

33 Seiten
neue Projekte

G3078 E April 2010

(D) €7,20 • CHF 13,90 • (A, B, L) €7,95

www.elektor.de



Firefly

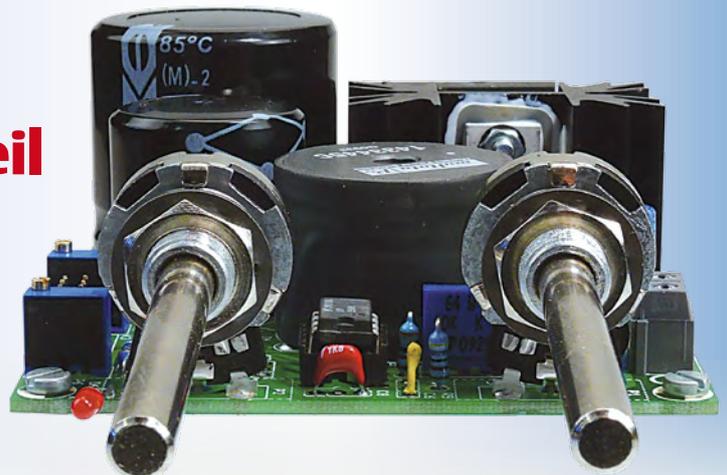
Experimente mit
künstlicher Intelligenz

- + **Super-Roboter**
Mythen, Hoffnungen und Gefahren
- + **Zepter**
Einfaches Programmieren

UniLab

Geschaltetes Labornetzteil
0-30 V / 3 A

- + **OBD Analyser NG**
mit Bluetooth



Mess-Pinzetten
SMD-Bauteile im Griff



SPEED.
FLEXIBILITY.
PERFORMANCE.

Vinculum VNC2

Programmierbarer dualer USB 2.0
Host-/ Slave-Controller (System-on-
Chip Architektur)

- Unterstützt USB Host Schnittstellen und USB-Datenübertragungsfunktionen durch den erweiterten 16 Bit-Mikrocontroller, mit integriertem 256 KByte Flash-Speicher und 16 KByte RAM.
- Die flexible, lizenzfreie 'C-basierende' Entwicklungsumgebung, mit Compiler, Treiber, Bibliotheken und einem RTOS Systemkern, bietet dem Entwickler die Möglichkeit, die eigene Firmware individuell anzupassen.
- Bibliotheken für die Unterstützung von verschiedene USB FAT File-Systemen.
- Schnittstellen für UART, FIFO, SPI Slave, SPI Master und PWM.
- Verschiedene Gehäuse varianten, einschließlich einer quasi kompatiblen VNC1L-Lösungsoption (Vinculum I), für kosteneffektive Lösungen in verschiedenen Applikationsbereichen.
- Mit Hilfe der verschiedenen, angebotenen Entwicklungsmodulen, kann die Entwicklungs- und somit die Produkteinführungszeit verkürzt werden.

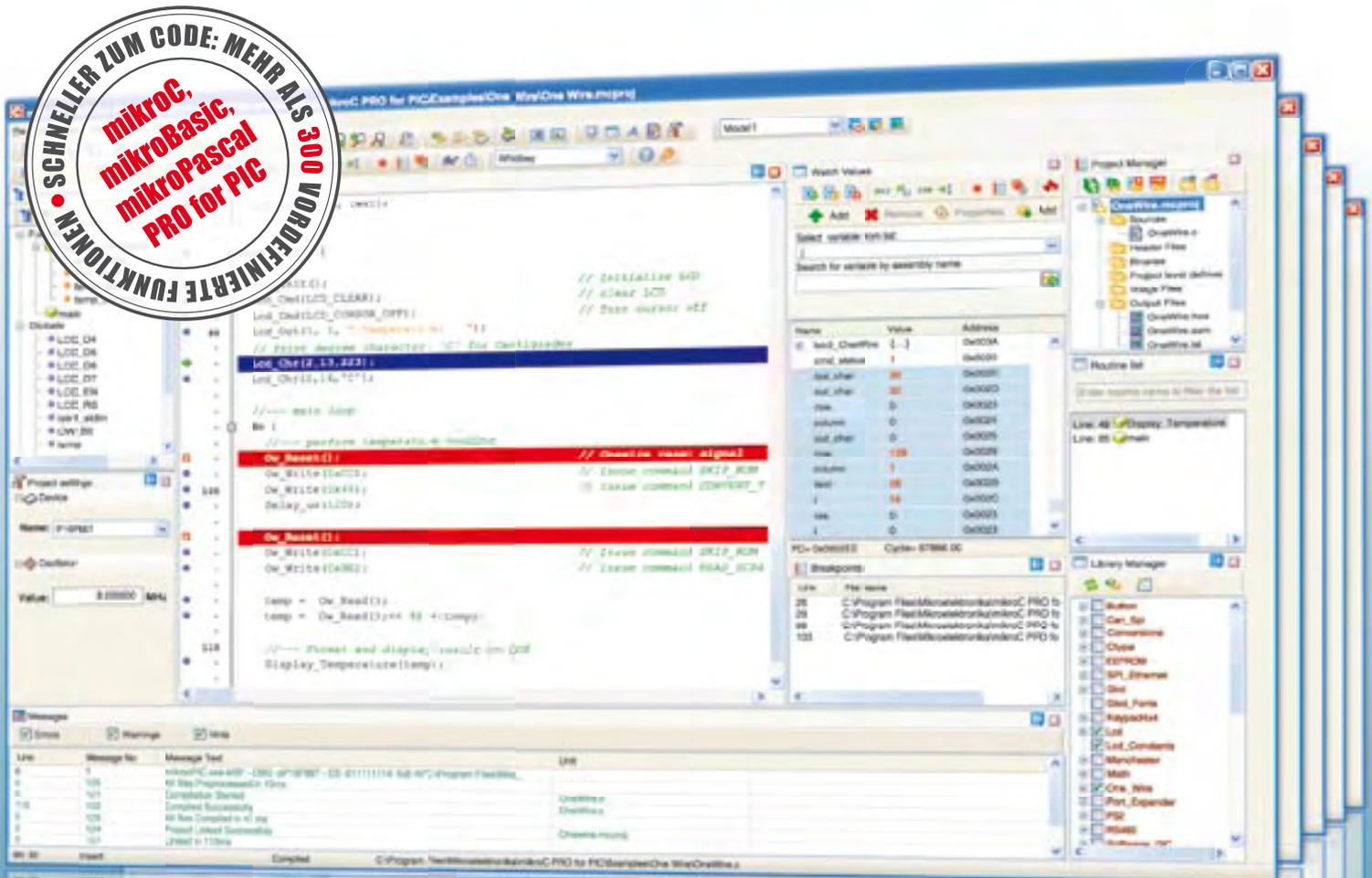


USB MADE EASY

www.ftdichip.com



PIMP YOUR PIC – MIT COMPILERN VON MIKROELEKTRONIKA



So einfach kann Entwickeln sein: Mikroelektronika Compiler für PIC-Controller sind mit einer Benutzeroberfläche ausgestattet, auf der sich auch Einsteiger zurechtfinden.

Die Compiler sind in eine moderne IDE eingebettet, die ein professionelles und effizientes Arbeiten erlaubt. Eine große Palette an gut dokumentierten Bibliotheken für die verschiedensten Anwendungsbereiche und viele Beispiele werden mitgeliefert. So kommt man schnell und einfach zum fertigen Code!

Darüber hinaus stehen diverse Werkzeuge zur Codeanalyse und zum Test zur Verfügung.

mikroC, mikroBASIC und mikroPASCAL PRO für PIC-Controller

Künstliche Intelligenz

Wirklich intelligente Roboter sind immer noch Science-Fiction-Filmen vorbehalten und von der Realität ziemlich weit entfernt. Dennoch lässt es sich nicht übersehen, dass in den letzten Jahren große Fortschritte erzielt wurden. Der Schlüssel dazu liegt natürlich in der Entwicklung der Elektronik, wobei vieles zusammenspielt: Sensorik, Mikromechanik, Rechenleistung, Leistungsverbrauch, Akkuentwicklung und vor allem Softwareentwicklung. Unser Beitrag „Roboter 2.0“ gibt einen Überblick über interessante Projekte und Entwicklungsaspekte in diesem Bereich.

Auch wenn uns humanoide Roboter zweifellos am meisten faszinieren, darf man sich dadurch nicht den Blick auf die tatsächlichen Anwendungen von intelligenten (Roboter-)Systemen verstellen lassen, die wir vor allem in der Industrie, aber zunehmend auch schon im Haushalt und in der Automobiltechnik finden. Roboterstaubsauger und Roboterrasenmäher sind inzwischen durchaus erfolgreiche kommerzielle Produkte, und in den neuesten Fahrerassistenzsystemen der Autohersteller finden sich bereits Teillösungen für künftige Roboterfahrzeuge (oder Fahrzeugroboter?). Für eigene Versuche mit interaktiven elektronischen Systemen stellen wir in dieser Ausgabe eine „Firefly“ vor – ein elektronisches Glühwürmchen, das sich für seine Artgenossen interessiert und mit diesen kommuniziert. Sehr „experimentell“ ist auch ein alternatives Antriebskonzept in diesem Heft, das man schon fast als Kunstobjekt bezeichnen kann.

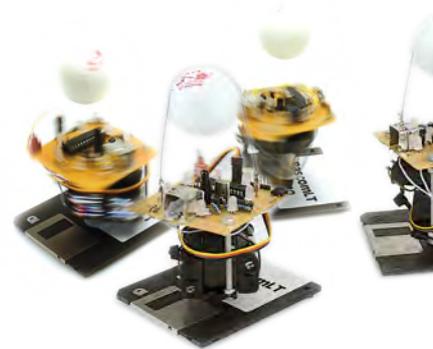
Gute Schaltnetzteile zu entwickeln, ist ebenfalls eine Kunst. Beim „UniLab“ wurde daher auf ein bewährtes Konzept und gut erhältliche Bauteile gesetzt. Das Ergebnis ist ein „geschaltetes“ Labornetzgerät, bei dem sich der Selbstbau lohnt. Das gilt auch für die anderen Projekte dieser Ausgabe, die sich ebenfalls durch einen - gemessen an den Funktionen - sehr geringen Schaltungsaufwand auszeichnen. Auch das hat etwas mit Intelligenz zu tun, allerdings nicht mit künstlicher...

Viel Spaß beim Lesen!

Ernst Krempelsauer

eilektor

- 6 Impressum**
Who is who bei Elektor
- 8 Mailbox**
Briefe, E-Mails und Ideen
- 11 News**
Neuheiten, Nachrichten und Termine
- 18 UniLab**
Geschaltetes Labor-Netzgerät 0-30 V/3 A
- 24 Roboter 2.0**
Begriffe wie AI und intelligente Roboter triggern die Fantasie. Doch oft zeigt sich, dass Dinge, die man einst für pure Utopie hielt, tatsächlich Wirklichkeit werden. Wir stellen Konzepte, Entwicklungen und interessante Robotermodelle vor.
- 30 Fun mit Firefly**
Ein einfaches Robotermodell, das mit seinesgleichen kommuniziert.
- 36 Messsysteme für SMD-Bauelemente**
Mit SMD-Messspitzen lassen sich SMD-Bauelemente leicht identifizieren und überprüfen. Wir haben fünf SMD-Messgeräte auf ihre Praxistauglichkeit getestet.
- 40 SMD-Wegweiser**
Mit der Einführung der SMD-Technik wurde auch die Fachsprache um viele Begriffe reicher. Wir erklären wichtige Fachbegriffe und Zusammenhänge.
- 42 Selbstbautipps**
- 43 Labcenter**
Zu Gast im Lab
Aggressives Schwitzwasser
Making of „...dsPIC-Board“
CO₂-Meter under Test
- 48 Bluetooth für den OBD-2-Analyser NG**



INHALT

41. Jahrgang
April 2010
Nr. 472

18 UniLab

Geschaltetes Labornetzteil 0-30 V/3 A



Ein Netzgerät mit einstellbarer Ausgangsspannung und Strombegrenzung gehört zur Grundausstattung eines jeden Elektroniklabors. Doch nur wenige Elektroniker trauen es sich zu, ein Schaltnetzteil selbst zu entwerfen. Dabei ist es mit geschickt kombinierter, aber bekannter Technik gar nicht so kompliziert. Mit unserer Schaltung lässt sich wahlweise ein Einfach- oder ein Doppel-Netzteil aufbauen.

30 Fun mit Firefly

Einfache künstliche Intelligenz



Kommunikation findet zwischen Menschen, Tieren und natürlich auch zwischen elektronischen Systemen statt. Unsere Roboter-Leuchtkäfer kommunizieren mit Infrarot-Signalen und stehen auf drehenden Servos, mit deren Hilfe sie Ausschau nach Artgenossen halten. In einem aus acht Zweifarben-LEDs bestehenden „Gedächtnis“ merkt sich der Leuchtkäfer, in welcher Richtung ein Artgenosse erspäht wurde.

36 Greifen und Messen

Messsysteme für SMD-Bauelemente



Klein und auch fein, diese SMDs. Doch durch die winzigen Abmessungen sind insbesondere passive Komponenten kaum voneinander zu unterscheiden. Auch die aufgedruckten Beschriftungen geben selten viel her. Mit speziellen SMD-Messpinzetten lassen sich Art und Wert solcher Komponenten schnell und unkompliziert feststellen. Wir haben uns fünf SMD-Messgeräte aus der Nähe angesehen.

48 Diagnose mit Blauzahn

Bluetooth-Erweiterung für den OBD-2-Analyser NG



Der in Elektor September 2009 veröffentlichte OBD-2-Analyser NG ist dank eines Open-Source-Betriebssystem und eines Expansion-Ports offen für Erweiterungen. Das ermöglicht es jetzt, ein Bluetoothmodul zu integrieren. So wird aus dem reinen Handheld-Analyser ein PC-gestützter Analyser mit vielen neuen Möglichkeiten.

52 High-Speed-Foto-Trigger

Blitzsteuerung mit dem ATM18-Testboard und dem Minimod 18

56 Zepter (2): Die Software

Im letzten Heft haben wir die ARM-basierte Hardware des Rapid-Prototyping-Systems Zepter vorgestellt. Nun werfen wir einen Blick auf die Software und erklären, wie die in C geschriebenen Programme in Executables umgesetzt werden.

62 Leserprojekt: Festplatten-Antrieb

Originelles Antriebskonzept, in dem Teile aus Festplatten die elektrisch bewegten Kolben eines Motors bilden.

66 Mini-Projekt: MIDI-Step-Sequencer

Viel Nutzen mit wenigen Bauteilen.

68 Inside Roomba

Zerlegt und mit der Kamera festgehalten: Das Innenleben eines Staubsaugerroboters.

70 Review: PIC24F-Starterkit

Mit kapazitivem Touchpad, OLED-Display und drei USB-Ports!

72 Musikalisches Codeschloss

Es bedient drei Schlösser, verwendet vier Zahlencodes und spielt den Marsch der Fremdenlegion...

75 Retronik

TV-Sender (1994)

76 Impulse messen mit ATtiny

Vielseitiges Impulsmessgerät mit 1 μ s Auflösung.

79 Hexadoku

Sudoku für Elektroniker

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

41. Jahrgang, Nr. 472 April 2010
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

Stencil-Maschine und Pick-&-Place-Tool

NEU

Tools für die SMD-Bestückung

Ist es überhaupt möglich, SMD-Bauteile selber auf eine Platine zu löten? Der Elektor-SMD-Ofen war ein erster Schritt zur SMD-Bestückung von eigenen Platinen. Außerdem wurde im Mai 2009 der Elektor-PCB-Service gestartet, mit dessen Hilfe man anspruchsvolle eigene Platinen bis hin zu Kleinserien herstellen lassen kann. Jetzt kommen noch zwei weitere Tools hinzu: Eine Stencil-Maschine, mit der man Schablonen so ausrichten kann, dass die Lötpaste präzise platziert wird und eine spezielle Bestückungshilfe (Pick-&-Place), mit der man die SMDs aufnehmen und genau auf die passenden Löt-Pads setzen kann.

Pick-&-Place-Tool

Für das manuelle Aufbringen von SMD-Teilen auf eine Platine

- Ideal für Labore, Werkstätten, Schulen, Universitäten, Kleinbetriebe und Privatanwender
- Antistatische Armstütze für stabile Platzierung der Bauteile
- Antistatische Bauteil-Schale
- Magnetische Leiterplattenhalter
- Geeignet für Links- und Rechtshänder
- Vakuum-Pipette mit austauschbaren Nadeln in mehreren Größen
- Wartungsfreie Vakuumpumpe

Max. Größe der Platine: 430 x 280 mm
Preis: 645,00 €*

100,- € Ersparnis im Spar-Bundle
Wenn Sie jetzt die Stencil-Maschine
zusammen mit dem Pick-&-Place-Tool bestellen,
zahlen Sie nur 990,00 €* (statt 1090,00 €*)!

*inkl. MwSt., zzgl. Porto-/Versandkosten

Stencil-Maschine

Für das präzise Aufbringen von Lötpaste auf Platinen mittels einer Schablone (Stencil)

- Ideal für Labore, Werkstätten, Schulen, Universitäten, Kleinbetriebe und Privatanwender
- Genaue X- und Y-Ausrichtung des Bestückungsrahmens
- Verwendbar für ein- und doppelseitige Platinen und für einseitig bestückte Platinen
- Magnetische Platinenhalter
- Schnelle und stabile Fixierung der Löt-pastenschablone (Stencil)
- Schablonen benötigen keine Befestigungs-löcher
- Wartungsfreier und robuster Aluminium-Rahmen

Max. Größe der Platine: 180 x 240 mm
Preis: 445,00 €*

Weitere Infos & Bestellung unter

www.elektor.de/smd-tools

Geschäftsführer/Herausgeber: Paul Snackers

Marketing/Vertrieb (Leitung): Carlo van Nistelrooy

Anzeigen (verantwortlich): Irmgard Ditzgen
ID Medienservice

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

E-Mail: service@id-medienservice.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 Send- 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.

© 2010 elektor international media b.v.

Druck: Senefelder Misset, Doetinchem (NL)



ISSN 0932-5468

Befehle für den SI4735-DSP-Radiochip

Der ATM18-Radiocomputer, Elektor 11/2009, S. 54 (090740)

Gibt es für den Chip SI4735 eine Befehls-satz-Liste? Wenn Sie in Ihrem Heft ein Bascom-Listing angeben, müssen Sie doch den Befehlssatz des SI4735 kennen. Ihre Beschreibung ist ziemlich dürftig, zumal ich nicht erkennen kann, was bei welchem Befehl passieren soll.

Die an mehreren Stellen im Internet gefun-denen Datenblätter gaben keine Informa-tion außer Chipdaten und Beschaltung, aber keine Programmierhinweise.

H. Kielhorn



Dazu gibt es Hinweise im Elektor-Forum: www.elektor.de > Forum > Foren zu Elektor-Projekten > CC2-Elektor-AVR-Projekt.

Speziell die Befehlsübersicht finden Sie auch auf meiner Homepage (www.b-kainka.de/SI4735datasheet.zip) und auf der Elektor-Webseite zu diesem Projekt (www.elektor.de/090740).

Burkhard Kainka

Gesammelte Elektor-Jahrgänge und Hefte

Ich habe eine ungewöhnliche Frage: Seit 1977 bin ich Abonnent des Elektor und habe fast alle Jahrgänge seither gesammelt, um nachschlagen zu können. Es stellt sich mir nun die Frage, was ich noch mit dem angesammelten Wissen anfan-gen kann. Gibt es eine Alternative zum Papiercontainer? Vielleicht gibt es noch Interessenten für gewisse Jahrgänge?

Karlheinz Zangs

Es gibt mit Sicherheit Interessenten. Die Frage ist nur, wie man diese erreicht.

Eine Möglichkeit bietet das Forum auf der Elek-tor-Homepage (www.elektor.de > Forum). Dort kann man im Unterforum „Bauteile, Geräte, Datenblätter - Suche/Biete“ Angebote und Gesuche kostenlos veröffentlichen.

Weil wir die Frage öfters erhalten und es nicht jedermanns Sache ist, im Forum zu schreiben, kann man sich auch an die Redaktion wenden, wenn man gesammelte Hefte abgeben möchte oder an solchen Sammlungen interessiert ist. Wir geben die Anfragen von Interessenten dann gerne an die Anbieter weiter und hoffen, dass dadurch möglichst viele Elektor-Hefte und Sammlungen einen glücklichen neuen Besitzer finden und so der Nachwelt erhalten bleiben.

Lebensdauer-Verlängerung von Röhren (1)

Leserbrief von Charles Coultas zum verzögerten Einschalte der Anodenspannung, Rubrik Mailbox, Elektor 03/2010, S. 8

Bei voller Röhrenheizung ohne Anodenspan-nung wird die Kathodenbeschichtung durch Verhärtung schleichend inaktiv oder „taub“. Bei kalter Kathode reißt die anliegende Anodenspannung kleine Stücke der Katho-denbeschichtung heraus.

In der Betriebsart Röhre als Schalter liegt Anodenspannung an, und das negative Steuergitter sperrt den Anodenstrom. Dabei tritt keine Kathodenschädigung auf. Im Standby-Betrieb wurde bei vielen Jukebox-Röhrenverstärkern die Heiz-spannung halbiert. Im Betrieb wurde die Heizspannung auf den Sollwert erhöht und die Anodenspannung langsam durch die nun erst geheizte Gleichrichterröhre angelegt. Im Gegensatz zu Verstärkern, die im Standby-Betrieb volle Röhrenhei-zung hatten, war keine Verringerung der Röhrenlebensdauer feststellbar.

Hubert Taber (A)



Lebensdauer-Verlängerung von Röhren (2)

Leserbrief von Charles Coultas zum verzögerten Einschalte der Anodenspannung, Rubrik Mailbox, Elektor 03/2010, S. 8

Gestatten Sie zu den angeschnittenen Fra-gstellungen einige kurze Bemerkungen:

1) Die „verzögerte Einschaltung der Anodenspannung“ zum Schutze der noch nicht voll emittierenden Endröhren ist seit langem bekannt. So wurde beispielsweise die Gleichrichterröhre „EZ 12“ mit indi-rekter Heizung auf sehr langsames Anhei-zen hin entworfen (Telefunken ca. 1938), um die Endröhren (und die Siebkondensa-toren) vor zu hohen Überspannungen in der Anheizphase zu schützen.

2) Die Gefahr dabei bestand vor allem in der „Inselbildung“ der Kathode: einzelne Stellen der Kathode emittierten früher als die restlichen, dabei wurde die Kathode stellenweise überlastet (bis zum Sätti-gungsstrom), es kam unter Umständen zu Gasausbrüchen aus der Oxydschicht bzw. den Metallteilen („Spratzeffekte“).

3) Lange anodenstromlose Zeiträume füh-ren zur so genannten „Zwischenschichtbil-dung“ auf der Kathode.

Dies alles findet sich bestens verständlich dargestellt in:

Fritz Cubasch: „Spezialröhren“ (Berlin 1960)

Der Verfasser war viele Jahre Mitarbeiter von Valvo/Hamburg beziehungsweise Philips/Eindhoven (NL).

Aus der Sicht eines Labormannes, der jahr-zehntelang mit Röhren aller Art gearbeitet hat (und das auch heute noch tut), ist dieses Buch sehr empfehlenswert. Weiter interessant (und mehr wissenschaftlich begründet) sind auch heute noch das vier-bändige Standardwerk von Prof. Heinrich Barkhausen sowie die Bücher der Telefun-ken- oder Philips-Reihe.

Dr. Götz Corinth

Platinenbelichter (1)

Platinenbelichter, Rubrik Design-Tipps, Elektor 03/2010, S. 67 (090088)

In Ihrem Artikel beschreiben sie ein einfach zu realisierendes Belichtungsgerät für Lei-terplatten. Ich stand vor demselben Pro-blem. Als Gehäuse verwendete ich einen alten Briefkasten. Dieser bietet genügend Platz für die UV-Röhren mitsamt Vorschalt-gerät, Netzschalter und Sicherung. Als Leuchtmittel verwendete ich UV-Leuchten

MAILBOX

mit G-23-Sockel, wie sie auch in Nagelstudios verwendet werden. Diese sind billiger als Stableuchten und leicht im Internet zu bekommen. Als Scheibe benutze ich eine UV-durchlässige Acrylplatte. Eine einfache Glasscheibe tut es aber auch. Als Ätzmittel verwende ich Natriumpersulfat. Das ist sauberer in der Anwendung.

A.Bahl

Platinenbelichter (2)

Platinenbelichter, Rubrik Design-Tipps,

Elektor 03/2010, S. 67 (090088)

Zum Bericht über den Platinenbelichter möchte ich Folgendes ergänzen: Ich habe schon vor ca. zwei Jahren einen handelsüblichen defekten Flachbettscanner zum Belichtungsgerät umgebaut. Das Innen-



leben besteht aus einem Gesichtsbräuner mit vier UV-Röhren und einem Zeitrelais. Das Ganze funktioniert hervorragend und hat nur 3 € gekostet (für den Gesichtsbräuner auf dem Flohmarkt). Die Einstellung des Zeitrelais erfolgt von außen, so kann ich die gewünschte Belichtungszeit voreinstellen.

Michael Beck

USB-CPU-Meter mit EM800

Magisches Auge am USB,

Elektor 01/2010, S. 24 (090788)

Das USB-CPU-Meter hat mir gut gefallen. Es gibt aber noch eine weitere, eher unbekannt Röhre, die müsste direkt ohne Schaltungsänderung passen und hat noch einen Vorteil: Die EM800 hat einen Einfachbalken, bietet also eine klassische Pegelanzeige und ist daher bestens geeignet für dieses Projekt. Die Röhre kostet außerdem mit Fassung (passend für Platine) unter 10 Euro, Fabrikat: original Telefunken. Bilder, Datenblatt etc. auf www.askjanfirst.com/rb/EM800.htm.

Auf der Webseite www.loetstelle.net/projekte/emuniversal/emuniversal.php gibt es übrigens ein analoges Pendant zu Ihrer Schaltung, nämlich eine Audio-Pegelanzeige (mit Platine).



Jan Philipp Wüsten

Ich habe die EM800 in der Schaltung probiert, und sie funktioniert (siehe Foto). Wenn man aber beim Programmaufruf die bisherigen Parameter verwendet, zeigt sie sozusagen „falsch herum“ an: Kurzer Balken bei großer CPU-Last. Das lässt sich einfach korrigieren, indem man aufruft:

`CPUshow 60 12 (statt CPUshow 12 60)`.

Martin Ossmann

Anmerkung der Redaktion: Die Platine auf dem Foto mit der EM800 entspricht nicht ganz der endgültigen Version, die von Elektor geliefert wird. Die Röhrenfassung wurde im endgültigen Layout noch so gedreht, dass der Leuchtbalken zur Platinenlängsseite zeigt. Aus diesem Grund wurde bei der Vorserienplatine auf dem Foto die Fassung mit etwas Abstand von der Platine und leicht verdreht montiert.

USB-CPU-Meter mit Tipps

Magisches Auge am USB,

Elektor 01/2010, S. 24 (090788)

Nach dem Aufbau der Schaltung hatte ich Probleme mit der Entkopplung der Versorgungsspannung für den ATtiny. Die Kurvenformen der MOSFET-Steuersignale waren mit Störsignalen überlagert und außerdem wurden die MOSFETs heiß, arbeiteten also mit schlechtem Wirkungsgrad. Das Problem trat auf, obwohl ein USB-2.0-Hub mit vollem Ausgangsstrom für die Versorgung

Besser simulieren. Einfacher validieren.



NI Multisim 11.0 für die Schaltungsentwicklung und -validierung

- Verbesserte Visualisierung
- Erweiterte Bauteiledatenbank
- Anpassbare Simulationsanalysen
- PCB-Layouts mit NI Ultiboard

>> Multisim 11.0 evaluieren unter
ni.com/multisim/d

089 7413130



National Instruments Germany

Ganghoferstraße 70 b • 80339 München
Tel.: +49 89 7413130 • Fax: +49 89 7146035
ni.com/germany • info.germany@ni.com

©2010 National Instruments. Alle Rechte vorbehalten.
National Instruments, NI und ni.com sind Warenzeichen von National Instruments. Andere erwähnte Produkt- und Firmennamen sind Marken oder Handelsbezeichnungen der jeweiligen Unternehmen.
Druckfehler, Irrtümer und Änderungen vorbehalten.

Updates und Ergänzungen

VisiOLED

Elektor 03/2010, S. 32 (081141)

In Tabelle 1 (Verbindungsliste) fehlt eine Verbindung für die Indoor-Unit/Summer BZ1: K4/Pinz (Transceiverplatine) ist mit PC2 (ATM18) zu verbinden.

Jedes Mikrojoule zählt

Elektor 03/2010, S. 38 (090157)

Der Autor möchte den zweiten Satz nach der Kapitelüberschrift „I/O-Ports“ auf der ersten Seite des Artikels noch wie folgt präzisieren (Änderung in *kursiv*):

„Alle digitalen Port-Eingänge (auch die nicht benutzten) müssen mit einer Abweichung von weniger als 0,5 V auf GND oder Vcc liegen - entweder aufgrund ihrer externen Beschaltung oder durch Aktivierung der internen Pull-Up-Widerstände.“

Des Weiteren bedarf die Bemerkung zur Lagerfähigkeit von Lithium-Ionen-Zellen am Artikelende (letzter Satz) noch eine Anmerkung. Dort steht, dass Lithium-Ionen Zellen 10 Jahre lagerfähig sein dürften. Das gilt für Lithium-Primärzellen, wie zum Beispiel Li-MnO₂ und Li-SOCl₂. Lithium-Ionen-Zellen sind Sekundärzellen (Akkus), die eine Selbstentladung im Bereich von >50 % in drei Jahren haben.

Modulo D

Elektor 03/2010, S. 52 (090563)

In Schaltplan und Stückliste sind C15, C24, C31 und C32 versehentlich mit 1 µ statt mit 220 p angegeben. Auf der SMD-

bestückten Platine sind diese Werte aber richtig. Die Widerstände R22 und R23 waren zur Einspeisung einer vom ATmega an PB1 erzeugten Begrüßungsmelodie gedacht, die aber nicht mehr implementiert wurde (zu wenig Flashspeicher). Aus diesem Grund wurden R22 und R23 auf der SMD-bestückten Platine weggelassen.

Barometrischer Höhenmesser

Elektor 10/2009, S. 18 (080444)

Unserem Leser Ingo Seidel verdanken wir die folgenden Korrekturen und Verbesserungen:

C10 sollte ein keramischer 100-nF-Entkoppelkondensator sein. Der Wert von 47 µF wurde durch ein Versehen verwendet. Bei unserem Aufbau hat er keine Probleme verursacht, bei Ingo Seidel aber schon (RTC-Reset bei jedem Wakeup). C13 ist 10 µF, wie in der Stückliste angegeben (nicht 47 µF wie im Schaltplan).

Auf der Website (www.elektor.de/080444) wurde in den Software-Download eine von Ingo Seidel verbesserte Firmware-Version aufgenommen. Bei der neuen Version ist sichergestellt, dass der Sensor nach dem Wakeup aus dem Standby mit Spannung versorgt wird. Die Uhr verfügt jetzt auch über eine Anzeige im 24-Stunden-Format. Außerdem verringert sich durch die neue Firmware von Ingo Seidel auch die Stromaufnahme der Schaltung sowohl im Betrieb als auch im Standby.

Portables Thermometer

Elektor 7-8/2008, S. 105 (080418)

Im Schaltplan wird IC5 als PIC16F628 bezeichnet. Richtig ist die Angabe PIC16F684, die im Text zu finden ist.

der Schaltung verwendet wurde. Hier ist meine Lösung:

1. C2 = 330 µF/16 V (statt 100 µF/25 V)
2. Zusätzlicher Elko 1 µF/250 V zwischen Pin 6 (Anode) der EM84 und Masse. Das glättet und säubert die Spannungen der Hochspannungsversorgung. Die Anzeige kann invertiert werden, indem man den Befehl „cpushow 100 0“ verwendet (Display aus bei 0 % CPU-Last). Der erste Wert ist der Minimum-PWM-Parameter, der zweite ist der Maximum-PWM-Parameter. Um das Überlappen der Leuchtbalken in der Mitte der Röhre bei 0 % CPU-Last im

normalen Anzeigemodus zu vermeiden, kann ein kleinerer Wert für den ersten Minimum-PWM-Wert verwendet werden, z.B. „cpushow 5 100“.

Falls gewünscht, kann der Wert von C5 (100 nF/250 V) vergrößert werden, um einen weicheren (trägeres) Ansprechen der Anzeige zu erzielen.

Richard Warwick (England)

*Das Versorgungs-
spannungs-Pro-
blem trat bisher
zwar weder beim*

*Autor noch bei den
Musteraufbauten im
Elektor-Labor auf,
aber falls jemand
Ähnliches feststellen
sollte, sind die Tipps
von Richard Warwick
sicher hilfreich.*

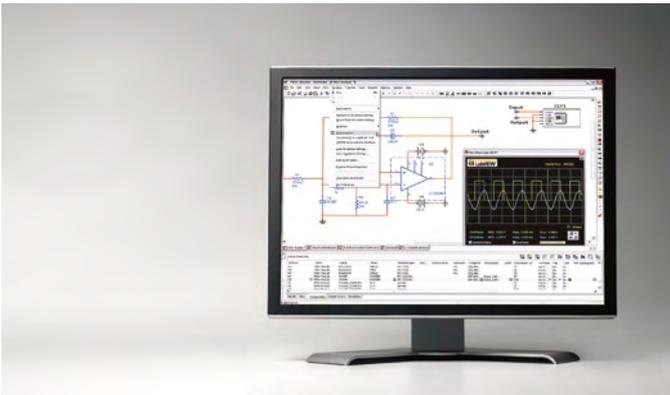


MailBox

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,

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



Neue Version von Multisim

National Instruments hat eine neue Version des Schaltungssimulator-Pakets Multisim auf den Markt gebracht. Im Kern basiert die Software auf SPICE. Der grafische Ansatz von Multisim verbirgt die ansonsten recht komplexe Bedienung dieses Schaltungssimulators vor dem Anwender, so dass sich die Software auch für Einsteiger eignet. Dementsprechend bietet der Hersteller auch eine Version an, die speziell für die Lehre und Ausbildung gemacht ist. Der Simulator hilft dem Studenten und Auszubildenden hier, auch schwierige Zusammenhänge zu verstehen, denn das Verhalten einer Schaltung kann in der Simulation genau untersucht werden. Hierzu stehen eine Reihe virtueller Messinstrumente zur Verfügung. Diese „Academic Edition“ von Multisim 11 enthält weitere spezielle Features, die im Unterricht nützlich sind; sozusagen als Zubehör gibt es Lehrbücher und Lehrmaterial.

„Multisim 11 Professional“ ist dagegen auf den professionellen Entwickler zugeschnitten. Mit Hilfe der Schaltungssimulation können Fehler beim Entwurf von Schaltungen von vornherein vermieden werden, was die Zahl der nötigen Prototypen auf dem Weg zur Marktreife vermindern hilft. Die Software arbeitet nahtlos mit der Layout- und Routing-Software Ultiboard des gleichen Herstellers zusammen, eine in Multisim entworfene Schaltung kann dann gleich zum Erstellen einer Platine genutzt werden.

Neu in Multisim 11 ist der „Example Finder“, mit dem man (Teil-)Schaltungen aus einer Fülle von Beispielen finden kann. So müssen Entwickler in vielen Fällen „das Rad nicht neu erfinden“.

