgesteuert. Die FETs T 3 und T 4 werden nur noch kurz zum Regulieren der Ausgangsspannung in den leitenden Zustand versetzt.

Induktivität aus und ermöglicht dadurch einen besonders platzsparenden Aufbau.

Bisherige Hochleistungs-Spannungswandler, die mit Eingangsspannungen unterhalb, oberhalb oder gleich der Ausgangsspannung arbeiten können, sind entweder mit Transformatoren oder zwei getrennten DC/DC-Wandlern aufgebaut, wobei einer für die Aufwärtswandlung und der andere für die Abwärtswandlung zuständig ist.

So genannte SEPIC-Wandler kommen zwar auch mit einer Induktivität aus, sind jedoch nur für geringe Leistungen geeignet, da der Wirkungsgrad deutlich schlechter ist.

Im LTC 3780 sind sämtliche Stufen, die zum Aufbau eines hocheffizienten „Buck-Boost-Converters“ (Step-up/Step-down-Wandler) erforderlich sind, integriert. Der Wandler ermöglicht einen nahtlosen Übergang zwischen allen Betriebsarten, egal ob von Step-up nach Step-down oder umgekehrt gewechselt werden muss.

Für einen hohen Wirkungsgrad von bis zu 97 % sorgt ein Synchronbetrieb mit 4 Hochleistungs-Schalttransistoren (FETs), wie das Funktionsprinzip in Abbildung 2 zeigt. Die im LTC 3780 integrierten Stufen sind im Blockschaltbild (Abbildung 3) dargestellt.

Der Wandler arbeitet in unserer Schaltung mit einer in der Phase rastbaren Schaltfrequenz von ca. 200 kHz. Ein so genanntes Power-Good-Signal (Open-Drain-Ausgang des LTC 3780) liefert die Information, ob sich die Ausgangsspannung im geregelten Zustand befindet.

Doch nun zurück zu Abbildung 2, wo die grundsätzliche Funktionsweise vereinfacht dargestellt ist.

Wenn die Eingangsspannung höher ist als die eingestellte Ausgangsspannung, arbeitet der Baustein im „Buck-Mode“ (Step-down-Wandler). In dieser Betriebsart ist der FET T 1 ständig durchgesteuert und FET T 4 befindet sich ständig im Sperrzustand. Die FETs T 2 und T 3 werden dann alternierend im Takt der Schaltfrequenz durchgesteuert.

In der ersten Phase fließt der Strom über den FET T 2, die Speicherdrossel L 1 und den FET T 1 zum Ausgang bzw. in den Pufferelko C_{out}. In der zweiten Phase ist FET T 2 gesperrt und FET T 3 durchgesteuert. Durch die in der Speicherdrossel gespeicherte Energie bleibt der Stromfluss nun

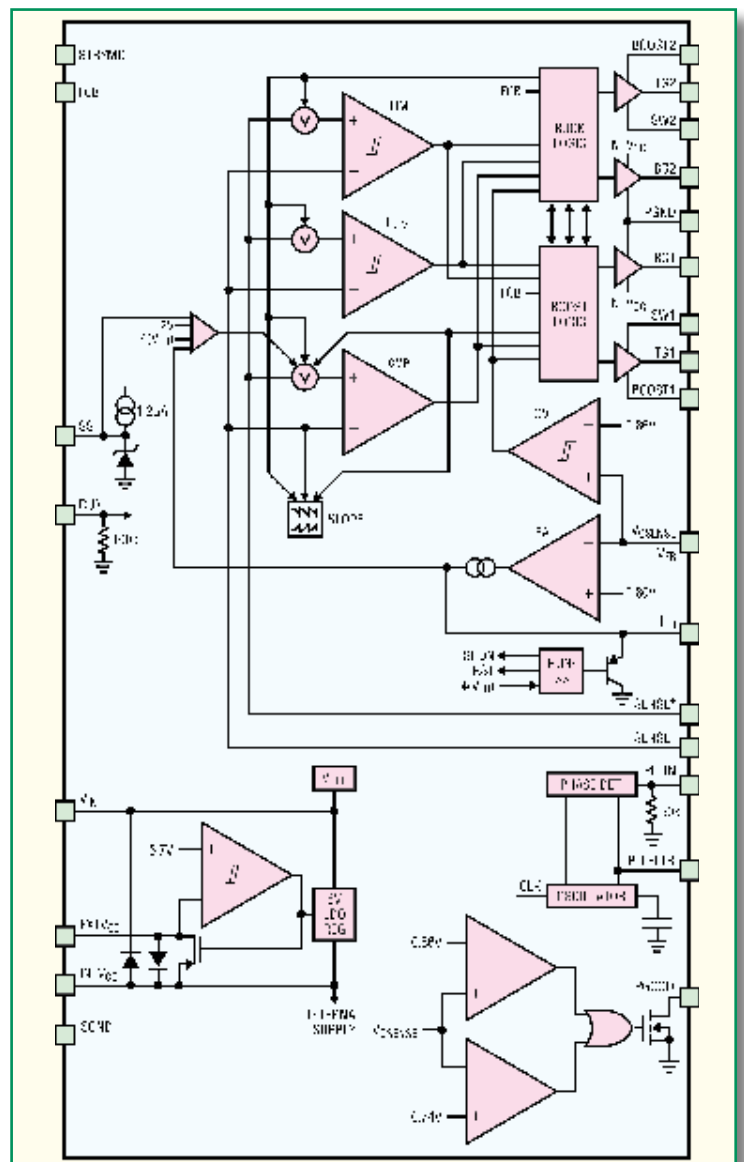


Bild 3: Blockschaltbild mit den im LTC 3780 integrierten Stufen

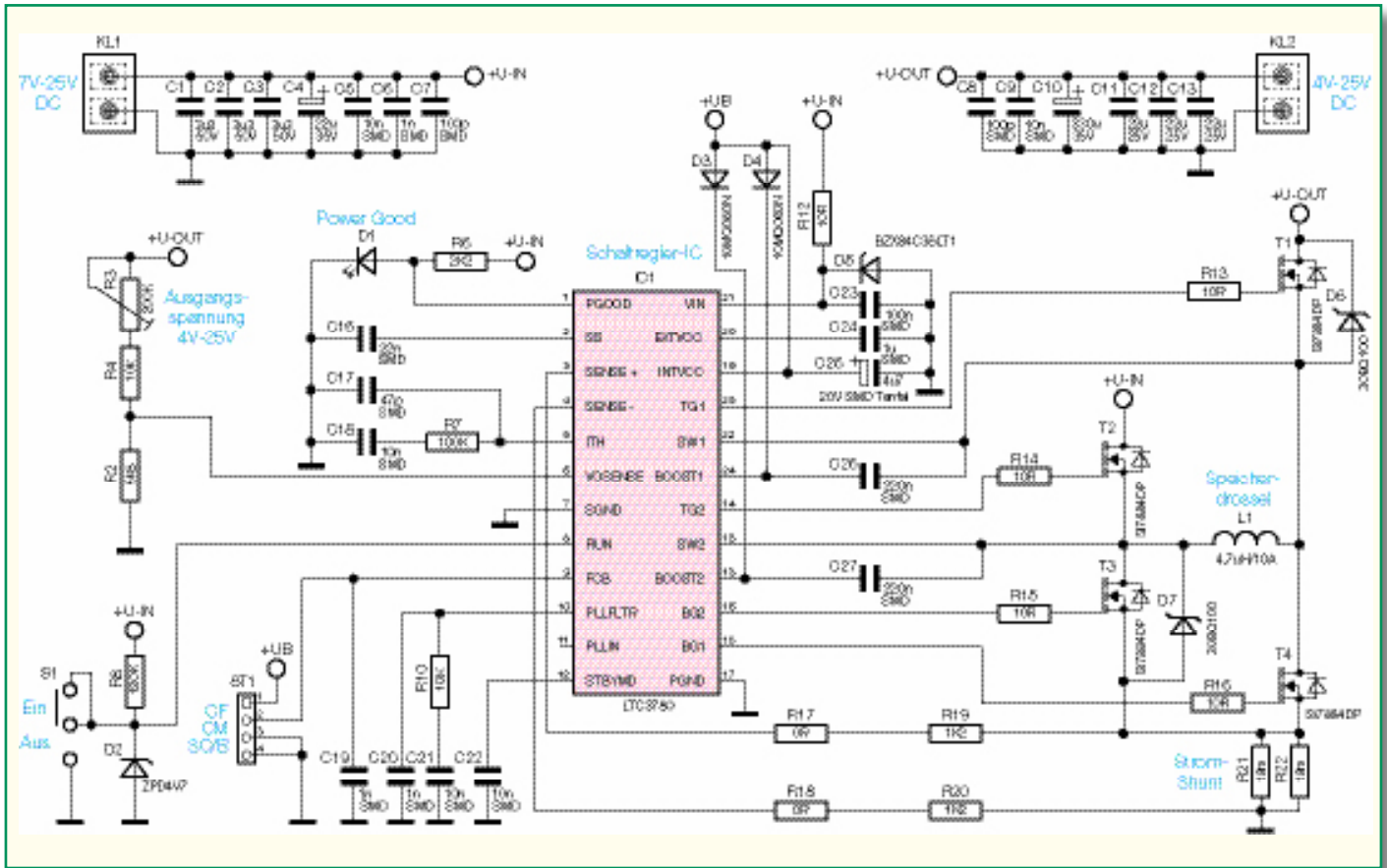


Bild 4: Schaltung des Universal-Spannungswandlers USW 525

Im so genannten Buck-Boost-Mode sind die Spitzenströme in der Induktivität deutlich geringer als bei konventionellen Buck-Boost-DC/DC-Wandlern. Die Synchron-Gleichrichtung mit 4 Schaltern und der geringe Stromripple in der Induktivität sorgen für einen hohen Wirkungsgrad.

Der Stromshunt (R_{Sense}) in der gemeinsamen Source-Leitung von FET T 3 und FET T 4 dient zur Stromerfassung. Dadurch ist in sämtlichen Betriebsmodi ein Schutz gegenüber zu hohen Spannungen, zu hohen Strömen und Kurzschluss vorhanden. Bei Standard-Boost-Konvertern (Step-up-Wandler) ist die Realisierung eines Kurzschlusschutzes äußerst schwierig. Beim LTC 3780 hingegen wird der Wandler zuerst zwangsweise in den Buck-Mode geschaltet und dann der Strom durch die Induktivität begrenzt.

Schaltung

Die Schaltung des gesamten Step-up/Step-down-Spannungswandlers ist in Abbildung 4 dargestellt. Wie zu sehen ist, sind neben dem LTC 3780 und den 4 Leistungs-FETs nur noch wenige externe Komponenten erforderlich. Die Bauteil-Nummerierung der Leistungs-FETs stimmt mit der Nummerierung in Abbildung 2 überein, so dass die Funktionsweise leicht wiederzuerkennen ist.

Die Eingangsspannung wird der Schaltung an der Schraubklemme KL 1 zugeführt und gelangt direkt auf den Schalttransistor T 2. Die Kondensatoren C 1 bis C 7 dienen zur hochfrequenten Störunterdrückung und zur Pufferung. Insbesondere die steilen Schaltflanken der Leistungstransistoren müssen mit entsprechenden Kondensatoren abgefangen werden.

Der LTC 3780 wird über R 12 mit Spannung versorgt, wobei D 5 zum Überspannungsschutz dient.

Eine intern erzeugte stabilisierte Gleichspannung von 6 V steht auch extern an Pin 19 zur Verfügung.

Über die Pins 13 bis 16, 18 und 22 bis 24 werden die Schalttransistoren, wie bereits in Abbildung 2 beschrieben, gesteuert.

Zur Regelung wird die Ausgangsspannung über den einstellbaren, mit R 2 bis R 4 aufgebauten Spannungsteiler auf den Eingang des Fehlerverstärkers (Pin 6) geführt. Mit R 3 kann nun die Ausgangsspannung des Wandlers zwischen 4 V und 25 V stufenlos eingestellt werden.

An Pin 1 des Bausteins steht das so genannte „Power-Good“-Signal zur Verfügung. Hierbei handelt es sich um einen „Open-Drain-Ausgang“, der intern nach Masse gezogen wird, wenn die Ausgangsspannung mehr als $\pm 7,5\%$ vom eingestellten Soll-Wert abweicht. Die über R 6 mit Spannung versorgte Leuchtdiode D 1

leuchtet somit immer bei korrekter Ausgangsspannung.

Der Kondensator C 16 an Pin 2 sorgt für einen „Soft-Start“ bei Anlegen der Betriebsspannung.

Die Mess-Eingänge zur Erkennung des Ausgangsstroms stehen an Pin 3 und Pin 4 des Bausteins zur Verfügung. Die an den Shunt-Widerständen R 21, R 22 abfallende Spannung wird über R 17 bis R 20 auf diese Eingangspins gegeben. Sobald der Spannungsabfall an den Shuntwiderständen den Grenzwert überschreitet, erfolgt eine Strombegrenzung. Der maximale Aus-

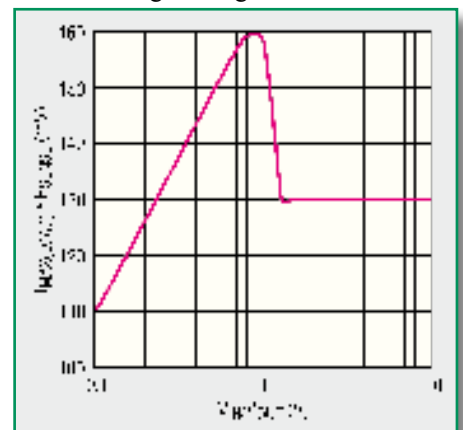


Bild 5: Max. Spannungsabfall an den Shunt-Widerständen in Abhängigkeit vom Verhältnis der Eingangsspannung zur Ausgangsspannung

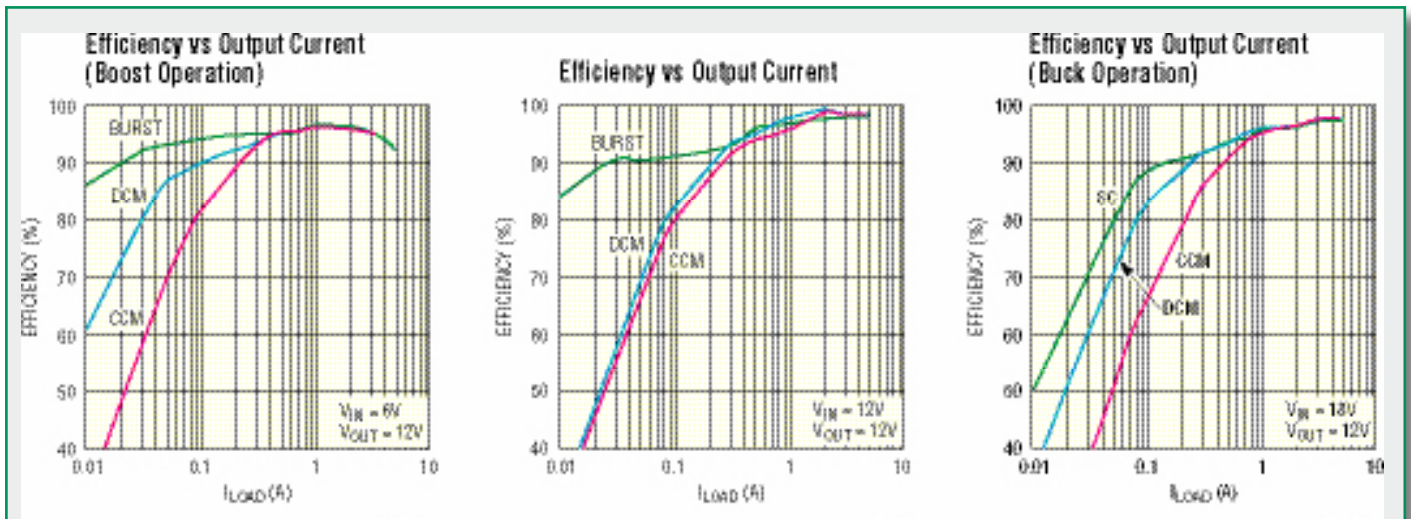


Bild 6 bis 8: Wirkungsgrad des LTC 3780 in Abhängigkeit von der Last sowie von den Ein- und Ausgangsspannungen

gangsstrom errechnet sich im Boost-Mode (Step-up-Wandler) nach der Formel:

$$I_{OUT(MAX, BOOST)} = \frac{160mV \cdot V_{IN}}{R_{sense} \cdot V_{OUT}} - \frac{\Delta I}{2}$$

und im Buck-Mode nach der Formel:

$$I_{OUT(MAX, BUCK)} = \frac{130mV}{R_{sense}} + \frac{\Delta I}{2}$$

Der maximale Spannungsabfall an den Shuntwiderständen und somit zwischen Pin 3 und Pin 4 des Bausteins in Abhängigkeit vom Verhältnis der Eingangsspannung zur Ausgangsspannung ist in Abbildung 5 dargestellt.

Die Komponenten C 17, C 18 und R 7 bestimmen die Regelzeitkonstante der Regelschleife am Ausgang des internen Fehlerverstärkers.

Das Ein- und Ausschalten des Schaltreglers erfolgt an Pin 8 des LTC 3780. Bei einer Spannung unter 1,5 V befindet sich der LTC 3780 im Shut-down-Mode und bei einer Spannung zwischen 1,5 V und 6 V ist

der Wandler eingeschaltet. Die Spannung an diesem Pin darf 6 V nicht überschreiten. Intern ist an Pin 8 ein Widerstand von 100 kΩ nach Masse vorhanden.

An Pin 9 (FCB) kann der Betriebsmode des Wandlers bei geringer Ausgangslast eingestellt werden. Pin 9 ist dabei mit Schaltungsmasse (Continuous-Mode) oder mit +U_B (Constant-Frequency-Mode) zu verbinden oder bleibt unbeschaltet im Skip-Cycle-Mode bzw. Bust-Mode. Wenn an Pin 9 kein Gleichspannungspotential angelegt wird, arbeitet der Wandler im Step-down-Betrieb im Skip-Cycle-Mode und im Step-up-Betrieb im Burst-Mode. In diesem Betriebsmode hat der Wandler bei geringer Last den höchsten Wirkungsgrad (Abbildungen 6 bis 8). Im Normalfall bleibt also die Codierbrücke JP 1 offen.

Der interne Taktoszillator des Bausteins kann an Pin 11 extern synchronisiert werden, und an Pin 10 wird die interne PLL-Schaltung mit einem Tiefpassfilter (R 10, C 20, C 21) beschaltet.

Der Stand-by-Eingang (Pin 12) ist in unserer Schaltung nur mit einem Abblock-Kondensator (C 22) beschaltet.

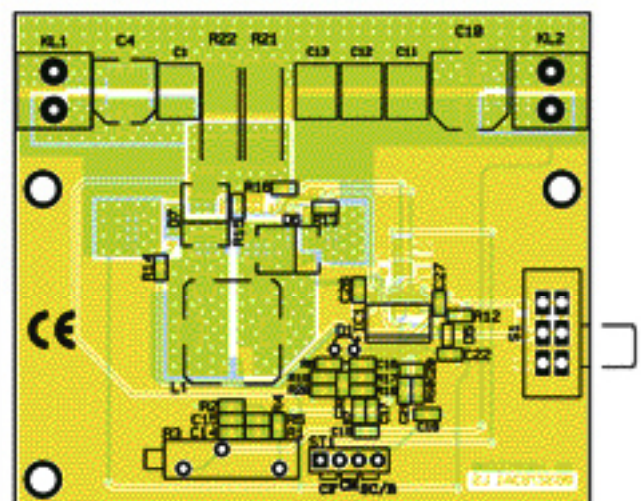
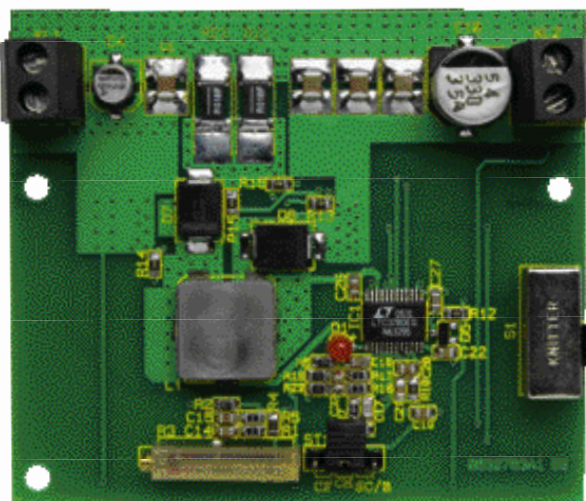
Nachbau

Der praktische Aufbau des Wandlers ist besonders einfach, da bereits alle SMD-Komponenten werkseitig bestückt sind. Besonders der LTC 3780 mit seinem geringen Pin-Abstand und die Leistung-FETs sind von Hand kaum zu verarbeiten. Hinzu kommt, dass die Kupferauflage der Leiterplatte die vierfache Dicke einer herkömmlichen doppelseitigen Leiterplatte hat. Beim Lötvorgang wird also der Lötspitze sehr viel Wärme entzogen.

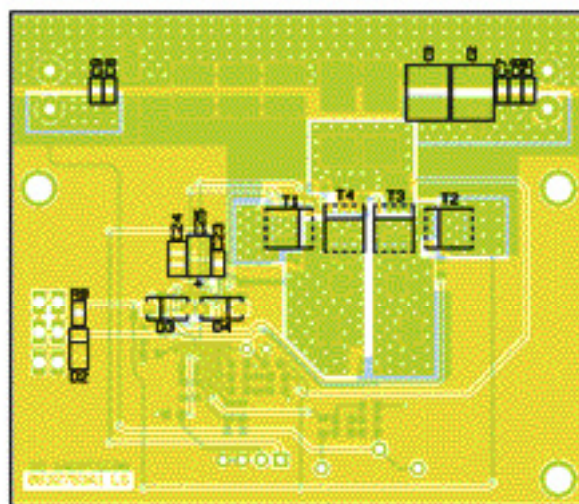
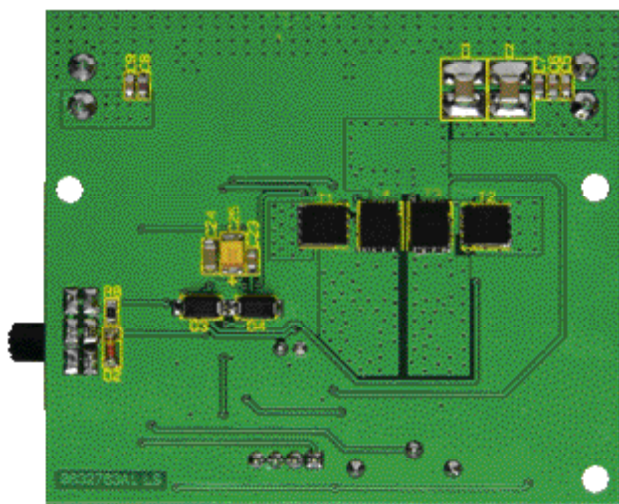
Beim Verarbeiten der noch wenigen verbleibenden konventionellen Bauteile sollte unbedingt der verwendete LötKolben auf eine hohe Temperatur eingestellt werden.

Doch nun zur Bestückung, wo zuerst der Trimmer R 3 sorgfältig einzulöten ist.

Danach wird der Schiebeschalter S 1 so



Ansicht der fertig bestückten Platine des Spannungswandlers USW 525 mit zugehörigem Bestückungsplan von der Oberseite



Ansicht der fertig bestückten Platine des Spannungswandlers USW 525 mit zugehörigem Bestückungsplan von der Unterseite

eingesetzt, dass das Gehäuse plan auf der Leiterplatte aufliegt, und von der Platinenunterseite wird danach das Bauteil sorgfältig verlötet.

Bei der Leuchtdiode D 1 (Power-Good) ist die Polarität am Bauteil durch einen längeren Anodenanschluss gekennzeichnet. Die Einbauhöhe der LED richtet sich nach den individuellen Wünschen.

