

Dezember 2009

G3078 E

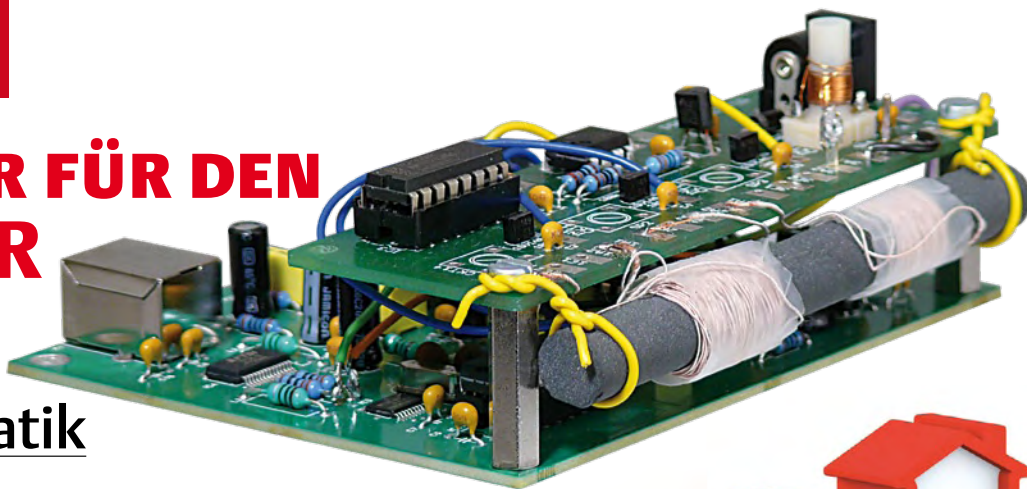
(D) € 6,95 • CHF 13,60 • (A, B, L) € 7,70

eLektor

www.elektor.de

PRESELEKTOR FÜR DEN ELEKTOR-SDR

Upgrade mit
Abstimmautomatik



ENERGIE SPAREN UND HAUS-AUTOMATISIERUNG

Standards & Systeme
Technologie
Projekte



WEIHNACHTS-SCHALTUNGS-SAMMLUNG

Große Auswahl an kleinen Projekten

E L E K
T O R
F O U N
D A
T I O N

Elektor Foundation

THE AWARD follow the story





DAS ORIGINAL SEIT 1994

PCB-POOL

Beta LAYOUT



REFLOW-KIT

Beta LAYOUT



LASER-STENCIL

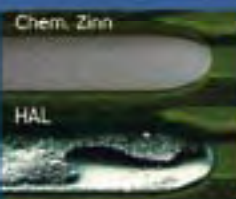
Beta LAYOUT

UL [®] **US**

zertifiziert!
UL-Zulassung



dünnere!
1 mm Materialstärke



flacher!
SMD Pads
chemisch verzinkt



schneller!
1 AT Service



kostenlos!
Free Stencil



unabhängig!
Reflow-Kit Shop

p-cad 2006 **Altium Designer** **EDWIN** **cadence** **GraphCode** **PROTEL** **NATIONAL INSTRUMENTS** **Easy-PC** **Sprint Layout** **PULSONIX** **freemake**

www.beta-layout.de

Telefon + 49 (0) 61 20 / 90 70 10 · Fax + 49 (0) 61 20 / 90 70 14 · E-Mail: info@beta-layout.de

Beta

LAYOUT

ENTWICKLUNGSTOOLS - GENAU SO...



Komplette AVR-Entwicklungs-Lösung

Beschleunigen Sie die Entwicklung von Prototypen mit dem EasyAVR6 Development System. EasyAVR6 wird mit einer Menge von Beispielen geliefert, die Ihre AVR Entwicklung schnell und einfach machen.

Sparen Sie Zeit & Geld!

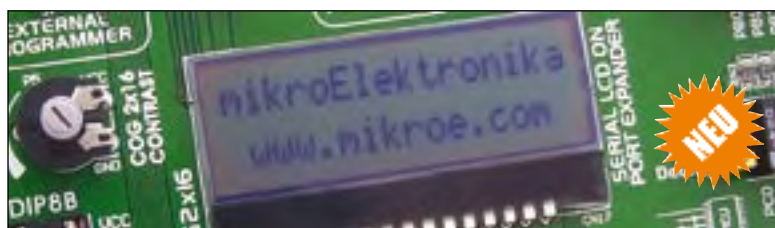
Holen Sie sich mehr Leistung für Ihr Geld mit diesem First-Class-Tool für AVR-Entwicklungslösungen. Mit dem EasyAVR6 Development System erhalten Sie jetzt schneller und einfacher Zugang zur Welt der AVR-Programmierung als je zuvor.

Abgestimmt auf Ihre Bedürfnisse

Ihre Entwicklungszeit kann erheblich reduziert werden, was zu einem frühen Prototypen-Design und einem schnellen Time-to-Market für Ihr Produkt führt.

...WIE SIE ES GERNE HÄTTEN!!!

Alles was Sie von einem Entwicklungs-Tool erwarten!
Erleben Sie, wie einfach tolle Applikationen entstehen!



Dank neuer Eigenschaften können Sie sofort anspruchsvolle Anwendungen entwickeln. **EasyAVR6** unterstützt **8-, 14-, 20-, 28- und 40-Pin-AVR-Mikrocontroller**. Der on-board **USB 2.0 Programmer** ermöglicht eine sehr effiziente und schnelle AVR-Microcontroller-Programmierung. Beispiele in **C, BASIC** und **Pascal** sind im Lieferumfang.



Ein **Anschluss** für den **JTAG-Debugger** ist ebenfalls auf dem Board und ermöglicht ein effizientes Debuggen auf Hardware-Ebene.

Port Expander erlaubt einfache I/O-Erweiterung (2 weitere Ports) via SPI-Interface

Umfangreiches und anwenderfreundliches Entwicklungs-Board für AVR-Mikrocontroller



Finden Sie Ihren Distributor:
<http://www.mikroe.com/en/distributors/>

mikroElektronika
SOFTWARE AND HARDWARE SOLUTIONS FOR THE EMBEDDED WORLD

Goodbye Standby

Das ist jetzt schon das letzte Heft in diesem Jahrzehnt, und im Januar starten wir frisch verändert (siehe Vorwort im letzten Heft) in das zweite Jahrzehnt des 21. Jahrhunderts.

Dieses Heft spricht einige der Themen an, die uns auch im nächsten Jahrzehnt (weiter) beschäftigen werden. Dazu zählt mit Sicherheit das Energiesparen. Die EU-Kommission meint es damit ernst. Am 1. September wurden bereits alle Glühlampen mit mattem Glaskolben und/oder mehr als 75 W aus dem Verkehr gezogen. Aber das war erst der Anfang. Im neuen Jahr geht es Schlag auf Schlag weiter:

Ab 7.01.2010 gilt für alle Haushalts- und Bürogeräte ein drastisch reduzierter Standbyverbrauch von maximal 1 W im ausgeschalteten (nicht netzgetrennten) Zustand und von maximal 2 W, wenn noch eine Anzeige aktiv ist (z.B. der Uhrzeit). Ab 2013 werden diese Werte nochmals auf 0,5 W bzw. 1 W halbiert. Ab 27.04.2010 werden auch „externe Stromversorgungseinheiten“ (sprich: Steckernetzteile) von der Eco-Design-Initiative der EU zur Sparsamkeit gezwungen: Maximal 0,5 W dürfen sie im Leerlauf (ohne Last) verbrauchen, und ab 27.04.2011 nur noch 0,3 W. Auch die Energieeffizienz im Betrieb (sprich Wirkungsgrad) wird von Brüssel „reglementiert“ – und wir haben absolut nichts dagegen: Wie weit heutige Netzteile noch von solchen Mindestanforderungen entfernt sind, lesen Sie im Beitrag „Jedes Watt zählt“ auf Seite 25 in dieser Ausgabe.

Grenzwerte und Termine gibt es auch schon für viele andere Stromverbraucher wie Fernsehgeräte (07.01.2010), gewerbliche Beleuchtung (25.02.2010), Elektromotoren (16.06.2011) und Umwälzpumpen (01.01.2013). Neue EU-Richtlinien gelten ab 2010 auch für die Energieeffizienz von Gebäuden und Wohnungen – und für Stromzähler. Bei Neubau und Renovierung sind elektronische Zähler vorgeschrieben, und ab 2011 kommen flexible Stromtarife mit „Smart Metering“. Damit sind wir auch schon beim zweiten Schwerpunkt dieser Ausgabe: Energiesparen und Hausautomatisierung gehören zusammen.

Ernst Krempelsauer

elektor

6 Impressum

Who is who bei Elektor

8 Mailbox

Briefe, E-Mails und Ideen

10 News

Neuheiten und Nachrichten

13 elekTermine

Termine für Elektroniker

14 Preselektor mit Abstimmautomatik

Upgrade für das Software Defined Radio von Elektor: Ein Preselektor mit automatischer Abstimmung. Eine manuelle Antennen-Abstimmung wird damit überflüssig.

20 Domotik-Standards im Überblick

Bei der Hausautomatisierung haben Interessierte die Qual der Wahl aus vielen unterschiedlichen Systemen.

25 Jedes Watt zählt

Bei der Stromrechnung fallen auch kleine Verschwender ins Gewicht, z.B. WLAN-Router. Wir haben eine Lösung.

28 Vielseitigkeit auf engstem Raum

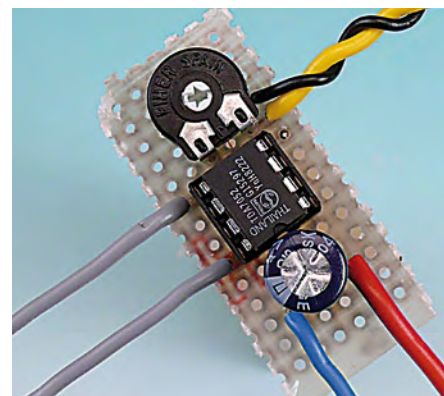
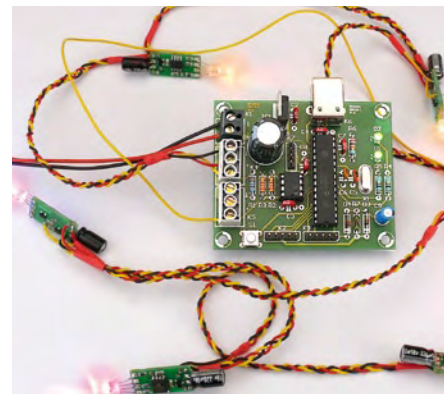
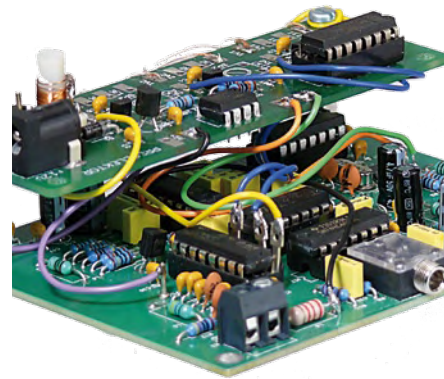
Unsere Minimal-Schaltuhr ist ausgesprochen vielseitig und kann wegen ihrer geringen Abmessungen bequem in ein Gerät eingebaut werden.

32 Programmierbare Weihnachtsbeleuchtung

Diese mikrocontroller-gesteuerte Lichterkette bietet fantastische Farbeffekte und eine interessante Bus-Struktur.

40 Energiemessgerät mit Lego Mindstorms

Eines der besten Features der Lego-Roboter-Steuerung NXT ist der Support des I²C-



INHALT

40. Jahrgang
Dezember 2009
Nr. 468

14 Preselektor mit Abstimmautomatik



Das Software Defined Radio von Elektor überdeckt den gesamten Bereich bis 30 MHz. Es sind noch vier Eingänge frei, an die man zum Beispiel Vorkreise oder eine Ferritantenne anschließen kann. Hier kommt ein lohnendes Upgrade: Ein Preselektor, der die Verwendung von bis zu vier über Software und Kapazitätsdioden abgestimmten Kreisen erlaubt. Eine manuelle Antennen-Abstimmung mit einem Drehkondensator wird damit überflüssig.

20 + 52 Haus-Automatisierung und offene Standards



Wenn Licht, Heizung und mehr zentral und automatisiert gesteuert werden können, sorgt das nicht nur für Komfort, es lässt sich auch viel Energie sparen. Leider haben Interessierte die Qual der Wahl aus vielen unterschiedlichen Systemen. Wir geben einen Überblick. Ein weiterer Artikel beschäftigt sich mit den offen gelegten Standards, die zu eigenen Entwicklungen einladen. X10, KNX und DigitalSTROM – sie könnten unterschiedlicher nicht sein.

32 RGB-LED-Lichterkette



Alle Jahre wieder gehören elektrische Lichterketten zu den Rennern in Läden und Supermärkten. Attraktiv an den Massenprodukten sind zwar die Preise, doch was fehlt, ist oft die Originalität. Unsere Lichterkette, die aus einem Steuergerät mit bis zu 62 RGB-LED-Lichtmodulen in einem interessanten Bus-System besteht, überzeugt durch fantastische Farbeffekte, langsame und schnelle Lauflichter, zufällige Lichter-Arrangements und vieles mehr. Die 32 Farbabstufungen, 16 Sättigungsgrade und 24 Helligkeitswerte ergeben mehr als zwölftausend Nuancen!

62 Weihnachts- Schaltungs-Sammlung



Schon Tradition im Dezember hat unser bunter Mix aus praktischen und einfachen elektronischen Schaltungen. Vom Hintertür-Alarm über das Miniradio bis zum Metalldetektor: Auf 14 Seiten finden alle großen und kleinen Elektroniker etwas!

Protokolls. Wir stellen einen I²C-Lichtsensord für das Energiemonitoring im Haus vor.

43 Labcenter

EDP von RS Components erweitert
Elektor Entwickler-Konferenz

48 Der ATM18-Passepartout

Passwörter sind wichtig, aber auch lästig. Denn je sicherer sie sind, umso schwerer fällt es, sich daran zu erinnern. Aber es gibt eine Lösung, die sich mit ganz wenigen Bauteilen realisieren lässt.

52 Offene Standards fürs automatische Haus

Systeme für die Hausautomatisierung gibt es viele, es sind aber nur wenige so weit offen gelegt, dass man auch selbst etwas damit entwickeln kann.

58 Miniprojekt: Sicheres Einparken

Unser Miniprojekt ist ein Abstandswarner, der beispielsweise an der Garagenrückwand installiert wird. Beim Einparken signalisiert ein LED-Feld fortlaufend die verbleibende Distanz zum Fahrzeug.

62 Weihnachts-Schaltungs-Sammlung

Schon Tradition im Dezember hat der bunte Mix aus einfachen elektronischen Schaltungen.

76 Retronik

Die Z550M - eine ungewöhnliche Zählröhre

78 Hexadoku

Sudoku für Elektroniker

80 Elektor-Shop

Bücher, CDs, DVDs, Bausätze & Module

84 Vorschau

Nächsten Monat in Elektor

Eine multimediale und interaktive Plattform für jeden Elektroniker - das bietet Elektor International Media. Ob Anfänger oder Fortgeschrittener, ob Student oder Professor, ob engagierter Profi oder leidenschaftlicher Hobbyist: Hier finden Sie wertvolle Informationen, Inspiration für die eigenen Entwicklungen, Unterstützung bei der Ausbildung und nicht zuletzt eine gute Portion Unterhaltung. Gedruckt und im Web. Analog und digital. In Theorie und Praxis.



ANALOG • DIGITAL
EMBEDDED • MIKROCONTROLLER
AUDIO • MESSTECHNIK

IMPRESSUM

40. Jahrgang, Nr. 468 Dezember 2009

Erscheinungsweise: 11 x jährlich (inkl. Doppelheft Juli/August)

Elektor möchte Menschen anregen, sich die Elektronik zu Eigen zu machen – durch die Präsentation von Projekten und das Aufzeigen von Entwicklungen in der Elektronik und technischen Informatik.

Elektor erscheint auch in Englisch, Französisch, Niederländisch, Spanisch und weiteren Sprachen. ELEKTOR ist in über 50 Ländern erhältlich.

Verlag

Elektor-Verlag GmbH - Süsterfeldstraße 25, 52072 Aachen
 Tel. 02 41/88 909-0 - Fax 02 41/88 909-77

Technische Fragen bitten wir per E-Mail an redaktion@elektor.de zu richten.

Internationale Chefredaktion **Wisse Hettinga**

Redaktion Elektor Deutschland
Ernst Krempelsauer (Chefredakteur, v.i.S.d.P.)
Jens Nickel
 (E-Mail: redaktion@elektor.de)

Internationale Redaktion

Harry Baggen, Thijs Beckers, Jan Buiting, Eduardo Corral, Clemens Valens

Redaktionssekretariat **Hedwig Hennekens**

Labor/Technische Redaktion

Antoine Authier (Ltg.), Ton Giesberts, Luc Lemmens, Daniel Rodrigues, Jan Visser, Christian Vossen

Grafische Gestaltung und Layout
Giel Dols, Mart Schroyen

3-tägiges Fachseminar C-Programmierung für Mikrocontroller



Von den Autoren/Entwicklern des Elektor- μ C-Fernlehrgangs

NEU!

Die Beschäftigung mit Mikrocontrollern ist sehr reizvoll und vielseitig, teilt sie sich doch in zwei große Gebiete der Elektrotechnik auf: zum einen ist da die Hardware-Seite, die sich mit der Konzeption und der Entwicklung kompletter Systeme auseinandersetzt. Auf der anderen Seite ist die Hardware aber nicht funktionsfähig ohne die zugehörige Betriebssoftware für den Controller. Beide Entwicklungsgebiete sind also aufs Engste und unzertrennbar miteinander verzahnt. In diesem 3-tägigen Seminar lernen Sie nun verschiedene Facetten der Softwareerstellung für Mikrocontroller kennen. Wir stützen uns dabei auf ein modernes Mikrocontroller-System mit dem leistungsfähigen AT89C51CC03 (8051er-Familie) der Firma Atmel ab und erläutern Schritt für Schritt, von Anfang an, die Softwareentwicklung in der international gebräuchlichen Programmiersprache C. Eine einfach zu handhabende integrierte Entwicklungsumgebung (IDE) zur Erstellung und zum Austesten von C-Programmen bildet die Software-Basis des Seminars. Praxisgerechte Beispiele, die von den Teilnehmern während des Seminars programmiert und ausgetestet werden, vertiefen sofort das Erlernte und bieten vielfältige Möglichkeiten für eigene Weiterentwicklungen. Da C weitgehend genormt ist, lässt sich ein Transfer unserer Ergebnisse auch sehr einfach auf andere Mikrocontroller-Familien und andere C-Entwicklungsumgebungen durchführen.

Die Referenten:

Prof. Dr.-Ing. Bernd vom Berg und Dipl.-Ing. Peter Groppe von der Technischen Fachhochschule (TFH) Georg Agricola zu Bochum sind seit mehr als 15 Jahren auf dem Gebiet der „Mikrocontroller-Technik für Lehre und Ausbildung“ tätig. In mehr als 10 praxisnahen Lehr-, Lern- und Arbeitsbüchern und zahlreichen Applikationsveröffentlichungen haben sie den „Anfängern“ die Grundlagen und Anwendungen der Mikrocontroller-Technik näher gebracht. Sie sind ebenfalls die Autoren des sehr erfolgreichen Elektor-Mikrocontroller-Fernlehrgangs.

Veranstaltungsort/-termin:

Bochum 22.02. bis 24.02.2010

Teilnehmergebühr (zzgl. MwSt.):

1190,00 Euro

**Elektor-Abonnenten
erhalten 5% Rabatt!**



Im Preis sind sämtliche Dokumentation (Handouts/Seminarunterlagen), Aushändigung des Teilnahmezertifikats, Imbiss mit Getränken und Mittagessen inbegriffen.

Weitere Infos & Anmeldung unter

www.elektor.de/c-prog

Geschäftsführer/Herausgeber: Paul Snackers

Marketing/Vertrieb (Leitung): Carlo van Nistelrooy

Anzeigen (verantwortlich): Irmgard Ditzgens
ID Medienservice

Tel. 05 11/61 65 95-0 - Fax 05 11/61 65 95-55

E-Mail: service@id-medien-service.de

Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 39 ab 01.12.2008

Vertriebsgesellschaft: IPS Pressevertrieb GmbH
Postfach 12 11, 53334 Meckenheim

Tel. 0 22 25/88 01-0 - Fax 0 22 25/88 01-199

E-Mail: elektor@ips-pressevertrieb.de
Internet: www.ips-pressevertrieb.de

Vertrieb Österreich

Pressegroßvertrieb Salzburg/Anif - Niederalm 300
Tel. +43/62 46/37 21-0

Der Herausgeber ist nicht verpflichtet, unverlangt eingesandte Manuskripte oder Geräte zurückzusenden. Auch wird für diese Gegenstände keine Haftung übernommen. Nimmt der Herausgeber einen Beitrag zur Veröffentlichung an, so erwirbt er gleichzeitig das Nachdruckrecht für alle ausländischen Ausgaben inklusive Lizenzen. Die in dieser Zeitschrift veröffentlichten Beiträge, insbesondere alle Aufsätze und Artikel sowie alle Entwürfe, Pläne, Zeichnungen einschließlich Platinen sind urheberrechtlich geschützt. Ihre auch teilweise Vervielfältigung und Verbreitung ist grundsätzlich nur mit vorheriger schriftlicher Zustimmung des Herausgebers gestattet. Die veröffentlichten Schaltungen können unter Patent-

oder Gebrauchsmusterschutz stehen. Herstellen, Feilhalten, Inverkehrbringen und gewerblicher Gebrauch der Beiträge sind nur mit Zustimmung des Verlages und ggf. des Schutzrechtsinhabers zulässig. Nur der private Gebrauch ist frei. Bei den benutzten Warenbezeichnungen kann es sich um geschützte Warenzeichen handeln, die nur mit Zustimmung ihrer Inhaber warenzeichengemäß benutzt werden dürfen. Die geltenden gesetzlichen Bestimmungen hinsichtlich Bau, Erwerb und Betrieb von Sende- und Empfangseinrichtungen und der elektrischen Sicherheit sind unbedingt zu beachten. Eine Haftung des Herausgebers für die Richtigkeit und Brauchbarkeit der veröffentlichten Schaltungen und sonstigen Anordnungen sowie für die Richtigkeit des technischen Inhalts der veröffentlichten Aufsätze und sonstigen Beiträge ist ausgeschlossen.

© 2009 elektor international media b.v.

Druck: Senefelder Misset, Doetinchem (NL)



ISSN 0932-5468

Elektor-Neugestaltung fürs Glühlampenverbot?

Anders als zuvor (Heftdesign), Elektor 11/2009, S. 4
Die neue Gestaltung der Zeitschrift hat mir sehr gut gefallen. Aber eins habe ich doch zu bemängeln:
Achten Sie bitte auf die Auswahl der Textfarben. Der Kasten auf Seite 51 „Tipps und Hinweise“ ist bei Lampenlicht (Glühlampe, Halogen) nur sehr schwer zu lesen. Bei Tageslicht (auch bei Leuchtstofflampe und Energiesparlampe) dagegen gibt es keine Probleme.

Michael Kieß



Man könnte ja meinen, dass sich Elektor damit schon auf das Glühlampenverbot eingestellt hat... Es war aber so nicht beabsichtigt, und die Textfarbe ist in diesem Artikel auch nach Meinung der Redaktion nicht ganz optimal. Schuld ist wie immer der Drucker, in der Druckvorstufe war die Farbe natürlich noch ganz anders. ;-)

Angaben zur Messgenauigkeit

Lötstation mit Messfunktion,
Elektor 11/2009, S. 38 (090022)

Vielleicht habe ich es ja übersehen, aber die Angaben zur Genauigkeit der Spannungsmessung scheinen mir zu fehlen. Es wäre jedoch sehr interessant zu wissen,

Updates und Ergänzungen

Hören Sie gut? Hörschwellentest mit dem PC

Elektor 10/2009, S. 38 (090351)

Den Mikrocontroller IC5 (MCG508QG8 von Freescale) kann man auch selbst programmieren: Sie benötigen dazu einen PC, auf dem die Software aus dem Spyder-Kit (siehe Elektor 3/2007) installiert ist und starten ein neues Projekt mit dem HCS-Qg8 Prozessor. Dies erzeugt ein Verzeichnis mit allen Bedingungen. Kopieren Sie den Quellcode aus dem Download (090351-11.zip) von der Elektor-Website in den Ordner „Sources“ (überschreiben Sie main.c) und öffnen Sie die .c- und h.-Dateien in dem Projekt. Drücken Sie F5 und wählen Sie den Spyder Stick als Programmier-Tool. Klicken Sie auf OK,

mit welchem Fehler zu rechnen ist. Die in Bild 9 gezeigten Display-Fotos suggerieren 10 mV Auflösung. Ist dem so?

Jochen Brüning

Der PIC-Prozessor hat eine Auflösung von 10 bit für die A/D-Kanäle. Für jeden Messwert wird der Mittelwert aus 50 Messwerten gebildet. Durch die Mittelwertbildung kann die Ungenauigkeit des A/D-Wandlers im Prozessor vernachlässigt werden. Daraus ergibt sich für Kanal 1 eine Auflösung von 10 mV (10 V/1024). Bei Kanal 2 beträgt die Auflösung ca. 50 mV, das ergibt sich aus 50 V (maximale Spannung) geteilt durch 1024. Messversuche zeigen, dass sich die Spannung an Kanal 1 und 2 tatsächlich mit dieser Auflösung am Display darstellen lässt.

Bernd März

Nachtrag zu HF-Bauteilen

Wo gibt's das denn? Elektronische Bauteile bestellen,
Elektor 11/2009, S. 16 (090592)

Zu Ihrer Frage nach interessanten Bauteil-Bezugsquellen wollte ich auch noch einige Anbieter nennen, die sich auf HF- und Mikrowellentechnik spezialisiert haben

um die Programmierung zu starten.

OBD-2-Analyser NG

Elektor 9/2009, S. 18, (090451)

Der Software-Download auf der Seite www.elektor.de/090451 wurde mit dem Update v1.1.0 vom 21.10.09 aktualisiert. Die neue Version beseitigt folgende Bugs:

1. Im Automatic-Scan-Modus wurde häufig KWP2000-Fast-Init nicht gefunden. Dies wurde durch Änderung des Scan-Timings geändert.
2. Bei Steuergeräten, die keinen Modus 9 (Fahrstellnummer auslesen) unterstützen, hat sich das Bios in einer Endlosschleife aufgehängt. Das Display zeigte 0900 und blieb stehen.

und auch an Endverbraucher liefern. Daran erinnert habe ich mich aber erst wieder, als ich Ihren Artikel im Novemberheft gesehen habe...

Hier also mein Nachtrag:

- Oelschläger Elektronik e.K. (www.steckerprofi-shop.com): Besonders (aber nicht nur) HF-Steckverbinder.
- RF Microwave (www.rfmicrowave.it): Riesige Auswahl an Spezialteilen für HF- und Mikrowellentechnik, Standardbauteile und viele eher ausgefallene und schwer erhältliche Komponenten (z.B. Gunn-Dioden, dielektrische Resonatoren, Basismaterial für Mikrowellenfrequenzen). Der Download-Katalog (mit Teilkatalogen für die einzelnen Produktbereiche) ist zwar in Italienisch, das dürfte aber wegen der angegebenen Kurzdaten kein Problem darstellen.
- Giga-Tech (www.giga-tech.de): Diverse HF Bauteile.
- Barend Hendriksen HF Elektronica BV (www.xs4all.nl/~barendh): Große Auswahl an HF-Bauteilen, Online-Katalog in Niederländisch und Englisch.

Peter Bolch

per Fax (02 41/88 909-77)
oder unter der Anschrift:
Redaktion Elektor
Süsterfeldstr. 25
52072 Aachen

MailBox

In dieser Rubrik veröffentlichen wir Kritik, Meinungen, Anregungen, Wünsche oder Fragen unserer Leser. Die Redaktion trifft die Auswahl

und behält sich Kürzungen vor. Bitte geben Sie immer an, auf welchen Artikel und welche Ausgabe (Monat/Jahr) sich Ihr Schreiben oder Ihre Mail bezieht. Sie erreichen uns per E-Mail redaktion@elektor.de,

Von den Machern von Elektor!



Oder frei Haus unter www.elektor.de bestellen!

Programmierbare Netzgeräte

Die HMP-Serie von Hameg besteht aus vier programmierbaren Netzgeräten, zwei davon sind in der 200-W- und zwei in der 400-W-Klasse angesiedelt. Die 200-W-Geräte sind



mit zwei und drei Kanälen und die 400-W-Geräte mit drei und vier Kanälen erhältlich. Die Ausgänge decken den Bereich von 0 bis 32 V (mit bis zu 10 A ab). Neue Bedienfunktionen, eine hohe Stell- und Messauflösung, das „EasyArb“-Feature und exzellente Werte für Noise und Ripple (150 µV rms) zeichnen die Geräte aus. Mit der „EasyArb“-Funktion lassen sich auf allen Kanälen frei definierbare U/I-Verläufe realisieren. Besonderer Wert wurde auf die logisch verknüpfbaren Sicherungen (FuseLink) und auf eine komfortable Trackingfunktion gelegt. Die HMP-Serie ist mit einem LCD-Bildschirm, einer USB/RS232-Dual-Schnittstelle (optional Ethernet/USB oder GPIB) und zusätzlichen Ausgängen (alle Kanäle) auf der Geräterückseite ausgestattet.

www.hameg.com

Compiler für R8C, M16C und R32C im Paket

Mit seiner pin- und funktionskompatiblen M16C-Plattform hat Renesas einen De-facto-Standard in der 16-bit-Welt geschaffen. Elektor-Lesern dürften dabei besonders die Controller R8C und M16C, aber auch der 32-bittige R32C bekannt sein. Letzterer verfügt über zusätzliche Features wie 32-bit-Multiplier, Single-Precision FPU und

32-bit-Barrel-Shifter.

Für all diese Controller gibt es ein neues, universelles Compiler-Paket von Renesas (Vertrieb u.a.: MSC). Das Paket deckt alle auf dem M16C-Core basierenden Controller (R8C, M16C, M32C und R32C) ab. Bisher waren hierfür drei unterschiedliche Compiler-Lizenzen notwendig. Die einzige Neuerung besteht darin, dass ein separater USB-Dongle benötigt wird.

MSC bietet allen Nutzern, die bereits einen der älteren Compiler NC30, NC308 oder NC100 einsetzen, eine günstige Möglichkeit, auf das neue Paket umzusteigen (Kontakt: micros-renesas@msc-ge.com).

<http://eu.renesas.com>
www.msc-ge.com

Kleinsten Linux-Netzwerkserver der Welt

Lantronix stellt mit dem XPort Pro eine neue Version des nach eigenen Angaben kleinsten Linux-Netzwerkserver der Welt vor. Die XPort®-Server besitzen in etwa die Größe zweier Zuckerwürfel. Der XPort Pro bietet fünfmal so viel Prozessorleistung und 32mal so viel Speicher wie sein Vorgänger (8 MB RAM, 16 MB Flash). Der Mini-Server läuft unter Linux und kann mit IPv6 umgehen. Vom Hersteller sind ein eigenes Betriebssystem und ein Software-Entwicklungs-Kit namens Evolution OS mit vielen Features erhältlich.

www.lantronix.com/xportpro



Neuer Lego Mindstorms Roboter

Bereits seit elf Jahren gibt es die Mindstorms Konstruktionssets von Lego. Jetzt kommt die aktuelle Version NXT 2.0. Verschiedene Sensoren lassen den Roboter Umweltreize erfassen und menschliche Sinne simulieren. Mit dem Farbsensor, der den alten Lichtsensor ersetzt, können sechs verschiedene Farben und Helligkeiten unterschieden werden. Mit Hilfe des Ultraschallsensors kann der Mindstorms sehen, Entfernungen ein-

schätzen, Hindernisse erkennen und ihnen ausweichen. Drei interaktive Servomotoren mit eingebauten Rotationssensoren sorgen für präzise Bewegungen des NXT 2.0 im Raum. Der Roboter fühlt über zwei Tastsensoren, die ihn auf Berührungen reagieren lassen.

Der Image Editor ist ein Bildbearbeitungsprogramm, das ein Importieren und Erstellen von Bilddateien ermöglicht. Diese lassen sich anschließend auf dem Display des NXT 2.0 anzeigen. Darüber hinaus kann der Roboter Sprachdateien und Musik abspielen. Die eigene Stimme wird zuvor über das Mikrofon des Computers aufgenommen und anschließend auf den NXT 2.0 Mikroprozessor übertragen.

<http://mindstorms.lego.com>



Aktuelle Artikel zum Download und Volltextsuche: Neuer Service für Elektor-Plus-Abonnenten



Das Elektor-Plus-Abo, das bisher aus einem Heft-Jahresabo plus der Jahrgangs-DVD bestand, wird jetzt noch weiter aufgewertet. Elektor-Plus-Abonnenten können in Kürze auf einer eigens für sie angelegten Service-Website (www.elektor-plus.de) nun auch alle aktuellen Artikel downloaden, und zwar vom aktuellen Heft und den zwei vorhergehenden Ausgaben (bisher stehen das November- und das Dezemberheft zur Ver-

C Compiler Package for R8C, M16C, M32C and R32C Families		
C Compiler Package S32HEWNC100	C Compiler Package S32HEWNC308	C Compiler Package S32HEWNC30
Target Device: R32C/100 Series	Target Device: M32C/80 Series M16C/80 Series	Target Device: M16C/6x Series M16C/5x Series M16C/2x Series R8C Family

fügung). Darüber hinaus lassen sich die drei neuesten Hefte auch „im Ganzen“ als PDF-Version herunterladen.

Der im Abo-Plus-Preis inbegriffene Download ist aber noch nicht alles. Auf der Elektor-Plus-Website (www.elektor-plus.de) findet man auch eine komfortable Suchmaschine. Hiermit kann man Artikel nach Titel und Rubrik suchen, doch auch eine Volltextsuche ist integriert. Das Schöne daran ist, dass sich diese Suche auf alle Artikel seit 1998 erstreckt. Es ist also eine Suche nach Stichworten wie „RFID“ in allen Elektor-Artikeln der letzten 11 Jahre möglich. Findet die Maschine einen Artikel der letzten drei Hefte, kann man diesen gleich downloaden. An einem weiteren interessanten Feature wird derzeit gearbeitet: Wer von eigenen Elektor-Jahres-CDs und -DVDs einen Festplattenbestand angelegt hat, soll diesen ebenfalls mit der Online-Suchmaschine verknüpfen können, so dass sich mit einem Mausklick in das entsprechende PDF springen lässt. Wenn ein Artikel im eigenen Bestand fehlt, kann man diesen auf einfache Weise bestellen.

Um die neuen Vorteile des Plus-Abos nutzen zu können, ist für Plus-Abonnenten lediglich auf der Website www.elektor.de/plus eine kurze Registrierung mit einer gültigen E-Mail-Adresse nötig.

Wer Abonnent, aber noch kein Plus-Abonnent ist, kann unter www.elektor.de/plus-upgrade auf einfache Weise upgraden. Elektor abonnieren kann man unter

www.elektor.de/jahresabo

Neuer Katalog von Reichelt

Vom Elektronikversender Reichelt ist ein neuer Hauptkatalog erschienen. In den



inzwischen auf über 1000 Seiten angewachsenen Katalog wurden wieder viele neue Artikel aufgenommen, insgesamt sind nun über 30.000 Produkte verzeichnet. Besonders im Fokus steht diesmal das wichtige Thema Löttechnik. Anwender werden hier immer wieder vor neue Herausforderungen gestellt, sei es durch die Verwendung neuer Materialien oder aus Gründen des Umwelt- und Gesundheitsschutzes. Der norddeutsche Elektronikversender hat sein Angebot für viele denkbare Einsatzgebiete des Lötens deutlich ausgebaut, von der Anwendung im Hobbykeller bis zum professionellen Einsatz in Handwerk und Industrie. Neue Produkte kommen unter anderem aus den Bereichen Löt-/Entlöt/Rework-Stationen, Markenlötzinn (natürlich auch bleifrei), Luftfilter, ESD-Sicherheitstechnik und Arbeitsplatzbeleuchtung.

Der Katalog ist kostenlos erhältlich und kann auf der Website von Reichelt bestellt werden. Dort ist auch ein so genannter „Blätterkatalog“ mit direkter Verlinkung zum Internetshop zu finden.

www.reichelt.de

Auch auf Deutsch: Flowcode 4.1

Mit Flowcode 4.0 ist im Juli eine neue Version der grafischen Entwicklungsumgebung für Mikrocontroller erschienen. Nun ist ein



Update erhältlich, das Flowcode-4-Besitzer kostenlos downloaden können (www.matrixmultimedia.com/support/viewtopic.php?t=563).

Das neue Release namens Flowcode 4.1 unterstützt mehr als 10 Sprachen, darunter Deutsch, Französisch, Niederländisch, Japanisch, Chinesisch und Spanisch. Ebenfalls ganz neu ist ein Feature, das der Hersteller „Virtual Network Simulation“ getauft hat. Hiermit lassen sich mehrere Controller so programmieren, dass sie über ein Netzwerk miteinander kommunizieren können. Ideal ist das für Entwickler komplexerer Multicontroller-Systeme, wie zum Beispiel beim CAN-Bus in Automobilen.

www.elektor.de/eblocks



Printed Service Boards

Persönlich & Online!

► Flexible Leiterplatten ONLINE!

Polyimid 0,06mm bis 0,25mm

★ 1- und 2-Lagen durchkontaktiert ★ chem. NiAu ★ Versteifungen ★ 4mil ★ Abdeckfolie, Lötstopplack oder Kombination ★ 3M-Klebefolie ★ Nutzenfertigung ...

► Starre Leiterplatten bis 8 Lagen online!

FR4 0,50mm bis 2,40mm ★ 1- bis 8-Lagen Multilayer ★ chem. Zinn, HAL bleifrei oder chem. NiAu ★ 35µm oder 70µm Cu ★ 4mil Strukturen ★ 0,20mm Bohrungen ★ Sonderfarben ★ Viafülldruck ★ Abziehlack ★ UL-Kennzeichnung ★ Sonderkonturen & DK-Schlitzte inklusive ★ Nutzensetzung für Sie nach Zeichnung ...

► Mehr Leistung & Spezialfertigung

Bis 18 Lagen ★ Rogers-HF und Isola Hoch-Tg Material ab Lager ★ Steckergold ★ blind- & buried vias ★ DK-Z-Achsen-Fräsen ★ Alukern oder -Träger ★ bis 400µm Dickkupfer ★ Sonderlacke ★ Sonderaufbauten ★ SMD-Schablonen ★ Großserien über LeitOn Hongkong Ltd. ...

► Ihr Service - Ihre Qualität

ISO 9001:2000 zertifiziert ★ zuverlässig & termintreu ★ kompetent und erfahren ★ persönlicher Service & netter Kontakt ★ schnellste Bearbeitung Ihrer Anliegen ★ professioneller CAM Design Rule Check (DRC) ...

www.leiton.de
kontakt@leiton.de
+49-(0)30-701 73 49 0



Jetzt auch in „bunt“ und mit erweiterten Optionen!!!

LeitOn GmbH, Gottlieb-Dunkel-Str. 47/48,
12099 Berlin www.leiton.de,
kontakt@leiton.de
+49 (0)30 701 73 49 0

Von Phil Knurhahn

Physik-Nobelpreis für drei Elektronik-Forscher

Der Nobelpreis für Physik 2009 geht zur Hälfte an den chinesisch-amerikanischen Forscher Charles K. Kao (Bild: National Chiao Tung University, Taiwan) und zu je einem Viertel an die beiden US-Wissenschaftler Willard S. Boyle und George E. Smith (Bild: Alcatel / Bell Labs). Kao (* 1933) gilt als Pionier für die Informationsübertragung über Lichtwellenleiter. Nach dem Studium in England arbeitete er zunächst in den Standard Telecommunications Laboratories (STL) in Harlow, England (heute Nortel Networks), ging später als Direktor zu ITT und war dann lange an der Hongkong University tätig. Zu seinen bahnbrechenden Erkenntnissen gehört unter anderem der Nachweis, dass die hohen Übertragungsverluste der ersten Glasfasern auf durch Eisen verunreinigtes Glas zurückzuführen waren.



Seither nimmt man Quarzglas dafür. Boyle (* 1924) arbeitete die längste Zeit seines Lebens bei den Bell Labs, wo er gemeinsam mit Smith (* 1930) im Jahr 1969 die CCD (Charge Coupled Devices)-Bildsensoren erfand. Sie sind heute in digitalen Photoapparaten und Videokameras das Basiselement. Für die Entdeckung erhielten beide bereits im Jahr 1973 die Stuart Ballantine Medal des Franklin Institutes, dann im Jahr 1974 den Morris Liebmann Award des IEEE und schließlich 2006 den renommierten Charles-Stark-Draper Preis. Der Nobelpreis ist mit zehn Millionen Schwedenkronen (knapp 1 Million Euro) dotiert.

http://nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2009

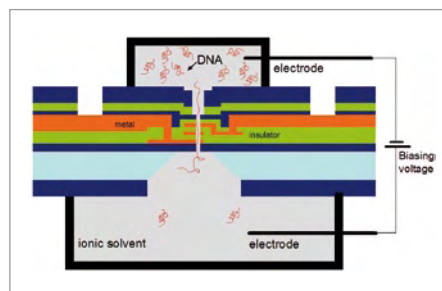
Neuer Energiespeicher für Autos?

Eine höchst ungewöhnliche Idee hat die MIT-Professorin Carol Livermore: Sie sieht erste Beweise dafür, dass man in kleinen mechanischen Federn („Springs“) aus Kohlenstoff-Nanoröhrchen (CNT) enorme Energiemengen speichern könnte. Auf das gleiche Gewicht bezogen, könnten solche „Federspeicher“ genau so viel Energie speichern wie Lithium-Ionen-Batterien und tausend Mal mehr als Stahlfedern. Dabei wären sie erheblich zuverlässiger und ermüdungsfreier. Ein solcher Speicher würde sich als „Notfallspeicher“ im Auto anbieten, weil er über Jahre seine Energie halten kann, ohne dass Verluste auftreten. Erste Untersuchungen wurden sowohl als Simulation als auch in kleinem Maßstab im Labor gemacht. Da dies ein völlig neuer Weg ist, müsste aber erst noch einiges in die Forschung investiert werden, bevor man an eine industrielle Lösung denken kann.

<http://web.mit.edu/press/2009/super-springs-0921.html>

Auf dem Weg zum DNA-CHIP

IBM-Forscher in Yorktown Heights nördlich von New York haben die Entwicklung einer viel versprechenden DNA-Analysemethode vorgestellt, mit der man den Weg zu einer kosteneffizienten personalisierten DNA-Untersuchung ebnen könnte. Dabei werden winzige, etwa 3 nm kleine Löcher in einen Silizium-Chip gebohrt. Durch diese Löcher werden dann die DNA-Stränge hindurchgeleitet, um die genetischen Informationen auszulesen (Bild: IBM). Die Herausforderung bei der Entwicklung eines solchen DNA-Analyse-Chips: Man muss die Flussgeschwindigkeit der DNA-Stränge durch die Nanolöcher verlangsamen und gezielt kontrollieren, um die DNA korrekt zu analysieren. Gelingt das

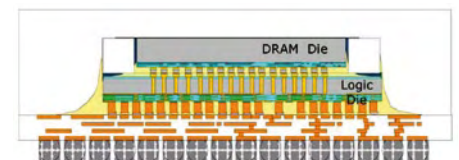
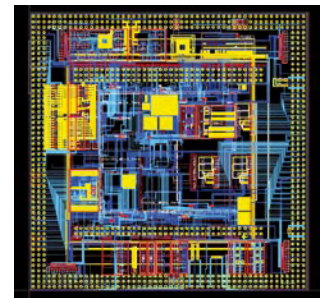


spektakuläre Vorhaben, dann könnte man eine genetische Analyse für 100 bis 1000 US-\$ realisieren. Nur zum Vergleich: Die erste vollständige Entschlüsselung des menschlichen Genoms im Rahmen des „Human Genom Projects“ kostete seinerzeit rund 3 Milliarden US-\$. Im Erfolgsfall könnte man die medizinische Versorgung von Patienten deutlich verbessern: So ließe sich etwa genau feststellen, welches Medikament für einen Patienten am wirksamsten ist oder bei welchen Patienten das Risiko von Nebenwirkungen am größten ausfällt.

<http://www-03.ibm.com/press/de/de/pressrelease/28572.wss>

3D-Integration von Logik- und Speicherchip

1



Das belgische Forschungszentrum IMEC hat einen so genannten 3D-Chip namens ETNA hergestellt, bei dem ein kommerziell erhältlicher DRAM-Speicher auf einem Logikchip sitzt, der auf eine Dicke von nur noch 25 µm „heruntergedünnt“ wurde (Bild 1: IMEC). Die Verbindungen zwischen den beiden Chips werden mit so genannten Vias durch das Silizium hergestellt (Bild 2: IMEC). Mehr als ein erster Demonstrator ist dies noch nicht: Auf dem Logikchip werden derzeit Erwärmungen gemessen, die durch die Refresh-Zyklen der DRAM-Bausteine entstehen. Darüber hinaus werden auch elektrostatische Entladungen und anderes erfasst, um nötige Erfahrungen mit solch kompakten Chips zu sammeln.

http://www2.imec.be/imec_com/imec-sets-major-step-towards-3d-integration-of-dram-on-logic.php?year=2009&month=09

DEZEMBER

1. Stuttgart LabVIEW Hands-On

Kostenloses Praxisseminar, in dem man erste Schritte mit der grafischen Entwicklungsumgebung LabVIEW unternehmen kann. Plus 5 weitere Termine in Deutschland!

<http://sine.ni.com/nievents/app/results/p/country/de/type/seminars/sort/interests>

3. Hamburg Workshop Toshiba ARM9 mit Displaycontroller

Von Glyn und Toshiba. Einführung in die Architektur und Features der ARM9-Controller, Vorstellung von Software und Tools sowie praktische Übungen.

www.glyn.de/data/glyn/media/doc/Einladung_TOS-ARM9_D-Hamburg_03.12.09_V1.pdf

8. Pforzheim Einführung in die MPLAB IDE und REAL-ICE

Praktische Übungen mit Microchips integrierter Entwicklungsumgebung MPLAB und dem In-Circuit-Emulator REAL-ICE. Weitere Termine und andere Seminare von Microchip siehe Website!

<http://secure.microchip.com/RTCV2/ViewSeminarDetail.aspx?SeminarDetailID=1579>

10. - 11. Ismaning Technische Dokumentation mit Microsoft Word

Das zweitägige Seminar für Entwickler beschäftigt sich mit Format- und Dokumentvorlagen, Inhaltsverzeichnis, referenzierten Bildern und vielem mehr.

www.vdi-wissensforum.de/fileadmin/pdf/292425.pdf

11. - 12. Seligenstadt (bei Offenbach) Elektor-Seminar „AVR-Mikrocontroller in der Praxis“

Referent ist Andreas Riedenauer (Field Application Engineer beim Atmel-Distributor Inteltek). Riedenauer kennt Tipps und Tricks, aber auch Stolperfallen, die den Entwickler beim Hardware-Design, der Programmierung und dem Weg zur Serienfertigung erwarten.

www.elektor.de/avr-seminar



Um fünfmal zum Produkt des Jahres*

gewählt zu werden, braucht es mehr als ein tolles Programm

- Zum Beispiel vernünftige Preise ohne versteckte Kosten.
- Eine faire Update-Politik, ohne Wartungsverträge und ähnliche Knebelpraktiken.
- Eine kompetente Hotline, die jedem Kunden kostenlos zur Verfügung steht.
- Eine offene Diskussion mit den Anwendern als wesentliche Grundlage der Programm-Weiterentwicklung.

Anders ausgedrückt: EAGLE ist deshalb Deutschlands beliebteste Schaltplan- und Layout-Software, weil wir unsere Kunden seit zwanzig Jahren so behandeln, wie wir selbst gerne behandelt werden möchten.

Ein Beispiel:
Im Zuge der Weiterentwicklung haben wir einen

Follow-me-Router

realisiert, der in der Praxis beim Manuellen Routen enorm viel Zeit spart. Wie sämtliche Verbesserungen innerhalb einer Hauptversion ist auch diese Funktion jedem Kunden kostenlos (per Download) zugänglich. Vorausgesetzt wird in diesem Fall das Autorouter-Modul der Version 5.

EAGLE Light ist Freeware!

Zum Testen und für nicht-kommerzielle Anwendungen dürfen Sie EAGLE Light kostenlos verwenden. Diese Version ist auf Platinen im halben Europaformat mit maximal zwei Signallayern und ein Schaltplanblatt beschränkt. Alle anderen Features entsprechen denen der Professional-Version. Sie steht zum Download im Internet bereit.

Wenn Sie sich für die kommerzielle Light-Version entscheiden, bekommen Sie zusätzlich das Handbuch und die Lizenz für kommerzielle Anwendungen. Unsere Standard-Version eignet sich für Platinen im Europaformat mit bis zu vier Signallayern bzw. für Schaltpläne mit max. 99 Seiten. In der Professional-Version entfallen diese Einschränkungen.

www.cadsoft.de



CadSoft Computer GmbH
Pleidlöfsweg 15, 84568 Pleiskirchen
Tel. 08635 6989-10, Fax -40
E-Mail: info@cadsoft.de



Jedem EAGLE-Paket in der Professional- bzw. Standard-Ausführung liegt ein Gutschein über eine professionell gefertigte doppelseitige Europakarte bei.

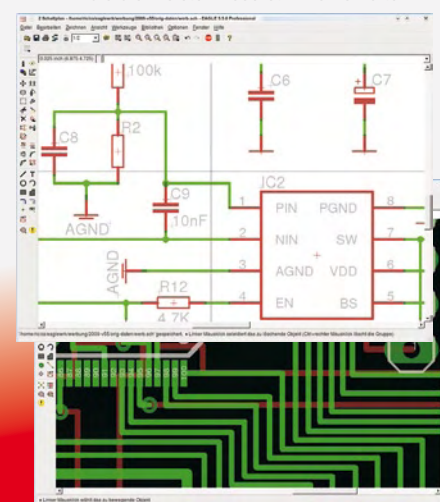
Windows / Linux / Mac sind eingetragene Warenzeichen von Microsoft Corporation / Linus Torvalds / Apple Computer, Inc.



EAGLE Version 5

Schaltplan - Layout - Autorouter
für Windows® Linux® Mac®

* Dieser Preis der Zeitschrift Elektronik wird in elf Kategorien an die Produkte vergeben, die die meisten Leserstimmen erhalten



Preise	Light	Standard	Professional
Layout oder Schaltplan		249,90	499,80
Layout+ Schaltplan		499,80	999,60
Layout+ Autorouter		499,80	999,60
Layout+ Schaltplan+ Autorouter	49,00	749,70	1499,40

Alle Preise in € inkl. 19% MwSt. Upgrades zum Differenzpreis

JANUAR 2010

7. - 10. Las Vegas (USA)
Consumer Electronics Show
In Vegas sieht man Technik von morgen und übermorgen - eine Reise könnte sich lohnen!
www.cesweb.org

23. - 24. Hannover
World of Hifi
Hier kann man diverse Anlagen sehen und hören, die aus den Geräten verschiedener Hersteller „komponiert“ wurden.
www.highendsociety.de

27. - 28. Frankfurt am Main
Basiswissen Elektrotechnik für „Nichtelektriker“
Die Teilnehmer lernen elektrotechnische Grundlagen kennen und sind nach dem Seminar in der Lage, Stromlaufpläne zu lesen.
www.vde.com/de/Veranstaltungen/VDE-Seminare/Seiten/AlleSeminare.aspx

FEBRUAR 2010

5. - 6. München
Elektor-Seminar „AVR-Mikrocontroller in der Praxis“
Referent ist Andreas Riedenauer (Atmel-Distributor Inteltek). Riedenauer kennt Tipps und Tricks, aber auch Stolperfallen, die den Entwickler beim Hardware-Design, der Programmierung und dem Weg zur Serienfertigung erwarten.

denauer kennt Tipps und Tricks, aber auch Stolperfallen, die den Entwickler beim Hardware-Design, der Programmierung und dem Weg zur Serienfertigung erwarten.
www.elektor.de/avr-seminar

22. - 24. Bochum
Elektor-Seminar „C-Programmierung für Mikrocontroller“
Das aus dem Fernlehrgang bekannte Team Bernd vom Berg und Peter Groppe führt in Vorträgen in die Mikrocontroller-Hardware und die Struktur der Programmiersprache C ein. Den Löwenanteil nehmen aber die praktischen Übungen ein, welche die Teilnehmer mit einem 8051er-Mikrocontrollerboard durchführen.
www.elektor.de/c-prog

Preselektor mit Abstimmautomatik

Lohnendes Upgrade für den Elektor-SDR



Von Burkhard Kainka

Die Qualität eines Empfängers hängt in hohem Maße von seinen Eingangsfiltern ab. Ein selektiver Vorkreis verbessert die Großsignalfestigkeit und die Antennenanpassung. Der hier vorgestellte Preselektor erlaubt die Verwendung von bis zu vier über Software und Kapazitätsdioden abgestimmten Kreisen. In Verbindung mit der ebenfalls beschriebenen abgestimmten Loopantenne wird der SDR-Empfänger außerdem unabhängig von einer Außenantenne.