Bei der neuen Version des Programmpakets wurde unter anderem das Projekt-Packaging verbessert: Alle benötigten Dateien lassen sich jetzt in einem Zip-Ordner zusammenfassen. Weiterhin wurde das grafische Interface verbessert; die Komponenten-Bibliothek hat NI ebenfalls einem Update unterzogen. C-Code für Mikrocontroller von Microchip lässt sich nun direkt kompilieren. Weitere Verbesserungen und Features findet man unter dem unten angegebenen Link.

Der Hersteller baut gegenwärtig eine „Schaltungs-Community“ auf: In mehreren Foren sollen Entwickler Hilfe von Experten erhalten.

www.ni.com/multisim/upgrade

Entwicklungsplattform für AVR-Controller

Der Toolhersteller mikroElektronika hat eine neue Entwicklungsplattform für AVR-Controller auf den Markt gebracht. Das BIGAVR6

PCB-POOL
Beta LAYOUT

DAS ORIGINAL SEIT 1994

zertifiziert!
UL-Zulassung **NEU!**

dünnere!
1 mm Materialstärke **NEU!**

flacher!
SMD Pads
chemisch verzinkt **NEU!**

schneller!
1 AT Service

kostenlos!
Free Stencil

unabhängig!
Reflow-Kit Shop

www.pcb-pool.com **Beta**
HOTLINE 0800 7227665 · E-Mail: info@pcb-pool.com LAYOUT

FreeCAD 2009, Yousang, Altium Designer, 62XMin, cadence, GrootGede, WALTER, RS-274-X, Easy-PC, PULSONIX

Alle eingetragenen Warennamen sind eingetragene Warenzeichen der jeweiligen Hersteller!

gie-tec

TopVAC Belichter

www.gie-tec.de

- Philips ACTINIC Leuchten, 365nm
- Digitaler Timer, mit Anzeige
- Elektr. Vorschaltgerät, EN60929
- Vakuum-Spannrahmen

Gie-Tec GmbH 36132 Eiterfeld 06672/919-910

www.

elektor.

de

Schrittmotorsteuerkarte
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,-

über 4000 verkaufte Exemplare

Kostenloser Katalog

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



Entwicklungs-system unterstützt 64- und 100-Pin-

AVR-Controller im TQFP-Gehäuse und besteht aus einem Board (mit USB-Programmer), einem Prozessormodul (ATmega128) sowie einer CD. Das Board kann mit einer reichhaltigen Liste an Features aufwarten: CAN, serielles EEPROM, RTC, SD-Karten-Anschluss, Poti, LEDs und vieles mehr sind integriert. Hierzu gibt es jeweils Beispiele in den Sprachen C, Pascal und Basic. Das Board lässt sich mit einer Fülle von Zubehör aufstocken wie LCD, Touchscreen, DAC, CF-Anschluss und vielem mehr. Dazu gibt es diverse Prozessormodule zu kaufen.

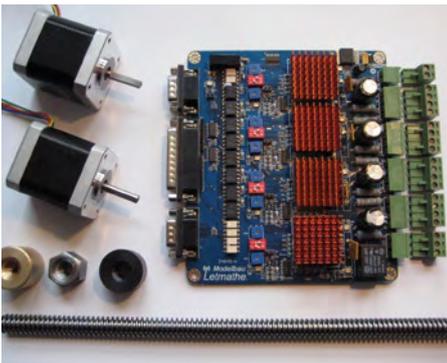
Das Kit ist direkt auf der Herstellerwebsite und bei Distributoren erhältlich. Der Preis wird vom Hersteller mit 139 US-Dollar angegeben. Beim Distributor TIGAL ist das Kit für 119 Euro zu haben.

www.mikroe.com/en/tools/bigavr6

www.tigal.com/products_search.asp?q=bigavr6

Schrittmotorsteuerung für CNC-Maschinen

Seit kurzem vertreibt Modellbau Letmathe eine Schrittmotorsteuerung für vier unipolare Schrittmotoren und einen über die Software schaltbaren Verbraucher (Relais). Die (fertig aufgebaute und getestete) Karte arbeitet nach dem Konstantstromprinzip für optimales Drehmoment auch bei höheren Drehzahlen. Im Lieferumfang sind außerdem ein 25-poliges Steuerkabel, Steckverbinder und Buchsen sowie eine deutsche Anleitung mit Konfigurationsbeispielen für die CNC-Programme Jedicut und Mach 3 enthalten. Je nach gewählter Option werden auch Endschalter mitgeliefert.



Der Spulenstrom je Strang kann bis zu 2,5 A betragen, ein Konstantstrom zur Anpassung an Schrittmotoren von 0,2 A bis 2,5 A Spulenstrom ist einstellbar. Die Eingänge sind durch Optokoppler vom Rest der Schaltung galvanisch getrennt. Über DIP-Schalter lassen sich Schrittweiten von 1/1-, 1/2-, 1/4- und 1/8-Schritt einstellen.

Der Einführungspreis beträgt 79,90 €. Ebenfalls im Sortiment sind passende Schaltnetzteile, Schrittmotoren in verschiedenen Leistungsklassen sowie mechanische Bauteile.

www.modellbau-letmathe.de

„Funk-ATmega“-Module und -Development-Kit

Im letzten Heft haben wir über den neuen „Funk-ATmega“ berichtet, bei denen ein 8-bit-AVR-Mikrocontroller und ein 2,4-GHz-Trans-



ceiver auf einem Chip vereint sind. Auf Basis dieses Controllers bietet das Unternehmen Dresden Elektronik kompakte Module und ein dazu passendes Development Kit an.

Die Module deRFmega128-22A00 und deRFmega128-22A01 eignen sich für die verschiedensten ZigBee- und 6LoWPan-Funkanwendungen nach dem Standard IEEE 802.15.4. Das deRFmega128-22A01 verfügt über einen 18-dB-HF-Leistungsverstärker, wodurch auch größere Distanzen von über 1000 m im Freifeld bzw. Hindernisse überwunden werden können. Die insgesamt 46 Pins der beiden Stiftleisten bieten dem Anwender vollen Zugriff auf alle Funktionen des ATmega128RFA1. Mit einem 1 Mbit großen Serial EEPROM steht einiges an Speicherplatz zur Verfügung, z.B. für ein Firmware-Update per Funk.

Für die Module sind passende Adapter und Development-Boards lieferbar. Der deRFtoRCB Adapter ermöglicht die schnelle Inbetriebnahme und verschafft den deRFmega128-Modulen eine Schnittstellenkom-

patibilität zur Radio Controller Board Familie des Modulherstellers. Das deRFdevelopmentKit dient als Entwicklungsplattform, es enthält zwei Sensor Terminal Boards, drei deRFtoRCB Adapter, drei Funkmodule, USB- und DC-Kabel sowie umfangreiche Software und Dokumentation auf CD.

www.dresden-elektronik.de

Multimeter warnen vor falsch angeschlossenen Messleitungen

Falsch angeschlossene Messleitungen führen nicht nur zu Fehlinterpretationen des Messwertes, sie können auch für Multimeter und die zu messende Schaltung gefährlich werden. Bei den Voltcraft®-Multimetern der VC-800-Serie von Conrad ist man vor diesem Fehler geschützt: Die „Test Lead Detection-Funktion“ (TLD®) warnt den Benutzer bei falsch angeschlossenen Messleitungen.

Bei Eingangsspannungen über 30 V erscheint ein Warnsymbol im Display. Eine patentierte Gehäusekonstruktion sorgt dafür, dass sich das Gehäuse zum Batterie- und Sicherungswechsel nur öffnen lässt, nachdem das Gerät von allen Messleitungen getrennt wurde. Das robuste Gehäuse mit angespritztem Weichgummischutz, eine Hochleistungssicherung für 1.000 V mit einem Trennvermögen von 30 kA sowie eine Impedanzumschaltung, die per Tastendruck den Eingangswiderstand reduziert, um Fehlmessungen auf Grund von Streuspannung



zu vermeiden, runden das Sicherheitskonzept ab.

Die Multimeter VC-850 und VC-870 sind mit Temperaturmessung und Echt-Effektivwert-Messfunktion (True RMS) ausgestattet. In das VC-870 ist zusätzlich eine Leistungsmessfunktion bis 2.500 W für Wirkleistung, Scheinleistung und Cosinus Phi über einen mitgelieferten Leistungsmessadapter integriert. Eine optische Schnittstelle gehört zur Serienausstattung. Darüber hinaus steht ein umfangreiches Angebot an praktischem Zubehör zur Verfügung.

Das Digital-Multimeter VC 830 (Bestellnummer 124601 – 7F) ist für 58,79 Euro



erhältlich. Die Multimeter VC 850 (Bestellnummer 124602–7F) und VC 870 (Bestellnummer 124603–7F) kosten 84,00 Euro beziehungsweise 126,01 Euro (jeweils zusätzlich Mehrwertsteuer).

www.conrad.biz

WLAN, GPS, UKW und Bluetooth - alles auf einem Chip

Von Texas Instruments kommt ein neuer Chip namens WiLink™ 7.0, der nach Herstellerangaben erstmals die Funktechnologien WLAN 802.11n, GPS, einen UKW-Sender/Empfänger und Bluetooth vereint. Der hohe Integrationsgrad spart aber nicht nur Kosten und Platz auf der Leiterplatte. Vielmehr sei es laut TI durch „Hardwaremechanismen“ möglich geworden, gegenseitige Interferenzen schon am Ort der Entstehung zu bekämpfen - was den Designprozess vereinfacht. Die Kerne, die jeweils für die einzelnen Funktechnologien zuständig sind, kommunizieren außerdem auf dem Chip, um Prioritäten festzulegen und den Gesamtstromverbrauch zu minimieren. Prädestiniert ist der 65-nm-Chip (natürlich) für Mobiltelefone, aber auch MP3-

Spieler, PDAs und viele weitere tragbare Geräte könnten profitieren.

www.ti.com/wilink7

Neues LCR-Meter bis 10 MHz

Die Fähigkeiten von Testgeräten müssen entsprechend den gestiegenen Betriebsfrequenzen der Anwendungen mitwachsen. Das neue LCR-Meter LCR-8110G von GWInstek (Vertrieb: StanTronic Instruments GmbH) besitzt gegenüber dem Vorgängermodell eine zehnfach höhere maximale Testfrequenz und kann so die realen Bedingungen für die Bauelemente noch besser nachbilden.

Die Grundgenauigkeit des Geräts, dessen Testfrequenzen von 20 Hz bis 10 MHz reichen, liegt für alle RLC-Messungen bei 0,1%. Neben der parametrierbaren Pass-/Fail-Funktion mit Akustikalarm bietet das Gerät im Multi-Step-Mode die Möglichkeit, automatisch bis zu 30 verschiedene Messungen am Bauelement durchzuführen. Im nichtflüchtigen Speicher lassen sich bis zu 64 solcher Mess-Programme ablegen. Im Graph-Modus zeigt das Gerät auf dem LCD-Grafikbildschirm (320x240 Bildpunkte) die Bauteilcharakteristik, wobei auf der horizontalen Achse entweder der Spannungsbereich oder der zu durchlaufende Frequenzbereich vorgegeben werden kann.

Das Gerät ist standardmäßig sowohl mit einer RS-232- als auch mit einer GPIB-Schnittstelle ausgestattet, um das Gerät fernzusteuern oder die Messdaten für weitere Analysen an einen angeschlossenen PC zu übertragen. Zur Adaptierung der zu messenden Bauelemente stehen verschiedene Anschlussadapter (Zwei- und Vierdraht-Messung) zur Verfügung. Für geringere Anforderungen an die maximale Testfrequenz ist das Gerät auch als 5-MHz-Version (LCR-8105G) zu haben.

www.stantronic.de
www.gwinstek.com



LeCroy

WaveAce

Oszilloskope

40 MHz – 300 MHz



AB EUR
612,-*

Die günstigen
Einstiegsmodelle
vom Hersteller der
schnellsten Oszilloskope
im Markt

- 40 MHz – 300 MHz Bandbreite
- 2- und 4-Kanal-Modelle
- Bis 2 GS/s Abtastrate
- Bis 20 kPkte Speicher
- 14,5 cm Farbdisplay in allen Modellen
- Umfangreichste Messfunktionen
- Umfassende Trigger
- LAN/USB-Anschlüsse
- Deutsche Bedienoberfläche

www.lecroy.de

* Einführungspreis bis 31. 3. 2010

WaveAce Distributoren:



Telemeter Electronic GmbH
86609 Donauwörth
Tel.: 09 06-7 06 93-52
www.telemeter.info



ADMESS Vertriebs GmbH
67292 Kirchheimbolanden
Tel.: 0 63 52-7 00 01
www.admess.de



Cosinus
85521 Ottobrunn
Tel.: 089-66 55 94-0
www.cosinus.de

hivolt.de

hivolt.de GmbH & Co KG
22419 Hamburg
Tel.: 040-53 71 02-0
www.hivolt.de



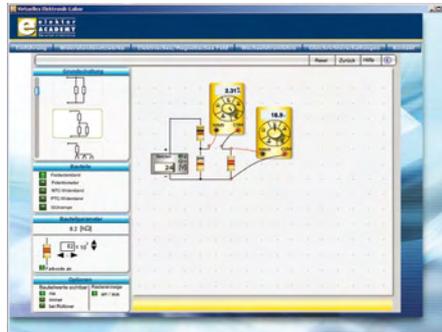
Plug-In
82223 Eichenau
Tel.: 081 41-3697-0
www.plug-in.de



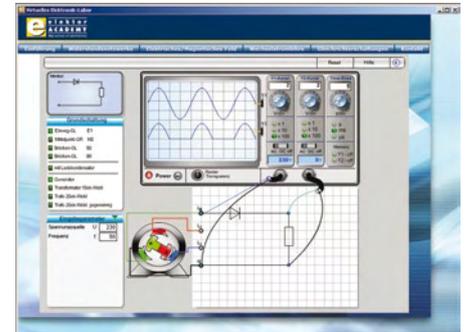
Tameq GmbH
68623 Lampertheim
Tel.: 0 62 06-9 37 43 10
www.tameq.de



Virtuelles Elektronik-Labor: Zweites Modul jetzt erhältlich



Nachdem man eine Grundschaltung ausgewählt hat, bestückt man das Widerstandsnetzwerk mit Bauteilen. Die Multimeter können Spannungen zwischen beliebigen Punkten und auch Ströme messen.



Um Wechselstrom, Drehstrom und Gleichrichterschaltungen geht es in dieser Simulation. Eine Speicherfunktion ermöglicht die gleichzeitige Darstellung von mehr als zwei Signalverläufen.

Computer und Simulationsprogramme machen heutzutage eine ganz neue Art des Lernens möglich, die noch vor zwei Jahrzehnten undenkbar schien. Interaktiv und multimedial lässt sich auch schwieriger Lehrstoff einfach vermitteln, da Animationen statische Abbildungen ergänzen und Schüler und Studenten auf Eingaben sofort Feedback erhalten. Und da das Experimentieren mit der Simulation der Arbeit in einem richtigen Labor schon sehr nahe kommt, bleibt auch der Lernspaß nicht auf der Strecke.

Im Bereich Elektrotechnik/Elektronik bietet Elektor mit dem „Virtuellen E-Labor“ ein E-Learning-Paket an, das mit einem durchdachten Didaktik-Konzept aufwarten kann. Hauptelement für den Schüler sowie den individuell Lernenden ist der Online-Zugang zum Elektor-Server, auf dem die Simulationsprogramme abgelegt sind. Die Versuche können daher an jedem Ort durchgeführt

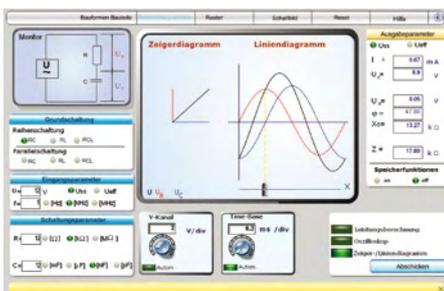
werden. Vervollständigt wird das Ganze durch Arbeitsbücher, die als Anleitung dienen, den theoretischen Hintergrund liefern und das Gelernte vertiefen. In diesen Arbeitsbüchern werden Aufgaben verschiedenen Schwierigkeitsgrads gestellt. Wer die Aufgaben mit Papier und Bleistift gelöst hat, kann das Ergebnis dann gleich im „Virtuellen E-Labor“ überprüfen.

Schwerpunkte des ersten Labormoduls/Arbeitsbuches („Grundlagen der Elektrotechnik“) sind Widerstandsnetzwerke, elektrische und magnetische Felder sowie Wechselstrom- und Gleichrichterschaltungen. Das zweite Labormodul/Arbeitsbuch (Wechselstromtechnik) ist soeben erschienen. Schwerpunkt ist hier die Wechselstromtechnik mit Reihen- und Parallelschaltungen von RC-, RL- und RCL-Netzwerken, Berechnung der Augenblickswerte, Leistungsberechnung sowie das Frequenz- und

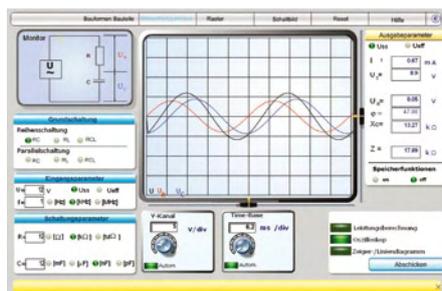
Resonanzverhalten. Die Einzelplatzversion (bestehend aus 1 Jahr Online-Zugang zum Modul 1 oder Modul 2 inklusive Updates und dem entsprechenden Arbeitsbuch) kostet 69 Euro (zuzüglich Versand). Elektor-Abonnenten können von einer Sonderaktion profitieren, die bis zum 18.4. gilt: Sie erhalten den Zugang zum Modul 2 und das zweite Arbeitsbuch zum Preis von nur 59 Euro und frei Haus!

Das nächste Modul mit den Schwerpunkten Thyristoren, Diacs, Transistoren (Vierquadranten-Kennlinienfeld, Verstärker) und weiteren Schaltungen soll im Spätherbst 2010 erscheinen. Weitere Arbeitsbücher und Simulationsprogramme sind in Vorbereitung, unter anderem mit den Schwerpunkten Operationsverstärker, geregelte Netzteile, Digitaltechnik, Leistungselektronik, Verstärker, Regelungstechnik und SPS-Steuerungen.

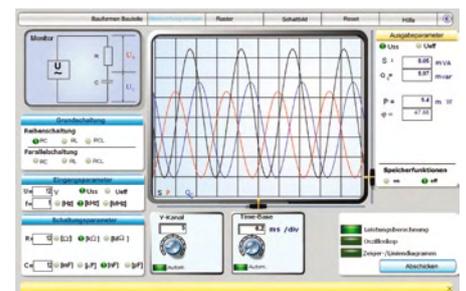
www.elektor.de/virtuelles-labor



Dieses Tool berechnet nach Auswahl der Schaltung und Eingabe der entsprechenden Werte alle Ausgangsparameter und generiert ein Zeiger- und Liniendiagramm.



In der Oszilloskop-Darstellung erscheint das Liniendiagramm für 2 bis 3 Perioden als Oszilloskopbild. Die Messbereichseinstellung kann automatisch oder manuell erfolgen.



Mit der „Leistungsberechnung“ werden die Signalverläufe der Leistungsfunktionen auf dem Oszilloskop angezeigt.

Lehr- und Ausbildungstag „Mikrocontroller“



Foto: TFH Georg Agricola, Bochum

Immer mehr Geräte sind mit einem Mikrocontroller ausgestattet. Wer einen technischen Beruf erlernt, in dem auch Elektronikkenntnisse gefragt sind, sollte daher auch in diesem Bereich fit gemacht werden. Speziell für Lehrer und Ausbilder aus Industrie und Handwerk veranstalten der Elektor-Verlag und die Technische Fachhochschule Georg Agricola einen Lehr- und Ausbildungstag „Mikrocontroller“ (am 24. April in Bochum). Dabei werden mehrere Lehr- und Ausbildungssysteme und Unterrichtsmaterialien für den Bereich „Mikrocontroller-Technik“ und „Allgemeine Elektronik“ vorgestellt und vorgeführt.

Die einzelnen Komponenten des **Mikrocontroller-Fernlehrgangs** - Teachware, Hardware, Software, ein Forum und ein Workshop - sind Thema des Einführungsvortrags. Anschließend berichten Wolfgang Hanisch (Berufsförderungswerk Nürnberg) und Martin Hitzgrad (AEG Power Solutions, Warstein) über ihre Erfahrungen beim Einsatz des Fernlehrgangs in der schulischen und der betrieblichen Ausbildung.

Danach können interessierte Besucher in Workshops den Fernlehrgang näher kennen lernen. Es werden die einzelnen Baugruppen detailliert vorgeführt und gemeinsam Lösungen zu bestimmten Aufgaben erarbeitet.

In der Präsentation „**Messen, Steuern und Regeln über das Internet**“ wird ein Webserver eingesetzt, der in VB5CCE (kostenlose Version von VisualBasic5) programmiert wurde und auf einem PC läuft. Der Webserver stellt ein Webformular zur Verfügung, das in einem Browser angezeigt wird. Anwender können hiermit einen Mikrocontroller steuern, der über eine serielle Schnittstelle mit dem PC verbunden ist. Als Controller wird ein moderner 8051er eingesetzt. Das dazu passende Mikrocontrollerboard kann von Schülern und Auszubildenden selbst bestückt werden, wird aber auch fertig angeboten.

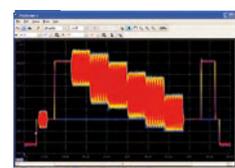
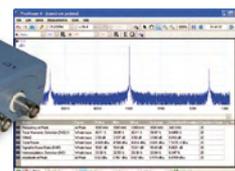
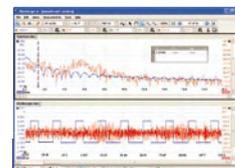
Das „**Virtuelle Elektronik-Labor**“ ist der dritte Schwerpunkt des Lehr- und Ausbildungstags. Lehrer und Dozenten können sich aus erster Hand vom Konzept überzeugen (siehe unsere Extra-News in diesem Heft).

Der 1. Bochumer Lehr- und Ausbildungstag findet in den Räumen der TFH Georg Agricola zu Bochum statt. Anmelden kann man sich unter dem unten angegebenen Link.

www.elektor.de/ausbildungstag

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 Hysterese, Pulsbreite, Spikes, Drop-Outs, Fenster

www.picotech.com/scope1065
+44 1480 396395

Von Phil Knurhahn



Fahrflugzeug mit Fallschirm

James Bond brauchte ein schnelles Auto, das im Notfall auch fliegen konnte – für viele junge Männer ein Traum. Der kann jetzt Wirklichkeit werden, wenn man schnell mal 55.000 Euro ausgeben will. Dafür bekommt man Ende 2010 das „SkyCar“ von Parajet, ein Fahrflugzeug, das auf der Straße eine Spitzengeschwindigkeit von 200 km/h aufbringt und in der Luft bis zu 130 km/h schnell ist (Bild: Parajet). Geflogen wird mittels Vortrieb und Gleitschirm. Der Übergang vom Straßen- auf den Flugmodus braucht drei Minuten, eine Startbahn von 200 m ist erforderlich. Nach Angaben des Herstellers – das Unternehmen sitzt ca. 40 km südlich von Bristol – genügt ein Autoführerschein, solange man unter 200 m Flughöhe bleibt (wobei sicher ist, dass dies nicht in Deutschland gilt).

www.parajetautomotive.com

Auferstehung der Magnetbänder

Forscher von IBM in Rueschlikon und von FujiFilm in Japan haben klassische Magnetbänder weiterentwickelt und dabei die Speicherdichte auf das 44-fache steigern können. Konkret: Es wurde eine Speicherdichte von fast 30 Gigabit pro Quadrat Zoll (das sind fast 4,6 Gbit/cm²) erreicht. Damit lässt sich die Speicherkapazität einer LTO-Kassette für industrielle Anwendungen mit einem doppelseitigen 1/2-Zoll-Magnetband auf schier unglaubliche 35 Terabyte bringen. Die hohe Speicherkapazität kam unter anderem dadurch zustande, dass das neue Band etwas dünner ist als die alten Bänder. Der IBM-Fellow Evangelos Eleftheriou zeigt auf dem Foto das neu entwickelte Magnetband (Bild: IBM). Um die Rekord-Speicherdichte zu erzielen, entwickelten die IBM Forscher mehrere neue Datenaufzeichnungstechnologien. Darüber hinaus arbeiteten sie drei Jahre intensiv mit FujiFilm an der Optimierung der nächsten Generation dieses zwei-

fach beschichteten, auf Barium-Ferrit-Partikeln basierenden Magnetbands. Ziel: Die Entwicklung von Bandspeichern mit einer Schreibdichte von 100 Gigabit pro Quadrat Zoll. Warum man die klassische Bandtechnologie weiter entwickelt? Die Kosten für die Langzeitspeicherung von Daten auf

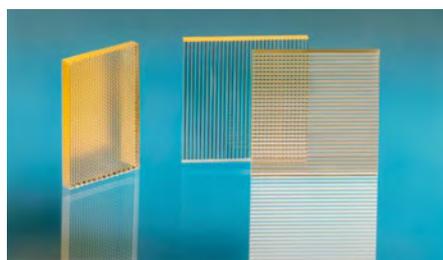


Bandsystemen sind (abhängig von ihrer Größe) fünf bis zehn Mal geringer als bei Festplatten. Und Bandkassetten haben keinen Stromverbrauch, solange nicht auf sie zugegriffen wird, im Gegensatz zu den kontinuierlich rotierenden Harddisks.

www.zurich.ibm.com/news/10/storage.html

Licht aus dem Nichts

Etwas rätselnd steht man davor: Eine transparente Fläche leuchtet, aber man kann keine Lichtquelle entdecken. Erst bei genauerer Betrachtung stellt sich heraus, dass eine winzige Leuchtdiode, kleiner als ein Stecknadelkopf, wohl die Ursache ist. Sie emittiert ihr Licht über tausende von unsichtbaren Linsen, die nur einige hundert Nanometer klein sind. Je nach Kombination der Leuchtdioden kann das Fraunhofer-Institut für Silicatforschung intensive farbige Leuchtflächen mit extrem homogener Verteilung herstellen, aber auch solche mit reinem Weiß (Bild: FhG-ISC). Dafür werden auf kleinstem Raum rote, grüne und blaue LEDs angeordnet, die dann gemischt



weiß ergeben. Die Bündelung der drei Farben erfolgt durch eine Konzentrationsoptik, die Homogenisierung auf eine Fläche anschließend durch nanostrukturiertes „Ormocer“, das sich als ideales Material für die Herstellung solcher Mikrooptiken zeigt. Es ist ein Hybrid aus organischem und anorganischem Material, nicht so spröde wie Glas und nicht so weich wie ein Polymer. Entwickelt wurde es am Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF in Jena. Mit diesem Material lassen sich Dinge realisieren, die noch vor ein paar Jahren undenkbar waren: ultraflache und ultrakleine Optiken für Mikrokameras oder Beamer, die in die Hosentasche passen.

www.isc.fraunhofer.de

HDTV auf dem Handy



Auf dem Mobile World Congress in Barcelona (15.-18.2.2010, Bild: GSMA) stand das mobile Fernsehen mit im Vordergrund. Die Fraunhofer Gesellschaft zeigte dort den neuen Mobilfunkstandard Long Term Evolution (LTE), mit dem sich auch große Datenmengen schnell auf Mobilgeräte übertragen lassen. Die Download-Geschwindigkeiten sind denen im DSL-Festnetz fast ebenbürtig: Stockender Seitenaufbau und lange Ladezeiten von Videos gehören dann der Vergangenheit an. Die Forscher haben außerdem ein neues Codierverfahren für HighDefinition(HD)-Filme entwickelt. Der „Multicore SVC Realtime Encoder“ codiert innerhalb eines Verarbeitungsschrittes verschiedene Bildwiederholraten, Qualitäten sowie Bildgrößen. So bekommt jedes mobile Endgerät – ob Mobiltelefon oder Notebook – ein passendes Format angeboten. Sogar auf die unterschiedliche (und schwankende) Empfangsqualität kann Rücksicht genommen werden.

www.hhi.fraunhofer.de/en/departments/image-processing/applications/svc-realtime-encoder/?0

April

11. - 16. Frankfurt Light + Building

Eine der bedeutendsten Messen für Licht- und Gebäudetechnik (Sicherheit, Automatisierung, Netzwerke und vieles mehr).

www.light-building.messefrankfurt.com

13. - 14. Dresden Printed Electronics Europe

Konferenz und Ausstellung zum Thema „Gedruckte Elektronik“. Parallel findet die „Photovoltaics Europe 2010“ statt.

www.idtechex.com/printedelectronics/europe10/hold/dresden.asp

13. - 15. Aschaffenburg Entwicklerforum Akkutechnologien

Mit 24 Vorträgen, einem LEV(Light Electric Vehicle)-Workshop, einem Lithium-Ion-Grundlagenkurs und mehr.

www.batteryuniversity.eu

14. Frankfurt am Main Sichere Produkte - Anforderungen aus rechtlicher Sicht

Entwicklung, Qualitätssicherung, Rückruf und Haftung sind die Themen dieses VDE-Seminars.
www.vde.com/seminare

15. - 16. Dortmund Automotive meets electronics

Neue Tagung, die auf die kritische Schnittstelle zwischen der aktuellen Elektronik-Entwicklung und deren Anwendung in der Fahrzeugtechnik zielt. Veranstaltet von der VDI/VDE GMM.
<http://conference.vde.com/ame2010>

16. - 17. Hannover Elektor Intensivkurs „AVR-Mikrocontroller in der Praxis“

Referent ist Andreas Riedenauer (Field Application Engineer beim Atmel-Distributor Ineltek). 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 *

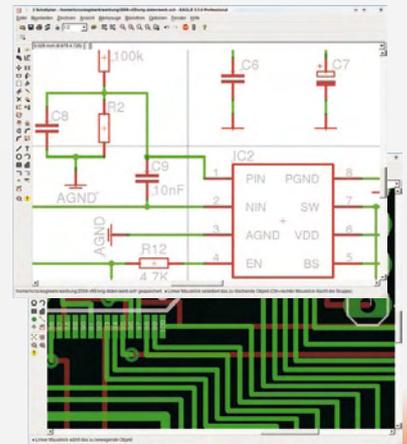


gewählt zu werden, braucht es mehr als ein tolles Programm



EAGLE Version 5

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



- ▶ 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.
- ▶ Innovative Funktionen: Zum Beispiel der neue Followme-Router, der beim Manuellen Routen viel Zeit spart.

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

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

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.

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.



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

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

www.cadsoft.de

08635 6989-10

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



element14

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

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

Anzeige

19. - 20. Zürich ARM9 Linux-Hands-On-Workshop

Veranstaltet von MSC und Atmel. Übungen zum Umgang mit dem AT91SAM9G45, Treiber-Entwicklung, GDB-Debugging bis zur Entwicklung einer Grafik-Applikation. Weitere Termine siehe Website!
www.msc-ge.com/seminar

19. - 23. Hannover Hannover Messe

Die Robotik und die Nanotechnologie sind nur zwei der attraktiven Themenfelder dieser weltbekanntesten Industriemesse.
www.hannovermesse.de

19. - 23. Bitburg High-Speed Design-Konferenz

Modular aufgebaute Konferenz mit Drei-, Vier- oder Fünftagesseminaren. Zielgruppe sind Schaltungs-Designer, PCB-Layerer und Entwicklungsingenieure.
www.leonardy.com/txt_high_speed_package.html

21. - 22. Hamburg RADCOM

Ausgeschrieben „Radar, Communication and Measurement“. Mit Workshops, R&D-Forum und Ausstellung.
www.gerotron.com/html/messen/radcom.htm

23. - 24. Leipzig Elektor Intensivkurs „AVR-Mikrocontroller in der Praxis“

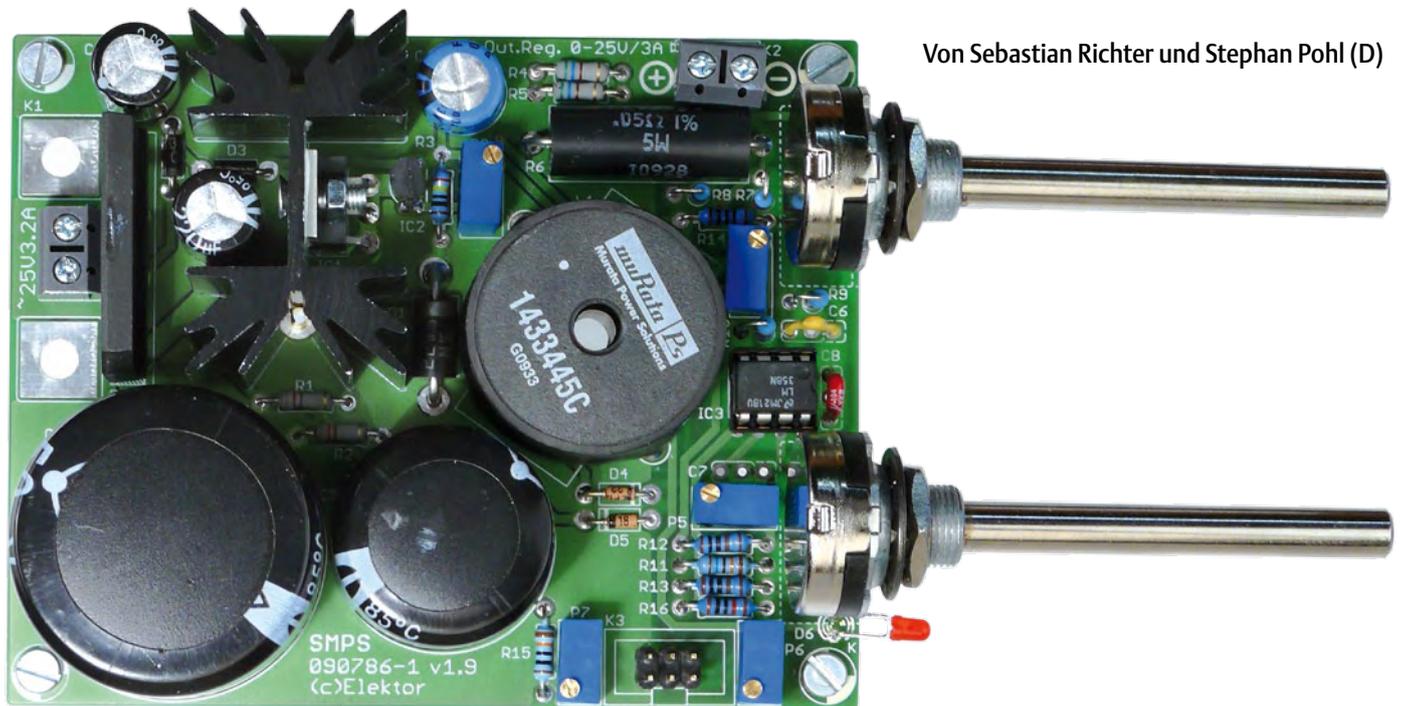
Siehe 16. April!
www.elektor.de/avr-seminar

26. - 27. Düsseldorf ElektroMobilität2010

Kongress zu den wichtigsten Entwicklungen. Neben der Technik geht es auch um die politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen.
<http://mcc-seminare.de/de/energie/elektromobilitaet-2010>

UniLab

Geschaltetes Labornetzteil 0-30 V/3 A



Von Sebastian Richter und Stephan Pohl (D)

Ein Netzgerät mit einstellbarer Ausgangsspannung und Strombegrenzung gehört zur Grundausrüstung eines jeden Elektroniklabors. Eine Ausführung als Schaltnetzteil schreckt aber viele wegen der höheren Komplexität ab. Dabei ist es mit geschickt kombinierter, aber bekannter Technik gar nicht so kompliziert. Mit der hier vorgestellten Schaltung kann wahlweise ein Einfach- oder ein Doppel-Netzteil aufgebaut werden.