Zuletzt bleiben nur noch die beiden zweipoligen Schraubklemmen für die Ein- und Ausgangsspannung einzulöten. Die Anschlüsse sind dabei an der Platinenunterseite mit viel Lötzinn sorgfältig festzusetzen.

Damit über die Ein- und Ausgangsleitungen des Wandlers keine Störungen abgestrahlt werden, sind die Eingangsleitungen mit einer Windung und die Ausgangsleitungen mit 2 Windungen durch einen Ferritkern zu fädeln. In unmittelbarer Nähe der Schraubklemmen ist dabei auf der Eingangsseite ein 16 mm lan-

ger Ferritkern und auf der Ausgangsseite ein 28,5 mm langer Ferritkern erforderlich (Abbildung 9). Wenn die Leitungen sorgfältig durchgefädelt sind, erfolgt das Einschrumpfen mit Schrumpfschlauchabschnitten entsprechend der Länge (Eingangsseite 35 mm, Ausgangsseite 45 mm). Für den Betrieb ist der Spannungswandler

in ein geschlossenes Gehäuse einzubauen, welches die Anforderungen an eine Brandschutzumhüllung erfüllen muss. Für eine ausreichende Luftzirkulation ist zu sorgen und die Ein- und Ausgänge sind entsprechend der Anwendung abzusichern. Dem Einsatz des Wandlers steht danach nichts mehr entgegen. **ELV**

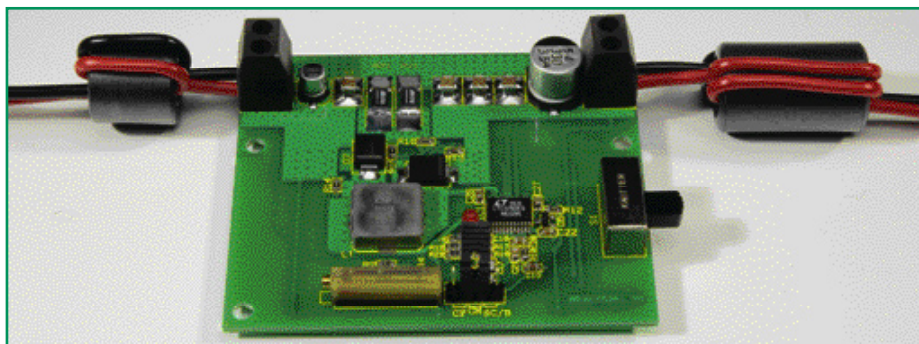


Bild 9: Die Ein- und Ausgangsleitungen werden jeweils durch einen Ferritkern gefädelt.

Stückliste: Universal-Spannungswandler USW 525, 5 A/25 V

Widerstände:

0 Ω/SMD/0805.....	R17, R18
18 mΩ/SMD/2512	R21, R22
10 Ω/SMD/0805.....	R12–R16
1,2 kΩ/SMD/0805.....	R19, R20
2,2 kΩ/SMD/0805.....	R6
5,6 kΩ/SMD/0805.....	R2
10 kΩ/SMD/0805.....	R4, R10
100 kΩ/SMD/0805.....	R7
120 kΩ/SMD/0805.....	R8
Spindeltrimmer, 200 kΩ.....	R3

Kondensatoren:

47 pF/SMD/0805	C17
100 pF/SMD/0805	C7, C8
1 nF/SMD/0805	C6, C19, C20
10 nF/SMD/0805...C5, C9, C18, C21, C22	
22 nF/SMD/0805	C16

100 nF/SMD/0805	C23
220 nF/SMD/0805	C26, C27
1 µF/SMD/1206	C24
3,3 µF/50 V/SMD/3225	C1–C3
4,7 µF/20 V/tantal/SMD	C25
22 µF/25 V/SMD	C11–C13
22 µF/35 V/SMD	C4
330 µF/35 V/SMD	C10

Halbleiter:

LTC3780EG/SMD	IC1
Si7884DP/SMD	T1–T4
ZPD4,7 V/0,4 W/SMD.....	D2
10MQ060N/SMD	D3, D4
BZX84C36/SMD	D5
30BQ100/SMD	D6, D7
LED, 3 mm, Rot, low current,	
klares Gehäuse	D1

Sonstiges:

Speicherdrossel, SMD,	
4,7 µH/10 A.....	L1
Schraubklemmleiste,	
2-polig, print	KL1, KL2
Schiebeschalter, 2 x um,	
winkelprint	S1
Stiftleiste, 1 x 4-polig,	
gerade, print	ST1
Jumper.....	ST1
1 Zylinder-Ferrit-Ringkern,	
16,5 (8) x 16 mm	
1 Zylinder-Ferrit-Ringkern,	
17,5 (9,5) x 28,5 mm	
200 cm flexible Leitung,	
ST1 x 1,5 mm ² , Rot	
200 cm flexible Leitung,	
ST1 x 1,5 mm ² , Schwarz	



Alarm-Wählgerät AW 50

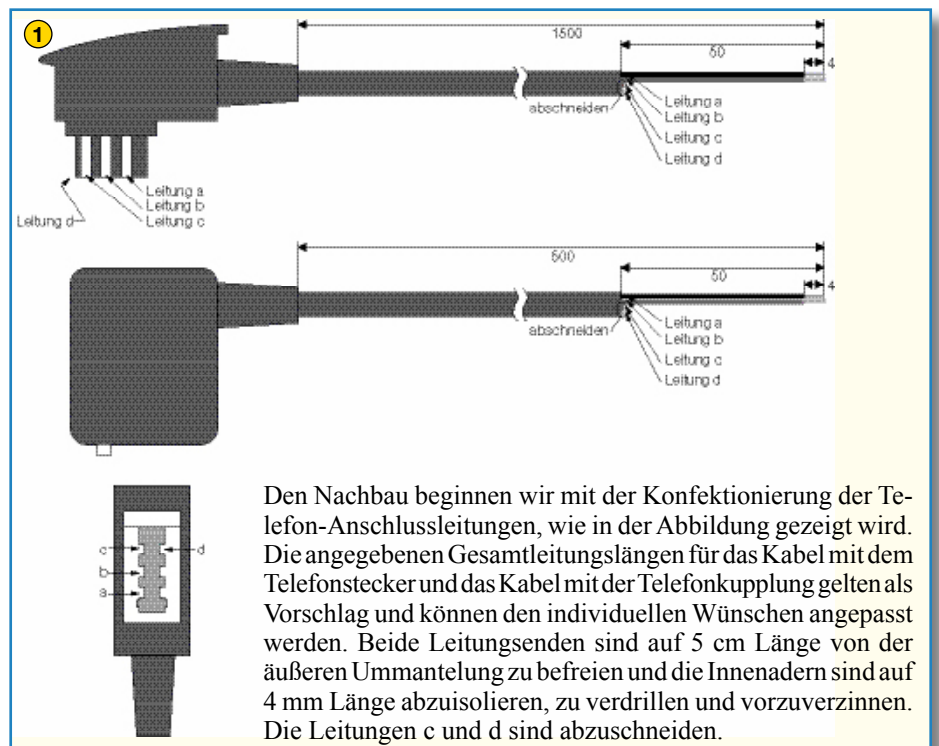
Teil 2

In Verbindung mit dem KeyMatic®-CAC-Funk-Codeschloss ist das Alarm-Wählgerät AW 50 vielseitig einsetzbar und kann bei Manipulationsversuchen bis zu drei vorprogrammierte Telefonnummern anwählen. Im zweiten Teil des Artikels wird nun ausführlich mit vielen Abbildungen der Zusammenbau beschrieben.



Nachbau

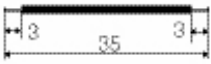
Beim Alarm-Wählgerät AW 50 handelt es sich um einen weiteren ARR-Bausatz, bei dem die Leiterplatte mit allen SMD-Komponenten bestückt geliefert wird. Auch hier sind die erforderlichen Schritte zum funktionsfähigen Gerät schnell erledigt.



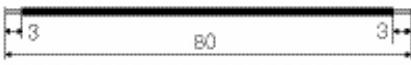
Den Nachbau beginnen wir mit der Konfektionierung der Telefon-Anschlussleitungen, wie in der Abbildung gezeigt wird. Die angegebenen Gesamtleitungslängen für das Kabel mit dem Telefonstecker und das Kabel mit der Telefonkupplung gelten als Vorschlag und können den individuellen Wünschen angepasst werden. Beide Leitungsenden sind auf 5 cm Länge von der äußeren Ummantelung zu befreien und die Innenadern sind auf 4 mm Länge abzuisolieren, zu verdrehen und vorzuverzinne. Die Leitungen c und d sind abzuschneiden.

2

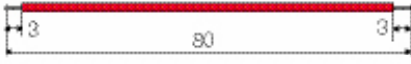
Leitung Nr. 1-4 schwarz, 0,22 mm²



Leitung Nr. 5 schwarz, 0,22 mm²



Leitung Nr. 6 rot, 0,22 mm²



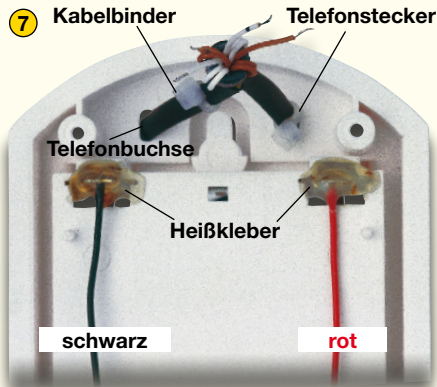
Im nächsten Schritt werden die im Gerät verwendeten Leitungsabschnitte entsprechend der Abbildung konfektioniert.

5



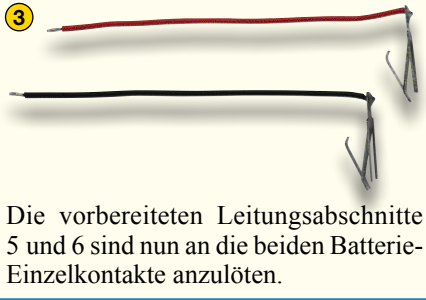
Das Mikrofon und der Lautsprecher sind bereits ab Werk in die Gehäuse-Fronthälfte montiert. Die Ausrichtung der Anschlusspins sollte dabei entsprechend der Abbildung sein.

7



Die mit Leitungsabschnitten vorbereiteten Batteriekontakte werden bis zum sicheren Einrasten in die dafür vorgesehenen Positionen des Batteriefachs gesetzt. Die Farbzuordnung der beiden Anschlussleitungen ist entsprechend zu berücksichtigen (rot = plus, schwarz = minus). Auf der Gehäuse-Innenseite erfolgt eine zusätzliche Sicherung mit Heißkleber. Die drei Batterie-Doppelkontakte werden bis zum sicheren Einrasten in die dafür vorgesehenen Führungen des Batteriefachs geschoben.

3



Die vorbereiteten Leitungsabschnitte 5 und 6 sind nun an die beiden Batterie-Einzelkontakte anzulöten.

4

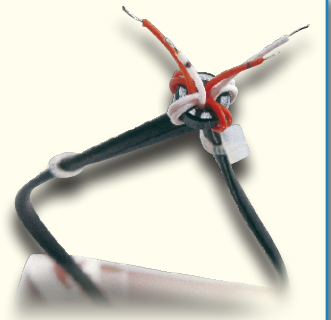


Die Anschlüsse des Transistors T 4 werden 3 mm hinter dem Gehäuseaustritt abgewinkelt.

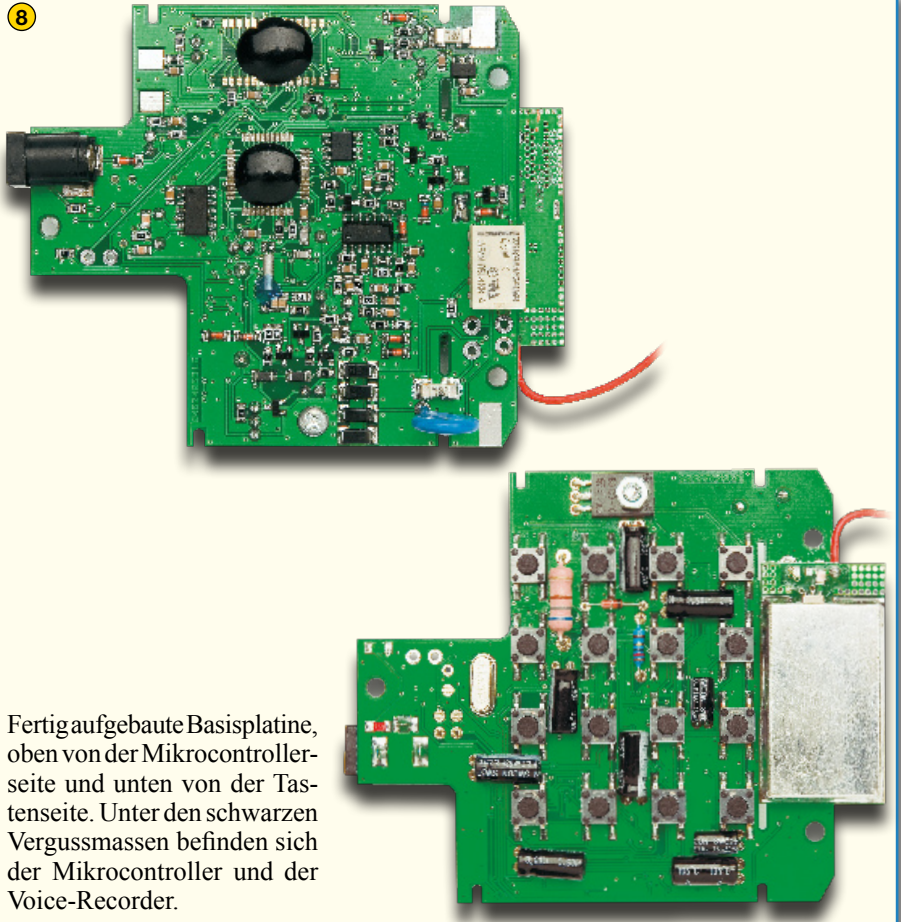
Kühlfläche

6

Von der Außenseite sind die beiden Telefon-Anschlussleitungen durch die zugehörigen Öffnungen der Gehäuse-Rückseite zu führen und dann gemeinsam, jeweils mit einer Windung, entsprechend der Abbildung durch einen Ferritkern zu fädeln. Die vom Amt bzw. von der Telefonanlage kommenden Leitungen (Telefonstecker) sind zuvor mit einem Stift zu kennzeichnen. Nachdem die Leitungen durch den Ferritkern gefädelt sind, ist die Zuordnung nur noch schwer zu erkennen.



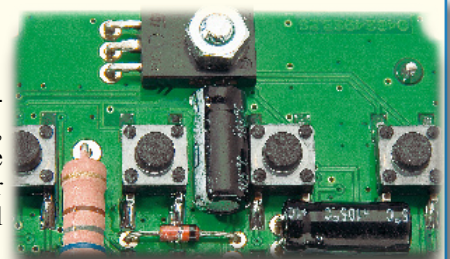
8

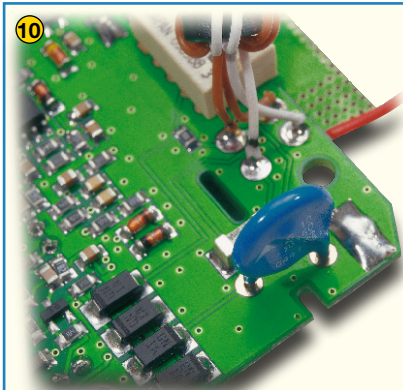


Fertig aufgebaute Basisplatine, oben von der Mikrocontroller-seite und unten von der Tastenseite. Unter den schwarzen Vergussmassen befinden sich der Mikrocontroller und der Voice-Recorder.

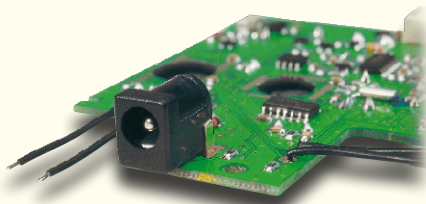
9

Im nächsten Arbeitsschritt ist der Transistor T 4 mit einer Schraube M3 x 8 mm, Zahnscheibe und Mutter auf die Tastenseite der Platine zu montieren. Das Verlöten der Anschlusspins erfolgt erst, wenn das Bauteil fest verschraubt ist.

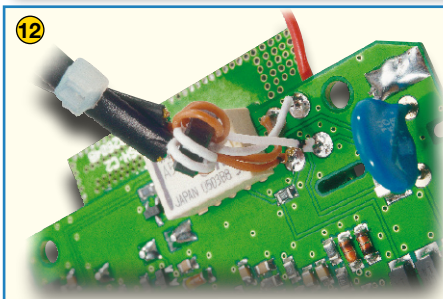




10

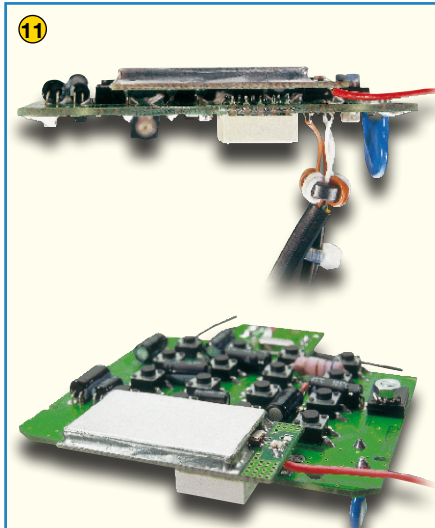


Jetzt werden die DC-Buchse und der VDR-Widerstand VDR 1 wie abgebildet eingelötet. Danach sind die vorbereiteten Leitungsabschnitte 1–4 an die zugehörigen Platinenanschlusspunkte zu löten.



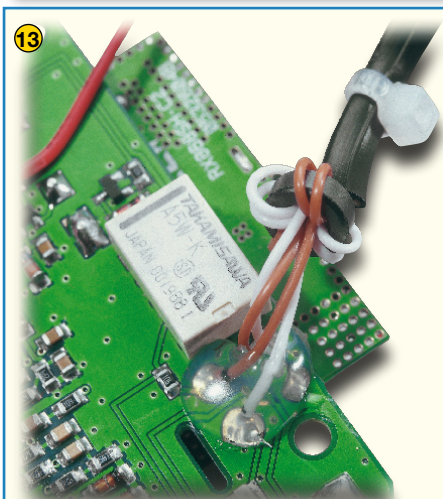
12

Nun werden die durch den Ferritkern gefädeltel Telefon-Anschlussleitungen unter Beachtung der vorher vorgenommenen Markierung wie abgebildet angelötet. Danach ist die vom Batteriefach kommende rote Anschlussleitung an ST 1 und die schwarze Anschlussleitung an ST 2 anzulöten.



11

Im nächsten Arbeitsschritt ist das HF-Modul mit einem Leiterplattenabstand von 3 mm auf der Tastenseite der Platine zu montieren. Beim Verlöten der Anschlusspins ist unbedingt auf eine gerade Ausrichtung zu achten.



13

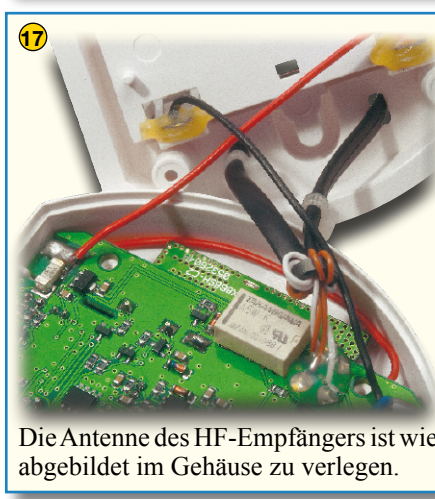
Auf der Mikrocontrollerseite der Platine sind die Telefon-Anschlussleitungen entsprechend der Abbildung mit Heißkleber zu sichern.



14

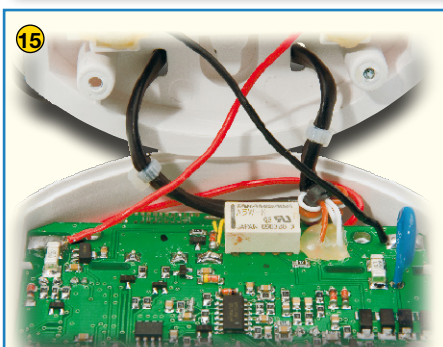
Tasteneinheit

In die mit Lautsprecher und Mikrofon vorbereitete Gehäusehälfte wird die Tasteneinheit und der Lichtleiter für die Status-LEDs eingelegt.



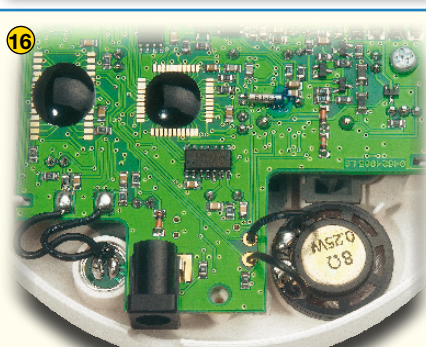
17

Die Antenne des HF-Empfängers ist wie abgebildet im Gehäuse zu verlegen.



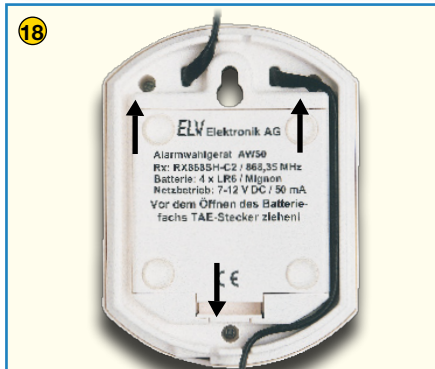
15

Die fertig bestückte Leiterplatte wird in die endgültige Position der Gehäuse-Fronthälfte gesetzt und die Telefon-Anschlussleitungen jeweils mit einem Kabelbinder zur Zugentlastung gesichert.



16

Die noch freien Anschlussleitungen des Mikrofons und des Lautsprechers werden angelötet. Beim Mikrofon ist unbedingt die korrekte Polarität zu beachten.



18

ELV Elektronik AG
Alarmwahrgerät AW150
Rx: RX8858H-C2 / 868,35 MHz
Batterie: 4 x LP6 / Milijon
Nennbetrieb: 7-12 V DC / 50 mA
Vor dem Öffnen des Batterie-
fachs TAE-Stecker ziehen!

Mit drei Schrauben für Kunststoff 2,2 x 8 mm werden die beiden Gehäusehälften verschraubt. Dabei ist unbedingt zu beachten, dass kein Kabel eingeklemmt wird. Die beiden Telefon-Anschlussleitungen sind vorsichtig bis zur Zugentlastung (Kabelbinder) zurückzuziehen. Der komplette Zusammenbau ist damit abgeschlossen. **ELV**



RGB-FARBWECHSLER für LEDs

MINI-RGB-FARBWECHSLER

Pegelwandler für Mini-RGB-/RGB-300-Farbwechsler

Der Pegelwandler ist eine kleine Zusatzschaltung für den RGB 300 und den ELV-Mini-Farbwechsler, um auch RGB-LEDs bzw. RGB-LED-Stripes, die über eine gemeinsame Katode verfügen, an die beiden Farbwechsler anschließen zu können.

Verkehrte Welt

In der LED-Beleuchtungstechnik findet man neben den herkömmlichen LEDs zunehmend auch Multicolor(RGB)-LEDs, die dem Techniker und dem Anwender ein äußerst interessantes Betätigungsfeld bieten. Der von ELV entwickelte Farbwechsler RGB 300 ist speziell für die Ansteuerung solcher LEDs entwickelt worden. Zur besseren Handhabung sind diese LEDs für Beleuchtungszwecke in Gruppen auf Platinen zusammengefasst, die man dann LED-Stripes nennt. Diese RGB-LEDs sind in verschiedenen Gehäusevarianten verfügbar, wie sie in Abbildung 1 dargestellt sind. Links ist eine universelle LED zu sehen, bei der beide Anschlüsse für jede einzelne LED-Farbe getrennt herausgeführt

sind. Diese RGB-LEDs haben den großen Vorteil, dass man mehrere davon in Reihe schalten kann. Hierdurch wird der Energieverlust durch Vorwiderstände minimiert. Um die Gehäuseabmessungen klein zu halten, gibt es nun Gehäusevarianten, bei denen nur ein gemeinsamer Anoden- bzw. Katodenanschluss herausgeführt ist. So braucht man den gemeinsamen Anschluss nur einmal herauszuführen, statt für jeden

Farbstrang separat. Nachteil hier – für jede LED muss man einen separaten Vorwiderstand einsetzen.