Das Software Defined Radio von Elektor [1] überdeckt den gesamten Bereich bis 30 MHz. Am Eingang befindet sich ein Eingangs-Multiplexer mit dem IC 74HC4051, das über acht Eingänge (A0 bis A7) verfügt. Man kann den Eingangsmultiplexer per Software zwischen einem breitbandigen Eingang (A0, in der Software als In1 bezeichnet), einem Tiefpassfilter für Mittelwelle (A1, In2) und einem Hochpassfilter für Kurzwelle (A2, In3) umschalten. Der Eingang A7 ist für den 5-MHz-Selbsttest belegt. Es sind also noch vier Eingänge des Multiplexers frei, an die man zum Beispiel Vorkreise oder eine Ferritantenne anschließen kann. Auch eine abgestimmte magnetische Loopantenne kann direkt an einen dieser hochohmigen Eingänge gelegt werden, wie in den Beispielen für Vorkreise in **Bild 1** zu sehen ist. Was dabei aber gerade in Verbindung mit einem durch

Software gesteuerten Radio etwas stört, ist die manuelle Bedienung des zusätzlichen Drehkondensators, der auch nicht immer einfach zu beschaffen ist.

Eigenschaften

- Vier abgestimmte Vorkreise
- Abstimmung durch kostenlose SDR-Abstimmsoftware
- Steuerung über I²C-Bus
- Lang-, Mittel-, Kurzwelle
- Kapazitätsdioden bis 500 pF
- Drahtantenne, Loopantenne und Ferritstab

Deshalb wurde jetzt ein per Software über I²C automatisch abstimmbarer Preselektor mit Kapazitätsdioden entwickelt.

Vier Vorkreise

Die Schaltung des Preselektors (**Bild 2**) hat vier Vorkreise mit Kapazitätsdioden 1SV149, die sich über die Abstimmspannung zwischen ca. 20 pF und 500 pF variieren lassen. Die Abstimmspannung wird über einen D/A-Wandler PCF8591 per I²C-Bus gesteuert. Da der Elektor-SDR ohnehin den I²C-Bus verwendet, braucht man nur zwei Leitungen (SDA und SCL) anzuschließen, um die Abstimmung in die Software zu integrieren.

Für jeden Vorkreis ist eine Spule mit je vier Anschlüssen (L1 bis L4) vorgesehen. An jedem Kreis gibt es einen über einen 100-nF-Kondensator (C3 bis C6) ausgekoppelten Ausgang zur Verbindung mit den hochohmigen Eingängen A3 bis A6 am Eingangsmultiplexer des SDR-Empfängers (In4 bis

In7 in der Software). Jede Spule kann eine eigene Koppelwicklung haben. Alternativ kann man jedoch auch Ferritantennen oder Loopantennen mit nur zwei Anschlüssen verwenden. Die Bestückung bleibt jedem Anwender überlassen. Sie können also selbst entscheiden, welche Frequenzbereiche Sie über den Preselektor schicken wollen. Zusätzlich bleiben natürlich die Eingänge A0 bis A2 (In1 bis In3) nutzbar.

Bestückungsfragen

Die Bestückung der Platine (Bild 3) bereitet keine Schwierigkeiten. Bestücken Sie zunächst alle Halbleiter, Widerstände und Kondensatoren - aber noch nicht die Spulen. In dieser Teilbestückung ist die Platine auch im Baupaket enthalten, das im Elektor-Shop erhältlich ist. Vier passende Spulenkörper und ein Ferritstab mit vorbereiteten Spulen für Lang- und Mittelwelle liegen bei. Sie können nun die Spulen entsprechend den gewünschten Frequenzbereichen bewickeln. Hier ein Vorschlag:

- L4, KW2 an OUT4: 4,5-16 MHz,
15 Windungen an 4E1 und 4A1 +
1 Windung Antennenkopplung an 4E2 und 4A2.
- L3, KW1 an OUT3: 2,2-8 MHz,
40 Windungen an 3E1 und 3A1 +
2 Windung Antennenkopplung an 3E2 und 3A2.

Für die unteren Bereiche hat sich ein Ferritstab 10 mm x 90 mm bewährt. Auf demselben Stab können zwei Spulen für MW und LW untergebracht werden. Sie können die fertigen Spulen verwenden oder

auch eigene Spulen wickeln und dazu HF-Litze oder auch einfachen Kupferlackdraht verwenden und „wild“ wickeln. Es kommt hier nicht auf höchste Güte der Spulen an, da relativ breitbandig empfangen werden soll:

MW an OUT2: 550- 1600 kHz, 40 Windungen HF-Litze oder CuL0,2 auf Ferritstab an 2E1 und 2A1.

LW an OUT1: 140-450 kHz, 170 Windungen HF-Litze oder CuL0,2 auf Ferritstab an 1E1 und 1A1.

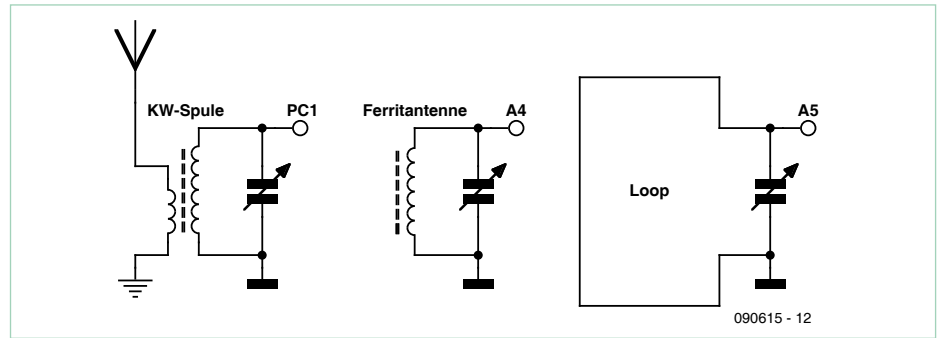


Bild 1. Einfach, aber ohne Steuerung: Vorkreise mit Drehkoabstimmung zum direkten Anschluss an die SDR-Platine.

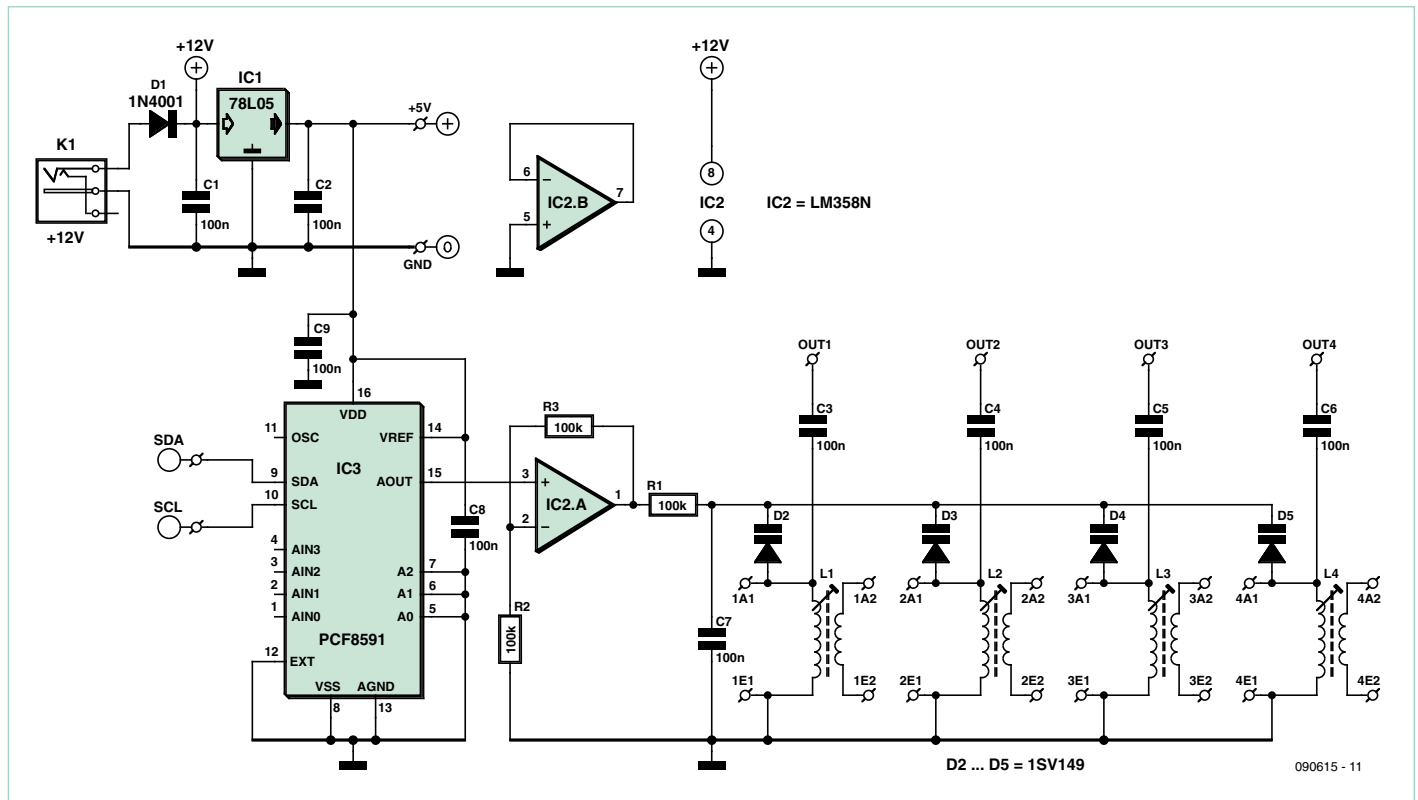


Bild 2. Die Schaltung des „digitalen“ Preselektors mit vier über I²C abstimmbaren Vorkreisen.

Stückliste

Widerstände:

R1, R2, R3 = 100 k

Kondensatoren:

C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9 = 100 n
keramisch

Halbleiter:

IC1 = 78L05

IC2 = LM358N

IC3 = PCF8591P

D1 = 1N4001

D2...D5 = 1SV149

(erhältlich z.B. bei Modul-Bus)

Außerdem:

4 Spulen auf Spulenkörper T1.4
(Conrad, Modul-Bus)

Netzteilbuchse NEB 21 R (Lumberg)

Platine 090615-1

oder Bausatz 090615-71 mit teilbestück-

ter Platine, Spulenkörpern, Ferritstab mit
Wicklungen

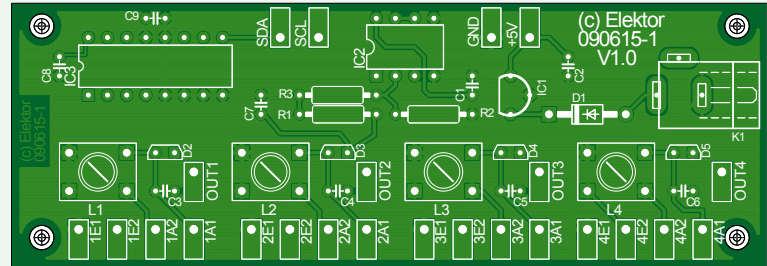


Bild 3. Die Platine des Preselektors. Alle Spulenanschlüsse sind auf einer Seite herausgeführt.

Beide KW-Antennenkoppelspulen an 4E2 und 4A2 und an 3E2 und 3A2 kann man in Reihe schalten und ohne Masseverbindung mit dem Antennenkabel verbinden, wie in **Bild 4** schematisch gezeigt. Damit hat man zugleich die durchaus gewünschte Potentialtrennung zwischen PC-Masse (Schaltungsmasse) und Masse der Antennenanlage, was eine Menge Störungen verhindern kann. Die Reihenschaltung der Koppelspulen bedeutet keinen Verlust an Signalspannung, weil die jeweils andere Spule auf der Wunschfrequenz gerade nicht in Resonanz und damit niederohmig ist.

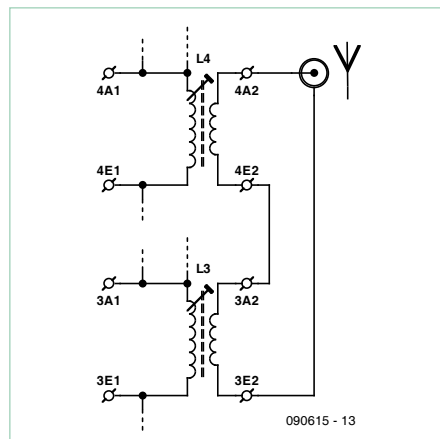


Bild 4. Antennenanschluss für zwei Kurzwellenbereiche.

Montage und Verdrahtung

Die Befestigungslöcher der Zusatzplatine passen genau über die der SDR-Platine. Montieren Sie beide Platinen mit Abstandshaltern übereinander. Stellen Sie dann die nötigen Drahtverbindungen her. In **Bild 7** sind die Anschlusspunkte auf der SDR-Platine zu sehen. GND wird an C21 angeschlossen. Die +5 V-Verbindung zwischen SDR-Platine (an R4) und Preselektor (+5-V-Anschluss) lässt man zunächst noch weg (mehr dazu im Kapitel zur Stromversorgung).

Die I²C-Busleitungen SDR und SCL werden an R2 und R3 angelötet. Die Ausgänge der Preselektorplatine (OUT1 bis OUT4) werden an die in Bild 7 ebenfalls mit OUT1 bis OUT4 gekennzeichneten Punkte angeschlossen. Die Signale gelangen so an die Eingänge A3 bis A6 des Multiplexers IC6, die in der

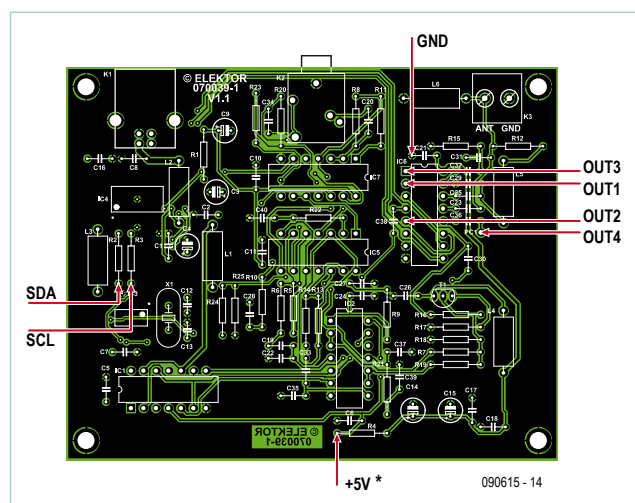


Bild 5. Die Anschlusspunkte für den Preselektor auf der SDR-Platine.

Software als In4 bis In7 ausgewählt werden (siehe **Bild 6**).

Software und Bedienung

Die ursprüngliche Abstimmsoftware für den Elektor-SDR wurde um die zusätzlichen Elemente zur Steuerung der Kapazitätsdioden erweitert. Diese neue Software-Version ElektorSDRpre.exe kann von [1] und [3] kostenlos herunter geladen werden. Wie in Bild 6 zu sehen ist, gibt es jetzt einen zusätzlichen Schieberegler, mit dem Sie die Eingangskreise abstimmen können. Der Übergabewert zwischen 0 und 255 wird in einem Fenster angezeigt. Der D/A-Wandler macht daraus eine Spannung zwischen 0 V und 5 V, nach zweifacher Verstärkung durch IC2.A liegt an den Kapazitätsdioden D2...D5 eine Abstimmungsspannung zwischen 0 und 10 V. Neben dem manuellen Betrieb (Man) gibt es einen Automatikbetrieb (Auto). Per Voreinstellung (Default) ist nach dem Starten der Software der manuelle Betrieb aktiv.

Starten Sie die Software wie gewohnt zusammen mit einem Dekoder wie Dream, SoDiRa oder SDRradio. Wählen Sie zunächst den Eingang In1 oder In2 für Mittelwelle bzw. In3 für Kurzwelle. Die Antenne muss noch an der Schraubklemme ANT der SDR-Platine angeschlossen sein. Stellen sie die Frequenz auf eine gewünschte Station z.B. im 49-m-Band ein. Wechseln Sie nun den Antennenanschluss und schließen Sie Ihre Antenne an der Preselektorpla-

tine an. Schalten Sie dann auf den Eingang In4 (KW2) um. Verschieben Sie den Preselektorschieber auf dem Bildschirm, bis maximale Signalspannung angezeigt wird. Meist haben Sie nun ein stärkeres Signal als am Breitband-Eingang, weil der abgestimmte Vorkreis eine bessere Anpassung der Antenne bringt. Das bringt vor allem auf den höheren Bändern eine wesentlich verbesserte Empfindlichkeit.

Testen Sie in gleicher Weise den KW-1-Bereich an In5. Auf den unteren Kurzwellenbändern hatte man mit dem breitbandigen Antenneneingang oft das Problem des Nebenempfangs auf der dreifachen und fünffachen Frequenz. Diese Signale werden nun weitgehend unterdrückt. Der Empfänger erwacht daher zum Beispiel im 80-m-Band zu neuem Leben.

Noch deutlicher fällt der Unterschied auf Langwelle und Mittelwelle aus, wenn Sie den Ferritstab verwenden. Die Signalstärke ist mit der einer Langdrahtantenne am Breitbandeingang vergleichbar, aber der Störabstand ist meist wesentlich besser. Das liegt daran, dass zum einen Obertonmischung verhindert wird und zum anderen die Ferritantenne die magnetische Feldkomponente empfängt und die Störsignale im Haus besser unterdrückt.

Automatik-Abstimmung

Im manuellen Betrieb erfordert jeder Frequenzwechsel ein Nachstimmen des Eingangskreises. Dieser Vorgang lässt sich auch automatisieren. Die Software berechnet dabei die erforderliche Abstimmungsspannung und stellt sie selbst ein. Bei einer Betätigung des Frequenzschiebers wird wie von Geisterhand der Preselektorreger mit bewegt. Nötig ist dafür allerdings eine vorbereitete Tabelle mit Stützpunkten. Der Software liegt bereits eine Version der Datei InitPreselector.txt bei, die zu der vorgeschlagenen Spulenbestückung passt.

Wenn Sie eigene Spulen wickeln oder einen individuellen Abgleich vornehmen wollen müssen Sie die Tabelle mit einem Text-

editor (z.B. Notepad) bearbeiten. Dabei muss der Aufbau beachtet werden. Für jeden der vier Schwingkreise gibt es einen Bereich mit genau zehn Einträgen, wobei jeder Eintrag aus der Frequenz in kHz und der Abstimmeneinstellung (0...255) besteht. Die Tabelle wird mit einer Kommentarzeile („In4“, „In5“ usw.) eingeleitet und mit einer Leerzeile abgeschlossen. Als Ausgangsmus-

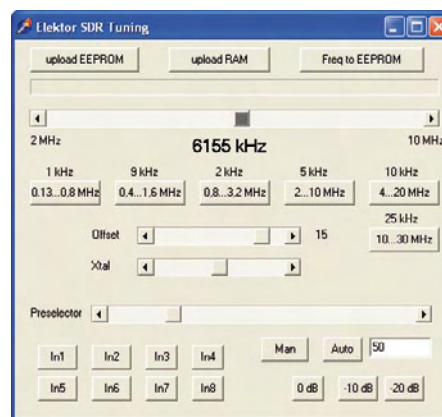


Bild 6. Die Abstimmsoftware steuert jetzt auch den Preselektor.



Bild 7. SDRadio-Software in Aktion.

ter kann man die zuvor erwähnte Datei InitPreselector.txt verwenden und die Werte anpassen.

Zur Ermittlung der eigenen Abstimmwerte gehen Sie folgendermaßen vor: Suchen Sie sich zehn Frequenzen im Abstimmungsbereich aus und bestimmen Sie manuell die jeweils

beste Einstellung der Abstimmungsspannung. Der Abstand der Messpunkte ist beliebig, aber Sie sollten in den Bereichen enger liegen, in denen sich die Abstimmungsspannung besonders schnell ändert. Wichtig ist auch, dass die tiefste Frequenz (Abstimmung 0) am Anfang liegt und die höchste Frequenz des Bereichs (Abstimmung 255) am Ende. Speichern Sie die veränderte Datei unter demselben Namen. Beim nächsten Start wird die Tabelle gelesen und verwendet. Für jede Frequenz wird dabei die Abstimmungsspannung durch Interpolation zwischen zwei benachbarten Stützwerten ermittelt. Die Abstimmung ist „streng nichtlinear“, im mittleren Bereich ändert sich die Abstimmungsspannung sehr schnell, an den Rändern nur wenig.

Abgestimmte Loopantennen

Wer keine Außenantenne verwenden kann oder möchte, für den ist die Ferritstabantenne eine gute Alternative für Lang- und Mittelwelle. Aber auch für Kurzwelle gibt es eine Lösung: Eine abgestimmte magnetische Loopantenne bringt als Innenan-

tenne fast gleich guten Empfang wie eine Langdrahtantenne im Freien. Damit hat man die Möglichkeit, ganz ohne Außenantenne auszukommen.

Wenn Sie für Kurzwelle eine Loopantenne verwenden möchten, bestücken Sie die Spulen L3 und L4 nicht und ersetzen die Schwingkreisspule durch die Drahtschleife der Loopantenne. Eine Koppelspule ist nicht erforderlich, weil die Antenne hochohmig angeschlossen wird. Der Durchmesser des Loops beziehungsweise die Drahtlänge und auch die Drahtstärke bestimmen die Induk-

tivität und damit den Frequenzbereich. Rechenprogramme dazu findet man im Internet [2].

Ein praktisches Beispiel: Nehmen Sie zwei Meter Netzlitze 0,75 mm² und bilden Sie daraus einen Ring von etwa 60 cm Durchmesser. Die Induktivität dieser Schleife

Der Elektor-SDR

Das Software Defined Radio mit USB-Interface aus Elektor 5/2007 ist in den zwei Jahren seit Veröffentlichung zur meistverwendeten SDR-Hardware geworden. Die SDR-Platine wird nicht nur für den AM- und DRM-Empfang, sondern auch für den Amateurfunk mit SSB und CW, für Seewetterdienste und als leistungsfähiger Weltempfänger eingesetzt. Es gibt immer wieder neue SDR-Software mit verbesserten Eigenschaften und noch mehr Möglichkeiten, und zum Thema SDR ist inzwischen auch ein Elektor-Buch erschienen.

Das Projekt ist ein idealer und kostengünstiger Einstieg in die SDR-Technik. Mit dem hier vorgestellten Preselektor wird der Empfänger noch einmal deutlich aufgewertet. Dank verbesserter Vorselektion und Antennenanpassung lassen sich noch mehr Signale aus dem Äther fischen. Und wer keine Außenantenne installieren kann oder möchte, der findet die richtige Lösung, indem er den Preselektor als abgestimmte Loop-antenne verwendet.

Nähere Informationen und Gratis-Artikeldownload unter: www.elektor.de/sdr

beträgt etwa $2,5 \mu\text{H}$. Bei 500 pF ergibt sich daraus eine Frequenz von $4,5 \text{ MHz}$. Ein Versuch brachte einen Abstimmbereich zwischen etwa 4 MHz und 12 MHz . Wenn Sie mit derselben Drahtlänge zwei Windungen (eine Doppelschleife) wickeln, ergibt sich der halbe Durchmesser und eine etwas größere Induktivität. Sogar ein Loop mit nur 20 cm Durchmesser und zwei Windungen stellt eine brauchbare Kurzwellenantenne für den Bereich $3,5 \text{ MHz}$ bis 14 MHz dar. Mit dieser handlichen Innenantenne ist DRM-Empfang mit ähnlich gutem Störabstand wie an einer Langdrahtantenne möglich.

Ein Aufbauvorschlag: Bauen Sie eine Loopantenne mit zwei um 90° zueinander versetzten Schleifen mit einem Durchmesser von 25 cm . Eine der beiden Schleifen besteht aus nur einer Windung und ist für den höheren Kurzwellenbereich bis 30 MHz zuständig. Die zweite besteht aus zwei Windungen und arbeitet ab etwa 3 MHz (siehe Bild 8). Schließen Sie die beiden Loops anstelle Kurzwellenspulen L3 und L4 an die Preselektor-Platine an:

Loop mit einer Windung an 4E1 und 4A1, Loop mit zwei Windungen an 3E1 und 3A1. Die Antenne hat eine ausgeprägte Richtwirkung, sodass es sich lohnt, sie drehbar aufzubauen.

Tipps zur Stromversorgung

So wie bisher beschrieben, hat das System eine zweifache

Stromversorgung. Die SDR-Empfängerplatine erhält $+5 \text{ V}$ über die USB-Verbindung vom PC, während der Preselektor sein eigenes 12 V -Netzteil hat (Steckernetzteil an K1). Die 12 V sind erforderlich, um die Kapazitätsdioden mit bis zu 10 V ansteuern (abstimmen) zu können. Für den D/A-Wandler ist in der Schaltung des Preselektors ein 5 V -Spannungsregler vorhanden.

Je nach verwendetem PC oder Notebook kann die USB-Betriebsspannung Störungen aufweisen, die sich im unteren Bereich der Zwischenfrequenz bemerkbar machen. Man sieht dann eine Rauschglocke um 0 Hz herum und mit einer Breite von bis zu ca. 2 kHz zu jeder Seite. Bei einer üblichen ZF von 10 bis 15 kHz sind normalerweise keine Störungen vorhanden.

Man hat mit dem Preselektor aber auch die Möglichkeit, nicht nur den Empfang, sondern auch die Stromversorgung des SDR-Empfängers zu verbessern, indem man die $+5 \text{ V}$ des Preselektors ($+5 \text{ V}$ -Anschluss der Preselektor-Platine) mit dem in Bild angegebenen $+5 \text{ V}$ -Anschlusspunkt (R4) der SDR-Platine verbindet. Damit die externe Spannung nicht rückwärts zur USB-Verbindung gelangt, muss L1 auf der SDR-Platine durch eine Diode (1N4001, Kathode an C2) ersetzt werden. Die Betriebsspannung VCC des Empfängers kommt dann von der Preselektorplatine, wodurch sich der Störabstand bei einer niedrigen Zwischenfrequenz deutlich verbessert.

(090615 dr/ek)

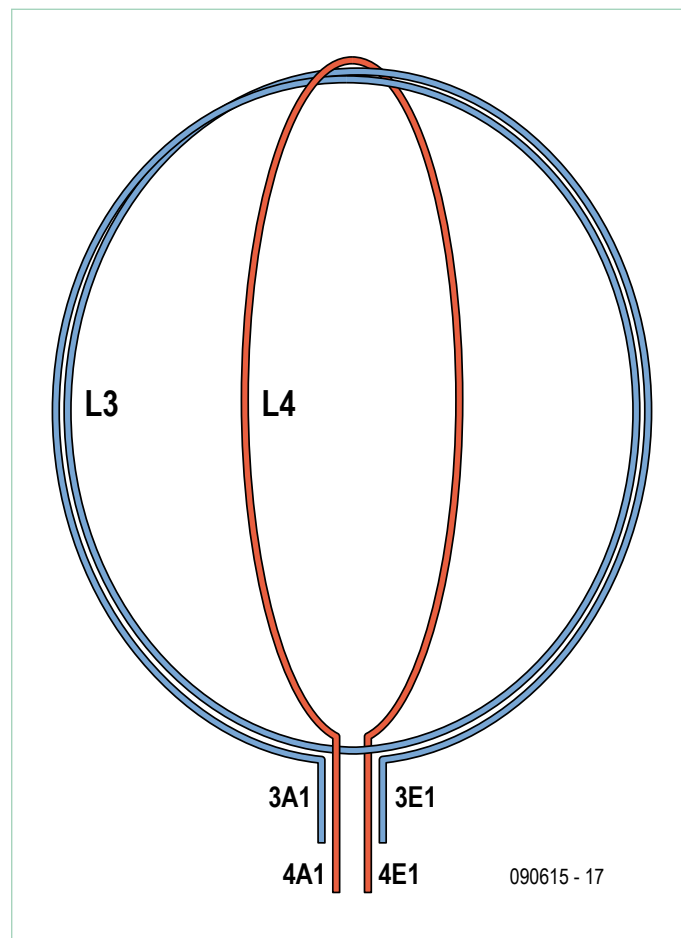


Bild 8. Aufbau einer Loop-Antenne mit zwei im rechten Winkel zueinander angeordneten Schleifen.

- [1] www.elektor.de/sdr
- [2] www.technik.net/public/code/cp_dpage.php?aiocp_dp=util_inductance_circle
- [3] www.elektor.de/090615



Der .NET Micro Framework Room Touch Controller (RTC) ist da!

Damit wird „Sensor to Server“ Entwicklung mit C# und Visual Studio 2008 endlich Realität.

Nur eine von vielen Anwendungsmöglichkeiten des AUG AMI DevKits von AUG Elektronik GmbH, einer High-Tech Schmiede aus Österreich und .NET Micro Framework Partner.

www.aug-electronics.com/ami



Room Touch Controller

kompakt, flexibel und einfach programmierbar

Direkt im **Visual Studio** entwickeln und mit dem kostenlosen Emulator testen - dann einfach auf das DevKit laden - **FERTIG!**



Technische Details Room Touch Controller:

- Einbau in **Standard Unterputzdose** (z.B. Gira E22)
- Basis AUG AMI (ATMEL ARM9, 200 Mhz, 64 MB RAM / 256 MB NAND Flash)
- **3.4" AMOLED Display mit Touchscreen**
- 10/100 MBit Ethernet, PoE fähig
- 2 potentialfreie Eingänge onboard
- 1 Leistungsausgang (24V/400mA) onboard
- 868 MHz Funkanbindung; wireless M-Bus (optional)
- EIB/KNX Anbindung (optional)
- **Access-Modul** mit RFID-Leser und kapazitivem Pin-Pad (optional)
- **Out16-Modul** mit 16 Leistungsausgängen (230V/16A) (optional)

Software:

- .NET Micro Framework 3.0 und 4.0
- SSL, HTTPS, DPWS, native XML parser
- Native Treiber und managed SDK für alle Komponenten
- Managed SDK für eventbasierte Programmierung Access und Out16 (RFIDReadEvent, PinEnteredEvent, ...)
- **Demoprojekt mit Sourcecode**
- Kostenloser AMI Emulator
- NET MF 4.0 (BETA) verfügbar

brand NEW!

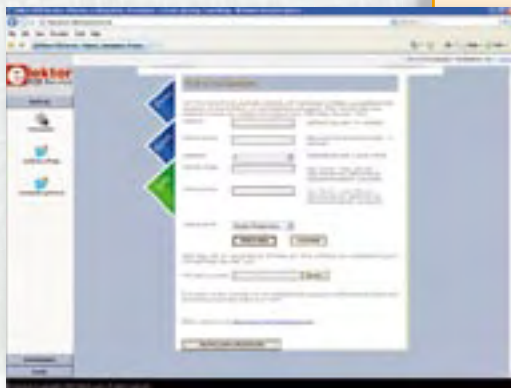
Elektor-PCB-Service



Die neue Adresse für Platinen, Prototypen und Multilayer

Möchten Sie Ihre selbst entworfene Platine schnell und zuverlässig geliefert bekommen? In Kleinserie und dabei zu einem unschlagbar günstigen Preis?

Bestellen Sie jetzt Ihre individuelle Platine beim Elektor-PCB-Service!



Elektor-PCB-Service ist der neue Leiterplatten-Service von Elektor! Über die Website www.elektorpcbservice.de können Sie Ihren Entwurf als professionelle Platine herstellen lassen. Der Elektor-PCB-Service ist die richtige Adresse für Prototypen von neu entwickelten Platinen und für die Produktion modifizierter Elektor-Platinen.

Brauchen Sie kurzfristig einige Muster (Protos) oder eine Kleinserie (Batch), bestehend aus 5 bis 50 Exemplaren? Der Elektor-PCB-Service bietet jetzt beides zu einem günstigen Preis. Sie müssen uns nur über unsere neue Website Ihr Platinenlayout zusenden.

- Höchste Präzision und Industrie-Qualität zum günstigen Preis
- Bewährter Elektor-Kundenservice
- Kein Mindestbestellwert
- Keine Film- oder Einrichtungskosten
- Keine versteckten Kosten
- Online-Preisrechner
- Versand innerhalb von 5 Werktagen

Überzeugen Sie sich selbst vom neuen Elektor-Leiterplatten-Service – jetzt unter

www.elektorpcbservice.de



Haus-Technik-Konzert

Domotik-Standards im Überblick



Von Jens Nickel

Wenn Licht, Heizung und mehr zentral und automatisiert gesteuert werden können, sorgt das nicht nur für Komfort, es lässt sich auch viel Energie sparen. Leider haben Interessierte die Qual der Wahl aus vielen unterschiedlichen Systemen. Wir geben einen Überblick und zeigen, mit welchen Standards man sich näher beschäftigen sollte.

Bild 1. User-Interface einer Domotik-Anlage: Mehrere Steuerfunktionen sind hier zusammengefasst, außerdem lassen sich Statusinformationen abrufen

(Bild: Z-Wave-System von Merten, Foto Constantin Meyer, Köln).

Die Hausautomatisierung – etwas internationaler auch Domotik genannt – bietet interessante Möglichkeiten. Licht, Jalousien, Heizung, Klimaanlage und Lüftung – all das kann, von einer gemeinsamen Zentrale gesteuert, in einer Art Technikkonzert zusammenspielen. Sensoren, die Bewegung, Sonneneinstrahlung, Lufttemperatur und viele andere Größen detektieren, lassen sich genauso als Trigger benutzen wie Zeitmarken. Wenn bei zu viel Sonne Markisen automatisch ausgefahren werden und beim Betreten eines Zimmers automatisch das Licht angeht, bringt das natürlich eine Menge Komfort für die Bewohner. Noch gewichtiger ist allerdings das Argument, dass ein automatisiertes Haus auch einen beträchtlichen Teil Energie einsparen kann. Ein dritter Aspekt betrifft die Sicherheit. Im Kasten haben wir eine Reihe von Argumenten für eine Hausautomatisierung zusammengefasst.

Komponenten

Zur Haussteuerung benötigt man vier Komponenten: Sensoren, Aktoren, eine Zentrale und natürlich Verbindungen untereinander. Sensoren gibt es für vielerlei physikalische Messgrößen wie Licht, Schall, Bewegung, Temperatur und Feuchte. Andere Fühler detektieren, ob Fenster und Außentüren offen oder geschlossen sind. Komplettiert wird das Ganze durch Wettersensoren (ein Windmesser kann zum Beispiel bei einer Markisensteuerung wichtig sein). Gas-, Wasser- und Stromzähler, die mit einer S0- oder M-Bus-Schnitt-

stelle ausgestattet sind, lassen sich häufig ebenfalls an eine Hausautomatisierungs-Anlage anschließen (für andere Zähler gibt es unter Umständen die Möglichkeit einer optoelektronischen Ablesung). In die Kategorie Sensoren fallen auch RFID-Lesegeräte, mit denen eine Identifikation von Personen stattfinden kann. Dazu kommen natürlich noch Taster und Regler, mit denen die Hausbewohner Licht und Heizung manuell schalten und steuern können. Denn ein Domotik-System kann nur richtig effektiv arbeiten, wenn die herkömmlichen „User Interfaces“ (wie zum Beispiel die Lichtschalter) in die Anlage miteinbezogen werden (**Bild 1**). Dann gewinnt man allerdings Flexibilität: Schalter lassen sich nachträglich auf einfache Weise „umwidmen“ oder in ihren Fähigkeiten erweitern, was bei einer herkömmlichen Elektroinstallation mit großem Aufwand verbunden ist.

Entsprechende Stellglieder bilden die andere Seite der Anlage: Schaltaktoren oder Dimmer für das Licht und die Lüftung, elektrisch gesteuerte Ventile an den Radiatoren (**Bild 2**), Motorsteuerungen für Rollläden, Markisen und Jalousien (**Bild 3**). Die Hausautomatisierungs-Zentrale ist schließlich das Herz des Ganzen, hier laufen die Signale der Sensoren ein und gehen die Signale für die Aktoren nach draußen (**Bild 4**). Zwar ist es auch möglich, Raum für Raum separat zu automatisieren; doch können nur „ganzheitliche“ Systeme alle Vorteile einer Domotik-Anlage ausspielen.

In der Zentrale ist ein entsprechendes Programm hinterlegt; meist ist hier auch ein komfortables Userinterface (z.B. ein Touch Screen)

Argumente für eine Hausautomatisierung

- Flexible (nachträglich zu ändernde) Zuweisung von Schaltern zu Lampen
- Abrufen von einprogrammierten Lichtszenen
- Automatisches Ein-/Ausschalten der Beleuchtung bei An-/Abwesenheit (Energiesparen, Sicherheit)
- Steuerung von Licht/Heizung u.a. über eine mobile Fernbedienung
- Automatische Temperaturregelung, abhängig von Tageszeit und/oder Anwesenheit der Bewohner
- Herunterregeln der Heizung bei Öffnen der Fenster
- Intelligentes Zusammenspiel von Heizung, Lüftung und Jalousien
- Zufallsgesteuertes Schalten (Anwesenheitssimulator)
- Realisierung einer Alarmanlage durch Einbeziehung von Bewegungs-/Glasbruchsensoren
- Identifikation von Bewohnern über RFID, Zutrittskontrolle
- Monitoring des Heizenergieverbrauchs
- Smart Metering durch einbezogene intelligente Stromzähler
- Fernsteuerung des Systems über Intranet/Internet mit Hilfe eines TCP/IP-Gateways



Bild 2. Solche Stellantriebe für Heizungsventile helfen beim Energie sparen. So lässt sich etwa die Heizung herunterregeln, wenn Fenster geöffnet werden (Bild: HomeMatic System von ELV).



Bild 3. Ein (drahtlos angesteuerter) Jalousie-Aktor für die Aufputzmontage (Bild: HomeMatic System von ELV).



Bild 4. Die Haustechnikzentrale ist das Herz des Domotik-Systems. Hier eine drahtlose Variante mit PC-Anschluss (Bild: HomeMatic System von ELV).

vorhanden, mit dem dieses Programm geändert oder beeinflusst werden kann. Ein PC-Anschluss ist ebenfalls „State of the Art“, z.B. Ethernet und/oder USB. Mit einer passenden PC-Software lassen sich am Rechner Daten visualisieren, Bedingungen und Regelschleifen programmieren und vieles mehr. Für das komfortable Schalten und Warten werden außerdem mobile Fernbedienungen angeboten (Bild 5).

Verbindungen

Zur Übermittlung von Daten und Steuerbefehlen zwischen den Sensoren/Aktoren und der Zentrale bietet sich sowohl eine drahtlose als auch eine drahtgebundene Verbindung an. Gebräuchlich sind zum Beispiel Kupferleitungen mit einem oder zwei verdrehten Adernpaaren (Twisted pair), seltener kommen Koaxkabel oder Lichtleiter zum Einsatz. Auch ist es möglich, die Signale über das Stromnetz zu übermitteln (Power Line Communication PLC). Wer neu baut, wird allerdings eher zur separaten Zwei- oder Vierdrahtleitung greifen, an welche die Sensoren und Aktoren angeschlossen werden. Denn das hat den Vorteil, dass die Netzspannung nur noch zu den Aktoren, nicht aber zu den Schaltern und Reglern geführt werden muss. Darüber hinaus ist eine eigene, drahtgebundene Verbindung sehr störsicher. Im Regelfall wird eine solche Verbindung als linienförmiger Bus zu den Teilnehmern geführt, der beliebig verlegt werden kann.

Wer ein bereits vorhandenes Haus oder gar eine Mietwohnung aufrüsten möchte, für den bietet sich eine Funk-Lösung oder die PLC an. Beide Varianten machen es vor allem Einsteigern und Aufrüstern einfach. Fast immer kann man sogar ohne Domotik-Zentrale beginnen und Ensembles von Sensoren/Schaltern und Aktoren erst einmal autark vernetzen.

Die Funk-Lösung bietet bei der Installation die größte Freiheit, was natürlich auch einen kleinen Nachteil hat: Drahtgebundene Teilnehmer lassen sich prinzipiell über die Datenleitungen mit Strom versorgen, drahtlose Teilnehmer sind auf einen Stromanschluss plus Netzteil oder Batterien angewiesen (Bild 6). Die Möglichkeit, den Strom über Solarzellen oder eine elektromechanische Umwandlung (Tastendruck) bereitzustellen, hat in der Hausautomatisierung noch keine Bedeutung erlangt.

Die PLC ist wegen ihrer aktiven Abstrahlung (nicht nur bei Amateurfunkern) ein wenig in Verruf geraten, allerdings sind die Störungen bei der Hausautomation längst nicht so gravierend wie bei der Übermittlung von A/V-Signalen, denn die Datenraten sind viel geringer. Eine weitere interessante Anwendung für die PLC ist die Vernetzung von Haushaltsgeräten (etwa zum Verbrauchsmonitoring), weil solche Geräte ja sowieso am Stromnetz hängen. Eine ganz neue Idee aus diesem Bereich („DigitalStrom“) behandelt ein weiterer Artikel in diesem Heft.



Bild 5. Mobile Fernbedienungen sorgen für Komfort. So lassen sich zum Beispiel einprogrammierte Lichtszenen aufrufen.

(Bild: Z-Wave Funkfernbedienung von Düwi).

Allen genannten Verbindungen ist eines gemeinsam: Aktoren müssen verstehen, dass eine Nachricht für sie bestimmt ist; genauso müssen Sensoren mitteilen können, wer sie sind. Etwas Intelligenz ist bei den Teilnehmern also sowieso vonnöten, so dass man auch gleich einen Schritt weiter gehen und Aktoren mit einer Möglichkeit zur Rückmeldung ausstatten kann, was die Zuverlässigkeit beträchtlich erhöht.

Standards

Die Kommunikation zwischen der Zentrale und den Sensoren/Aktoren läuft grundsätzlich digital ab, sie lässt sich in einem Schichtenmodell darstellen. Die unterste Schicht definiert die

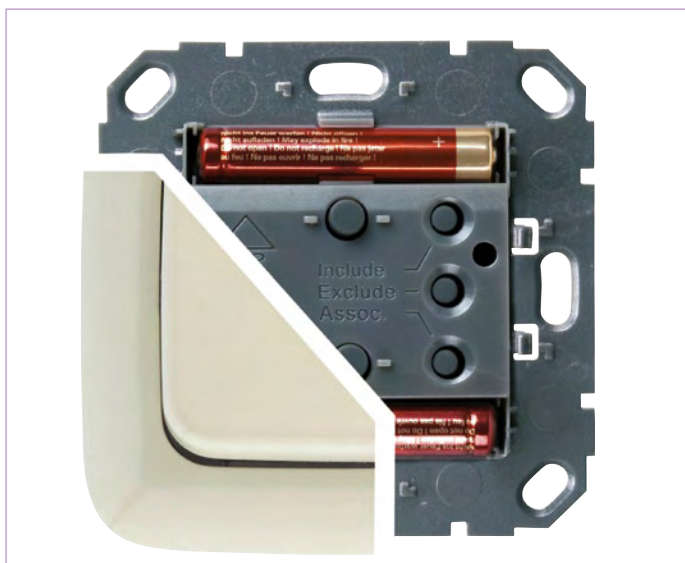


Bild 6. Funksysteme bieten bei der Installation die größte Freiheit, doch sind die drahtlosen Schalter und Sensoren auf Batterien angewiesen (Bild: Z-Wave Funkschalter von Düwi).

Signalpegel(änderungen), Frequenzen und Modulationsverfahren, die genutzt werden, um einzelne Bits zu codieren. Mittlere Schichten sind für das Bilden von Checksummen, eine eventuelle Verschlüsselung, das Adressieren/Weiterleiten der Daten an den richtigen Teilnehmer und weitere Mechanismen zuständig, die sicherstellen, dass ein Empfänger korrekte Daten vom Sender erhält. Doch erst die oberste Schicht (Applikationsschicht) definiert, was die Daten bedeuten, also zum Beispiel: „Bei mir ist es 22° warm“ oder „Markise auf Halbmast!“.

Damit sich die Geräte, die in ein Domotiksystem eingebunden sind, gegenseitig verstehen, müssen für all diese Schichten verbindliche Vereinbarungen getroffen werden. Hierfür gibt es eine Reihe von Standards, auf die wir im Folgenden eingehen. Manche dieser Standards (wie ZigBee) schreiben allerdings nur ein Protokoll für die untere und die mittleren Schichten vor, sie können daher eine Basis für einen Domotik-Standard bilden, sind allerdings selbst noch keiner. Andere Standards wie KNX definieren auch die mittleren und oberen Schichten. Zur Implementierung der unteren „physikalischen“ Schicht machen sie Vorschläge – je nach Transportmedium, das genutzt werden soll. In der Praxis führt das zu unterschiedlichen Versionen des Standards (z.B. „KNX Funk“).

EIB/KNX

Bei den drahtgebundenen Systemen gibt es eine Reihe von etablierten Standards, was einfach zu erklären ist. Wenn man eine Baufamilie, die sowieso schon hohe Bau- und Grundstückskosten zu schultern hat, von einem zusätzlichen „Gewerk“ überzeugen muss, ist Zukunftssicherheit eines der wichtigsten Argumente. Und hierzu gehört, dass man sich bei einer späteren Erweiterung nicht von einem einzigen Hersteller abhängig gemacht hat. Den Busstandard EIB (European Installation Bus) gibt es schon fast 20 Jahre, wobei sich die lang gehegte Erwartung der beteiligten Hersteller, mit der Standardisierung einen gewissen Durchbruch erzielen zu können, immer noch nicht erfüllt hat. Inzwischen gibt es mit KNX einen noch umfassenderen Standard, zum EIB ist er abwärtskompatibel [1]. Die KNX/EIB-Busteilnehmer werden mit Twisted-Pair-Leitungen verbunden und mit 30 V Gleichstrom versorgt (zwei Drähte reichen aus, weswegen man auch von einem Zweidrahtbus spricht). Mittlerweile wurde auch eine Funk- und PLC-Variante des Standards entwickelt, was auf den großen Markt des Gebäudebestands zielt. Der EIB/KNX-Standard ist offengelegt (siehe den Artikel weiter hinten im Heft), Details finden sich zum Beispiel bei Wikipedia [2]. Es gibt inzwischen eine sehr große Anzahl von Komponenten (Beispiel in Bild 7), von denen die meisten allerdings nicht ganz billig sind. Dies mag damit zusammenhängen, dass sich viele der Anbieter selbst dem Premium-Segment zurechnen, entsprechend „wertig“ sind die Produktlinien aufgelegt.

Ein weiterer Gebäudestandard, der nicht auf ein Übertragungsmedium festgelegt ist, ist LON (Local Operating Network) [3]. Die Firma Echelon, die LON entwickelt hat, bietet Geräteentwicklern Chips und Evalboards an. LON hat in der Automatisierung von Nutzgebäuden eine gewisse Verbreitung erlangt. Ein technisch interessantes System ist auch LCN (Local Control Network) [4], das ebenfalls häufig in Zweckbauten, seltener in Wohngebäuden eingesetzt wird. LCN



Bild 7. Vierkanaliger Schaltaktor zum Anschluss an einen KNX/EIB-Bus (Bild: Merten GmbH).

basiert auf untereinander gleichwertigen Knoten, die sowohl als Sensoren und Aktoren dienen können. Die Knoten sind mit einer Niederspannungsleitung verbunden, darüber hinaus ist der Nullleiter der Elektroinstallation in die Kommunikation mit einbezogen. Bei LCN sind Steuerungs- und Stromnetz also weiterhin verzahnt („intelligente Verteilerdose“). Dadurch entfallen die Planung und der Aufbau eines eigenen Kommunikationsnetzes.

Ethernet

Eine Sonderstellung in der Hausautomatisierung nehmen Ethernet-Verbindungen ein. Der Begriff steht nur für die untersten Schichten der Kommunikation, es ist daher beispielsweise möglich, KNX-Daten über Ethernet laufen zu lassen. Auch das TCP/IP-Protokoll, das auf Ethernet aufsetzt, lässt sich natürlich zur Hausautomatisierung verwenden. Um ein Haus vollständig per Ethernet zu automatisieren, müsste freilich jeder Lichtschalter und jedes Lampenrelais mit einer Ethernetleitung angefahren werden. Zur Implementierung des TCP/IP-Protokolls ist außerdem eine gewisse Mindeststreckenleistung nötig, ein preiswerter 8-bit-Controller reicht hierfür nicht aus. In der Praxis sind daher Mischnetze gebräuchlich. Die Hausautomatisierungszentrale ist an das Ethernet-LAN des Hauses angeschlossen, was einen Zugang über das Internet ermöglicht. Steuerbefehle und Daten für Sensoren/Aktoren laufen über den Zweidrahtbus. Es gibt auch die Variante, dass entlang der Hauptachsen eines Gebäudes Ethernet verlegt ist (etwa in jeden Raum), die letzten Meter zu den Sensoren/Aktoren werden dann vom Zweidrahtbus überbrückt.

Z-Wave

Bei der drahtlosen Hausautomatisierung gibt es (noch) keinen Standard, der herausragend wäre. Auf dem Weg dorthin könnte Z-Wave sein, das von der dänischen Firma Zensys entwickelt wurde (Zensys wurde vor kurzem von der amerikanischen Sigma Designs übernommen). Inzwischen sollen über 160 Hersteller zur Z-Wave-Allianz gehören [5]. Gefunkt wird im ISM-Band auf 868 MHz, wobei die Kommunikation zwischen zwei Teilnehmern auch über einen dritten und weitere Knoten erfolgen kann („vermaschtes Netz“). Man kommt dann mit einer kleineren Reichweite aus und die Über-

Die neue PicoScope-4000-Serie Oszilloskope mit hoher Auflösung

PicoScope-4000-Serie



Die hoch auflösenden Oszilloskope PicoScope 4224 und 4424 verfügen über Eingänge mit 12-bit-Auflösung und einer vertikalen Genauigkeit von 1%. Außerdem ist diese neueste PicoScope-Generation mit einem 32 MSamples umfassenden Speicher ausgestattet. In Kombination mit dem Rapid-Trigger-Mode können hiermit bis zu 1000 Trigger-Ereignisse mit tausenden von Wellenformen pro Sekunde erfasst werden.

- **PC-gestützt** - Erfassung, Anzeige und weitere Verwendung der gespeicherten Wellenformen mit dem PC, ganz nach Bedarf
- **Software-Updates** - kostenlose Software-Updates für die komplette Lebensdauer des Produkts
- **Stromversorgung via USB** - ideal für unterwegs und im Labor
- **Programmierbar** - Treiber und Beispiel-Code im Lieferumfang

Auflösung	12 bit (bis 16 bit mit erweiterter Auflösung)
Bandbreite	20 MHz (für Oszilloskop und Spektrum-Modus)
Speicher	32 MSamples, aufgeteilt unter den aktiven Kanälen
Sample-Rate	80 MS/s maximal
Kanäle	PicoScope 4224: 2 Kanäle PicoScope 4424: 4 Kanäle
Anschluss	USB 2.0
Trigger-Arten	Ansteigende Flanke, fallende Flanke, Flanke mit Hysteresis, Pulsbreite, Spikes, Drop-Outs, Fenster

www.picotech.com/scope1050
+44 1480 396395

Preise für Komponenten (Beispiel)

HomeMatic-System von ELV, drahtlos (Ca.-Preise)

Schaltaktor 1-fach 16 A, Unterputz	60 Euro
Dimmaktor 1-fach (25 bis 200 VA)	70 Euro
Stellantrieb Heizkörperventil	50 Euro
Taster 2-fach	50 Euro
Funkfernbedienung (12 Tasten)	70 Euro
Feuchte/Temperatursensor	50 Euro
Haustechnikzentrale mit PC-Anschluss	500 Euro

Anlage aus Zentrale, 2 x Fernbedienung, 8 x Heizkörperstellantrieb, 8 x Dimmaktor, 8 x Schaltaktor, 16 x Taster, 6 x Temperatursensor: rund 3200 Euro.

tragung wird störsicherer. Das Routing erinnert an ZigBee, das oft als Konkurrent von Z-Wave gesehen wird. Allerdings wurde letzteres speziell für die drahtlose Hausautomatisierung entwickelt, und zwar ohne den Anspruch, auch Audiodaten und Ähnliches übertragen zu müssen. Die zwei spezifizierten Datenraten von 9,6 und 40 kbit/s sind für die Domotik mehr als ausreichend. Bisher ist das Produktspektrum (Beispiele zeigen die Bilder 1, 5, 6 und 8) allerdings nicht mit der Vielfalt vergleichbar, wie sie etwa der KNX-Standard bietet. Bei Schaltern, Thermostatventilen und weiterem Equipment hat man jeweils nur die Auswahl zwischen einer Handvoll Herstellern und Produkten.

Ein Beispiel für ein auf Z-Wave basierendes Haustechniksystem ist Connect von der Firma Merten [6]. Interessant daran ist, dass Merten auch auf Twisted-Pair basierende KNX-Geräte anbietet. Damit Bauherren die Produkte aus beiden Welten kombinieren können, plant der Hersteller ein entsprechendes Gateway. Solche Gateways, die zwei unterschiedliche Netze miteinander koppeln können, sind eine interessante Option, wenn etwa schon ein Zweidrahtbus verlegt wurde und später weitere Räumlichkeiten ohne nachträglichen Verkabelungsaufwand erschlossen werden sollen.

ZigBee

Der ZigBee-Standard [7] spezifiziert eine Funkübertragung auf 2,4 GHz und auch auf 868 MHz, mit Datenraten von bis zu 250 kbit/s. Auch bei ZigBee werden die Datenpakete geroutet, was im Gegensatz zu einfacheren Funknetzen eine höhere Intelligenz bei den Knoten voraussetzt und die Implementierung schwieriger macht. Daher werden von einer Reihe von Herstellern fertige Module aus HF-Transceiver und Controller angeboten, die Anwenderfirmen in ihren Geräten verbauen können. Wer ein ZigBee-Produkt mitsamt Logo auf den Markt bringen will, muss Gebühren für eine Mitgliedschaft in der ZigBee-Allianz und Gebühren für eine Zertifizierung

bezahlen. Diese Lizenzgebühren sind höher als bei der Z-Wave-Allianz. Wie schon gesagt, definiert ZigBee auch nur die unteren und mittleren Schichten der Kommunikation. Es gibt zwar darüber hinaus Domotik-Standards, die auf ZigBee aufsetzen, aber noch kaum Produkte, die auf diesen Standards basieren.

Punkten kann ZigBee mit einem sehr modernen Modulationsverfahren und ausgefeilten Mechanismen zur Fehlerkorrektur. Die ZigBee-Allianz wirbt damit, dass die Kommunikation sogar während der Unterhaltungselektronikmesse CES in Las Vegas problemlos funktioniert (im Gegensatz zu vielen auf der Messe verwendeten Handys und Bluetooth-Kopfhörern).