Im Rahmen der Elektronik-Bastelgruppe [1] des Instituts für Stromrichtertechnik und Elektrische Antriebe (ISEA) an der RWTH Aachen [2] entstand die Idee, ein solches Schaltnetzteil zu entwickeln. Es wurde als Einstiegsprojekt für unerfahrene Elektronikentwickler konzipiert, kommt ohne Mikrocontroller aus und ist mit geringem Aufwand realisierbar.

Durch die Verwendung eines integrierten Schaltreglers als Herzstück des Netzteils hält sich der Schaltungsaufwand in Grenzen. Dieses IC umfasst die Funktionseinheiten Spannungsregelung, Schaltsignalzeugung und Leistungsschalter. Dadurch werden nur noch wenige externe Bauelemente benötigt.

Dank des kompakten Aufbaus ist es ein Leichtes, das Netzteil um einen zweiten Kanal zu erweitern. Solch ein Doppelnetzteil erweist sich insbesondere dann als prak-

tisch, wenn mehr als eine Versorgungsspannung benötigt wird. Beide Kanäle sind selbstverständlich galvanisch getrennt und können daher auch in Reihe für höhere Spannungen und (über Dioden) parallel geschaltet auch für größere Ströme verwendet werden.

Ansätze

Der klassische Ansatz verwendet nach einem Netztransformator einen Gleichrichter und setzt als Regler einen Linearregler ein. Für hohe Leistungen mit einer großen Differenz zwischen Eingangs- und Ausgangsspannung erzeugt der Linearregler aber hohe Verluste und benötigt einen großen Kühlkörper. Die hohen Verluste führen zu einem schlechten Wirkungsgrad des Netzteils und dazu, dass der Transformator neben der Nutzleistung auch die zusätzliche Verlustleistung übertragen muss. Daher wird der Transforma-

tor unnötig schwer und teuer.

Eine zweite Möglichkeit, die deutlich geringere Verluste aufweist und damit den Wirkungsgrad verbessert, besteht darin, anstatt des Linearreglers einen Schaltregler zu verwenden. Diese sekundär getakteten Schaltnetzteile sind zwar gegenüber den Linearreglern etwas komplizierter, erfordern jedoch dank der verfügbaren integrierten Bausteine nur wenig Mehraufwand. Der höhere Wirkungsgrad erlaubt ein kompakteres Design; insbesondere einen deutlich kleineren Kühlkörper. Der Netztransformator kann zwar nicht ersetzt werden, ist aber dennoch kleiner als beim Linearregler, da aufgrund des höheren Wirkungsgrads die zusätzlich zu übertragende Verlustleistung geringer ausfällt.

Dem gegenüber richten primär getaktete Schaltnetzteile die Netzspannung zunächst ohne Transformator gleich und glätten sie

zu einer hohen Gleichspannung (325 V). Anschließend wird diese mit einem entsprechenden Wandler (z.B. Vollbrückenschaltung) mit hoher Frequenz (kHz-Bereich) über einen kleinen Hochfrequenztransformator in eine niedrige Wechselspannung umgewandelt. Danach wird die Spannung erneut gleichgerichtet, so dass eine niedrige Gleichspannung erzeugt wird. Über eine galvanisch getrennte Messung wird diese an den Regler des Wandlers zurückgespeist, der letztendlich die gewünschte Spannung einstellt. Ein großer Vorteil dieser Technik ist der sehr kleine Transformator (abhängig von der Schaltfrequenz) und ein hoher Wirkungsgrad (90 % und mehr sind möglich). Andererseits ist diese Art der Niederspannungserzeugung sehr aufwendig, vom Design her komplex und wegen der hohen Eingangsspannung auch nicht ungefährlich bei Bau und Test. Hinzu kommt, dass insbesondere die induktiven Bauteile oft individuell angefertigt werden müssen. Daher wird für dieses auch einsteigertaugliche Projekt die sekundär getaktete Variante verwendet. Als Topologie kommt dabei ein Tiefsetzsteller (Buck-Converter [3]) zum Einsatz.

Schaltregler

Für den einfachen Aufbau von Tiefsetzstellern gibt es viele ICs, wobei der hier verwendete LM2576 aus der „Simple Switcher“-Reihe von National Semiconductor [4] schon fast zu den „Klassikern“ zählt. Er enthält neben dem eigentlichen Leistungsschalter auch die Funktionseinheiten zur Erzeugung der pulswidenmodulierten Ansteuersignale und zur Regelung der Ausgangsgröße. **Bild 1** gibt einen Überblick über den inneren Aufbau des LM2576 und zeigt gleichzeitig die Standardkonfiguration für eine Regelung der Ausgangsspannung. Diese Regelung erfolgt durch den Vergleich der Spannung an Pin 4 von IC1 mit der internen Referenzspannung von 1,23 V. Die Differenz wird verstärkt und mit einem Sägezahnsignal verglichen. Das Sägezahnsignal beginnt bei jeder Schaltperiode wieder bei Null, und gleichzeitig wird der Leistungsschalter ausgeschaltet. Überschreitet der Momentanwert des Sägezahnsignals die verstärkte Differenz, wird der Leistungsschalter eingeschaltet und bleibt bis zum

Beginn der nächsten Schaltperiode in diesem Zustand. Auf diese Weise stellt sich U_{out} in der Schaltung **Bild 2** so ein, dass die durch den Spannungsteiler P1 und R12 reduzierte Spannung an Pin 4 von IC1 (gemittelt) 1,23 V beträgt. Wird an P1 ein größerer Widerstandswert eingestellt, sinkt die Spannung an Pin 4. Dadurch wird der Schalter länger eingeschaltet und die Ausgangsspannung erhöht sich so lange, bis sich wieder 1,23 V an Pin 4 einstellen. Umgekehrt führt ein verringertes Widerstandswert von P1 dazu, dass der Schalter länger ausgeschaltet bleibt und somit die Ausgangsspannung sinkt. Allerdings lässt sich U_{out} in der Standardbeschaltung nicht auf Werte unter 1,23 V einstellen: Wenn P1 auf 0Ω eingestellt wird, liegt die Ausgangsspannung über R14 unmittelbar an Pin 4 an und beträgt demnach 1,23 V. R14 wurde hinzugefügt, um zu verhindern, dass der Ausgang von IC3B über D6 und D7 direkt mit dem Ausgang des Schaltnetzteils verbunden ist, wenn P1 auf Minimum (0Ω) eingestellt wird. Um U_{out} von 0 V an einstellbar zu machen, wird eine negative Hilfsspannung erzeugt: Während der positiven Halbwelle der Ein-

Eigenschaften

- Sekundärgetaktetes einstellbares Schaltnetzteil (Tiefsetzsteller)
- Ausgangsspannung 0...30 V typ. (mindestens 25 V)
- Einstellbare Strombegrenzung bis 3 A
- Maximale Ausgangsleistung 90 W
- Kompaktes Platinendesign
- Schaltfrequenz 52 kHz
- Bauteilsatz im Elektor-Shop erhältlich

gangswchelspannung leitet D2 und lädt C2. Während der negativen Halbwelle sperrt D2 und D3 leitet, sofern C2 auf eine höhere Spannung aufgeladen ist als C3. Der Kondensator C2 entlädt sich in C3, so dass sich bezogen auf Masse eine negative Spannung an C3 ergibt. Diese wird durch den Linearregler LM337 (IC2) stabilisiert und kann mit P3 so abgeglichen werden, dass sich die Bezugsmasse GND von IC1 um den Wert der Referenzspannung ins Negative verschiebt. Die Spannung an Pin 3 von IC1 beträgt also -1,23 V. Diese Verschiebung betrifft nur die Regelung von IC1, während U_{out} sich weiterhin auf GND bezieht. Dieser Trick ermöglicht es, U_{out} ab 0 V einstellen zu können. Die Topologie eines Tiefsetzstellers kann den Ausgangskondensator C5 „aktiv“ durch Einschalten des Leistungsschalters beladen und damit U_{out} erhöhen. Entladen werden kann C5 allerdings nur „passiv“ durch eine angeschlossene Last während der Schalter ausgeschaltet ist. Daher ist es sinnvoll,

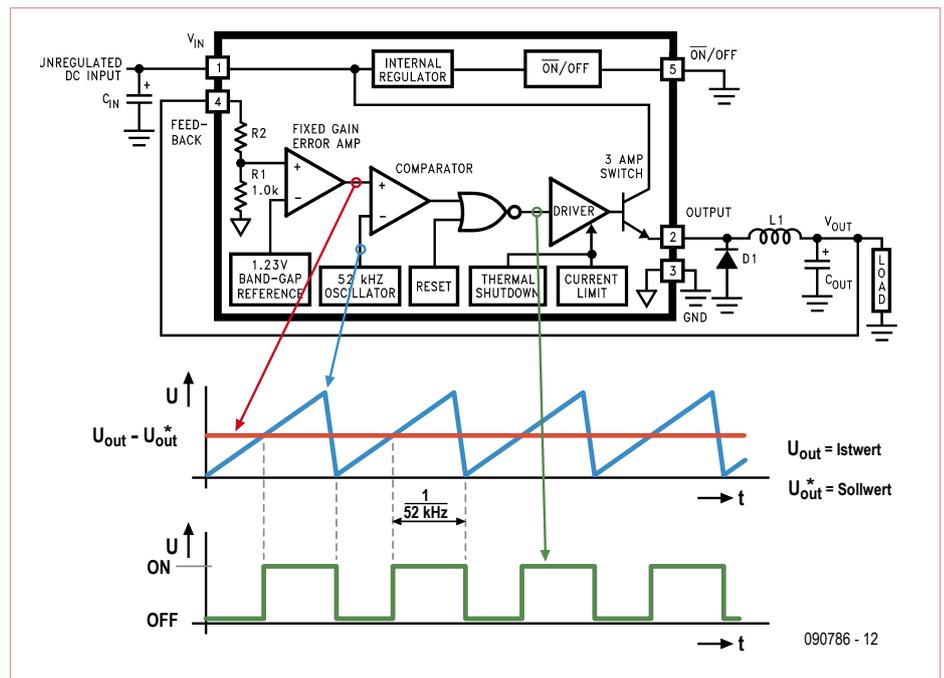


Bild 1. Das Blockschaltbild und Funktionsprinzip des Schaltreglers.

eine Mindestlast durch R4 und R5 vorzugeben, damit sich U_{out} auch im Leerlauf (ohne extern angeschlossene Last) zügig einstellen lässt.

Strombegrenzung

Eine einstellbare Strombegrenzung ist im Labor oft sehr hilfreich, um die angeschlossenen Schaltungen zu schützen. Dazu wird die Spannung am Shuntwiderstand R6 gemessen, die zum Ausgangsstrom proportional ist. IC3A verstärkt dieses Signal etwa 4-fach und schwächt über C6 hochfrequente Störungen ab. P4 dient zur Offsetkompensation der Strommessung (inklusive des Offsets von IC3A). IC3B ist als einstellbarer nichtinvertierender Verstärker geschaltet, wobei D6/D7 am Ausgang nur einen positiven Ausgangsstrom zulassen. Damit kann IC3B die Spannung an R12 erhöhen – aber nicht verringern. Erhöht IC3 die Spannung

an Pin4 von IC1 über den durch P1 eingestellten Wert hinaus, so führt die Strombegrenzung zu einem früheren Abschaltzeitpunkt des Leistungsschalters. Dies führt zu einer Verringerung von U_{out} und somit zu einer Begrenzung des Ausgangsstroms auf den mit P2 eingestellten Maximalwert.

Ist der Strom geringer als der eingestellte Maximalwert, so ist die Anode von D6 (bzw. auch D7) gegenüber der Kathode negativ, wodurch die Dioden sperren und der Abschaltzeitpunkt des Leistungsschalters allein durch die Spannungsregelung bestimmt wird. D6 ist in Reihe zu D7 geschaltet, um ein Durchbrechen der LED in Sperrrichtung zu verhindern. Die zulässige LED-Sperrspannung beträgt nämlich nur etwa 5 V.

Mit P5 lässt sich die Obergrenze des einstellbaren Strombereichs vorgeben. Die Untergrenze wird durch die maximale Verstär-

kung von IC3B bestimmt. Innerhalb dieser Grenzen lässt sich mit P2 die gewünschte Begrenzung des Ausgangsstroms (Maximalstrom) einstellen. Da D7 eine LED ist, zeigt sie optisch das Einsetzen der Strombegrenzung an.

Aufbau und Inbetriebnahme

Die Nennleistung des Trafos sollte mindestens die 1,2-fache Nennleistung des Netzteils betragen, also minimal etwa 90 VA für ein Einfachnetzteil. Die Sekundärspannung sollte nicht höher als 25 V sein, da IC1 und IC2 maximal 42 V verkräften. Bei einem 25-V-Trafo ist man auch bei 10 % Netz-Überspannung noch auf der sicheren Seite. Für den Aufbau eines Doppelnetzteils bietet sich als Alternative zu zwei separaten Trafos ein Ringkerntrafo mit doppelter Leistung und zwei Sekundärwicklungen an. Bei der Bestückung des Shunts R6 kann als Alterna-

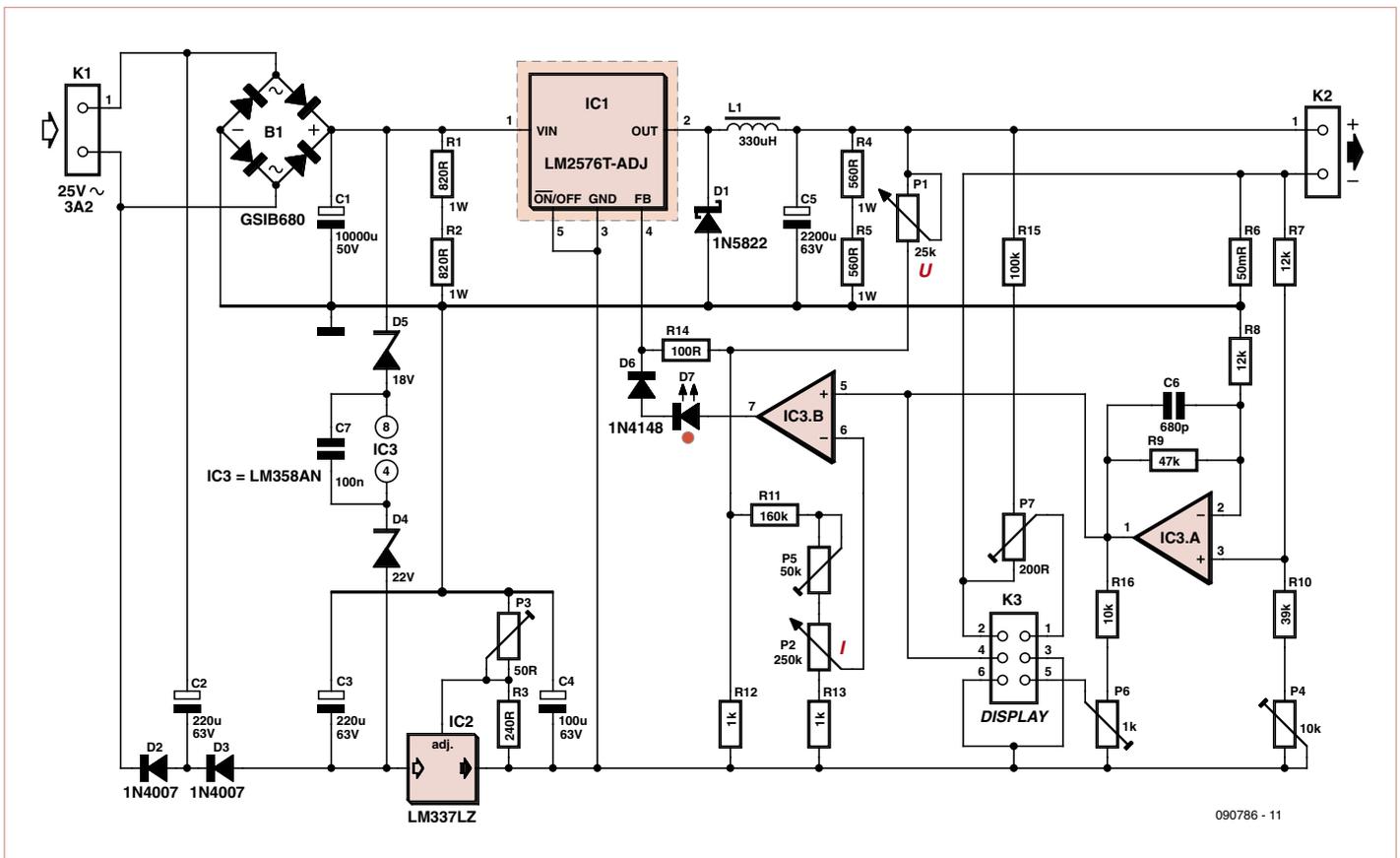


Bild 2. Der Schaltplan des Netzgeräts. Eine negative Hilfsspannung ermöglicht die Spannungseinstellung ab 0 V.

Stückliste

Widerstände:

(250 mW/1 %, wenn nicht anders angegeben)

- R1,R2 = 820 Ω
 R3 = 240 Ω
 R4,R5 = 560 Ω /1 W
 R6 = 0,05 Ω /5 W (Vishay Dale
 LVR05R0500FE73 oder Widerstandsdraht
 1,73 Ω /m, siehe Text)
 R7,R8 = 12 k
 R9 = 47 k
 R10 = 39 k
 R11 = 160 k
 R12,R13 = 1 k
 R14 = 100 Ω
 R15 = 100 k
 R16 = 10 k
 P1 = 25-k-Potentiometer, linear
 P2 = 250-k-Potentiometer, linear
 P3 = 50- Ω -Trimpotentiometer, Mehrgang,
 stehend
 P4 = 10-k-Trimpotentiometer, Mehrgang,
 stehend
 P5 = 50-k-Trimpotentiometer, Mehrgang,
 stehend
 P6 = 1-k-Trimpotentiometer, Mehrgang,
 stehend
 P7 = 200- Ω -Trimpotentiometer, Mehrgang,
 stehend

Kondensatoren:

- C1 = 10.000 μ /50 V, radial
 C2,C3 = 220 μ /63 V, radial
 C4 = 100 μ /63 V, radial
 C5 = 2.200 μ /63 V, radial
 C6 = 680 p keramisch
 C7 = 100 n keramisch

Induktivitäten:

- L1 = 330 μ H/4,5 A (muRata Power Soluti-
 on 1433445C) oder 330 μ H/3 A (Würth
 744137)

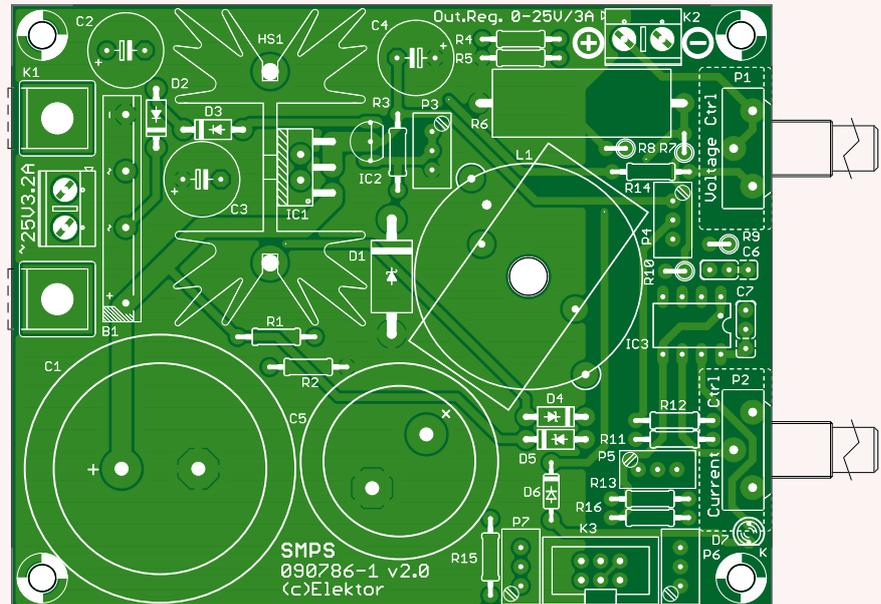


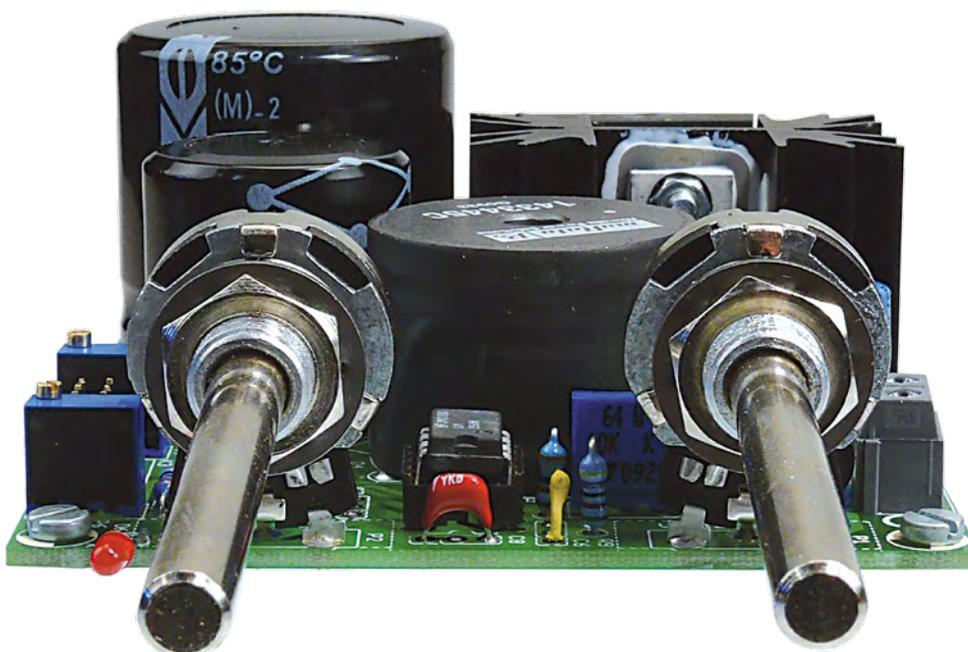
Bild 3. Die doppelseitige Platine ermöglicht einen sehr kompakten Aufbau des Netzgeräts.

Halbleiter

- B1 = Brückengleichrichter 6 A/800 V
 (z.B. Vishay GSIB680)
 D1 = 1N5822 (Schottky Diode 3 A/40 V)
 D2,D3 = 1N4007
 D4 = Z-Diode 22 V/1 W
 D5 = Z-Diode 18 V/1 W
 D6 = 1N4148
 D7 = LED 3 mm, rot, low current (2 mA)
 IC1 = LM2576T-ADJ, National Semiconductor
 (siehe Text)
 IC2 = LM337LZ
 IC3 = LM358AN

Außerdem:

- TR1 = Netztransformator 230 V,
 sek. 25V/3,2 A (siehe Text)
 Kühlkörper für IC1 (T0-220 <9,9 K/W,
 z.B. Fischer Elektronik SK 129 25,4 STS)
 K1,K2 = 2-polige Anschlussklemmen für Plati-
 nenmontage, RM 5 mm
 K3 = Stiftleiste 2x3-polig, RM 2,54 mm
 090786-1* (Platine)
 090786-71* (Bauteilsatz mit Platine und allen
 Bauteilen außer Netztrafo)
 * Erhältlich im Elektor-Shop, siehe Anzeige am
 Heftende und www.elektor.de/090786



Die Autoren

Sebastian Richter hat sein Studium der Elektrotechnik an der RWTH Aachen im Jahr 2005 mit dem Diplom abgeschlossen. Seitdem ist er am ISEA als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Bereich Leistungselektronik tätig. Darüber hinaus engagiert er sich in der Lehre und hat die Elektronik-Bastelgruppe des Instituts mit begründet.

Stephan Pohl hat sein Studium der Elektrotechnik an der RWTH Aachen im Jahr 2008 mit dem Diplom abgeschlossen. Seitdem arbeitet er als Hardwareentwickler von Stromquellen für Laserdioden bei der PicoLAS GmbH. Während seines Studiums war er als Betreuer der Elektronik-Bastelgruppe am ISEA tätig und hat dort den Studenten vor allem analoge Schaltungstechnik vermittelt.

tive zu einem „richtigen“ Shuntwiderstand auch ein Stück preiswerter Widerstandsdraht verwendet werden. Der Abstand zwischen den beiden Durchkontaktierungen führt mit dem angegebenen Widerstandsdraht zu einem ungefähren Widerstandswert von 50 mΩ. Eine kleine Abweichung kann mit P5 ausgeglichen werden.

Bei der Bauteilwahl ist wichtig, dass ein Original LM2576T-ADJ von National Semiconductor verwendet wird, da mit Exemplaren unbekannter Hersteller eventuell Probleme auftreten können.

Vor dem Bestücken der Platine (**Bild 3**) sollten die Mehrgang-Trimpotentiometer P3 und P4 auf minimalen Widerstand voreingestellt werden (Schleifer dazu mit dem richtigen Potentialschluss – so wie auf der Platine – verbinden). Nach der Bestückung sollte man vor dem ersten Einschalten noch einmal die Polarität der Elkos C1, C2, C3 und C5 kontrollieren und P1 und P2 in Mittelstellung bringen.

Bei richtiger Funktion sollte sich nach dem Einschalten am Ausgang eine Spannung von ungefähr 0 V bis 30 V (mindestens 25 V) einstellen lassen. Um den Nullpunkt genau einzustellen, wird P1 auf minimalen Widerstand gedreht und eine Last angeschlossen. Die Ausgangsspannung kann dann mit P3 auf exakt 0 V justiert werden.

Für die Kalibrierung der Strommessung wird im Leerlauf die Spannung an der Reihenschaltung R16/P6 gemessen (Spannung zwischen IC3.A/Pin1 und K3/Pin 6). Mit P4 wird diese Spannung ebenfalls auf Null abgeglichen.

Wird nun eine niederohmige Last an den Ausgang angeschlossen und P2 an den oberen Anschlag gedreht, so lässt sich mit

P5 den Bereich einstellen, in dem sich der maximale Strom bewegen darf (nicht mehr als 3 A).

Zu einem richtigen Netzteil gehören auch Anzeigen für Spannung und Strom. Dafür sind die Spannungsteiler R15 und P7 für die Spannung und R16 und P6 für den Strom vorgesehen. Während mit P3 und P4 die

timeters als Vergleichsmessgerät ab. Für den Aufbau eines dualen Labornetzgeräts mit zwei UniLab-Platinen wird im Elektor-Labor noch eine maßgeschneiderte Anzeige-Einheit mit einem hintergrundbeleuchteten vierzeiligen LCD-Modul entwickelt, die kontinuierlich die Spannungs- und Stromwerte der beiden Ausgänge anzeigt.

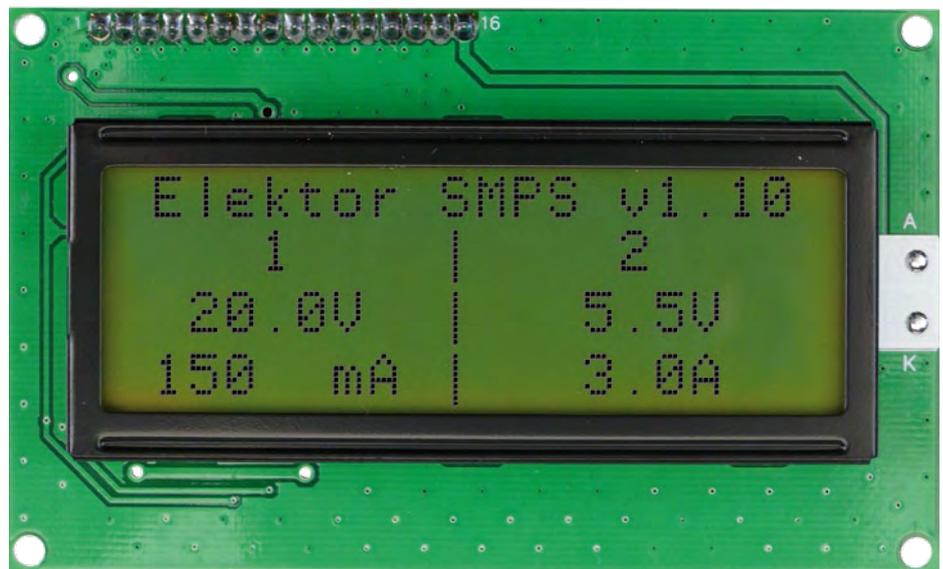


Bild 4. Für den Aufbau eines dualen Labornetzgeräts mit zwei UniLab-Platinen wird im Elektor-Labor eine maßgeschneiderte Anzeige-Einheit mit einem hintergrundbeleuchteten vierzeiligen LCD-Modul entwickelt.

Nullpunkte von Spannung und Strom abgeglichen worden sind, dienen P6 und P7 zum Abgleich der Einbauinstrumente. Dazu stellt man jeweils Werte im oberen Bereich für Ausgangsspannung und Strom ein und gleicht die von den Einbauinstrumenten angezeigten Messwerte an Hand eines Mul-

Zusammen mit dieser Anzeige wird Elektor voraussichtlich im Juni-Heft auch einen Vorschlag für ein passendes Gehäuse und einen Frontplattenentwurf veröffentlichen.

(090786)

Links und Literatur:

- [1] Bragard, Michael und Richter, Sebastian: „LED-Kreisel als Praxis-Booster“, Elektor 12/2008 (Download unter www.elektor.de/080678)
- [2] www.isea.rwth-aachen.de
- [3] Sánchez Moreno, Sergio: „Cool Power“, Elektor 06/2008, S. 24 (Download unter www.elektor.de/080198)
- [4] Datenblatt LM2576 (Download unter www.national.com/ds/LM/LM2576.pdf)

BESSER GLEICH ONLINE KALKULIEREN.

STARRE UND FLEXIBLE LEITERPLATTEN.



LEITON
RECHNEN SIE MIT BESTEM SERVICE

Schluss mit umständlichen Rechenoperationen! Bei uns kalkulieren Sie auch Ihre weitestgehenden Leiterplatten jederzeit schnell und einfach online. Doch nicht genug: Bei LeitOn gilt die Online-Kalkulation auch für Serien- und flexible Leiterplatten! Ebenso einmalig ist der LeitOn Leiterplatten-Expressdienst mit Top-Garantie: Platinen sind gratis bei überschrittenem Liefertermin! Neugierig? Unsere persönliche Telefonberatung und unser kompetenter Außendienst helfen Ihnen gerne weiter. Wenn Sie wissen: Bei LeitOn rechnen Sie immer mit bestem Service.

www.leiton.de

Info-Hotline: +49 (0)30 701 73 49 0



REFLOW-KIT®

Beta LAYOUT

Löttechnik, Werkzeuge und Hilfsmittel für SMD- und THT-Bestückung



€ 129,00



Video
www.reflow-kit.de/video



Anwenderbericht
www.reflow-kit.de/bericht

Reflow-Controller



€ 159,00

Schablonendrucker
für kleine
SMD-Schablonen



€ 139,00

Lotpaste (bleifrei)



€ 19,00

Pinzettensatz



€ 19,00

www.reflow-kit.de

HOTLINE 0800 7227665 · E-Mail: info@reflow-kit.de

Beta

LAYOUT

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:

Hannover	16.04. + 17.04.2010
Leipzig	23.04. + 24.04.2010
Luzern (Schweiz)	04.06. + 05.06.2010
München	22.10. + 23.10.2010

Teilnehmergebühr (zzgl. MwSt.):

749,00 Euro (1176,00 CHF)

**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

Roboter 2.0

Mythen, Wünsche, Ängste und die Realität

Von Andrew Eliasz (First Technology Transfer Ltd., UK)

Begriffe wie AI und intelligente Roboter triggern die Fantasie. Normalerweise gehen Visionen der tatsächlichen Entwicklung voraus, doch oft zeigt sich, dass Dinge, die man einst für pure Utopie hielt, tatsächlich Wirklichkeit werden. Vor den vielen intelligenten Computern und Robotern in zahllosen Science-Fiction-Filmen brauchen sich die realen Modelle jedenfalls nicht mehr zu verstecken ...

Ein zentrales Thema vieler fiktionaler Geschichten in Buch- und Filmform fußt auf der Angst, dass Roboter - einst als Diener des Menschen erschaffen - sich dereinst gegen die Menschheit wenden könnten. Die Vielfalt der Geschichten mag damit zu tun haben, dass heute vielfach Reichtum und Macht als einziges Lebensziel gelten. Von daher hätten leistungsfähige AI-Software und schlaue Roboter als Mittel zum Zweck durchaus ihren Reiz - wenn da bloß nicht die Befürchtung wäre, dass diese Geschöpfe unsere Fähigkeiten irgendwann übertreffen... Es ist durchaus möglich, dass sich eine oder mehrere der aktuellen Entwicklungen im Bereich AI (Artificial Intelligence) und Robotik im Elektroniker-Alltag der Zukunft wieder finden werden. Von daher wäre es vorstellbar, dass hier gestreifte Punkte zu zukünftigen Elektor-Projekten anregen oder gar den einen oder anderen Leser beruflich inspirieren...

Von der Natur lernen

Vorab sei erwähnt, dass sich manchmal schon auf der Basis einfacher Mechanismen sehr komplexes Verhalten konstituiert. Fraktale, chaotische Systeme und soziale Insekten wie Ameisen, Termiten und Bienen sind passende Beispiele dafür. Auch ohne tiefeschürfende philosophische Exkursionen stellen sich viele Fragen:

- Welche Arten intelligenter Systeme lassen sich heute oder in naher Zukunft bauen?
- Wie lässt sich autonome Fortbewegung und Manipulation der Umwelt erreichen?
- Was kann man aus der biologischen Evolution lernen, welche Strategien von Lebewesen waren erfolgreich und wie könnte man diese Erkenntnisse nutzen?

Genug Stoff zum Grübeln! Im „Hier und Jetzt“ stellen sich Fragen nach:

- Sensoren,
- Aktoren zur Bewegung in und Manipulation der Umwelt,
- Bauteilen für analoge und digitale Elektronik,
- Software (entweder in Silizium gegossen oder von Prozessoren ausgeführt),
- Inspiration von Computern durch Biologie,
- Modellen von künstlichem Leben in Hardware,
- Wettbewerb und Herausforderungen zur Stimulation der wei-

teren Entwicklung

- Mustern und Verfahren für die Themen Lernen und Kommunikation.

Letztlich ist das Thema ein multidisziplinäres Feld, in dem sich nicht nur Spezialisten, sondern unterschiedlichste technophile Zeitgenossen austoben können. Es wird also Zeit, das Stadium aktueller autonomer Roboter (siehe **Bild 1**) hinter sich zu lassen. Wer an biologischen Robotik-Prinzipien interessiert ist, könnte das Buch [1] von Nancy Forbes anregend finden. Es behandelt Verfahren der technischen Implementierung von ursprünglich biologischer Informationsverarbeitung.