In den meisten handelsüblichen RGB-Stripes werden LEDs mit einem gemeinsamen Anoden-Anschluss bzw. universelle LEDs verwendet, so dass die einzelnen RGB-Leitungen gegen Masse (-) geschaltet werden. Dies hat den Vorteil, das ein so genannter Low-Side-Schalter, also ein

Technische Daten:	
Spannungsversorgung:	12 V _{DC} bis 24 V _{DC}
Stromaufnahme (ohne Last):	2 mA @ 12 V
Eingänge:	R, G, B (12 V _{DC} bis 24V _{DC})
Ausgänge:	R, G, B max. 2 A (High-Side-Schalter)
Abmessungen (Platine):	65 x 35 mm

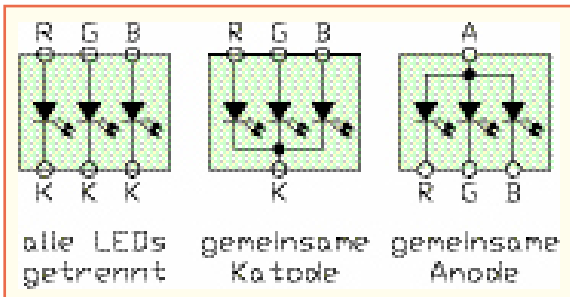


Bild 1: Verschiedene mögliche RGB-LED-Ausführungen

erkennt, sind die drei Endstufen für die einzelnen Farben identisch aufgebaut. Für die Schaltungsbeschreibung reicht es deshalb aus, wenn wir nur eine Endstufe betrachten.

Zur Ansteuerung der P-Kanal-FETs T 1 bis T 3 ist eine Source-Gate-Spannung von -5 V (gemessen gegen $+U_B$) erforderlich. Spannungsregler IC 1 stellt diese Spannung bereit.

Diese Spannung wird mit Hilfe des Schalttransistors T 4 auf das Gate des Endstufentransistors T 1 geschaltet, wenn der Eingang „R IN“ auf Masse wechselt. Hierdurch wird die an KL 4 angeschlossene LED (R OUT) dann immer aktiviert, wenn der Eingang KL 1 (R IN) bzw. der Ausgang des RGB 300 auf „low“ wechselt.

Die Kondensatoren C 3 bis C 5 dienen jeweils zur Störunterdrückung. Sowohl die Eingangs- als auch die Ausgangssignale liegen auf praktischen Schraubklemmen, so kann der Pegelwandler sehr einfach dem Farbwechsler nachgeschaltet werden.

Nachbau

Die Platine wird bereits mit SMD-Bauteilen bestückt geliefert, so dass nur die

Schalter, der gegen Masse schaltet, zum Einsatz kommen kann. Von der Seite der Ansteuerlektronik her betrachtet, könnte man hier auch von einem „Open-Collector-“ bzw. bei MOS-FETs von einem „Open-Drain-Ausgang“ sprechen. Solche Schalttransistoren lassen sich leicht mit einem Mikrocontroller ansteuern, da man das Gate bzw. die Basis des Transistors direkt über einen Widerstand mit einem Ausgang des Mikrocontrollers verbinden kann.

Anders sieht die Sache bei LEDs bzw. Stripes mit einem gemeinsamen Katoden-Anschluss aus. Hier muss die Plus-Leitung geschaltet werden. Für solche Aufgaben bedient man sich so genannter High-Side-Schalter. In leistungsarmer MOS-FET-Technik ausgeführt, ist dies ein

P-Kanal-FET. Die Ansteuerung ist zum einen etwas aufwändiger als bei einem Low-Side-Schalter, und zweitens sind solche Transistoren nicht so „gängig“ wie die N-Kanal-Ausführungen.

Der hier vorgestellte Pegelwandler besitzt solche High-Side-Schalter am Ausgang und ist deshalb in der Lage, die vom RGB 300 bzw. vom Mini-Farbwechsler kommenden Signale so umzuwandeln, dass jetzt auch die mitunter sehr preiswert erhältlichen RGB-LEDs bzw. RGB-LED-Stripes mit einem gemeinsamen Katoden-Anschluss verwendet werden können.

Schaltung

Wie man im Schaltbild (Abbildung 2)

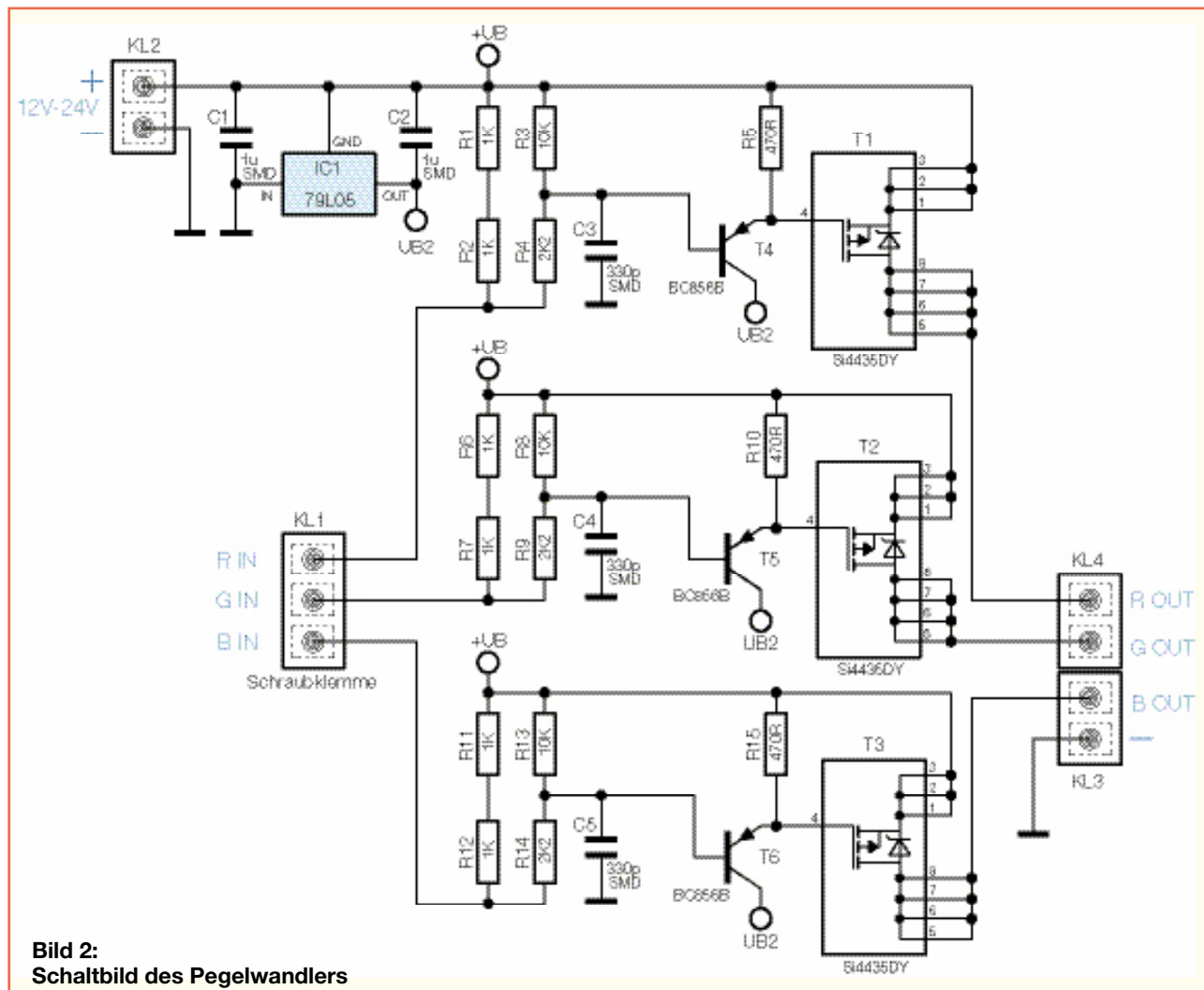
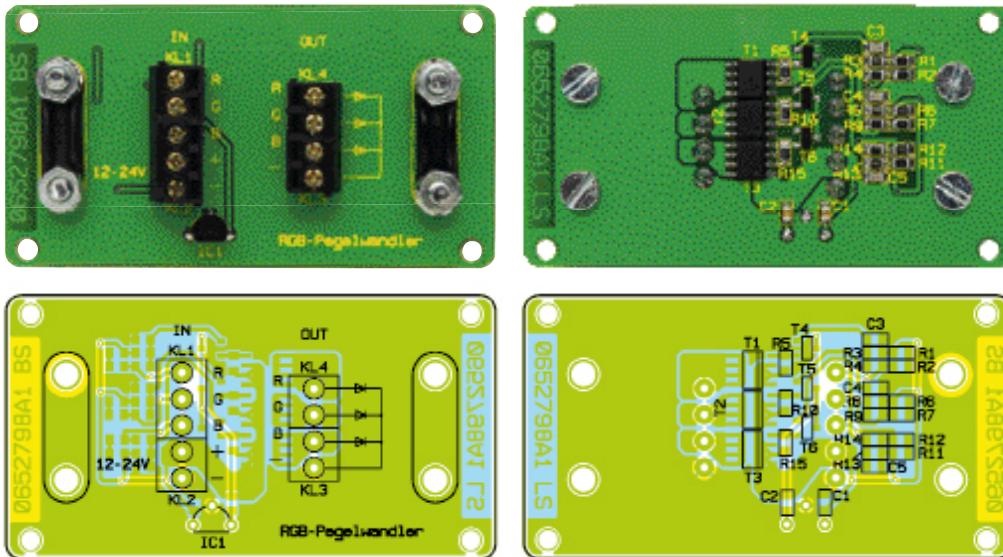


Bild 2: Schaltbild des Pegelwandlers



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

Stückliste: Pegelwandler für RGB 300

Widerstände:

470 Ω /SMD/0805 R5, R10, R15
 1 k Ω /SMD/0805 R1, R2, R6,
 R7, R11, R12
 2,2 k Ω /SMD/0805 R4, R9, R14
 10 k Ω /SMD/0805 R3, R8, R13

Kondensatoren:

330 pF/SMD/0805 C3–C5
 1 μ F/SMD/0805 C1, C2

Halbleiter:

79L05 IC1

Si4431DY/SMD T1–T3
 BC856B T4–T6

Sonstiges:

Mini-Schraubklemmleiste,
 3-polig, print KL1
 Mini-Schraubklemmleiste,
 2-polig, print KL2–KL4
 2 Zugentlastungsbügel, 20 mm
 4 Zylinderkopfschrauben,
 M3 x 10 mm
 4 Muttern, M3
 4 Fächerscheiben, M3

bedrahteten Bauteile zu bestücken sind und der mitunter mühsame Umgang mit den kleinen SMD-Bauteilen somit entfällt. Hier ist lediglich eine abschließende Kontrolle der bestückten Platine auf Bestückungsfehler, eventuelle Lötzinnbrücken, vergessene Lötstellen usw. notwendig.

Der Spannungsregler IC 1 wird entsprechend dem Bestückungsplan auf der Platine

bestückt und auf der Platinenunterseite verlötet. Die Schraubklemmen sind so einzusetzen, dass ihre Gehäuse plan auf der Platine aufliegen, und die Anschlüsse sind mit reichlich Lötzinn zu versehen, um die mechanische Stabilität zu erhöhen. Zur Zugentlastung der Kabel sind zwei Kabelschellen auf der Platine vorgesehen. Diese werden jeweils mit zwei Schrauben

M3x10 mm, Mutter und Fächerscheibe befestigt.

Für den Gehäuseeinbau steht ein unbearbeitetes Gehäuse zur Verfügung, in das lediglich die Bohrungen für die Anschlussleitungen einzubringen sind.

Installation

In Abbildung 3 ist ein Anschlussschema für eine typische Installation mit dem RGB 300 dargestellt.

Wie gesagt, der Pegelwandler ist einfach zwischen LEDs und Ausgänge des RGB 300 zu schalten, die Spannungsversorgung kommt aus der gleichen Quelle wie beim RGB 300.

Hinweis! Schließen Sie niemals eine LED ohne entsprechenden Vorwiderstand an. Die in der mit dem RGB 300 mitgelieferten Anleitung dargestellten Berechnungsbeispiele für Vorwiderstände gelten natürlich auch hier. Bei Verwendung von fertigen Stripes ist in der Regel kein zusätzlicher Vorwiderstand erforderlich, wenn doch, macht das Datenblatt darauf aufmerksam. **ELV**

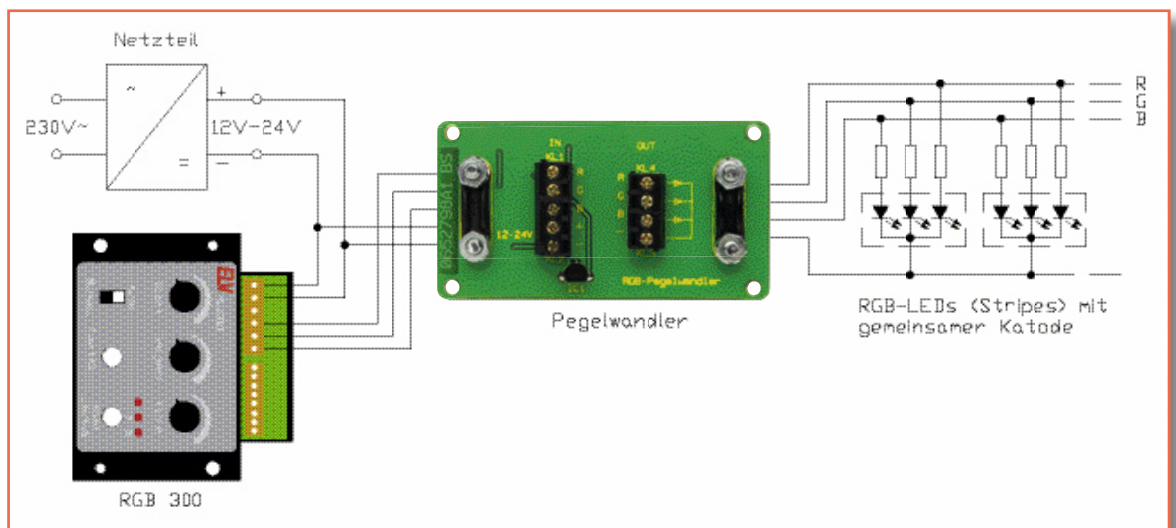


Bild 3: Anschlussschema



Das Codeschloss CS 1 ist ein kompaktes, mikroprozessorgesteuertes Elektronikschloss, bei dem ein universeller Einsatz und eine einfache Programmierung im Vordergrund stehen. Durch den universellen Tastaturanschluss ist es leicht an vorhandene bzw. gewünschte Tastaturen anpassbar. Der Betriebs-Status wird dem Benutzer über LEDs angezeigt, und zusätzlich ist eine zeitgesteuerte Tastaturbeleuchtung anschließbar.

Vielseitig und einfach programmierbar

Fertige Codeschlösser gibt es zuhauf auf dem Markt. Was aber, wenn man eine individuelle Lösung für eine eigene Applikation benötigt oder ein vorhandenes Codeschloss elektrisch defekt ist, dessen „Frontend“ aber weiter benutzt werden soll?

Genau hier setzt unser neues Codeschloss CS 1 an. Es ist, trotz hoher Schalteistung, kompakt genug, um auch in vorhandene Geräte oder Gehäuse eingebaut zu werden, ermöglicht den Einsatz von zwei unterschiedlichen Tastaturtypen, und der 4-stellige Tastencode sowie die Relais-Haltezeit sind individuell einstellbar. Die Programmierung ist mit nur zwei Jumpern sehr einfach auszuführen. Durch die verschiedenen Anschlussmöglichkeiten (Löt pads und Stiftleiste) ist der Anschluss einer Tastatur schnell und einfach erledigt. Als Tastatur können alle üblichen 12fach-Tastaturen angeschlossen werden, die entweder als Matrix verschaltet (3 x 4) oder einzeln abfragbar (12 x 1) sind. Eine zeitgesteuerte Tastaturbeleuchtung ist optional anschließbar, falls eine beleuchtete Tastatur zum Einsatz kommen soll.

Bedienung und Funktion

Die Bedienung des Codeschlusses CS 1

ist denkbar einfach. Mit dem Jumper JP 1 wird der Typ der verwendeten Tastatur eingestellt. Ist der Jumper nicht gesteckt, bedeutet dies, dass es sich um eine 12x1-Tastatur handelt. Wird der Jumper gesteckt, dann ist eine 3x4-Tastatur angeschlossen und die Tasten werden zyklisch abgefragt. Ist die Tastatur richtig angeschlossen, erfolgt die Programmierung des Zugangs-codes und der Einschalt- bzw. Haltezeit des Relais.

Zunächst schließt man den Jumper JP 2 kurz. Der aktuell eingestellte Code wird gelöscht und die rote LED auf der Platine beginnt zu leuchten. Damit verlangt das Gerät die Eingabe des neuen 4-stelligen Codes. Nach jedem Tastendruck leuchtet die grüne LED auf der Platine kurz auf und bestätigt die Eingabe. Ist der vierte Tastendruck erfolgt, so beginnt die grüne LED zu blinken. Damit signalisiert das CS 1, dass die Zeitnahme für die Schaltzeit begonnen hat. Sobald man jetzt den Jumper JP 2 abzieht, wird die Zeit gestoppt und zusammen mit dem Code gespeichert, die LEDs auf der Platine leuchten nicht mehr. Die Programmierung ist damit abgeschlossen.

Erfolgt jetzt die Eingabe des richtigen Codes, so schaltet das Relais zusammen mit der externen grünen LED für die programmierte Zeit ein. Eine fehlerhafte Codeeingabe wird mit dem Aufleuchten der roten internen und der externen LED angezeigt.

Schaltung

Die Schaltungstechnik des Codeschlusses CS 1 ist sehr einfach aufgebaut, da die gesamte Logik im Mikrocontroller programmiert ist (Abbildung 1).

Die Schaltung wird über die Klemme KL 1 mit einer Gleichspannung versorgt, die zwischen 9 und 15 V liegen kann. Die Diode D 1 verhindert eine Zerstörung der Schaltung bei Verpolung. Die Elkos C 1 und C 4 dienen einer Pufferung der Spannung vor und nach dem Spannungsregler IC 1. Dieser stellt die 5-V-Betriebsspannung für die Schaltung bereit. Zur Filterung

Technische Daten:	
Spannungsversorgung:	9–15 V _{DC}
Stromaufnahme:	max. 50 mA
Schaltleistung:	30 V _{AC/DC} , 4 A
Platinenabmessungen:	60 x 44 mm
Tastaturtypen:	Tastatur mit 3x4-Matrix
	Tastatur mit 12 einzelnen Tastern
Codes:	9999 unterschiedliche Codes möglich
Max. Timerlaufzeit:	24 Stunden

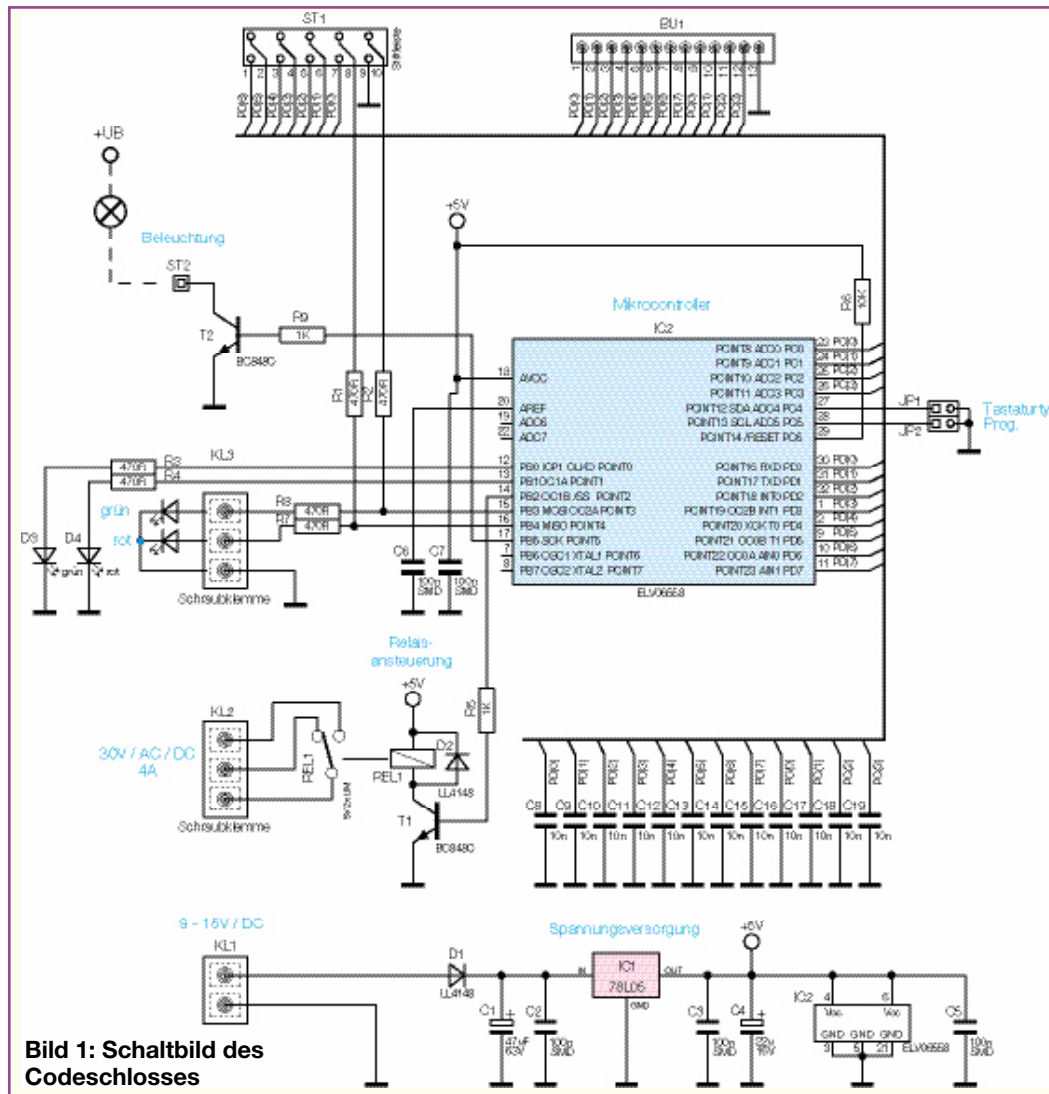


Bild 1: Schaltbild des Codeschlosses

hochfrequenter Anteile in der Spannung werden die Kondensatoren C 2, C 3 und C 5 benötigt.

Die Ansteuerung des Relais erfolgt mit Pin PB 2 von IC 2. Dabei wird der Transistor T 1 vom Typ BC848C über R 5 angesteuert, er schaltet das Relais REL 1. Zum Schutz der Schaltung beim Abschalten des Relais wird die Diode D 2 benötigt. Sie ist als Freilaufdiode eingesetzt und leitet die in der Spule gespeicherte Energie beim Abschalten ab. So wird eine Zerstörung des Transistors verhindert.

Die Ansteuerung der optional anschließbaren Tastaturbeleuchtung erfolgt via Transistor T 2. R 9 dient als Strombegrenzung für den Transistor. An ST 2 kann man, wie im Schaltbild angedeutet, eine externe Tastaturbeleuchtung anschließen.

Nachbau

Der Schaltungsaufbau ist sehr einfach auszuführen, da alle SMD-Bauteile auf der Unterseite der Platine bereits vorbestückt sind. Als Hilfe bei der Bestückung der wenigen bedrahteten Bauteile dienen die

Platinenfotos, der Bestückungsdruck und die Stückliste. Alle noch zu bestückenden Bauteile sind von der Bestückungsseite der Platine her einzusetzen und auf der Lötseite zu verlöten.