Einfachere Protokolle

Neben den erwähnten Wireless-Standards existiert noch eine Reihe von einfacheren Systemen, welche im 434- oder 868-MHz-Band funken. Bei den niedrigen Datenraten, die eine Domotikanlage in einem Wohnhaus erfordert, sind ausgefeilte Mechanismen wie ein Routing von Datenpaketen, eine Kollisionsvermeidung und so weiter selten nötig. Es genügt, den Steuerbefehl wiederholt zu senden.

Ein Beispiel ist das von der deutschen Firma ELV entwickelte System HomeMatic (das im Gegensatz zum FS20-System des gleichen Herstellers über eine Rückmeldung der Aktoren verfügt) [8]. Produkte kann man auf den Bildern 2, 3 und 4 sehen. Inzwischen gibt es mit HomeMatic Wired auch einen drahtgebundenen Standard, der „physikalisch“ auf RS485 basiert. Das System ist gut skalierbar und preislich interessant, wir haben es daher als Referenz für unser Preisbeispiel im Kasten genutzt.

Im PLC-Bereich ist noch das X10-System [9] recht bekannt (hauptsächlich in den USA, in Europa bringt Marmitek hin und wieder neue Produkte auf den Markt). X10-Aktoren senden allerdings keine Rückmeldung, der Standard ist daher für eine ambitionierte Domotik-Anlage nicht zuverlässig genug. Auch die Zahl der Teilnehmer ist mit 256 pro Netz eng begrenzt: Diese Zahl an Sensoren/Aktoren kann bereits bei einem Einfamilienhaus erreicht werden!

Da das X10-System dennoch ziemlich verbreitet ist, wohl hauptsächlich wegen seiner Einfachheit und den günstigen Geräten, kommen andere Hersteller aus dem angloamerikanischen Raum nicht daran vorbei. Das Insteon-System der amerikanischen Firma SmartLabs funkt drahtlos auf dem ISM-Band (in den USA bei 904 MHz angesiedelt), übermittelt die Daten aber gleichzeitig noch über das Stromnetz, was die Zuverlässigkeit erhöht [10]. Das Insteon-System ist mit dem X10-Standard (abwärts-)kompatibel, so kann ein Insteon-Gerät an X10-Aktoren Steuerbefehle abgeben.

(090649)

Weblinks

- [1] www.knx.org
- [2] http://de.wikipedia.org/wiki/Europ%C3%A4ischer_Installationsbus
- [3] http://de.wikipedia.org/wiki/Local_Operating_Network
- [4] www.lcn.de

- [5] www.z-wave.com
- [6] www.merten.de
- [7] www.zigbee.org
- [8] www.elv.com
- [9] [http://en.wikipedia.org/wiki/X10_\(industry_standard\)](http://en.wikipedia.org/wiki/X10_(industry_standard))
- [10] www.insteon.net

Jedes Watt zählt



Wie wird Elektronik noch sparsamer?

Von Fons Janssen und Mark Vermeulen (NL)

Sie haben sämtliche Glühlampen gegen Stromsparlampen ausgetauscht? Ihr TV-Gerät läuft niemals im Standby-Betrieb? Sogar ein Solarmodul haben Sie auf dem Dach installiert?

Ihre Stromrechnung lässt sich noch tiefer drücken, denn auch kleine Verschwender fallen ins Gewicht.

Der Verbrauch elektrischer und elektronischer Geräte lässt sich leicht feststellen. „Energiedetektive“ (siehe Test in Elektor Januar 2008) bringen die Wahrheit ans Licht. Was aber ist zu tun, wenn Sie feststellen, dass der WLAN-Router 365 Tage im Jahr rund um die Uhr mit 6 W in die Bilanz eingeht? Das Ziehen des Netzsteckers nach jeder Internetsitzung wäre

doch reichlich unpraktisch! Elektroniker finden bessere Lösungen.

Wenig, aber ständig

An dieser Stelle interessieren uns Kleinverbraucher im Dauerbetrieb besonders. Geräte wie der erwähnte WLAN-Router arbeiten fast immer an Niederspannung von einem Steckernetzteil, das meist zur Kate-

gorie der preiswerten Massenware gehört. Gerät und Netzteil sind nur selten optimal aufeinander abgestimmt, und Kleinnetzteile mit herkömmlichen Eisenkern-Trafos haben relativ hohe Verluste.

Als Beispiel aus der Praxis soll ein WLAN-Router der Marke „Sitecom“ mit 12-V-Netzadapter dienen. Die gemessene Leistungs-

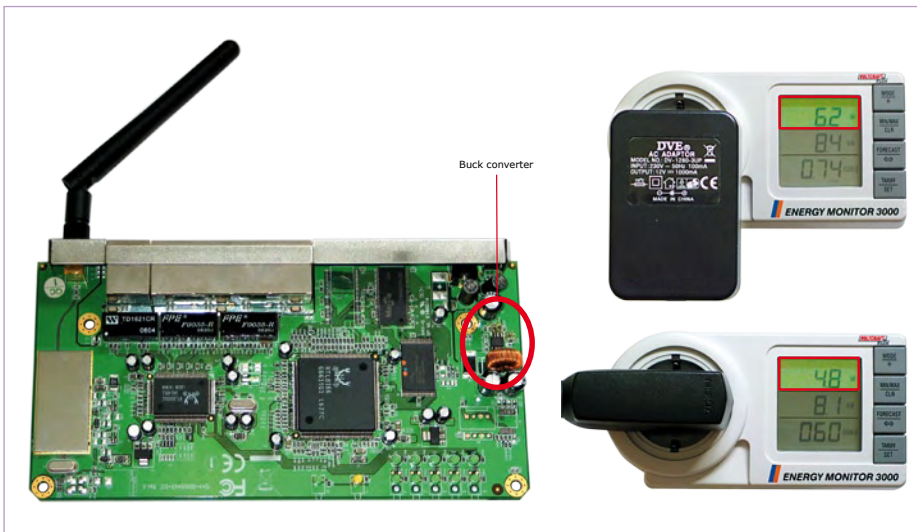


Bild 1. Das Innenleben des WLAN-Routers. Ein Spannungswandler („Buck converter“) setzt die vom Steckernetzteil kommende Spannung auf 3,3 V herab. Der Leistungsbedarf sinkt um 1,4 W, wenn das originale Steckernetzteil gegen ein schaltendes Steckernetzteil ausgetauscht wird. Beim Schaltnetzteil liegt der Phasenwinkel auf der Primärseite etwas niedriger als beim Eisentrafo-Netzteil, die Blindleistungsaufnahmen beider Netzteile sind nahezu gleich. Der Stromzähler des Energieversorgers misst immer nur die Wirkkomponente.

aufnahme von 6,2 W ergibt einen Jahresverbrauch von rund 54 kWh. Im Gerät (Bild 1) entdecken wir, dass die zugeführte 12-V-Eingangsspannung von einem Spannungswandler AP1510 auf 3,3 V herabgesetzt wird. Wenn wir das Steckernetzteil versuchsweise durch ein Labornetzteil ersetzen, fließen 250 mA, was bei 12 V etwa 3 W entspricht. Das Steckernetzteil mit einem 50-Hz-Eisenkerntrafo hat also einen Eigenverbrauch von 3,2 W!

Ohne Blechpaket

Ersetzen wir also das Steckernetzteil. Der im WLAN-Router eingebaute Spannungswandler verträgt laut Datenblatt Eingangsspannungen von 3,6...23 V und ermöglicht die Verwendung eines elektronischen Steckernetzteils, das von einem defekten und bereits entsorgten Handy übrig geblieben ist. Bei 5,7 V Ausgangsspannung ist es mit 800 mA belastbar, was 4,56 W entspricht. Wenn wir den WLAN-Router an diesem Netzteil betreiben, zeigt der Energiemesser eine aufgenommene Leistung von 4,8 W an. Immerhin schon 1,4 W gespart. Scheint wenig, macht im Jahr aber 12 kWh aus!

Niedrige Spannung

Leider ist diese Lösung nicht immer anwendbar, wie unser zweites Beispiel zeigt. Es handelt sich um einen markenlosen USB-Druckerserver, der den Betrieb eines Druckers direkt an einem Netzwerk ermöglicht. Schon der Einsatz des Druckerservers spart Energie, denn um jederzeit drucken zu können, muss der Computer nicht rund um die Uhr laufen. Der zu dem USB-Druckerserver gehörende Netzadapter liefert laut Typenschild 10 W bei 5 V und ist leicht - Indiz für ein Schaltnetzteil ohne Eisenkerntrafo. Doch im Gerät selbst geht es weniger effizient zu, siehe Bild 2. Zwei lineare Regler reduzieren die 5 V auf 3,3 V und 2,5 V. Diese ICs setzen die Spannungsdifferenz in Verlustwärme um! Eine geringere Eingangsspannung verringert diese Verluste. Statt 5 V genügen 3,6 V, denn die linearen Regler sind Low-drop und kommen mit 300 mV Spannungsgefälle aus.

Bei neun von zehn geschalteten Steckernetzteilen hängt die Ausgangsspannung von einem Spannungsteiler ab:

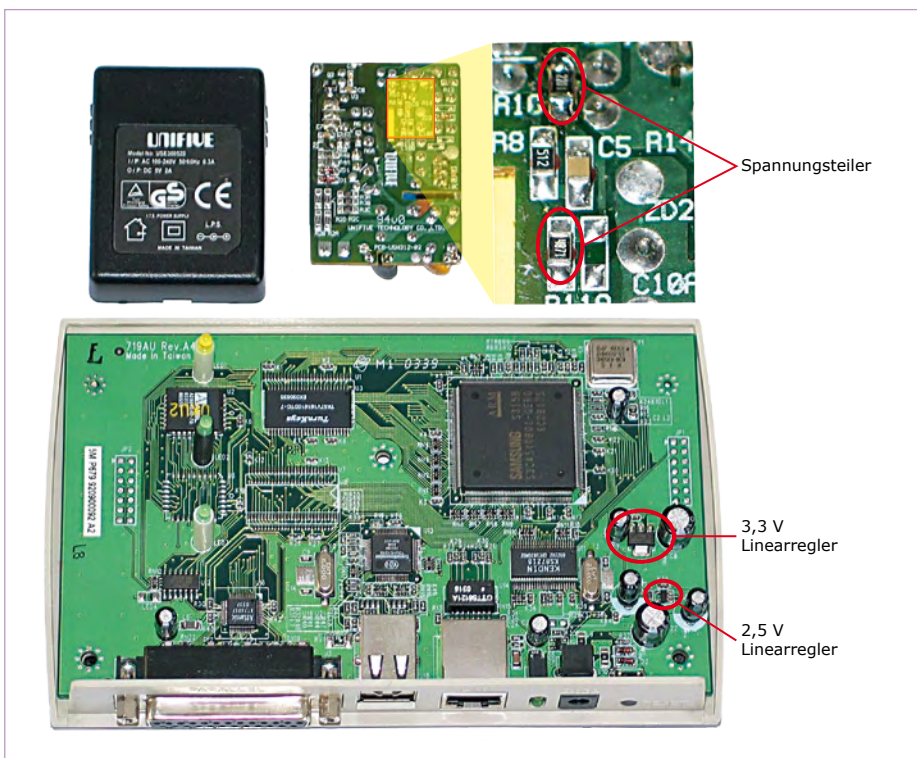


Bild 2. Hauptplatine des Druckerservers (unten) mit dem zum dazugehörigen Netzadapter (oben). Durch Ändern eines Widerstandswerts wird die Ausgangsspannung von 5 V auf 3,6 V herabgesetzt. Die linearen Spannungsregler auf der Hauptplatine begnügen sich problemlos mit 3,6 V an ihren Eingängen. Die Gleichspannung am USB-Bus sinkt zwar ebenfalls auf 3,6 V, doch weil Drucker in aller Regel nicht über den USB-Bus mit Strom versorgt werden, hat die reduzierte USB-Bus-Spannung keine Folgen.

$$U_{\text{aus}} = U_{\text{ref}} \cdot (1 + R1/R2)$$

Wir müssen folglich nur einen einzigen Widerstand ändern, um die Ausgangsspannung herabzusetzen. Nach Öffnen des Netzadapters ist schnell klar, dass wir es hier mit einem netztrennenden, selbstschwingenden Flyback-Konverter zu tun haben. Tatsächlich, der Spannungsteiler ist vorhanden, er liegt an einem Parallelregler des Typs SE431, der mit einer 2,5-V-Referenzspannung arbeitet. Im Originalzustand ist R1 ungefähr gleich R2 (4,99 k/4,87 k), so dass die Ausgangsspannung $2,5 \text{ V} \cdot (1+1,02) = 5,05 \text{ V}$ beträgt. Um

die Ausgangsspannung auf 3,6 V herabzusetzen, muss lediglich R1 gegen einen 2k2-Widerstand getauscht werden.

Das Ergebnis ist überzeugend: Der Energiewertmesser zeigt statt zuvor 4,3 W nur noch eine Leistungsaufnahme von 2,7 W an! Das sind 37 % und auf Jahresbasis 14 kWh weniger.

Wir können noch einen Schritt weiter gehen, und die Geräte vollständig vom Stromnetz trennen, solange sie nicht gebraucht werden. Schon einfache mechanische Schaltungen leisten hier gute Dienste. Aller-

dings schalten sie starr zu immer gleichen Zeiten, und sie nehmen keine Rücksicht auf Wochenenden und jahreszeitliche Wechsel. An anderer Stelle in dieser Elektor-Ausgabe wird eine intelligente Schaltung beschrieben, die auch der Sommer- und Winterzeit Rechnung trägt. Die Schaltung hat einen sehr niedrigen Eigenverbrauch, ihre geringen Abmessungen erlauben sogar den Einbau in das zu schaltende Gerät.

(090650)gd

Fons Janssen ist Senior Field Applications Engineer bei Maxim Benelux (www.maxim-ic.com).

Mark Vermeulen ist Firmengründer und Managing Director von Smart Sustainable Electronics. (www.s2e.nl)

Anzeige



FRONTPLATTEN & GEHÄUSE
Kostengünstige Einzelstücke und Kleinserien

Individuelle Frontplatten können mit dem Frontplatten Designer mühelos gestaltet werden. Der Frontplatten Designer wird kostenlos im Internet oder auf CD zur Verfügung gestellt.

- Automatische Preisberechnung
- Lieferung innerhalb von 5-8 Tagen
- 24-Stunden-Service bei Bedarf

Preisbeispiel: 32,50 € zzgl. MwSt./Versand



Schaeffer AG
Nahmitzer Damm 32
D-12277 Berlin
Tel +49 (0)30 8 05 86 95-0
Fax +49 (0)30 8 05 86 95-33
Web info@schaeffer-ag.de
www.schaeffer-ag.de

www.decision-computer.de

ISA + PCI
RS-232/422/485
2/4/8-Port Karten und Konverter

Watchdog-, Analog-, Digital-, Relais- Opto-, 8255-, Timer-, TTL- I/O

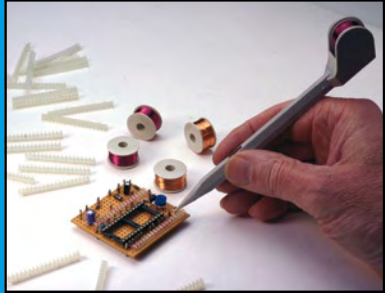
USB I/O
DIN-Schiene - 8 bis 32 I/O
Relais oder Optoisoliert

MERZ
DECISION-COMPUTER

Decision-Computer Jürgen Merz e.K.
Lengericher Str. 21 - 49536 Lienen
Telefon 05483-77002
FAX 05483-77003
info@decision-computer.de

www.
elektor.
de

www.verodirect.com
steht Ihnen zu Diensten



für Ihren gesamten Prototypenbedarf

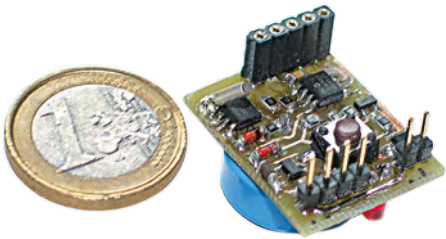
- Verdrahtungsprodukte
- Leiterplattenstifte
- Veroboard
- Lochraster Platinen
- online bestellen 24/7




Minimal-Schaltuhr

Vielseitigkeit auf engstem Raum

Von Fons Janssen und Mark Vermeulen (NL)



Schaltuhren tragen nicht unwesentlich zum Energiesparen bei, wenn sie Geräte während der inaktiven Zeiten ausschalten. Handelsübliche Modelle aus dem Baumarkt sind relativ klobig, die Bedienung ist meist recht umständlich. Unsere Schaltuhr sieht anders aus, sie ist ausgesprochen vielseitig, und wegen ihrer geringen Abmessungen kann sie bequem in das zu schaltende Gerät eingebaut werden.

Die Hardware, dargestellt in **Bild 1**, nennen wir minimalistisch, denn einschließlich der Drucktaster und Kontaktleisten besteht die Schaltung aus nur 24 Bauelementen. Zeitgeber ist ein im SOIC-8-Gehäuse untergebrachter I²C-Uhrenbaustein des Typs DS1337 (IC2) von Maxim. Der DS1337 arbeitet mit externem Quarz (X1), die Quarzfrequenz muss 32,768 kHz betragen. Im Handel sind Ausführungen für 12,5 pF und 6 pF Lastkapazität erhältlich. Für den DS1337 wird unbedingt die 6-pF-Variante benötigt, anderenfalls sind die Gangabweichungen beträchtlich.

Der Mikrocontroller, ohne den es hier natürlich nicht geht, ist der leistungsstarke 8-Pin-Typ PIC12F683 (IC3) von Microchip, ebenfalls im SOIC-8-Gehäuse. Die Betriebsspannung 5 V wird von C3, einem „GoldCap“ oder einem Standard-Elko gepuffert. Von der Kapazität hängt die Überbrückungszeit bei unterbrochener Betriebsspannung ab. Widerstand R7 begrenzt den Ladestrom auf 30 mA, weil dies der maximale Strom des Spannungsreglers MAX1615 (IC1) ist. Außer den genannten Bauelementen werden noch einige weitere SMDs benötigt, um die Schaltung zu vervollständigen.

Auch die Bedienoberfläche ist minimalistisch gestaltet, sie besteht aus nur einem Taster (S1) und einer einzigen 3-mm-LED (D2). Trotzdem ist die Minimal-Schaltuhr recht anwenderfreundlich. Zeit und Datum lassen sich intuitiv einstellen, das Programmieren der Schaltzeiten an den Arbeits- und Wochenendtagen ist unkompliziert. Damit der Mikrocontroller in der Schaltung programmiert werden kann, sind nur zwei zusätzliche Widerstände nötig. LED D2 wird vom Mikrocontroller über R5 und T1 gesteuert. Widerstand R5 genügt für die Trennung, wenn bei der In-circuit-Programmierung das Datensignal an Pin 7 von IC3 liegt. R6 hat die gleiche Funktion für das an Pin 6 von IC3 liegende Taktsignal. Die Programmierspannung wird mit Eingang MCLR (Pin 4) verbunden. Während der Programmierung sperrt Diode D1 die Betriebsspannungsleitung zu den übrigen Komponenten.

Da unsere minimalistische Schaltuhr relativ hohe Ströme schalten soll (der Strombedarf von WLAN-Routern kann bei 1 A liegen), haben wir für Schalttransistor T2 den PMV45EN gewählt, einen MOSFET mit niedriger Durchlassspannung im SOT23-Gehäuse. Dieser MOSFET schaltet Ströme bis 5 A, der Dauerstrom darf etwa 2 A betragen. Für die meisten Anwendungen müsste dieses Schaltvermögen ausreichen.

Minimal-Bedienung

Der überwiegende Teil des Mikrocontroller-Programms hat Bezug zur Schaltuhr-Bedienung.

Erste Inbetriebnahme

Nach dem ersten Einschalten weist ein schnelles Blinken der LED darauf hin, dass zuerst Datum und Zeit einzustellen sind.

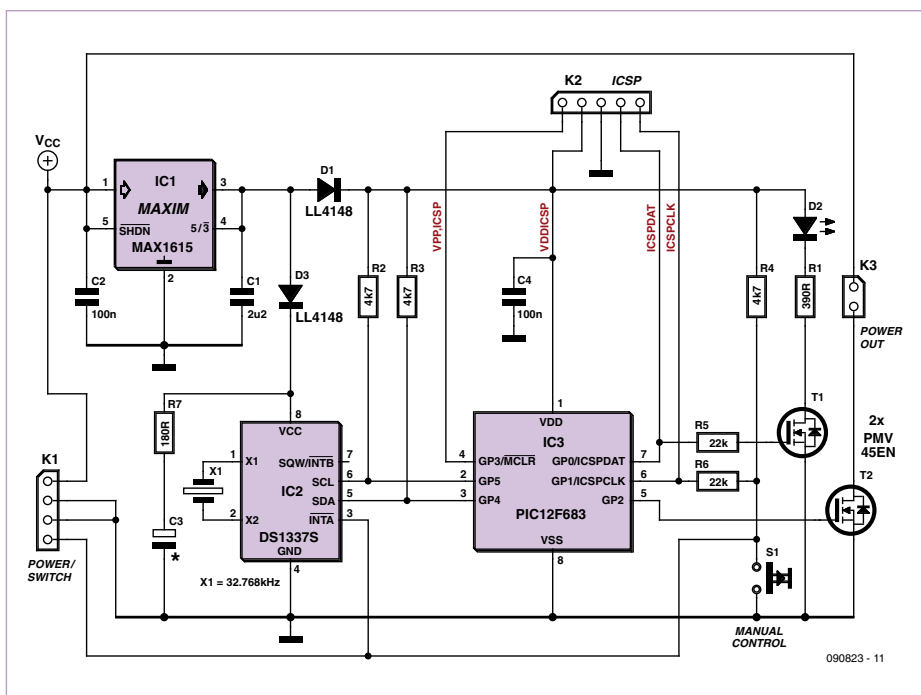


Bild 1. Die Minimal-Schaltuhr besteht aus nur 24 aktiven und passiven Bauelementen.

Innerhalb von 30 s muss der Taster kurz gedrückt werden. Geschieht das nicht, wechselt die Schaltuhr in den „Sleep“-Modus. Diesen Zustand verlässt sie erst, wenn die Betriebsspannung für einige Sekunden unterbrochen wird. Die Unterbrechung darf nicht zu kurz sein, damit sich die Kondensatoren in der Schaltung entladen können. Anderenfalls wird der Mikrocontroller nicht neu gestartet, der „Sleep“-Modus bleibt bestehen.

Das Einstellen der Zeit ist trotz der Einknopfbedienung alles Andere als kompliziert. Die Ziffern 0 bis 9 werden eingegeben, indem der Taster entsprechend oft kurz gedrückt wird. Nach der Eingabe einer Ziffer muss der Taster etwas länger gedrückt werden, so lange, bis die LED aufleuchtet.

Die Schaltuhr erwartet die Eingabe von insgesamt zehn Ziffern: dd-mm-yy-hh-mm (Tag-Monat-Jahr-Stunde-Minute). Nach der Eingabe von Datum und Zeit berechnet der Mikrocontroller den zum Datum gehörenden Wochentag. Die Wochentage werden bestimmt, damit die Schaltuhr an Wochenenden zu anderen Zeiten als während der Woche (Montag bis Freitag) schalten kann. Im Uhrenbaustein DS1337 befindet sich zwar ein Register für den Wochentag, doch der DS1337 kann den Wochentag nicht selbstständig aus dem Datum ableiten. Der vom Mikrocontroller berechnete Wochentag wird in ein Register des DS1337 geschrieben.

Regulärer Schaltuhr-Start

Beim regulären Schaltuhr-Start liest der Mikrocontroller das Datum und die Zeit aus dem Uhrenbaustein DS1337. Diesen Informationen entnimmt er, ob aktuell die Sommer- oder Winterzeit gilt. Die programmierten Schaltzeiten werden aus dem internen EEPROM gelesen. Der Mikrocontroller wertet die Informationen aus und bringt den Schaltuhr-Ausgang in den programmierten Schaltzustand. Anschließend schreibt er die nächste Schaltzeit in das Alarmregister ALM1 des DS1337. Nachdem das geschehen ist, blinkt die LED einmal kurz auf, ein Zeichen dafür, dass der Start korrekt durchgeführt wurde. Die letzte Aktion vor dem Wechsel in den „Sleep“-Modus ist die Freigabe der Interrupts, die durch Signalwechsel auf Leitung GP1 (Pin 6) ausgelöst werden. Solange

Eigenschaften

- „Fit and forget“-Funktionalität
 - Wochentag wird vom Mikrocontroller berechnet
 - Selbsttätige Anpassung an Sommer- und Winterzeit
 - Überbrückungszeit bei Spannungsausfall bis 3 Monate
- Unkomplizierte Handhabung
 - Bedienung mit nur einem Taster und einer Kontroll-LED
 - Betriebsarten „Immer EIN“ und „Immer AUS“ von Hand schaltbar (unabhängig von programmierten Schaltzeiten)
 - Unterschiedliche Schaltzeiten für Mo-Fr und Sa-So oder für jeden Wochentag einzeln programmierbar
- Schaltet fast jedes an Niederspannung betriebene Kleingerät
 - Eingangsspannungsbereich 6...28 VDC
 - Schaltvermögen 24 VDC / 2 A
 - Eigenstrombedarf < 10 µA
 - Minimalistisches Schaltungsdesign

Überbrückungszeit

Für die Überbrückung spannungsloser Zeiten ist ein „GoldCap“-Kondensator 1 F/5,5 V vorgesehen. Der Kondensator muss den Uhrenbaustein DS1337 mit Energie versorgen, solange keine externe Betriebsspannung anliegt. Der hochkapazitive „GoldCap“ übernimmt diese Aufgabe für mehr als drei Monate. Einsetzbar sind auch Kondensatoren niedrigerer Kapazität. Mit einem Standard-Elko 470 µF/6,3 V beträgt die überbrückbare Zeit etwa eine Stunde.

Stromaufnahme

Der Eigenstrombedarf der Minimal-Schaltuhr liegt extrem niedrig. Im Ruhezustand arbeitet der Mikrocontroller in einem „Sleep“-Modus, die Stromaufnahme sinkt auf 350 nA. Der Uhrenbaustein DS1337 geht mit 600 nA in die Bilanz ein. Verglichen mit diesen Werten ist der Spannungsregler MAX1615 etwas weniger bescheiden, denn sein Ruhestrom beträgt bis zu 8 µA. Unter dem Strich ergibt sich ein Strombedarf, der im normalen Betrieb unter 10 µA liegt.

dort kein Signalwechsel stattfindet, verharret der Mikrocontroller im „Sleep“-Modus. Ein Interrupt hat nur zur Folge, dass die reguläre Programmausführung fortgesetzt wird. Eine Interrupt-Routine ist nicht vorhanden, der Interrupt dient lediglich dazu, den Mikrocontroller aus dem energiesparenden „Sleep“-Modus zu wecken.

Über Leitung GP1 können unterschiedliche Ereignisse Interrupts auslösen: Entweder wurde Taster S1 gedrückt, oder die Alarmfunktion des DS1337 ist die Ursache. Im DS1337 sind die Register ALM1 (Schaltzeit) und ALM2 (Sommer- und Winterzeit) für die Alarmauslösung zuständig. Da alle Interrupts über die gemeinsame Leitung GP1 ausgelöst werden, muss der Mikrocontroller die Interrupt-Ursache feststellen, indem er die Alarm-Bits des DS1337 liest. Ist dort ein Alarm-Bit gesetzt, wurde die Ursache gefunden. Falls im DS1337 kein Alarm-Bit

gesetzt ist, muss Taster S1 gedrückt worden sein.

Von der Dauer des Tasterdrucks hängt die Wirkung ab:

- **Kurzes** Drücken aktiviert den Modus „Override“ (dazu gleich mehr),
- nach **langem** Drücken können die Schaltzeiten eingegeben werden.

Im zweiten Fall erwartet der Mikrocontroller folgende Eingaben in folgender Reihenfolge:

- hh-mm (Einschalten am Wochenende)
- hh-mm (Ausschalten am Wochenende)
- hh-mm (Einschalten Montag-Freitag)
- hh-mm (Ausschalten Montag-Freitag)

Die Schaltzeiten werden im EEPROM des Mikrocontrollers der Reihe nach für jeden Wochentag einzeln gespeichert (beginnend mit Samstag). Mit einem Programmer lassen sich die Zeiten voneinander unabhängig einstellen. Auf das tageweise Einstellen

Stückliste

Widerstände:

(alle SMD 0805)

R1 = 390 Ω

R2...R4 = 4k7

R5, R6 = 22 k

R7 = 180 Ω

Kondensatoren:

C1 = 2 μ 2, SMD 0805

C2, C4 = 100 n, SMD 0805

C3 = 470 μ F/6,3 V, wahlweise „GoldCap“
0,1 F/5,5 V oder 1 F/5,5 V

Halbleiter:

(alle SMD, außer D2)

D1, D3 = LL4148

D2 = LED rot 3 mm

T1, T2 = PMV45EN

IC1 = MAX1615EUK+T

IC2 = DS1337S+

IC3 = PIC12F683-I/SN (programmiert, EPS
090823-41)

Außerdem:

X1 = Quarz 32,768 kHz (C = 6 pF !), z.B. Farnell
1216227

S1 = Drucktaster SPNO, 6 mm (MCDTS6-5N)

K1 = Stiftleiste 4-polig

K2 = Buchsenleiste 5-polig

K3 = Stiftleiste 2-polig

Platine 090823-1

Software 090823-11 (Quell- und Hex-Code),
herunterladbar von www.elektor.de/090823

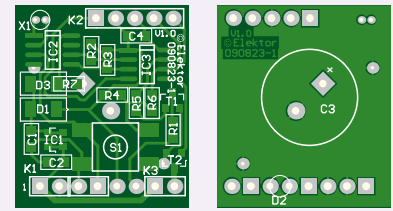


Bild 2. Das Platinenlayout passt sich dem minimalistischen Stil an. Größtes Bauteil ist ein „GoldCap“-Kondensator.

von Hand wurde verzichtet, weil zum einen die Bedienung viel komplizierter wäre und zum anderen dafür kein Speicherplatz vorhanden ist.

Modus „Override“

In diesem Modus kann der aktuelle Schaltzustand umgangen werden:

- Beim ersten Tasterdruck schaltet der Ausgang permanent auf **EIN**,

- beim zweiten Tasterdruck schaltet der Ausgang permanent auf **AUS**,

- nach dem dritten Tasterdruck schaltet der Ausgang wieder entsprechend den programmierten Schaltzeiten.

Der Schaltzustand wird ebenfalls im EEPROM gespeichert, er bleibt nach einer Unterbrechung der Betriebsspannung erhalten.

Minimal-Platine

Das Platinenlayout für unsere Minimal-Schaltuhr ist in **Bild 2** wiedergegeben. Fast alle Bauelemente haben SMD-Bauform, damit auch die Platinenabmessungen minimal bleiben. Die SMDs werden auf der Kupferseite montiert, während auf der anderen Seite nur Stütz-Elko C3 und LED D2 ihren Platz haben. Über die Kontaktleisten K1 und K3 sind der Eingang und Ausgang der Schaltuhr zugänglich. K2 stellt die Verbindung her, wenn der Mikrocontroller programmiert wird. Vor der Montage des Quarz X1 muss sicher gestellt sein, dass er der Typvariante angehört, deren Lastkapazität 6 pF beträgt. Mit anderen Quarzen arbeitet der Uhrenbaustein DS1337 nicht korrekt.

Im Elektor-Shop ist der Mikrocontroller programmiert erhältlich (EPS 090823-41). Für Selbstprogrammierer stehen Quell- und Hexcode auf der Elektor-Website zum Download bereit.

Minimale Verdrahtung

Auf der Platine befinden sich zwei Kontaktleisten, mit denen das zu schaltende Gerät und sein Steckernetzteil verbunden werden

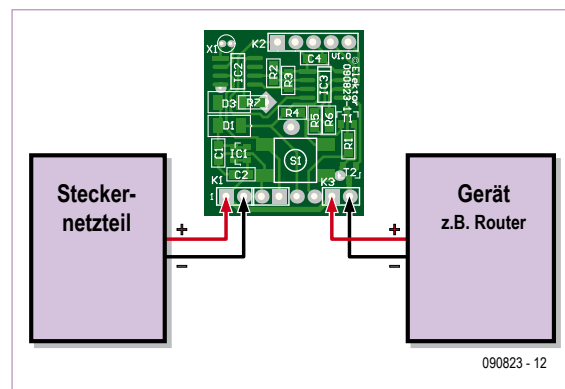


Bild 3. Das Anschließen des zu schaltenden Geräts an die Minimal-Schaltuhr ist denkbar einfach.

müssen. An K1 sind zusätzlich zwei Kontakte für einen externen Drucktaster vorhanden. Der externe Taster kann an geeigneter Stelle des Gerätegehäuses montiert werden. In **Bild 3** ist das Anschlussschema der Schaltuhr skizziert.

Der dritte Steckverbinder, bezeichnet mit K2, ist für die In-circuit-Programmierung

des Mikrocontrollers bestimmt. Wir haben den Mikrocontroller mit dem PIC-Programmer K8048 von Velleman programmiert. Bei diesem Programmer muss die neue Software-Version installiert sein. Von der alten Version wird der PIC12F683 noch nicht unterstützt.

Das Mikrocontroller-Programm unserer Minimal-Schaltuhr wurde in Pascal in der Umgebung Mikropascal 8.0.0.1 von Mikroelektronika geschrieben. Für das Projekt „Minimal-Schaltuhr“ genügt die kostenlose Version dieses Compilers, denn sie generiert Programmcode bis 2 KB Länge, und größer ist der Programmspeicher des PIC12F683 auch nicht.

Maximale Möglichkeiten

Das Schalten eines WLAN-Routers ist natürlich nur eine von vielen Möglichkeiten. Durch das minimalistische Format sind dem Einsatz in Kleingeräten kaum Grenzen gesetzt. Als Beispiel sei nur das Schalten eines digitalen Bilderrahmens genannt, falls er nicht mit einer eigenen Zeitsteuerung ausgestattet ist. Wegen der Eigenschaften des Spannungsreglers MAX1615 muss die Betriebsspannung des zu schaltenden Geräts im Bereich 6...28 V_{DC} liegen. Die Daten des MOSFET T2 sind maßgebend für das Schaltvermögen. Der Spitzenstrom des PMV45EN beträgt 5,4 A, im Dauerbetrieb können etwa 2 A fließen. Für das Schalten der meisten Geräte, die an Steckernetzteilen betrieben werden, dürfte dies genügen.

(090823)gd

Elektor Personal Organizer 2010

NEU!



inkl. Kugelschreiber + SMD-Lupe

Da verschiedene Berufs- und Interessengruppen verschiedene Anforderungen an Informationen haben, muss für jede dieser Gruppen ein auf sie zugeschnittener Organizer entwickelt werden. Deshalb ist der neue Elektor Personal Organizer 2010 als ständiger und wertvoller Begleiter für alle Elektroniker konzipiert! Neben den üblichen Funktionen wie Kalender, Adressbuch und Notizmöglichkeit enthält dieser Organizer auch spezielle Informationen (in englischer Originalsprache), die für Elektroniker in Beruf und Freizeit nützlich und hilfreich sind. Dazu zählen eine umfassende Formel- und Tabellensammlung zu Themen wie Spannungs- und Stromberechnung, Konstanten, Bauteilbeschreibungen, Steckerbelegungen und vieles mehr. Zusätzlich gibt es noch relevante Daten von allen wichtigen internationalen Fachmessen.



Elektroniker-Kalender
von Elektronikern
für Elektroniker

€ 29,50 • CHF 46,50

Weitere Infos und Bestellung nur unter www.elektor.de/organizer

2-tägiger Intensivkurs AVR-Mikrocontroller in der Praxis

NEU!



AVR für Fortgeschrittene

Sie haben bereits Erfahrungen mit Mikrocontrollern gesammelt? Und nun möchten Sie ein wenig mehr ins Detail gehen? Tipps, Tricks und Stolperfallen kennenlernen? Fehler, die schon gemacht wurden vermeiden und von den Erfahrungen anderer profitieren? Den Weg vom Prototypen zur Serienfertigung gehen? Dann sind Sie hier richtig!

Was Sie mitbringen sollten:

- Grundlagenwissen über elektronische Schaltungen
- Grundkenntnisse über den Aufbau von Mikrocontrollern und erste Erfahrungen in der Programmierung
- C-Kenntnisse schaden nicht, werden aber nicht vorausgesetzt
- Notebook und eine gehörige Portion Neugier

Veranstaltungsorte/-termine:

Seligenstadt (bei Offenbach), 11.12. + 12.12.2009

München, 05.02. + 06.02.2010

Hannover, 16.04. + 17.04.2010

Leipzig, 23.04. + 24.04.2010

Luzern (Schweiz), 04.06. + 05.06.2010

Teilnehmergebühr (zzgl. MwSt.):

749,00 Euro

Elektor-Abonnenten
erhalten 5% Rabatt!

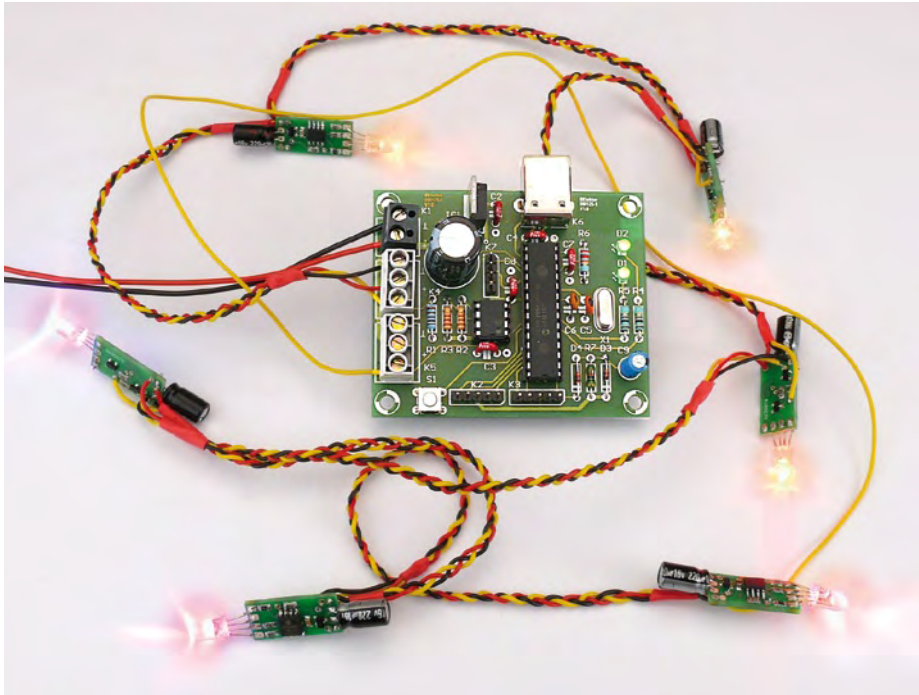


Im Preis sind jeweils Mittagsbuffet, Dokumentation (Handouts/Seminarunterlagen) und Aushändigung des Teilnahmezertifikats inbegriffen.

Weitere Infos & Anmeldung unter www.elektor.de/avr-workshop

Farbgesteuerte Lichterkette

Programmierbare Weihnachtsbeleuchtung



Von Boris Lecourt (F)

Alle Jahre wieder in der Vorweihnachtszeit gehören elektrische Lichterketten zu den Rennern in Läden und Supermärkten. Attraktiv an den Massenprodukten sind zwar die Preise, doch was fehlt, ist oft die Originalität. Unsere Lichterkette beweist, dass es auch anders geht. Zugegeben, die Investitionen sind höher, doch wir sind sicher, sie lohnen sich! Der farbenfrohe Lichterschmuck kann auch ein besonderes Geschenk für einen lieben Menschen sein.

Die Lichterkette, die wir hier präsentieren, verzaubert große und kleine Menschen. Fantastische Farbeffekte, langsame und schnelle Lauflichter, zufällige Lichter-Arrangements und noch viel mehr gehören zum Repertoire. Die 32 Farbabstufungen, 16 Sättigungsgrade (einschließlich Weiß) und 24 Helligkeitswerte ergeben mehr als zwölftausend Nuancen. Technisch gesehen besteht das System aus einem Steuergerät und bis zu 62 Lichtmodulen. Die gemeinsame Betriebsspannung beträgt 9 V. Wenn 30 Lichtmodule angeschlossen sind, wird das Netzteil mit bis zu 2 A belastet. In **Bild 1** ist das System schematisch dargestellt. Das Steuergerät sendet serielle Signale über eine Ader des dreiadrigen, durchgeschleiften Kabels. Während der Initialisierung werden das erste und letzte Lichtmodul mit dem Steuergerät verbunden. Nur so kann der Mikrocontroller im Steuergerät die Anzahl der Lichtmodule feststellen und in seinem EEPROM dauerhaft speichern. Diese Prozedur ist nur einmal notwendig, im normalen Betrieb muss nur eine Seite der Lichterkette angeschlossen sein.

Das Steuergerät gibt in festem Rhythmus Signale an die Lichtmodule aus, mit denen die Farben, Sättigungen und Helligkeitswerte jedes einzelnen Lichtmoduls verändert werden. Die aktuelle Version des Mikrocontroller-Programms steuert vier Lauflicht-Sequenzen sowie zufällige Blinkeffekte in Weiß und in Farbe. Das Programm ist in den vom Programmspeicher gesetzten Grenzen beliebig erweiterbar, der Kreativität stehen alle Wege offen.

Baukosten

Die Höhe der Investitionen hängt wesentlich von der Anzahl der Lichtmodule ab. Wir empfehlen, vor dem Bauteileinkauf eine Preisrecherche im Internet durchzuführen. Zum Beispiel fanden wir bei eBay ein Angebot über 50 Stück RGB-LEDs für etwas mehr als 10 €. Die Kosten eines Lichtmoduls liegen damit ohne Platine unter 3 €.

Steuergerät

Zentrales Bauelement der Schaltung des Steuergeräts in **Bild 2** ist ein Mikrocontroller

PIC18F2550, der mit 20 MHz getaktet wird. Dazu gehört die Reset-Schaltung mit R7, D3, D4 und C9. Die Betriebsspannung von 5 V regelt ein 7805 (IC1). Ferner sind noch weitere Bauelemente für optionale Erweiterungen vorhanden, die jedoch noch nicht in das Mikrocontroller-Programm implementiert wurden:

- Zwei Kontroll-LEDs (D1 und D2), die den Status der Steuereinheit anzeigen,
- ein Drucktaster (S1) zum Umschalten der Lichtsequenzen,
- eine serielle TTL-Schnittstelle (K7) für die Kommunikation des Mikrocontrollers mit der Außenwelt,
- ein EEPROM (IC2) zum Speichern von Animationen,
- ein analoger Eingang (K2), über den die Lichterkette in musikalischem Rhythmus von einem Audiosignal gesteuert werden kann,
- eine USB-Schnittstelle (K6) für die Steuerung durch einen PC.

Mit den Lichtmodulen ist im regulären Betrieb nur die an den als Ausgang geschal-

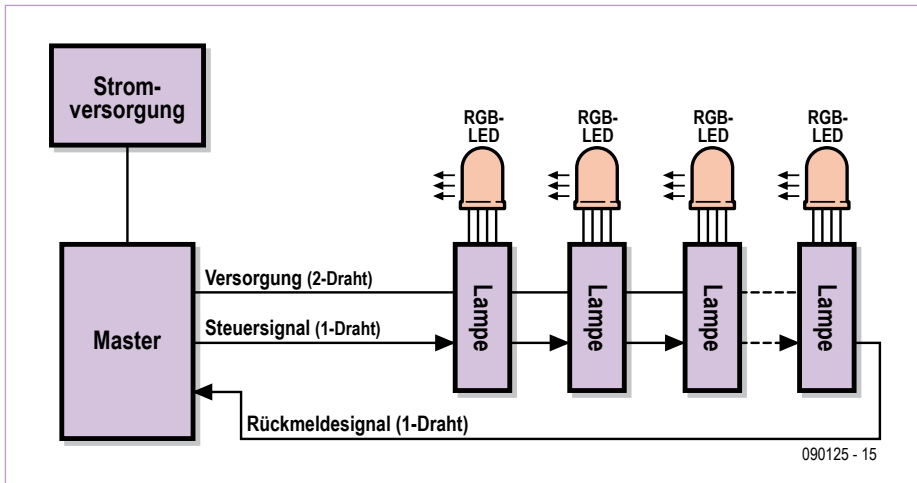


Bild 1. Funktionsschema der Lichterkette. Bis zu 62 Lichtmodule können angeschlossen werden.

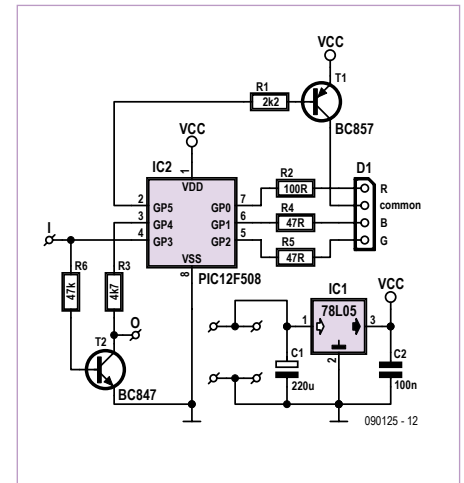


Bild 3. Schaltung eines Lichtmoduls. Bis zu 62 Lichtmodule lassen sich aneinanderreihen.

teten Mikrocontroller-Pin 13 angeschlossenene Leitung (CCP1) verbunden. Dieses Signal steuert über Steckverbinder K4 seriell

die Lichtmodule. Leitung CCP2 an Pin 12 des Mikrocontrollers ist der Eingang für das über K5 zurückgeführte Signal des letzten Licht-

moduls. Die zweite Verbindung ist nur während der Initialisierung notwendig. Die beiden Leitungen werden von R1 und R6 nach Masse gezogen. Über die Steckverbinder K4 und K5 gelangt auch die Betriebsspannung zu den Lichtmodulen.

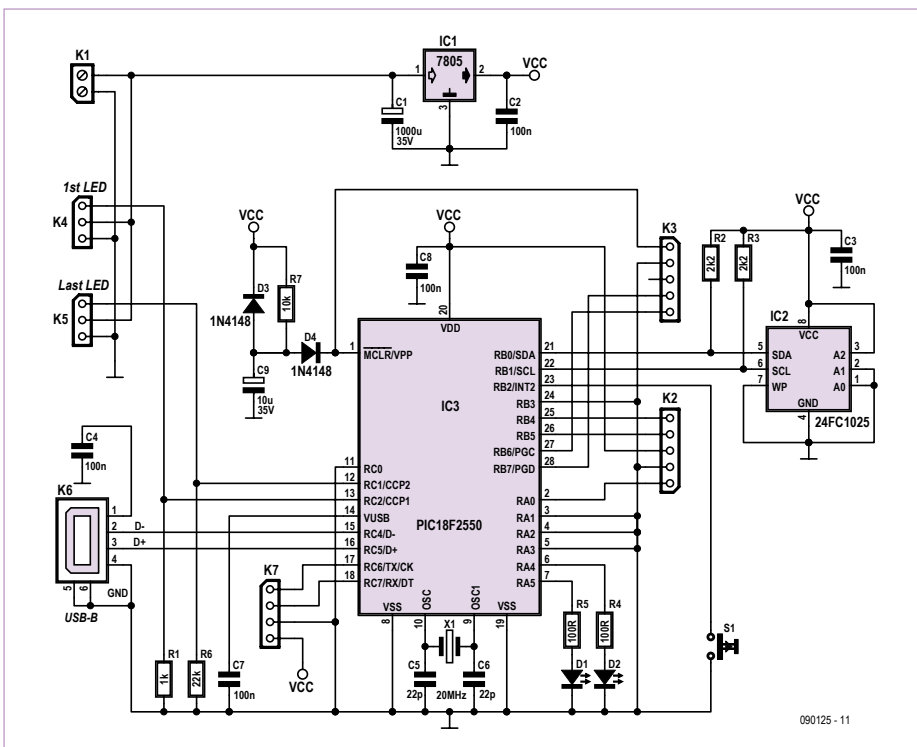


Bild 2. Schaltung des Steuergeräts. Das optionale EEPROM (IC2) speichert programmierte Lichtshows.

Lichtmodule

Wie **Bild 3** zeigt, steckt in jedem Lichtmodul ein kleiner 8-Pin-Mikrocontroller PIC12F508. Ferner sind ein 5-V-Spannungsregler, zwei Transistoren (T1 und T2) und natürlich die RGB-LED (D1) mit den zugehörigen Strombegrenzungswiderständen (R2, R4, R5) vorhanden. Die Oberflächen der RGB-LEDs können mit feinem Schleifpapier mattiert werden, Farbmischungen kommen dann noch besser zur Geltung.

Die Mikrocontroller-Leitungen GP0, GP1 und GP2 sind als Ausgänge geschaltet, sie sind über die Strombegrenzungswiderstände mit den Kathoden der RGB-LED verbunden. Wenn ein Ausgang 0 ist, fließt Strom durch die zugehörige interne LED. Ausgang GP5 steuert über T1 die gemeinsame Anode der RGB-LED. T1 ist erforderlich, weil die Summe der Ströme (60 mA) den maximalen Strom eines einzelnen Mikrocontroller-Ausgangs (20 mA) übersteigt. Mit den PWM-Signalen des Mikrocontrollers lassen sich die Helligkeitswerte der Farben Rot, Grün und Blau über die Leitungen GP0, GP1 und GP2 von-

einander unabhängig steuern. Gleichzeitig ist die gemeinsame Steuerung über Leitung GP5 möglich. Leitung GP3 ist der Eingang für das Signal, das vom Steuergerät oder vom davor in der Kette befindlichen Lichtmodul kommt. Von T2 wird das Signal invertiert, bevor es an das in der Kette folgende Lichtmodul weitergegeben wird. Der Kollektor von T2 liegt über R3 an der als Ausgang geschalteten Mikrocontroller-Leitung GP4. Wenn GP4 auf 0 liegt, wird verhindert, dass das steuernde Signal zum nachfolgenden Lichtmodul gelangt. Von dieser Funktion wird während der Initialisierung der Lichterkette Gebrauch gemacht.

Mikrocontroller und RGB-LED werden über Spannungsregler IC1 mit 5 V versorgt. Der 78L05 ist bis 100 mA belastbar, was für die beiden Komponenten ausreicht. Die Eingangsspannung VCC (9 V) wird vom Steuergerät oder vom vorgeschalteten Lichtmodul bezogen und an das in der Kette folgende Lichtmodul weitergegeben.

Wir haben für das Steuergerät und die Lichtmodule Platinen entworfen. Näheres ist auf der Projektseite [1] im Internet zu erfahren.

Software

Das Programm für den PIC18F2550 im Steuergerät wurde in C geschrieben und mit dem Compiler MCC18 von MPLAB kompiliert (kostenlose Version 3.21, siehe [2]). Auch das Programm der Lichtmodule hat seinen Ursprung in C, als Compiler diente hier der CCSX (kostenlose Version 3.3A, siehe [3]). Der CCSX erzeugt einen übersichtlichen, optimierten Assembler-Code, der sich eng an der C-Quelle orientiert.

Das Programm für den PIC kann bei www.elektor.de von der Projektseite [1] heruntergeladen werden.

Die gesamte „Intelligenz“ steckt in den Programmen, die hier komplexer als die Hardware sind. Viele Programmteile können auch für andere Applikationen übernommen werden. Obwohl die Programme aller Lichtmodule identisch sind, ist jedes Lichtmodul individuell adressierbar, Adressen oder Parameter sind an den Lichtmodulen nicht einzustellen. Die Lichtmodule sind austauschbar, ein defektes Lichtmodul kann mühelos durch ein anderes Exemplar ersetzt werden.

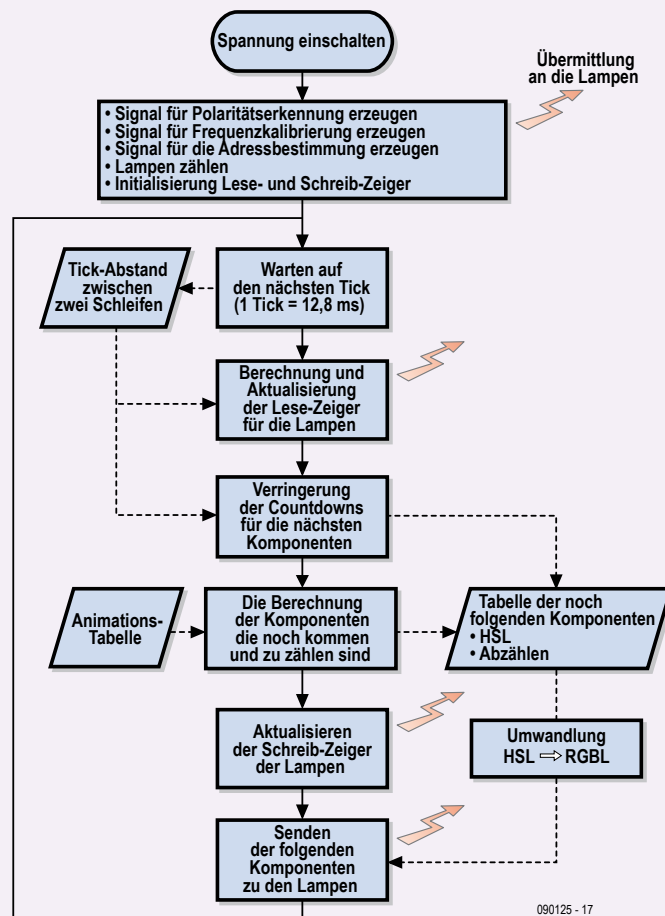


Bild 4. Flussdiagramm des Mikrocontroller-Programms im Steuergerät.