Ansätze wie diese berühren viele Aspekte der Robotik. Das reicht von der Navigation über die Bildverarbeitung und Bewegungssteuerung bis hin zur Datenverarbeitung mit neuronalen Netzwerken, genetischen Algorithmen oder gar künstlichen Immunsystemen. Technologien wie DNA-Computing, Selbst-Aufbau und amorphes Computing (basierend auf Modellen von Zell-Kolonien oder Bienen-schwärmen, die selbstorganisierend sind) stecken erst am Anfang. Eine faszinierende Sammlung aktueller Roboter und von solchen, die von biologischen Prinzipien inspiriert sind, wurde von Adamatzky und Komosinski [2] zusammengetragen:

- Stiquito, ein hexapoder insektoider Roboter, der wärmeaktivierbare Nitinol-Drähte (eine Legierung mit Formgedächtnis) zur Fortbewegung nutzt; samt Konstruktionshinweisen und der Beschreibung des Verhaltens eines Schwarms künstlicher Insekten.
- Neuronale Netzwerke und Methoden der verzögerten Belohnung, um ein bestimmtes Bewegungsverhalten zu trainieren, zur Motivation von Sprüngen oder dem Erlernen von schnellem Laufen (bei vierfüßigen Robotern).
- Salamander-Roboter, schwimm- und gehfähig (hier auf der Basis eines PIC16- und eines PIC18-Mikrocontrollers, die über I²C kommunizieren; eine CAN-Bus-Version ist geplant).
- Gorilla Robot, kann sowohl auf zwei Beinen gehen wie sich auf allen Vieren fortbewegen und klettern; ist sogar fähig, sich von Ast zu Ast zu schwingen. Letztere Fortbewegungsart wird „Brachiation“ genannt.



„Wie erkennt man einen ‚bösen‘ Roboter?“ (aus dem Film „I, Robot“).

- Genetische Algorithmen zur Optimierung des Gehens von mit Beinen ausgestatteten Robotern.
- Einsatz von FPGAs zur Wahrnehmung oder zur Navigation von Erkundungs-Robotern. Auch hier mit dem Anspruch, Lernverfahren wie die klassische Konditionierung (die Sache mit dem Hund, der Glocke und Pavlov) zu ermöglichen.
- Brennstoffzellen auf Mikroben-Basis zur Stromversorgung von Robotern.
- Den Einsatz von Schleimpilzen zur Steuerung von Roboter-Verhalten. Besonders interessant sind die Interfaces zwischen „Schleimpilz-Chip“ und Mikroelektronik.

Bis die hier eingeschlagenen Wege zum Ziel führen, dürfte noch etwas Zeit vergehen. So ist die Implementierung biologischer Methoden in Software sehr aufwendig. Dennoch zeigen die Robotermodelle das Potential und die Begeisterung, die im Bereich Robotik herrscht.

Kismet und Mensch(lichkeit)

Lernen und Sprachfähigkeiten sind für den ganzen Bereich denkbarer Roboter-Anwendungen wichtig. Man denke nur an Roboter

als Begleiter oder zur Exploration von unbekanntem Terrain bis hin zum „klassischen“ Haushaltsroboter, für den etliche „verbesserte“ ROOMBA-Staubsauger aktuelle Vorläufer darstellen. Denn diese lassen sich immerhin via Sprache steuern.

Zukünftige Roboter sollten zumindest ansatzweise mit Menschen kommunizieren können. Leider ist aber genau dies, nämlich schon die Fähigkeit, einige Tätigkeiten auf Zuruf zu erledigen, ein ziemlich komplexes Vorhaben, selbst wenn man die Sprachfähigkeiten nur in eingeschränkten Bereichen realisieren will.

Man stelle sich nur einmal vor, was es bedeuten würde, einen Roboter zu bauen und zu programmieren, der auf Sätze wie „Nimm die Socken und wirf sie in den Wäschekorb!“ adäquat reagiert. Wenn Sie mir das nicht abnehmen, dann empfehle ich Ihnen einen Blick in „*Language und Learning für Robots*“ [3], ein Einführungsbuch in diese Thematik. Dennoch gibt es Fortschritte bei Maschinen mit sozialen Fähigkeiten. Besonders beeindruckend ist der 1990 am MIT entwickelte Kismet [4]. Es handelt sich dabei um einen Roboter mit Wahrnehmung und Ausdrucksmöglichkeiten, die speziell an menschliche Kommunikation angepasst wurden (**Bild 2**). Die hierzu

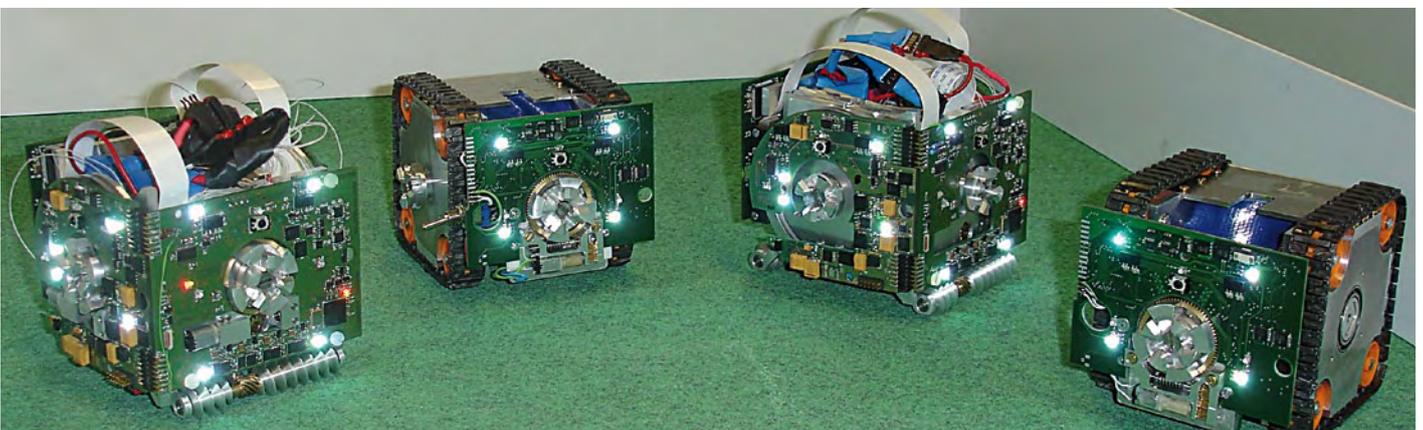


Bild 1. Es ist recht einfach, einen Roboter „autonom“ zu nennen, auch wenn biologische Aspekte nicht oder unzureichend berücksichtigt wurden.

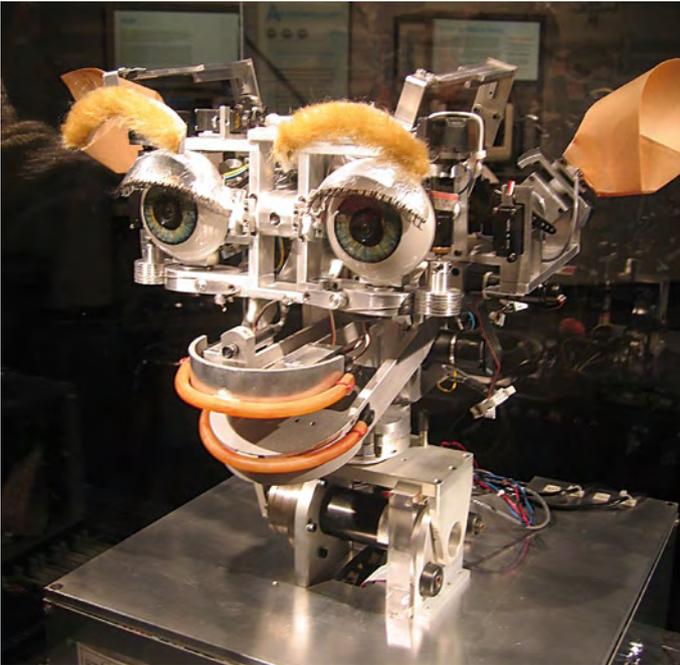


Bild 2. Kismet in Aktion (Fotos werden ihm nicht gerecht).

nötige Rechenleistung stellen vier auf Motorolas 68322-Chip basierende Einheiten zur Verfügung, die mit einer speziellen Lisp-Variante programmiert wurden. Doch das war nicht alles: Hinzu kommen noch neun vernetzte Workstations unter QNX (Unix ähnliches RTOS) und einige weitere vernetzte Rechner unter Linux und Windows. Die Videos, in denen Kismet mit realen Menschen interagiert, sind einfach verblüffend. Der für die Entwicklung von Kismet getriebene Aufwand ging allerdings auch in die Millionen und das, obwohl die meiste Arbeit von „preiswerten“ Doktoranden geleistet wurde. Die

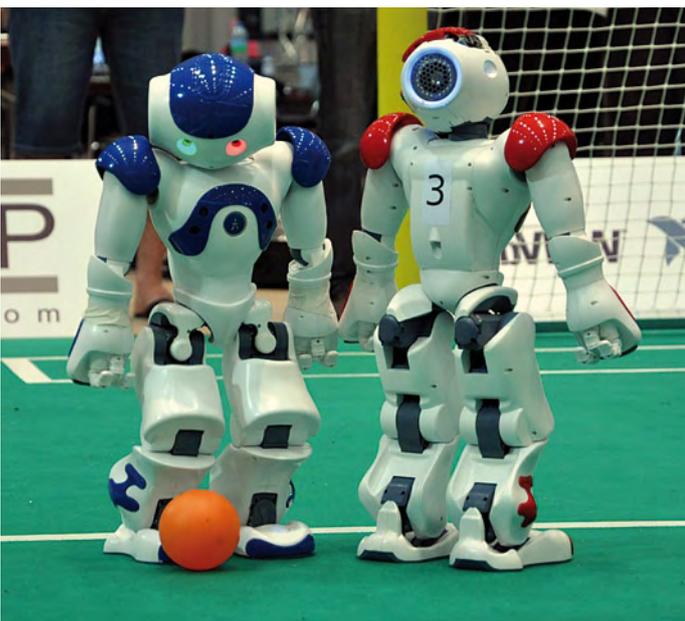


Bild 3. Nao-Fußballspieler beim Finale des RoboCup 2009. Glücklicherweise gibt es von Aldebaran eine IDE für die „Choreographie“ der Bewegungen von Naos.

reinen Hardware-Kosten für Kismet lagen bei nur etwa 25 k\$. Wenn man Roboter wie Kismet in der realen Welt einsetzen würde, würden die Wartungskosten für die Software allerdings sehr groß ausfallen. Von daher ist es wenig erstaunlich, dass das Kismet-Projekt nicht mehr aktiv unterstützt wird.

Soziale Roboter

Fortschritte bei sozialen und teamfähigen Robotern setzen die Verfügbarkeit von standardisierten Entwicklungssystemen im Preisbereich von 10...20 k\$ voraus. Ein Beispiel solcher Roboter ist Nao [5]. Dieser humanoide Roboter wurde vielfach zur Bildung von MannRoboterschaften im Roboter-Fussball (**Bild 3**) eingesetzt. Das zugehörige Entwicklungssystem ist URBI von Gostai. Für kleinere Budgets interessant ist, dass URBI auf Lego Mindstorms NXT portiert wurde.

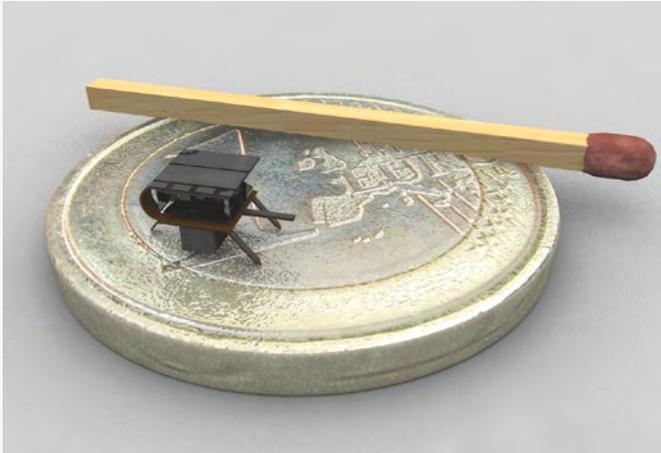
Roboter mit sozialen Fähigkeiten werden als Lernhilfe oder als soziales Therapeutikum bei entsprechend beeinträchtigten Kindern und Erwachsenen (Autismus) eingesetzt. Die für diesen Zweck entwickelten Roboter und deren Gesichter sind deutlich weniger komplex als Kismet, da gerade ihre Einfachheit die Überforderung mit zu komplexen Reizen verhindert. Außerdem sind sie gutmütig gegenüber sozialem Danebenbenahmen. Einer dieser niedlichen, simplen Roboter nennt sich Keepon (**Bild 4**). Er wurde schon mehrfach erfolgreich bei Kindern mit Kommunikationsstörungen eingesetzt.

Vom Konzept zur Hardware

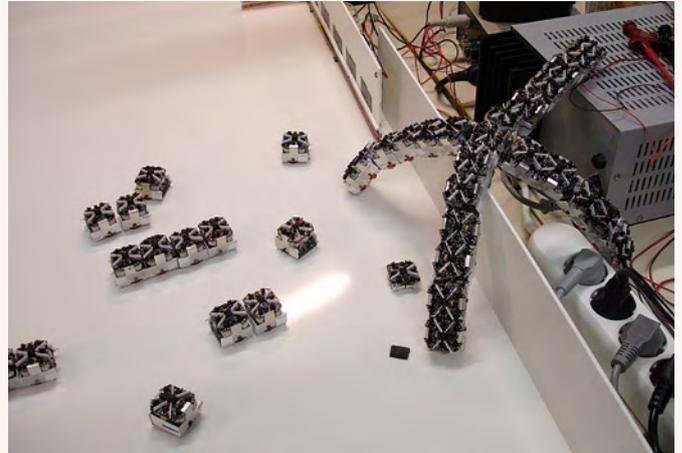
Genau wie bei der gewöhnlichen Software-Entwicklung wäre auch im Bereich Robotik & AI ein Zauberspruch nicht schlecht, der störende Komplexitäten bannen und die Entwicklung ultramoderner Roboter zum Kinderspiel machen würde. Viele Zeitgenossen setzen Software mit einer erstaunlichen Selbstverständlichkeit voraus. Oft kann man Sprüche hören wie: „Das bisschen Software kann doch nicht so schwierig sein!“ oder „Da braucht es nur ein paar kreative Ideen!“. Als Besonderheit kommt in Nordamerika hinzu, dass - anders als hoch angesehene Berufsgruppen wie Juristen und Ärzte - Informatiker und allgemein Ingenieure über kein besonderes hohes soziales Prestige verfügen. Kaum ein „nichttechnischer“ Anwender eines Handys ist sich beispielsweise dessen bewusst, wie enorm komplex die Software ist, die ein Handy zum Leben erweckt. Kaum jemand macht sich über Aspekte wie Bild- und Sprachverarbeitung und noch weniger über das zugrunde liegende Betriebssystem Gedanken. Fast niemand ist klar, welchen Aufwand man treiben muss, um den alltäglichen Grad an Zuverlässigkeit zu erreichen. Ein „blue Screen of Death“ ist bei einem Mobiltelefon undenkbar. Und Roboter, die auf die Menschheit losgelassen werden, müssen noch sehr viel zuverlässiger sein, denn wild gewordene Roboter-Arme sind extrem gefährlich.

Das zentrale Problem von Software ist aber, dass sie immer „Bugs“ enthält. Es ist praktisch unmöglich, die Fehlerfreiheit eines Computersystems zu erreichen. Das fängt schon bei den Prozessoren an, denn schon diese enthalten Bugs, welche in Software umschiffert wer-

Schwarm-Robotik und intelligente Ad-hoc-Netzwerke



Ein Teil eines I-Swarms.



Ein Schwarm aus Symbion-Robotern.

Für die soziale Kommunikation von Robotern sind Interaktionen erforderlich. Roboter können sich entweder alle über zentrale Kommunikationsknoten austauschen oder aber sie bilden ad hoc selbst organisierte Funknetzwerke.

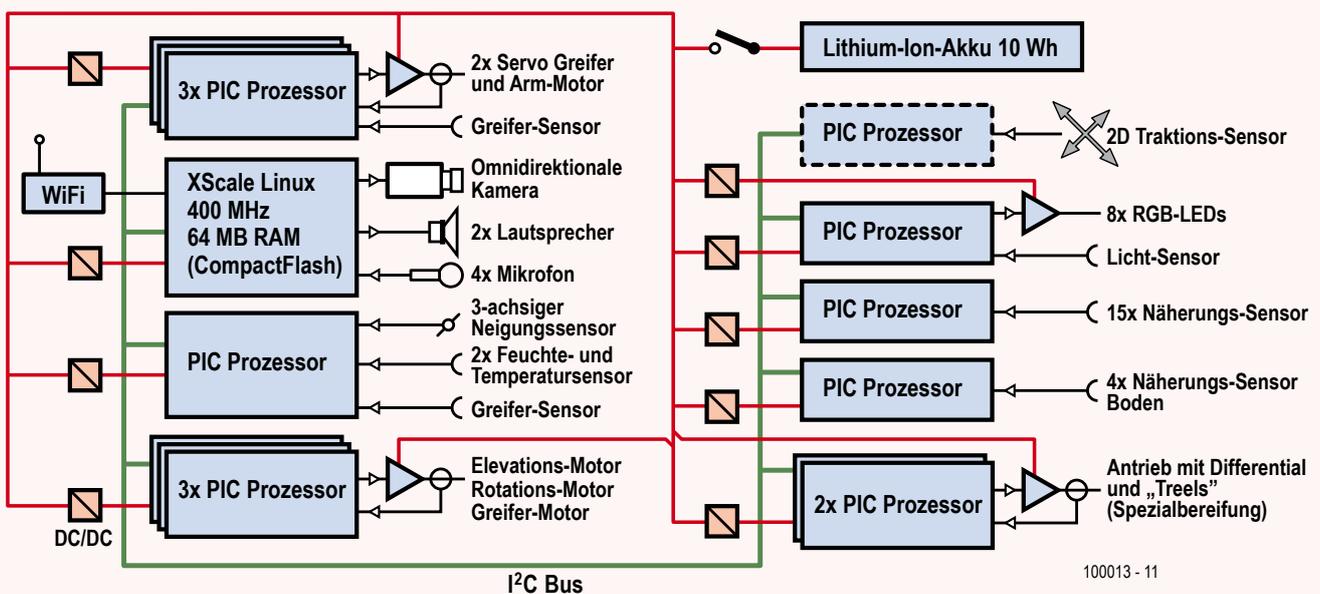
Nur wenige in diesem Kontext eingesetzte Roboter verhalten sich richtig komplex. Aktuell realisierte Schwärme sind mit zehn bis einige hundert Robotern relativ klein. Das I-SWARM-Projekt zielt auf einen Schwarm von tausend und mehr kleinen Robotern [7] (einer passt in einen Würfel mit 3 mm Kantenlänge). Einige der faszinierenden Projekte mit diesem Schwarm sind:

- das Symbion-Replicator-Projekt, das zur Untersuchung eines künstlichen Immunsystems zur Steuerung des Schwarm-Verhaltens gedacht ist [8]; es wird vom I-SWARM- und dem

- offenen SWARMROBOTER-Projekt [9] betreut; außerdem
- das S-Bot-Projekt [10], das von der EPFL in Lausanne (Schweiz) betreut wird.

Die Symbion-Bots und die S-Bots enthalten beide leistungsfähige Hardware, die sich für den Betrieb dieser komplexen Software sehr gut eignet. Unter den in Frage kommenden, untersuchten Controllern sind ARM7, ARM Cortex 11, XScale PXA270 (ARM 10) und Blackfin. Beim S-Bot setzt man auf eine XScale-CPU mit 400 MHz, 64 MB Flash, 32 MB RAM und zwölf verteilten PIC-Controllern für Low-Level-I/O und für die Sensor-Signale.

Die Entwicklung von Anwendungen für diese Schwarm-Roboter setzt den Einsatz von Simulationen vor dem Ausprobieren mit echten Robotern zwingend voraus.



Blockschaltung eines S-Bot.



Bild 4. „Keepon“ zur Therapie von Kindern mit Kommunikationsstörungen.

den müssen. Für „echte“ Echtzeit-Applikationen ist es zum Beispiel schon ein Fehler, wenn die Software nicht innerhalb einer festgelegten Zeit auf ein Ereignis reagiert oder gar ein Ereignis ignoriert. Eine Methode für das Erzielen einer besonders hohen Geschwindigkeit



Bild 5. Der Roboter PR2 von WillowGarage.

keit ist, die Software direkt in Silizium zu gießen, indem man zum Beispiel FPGAs entsprechend programmiert. Diese Technik ist schon weit verbreitet.

OS

Komplexe Roboter müssen viele Aufgaben gleichzeitig erledigen. Wenn man eine Aufgabe in viele kleinere Aufgaben zerlegt, dann hat das den Vorteil, dass:

- aus einem komplexen Problem viele kleinere, leichter handhabbare Teilprobleme werden und dass
- Software für unterschiedliche Aufgaben parallel von unterschiedlichen Entwicklern oder Teams bearbeitet werden kann.

Die neue Herausforderung ist dann, den Ablauf der Teilaufgaben zu koordinieren. Bei komplexen Systemen ist dafür fast zwingend ein explizites Betriebssystem erforderlich. Betriebssysteme gibt es mit den unterschiedlichsten Anforderungen und Fähigkeiten. Für einfachere Fälle kann man FreeRTOS, uCOSII und CMX einsetzen. Für mittlere Komplexitäten eignen sich QNX, ECOS und ThreadX. Wenn die Anforderungen besonders hoch sind, kommt man um Linux, Windows oder BSD nicht mehr herum.

Wie die Frage des eingesetzten Betriebssystems hängt auch die verwendete Entwicklungsumgebung von der Komplexität der Anwendung ab, denn eine IDE kann einem viel Kleinkram abnehmen und so Kapazitäten für die eigentlichen Probleme freimachen. Nicht nur für Software gibt es Entwicklungssysteme, sondern auch für mechatronische Aspekte existieren entsprechende Tools. Für einfachere Aufgaben in der Lehre oder für Hobbyzwecke eignen sich Lösungen von POB Robotics, Lego Mindstorms NXT und VEX Robotics. Anspruchsvolleres ist mit PR2 von Khepera und WillowGarage (Bild 5) zu machen. Kommerzielle Lösungen sind typischerweise „Closed Source“. Aufgrund der Erfahrungen mit den negativen Aspekten solcher Software wurden mittlerweile mächtige Open-Source-Lösungen geschaffen. Zu nennen wäre das ROS-Framework, das auch mit dem PR2-Roboter funktioniert und als URBI-Umgebung außerdem ein Beispiel dafür ist, wie sich kommerzielle Software in eine Open-Source-Lösung transformieren lässt, die sogar mit dem Roboter NAO zusammenspielt.

Den besten Roboter ... gibt es nicht

Beim Roboterbau sind extrem viele Aspekte wichtig. Im Bereich Software und der Auswahl von Algorithmen und Entwicklungssystemen muss man Aspekte wie Skalierbarkeit und Geschwindigkeit einkalkulieren. Dann gilt es die Entscheidung zu treffen, ob es unbedingt die „beste“ Lösung sein muss oder ob es eine gut funktionierende auch tut. Wenn es zum Beispiel um Bildverarbeitung geht, gibt es große Unterschiede zwischen der Erkennung von verschiedenen farbigen Flächen und Ziffernextraktion oder gar der Interpretation der Mimik von Gesichtern. Auch bei der Spracherkennung gibt es viele Schwierigkeitsgrade von der Erfassung weniger unterschiedlicher Worte bis hin zur Noch-Utopie einer quasimenschlichen Konversation.

Für autonome mobile Roboter spielen Fortbewegung und Navigation eine elementare Rolle. Der einfachste Fall ist sicher das Verfol-

gen einer Linie oder das Herausfinden aus einem Irrgarten. Schwieriger wird es, wenn ein Roboter dazu in der Lage sein soll, eine neue Umgebung zu erkunden und sich im so Erlernten zurechtzufinden. Ein Beispiel ist der „Feuerwehr-Wettbewerb“ des Trinity College (Trinity College Fire Fighting Robot competition). In einer anderen Liga spielen Roboter wie der von der NASA erbaute Mars Explorer oder die im Wettbewerb der DARPA (für autonome Roboter-Fahrzeuge) auftretenden Exemplare.

Typische Sensoren und Subsysteme in autonomen Robotern sind:

- Sensoren für Berührung/Kontakt/Stoß,
- Sonar oder laser-basierte Entfernungsmessung,
- GPS und digitaler Kompass,
- LEDs und Fotodioden zur Linienvollführung,
- Odometrik (optische Encoder zur Positionsbestimmung),
- CCD-Kameras,
- IR-Sensoren und
- Radarsysteme.

Die Signale aller Subsysteme und aller Sensoren müssen interpretiert und behandelt werden. Je mehr und je schneller Daten eingehen, desto komplexer und leistungsfähiger muss die Software sein.

Für Systeme mit wenigen Sensoren, die für einfache Aufgaben gedacht sind, eignen sich Konzepte auf der Basis einfacher „Endlicher Automaten“ (englisch: FSM = Finite State Machines). Für komplexere Fälle gibt es dann auch noch erweiterte und hierarchische FSMs oder so genannte Statecharts. Solche FSMs kann man mit UML-Case-Tools modellieren, doch nur wenige dieser Tools sind dazu in der Lage, direkt aus dem Entwurf passenden Code zu generieren.

Weblinks und Referenzen

- [1] Forbes, Nancy; „Imitation of Life, How Biology is Inspiring Computing“, MIT Press, ISBN 0-262-06241-0 (Pbk) (2005).
- [2] Adamatzky, Andrew; Komosinsky, Maciej; „Artificial Life Models in Hardware“, Springer, ISBN 978-1-84882-529-1, (2009).
- [3] Crangle, Colleen; Suppes, Patrick; „Language and Learning for Robots“, CSLI Publications, ISBN 1-881526-19-4, (1994)
- [4] www.ai.mit.edu/projects/humanoid-robotics-group/kismet/kismet.html
- [5] www.aldebaran-robotics.com/en
- [6] Duda, Richard, O; Hart, Peter, E; Stork, David, G; „Pattern Inter-science“, ISBN 0-471-05699-3 (2001)
- [7] <http://rob.ipr.kit.edu/index.php>
- [8] www.symbrion.eu/
- [9] www.swarmrobot.org/
- [10] <http://lis.epfl.ch/research/projects/SwarmBots/index.php>



Mit dem Visual State Tool von IAR kann man sich als Entwickler voll auf die Entwicklung mittels Zustandsdiagrammen konzentrieren. Auch für komplexere Anwendungen sind viele Optionen [6] möglich: die Herauslösung von Teilaufgaben oder Transformationen, so genanntes Feature Extracting, Mustererkennung und die Kombination von Sensordaten.

Außerdem gibt es diverse Methoden der Signalverarbeitung sowie statistische und syntaktische Mustererkennung via Bayes'schen Netzen oder HMMs (Hidden Markov Model), Diskriminanzfunktionen, CARTs (Classification and Regression Trees), neuronalen Netzwerken, genetischen Algorithmen, AIS (Artificial Immune Systems) bis hin zu verschiedenen hybriden Zugängen, die auf den aufgezählten Verfahren basieren (beispielsweise ein genetischer Algorithmus zur Entwicklung eines neuronalen Netzwerks). Diese Techniken können adaptiv oder in festgelegter Weise angewendet werden.

Die Entwicklung von Software für Roboter hat viele Bezüge zur Entwicklung von Simulationen, Computer-Spielen, Multimedia-Systemen und elektronischen Handelsplattformen. Simulationen eignen sich zum Test von Roboter-Eigenschaften, bevor man die Maschine real baut. Außerdem kann man damit untersuchen, wie sich ein Roboter in einer bestimmten Umgebung verhalten wird. Es macht auch Sinn, Roboter zu entwerfen, die lediglich in Software auf leistungsfähigen Rechnern oder in Rechner-Netzwerken agieren. Beispiele hierfür sind so genannte Chatterbots und Roboter, die Spiele spielen oder für den elektronischen (Aktien-)Handel eingesetzt werden.

Wenn solche Roboter mit semantischen Zugängen zu den Ressourcen des Internet versehen sind, eignen sie sich nicht nur als Basis für Web-Dienste, sondern zeigen einen Weg, wie man die Fähigkeiten von Robotern massiv erweitern kann. Wenn man aus Robotern intelligente, sensorbasierte Ad-hoc-Netzwerke baut, kann man gegebenenfalls Selbstorganisation beobachten. Wenn man dann noch an Dinge wie Interfaces zu biologischen Systemen denkt (beispielsweise Elektroden in Tiergehirnen oder Oberflächenelektroden zur Erfassung neuronaler Aktivität), dann sind sogar künstliche Gliedmaßen nicht weit weg. Erste Exoskelette dürften hier den Anfang bilden. Nicht sehr viel weiter liegt die Integration von Computern und Organismen. Spätestens hier stellen sich allerdings vielfältige ethische Fragen.

(100013)

Fun mit Firefly

Einfache künstliche Intelligenz

Von A. Vreugdenhil (NL)

Kommunikation findet zwischen Menschen, Tieren und natürlich auch zwischen elektronischen Systemen statt. Die Inhalte können recht unterschiedlich sein, von Informationen über Futterquellen bei Bienen und Ameisen und Brunftscreien während der Paarungszeit beim Rot- und Damwild bis zum Gedankenaustausch unter Menschen. In diesem Beitrag geht es um die Kommunikation von Leuchtkäfern (Fireflies) der besonderen Art.



Leuchtkäfer, auch Glühwürmchen genannt, locken Artgenossen des anderen Geschlechts, indem ihr Körper leuchtet. In sommerlichen Nächten kann dies zum faszinierenden Schauspiel werden. Suchen, Finden und Kommunizieren, das sind die natürlichen Ziele vieler Lebewesen. Was die Leuchtkäfer in der Natur vollbringen, müsste sich mit den Mitteln der modernen Mechatronik nachahmen lassen. Doch wie kann das Konzept der Natur in dieses Terrain umgesetzt werden?

Die grundlegende Idee besteht darin, dass sich miniaturisierte Roboter im Raum orientieren und sich gegenseitig suchen, finden und miteinander kommunizieren. Unsere Leuchtkäfer kommunizieren mit Infrarot-Signalen und stehen auf drehenden Servos, mit deren Hilfe sie Ausschau nach Artgenossen halten. In einem aus acht Zweifarben-LEDs bestehenden „Gedächtnis“ merkt sich der Leuchtkäfer, in welcher Richtung ein Artgenosse erspäht wurde. Gesteuert wird jeder Leuchtkäfer von einem einfach zu programmierenden ATmega88-Mikrocontroller.

Firefly-Hardware

Unsere Fireflies sind hauptsächlich damit beschäftigt, sich zu orientieren und mit

anderen Fireflies über infrarote Lichtsignale zu kommunizieren. Aus der Schaltung in **Bild 1** ist ersichtlich, dass der serielle Ausgang des Mikrocontrollers eine Infrarot-LED steuert. Im Mikrocontroller-Programm genügt dazu das Kommando *print-x*. Die andere Seite der Infrarot-LED liegt ebenfalls an einem Ausgang. Das Programm ist so geschrieben, dass hier ein Rechtecksignal mit der Frequenz 36 kHz erscheint. Auf diese Weise wird das zu übertragende serielle Signal mit dem 36-kHz-Rechtecksignal moduliert.

Gesendete Signale werden mit einem Infrarot-Empfängermodul SFH5110 empfangen. Es enthält bereits ein 36-kHz-Filter, so dass an seinem Ausgang nur das übertragene serielle Signal erscheint. Das Signal wird dem seriellen Eingang des Mikrocontrollers zugeführt. Wenn die Übertragungsgeschwindigkeit nicht zu hoch ist (in diesem Fall 2400 Baud), können die Fireflies miteinander über die Infrarot-Strecken störungsfrei kommunizieren.

Um sich zu orientieren, tastet der Firefly seine Umgebung mit dem Infrarot-Empfänger ab. Drehungen um seine vertikale Achse führt er mit dem Servo aus, auf dem er steht. Übliche

Servos drehen um 270°, hier ist jedoch Rundumsicht gefordert. Deshalb muss der Servo wie in dem separaten Textfeld beschrieben modifiziert werden. Sobald der Firefly einen Artgenossen erkennt, leuchtet eine Zweifarben-LED in der Richtung rot auf, aus der das Signal des anderen Firefly kommt. Beim Erkennen eines zweiten und dritten Firefly leuchten die zugehörigen LEDs orange, bei allen nachfolgend erkannten Fireflies leuchten sie grün. Gerät ein Artgenosse aus dem Blickfeld, weil sein Signal nicht mehr empfangen werden kann, wird die Rot-Orange-Grün-Folge der LEDs neu aufgebaut.

Wenn sich der Firefly dreht, dann dreht sich visuell auch der Ring der LEDs, so dass die leuchtenden LEDs stets in Richtung der erkannten Fireflies zeigen. Schaltungstechnisch sind die acht Zweifarben-LEDs in einer Matrix angeordnet, dadurch wird die Anzahl der belegten Mikrocontroller-Ausgänge reduziert. Die Spalten werden über Transistoren vom Typ BC547 geschaltet. Geht ein Ausgang PD4...PD7 auf hohen Pegel, dann legt der zugehörige Transistor die LED-Reihe an Masse. In der Reihe leuchtet die LED auf, an die der Mikrocontroller über seine Ausgänge PC0...PC3 High-Pegel legt. Wenn die

Mikrocontroller-Ausgänge schnell geschaltet werden, entsteht für das Auge den Eindruck, dass alle LEDs gleichzeitig leuchten. Hier wird etwas langsamer geschaltet, so dass ein Blinkeffekt ähnlich dem Leuchtkäfer in der Natur entsteht.

Nach jedem Systemstart kann der Servo durch Drücken des Tasters S1 kalibriert werden. Solange der Kontakt offen ist, zieht ein Pullup-Widerstand den zugehörigen Mikrocontroller-Eingang (PB1) auf die Betriebsspannung. Die Kalibrierung startet, wenn der Eingang an Masse liegt.

Der Mikrocontroller ist ferner von einem lichtabhängigen Widerstand (LDR), einem Piezo-Summer und einem Spannungsteiler umgeben. Mit dem LDR wird hier ein Zufallsgenerator realisiert, der über die Drehrichtung des Servo entscheidet. Der im Mikrocontroller integrierte 10-bit-A/D-Wandler misst die am LDR liegende Spannung, das letzte Bit (Bit 0) des Messergebnisses ist maßgebend. Dieses Bit wechselt fortlaufend seinen Wert, insbesondere wenn der Wert vom Umgebungslicht abhängt. Sogar Lichtschwankungen, die mit dem Auge nicht oder kaum wahrnehmbar sind, haben Wechsel des letzten Bit-Werts zur Folge. Der Piezo-Summer ist über einen 47- Ω -Widerstand und einen Elko 10 μ F/16 V mit dem Mikrocontroller-Ausgang PB0 verbunden. Am besten geeignet ist ein gekapselter Piezo-Summer, Ausführungen ohne Gehäuse sind wesentlich leiser.