Zuerst wird der Lötstift ST 2 für die externe Beleuchtung angelötet, gefolgt von den Jumperleisten JP 1/JP 2 und der Stiftleiste ST 1. Danach sind der Spannungsregler IC 1, dessen Einbaulage sich aus dem Layout ergibt, und die drei Klemmen KL 1 bis KL 3 zu bestücken. Beim Einsetzen der beiden Elkos C 1 und C 4 ist auf die richtige Einbaulage zu achten. Die Elkos sind am Minuspol gekennzeichnet.

Schließlich sind noch die beiden LEDs D 3 und D 4 einzusetzen, auch hier ist auf die richtige Einbaulage zu achten: Der längere Anschluss ist die Anode (+). Die LEDs sind so einzusetzen und zu verlöten, dass ihr unteres Ende 1 bis 2 mm über der Platine steht.

Zum Schluss folgt noch das Einsetzen und Verlöten von Relais REL 1. Nach der Überprüfung auf eventuelle Bestückungsfehler und fehlerhafte Lötstellen ist der Aufbau der Platine abgeschlossen.

Inbetriebnahme

Will man eine Tastatur mit 12 Tasten anschließen, so können diese entweder durch zyklische Abfragen in einer 4x3-Matrix ausgewertet werden oder alle 12 Tasten werden einzeln ausgewertet. Mit dem Jumper JP 1 wählt man den Tastaturtyp aus.

Fangen wir mit dem einfacheren Fall an. Alle Tasten werden auf einer Seite miteinander und mit GND verbunden. Der andere Kontakt jedes Tasters wird mit den Kontakten PD 0 bis PD 7 bzw. PC 0 bis PC 3 verbunden (Abbildung 2). Hierbei spielt es keine Rolle, welcher Taster wo angeschlossen wird, da alle Eingänge unabhängig voneinander arbeiten. Jumper JP 1 bleibt in diesem Fall offen. Es wird also in diesem Fall für jeden Taster eine und zusätzlich eine gemeinsame Ader benötigt.

Will man Adern einsparen, so kann man die Tastatur auch als 4x3-Matrix anschließen. Dazu werden jeweils 4 Taster mit einem der drei Pins PD 0 bis PD 2 verbunden. Jetzt werden die anderen freien Kontakte der Taster so verbunden, dass sich 4 Tastergruppen à drei Tasten bilden. Diese werden

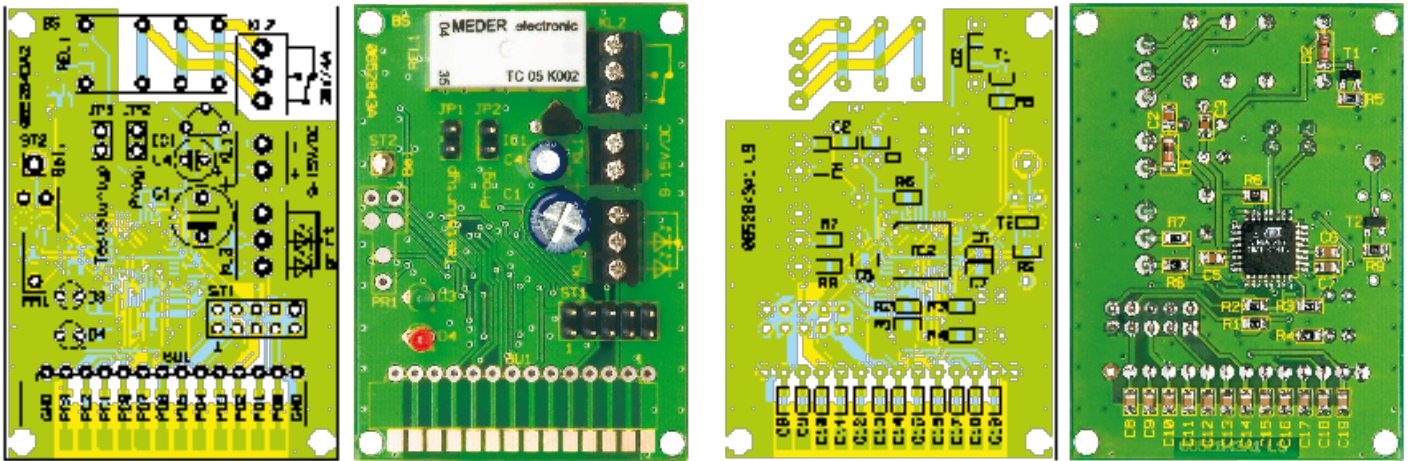
jetzt entsprechend Abbildung 3 mit den Pins PD 3 bis PD 6 verbunden. Da die Pins nicht nur an der 2-reihigen Stiftleiste, sondern auch an den Löt pads herausgeführt sind, kann man die Verbindung zur Platine frei wählen.

Die Länge der Tasterleitungen von der Platine zu den Tastern ist nur durch den Leitungswiderstand begrenzt. Die Grenze liegt also theoretisch bei mehreren Kilometern und ermöglicht so auch eine weiträumige Trennung von Tastatur und Platine, um Manipulationsversuchen vorzubeugen.

Zur externen Statusanzeige setzt man eine rote und eine grüne LED ein. Die nötigen Vorwiderstände sind schon auf der Platine vorhanden. Die rote LED zeigt an, dass eine fehlerhafte Code eingegeben wurde. Grün signalisiert ein angezogenes Relais und damit eine korrekte Code-Eingabe. Die LED-Signale stehen an Stiftleiste ST 1 und an Klemme KL 3 zur Verfügung.

Das eingesetzte Relais kann bei einer Spannung von bis zu 30 V AC/DC einen Strom von bis zu 4 A schalten.

Um die Tastatur oder eine externe Beleuchtung bei Tastendruck einzuschalten,



Ansicht der fertig bestückten Platine des CS 1 mit zugehörigem Bestückungsplan, links von der Bestückungsseite, rechts von der Lötseite

kann man ST 2 mit einer solchen Beleuchtung beschalten. ST 2 ist ein Open-Collector-Ausgang, der mit einem Strom von 100 mA belastet werden kann. Die Einschaltzeit ist hier fest auf 30 Sekunden eingestellt. Soll eine LED-Beleuchtung eingesetzt werden, ist ein entsprechender

Vorwiderstand einzusetzen. Als Spannungsversorgung wird eine Gleichspannung von 9 bis 15 V benötigt. Um auf eine integrierte Sicherung verzichten zu können, muss es sich zur Gewährleistung der elektrischen Sicherheit bei der Spannungsquelle um eine Sicherheits-Schutzkleinspannung handeln.

Außerdem muss es sich um eine Spannungsquelle begrenzter Leistung handeln, die nicht mehr als 15 W liefern kann. Üblicherweise werden diese Forderungen von handelsüblichen 12-V-Steckernetzteilen mit bis zu 500 mA Strombelastbarkeit erfüllt. **ELV**

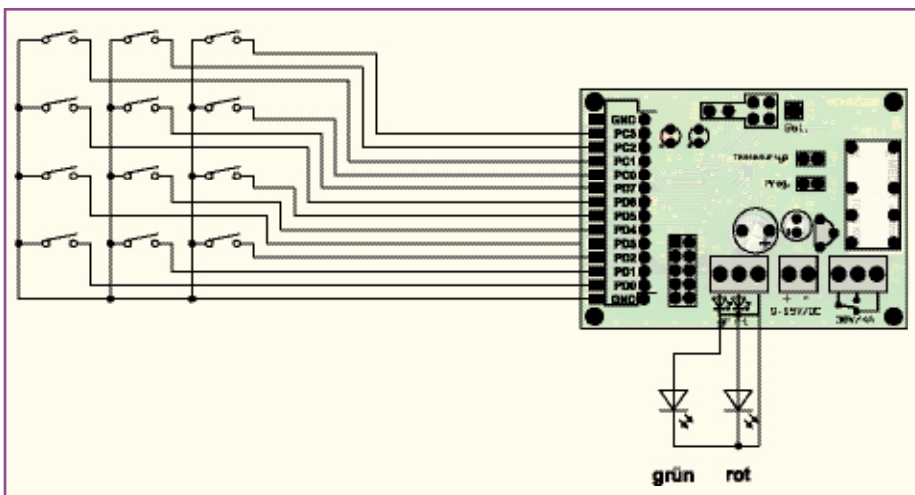


Bild 2: Anschluss einer 1x12-Tastatur

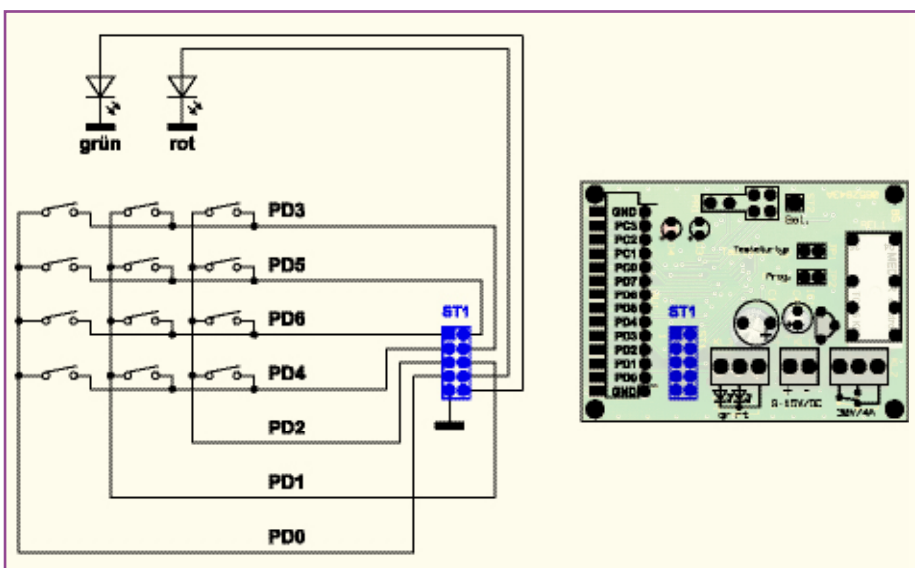


Bild 3: Anschluss einer Tastatur mit 3x4-Matrix

Stückliste: Code-Schloss ohne Tastatur CS1

Widerstände:

470 Ω/SMD/0805.....	R1–R4, R7, R8
1 kΩ/SMD/0805.....	R5, R9
10 kΩ/SMD/0805.....	R6

Kondensatoren:

10 nF/SMD/0805	C8–C19
100 nF/SMD/0805	C2, C3, C5–C7
22 µF/16 V	C4
47 µF/63 V	C1

Halbleiter:

78L05	IC1
ELV06558/SMD	IC2
BC848C.....	T1, T2
LL4148.....	D1, D2
LED, 3 mm, Grün	D3
LED, 3 mm, Rot.....	D4

Sonstiges:

Mini-Schraubklemmleiste, 2-polig, print	KL1
Mini-Schraubklemmleiste, 3-polig, print	KL2, KL3
Miniaturrelais, 5 V, 2 x um	REL1
Stiftleiste, 2 x 5-polig, gerade, print	ST1
Lötstift mit Lötöse.....	ST2
Stiftleiste, 1 x 2-polig, gerade, print	JP1, JP2
Jumper, geschlossene Ausführung.....	JP1, JP2



Hausschaltssystem HS485

Hutschienen-Multi-I/O-Modul IO127

Mit dem Multi-I/O-Modul steht eine sehr universell einsetzbare Komponente für das HS485-Hausschaltssystem zur Verfügung. Es verfügt über 12 digitale Eingänge und 7 Relais-Schaltausgänge, die für eine Gesamtbelastung von bis zu 16 A ausgelegt sind. Die Konfiguration des vielseitigen Moduls erfolgt über die HS485-Konfigurationssoftware und das PC-Interface des Systems.

Tausendfüßler am HS485-Bus

Bei einer komplexen Haussteuerung, wie sie das HS485-System inzwischen darstellt, können an manchen Stellen gar nicht genug Schnittstellen für Bedienung und Ausgabe zur Verfügung stehen. Mit dem neuen Modul, das sich selbstverständlich nahtlos in die bisherige Riege der HS485-Bausteine einreihet, steht ein multifunktionales Modul zur Verfügung, das genau diesem Wunsch entgegenkommt. Es ist für den Aufbau auf DIN-Hutschienen geeignet und besitzt

Technische Daten: HS485 IO127	
Spannungsversorgung:	24 V _{DC}
Ruhestromaufnahme:	14 mA
Max. Stromaufnahme:	150 mA
Schaltleistung:	230 V, 16 A
Rasterbreite:	72 mm (4 TE)

12 digitale Eingänge und 7 Relaisausgänge. Ausgangsseitig können insgesamt bis zu 16 A geschaltet werden, und dank der gemeinsamen Spannungsquelle auf der Ausgangsseite wird der installationsseitige Verdrahtungsaufwand minimiert. Alle Ausgänge sind mit Timer-Funktionen ausgerüstet und vollständig kompatibel zu den bisherigen Systemkomponenten. Die Eingänge sind galvanisch von den Ausgängen getrennt. Die Konfigurationssoftware in Verbindung mit dem HS485-PCI-Modul ermöglicht eine einfache Konfiguration des Moduls. Ergebnis ist eine kompakte Steuer- und Schaltzentrale, die dank der Programmierbarkeit die unterschiedlichsten Aufgaben lösen kann.

Bedienung und Funktion

Die Konfiguration des HS485-IO127-Moduls erfolgt vollständig über den PC. Dazu wird das HS485-PC-Interface mit

der Konfigurationssoftware sowie die Konfigurationsdatei für das HS485-IO127-Modul benötigt. Diese steht im Internet auf der ELV-Homepage zum Download zur Verfügung. Nach dem Start der Konfigurationssoftware wird die Verbindung mit den Modulen hergestellt. Die Konfiguration der Module gestaltet sich sehr einfach, da es hier nur einen Ein- und einen Ausgangstyp gibt.

Eingänge

Für jeden Eingang ist der Eingangstyp und der Sensortyp einstellbar. Die möglichen Eingangstypen und ihre Reaktion auf die Änderung des Eingangszustands sind in Tabelle 1 beschrieben. Tabelle 2 beschreibt die möglichen Sensortypen und gibt an, bei welchen Ereignissen Nachrichten gesendet werden.

Je nach Kombination von Eingangs- und Sensortyp ergeben sich unterschiedliche Events (Ereignisse) in den gesendeten Key-Event-Nachrichten. Die Events, die

beim Sensortyp „Taster-Eingang“ gesendet werden, zeigt Tabelle 3.

Ist der Sensortyp „Schalter-Eingang“ gewählt, so verhalten sich die Events wie in Tabelle 4 beschrieben. Wie man erkennen kann, werden bei einem Schalter am Eingang des HS485 IO127 immer zwei Key-Event-Nachrichten gesendet.

Die verschiedenen Nachrichten wurden bereits im „ELVjournal“ 2/06 beschrieben, deswegen gehen wir hier nicht näher darauf ein.

Ausgänge

Für die Ausgänge können Schaltzeiten im Bereich von 0 bis 65.000 Sekunden eingestellt werden. Dabei gibt es zwei unterschiedliche Timer-Modes, die äquivalent zu denen des HS485 S und HS485 IO4UP sind. Hier stehen „Treppenhaus“ und „automatisch ausschalten“ zur Auswahl. Will man keinen Timerbetrieb, so wird „Kein Timer“ gewählt.

„Treppenhaus“ bedeutet, dass bei jedem Schaltbefehl die Zeit neu gestartet wird. „Automatisch ausschalten“ bedeutet, dass nach Ablauf der Zeit der Aktor abschaltet. Er kann aber auch durch einen erneuten Schaltbefehl ausgeschaltet werden. Dies ist z. B. im Keller oder Abstellraum sinnvoll.

Jeder Eingang an jedem beliebigen Modul besitzt ein Bit, das bei jedem Tastendruck seinen Zustand ändert. Dieses Bit wird mit dem Key-Event an den programmierten Ausgang übertragen. Das Toggle-Bit sollte für jeden Ausgang je nach Anwendungsfall individuell gesetzt werden. Ist für den Ausgang das Toggle-Bit gewählt, so nimmt der Ausgang den Zustand des übertragenen Bits an. Dies ist z. B. dann sinnvoll, wenn man mit einem Taster mehrere Aktoren gleichzeitig ein- oder ausschalten möchte. Wird das Toggle-Bit ausgeschaltet, so wechselt der Ausgang nur seinen Zustand (z. B. von An nach Aus). Dies ist z. B. in einem Treppenhaus sinnvoll, bei dem die verschiedenen Taster an unterschiedliche Module angeschlossen sind.

Zuordnung von Ein- und Ausgängen

Zur Zuordnung von Eingängen zu den Ausgängen an diesem oder einem beliebigen anderen Ausgang im Bus-System stehen 64 Ziele zur Verfügung. Soll ein Eingang dieses Moduls programmiert werden, so ist unter „Ziel-x-Eingang“ der gewünschte Eingang auszuwählen. Die Adresse des Zielaktors wird unter „Ziel-x-Adresse“ ausgewählt und der zugehörige

Eingangstyp	Beschreibung
Toggle-Eingang	Bei jedem Tastendruck ändert der angesprochene Aktor seinen Zustand (An-Aus-An-Aus ...)
An/Hoch-Eingang	Beim Tastendruck wird der angesprochene Aktor eingeschaltet
Aus/Runter-Eingang	Beim Tastendruck wird der angesprochene Aktor ausgeschaltet

Sensortyp	Nachrichten
Taster-Eingang	Nachrichten werden beim Drücken, Festhalten und Loslassen erzeugt
Schalter-Eingang	Nachrichten werden bei jedem Schaltvorgang erzeugt

	Taster drücken	Taster halten	Taster loslassen
Toggle-Eingang	KEY_PRESS	KEY_HOLD	KEY_RELEASE
An/Hoch-Eingang	KEY_UP_PRESS	KEY_UP_HOLD	KEY_UP_RELEASE
Aus/Runter-Eingang	KEY_DOWN_PRESS	KEY_DOWN_HOLD	KEY_DOWN_RELEASE

ige Aktor mit „Ziel-x-Aktor“ selektiert.

Schaltung

Die Schaltung des HS485 IO127 setzt sich aus zwei Teilen zusammen. Der Step-down-Wandler (Abbildung 1) erzeugt die nötige 5-V-Betriebsspannung und der Mikrocontroller samt Peripherie (Abbildung 2) ermöglicht die Bus-Kommunikation und die Abfrage/Steuerung der Eingänge und Ausgänge des Moduls.

Die 5-V-Spannungsversorgung wird über einen Step-down-Wandler aus der 24-V-Betriebsspannung erzeugt. Er arbeitet in einem weiten Spannungsbereich von 10 bis 30 V und liefert einen Strom von bis zu 100 mA. Die Diode D 9 dient als Schutzdiode und sichert die Schaltung gegen Verpolung der Versorgungsspannung. Diese wird mit dem Elko C 15 gepuffert und versorgt den Schaltregler. Als Regler kommt hier der MC34063A zum Einsatz. Das Blockschaltbild des Reglers ist in Abbildung 3 zu sehen. Das Prinzip dieses Step-down-Wandlers beruht auf der Speicherfähigkeit der Spule L 1. Dabei wird der Pin 2 von IC 3 sehr schnell an- und ausgeschaltet. C 16 bestimmt dabei die Schaltfrequenz. In den Puls-Zeiten fließt Strom über die Spule in den Kondensator C 17. Dieser und die Spule L 1 nehmen dabei Energie auf. In

den Pausen-Zeiten wird der Strom von der Spule L 1 aufrechterhalten. Der Stromkreis ist dann über die Diode D 10 geschlossen. Die Spannung am Kondensator wird über den Spannungsteiler aus R 23 und R 24 geteilt und über Pin 5 von IC 3 gemessen. Der Schaltregler regelt so durch Veränderung des Puls-Pausen-Verhältnisses die Ausgangsspannung.

Der Mikrocontroller wird mit einer Taktfrequenz von 16 MHz betrieben. Diese wird über den Keramikschwinger Q 1 zusammen mit dem im Controller integrierten Oszillator erzeugt. Die Eingänge des Moduls sind mit einem RC-Glied aus einem 4,7-k Ω -Widerstand und einem 100-nF-Kondensator geschützt. Durch die im Controller integrierten Schutzdioden ist auch ein Schutz gegen kurzfristige Überspannungen am Eingang gewährleistet. Der Widerstand begrenzt hier den fließenden Strom. Der Kondensator filtert dabei höherfrequente Störungen aus den Eingangssignalen heraus und entprellt somit angeschlossene Taster. Im nicht betätigten Zustand liegt an den angeschlossenen Tastern eine Spannung von 5V an, bereitgestellt durch die internen Pull-up-Widerstände. Das Drücken der Taster zieht den Eingang nach Masse, und der Controller erkennt eine Tastenbetätigung.

Die Ausgangsrelais werden über einen

	Schalter einschalten	Schalter ausschalten
Toggle-Eingang	KEY_PRESS KEY_RELEASE	KEY_PRESS KEY_RELEASE
An/Hoch-Eingang	KEY_UP_PRESS KEY_UP_RELEASE	KEY_DOWN_PRESS KEY_DOWN_RELEASE
Aus/Runter-Eingang	KEY_DOWN_PRESS KEY_DOWN_RELEASE	KEY_UP_PRESS KEY_UP_RELEASE

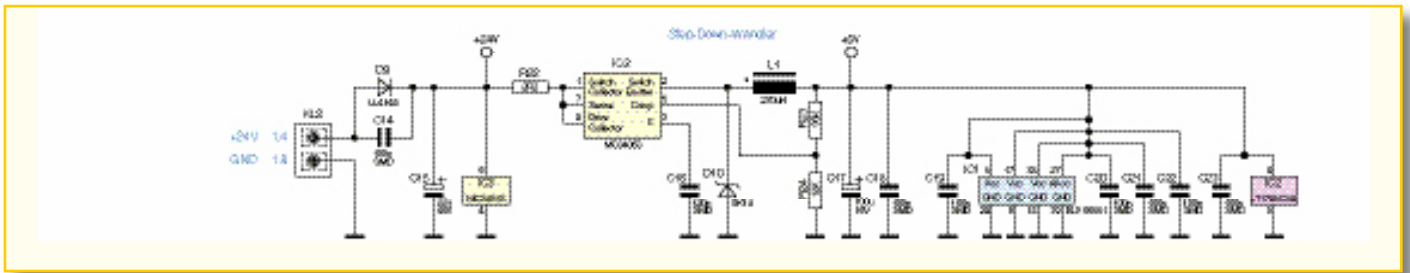


Bild 1: Der Schaltplan des Step-down-Wandlers

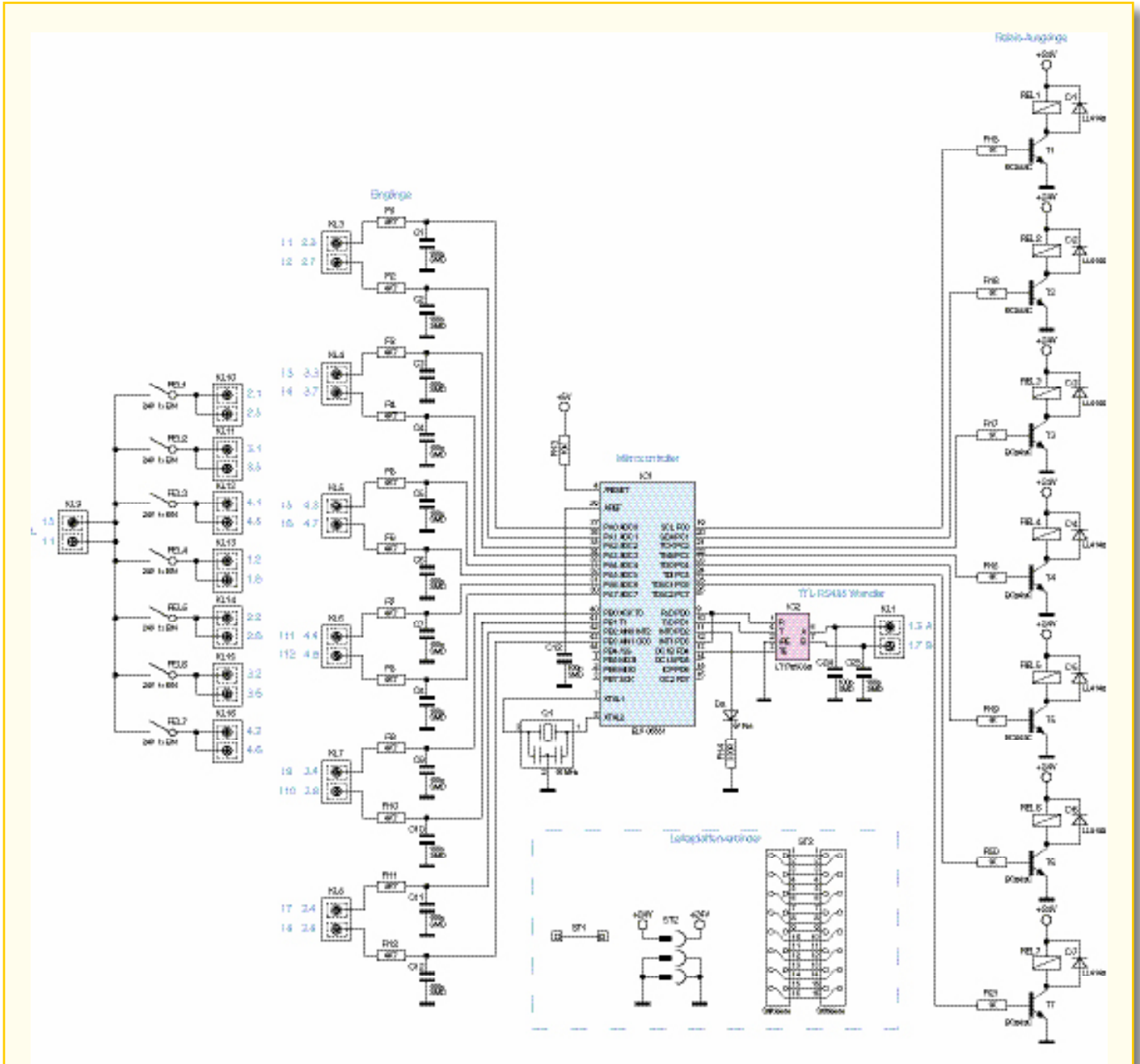


Bild 2: Schaltplan der Mikrocontroller-Steuerung mit Eingangs- und Leistungsteil

Transistor vom Typ BC848C vom Controller aus angesteuert. Der 1-k Ω -Widerstand am Basis-Eingang begrenzt den Basisstrom. Die Dioden, die den Relais parallel geschaltet sind, dienen hierbei als Freilaufdioden, um die von den Relaispulen aufgenommene Energie beim Abschalten abzuführen.