Das Ziel dieses Projekts war der Aufbau einer intelligent gesteuerten Lichterkette. Wenn jedoch Relais an die Stelle der LEDs treten und die Mikrocontroller-Programme angepasst werden, lässt sich zum Beispiel ein modulares Bewässerungssystem für den Garten realisieren. Oder auch ein Netzwerk für die Hausautomatisierung, mit dem man zum Beispiel die gesamte Beleuchtung von Haus oder Wohnung steuert. Die bisher noch optionale USB-Schnittstelle und das ebenfalls optionale EEPROM im Steuergerät eröffnen unzählige Möglichkeiten.

Wie das Programm konzipiert ist, geht aus **Bild 4** und **Bild 5** sowie aus dem folgenden Kapitel hervor.

Initialisierung

Bei der ersten Inbetriebnahme führen das Steuergerät und die Lichtmodule gemeinsam eine in drei Phasen unterteilte Initialisierungsprozedur durch:

1. Polaritätserkennung
2. Takthanpassung
3. Adressieren und Zählen

Polaritätserkennung

In dieser Phase erkennt jedes Lichtmodul, ob seine Ordnungszahl in der Kette bis zum Steuergerät gerade oder ungerade ist. Die Information ist nötig, um die Invertierung des Steuersignals zu kompensieren, die auf jeder Lichtmodul-Platine stattfindet.

Die Ausgänge des Mikrocontrollers im Steuergerät sind während dieser Phase hochohmig, Widerstand R1 zieht Leitung CCP1 nach Masse. An Eingang GP3 des zweiten Lichtmoduls liegt hohe Spannung (logisch 1), ebenso wie bei den folgenden Lichtmodulen mit gerader Ordnungszahl. Der Signalzustand an GP3 wird nicht flüchtig als Variable im Lichtmodul gespeichert. Der Wert der Variablen bestimmt, ob das im normalen Betrieb empfangene Datensignal invertiert werden muss.

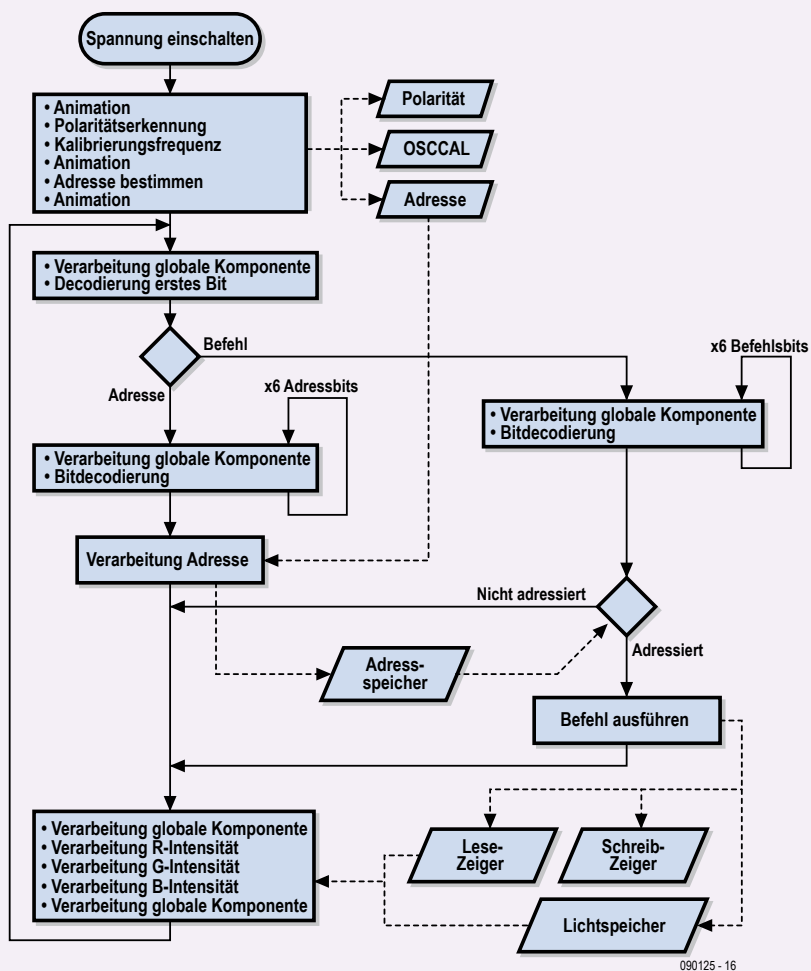


Bild 5. Flussdiagramm des Mikrocontroller-Programms in den Lichtmodulen.

Im folgenden Teil der Beschreibung ist „N“ gleichbedeutend mit logisch 0 und „P“ mit logisch 1 für eine 1 auf den GP3-Leitungen der Lichtmodule mit ungerader Ordnungszahl (keine Invertierung des Datensignals). Für Lichtmodule mit gerader Ordnungszahl (Invertierung des Datensignals) gilt dies umgekehrt.

Taktanpassung

Nach der Polaritätserkennung warten die Mikrocontroller der Lichtmodule, bis ein P auf ihren GP3-Leitungen erscheint. Das vom Mikrocontroller des Steuergeräts gesendete P ist der Beginn eines 1 s langen Rechtecksignals, dessen Periode 200 µs lang ist. Die Mikrocontroller aller Lichtmodule messen die Periode des Rechtecksignals mit ihrem internen Timer 0. Ausgehend von der gemessenen Periodenlänge passen sie ihre Taktfrequenz an, indem sie Register OSCCAL so einstellen, dass die Periode näherungsweise 200 µs beträgt. Die Prozedur bricht

ab, sobald der Wert innerhalb einer vorgegebenen Toleranz liegt. Vor Beenden dieser Initialisierungsphase wartet jedes Lichtmodul darauf, dass das Steuergerät das Signal auf Leitung GP3 für mehr als 130 µs auf N hält.

Adressieren und Zählen

Zu Beginn der dritten Phase generiert das Steuergerät 64 Perioden eines Rechtecksignals, das mit dem vorangegangenen Rechtecksignal identisch ist (**Bild 6**). Anschließend bestimmen alle Lichtmodule gemeinsam ihre individuellen Adressen. Folgende Schritte werden durchgeführt:

1. Warten auf ein P auf Leitung GP3,
2. einige Mikrosekunden Pause, damit jedes Lichtmodul die ansteigende Flanke des P erkennen kann,
3. Aktivieren (Übergang nach 0) der Inhibit-Ausgangsleitung GP4 (durch T2, er legt Eingangsleitung GP3 des folgenden Lichtmoduls auf 0),

4. Warten auf zwei nacheinander folgende P/N-Übergänge auf Leitung GP3,
 5. Deaktivieren (Übergang nach 1) der Inhibit-Ausgangsleitung GP4,
 6. Zählen der N/P-Übergänge,
 7. Subtrahieren des Werts 63 vom Zählergebnis, um die Adresse zu ermitteln.
- Wenn beide Seiten der Lichtmodul-Kette mit dem Steuergerät verbunden sind, kann der dort befindliche Mikrocontroller über seine Eingangsleitung CCP2 die N/P-Übergänge zählen und die Anzahl der Lichtmodule bestimmen. Die Anzahl speichert er in seinem internen EEPROM, damit er die Lichtmodul-Kette im Normalbetrieb korrekt steuern kann. Wenn das Kettenende nicht angeschlossen ist, wird die Anzahl der Lichtmodule auf Null gesetzt. Gültig ist dann der zuletzt im EEPROM gespeicherte Wert.

Steuersignale

Nach der Initialisierung startet die Lichtshow. Da die recht komplexen Steuersignale über eine einzige Leitung übertragen werden müssen, ist auch das Übertragungsprotokoll vergleichsweise komplex.

Die Daten werden seriell übertragen, die Datenübertragung ist asynchron. Das Protokoll ist so aufgebaut, dass über die Ein-draht-Datenleitung etwas mehr als 1000 Datenworte in der Sekunde übertragen werden können. Ein Datenwort besteht immer aus 7 bit. Vom ersten Bit hängt ab, ob die folgenden sechs Bit eine Adresse (Bit = 0) oder ein Kommando (Bit = 1) bedeuten. Jedem Datenwort folgt ein Schlussymbol, so dass eventuell nicht mehr synchrone Lichtmodule vom Steuersignal synchronisiert werden können. Für logisch 1 wird die Übertragungsleitung für 30 µs auf 0 V und anschließend für 58,3 µs auf +5 V gelegt. Bei logisch 0 sind die Zeiten vertauscht, die Leitung liegt 58,3 µs auf 0 V und 30 µs auf +5 V. Das Schlussymbol besteht aus 160 µs für 0 V gefolgt von 20 µs für +5 V. Die Summe der Zeiten, die das Übertragen eines Worts dauert, beträgt 798 µs.

Die Lichtmodule decodieren ein Wort, indem ihr Mikrocontroller zuerst eine ansteigende N/P-Flanke auf Leitung GP3 abwartet. Anschließend misst der Mikrocontroller mit seinem internen Timer T0 die Dauer des P-Status. Das Ergebnis entscheidet darüber, ob eine 0 oder 1 empfangen wurde.

Tabelle 1. Werte und Aktionen der Steuerbefehle.

5	4	3	2	1	0	Aktion
0	0	0	0	0	0	Setze den Lesepointer auf Position 0
0	0	0	0	0	1	Setze den Schreibpointer auf Position 0
0	0	0	0	1	0	Setze den Lesepointer auf Position 2
0	0	0	0	1	1	Setze den Schreibpointer auf Position 2
0	0	0	1	0	0	Inkrementiere den Lesepointer
0	0	0	1	0	1	Inkrementiere den Schreibpointer
0	0	I3	I2	I1	I0	Setze gemeinsame Komponente auf (I3...I0) – 6 (Werte 0...9)
0	1	I3	I2	I1	I0	Setze Komponente Rot auf I3...I0 (Werte 0...15)
1	0	I3	I2	I1	I0	Setze Komponente Grün auf I3...I0 (Werte 0...15)
1	1	I3	I2	I1	I0	Setze Komponente Blau auf I3...I0 (Werte 0...15)

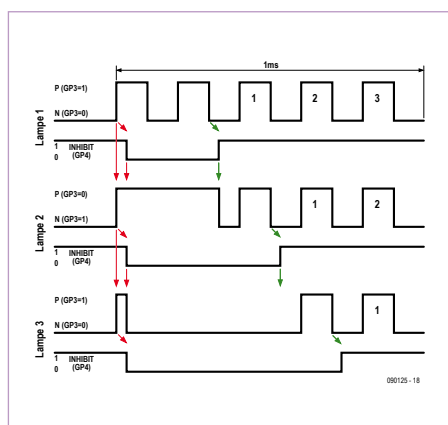


Bild 6. Zeitdiagramm der Routine, mit der die Lichtmodule ihre Adresse bestimmen.

Adressen

Mit dem A-Wort (Adresse) können 62 Lichtmodule adressiert werden. Das unmittelbar mit dem Steuergerät verbundene Lichtmodul hat die Adresse 1. Die Adressen 0 und 63 haben besondere Bedeutungen. Adresse 0 ist ein neutrales Wort, das die Zustände der Lichtmodule nicht ändert. Mit diesem Wort kann das Steuergerät den Lichtmodulen ein Taktsignal anbieten, die „außer Tritt“ geraten sind. Adresse 63 ist die so genannte Broadcast-Adresse, sie adressiert alle Lichtmodule gleichzeitig.

Wenn der Mikrocontroller eines Lichtmoduls seine Adresse erkannt hat, ignoriert er alle Adressen, die darauf folgen können. Er führt nun alle eintreffenden Befehle

aus, und zwar so lange, bis er seine eigene Adresse wieder empfängt.

Befehle

In den Mikrocontrollern der Lichtmodule sind vier Speicherplätze und zwei Pointer für die Lichtwerte reserviert. In jedem Speicherplatz stehen drei Werte für die R-, G- und B-Komponente sowie ein Wert für die gemeinsame Komponente. Die Speicherplätze werden mit einem Schreibpointer und einem Lesepointer adressiert. Mit den Pointern kann das Steuergerät die Speicherplätze voneinander unabhängig adressieren. Dazu dienen sechs spezielle Befehle, die in **Tabelle 1** zusammengefasst sind.

Mit vier anderen Befehlen schreibt das Steu-

Tabelle 2. Tabelle für das Erzeugen der R-, G- oder B-Helligkeitswerte.

[illegible]

ergerät in den vom Schreibpointer adressierten Speicherplatz einen Wert (0...15) der R-, G- oder B-Komponente sowie einen Wert (0...9) der gemeinsamen Komponente.

Die genannten Werte bilden zusammen den Befehl für die Einstellung des Lichtmoduls. Das Steuergerät setzt abschließend den Lesepointer auf den Anfang der Wertereihe zurück. Über die Broadcast-Adresse 63 kann das Steuergerät gleichzeitig die Einstellungen aller Lichtmodule ändern. Damit beispielsweise alle Lichtmodule in der Farbe Rot mit voller Intensität leuchten, müssen folgende Datenworte gesendet werden (ausgehend davon, dass die Schreib- und Lesepointer auf den ersten Speicherplatz 0 zeigen):

A-3F: Adresswort 0x3F, dezimal 63, Broadcast-Adresse,

C-05: Kommandowort, setzt die Schreibpointer auf Position 1,

C-0F: Einstellen der gemeinsamen Komponenten auf den höchsten Wert (9),

C-1F: Einstellen der Rot-Komponenten (R) auf den höchsten Wert (15),

C-20: Einstellen der Grün-Komponenten (G) auf den Wert Null (0),

C-30: Einstellen der Blau-Komponenten (B) auf den Wert Null (0),

C-04: Setzen des Lesepointers auf Speicherplatz 1 (volles Rot).

Wirkung der Steuersignale

Die Leuchtmodule setzen die Steuersignale in Farbtöne und Helligkeitswerte um, indem sie die Einschalt- und Ausschaltzeiten der

roten, grünen und blauen LED im Inneren der RGB-LED variieren. Dies geschieht periodisch in zwei Zyklen:

- Ein Zyklus mit der Periode 25,5 ms für die R-, G- und B-Komponenten,
- ein Zyklus mit der Periode 798 μ s für die gemeinsame Komponente.

Zyklus für die R-, G- und B-Komponenten

Die Lichtmodule empfangen im Abstand von 798 μ s Adress- oder Kommandoworte vom Steuergerät. In einer Schleife wird jedes Mal ein Zähler inkrementiert, der von 0 bis 31 läuft. An Hand dieses Zählers und des auszuführenden Steuerbefehls werden Werte in einer Intensitätstabelle (**Tabelle 2**) indiziert. Wenn der indizierte Tabellenplatz eine 1 enthält, schaltet der Mikrocontroller die zugehörige LED-Komponente ein, indem er Ausgang GP0, GP1 oder GP2 auf 0 legt. Enthält die Tabelle eine 0, schaltet der Mikrocontroller die LED-Komponente durch eine 1 am betreffenden Ausgang aus. Da der Zählerstand 32 Werte annimmt, beträgt die Zeit von einem Helligkeitswechsel zum nächsten $32 \cdot 798 \mu\text{s} = 25,5 \text{ ms}$. Diese Zeit ist länger als die Trägheit des menschlichen Auges (etwa 20 ms), so dass ein geringes Flackern wahrgenommen werden kann. Das leichte Flackern lässt sich durch folgende Maßnahmen mindern:

- In einem Zyklus werden mindestens zwei Lichteffekte ausgeführt,
- die Lichteffekte werden in spezieller Folge in den Zyklus eingebaut.

Vielleicht ist Ihnen aufgefallen, dass sich in Tabelle 2 die Werte der Helligkeitskommandos und die Prozentzahlen der Helligkeiten nicht proportional zueinander verhalten. Durch die nicht proportionale Zuordnung wird eine von Weber-Fechner beschriebene Eigenschaft des menschlichen Auges kompensiert, sie ist unter [4] beschrieben.

Zyklus für die globale Komponente

Während des 798 μ s langen Zyklus, also der Übertragungsdauer eines Worts, muss der Mikrocontroller des Lichtmoduls diverse Verarbeitungsschritte durchlaufen. Die Aktionen werden in neun Abschnitte unterteilt, um den Wert der gemeinsamen Komponente zu bestimmen (**Bild 5**). Zu Beginn des Zyklus setzt der Mikrocontroller einen Zähler auf Null. Nach jedem Verarbeitungsschritt wird Ausgang GP5 auf 0 geschaltet, falls der Wert des Zählers niedriger als der einzustellende Wert der gemeinsamen Komponente ist. Im umgekehrten Fall wird GP5 auf 1 gesetzt, in beiden Fällen wird der Zähler inkrementiert.

Kombinieren der Komponenten

Durch Kombinieren der R-, G- und B-Komponenten sowie der gemeinsamen Komponente ergibt sich ein breites Spektrum an Farb- und Helligkeitsnuancen. Das ist insbesondere dann effektiv, wenn eine Farbe durch Mischen von zwei Komponenten entsteht. Eine solche Mischfarbe ist beispielsweise die Farbe Orange, sie ist die Kombination von Rot und Grün. Ein strah-

Publicité

Ihr Muster und Kleinserien Leiterplattenlieferant



Sofort Online berechnen und bestellen
Attraktive Pooling Preise – 1-8 Lagen
Ausgiebige Optionen in On demand bis 16 Lagen
Lieferungen ab 2AT
Online Schablonen mitbestellen

Interessiert ? Sie erreichen uns unter: +49 2681 4662

E-mail: euro@eurocircuits.com

www.eurocircuits.de

Neu: PCB proto jetzt ab 2AT

- 2 Platten in 2, 3 oder 5AT
- Keine Initialkosten
- Spitzen Preise:
zB: 2x 160x100 mm: 2 Lagen 49€ pro Stück*
4 Lagen 99€ pro Stück*
- Schnell Online bestellen
- Kein Mindestbestellwert

*in 5AT und exklusive Fracht und MwSt



Stückliste

Steuergerät

Widerstände:

R1 = 1 k
R2, R3 = 2k2
R4, R5 = 100 Ω
R6 = 22 k
R7 = 10 k

Kondensatoren:

C1 = 1000 μ /35 V stehend, Raster 5 mm
C2, C3, C4, C7, C8 = 100 n
C5, C6 = 22 p
C9 = 10 μ /35 V stehend, Raster 2,5 mm

Halbleiter:

D1, D2 = LED 3 mm *
D3, D4 = 1N4148
IC1 = 7805
IC2 = 24FC1025-I/P *
IC3 = PIC18F2550 (programmiert, EPS 090125-41)

Außerdem:

K1 = Kabelschraubklemme 2-polig, Raster 5 mm
K2*, K3 = Stiftkontaktleiste 5-polig
K4, K5 = Kabelschraubklemme 3-polig, Raster 5 mm
K6 = USB-Buchse Typ B, weiblich *

K7 = Stiftkontaktleiste 4-polig *
S1 = Drucktaster SPNO *
X1 = Quarz 20 MHz, Bauform HC49/U
Platine 090125-1 [1]
* für die Basisversion nicht erforderlich

Lichtmodule

Widerstände (SMD 1206):

R1 = 2k2
R2 = 100 Ω
R3 = 4k7
R4, R5 = 47 Ω
R6 = 47 k

Kondensatoren:

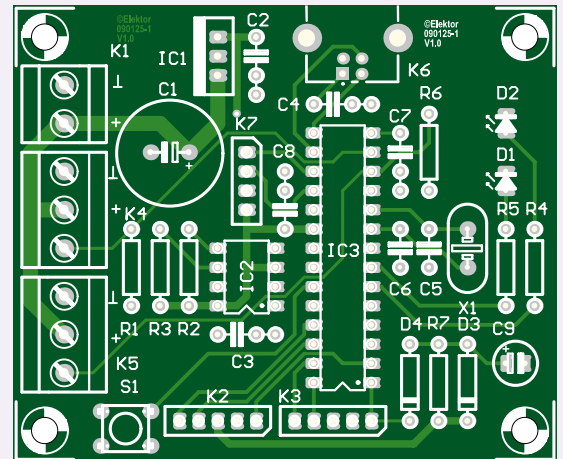
C1 = 220 μ /25 V stehend, Raster 2,5 mm
C2 = 100 n (SMD 1206)

Halbleiter:

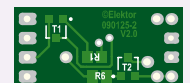
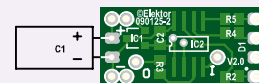
D1 = LED dreifarbig (RGB), gemeinsame Anode
IC1 = TS78L05CX, Bauform SOT23
IC2 = PIC12F508-I/SN SOIC-150 (programmiert, EPS 090125-42)
T1 = BC857, Bauform SOT23
T2 = BC847, Bauform SOT23

Außerdem:

Platine 090125-2 [1]



Oberseite der Steuergerät-Platine.



Oberseite und Unterseite der Lichtmodul-Platine.

lendes Orange ergeben die Werte 15 für die R-Komponente, 6 für die Grün-Komponente und 0 für die Blau-Komponente. Bei maßvollem und verhältnismäßigem Herabsetzen dieser Werte auf beispielsweise 10, 4 und 0 sinkt die Helligkeit, ohne dass sich der Farbton merklich ändert. Werden die Werte stärker herabgesetzt, sind deutliche Farbverschiebungen die Folge. Das liegt daran, dass das Verhältnis der Helligkeiten zwischen den Komponenten Rot und Grün stark vom Verhältnis der Anfangswerte abweicht. Für die weitere Reduzierung der Helligkeit ist das Herabsetzen der gemeinsamen Komponente der bessere Weg.

Zum Schluss

Nach der Lektüre unserer detaillierten Beschreibung verspüren Sie möglicherweise den Impuls, sofort die Bauelemente zusammenzustellen und ans Werk zugehen. Zum Ausprobieren müssen Sie das Steuergerät und mindestens ein Lichtmodul aufbauen, mehrere Lichtmodule sind natürlich effektvoller. Das auf der Elektor-Website bereitgestellte Mikrocontroller-Programm für das Steuergerät arbeitet komplikationslos mit Ketten zusammen, die aus 30 Lichtmodulen oder weniger bestehen. Mit noch längeren Ketten konnten wir das Programm bisher noch nicht testen. Die Obergrenze der Kettenlänge steht im Zusammenhang mit der

maximalen Anzahl der Kommandos, die das Steuergerät senden kann.

Während Sie die Bauelemente auf die Platinen löten, ist Zeit zu überlegen, welche weiteren Applikationen nach dem Prinzip des Eindracht-Netzwerks mit dynamischer Adressierung in Ihrem Umfeld realisiert werden könnten. Lassen Sie uns an Ihren Ideen teilhaben, schicken Sie uns Fotos Ihrer Lichterkette, und die besten Fotos werden wir in einer der nächsten Elektor-Ausgaben zu veröffentlichen.

Wir wünschen Ihnen ein (farben)frohes Weihnachtsfest!

(090125)gd

Weblinks

[1] www.elektor.de/090125

[2] www.microchip.com/stellent/idcplg?IdcService=SS_GET_PAGE&

nodeId=1406&dDocName=en010014

[3] www.bknd.com/cc5x/index.shtml

[4] de.wikipedia.org/wiki/Weber-Fechner-Gesetz

Mikrocontroller-Zertifikatsprüfung



µC-Fernlehrgangs-Teilnehmer aufgepasst!



Der Elektor-Verlag führt in Zusammenarbeit mit der Technischen Fachhochschule Georg Agricola zu Bochum (TFH) Zertifikatsprüfungen auf dem Gebiet der Mikrocontroller-Technik durch, die sich an die Teilnehmer des Mikrocontroller-Fernlehrgangs richten.

Bei erfolgreicher Ablegung der Prüfung erhalten Sie vonseiten der TFH und vom Elektor-Verlag ein benotetes Zertifikat, in dem bestätigt wird, dass Sie ein Mikrocontroller-Fachwissen auf Fachhochschulniveau besitzen.

Voraussetzung für Prüfungsteilnahme:

Jeder, der den Mikrocontroller-Fernlehrgang Teil 1 und Teil 2 (also alle 12 Lehrbriefe) durchgearbeitet hat, darf die Prüfung an der TFH in Bochum ablegen. Die Teilnehmer bringen ihre eigene Hardware aus dem Fernlehrgang mit.

Prüfungsort/-termine:

Bochum Freitag, 27.11.2009
Freitag, 04.12.2009
(in den Räumlichkeiten der TFH)

Umfang der Prüfung: insgesamt 6 Stunden (3 Stunden praktischer und 3 Stunden theoretischer Teil)

Prüfungsgebühr:

Die Kosten für die Durchführung der Prüfung betragen 550,00 Euro (zzgl. MwSt.) pro Teilnehmer.

Im Preis sind alle Prüfungsunterlagen; Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der Prüfung; Zurverfügungstellung der Prüfungsräume und der benötigten Rechner; Aushändigung eines benoteten Teilnahmezertifikats bei erfolgreichem Abschluss und Mittagsimbiss + Getränke inbegriffen.



Weitere Infos & Anmeldung unter **www.elektor.de/tfh-pruefung**



Schrittmotor-steuerkarte

für PC-Positioniersysteme, Bohr-, Gravier- und Fräsanlagen!

- Steuerung von Schrittmotoren für 3 Achsen!
- Phasenströme einstellbar!
- Variable Stromversorgung = einfache Adaption an viele Motortypen!
- Ansteuerung auch über SPS oder Taktgenerator möglich!
- Inklusive Treibersoftware für MS Dos und Windows mit Beispiel Sourcen!
- Anpassung an Ihre Anforderungen möglich!

Nur € 79,-



Technische Daten:

- Anschluss an PC mit Standard-Druckerkabel
- Stromchopperendstufen für Voll- und Halbschrittbetrieb
- optimal für 2- und 4-Phasen-Schrittmotoren
- Versorgungsspannung 15-28 V



EMIS

Zur Drehscheibe 4
92637 Weiden i. d. Opf.
Tel. (09 61) 3 20 40, Fax (09 61) 3 14 94
www.emisgmbh.de

Termine für Elektor Nr. 2 / 2010

Anzeigenschluss:



16.12.2009

Erscheinungstermin:



18.01.2010

Anzeigen:

Verlagsbüro ID

Telefon:

(0511) 61 65 95-0

E-Mail:

service@id-medienservice.de

Internet:

www.id-medienservice.de

Ringkerntransformatoren



Amplimo liefert in bekannt hochwertiger Qualität z.B. Netz-, Halogen oder medizinische Ringkerntransformatoren von 15 bis 3000VA direkt ab Lager.

Für ihr individuelles Angebot steht Ihnen unser Team gerne persönlich oder per E-Mail zur Verfügung.



Amplimo Deutschland GmbH

Rothenfurterstraße 97a
85053 INGOLSTADT

Tel. 08459 323408
email. info@amplimo.de

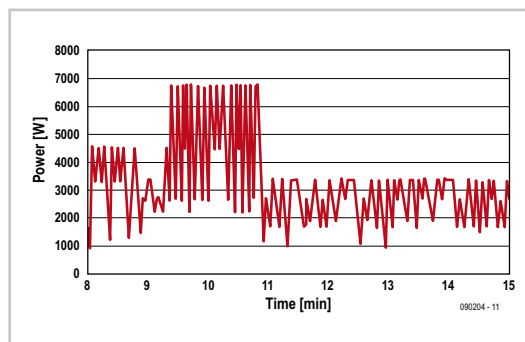
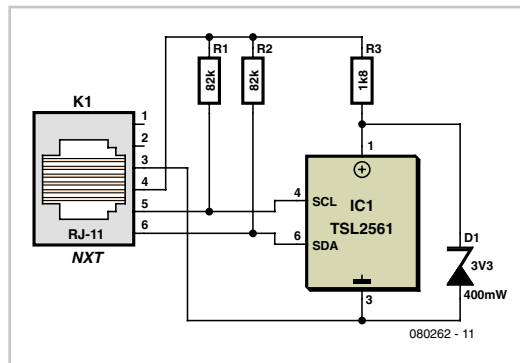
Energiemessgerät mit Lego Mindstorms

Von Zeno Otten (NL)

Lego Mindstorms NXT ist auch drei Jahre nach der Markteinführung immer noch aktuell, schaut man auf die Vielzahl an neuen Veröffentlichungen, Büchern oder Projekten im Internet. Eine der wichtigsten Verbesserungen gegenüber dem älteren Lego-Controller RCX ist der Support des I²C-Protokolls. Soft- und Hardware für diese Zweidraht-Kommunikationstechnik werden jetzt komplett unterstützt. Hierdurch hat man nun die Möglichkeit, auch neueste Nicht-Lego-Sensoren in einer Lego-Umgebung zu verwenden. Denkbar ist jetzt also der Einsatz von geeigneten Kompass- und Beschleunigungssensoren oder auch des hier vorgestellten Lichtsensors TSL2561. Dieser von TAOSinc [2] hergestellte Sensor kann in Kombination mit der NXT-Elektronik als Energiemonitor im Haus eingesetzt werden.

Beim TSL2561 handelt es sich um einen Sensor, der die einfallende Lichtmenge in einen digitalen Wert umsetzt. In den Chip sind zwei Fotodioden integriert: eine Breitbandversion für sichtbares und infrarotes Licht (Kanal 0) und eine spezielle nur für IR-Licht (Kanal 1). Beide Kanäle können unabhängig voneinander seriell via I²C-Protokoll ausgelesen werden. Die interne Dynamik von 20 bit erlaubt problemlos A/D-Umsetzungen mit einer Auflösung von 16 bit. Im sichtbaren Bereich ähnelt die Empfindlichkeit der des menschlichen Auges. Von daher ist der Sensor der ideale moderne Ersatz von antiquierten LDRs samt Beschaltung. Der Sensor kostet knapp 3,50 Euro und ist leicht erhältlich (u.a. bei Conrad). Das Datenblatt enthält detaillierte Informationen zum Einsatz des Sensors in eigenen Schaltungen. Die modernsten Ausführungen eines „Zählers“ setzen mittlerweile auf digitale Erfassung und Anzeige der verbrauchten elektrischen Energie. Diese Stromzähler sind normalerweise mit einer blinkenden LED ausgestattet und deren Blinkfrequenz ist ein Maß für die aktuell dem Netz entnommene Leistung. Wenn man dieses Blinken überwacht, dann kann man damit einfach und kontaktlos den Stromverbrauch und die

damit einhergehenden Kosten mit eigener Elektronik überwachen. Von daher gilt eine



Einschränkung: Mit einem alten elektromechanischen Zähler funktioniert die hier beschriebene Elektronik nicht!

Die Fähigkeiten des TSL2561 werden beim Erfassen der Hell/Dunkel-Information einer LED natürlich bei weitem nicht ausgereizt. Er liefert bei leuchtender LED einfach höhere Werte als bei dunkler. Einen praktischen Schwellwert muss man experimentell ermitteln und dann in die Software einpflegen. Wenn man den Sensor auf die LED ausrichtet und den Sensor an ein NXT-Modul anschließt, kann man dieses als Datenlogger einsetzen und die Messungen auf seinem Display anzeigen sowie kontinuierlich in einer Datei ablegen. Die Datei kann dann zu späteren Zeitpunkten herunter geladen und analysiert werden. Eine weitere Möglichkeit ist die Übertragung der Daten live via Bluetooth an einen PC.

Bild 1 zeigt die komplette Schaltung. Der Sensor hat sechs Pins. Für die Kommunika-

tion mit dem I²C-Bus werden Pin 4 (SCL) und Pin 6 (SDA) mit den Pull-up-Widerständen R1 und R2 benötigt. Im Prinzip kann selbstverständlich auch jeder andere I²C-fähige Mikrocontroller anstelle des NXT verwendet werden, solange die Spannung auf dem Bus etwa 5 V beträgt. Die typischen Werte für die Pull-ups liegen im Bereich 10...100 k Ω und von daher passen die vorgeschlagenen 82 k Ω gut. Der nicht verwendete Interrupt-Ausgang Pin 5 kann dazu verwendet werden, den Sensor nicht zyklisch, sondern nur bei Auftreten signifikanter Veränderung abzufragen. Mit Pin 2 kann man verschiedene Adressen festlegen: bei „low“ ist sie 0x48, bei „high“ 0x72 und bei offenem Pin ergibt sich 0x38 (0x steht für hexadezimal). Eine akzeptable Betriebsspannung für IC1 (zulässig = 2,7...3,6 V) lässt sich leicht aus den für I²C passenden 5 V ableiten. In der Schaltung werden hierfür R3 und die Zenerdiode D1 verwendet.

Zur Verbindung des Sensors mit dem NXT eignen sich ein Stück Flachbandkabel mit aufgequetschten RJ-12-Steckern [4] oder aber entsprechend fertig konfektionierte Kabel, wie es sie für NXT-Zubehör gibt. Solche für Telefonverkabelung mit RJ-11-Steckern eignen sich in der Regel nicht, da die Haltenase bei den zum NXT passenden RJ-12-Steckern nicht in der Mitte platziert ist.

Mit einer Fläche von 10 mm² ist der Sensor recht klein. Wenn man hier direkt Kupferdrähte an die Pins löten will, muss man mit einer Lupe arbeiten und einen Lötcolben mit sehr feiner Spitze verwenden. Beim Prototypen des Autors wurde der verkabelte Sensor in eine Aussparung eines kleinen Plastikgehäuses geklebt und dieses mit schwarzem Klebeband weitgehend lichtdicht gemacht. Das so entstandene Sensor-Modul ist robust und nicht mehr so fummelig zu handhaben wie das reine IC. Das Lichtmodul wurde dann schlicht mit Tesa an der Stelle auf den Zähler gepappt, wo sich die LED befindet. Für das NXT-Modul gibt es unterschiedliche Programmiersprachen. Die Standard-Lego-Software ist eine vollkommen grafische Variante, bei der Funktionsblöcke aneinander gekoppelt werden. Für die Unterstüt-

zung des I²C-Bus müssen aber noch extra Plug-ins herunter geladen werden. „Richtige“ Programmierer werden allerdings textbasierte Programmiersprachen vorziehen. Für dieses Projekt setzte der Autor den kostenlosen BrixCC-Compiler und die speziell für Lego-Mikrocontroller entwickelte Umgebung [5] ein. Der Compiler wird stetig weiter entwickelt und über ein extra Forum kann man sich mit anderen Entwicklern austauschen.

Das so erstellte Programm „Enimon“ enthält schon alle Routinen für die Kommunikation des NXT mit dem Sensor via I²C-Bus. Der Source-Code steht wie immer kostenlos auf der Elektor-Webseite zu diesem Artikel [1] zur Verfügung.

Die wichtigsten Aspekte der Enimon-Software zeigt das Listing:

Im Konfigurationsteil der Software wird der Schwellwert eingestellt, der zwischen hell und dunkel separiert. Beim Autor hat die experimentell bestimmte Schwelle den Wert 3.

Außerdem muss ein Wert für die Zeit angegeben werden, in der die LED leuchtet, da in dieser Zeit nicht gemessen werden muss. Beim Autor war ein Wert von 500 ms passend, doch dieser Wert hängt sicher vom Hersteller und gegebenenfalls sogar vom konkreten Modell des Stromzählers ab.

Nach dem Anlegen der Betriebsspannung muss der Sensor noch mit einem Start-Kommando aufgeweckt werden, damit er tätig wird und misst. Das Starten des Sensors übernimmt die Prozedur „InitTSL2561“. Hier wird einfach der Wert 0x03 in das Control-Register des Sensors übertragen. Die beiden A/D-Konverter starten dann eine Messung mit einer standardmäßigen Integrationszeit von 400 ms. Nach dieser Zeit stehen die Resultate abholbereit in den Channel0- und Channel1-Registern des Sensors zur Verfügung.

In der Folge wird dann die Datei „dataNXT.txt“ geöffnet und eine eventuell schon vorhandene ältere Datei gleichen Namens wird überschrieben. Die maximale Größe der Datei ist auf 60 kB eingestellt. Dies ist mehr als man denkt, denn diese Kapazität reicht locker für etliche Stunden an Datenaggregation.

In der Variable „t0“ steht die Startzeit, bei der die While-Schleife beginnt. Die Pro-

```
TextOut(0,LCD_LINE1,"TSL2561 measurement ",false);
Schwellwert=3;          // Unterschied hell/dunkel
Leuchtdauer=500;        // Leuchtzeit der LED in ms
InitTSL2561();           // Starte I2C

DeleteFile("dataNXT.txt");
CreateFile("dataNXT.txt", 60000, handle);

t0=CurrentTick(); t1=0; wattold = 0;

while (true)
{
    ReadTSL2561();
    if (Channel0 > Schwellwert) {
        t1=CurrentTick(); //ms
        dt= t1-t0;
        t0=t1;
        watt=(36000/(5*dt)); //watt

        if (watt > wattold)
            tekst = „rising“;
        else tekst=„falling“ ;
        wattold=watt;

        tmp = NumToStr(dt); WriteString(handle,
tmp,bytesWritten);
        WriteString(handle, „:“,bytesWritten);
        tmp = NumToStr(watt) ; WriteLnString(handle,
tmp,bytesWritten);
    }

    Wait(Leuchtdauer); //abhängig vom Zähler

    // orange Taste des NXT stoppt Programm
    if (ButtonPressed(3,0)) {
        CloseFile(handle);
        break;
    }
    ShowResult();
} // end while
```

zedur „ReadTSL2561“ liest den Wert von Channel0. Bei diesem Projekt ist Channel1 mit seinen infraroten Werten nicht von Interesse.

Wenn die LED leuchtet, wird der zeitliche Abstand seit dem letzten Leuchten bestimmt, da diese Zeitspanne ein Maß für den momentanen Energieverbrauch ist. Diese Zeit wird in Watt umgerechnet, indem ein Umrechnungsfaktor verwendet wird, der natürlich wiederum vom Zählermodell abhängt. Beim Autor hatte dieser Faktor einen Wert von 500 Impulsen/kWh. Der ermittelte Leistungswert wird mit der letzten Messung verglichen und so festgestellt, ob der Verbrauch ansteigt oder fällt. Zum Schluss werden die Daten durch Doppelpunkte (:) getrennt in die Datei geschrieben. Dieser Prozess wiederholt sich so lange, bis eine Taste am NXT gedrückt wird. Dann wird die Prozedur „ShowResult“ aufgerufen, welche die Messergebnisse auf dem Display anzeigt.

Bild 2 zeigt ein Beispiel des Energieverbrauchs über die Zeit. Im Prinzip handelt es sich um eine Visualisierung der durch das Programm Enimon in der Datei „dataNXT.txt“ abgelegten Daten. Die Datei wurde einfach in Excel importiert. Gut erkennbar ist die Zeitspanne, in der ein Waschtrockner und eine Waschmaschine zu einer kombinierten Leistungsaufnahme von bis zu 6,7 kW geführt hatten.

(080262)

Weblinks

[1] www.elektor.de/080262

[2] www.taosinc.com

[3] www.mindsensors.com

[4] www.philohome.com/nxtplug/nxtplug.htm

[5] <http://bricxcc.sourceforge.net/>

Von den Machern von Elektor!



Oder frei Haus unter www.elektor.de bestellen!

EDP von RS Components um BLDC-Modul und PIM erweitert

Von Luc Lemmens (Elektor Labor)

In einer früheren Besprechung der EDP (Embedded Development Platform) von RS Components (Elektor Dezember 2008) wurde schon erwähnt, dass RS noch weitere Module in der Pipeline hat, die 2009 vorgestellt werden sollen. Zwei aus dieser Reihe, der BLDC-Motor-Controller (**BrushLess DC**) und der PIM-Adapter (**Plug-In Modul**) für Microchip-Controller trafen kürzlich im Elektor-Labor ein. Es handelt sich dabei um stabile Boards hoher Qualität, mit denen man das Basis-Board erweitern kann.

Die EDP von RS zielt auf den professionellen Markt, wo Hardware-Kosten angesichts der eingesparten Arbeitszeit von Ingenieuren nicht sehr ins Gewicht fallen. Wichtig ist, dass es schnell und einfach geht, bis man ein System auf Standard-Controllern wie dem ARM9 von ST oder dem XC167 von Infineon betriebsbereit hat.

Das neue PIM-Board ist zum Aufbau von Industrie- und Motor-Steuerungen oder für Anwendungen im Bereich Kraftfahrzeuge gedacht und unterstützt die Microchip Controller PIC24, dsPIC33 und die neuesten PIC32MX-Chips. Für all diese Controller steht eine große Menge lauffähiger Code zur Verfügung, und meiner Ansicht nach dürften die Controller von Microchip die Chips von ST und Infineon auf die hinteren Plätze verweisen.

Das neue BLDC-Modul erlaubt die Ansteuerung von zwei oder drei Motoren mit einem Gesamt-Anschlusswert von 24 V und 4 A.

Die Nachteile der Vielseitigkeit

Auch wenn das EDP-Konzept sehr solide ist und es so aussieht, als sei es besonders zukunftsfähig, so führt die wachsende Anzahl an unterstützten Controllertypen letztlich doch zu Problemen. So ist es zunehmend notwendig, Module neu zu jumpern oder gar Leiterbahnen auf Platinen zu unterbrechen und neue Verbindungen herzustellen. Beim DIO45-Board (digitale Ein und Ausgänge) gibt es aber keinen Aufdruck für die Jumper-Konfiguration. Wenn man also etwas an den Jumpern ändert, empfiehlt es sich, zuvor die Jumper-Konfiguration auf ausgedruckten Handbuchsseiten zu skizzieren. Außerdem muss man sich im Handbuch mit einer Tabelle herumschlagen, die wirklich nicht so einfach zu verstehen ist. Von meiner Praxiserfahrung her kann ich sagen, dass das

kein Vergnügen ist und eine potentielle Fehlerquelle darstellt. Bei Fehlern führt das zu viel mühsamer Fehlersucherei - wenn es glimpflich ausgeht. Falsches Stecken kann auch schnell Rauchwölkchen über Platinen produzieren...

Gebrauchsanleitung

Die komplette EDP-Dokumentation ist auf einer CD-ROM enthalten, was nicht Jedermanns Sache ist. Die Versionsnummer ist in kleiner Schrift aufgedruckt. Version 1.4 ist eine Beschreibung des dsPIC- und PIM-Adapters. Es sieht so aus, dass der Betrieb und die Anwendung dieser Module nicht in die System-Dokumentation (beim Basis-Board und dem Plug-on-Peripherie-Modul) integriert wurden. Die CD-ROM enthält außerdem MPLab V8.20 - allerdings gab es hierzu schon einige Updates, seit die EDP erschienen ist. Momentan ist der Versionsstand bei V8.36 angelangt. Zum Glück kann man die Software in aktueller Version jederzeit kostenlos von der Microchip-Webseite herunterladen. Die CD startet die Installation der IDE nicht automatisch - die Software steckt in einem Zip-Archiv und muss manuell installiert werden.

PIM und BLDC

Das Command-Modul (PIM-Adapter) ist dazu gedacht, Plug-

In-Module mit dem Basis-Board zu verbinden. Dabei handelt es sich um Platinen, die außer einem Mikrocontroller noch ein paar Steckverbinder aufweisen. Sie ähneln damit den Platinen des Explorer-16-Systems von Microchip (siehe Elektor Januar...April 2007). Das Command-Modul verfügt über Jumper für Hardware-Einstellungen wie zum Beispiel die Referenzspannung für A/D-Converter, die Versorgungsspannung und die CAN-Bus-Konfiguration.

Überraschenderweise taucht das neue BLDC-Board nicht im Menü der CD auf, was anfänglich für einige Verwirrung sorgte. Etwas Spürsinn und der Windows-Explorer förderten schließlich einen Ordner namens „Microchip_BLDC“ zu Tage, der die relevante Dokumentation und die notwendige Software enthielt.

Fazit

Auch wenn RS mit den neuen Modulen die Flexibilität und Anwendungsbreite der EDP weiter steigern konnte, wirkt das Gesamtpaket weniger rund. Die Realisierung einer BLDC-Motorsteuerung mit einem STR912-ARM9E-Modul und dem Kommunikations-Modul gestaltet sich zum Beispiel sehr viel komplexer als der Aufbau eines Web-Servers, der in Null-Komma-Nichts für die vorhergehende Besprechung erledigt war. Dennoch warten wir gespannt auf weitere Module, denn wir wollen sehen, wie sich der Umgang mit NXP ARM Cortex, Bluetooth, WiFi und FireWire gestaltet.

(090800-1)





Elektor Entwickler-



Von Antoine Authier (Elektor-Labor) und Clemens Valens (Elektor-Redaktion Frankreich)

Elektor erscheint in immer mehr Sprachen und wird auf der ganzen Welt gelesen. Das Magazin hat sich nicht zuletzt deshalb zu einer weltweiten Plattform für Elektroniker entwickelt. Vor diesem Hintergrund fand vor kurzem eine zweitägige Entwickler-Konferenz statt, die zwanzig Teilnehmern die Gelegenheit zu Austausch und Diskussion neuer Ideen bot, die auch in zukünftige Elektor-Projekte einfließen könnten. Etwa die Hälfte der Teilnehmer waren externe Elektroniker, die von Ingenieuren im Elektor-Labor eingeladen wurden.

Erstaunlich war schon alleine die Tatsache, dass selbst bei dieser kleinen Gruppe sieben Nationalitäten vertreten waren. Es gab Vorträge externer Entwickler, die ihre Arbeit und ihre Projekte vorstellten, woran dann jeweils intensive, vertiefende Diskussionen folgten.

GNU-Radio

Martin Dudok van Heel von der Firma Olifantasia stellte - unterstützt vom Funkamateurl Pascal Schiks - seine Arbeit an einem Open-Source-SDR (Software Defined Radio) vor: GNU-Radio [1]. Beide schwören auf SDR und Linux. Martins Firma vertreibt Produkte zum USRP (Universal Software Radio Peripheral) in

Europa. Bei USRP handelt es sich um ein Hi-Tech-Open-Funk-Projekt, das den Empfang im Frequenzbereich von 0...6 GHz ermöglicht, je nach verwendetem Baseband-Demodulator. Es gibt zwei USRP-Ausführungen, die nicht nur den gleichzeitigen Empfang von mehreren Kanälen unterstützen, sondern zusätzlich auch den Sendebetrieb.

Der große Vorteil eines SDR ist die Tatsache, dass man mit einer Grundhardware alle Arten von funkbasierter Kommunikation implementieren kann, da die Feinheiten und die Intelligenz in der Software stecken. Mit einem SDR kann man UKW-FM-Signale genau so empfangen wie man Handy-Funksignale und GPS-Satellitensignale demodulieren kann. Ein SDR ist außergewöhnlich zukunftssicher, denn zum Decodieren neuer Standards muss man lediglich die passende Software laden. Das Tool zur Erstellung oder Modifikation solcher Software-Module ist das GNU Radio, welches eine leistungsfähige Entwicklungsumgebung mit grafischer Oberfläche mitbringt.

Die Leistungsfähigkeit des USRP macht in Kombination mit der



Flexibilität von Computern auch ganz ungewöhnliche Anwendungen und Experimente möglich: So ist es damit zum Beispiel realisierbar, einen großen Teil des kompletten VHF-Bandes auf einen Rutsch zu decodieren. Für so etwas braucht man natürlich sehr viel Platz auf der Festplatte, kann dafür aber nicht nur alle darin enthaltenen Kommunikationskanäle wegspeichern, sondern auch alle TV-Kanäle auf einmal ablegen, sodass einem keine Sendung mehr durch die Lappen geht. Interessanter noch ist vermutlich die Fähigkeit der Spektralanalyse im Falle von Interferenzen, um den Grund für Störungen herauszufinden. Martin sprach außerdem über passives Radar - ein weiteres seiner Steckpferde. Passives Radar sendet keinerlei Strahlung aus. Stattdessen werden die Reflektionen vorhandener Funkwellen erfasst. Das Prinzip entspricht grob dem Sehen, da dabei ja ebenfalls reflektierte elektromagnetische Strahlung registriert wird.

Telemetrie für den Modellbau

Von Michel Kuenemann wurden schon einige Beiträge in Elektor veröffentlicht. Seine Leidenschaft gilt Flugzeug-Modellen, gerne



-Konferenz

in etwas größerer Ausführung mit Verbrennungsmotor. Eines seiner anspruchsvolleren Projekte war der in drei Teilen in Elektor erschienene Motoren-Prüfstand [2]. Sein Konferenz-Beitrag drehte sich um ein Telemetrie-System, mit dem Feinjustierungen an einem Kunstflug-Modell möglich waren, das von einem Freund (einem erstklassigen Piloten) geflogen wurde. Die Herausforderung beim Kunstflug ist es, fließende Bewegungsabläufe hinzubekommen. Das ist schon für einen Piloten in einem richtigen Flieger ein Problem. Bei ferngesteuerten Modellen steigt der Schwierigkeitsgrad noch. Michel arbeitet an einem System, das die wichtigsten Flug-Parameter wie Pitch, Yaw und Roll (Roll-Nick-Gier-Winkel bzw. Drehung um die Längs-, Quer- und Hochachse) plus Geschwindigkeit und Position erfasst. Das System schickt die Daten über eine Zigbee-Verbindung zum Boden. Der Empfänger ist an einen Laptop angeschlossen; dieser legt die Daten auf seiner Festplatte ab. Die zugehörige Software wurde in LabVIEW erstellt, einer grafischen Programmiersprache von NI (National Instruments). Die Daten werden außerdem in Echtzeit angezeigt,



sodass man sie schon während des Flugs analysieren kann. Das System zeichnet zudem auch noch die Steuerkommandos auf, die der Pilot mit seiner Fernsteuerung erzeugt. Damit kann man dann offline sehr genau die Auswirkungen dieser Befehle studieren. So kann es sein, dass eine leichte Pitch-Änderung unerwünschte Roll-Auswirkungen hat. Mit diesem System lassen sich also Störquellen isolieren und Fehler des Piloten herausfinden. Wenn das Modell schuld ist, kann man versuchen, dessen aerodynamische Eigenschaften zu optimieren. Bei Pilotenfehlern kann dieser entsprechend trainieren. Falls das Wetter problematisch ist, empfiehlt sich das Spielen mit der Modelleisenbahn, bis das Wetter wieder besser ist ;-)

Michels Prototyp besteht aus einem ARM7-Entwicklungs-Board von Keil, das von LabVIEW for ARM [3] unterstützt wird. Das Entwicklungssystem wurde ihm von NI zur Verfügung gestellt, da er sich so etwas nicht ohne weiteres hätte leisten können. Die Zigbee-Kommunikation basiert auf dem Chip MRF24J40MA von Microchip. Der Prototyp hat sich in der Praxis schon außerordentlich bewährt.



Haus-Roboter

Bart Huyskens ist Lehrer für Elektronik in Belgien und beschäftigt sich mit neuen Unterrichtsmethoden. In Belgien wurden Transistoren komplett aus dem Unterricht verbannt [4][5]. Stattdessen werden alle Schaltaufgaben mit MOSFETs und Verstärker mit Opamps realisiert. Und wir bei Elektor dachten, dass solche Grundlagen wichtig wären...

Noch schlimmer: Fast alle Projekte basieren auf Mikrocontrollern oder FPGAs. Bart bestätigt nicht nur, dass das tatsächlich so ist, sondern behauptet sogar, dass es prima funktioniert. Die Schüler wären sehr viel stärker motiviert. Neue Zeiten, neuer Unterricht!

Bart hat außerdem eine Art Lern-Roboter entwickelt, den er auf der Konferenz eindrucksvoll demonstrierte. Das Innenleben von Barts Roboter ist dank Plexiglas-Gehäuse sichtbar. Außerdem kann das Teil sprechen und ist vollgestopft mit Elektronik: Ultraschall-Sensoren für Entfernungsmessung und Orientierung, optische Sensoren für das Verfolgen einer Linie auf dem Boden, farbige LEDs um Mund und Augen anzudeuten, und ein kleiner roter Laser anstelle der Nase für Experimente.

Das Elektrotier bewegt sich auf zwei Rädern. Für alles und jedes gibt es Mikrocontroller, was fast zu viel des Guten zu sein





scheint. Aber Bart wollte eine modulare Lösung, sodass jeder Teil des Roboters unabhängig von anderen Erfolgserlebnisse beschert, wenn er funktioniert.

Metall-Detektor und Digital-Oszilloskop

Tomasz Kwiatkowski stellte mehrere Projekte vor, darunter einen Metall-Detektor und ein digitales Oszilloskop.

Es war interessant zu erleben, wie so etwas Einfaches wie ein Metall-Detektor die Lebensgeister und den Spieltrieb in gestandenen Elektronikern wecken kann. Die Diskussion klopfte dann auch noch die entferntesten Lösungsmöglichkeiten ab, wie man ein gestörtes Magnetfeld detektieren könnte. Sogar der Einsatz eines SDRs wurde diskutiert!

Beim Oszilloskop von Tomasz waren übrigens ähnliche Prinzipien „eingebaut“ wie beim SDR von Martin. Und schon sind neue Ideen am kochen. Im Elektor-Labor wird ja an einer Platine gearbeitet, die ... nein, das wird noch nicht verraten! Mehr demnächst in dieser Zeitschrift...

ATM18: Neue Entwicklungen

Detlev Tietjen, der erst kürzlich zum CC2-Projekt (Computer: club² [6]) hinzugestoßen ist, stellte die von ihm geplanten Erweiterungen des ATM18-Moduls vor. So soll demnächst ein neues, kleines und leistungsfähiges Board präsentiert werden,



das den Einsatz und die Funktionsweise von USB veranschaulicht. Damit kann man dann Tastaturen, Mäuse und andere HIDs (Human Interface Device) emulieren. Die Diskussion drehte sich anschließend um die sichere Codierung von Passwörtern und eine Wetterstation, die hoffentlich bald so weit gedeihen wird, dass sie veröffentlicht werden kann.

Ein weiterer Diskussionspunkt war ein Mikrocontroller mit integriertem BASIC, der einfach sein soll und daher für kleine Aufgaben „zwischen durch“ die ideale Plattform wäre. Es könnte sein, dass demnächst ...

Kunst & Elektronik

Ein weiterer Vortrag drehte sich um ein Projekt namens „Sceptre“. Dabei handelt es sich um ein Multifunktions-Board mit einem ARM7-Controller, vollgestopft mit Anschlüssen für Peripherie und Kommunikation wie Bluetooth. Damit könnten sich Elektor-Leser an dunklen Winter-Abenden die Zeit vertreiben. Doch Geduld! Das gibt ein dickeres Projekt.