Firefly-Software

Unser Firefly steht und läuft natürlich mit der Software, die in den ATmega88 geladen wird. Das Programm *FireFly_v1.bas* kann

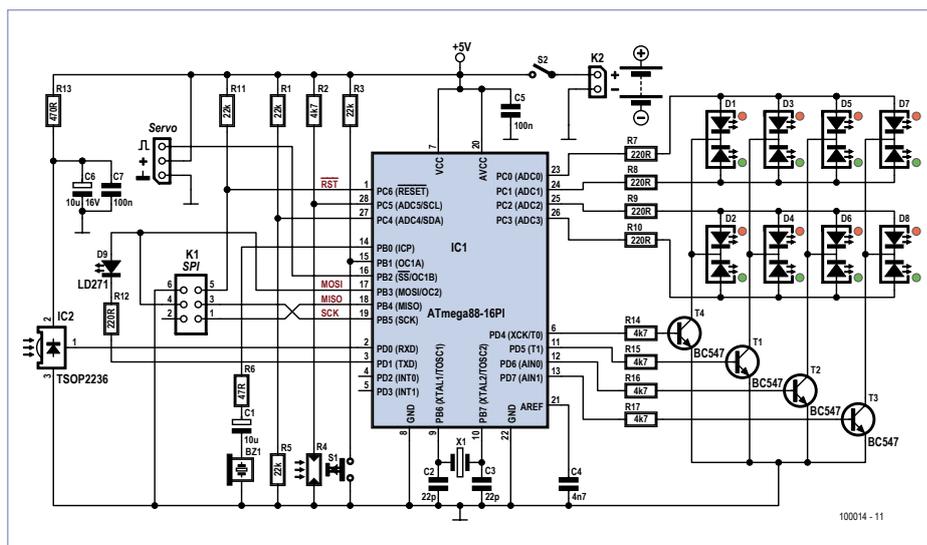


Bild 1. Fireflies kommen mit wenigen Bauelementen aus. Trotzdem können sie auf ihre Art intelligent kommunizieren.

kostenlos von der zum Projekt gehörenden Webseite [1] geladen werden. Global gesehen besteht es aus einer Hauptschleife, die bei jedem Durchlaufen über das Kommando *print-1* die Zahl „1“ sendet. Anschließend dreht der Firefly abhängig von der Variablen *servo_dir* um 45° in eine zufällige Richtung. Dann wird in der Hauptschleife mit dem Kommando *A = Ischarwaiting()* geprüft, ob über den seriellen Eingang ein Zeichen empfangen wurde. Wenn das zutrifft, wird das Zeichen der Variablen *Target* zugewiesen.

Die 16-bit-Variablen *Long_Led* enthält die Information über den Status der acht Zweifarben-LEDs. Das niedrigste Bit gehört zur grünen LED D1, das zweite Bit zur roten LED D1, das dritte Bit zur grünen LED D2, das vierte Bit zur roten LED D2 und so weiter. Mit dem Sprungkommando *L_led_bew(servo_dir_2, Target)* wird diese Variable abhängig von der Drehrichtung (*servo_dir_2*) und vom Signalempfang (*Target*) ausgewertet. Eine im Hin-

tergrund laufende Interruptroutine springt fortlaufend zum Label *Display_led*. Dort werden die jeweils nächsten vier Bit der Variablen *Long_Led* auf die aktuelle Position der acht Zweifarben-LEDs gebracht.

Der Wert der am LDR liegenden Spannung bestimmt in der Hauptschleife, in welche Richtung der Firefly dreht. Er dreht links, wenn das letzte Bit des ins digitale Format gewandelten Werts 1 ist, und er dreht rechts, wenn dieses Bit 0 ist. Für den Betrachter sieht das aus, als ob sich der Firefly fortlaufend neu entscheidet.

Zum Programm gehört natürlich auch eine Routine, die den Servo steuert. Die Zeit, in der ein Servo eine bestimmte Bewegung ausführt, hängt vom Servo-Typ ab. Deshalb müssen die Parameter mit der Routine *Calibrate* festgelegt werden. Der Mikrocontroller springt zu dieser Routine, wenn Taster S1 beim Starten gedrückt ist. Abgelegt wer-

Programmiersprache

Das Programm des Firefly wurde in BASCOM-AVR geschrieben. Dieser Basic-Compiler wurde speziell für AVR-Mikrocontroller entwickelt, zu denen auch der ATmega88 gehört. Das Programmieren unter BASCOM-AVR halten wir insbesondere für den Einstieg in die Mikrocontroller-Technik für geeignet. Für BASCOM-AVR wurde in Elektor 2008 ein Kurs in mehreren Folgen mit vielen Beispielen veröffentlicht (siehe www.elektor.de/080330). Die kostenlose Demo-Version von BASCOM-AVR kompiliert Programme bis zu einer Größe von 4 KB, was für die meisten kleineren Projekte (wie auch für den Firefly) genügt. Nicht begrenzt ist die registrierte Version, für sie bietet der Hersteller [3] umfassende Unterstützung an. BASCOM-AVR wurde bereits in vielen Elektor-Projekten der vergangenen Jahre eingesetzt. Der ATmega88 ist auch zum Programmieren über einen Bootloader geeignet. Dieser kurze Programmcode ermöglicht es hier, den Mikrocontroller ohne ein ISP-Kabel zu programmieren. Es genügt eine Infrarot-Verbindung. Laden Sie den Bootloader aus dem Internet von [3] herunter und fügen Sie die Routine hinzu, die das 36-kHz-Signal erzeugt. So vorbereitet können Sie den Firefly über einen seriellen Infrarot-USB-Adapter programmieren. Eine Kabelverbindung zwischen dem programmierenden System und dem Firefly ist nicht mehr nötig. Der Firefly wird gewissermaßen „on the fly“ programmiert!

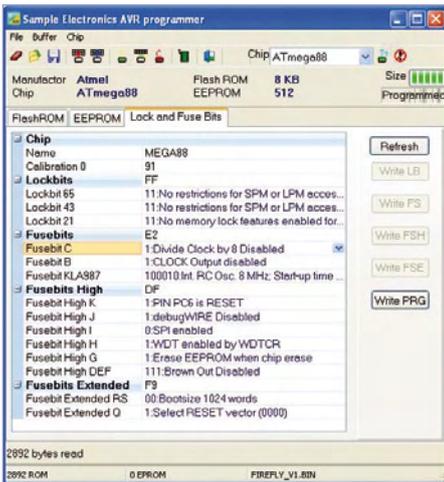
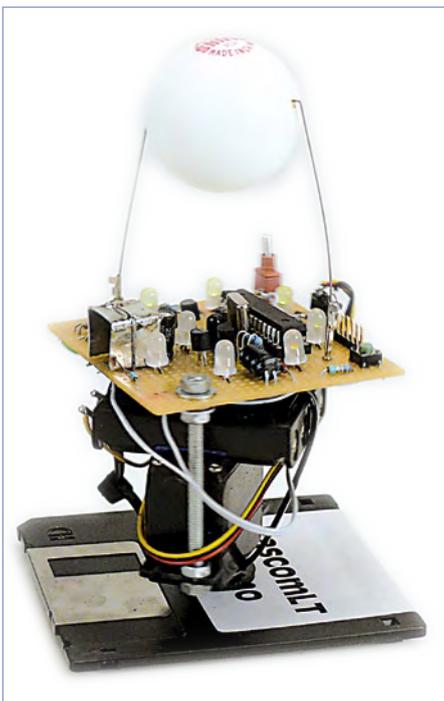


Bild 2. Das Fuse-Bit C muss von „Enable“ auf „Disable“ gesetzt werden. Änderungen an den übrigen Einstellungen sind nicht zulässig.

den die Servo-Parameter im nicht flüchtigen EEPROM des Mikrocontrollers. Wird S1 beim Start nicht gedrückt, liest der Mikrocontroller die Parameter aus seinem EEPROM. Falls er dort keine Werte findet, stellt er vorgegebene Standardwerte ein. Mit diesen Werten verhält sich der Firefly höchstwahrscheinlich nicht optimal.



Viel Ähnlichkeit mit Leuchtkäfern oder Glühwürmchen ist noch nicht erkennbar, das Foto zeigt einen Prototyp!

Programmieren

Mit dem Compiler Bascom-AVR und dem Programmierer Sample Electronics ISP [2] (realisierbar mit einer kostengünstigen LPT-Karte für den PC und drei Widerständen) steht der Programmentwicklung für den ATmega88 nichts mehr im Weg. Im Originalzustand wird dieser Mikrocontroller vom internen 8-MHz-Oszillator getaktet, und die interne Teilerkette teilt die Taktfrequenz auf 1 MHz herunter. Mit diesen Einstellungen hat die Servo-Steuerung Probleme, was bedeutet, dass das Fuse-Bit C (siehe Bild 2) geändert werden muss. Vom Hersteller ist dieses Fuse-Bit auf „Enable“ eingestellt, es muss auf „Disable“ gesetzt werden. Danach arbeitet der ATmega88 mit der internen Taktfrequenz 8 MHz.

Wichtige Anmerkung: In dem Fenster, in dem das Fuse-Bit geändert werden muss, lassen sich zahlreiche Werte modifizieren: Taktfrequenzen, interner Takt, externer Takt, Freigabe des Bootladers sowie vieles mehr, das an dieser Stelle nicht aufgezählt werden kann. Hier ist Vorsicht geboten! Wenn versehentlich beispielsweise das Bit für den externen Takt gesetzt wird, arbeitet der Mikrocontroller in der Schaltung nicht mehr. Er lässt sich auch mit dem ISP-Programmer nicht mehr zum Leben erwecken. In diesem Fall hilft nur entweder ein „echter“ Programmierer weiter (unter anderem zieht er den Reset-Pin nach +12 V), oder es muss der externe Takt eines anderen betriebsfähigen Mikrocontrollers angelegt werden. Das kostet natürlich Zeit und Mühe. Immer wenn der ATmega88 über ISP neu programmiert wird, gehen auch die im EEPROM abgelegten Werte verloren. Die Eichprozedur des Servos muss deshalb nach jeder Programmierung wiederholt werden.

Löten und Schrauben

Für den Firefly haben wir eine Platine entworfen, sie ist im Elektor-Shop mit der Nummer 100014-1 erhältlich. Auf der Platine haben folgende Bauteile ihren Platz: Der aus acht Zweifarben-LEDs bestehende LED-Ring, der Infrarot-Empfänger, der Infrarot-Sender, die Steckverbinder für den Servo und den ISP-Programmer, die Pins zur Befestigung des Pingpong-Ball-

Bügels und natürlich der Mikrocontroller mit den zugehörigen Bauelementen. Damit kein Licht der Infrarot-LED auf den eigenen Infrarot-Empfänger streut, wird eine 15 mm · 15 mm · 15 mm große Abschirmung angefertigt. Eventuelle Ritzen lassen sich mit flüssigem Tipp-Ex abdichten. Wenn es getrocknet ist, lässt es kein Licht durch.

Aus einem 18...20 cm langen Federstahldraht, Durchmesser 0,3 mm, wird ein Aufhängebügel für einen Tischtennisball angefertigt. Der Ball erhält zwei gegenüber liegende Löcher, durch die der Federstahldraht gesteckt wird. An die Drahtenden werden Federklemmen gelötet, so dass die Konstruktion schnell montiert und demontiert werden kann. Der Tischtennisball hat seinen Platz über der Infrarot-LED, er muss das Infrarot-Licht so in den Raum streuen, dass es aus allen Richtungen empfangen werden kann. Die Platine wird zusammen mit dem Batteriehälter (1 · 4 oder 2 · 2 Zellen der Größe AAA) auf dem Servo befestigt. Geeignet für die Befestigung sind Kabelbinder, Klettenbänder oder auch doppelseitiges Klebeband. Der Piezo-Summer kann mit doppelseitigem Klebeband seitlich an den Servo geklebt werden. Der Servo steht mit seinem Antriebsrad auf einem Sockel. Als Sockel dient eine ausranigierte 3,5-Zoll-Diskette, in die ein 3 mm starkes Loch gebohrt wird. Eine durch das Loch gesteckte Gewindeschraube verbindet mechanisch die Diskette mit der Servo-Scheibe. Gegen das ungewollte Verschieben der Diskette auf der Servo-Scheibe helfen vier zwischengelegte Antirutsch-Möbelpads.

Einstellen

Servos haben unterschiedliche Eigenschaften, abhängig von Hersteller und Typ. Deshalb ist eine Kalibrierung notwendig, anderenfalls verhält sich der Firefly nicht optimal. Beim Einschalten mit S2 prüft der Mikrocontroller, ob Taster S1 gedrückt ist, anschließend startet die Drehbewegung des Servos. Bei gedrücktem Taster S1 verlangsamt sich die Drehgeschwindigkeit kontinuierlich bis zum Stillstand. In dem Moment, in dem der Servo steht, müssen Sie S1 loslassen. Wenn Sie jetzt S1 noch einmal drücken, wird die Drehbewegung bis zum Stillstand

Stückliste

Widerstände:

R1,R3,R5,R11 = 22 k
 R2,R14,R15,R16,R17 = 4k7
 R4 = LDR, z.B. A9060, Conrad 145475
 R6 = 47 Ω
 R7,R8,R9,R10,R12 = 220 Ω
 R13 = 470 Ω

Kondensatoren:

C1,C6 = 10 μ / 16 V stehend
 C2,C3 = 22 p
 C4 = 4n7
 C5,C7 = 100 n

Halbleiter:

D1,D2,D3,D4,D5,D6,D7,D8 =
 Zweifarben-LED, 5 mm
 D9 = IR-LED, 5 mm
 T1,T2,T3,T4 = BC547
 IC1 = ATmega88

Außerdem:

X1 = Quarz 12 MHz
 BZ1 = Piezo-Summer, AC
 S1 = Drucktaster SPNO, Tyco Electronics
 FSM4JH
 S2 = Mini-Schalter SPDT, C&K ET01MD1CBE
 K1 = Stiftkontaktleiste, 2 · 3 Kontakte
 Platine EPS 100014-1, siehe [1]
 Modellbauservo
 Tischtennisball

wiederholt. Lassen Sie auch diesmal S1 los, sobald der Servo zum Stillstand kommt. Die erste Prozedur dient zur Grobeinstellung, beim zweiten Mal werden die Parameter fein eingestellt. Der Mikrocontroller speichert den Wert, bei dem der Servo anhält. Es fehlt noch der Wert, der dem Mikrocontroller die Servo-Geschwindigkeit angibt. Drücken Sie noch einmal S1, so dass der Servo dreht, und lassen Sie S1 nach zwei vollen Umdrehungen los. Wiederholen Sie diese Prozedur, der Servo dreht jetzt in entgegengesetzter Richtung. Die Dauer

der Drehbewegungen rechnet der Mikrocontroller in die Zeit um, die einer Drehung um 45° entspricht.

Energiequelle

Aus Gründen der Flexibilität wird der Firefly aus vier Rundzellen vom Typ AAA mit Strom versorgt. Die acht Zweifarben-LEDs, der Infrarot-Sender, der Infrarot-Empfänger, der Mikrocontroller und der Servo haben zusammen einen Strombedarf von etwa 100 mA. Die Kapazität guter AAA-Alkaline-Zellen beträgt typischerweise 900...1150 mAh.

Das bedeutet, dass der Firefly mit einem Batteriesatz ungefähr zehn Stunden durchhält. Akkus der Größe AAA sind natürlich auch verwendbar, hier müssen jedoch unbedingt Kurzschlüsse vermieden werden. Bei Alkaline-Zellen bricht die Spannung schnell zusammen, wenn der Strom stark ansteigt. Akkus können so hohe Ströme liefern, dass bei Kurzschlüssen Brandgefahr besteht.

Experimentieren

Für die Kommunikation über Infrarot-Licht werden die seriellen 2400-Baud-Signale mit

— Advertentie

PCB Spezialist für Prototypen & Kleinserien

EURO
CIRCUITS

PCB proto	spezieller Prototypen Service
STANDARD pool	große Auswahl 1-8 Lagen
Neu TECH pool	100 μ Technologie
Neu IMS pool	aluminium Prototypen im Pooling
On demand	alle Optionen bis 16 Lagen

Rufen Sie uns an: +49 (2681) 4662 Email: euro@eurocircuits.com
 Testen Sie unsere neuen Services

ALLE SERVICES

- Preise sofort online
- Online Bestellung
- Attraktive Pooling Preise
- Keine Einmalkosten
- Lieferung ab zwei Werktagen
- Schablonen Service

www.eurocircuits.de

Termine für Elektor Nr. 6 / 2010

Anzeigenschluss ► 20. 04. 2010

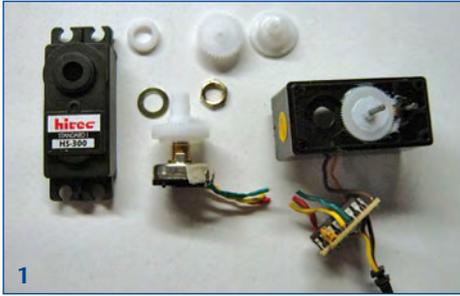
Erscheinungstermin ► 17. 05. 2010

Anzeigen:
 Verlagsbüro ID
 Telefon: (0511) 61 65 95-0

E-Mail: service@id-medienservice.de
 Internet : www.id-medienservice.de

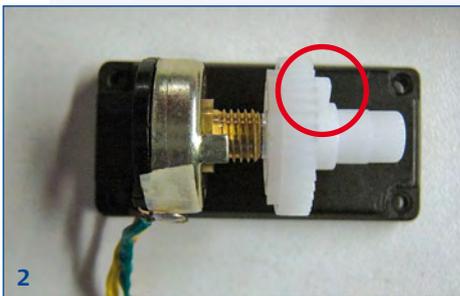
elektor

Servo anpassen



Servos werden von 1...2 ms breiten Impulsen gesteuert, die sich im Abstand von 20 ms wiederholen. Impulse der Breite 1 ms haben zur Folge, dass der Servo bis zum Anschlag nach einer Seite dreht, die Impulsbreite 1,5 ms ist gleichbedeutend mit der Mittelstellung, und bei der Impulsbreite 2 ms bewegt sich der Servo bis zum Anschlag zur anderen Seite. Der Drehwinkel gebräuchlicher Servos ist mechanisch auf 270° begrenzt, der Firefly soll sich jedoch um 360° drehen. Daraus folgt, dass der Servo modifiziert werden muss. Zwei Schritte sind nötig:

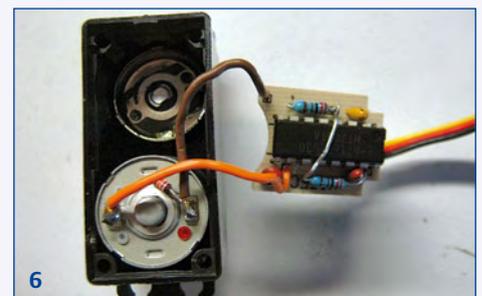
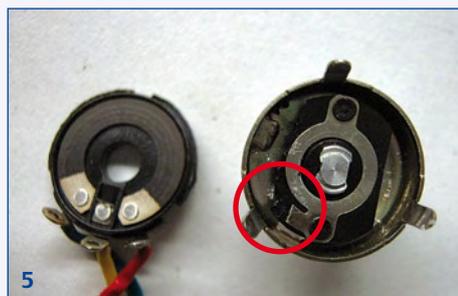
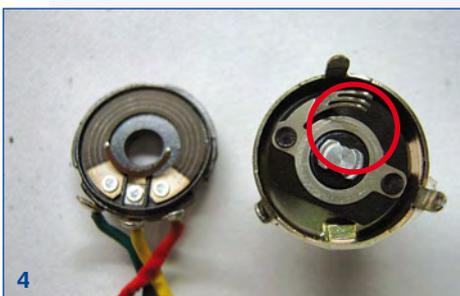
- Der mechanische Endanschlag muss beseitigt werden, so dass der Servo im Vollkreis drehen kann,
- das Servo-Potentiometer muss durch zwei feste Widerstände ersetzt werden, damit sich die Servo-Elektronik so verhält wie bei einem Servo in Mittelstellung.



Demontieren Sie den Servo (Foto 1) und entfernen Sie die Drehbegrenzung des letzten Zahnrads mit einem scharfen Messer (Foto 2 und 3). Was das Poti betrifft, werden Sie eine von zwei Varianten vorfinden: Bei preisgünstigen Servos wie dem von uns verwendeten „Hitec-300“ ist die Poti-Achse gleichzeitig die Achse des letzten Zahnrads. Das Poti kann nicht vollständig demontiert werden. Nur wenn das letzte Zahnrad ein eigenes Lager hat, ist die vollständige Demontage möglich. Im ersten Fall öffnen Sie das Poti (Foto 4), entfernen Sie den Schleifer und das im Poti drehende Teil, das in der Endstellung anstößt, mit einem dünnen Spiralbohrer und einem scharfen Messer (Foto 5). Die Gehäusewand mit der Kohle-Schleifbahn wird nicht mehr gebraucht. Das Poti muss durch zwei gleich große Festwiderstände ersetzt werden. Messen Sie den Widerstand der Kohle-Schleifbahn und nehmen Sie zwei gleiche Widerstände, die zusammen etwa den gemessenen Wert ergeben. Wenn der Widerstand (wie meist) 5 k beträgt, sind zweimal 2k2 oder zweimal 2k7 die richtigen Werte. Die Ersatzwiderstände löten Sie unmittelbar auf die Platine des Servos (Foto 6). Die Widerstände müssen so angeschlossen werden, dass sie das demontierte Poti ersetzen.



Prüfen Sie vor dem Zusammenbau, ob der modifizierte Servo tatsächlich im Vollkreis drehen kann. Auch nach dem Zusammenbau sollten Sie sich noch einmal vergewissern, dass der Servo tatsächlich um 360° dreht.



36 kHz moduliert. Kontrollieren lässt sich das Infrarot-Signal zum Beispiel mit einem Infrarot-USB-Adapter von Conrad (Bestellnummer 993137). Mit dem Adapter kann geprüft werden, ob ein Firefly tatsächlich Infrarot-Signale sendet. Umgekehrt kann der Adapter Infrarot-Signale senden, auf die ein Firefly reagiert.

Der Piezo-Summer hat bisher noch keine Aufgabe. Denkbar ist, dass die Tonsignale davon abhängen, wie viele Artgenossen ein Firefly erkennt. Auf seinen Einsatz wartet auch der aus zwei 22-k-Widerständen bestehende Spannungsteiler. Der Mikrocontroller kann über den Spannungsteiler den Zustand

der Energiequelle überwachen. Da er Spannungen mit 10 bit Auflösung misst (1024 Schritte im Bereich 0...5 V), ist eine zuverlässige Kontrolle möglich. Das mechanische Verhalten eines Servos hängt in bestimmtem Maß von der Höhe der Betriebsspannung ab. Eine Programmergängung kann solche Änderungen abhängig von der Betriebsspannung kompensieren.

Bisher sind alle Fireflies identisch. Sie senden gleichartige Informationen und sind für alle Informationen in gleicher Weise empfänglich. Wenn jedes Exemplar seine eigene „Adresse“ erhält, wird der gezielte Informationsaustausch zwischen zwei oder

mehr Fireflies möglich. Dazu muss das Programm so ergänzt werden, dass ein Firefly sein Gegenüber identifiziert, bevor er auf Signale reagiert. Spannende Firefly-Experimente sind garantiert!

(100014)gd

Weblinks

- [1] www.elektor.de/100014
 [2] <http://8051help.mcselec.com/index.html?sampleelectronicsispprogrammer.htm>
 [3] <http://mcselec.com>

Workshop

Praxis des Gitarren-Röhrenverstärkers

➔ Grundlagen, Reparatur und Modifikationen

In diesem Workshop von Autor Rainer zur Linde wird zunächst an Schaltungsbeispielen erklärt, worin die Besonderheiten des Gitarrenverstärkers im Unterschied zum HiFi-Röhrenverstärker liegen. Es wird der Frage nachgegangen, worin die charakteristischen Schaltungselemente bestehen, die für die Klangformung dieses Verstärkertyps von zentraler Bedeutung sind. Auch wird auf die besonderen Konstruktionsmerkmale des Verstärkers eingegangen und diese praxisbezogen an Geräten konkret gezeigt.

Auf die Praxis wird im anschließenden Teil auf Mess- und Prüfmöglichkeiten vertiefend eingegangen, die am Verstärker selbst demonstriert werden.

Wie führt man Messverfahren fachkundig und praxisorientiert durch, welche Messgeräte sind notwendig, was sagen die Messwerte aus?

Ein weiterer Schwerpunkt wird in der Reparatur- und Modifikationspraxis liegen.

Wie spürt man in den einzelnen Stufen Fehler und Mängel auf, wie grenzt man sie ein, welche Regeln sind bei der Instandsetzung zu beachten? Wie können sinnvolle Schaltungsmodifikationen zielgerichtet realisiert werden?

NEU!

Veranstaltungsorte/-termine:

Frankfurt am Main	27.03.2010
Luzern (Schweiz)	03.07.2010
Hannover	28.08.2010
München	09.10.2010
Leipzig	30.10.2010

Teilnehmergebühr (zzgl. MwSt.):

299,00 Euro (469,50 CHF)

Elektor-Abonnenten erhalten 5% Rabatt!



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

Weitere Infos & Anmeldung unter www.elektor.de/gitarren-roehren

Seminar

CC2-ATmega

NEU!

➔ auf der Basis des Elektor/CC2-ATM18-Testboards

In diesem Seminar mit u. a. Wolfgang Rudolph werden die grundsätzlichen Kenntnisse der Programmierung und des Anschlusses von Peripherie an Mikrocontrollern vermittelt. Dazu sind Grundlagen der Teilnehmer erforderlich. Sowohl im Bereich der Programmerstellung wie auch über den Umgang mit Mikrocontrollern.

Am Beispiel der Testboards werden theoretisches und auch praktisches Wissen gelehrt. Die Grundlagen eines Mikrocontrollersystems werden mit den notwendigen Komponenten wie Stromversorgung, Schnittstellen, (USB, Seriell, ISP/SPI), Beschaltung von Ports sowie AD/DA und PWM-Anschlüsse erarbeitet.

In vier Beispielen wird ein Konzept entwickelt, von der Idee über die Hardwareumsetzung bis zur Programmentwicklung und Kodierung. Diese Beispiele werden aus vorhandenen Projekten und Artikeln aus den Elektor-Heften entnommen.

Geplante Themen:

- Von der Idee zur Hardware – Das ATM18-Testboard.
- Die Ausgabe – Ein LC-Display wird angeschlossen.
- Extern steuern – Mit Relais die Umwelt schalten.
- Komplexe Anwendung – Ein Schweberegler mit einfachen Mitteln.
- Ausblick – Das Minimod18 als Konzept der Zukunft.

Veranstaltungsorte/-termine:

Leipzig	20.03.2010
Luzern (Schweiz)	29.05.2010
München	25.09.2010
Hannover	06.11.2010

Teilnehmergebühr (zzgl. MwSt.):

299,00 Euro (469,50 CHF)

Die für die Durchführung des Workshops benötigte Hardware wird Ihnen leihweise zur Verfügung gestellt.

388,00 Euro (609,20 CHF)

inkl. Hardware-Erwerb

Die für die Durchführung des Workshops benötigte Hardware bleibt Ihr Eigentum.

Elektor-Abonnenten erhalten 5% Rabatt auf den Workshop-Preis!

Weitere Infos & Anmeldung unter www.elektor.de/cc2-atmega

Greifen und Messen

Messsysteme für SMD-Bauelemente

Von Harry Baggen (Redaktion NL)

Klein und auch fein, diese SMDs. Doch die winzigen Abmessungen bringen mit sich, dass insbesondere passive Komponenten kaum voneinander zu unterscheiden sind. Auch die aufgedruckten Beschriftungen geben selten viel her. Mit speziellen SMD-Messspinzetten lassen sich Art und Wert solcher Komponenten schnell und unkompliziert feststellen. Wir haben uns fünf SMD-Messgeräte aus der Nähe angesehen.

Der Einsatz von SMDs hat verglichen mit den klassischen „Through-holes“ entscheidende Vorteile. SMDs beanspruchen weniger Platinenfläche, so dass das Gesamtsystem kompakter gestaltet werden kann. Die Signalwege zwischen den miniaturisierten Komponenten sind kürzer als bei herkömmlicher Bauweise. Dadurch werden nicht nur Störeinflüsse reduziert, das System kann auch mit höheren Signalfrequenzen arbeiten. Allerdings ist die Montage von Hand, insbesondere bei komplexen ICs mit zahlreichen Anschlüssen, nicht ganz einfach. Ein Lötlofen löst zwar dieses Problem, doch es gibt noch ein anderes: Wegen der winzigen Abmessungen kann auch die auf den SMDs aufgedruckte Typenkennzeichnung nur minimalistisch sein. Hinzu kommt, dass Widerstände, Kondensatoren und Induktivitäten äußerlich nahezu gleich aussehen. Ohne Messgerät wird die Bestückung von Prototypen und Musteraufbauten zum Lotteriespiel.

Die Messgerätehersteller haben sich dieses Problems angenommen und spezielle, darauf abgestimmte Produkte entwickelt. Vielleicht sind Sie der Meinung, dass Sie mit dem Multimeter und Messkabeln mit schlanken Fühlern zum gleichen Ziel kommen. Das ist natürlich unbestritten, doch ein für SMDs maßgeschneidertes Messgerät stellt eine nicht zu unterschätzende Arbeitserleichterung dar, insbesondere wenn Sie häufig an losen oder bereits montierten SMDs messen.

Wir haben uns auf dem Markt nach so genannten SMD-Messspinzetten umgesehen. Das sind RC- oder RLC-Meter, die durch ihre Bau-

form oder zusammen mit besonderem Zubehör für das Messen an SMDs entwickelt wurden. Auf dem Markt sind Geräte, bei denen die Messelektronik und die Anzeige im Pinzettengehäuse integriert sind. Die Messwerte lassen sich ablesen, ohne die Blickrichtung vom Messobjekt abwenden zu müssen. Eine andere Lösung stellen RC- oder RLC-Meter herkömmlicher Bauform dar, an die spezielle, meistens als optionales Zubehör lieferbare SMD-Messspinzetten angeschlossen werden. Wir haben uns sowohl Produkte der einen als auch der anderen Kategorie angesehen.

Fünf Kandidaten

Die von uns getesteten Produkte unterscheiden sich nicht nur funktionell, sondern auch hinsichtlich ihrer Preise. Zu den fünf Kandidaten gehörten zwei Messspinzetten, die weniger als 40 € kosten, sie messen Widerstände und Kapazitäten. Mit einem Modell ist auch das Messen von Gleichspannungen möglich. Die dritte von uns näher betrachtete Messspinzette ist die „Smart Tweezers“ des kanadischen Herstellers Siborg. Dieses Modell kostet ungefähr 350 €, leistet dafür aber wesentlich mehr. Das intelligente Messgerät misst nicht nur Widerstände, Kapazitäten, Induktivitäten und Spannungen. Soweit uns bekannt, ist es das einzige Modell, das sich auch für Linkshänder eignet. Die Richtung der Anzeige lässt sich nämlich umkehren! Weitere Kandidaten in unserem Test waren zwei Messge-

Hersteller oder Marke	Typ	Preis (inkl. MwSt.)	Anbieter
Agilent www.agilent.com	U1732B und SMD-Pinzette U1782A	ca. 340 € SMD-Pinzette ca. 30 €	z. B. Datatech www.datatech.de
Siborg www.siborg.com/smarttweezers	Smart Tweezers	ab ca. 350 €	z. B. RS Components http://de.rs-online.com
Peak www.peakelec.co.uk	Atlas LCR40 und SMD-Pinzette PEAK-SMD03	ca. 90 € SMD-Pinzette: ca. 30 €	z. B. Reichelt www.reichelt.de
ELV www.elv.de	Pen-RC-Meter für SMD VA 503 Art.-Nr. 68-728-06	29,95 €	ELV www.elv.de
Voltcraft www.voltcraft.de	RCV-Meter SMD-200 Best.-Nr. 123007	36,95 €	Conrad www.conrad.de



räte konventioneller Bauform. Das Modell Atlas LCR40 von Peak ist ein kleines, intelligentes LCR-Meter (Preis unter 100 €), für das ein Kabel mit Messspitze als optionales Zubehör lieferbar ist. Agilent hat das RLC-Meter U1732B im Angebot, das rund 340 € kostet. Für dieses in konventioneller Bauart gehaltene Messgerät ist ebenfalls ein spezielles Kabel mit Messspitze erhältlich.

ELV Pen-RC-Meter für SMD VA 503



Das handliche RC-Meter in Form einer Pinzette wird von zwei Knopfzellen LR44 mit Strom versorgt. Die große 3¾-Digit-Anzeige lässt sich bequem ablesen. Über die Funktionstaste, die das Gerät auch einschaltet, stehen R-, C- und Dioden-Messungen zur Wahl. Für R- und C-Messungen ist eine nicht abschaltbare automatische Bereichswahl eingebaut. Widerstände können bis 40 M Ω , Kondensatoren bis 200 μ F gemessen werden. Bei Dioden-Messungen wird die Dioden-Durchlassspannung angezeigt. Nach 15 Minuten Pause schaltet das Gerät selbsttätig ab.

Das Messen an SMDs verlief zufriedenstellend. Die Spitzen der Pinzette sind abgerundet, sie sind vergleichsweise breit. Wir hatten etwas Mühe, mit den SMD-Metallflächen zuverlässigen Kontakt herzustellen, insbesondere wenn die SMDs auf einer Platine montiert waren. Die automatische Bereichswahl ist zwar recht nützlich, doch manchmal vergingen einige Sekunden, bis der zutreffende Bereich

gefunden war. Bei hohen Kapazitätswerten ließ sich das VA 503 bis zur Anzeige des Messwerts relativ viel Zeit. Das Gerät erkennt nicht die Art des Messobjekts, dem Benutzer muss daher bekannt sein, ob es sich um einen Widerstand oder Kondensator handelt. Mithilfe eines zweiten Tasters sind auch vergleichende Messungen möglich, das Gerät zeigt dann Messwertdifferenzen an.

Voltcraft SMD-200



Die Bauart ist dem VA 503 ähnlich, das Gerät hat aber eine etwas andere Gehäuseform und Gehäusefarbe. Auch dieses Modell wird von zwei Knopfzellen LR44 mit Energie versorgt, die Anzeige ist ebenfalls 3¾-stellig. Die Unterschiede liegen in der Funktionalität: Nach dem Einschalten befindet sich das Gerät in einem Scan-Modus, der die Art des Messobjekts (R, C oder L) erkennt. Anschließend erscheint der Messwert (bei Dioden die Durchlassspannung) in der Anzeige. Durch wiederholtes Drücken der Funktionstaste ist der Messobjekt-Typ von Hand wählbar. Mit einer zweiten Taste lässt sich die Bereichswahl-Automatik abschalten, der Messbereich kann dann von Hand eingestellt werden. Obere Grenze sind die Werte 60 M Ω für Widerstände und 60 μ F für Kondensatoren. Nach 10 Minuten Untätigkeit schaltet das Gerät selbsttätig ab.

Eine Besonderheit des SMD-200 liegt darin, dass die Pinzetten-Arme vom Gerät abgezogen werden können. An ihrer Stelle ist ein mitgelie-

fertes Kabel mit Adapter und Messfühlern anschließbar. In dieser Konfiguration arbeitet das SMD-200 wie ein herkömmliches Multimeter, es lassen sich Gleich- und Wechselspannungen bis 600 V messen. Beim Messen an SMDs erwies sich das SMD-200 als recht anwenderfreundlich. Die Art des Messobjekts wird zuverlässig erkannt, und die automatische Bereichswahl arbeitet schnell. Leider haben die Spitzen der Pinzette eine ähnliche Form wie beim Modell von ELV. Laut Anleitung ist die Komponenten-Erkennung bei Elkos auf maximal 6 µF begrenzt. Wir konnten einwandfrei Werte bis 100 µF und darüber messen, ohne auf das Einstellen von Hand ausweichen zu müssen.

Siborg Smart Tweezers

Der ab etwa 350 € erhältlichen SMD-Messpinzette ist auf den ersten Blick nicht anzusehen, welche Qualitäten sie mitbringt. Ihre hohe Funktionalität steckt in den Details. Die Messfühler am ergonomisch gestalteten Gehäuse sind von höchster Präzision. Alternative Messfühler mit anderen Formen werden als optionales Zubehör angeboten. Im Gehäuse sind die Elektronik, die Anzeige (Messwert vierstellig) sowie drei Knopfzellen LR44 untergebracht. Lieferbar ist auch eine Version mit Akku und Ladestation.