Dies ist notwendig, um Schäden an der Elektronik zu verhindern, da im Abschaltmoment hohe Spannungen auftreten können. Alle Relais werden ausgangsseitig über die Klemme KL 9 mit Phase verbunden. Die geschaltete Spannung ist über jeweils zwei Klemmen abgreifbar. Der

maximale Gesamt-Strom über die Eingangsklemmen darf 16 A nicht überschreiten, da sonst eine Überlastung der Leiterbahnen auf der Platine eintritt.

Die Verbindung mit dem RS485-Bus wird über die Klemme KL 1 hergestellt. Dabei muss das Signal noch über das IC 2

von RS485- in TTL-Pegel umgewandelt werden. Dieses IC vom Typ LT1785CS8 hat den Vorteil, selbst Fehlerspannungen an der A- und B-Ader von bis zu 60 V ohne Schaden kompensieren zu können. Eine versehentliche Verbindung der 24-V-Betriebsspannung mit der Busleitung führt daher zu keiner Zerstörung des TTL-RS485-Wandlers.

Da die Schaltung auf zwei Leiterplatten aufgebaut ist, müssen die Signale über Stiftleisten geführt werden. Dazu dienen die Leiterplattenverbinder ST 1 bis ST 3.

RS485-Bus

An dieser Stelle einige Erläuterungen zum RS485-Bus: Die RS485-Schnittstelle ist für die störungsfreie serielle Datenübertragung über große Entfernungen entwickelt worden und wird wegen dieser Vorteile zunehmend im industriellen Bereich eingesetzt. RS485 ist ein bidirektionales Bus-System und ist für bis zu 32 Teilnehmer konzipiert. Aufgrund der bei uns eingesetzten Bus-Treiber können allerdings auch bis zu 127 Teilnehmer an einen Busstrang angeschlossen werden. RS485 kann sowohl als 2-Draht- wie auch als 4-Draht-System aufgebaut werden. Je nach Technik ist das System halb- oder vollduplexfähig. Aber nur das 2-Draht-System ist multimasterfähig, das bedeutet, jeder Teilnehmer kann mit jedem Teilnehmer kommunizieren. Bei einem nicht multimasterfähigen System

gibt es immer nur einen einzigen Master, der mit den Slaves kommuniziert. Aus diesem Grund wird beim HS485-Haussteuersystem der 2-Draht-Bus eingesetzt. Laut Norm ist eine Buslänge von bis zu 500 m vorgesehen. Durch moderne Kabel und Leitungen ist die mögliche Kabellänge mittlerweile auf bis zu 1,2 km gestiegen.

Physikalisch werden die Daten im Differenzspannungsverfahren übertragen. Dabei gibt es eine invertierte und eine nicht invertierte Leitung. Es gibt also keinen Massebezug des Datensignals. Die invertierte Leitung wird in der Regel als „A“-Leitung bezeichnet, die nicht invertierte als „B“. Der Empfänger wertet immer die Differenz zwischen den beiden Leitungen aus, so dass Störungen, die auf beiden Leitungen liegen, sich nicht auf das Datensignal auswirken. Durch diese Eigenschaft führt die Verlegung von verdrehten Adern zu einer erhöhten Reichweite, da Störungen immer auf beiden Adern gleichzeitig auftreten. Die Empfängerbausteine erkennen eine Differenzspannung von ± 200 mV noch als gültiges Signal an. Daraus ergeben sich die folgenden Zustände:

$A - B < -0,2$ V	Logisch 1
$A - B > +0,2$ V	Logisch 0

Daraus folgt, dass eine Vertauschung der Busleitungen eine fehlerhafte Signalübertragung zur Folge hat. Eine Ver-

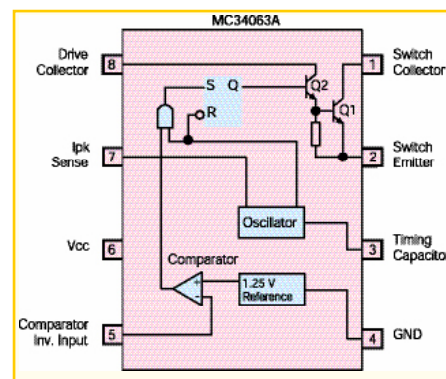
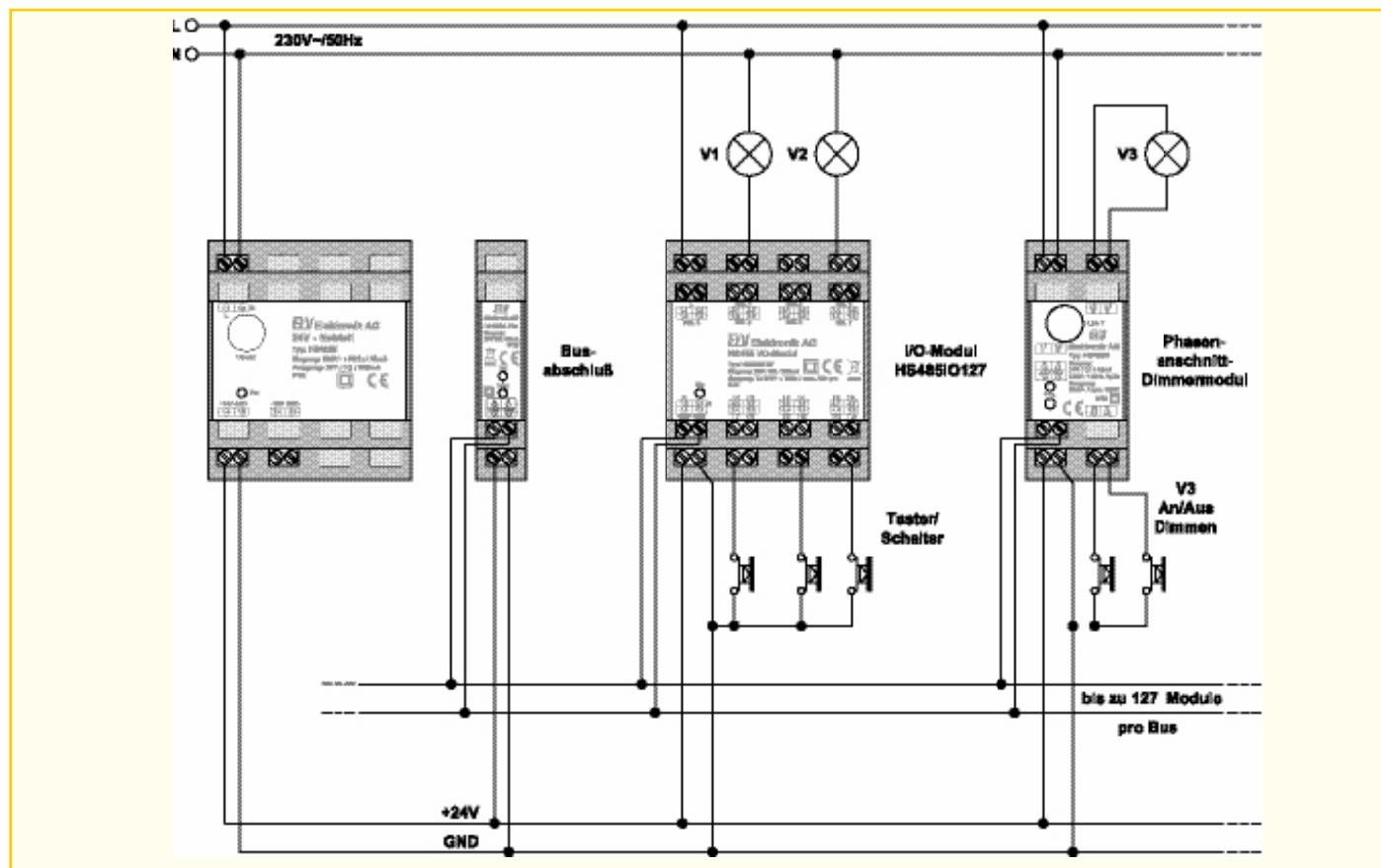


Bild 3: Das Blockschaltbild des MC34063A

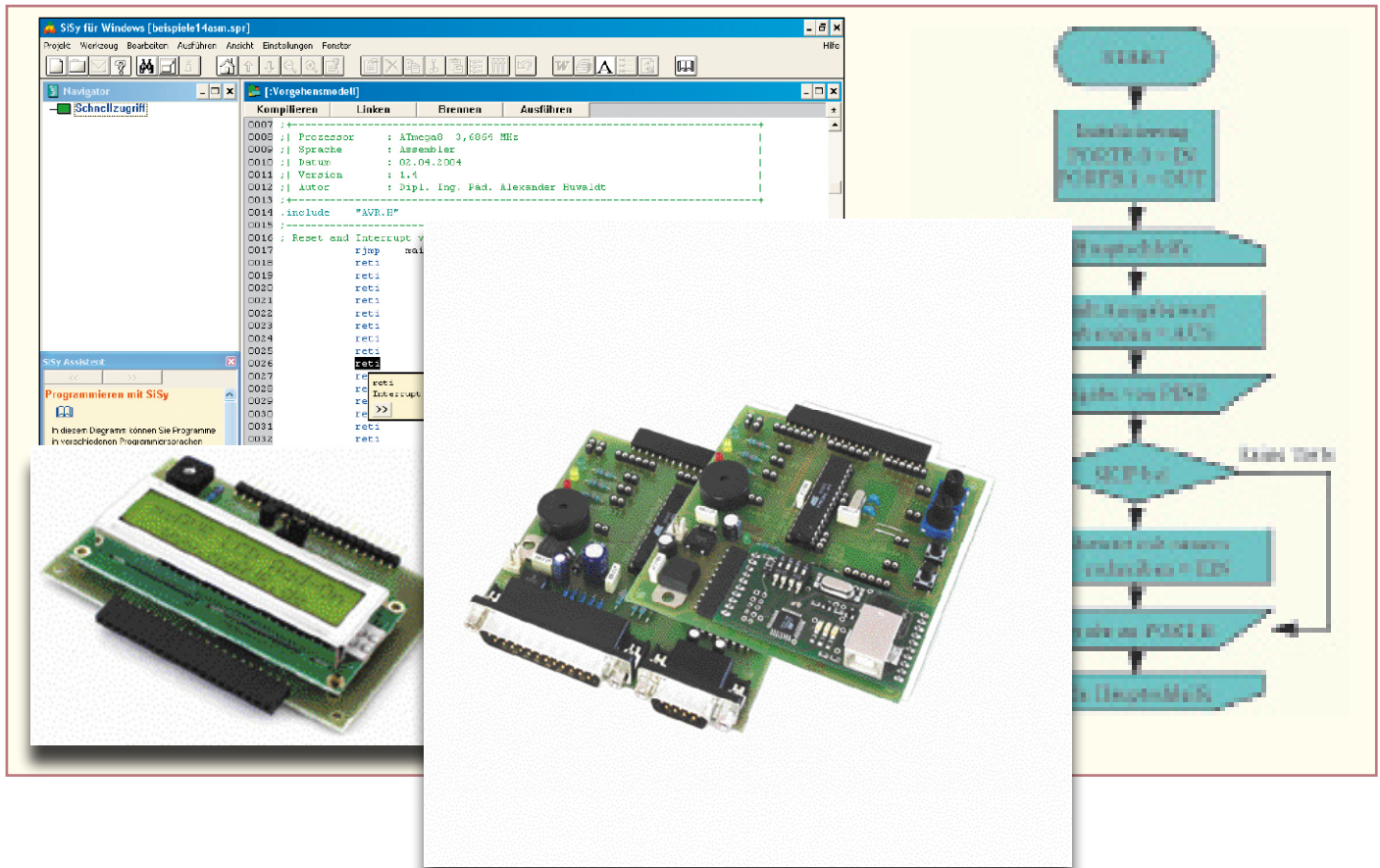
tauschung sollte man daher unbedingt vermeiden. Der Bus ist immer mit einem Busabschluss abzuschließen, um in Sendepausen, in denen kein Teilnehmer Daten sendet, ein definiertes Signal auf dem Bus zu erhalten.

Das Protokoll ist nicht fest vorgegeben, muss aber verhindern, dass zu einem bestimmten Zeitpunkt mehrere Sender gleichzeitig Daten senden. Alle anderen Teilnehmer am Bus müssen sich in einem hochohmigen Zustand befinden. Sie sind im Allgemeinen auf Datenempfang geschaltet.

Im zweiten Teil des Artikels werden wir uns mit dem Aufbau der Schaltung und der Inbetriebnahme des Moduls beschäftigen. **ELV**



Schaltungsbeispiel für die Einbindung des HS485 IO127 in das HS485-System



Mikrocontroller-Einstieg mit myAVR Teil 4

**Keine Angst vor dem Einstieg in die Welt der Mikrocontroller-Programmierung!
Die myAVR-Sets enthalten alles Nötige für den schnellen und fundierten Beginn
der Programmierer-Karriere – Experimentier-Board mit ATMEL-Controller,
Lehrbuch, Softwarepaket, Kabel, sämtliches Zubehör.
Im vierten Teil unserer Serie zum Einstieg in die AVR-Programmierung wenden wir
uns den integrierten Timern des AVR zu und nutzen diese zur Tonerzeugung.**

Teilen und Zählen – der Timer

Dass Zähler ein zentraler Bestandteil nahezu jeder digitalen Schaltung sind, ist nichts Neues. Sie sorgen u. a. dafür, dass zu einer bestimmten Zeit ein bestimmtes Ereignis ausgelöst wird. Sie benötigen einen Takt, dessen Frequenz um einen bestimmten Faktor geteilt wird – so entsteht eine zeitlich bezogene Steuerung, ein so genannter Timer.

Auch die Timer des AVR-Controllers funktionieren auf dieser Basis. Und sie haben bei den meisten Aufgaben, die der

Controller bekommt, eine Menge zu tun, um zeitliche Abläufe zu regeln.

Unser ATmega 8 besitzt drei Timer mit unterschiedlicher Verarbeitungsbreite und unterschiedlichen Aufgaben. Alle Timer sind interruptfähig, sind also als interne Interruptquelle über die Interrupt-Vektor-Tabelle einbindbar (vgl. dazu auch Tabelle 1 im Teil 3). Je nach Timerkonfiguration und Timerart können folgende Ereignisse einen Interrupt auslösen:

- Nulldurchlauf (Overflow, der Timer zählt herauf oder herab, bis er an den Wert 0 gelangt und löst dann einen Interrupt aus)

- Vergleichswert (Compare, der Timer zählt bis zu einem in einem Register abgelegten Zahlenwert und löst bei dessen Erreichen einen Interrupt aus)
- externer Zählimpuls (Capture, Auslösung eines Interrupts bei Erreichen einer bestimmten Anzahl von externen Zählimpulsen)

Als Taktquelle für den Timer dient in den allermeisten Fällen der interne Prozessortakt, seltener ein externer Takt.

Timer-Aufbau und Timer-Register

Wir wollen die grundsätzliche Arbeitsweise am 8-Bit-Timer/Counter 0 betrachten

(Abbildung 36). Er setzt sich aus mehreren Elementen zusammen. Da ist zunächst die eigentliche Timerlogik, die die Takt-auswahl und -generierung, darunter auch aus externen Taktquellen, realisiert und einen 10-Bit-Vorteiler beherbergt, der je nach Aufgabe den Eingangstakt um die Faktoren 8, 64, 256 oder 1024 teilt. Der „Rest“ sind wiederum Register, die nach entsprechendem Laden die Aufgaben des Timers festlegen:

- TCNT0: Timer/Counter 0, das Zählerregister, in dem das eigentliche Zählen stattfindet. Bei Überlauf (Nulldurchgang) wird ein Signal an die Kontroll-Logik abgegeben.

- TIMSK: Timer Interrupt Mask Register; dient der Konfiguration der Interrupt-Ausgabe (Interrupt-Maskierung, siehe Teil 3: Interruptbefehle und -register).
- TCCR0: Timer Counter Control Register, dient als Steuerregister der Konfiguration, z. B. des gewünschten Teilerfaktors.
- TIFR: Timer Interrupt Flag Register, dient zum Auswerten des Interrupt-Status. Sind hier z. B. das Flag TOV0 (Timer/Counter 0 Overflow Flag) und im Register TIMSK das Flag TOIE0 (Timer/Counter 0 Overflow Interrupt Enable, Interrupt aktiviert) gesetzt, erfolgt die Ausführung des Timer-Interrupts.

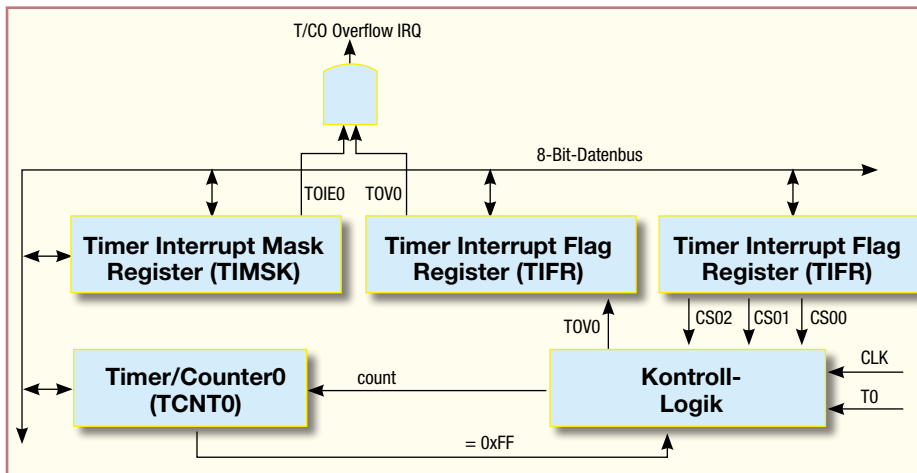


Bild 36: Der Grundaufbau des Timers/Zählers TCNT0

7	6	5	4	3	2	1	0	Bit
OCIE2	TOIE2	TICIE2	OCIE1A	OCIE1B	TOIE2	-	TOIE0	TIMSK

7	6	5	4	3	2	1	0	Bit
-	-	-	-	-	CS02	CS01	CS00	TCCR0

CS02	CS01	CS00	Beschreibung
0	0	0	Keine Taktquelle (Timer/Counter gestoppt)
0	0	1	CLK/0 (Vorteiler aus)
0	1	0	CLK/8 (Vorteilerfaktor 8)
0	1	1	CLK/64 (Vorteilerfaktor 64)
1	0	0	CLK/256 (Vorteilerfaktor 256)
1	0	1	CLK/1024 (Vorteilerfaktor 1024)
1	1	0	Externer Takt an T0, Auslösung: fallende Flanke
1	1	1	Externer Takt an T0, Auslösung: steigende Flanke

7	6	5	4	3	2	1	0	Bit
OCF2	TOV2	ICF1	OCF1B	OCF1A	TOV1	-	TOV0	TIFR

Bild 37: Die Register TIMSK, TCCR0 und TIFR

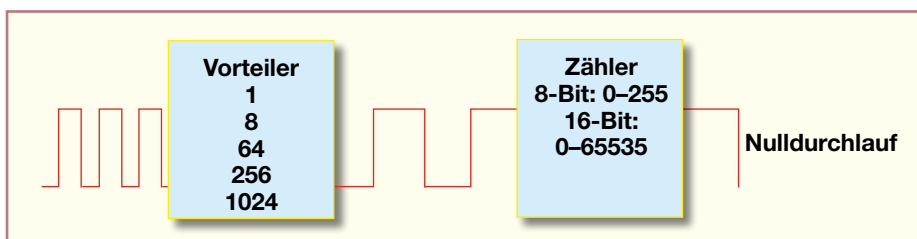


Bild 38: Die Zusammenarbeit Vorteiler/Zähler

Die Register werden für alle drei Timer gemeinsam genutzt, während die Kontroll-Logik und das Zählerregister sich entsprechend der Aufgabe des jeweiligen Timers unterscheiden. So verfügt z. B. Timer 1 über eine Verarbeitungsbreite von 16 Bit (Zählumfang bis 65.535 für längere und präzisere Zeitmessung als mit Timer 0) und einen so genannten Waveform Generation Mode, über den eine Pulsweiten-Modulation möglich ist. So kann man z. B. die Helligkeit einer LED modulieren oder die Drehzahl eines Motors steuern.

In Abbildung 37 ist der Aufbau aller drei beschriebenen Register zur Übersicht dargestellt, dazu für das TCCR0-Register die Tabelle zur Programmierung der Takt-auswahl (Clock-Select). Auf diese werden wir noch zurückkommen.

Abbildung 38 zeigt die grundsätzliche Funktion des Teilers/Zählers. Der Prozessortakt (oder externe Takt) wird zunächst durch den programmierbaren Vorteiler auf den gewünschten Wert, der für den 8-Bit-Zähler im Bereich von 1 bis 255 liegen muss, herabgeteilt. Die Ausgangsimpulse des Vorteilers werden nun vom Zähler von einem programmierbaren Punkt an (Differenz zu 255) herauf- oder herabgezählt, bis ein Nulldurchgang auftritt. Dieses Ereignis wird an die Kontroll-Logik gemeldet, und der Zählerlauf beginnt von vorn.

Doch zunächst müssen wir die Voraussetzungen betrachten, um den Timer überhaupt in ein Programm einzubinden.