Nach einer brillanten Einführung in die Plattform Arduino [7] durch Peter Groen stellte dieser seine eigenen, mit Arduino realisierten Projekte vor. Aller Code, den er dazu erstellt hat, ist Open Source. Seine Installationen kann man in Groningen (Niederlande) in Form von zwei eindrucksvollen Performances erleben. Bei einem davon, dem M.O.R.S.E-Projekt, läuft ein Text auf der Basis von Lichtsignalen durch die Stadt.

Peter arbeitet außerdem am Fab Lab [8] in Groningen (NL) mit. In diesen Kreativ-Workshops, die ursprünglich vom Bostoner MIT entwickelt wurden, wird den Teilnehmern ein 3D-Drucker zur freien Verfügung gestellt. Mit Fab Labs sollen Studenten zu Innovationen angeregt werden.

Ist eine zweite Konferenz geplant?

Während der Konferenz wurden viele Projekte angedacht und deren technische Feinheiten im Detail erörtert. Wichtig war dabei nicht nur die Frage, wie die Ideen in Elektor-Projekte einfließen könnten. Es ging auch um Fragen der Distribution, wie zum Beispiel in der Welt der freien Software.

Ein weiterer Diskussionspunkt der ersten Konferenz waren unsere Bemühungen, die junge Generation für Elektronik zu interessieren. Möglicherweise geht es in einer zweiten Konferenz darum, die ältere Generation für moderne Technik zu begeistern - und/oder umgekehrt!

(090821)

Weblinks

- [1] www.gnuradio.org
- [2] www.elektor.de/080253
- [3] www.ni.com/arm
- [4] www.sjs.be
- [5] www.rtc-antwerpen.be
- [6] www.cczwei.de
- [7] www.arduino.cc
- [8] <http://fab.cba.mit.edu>

Der ATM18-Passepartout

Passwörter generieren und über USB zum PC schicken



Von Wolfgang Rudolph in Zusammenarbeit mit Dr. Detlev Tietjen

Passwörter sind wichtig, aber auch lästig. Denn je sicherer sie sind, umso schwerer fällt es, sich daran zu erinnern. Unser ATmega-Projekt bietet für dieses Problem eine komfortable Lösung.

Der Begriff Passepartout stammt aus dem Französischen und bedeutet „überall hindurchgehen“. Bezeichnet wird damit ein Generalschlüssel oder Zentralschlüssel. In der realen Welt besitzen nur bestimmte Personen einen solchen Schlüssel (wie z.B. Hausmeister), denn bei Verlust ist Fremden „Tür und Tor“ geöffnet. Aus genau demselben Grund sollten wir für unsere Computer und die vielen Zugänge, die wir bei den unterschiedlichsten Anbietern im Internet benutzen, immer unterschiedliche Passwörter verwenden. Diese sollten häufig gewechselt werden und auf keinen Fall irgendwo niedergeschrieben sein. Fünfzig verschiedene dieser modernen Schlüssel kommen da schnell zusammen. Bei einem monatlichen Wechsel

müsste man sich pro Jahr sechshundert der möglichst langen und sinnlosen Zeichenkombinationen merken. Und wer kann das schon? So verwenden wir lieber einfache, kurze und langlebige Passwörter, die ein hohes Gefahrenpotential mit sich bringen. Natürlich gibt es Methoden und Verfahren, sichere Passwörter zu generieren und im Gedächtnis zu behalten. Aber die Vielzahl und die notwendige häufige Änderung dieser Sicherheitsschlüssel überfordern jeden von uns. Auch technische Lösungen sind auf dem Markt erhältlich, einige schlechte, einige gute, doch die Bedienung ist nicht immer einfach.

Aber es gibt eine Lösung, die wir mit ganz wenigen Bauteilen selbst realisieren können. Daneben benötigen wir nur Software, die natürlich zum kostenlosen Download bereitsteht [1]. Damit denkt sich der ATM18-Controller sichere Passwörter aus und schickt sie auf Wunsch direkt per USB

an unseren PC. Wir selbst brauchen uns nur einen einzigen Generalschlüssel zu merken, den Rest übernimmt die Technik.

Die Hardware

Die Übermittlung des Passworts zum PC funktioniert, indem der ATM18 eine USB-Tastatur simuliert. Die Kommunikation, die normalerweise zwischen einer solchen Tastatur und dem PC abläuft, wird bei uns vollständig in Software realisiert. Als Zusatzhardware benötigen wir dann nur eine USB-Buchse und eine Mini-Schaltung, um auf die richtigen USB-Pegel zu kommen. Als Bauteile genügen dafür zwei Zenerdioden 3V6 und zwei Widerstände 68 Ω . Einen weiteren Widerstand von 2k2 brauchen wir, um dem PC mitzuteilen, dass er es mit einem langsamen USB-Gerät zu tun hat. Die Schaltung mit den Widerständen und Zenerdioden (siehe **Bild 1**) ist im Internet zu finden [2]. Dass wir 3,6-V-Zenerdioden einsetzen, erklärt sich dadurch, dass bei einem Strom

von 20 mA durch eine solche Diode gerade eine Spannung von 3,3 V abfällt, und genau diese 3,3 V benötigen wir.

Sinnvoll ist es, die winzige Hardware direkt an den RS232-Anschluss des Testboards (K5) anzuschließen, entweder frei verdrahtet oder auf einer kleinen Lochrasterplatine aufgebaut. Bedenken sollte man, dass Pin 6 (GND) des Zusatzplatinchens mit Anschluss 1 von K5 des Testboards Kontakt aufnimmt. Pin 2 wird mit Pin 5 verbunden usw. Das kommt durch die Zählweise von Pins auf einem Board zustande (wenn man von oben auf ein Board sieht, ist Pin 1 immer links).

An der Buchsenleiste K12 auf dem Testboard müssen wir noch PD1 und PD2 (INT0) brücken, so dass der Interrupt INT0 an K5 verfügbar ist.

Das Zwei-Draht-LCD wird an PC4 (Data) und PC5 (Clk) angeschlossen, die Taster an PC1 - PC3. In lcd.h bzw. btn_config.h könnte man diese Belegung aber problemlos ändern, wenn das nötig sein sollte.

Die Software

Die USB-Routine ist etwas knifflig. Hier wurden der bekannte v-usb-Treiber [3] und Teile des HIDKeys-Projektes [4] verwendet. Wenn unsere „Tastatur“ nämlich der HID-Spezifikation (Human Interface Device) genügt, braucht man auf PC-Seite keinen Treiber zu installieren. Beide Projekte stehen unter der GPL.

Der USB-Treiber besteht im Wesentlichen aus zwei Teilen, einer Interrupt-Service-Routine (ISR) und der Funktion usbPoll(), die in der Hauptschleife möglichst oft aufgerufen werden muss, mindestens jedoch alle 50 ms. Wenn das nicht gewährleistet ist, kommt es zu einem TimeOut beim Host (PC) und die Verbindung funktioniert nicht. Auch für die Reaktionszeit der ISR-Routine gibt es harte Vorgaben, so dass man keine langen anderen ISR-Routinen verwenden kann. Diese dürfen nur das Allernötigste erledigen und müssen möglichst schnell beendet werden.

Wegen der 50-ms-Regel ist der Programmablauf auch nicht „klassisch“ gestaltet, weil es keine Warteschleifen geben darf, wo z.B. auf einen Tastendruck gewartet würde. Stattdessen wird der Programmablauf über die Variable „status“ gesteu-

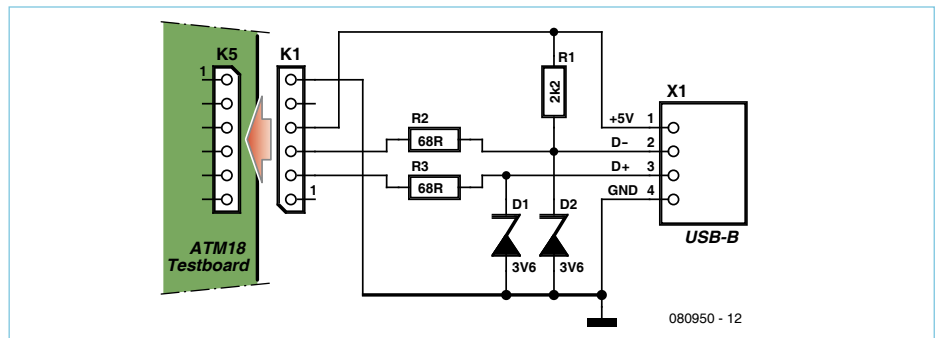


Bild 1. Der Anschluss links wird an K5 unseres Testboards angeschlossen. Rechts befindet sich die USB-Buchse zum Anschluss an den PC.

ert, die sich während des Ablaufs ändert. In einer großen switch()-Anweisung wird dann zu dem gerade aktuellen Programmteil verzweigt, die Hauptschleife wird aber ansonsten ununterbrochen ausgeführt.

Die Internet-Adressen der Zugänge, für die man Passwörter erzeugen will, müssen in den Sourcecode eingebunden werden. In „main.c“ stehen bereits vier Einträge (siehe Listing 1). Diese Einträge können beliebig geändert oder ausgetauscht werden, natürlich kann man den Block auch noch erweitern.

Die Einträge sind folgendermaßen aufgebaut: Zwei Ziffern geben die gewünschte Passwortlänge (maximal 20 Zeichen) an, dann folgt ein Doppelpunkt und danach die Adresse (auch mit maximal 20 Zeichen). Die Begrenzung auf jeweils 20 Zeichen wurde gewählt, damit die Adresse und das Passwort auf dem Display in jeweils eine Zeile passen. Das Programm selbst belegt etwa 4 KB, jeder Eintrag braucht 24 Bytes. Im Flash sind für diese Adressen noch ca. 3 KB Platz.

Alles sollte problemlos laufen. Doch wenn ein PC ins Spiel kommt, gibt's des Öfteren ein Problemchen. Das kennen wir doch!

Der ATmega speichert die Passwörter nicht, er generiert das zu einer Internetadresse gehörende Passwort jedes Mal aufs Neue, wenn wir es zum PC übertragen wollen. Auf dem Rechner, mit dem wir uns mit eben diesem Passwort bei der entsprechenden Internetanwendung angemeldet haben, funktioniert das Ganze dann auch immer einwandfrei. Wenn das Testboard aber an einen anderen Rechner angeschlossen wird, bei dem ein anderes Tastaturlayout benutzt wird, oder man gar auf Reisen ist und im Ausland mit einem komplett anderen Tastaturtreiber arbeitet, so haben wir bei vielen Sonderzeichen und auch bei Y und Z ein Problem.

Denn Tastaturen schicken für jede gedrückte Taste eine Nummer zum Rechner und der setzt diese, je nach Treiber, in

das entsprechende ASCII-Zeichen um. Auf einer deutschen Tastatur entspricht der Nummer 29 ein Y und der Nummer 28 ein Z. Bei einer amerikanischen Tastatur ist es genau anders herum.

Dieser Spezialfall wird von unserer Software in der „main.c“ schon abgefangen (siehe Listing 2, #ifdef DEUTSCH ...).

Aber die Sonderzeichen lassen sich nicht so einfach umdrehen. Wer also öfter an „verdrehen“ Tastaturen arbeiten muss, sollte die Menge der Zeichen, die zur Generierung der Passwörter verwendet werden, einschränken. Dies kann man in der „main.c“ in der Zeile 329 recht einfach erreichen, indem man die unerwünschten Zeichen aus dem Vorrat herausnimmt. Der Zeichenvorrat in letters[] ist standardmäßig auf die Ziffern 0 bis 9 und die Buchstaben a-z/A-Z beschränkt.

```
const char letters[] = „0123456789ABCDEFGHIJ
KLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghijklmnopqrstuvwxyz“;
```

Da die Passwörter 20 Zeichen lang sein können, bleiben sie ausreichend sicher, auch wenn man einige Zeichen entfernt.

Wenn alle gewünschten Änderungen und Adressen mit Passwortlänge eingetragen sind, so kann das Programm kompiliert und der Controller geflasht werden. Als Compiler wurde der avr-gcc verwendet.

Die Bedienung

Nach dem Start bekommt man auf dem LC-Display die Startmeldung angezeigt (Bild 2).

Nach dem Drücken einer Taste muss man eine vierstellige PIN eingeben. Mehr Stellen sind bei einer 16-bit-Zahl ohne Sonderfallbehandlung nicht realisierbar. Doch da bei unseren Banken seit Jahrzehnten eine 4-stellige PIN genügt, sollte es für uns allemal reichen. Unser kleiner Rechenzweig

Das ATM18-Projekt im Computer:club²

ATM18 ist ein gemeinsames Projekt von Elektor und dem Computer:club² (www.cczwei.de). Die neuesten Entwicklungen und Anwendungen des ATM18-Systems stellt Wolfgang Rudolph vom Computer:club² jeden Monat in der Sendung CC²-tv bei NRW-TV vor. Der hier beschriebene Passwortgenerator mit dem ATM18-AVR-Board ist in der **Sendung 37** von CC²-tv zu sehen, die am **19. November 2009** erstmals gesendet wird.

CC²-tv wird von NRW-TV als Kabelprogramm in NRW und als Livestream im Internet gesendet (www.nrw.tv/home/cc2). Als Podcast gibt es CC²-tv bei www.cczwei.de und – ein paar Tage später – auch bei www.sevenload.de.

braucht sie ja nur, um daraus das Passwort zu generieren. Im Programm wird übrigens das Einer-Komplement der Pin verwendet, damit der Spezialfall 0000 keine Probleme macht.

Das Passwort wird durch „Verschlüsselung“ des Adresseintrages mithilfe der Pin und einem Strom von Pseudo-Zufallszahlen erzeugt. Hier wird explizit ausgenutzt, dass diese determiniert sind und bei jedem Aufruf die gleiche Folge erzeugt wird, damit auch immer dasselbe Passwort heraus kommt. Die Erzeugung dieser Pseudozufallszahlen musste selbst programmiert werden, da die Bibliotheksfunktion `random()` immer andere Folgen liefert, wenn man das Programm ändert und neu compiliert.

Die Eingabe der PIN erfolgt mittels der drei Taster auf dem Testboard. In **Bild 3** ist der entsprechende Displayinhalt zu sehen.

Die erste Taste (hoch) wechselt zur nächsthöheren Ziffer. Die zweite Taste wählt die aktuelle Eingabe aus und wechselt dann zur nächsten Zifferposition. Mit der dritten Taste geht man zum Anfang der PIN-Eingabe zurück. Nun wird das nächste Menü angezeigt. In der zweiten Zeile erscheint die erste gespeicherte Internetadresse und darunter das zugehörige Passwort (siehe **Bild 4**).

Mit der Taste 1 (weiter) kann die nächste Adresse ausgewählt werden, die Taste 2 (Auswahl) wählt diesen Eintrag aus und sendet das Passwort an den PC. Mit der Taste 3 (PIN) springt man zur PIN-Eingabe zurück. Damit ist es nun mit wenigen Tastendrücken möglich,

recht komplexe Passwörter sehr schnell an die entsprechende Internetseite zu schicken. Sprachliche Anpassungen sind in der Datei

„locale.inc“ möglich. Definiert sind zurzeit DEUTSCH und ENGLISH. Natürlich muss dann in der „main.c“ noch die neue Sprache gesetzt werden (Zeile 16).

Die Testanwendung wurde mit 16 MHz betrieben. Andere Taktfrequenzen sind auch möglich (sofern der USB-Treiber mitspielt, siehe [2]), das wird wie üblich über `F_CPU` eingestellt. Damit diese Option funktioniert, wurde die Datei `usbdrv.asm` modifiziert. Darauf muss man achten, wenn man eine neue Version des Treibers einspielen will, denn damit würde unsere Modifikation überschrieben.

Der ATmega im Knast?

Insgesamt ist das eine schöne Lösung mit minimalem Hardwareaufwand und eventuell auch eine Hilfe für unsere Computerfreunde aus Großbritannien. Dort soll es dem Vernehmen nach bereits in mehreren Fällen Erzwangungshaft zur Herausgabe von Passwörtern bzw. von kryptografischen Schlüsseln gegeben haben. Das geht aus einem Bericht der Polizeikontrollbehörde Office of Surveillance Commissioners an die Regierung hervor [4]. Insgesamt seien bisher wegen Passwortverweigerung 15 Anordnungen ergangen. Wenn aber jetzt im Fall des Falles unser ATmega seinen Flash-Inhalt vergisst (!) und wir selbst die Passwörter nie kannten – wer kommt dann ins Gefängnis?

(080950)



Bild 2. Startmeldung.



Bild 3. Pineingabe.



Bild 4. Adressauswahl.

[1] www.elektor.de/080950

[2] <http://vusb.wikidot.com/hardware>

[3] <http://vusb.wikidot.com>

[4] www.obdev.at/products/vusb/hidkeys.html

[5] www.surveillancecommissioners.gov.uk/docs1/osc_annual_rpt_2008_09.pdf

Listing 1.

```
#include <avr/io.h>
#include <util/delay.h>
#include <avr/pgmspace.h>
#include <avr/interrupt.h>
#include <avr/wdt.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>

#include "usbdrv.h"
#include "oddebug.h"
#include "btn_config.h"
#include "btn.h"
#include "lcd_2wire.h"

#define DEUTSCH
#include "locale.inc"

typedef char entry_t[24];

entry_t addresses[] PROGMEM = {"20:www.
cczwei-forum.de", "12:www.irgendwo.de", "08:
www.anywhere.com", "11:www.whitehouse.gov"};

const uint8_t n_o_address = sizeof(addresses) /
sizeof(entry_t);

const char empty_string[21]
PGMEM = "          ";
```

Listing 2.

```
/* Keyboard usage values, see usb.org's
 * HID-usage-tables document, chapter 10
 * Keyboard/Keypad Page for more codes.
 */

#define MOD_NOMOD          0
#define MOD_CONTROL_LEFT  (1<<0)
#define MOD_SHIFT_LEFT    (1<<1)
#define MOD_ALT_LEFT      (1<<2)
#define MOD_GUI_LEFT      (1<<3)
#define MOD_CONTROL_RIGHT (1<<4)
#define MOD_SHIFT_RIGHT   (1<<5)
#define MOD_ALT_RIGHT     (1<<6)
#define MOD_GUI_RIGHT     (1<<7)

#define KEY_TAB      43
#define KEY_CR       40
#define KEY_SPACE    44
#define KEY_DOT      55
#define KEY_KOMMA    54
#define KEY_MINUS    86

#define KEY_A        4
#define KEY_B        5
#define KEY_C        6
#define KEY_D        7
#define KEY_E        8
#define KEY_F        9
#define KEY_G       10
#define KEY_H       11
#define KEY_I       12
#define KEY_J       13
#define KEY_K       14
#define KEY_L       15
#define KEY_M       16
#define KEY_N       17
#define KEY_O       18
#define KEY_P       19
#define KEY_Q       20

#define KEY_R       21
#define KEY_S       22
#define KEY_T       23
#define KEY_U       24
#define KEY_V       25
#define KEY_W       26
#define KEY_X       27

#ifndef DEUTSCH
#define KEY_Y       29
#define KEY_Z       28
#else
#define KEY_Y       28
#define KEY_Z       29
#endif

#define KEY_1       30
#define KEY_2       31
#define KEY_3       32
#define KEY_4       33
#define KEY_5       34
#define KEY_6       35
#define KEY_7       36
#define KEY_8       37
#define KEY_9       38
#define KEY_0       39

#define KEY_F1      58
#define KEY_F2      59
#define KEY_F3      60
#define KEY_F4      61
#define KEY_F5      62
#define KEY_F6      63
#define KEY_F7      64
#define KEY_F8      65
#define KEY_F9      66
#define KEY_F10     67
#define KEY_F11     68
#define KEY_F12     69

#define NUM_KEYS    128
```

Offene Standards fürs automatische Haus



X10, KNX und DigitalSTROM

Von Ernst Krempelsauer

Systeme für die Hausautomatisierung gibt es viele, wie auch der Übersichtsartikel an anderer Stelle in dieser Ausgabe zeigt. Es sind aber nur wenige so weit offengelegt, dass man auch selbst etwas entwickeln kann. Diese haben dann auch den Vorteil, dass sie von mehr als nur einem Hersteller unterstützt werden.

Wenn es um frei zugängliche Standards für die Hausautomatisierung geht, reduziert sich die Auswahl praktisch auf nur drei, die unterschiedlicher nicht sein könnten: X10, KNX und DigitalSTROM. Die Aufzählung ist chronologisch: X10 geht auf die 70er-Jahre zurück, KNX basiert auf dem Ende der 80er-Jahre entwickelten Europäischen Installationsbus EIB, und DigitalSTROM ist eine Initiative für einen neuen offenen Standard, die erst 2007 aus der Taufe gehoben wurde. Entsprechend unterschiedlich ist auch die Marktbedeutung: X10 ist vor allem in den USA (noch) stark verbreitet und fristet in Europa ein Nischendasein, KNX ist der unbestrittene Marktführer in Europa, und DigitalSTROM hofft auf eine Markteinführung erster

Produkte im nächsten Jahr.

Bei den verwendeten Übertragungsmedien gleichen sich der älteste und der neueste Ansatz: X10 und DigitalSTROM sind beide PLC-basiert (Power Line Communication) und übertragen ihre Steuersignale über das vorhandene Stromnetz. Im KNX-Standard sind hingegen vier Übertragungsmedien vorgesehen: Neben der klassischen verdrehten Zweidrahtleitung des ursprünglichen EIB können KNX-Systeme auch Funk, PLC und Ethernet zur Übertragung ihrer Daten nutzen.

Ein offizieller Standard sowohl nach EN als auch nach ISO/IEC ist bisher nur KNX.

30 Jahre X10

Dieses für die damalige Zeit (1976!) revolutionäre System ist eine Entwicklung der schottischen Pico Electronics Ltd [1]. Durch die Verwendung eines der ersten kundenspezifischen ICs konnten die Kosten für X10-Komponenten niedrig gehalten werden, und durch den Vertrieb über Radio Shack und Sears (ab 1978) wurde X10 bei komfortorientierten amerikanischen Eigenheimbesitzern bald sehr populär. In Europa gibt es heute in einigen Ländern eine treue Fangemeinde hauptsächlich unter den Selbstinstallierern, die auf Produkte von Anbietern aus den Niederlanden (Marmitek [2]) und aus Portugal (EuroX10/CentralCasa [3]) zurückgreifen können, wobei Marmitek-X10-Produkte auch in Deutschland erhältlich sind (z.B. bei Reichelt). Auf der X10-Wikipediaseite [4] sind auch etliche X10-Usergruppen, Projektseiten und Foren zu finden.

Die Daten (Adressen und Befehle) werden über die Phasenleitung der Hausinstallation mit Hilfe eines 120-kHz-Trägersignals während des Nulldurchgangs der 50- oder 60-Hz-Wechselspannung übertragen, und zwar pro Nulldurchgang nur ein Bit. Für eine logische 1 wird während des Nulldurchgangs ein 120-kHz-Burst von 1 ms Dauer gesendet - und eine logische 0 ist einfach ein Nulldurchgang ohne einen solchen 120-kHz-Burst (**Bild 1**). Bedingt durch die niedrige Datenrate kann ein X10-System nur maximal 256 Geräte adressieren, und es stehen nur 16 Befehlscodes zur Verfügung. Die Übertragung eines X10-Datenblocks mit einer Adresse oder einem Befehl erfordert 22 Nulldurchgänge. Jeder Datenblock wird zur Erhöhung der Übertragungssicherheit zweimal gesendet, gefolgt von einer Sendepause von sechs Nulldurchgängen. Das simple Einschalten einer Lampe über einen X10-Lichtschalter erfordert somit 100 Nulldurchgänge und bei 50 Hz Netzfrequenz eine Übertragungsdauer von einer ganzen Sekunde (1000 ms). Diese Einschaltverzögerung kann durchaus irritieren.

Gravierender ist aber das Fehlen einer Rückmeldung im Standard-X10-Protokoll und die dadurch bedingte geringe Zuverlässigkeit. Es gibt zwar eine Erweiterung des X10-Standards, die Statusabfragen ermöglicht, was aber auch dafür geeignete Komponenten erfordert, die dann zwar zuverlässiger sind, aber auch (noch) träger reagieren.

Unterm Strich ist X10 technisch schon etwas antiquiert, hat aber für den Privatanwender den Vorteil großer Einfachheit bei geringem Installationsaufwand und relativ niedrigen Kosten.

KNX – der Multi-Standard

KNX ist nicht nur multinational, sondern auch ausgesprochen multifunktional. Dazu beigetragen hat die langjährige Entwicklung auf der Basis des in vielen tausend Gebäuden bewährten EIBs, der in dem Bestreben nach Vereinheitlichung mit Eigenschaften der konkurrierenden Systeme BatiBUS und EHS erweitert wurde (siehe Textkasten „Chronologie eines Standards“). Die Zusammenarbeit bekannter europäischer Hersteller hat KNX als Standard mit einigen Alleinstellungsmerkmalen geschaffen:

- Weltweiter Standard nach ISO/IEC
- 174 Mitgliedsunternehmen in 29 Ländern
- > 7.000 Produktgruppen

Chronologie eines Standards

80er-Jahre	Erste Bussysteme für die Gebäudeautomatisierung
1990	Gründung der EIBA (European Installation Bus Association)
1991	Erste EIB-Produkte am Markt
1994	EN-Standardisierung des EIB
1996	BatiBUS, EIB und EHS (European Home System) starten Konvergenz-Prozess für gemeinsamen Standard
1999	Gründung der Konnex-Association als Organisation für den gemeinsamen Standard (KNX)
2002	Veröffentlichung der KNX-Spezifikationen
2003	KNX wird europäische Norm (EN 50090)
2006	KNX wird internationaler Standard (ISO/IEC 14543-3)

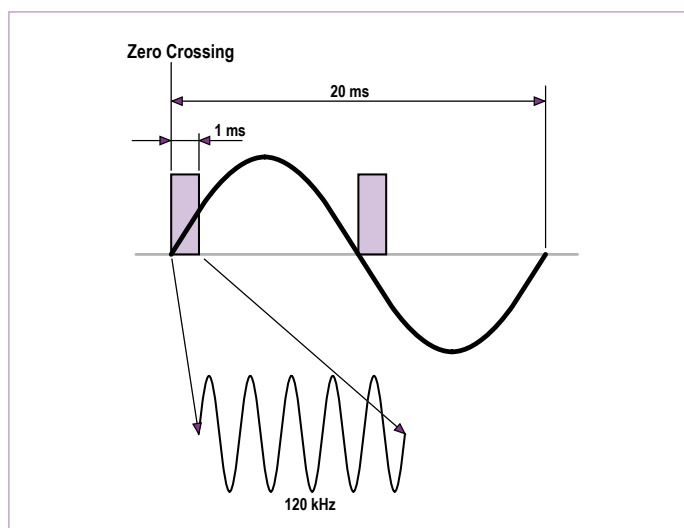


Bild 1. X10 überträgt mit einem 120-kHz-Signal im Nulldurchgang der Netzspannung eine logische 1.

- Vier Übertragungsmedien
- Breiter Anwendungsbereich
- Sehr großer Funktionsumfang
- Herstellerunabhängige Planungs- und Inbetriebnahme-Software
- Drei verschiedene Konfigurationsmodi
- Unabhängig von spezifischer Hardware und Betriebssystemen

KNX eignet sich für die gesamte Gebäudetechnik inklusive Verbrauchserfassung, Energiemanagement und Hausgerätevernetzung – von der 4-Zimmer-Wohnung bis zum Messezentrum, und für Neubauten ebenso wie für Renovierungen.

Die Grundlage des Standards stammt vom EIB (auch als „Instabus“ bekannt) mit dem klassischen Übertragungsmedium der verdrehten Zweidrahtleitung (Twisted Pair, kurz TP). KNX verwendet standardmäßig ein vieradriges Kabel (TP1 genannt) für die Busleitung, wobei zwei Adern nur als Reserve dienen. Die Übertragungsrate beträgt 9600 bit/s, und an ein System lassen sich über 65.000(!) KNX-Komponenten anschließen.

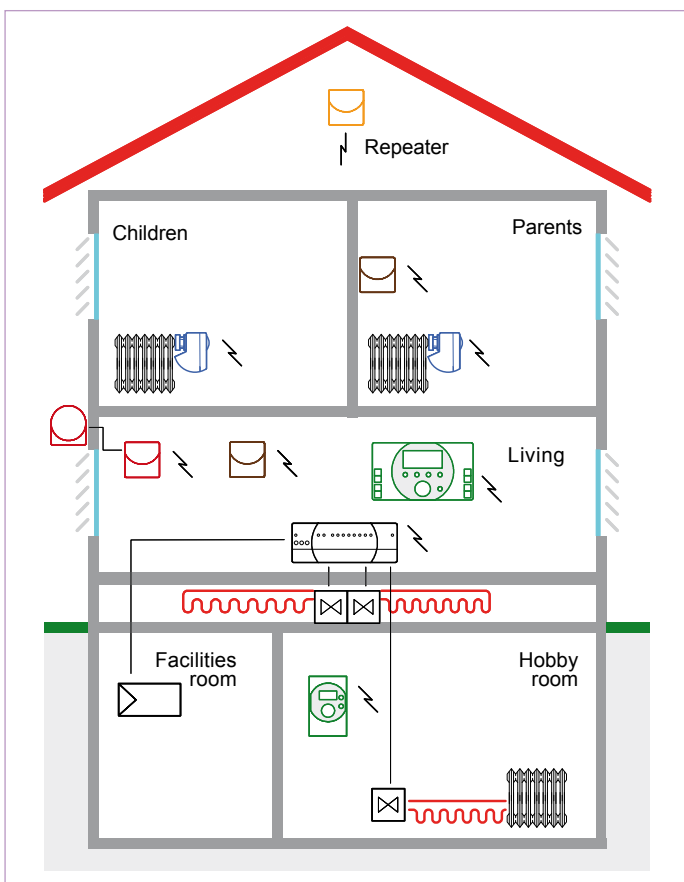


Bild 2. Hausanlage mit Synco living von Siemens, die KNX-Funk und den KNX-TP1-Bus verwendet.

Der größte Teil der bis heute installierten KNX-Systeme arbeitet mit TP1-Busleitung. Bei der Verwendung der Netzleitung (Power-Line, PL) als Übertragungsmedium gibt es im KNX-Standard zwei Varianten: PL-110 und PL-132. PL-110 verwendet ein 110-kHz-Signal, das SFSK (spread frequency shift keying) moduliert wird und 1200 bit/s überträgt, und zwar bidirektional (Halbduplex). PL-110 wurde eben-

falls vom vorherigen EIB-Standard übernommen und ermöglicht im Prinzip eine ähnliche Topologie und Teilnehmerzahl, wobei in der Praxis die geringere Bitrate und die erzielte Übertragungsqualität limitierend wirken. PL-132 unterscheidet sich primär nur durch die Trägerfrequenz (132 kHz) und die Datenrate (2400 bit/s) von PL-110. Die 132-kHz-Trägerfrequenz wurde von EHS „geerbt“, und mit Hilfe eines Protokollwandlers könnte man auch noch EHS-Produkte in einem KNX-PL-132-System verwenden.

KNX-Funk arbeitet mit 868,3 MHz, 10 bis 25 mW Sendeleistung, FSK, Manchester-Bitkodierung und CRC-Datenblocksicherung. Die Datenrate beträgt 16384 kbit/s. KNX-Funkkomponenten arbeiten sehr energieeffizient (Batterielebensdauer bis zu sechs Jahre), wobei es sowohl uni- als auch bidirektionale Einheiten gibt. So sind zum Beispiel Heizungsregler bidirektional und Temperatursensoren unidirektional. KNX-Funk und TP1 lassen sich auch in einem System und auch in einer Komponente kombinieren (**Bild 2**). Die Funkübertragung von KNX ist auch kompatibel mit dem **M-BUS**-Standard (Meter-Bus für die Verbrauchsdatenerfassung), so dass sich in KNX-Funksysteme auch M-Bus-Zähler auswerten und für das Energiemanagement verwenden lassen (Stichwort Smart Meter). Der KNX-Funkstandard lässt auch die Verwendung von Repeatern zur Reichweitenvergrößerung vor (siehe Bild 2). Der durch den Standard gegebene Vorteil der Verwendbarkeit von Komponenten mehrerer Hersteller relativiert sich in der Praxis etwas: KNX-Funk gibt es bis jetzt nur von Siemens mit zwei Produktlinien (GAMMA Wave und Synco living) und von Hager (tebis KNX Funk [5]). Daneben gibt es auch andere (Nicht-KNX-)Funk-Systeme, die sich mittels Gateway (Interface zwischen unterschiedlichen Systemen) an eine KNX-Installation anbinden lassen, wie zum Beispiel von Thermokon [6] für die Verbindung zwischen EnOcean-Funksensoren [7] und dem EIB/KNX-Bus.

Neben diesen drei Übertragungsmedien zur direkten Verbindung von Buskomponenten gibt es im KNX-Standard vereinheitlichte Lösungen für IP-basierte Medien wie Ethernet, WLAN, FireWire und andere. KNXnet/IP definiert im Wesentlichen zwei unterschiedliche Möglichkeiten:

- **IP-Tunneling** erlaubt die Punkt-zu-Punkt-Übertragung von KNX-Bustelegammen über das IP-Netzwerk.
- **IP-Routing** ermöglicht die Verwendung eines IP-Netzwerks als schnellem Backbone zur Verbindung zwischen den Untergruppen eines KNX-Netzwerks, die im folgenden Abschnitt beschrieben werden. KNX-IP-Router übernehmen dann abhängig von der Adresse des Routers die Funktion von Linien- und Bereichskopplern in einer KNX-Anlage.

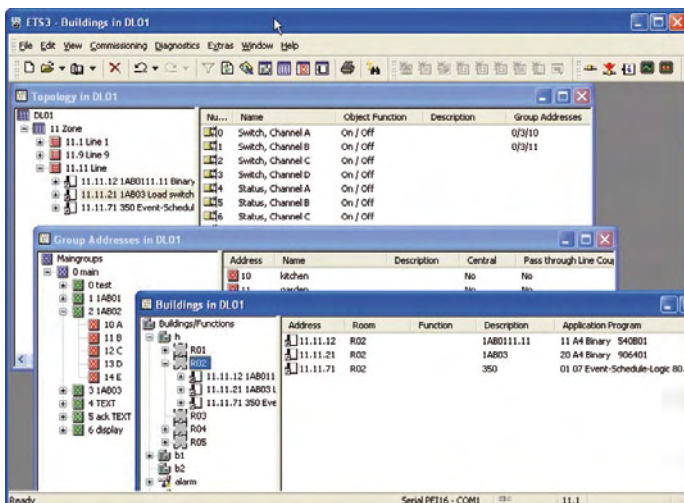


Bild 3. Benutzeroberfläche der KNX-Konfigurationssoftware ETS3.

Ein wesentlicher Bestandteil des KNX-Standards sind die Konfigurationsmodi und die herstellerunabhängige ETS-Software zur Planung und Konfiguration von KNX-Systemen. Es gibt drei Konfigurationsmodi:

- **S-Modus:** System-Modus, Konfiguration mit KNX-ETS-Software
- **E-Modus:** Einfacher Modus, Konfiguration am Gerät oder mit einfachem Programmiergerät

- **A-Modus:** Automatische Konfiguration (Plug and Play)

Am weitesten verbreitet sind S-Modus-Komponenten und solche mit S- und E-Modus. Der A-Modus war für „intelligente“ Haushaltsgeräte gedacht und hat bis jetzt noch keine große Bedeutung. Der schon vom EIB bekannte S-Modus setzt die Verwendung der für alle KNX-Komponenten einheitlichen **ETS** (Engineering Tool Software, derzeit ETS3) auf einem PC voraus. Damit wird jeder Komponente ihre Aufgabe zugeteilt (Funktion, Parameter, Gruppenadresse). Mittels der ETS (**Bild 3**) lässt sich eine bestehende Installation jederzeit ändern, zum Beispiel, indem man einem Lichtschalter eine andere zu schaltende Lampe „per Software“ zuordnet, ohne irgendetwas umzuklemmen. Das geht heutzutage via iETS auch über das Internet (Stichwort: Fernwartung).

Beim E-Modus gibt es mehrere Untervarianten, die Einstellungen an der Komponente selbst und über einen „Controller“ (Programmiertool) definieren, wie zum Beispiel mit dem TX100B von Hager (**Bild 4**).

KNX-Busstruktur und Hardware

Jeder Teilnehmer im Zweidrahtbus-System (TP1) ist an die beiden Busleitungen angeschlossen (**Bild 5**). Eine Leitung mit bis zu 64 beziehungsweise (erweitert) 256 angeschlossenen Teilnehmern bildet eine Linie – die kleinste Einheit im System. Bis zu 16 Linien werden wieder zu einem Bereich zusammengefasst, so dass ein Bereich aus bis zu $16 \times 256 = 4096$ KNX-Komponenten bestehen kann. Ein KNX-Netzwerk (**Bild 6**) kann aus bis zu 16 dieser Bereiche bestehen, was zusammen eine maximale Teilnehmerzahl von $4096 \times 16 = 65.536$ ergibt – bei einer Gesamt-Leitungslänge von bis zu 1024 km!

Jede Linie ist über einen Linienkoppler (line coupler) an die Hauptleitung des Bereichs angeschlossen, und die Bereichs-Hauptleitungen (main line) sind wiederum über Bereichskoppler (area coupler) an die Bereichslinie (backbone line) angeschlossen.

Der 2-Drahtbus übernimmt nicht nur die Datenübertragung, sondern liefert auch eine Gleichspannung von nominal 30 V, wobei jeder Teilnehmer maximal 12 mA verbrauchen darf. Wenn eine KNX-Komponente mehr Strom benötigt, muss sie über eine zusätzliche („externe“) Stromversorgung verfügen.

Wie Bild 5 zeigt, hat jede Linie eine eigene Stromversorgung, die über zwei Drosseln angeschaltet wird. Der zulässige Bereich dieser SELV (Safety Extra Low Voltage) genannten Busspannung beträgt 20 bis 32 V.

Dank einer speziellen Busankopplung kommt der Bus ohne Abschlusswiderstände aus. Der KNX-TP1-Bus verwendet das CSMA/CA-Verfahren (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance). Ein Teilnehmer meldet sich nur, wenn er etwas zu sagen hat oder gefragt wird. Es gibt keine zyklischen Abfragen durch einen Busmaster, so dass die Busbelastung gering und die Reaktionszeit kurz bleibt. Kollisionen durch gleichzeitiges Senden zweier Teilnehmer werden verhindert, indem jeder Teilnehmer vor und während des Sendens prüft, ob die Leitung frei ist. Aktiv übertragen wird nur eine logische „0“ (0-Bit). Eine logische „1“ bedeutet einfach, dass auf dem Bus nichts passiert, also nur die Gleichspannung anliegt. Ein

Offene Standards?

Die Bezeichnung eines Standards als „offen“ ist eine Frage der Definition. KNX und DigitalSTROM bezeichnen sich selbst als „offen“. X10 wird von den Nutzern als „offener Industriestandard“ betrachtet und ist insofern ein Sonderfall, als die Patente aus den 70er-Jahren bereits abgelaufen sind.

Die unter [19] und [20] angegebenen Definitionen für offene Standards treffen jedenfalls in vielen Punkten zu, was aber nicht bedeutet, dass der Zugang auch kostenfrei ist. Sowohl KNX als auch DigitalSTROM verlangen für die Mitgliedschaft in ihren Organisationen Gebühren, die nach Unternehmensgröße gestaffelt sind. Diese Mitgliedschaft ist die Voraussetzung für Support und (gewerbliche) Nutzungsrechte. Darüber hinaus fallen aber keine (zusätzlichen) Lizenzgebühren an. Für KNX sind die Dokumente der Standardisierung nach EN und ISO auch über die jeweiligen nationalen Normeninstanzen erhältlich. Eine Reihe von Dokumenten über die KNX-Standards sind im Web und bei Herstellern frei verfügbar. Für Hochschulen und Forschungseinrichtungen gibt es Sonderkonditionen, sie können bei KNX zum Beispiel für 250 €/Jahr als „wissenschaftliche Partner“ auf Software und FTP-Server zugreifen. Beim der digitalSTROM.org kann man sich ohne Kosten als „Interessent“ anmelden und die Simulationssoftware des Vereins nutzen.



Bild 4. Verknüpfungsgerät TX100B von Hager für die einfache KNX-TP- und KNX-Funk-Inbetriebnahme im E-Modus.

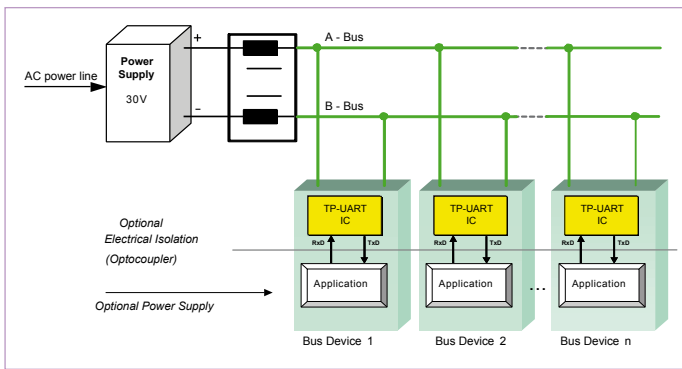


Bild 5. KNX-Komponenten an einer Buslinie. Jede Linie hat eine eigene 30-V-Versorgung.

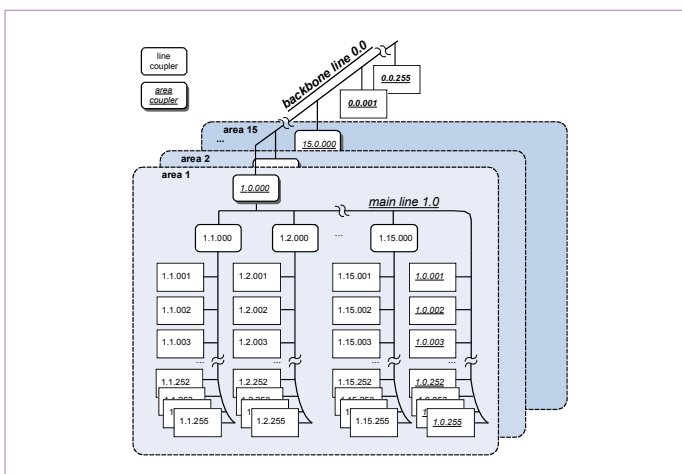


Bild 6. Ein KNX-Netzwerk ist in Bereiche und Linien unterteilt, die über Linien- und Bereichskoppler (KNX-Router) verbunden sind.

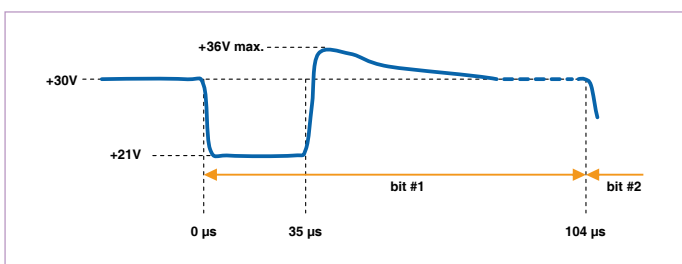


Bild 7. Ein 0-Bit wird auf dem TP1-Bus durch einen kurzzeitigen Einbruch der Bus-Gleichspannung dargestellt.

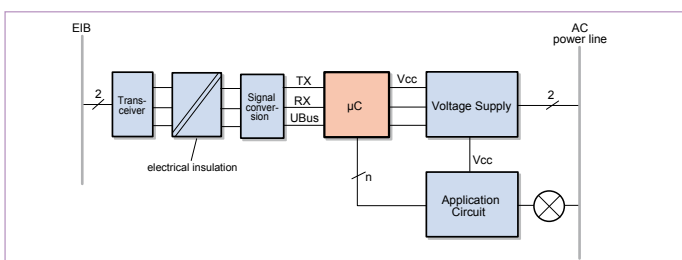


Bild 8. Blockschaltbild eines KNX/EIB-Dimmers.

0-Bit wird hingegen durch einen kurzzeitigen Einbruch (Absenkung) der Gleichspannung dargestellt, die durch eine entsprechende kurzzeitige Busbelastung erzielt wird. Beim Abschalten dieser Belastung steigt die Spannung (bedingt durch die Selbstinduktion der Drosseln) kurzzeitig über den ursprünglichen Wert an, so dass sich der im **Bild 7** gezeigte typische Verlauf ergibt.

Diese aktive „0“ und passive „1“ haben ihren Sinn: Greifen zwei Teilnehmer wirklich gleichzeitig auf den Bus zu, so setzt sich der Teilnehmer mit dem 0-Bit gegen den mit einem 1-Bit durch. Der gestörte Teilnehmer erkennt die Kollision und zieht sich vom Bus zurück, der andere sendet ungestört weiter. Damit bleibt die Reaktionszeit auch bei hoher Busbelastung relativ kurz, es kommt zu keiner Blockierung des Busses.

Bild 8 zeigt als Beispiel für den Aufbau eines KNX-Bausteins mit eigener Stromversorgung das Blockschaltbild eines KNX/EIB-Dimmers. Während in der EIB-Frühzeit Übertrager für die Busankopplung verwendet wurden, gibt es dafür heutzutage spezielle ICs und Module. Neben einem kompletten TP-UART steht mit dem FZE1066 auch ein integrierter TP-Transceiver zur Verfügung (beide von Siemens). Siemens bietet auch einen KNX-Bus-Controller an, der sich mit dem TP-UART zu einem KNX-Chipset [8] kombinieren lässt. Bei dem Controller handelt es sich um einen µPD78F053x-Mikrocontroller von NEC, der eine KNX-zertifizierte Firmware (KNX System 2.5 Stack) enthält.

KNX-Info und Projekte

Die maßgebliche Website (in 12 Sprachen!) ist die der KNX-Organisation [9]. Mit etwas Durchklicken und Suchen erhält man einen guten Überblick über das System und die Aktivitäten der Organisation, dazu auch Downloads von freien KNX-Dokumenten, einer KNX-Zeitschrift und von KNX-Demo-Software. Interessant sind die zahlreichen Links und Verzeichnisse, die zu Herstellern, User-Groups und Foren führen. Die „offizielle“ KNX-User-Group und die KNX-aktiven Universitäten findet man unter „Partners“, während die Foren in den verschiedenen Ländern unter Nachrichten und Presse > Links gelistet sind. Klickt man dort auf „Peter Pan-Forum“, kommt man auf die sehr ergiebige deutsche EIB-Home-Seite [10]. Nicht aufgeführt ist die Seite des Open-Source-Projekts Freebus [11], die sich mit dem Selbstbau von Baugruppen auf der Basis von KNX (EIB TP1) beschäftigt und schon eine Reihe von Projekten veröffentlicht hat. Datenblätter und Software-Tools gibt es auf einer Seite für KNX-Entwickler von Georg Luber [12].

Ebenfalls empfehlenswert ist die KNX-Seite der TU Wien [13] mit der englischsprachigen Diplomarbeit [14] von Friedrich Praus, die nach einer sehr ausführlichen Einführung zu KNX/EIB ein vielseitiges Mikrocontroller-Board für KNX/EIB beschreibt.

Über KNX-Produkte und Preise informiert die Seite von EIB-Markt [15]. Ein KNX-Gateway (KNX RS232/USB) zur PC-Steuerung einer KNX/EIB-Anlage ist dort für unter 150 € erhältlich. Eine bewährte hersteller- und systemunabhängige PC-Software für solche Steuerungsaufgaben findet man zum Beispiel bei IP-Symcon [16].

Nach weiteren KNX-Projekten im Web sollten Sie auch unter EIB suchen – zumindest im deutschsprachigen Raum ist EIB immer noch der dominante Begriff.

DigitalSTROM

Dieses ebenso ehrgeizige wie faszinierende Konzept verfolgt eine alte Idee (PLC) mit einem radikal neuen Ansatz:

1. Kein höherfrequenter Träger, keine Frequenzmodulation.
2. Miniaturisierte Hardware mit einem direkt an 230 V betriebenen Chip (dSChip), die in eine Lüsterklemme passt.

Für die Datenübertragung wird wie bei X10 der Bereich des Null-durchgangs der Wechselspannung genutzt – aber völlig anders:

- Der Slave generiert ein Signal, indem er die (Wirk-)Leistungsaufnahme des angeschlossenen Verbrauchers für einige Mikrosekunden erhöht oder mindert.
- Der Busmaster generiert ein Signal, indem er für wenige Mikrosekunden Kurzschlüsse der Netzleitung produziert. Da nahe beim Nulldurchgang, ist der Kurzschlussstrom klein.

Die Daten stecken also mehr oder weniger in der Modulation des Stroms. Jeder dSChip erhält wie ein 1-Draht-Bus-Device (oder ein RFID) eine nur einmal vergebene Adresse. Der Chip selbst verbraucht nur 300 mW und hat über 60 Funktionen integriert, wie zum Beispiel eine Phasenabschnitt-/anschnittsteuerung bis 120 W (auch für Energiesparlampen), die Messung der Leistung des angeschlossenen Verbrauchers, verschiedene Schnittstellen und vieles mehr. Bis jetzt gibt es noch nichts zu kaufen, aber Lesen und die Entwicklung verfolgen kann man auf der Homepage der DigitalSTROM.org [17] und auf der Seite des Chip-Entwicklers, der aizo AG [18]. Und sobald das Elektor-Labor eines funktionierenden dSChips habhaft wird, werden wir wieder darüber berichten...

(o81o62ek)

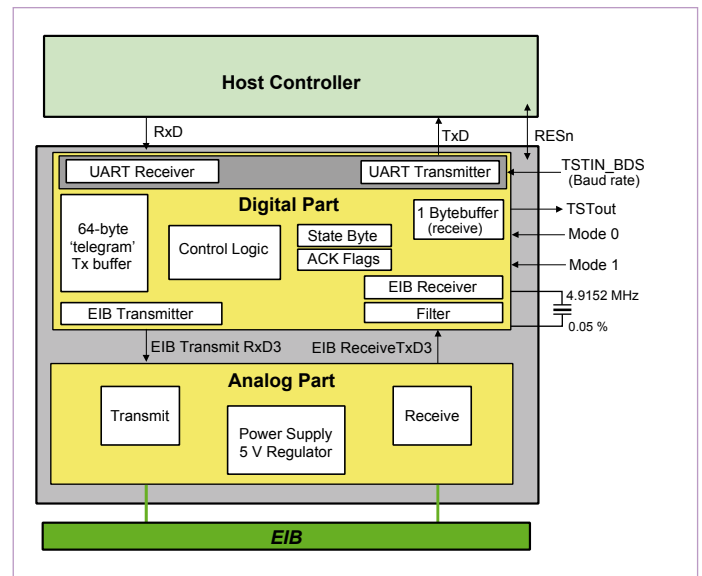


Bild 9. Blockschaltbild des TP-UART-ICs von Siemens. Noch einen Mikrocontroller dabei, und schon hat man einen Busteilnehmer.

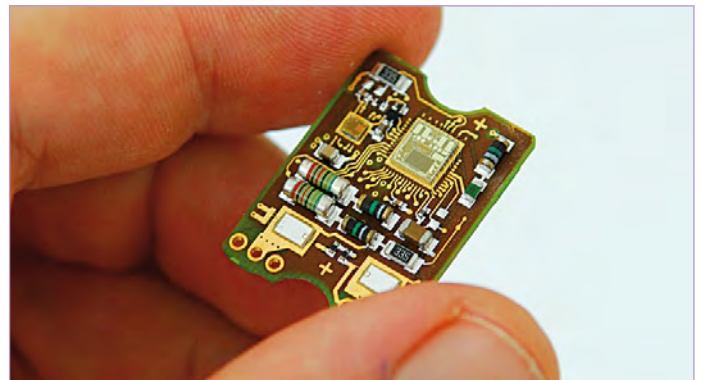


Bild 10. Die Platine mit dem an 230 V betriebenen DigitalSTROM-Chip lässt sich in eine Lüsterklemme einbauen.

Bildquellen:

TitelBild und Bild 4: Hager Tehalit

Bild 2, Bild 5, Bild 9: Siemens AG

Bild 3, Bild 6, Bild 8: KNX Association

Bild 7: Andreas Krebs, Freebus.org

Bild 10: digitalSTROM.org

Weblinks:

[1] www.xnumber.com/xnumber/microprocessor_history.htm

[2] www.marmitek.com

[3] www.eurox10.com

[4] [http://en.wikipedia.org/wiki/X10_\(industry_standard\)](http://en.wikipedia.org/wiki/X10_(industry_standard))

[5] www.hager.com

[6] www.thermokon.com

[7] www.enocean-alliance.org

[8] www.opternus.com/en/siemens/knx-chipset.html

[9] www.knx.org

[10] www.eib-home.de

[11] www.freebus.org

[12] www.knx-developer.com

[13] www.auto.tuwien.ac.at/a-lab/knx-eib.html

[14] www.praus.at/files/diplomarbeit_fpraus.pdf

[15] www.eibmarkt.com

[16] www.ip-symcon.com

[17] www.digitalstrom.org

[18] www.aizo.com

[19] www.itu.int/ITU-T/othergroups/ipr-adhoc/openstandards.html

[20] http://en.wikipedia.org/wiki/Open_standard

Ausmanövriert

Sicheres Einparken mit Abstandswarner

Von Ton Giesberts (Elektor-Labor) nach einer Idee von Ludovic Mézière



Das Rückwärtsfahren ist nicht jedermanns (und jederfraus) Sache. Nicht ohne Grund rüsten die Autohersteller viele Fahrzeugmodelle mit Sensoren aus, die vor Hindernissen im Heckbereich warnen. Unser hier vorgestellter Abstandswarner leistet Ähnliches. Er ist eine nützliche Hilfe, wenn das Fahrzeug rückwärts stets auf dem gleichen Platz abgestellt wird, wie zum Beispiel in der Garage.