Die Smart Tweezers wird über ein Daumenrad mit Tasterfunktion eingeschaltet und bedient. Ein umfangreiches Menü erlaubt das Einstellen diverser Betriebsarten und Parameter, normalerweise ist



jedoch der Modus mit automatischer Messobjekt-Erkennung aktiv. Von Hand sind die Betriebsarten Dioden-Messung, Spannungsmessung sowie ein Trace-Modus wählbar. In diesem Modus werden langsame Spannungsänderungen ähnlich einem Oszilloskop grafisch dargestellt. Die Obergrenzen der Komponenten-Messbereiche liegen bei 10 MΩ, 5000 µF und 1000 mH, während Spannungsmessungen auf 8 V begrenzt sind. Bei Nichtgebrauch schaltet das Gerät nach einer einstellbaren Zeit ab, vorgegeben sind 30 Sekunden. Die Messfühler können durch eine aufzusteckende Kappe geschützt werden.

Das Messen mit der Smart Tweezers macht wirklich Freude, auch wenn die Bedienung mit dem Daumenrad einer kurzen Gewöh-

nung bedarf. Widerstände, Kondensatoren und Induktivitäten werden mühelos erkannt, der Messwert erscheint faktisch sofort in der Anzeige. Beim Messen von Kondensatoren und Induktivitäten gibt das Gerät auch Auskunft über die Messfrequenz, den Innenwiderstand oder den Q- oder D-Faktor. Die zuletzt genannten Größen sind Anhaltswerte für die Qualität des Messobjekts. Die Messfrequenz kann 100 Hz, 120 Hz, 1 kHz oder 10 kHz betragen. Bei Dioden-Messungen signalisiert ein Dioden-Symbol in der Anzeige, dass die Diode intakt ist. Die Betriebsarten Spannung und Trace sind eher als Beigaben zu betrachten. Sie müssen in einem eigenen Untermenü aktiviert werden, und außerdem ist das Betätigen eines separaten Schalters notwendig. Dieser Umstand ändert jedoch nichts daran, dass wir die Smart Tweezers der Spitzenklasse zuordnen.

Peak Atlas LCR40

Das Modell Atlas LCR40 von Peak hat die Gestalt einer gelb-schwarzen Box mit zweizeiliger Anzeige, die Messwerte werden vierstellig angezeigt. Eine Alkaline-Batterie, Spannung 12 V, versorgt das Gerät mit Energie. Zum Messobjekt führt ein kurzes, fest angeschlossenes Kabel mit zwei Messclips. Die Messclips können gegen eine optionale SMD-Pinzette ausgewechselt werden. Nach jeder Messung schaltet das LCR40 selbsttätig ab, die Zeit bis zum Abschalten beträgt etwa 15 Sekunden.



Widerstände, Kapazitäten und Induktivitäten werden zuverlässig erkannt. Die eingebaute automatische Bereichswahl lässt sich nicht abschalten. Die Bedienung ist denkbar einfach, vorhanden sind lediglich zwei großflächige Taster. Mit dem Taster „on-test“ wird das Gerät eingeschaltet, anschließend startet der Messvorgang. Nach fünf Sekunden (abkürzbar durch nochmaligen Tasterdruck) erscheint der Messwert in der Anzeige. Wenn das Messobjekt ein Widerstand ist, wird nur der Wert angezeigt. Bei Kapazitäten und Induktivitäten ist auch die vom Gerät gewählte Messfrequenz sichtbar. Abhängig vom Messobjekt-Wert beträgt sie 1 Hz, 15 Hz oder 200 kHz, bei großen Elkos wird mit Gleichströmen gemessen. Eine weitere bei Induktivitäten angezeigte Messgröße ist der Innenwi-

Alternativen

Wenn ein separates Messgerät für passive SMD-Komponenten zu aufwändig erscheint, kann eine Messpinzette wie die TW 120 BAN von Hirschmann (Conrad 129031) eine Alternative sein. Über ihr fest angeschlossenes Kabel wird sie mit den Bananenbuchsen eines Multimeters verbunden. Viele Multimeter messen auch Kapazitäten, so

dass außer SMD-Widerständen auch SMD-Kondensatoren gemessen werden können. Eine andere Lösung ist die Eigenkonstruktion einer Messpinzette, zum Beispiel aus Platinmaterial. Eine bebilderte Baubeschreibung ist bei Maxim unter der Webadresse www.maxim-ic.com/app-notes/index.mvp/id/4459 zu finden.

derstand, so dass der Q-Faktor des Messobjekts berechnet werden kann. Die oberen Messbereichsgrenzen liegen bei 2 M Ω , 10000 μ F und 10000 mH.

Das Gerät lässt sich leicht bedienen, es erkennt zuverlässig die Art des Messobjekts und liefert präzise Messwerte. Etwas umständlich erschien uns, dass der Taster vor jeder Messung erneut gedrückt werden muss. Diese Art der Bedienung dient jedoch der Energieeinsparung, die Batterie hält sehr lange durch. Die als optionales Zubehör erhältliche SMD-Messpinzette hat eine praxisgerechte Form, mit den rechteckigen Kontaktflächen sind auch kleine SMDs gut handhabbar.

Agilent U1732B

Dies ist ein Messgerät in konventioneller Multimeter-Bauweise mit großflächiger 4½-stelliger Anzeige des Messwerts. Außerdem erscheinen in der Anzeige weitere Informationen wie die Art des Messobjekts sowie wahlweise die Messfrequenz, der Verlustfaktor, der Gütefaktor Q, der Phasenwinkel und auch die diversen Einstellungen. Die Beleuchtung der Anzeige lässt sich von Hand einschalten. Die Art des Messobjekts (R, L oder C) wird nicht selbstständig



erkannt, sie muss vor dem Start des Messvorgangs eingestellt werden. Eine abschaltbare automatische Bereichswahl ist dagegen vorhanden. Die oberen Grenzen der Messbereiche sind 10 M Ω , 10000 μ F und 1000 H. Die Grundgenauigkeit beträgt in den Widerstandsbereichen respektable 0,5 %, in den C- und L-Bereichen liegt sie bei 0,7 %. Der Messvorgang nimmt einige Sekunden in Anspruch. Die Messfrequenz 1 kHz ist auf 100 Hz, 120 Hz oder 10 kHz umschaltbar. Beim Messen von Kapazitäten und Induktivitäten werden wahlweise der D- oder Q-Faktor oder der Phasenwinkel angezeigt. Das Gerät kann über eine optische Schnittstelle und ein als Zubehör erhältliches Kabel mit einem PC verbunden werden. Zum schnellen Messen von Komponenten mit Anschlussdrähten sind Klemmen vor-

handen. Zum Lieferumfang gehören einige kurze Kabel mit Krokodilklemmen. Agilent bietet zu diesem Gerät eine SMD-Pinzette mit abgeschirmtem Kabel als Zubehör an.

Die Arbeit mit dem U1732B geht normalerweise gut von der Hand. Das Anschlusskabel der SMD-Pinzette ist ziemlich lang, wegen der Abschirmung ist es etwas steif, manchmal liegt es im Weg. Die SMD-Pinzette ist solide konstruiert, die Messkontakte sind vergoldet. Wir hatten jedoch den Eindruck, dass beides etwas zu kräftig geraten ist. Darüber hinaus sind die Messkontakte so glatt poliert, dass lose SMDs hin und wieder entgleiten. Das Messgerät überzeugt durch seine Präzision und Vielseitigkeit, die in der Anzeige erscheinenden Informationen sind umfassend.

Andere Funktionen wie zum Beispiel das Sortieren von Komponenten nach Toleranzen und das Messen von Komponenten in einem Parallel- oder Reihenmodus haben wir nicht getestet. Als ausschließliches SMD-Meter ist dieses Gerät vielleicht nicht allzu handlich, doch wegen seiner Qualitäten gehört es eigentlich in jedes Elektronik-Labor.

Fazit

Für den, der nur gelegentlich mit SMDs umgeht, sind die preisgünstigen Messpinzetten der Marken Voltcraft und ELV durchaus brauchbar. Allerdings sind ihre Funktionen begrenzt, die mechanischen Konstruktionen sind nicht für eine harte Dauerbeanspruchung ausgelegt. Das Atlas LCR40 von Peak ist ihnen deutlich überlegen, es arbeitet schnell und präzise, und die optionale SMD-Pinzette ist der Qualität des Geräts ebenbürtig. Leider muss das LCR40 nach jedem Messvorgang von Hand neu gestartet werden.

Die beste Wahl für häufige Messungen an SMDs ist, so meinen wir, die Smart Tweezers. Es genügt, das Messobjekt buchstäblich in die Zange zu nehmen, sofort werden Art und Wert des Messobjekts einschließlich D- oder Q-Faktor präzise angezeigt. Allerdings kostet dieses Gerät seinen Preis, für den nur gelegentlichen Einsatz dürfte es zu teuer sein.

Das Modell U1732B von Agilent ist ein solides und präzises LCR-Meter, das darüber hinaus zahlreiche weitere Möglichkeiten bietet. Auch hier liegt der Preis im oberen Bereich, doch zweifellos ist das Gerät sein Geld wert. Die als optionales Zubehör erhältliche Messpinzette hat eine etwas ungewöhnliche mechanische Konstruktion, für häufige Messungen an SMDs könnte sie noch optimiert werden. Die fehlende automatische Erkennung der Komponentenart ist ein Handicap, das die Arbeit mit losen SMDs erschwert.

Natürlich kommt es darauf an, in welchem Umfeld das Messgerät eingesetzt wird. Für Messungen ausschließlich an SMDs sind „One-piece“-Modelle wie die Smart Tweezers besonders handlich, andererseits eignet sich diese Bauart nur bedingt für Messungen an Komponenten mit Anschlussdrähten. Universelle Geräte für beide Bauelemente-Kategorien sind das relativ preisgünstige Atlas LCR40 von Peak und das teurere, dafür aber vielseitigere U1732B von Agilent.

(091038)gd

SMD-Wegweiser

Was bedeuten die Fachbegriffe?

Von Thijs Beckers

Ohne SMDs wäre es nicht möglich, elektronische Geräte wirtschaftlich zu produzieren. Als diese Technik vor Jahren Einzug hielt, wurde auch die Fachsprache um viele Begriffe reicher. Weil manche Bedeutungen nicht allzu geläufig sind, erklären wir hier die wichtigsten.

Wenn man als Praktiker täglich oder auch nur gelegentlich mit der SMT (Surface Mount Technology) umgeht, sind Kenntnisse der wichtigsten Begriffe und ihrer Bedeutungen mehr als hilfreich. Wir wollen hier zu etwas mehr Klarheit im Dickicht der Fachsprache beitragen.

Worum geht's?

Zuerst zwei Oberbegriffe, die gern verwechselt oder fälschlicherweise synonym gebraucht werden: SMD (Surface Mount Device) und SMT. Mit SMT ist die Technologie stark miniaturisierter Bauelemente gemeint, die ohne Drahtanschlüsse und ohne Leiterplattenbohrungen montiert werden. Im Gegensatz dazu wird mit SMD das Bauelement selbst bezeichnet.

Daneben begegnet man häufig dem Kürzel SMA (Surface Mount Assembly). Mit ihm wird zum Ausdruck gebracht, dass eine Komponente vollständig auf der Platinenoberfläche ohne durch Bohrungen gesteckte Anschlussdrähte oder Pins montiert wird. Das Kürzel SMA steht manchmal auch stellvertretend für „Surface Mount Adhesive“, also für Kleber, die das Verrutschen der SMDs während des Lötprozesses verhindern.

Fachsprache

Die SMDs sind zu einem überaus wichtigen Segment des Bauelemente-Markts geworden. Ihre Typenvielfalt dürfte inzwischen die Anzahl der „Through-hole“-Typen deutlich übersteigen. Als Motor des rasanten Wachstums wird die fortschreitende Miniaturisierung der Geräte und die damit verbundene höhere Produktivität betrachtet. Auch im Bereich der Einzelstück- und Prototypen-Fertigung sind SMDs immer häufiger anzutreffen.

Wenn man in die Welt der SMDs vordringt, wird man mit vielen spezifischen Fachbegriffen konfrontiert. Vielleicht ist schon allgemein bekannt, was unter einem „Ball grid array“ zu verstehen ist, doch der Begriff „Flip chip“ ist wahrscheinlich weniger geläufig. Bei diesem Verfahren ist die aktive Seite des Chips nach unten gerichtet (**Bild 1**), so dass die Anschlüsse unmittelbar am Chip angebracht werden können. Das Verfahren erlaubt eine größere Anzahl an Verbindungen ohne die vergleichsweise hohen parasitären Leitungsinduktivitäten der konventionellen Anschlusstechnik.

Eine weitere relativ neue Entwicklung ist PoP (Package-on-Package). Zwei Chips werden dabei vertikal aufeinander gestapelt. Meistens handelt es sich um diskrete Logik und Speicher, was sich nicht nur Platz sparend auswirkt. Auch die Leitungen und ihre parasitären Induktivitäten werden reduziert.

Wenn Platinen maschinell bestückt werden, müssen auf ihnen Justiermarken (fiducials) angebracht werden. Die Maschine bringt

die Lötpaste durch Orientierung an den Justiermarken zielgenau auf die Lötinseln auf. So genannte „Pick and place“-Maschinen platzieren die Bauelemente mit Hilfe der Justiermarken präzise an den Orten, an denen sie im Lötoven dauerhafte Verbindungen eingehen sollen.

Für das maschinelle Aufbringen der Lötpaste haben sich zwei standardisierte Methoden herausgebildet: Der Siebdruck, auch „Screen of stencil print“ genannt, sowie das so genannte „Direct printing“. Beim Siebdruck wird zuerst eine siebartige Schablone in der Größe des Platinenlayouts angefertigt, die exakt die zu lötenden Kupferflächen frei lässt. Über die aufgelegte Schablone wird die Lötpaste mit einem Gummischieber (englisch: Squeegee) verteilt, so dass sie genau dort anhaftet, wo Bauelemente gelötet werden müssen. Für die Produktion hoher Stückzahlen ist diese Methode wirtschaftlich, für Einzelexemplare oder Kleinserien aber mit viel zu hohen Kosten verbunden. Abseits von der Massenfertigung hat sich das Direktdruckverfahren (Direct printing) bewährt. Hier wird die Lötpaste von einem speziellen „Drucker“, ungefähr ähnlich einem Tintenstrahldrucker, direkt auf die Platine gesprüht. Das Verfahren ist zuverlässig; leider sind die benötigten Geräte sehr teuer.

Lötprobleme

Beim (Reflow-)Löten von SMDs treten bestimmte typische Probleme auf, zu ihnen gehört der so genannte „Grabstein-Effekt“ (Tombstone effect). In **Bild 2** sind die Kräfte dargestellt, die während des Lötvorgangs auf das SMD-Bauelement einwirken. Infolge dieser Kräfte kann sich das Bauelement hochkant auf der Platine aufrichten, so dass es nicht wie vorgesehen gelötet werden kann. Im Fachjargon wird dieser Effekt mit „Grabstein-Effekt“ bezeichnet, weil die Ansicht hochkant aufgerichteter SMD-Widerstände gewisse Ähnlichkeit mit den Grabsteinen eines Friedhofs hat. Das Verhalten des Bauelements lässt sich beschreiben durch

$$F_1 + F_2 < F_3$$

oder mathematisch genauer:

$$M \cdot g \cdot [(D^2 + L^2) / 2] \cos(\alpha + \beta) + \gamma \cdot W \cdot \cos(\alpha / 2) < \gamma \cdot D \cdot \sin(\alpha + \Phi)$$

Darin ist M die Masse des Bauelements, und g ist die Erdbeschleunigung.

Am Grabstein-Effekt sind mehrere Ursachen und Phänomene beteiligt. Generell sind Bauelemente mit geringer Masse besonders gefährdet, und auch zu lange Lötinseln können den Effekt begünstigen. Der Teil der Lötinsel, der nicht vom Bauelement überdeckt wird,

ist für ein höheres Drehmoment Φ verantwortlich (siehe Bild 2). Auch das nicht exakte Positionieren von Bauelementen führt gelegentlich zum Auftreten des Grabstein-Effekts. Die häufigste Ursache ist jedoch eine ungleiche Temperaturverteilung am Bauelement. Wenn die Bauelemente-Seiten unterschiedliche Temperaturen haben, schmilzt das Lötmedium auf der heißeren Seite früher als auf der weniger heißen Seite. Infolge der auftretenden Kräfte kann sich das Bauelement drehen. Moderne Lötöfen sind zwar so konstruiert, dass die Wärmeverteilung ausgeglichen ist. Trotzdem können layout-spezifische Konstruktionsdetails wie Abschirmungen und Kühlflächen die Ursache von Temperaturdifferenzen sein. Eine weitere, höchst unerwünschte Erscheinung, die während des Lötprozesses auftreten kann, ist das so genannte „Popcorning“. Gegen Feuchtigkeit empfindliche Bauelemente werden oft ohne ihre Luft undurchlässige Verpackung gelagert. Infolge des hygroskopischen Effekts nehmen die Bauelemente Feuchtigkeit aus der Umgebungsluft auf. Wenn diese Bauelemente im Lötöfen so schnell aufgeheizt werden, verdampft die im Innern des Bauelements angesammelte Feuchtigkeit mit so hohem Druck, dass das Gehäuse einreißen oder brechen kann. Gelegentlich tritt auch das Problem auf, dass ein Bauelement wie ein Boot im Wind auf dem geschmolzenen Lötmedium treibt und sich dabei auf eine Längsseite legt. Das ist zum Beispiel bei SMD-LEDs ärgerlich, denn eine gedrehte LED strahlt nicht nach oben, sondern seitwärts.

Normen und Standards

Seit dem 01.07.2006 dürfen elektronische Geräte, die in der Europäischen Union auf den Markt gebracht werden, bestimmte als schädlich erkannte Stoffe nicht mehr enthalten. Verbindlich ist die RoHS-Richtlinie, wobei „RoHS“ die Abkürzung für „Restriction of Hazardous Substances“ ist. Für die Produktion hat dies zur Folge, dass bleihaltige Lötmedium nicht mehr verwendet werden dürfen. Die meisten Bauelemente werden inzwischen von ihren Herstellern als RoHS-konform deklariert. Diese Aussage bezieht sich jedoch allein auf die chemischen Substanzen, aus denen das Bauelement besteht. Sie bedeutet nicht unbedingt, dass das Bauelement den höheren thermischen Belastungen gewachsen ist, denen es beim bleifreien Löten ausgesetzt wird.

Detaillierte Informationen zu den industriellen Bauelemente-Standards können vom IPC (Institute for Interconnecting and Packaging Electronic Circuits) bezogen werden, die Web-Adresse ist am Schluss dieses Beitrags angegeben. Mit der Platinenfertigung beschäftigen sich insbesondere die Dokumente IPC-7351 bis IPC-7359. Dort werden auch die Formen, Abmessungen und Toleranzen der für SMDs bestimmten Platinenlötinseln beschrieben.

Packungsformen

Über die Bau- und Gehäuseformen von SMD-Bauelementen ließe sich viel schreiben, ihre Entwicklung ist noch längst nicht abgeschlossen. Eine Empfehlung wert ist die Übersicht über gebräuchliche Codes und Anschlusslayouts für SMD-Bauelemente, die R. P. Blackwell [1] zusammengestellt hat. Die Packungsformen von SMD-Bauelementen sind dagegen schnell-

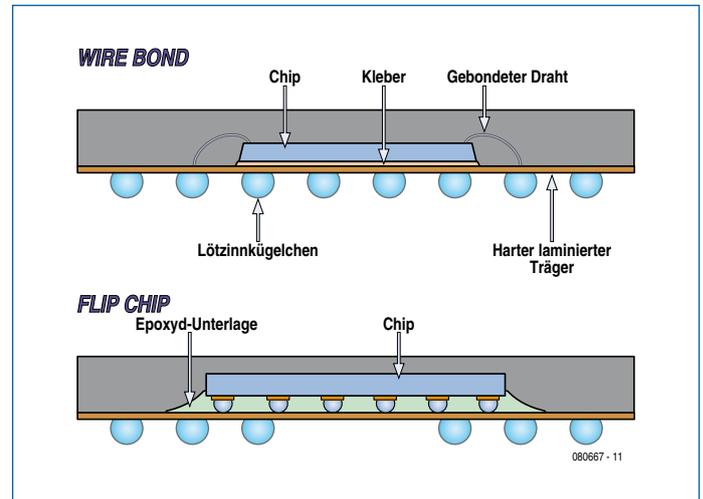


Bild 1. Wire-bond oder Flip-chip? Wegen der hohen Taktfrequenzen moderner Prozessoren wird dort die Flip-Chip-Technik bevorzugt.

ler beschrieben. Da SMDs in der Regel von Maschinen verarbeitet werden, müssen sie in standardisierten, maschinengerechten „Containern“ angeliefert werden. Folgende Packungsformen sind gebräuchlich:

- **Tape oder Reel**, die Bauelemente stecken in einem Band, das wie das Band eines Tonbandgeräts zu einer Spule aufgerollt ist.
- **Tray oder Pallet**, Bauelemente mit sehr geringen Anschlussabständen wie BGAs werden meistens in solchen Behältnissen geliefert. oder

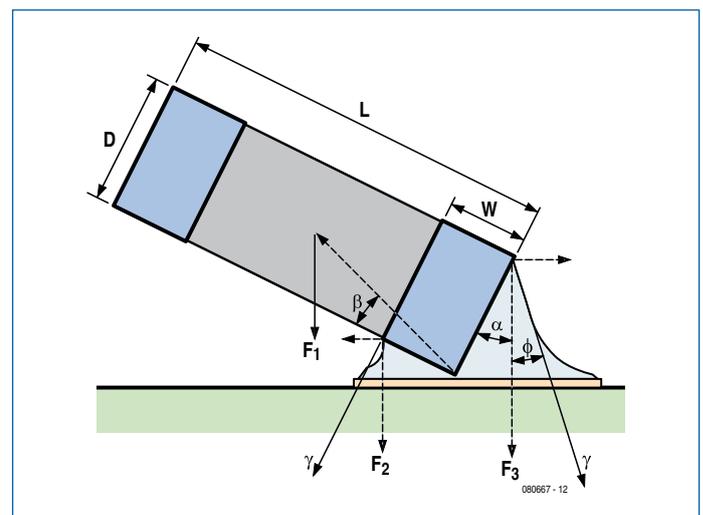


Bild 2. Der Grabstein-Effekt (Tombstone effect) beruht auf der Wechselwirkung unterschiedlicher mechanischer Kräfte.

Neulich im Elektor-Lab ...

Aggressives Schwitzwasser

Im Labcenter der letzten Ausgabe haben wir gezeigt, wie man dem Krachen von Potis und (Dreh-)Schaltern auf korrekte Weise entgegentritt. Hierzu erreichte uns eine Mail eines treuen Elektor-Lesers (ab dem ersten Heft!), der den Artikel als „äußerst interessant“ bewertet. Der Leser, der selbst Elektroingenieur ist, hatte aber ein weiteres (ähnlich gelagertes) Problem zu vermelden: „In einem Freiluftschrank sitzt eine TAE-Dose (NFN). Trotz guter Belüftung entsteht dort ab und zu Schwitzwasser. Die Folge ist eine Oxidation an den Steckerkontakten, Kriechströme zerfressen die Leiterbahnen, die Klemmen und sogar die ankommenden Adern A und B.“

Und nun die Frage: Was hilft? Bringt es etwas, den Stecker und die Dose komplett mit elektrisch nichtleitendem „Polfett“ einzubalsamieren? Oder wäre auch hier die Anwendung des Sprays „Kontakt 61“ angebracht, das Kontakte mit einer Schutzschicht überzieht? Wir wagen es nicht, diese Frage abschließend zu beantworten – zu groß ist die Gefahr, dass beide Methoden versagen werden. Das Fett könnte überdies (etwa beim Abziehen des Steckers) auf die Kontakte gelangen und die Leitfähigkeit beeinträchtigen.



Es gibt für diese und ähnliche Anwendungen aber Mittel, die viele Elektroniker noch nicht kennen dürften. Die Firma wet-protect-gmbh (www.wet-protect.com) hat eine Familie von Sprays auf den Markt gebracht, die Kontakte gegen Korrosion durch Wasser und Feuchtigkeit schützen. Dieser Korrosionsschutz soll nach Herstellerangaben „praktisch nicht abzuwaschen“ sein und rund ein Jahr anhalten. Da das aufgesprühte Fluid die Feuchtigkeit „unterwandert“, ist es laut Firmenwebseite sogar möglich, ertrunkene Schaltungen und Geräte wieder zum Leben zu erwecken. Ein ähnliches Produkt namens „AQUA-Schutz“ bietet Conrad unter der Marke Toolcraft an (www.conrad.de, Best.Nr. 887241).

Zu Gast

Im Februar gaben sich diverse Elektronikprofis bei uns die Klinke in die Hand. Remco Krul von National Instruments hatte eine neue Version der Software Multisim mitgebracht (siehe unsere News und www.ni.com/multisim). Aufgrund unseres Artikels „Blindleistung beleuchtet“ aus dem Februarheft bekamen wir außerdem Besuch von Fluke (www.fluke.com). Mit seinem „434 Power Quality Analyzer“ fuhr Gerard Grashof schweres Geschütz auf - und konnte unseren Messungen an LED-Lampen noch einige Details hinzufügen. Hierüber lesen Sie mehr in der nächsten Ausgabe!

Als „Missionar“ in Sachen Boundary Scan bezeichnet sich Rob Staals (Foto) von der Firma JTAG Technologies (www.jtag.com). Mikrocontroller, FPGAs und weitere Bauteile werden häufig in LGA oder BGA-Gehäusen ausgeliefert, Leiterbahnen sind oft in der Platine



vergraben. Ein Test auf Kurzschlüsse, kalte Lötstellen und ähnliche strukturelle PCB-Fehler ist mit herkömmlichen Methoden kompliziert bis unmöglich geworden. Hier kommt das Test-Feature Boundary Scan ins Spiel, das viele (aber nicht alle) Bausteine mit JTAG-Interface mitbringen. Jedem Pin des Controllers sind dabei zusätzliche Registerzellen zugeordnet, die mit einem Bit beschrieben und auch ausgelesen werden können. Sind bestimmte Pins zweier Bausteine auf der Leiterplatte miteinander verbunden, so müssen die Registerzellen der beteiligten Pins entweder beide auf High oder auf Low sein, anderenfalls liegt ein Fehler vor. Die Test-Bits werden seriell in den Baustein geschoben und auf dieselbe Weise auch wieder ausgelesen, so dass man nur vier zusätzliche Pins benötigt. Entsprechende Software, die man mit der Netzliste der Schaltung füttert, kann alle Verbindungen automatisch überprüfen. Es lassen sich auch Speicherbausteine testen und sogar funktionelle Tests durchführen, indem die Signale an den Ausgangs-Pins eines Boundary-Scan-fähigen Mikrocontrollers simuliert werden.

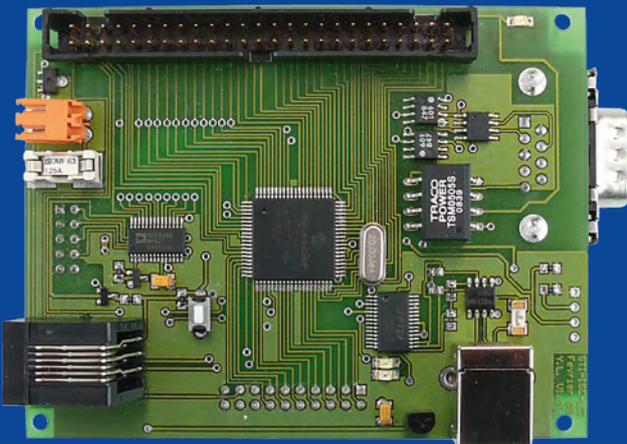
Labcenter@Elektor

- Fragen an den Entwickler einer Elektor-Schaltung?
- Ergänzungen oder Kommentare zu den Labcenter-Stories?
- Vorschläge für Boards oder eine Elektronik-Software, die wir uns im Labor ansehen könnten?
- Kürzlich etwas entdeckt, was unser Labor interessieren könnte? Zögern Sie nicht – ihr Feedback ist willkommen unter der Adresse labcenter@elektor.de!

Making of ... „dsPIC-Board“

Von Jens Nickel

Wir bekommen regelmäßig viel mehr Projekte angeboten, als wir veröffentlichen können. Und auch nach einer Vorauswahl durch unsere Redaktionskonferenz, an der sämtliche Redakteure und Entwickler teilnehmen, bleiben immer noch rund zehn gute Projekte pro Monat übrig. So hat sich eine kleine „Warteliste“



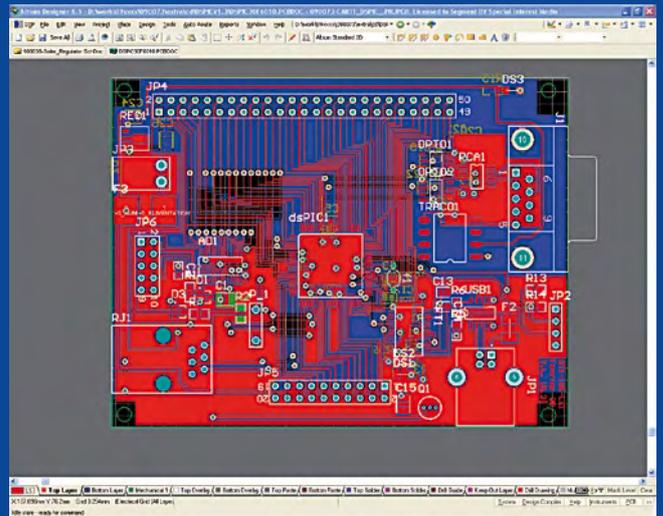
aus interessanten Schaltungen gebildet, welche die Grundlage für unsere eigentliche Heftplanung darstellt. Die entsprechende Konferenz findet etwa vier Monate vor dem Erstverkaufstag der jeweiligen Ausgabe statt, und erst dann tritt das Projekt in die eigentliche Laborphase.

Prototyp als Grundlage

Das „dsPIC-Board“ – eine Prozessorplatine mit verschiedenen Interfaces - stammt von zwei Autoren aus der französischsprachigen Schweiz, die es folglich per Mail in der französischen Elektor-Redaktion eingereicht hatten. Mit einem dsPIC30, einem leistungsstarken PIC-Mikrocontroller mit DSP-Fähigkeiten, hatten wir noch nichts gemacht. Und da die Autoren bereits eine Platine entwickelt hatte, einige Anwendungen des Boards erfolgreich liefen und außerdem schon eine umfangreiche Dokumentation vorhanden war, ließ sich die Redaktionskonferenz schnell vom Projekt überzeugen.

Bis wir das kompakte Board fest eingeplant hatten, vergingen allerdings noch einige Monate. Zwischendurch sandten uns die Autoren, die an der bekannten École Polytechnique in Lausanne arbeiten, noch Updates und Ergänzungen zu, unter anderem ein schönes Zusatzboard zur Steuerung einer thermischen Solaranlage. Somit passte das Projekt prima in unsere Mai-Planung, weil wir uns für dieses Heft das Thema „Grüne Elektronik“ vorgenommen hatten. Auf der entsprechenden Planungskonferenz Anfang Januar kamen wir schnell überein, die beiden Platinen in zwei getrennten Artikeln zu behandeln. Denn schließlich würde das Prozessorboard auch für sich genommen Interessenten finden. Unser Entwickler Daniel Rodrigues bekam den Auftrag, mit dem Projekt zu beginnen.

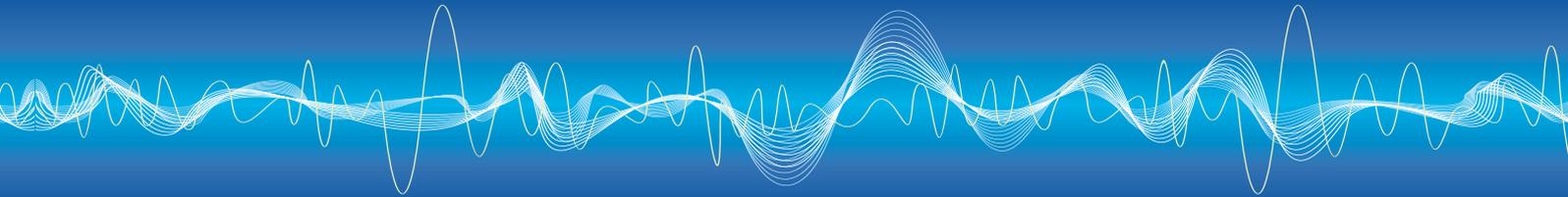
Eine Platine des Autors ist zwar das Sahnehäubchen eines Projekts – für eine Veröffentlichung nötig ist sie nicht. Denn die meisten Platinen, die im Elektor-Heft im typisch grünen Look und mit Bestückungsaufdruck gezeigt werden, sind von unserem Labor geroutet worden. Doch immerhin beweist eine bestückte und funktionierende Platine des Autors, dass das Ganze schon einigermaßen stimmig sein muss. In den



meisten Fällen wird der Prototyp dann vom jeweiligen Elektor-Entwickler beim Autor angefordert. Als bald hatte Daniel einen ansehnlichen Prototypen des Prozessorboards auf dem Tisch (siehe Foto). Auch die CAD-Daten lieferten die Schweizer gleich mit. Wie es der Zufall will, hatten sie sogar Altium Designer Files zu bieten – genau das Programm, das auch in unserem Labor benutzt wird (Eagle-PCB- und Schaltplan-Files können wir im Labor aber ebenfalls bearbeiten, das gleiche gilt für Ultiboard/Multisim-Dateien).

Nach einer kurzen Analyse der Schaltung checkte Daniel die Erhältlichkeit der Bauteile. Was vergriffen oder zu schwer erhältlich ist, wird im Labor durch einfacher zu bestellende Komponenten ersetzt (letzteres gelingt bei Spezialbauteilen leider nicht immer). Beim dsPIC-Board hatte der portugiesische Entwickler nicht viel zu tun. „Ich habe die Sicherungen ausgetauscht, weil die Halterungen nicht sehr gebräuchlich sind“, so Daniel. Außerdem wurden die SMDs im 0603-Gehäuse durch „0805er“ ersetzt, was einer der Elektor-Standards ist, denn dann tun sich die Leser beim Nachbau ein wenig leichter. „Es gibt aber auch Schaltungen, wo vom Spannungsregler über den Mikrocontroller bis zum Display alles ausgetauscht werden muss“, berichtet der junge Ingenieur. Viel Arbeit macht dann oft nicht einmal das Herausuchen der Bauteile, sondern die Anpassung der Firmware.

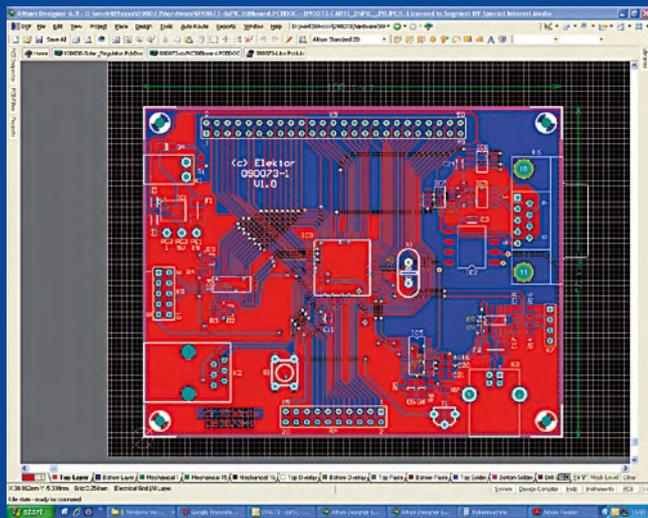
Nachdem Daniel eine Stückliste für die Platine zusammengestellt hatte, kam Jan Visser im Büro nebenan an die Reihe. Jan kennt das Sortiment der üblichen Verdächtigen wie Reichelt, Conrad, Farnell und Co. aus dem Eff-Eff. „Drei Tage bis eine Woche dauert es normalerweise, bis wir alle Teile zusammen haben“, erzählt der Labor-Assistent. Natürlich verfügt das Labor auch über eine große „Bastelkiste“, in der sich neben Standard-SMD-Widerständen und



-Kondensatoren vor allem bedrahtete Bauteile finden. Vorrätig sind auch rund 40 Mikrocontroller-Typen, weil Elektor ja vorprogrammierte Controller im eigenen Shop anbietet.