Vorbereitungen

Um die Timer-Aktivitäten als Interrupt ausnutzen zu können, ist natürlich, wie wir es bereits im Teil 3 kennengelernt haben, der passende Interrupt-Vektor auf eine zu erstellende Interrupt-Service-Routine zu setzen.

Nach bekanntem Schema wird also eine Interrupt-Service-Routine (ISR) mit den Befehlen cli, sei und reti erstellt, und in der Vektortabelle ist der zugehörige Interrupt-Vektor (Timer 0, Nulldurchlauf) auf die ISR zu setzen.

Weiterhin ist dem Steuerwerk des Controllers über das Timer Interrupt Mask Register TIMSK mitzuteilen, welches Ereignis als Interrupt akzeptiert werden soll (Maskierung). Wenn wir also den Nulldurchgang unseres Zählers 0 als Interrupt-Ereignis definieren wollen, ist im Register TIMSK das zugehörige Bit 1 zu setzen. Der myAVR-Lehrgang gibt zur gesamten Interrupt-Programmierung des Timers noch weitergehende Erläuterungen.

Das klingt bisher alles noch etwas theoretisch, wir werden aber gleich anhand unseres Beispielprogramms in der Praxis sehen, wie es funktioniert.

Der Prozessor ruft „A“

Wir wollen, wie angekündigt, über die Timerprogrammierung unserem AVR einen Ton entlocken. Dabei ist zunächst zu betrachten, wie eine Tonfrequenz prinzipiell entsteht. Sie ist vereinfacht als Folge von High-Low-Wechseln eines digitalen Signals zu betrachten. Je höher die Tonfrequenz sein soll, desto dichter müssen die High-Low-Wechsel aufeinander folgen. Ein Zyklus eines Tons besteht jeweils aus zweien dieser Wechsel („Halbwellen“), dies muss man beim späteren Berechnen der so genannten Wartezeit beachten.

Wir wollen dazu ein Beispiel des myAVR-Lehrgangs betrachten, das sich zum Ziel stellt, den Kammerton „A“ mit einer Frequenz von 440 Hz aus der Taktfrequenz des Controllers via Timersteuerung und Interruptauswertung des Timers zu erzeugen und mittels des kleinen Lautsprechers auf dem myAVR-Board auszugeben.

Für die Signalausgabe ist es also nötig, einen High-Low-Signalwechsel per Timer-Overflow-Interrupt zu erzeugen. Dazu gibt es zunächst etwas Rechenarbeit. Die Zykluszeit des 440-Hz-Signals beträgt zunächst 1/440 s, also 2,28 ms. Für zwei „Halbwellen“ sind dies 1/880 s, also 1,14 ms. Dies ist die so genannte Wartezeit von einer zur nächsten Halbwelle, die vom Zähler zu generieren ist. Bei der Taktfrequenz des AVR von 3,6864 MHz entspricht diese Wartezeit etwa 4189 Taktzyklen des Systemtakts (ca. 0,24 µs).

Um nun aus diesem Systemtakt 440 Hz zu erzeugen, ist mittels der Möglichkeiten, die der Vorteiler des Zählers und der Zähler selbst bieten, der Systemtakt herabzuteilen. Dabei muss beachtet werden, dass der Vorteiler-Faktor so zu wählen ist, dass die gewünschte Wartezeit im 8-Bit-Zählbereich des Zählers von 1 bis 255 liegt. Die Wartezyklen werden dann bei jedem Interrupt des Timers als Differenz zu 255 in den Zähler geladen. Eine Re-Initialisierung bei diesem Differenzwert bewirkt, dass die Zyklen bis zum nächsten Nulldurchlauf wieder herabgezählt werden.

Bei der relativ geringen Auflösung unseres 8-Bit-Zählers und der ganzzahligen Teilung wird nicht jede gewünschte Frequenz exakt erreicht werden, so auch unsere 440 Hz. Denn wenn wir die Taktzyklen exakt durch die Vorteiler-Faktoren teilen, ergeben sich immer Nachkommastellen, die mit dem ganzzahligen Zähler nicht zu realisieren sind. Wir vernachlässigen jedoch hier die geringe Abweichung, die unter einem Prozent liegt.

Wir teilen also die o. g. 4189 Taktzyklen durch 64, 256 und 1024 und erhalten als nächstliegende ganze Zählerwerte entsprechend 65, 16 und 4. Rechnen wir zurück:

$$64 \times 65 = 4160$$

$$256 \times 16 = 4096$$

$$1024 \times 4 = 4096$$

4160 liegt dem Ziel 4189 am nächsten, also wählen wir die Kombination: Vorteiler 64, und Re-Initialisierungswert 190 (255 - 65).

Auf diese Weise kann man nahezu jede beliebige Frequenz bis herauf zur Taktfrequenz (dann ist der Vorteiler über das Register TCCR0 abzuschalten) erzeugen. Nachdem wir nun alle benötigten Voraussetzungen besprochen haben, was zeigt, wie man eine zu lösende Aufgabe vorab durchdenken muss, können wir nun an das Schreiben des Programms gehen.

Das Programm

Im Quellcode (Abbildung 39) sehen wir zunächst den Zeiger in der Vektortabelle,

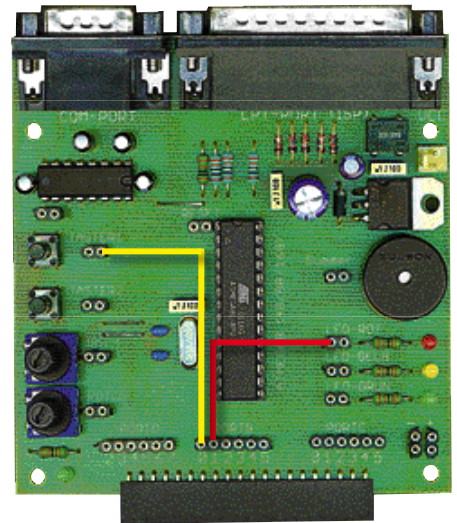


Bild 40: Die Verdrahtung des myAVR-Boards

```

1 // AVR-Board, Timer0 für 440-Hz-Ton
2 //
3 // Hardware:
4 // - AVR-Board
5 // - Lautsprecher
6 // - 10k-Ohm-Widerstand
7 // - 1µF-Kondensator
8 // - 1k-Ohm-Widerstand
9 // - 1k-Ohm-Widerstand
10 //
11 // Software:
12 // - AVR-Board
13 // - Lautsprecher
14 // - 10k-Ohm-Widerstand
15 // - 1µF-Kondensator
16 // - 1k-Ohm-Widerstand
17 // - 1k-Ohm-Widerstand
18 //
19 //
20 //
21 //
22 //
23 //
24 //
25 //
26 //
27 //
28 //
29 //
30 //
31 //
32 //
33 //
34 //
35 //
36 //
37 //
38 //
39 //
40 //
41 //
42 //
43 //
44 //
45 //
46 //
47 //
48 //
49 //
50 //
51 //
52 //
53 //
54 //
55 //
56 //
57 //
58 //
59 //
60 //
61 //
62 //
63 //
64 //
65 //
66 //
67 //
68 //
69 //
70 //
71 //
72 //
73 //
74 //
75 //
76 //
77 //
78 //
79 //
80 //
81 //
82 //
83 //
84 //
85 //
86 //
87 //
88 //
89 //
90 //
91 //
92 //
93 //
94 //
95 //
96 //
97 //
98 //
99 //
100 //
101 //
102 //
103 //
104 //
105 //
106 //
107 //
108 //
109 //
110 //
111 //
112 //
113 //
114 //
115 //
116 //
117 //
118 //
119 //
120 //
121 //
122 //
123 //
124 //
125 //
126 //
127 //
128 //
129 //
130 //
131 //
132 //
133 //
134 //
135 //
136 //
137 //
138 //
139 //
140 //
141 //
142 //
143 //
144 //
145 //
146 //
147 //
148 //
149 //
150 //
151 //
152 //
153 //
154 //
155 //
156 //
157 //
158 //
159 //
160 //
161 //
162 //
163 //
164 //
165 //
166 //
167 //
168 //
169 //
170 //
171 //
172 //
173 //
174 //
175 //
176 //
177 //
178 //
179 //
180 //
181 //
182 //
183 //
184 //
185 //
186 //
187 //
188 //
189 //
190 //
191 //
192 //
193 //
194 //
195 //
196 //
197 //
198 //
199 //
200 //
201 //
202 //
203 //
204 //
205 //
206 //
207 //
208 //
209 //
210 //
211 //
212 //
213 //
214 //
215 //
216 //
217 //
218 //
219 //
220 //
221 //
222 //
223 //
224 //
225 //
226 //
227 //
228 //
229 //
230 //
231 //
232 //
233 //
234 //
235 //
236 //
237 //
238 //
239 //
240 //
241 //
242 //
243 //
244 //
245 //
246 //
247 //
248 //
249 //
250 //
251 //
252 //
253 //
254 //
255 //
256 //
257 //
258 //
259 //
260 //
261 //
262 //
263 //
264 //
265 //
266 //
267 //
268 //
269 //
270 //
271 //
272 //
273 //
274 //
275 //
276 //
277 //
278 //
279 //
280 //
281 //
282 //
283 //
284 //
285 //
286 //
287 //
288 //
289 //
290 //
291 //
292 //
293 //
294 //
295 //
296 //
297 //
298 //
299 //
300 //
301 //
302 //
303 //
304 //
305 //
306 //
307 //
308 //
309 //
310 //
311 //
312 //
313 //
314 //
315 //
316 //
317 //
318 //
319 //
320 //
321 //
322 //
323 //
324 //
325 //
326 //
327 //
328 //
329 //
330 //
331 //
332 //
333 //
334 //
335 //
336 //
337 //
338 //
339 //
340 //
341 //
342 //
343 //
344 //
345 //
346 //
347 //
348 //
349 //
350 //
351 //
352 //
353 //
354 //
355 //
356 //
357 //
358 //
359 //
360 //
361 //
362 //
363 //
364 //
365 //
366 //
367 //
368 //
369 //
370 //
371 //
372 //
373 //
374 //
375 //
376 //
377 //
378 //
379 //
380 //
381 //
382 //
383 //
384 //
385 //
386 //
387 //
388 //
389 //
390 //
391 //
392 //
393 //
394 //
395 //
396 //
397 //
398 //
399 //
400 //
401 //
402 //
403 //
404 //
405 //
406 //
407 //
408 //
409 //
410 //
411 //
412 //
413 //
414 //
415 //
416 //
417 //
418 //
419 //
420 //
421 //
422 //
423 //
424 //
425 //
426 //
427 //
428 //
429 //
430 //
431 //
432 //
433 //
434 //
435 //
436 //
437 //
438 //
439 //
440 //
441 //
442 //
443 //
444 //
445 //
446 //
447 //
448 //
449 //
450 //
451 //
452 //
453 //
454 //
455 //
456 //
457 //
458 //
459 //
460 //
461 //
462 //
463 //
464 //
465 //
466 //
467 //
468 //
469 //
470 //
471 //
472 //
473 //
474 //
475 //
476 //
477 //
478 //
479 //
480 //
481 //
482 //
483 //
484 //
485 //
486 //
487 //
488 //
489 //
490 //
491 //
492 //
493 //
494 //
495 //
496 //
497 //
498 //
499 //
500 //
501 //
502 //
503 //
504 //
505 //
506 //
507 //
508 //
509 //
510 //
511 //
512 //
513 //
514 //
515 //
516 //
517 //
518 //
519 //
520 //
521 //
522 //
523 //
524 //
525 //
526 //
527 //
528 //
529 //
530 //
531 //
532 //
533 //
534 //
535 //
536 //
537 //
538 //
539 //
540 //
541 //
542 //
543 //
544 //
545 //
546 //
547 //
548 //
549 //
550 //
551 //
552 //
553 //
554 //
555 //
556 //
557 //
558 //
559 //
560 //
561 //
562 //
563 //
564 //
565 //
566 //
567 //
568 //
569 //
570 //
571 //
572 //
573 //
574 //
575 //
576 //
577 //
578 //
579 //
580 //
581 //
582 //
583 //
584 //
585 //
586 //
587 //
588 //
589 //
590 //
591 //
592 //
593 //
594 //
595 //
596 //
597 //
598 //
599 //
600 //
601 //
602 //
603 //
604 //
605 //
606 //
607 //
608 //
609 //
610 //
611 //
612 //
613 //
614 //
615 //
616 //
617 //
618 //
619 //
620 //
621 //
622 //
623 //
624 //
625 //
626 //
627 //
628 //
629 //
630 //
631 //
632 //
633 //
634 //
635 //
636 //
637 //
638 //
639 //
640 //
641 //
642 //
643 //
644 //
645 //
646 //
647 //
648 //
649 //
650 //
651 //
652 //
653 //
654 //
655 //
656 //
657 //
658 //
659 //
660 //
661 //
662 //
663 //
664 //
665 //
666 //
667 //
668 //
669 //
670 //
671 //
672 //
673 //
674 //
675 //
676 //
677 //
678 //
679 //
680 //
681 //
682 //
683 //
684 //
685 //
686 //
687 //
688 //
689 //
690 //
691 //
692 //
693 //
694 //
695 //
696 //
697 //
698 //
699 //
700 //
701 //
702 //
703 //
704 //
705 //
706 //
707 //
708 //
709 //
710 //
711 //
712 //
713 //
714 //
715 //
716 //
717 //
718 //
719 //
720 //
721 //
722 //
723 //
724 //
725 //
726 //
727 //
728 //
729 //
730 //
731 //
732 //
733 //
734 //
735 //
736 //
737 //
738 //
739 //
740 //
741 //
742 //
743 //
744 //
745 //
746 //
747 //
748 //
749 //
750 //
751 //
752 //
753 //
754 //
755 //
756 //
757 //
758 //
759 //
760 //
761 //
762 //
763 //
764 //
765 //
766 //
767 //
768 //
769 //
770 //
771 //
772 //
773 //
774 //
775 //
776 //
777 //
778 //
779 //
780 //
781 //
782 //
783 //
784 //
785 //
786 //
787 //
788 //
789 //
790 //
791 //
792 //
793 //
794 //
795 //
796 //
797 //
798 //
799 //
800 //
801 //
802 //
803 //
804 //
805 //
806 //
807 //
808 //
809 //
810 //
811 //
812 //
813 //
814 //
815 //
816 //
817 //
818 //
819 //
820 //
821 //
822 //
823 //
824 //
825 //
826 //
827 //
828 //
829 //
830 //
831 //
832 //
833 //
834 //
835 //
836 //
837 //
838 //
839 //
840 //
841 //
842 //
843 //
844 //
845 //
846 //
847 //
848 //
849 //
850 //
851 //
852 //
853 //
854 //
855 //
856 //
857 //
858 //
859 //
860 //
861 //
862 //
863 //
864 //
865 //
866 //
867 //
868 //
869 //
870 //
871 //
872 //
873 //
874 //
875 //
876 //
877 //
878 //
879 //
880 //
881 //
882 //
883 //
884 //
885 //
886 //
887 //
888 //
889 //
890 //
891 //
892 //
893 //
894 //
895 //
896 //
897 //
898 //
899 //
900 //
901 //
902 //
903 //
904 //
905 //
906 //
907 //
908 //
909 //
910 //
911 //
912 //
913 //
914 //
915 //
916 //
917 //
918 //
919 //
920 //
921 //
922 //
923 //
924 //
925 //
926 //
927 //
928 //
929 //
930 //
931 //
932 //
933 //
934 //
935 //
936 //
937 //
938 //
939 //
940 //
941 //
942 //
943 //
944 //
945 //
946 //
947 //
948 //
949 //
950 //
951 //
952 //
953 //
954 //
955 //
956 //
957 //
958 //
959 //
960 //
961 //
962 //
963 //
964 //
965 //
966 //
967 //
968 //
969 //
970 //
971 //
972 //
973 //
974 //
975 //
976 //
977 //
978 //
979 //
980 //
981 //
982 //
983 //
984 //
985 //
986 //
987 //
988 //
989 //
990 //
991 //
992 //
993 //
994 //
995 //
996 //
997 //
998 //
999 //
1000 //

```

Bild 39: Der Quellcode für die Tonerzeugung via Timer-Interrupt-Steuerung

der den Interrupt durch Overflow von Zähler 0 auslöst.

Das Hauptprogramm beginnt, wie bekannt, mit der Initialisierung, wobei hier Port B als Ausgang für den Anschluss des Signalgebers und der LED festgelegt wird.

Dem folgen die Festlegung des Teilerfaktors 64 laut TCCR0-Tabelle aus Abbildung 37 sowie die Konfiguration des Timer Interrupt Mask Registers (Interrupt erlauben).

In der nach der Interrupt-Auslösung aufgerufenen Interrupt-Service-Routine „onTC0“ finden wir einen neuen Befehl: com – das Einerkomplement. Der bedeutet

hier, dass mit dem Interrupt ein Signalwechsel an Port B stattfindet und so ein Ton ausgegeben wird (Einerkomplement: jede Zahl wird durch ihr Gegenteil ersetzt, also 0 wird 1 und die 1 wird 0).

Beispiel:
 Zahl 00010011 (19)
 Einer-Komplement 11101100 (236)
 Additionsergebnis 11111111 (255)

Als Re-Init-Wert finden wir zum Rückstellen des Zählers unseren berechneten Wert 190 vor.

Danach werden die allgemeinen Interrupts wieder freigegeben und es erfolgt der Rücksprung ins Hauptprogramm.

Als Ergebnis wird man nun nach

Compilieren, Linken und Brennen den Kammerton A aus dem Signalgeber des myAVR-Boards vernehmen. Die Abweichung lag tatsächlich unter 1 %, wir haben 437 Hz gemessen. Abbildung 40 zeigt die Verdrahtung. Die ebenfalls mit verdrahtete LED zeigt die hohe Frequenz für das Auge mit Dauerleuchten an und dient als optische Anzeige für Variationen des Timings.

Experimente mit 16 Bit

Neugierig geworden, kann man nun mit den Rechenwerten experimentieren und so sicherer in der Handhabung der Optionen werden, die der Timer bietet.

Dabei wird man früher oder später die Möglichkeiten des 16-Bit-Timers ausprobieren wollen. Der hat bekanntlich einen Zählbereich bis 65.535. Das wollen wir gleich testen und stellen dem Controller im Prinzip die gleiche Aufgabe wie vorher, allerdings soll nun die LED mit 5 Hz deutlich sichtbar blinken. Ergo ergibt sich die Wartezeit bei 3,6864 MHz Takt mit 368.640 Zyklen, da ja wieder beide „Halbwellen“ zu berücksichtigen sind, der Takt also durch 10 zu teilen ist. Teilen wir diese Zyklenzahl durch 1024, so ergibt sich der Zählerwert von 360 – für Timer 1 kein Problem, und zurückgerechnet ergibt sich genau der Wert der Wartezeit. In bewährter Manier ziehen wir diese 360 von 65.535 ab und erhalten einen Re-Init-Wert von 65.175.

Jetzt ergibt sich ein Problem. Der 16-Bit-Wert passt nicht zur 8-Bit-Busstruktur des Controllers, wir könnten also die sich ergebende 16-stellige Binärzahl nicht als Re-Init-Wert in der ISR eintragen.

Das Datenblatt des ATmega8 gibt auf Seite 79 Aufschluss über die Lösung – man teilt die Zahl in zwei Bytes auf, das so genannte Low-Byte und das High-Byte, schreibt die beiden Bytes in ein Register-Paar und liest sie dann nacheinander wieder aus.

Also trägt man den Hex-Zahlenwert von 65.175, FE97, entsprechend in zwei Register ein, gefolgt von den entsprechenden Out-Befehlen. Nicht vergessen, den Eintrag in der Vektortabelle entsprechend zu modifizieren, wir nutzen nun den Timer 1 und dessen Overflow-Meldung als Interruptquelle!

Das Ergebnis ist im Listing in Abbildung 41 zu sehen. Die Verdrahtung ist identisch mit der in Abbildung 40.

Das soll es zunächst zu den Timern gewesen sein. Im Schulungsmaterial zu myAVR finden Sie noch mehrere weitere Nutzungsbeispiele, darunter auch eine ausführliche Erklärung zur Nutzung der PWM-Funktion des Timers.

In der nächsten Folge geht es um die Kommunikation mit dem PC über die serielle Schnittstelle – wir lernen die UART kennen.

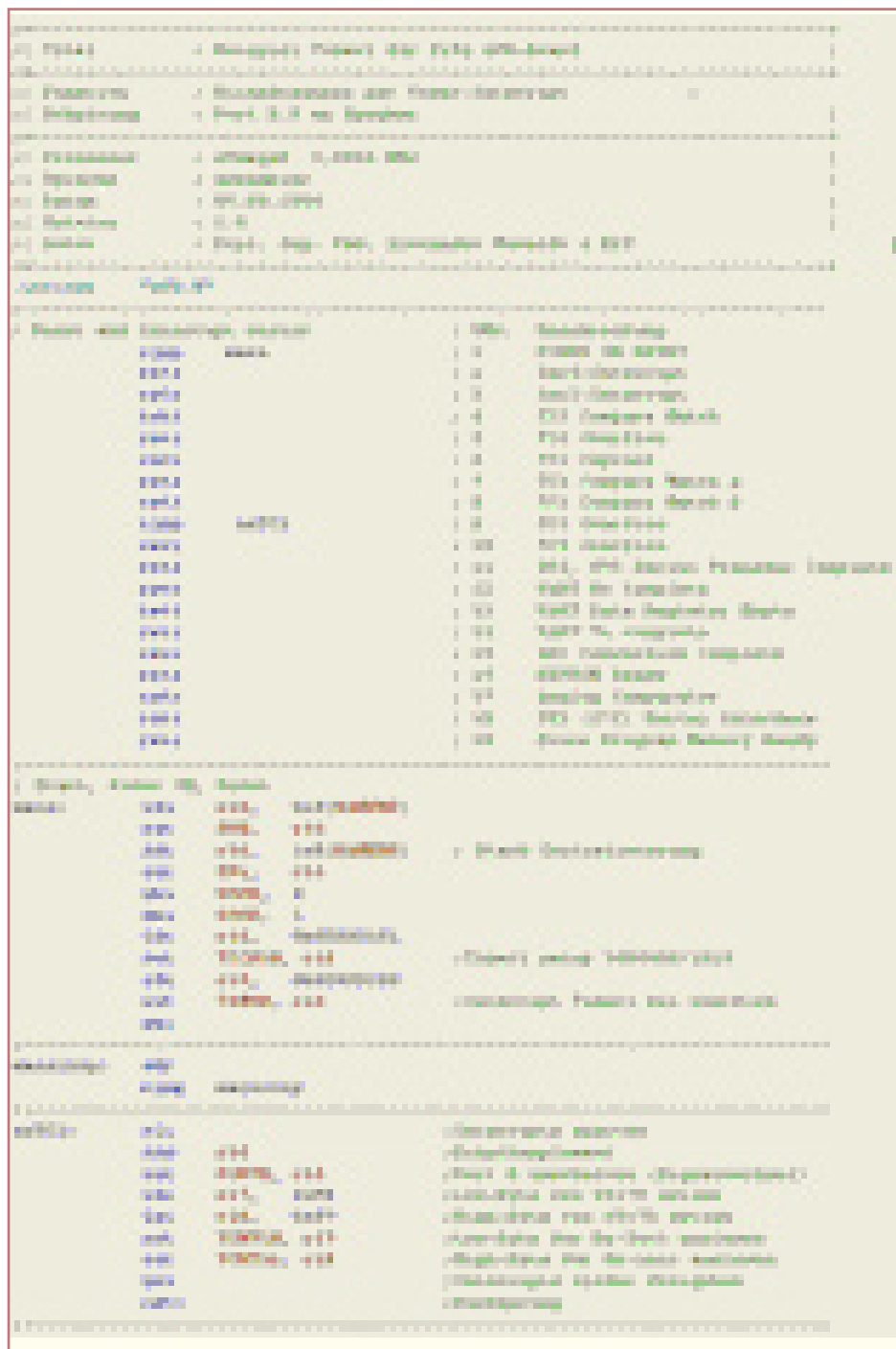


Bild 41: Der Quellcode für die Erzeugung des 5-Hz-Blinkimpulses





Wohnkomfort selbst gemacht! Leserwettbewerb: Ihre FS20-Anwendungen

Moderne Haustechnik entlastet uns nicht nur von Routinetätigkeiten, sie dient der Sicherheit genauso wie dem hoch aktuellen Thema Energiesparen. All dies kann man unter dem Begriff „Wohnkomfort durch Haustechnik“ zusammenfassen. Nach dem Einstieg in der letzten Ausgabe stellen wir hier die erste prämierte Einsendung unseres Leserwettbewerbs vor.