Beim Rückwärtsfahren lässt sich die Distanz zwischen der hinteren Stoßstange und einem Hindernis oft nur schwer einschätzen. Der direkte Blick durch die Heckscheibe ist nur nach einer Kopf- und Oberkörperdrehung möglich, die schlimmstenfalls zu Nackenverrenkungen führen kann.

Ein Abstandswarner beugt Irritationen der Halswirbelsäule und Blessuren der Stoßstange wirksam vor. Unser Miniprojekt des Monats ist eine Variante, die nicht am Fahrzeug, sondern beispielsweise an der Garagenrückwand installiert wird. Beim Einparken signalisiert ein LED-Feld fortlaufend die verbleibende Distanz zum Fahrzeug.

Konzept

Ein optischer Sensor von Sharp mit der Typenbezeichnung GP2D120 misst den

räumlichen Abstand. Gemessen wird mit infrarotem Licht, die Frequenz liegt im Bereich um 850 nm. Am Sensorausgang steht eine vom gemessenen Abstand abhängige Spannung zur Verfügung. Die Spannung steuert einen Oszillator, dessen Frequenz von dieser Spannung abhängt (VCO). Wenn der Sensor ein Objekt in seinem Erfassungsbereich erkennt, lässt der VCO ein LED-Feld blinken. Mit kürzer werdendem Abstand steigt die Blinkfrequenz, bis die LEDs beim Erreichen des Mindestabstands kontinuierlich leuchten.

Schaltung

Die Ausgangsspannung des GP2D120 sinkt, wenn sich das Objekt entfernt. Der Zusammenhang zwischen Distanz und Spannung ist nicht linear, weil sich der Reflexionswin-

kel bei größer werdenden Entfernungen in geringerem Maß ändert. Da sich die Sensorspannung umgekehrt zur Distanz verhält, wird sie mit IC1A invertiert. Das invertierte Signal steuert den mit IC1B aufgebauten VCO. Der Spannungsbereich des steuernden Signals lässt sich mit P1 an den Eingangsbereich des VCOs anpassen.

Der VCO wird eingeschaltet, wenn Transistor T1 leitet. Die Basis von T1 ist über R7 mit dem Ausgang von IC1A verbunden. Die LEDs sollen kontinuierlich leuchten, sobald die Distanz zum Objekt den Mindestabstand unterschreitet. Damit dies geschieht, muss ein Objekt in dem gewünschten Mindestabstand vor den Sensor gehalten werden. Anschließend muss die Ausgangsspannung von IC1A mit P1 unter 0,5 V eingestellt wer-

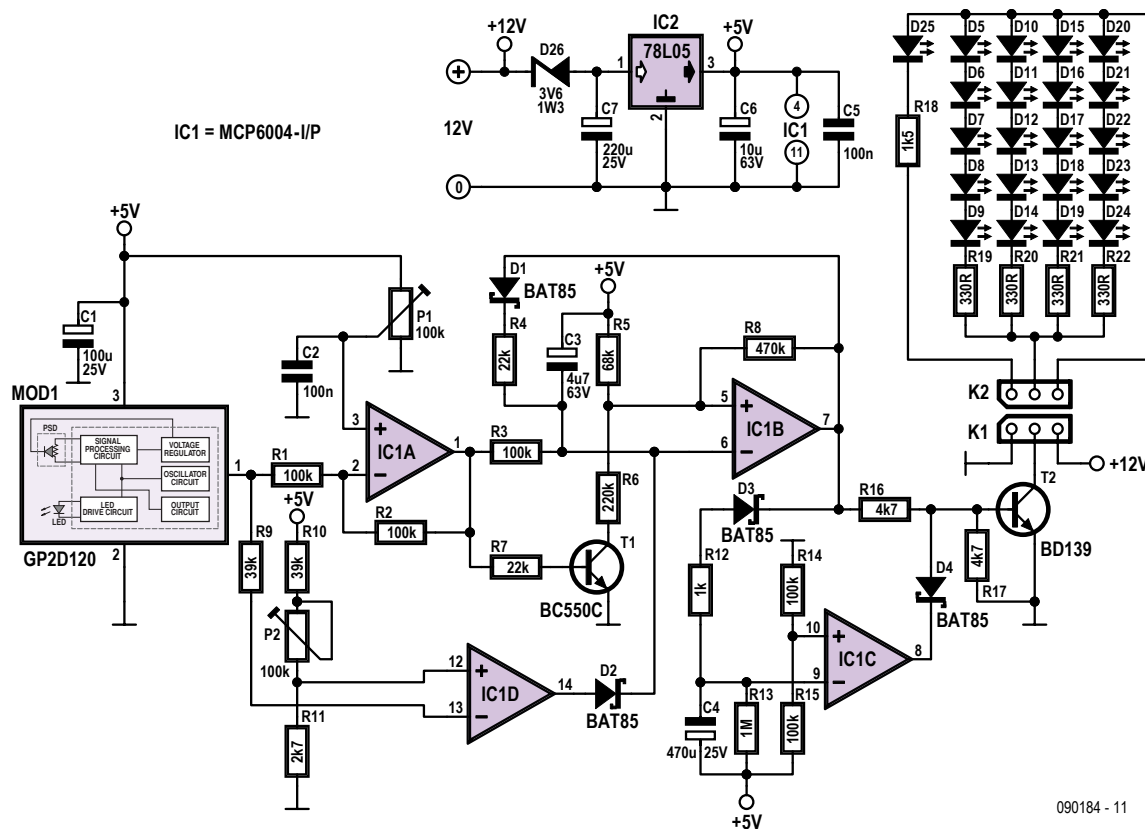


Bild 1. Die Opamps in der Schaltung haben die „klassischen“ Funktionen Inverter und Komparator.

den. Der VCO wird dann von T1 ausgeschaltet, sobald der Mindestabstand erreicht ist. Die Arbeitsweise des VCOs ist schnell erklärt. Wenn T1 leitet, wird C3 über R3 aufgeladen. Sinkt die Spannung am invertierenden Eingang von IC1B unter die Spannung am nicht invertierenden Eingang, geht der Ausgang von IC1B auf hohe Spannung. Elko C3 kann sich über D1 und R4 entladen. Der Regelbereich hängt von dem mit R5 und R6 eingestellten Schwellenwert ab.

Widerstand R8 ist so dimensioniert, dass der absolute Wert der Hysterese ungefähr 0,5 V beträgt. Wenn der VCO schwingt, liegt die Hysterese zwischen 3,4 V und 3,9 V. Die maximale Eingangsspannung des VCOs beträgt dann ungefähr 3 V. Das bedeutet, dass der Spannungshub des Sensors nach richtiger Ein-

stellung (beim Musteraufbau lagen 1,45 V am Schleifer von P1) vollständig abgedeckt ist. Der VCO ist so aufgebaut, dass sich mit der Frequenz auch die Pulsbreite ändert. Bei hohen Frequenzen hat der hohe Strom durch R3 einen hohen Strom durch R4 zur Folge. Dadurch wird die Zeit bis zum vollständigen Entladen von C3 und Umschalten von IC1B verlängert.

Beim Eintritt eines Objekts in den Erfassungsbereich sollen die LEDs mit einer Mindestfrequenz blinken. Das wird erreicht, indem der als Komparator geschaltete Opamp IC1D das VCO-Eingangssignal begrenzt. Mit P2 lässt sich die Spannung an R11 im Bereich 0,1...0,32 V einstellen. Bei niedrigster Einstellung erzielte unser Musteraufbau etwa 1 m Sensorreichweite.

Das war erstaunlich, denn das Datenblatt des GP2D120 gibt diese Grenze mit 0,3 m an. Wenn die Sensorspannung unter dem unteren Schwellenwert liegt, ist der Ausgang von IC1D auf hoher Spannung. Das hat zur Folge, dass sich C3 nicht aufladen kann und der Ausgang von IC1B auf niedriger Spannung bleibt. Nachdem das Fahrzeug geparkt ist, sind die LEDs noch etwa fünf Minuten eingeschaltet, anschließend werden sie von IC1C ausgeschaltet.

Mit IC1C wird die LED-Aktivität gesteuert. Wenn der Ausgang von IC1B auf niedriger Spannung liegt, kann sich C4 schnell aufladen. Der Ausgang von IC1C bleibt auf hoher Spannung, Diode D4 sperrt. Die LEDs sind nun in keinem Fall aktiv. Bleibt der Ausgang von IC1B auf hoher Spannung, entlädt sich

Stückliste

Widerstände:

R1,R2,R3,R14,R15 = 100 k
R4,R7 = 22 k
R5 = 68 k
R6 = 220 k
R8 = 470 k
R9,R10 = 39 k
R11 = 2k7
R12 = 1 k
R13 = 1 M
R16,R17 = 4k7
R18 = 1k5
R19...R22 = 330 Ω
P1,P2 = 100 k Trimpoti (z.B. Piher)

Kondensatoren:

C1 = 100 µ/25 V stehend, Raster 2,5 mm,
Ø max. 8 mm
C2 = 100 n MKT, Raster 5/7,5 mm
C3 = 4µ7/63 V stehend, Raster 2,5 mm,
Ø max. 6,3 mm
C4 = 470 µ/25 V stehend, Raster 5 mm,
Ø max. 10 mm
C5 = 100 n keramisch, Raster 5 mm
C6 = 10 µ/63 V stehend, Raster 2,5 mm,
Ø max. 6,3 mm
C7 = 220 µ/25 V stehend, Raster 2,5 mm,
Ø max. 8 mm

Halbleiter:

D1...D4 = BAT85
D5...D24 = LED 5 mm rot, Low-current
D25 = LED 5 mm grün, Low-current
D26 = Z-Diode 3,6 V/1,3 W
T1 = BC550C
T2 = BD139
IC1 = MCP6004-I/P (Farnell: 1605571)
IC2 = 78L05

Außerdem:

K1,MOD1 = Stiftleiste 3-polig, gerade
K2 = Stiftleiste 3-polig, abgewinkelt
MOD1 (nicht auf der Platine!) = GP2D120 (Farnell: 9707859)
2 Lötstifte Ø 1,3 mm
3 Steckkontakte BPH-002T-P0.5S, JST BPH-002T-P0.5S (Farnell: 3617210)
Steckkontaktgehäuse PHR-3, JST PHR-3 (Farnell: 3616198)
Stecker für 3-polige Stiftleiste

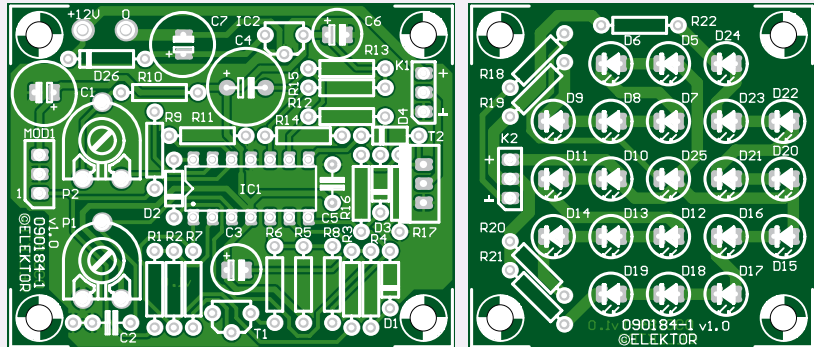


Bild 2. Die Platine ist zwar eng bestückt, doch dank der bedrahteten Bauteile ist der Aufbau nicht schwierig.

C4 langsam über R13. Nach ungefähr fünf Minuten ist die Spannung an C4 so weit gesunken, dass IC1C umschaltet. Der Strom, der die Basis von LED-Treiber T2 steuert, wird über D4 abgeleitet. Die LEDs bleiben so lange inaktiv, bis der Abstand zum Fahrzeug wieder größer wird. Wenn sich das Fahrzeug entfernt, blinken die LEDs, bis es den Erfassungsbereich verlässt.

Die Blinkperiode der LEDs beträgt bei maximalem Abstand ungefähr 240 ms, die LEDs sind während dieser Zeit etwa 50 ms eingeschaltet (D = 21 %). Bei minimalem Abstand verkürzt sich die Periode auf 160 ms, die Impulse sind 95 ms breit (D = 59 %). Damit variiert die Blinkfrequenz im Bereich 4...6 Hz, was zunächst recht eng erscheint. Der ebenfalls variierende Duty-Cycle sorgt

jedoch dafür, dass die Anzeige sinnfällig und deutlich erkennbar ist.

Betriebsspannung und Platine

Ein Spannungsregler 78L05 stellt die Betriebsspannung +5 V für den Sensor und die Schaltung bereit. Z-Diode D26 ist vorgeschaltet, um die Verlustleistung des 78L05 zu begrenzen. Das LED-Feld wird unmittelbar an +12 V betrieben. Diese Spannung ist so hoch, dass fünf rote LEDs problemlos in Reihe geschaltet werden können. Der Strombedarf in Bereitschaft (kein Objekt im Erfassungsbereich) beträgt 39 mA. Wenn die LEDs eingeschaltet sind, steigt er auf 76 mA an.

Für diesen Abstandswarner haben wir eine kleine einseitige Platine entworfen, die aus zwei Teilen besteht. Das Layout kann von

der Elektor-Website [1] heruntergeladen werden. Die LEDs befinden sich auf einem eigenen Platinenteil, damit sie in Blickrichtung des Fahrers montiert werden können. Der Sensor und die übrige Schaltung werden davon getrennt an einem anderen, dafür geeigneten Ort angebracht. Für die Leitungen zwischen den Komponenten sind Steckverbinder vorgesehen. Der Sensor GP2D120 muss an einen speziellen dreipoligen Steckverbinder von JST (Japan Solderless Terminals) angeschlossen werden.

(090184)gd

Weblink

[1] www.elektor.de/090184

Wahl des Opamp

Der vierfache Opamp ist ein preisgünstiger Rail-to-rail-Typ, ein MCP6004-I/P von Microchip. Bei dieser Anwendung kommt es nicht auf Eigenschaften wie Bandbreite, Slewrate oder Ausgangsstrom an, sondern auf die zulässige Eingangsspannungsdifferenz. Zwei Opamps werden als Komparatoren betrieben, wobei die Eingangsspannungen um mehrere Volt differieren können. Die zulässige Differenz der Eingangsspannungen ist beim MCP6004-I/P gleich der Betriebsspannung. Die Betriebsspannung kann 1,8...5,5 V betragen, der absolute Grenzwert ist 7 V. Viele Rail-to-rail-Opamps haben Eingänge, die durch interne, antiparallel geschaltete Dioden geschützt sind. Dort beträgt die maximale Eingangsspannungsdifferenz oft nur 1 V. Im Prinzip ist die Abstandswarner-Schaltung auch mit diesen Opamps funktionsfähig. Bei einem Probeaufbau mit dem Opamp TS924IN zeigte sich, dass sich die Signale an den Komparatoreingängen gegenseitig beeinflussen. Die Zeitkonstante von C4 und R13 liegt dann infolge des Einflusses von R14 und R15 niedriger.

NEU!

JETZT STECKT NOCH MEHR DAHINTER.



Das komplette Elektor PLUS-Abo!

- Alle 11 Ausgaben inkl. Doppelheft Juli/August
- Im PLUS-Abo inbegriffen: Jahrgangs-DVD 2009
- **20%** Preisvorteil gegenüber dem Einzelkauf
- Bis zu **40% Rabatt** auf spezielle Elektor-Produkte
- Top-Wunschprämie im Wert von bis zu 30,- €
- Jedes Heft pünktlich und zuverlässig frei Haus
- Lesen Sie jede Elektor-Ausgabe vor allen anderen
- **NEU:** Exklusiver Online-Zugriff auf die aktuellsten 3 Elektor-Ausgaben als E-Paper + jahrgangsübergreifende Elektor-Artikel-Volltextsuche

NEU: Jetzt mit persönlichem Zugang zur neuen Service-Website!

Ab sofort haben Sie beim Abschluss eines PLUS-Abonnements **exklusiven Zugang** zur neuen Service-Website www.elektor-plus.de. Hier stehen Ihnen stets 3 Elektor-Hefte (jeweils das aktuelle und die letzten beiden Hefte) zum **Gratis-PDF-Download** als druckfähiges E-Paper zur Verfügung. Somit erhalten Sie im ersten Abojahr **11 Print-Ausgaben** + völlig gratis direkt zu Beginn die letzten **2 Online-Ausgaben** dazu! Auf www.elektor-plus.de finden Sie außerdem die umfassendste Elektor-Artikel-Volltextsuche des Webs. Extra-Artikel und gratis E-Books sind weitere neue **PLUS-Features**.

www.elektor.de/abo • Tel. +49 (0)241 88 909-0

Oder verwenden Sie für Ihre Abobestellung die portofreie Bestellkarte am Heftende.

elektor
electronics worldwide

Die Weihnachts-Kollektion

Passend zu den kommenden Feiertagen präsentieren wir Ihnen in dieser letzten Dezemberausgabe des Jahrzehnts eine Auswahl an kleinen Schaltungen, die sich ideal für kleine Basteleien an einem ruhigen Nachmittag eignet. Vermutlich haben Sie die meisten der für diese Schaltungen notwendigen Bauteile sowieso schon irgendwo in der Bastelecke herumliegen. Viel Spaß beim Lönen!

Fledermaus-Detektor

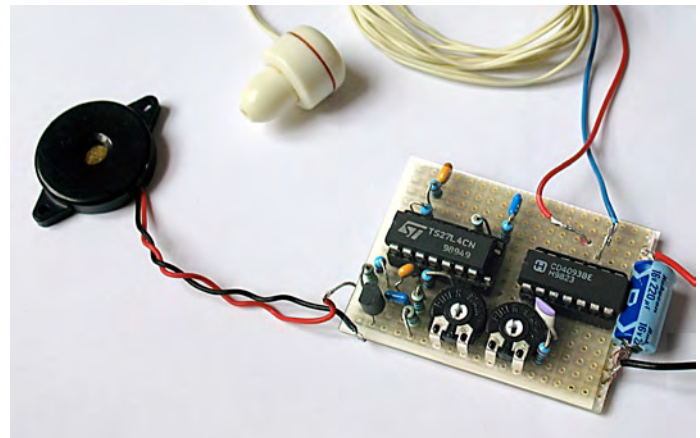
Eine Fledermaus „schaut“ mit den Ohren! Sie stößt Schreie mit für menschliche Ohren unhörbar hohen Frequenzen aus und „errechnet“ sich aus den Schallreflektionen ein 3D-Bild der Umgebung. Wenn Sie Fledermäuse live belauschen möchten, dann benötigen Sie so etwas wie den von Thomas Scarborough entwickelten Fledermaus-Detektor.

Es ist schon erstaunlich, dass so ein merkwürdiges Tier ohne Federn überhaupt fliegen kann. Aber dass es dies auch noch in der Dunkelheit mit Hilfe einer Art Ultraschall-Radar tut und mit diesem Ortungssystem auch noch die kleinste Motte findet, das doppelt die Außergewöhnlichkeit dieses Säugetiers.

Wie schon erwähnt, können wir die von einer Fledermaus ausgestoßenen Schreie nicht einfach so hören. Dazu liegen die Töne zu weit oberhalb unseres Hörbereichs. Eine Fledermaus produziert nämlich zwischen 20 und 100 Klicklauten pro Sekunde, die – abhängig von der Fledermausart – Frequenzen zwischen 12 bis 150 kHz aufweisen.

Um nun diese Schreie auch für Menschen hörbar zu machen, hat Thomas Scarborough aus Süd-Afrika einen Fledermaus-Detektor entwickelt. Sein Entwurf ist im Vergleich mit kommerziellen Bat-Detektoren deutlich einfacher und kompakter, arbeitet aber dennoch zu seiner vollen Zufriedenheit.

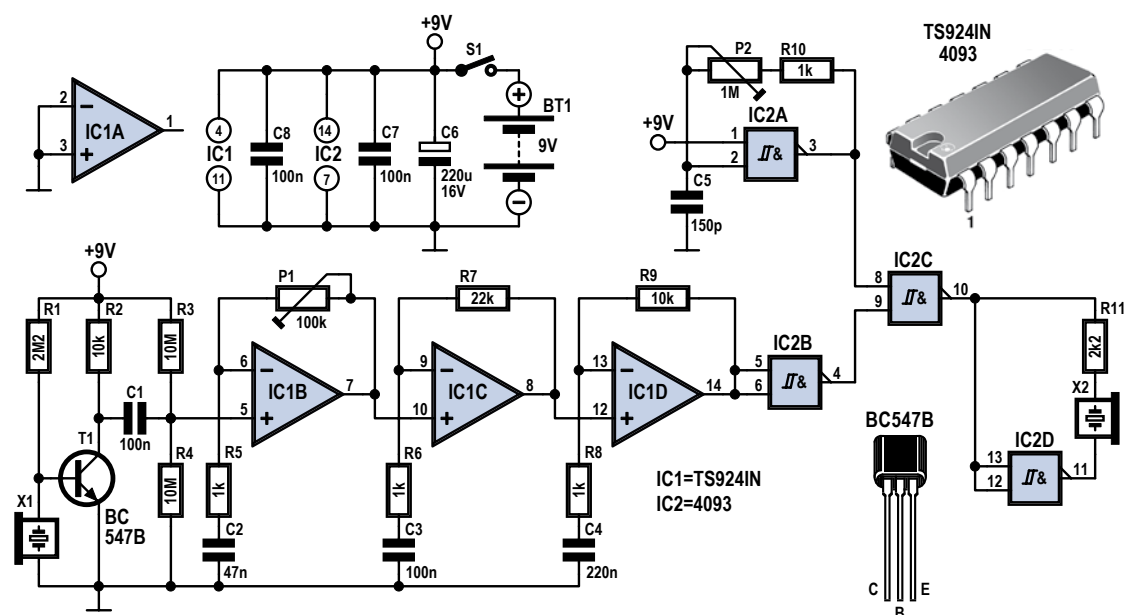
Als Thomas seinen Detektor zum ersten Mal in der freien Wildnis mit echten Fledermäusen testete, war er von der Lautstärke und der Ausdauer der kleinen Flugmonster schwer überrascht. Die Flat-



tertiere schrien sich die Lungen aus dem Hals!

Die Schaltung selbst kann mit dem ganzen Spektrum von Fledermausgeräuschen umgehen. Der begrenzende Faktor ist hier das Mikrofon. Um die Kosten vertretbar zu halten, setzte Thomas einen kleinen preiswerten Piezo-Hochtonlautsprecher ein (siehe Foto), der als Mikrofon benutzt immerhin bis 50 kHz reicht. Dieses Spektrum reicht schon für die meisten Fledermausarten aus.

In Sachen Mikrofon kann man natürlich auch experimentieren und teilweise auch so genannte Piezo-Buzzer (aber ohne eingebaute Elektronik) ausprobieren. Thomas hatte auch damit Erfolg.



Im Prinzip gibt es zwei Verfahren, Fledermausgeräusche hörbar zu machen. Die erste Methode besteht im „Transformieren“ des Ultraschallspektrums (z.B. 20...100 kHz) in den für Menschen hörbaren Bereich von etwa 2...10 kHz.

Schaltungstechnisch einfacher ist die von Thomas eingesetzte Methode: Hier werden die vom Mikrofon aufgefundenen Signale mit der Frequenz eines Oszillators klassisch gemischt, wodurch diverse Summen- und Differenzsignale entstehen. Das Ganze funktioniert in etwa so wie die Superhet-Technik eines Radios. Wenn z.B. ein Signal von 40 kHz empfangen wird und mit einem auf 35 kHz eingestellten Oszillatorsignal gemischt wird, dann entstehen als Summe und Differenz die beiden Spiegelfrequenzen 75 kHz und 5 kHz. Letztere kann man hören. Und der Witz ist, dass diese hörbare Differenzfrequenz die Charakteristik des 40-kHz-Signals (in Lautstärke- und Tonverlauf) beibehält.

Die Schaltung

Am Eingang der Schaltung befindet sich der Piezo-Lautsprecher X1 als Mikrofon. Sein Signal wird mit einer Kette aus einem Transistor und drei Opamps (IC1B, IC1C und IC1C) kräftig verstärkt. Die Gesamtverstärkung ist mit dem Poti P1 in weiten Grenzen einstellbar.

Bei IC1 handelt es sich um den Vierfach-Opamp TS924IN, dessen nicht genutzter vierter Opamp IC1A durch Anschluss beider Eingänge an Masse inaktiviert wird.

Da es auf die genaue Klanglage der Fledermäuse in dieser Anwendung nicht so ankommt, wird das verstärkte Signal dann mit dem Schmitt-Trigger-NAND-Gatter IC2B in ein rechteckförmiges Signal umgewandelt. Mit IC2A wurde ein in der Frequenz einstellbarer Oszillator realisiert. Beide Signale werden nun über die beiden Eingänge von IC2C gemischt. IC2D sorgt durch Gegentaktansteuerung von X2, einem kleinen Kristall-Ohrhörer, für ausreichend Lautstärke. Außerdem wird so auch ohne Auskoppelkondensator eine echte Wechselspannung am Lautsprecher erreicht. Oszillatorsignal und Summensignal muss man nun nicht extra ausfiltern – man hört es ja eh nicht. Hörbar bleibt allein das niedrigfrequente Differenzsignal. Die Schaltung ist für die Verwendung eines Ohrhörers spezifiziert (siehe Foto). Die Schaltung ist wirklich sehr empfindlich. Falls es zu akustischen Rückkoppelungen (Pfeifen) zwischen Mikro und Ohrhörer kommen sollte, dann kann man den Widerstand R11 auf 1 MΩ erhöhen.

Man kann die Rückkoppelungsgefahr auch verringern, indem man das Mikro in das geschlossene Ende einer einseitig offenen Kunststoffröhre einbaut. Auf diese Weise erhält man gleichzeitig ein Richtmikrofon.

Einstellung und Betrieb

Eigentlich bräuchten wir für das Einstellen der Schaltung ja eine Fledermaus als biologischer Signalgenerator. Als Ersatz tun es allerdings auch helle Zischlaute (Sch... wie bei „schön“ oder „Pssst“). Auch ein Schlüsselbund kann geschüttelt oder ein Stück Zellophan-Papier kann geknüllt ausreichend Ultraschall-Anteile in den Ober-tönen entwickeln.

Als Spannungsversorgung tut es eine 9-V-Batterie, da sie nur etwa 10 mA an Strom benötigt. Zunächst kommt P2 auf maximalen Widerstand. Die Oszillatorfrequenz ist nun am tiefsten Punkt. Jetzt

„Sendefrequenzen“ einiger Fledermaus-Arten

Große Huftisennase	83 kHz
Kleine Huftisennase	95...125 kHz
Kleine Bartfledermaus	30...80 kHz
Fransenfledermaus	30...80 kHz
Wimperfledermaus	30...100 kHz
Wasserfledermaus	30...80 kHz
Teichfledermaus	25...90 kHz
Großes Mausohr	30...70 kHz
Bechsteinfledermaus	30...80 kHz
Zwergfledermaus	40...45 kHz
Großer Abendsegler	25...80 kHz
Breitflügel-fledermaus	15...50 kHz
Mopsfledermaus	30...70 kHz
Braunes Langohr	15...50 kHz
Graues Langohr	15...50 kHz

dreht man langsam die Empfindlichkeit mit P1 auf und erzeugt wie beschrieben Ultraschall-Hilfsgeräusche bis man etwas hören kann. Noch ein Tipp: Auch ein Röhren-Fernsehgerät ist eine gute Signalquelle, da die ersten Oberwellen der Zeilenfrequenz mit ca. 31, 47 und 62 kHz eindeutig im Ultraschallbereich liegen und ein Zeilen-trafo immer mehr oder weniger starke Geräusche von sich gibt.

Nun kann man auf die „Jagd“ nach echten Fledermäusen gehen, was natürlich eher im Sommer in der Dämmerung klappt als im Winter tagsüber. Im Ohrhörer sollten sich die Mäuse knatternd und klickend bemerkbar machen. Notfalls muss man auch mit P2 etwas spielen. Fledermäuse sind in den meisten Ländern streng geschützt, weswegen man sie in Ruhe lassen sollte. Aber Belauschen ist schon erlaubt. Wer mehr Interesse an Fledermäusen hat, der findet tiefergehende Informationen auf folgenden Webseiten:

www.fledermauskunde.de

www.fledermausschutz.de

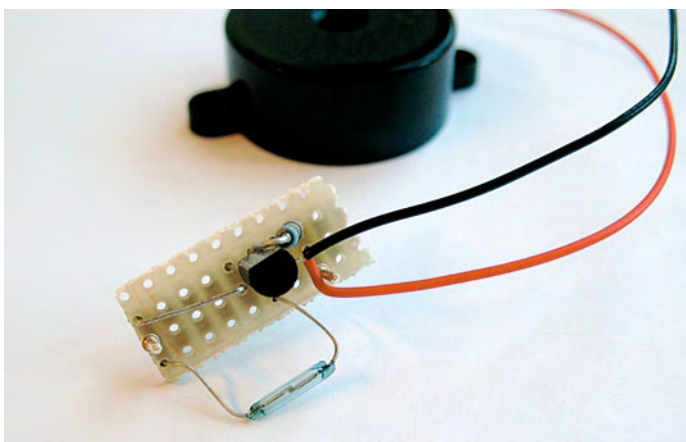
www.nabu.de/m05/m05_02/

Zusatznutzen: So ein Detektor kann übrigens prima zum Aufspüren von Lecks an Gasleitungen verwendet werden, da das ausströmende Gas Ultraschall-Geräusche produziert! Auch wenn ein Fahrradreifen unerklärlicherweise immer wieder platt wird, wäre ein Diagnosever-such nicht verkehrt.

Entwurf: Thomas Scarborough (Südafrika)

Hintertür-Alarm

Die oft als tot bezeichnete Materie ist, wie jeder schon einmal erfahren hat, gelegentlich doch nicht so leblos, wie es den Anschein hat: Geräte, die immer dann den Dienst versagen, wenn man sie dring-ehend braucht und plötzlich wieder funktionieren, wenn sie durch ein neues Exemplar ersetzt werden sollen. Auch die gemeine Hintertür in Häusern ist nicht selten gemein: Wenn man will, dass sie geöffnet bleibt, fällt sie garantiert ins Schloss, und wenn man ganz sicher ist, sie geschlossen zu haben, stand sie doch die ganze Zeit einen Spalt breit offen. Bei kaltem Wetter und hohen Energiekosten ein Problem.



Im Elektor-Labor wurde schon an Lösungen getüftelt...

Das Schaltbild zeigt es: Nur vier Bauteile (oder fünf, wenn man die Batterie mitrechnet) ergeben einen einfachen und dennoch effektiven Hintertür-Alarm.

Die Schaltung wird in ein kleines Kunststoffgehäuse eingebaut (am besten mit einem Fach für eine 9-V-Batterie) und so an der Hintertür befestigt, dass ein an der Tür angebrachter starker Magnet nur dann den Reed-Schalter der Schaltung schließt, wenn die Tür geschlossen ist. Sobald sich die Tür auch nur geringfügig öffnet, muss sich auch der Reed-Schalter öffnen. Dies erfordert natürlich Experimente und Geduld, ist aber immer noch einfacher als die Verwendung eines Mikroschalters, bei dem ein ganz präzise abgestimmter, mechanischer Kontakt zur Tür erforderlich wäre.

Bei geschlossener Tür und damit geschlossenem Schalter ist der Basis-Emitter-Übergang des Darlington-Transistors T1 kurzgeschlossen, so dass dieser nicht leitet. Damit fließt auch kein Strom durch Buzzer BZ1 und der Alarm verhält sich ruhig.

Sobald die Tür jedoch geöffnet wird, vergrößert sich der Abstand zwischen Magnet und Reed-Schalter, der sich dadurch schließlich öffnet. T1 erhält über den Widerstand R1 genügend Basisstrom, um in den leitenden Zustand über zu gehen. Dies wiederum führt zur Aktivierung des Buzzers: Ein lauter Piepton ist die nicht zu überhörende Folge.

Der Grund für die Verwendung eines Darlington-Transistors ist, dass dieser wegen seiner hohen Stromverstärkung bereits bei äußerst geringen Basisströmen leitend wird. Daher kann R1 recht hoch ohmig ausfallen: Der hohe Wert für R1 bewirkt, dass die Stromaufnahme im Ruhezustand (S1 geschlossen) minimal ist. Nach dem Ohm'schen Gesetz gilt hier: $I = U / R = 9 \text{ V} / 1 \text{ M} = 9 \mu\text{A}$

Eine 9-V-Batterie hält daher Monate.

Als Piezo-Buzzer wird ein 12-V-Exemplar eingesetzt (in unserem

Prototyp steckt ein CEP-2260a). Dieser Buzzer arbeitet auch noch bei Spannungen knapp unter 9 V und erzeugt einen lauten und gut hörbaren Piepton. Natürlich funktioniert das Ganze auch mit jedem anderen Buzzer, der bei 9 V funktioniert und nicht mehr als ein paar mA Strom verbraucht. Bei aktiviertem Buzzer steigt der Stromverbrauch der Schaltung von 9 μA auf etwa 4 mA.

Am besten lässt sich die Schaltung auf einer kleinen Lochrasterplatine aufbauen. Natürlich ist auch eine "schwebende Verdrahtung" (fliegender Aufbau) ohne Platine möglich. Für die Funktion sollte dies keine Rolle spielen ;-)

Schabernack

Manchmal (zum Glück nicht immer) benehmen sich die Elektor-Entwickler recht albern und es fallen ihnen die merkwürdigsten Dinge ein. Und einen dieser schrägen Einfälle möchten wir Ihnen nicht vorenthalten, denn er eignet sich prima dazu, Hausgenossen und Familienmitglieder zu foppen.

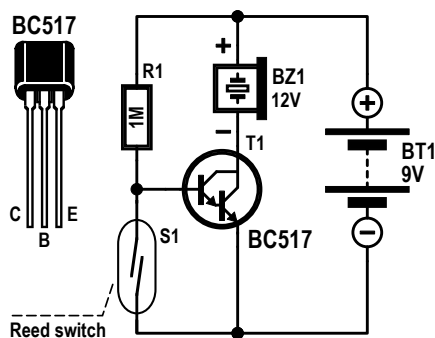
Nahezu ausnahmslos alle FBs (Fernbedienungen) für Fernseher arbeiten mit IR-Signalen (Infrarot), denn die mit Ultraschall sind ausgestorben und welche mit Funk sind selten. In der FB sitzt ein Rechteck-Oszillator, der ein Trägersignal mit einer Frequenz von 30...48 kHz generiert. 36 kHz sind bei Exemplaren nach dem RC-5-Standard üblich. Dieser Träger wird im Rhythmus des zu übertragenden Signals ein- und wieder ausgeschaltet. Es handelt sich also um eine Art digitale Amplitudenmodulation mit einer Modulationstiefe von 100%. Mit den resultierenden Impulsen wird dann einfach eine IR-LED angesteuert. Im Fernseher sitzt ein IR-Empfänger, der auf die Trägerfrequenz abgestimmt ist und der aus den IR-Impulsen die Spannungs-Impulse erzeugt.

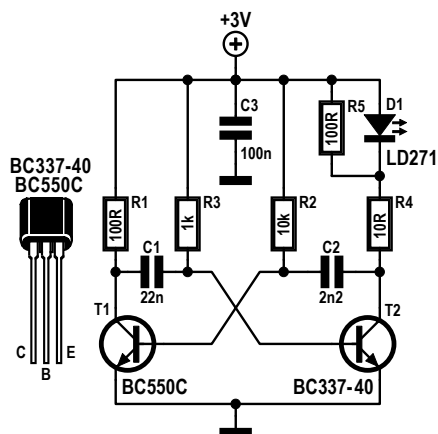
Wenn nun eine Schaltung kontinuierlich IR-Impulse mit einer Frequenz von 36 kHz aussendet, was wird da der Empfänger des Fernsehers dazu sagen? Richtig: Nichts!

Der Fernseher wird auf keine Fernbedienung mehr reagieren, egal wie fest man auf deren Tasten herumdrückt. Der Dekoder im TV bekommt einfach immer Impulse geliefert und kann somit kein sinnvolles Muster mehr dekodieren. Der IR-Empfänger ist blockiert und genau das macht diese Schaltung!

Die Fopp&Neck-Schaltung ist recht einfach: Die Transistoren T1 und T2 bilden einen astabilen Multivibrator. Auch die Arbeitsweise ist schnell erklärt: Wenn T1 gerade zu leiten beginnt, dann sinkt die Spannung an seinem Kollektor auf fast 0 V. Dieser Spannungshub wird über C1 an die Basis von T2 übertragen, woraufhin dieser sperrt. Seine Kollektorspannung steigt und dies schaltet über C2 T1 erst recht durch. Allerdings wird nach kurzer Zeit C1 über R3 soweit aufgeladen, dass ein Basis-Strom durch T2 zu fließen beginnt. Die Spannung am Kollektor von T2 sinkt und über C2 wird das an die Basis von T1 übertragen, worauf dieser sperrt. Solange, bis R2 den C2 entsprechend aufgeladen hat und das Spiel von vorne beginnt. Die Frequenz des generierten Rechtecksignals hängt von R2/C2 sowie R3/C1 ab.

Für T1 tut es der Standard-Typ BC550. Die Wahl eines BC337 für T2 erlaubt Ströme mit 500 mA (bis 1 A Spitzenstrom). Damit kann





man problemlos IR-Sende-LEDs mit einem ordentlichen Strom von 150 mA betreiben.

Für ein in etwa ausgeglichenes Tastverhältnis von 50% sollte $R2 \times C2$ das gleiche Produkt wie $R3 \times C1$ ergeben, denn dann ist die Zeit, in der ein Transistor leitet, zumindest in der Theorie gleich ($t = R \times C \times \ln 2$, wobei $\ln 2$ der natürliche Logarithmus von 2 ist). In der Praxis gehen noch ein paar andere, nicht ideale Dinge in die Schaltzeiten ein, die letztlich einen unerwünschten Einfluss der Versorgungsspannung erzeugen. Sogar die Schwellspannung von D1 hat einen Einfluss, der allerdings durch die Parallelschaltung von R5 weitgehend minimiert wird.

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Eindruck von der Frequenzvariation unseres Prototyps:

Versorgungsspannung U (V)	Frequenz f (kHz)
2	29,8
3	31,8
4	33,6

Auch die Stromaufnahme (und somit die Sendeleistung) ist abhängig von der Versorgungsspannung:

Versorgungsspannung U (V)	Stromaufnahme I (mA)
0,8	7
1	10
1,5	23
2	47
3	97
4	147

Unterhalb von 0,8 V wird der Oszillator instabil. Mit der in der Schaltung angegebenen Dimensionierung raten wir, die Betriebsspannung nicht über 4 V hinaus zu erhöhen. Zwei kleine 1,5-V-Batterien sind ideal. Ein kleines Steckernetzteil wäre auch möglich, aber dann fällt die Sache viel zu leicht auf...

Selbstverständlich kann man mit den Bauteile-Werten experimentieren. Nimmt man beispielsweise 1,5 nF für C2, erhält man bei 2,5-V-

Betrieb eine Frequenz von 36 kHz. Wenn man auch noch C1 verändert und hier 18 nF einsetzt, liegt man oberhalb einer Versorgungsspannung von 3 V schon leicht über 40 kHz, was gut zur Frequenz von Sony-FBs passt. Man kann auch den Stromverbrauch reduzieren, indem man die Schaltzeit von T2 verkürzt. Dies erreicht man durch eine Verkleinerung von C1. Um mit dem Tastverhältnis nicht auch die Frequenz zu verändern, sollte man dann C2 kompensatorisch um den gleichen Faktor vergrößern.

Im Labor wurde der Prototyp mit 40 kHz betrieben. Befand sich der IR-Störsender in ca. 3 m Entfernung vom Fernseher, so war mit einer normalen Fernbedienung selbst im Abstand von 1 m keine Bedienung mehr möglich. Man musste noch viel näher mit der FB an den Fernseher ran, damit sie einen Effekt hatte. Übrigens kommt es nicht so genau auf die Frequenz an.

Wenn man für D1 den Typ LD274 einsetzt, kann man die Reichweite unserer Schabernack-Schaltung noch erhöhen. Da diese IR-LED einen kleineren Öffnungswinkel aufweist, wird die IR-Strahlung stärker gebündelt, was größere Abstände und somit effektiveres Stören ermöglicht, aber auch genaueres Zielen erfordert.

Über den Bau braucht man nicht viele Worte verlieren: Die paar Bauelemente passen locker auf ein Stückchen Lochraster-Platine. Und noch ein Rat: Ein bisschen ärgern kann lustig sein – aber man sollte es damit nicht übertreiben!

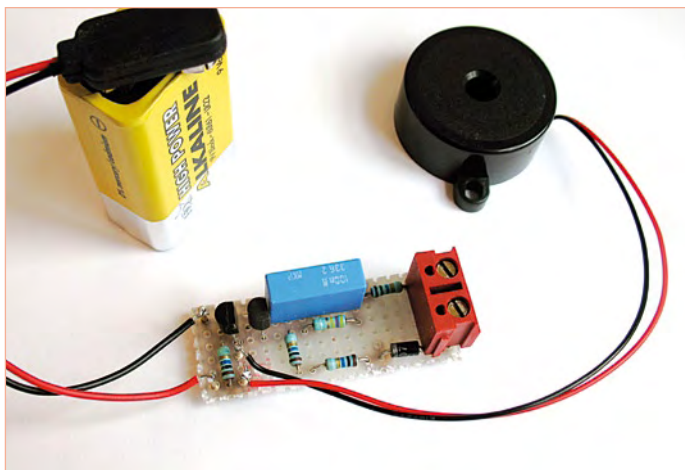
Stromalarm

„Wenn einer eine Reise tut, dann kann er was erzählen!“ – so die Volksweisheit. Vor nicht all zu langer Zeit war ein guter Freund des Entwicklers in Almaty (dem früheren Alma Ata, der ehemaligen Hauptstadt von Kasachstan). Die Stadt selbst vibriert heute vor Energie und bietet ein reichhaltiges kulturelles Leben – leider aber auch ein hoffnungslos veraltetes Elektrizitätsnetz, das noch aus der Sowjet-Ära stammt. Im Winter ächzt es unter der Last vieler elektrisch betriebener Heizkörper und im Sommer wird es durch Unmengen auf Volllast laufender Klimaanlage überstrapaziert.

Die Folgen: Praktisch immer – aber zumindest ein- bis zweimal pro Woche – fällt der Strom aus. Manchmal nur für Minuten – manchmal gleich für mehrere Stunden. Was für ein Luxus unsere gewohnte verlässliche Stromversorgung ist, das merkt man erst, wenn man wieder zuhause ist. Trotzdem sind die selteneren Folgen fehlender elektrischer Energie auch in Westeuropa lästig (wenn der Wecker stehen bleibt und man verschläft) bis teuer (wenn der Inhalt der Tiefkühltruhe verdirbt).

Nachts, während man schläft, merkt man das nach Murphys Law entweder zu spät oder gleich gar nicht, wenn man eine funkgesteuerte (Atom-)Uhr hat. Dagegen kann man etwas unternehmen: Mit einer Netzspannungsüberwachung gibt es einen Alarm, wenn diese für mehr als 1 Sekunde unter 50 V fällt.

Die zugehörige Schaltung ist äußerst simpel: Sie besteht aus nicht viel mehr als einem Spannungsteiler und einem Piezo-Summer. Der Spannungsteiler (R1...R4) reduziert die Netzspannung auf für die



Der Summer im Prototyp war ein CEP-2260A, der an 9 V trotz ordentlicher Lautstärke mit 5 mA zufrieden ist. Eine gute 9-V-Batterie hat 500 mAh. Der Alarm kann also vier Tage lang aktiv bleiben! Es gibt auch Buzzer mit höherem Strombedarf, was die mögliche Alarmdauer reduziert.

Aufbau

Aufgrund der Einfachheit kann man die Schaltung leicht auf einem Stückchen Lochrasterplatine aufbauen - aber Achtung:

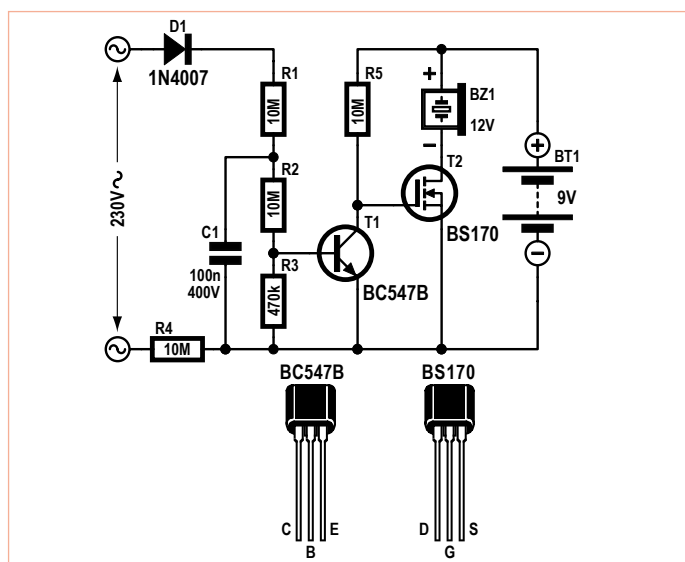
Elektronik erträgliche Werte. Diode D1 spielt Einweg-Gleichrichter für die Netzwechsellspannung und C1 als Siebkondensator sorgt dafür, dass die gleichgerichtete Spannung nicht mehr pulsiert. Ist Netzspannung vorhanden, dann ist die Spannung über R3 so groß, dass ein Basis-Strom durch T1 fließt und dieser durchgeschaltet bleibt. T1 schließt folglich das Gate von T2 kurz. Der MOSFET sperrt also und lässt keinen Strom durch den Buzzer BZ1 fließen.

Anderes ist der Fall, wenn die Netzspannung ausfällt oder sie unter die durch R3 vorgegebenen 50 V fällt. Bald ist C1 soweit entladen, dass nicht mehr genug Basisstrom über R2 in T1 fließen kann und T1 sperrt. Daraufhin wird T2 durch die hohe Spannung über R5 durchgeschaltet und der Buzzer macht Krach.

Details

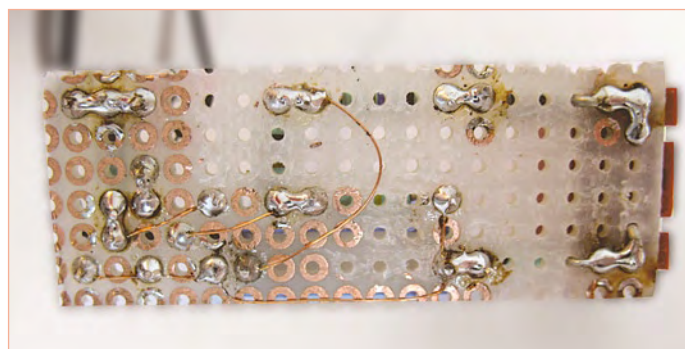
Die Werte der hochohmigen Widerstände des Spannungsteilers sind zwecks guter Erhältlichkeit auf 10 M Ω festgelegt. Durch den Gesamtwiderstand von 30 M Ω kann man die Belastung des Lichtnetzes von ca. 4 μ A und die Kosten komplett vernachlässigen. Die Stromkosten pro Jahr liegen weit unter 1 Cent! R3 hat 470 k Ω , womit die Schaltung bei einer Netzspannung unter 50 V aktiv wird. Nun entstehen bei einer Einweggleichrichtung der Netzspannung Impulse und Pausen mit einer Frequenz von 50 Hz. Da wir nicht wollen, dass der Buzzer 50 Mal pro Sekunde aktiv wird, puffert C1 während der Pausen (Lücken zwischen den 50-Hz-Pulsen). Dies sorgt auch dafür, dass die Schaltung nicht schon auf das vernachlässigbare Fehlen eines einzelnen Impulses reagiert, sondern erst nach mehr als 1 s ohne Netzspannung Lärm erzeugt. Übrigens gilt das auch für das Einschalten: Im Moment des Anlegens der Netzspannung tönt es noch – aber nach dem Bruchteil einer Sekunde (wenn C1 genug geladen ist) verstummt die Schaltung wieder.

Nun zu den Vorschriften: Für Bauteile, die direkt am Netz liegen, gelten Besonderheiten. Für R1, R2 und R4 können keine „normalen“ Widerstände verwendet werden. Es müssen spezielle Exemplare mit einer Spannungsfestigkeit von 350 V sein! Ähnliches gilt für C1: Mit einer Nennspannung von 400 V liegt man auf der sicheren Seite. T1 ist ein Allerwelts-NPN-Transistor. Für T2 allerdings wurde ein MOSFET ausgewählt, da man diesen sehr hochohmig mit einem Widerstand von 10 M Ω für R5 ansteuern kann. Auf diese Weise bleibt der Strom durch T1 und die Batteriebelastung mit 1 μ A sehr gering. Eine gewöhnliche Alkali-Batterie sollte einige Jahre halten – im Gegensatz zum NiCd- oder NiMH-Akku, welcher sich schneller selbst entlädt. Würde man für T2 einen BC547 einsetzen, müsste R5 einen Wert von 47 k Ω haben, was einen Ruhestrom von 0,2 mA und eine Reduktion der Batteriebensdauer auf wenige Wochen zur Folge hätte.



Die Schaltung ist direkt mit Netz verbunden. Bei Aufbau und Umgang ist besondere Sorgfalt unerlässlich, da es sonst lebensgefährlich werden kann!

Die fertige Schaltung muss in ein berührungssicher isolierendes Kunststoffgehäuse mit Zugenlastung für das Netzkabel eingebaut werden. Am besten verwendet man ein spezielles Gehäuse wie bei einem Steckernetzteil, das für solche Zwecke vorgesehen ist. Man lötet die Leitungen für das Netz nicht direkt an die Platine. Besser sind einlötbare Schraubklemmen mit einem Pin-Abstand von mindestens 5 mm. Da die Lötinseln der Platine für Netzspannung zu dicht liegen, sollten alle Kupferflächen rund um Netzspannung



führende Teile komplett entfernt werden. Der Sicherheitsabstand liegt bei minimal 3 mm. Zum Entfernen von Lötinseln empfiehlt sich ein handelsüblicher 3,5-mm-Metallbohrer, den man mit der Hand solange dreht, bis die dünne Kupferschicht weg ist. Das Foto der Platinenunterseite zeigt, wie das fertig aussehen kann. Nach Batterie-Anschluss sollte direkt ein Alarm ertönen – nach Einstecken des Netzsteckers sollte er schnell verstummen. Zieht man den Stecker wieder aus der Dose, dann sollte der Alarm nach etwas über 1 Sekunde los legen. Niemals die Batterie wechseln, während die Schaltung mit dem Netz verbunden ist!

Mini-Radio mit Maxi-Sound

Nun ein Geheimnis, das nur wenigen bekannt ist (sonst wäre es ja auch kein Geheimnis): Etliche Audio-ICs lassen sich auch als Mittelwellen-Rundfunkempfänger zweckentfremden. Mit der hier vorgestellten, kleinen Schaltung wird das Geheimnis anhand des Verstärker-ICs LM386N gelüftet: Ein minimalistischer Mittelwellenempfänger mit recht gutem Klang, der auch mit den ICs LM380N oder CA3130E realisierbar wäre.

Zum Empfang eines Mittelwellensenders benötigt man im Prinzip nichts weiter als eine Spule, einen Drehkondensator, eine (Germanium-) Diode und einen Piezo-Ohrhörer.

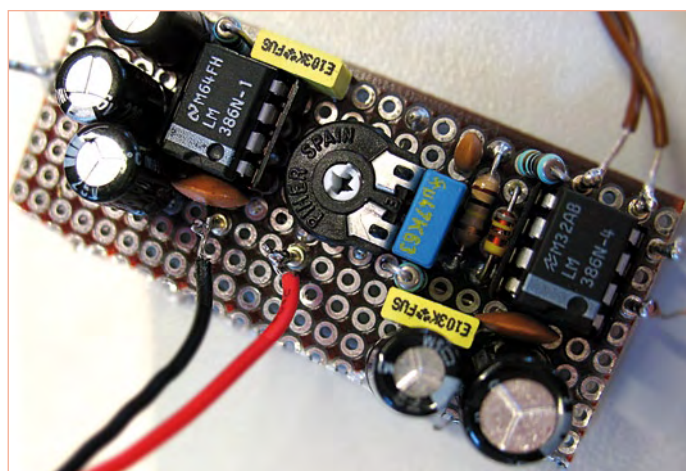
Spule und Kondensator bilden einen auf die Empfangsfrequenz abgestimmten Resonanzkreis, wobei die Diode die Hochfrequenz in ein Audiosignal umwandelt, das über den Mini-Kopfhörer zum Ohr gelangt. Mit solch einer Anordnung lassen sich ganz ohne Transistoren und Batterien einige der stärkeren Mittelwellensender empfangen, wenn man die Schaltung gut erdet und mit einer Antenne von mehreren Metern Länge ausrüstet.

Ein großer Nachteil dieser Schaltung ist die geringe Empfindlichkeit, so dass sich eine zusätzliche Verstärkung geradezu anbietet. Dazu sind noch nicht einmal spezielle HF-Transistoren oder -ICs notwendig. Mit ein paar Bauteilen, die fast jeder Hobby-Elektroniker besitzt, lässt ein Mini-Radio bauen, dessen Lautstärke sogar zum Ärgern der Nachbarn ausreichen würde.

Das „Herz“ des Empfängers ist auch im Schaltbild platziert: Der mit L1 und C1 aufgebaute Schwingkreis. Ein geringer Teil der vom Sender durch den „Äther“ geschickten HF-Energie wird von der Antenne aufgefangen. Im auf die Frequenz des Senders abgestimmten Schwingkreis „schauelt“ sich diese Energie auf Grund von Resonanz auf und wird, da immer noch sehr schwach, mit IC1 weiter verstärkt.

Die Kombination aus D1, R3 und C6 am Ausgang von IC1 sorgt für die Demodulation des HF-Signals. Man kann sich das so vorstellen, dass die hochfrequente Trägerwelle nach Masse kurzgeschlossen wird und die als Amplitudenänderung aufmodulierte Information (das Audiosignal) am Verbindungspunkt von D1, R3 und C6 wie gewünscht übrig bleibt.