PCB von Elektor ...

In der Zwischenzeit hatte sich Daniel die Platine vorgenommen. Da er bei diesem Projekt sogar Altium-CAD-Daten besaß,



kam er schneller voran als normal. Zwar fing er auch in diesem Fall mit einer nackten Platine an, auf der er zuerst die Komponenten anordnete. Doch konnte er von den Autoren die Footprints der Bauteile für die eigene Komponenten-Bibliothek übernehmen.

„Im Großen und Ganzen habe ich mich bei der Anordnung der Bauteile an das Original gehalten“, so Daniel. Bei der doppelseitigen Elektor-Platine wurden allerdings alle Steckverbinder auf der Oberseite untergebracht. Wie auf den Screenshots zu erkennen ist (links Autoren-, rechts Elektor-PCB), wurden beim Redesign aus EMV-Gründen auch 90°-Winkel vermieden; Leiterbahnen knicken nun im 45°-Winkel ab. Auf der Original-Platine hatten die Autoren Vias durch Bauteilpins verwirklicht, ein gängiger Trick bei Prototypen, doch für die professionelle Platinen-Herstellung ungeeignet. Auch dies wurde auf der Elektor-Platine geändert. Dazu brachte Daniel das Format der (gegenüber dem Original etwas größeren) Elektor-Platine auf volle Zentimeter-Werte. Format-Standards wie die Eurokarte spielen bei Elektor dagegen nur selten eine Rolle, etwa wenn später auch ein Gehäuse angeboten werden soll.

Die fertige Platine wurde gleich bei Eurocircuits aus dem belgischen Mechelen bestellt. Die Zeit, bis alle Bauteile und die Platinen im Labor eintreffen, nutzen die Entwickler für andere Projekte. Mitte Februar sind schon ein gutes Dutzend Halbleiterheft-Schaltungen „in Progress“. Daniel wird, so schnell es geht, mit der zweiten Platine beginnen, hat an die Autoren aber noch Fragen zur Schaltung. Unter anderem will er wissen, welcher Typ Durchflusssensor in der Solaranlage seinen Dienst tut. Ein Steckverbinder mit ungewöhnlicher Form, der zur Versorgung der Temperatursensoren dient, ist ihm ebenfalls aufgefallen.

... Test bei den Autoren

So bald auch diese Platine entworfen und bestückt ist, sind umfangreiche Tests an der Reihe. „Bei diesem Projekt teste ich die Platine nur auf Kurzschlüsse und ähnlich einfach zu findende Fehler“, so Daniel. Die eigentliche Funktionsprüfung findet bei den Autoren statt. Denn diese besitzen schon einige Zusatzboards, die mit dem Prozessorboard kommunizieren, darüber



hinaus können sie einen Praxistest mit beiden Boards durchführen, in dem sie die eigenen Platinen innerhalb der Solaranlagensteuerung durch die Elektor-Derivate ersetzen.

„Bei uns wären diese Tests zu aufwendig, da wir die Sensoren und Magnetventile ja gar nicht hier haben“, so Daniel. Außerdem macht er keinen Hehl daraus, dass Autoren gerade bei speziellen Controllern wie einem dsPIC schlicht und einfach über das größere Know-how verfügen. „Es würde viel Zeit benötigen, bis wir entsprechende Testroutinen für alle Interfaces und Pins des Controllers geschrieben hätten“, bringt es der junge Entwickler auf den Punkt.

Und was, wenn die Elektor-Platine bei den Autoren nicht funktioniert? „Dann müssen wir schnell sein“, grinst Daniel. Denn schließlich soll das Projekt schon im nächsten Heft veröffentlicht werden. Lesen Sie in der nächsten Ausgabe, wie es weiterging ...

(091079)

Immer wieder bekommen wir Fragen von Lesern, die eine interessante Schaltung entwickelt haben. Wer bestimmt denn bei uns, welche Projekte veröffentlicht werden? Welche Dateien benötigt Elektor dann? Wie ist die Arbeitsteilung zwischen dem Autor und unserem Labor? Statt hier unsere „Hinweise für Autoren“ (die man auf unserer Website etwas versteckt unter „Service“ findet) abzdrukken, wollen wir mit den „Making of“-Seiten des Labcenters einen etwas anderen Weg gehen ...

CO₂-Meter under Test



Von Jens Nickel

Im Labcenter des Januarheftes hatten wir das Projekt schon angekündigt: Wir werden einen neuen CO₂-Messgerät veröffentlichen, der sich speziell für den mobilen Einsatz eignet. Denn gerade in einem sehr kleinen Raum, wie ihn die Fahrgastzelle eines Autos nun mal darstellt, werden sehr schnell recht hohe CO₂-Konzentrationen erreicht. Kopfweg, Übelkeit und nicht zuletzt eine nachlassende Konzentration können die Folge sein!

Statt einer Nernst-Zelle, die prinzipbedingt einige Stunden benötigt, bis eine offsetkorrigierte Messung erfolgen kann, basiert unser Car-CO₂-Meter auf dem Infrarot-Absorptionsverfahren. Der Sensor ist innerhalb einer Minute „ready“. Und das heißt im Klartext: Einstecken (an die Zigarettanzünderbuchse), Losfahren und Messen!

Prototyp ...

Da der Sensor des taiwanesischen Herstellers ZyAura über eine eigene Auswerteelektronik und ein einfach anzusteuertes SPI-Interface verfügt, war das Design eines ersten Prototypen nicht allzu aufwendig. In regelmäßigen Abständen übermittelt das Modul die CO₂-Konzentration und die Temperatur, ein Controller wie beispielsweise der ATmega braucht dann nur noch das Datenpaket zu parsen. Die Werte werden schließlich auf einem kleinen alphanumerischen Display angezeigt, das HD44780-kompatibel angesteuert wird. Chris Vossen konnte daher auch bei der Erstellung der Firmware auf vorgefertigte Bausteine (in Form von C-Funktionen) zurückgreifen. Zu guter Letzt brauchte es dann nur noch eine Lochrasterplatine, ein paar Bauteile für die Stromversorgung und ein passendes Gehäuse, das natürlich mit den erforderlichen Luftlöchern versehen wurde.

... und Test

Doch wie steht es um die Praxistauglichkeit eines solchen Geräts? Ganz klar, für solch eine nützliche Schaltung musste eine ausgeklügelte Testprozedur her ;-). Wir kamen überein, unseren Prototypen ganz langsam an immer härtere Herausforderungen heranzuführen (so wie bei neu entwickelten Medikamenten, die zuerst an gesunden Probanden ausprobiert werden!).

Nach einigen Labortests folgten daher ein paar Solo-Testfahrten unseres Chefentwicklers Antoine Authier. An einem Februar-morgen ging es schließlich ans Eingemachte. Vier Mann traten an, um im (nicht mehr ganz taufrischen) Golf des Autors zu einer abschließenden Prüfung aufzubrechen. Chris kümmerte sich dabei auf dem Beifahrersitz um den CO₂-Messer, Antoine schrieb die ermittelten Werte mit, und unser Grafiker Mart

Schroijen war für die Fotos verantwortlich.

Beinharte Bedingungen

Nachdem das Messgerät (mit Hilfe der guten limburgischen Landluft) auf 400 ppm kalibriert war, begann die Erprobungsfahrt. Vorgenommen hatten wir uns ein wenig Landstraße und rund 30 km auf der Autobahn.

Um das Ganze noch härter zu gestalten, schalteten wir die Lüftung auf den ersten Kilometern komplett aus. Wie zu erwarten war, zeigte die CO₂-Kurve sofort steil nach oben. Schon fünf Minuten nach Fahrtantritt hatten wir die magische 1000-ppm-Grenze überschritten, nach rund acht Minuten konnten wir gar einen ersten Spitzenwert von 1740 ppm verzeichnen. Um festzustellen, dass im Auto dicke Luft herrschte, war nun freilich kein Messgerät mehr nötig: Solche Konzentrationen verursachen bereits den typisch muffig-säuerlichen Geruch und eine beginnende Mattigkeit, verbunden mit einem steigenden Bedürfnis nach frischer Luft. In den nächsten zehn Minuten ging es dann nur noch langsam nach oben, bis sich schließlich bei rund 1900 ppm eine Art Plateau-Wert einstellte – das zusätzlich ausgeatmete CO₂ entschwand hier wohl durch die nur mäßig dichten Autotüren. Jedoch sind 1900 ppm ein stolzer Wert – und wir waren erst eine Viertelstunde gefahren!

Luft!

Man kann sich leicht vorstellen, dass wir uns alle einig waren, zur nächsten Runde des Versuchs überzugehen... Nach dem Einschalten der Lüftung wurde schnell ein neues Gleichgewicht erreicht, das entsprechend tiefer lag: Je nach Stufe pendelte sich der Wert bei rund 1100 beziehungsweise erträglichen 800 ppm ein.

Gegen Ende der Fahrt wurde unsere Leidensfähigkeit dann noch einmal auf die Probe gestellt, als wir die Lüftungsanlage auf volle Pulle stellten und bei Temperaturen um den Gefrierpunkt und Tempo 120 auch noch die Fenster öffneten. Der Lohn waren dann immerhin Werte von knapp über 600 ppm.

Fazit: Der Sensor spricht wirklich schnell an und dank der hohen Auflösung lässt sich sehr gut bestimmen, ob die Kohlendioxidkonzentration steigend, fallend oder gleich bleibend ist. Und das ist beileibe nicht nur wichtig, wenn viele Insassen im Auto sitzen! Auch in einem Verkehrsstau können nämlich leicht Werte von 1300 ppm und mehr erreicht werden, wie unser Laborleiter Antoine Authier während der abendlichen Rushhour in Maas-tricht festgestellt hat. Ein kleines nützliches Kästchen also, das wir im Maiheft ausführlich vorstellen werden!

(090981)

Workshop MSR über das Internet

NEU!

➔ für Einsteiger

Wer hat nicht schon einmal den Gedanken gehabt, über das Internet etwas zu schalten? Und sei es nur die Heizung, die Überwachung des Stromzählers oder den DVD-Recorder für die Aufnahme eines Fernsehfilms. Natürlich gibt es Geräte mit integriertem Web-Server auf dem Markt, die fast alles aus der Ferne erledigen, aber wie oft kann das teure erwerbene Gerät genau das, was man jetzt noch zusätzlich möchte – eben nicht. Und ist es nicht viel interessanter, wenn man seine eigene Entwicklung über das Internet steuert?

Wenn Sie wissen wollen, wie ein Web-Server mit angeschlossener Hardware (Device-Server) in Visual Basic programmiert wird, dann sind Sie bei diesem Workshop genau richtig.

Veranstaltungsorte/-termine:

Hannover	24.03.2010
Luzern (CH)	10.06.2010
Leipzig	17.06.2010
München	21.10.2010
Frankfurt am Main	28.10.2010

Teilnahmegebühr: 299,00 Euro

Die für die Durchführung des Workshops benötigte Hardware wird Ihnen leihweise zur Verfügung gestellt.

383,00 Euro (inkl. Hardware-Erwerb)

Die für die Durchführung des Workshops benötigte Hardware bleibt Ihr Eigentum.



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

Fachseminar:

PIC18-Mikrocontroller-Programmierung

NEU!

➔ Alles zu PIC18- μ C-Architektur + Befehlssatz

Microchip's PIC18-Mikrocontroller-Familie sind ideal für Applikationen, die eine Rechenleistung von 10-16 MIPS benötigen. Dabei bieten diese Mikrocontroller bis zu 128 KB Programmspeicher und sind in Gehäusen mit 18-100 Pins verfügbar. Die Hardware-Architektur eignet sich auch hervorragend für C-Compiler generierten Code und bietet eine Vielzahl an Peripherie (z. B. USB, ZigBee, Ethernet, CAN) für die bereits Firmware zur Verfügung gestellt wird.

In diesem Seminar lernen Sie die PIC18-Mikrocontroller-Architektur und den Befehlssatz kennen. Neben Softwaretools, wie Assembler und Simulator, werden auch die für einen Entwurf notwendigen Hardwaretools, wie Emulator und Programmiergerät, vorgestellt. Abgeschlossen werden die Betrachtungen mit praktischen Übungen, die Sie selber mit einem PICkit 3 Debug Express und zugehöriger Platine, durchführen werden. Das Hardwaretool nehmen Sie im Anschluss mit nach Hause.

Veranstaltungsorte/-termine:

Luzern (Schweiz)	09.06.2010
München	20.10.2010

Teilnehmergebühr (inkl. MwSt.):

399,00 Euro
(626,50 CHF)

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

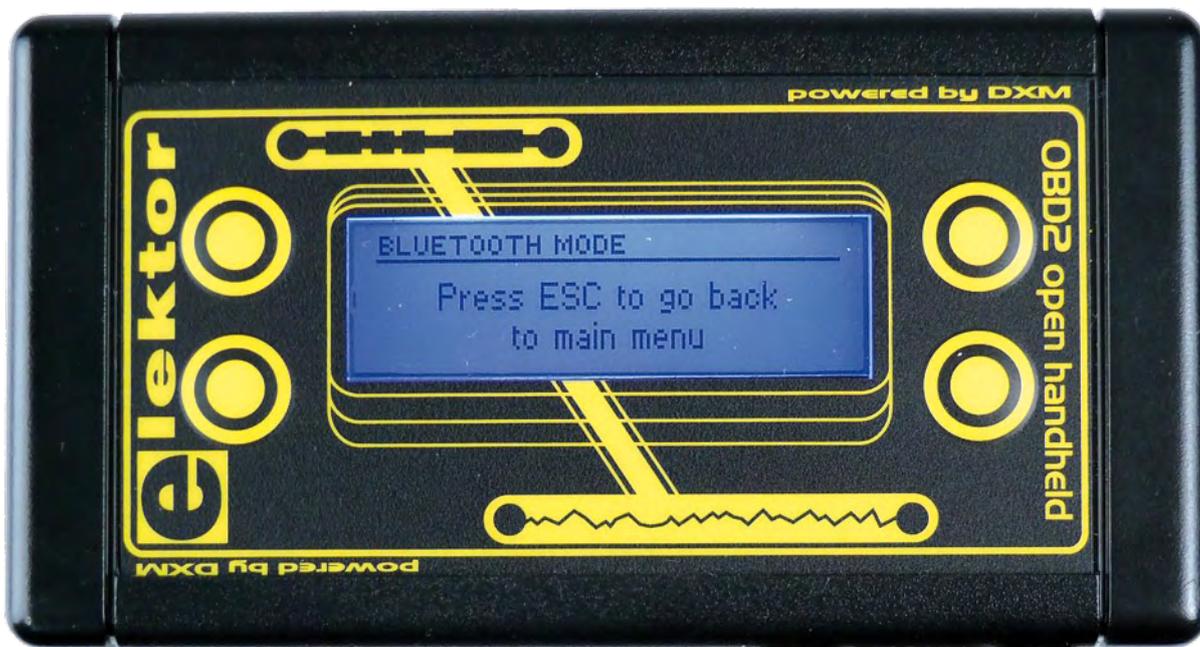
Im Preis sind jeweils Mittagsbuffet, Dokumentation (Handouts/Seminarunterlagen) und Aushändigung des Teilnahmezertifikats inbegriffen.



Weitere Infos & Anmeldung unter www.elektor.de/pic18

Diagnose mit Blauzahn

Bluetooth-Erweiterung für den OBD-2-Analyser NG



Von Folker Stange und Erwin Reuss (D)

Der in Elektor September 2009 veröffentlichte OBD-2-Analyser NG ist dank eines Open-Source-Betriebssystems und eines Expansion-Ports offen für Erweiterungen. Das ermöglicht es jetzt, ein Bluetoothmodul zu integrieren. So wird aus dem reinen Handheld-Analyser ein PC-gestützter Analyser mit vielen neuen Möglichkeiten.

Der im OBD-2-Analyser NG [1] eingesetzte Hostcontroller ist ein AT90CAN128 mit 128-KB-Flashspeicher. Das reicht für eine Handheldanwendung mehr als aus. Wird aber eine Fehler-Datenbank hinzugefügt, kann der Speicher schon etwas knapp werden. Wenn es um aufwendige Auswertefunktionen geht, setzt das kleine Display Grenzen.

Heutzutage ist ein Notebook oder Netbook fast immer mit Bluetooth-Funktionalität ausgestattet oder einfach und kostengünstig damit zu erweitern. Was liegt also näher, als den beliebten Analyser NG

mit ebenfalls geringem Aufwand per Bluetooth-Anbindung zum PC-Messgerät auszubauen...

Bluetooth-Modul

Für die Erweiterung des OBD-Analyzers NG spielt das Bluetooth-Funkmodul BTM-222 eine zentrale Rolle. Regelmäßige Elektor-Leser werden es schon kennen, da es schon in Elektor 09-2009 als Erweiterung für das CC2-Mikrocontrollersystem verwendet wurde. Das Modul wird zusammen mit Entkoppelkondensatoren auf eine kleine Träger-

platine aufgelötet und über eine Stiftleiste mit dem Expansionsport des Analyzers NG verbunden. Auf dieser Platine ist auch gleich die notwendige Lambda-Viertel-Antenne integriert, sodass ein Einbau in den OBD-Analyser in wenigen Minuten erledigt ist. Das BTM-222 ist ein so genanntes Class1-Modul, das sich dank einer Sendeleistung von 63 mW für Übertragungstrecken bis zu 100 m eignet. Um eine maximale Reichweite zu erzielen, muss auch der Bluetooth-Transceiver im Notebook oder Netbook Class-1-Spezifikationen aufweisen. Handelt es sich nur um Class-2- oder Class-3-

Eigenschaften

- Bluetooth Class 1 (bis zu 100 m Reichweite)
- Antenne auf Shuttleplatine integriert
- 19200-Baud-Funkübertragung
- Preiswertes Bluetooth-Modul
- Platinenabmessungen 28 mm x 38 mm

Module, ist die Reichweite entsprechend geringer (siehe **Tabelle 1**). Ist nur ein derartig „schwaches“ oder gar kein eingebautes Bluetooth-Modul im Rechner vorhanden, kann man für wenig Geld einen Bluetooth-USB-Stick als externe Lösung verwenden und so die Klassifizierung (vorzugsweise Class 1) selbst bestimmen.

Schaltung und Einbau

Die Schaltung (**Bild 1**) besteht nur aus dem Bluetooth-Funkmodul (IC1), einem Spannungsregler (IC2) und Stiftleisten (J1 und J2). IC2 reduziert die 5-V-Versorgungsspannung auf 3,3 V für das Funkmodul. Die Stiftleisten sind mit der 5-V-Spannung und drei Steuerleitungen belegt. Das Signal von Portpin PF5 des OBD-Analysers schaltet dabei die Betriebsspannung am BTM222 softwaregesteuert ein und aus. Über PF6 und PF7 verläuft die Datenkommunikation zwischen dem BTM222 und einem Software-UART des OBD-Analysers.

Der Auf- und Einbau gestaltet sich unproblematisch. Die Platine (**Bild 2**) wird bereits mit dem Spannungsregler nebst Abblockkondensatoren vorbestückt geliefert. Man muss nur noch das BTM222 bestücken. Es wird wie ein großes SMD-IC auf die Platine gelötet, wobei lediglich Rx, Tx, Antenne, die Spannungsversorgung sowie Massepunkte zu verlöten sind. Beim Einbau (siehe Fotos) müssen fünf Pins des Analyser-Expansionsports mit der Bluetooth-Platine verbunden werden. Dem Bausatz (**Bild 3**) liegen allerdings alle 20 Pins bei, um den Port recht einfach für weitere Anwendungen nutzen zu können.

Anwendung

Voraussetzung für die Verwendung des mit Bluetooth erweiterten Analysers ist das Einspielen einer neuen Firmware, die man von der Elektor-Webseite zum Artikel [2] her-

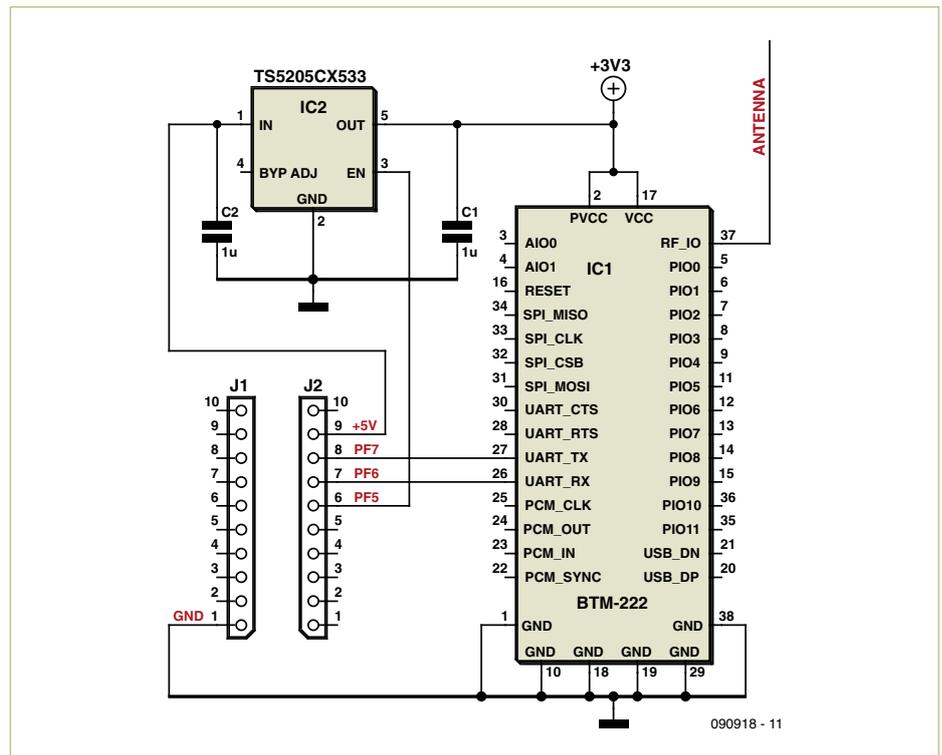


Bild 1. Die Schaltung der Bluetooth-Erweiterung besteht aus einem Bluetooth-Modul BTM-222 und einem Spannungsregler.

Tabelle 1. Klassen und Reichweite von Bluetooth

Klasse	Max. Leistung [mW]	Max. Leistung [dBm]	Reichweite im Freien [m]
Klasse 1	100	20	ca. 100
Klasse 2	2,5	4	ca. 50
Klasse 3	1	0	ca. 10

unterlädt. In dem ZIP-Ordner 090918-11 ist die modifizierte Firmware Handheld-Open_121 enthalten. Seit Januar 2010 werden die Analyser-NG-Bausätze bereits mit der neuen Firmware geliefert. Wer seinen Analyser schon früher gebaut hat, der benötigt einen ISP-Programmer (z.B. von [3] oder

[4], siehe Textkasten „Firmwareupdate“). Zur Inbetriebnahme benötigt man ein bluetoothfähiges Windows-Notebook oder Netbook (wie eingangs beschrieben). Als erstes verbindet man den OBD-Analyser mit dem Bordnetz des Fahrzeugs, sucht dann im Analyser-Menü den Menüpunkt „Bluetooth“

Stückliste

Kondensatoren:

C1, C2 = 1 µ SMD

Halbleiter:

IC1 = Bluetooth-Funkmodul BTM-222
IC2 = TS5205CX533 (SMD SOT23)

Außerdem:

J1, J2 = 10-polige Stiftleiste
Bauteilsatz 090918-71
(teilbestückte Platine und alle Bauteile),
siehe www.elektor.de/090918

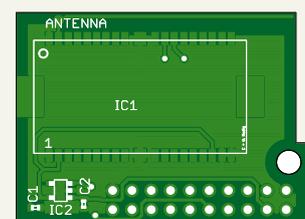


Bild 2. Die Platine der Bluetooth-Erweiterung, auf der eine Leiterbahn die Funkantenne bildet.

Firmwareupdate

Wenn im Hauptmenü des OBD-Analyzers NG der Menüpunkt Bluetooth noch fehlt (Firmware-Versionen kleiner 121), dann ist ein Update der Hostcontroller-Software mit der neuen Firmware von der Elektor-Website [2] erforderlich. Man benötigt nur einen ISP-Programmer für Atmel-AVR-Controller mit einem 10-poligen ISP-Anschluss, z.B. [3] oder [4]. Dieser wird mit dem AVR-Programmierschluss (10-poliger Wannenstecker SV1) auf der Bestückungsseite der Analyser-Platine verbunden. Wenn der Programmer über eine Target-Spannungsversorgung verfügt (also Spannung an Pin 2 von SV1 liefert), so braucht der Analyser während des Programmierens keine eigene Spannungsversorgung, d.h., keine Verbindung zum Kfz-Bordnetz via OBD. Allerdings muss dann die Verbindung über J3 (hinten Pin 2 von SV1) geschlossen sein. Der Software-ZIP-Ordner wird einfach in ein Verzeichnis entpackt und die Software gestartet. Der Updatevorgang ist in wenigen Sekunden erledigt.

PC-Software für den OBD-Analyser-NG

Nach der Erweiterung des Analyser-NG mit dem Bluetooth-Modul fehlt nur noch die richtige Software für den Diagnose-Laptop, die alles aus dem Handheld-Gerät herausholt. Ein solches Programm ist moDiag [4], das in drei Versionen erhältlich ist. moDiag ist optimiert für OBD-Interfaces mit AGV- und DIAMEX-Chipsätzen und somit auch ideal geeignet für das DXM-Modul im Analyser-NG von Elektor.

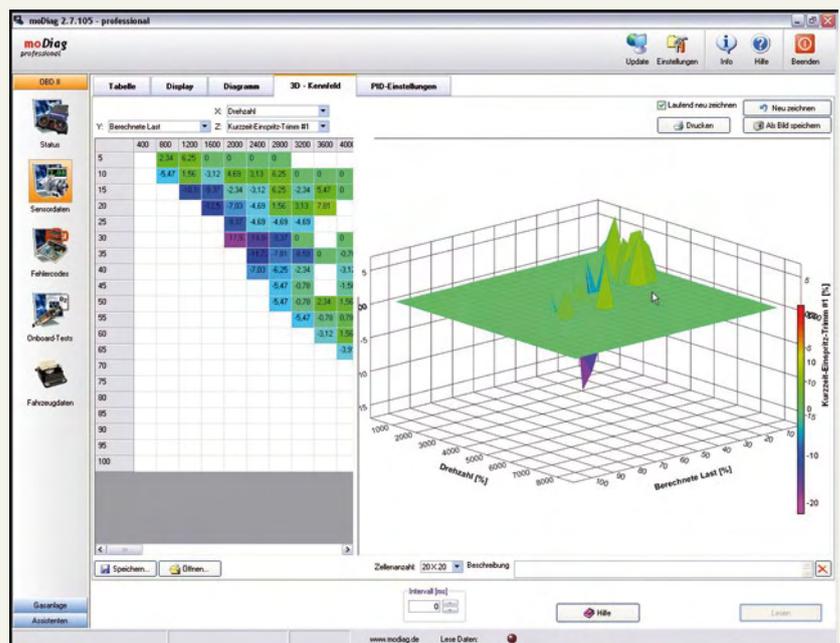
Das Programm kann Sensorwerte während der Fahrt als *.csv-Datei zur späteren Auswertung mit z.B. MS Excel aufzeichnen. Dabei vermeidet die drahtlose Bluetooth-Verbindung ein Kabelgewirr und somit eine mögliche Behinderung des Fahrers. Interessant ist auch eine graphische Darstellung der Lambdasondenspannung, um eine gealterte Lambdasonde zu identifizieren. Die Anzeige der Testergebnisse der fahrzeuginnen Überwachung für abgasrelevante Komponenten ist sinnvoll nur mit dem Laptop machbar, da ein Handheldgerät nicht die Möglichkeiten zur Darstellung der teilweise umfangreichen Tabellen bietet. Auch die Fehlercode-Datenbank kann aufgrund des praktisch unbeschränkten Speichers deutlich umfangreicher ausfallen als in einem Handheld-Gerät. Auch eine dreidimensionale Darstellung von Sensorwerten als Kennfeld, wie sie die moDiag-Version „professional“ ermöglicht, ist auf dem LC-Display des Handheld kaum zu realisieren.

Mit moDiag „expert“ und „professional“ kann man sogar eine Leistungs-/Drehmomentmessung des Fahrzeugs durchführen. Auch eine Anzeige des Momentanverbrauchs steht zur Verfügung. Die „professional“-Version bietet außerdem besondere Funktionen zur optimalen Einstellung von Autogasanlagen und beinhaltet eine umfangreiche Datenbank zur Dokumentation von Diagnoseberichten, Datenaufzeichnungen und Gasumrüstungen an Kundenfahrzeugen.

Für die im Artikel beschriebene einmalige Einstellung der vom Bluetooth-Treiber bereitgestellten virtuellen COM-Schnittstelle hilft bei moDiag ein kleiner Assistent, der das Interface selbstständig sucht, so dass dem Anwender in den meisten Fällen der Weg in den Windows-Gerätanager erspart bleibt.

moDiag läuft auf allen Rechnern mit Windows 2000, XP, Vista oder Windows 7. Die Standardversion von moDiag steht zum kostenlosen Download auf der Elektor-Website [2] zur Verfügung.

Matthias Tieben

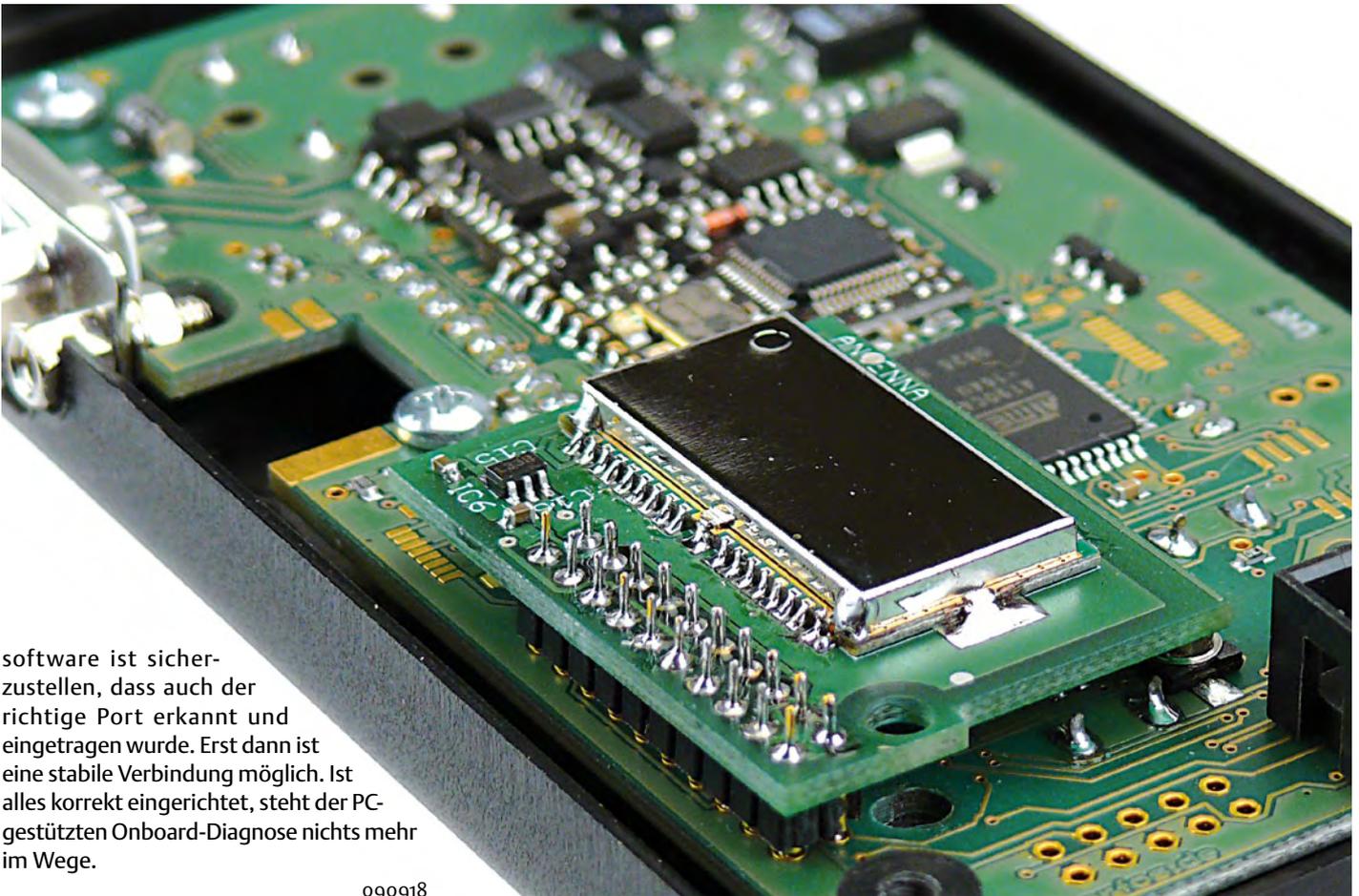


(Bild 4) und aktiviert diesen. Bei Aktivierung leuchtet die Hintergrundbeleuchtung blau auf.

Auf dem Notebook sollte Windows nun ein neues Bluetooth-Gerät melden. Gefunden werden sollte ein „serielles Gerät“. Dieses klickt man an und drückt „weiter“. Danach

muss einmalig ein Hauptschlüssel eingegeben werden. In unserem Fall geben wir einfach „1234“ ein und bestätigen mit der Eingabetaste. Nun aktiviert Windows das neu erkannte Bluetooth-Gerät und zeigt mehrere COM-Ports an. Der erste beziehungsweise „gehörende“ COM-Port ist der,

in der Anwendersoftware (OBD-Software auf dem Notebook) als Kommunikationsport eingegeben werden muss. Als Anwendersoftware ist neben dem im Textkasten beschriebenen Programm „moDIAG“ [3] auch die CarPC-Software [4] verwendbar. Bei einem Automatik-Scan der Anwender-



software ist sicherzustellen, dass auch der richtige Port erkannt und eingetragen wurde. Erst dann ist eine stabile Verbindung möglich. Ist alles korrekt eingerichtet, steht der PC-gestützten Onboard-Diagnose nichts mehr im Wege.

090918

[1] www.elektor.de/090451

[3] www.elektor.de/080161

[5] www.modiag.de

[2] www.elektor.de/090918

[4] www.stange-distribution.de

[6] www.CarPC-Portal.de

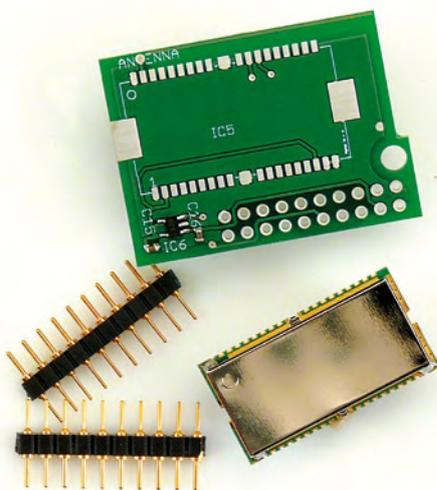


Bild 3. Die im Bausatz enthaltene Platine ist bereits mit dem Spannungsregler und den Entkoppelkondensatoren bestückt.