FS20 – Ihre Ideen für alle

„... wir sind gespannt“ – schloss unser Artikel im ersten Teil der Serie. Die Spannung hat sich gelohnt – trotz Urlaubssaison haben uns eine ganze Reihe von Applikationen unserer Leser erreicht. Eine stellen wir hier gleich vor, andere folgen in den nächsten Ausgaben.

Zunächst einmal vielen Dank an alle Einsender!

Guck mal, ob es schneit!

Die von uns dieses Mal ausgewählte Lesereinsendung ist eine sehr kreative und

dennoch typische Lösung eines anstehenden Problems, die mit FS20-Fertiggeräten realisiert werden konnte und sicher in der einen oder anderen abgewandelten Form zur Nachahmung anregen kann.

Unser Leser Bernd Sperber aus Usingen hatte die Aufgabe zu lösen, für einen Hausmeisterservice an entfernteren Objekten Fahrten im Rahmen des Winterdienstes und damit Kosten sowie Zeit einzusparen. Es sollte auf einfache Weise festgestellt werden, ob am zu betreuenden Objekt eine Schneeräumung notwendig ist, ohne eine „Rundreise“ mit Personal- und Zeitaufwand durchführen zu müssen.

Echte Schneefallsensoren sind eine recht teure Angelegenheit, da hier ein

aufwändiges Sensorsystem aus geheizten und ungeheizten Elektroden erforderlich ist und zusätzlich eine detaillierte Auswertung von Temperatur und Luftfeuchte am Ort erfolgen muss. Derartige Sensoren werden vor allem in industriellen Freiflächen-Heizanlagen eingesetzt.

Um nun eine Vor-Ort-Begehung zu vermeiden, hat Herr Sperber eine teilautomatisierte Lösung gefunden, die zu den gegebenen Standortbedingungen und der vorhandenen Technik passte. Die endgültige Lösung klingt zunächst einfach: Er lässt durch eine kleine Funk-Kamera am Ort die Situation erfassen. Über einen PC werden die Bilder des betreffenden Grundstücks in das Internet gestellt und der

Wir wollen es wissen – Ihre Anwendungen und Applikationen!

Wir wollen gern wissen, welche eigenen, kreativen Anwendungen und Applikationen Sie mit dem FS20-System realisiert haben – ob mit Standard-Bausteinen oder eingebunden in eigene Applikationen:

Alles, was nicht gegen Gesetze oder Vorschriften, z. B. VDE-Vorschriften, verstößt, ist interessant.

Denn viele Applikationen verhelfen sicher anderen zum Aha-Erlebnis und zur eigenen Lösung.

Schreiben Sie uns, fotografieren Sie Ihre Applikation, berichten Sie uns von Ihren Erfahrungen und Lösungen.

Die interessantesten Anwendungen werden im „ELVjournal“ redaktionell bearbeitet und mit Nennung des Namens vorgestellt. Jede veröffentlichte Anwendung im „ELVjournal“ wird mit einem Warengutschein in Höhe von € 200.- belohnt.

Die Auswahl der Veröffentlichungen wird allein durch die ELV-Redaktion ausschließlich nach Originalität, praktischem Nutzen und realisierter bzw. dokumentierter Ausführung vorgenommen, es besteht kein Anspruch auf Veröffentlichung, auch bei themengleichen Lösungen.

Der Rechtsweg ist ausgeschlossen. Für Ansprüche Dritter, Beschädigung und Verlust der Einsendungen wird keine Haftung übernommen. Alle Rechte an Fotos, Unterlagen usw. müssen beim Einsender liegen.

Die eingesandten Unterlagen und Aufnahmen verbleiben bei der ELV Elektronik AG und können von dieser für Veröffentlichungen und zu Werbezwecken genutzt werden.

Ihre Einsendungen senden Sie per Brief oder Mail mit Stichwort „FS20-Applikation“ an:
ELV Elektronik AG, 26787 Leer bzw. redaktion@elv.de

Hausmeister kann sich zu jeder Zeit (dazu gehört natürlich auch eine Beleuchtung am Ort des Geschehens) von jedem Ort aus vom Zustand des Geländes überzeugen.

Bequeme Abfrage per Internet

Damit der PC, das Außenlicht und die Kamera nicht ständig laufen müssen (kostet Strom, Lebensdauer und Telefongebühren), wird das System über einen Telefonanruf gestartet, sendet das aufgenommene Bild in das Internet und schaltet sich anschließend zeitgesteuert wieder aus. Der gesamte Vorgang dauert weniger als zwei Minuten und kostet nur wenige Cent an Telefon- bzw. Internet-Gebühren.

Die Information kann durch den Einsatz der Telefon-Fernsteuerung FS20 TS auch mehrmals und zu unterschiedlichen Zeiten ausgelöst werden. Die Einsichtnahme in die Gegebenheiten kann von jedem beliebigen Standort mit Internet-Zugang erfolgen und erfordert beim Anwender keine Spezialkenntnisse.

Durch die Verwendung „ausgedienter“ PC-Hardware und preiswerter Shareware sind hier nur noch eine Funk-Kamera nebst zugehörigem Empfänger, eine Framegrabber-Karte (kann sogar entfallen, sofern der eingesetzte Rechner USB bzw. ein USB-fähiges Betriebssystem hat und wenn man eine USB-Funk-Kamera einsetzt, zudem ist hier oftmals eine komfortable Software dabei, d. Red.) sowie einige FS20-Komponenten erforderlich. Herr Sperber beziffert den erforderlichen Gesamtaufwand auf unter 300 Euro, die sich bereits in der ersten Wintersaison (das System läuft bei ihm seit 2004) amortisiert haben.

Abbildung 1 zeigt den Aufbau des Systems. Auf einen Anruf hin wird die Telefon-Fernsteuerung FS20 TS aktiviert, steuert per Funk den Funk-Schalter FS20 ST sowie den FS20 SU an. Ersterer schaltet den PC und das Modem ein, Letzterer Kamera und Beleuchtung. Der PC digitalisiert nach dem Hochfahren und dem Autostart der benötigten Programme die von der Funk-Kamera eintreffenden Bilder und stellt diese ins Internet. Danach schaltet sich die gesamte Anordnung wieder automatisch aus.

Die FS20-Komponenten

Als FS20-Komponenten kommen hier zum Einsatz:

- Telefon-Fernsteuerung FS20 TS als Sender
- 4-/8-Kanal-Handsender FS20 S8 zum Programmieren der Zeitschaltfunktionen der Empfänger
- Unterputz-Funk-Schalter FS20 SU zum Einschalten und zeitgesteuerten Ausschalten des Außenlichts und der Kamera
- Funk-Schaltsteckdose FS20 ST zum Einschalten und zeitgesteuerten Ausschalten des PCs und des Modems

Am Einsatzort müssen natürlich ein paar Voraussetzungen erfüllt sein. Dazu gehören ein analoger Telefonanschluss ebenso wie ein zugangssicherer Aufbauort für die Technik innerhalb der üblichen FS20-Reichweite, ein vandalismussicherer Standort mit Stromanschluss für die Kamera und die Beleuchtung. Eine Kabelverbindung zwischen Kamera und PC ist nicht erforderlich, weshalb deren Installationsort tatsächlich nur einen Stromanschluss

erfordert. Das macht die Platzierung entscheidend einfacher, denn man stelle sich den typischen Fall vor: Die Hausmeisterräume sind ja meist im Keller. Hier direkt eine Kamera vor dem Fenster anzubringen, fällt aus Vandalismus-Gesichtspunkten aus. Deshalb ist ein erhöhter Standort mit möglichst wenig sichtbarer bzw. nötiger Verkabelung immer besser. Hier bietet sich automatisch das Dachgeschoss an, wo sich auch meist noch ein Stromanschluss finden lässt. Damit die Überwachung auch nachts erfolgen kann, muss eine Beleuchtung mit geschaltet werden, also ist ein entsprechend leistungsfähiger Funk-Schalter einzusetzen.

Vorteil FS20

Herr Sperber nennt für seine Anwendung eine ganze Reihe von Vorteilen durch den Einsatz des FS20-Systems. So sind die Kosten des gesamten FS20-Systems immer noch geringer als die Verlegung von Kabeln zwischen PC und Funk-Kamera.

Ein weiterer, systembedingter Vorteil ist die Adressierbarkeit der Empfänger, so dass man in der Lage ist, mehrere unterschiedliche Empfänger codiert über nur ein Sendesignal zu aktivieren. Und schließlich muss man durch die in die Empfänger implementierte Zeitsteuerung noch nicht einmal ein zweites Mal anrufen, um das Ganze wieder auszuschalten! Da das Einschalten des Modems naturgemäß erst nach dem Sendebefehl der Telefon-Fernsteuerung an den Funk-Schalter erfolgt, ist kein weiterer Aufwand zur Umschaltung des Telefonanschlusses zwischen Telefon-Fernsteuerung und Modem erforderlich.

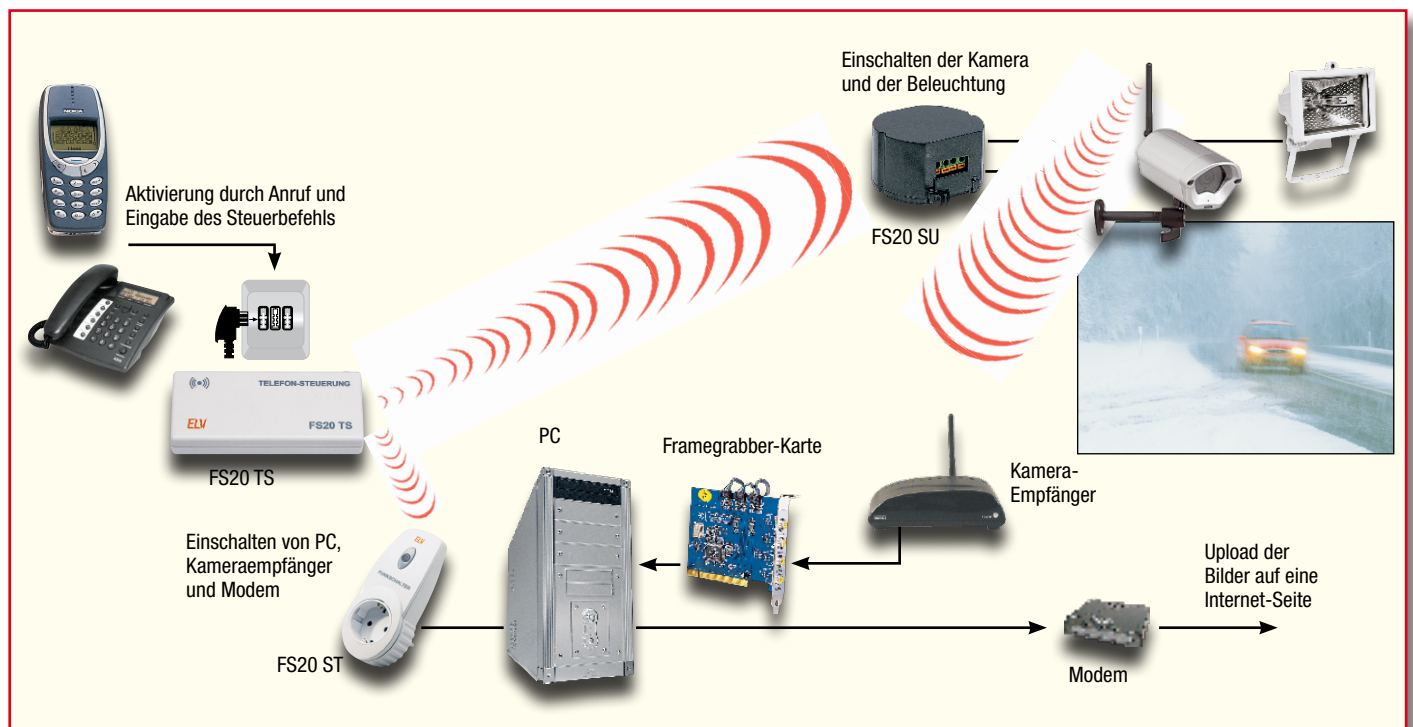


Bild 1: Intelligente Fernüberwachung mit einfachen Mitteln – die WebCam-Lösung von Bernd Sperber



Bild 2: Die typische Applikation der FS20 TS zur Fernsteuerung von bis zu 9 verschiedenen FS20-Empfängern

Sollte der PC einmal „hängenbleiben“, ist dennoch kein erneuter Anruf an die FS20 TS zum Ausschalten des Systems nötig, dafür sorgt die Zeitsteuerung des Funk-Schalters. Man kann also getrost nach 3 Minuten nochmals anrufen, um das System erneut zu starten.

Insgesamt stellt diese Anordnung eine

einfache, aber sehr gut durchdachte Lösung dar, die mit wenigen Mitteln aufzubauen ist und schon einige Jahre zuverlässig funktioniert. Mehr davon, liebe Leser!

Telefon-Fernsteuerung FS20 TS

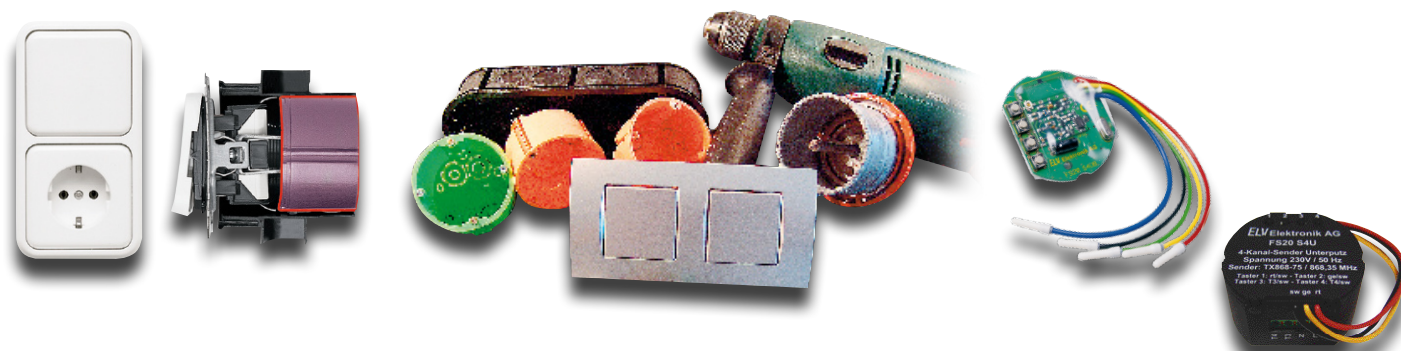
Herr Sperber hat als „Zentrale“ des Systems eine sehr universell und sicher einsetz-

bare FS20-Komponente, die Telefon-Fernsteuerung FS20 TS (Abbildung 2) gewählt. Das batteriebetriebene Gerät wird einfach an eine TAE-Telefonsteckdose angeschlossen und sendet nach Aktivierung durch einen Telefonanruf und der Eingabe eines Schaltbefehls über die Telefontastatur einen Schaltbefehl an beliebige FS20-Sender aus. Neben der FS20-üblichen Hauscode- und Adress-Zuweisung ist die Zuweisung einer bis zu 8-stelligen Geheimzahl ebenso möglich wie eine Anrufverzögerung.

Letztere bewirkt eine Rufannahme erst nach der programmierten Anzahl (bis 15) von Klingeltönen. So kann man erst einmal ausschließen, dass ein versehentlicher kurzer Anruf das Gerät aktiviert. Natürlich kann man auch eine sofortige Rufannahme festlegen, zumal die Auslösung des Schaltbefehls erst erfolgen kann, wenn die gewählte Geheimzahl eingegeben wurde. Die gesamte Programmierung erfolgt über einen einzigen Telefonanruf mit einem MFV-fähigen Telefon.

Auf diese Weise ist die Auslösung eines Schaltbefehls sehr manipulationsicher. Von wo aus man das Gerät anruft, ist egal, Hauptsache, man kann MFV-Töne senden, was bei heutigen Telefonen wohl automatisch gegeben ist. **ELV**

Das FS20-Funk-Steuersystem in der Praxis Teil 2



Nach der Applikationsvorstellung des neuen FS20-Sound-Recorders USB 1 in der letzten Ausgabe zeigen wir im zweiten Teil unserer Serie ein FS20-Installationsbeispiel aus der Praxis – der batteriebetriebene 4-Kanal-Unterputzsender FS20 S4UB wird in einer Schalterkombination installiert und ein passender Bausatz-Empfänger gebaut.

FS20-Installation ganz einfach

In unserem aktuellen Installationsbeispiel wollen wir anhand eines kleinen FS20-Projekts zeigen, wie schnell auch FS20-Komponenten zu installieren sind, die nicht per Plug and Play in Betrieb zu nehmen sind. Als Beispiel haben wir für

eine Lichttaster-Installation in einer Küche den bisher noch nicht im „ELVjournal“ vorgestellten 2-/4-Kanal-Batteriesender FS20 S4UB gewählt. Der erfordert keinerlei Netzanschluss, denn er wird mit einer langlebigen Lithiumzelle betrieben, die einen Betrieb von typisch 10 Jahren ermöglicht. Daher kann dieser Sender ganz einfach auch überall da eingesetzt werden, wo ein

am Stromnetz angeschlossener Schalter zu gefährlich wäre, etwa, wie gesagt, im Nassbereich in Bädern oder Küchen. Außerdem ist eine bequeme Installation von Tastern auch da möglich, wo keine Netzspannung zur Verfügung steht.

Der superkompakte Sender (Abbildung 1) findet in Unterputz-Schalterdosen noch hinter dem Schalter seinen Platz und

kann, wie im Anschlussbild zu sehen, von bis zu vier normalen Installationstastern (oder auch anderen Momentkontakten) angesteuert werden. Der Sender ist für Zweikanal-Betrieb (je ein Tastenpaar für eine Funktion, also z. B. eine Taste für Heraufdimmen, eine für Herabdimmen) oder mit 4 Sendekanälen (Toggle-Betrieb mit 4 Tasten) konfigurierbar. Er kann Schaltbefehle ebenso aussenden wie Dimmbefehle und schließlich auch die Timer-Funktion der FS20-Empfänger ansprechen und programmieren.

Beginnen wir mit der Installation. Was hierfür nötig ist, zeigt Abbildung 2: normale Unterputzdosen, eine Tasterkombination (wir haben hier nur 2 Schaltkanäle genutzt), eine Bohrmaschine und eine passende Bohrkronen für das Setzen der Unterputzdosen. Bei Bedarf ist die hier verwendete Zweier-Tasterkombination mit wenigen Handgriffen auf 4 Taster (2 Doppeltaster) umrüstbar.

Ganz wichtig und in Abbildung 3 zu sehen: zuerst am FS20-Sender den Sicherungstreifen zwischen Batterie und Batteriekontakt entfernen!

Nutzt man wie in unserem Beispiel weniger als 4 Taster-Eingänge, muss jetzt auch die Programmierung und das Anlernen auf die Empfänger erfolgen. Das wird nach der Bedienungsanleitung über die vier Tasten auf der Platine (siehe Abbildung 1) ausgeführt. Setzt man zur Bedienung vier Installationstaster ein, kann eine Programmierung auch jederzeit nach der Installation über diese Taster erfolgen.

Tipp:

Soll dieser Sender nicht der Einzige im Haus bleiben, programmieren Sie einen Hauscode und eine Adressierung, um später keine ungewollten Überschneidungen zu erleben. Außerdem könnte ja auch Ihr Nachbar ein FS20-System betreiben ...

Notieren Sie sich Hauscode und Adressdaten, um sie bei späteren Erweiterungen des Systems zur Hand zu haben! Es wäre unangenehm, wenn man später die gesamte Installation wieder zerlegen muss, um eine neue Codierung vornehmen zu können.

Dass der Sender tatsächlich hinter den Installationstaster passt, kann man beim „Probesitzen“, in Abbildung 4 und 5 zu sehen, gut erkennen. Man muss ihn allerdings so einlegen, dass nicht versehentlich, etwa durch eine Leitungsader, eine oder mehrere interne Tasten blockiert (gedrückt) werden. Deshalb ist ein „Probesitzen“, wie hier gezeigt, inklusive Funktionstest, sehr nützlich.

Doch zurück zur eigentlichen Installation. Nach dem Setzen der Dosenlöcher (Abbildung 6) werden die Schalterdosen eingesetzt (Abbildung 7), dann der Sender. Dieser wird mit den Tastern verkabelt. In Abbildung 8 ist (zur besseren Ansicht im

herausgenommenen Zustand) zu sehen, wie einfach dies bei modernen Steckklemmen geht. Die Taster-Anschlüsse dürfen nicht gekürzt werden. Ist ein Verlängerer nötig, kann man dies problemlos mit Schraub- oder Dosenklemmen tun. Nicht benötigte Taster-Anschlüsse sind unbedingt zu isolieren, dazu sind ab Werk die weißen Isolierkappen aufgesetzt.

Nach dem Einsetzen der Taster-Einsätze sowie des Abdeckrahmens (Abbildung 9) und der Taster-Abdeckungen (Abbildung 10) ist die Montage bereits abgeschlossen. Von außen sieht man der Tasterkombination nun nicht mehr an, was in ihr steckt (Abbildung 11). Unsere Kombination fand in einer Küche ihren Einsatz – da kann man jetzt auch schon mal mit nassen Händen das Licht schalten ...

FS20 S4U – netzbetriebenes Pendant

Hat man am Installationsstandort für den Tastersender Netzspannung zur Verfügung, etwa durch eine ebenfalls hier installierte Netzsteckdose, kann man auch das netzgespeiste Pendant zum FS20 S4UB einsetzen (Abbildung 12). Der Sender passt mit nur 32 mm Tiefe immer noch hinter einem Installationstaster in eine tiefe Schalterdose.

Die Tasterbeschaltung und auch die Programmierung via externen bzw. internen Tastern entspricht dem batteriebetriebenen Bruder des Senders. Allerdings ist hier strikt zu beachten, dass die Installation nur durch Personen ausgeführt werden darf, die hierzu ausgebildet und befugt sind, da es sich immerhin um einen Anschluss an 230 V Netzspannung handelt.

Insofern ist der Batteriesender eine sichere und für wirklich jeden installierbare Alternative, während die netzbetriebene Version dem Elektrofachmann vorbehalten bleibt.

Empfänger? Alles möglich bis hin zum Eigenbau

Als Empfänger sind natürlich alle Fertigergeräte und Bausätze des FS20-Programms einsetzbar, insbesondere dann, wenn auf der 230-V-Seite geschaltet werden soll. Wer allerdings auch gern zwischendurch einmal zum LötKolben greifen möchte, dem schlagen wir einen zu unserer Zweikanal-Sendervariante passenden Zweikanal-Eigenbau-Empfänger vor.

In unserem Einbaubeispiel waren die üblichen 12-V-Halogen-Einbauleuchten und einige LED-Stripes zu schalten. Das erlaubt es, einen sehr schnell realisierbaren Eigenbau-Empfänger für Kleinspannungsbetrieb einzusetzen. Der basiert, wie in Abbildung 13 zu sehen ist, auf der FS20-Empfängerbaugruppe FS20 SM4, einem kleinen 4-Kanal-Empfänger, der zusätzlich auch das direkte Schalten der angeschlossenen

Lasten am Ort erlaubt und mit 4 LEDs eine Statusmeldung zum Zustand des jeweiligen Schaltausgangs abgibt. Die Ausgänge sind als Open-Collector-Transistorschalter ausgeführt und können jeweils bis zu 92 V und 100 mA schalten. Das reicht also bequem aus, um ein Relais zu schalten. Dieses wiederum schaltet direkt die mit 12 V betriebenen Lampen und LED-Stripes. Ein Schalten von 230-V-Lasten ist beim hier gewählten Aufbau auf einer Lochraster-Platine nicht zulässig!