Da IC1 übrigens schon intern für die Demodulation sorgt, tragen



D1, R3 und C6 in erster Linie zur Verbesserung der Klangqualität bei. Dank IC1 muss es sich bei D1 auch nicht um eine Germaniumdiode mit möglichst niedriger Durchlassspannung handeln: Die HF-Verstärkung des LM386 ist groß genug, um die im Vergleich zu Germaniumdioden höhere Durchlassspannung von Siliziumdioden (0,7 V) zu überwinden.

Bereits an dieser Stelle der Schaltung dürfte man bei Verwendung eines parallel zu C6 angeschlossenen Piezo-Ohrhörers (falls man einen hat) gute Resultate erzielen. Doch warum so bescheiden, wenn sich mit einem nachgeschalteten Audioverstärker in Form eines LM386N sogar ein Lautsprecher anschließen lässt? P1 dient dabei als Lautstärkeregler.

Einzelheiten

An den Ausgängen beider ICs befinden sich die RC-Netzwerke R1/C3 bzw. R4/C9 zur Erhöhung der Schaltungsstabilität. Die Elkos von 47 μ F (C2 und R8) an den Bypass-Anschlüssen der ICs unterdrücken eventuelle Rippel der Versorgungsspannung. Das ist vor allem dann wichtig, wenn die Batterie langsam leer wird und ihr Innenwiderstand dadurch zunimmt.

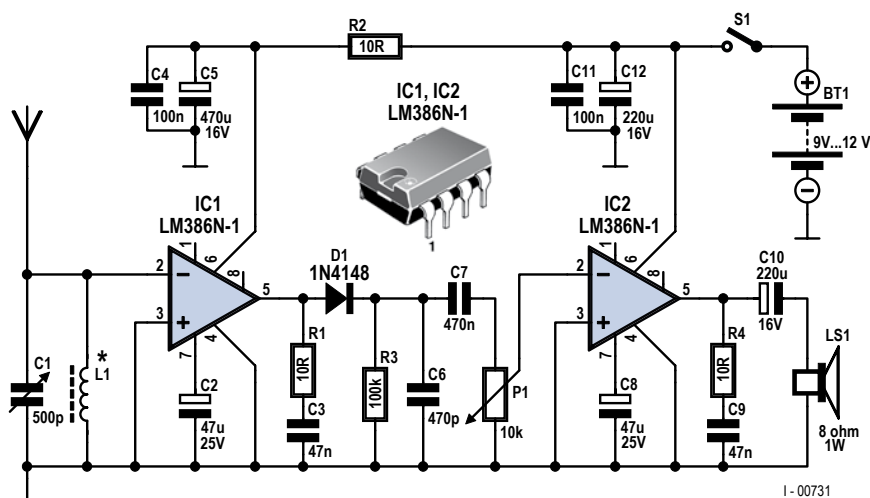
Um ganz sicher zu gehen, wurde IC1 noch mit R2 und C5 entkoppelt. C4 und C11 sorgen für eine zusätzliche HF-Entkopplung. Dazu eignen sich am besten keramische Kondensatoren, die man so dicht wie möglich an den Versorgungseingängen der ICs montiert.

Bei der Herstellung des Schwingkreises (C1/L1) können Sie Ihrer Experimentierlust freien Lauf lassen: Sowohl fertige Spulen aus alten Radios als auch selbst gewickelte Exemplare leisten, wie unsere Laborversuche zeigten, gute Dienste.

Das erste Versuchsmodell bestand aus einem Ferritstab von 10 mm Durchmesser und 37 mm Länge, auf den wir 100 Windungen aus 0,3 mm Kupferlackdraht (CuL) wickelten. Die Induktivität der Spule hatte ungefähr einen Wert von 390 μ H. Das zweite Exemplar besaß 80 Windungen aus 0,4 mm CuL auf einem Ferritstab mit 12 mm Durchmesser von 19 cm Länge. Die Induktivität lag bei 550 μ H. Mit diesen Daten lässt sich die Kapazität des für den Mittelwellenbereich notwendigen Drehkondensators ausrechnen: Alle Typen von 200 bis 500 pF sind gut geeignet. Bei den kleineren Kapazitäten kann man zur Not einen zusätzlichen Kondensator parallel schalten.

Löt and play

Die Schaltung begnügt sich zwar mit einem kleinen Stückchen Lochrasterplatine, doch vergessen Sie nicht, dass hierbei Hochfrequenz im Spiel ist: Vor allem der Bereich um IC1 muss sehr kompakt aufgebaut und vom NF-Teil eventuell mit Abschirmblechen getrennt werden. Im



Bereich des Schwingkreises ist gute, saubere Lötarbeit oberstes Gebot, denn schließlich haben wir es hier mit äußerst kleinen Strömen und Spannungen zu tun. Man baut die Schaltung am besten in ein Metallgehäuse ein (und lässt den Ferritstab draußen). Beim Drehkondensator müssen die mit dem Kondensatorgehäuse verbundenen Platten (die nicht drehenden) an Masse angeschlossen werden.

Das Verstärker-IC LM386N gibt es in vier „Geschmacksrichtungen“ (mit den Suffixen 1, 2, 3 und 4). Für IC1 eignen sich die Endziffern 1 und 3 am besten; für IC2 gilt: Je höher die Zahl, desto mehr Power am Lautsprecher. Empfehlenswert ist die 3, was bei 9 V eine Leistung von 0,7 W an 8 Ω ergibt.

Ohne vernünftige Antenne und ohne Erdung gibt es keinen guten Radioempfang. Als Antenne eignen sich mehrere Meter Kupferdraht an der Zimmerdecke. Als Masse eignen sich Wasserleitungen oder Metallteile von Heizkörpern. Auf den Erdanschluss einer Netzsteckdose sollte aus Sicherheitsgründen besser verzichtet werden.

Bessere Ergebnisse lassen sich mit einer Langdrahtantenne im Freien erzielen. Unter „lang“ versteht man bei Mittelwelle durchaus mehr als 10 m bis etwa 50 m. Mit solch einer Antenne wird man staunen, wie viele selbst weiter entfernte Sender man mit solch einem einfachen Radio vor allem in den Abendstunden empfangen kann.

Die Schaltung funktioniert optimal mit einer Versorgungsspannung zwischen 9 V und 12 V. Da nicht mehr als 10 mA benötigt werden, lässt sich das Radio mit einer 9-V-Blockbatterie optimal betreiben. Viel Spaß beim Bauen, Experimentieren und Hören!

Entwurf: Thomas Scarborough (Südafrika)

den Klang einer Röhrenschaltung immerhin erinnert.

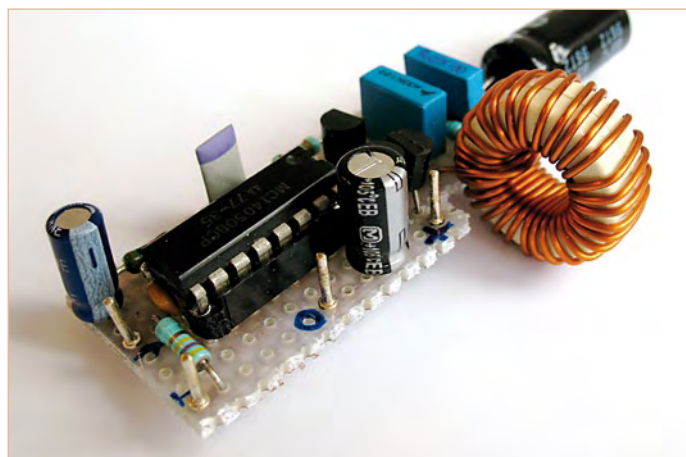
Ein digitaler Verstärker? Was haben sich die Techniker im Elektor-Labor bloß wieder dabei gedacht? Ein (Audio-)Verstärker ist doch geradezu das Paradiespferd analoger Elektronik, oder etwa nicht? Ein klares Jein! Wenn man einen Verstärker als Black Box betrachtet, der auf der einen Seite mit einem schwachen Audiosignal gefüttert wird und auf der anderen Seite ein Signal liefert, das kräftig genug ist, um damit Lautsprecher zu betreiben, dann sollte es eigentlich ziemlich egal sein, was genau wie in der Kiste werkelt, solange sie das tut, was von ihr erwartet wird.

Genau genommen macht unsere Verstärkerschaltung etwas, was normalerweise kein Verstärker tun sollte: Er oszilliert nämlich ganz von alleine und das auch noch hochfrequent! Faktisch handelt es sich dabei um einen selbstschwingenden Pulsweitenmodulator. Im Prinzip also um einen Rechteck-Oszillator, bei dem die Pulsbreite (oder genauer: das Puls/Pausenverhältnis des Ausgangssignals) von der analogen Eingangsspannung abhängig ist.

Man kann die Arbeitsweise eines solchen „digitalen“ Verstärkers wie folgt beschreiben: Ein niedrigfrequentes Eingangssignal steuert (moduliert) eine Oszillatorschaltung, so dass die Breite der erzeugten Ausgangsimpulse direkt der Höhe der Eingangsspannung entspricht. Mit diesem Signal werden dann ordinäre Schalttransistoren angesteuert, die ordentlich Strom liefern können. Zum Schluss kommt schlicht eine Tiefpass-Schaltung zwischen Verstärker-Ausgang und Lautsprecher, welche aus dem schnell pulsierenden modulierten Signal ein nicht pulsierendes niederfrequentes Ausgangssig-

„Röhrenklang“ aus einem IC

Audiophile Zeitgenossen würden das Teil nicht mal mit der Kneifzange anfassen. Zur Debatte steht die Frage, ob ein Röhrenverstärker oder einer mit Transistoren „besser klingt“. Also der Gegensatz des viel gerühmten „warmen“ Röhrenklangs zu den fast unmessbaren Verzerrungen moderner Transistorverstärker. Wir maßen uns nicht an, diese ewige Frage „objektiv“ zu entscheiden, sondern präsentieren stattdessen einen kleinen digitalen(!) Verstärker, der an



nal macht, das den Lautsprecher antreibt. Der große Vorteil des Verfahrens: Da die Transistoren stets voll durchschalten oder voll sperren, halten sich die Verluste in Grenzen und der Wirkungsgrad ist sehr hoch.

Einige Details

Die Ausgangsstufe besteht aus kleinen MOSFETs (T1...T3) die etwa 0,5 A schalten können. Die vorgesehenen preiswerten Exemplare haben aber leider einen relativ hohen Kanalwiderstand (im durchgeschalteten Zustand). Beim BS170 beträgt dieser Widerstand bei 10 V am Gate immerhin „nur“ 5 Ω , doch ein BS250 bringt es bei gleichen Bedingungen auf nur 14 Ω . Um den Lautsprecher halbwegs symmetrisch anzusteuern, wurden einfach zwei der BS250 parallelgeschaltet.

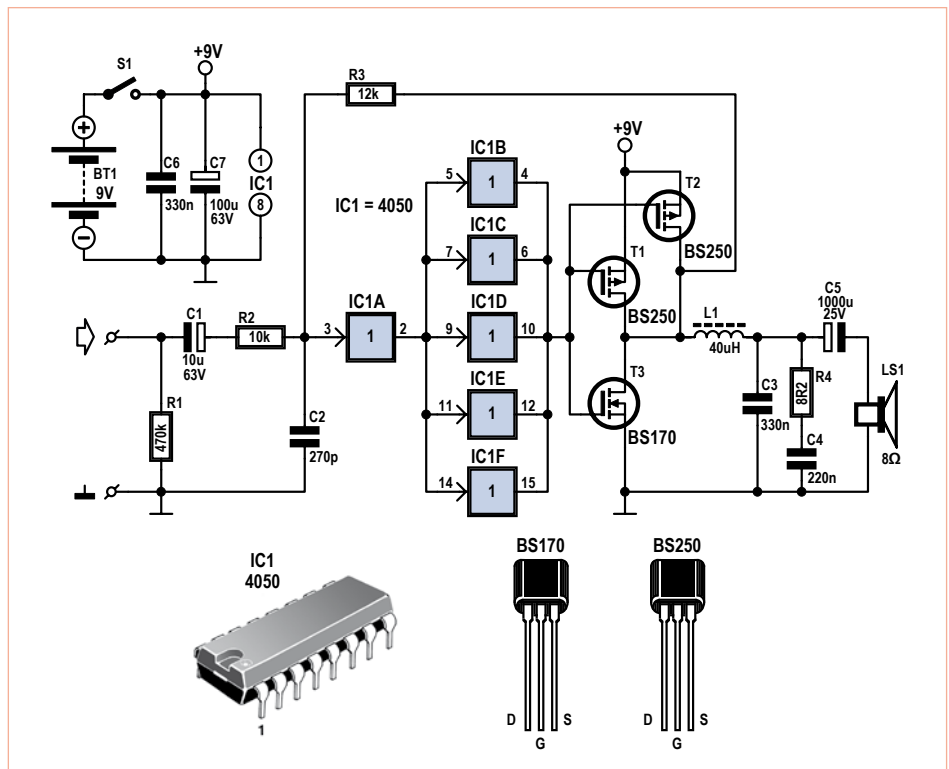
Die Schaltung wird „asymmetrisch“ mit einer kleinen 9-V-Batterie versorgt, was bedeutet, dass der Eingang mit dem Koppelkondensator C1 und der Ausgang mit C5 gleichspannungsmäßig abgetrennt werden muss. Als Treiber für die Transistoren kommen Puffer aus der 4xxx-Serie der CMOS-Logik-Familie zum Einsatz. Sie sind lange nicht so schnell wie die der 74HC-Reihe, verfügen aber über einen erweiterten Betriebsspannungsbereich von 3...18 V. Wie man sieht, ist einer Parallelschaltung von 5 Puffern ein sechster vorangestellt. Dies sorgt für eine hohe Verstärkung und liefert ausgangsseitig genug Treiberstrom für schnelles Schalten der Transistoren.

L1 bildet zusammen mit C3, C4 und R4 ein Filter, das dafür sorgt, dass nur die gewünschten hörbaren Frequenzen an den Lautsprecher gelangen. Für L1 kann man problemlos eine Entstörschleife mit Ringkern benutzen, solange die Strombelastbarkeit mindestens 0,5 A beträgt. Die Verstärkung der Schaltung wird durch das Rückkopplungsverhältnis und somit durch das Verhältnis R2/R3 festgelegt. Auch die Ausgangsimpedanz der Signalquelle spielt eine Rolle. Solange diese deutlich niedriger als R2 mit seinen 10 k Ω ist, liegt die Spannungsverstärkung bei etwa 1. Die Stromverstärkung ist natürlich viel höher und passend für einen 8- Ω -Lautsprecher.

Aufbau und „technische Daten“

Der Bau dieses Verstärkers auf einer Lochrasterplatine ist zwar einfach, doch ohne Sorgfalt kann er schon einmal nicht funktionieren. Für IC1 empfiehlt sich eine Fassung. Achtung: Die Pins 13 und 16 des ICs werden nirgendwo angeschlossen! Angesichts der hohen Oszillatorfrequenz (ca. 900 kHz bei 9 V) ist der Einbau in ein abschirmendes Metallgehäuse zwingend, um Störungen zu vermeiden. Bei 9 V kann das Verstärkerchen maximal 650 Milliwatt an einem 8- Ω -Lautsprecher liefern – enorm, nicht? Die Verzerrungen betragen bei hoher Lautstärke rund 5%. Bei 1 mW Leistung gehen sie auf immerhin 0,15% zurück. Mit C5 = 1.000 μ F beträgt die Bandbreite 25 Hz...22 kHz.

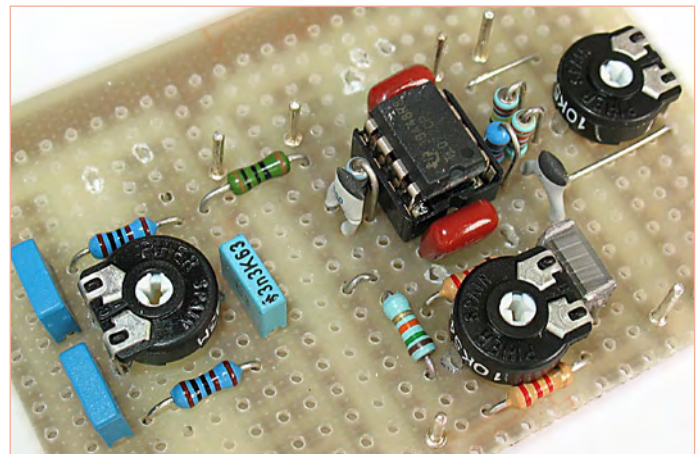
Zugegeben: Ein High-End-Verstärker ist es nicht gerade geworden.

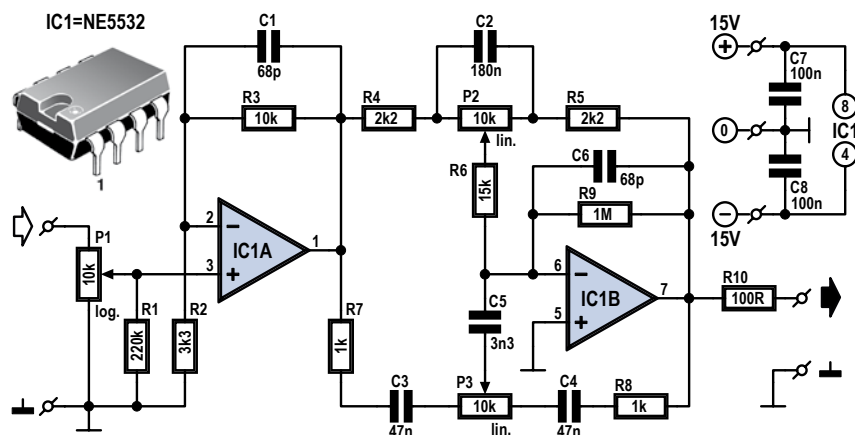


Aber man kann damit Erfahrungen mit einem digitalen Verstärker sammeln. Und es ist sehr interessant, mit einem Oszilloskop die unterschiedlichen Kurvenformen zu inspizieren.

Darf's etwas mehr sein?

Man muss doch schmunzeln, wenn an der Fleischtheke die Verkäuferin beim Abwiegen wie immer stereotyp die Frage stellt: „Darf's etwas mehr sein?“. Neulich als einige Entwickler im Elektor-Labor über die obere Grenzfrequenz eines neuen Klangreglers diskutierten, drängte sich eine ähnliche Frage auf „Dürfen es ein paar Hertz mehr sein?“ Beim vorigen PDM-Verstärker wurde erwähnt, dass sich die Audiowelt in „Röhrenliebhaber“ und „Transistorfans“ unterteilen lässt. Innerhalb jeder dieser beiden Kategorien existiert jedoch noch





eine weitere Unterscheidungsmöglichkeit: Auf der einen Seite gibt es die Puristen, für die jede Art von Klangregelung und Klingbeeinflussung „des Teufels“ ist – und dann noch die (wie nennt man die eigentlich?) „Optimierungsfreaks“, die den Klang einer Anlage gerne mit allerhand technischen Tricks verbessern.

Für die erste Gruppe besteht der ideale Vorverstärker aus nichts weiter als einem Stück Draht und vielleicht noch einem Lautstärke-Poti als Zugeständnis an den häuslichen Frieden. Die zweite Gruppe ist weniger streng und „würzt“ die aus dem Lautsprecher ertönde Musik gern nach persönlichem Geschmack. Sollten Sie zur letztgenannten Gruppe gehören, dann sind sie hier genau richtig.

Die fast schon als „klassisch“ zu bezeichnende Klangregler-Schaltung verstärkt das Signal um den Faktor 4, so dass man bereits von einem Vorverstärker sprechen kann. Für den beschriebenen PDM-Verstärker stellt sie vor allem bei preiswerten Lautsprechern eine ideale Ergänzung dar. Der Regelbereich beträgt ungefähr ± 14 dB (bei 20 Hz und 20 kHz). Wem das nicht genügt, der sollte sich wohl nach besseren Lautsprechern umschauchen.

Dem Lautstärkereglern P1 am Eingang (links) schließt sich ein Pufferverstärker an (IC 1a). Dieser nicht invertierende Verstärker hat eine Verstärkung um den Faktor 4, der sich aus der Formel „ $R3/R2+1$ “ ergibt. Bei einer Versorgungsspannung von ± 15 V lassen sich noch Eingangssignale bis zu 2 V problemlos verstärken (MP-, CD-, oder DVD-Player).

Für die eigentliche Klangregelung ist der Opamp IC1b mit seinen peripheren Bauteilen verantwortlich. Hierbei handelt es sich um

einen invertierenden Verstärker mit zwei parallel geschalteten Gegenkopplungsschleifen: Eine für die Höhen und eine für die Bässe. Die Wirkungsweise nicht schwer zu verstehen.

Zunächst die ganz tiefen Frequenzen: Für diese verhalten sich die Kondensatoren C3, C4 und C5 wie ein sehr großer Widerstand, so dass die Stellung von P3 kaum Einfluss auf die Übertragung tiefer Frequenzen ausübt. Ganz anders verhält es sich jedoch bei P2, wie die entsprechende Formel zeigt. Damit wird nämlich die Verstärkung tiefer Töne eingestellt. Die maximale Bassverstärkung ergibt sich aus der Formel: $(R5+P2)/R4 = 5,5$ -fach. Für die minimale Verstärkung gilt: $R5/(R4+P2) = 0,18$ -fach.

Nun zu den hohen Frequenzen. Für sie ist C2 niederohmig, so dass P2 quasi kurzgeschlossen wird. Auch C3, C4 und C5 kann man fast als Drahtbrücke betrachten. Die Verstärkung hoher Töne kann somit durch P3 eingestellt werden. Man sollte nun erwarten, dass für den Einstellbereich nun folgende Formeln gelten: $(R8+P3)/R7 = 11$ -fache bis $R8/(R7+P3) = 0,09$ -fache Verstärkung.

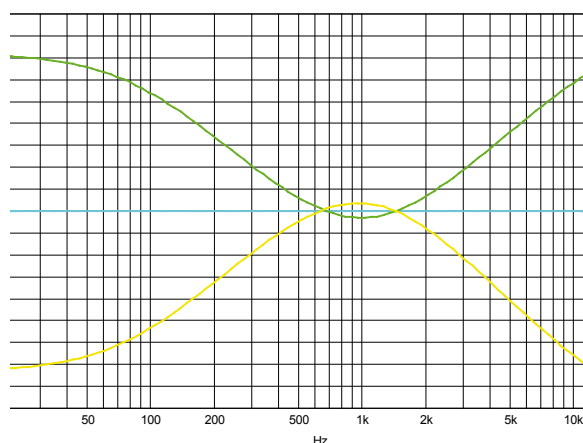
In der Praxis ist die Verstärkung jedoch auf Grund von R4...R6 geringer, da diese Widerstände parallel zu den für die hohen Töne zuständigen Bauteilen geschaltet sind. Resultat ist eine Verstärkung zwischen 0,15 und 6,5.

Natürlich wurde die Schaltung im Labor auch ausgiebig getestet. Die Ergebnisse können der Grafik entnommen werden. Die grüne Kurve zeigt das Übertragungsverhalten mit beiden Potis (P2 und P3) auf Maximum und die gelbe Kurve ergibt sich bei Minimalstellung. Die blaue Kurve entspricht der Mittelstellung.

Jetzt wird auch klar, warum sich das Lautstärke-Poti am Eingang und nicht am Ausgang befindet: Auf diese Weise wird eine Übersteuerung der Schaltung vermieden: Die bei der maximalen Verstärkung der Klangregelstufe eventuell auftretenden Verzerrungen lassen sich verhindern, wenn man den Pegel des Eingangssignals mit dem Poti der Eingangsstufe entsprechend abschwächt.

Für den Aufbau der Schaltung empfiehlt sich eine kleine Lochrasterplatine. Verwenden Sie eine Fassung für das IC und halten Sie die Anschlussdrähte zu den Potis möglichst kurz. Im Versuchsaufbau haben wir übrigens Trimpoties verwendet.

Als Doppel-Opamp wurde der NE5532 ausgewählt, weil er speziell für Audio-Anwendungen entwickelt wurde. Mit diesem Verstärker liegt der Klirrfaktor der Schaltung bei 1 V Eingangsspannung und Frequenzen unter 20 kHz bei etwa 0,002%. Der Nachteil des Opamps ist sein relativ hoher Stromverbrauch (7,5 mA). Als Ersatz bietet sich der nur etwa 3,8 mA verbrauchende Typ TL072 an (oder fast jeder andere Dual-Opamp). Dies ermöglicht den Betrieb mit zwei 9-V-



Batterien als Alternative zu einem Netzteil. Der beim TL072 etwas höhere Klirrfaktor von 0,007% befindet sich jedoch immer noch im „grünen“ Bereich.

Wem die Verstärkung der Vorstufe zu hoch erscheint, kann den Widerstand R2 weglassen, wodurch sich die Verstärkung auf den Faktor 1 reduziert.

Die Schaltung wurde für kleinere Lautsprecherboxen konzipiert. Bei größeren Boxen kann der Wert von C2 vergrößert werden, was zu einer Verringerung der Bandbreite führt.

Die Frequenzobergrenze von 20 kHz kann durch eine Verkleinerung von C5 verringert werden.

Experimenteller Metalldetektor

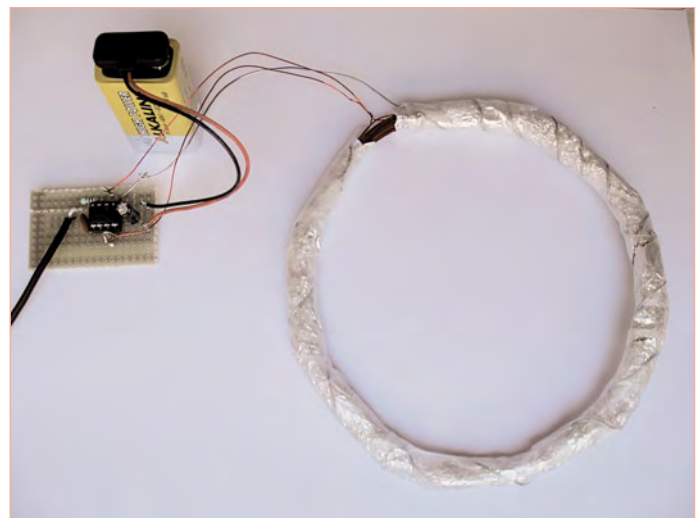
Der Traum jedes Amateur-Schatzsuchers: Der Zeiger des Metalldetektors zuckt (oder es piepst) und nach einigen Minuten hektischen Grabens mit den bloßen Händen steht ein antiker Tontopf vor einem, bis zum Rand gefüllt mit Goldmünzen und Schmuck. Man kann sich gar nicht richtig entscheiden: Ewiger Ruhm oder Reichtum oder beides ;-)

Leider kommt das nicht ganz so häufig vor wie der zugehörige Traum. Aber wer weiß: Vielleicht liest man eines Tages in der Zeitung, dass ein glücklicher Elektor-Leser mit einem mit Hilfe dieser Anleitung selbstgebauten Detektor im Garten auf einen Schatz aus der Römerzeit gestoßen ist.

Viele brauchbare Metalldetektoren zeichnen sich vor allem durch eines aus: Ihr Preis liegt irgendwo zwischen Schmerz und unbezahlbar. Auch die meisten Selbstbau-Varianten sind nicht ganz billig und außerdem sorgt alleine schon die Konstruktion für etliches Kopferbrechen.

In genau dieser Situation befand sich Thomas Scarborough. Und also verdünnisierte er sich in sein Hobby-Labor und bastelte dort und lötete. Heraus kam er wieder mit einem gleichzeitig preiswerten und außergewöhnlich einfachen Entwurf eines Metalldetektors:

Die Schaltung dieses Arme-Leute-Detektors erstaunt wirklich, denn sie funktioniert mit einem absoluten Minimum an Elektronik: Selbstverständlich muss das Allerwelts-IC 555 wieder einmal dran glauben. Noch zwei Widerstände, zwei Kondensatoren eine Rolle mit 0,3-mm-Kupferlackdraht und fertig. Na gut: Ein Mittelwellenradio braucht man auch noch, doch es muss nichts Besonderes sein und ein richtiger Bastler hat so etwas sowieso irgendwo herumliegen. Der Timer ist schon schwer erstaunlich, wenn man überlegt, was man damit so alles machen kann. Hier fungiert er als eine Art Inverter, wobei die Spannung an Pin 6 (Threshold) und Pin 7 (Discharge) via Suchspule L1 zum Trigger-Eingang Pin 2 zurück gekoppelt wird. In Folge der Reaktanz (Wechselstromwiderstand) der Spule und der unvermeidlichen Durchlauf-Verzögerung des ICs fängt die Schaltung an zu oszillieren und erreicht dabei eine Frequenz, die im Bereich von 80 kHz liegt. Am Ausgang Pin 3 kann man eine Rechteckwelle mit dieser Frequenz abgreifen.

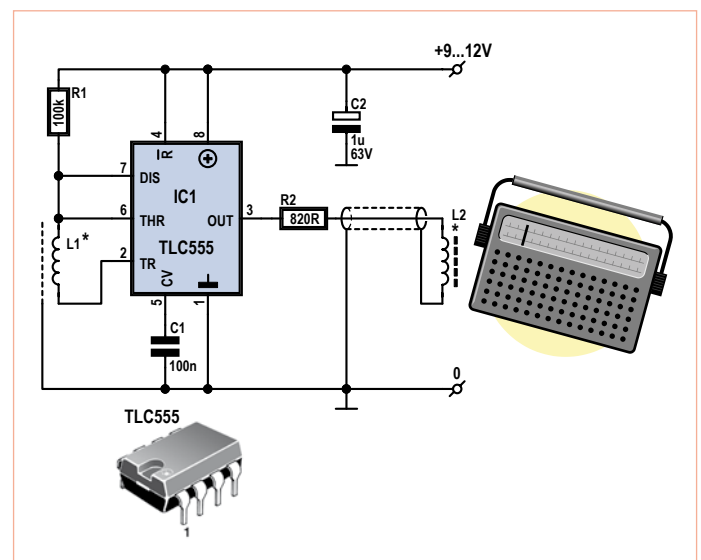


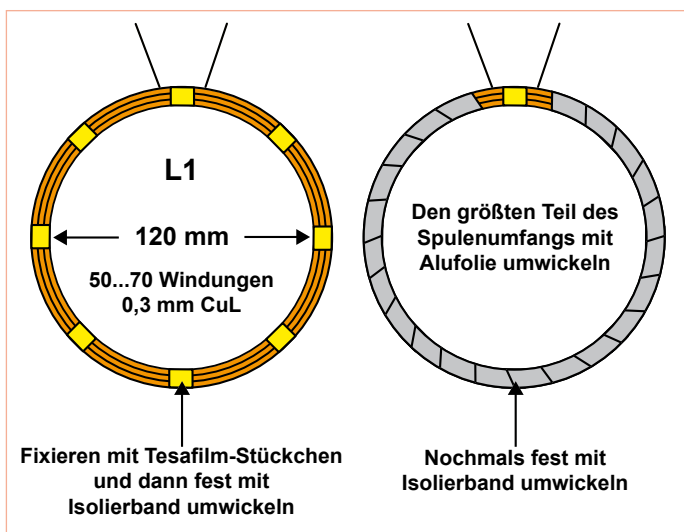
Alleine mit dem 80-kHz-Rechteck-Signal kann man noch nicht viel anfangen und da kommt der von Thomas verwendete Trick 17 zum Zuge: Am 555-Ausgang wird nämlich eine zweite Spule angeschlossen, die als Sendeantenne (mit sehr geringer Leistung) dient. Bringt man nun einen kleinen Mittelwellenempfänger in die Nähe der Sendeantenne, dann wird man auf etlichen Frequenzen im Abstimmbereich ein Pfeifen feststellen können. Dabei handelt es sich um einen Schwebungston, der entsteht, wenn eine der hochfrequenten harmonischen Oberwellen der 80-kHz-Rechteck-Welle (und Rechteck-Signale sind besonders reich an harmonischen Oberwellen) frequenzmäßig dicht an einer abgestimmten Frequenz liegt.

Die Arbeitsweise des Metalldetektors ist somit klar: Man stimme das Mittelwellenradio so ab, dass laut und deutlich eben genau KEIN Pfeifton zu vernehmen ist. Aus Lautsprecher (oder Kopfhörer) vernimmt man also NICHTS. Kommt die Suchspule L1 jetzt in die Nähe von Metall, ändert sich ihre Selbstinduktion und somit auch der Wechselstromwiderstand und die erzeugte Frequenz. Und da man am Empfänger nichts geändert hat, ergibt sich jetzt ein Schwebungston zum Zeichen, dass ein Schatz gefunden wurde ;-)

Praxis

So eine einfache Schaltung lässt sich leicht auf einem Stück Lochrasterplatine aufbauen (siehe Foto). Die meiste Arbeit macht





Die Schaltung eignet sich zur Versorgung aus Batterien. 9...12 V sind ideal. Wenn man eine TLC-Version des 555 verwendet, bleibt die Stromaufnahme bei etwa 10 mA, so dass man sogar mit einer kleinen 9-V-Batterie viele Stunden lang auf Schatzsuche gehen kann. Man darf natürlich bei einer so einfachen Schaltung keine Wunder erwarten. Um Ihnen eine Vorstellung von der Empfindlichkeit dieses Detektors zu geben: In Luft kann man damit eine Münze mit 25 mm Durchmesser in einem Abstand von über 10 cm detektieren. Bei größeren metallischen Gegenständen steigt die Reichweite noch.

Entwurf: Thomas Scarborough (Südafrika)



sicher das Wickeln der beiden Spulen, aber so schlimm ist das auch wieder nicht.

Für das Wickeln der Suchspule L1 ist ein Stück Rohr aus Plastik oder Karton mit einem Durchmesser von ca. 120 mm eine große Hilfe. Auf ein paar mm mehr oder weniger kommt es nicht an. Auf dieses Rohr wickelt man 50...70 Windungen Kupferlackdraht mit 0,3 mm Durchmesser. Anschließend schiebt man die Wicklung vorsichtig von der Röhre, fixiert sie mit ein paar Streifen Klebeband oder Tesa und umwickelt die Spule sorgfältig mit Isolierband oder Ähnlichem, um ihr mechanische Stabilität zu geben.

Zum Schluss erhält die Suchspule eine Art Faradaysche Abschirmung. Hierzu umwickelt man sie mit einem Stück Alufolie. Aber Achtung: Damit sich keine geschlossene Wicklung ergibt, muss über die komplette Länge ein Streifen von einigen mm offen bleiben (Zur Not mit der Schere nachschneiden). Diese Abschirmung wird dann mit der Schaltungs-Masse verbunden. Am besten legt man hierzu sorgfältig einen blanken Draht auf die Alufolie und verklebt das Ganze wieder mit Isolierband.

Die Anschlussdrähte von Suchspule L1 zur Elektronik sollten kurz gehalten werden. Die Platine muss man deshalb in die Nähe der Suchspule montieren.

Die Sendespule L2 besteht aus 80 Windungen Kupferlackdraht mit 0,3 mm auf einem kurzen Stück Ferritstab (z.B. aus einem alten Mittelwellenradio). Diese Spule wird – wie auf dem Foto zu sehen, mit einem abschirmenden Koaxialkabel an die Schaltung angeschlossen. Die Abschirmung kommt dabei natürlich an die Schaltungs-Masse. Die Spule selbst muss möglichst nah am Radio platziert werden. Sollte das Signal zu schwach sein, kann R2 auf 680 Ω oder gar 560 Ω reduziert werden.

Sparsamer Camping-Dimmer

Gerade beim Camping ist ein sparsamer Umgang mit Energie wichtig, damit die Autobatterie auch am nächsten Morgen noch für einen kraftvollen Motorstart sorgt und nicht bei Nacht durch eine allzu verschwenderische Zeltbeleuchtung an den Rand der Erschöpfung gebracht wurde. Ein brauchbares Rezept zur Stromersparnis besteht unter anderem darin, die Helligkeit der Lampe den jeweiligen Umständen anzupassen. Ein ständiger Wechsel des entsprechenden Glühbirchens erwies sich dabei jedoch als extrem unpraktisch. Viel besser geht das mit einem Dimmer.

Im Wohnbereich werden elektronische Dimmer schon seit Jahrzehnten verwendet. Solche Geräte besitzen den Vorteil, dass sie die Energie, die der Lampe beim Abdunkeln entzogen wird, nicht in überflüssige Wärme verwandeln. Leider eignen sich Haushaltsdimmer nur für Wechselspannung und nicht für die vom Auto-Akku gelieferte Gleichspannung. Mit nur wenigen Bauteilen ist der Selbstbau eines Camping-Dimmers jedoch problemlos möglich, allerdings nur für 12-Volt-Glühbirnen.

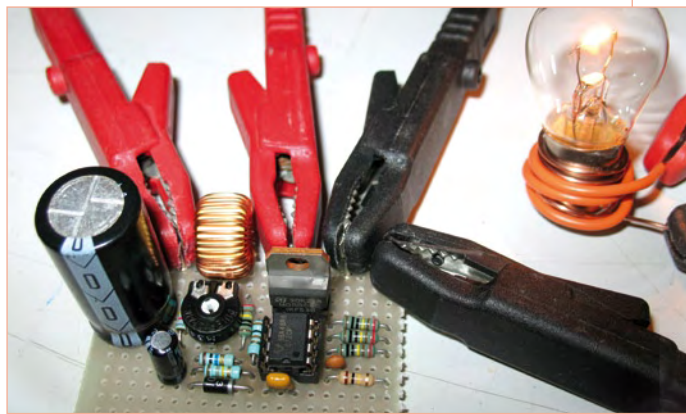
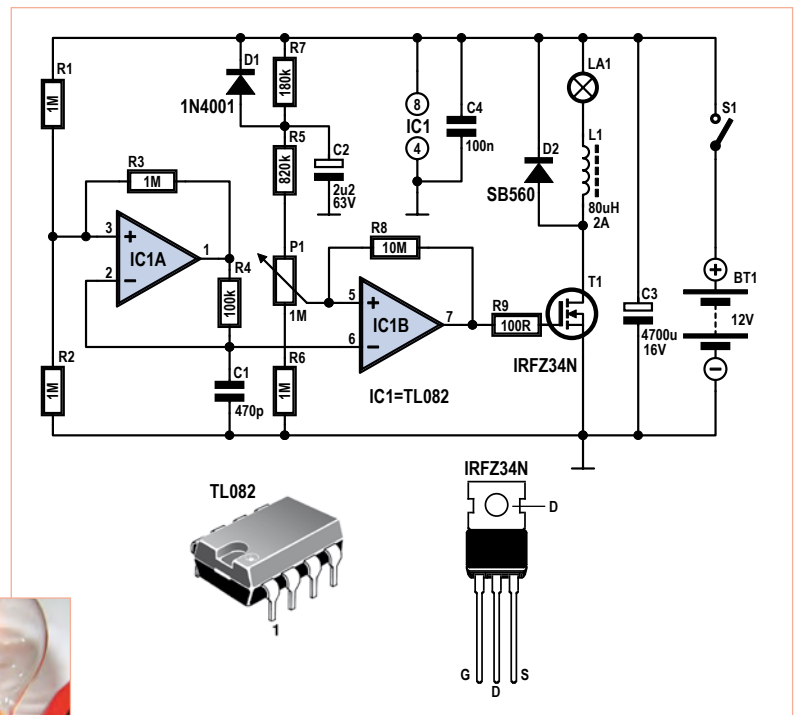
Das Prinzip eines Energie sparenden Dimmers, ganz gleich ob für 230 V im Haus oder für 12 V beim Camping, besteht darin, dass die Lampe permanent ein- und ausgeschaltet wird und zwar so schnell, dass es von unseren relativ trägen Augen nicht mehr wahrgenommen wird. Die thermische Trägheit des Glühfadens in der Lampe verbessert dabei die von uns wahrgenommene kontinuierliche Helligkeit. Das schnelle Schalten der Lampe geschieht mittels eines elektronischen Schalters, in welchem (theoretisch) keine Energie verloren geht. Entweder ist er geschlossen und es fließt Strom oder er ist geöffnet und es fließt kein Strom. Und wo kein Strom fließt, wird auch kein Strom verbraucht und schon gar nicht berechnet. In der Praxis fällt wenn Strom fließt immer eine geringe Restspannung über dem Schalter ab. Außerdem öffnet und schließt der Schalter nicht unendlich schnell, so dass immer noch ein ganz klein wenig Energie in Form von Wärme verloren geht. Diese Aspekte können jedoch in der Praxis getrost vernachlässigt werden.

Was geschieht nun, wenn man die ständig ein- und ausgeschaltete Lampe ein wenig heller leuchten lassen möchte? Ganz einfach: Man

verlängert die Zeit, in welcher der Schalter geschlossen ist und verkürzt die Zeit, in der er geöffnet ist. Da sich nur das Verhältnis der Zeiten zwischen ein und aus ändert, bleibt die Schaltfrequenz gleich. Es ändert sich lediglich der so genannte „Duty Cycle“.

Als Schalter fungiert der Power-MOSFET T1, der durch die links angeordnete Einheit angesteuert wird.

Der mit IC1A aufgebaute Oszillator liefert eine halbwegs dreieckförmige Ausgangsspannung. Diese Dreiecksspannung wird durch den als Komparator fungierenden Opamp IC1B mit einer durch P1 eingestellten Referenzspannung



derung mit der Autobatterie verbunden werden. Bei 0%-Dimmung (Lampe dunkel) beträgt die Stromaufnahme zwar nur ca. 4 mA, aber auch dieser extrem geringe Verbrauch kann durch das komplette Abschalten mittels S1 (0 mA) noch unterboten werden. In unserer Versuchsschaltung wurde für P1 der Einfachheit halber nur ein Trimpoti verwendet. Praktischer ist natürlich ein „richtiges Poti“ mit Achse und Knopf.

Berührungsloser Schalter

Das ist doch Zauberei: Man führt ein paar Gesten im Harry-Potter-Stil aus und unheimlicherweise geht das Licht an oder Musik erklingt... Zwar sieht das Elektronik-Labor von Elektor von außen fast so aus, ist aber doch nicht unbedingt mit der Hogwarts-Schule für Hexerei und Zauberei zu verwechseln: Alles, was in diesem Labor geschieht oder entsteht, ist fest in Realität und konventioneller Physik verankert, kann also prinzipiell von jedem verstanden und nachgebaut werden. Wenn man einen Schalter konstruieren will, der berührungslos schaltet, dann führen viele Wege zum Ziel. Es gibt zum Beispiel kapazitive oder induktive Näherungsschalter. Leider erfordern diese Konzepte trotz Zuverlässigkeit etwas mehr elektronischen Aufwand. Im Elektor-Labor wurde deshalb nach möglichen Alternativen Ausschau gehalten. Die Lösung: Nur ein paar Bauelemente, die man vermutlich größtenteils sogar irgendwo herumliegen hat, und schon hat man eine so genannte Reflexlichtschranke. Das Prinzip ist einfach: Eine Infrarot-LED sendet ein (unsichtbares) Licht aus, das im Normalfall und anders als üblich den Empfänger nicht (!) erreicht. Wenn man jetzt eine Hand in den Leuchtbereich einer solchen Reflexlichtschranke hält, wird ein Teil des Lichts dann doch zum Empfänger hin reflektiert. Und wenn der Empfänger empfindlich genug ist, kann er dieses Licht auswerten und etwas einschalten.

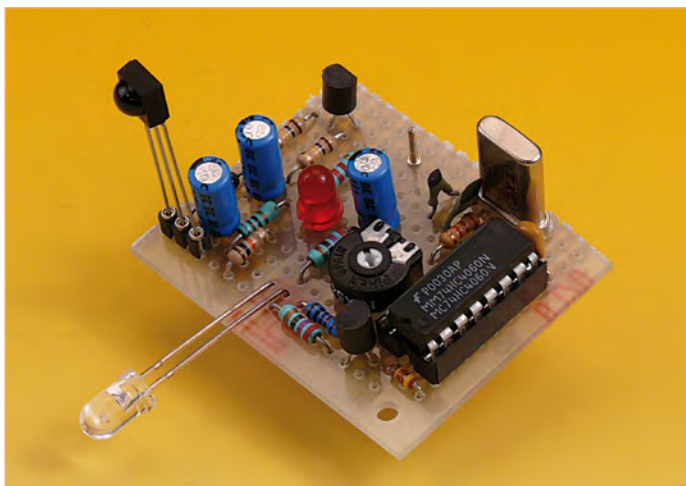
verglichen. Fällt der momentane Wert der Dreiecksspannung unter denjenigen der Referenzspannung, dann schaltet der Ausgang des Komparators auf einen Wert von 12 V um. Dies bewirkt wiederum, dass der Transistor leitend wird und Strom durch die Lampe fließen kann. Steigt die Dreiecksspannung über den Wert der Referenzspannung, dann sinkt die Spannung an IC1B auf Null Volt, der Transistor sperrt und der Strom durch die Lampe wird unterbrochen. Dies alles spielt sich mit einer „unsichtbaren“ Frequenz von ca. 12,5 Hz ab.

Durch das Verändern der Referenzspannung mittels P1 kann das Puls-Pausen-Verhältnis der dem Transistor zugeführten Rechtecksspannung und damit die Helligkeit der Lampe verändert werden. Mit den vorgegebenen Werten für R5, R6, R7 und P1 ist eine Regelung von 0 bis 100% möglich. Toleranzabweichungen von P1 können den Regelbereich einschränken. Die Werte von P1 und R6 müssen dann geringfügig angepasst werden. Sowohl P1 als auch R6 sollten dabei jeweils der Summe R5 + R7 entsprechen.

Eine Spule mit 80 mH (60...100 mH sind tolerierbar) ist in Serie zur Lampe geschaltet. Sie dient zur Begrenzung der Schaltströme und zur Dämpfung elektromagnetischer Störungen und sollte für einen Strom von mindestens 2 A ausgelegt sein.

Beim Einschalten des Dimmers sorgt C2 dafür, dass die Helligkeit der Lampe sich langsam dem mit P1 eingestellten Wert nähert. Eine Maßnahme, die zur Erhöhung der Lebensdauer der Lampe beiträgt.

Noch ein paar praktische Hinweise: Die Leistung der Lampe sollte 24 W nicht überschreiten. Bei einer Spannung von 12 V fließt dann ein Maximalstrom von 2 A. Der Schalter S1 muss ebenfalls 2 A vertragen können. Die Schaltung sollte nur über eine träge 2-A-Schmelzsicherung



Die Schaltung besteht aus zwei Teilen: einem Sender und einem Empfänger. Um den Aufbau stark zu vereinfachen, ist der Kern des Empfängers in einem IR-Empfängermodul (IC2) integriert, das normalerweise für IR-Fernbedienungen eingesetzt wird. Das dreibeinige IC vom Typ SFH5110-36 hat zur Registrierung und Demodulation eines modulierten IR-Signals schon alles eingebaut und verfügt über ein paar Eigenheiten, die man berücksichtigen muss. IC2 wird vermutlich nicht einfach so in einer Schublade herumliegen. Der Sender basiert auf einer schnellen HC-Variante des bekannten CMOS-Binärzählers 4060 (IC1). In seinem 16-poligen Gehäuse steckt eine Oszillatorschaltung zusammen mit einem Binärteiler mit 14 Stufen, wovon allerdings nur die 10 letzten Stufen an Ausgängen zugänglich sind. Um von vorneherein keinerlei Abgleichprobleme aufkommen zu lassen, wurde der Oszillator mit dem Quarz X1 hochgenau gemacht. Aufgrund der hohen Frequenz von 9,216 MHz kommt sowieso nur ein HC-Typ des 4060 in Frage. Am Ausgang Q8 von IC1 (Pin 14) kann man die durch $2^8 = 256$ geteilte

Oszillatorfrequenz von 36 kHz abgreifen. Und auf diese Frequenz reagiert IC2 am empfindlichsten (das IC ist auch für andere Frequenzen erhältlich, doch hier wird idealerweise der Typ SFH5110-36 eingesetzt). IC1 steuert also T1 und über R4 dann die IR-LED D2 mit 36 kHz. Mit P1 kann man den Strom durch D2, damit die Sendeleistung und letztlich die Reichweite der ganzen Schaltung einstellen. Dies lässt zu, dass die Empfängerseite ganz ohne Abgleich auskommt.

Unklar ist lediglich noch die Funktion von D1, welche die Basis von T1 mit Ausgang Q14 des 4060 (Pin 3) verknüpft. Die Auflösung des Rätsels: IC2 erwartet ein moduliertes IR-Signal. Modulierte Signale sind nämlich viel selektiver und störunempfindlicher. Ein nichtmoduliertes Signal wird schlicht ignoriert. Zwecks Modulation wird daher das 36-kHz-Signal an der Basis von T1 via D1 im Rhythmus des Signals von Pin 3 von IC1 ($9,216 \text{ MHz} / 2^{14} = 562,5 \text{ Hz}$) blockiert und freigegeben. Und schon ist eine einfache 50%-Modulation realisiert!

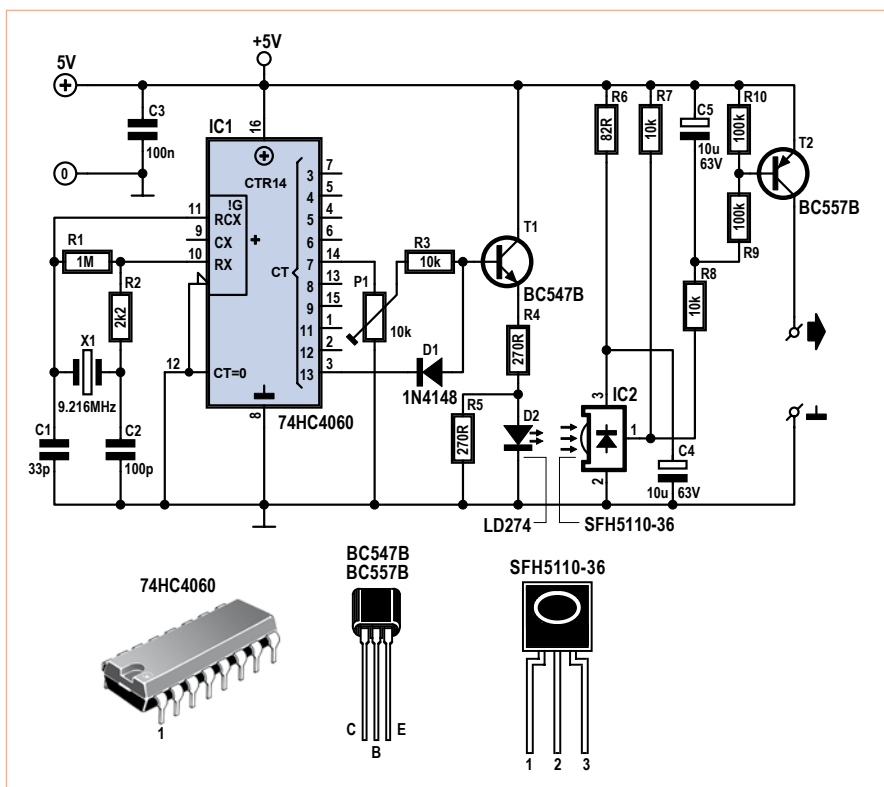
Sobald nun IC2 das (reflektierte) IR-Licht von D2 sieht, liefert sein Ausgang eine Rechteckwelle mit der demodulierten Frequenz von eben diesen 562,5 Hz. R8 formt zusammen mit C5 daraus ein Schaltsignal, womit über den Spannungsteiler aus R9 und R10 dann Transistor T2 angesteuert wird. Der Spannungsteiler ist erforderlich, damit T2 nicht schon auf die kleineren Pegel normaler Fernbedienungen reagiert. T2 muss ein PNP-Transistor sein, falls man den angegebenen Typ nicht in der Schublade findet. Der Ausgang von IC2 ist ohne Signal „high“ und T2 bleibt hochohmig. Wird das modulierte Signal empfangen, liegen an C5 rund 2,5 V an. Das reicht aus, um über den Spannungsteiler T2 durchzuschalten.

Am Ausgang der Schaltung könnte man ohne Probleme direkt eine

Low-Current-LED mit einem Vorwiderstand von etwa $1 \text{ k}\Omega$ anschließen. Will man weitere TTL- oder CMOS-ICs ansteuern, muss man den Ausgang mit einem so genannten Pull-Down-Widerstand (etwa $10 \text{ k}\Omega$) auf Masse legen, damit ordentliche Low-Pegel entstehen. Ein eventuell angeschlossenes Relais darf nicht mehr als 30 mA von T2 verlangen, sonst muss man noch eine Pufferstufe hinzufügen.

Der Bau der Schaltung sollte keine größeren Probleme bereiten. Für IC1 und für X1 empfehlen sich Fassungen. Die Bauteile rund um X1 sollten keine langen Leiterbahnen und besser kurze Verbindungen zu IC1 haben. Damit der IR-Empfänger IC2 nicht ungewollt direkt von der Sende-LED D2 bestrahlt wird, empfiehlt sich eine kleine Trennwand dazwischen. Beide Bauteile sollten selbstverständlich nicht aufeinander gerichtet sein, sondern in die gleiche Richtung „schauen“.

Wie schon erwähnt, bestimmt die Stellung von P1 die Reichweite. Mit den angegebenen Werten der Bauteile kann man etwa maximal 20 cm erzielen. Die Reichweite lässt sich mit kleineren Werten für R4 noch ein Stückchen erhöhen.



Audioverstärker im Briefmarkenformat

Es gibt nahezu endlos viele Anwendungen, in denen Signale verstärkt und über einen Lautsprecher hörbar gemacht werden müssen, doch häufig fehlt der notwendige Platz, um die dazu notwendigen Bauteile unterzubringen. Genau für solche Fälle stellen wir Ihnen hier einen Subminiaturverstärker vor, der sich mit etwas handwerklichem Geschick auf die Größe einer Briefmarke schrumpfen lässt.

Der TDA7052 stellt ein typisches Beispiel einer voll integrierten Verstärkerschaltung dar: Extern werden nämlich nur noch zwei Entkopplungskondensatoren benötigt. Das ist schon alles!