Um die für den Betrieb des FS20 SM4 inklusive Relais erforderliche Betriebsspannung bereitzustellen, haben wir einen weiteren kleinen ELV-Bausatz eingesetzt, die Universal-Spannungsregler-Platine. Diese ist an sich nicht unbedingt nötig, erlaubt aber den Anschluss der unterschiedlichsten Spannungsquellen vom

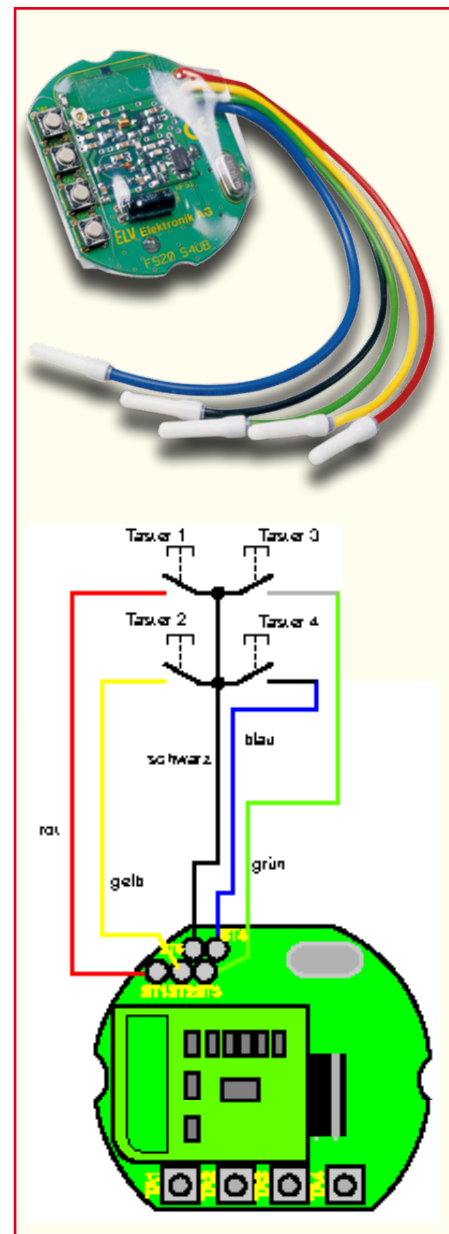


Bild 1: Die Beschaltung des FS20 S4UB. Unten sieht man gut die vier internen Programmierertaster.

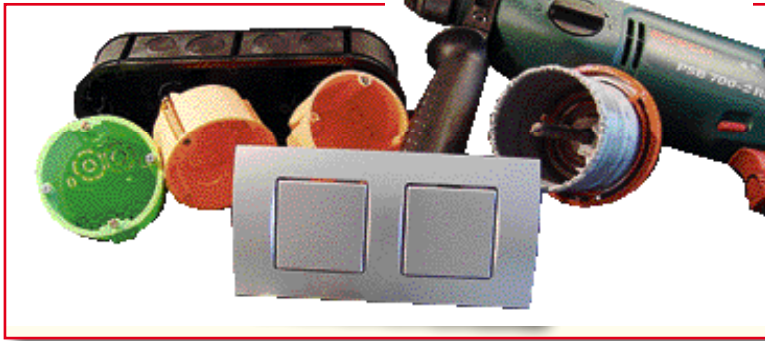


Bild 2: Neben dem kompakten Sender benötigt man nur Standardmaterialien aus der Installationstechnik und entsprechendes Bohrwerkzeug

Wechselspannung liefernden Klingeltrafo bis zum einfachen, unstabilierten Gleichspannungs-Steckernetzteil und hält so alle Möglichkeiten offen. Für die Dimensionierung von Eingangsspannung und Spannungsregler gelten die zum Bausatz gemachten Ausführungen. Versorgt man die Relais mit der stabilisierten Spannung, so ist man bei der Wahl der Eingangsspannung in weiten Grenzen unabhängig von der erforderlichen Relaisspannung. Hier ist dann nur noch der zum Relais in der Ausgangsspannung passende Spannungsregler (ab 6 V, da das Empfangsmodul mindestens 5 V benötigt) einzusetzen.

Der Aufbau des gesamten Empfängers auf einer Lochrasterplatine ist schnell realisiert, es bleibt sogar noch genug Platz für die Erweiterung auf vier Kanäle. Aufkeinen Fall darf man die Freilaufdioden an den Relais vergessen, die hohe Abschaltspannung der Relais kann sonst ohne Weiteres die Schalttransistoren zerstören.

Entfernen des Batterielabels



Bild 3: Das Entfernen des Batterie-Sicherungsstreifens

Testweise Montage

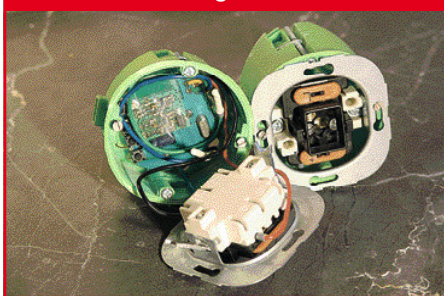


Bild 4: Beim probeweisen Zusammenbau gut zu sehen: Der Sender passt bequem hinter den Taster.

Die Verkabelung erfolgt solide über Schraubklemmen, und das Ganze kann in ein unauffälliges Kunststoff-Installationsgehäuse eingebaut werden.

Noch abschließend ein Hinweis zum Halogen- bzw. LED-Netzgerät: Auch hier

Funktionstest/Programmierung



Bild 5: So testweise montiert, kann bequem ein Funktionstest ausgeführt werden.

Wandlöcher setzen



Bild 6: Mit der Bohrkrone bzw. Lochkreissäge setzt man die Wandlöcher und arbeitet ein Verbindungsloch zwischen den Löchern ein. Alternativ kann man auch eine Mehrfachdose (siehe Bild 2) einsetzen.

Schalterdosen einsetzen

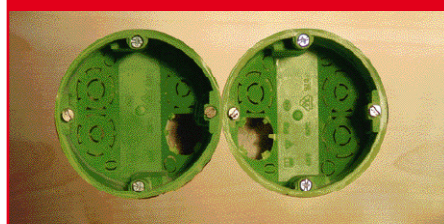


Bild 7: Die Schalterdosen werden eingesetzt. Nicht die Durchbrüche für die Verbindungsleitungen vergessen!

Verdrahten

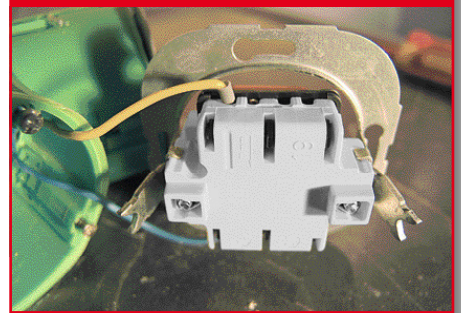


Bild 8: Die Verdrahtung ist dank Steckklemmen und konfektionierter Anschlussleitungen einfach.

Einsatz/Abdeckrahmen montieren

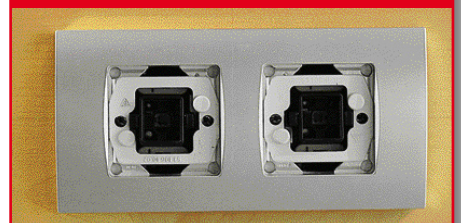


Bild 9: Das Einsetzen von Taster-Einsatz, Abdeckrahmen und Halter erfolgt wie beim normalen Schaltereinbau.

Taster-Abdeckungen aufsetzen



Bild 10: Mit dem Aufsetzen der Taster-Abdeckungen ist die Montage abgeschlossen.

Perfekt und unauffällig



Bild 11: Man sieht ihr das Innenleben nicht an – unsere fertige Batterie-Funksender-Kombination für den Einsatz im Nassbereich der Küche. Achtung, diese Installation ist nicht spritzwassergeschützt, aber ungefährlich für das Bedienen mit nassen Händen.

ist ein Elektrofachmann für den Netzanschluss hinzuzuziehen. Oder man greift zum anschlussfertig konfektionierten Exemplar, das nur noch auf der ungefährlichen 12-V-Seite zu beschalten ist. **ELV**

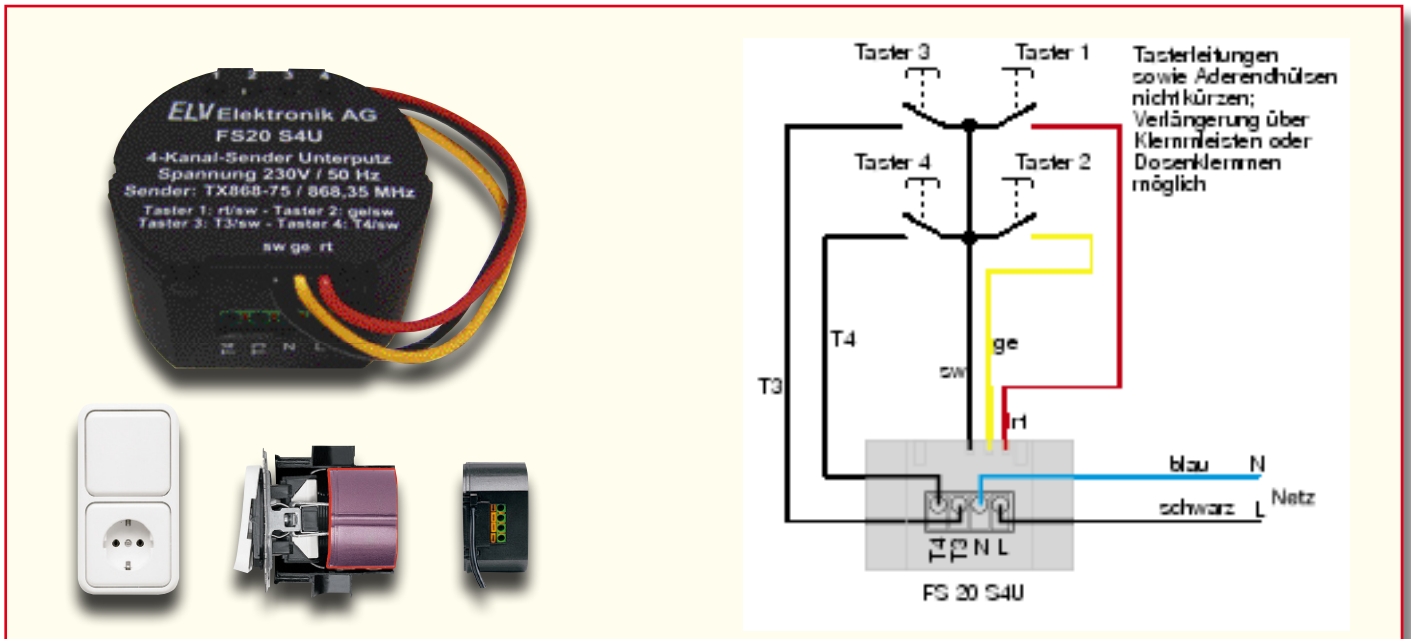


Bild 12: Das netzbetriebene Pendant zum FS20 S4UB ist der FS20 S4U, der in eine tiefe Installationsdose noch hinter einen Taster passt.

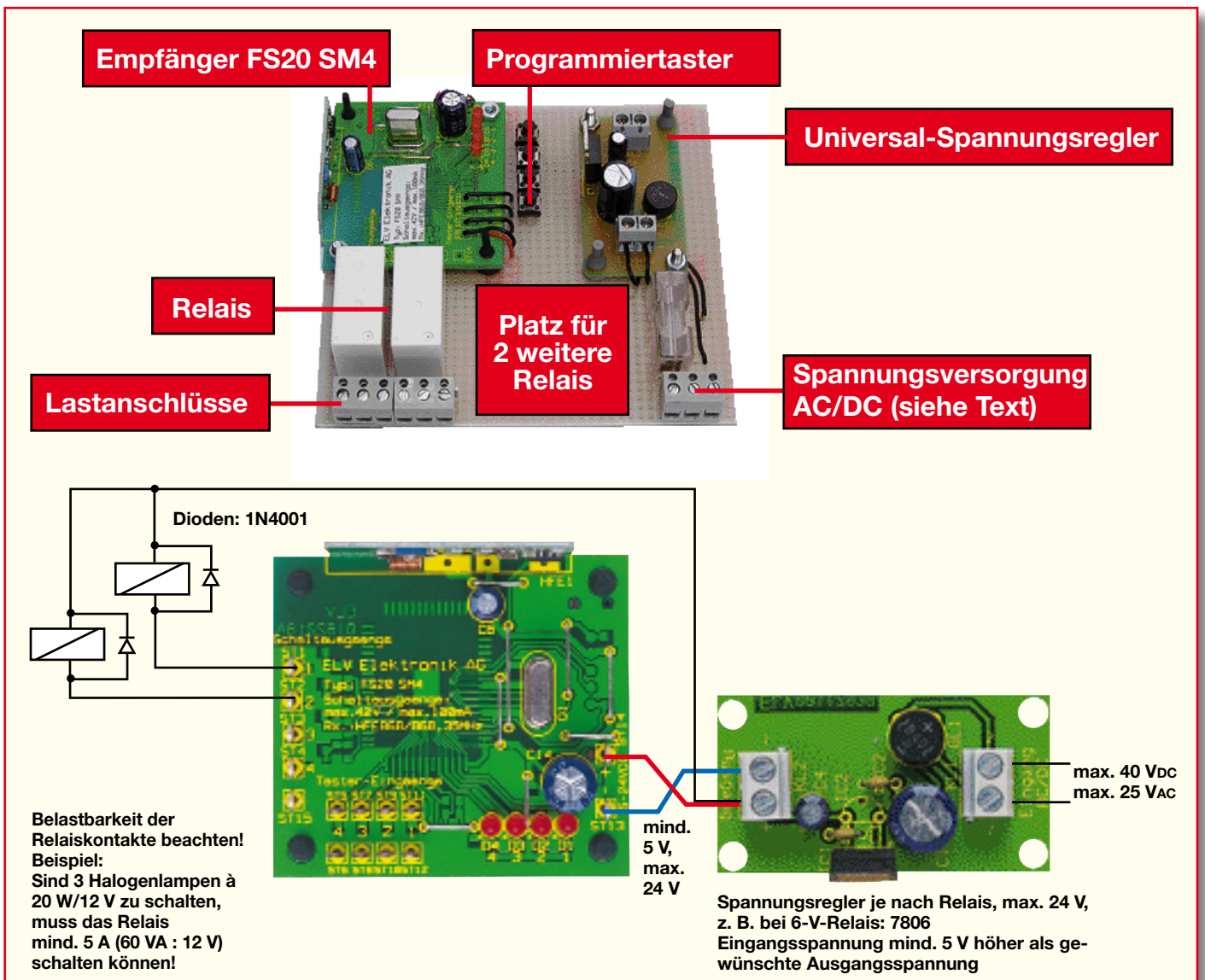


Bild 13: Der Eigenbau-2-Kanal-Empfänger mit universell einsetzbarer Spannungsversorgung.

Schwerpunkt-Projekte

WS 300 PC

In der Rubrik „Almost Ready to Run“-Bausätze stellen wir die Funk-Wetterstation WS 300 PC vor. Sie bildet die Schnittstelle zwischen den Funk-Wettersensoren KS 300/ASH 2200 und einem PC. Die WS 300 PC empfängt die Daten dieser Sensoren und speichert bis zu 3200 Datensätze. Das Auslesen der Daten erfolgt über eine USB-Schnittstelle, über die auch die Konfiguration des Gerätes vorgenommen wird. Die zugehörige PC-Software liest die erfassten Daten aus, stellt diese in verschiedenen Modi dar und ermöglicht die detaillierte Auswertung und Archivierung.



zur Bedienung des EM 1010 PC.

FS20-PIR-Melder mit Helligkeitsregelung
Der neue FS20 PIRI-HR vereint die Funktionalität eines Innenraum-PIR-Melders mit einer Helligkeitsregelung. Über das integrierte Passiv-Infrarot-Melder-Teil detektiert das Gerät Bewegungen, über die integrierte Helligkeitsregelung wird gleichzeitig die aktuelle Raumhelligkeit gemessen. Anhand dieser Daten entscheidet der PIR-Melder, ob es notwendig ist, das Licht einzuschalten, und wenn ja, auf welcher Helligkeitsstufe der Dimmer angesteuert werden muss, um die einmalig programmierte Raumhelligkeit zu erreichen. Der FS20 PIRI-HR, kombiniert mit einem FS20-Dimmer, schaltet so das Licht bedarfsgerecht ein und hält anschließend die Raumhelligkeit konstant.

Hutschienenmodul HS485 IO127, Teil 2

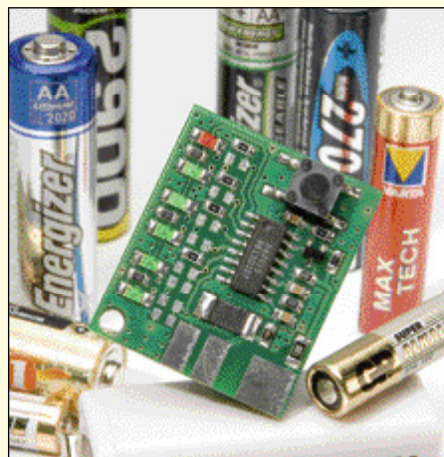
Als weitere Komponente unseres Hausschalt-systems HS485 haben wir in diesem Heft das Hutschienenmodul HS485 IO127 vorgestellt. Mit diesem Gerät können bis zu sieben Aktoren über den Bus oder über die Eingänge des Moduls angesprochen werden. Jedem Aktor kann man dabei unterschiedliche Timerfunktionen zuordnen. An die 12 digitalen Eingänge können neben Tastern auch Schalter angeschlossen werden. Im zweiten Teil des Artikels wird der Schaltungsaufbau und die Inbetriebnahme des



Moduls beschrieben.
LiPo-Protector LPP4

Der LiPo-Protector sorgt während des Ladevorgangs von 2 bis 4 in Reihe geschalteten Lithium-Zellen für gleiches Spannungsniveau an allen Zellen und schützt somit vor der Überladung von einzelnen Zellen im Akku-Pack. Steigt weiterhin die Zellenspannung (z. B. bei hohen Ladeströmen) dient ein Monitorausgang zur Steuerung eines Ladegerätes, um bei Bedarf z. B. eine Ladepause zum Ausbalancieren der Zellen einzufügen.

Die Stromaufnahme des LPP 4 ist vernachlässigbar gering, so dass die Versorgung direkt aus den zu überwachenden Zellen erfolgen kann.



NC/NiMH-Akku-Monitor für 4 bis 10 Zellen NAM 10

Bei NC und NiMH-Akkus ist der Ladungsinhalt nicht proportional zur Zellenspannung und somit die verfügbare Nutzungsdauer schwer kalkulierbar. Selbst wenn die entnommene und zugeführte Energiemenge genau bekannt ist, ist eine Ladungsbilanz schwierig, da weitere Faktoren wie die Selbstentladung und die Temperatur einen wesentlichen Einfluss haben. Die hier vorgestellte Schaltung ist mit einem speziellen Ladungsbilanz-IC aufgebaut und kann durch einfache Programmierung an verschiedene Akku-Packs angepasst werden. Natürlich wird auch die temperaturabhängige Selbstentladung berücksichtigt. Über den aktuellen Ladestatus informiert eine LED-Balkenanzeige, die entweder über einen Taster oder automatisch bei jedem Lade- und Entladvorgang aktiviert werden kann.

IR-Funk-Fernbedienung für Nikon- und Canon-Kameras

Mit dieser Schaltung können Fotokameras von Nikon und Canon über das FS20-Funksystem ferngesteuert (ausgelöst) werden. Der über Funk empfangene FS20-Befehl wird in ein Infrarot-Schaltensignal für die Kamera umgewandelt.

ALC 5000 Mobile, Teil 3

Im dritten Teil des ALC-5000-Mobile-Artikels beginnt die ausführliche Beschreibung der Schaltungstechnik dieses Top-Ladegerätes. Das ALC 5000 Mobile verfügt durch den Einsatz von modernen Schaltungskomponenten über außergewöhnliche Leistungsmerkmale und ist sowohl für den mobilen Einsatz als auch, mit einem entsprechenden Netzgerät, für den stationären Einsatz konzipiert. Natürlich werden alle wichtigen Akku-Technologien unterstützt und aufgrund der Programmvielfalt und der Leistungsmerkmale bleiben kaum noch Wünsche offen.

EM 1010 PC, Teil 2

Als komfortables Anzeigegerät zum ELV-Funk-Energie-Messsystem stellt der Energiemonitor die zentrale Erfassungsstelle für alle Energieverbrauchsdaten dar. Durch die verschiedenen geräteinternen Auswertungen der Messdaten lässt sich der gesamte Energieverbrauch eines Hauses analysieren. So liefert z. B. die Funktion der Kostenhochrechnung schnell und einfach die Antwort auf die Frage: Welche Stromkosten verursacht das Gerät im Jahr? Im zweiten Teil des Artikels erfolgt die ausführliche Anleitung

Mini-Schaltungen

LED-Stripes II

Diese LED-Stripes sind in ihren Abmessungen für den Einsatz in den neuen ELV-LED-Alu-profilen angepasst. Also können alle gängigen LEDs bestückt werden, wobei durch die Bestückung der Vorwiderstände festgelegt werden kann, ob der Betrieb an 12 V oder an 24 V Betriebsspannung erfolgen soll.

LED-Mondlicht-Dimmer

Kleine Schaltung für Besitzer von Aquarien und Terrarien. Mit Hilfe von blauen LEDs wird der nächtliche Mond simuliert. Die Steuerung erfolgt in Abhängigkeit der Raumhelligkeit und sorgt so für einen automatischen Betrieb.



Mini-Signal-Generator

Kleiner, batteriebetriebener NF-Sinus-Genera-

tor mit zwei verschiedenen Ausgangsfrequenzen (100 Hz und 1 kHz) und einstellbarem Ausgangspegel. Ideal für den Serviceeinsatz zum Testen von Audio-Anlagen, Verstärkern usw.

USB-Power-Supply USB 300

Die Spannungsversorgung von MP3-Playern erfolgt oft aus Platzgründen nur mit einer einzigen Microzelle (AAA), wodurch die Betriebsdauer (besonders bei höherer Lautstärke) stark eingeschränkt ist.

Mit Akkus wird oft nur ein Bruchteil der vom Hersteller angegebenen Betriebsdauer erreicht, da sich die Angaben natürlich auf den günstigsten Einsatzfall mit guten Einwegbatterien und geringer Lautstärke beziehen. Im „ELV-Journal“ 6/2006 wird eine kleine Zusatzstromversorgung mit integriertem DC/DC-Wandler vorgestellt. Die mit 2 Mignon-Akkus (AA) versorgte Schaltung ist einfach mit dem USB-Anschluss des MP3-Players zu verbinden.

PC-Technik

Mikrocontroller-Einstieg mit myAVR, Teil 5

Im fünften Teil der Serie nimmt das myAVR-Board Kontakt mit der Außenwelt auf. Wir beschreiben die seriellen Schnittstellen und zeigen, wie man Daten zwischen einem PC und dem ATmega8 austauscht und dessen verschiedene Speicher dazu nutzt.

Schneller, breiter, besser – neue PC-Standards

Dem, der sich nicht täglich damit beschäftigt, wird es kaum aufgefallen sein – AGP und PCI sind in der Ablösung durch PCIe begriffen, dazu gibt es mit SAS einen neuen Anschluss-Standard für Peripheriegeräte. Unser Artikel klärt, was sich dahinter verbirgt und was die neuen Techniken dem PC-Nutzer bringen.

Info-Serien

FS20 in der Praxis, Teil 3

Wir stellen den nächsten Beitrag aus unserem Leserwettbewerb vor, unternehmen einen Ausflug in die Adressprogrammierung des FS20-Systems und zeigen ein weiteres Montagebeispiel einer FS20-Applikation.