Die Schaltung enthält eine grob strukturierte Darstellung des Innenlebens: Zwei Verstärker in Brückenschaltung, damit das IC auch bei relativ niedriger Versorgungsspannung noch eine brauchbare Leistung bringt.

Da die Empfindlichkeit des TDA7052 recht hoch ist, haben wir den Eingang noch mit einem Trimpoti versehen, damit er nicht übersteuert wird. Natürlich lässt sich zu diesem Zweck auch ein per Knopf bedienbares Poti mit Achse verwenden.

Die maximale Ausgangsleistung beträgt etwa 1 Watt, was für die meisten Anwendungen völlig ausreicht. Die maximale Versorgungsspannung der Schaltung erscheint mit 18 V recht hoch. Aus diesem Grunde sollte darauf geachtet werden, dass sie in der Praxis den Wert von 6 V nicht überschreitet, da für den Chip ansonsten die Gefahr der Überhitzung gegeben ist. Bei zu starker Erhitzung

sorgt eine eingebaute, thermische Sicherung für das automatische Abschalten des Verstärkers.

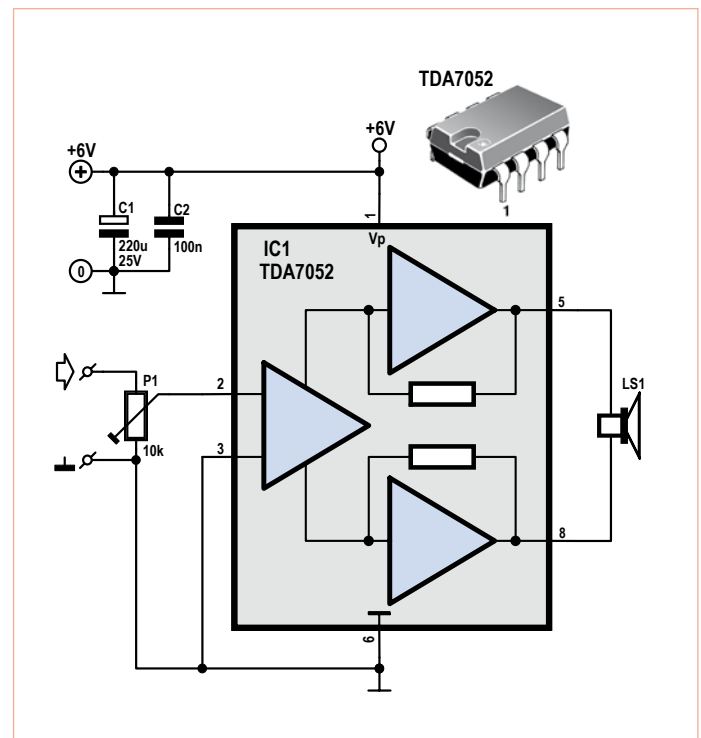
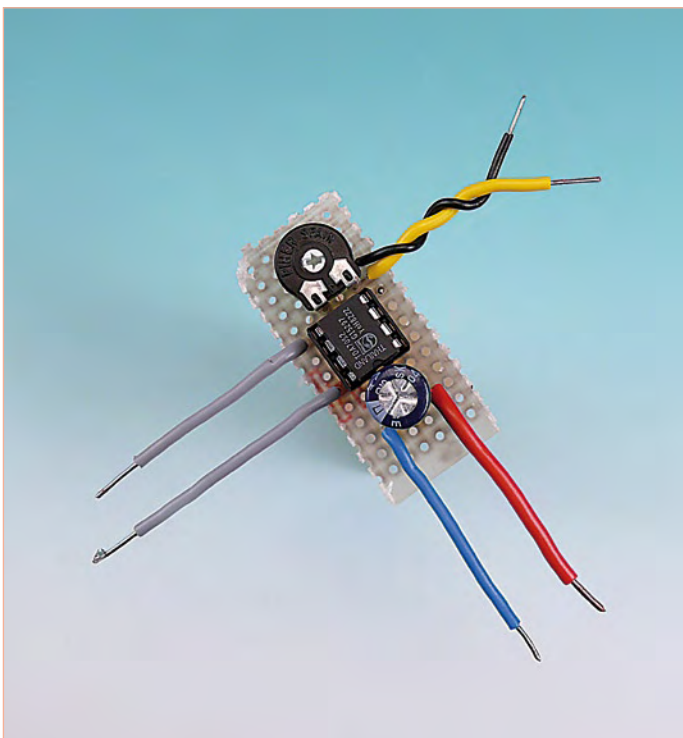
Natürlich haben wir auch ein bisschen an diesem IC gemessen. Die nachfolgende Tabelle zeigt, was bei einer Versorgungsspannung von 6 V und einer Lautsprecher-Impedanz von 8 Ω dabei herausgekommen ist:

THD+N*	0,09% (1 kHz, 100 mW an 8 Ω) 0,3% (20 kHz, 100 mW an 8 Ω)
P _{max}	750 mW (THD+N = 1%) 1 W (THD+N = 10%, stark geclipptes Ausgangssignal**)
Verstärkung	38 dB (P1 auf Maximum)
Versorgungsspannung	3...18 V
Stromaufnahme	5 mA (Ruhe) 340 mA (1 W Dauerausgangsleistung)

* THD+N = Total Harmonic Distortion plus Noise
** Erst bei 2% Verzerrung ist ein deutliches Clipping zu erkennen.

Recht gute Werte für solch einen einfachen Verstärker.

Da der Aufbau keine großen Anforderungen stellt, müsste die Schaltung auf jeden Fall auch zuverlässig funktionieren. Für manche Leser vielleicht sogar eine Herausforderung, den kompakten Aufbau des Verstärkers auf die Spitze zu treiben und neue Miniaturisierungsrekorde aufzustellen.



Die Z550M - eine ungewöhnliche Zählröhre

Von Ronald Dekker (NL)

Die erste Version der beliebten Nixieröhre von Burroughs aus dem Jahr 1954 hatte den Nachteil, dass ein Transistor mit einer relativ hohen Spannungsfestigkeit nötig war, um die Röhre anzusteuern. Damals gab es nur Germaniumtransistoren, die hohen Spannungen noch nicht gewachsen waren. Um Gasentladungsröhren dennoch direkt mit Niederspannungs-Transistorschaltungen ansteuern zu können, entwickelten zwei Forscher am Philips Research Lab, Theo Botden und Martinus van Tol, um 1959 die Z550M. Einige Exemplare mit verschiedenen Aufdrucken sind in **Bild 1** zu sehen.

Die Z550M enthält eine scheibenförmige Anode mit Ausschnitten in Form der Ziffern 0 bis 9. Eine Gruppe von zehn miteinander verbundenen Kathoden befand sich hinter den Ziffern. In der Nähe jeder Kathode waren Starterelektroden angeordnet. Anode und Kathode wurden an eine gleichgerichtete 110-V-Wechselspannung angeschlossen (siehe Anwendungsschaltung in **Bild 2**). Aufgrund dieser Vorspannung war eine Spannung von nur 5 V an einer Starterelektrode ausreichend, um eine Glimmentladung unter dem betreffenden Zahlenausschnitt der Anode auszulösen, so dass die Zahl als Leuchtziffer von oben zu sehen war (**Bild 3**).

Um die Funktion der Z550M zu verstehen, muss man zunächst etwas über die Eigenschaften von Glimmentladungsröhren wissen. Eine Glimmentladungsröhre ist mit einem Edelgas (Neon) bei niedrigem Druck gefüllt. In der Röhre befinden sich zwei Elektroden, meist aus Nickel oder Molybdän. Wenn die Spannung zwischen den beiden Elektroden kleiner ist als die Zündspannung, fließt kein Strom. Wird die Spannung allmählich gesteigert, so wird das Gas bei einer bestimmten Spannung zünden und eine Gasentladung (Glimmen) einsetzen. Diese Zündspannung hängt von vielen Faktoren ab, unter anderem vom Produkt aus Neon-Gasdruck und dem Elektrodenabstand. Die Zündspannung ist direkt abhängig von diesem Produkt. Sobald das Gas zündet, fließt ein Strom, der im Wesentlichen nur durch einen Widerstand in Reihe mit der Röhre begrenzt wird. Die Spannung an der Röhre reduziert sich auf einen konstanten Wert, der so genannten Brennspannung.



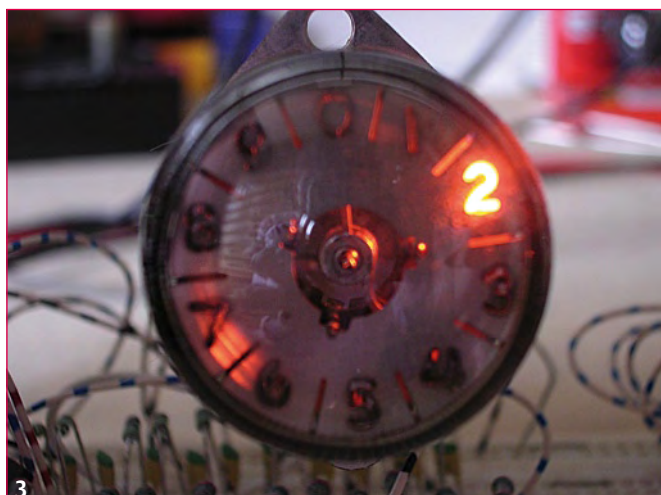
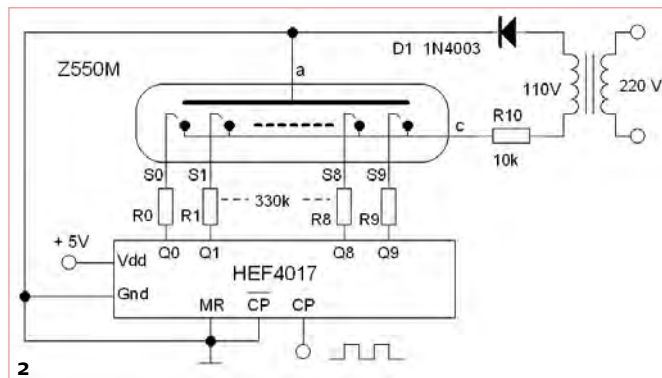
Wenn man die Starterelektroden in Bild 2 weglässt, wird beim Erhöhen der Spannung an der Röhre an einem bestimmten Punkt die Glimmentladung an einer bestimmten Stelle der Kathode einsetzen. Die Spannung an der Röhre sinkt dann auf die Brennspannung, mit der Folge, dass nur die an der Zündstelle befindliche Zahl leuchtet und die anderen Zahlen dunkel bleiben. Die leuchtende Zahl wird bis zum nächsten Nulldurchgang der Spannung leuchten.

Da der Abstand zwischen den Starterelektroden und der Kathode viel geringer ist als der Abstand zwischen Kathode und Anode, wird die Zündspannung zwischen Starterelektroden und Kathode niedriger sein als die Zündspannung zwischen Kathode und Anode. Wenn die Spannung an einer der Starterelektroden nun leicht erhöht wird (z. B. durch eine 5-V-Spannung von einem Transistor oder einem Logik-Gatter), wird die Gasentladung an dieser Stelle zuerst einsetzen. Durch diese „Initialzündung“ kommt dann an dieser Stelle auch die Hauptentladung zwischen Kathode und Anode in Gang. Somit ist es mit einer kleinen Spannung von nur wenigen Volt und einem kleinen Strom von ein paar Dutzend Milliampere möglich, die Ziffern der Röhre anzusteuern und zum Leuchten zu bringen.

Es wird aber auch deutlich, dass das nur dann zuverlässig funktioniert,

wenn die Toleranzen in den Zündspannungen deutlich kleiner sind als 5 V. Das zu erreichen erwies sich als nicht so einfach. Zum Glück gab es am Philips Research Lab in jahrzehntelanger Forschung auf dem Gebiet der Glimmentladung gesammelte Erfahrungen. Ein umfangreiches Forschungsprogramm mit dem Schwerpunkt auf Glimmentladungen wurde schon unmittelbar nach der Gründung des Labors im Jahr 1914 gestartet. Bereits vor dem Zweiten Weltkrieg führten die Ergebnisse zu mehreren wichtigen neuen Produkten wie Leuchtstofflampen für die Innenbeleuchtung, Natriumdampf-Lampen für die Straßenbeleuchtung und Hochdruck-Quecksilberdampf Lampen für Filmprojektoren.

Den größten Beitrag zur Entwicklung eines grundlegenden Verständnisses der Glimmentladungen hat Frans Penning geleistet. Penning entdeckte, dass die Zündspannung durch Verunreinigungen auf der Oberfläche der Kathode stark beeinflusst wird. Er entwickelte



A detailed cross-sectional diagram of a vacuum tube. The diagram shows the internal structure, including the viewing window at the top, the bulb, the upper anode, the starter, the cathode, the intermediate 10-pin base, the lower anode, and the 13-pin base. The diagram is labeled with various components and their corresponding pin numbers.

Labels and components shown in the diagram:

- viewing window
- bulb
- upper anode
- starter
- cathode
- intermediate 10-pin base
- lower anode
- 13-pin base

The diagram also shows the internal wiring and the arrangement of the pins on the base.

PN5416

10k

T1

22nF

R10 39k

-250V

R0 D0

R1 D1

C9

R8 D8

R9 D9

C0

C1

C8

C9

S0

S1

S8

S9

Z550M

anode

not used

R0...R9 = 2k2
C0...C9 = 10nF
D0...D9 = 1N4148

fall über R10, der groß genug ist, um die übrigen Zahlen dunkel zu halten. Dieser Strom verursacht auch einen Spannungsabfall von etwa 10 V über R0, der C0 auf 10 V auflädt. Ein negativer Taktimpuls an der Basis von T1 lässt diesen leiten, was die Spannung an der Röhre auf Null zieht und die Glimmentladung beendet. Weil C0 als einziger Kondensator geladen ist, erhält die Starterelektrode 1 beim Wiederanlegen der Betriebsspannung eine Vorspannung von 10 V gegenüber

Trotz des eleganten Konstruktionsprinzips blieb der Röhre ein kommerzieller Erfolg versagt. Kurz nach ihrer Einführung wurde der Transistor BSX21 entwickelt. Mit einer Durchbruchsspannung von 80 V konnte er eine Nixie-Röhre direkt ansteuern. Darüber hinaus wurde das einem Zifferblatt ähnliche Display der Z550 als umständlich und veraltet angesehen, auch innerhalb von Philips.

Die Tatsache, dass es Z550M-Röhren mit Philips-, Valvo- und Mullard-Aufdruck gibt, legt die Vermutung nahe, dass die Röhren an mehreren Standorten in größeren Stückzahlen hergestellt wurde. Tatsächlich waren die Mengen aber so klein, dass alle jemals produzierten Exemplare aus einer einzigen Pilot-Anlage in Eindhoven stammen. Diese Röhren wurden dann nach Bedarf schon in Eindhoven mit den jeweiligen nationalen Marken gestempelt, um sie in den betreffenden Ländern leichter verkaufen zu können.

Heute - im Jahr 2009 – funktioniert die Röhre noch tadellos. Nur beim Zählen ist sie etwas langsamer geworden. Das als Zündbeschleuniger hinzugefügte Tritium hat nämlich eine Halbwertszeit von 12,5 Jahren, und nach 50 Jahren ist davon nicht mehr viel übrig!

Links:

[2] www.dos4ever.com

Hexadoku

Sudoku für Elektroniker

„Muss das ‚A‘ nun in diesem Kästchen stehen oder im nächsten?“ „Nee, dann stimmt ja die Spalte nicht mehr...“ Wenn Sie solche Sätze hören, dann wissen Sie, dass sich jemand die neue Ausgabe von Elektor geschnappt hat... Denn an unserem Hexadoku kann Jung und Alt teilnehmen. Und auch gewinnen: Hier warten wieder ein E-blocks Starter Kit Professional und drei Elektor-Gutscheine!

Die Regeln dieses Rätsels sind ganz einfach zu verstehen: Bei einem Hexadoku werden die Hexadezimalzahlen 0 bis F verwendet, was für Elektroniker und Programmierer ja durchaus passend ist. Füllen Sie das Diagramm mit seinen 16 x 16 Kästchen so aus, dass **alle** Hexadezimalzahlen von 0 bis F (also 0 bis 9 und A bis F) in jeder Reihe, jeder Spalte und in jedem Fach mit 4 x 4 Kästchen (markiert

durch die dickeren schwarzen Linien) **genau einmal** vorkommen. Einige Zahlen sind bereits eingetragen, was die Ausgangssituation des Rätsels bestimmt.

Wer das Rätsel löst - sprich die Zahlen in den grauen Kästchen herausfindet - kann wie jeden Monat einen Hauptpreis oder einen von drei Trostpreisen gewinnen!

Mitmachen und gewinnen!

Unter allen internationalen Einsendern mit der richtigen Lösung verlosen wir

ein **E-blocks Starter Kit Professional** im Wert von 365 € und

drei **Elektor-Gutscheine** im Wert von je 50 €.

Einsenden

Schicken Sie die Lösung (die Zahlen in den grauen Kästchen) per E-Mail, Fax oder Post an:

Elektor – Redaktion Süsterfeldstr. 25 52072 Aachen

Fax: 0241 / 88 909-77 E-Mail: hexadoku@elektor.de

Als Betreff bitte nur die Ziffern der Lösung angeben!

Einsendeschluss ist der 31. Dezember 2009!

Die Gewinner des Oktober-Hexadokus stehen fest!

Die richtige Lösung ist: DA2BE.

Das E-blocks Starter Kit Professional geht an: Kurt Kuehni aus Volketswil (Schweiz).

Einen Elektor-Gutschein über je 50 € haben gewonnen: Ria Van Broeck, Primož Prešern und Long Yang.

Herzlichen Glückwunsch!

	4	8			3				E		7		0		
2		D	C	6		F	7			A				3	1
0	6	F	E	9				D	4				5		7 A
5			A		E								D		2
	7	2		1	D		C						3	5	0
			D							3	1	C	F		
						3		A		0		7			6
9			0	E			F				6	1	A		D
	A		6	F			D			C	0	2			7
		C			0	E	6	5	8		A				B
	1	9					4					0	6		
D	0		8	B	7	C	1	6		E	9	A	3		
4	D	6				B	9			8	2				
B			3		A	6	E		F					C	0
	E	0	F							9	B	6		5	4
	C			D	4	0			3		5	F		B	9

(c) PZZL.com

1	2	4	5	B	D	A	8	C	9	7	F	E	6	3	0
E	8	A	B	0	F	1	6	3	2	D	5	7	9	4	C
C	0	D	9	7	4	5	3	E	A	6	1	8	F	2	B
F	6	3	7	C	9	2	E	4	0	8	B	5	1	D	A
5	9	F	3	6	8	D	4	0	B	1	7	C	E	A	2
2	B	0	A	9	5	E	1	6	F	4	C	D	3	7	8
4	1	E	6	3	C	0	7	8	D	A	2	B	5	F	9
7	C	8	D	A	2	B	F	9	5	E	3	0	4	6	1
9	7	B	0	E	A	4	2	F	8	C	6	3	D	1	5
8	D	C	4	1	7	6	9	5	3	2	E	A	0	B	F
A	3	2	E	D	0	F	5	1	7	B	9	6	C	8	4
6	F	5	1	8	B	3	C	D	4	0	A	2	7	9	E
0	A	6	F	2	E	9	D	7	1	5	8	4	B	C	3
B	5	9	C	4	3	7	A	2	6	F	0	1	8	E	D
D	E	1	2	F	6	8	0	B	C	3	4	9	A	5	7
3	4	7	8	5	1	C	B	A	E	9	D	F	2	0	6

Von den Machern von Elektor!



Oder frei Haus unter www.elektor.de bestellen!

Starke Stücke

Die ganze Welt der Elektronik
in einem Shop!



NEU!

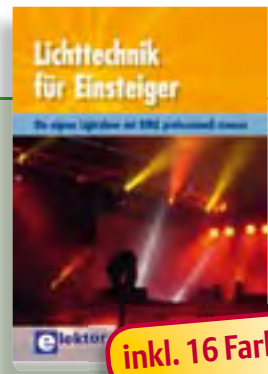
Einstieg in die digitale Steuerungstechnik

Digitale Elektronik im Experiment

Digitale Elektronik steht im Mittelpunkt moderner Technik. Dieses Buch verwendet die grundlegenden Schaltungen mit Gattern, Flipflops und Zählern aus der CMOS-Reihe 4000. Zu jedem der 50 Experimente werden das Schaltbild und der detaillierte Aufbau auf einer Steckplatine gezeigt. Das Studium der Grundlagen geht am besten mit praktischen Versuchen. Der Aufbau digitaler Schaltungen soll nicht nur Wissen vermitteln, sondern auch Spaß machen. Und viele der hier vorgestellten Schaltungen sind praktisch einsetzbar. Wer den Überblick hat, findet für jede Aufgabe eine einfache und preiswerte Lösung.

Das Buch richtet sich hauptsächlich an Studenten, Auszubildende und an der digitalen Elektronik Interessierte, die einen Einstieg in die digitale Steuerungstechnik benötigen.

160 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-220-8 • € 29,80 • CHF 46,90



inkl. 16 Farbseiten

Die eigene Lightshow mit DMX professionell steuern

Lichttechnik für Einsteiger

Für Einsteiger, die die faszinierende Welt des Lichtdesigns und der Showgestaltung kennenlernen möchten, werden die Grundlagen der eingesetzten Lichttechnik erklärt. Das Buch bringt Licht in den Ablauf der Showprogrammierung mit Pult und PC und beleuchtet die Konzepte hinter einem ansprechenden Lichtdesign. Im zweiten Teil des Buches werden viele Selbstbautipps vorgestellt, mit deren Hilfe professionelle Showelemente auch mit einfachen Mitteln möglich sind.

288 Seiten, inkl. 16 Farbseiten (kart.)

ISBN 978-3-89576-188-1 • € 29,80 • CHF 46,90



Topseller

Außergewöhnliche Konzepte verstehen und umsetzen

Röhrenverstärker-Schaltungen

Im ersten Teil dieses Buches werden die Ursachen von Verzerrungen untersucht; anschließend geht es um die praktische Umsetzung der theoretischen Hintergründe. In einem gesonderten Kapitel über fehlerhafte SRPPs und μ -Follower wird gezeigt, wie teilweise bizarr anmutende Fehler zu Schaltungen führen, die dann einfacher und zielführender durch gängige Standardschaltungen zu ersetzen wären. Des Weiteren werden Gegenakt-Endstufen und ihr Zusammenwirken mit SRPPs genauer besprochen.

304 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-222-2

€ 46,00 • CHF 72,40



Ein Buch für Jedermann

PIC-Mikrocontroller

Dieses Buch behandelt 50 spannende und zugleich lehrreiche Projekte mit PIC-Mikrocontrollern. Sie können es als Projektgrundlage nutzen, um die Projekte Ihrer Wahl aufzubauen und zu erproben. Alle Projekte sind uneingeschränkt praxistauglich. Die präzisen Beschreibungen, Schaltungen und Fotos der Versuchsaufbauten auf Steckplatten machen das Aufbauen und Ausprobieren zu einer spannenden Angelegenheit. Zu jedem Projekt wird der technische Hintergrund erläutert.

416 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-201-7
€ 54,00 • CHF 85,00



Kreative Lösungen aus allen Bereichen
der Elektronik

310 Schaltungen

Gute Nachrichten für alle Elektronik-Freunde: Die „300er-Schaltungen“-Reihe wird fortgesetzt! Das mittlerweile 11. Buch aus Elektor's erfolgreichster Buchreihe bietet wiederum neue Konzepte und einen unerschöpflichen Fundus zu allen Bereichen der Elektronik: Audio & Video, Spiel & Hobby, Haus & Hof, Prozessor & Controller, Messen & Testen, PC & Peripherie, Stromversorgung & Ladetechnik sowie zu Themen, die sich nicht katalogisieren lassen.

560 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-217-8
€ 36,80 • CHF 58,00

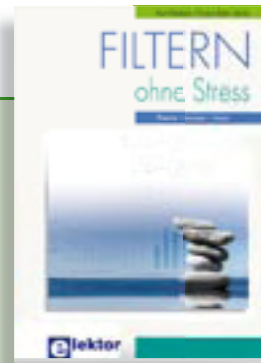


Interrupts, Multitasking, u. a.

Systemprogrammierung für AVR-Mikrocontroller

Im ersten Buchabschnitt werden Techniken vorgestellt, mit denen parallele Programmabläufe realisiert werden können. Diese reichen von der einfachen automatischen Ablaufsteuerung eines Hintergrundprozesses durch Interrupts bis zur Implementierung eines an die beschränkten Möglichkeiten von AVR-Mikrocontrollern angepassten RTOS. Die Realisierung von Hintergrundprozessen lässt sich auf bequeme Weise mit Interrupts durchführen. Der zweite Teil des Buches ist der Numerik gewidmet.

404 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-218-5
€ 42,00 • CHF 66,20

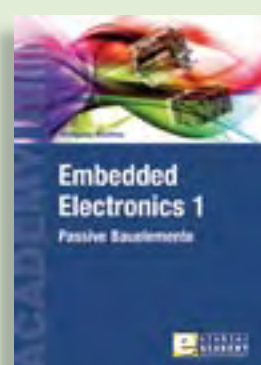


Theorie – Konzept – Praxis

Filtern ohne Stress

Dieses Buch bietet umfangreiche, praktische und vor allem brauchbare Schaltungen und Experimente zu verschiedenen Filtertypen. Ganz nach der Devise „ohne Stress“ erfahren die Leser auch Episoden an erste Begegnungen der Autoren mit verschiedenen Filtern. Jedem Praxis-Kapitel folgen fundierte theoretische Erläuterungen zu den besprochenen Filtern, in welchen umfangreiche Formeln und mathematische Herleitungen nicht zu kurz kommen.

238 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-190-4
€ 39,80 • CHF 62,70



Der erste Band der neuen Buchreihe

Embedded Electronics 1

Die weitaus meisten der heutigen elektronischen Geräte beruhen nicht nur auf einem einzigen Wirkprinzip. Oftmals steht irgendeine Art Computer (typischerweise ein Mikrocontroller) im Mittelpunkt. Aus dieser grundsätzlichen Struktur heraus – der Einbettung des Computers in eine bestimmte Anwendungsumgebung – hat sich die Allgemeinbezeichnung „Embedded Systems“ ergeben. Die meisten dieser Systeme müssen von Grund auf entwickelt werden.

384 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-184-3
€ 49,00 • CHF 77,20

Weitere Informationen
zu unseren Produkten
sowie das gesamte
Verlagssortiment finden Sie
auf der Elektor-Website:

www.elektor.de

Elektor-Verlag GmbH
Süsterfeldstraße 25
52072 Aachen
Tel. +49 (0)241 88 909-0
Fax +49 (0)241 88 909-77
E-Mail: bestellung@elektor.de





Elektor's erster Workshop als Live-DVD

Fahrzeugdiagnose in der Praxis

Moderne Autos bieten dank der On-Board-Diagnose (OBD) tiefe Einblicke in den Betriebszustand der Bordelektronik und der mechanischen Komponenten. In diesem Workshop lernen Sie die Funktionsweise von OBD kennen und erfahren, mit welchen Geräten man selbst Fahrzeugdaten auslesen kann. Hiermit lassen sich Fehlerursachen finden, aber auch individuelle Anpassungen vieler Funktionen vornehmen. Anschließend sind Sie nicht mehr darauf angewiesen, was Ihnen in der Werkstatt erzählt wird, sondern wissen schon vorher, ob Sie die Abgasuntersuchung bestehen werden.

ISBN 978-3-89576-225-3 • € 29,80 • CHF 46,90



NEU!

Workshop als Live-DVD zum Zweiten

Audio-Röhrenverstärker

In diesem Workshop wird der Entwurfszyklus eines typischen Röhrenverstärkers umfassend behandelt. Besprochen wird alles, was wichtig und wissenswert ist – von der Zielsetzung und den geforderten Eigenschaften bis hin zu intelligenten Lösungen und dem Bau von Prototypen. An den Beispielen der von Entwickler und Fachbuchautor Menno van der Veen entwickelten Verstärker UL40-S2 und PR20HE werden sowohl die Theorie als auch die Praxis vertieft.

ISBN 978-3-89576-226-0 • € 29,80 • CHF 46,90



NEU!

R32C-Applicationboard

(Elektor September 2009)

Das neue Applicationboard für das R32C-Starterkit (Art.-Nr. 080928-91) zeichnet sich durch 3 Taster, 4 LEDs, ein I²C-Interface, einen SD-Karten-Anschluss und einen Steckplatz für ein Ethernet-Modul aus. Das Board bietet zudem noch viel Platz für eigene Erweiterungen.

Bausatz mit allen Bauteilen
inkl. Applicationboard und SMD-
bestückter Platine

Art.-Nr. 080082-71 • € 139,50 • CHF 219,60



OBD-2-Analyzer NG

(Elektor September 2009)

Der kompakte OBD2-Analyser aus Elektor Juni 2007 (Art.-Nr. 070038-71) war ein enormer Erfolg – bot er doch Klartext-Fehleranalyse und automatische Protokollerkennung im preiswerten Handgerät. Die nächste Generation (NG) der autonomen OBD-Analyser in Elektor wartet jetzt mit Vollgrafikdisplay, Cortex-M3-Prozessor und einem Open-Source-User-Interface auf und setzt damit wieder neue Maßstäbe für ein OBD-2-Projekt.

Bausatz mit allen Bauteilen inkl. DXM-
Modul, SMD-bestückter Platine, Gehäuse,
Montagematerial und Kabel

Art.-Nr. 090451-71 • € 99,00 • CHF 155,90



Experimentieren mit MSP430

(Elektor Mai 2009)

In Zusammenarbeit mit einer niederländischen Hochschule hat Elektor dieses preiswerte Mikrocontroller-System für erste Schritte in der C-Programmierung entwickelt. Die Hardware-Basis besteht dabei aus einem MSP-eZ430-USB-Stick von Texas Instruments. Für diesen Mikrocontroller steht eine kostenlose Entwicklungsumgebung mit C als höherer Programmiersprache zur Verfügung. Die für dieses System entwickelte Experimentierplatine ist mit einer 7-Segment-Anzeige, einem Summer sowie mit einigen LEDs und Tastern bestückt. Außerdem sind auch ein I²C- und ein SPI-Anschluss vorhanden.

Bestückte und getestete Platine

Art.-Nr. 080558-91 • € 42,50 • CHF 66,90

Entwicklungssystem TI eZ430-F2013

Art.-Nr. 080558-92 • € 29,95 • CHF 47,10



R32C/111-Starterkit

(Elektor April 2008)

Dieses Starterkit besteht aus einem als R32C-Carrierboard bezeichneten Mikrocontroller-Modul mit dem R32C/111 und einer Software-CD mit den benötigten Entwicklungs-Tools. Wie schon beim R8C/13-Projekt handelt es sich auch bei dem R32C-Carrierboard um eine Glyn-Eigenentwicklung. Mit diesem kostengünstigen Starterkit steht alles zur Verfügung, was man für erste praktische Versuche mit dem neuen 32-bit-Controller braucht. Die Stromversorgung erfolgt über den USB-Anschluss des PCs.

32-bit-Controllerboard + Software-CD

Art.-Nr. 080928-91 • € 34,00 • CHF 53,60

Dezember 2009 (Nr. 468)

€

+++ Das Lieferprogramm zu dieser Ausgabe finden Sie auf www.elektor.de +++

November 2009 (Nr. 467)

R32C-Webserver

080082-71	 Bausatz mit allen Bauteilen inkl. Applicationboard und SMD-bestückter Platine.....	139,50
080928-91	 R32C-Starterkit: Prozessorboard bestückt und getestet, Toolchain auf CD	34,00
090607-91	 WIZ812MJ-Modul (bestückt und getestet)	22,50

Solar-Handy-Ladegerät

090190-1	 Platine	9,95
090190-41	 Progr. Controller	8,00

Lötstation mit Messfunktion

090022-41	 Progr. Controller PIC18F4520	14,00
-----------	--	-------

SDRadio mit ATM18 (CC2-AVR-Projekt)

090740-71	 SDR-Chip-Modul (bestückt und getestet)	34,95
-----------	--	-------

Oktober 2009 (Nr. 466)

Barometrischer Höhenmesser

080444-41	 Progr. Controller PIC18F2423	18,50
-----------	--	-------

Pocket Preamp

080278-71	 Bausatz bestehend aus 080277-1, 080278-1, 080279-1 und allen Komponenten (außer Potis)	74,50
-----------	--	-------

September 2009 (Nr. 465)

OBD-2-Analyser NG

090451-71	 Bausatz mit allen Bauteilen inkl. DXM-Modul, Platine, Gehäuse, Montage-material und Kabel	99,00
-----------	---	-------

R32C-Applicationboard

080082-71	 Bausatz mit allen Bauteilen inkl. Applicationboard und SMD-bestückter Platine	139,50
080928-91	 R32C-Starterkit: Prozessorboard bestückt und getestet, Toolchain auf CD-ROM	34,00

Bluetooth mit dem ATM18

080948-71	 Platine und Bluetooth-Modul BTM222 im Paket	27,50
-----------	---	-------

Neigungsalarm für Kraftfahrzeuge

080064-41	 Progr. Controller	24,50
-----------	-------------------------------	-------

Juli/August 2009 (Nr. 463/464)

Steckbrett-Experimentierplatine

080937-1	 Platine	29,95
----------	---------------------	-------

Annoy-a-tron

090084-41	 Progr. Controller ATtiny13	7,50
-----------	--	------

Kühlschranksicherung

080700-41	 Progr. Controller PIC12F629	7,50
-----------	---	------

Full Color Nachtflugbeleuchtung

080060-41	 Progr. Controller PIC12F675	7,50
-----------	---	------

Digiwobbler+Sinusgenerator

080577-41	 Progr. Controller ATmega48-20PV	7,50
-----------	---	------

Einfache Temperaturmessung und -regelung

090204-41	 Progr. Controller ATmega48	8,95
-----------	--	------

Klingeltöne-Player

090243-41	 Progr. Controller ATtiny13 DIP8	7,50
-----------	---	------

Codeschloss mit zwei Tastern

090127-41	 Progr. Controller ATtiny2313	8,95
-----------	--	------

Drehrichtung erkennen mit PIC

081164-41	 Progr. Controller PIC12F509A	7,50
-----------	--	------

Fan-Speed-Controller

070579-41	 Progr. Controller ATtiny13	8,95
-----------	--	------

Schwebender Text

080441-41	 Progr. Controller PIC16F616	7,50
-----------	---	------

Impulsuhr-Steuerung mit DCF77

090035-41	 Progr. Controller PIC16F648A	8,95
-----------	--	------

USB-Funkterminal

071125-71	 Funkmodule 868 MHz, bestückt und getestet	8,50
080068-91	 R8C-Board mit USB (Platine bestückt und getestet)	72,00

Bestseller

Bücher

- 1 **Digitale Elektronik im Experiment**
ISBN 978-3-89576-220-8 € 29,80 CHF 46,90
- 2 **Lichttechnik für Einsteiger**
ISBN 978-3-89576-188-1 € 29,80 CHF 46,90
- 3 **Röhrenverstärker-Schaltungen**
ISBN 978-3-89576-222-2 € 46,00 CHF 72,40
- 4 **AVR**
ISBN 978-3-89576-200-0 € 39,80 CHF 62,70
- 5 **310 Schaltungen**
ISBN 978-3-89576-217-8 € 36,80 CHF 58,00

CD- & DVD-ROMs

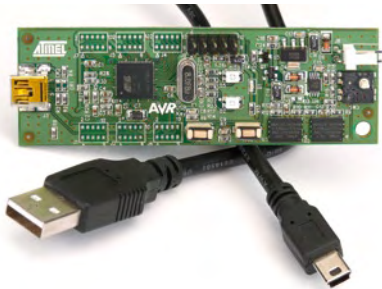
- 1 **Workshop-DVD Röhrenverstärker**
ISBN 978-3-89576-226-0 € 29,80 CHF 46,90
- 2 **Workshop-DVD Fahrzeugdiagnose**
ISBN 978-3-89576-225-3 € 29,80 CHF 46,90
- 3 **ECD 5**
ISBN 978-90-5381-159-7 € 29,50 CHF 46,50
- 4 **LED-Toolbox**
ISBN 978-90-5381-245-7 € 32,50 CHF 52,20
- 5 **Elektor-DVD 2008**
ISBN 978-90-5381-235-8 € 27,50 CHF 43,30

Bausätze & Module

- 1 **R32C/111-Starterkit**
Art.-Nr. 080928-91..... € 34,00 CHF 53,60
- 2 **R32C-Applicationboard**
Art.-Nr. 080082-71..... € 139,50 ... CHF 219,60
- 3 **OBD-2-Analyser NG**
Art.-Nr. 090451-71..... € 99,00 ... CHF 155,90
- 4 **Effektvoller LED-Kreisler**
Art.-Nr. 080678-71..... € 49,95 CHF 78,70
- 5 **DigiButler**
Art.-Nr. 071102-71..... € 39,00 CHF 61,40

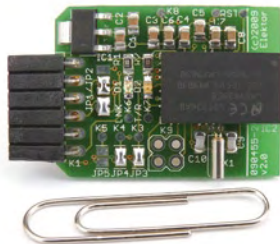
Bestellen Sie jetzt einfach und bequem
online unter www.elektor.de/shop
oder mit der portofreien Bestellkarte
am Heftende!

Elektor-Verlag GmbH
Süsterfeldstr. 25, 52072 Aachen
Tel. +49 (0)241 88 909-0
Fax +49 (0)241 88 909-77
E-Mail: bestellung@elektor.de



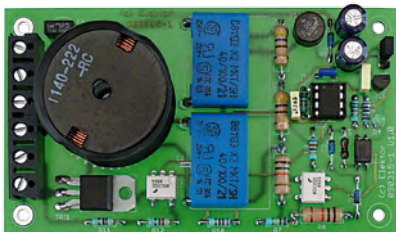
USB in der Praxis

In der guten alten Zeit hatte man als Elektronik-Entwickler noch RS232- und Centronics-Ports am PC, an die man Schaltungen relativ unkompliziert anschließen konnte. Doch die Zeiten haben sich geändert, und die alten Schnittstellen wurden durch den USB-Port ersetzt. Der kann zwar viel mehr, ist aber für Entwickler auch wesentlich anspruchsvoller in der Handhabung. Nächsten Monat präsentieren wir Ihnen eine Schritt-für-Schritt-Anleitung, die an Hand eines kostengünstigen AVR-USB-Development-Boards von Atmel beschreibt, wie sich eigene Schaltungen über den USB-Port steuern lassen. Dazu befassen wir uns mit Themen wie Bibliotheken, DLLs und HIDs. In Beispielapplikationen steuern wir LEDs und lesen die Positionsdaten eines Mini-Joysticks ein.



Kompaktes TTL-Bluetooth-Modul

Notebooks, Handys, PDAs: Immer mehr tragbare Geräte verfügen über eine Bluetooth-Funkschnittstelle. Und da es USB-Bluetooth-Dongles für ein paar Euro gibt, bietet sich der benutzerfreundliche Funkstandard auch an, um eigene Entwicklungen mit einem PC zu verbinden. Was Sie dazu brauchen? Nur den kompakten TTL-Bluetooth-Dongle, den wir in unserer nächsten Ausgabe vorstellen. Neben dem Bluetooth-Chip LMX9838 mit integriertem HF-Transceiver sind auf der kleinen Platine nur wenige zusätzliche Bauteile nötig. Es ist sogar schon eine Schnittstelle für Audioapplikationen vorgesehen!



Mikrocontroller-gesteuerter Dimmer

Dieser Dimmer verwendet eine spezielle Methode für die Steuerung der Helligkeit. Der Dimmer wird aktiviert, indem man die Lampe kurz ein- und sofort wieder ausschaltet. Die Helligkeit wird anschließend automatisch schrittweise erhöht. Sobald die gewünschte Intensität erreicht ist, betätigt man erneut den Schalter. Der Dimmer merkt sich diese Einstellung, und wenn Sie die Lampe das nächste Mal einschalten, brennt sie sofort mit der zuletzt eingestellten Helligkeit. Diese Lösung eignet sich auch zum Einschalten beziehungsweise Dimmen der Lampe in einer Wechselschaltung mit zwei Lichtschaltern.



ELEKTOR Januar erscheint am 16. Dezember 2009.

Elektor gibt es im Bahnhofsbuchhandel, Elektronik-Fachhandel, an ausgewählten Kiosken und garantiert beim Presse-Fachhändler. Ein Verzeichnis finden Sie unter www.blauerglobus.de. Sie können Elektor auch direkt bei www.elektor.de bestellen.

Änderungen vorbehalten!



Abo-Service: Marleen Brouwer
E-Mail: abo@elektor.de

Bestellannahme und Bestellservice: Peter Custers
E-Mail: bestellung@elektor.de
Tel. +49 241 88 909-66

Geschäftszeiten

Montag – Donnerstag von 08:30 bis 17:00 Uhr
Freitag von 08:30 bis 12:30 Uhr
Tel. +49 241 88 909-0
Fax +49 241 88 909-77

Unser Kundenservice berät Sie bei allen Fragen zu Bestellungen, Lieferterminen und Abonnements. Änderungen, Reklamationen oder besondere Wünsche (wie z. B. Geschenkabonnement) richten Sie ebenfalls an den Kundenservice. Vergessen Sie bitte nicht, Ihre Kundennummer anzugeben – falls vorhanden.

Technische Fragen bitten wir per E-Mail an redaktion@elektor.de zu richten.

Einzelheft

Deutschland	€ 6,95
Österreich, Belgien, Luxemburg	€ 7,70
Schweiz	CHF 13,60

Jahresabonnement-Standard

Deutschland	€ 75,50
Österreich, Belgien, Luxemburg	€ 82,00
Schweiz	CHF 145,00
Andere Länder	€ 99,50

Jahresabonnement-PLUS

Deutschland	€ 93,00
Österreich, Belgien, Luxemburg	€ 99,50
Schweiz	CHF 184,00
Andere Länder	€ 117,00

Probeabonnement

Deutschland	€ 13,90
Österreich, Belgien, Luxemburg	€ 13,90
Schweiz	CHF 25,00
Andere Länder	€ 13,90 (zzgl. Porto)

Studentenabo-Standard

Deutschland	€ 60,40
Österreich	€ 65,60
Schweiz	CHF 116,00

Studentenabo-PLUS

Deutschland	€ 77,90
Österreich	€ 83,10
Schweiz	CHF 155,00

Upgrade zum Abo-PLUS

Alle Länder	€ 17,50
Schweiz	CHF 39,00

Jahres- und Studentenabonnements (11 Hefte) dauern immer 1 Jahr und verlängern sich automatisch um weitere 12 Monate, wenn nicht spätestens 2 Monate vor Ablauf schriftlich gekündigt wird.

Änderungen und Irrtümer vorbehalten.

Bankverbindungen

Commerzbank Aachen
Konto 1 201 102 (BLZ 390 400 13)
IBAN: DE89 3904 0013 0120 1102 00
BIC: COBADEFF

Postgiro Köln

Konto 229 744-507 (BLZ 370 100 50)
IBAN: DE17 3701 0050 0229 7445 07
BIC: 9 7445 07/PBNKDEFF

Fordern Sie jetzt den Elektor- Gesamtkatalog 2009 GRATIS an!



**Bücher • CD- & DVD-ROMs
Sonderhefte • E-blocks
Bausätze • Module**

Fax +49 (0)241 88 909-77
E-Mail: vertrieb@elektor.de

Der Katalog kann auch unter
www.elektor.de/katalog als PDF-
Datei heruntergeladen werden.

Innerhalb
Deutschlands
kein Porto
nötig!

Hier ist meine Anschrift:

Firma

Vorname

Name

Straße, Nr.

PLZ, Ort

Land

Kunden-Nr.

E-Mail

Antwort

**Elektor-Verlag GmbH
Süsterfeldstraße 25
52072 Aachen**



Hier ist meine Anschrift:

Firma

Vorname

Name

Straße, Nr.

PLZ, Ort

Land

Kunden-Nr.

E-Mail

Innerhalb
Deutschlands
kein Porto
nötig!

Antwort

**Elektor-Verlag GmbH
Süsterfeldstraße 25
52072 Aachen**

Hier ist meine Anschrift:

Firma

Vorname

Name

Straße, Nr.

PLZ, Ort

Land

Kunden-Nr.

E-Mail

Innerhalb
Deutschlands
kein Porto
nötig!

Antwort

**Elektor-Verlag GmbH
Süsterfeldstraße 25
52072 Aachen**

Alle Elektor-Events auf einen Blick

Workshops • Seminare • Masterclasses



Top-Fachleute aus der Branche referieren
über ein faszinierendes Thema!



Mikrocontroller-Zertifikatsprüfung

Bochum 27.11.2009

Bochum 04.12.2009

www.elektor.de/tfh-pruefung

AVR-Mikrocontroller in der Praxis

Seligenstadt 11.12. + 12.12.2009

München 05.02. + 06.02.2010

Hannover 16.04. + 17.04.2010

Leipzig 23.04. + 24.04.2010

Luzern (Schweiz) 04.06. + 05.06.2010

www.elektor.de/avr-workshop

C-Programmierung für Mikrocontroller

Bochum 22.02. bis 24.02.2010

www.elektor.de/c-prog



Änderungen vorbehalten.

Weitere Infos unter www.elektor.de/events

INSERENTENVERZEICHNIS DEZEMBER 2009

Amplimo	www.amplimo.de	39
AUG Elektronik	www.aug-electronics.com/ami	19
Beta Layout	www.beta-layout.de	2
Cadsoft Computer	www.cadsoft.de	13
Decision-Computer	www.decision-computer.de	27
Emis	www.emisgmbh.de	39
Eurocircuits	www.eurocircuits.de	37
LeitOn	www.leiton.de	11
Markt		47
mikroElektronika	www.mikroe.com	3
Pico	www.picotech.com/scope1050	23
Reichelt	www.reichelt.de	88
Schaeffer AG	www.schaeffer-ag.de	27
Vero Technologies	www.verodirect.com	27

Beilagenhinweis:

Pollin Electronic www.pollin.de

Teilaufgabe: Verlag für die Deutsche Wirtschaft

ElektorWheelie



Power und Stabilität
für maximalen Fahrspaß

NEU!

Steigen Sie jetzt auf den selbst balancierenden, einachsigen ElektorWheelie auf und spüren Sie die Freiheit! Entdecken Sie Ihre Umgebung und die Natur um sich herum, ohne dabei Lärm und Abgase zu verursachen!

Zwei Motoren, zwei Batterien, zwei Sensoren und die Steuer- und Leistungselektronik mit zwei AVR-Mikrocontrollern sorgen für ausreichend Power und Stabilität und ermöglichen so maximalen Fahrspaß.



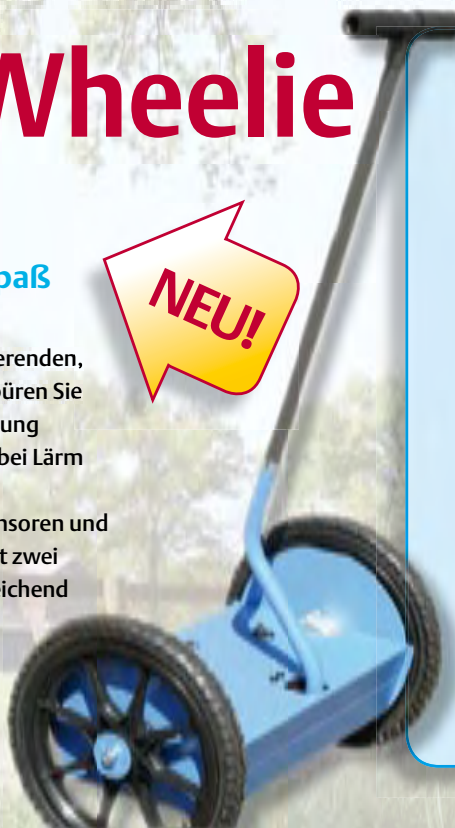
Technische Daten:

- 2 x 500-W-DC-Getriebemotoren
- 2 x 12-V-Blei-Vlies-Akkus (AGM) mit 9 Ah
- 2 x 16 Zoll luftbereifte Kunststoffräder
- H-Brücken-PWM-Motorsteuerung mit bis zu 25 A
- Automatische Abschaltung beim Absteigen
- Fail-safe-Notabschaltung
- Akku-Ladestandsanzeige
- Höchstgeschwindigkeit: 18 km/h
- Reichweite: ca. 8 km

Der „Elektor-Wheelie“-Komplett-Bausatz umfasst zwei 500-W-Gleichstrom-Getriebemotoren, zwei 12-V-Blei-AGM-Akkus, zwei 16-Zoll-Räder, Gehäuse, Lenkstange, bestückte und getestete Controller-Platine mit aufgesteckter Sensor-Platine sowie ein Ladegerät.

Art.-Nr. 090248-71

1599,00 € (inkl. MwSt., zzgl. Porto/Versand)



Weitere Infos mit Demo-Video,
Blog und Bestellmöglichkeit unter

www.elektor.de/wheelie



HQ-Kompakt-Kameras IP 66

Sensationelle Leistungsdaten zum Superpreis!

- 540 TV-Linien 1/3"-Sony-CCD-Chip
- 36 High-Power IR-LEDs, 50 m Reichweite
- 4-9 mm Vario-Zoom-Objektiv
- Zoom und Schärfe von außen einstellbar
- Kamera im Metallgehäuse, Farbe: silber
- inkl. Metallwandhalter mit verdeckter Kabelführung

Hochwertige, gegen Vandalismus geschützte HQ-Dome-Kamera
 • Leistungsdaten wie CF Z805 (s.o.)



CF Z805
99.⁹⁵

CF Z801
99.⁹⁵



NEU!
 Katalog 01|2010

Ihr Partner in Sachen Beschaffung • Markenqualität - Top-Service - günstige Preise!

Elektrizitätszähler für 1-Phasen Wechselstrom

- nach EN62053-21 und EN50470-3
- Genauigkeitsklasse 1 (1%) bzw. C
 - geeichte Ausführung



FIN 7E.13.8 230V_{5(32) A}, 17,8 mm **72,50 €**
 FIN 7E.16.8 230V_{10(65) A}, 35 mm **94,95 €**

Stromstoß-Schalter 16 A / 250 VAC

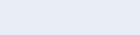
- Einbautiefe: 17,5 mm
- 2 Schließer



FIN 20.21.9 24V 24 VDC **10,85 €**
 FIN 20.22.8 230V 230 VDC **10,85 €**

Installations-Relais 20 Amp / 250 VAC

- 1 Schließer



FIN 22.21.9 24V 24 VDC **10,90 €**
 FIN 22.21.8 230V 230 VAC **10,90 €**

Digital-Milliohmometer

- Widerstandsmessungen von 100 µΩ bis 40 Ω.
- Zur Messung von Motorspulen, Generatoren, Transformatoren, Schaltkreisen, Schaltern, Relais etc.



PEAKTECH 2705-2 **94,95 €**

IR-Thermometer

- Messbereich (IR): -50 ... +20°C/20 ... 800°C (-58 ... +68°F/68 ... 1472°F)
- Genauigkeit: ± 1,0 % ± 1 °C
- Entfernungs-/Messpunktverhältnis: 20 : 1



PEAKTECH 4980 **74,85 €**

Wasserdichte Funk-Endoskop-Kamera

- für den handwerklichen Einsatz im Sanitär-, Elektro- oder Kfz-Bereich
- beleuchtet Hohlräume oder dunkle Nischen
- Kamera-Ø: 16 mm, flexibles Kabel (Nutzlänge 1 m)
- Funkübertragung der Bilder an abnehmbaren LCD-Monitor, zusätzlicher TV-Video-Ausgang
- inkl. Batterien 4x AA & Netzteil, Video-Adapter, Winkelspiegel, Aufsteckzubehör (Haken/Magnet)



ENDO KAM **137,95 €**

Präzisions-Multimeter mit True RMS(AC) und optischer RS-232-Schnittstelle



- 80.000 Counts, mit Bargraf
- Grundgenauigkeit: 0,05%
- Automatische Bereichswahl
- Min.-Max.-Speicher und Data-Hold-Funktion
- Relativwertmessung
- Durchgangsprüfung und Diodentest

UT 70 D **99,95 €**

2-KANAL USB-PC-OSZILLOSKOP 12 MHz mit Funktionsgenerator

- 2-Kanal-USB-Oszilloskop und Funktionsgenerator in einem Gerät. Zusammen mit der PC-LAB2000-LT-Software erreichen Sie die Funktionen eines kompletten Elektronik-Labors: 2-Kanal-Oszilloskop, Spektrumanalysator, Transientenrecorder, Funktionsgenerator und Bode-Plotter.



PCSGU 250 **148,00 €**

Schnellladegerät, prozessorgesteuert

- Ladeströme bis 800 mA
- lädt AA und AAA NiMH-/NiCd
- Einzelschachtüberwachung
- Delta-U-Abschaltung
- Betrieb an 12V- und 230V~
- inkl. ECO-friendly-Netzteil und Kfz-Ladekabel

MW L2111
17.⁹⁵



Lader ohne Akkus, bitte separat bestellen

eneReady Akkus vorgeladen und sofort einsatzbereit!



EM 900AAA-4 4x AAA, Micro **3,95 €**
 EM 2200AA-4 4x AA, Mignon **5,50 €**

40-MHz-Digital-Speicher-Oszilloskop

- Speicher-Oszilloskop mit einer Bandbreite von 40 MHz,
- Sample-Rate von 500 MS/s und einer Anstiegszeit < 8,7 nS
- 5,7"-Full-Color-LCD-Anzeige (145 mm), hintergrundbeleuchtet
- Darstellung der einzelnen Kanäle in unterschiedlicher Farbe
- komfortable Autoset-Funktion: automatische Einstellung auf unbekannte Signale Pre-Triggerung
- horizontale Zeitbasis: 10 nS ~ 50 s/div vertikale Empfindlichkeit: 2 mV ~ 10 V/div



UT 2042 C
349.⁰⁰