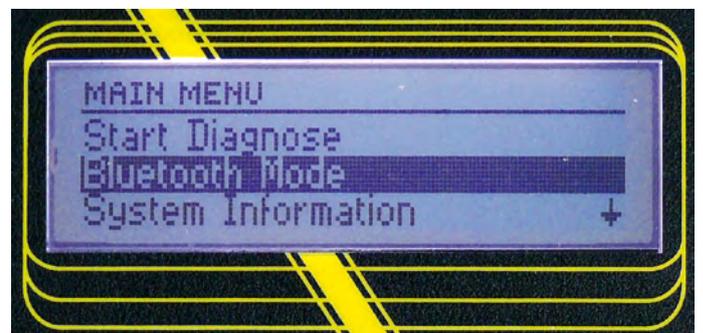


Bild 4. Im Menü der neuen Firmware aktiviert man den Punkt „Bluetooth Mode“.

High-Speed-Foto-Trigger

Blitzlicht mit ATM18 und Minimod18



Fotos: Markus Schilder

Von Burkhard Kainka (D) in Zusammenarbeit mit Wolfgang Rudolph

Fotografie und Elektronik bilden ein erfolgreiches Gespann. Wenn man ein schnelles Ereignis mit hoher zeitlicher Auflösung ablichten möchte, kommt man nicht an einer ausgefeilten Blitzsteuerung vorbei. Beliebte sind Aufnahmen bewegter Objekte oder zum Beispiel eines in Wasser fallenden Tropfens.

Bilder eines fallenden Wassertropfens müssen genau zum richtigen Zeitpunkt aufgenommen werden. Wenn man ein Blitzlichtgerät steuern will, braucht man zunächst ein passendes Ereignis und dann eine Zeitverzögerung. Versuche mit einer Lichtschranke haben sich als schwierig erwiesen. So entstand die Idee,

den Blitz akustisch auszulösen. Als Mikrofon dient ein Piezo-Schallwandler, der entweder isoliert verpackt direkt im Wasser liegt oder an der Unterseite eines elastischen Behälters angebracht wird. Die Steuerung übernimmt das ATM18-Board mit dem Mikrocontroller ATmega88 und einem Bascom-Steuerprogramm. Man kann wahl-

weise einen einzelnen Blitz oder eine Serie von drei Blitzen auslösen. Andere Anwendungen ergeben sich mit einer einfachen Stroboskopfunktion, wobei eine Dauerserie von Blitzen mit einstellbarer Zeitverzögerung entsteht. All diese Lichteffekte lassen sich nicht nur beim Fotografieren, sondern auch für ganz andere Aufgaben wie tech-

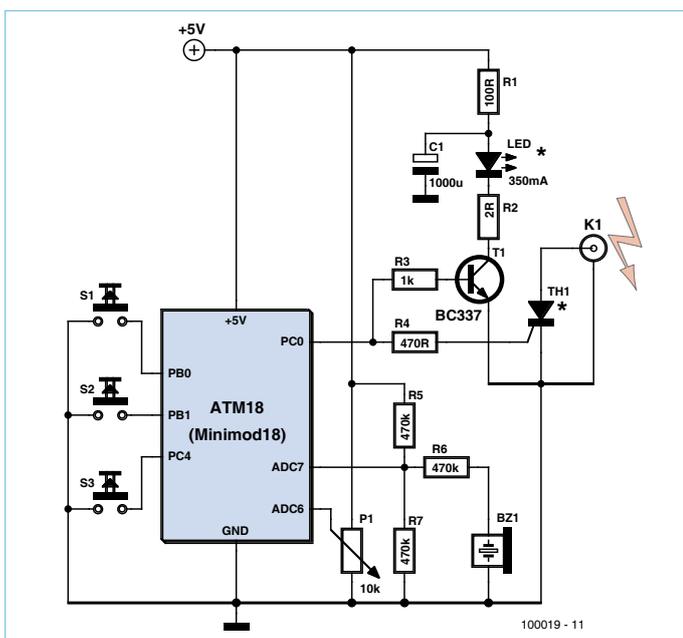


Bild 1. Die Schaltung zur Blitz-Triggerung mit einem Piezo-Wandler als Schall- und Erschütterungs-Sensor.

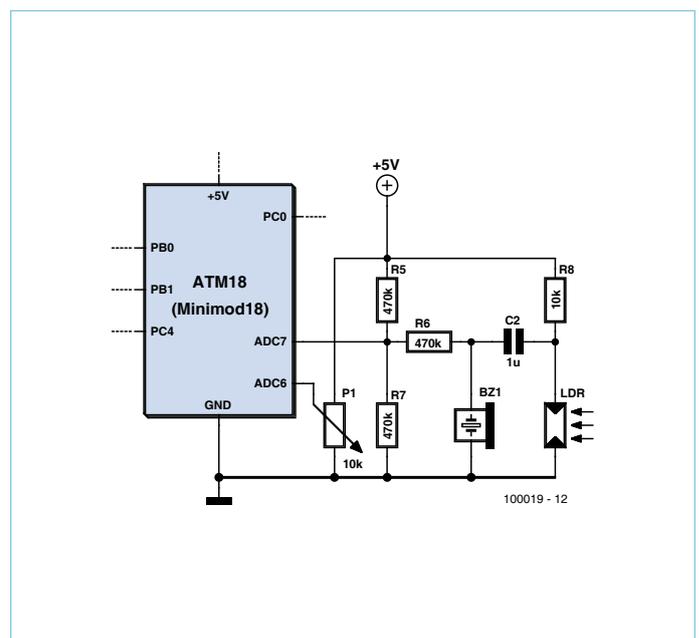


Bild 2. So kann man einen LDR als zusätzlichen Fotosensor anschließen.

nisch-wissenschaftliche Experimente oder für Lichteffekte einsetzen.

Mini-Schaltung

Wie **Bild 1** zeigt, dient Port C0 (Anschluss PC0) des ATM18 als Steuerausgang für eine LED und einen Thyristor. Für erste Versuche kann der Blitz von einer 1-W-Power-LED (z.B. Luxeon-Lumiled) erzeugt werden. Dazu wird der 1000- μ F-Elko über R1 auf 5 V geladen. Der Transistor BC337 ist für einen hohen Impulsstrom von maximal 800 mA spezifiziert und treibt die LED ohne Probleme. Bei einem Wert von 100 Ω für R1 dauert es etwa 100 ms, bis der Elko wieder voll ist. Bei geringerer Helligkeit kann man auch schnellere Blitzfolgen verwenden. Der LED-Blitz hat den Vorteil, dass keine weitere Spannungsversorgung und insbesondere keine hohe Spannung erforderlich ist.

Parallel zur LED-Stufe ist PC0 über R4 auch mit dem Gate eines Thyristors verbunden, um ein „richtiges“ Blitzgerät auszulösen. Das funktioniert auch bei älteren Blitzgeräten mit hoher Spannung am Auslöser. Moderne Geräte werden mit kleinerer Spannung getriggert, wobei die Daten sich von Gerät zu Gerät stark unterscheiden. Vor dem Anschluss eines Blitzgeräts sollte man sich genau über die Anschlussdaten informieren. Der verwendete Thyristor muss eine ausreichend hohe Arbeitsspannung und einen geringen Zündstrom (kleiner 10 mA) haben. Der gut erhältliche TIC106D hat zum Beispiel 400 V Sperrspannung und benötigt nur 0,2 mA Zündstrom. Verwendet man einen Triac, dann kann auch eine negative Spannung am Blitzeingang geschaltet werden. In unserem Musteraufbau wurde ein Triac 2N6073A (400 V) eingesetzt, der sich ebenfalls über den 470- Ω -Gatewiderstand zünden lässt, da der Zündstrom nur 5 mA beträgt.

Zusätzlich zum Schaltbild sind auch in **Tabelle 1** die vom Controller verwendeten Anschlüsse aufgeführt. Am A/D-Wandler-Eingang AD6 liegt das Poti P1 zur Zeitbeziehungsweise Frequenzeinstellung (für Blitzverzögerung und Stroboskop) und an AD7 der Piezo-Schallwandler. Die Schaltung eignet sich auch für den Anschluss an das Minimod18 (siehe **Tabelle 2**).

Eigenschaften

- Fotoblitz-Steuerung durch Schall- und Lichtsignale
- Blitz-LED und Blitzgeräte-Steuerung (wahlweise mit Thyristor oder Triac)
- Einstellbare Triggervverzögerung bis max. 100 ms
- Wahlweise Einfachblitz oder Dreifach-Serienblitz
- Stroboskop-Funktion
- Schaltung und Firmware für ATM18 und Minimod18 geeignet
- Bascom-Programm mit Quellcode (offen für eigene Modifikationen)
- Software und Tipps für Fotos unter www.elektor.de/100019

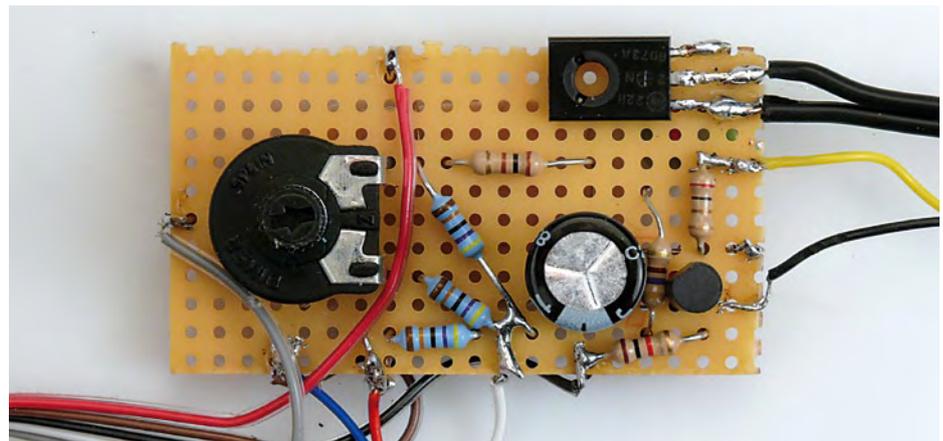


Bild 3. Der Aufbau der Zusatzschaltung auf einer Lochrasterplatine.

Programm und Bedienung

Die Grundfunktionen des Programms (siehe **Listing**) werden über die Taster S1

bis S3 abgerufen. Ein Dauerdruck auf S1 ruft das Unterprogramm Strobo auf und erzeugt ein regelmäßiges Stroboskop-Licht

Tabelle 1. Die am ATM18-Board verwendeten Anschlüsse

Anschluss (ATM18-Board)	verbunden mit:
PB0	Taster S1 (ATM18-Board K8/Pin 1)
PB1	Taster S2 (ATM18-Board K8/Pin 2)
PC4	Taster S3 (ATM18-Board K8/Pin 3)
PC0	R3 und R4 (Blitzschaltung)
AD6	P1 (Blitzschaltung)
AD7	Piezo-Schallwandler (Blitzschaltung)
+5 V (K4)	+5 V (Blitzschaltung)
GND (K3)	Masse (Blitzschaltung)

Tabelle 2. Die Verbindungen beim Minimod18

Anschluss (an K1 des Minimod18)	verbunden mit:
PC4 (Pin 7)	Taster S3 (extern, siehe Textkasten „Minimod18“)
PC0 (Pin 5)	R3 und R4 (Blitzschaltung)
ADC6 (Pin3)	P1 (Blitzschaltung)
ADC7 (Pin 4)	Piezo-Schallwandler (Blitzschaltung)
+5 V (Pin 2)	+5 V (Blitzschaltung)
GND (Pin 9/10)	Masse (Blitzschaltung)

mit einstellbarer Periode. Der über AD6 abgefragte Wert des Zeit-Potis wird durch 10 geteilt und liefert die Verzögerungszeit bis etwa 100 ms.

Mit S2 ruft man Trigger1 auf. Der A/D-Wandler liefert 10-bit-Ergebnisse bis 1023. Dabei läuft das Programm in eine Schleife zur Erkennung eines akustischen Impulses. Die Spannung an AD7 beträgt im Ruhezustand 2,5 V, was als 512 gelesen wird. Das Programm subtrahiert 512 und bildet dann den Absolutwert. Damit ist es dann gleichgültig, ob der erste Impuls positiv oder negativ ist. Wenn ein Schallimpuls größer als 50 gemessen wird, verlässt das Programm die Schleife. Nun folgt die Blitzverzögerung und dann der Blitz-Impuls selbst mit einer Länge von 1 ms. Sobald die Triggerfunktion mit einem kurzen Druck auf S2 scharf geschaltet wurde, kann das Programm im Prinzip beliebig lange in der Abfrageschleife auf ein Ereignis warten. Ein Abbruch ist jederzeit mit einem Druck auf S1 möglich, was dann wieder das Stroboskop startet.

Mit S3 ruft man das Unterprogramm Trigger3 auf. Der Unterschied zu Trigger1 besteht darin, dass es drei Blitze in Serie erzeugt.

Die ersten Versuche macht man am besten noch als Trockenübung, also ohne Wasser. Die Versuchsanordnung (ATM18 mit abgeschlossener Schaltung) befindet sich auf dem Labortisch im abgedunkelten Raum. Der Piezo-Wandler liegt unter einer Rolle Lötzinn und hat damit eine gute akustische Kopplung zum Tisch. Dann lässt man zum Beispiel eine Isolierbandrolle auf den Tisch fallen, was den Blitz mit der eingestellten Verzögerung auslöst. Da die Rolle nach dem Aufprall auf der Tischoberfläche etwas zurückspringt, scheint sie in diesem Moment in der Luft zu schweben. Spielt man nun mit der Verzögerungszeit herum, kann die scheinbare Schwebhöhe eingestellt werden.

Experimente

Wer einmal mit dem Experimentieren begonnen hat, hört damit meist nicht mehr so schnell wieder auf. Dabei kann es auch

Listing

```
'ATM18/Minimod18 Flash Trigger and Strobelight

$regfile = "m88def.dat"
$crystal = 16000000

Dim Delaytime As Word
Dim Trigger As Integer

Declare Sub Strobo
Declare Sub Trigger1
Declare Sub Trigger3

Config Adc = Single , Prescaler = 64 , Reference = Avcc

Config Lcdpin = Pin , Db4 = Portd.4 , Db5 = Portd.5 ,
Db6 = Portd.6 , Db7 = Portd.7 , E = Portc.1 , Rs = Portc.2
Config Lcd = 16 * 2
Ddrc.3 = 1                                'R/W LCD = 0

S1 Alias Pinb.0
S2 Alias Pinb.1
S3 Alias Pinc.4
Out1 Alias Portc.0

Ddrc.0 = 1
Portb.0 = 1
Portb.1 = 1
Portc.4 = 1

Initlcd
Cls
Locate 1 , 1
Lcd "Minimod"

Do
  Locate 2 , 1
  Delaytime = Getadc(6)
  Delaytime = Delaytime / 10                '0...102 ms
  Lcd Str(delaytime) + " ms "
  Waitms 200
  If S1 = 0 Then Strobo
  If S2 = 0 Then Trigger1
  If S3 = 0 Then Trigger3
Loop

Sub Strobo
  Do
```

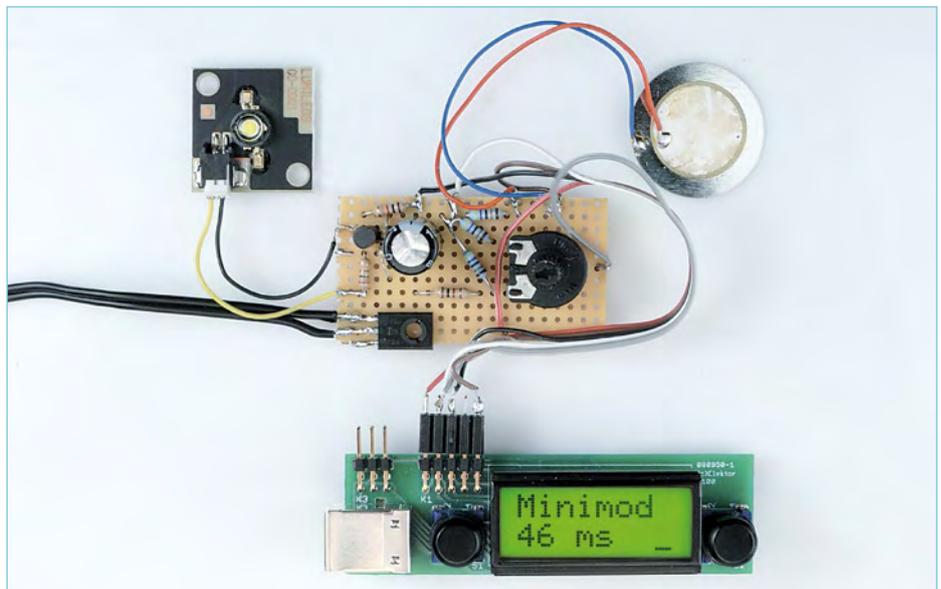


Bild 4. Die Anschlüsse der Blitz-Triggerschaltung wurden auf eine Steckverbindung (2x5-Buchsenleiste) geführt, die direkt an K1 des Minimod18 angeschlossen werden kann.

```

Delaytime = Getadc(6)
Delaytime = Delaytime / 10          `0...102 ms
Out1 = 1
Waitms 1
Out1 = 0
Waitms Delaytime
Loop Until S1 = 1
End Sub

Sub Trigger1
Delaytime = Getadc(6)
Delaytime = Delaytime / 10          `0...102 ms
Do
  Trigger = Getadc(7)
  Trigger = Trigger - 512
  Trigger = Abs(trigger)
  If S1 = 0 Then Trigger = 200      `End by S1
Loop Until Trigger > 50
Waitms Delaytime
Out1 = 1
Waitms 1
Out1 = 0
End Sub

Sub Trigger3
Delaytime = Getadc(6)
Delaytime = Delaytime / 10          `0...102 ms
Do
  Trigger = Getadc(7)
  Trigger = Trigger - 512
  Trigger = Abs(trigger)
  If S1 = 0 Then Trigger = 200      `End by S1
Loop Until Trigger > 50
Waitms Delaytime
Out1 = 1
Waitms 1
Out1 = 0
Waitms Delaytime
Out1 = 1
Waitms 1
Out1 = 0
Waitms Delaytime
Out1 = 1
Waitms 1
Out1 = 0
End Sub

End

```

Minimod18

Schaltung und Software wurden so ausgelegt, dass sie sowohl für das ATM18 mit dem Mega88 als auch an das Minimod18 mit seinem Mega328 passen. Beim Minimod18 liegen alle erforderlichen Anschlüsse an der Stiftleiste K1, beim ATM18 an den Anschlüssen rund um den Controller (siehe Tabelle 1 und 2). Einige kleine Unterschiede gibt es aber doch:

Das Minimod18 verfügt über ein LC-Display, und es wäre zu schade gewesen, es nicht zu verwenden. Das Bascom-Programm schreibt deshalb die eingestellte Verzögerungszeit ins Display. Man beachte den Anschluss R/W des Displays, der an PC3 liegt und den Bascom nicht automatisch bedient. Das Programm muss ihn auf Masse ziehen. Beim ATM18 (ohne Display) stört diese Display-Ansteuerung nicht und läuft nebenwirkungsfrei ins Leere.

Beim ATM18 werden die drei Taster S1 bis S3 über Drahtbrücken mit dem Controller verbunden. Beim Minimod18 gibt es bereits zwei Taster auf der Platine, die vom Flash-Trigger-Programm als S1 und S2 verwendet werden. Wenn zusätzlich auch S3 gewünscht wird, dann kann ein externer Taster an PC4 angeschlossen werden.

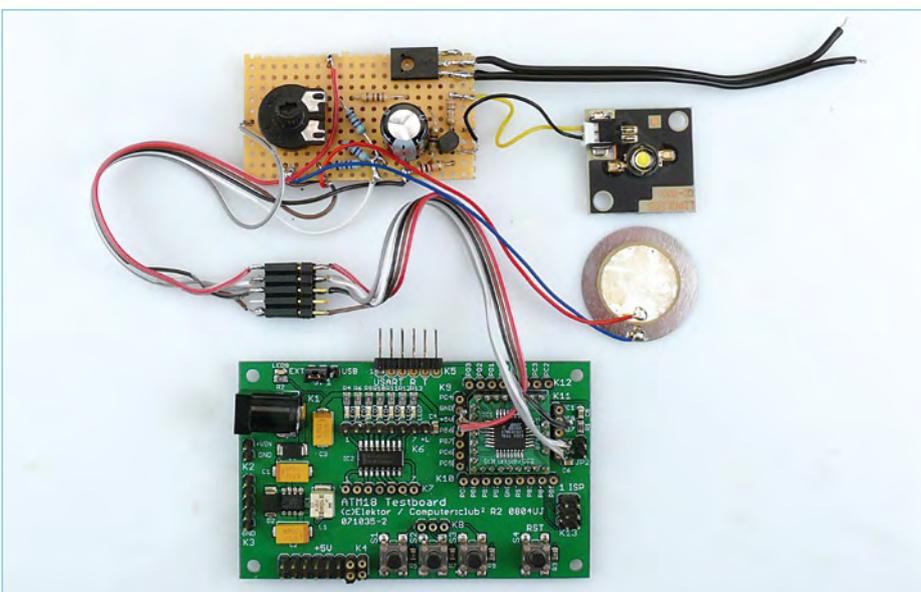


Bild 5. Die Verbindungen zum ATM18-Board wurden hier an eine 2x5-Stiftleiste passend zur Buchsenleiste der Blitz-Trigger-Schaltung gelegt.

einmal nützlich sein, den Blitz durch einen Lichtsensor zu triggern. Dazu kann man zum Beispiel einen LDR verwenden. Wie bei der Auslösung durch ein Schallsignal reagiert die Triggerung bei der in Bild 2 vorgestellten Lösung in gleicher Weise sowohl auf positive wie auf negative Impulse und erfordert außerdem keine aufwendige Justierung des Arbeitspunkts.

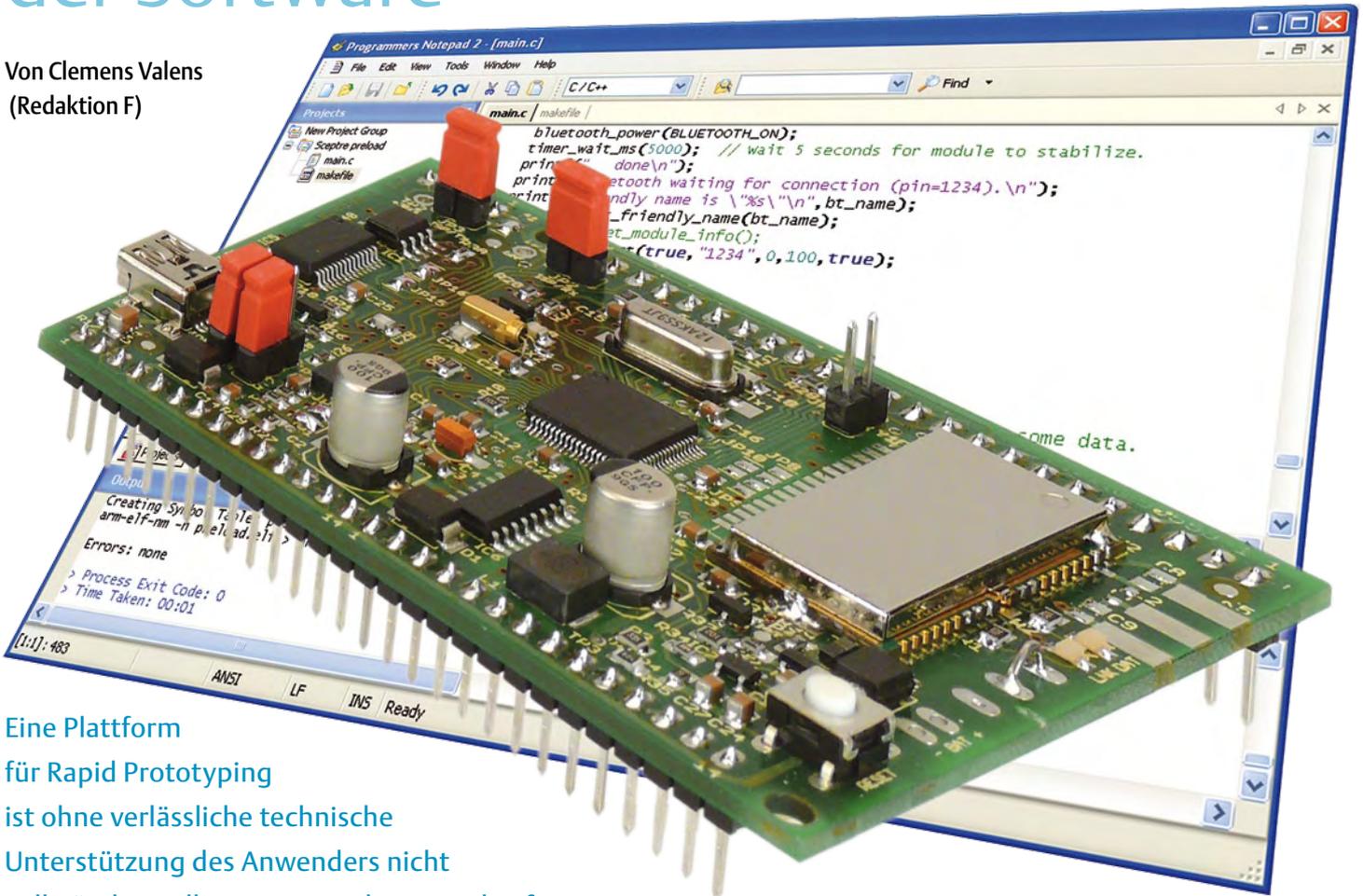
Der Arbeitspunkt stellt sich dank der Ankopplung über einen Kondensator von selbst ein. Die Triggerung reagiert somit sowohl auf eine Abschattung des Lichtsensors (Unterbrechung einer Lichtschranke) wie auf einen Anstieg der Helligkeit. Wenn also ein potentieller Einbrecher mit einer Taschenlampe in Ihr Fenster funzelt, können Sie vollautomatisch das Fahndungsfoto auslösen...

(100019)

Ergreif das Zepter!

Installation und Anwendung der Software

Von Clemens Valens
(Redaktion F)



Eine Plattform für Rapid Prototyping ist ohne verlässliche technische Unterstützung des Anwenders nicht vollständig. Selbst wenn Hardware und Software brillant gemacht sind, darf der Anwender nicht im Unklaren bleiben, wie er mit dem System arbeiten muss. Im letzten Heft haben wir die Hardware des Zepthers vorgestellt. Nun ist es an der Zeit, einen Blick auf die Software zu werfen. Ergreifen Sie das Zepter!

Zuerst wollen wir kurz einige grundlegende Zusammenhänge zum Programmieren in Hochsprachen wie C streifen. Das Zepter wird überwiegend in C programmiert, eine C++-Shell ist in Vorbereitung. Dabei wollen wir nicht näher auf C selbst eingehen, sondern erklären, wie in C geschriebene Programme in *executables* umgesetzt werden, also in Befehlsfolgen, die der Mikrocontroller versteht. Die Kenntnis dieser Zusammenhänge ist die Grundlage für das Programmieren jedes Mikrocontrollers

einschließlich des Zepthers. Das Diagramm in **Bild 1** stellt die Phasen, die Werkzeuge und die auf dem Weg zum *executable* zu verarbeitenden Datenbestände dar. Am Anfang steht das Programm in C, das aus mehreren Bestandteilen zusammengesetzt sein kann. Das Endprodukt ist das vom Mikrocontroller ausführbare Programm, das in seinen Speicher geladen werden muss. Zuerst wird der in C geschriebene Quellcode vom Compiler in Assembler übersetzt, dabei kann der Compiler Fehlermel-

dungen und Warnungen ausgeben. Die Fehler, meist vom Typ *type error* oder *undefined object*, müssen korrigiert werden, bevor der nächste Schritt getan werden kann. Den bereinigten Assembler-Code setzt der Assembler in einen Objekt-Code um. Auf der Assembler-Ebene können weitere, in Assembler geschriebene Programmteile eingebunden werden, beispielsweise eine Funktion, die *CRT* (C Runtime) oder *startup* heißt. Diese Funktion initialisiert das System auf unterster Ebene (*low level*). Der Stack

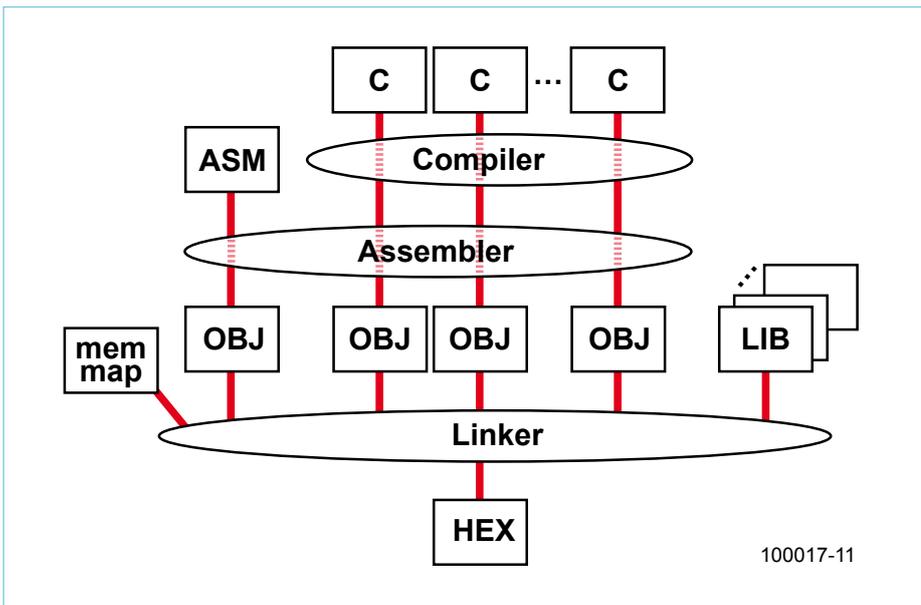


Bild 1. Der Weg vom C-Programm zum Mikrocontroller.

wird eingerichtet, die Interruptvektoren werden gesetzt, der Speicher sowie vordefinierte Variablen werden initialisiert. Dann übergibt die Startfunktion die Kontrolle an die Funktion *main* des C-Programms. Der Linker bindet alle vom Assembler erzeugten Objekt-Codes in das ausführbare Programm (*executable*) ein. Er fügt auch Objekte aus Bibliotheken hinzu, die für die Programmausführung erforderlich sind. Bibliotheken enthalten meistens Funktionen, die nur selten geändert, aber häufig gebraucht werden, zum Beispiel *printf*. Wenn der Linker ein Objekt nicht findet, gibt er eine Fehlermeldung des Typs *unresolved external* aus. Dem Linker muss die Speicherorganisation des Mikrocontrollers bekannt sein, damit er die Objekte anordnen und miteinander verknüpfen kann. Anhand einer Speichertabelle legt er die absoluten Adressen der Funktionen fest. Diese Adressen fügt er dort in das Programm ein, wo Funktionsaufrufe oder Sprünge ausgeführt werden müssen. Da die Speichertabelle, auch *linker script* genannt, von der Hardware abhängt, muss sie von außen vorgegeben werden. Der Linker erzeugt eine hexadezimal strukturierte Datei (Hex-Datei), sie ist das letzte Glied in der Kette.

Im ersten Beitrag [1] wurde die Installation des Compilers aus dem WinARM-Paket [2] beschrieben. Das Software-Paket des Zepters [3] enthält außer den Treibern für das Board auch Systemkomponenten, die zum Compilieren benötigt werden. Dazu gehö-

ren sowohl die Startup-Datei als auch die Speichertabelle (Dateinamenendung *.ld*). Am Anfang des Wegs zum *executable* steht das Kommando *make*, das Bestandteil des WinARM-Pakets ist. *make* führt Skripte aus, die Skripte haben den Namen *makefile*. Ein solches Skript enthält alle Kommandos und Optionen, die zum Erzeugen des *executable* aus Quelltextdateien und Bibliotheken erforderlich sind. Da Skripte meist komplex sind, hat es sich bewährt, ein bereits existierendes, erprobtes Skript an das eigene Projekt anzupassen. Ein *make*-Skript ist auch im Software-Paket des Zepters enthalten.

Zepter-Bibliothek

Die Treiber für die umfangreiche Peripherie auf der Zepter-Platine wurden in einer Bibliothek zusammengefasst. Das ist praktisch und spart Zeit, denn das ständig sich wiederholende Compilieren entfällt. Zurzeit enthält die Bibliothek (Bild 2) bereits Treiber für den USB-Port, den SD-Kartenleser, das Bluetooth-Modul, die UARTs, die Timer, die Real-time-Clock (RTC), das Thermometer und den Beschleunigungssensor sowie für CAN, CNA und MLI (PWM). Einige Funktionen für die Mikrocontroller-Initialisierung wurden als Teil des *newlib*-Interface ebenfalls in die Bibliothek mit dem Namen *sceptre (.a)* aufgenommen (siehe Textfeld zu *newlib*). Um die Bibliothek in ein Projekt einzubinden, muss die Datei *sceptre.h* zum Projekt hinzugefügt werden. Der Linker braucht ferner die Angabe, an welchem Ort er die Bibliothek findet.

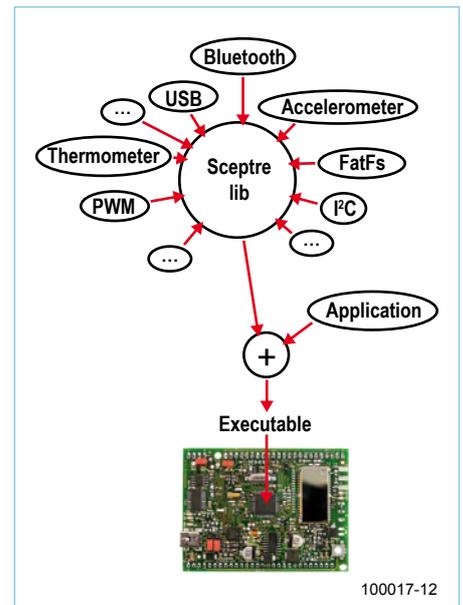


Bild 2. Die Zepter-Bibliothek stellt die Verbindung zur Peripherie her.

Die Bibliothek enthält Funktionen, die den Umgang mit der Peripherie erheblich erleichtern. Zum Herstellen einer Bluetooth-Verbindung genügt es, nach Initialisieren des Moduls die Funktion `bluetooth_connect` aufzurufen. Die Daten des Beschleunigungssensors werden mit der Funktion `accelerometer_read` gelesen, während `thermometer_read` die gemessene Temperatur zurückgibt. Für die Arbeit mit USB-Sticks sind die Funktionen `usb_mass_storage_init` und `usb_mass_storage_tick` verfügbar. Zugriffe auf Dateien, die auf SD-Karten gespeichert sind, erlauben die Funktionen `f_open`, `f_close`, `f_read` und `f_write` (vergleichbar mit `fopen`, `fclose`, `fread` und `fwrite` von *libc*). Die Ausgabe über den seriellen Port ist mit der Funktion `printf` möglich.

Wie Sie sehen, haben wir Ihnen bereits einen Großteil der Arbeit abgenommen, auch wenn die Bibliothek noch längst nicht vollständig ist. Die zugehörige Dokumentation finden Sie in der Datei *index.html* im Ordner *doc/html*. Sie können die Bibliothek beliebig ändern oder erweitern, denn die Quellen sind frei zugänglich. Nach jeder Änderung oder Erweiterung muss die Bibliothek neu compiliert werden. Das ist mit zwei Kommandozeilen-Befehlen möglich, die *make* aufrufen (in der ersten Zeile werden vorhandene alte Dateien gelöscht):

```
C:\sceptre\core>make clean
C:\sceptre\core>make
```

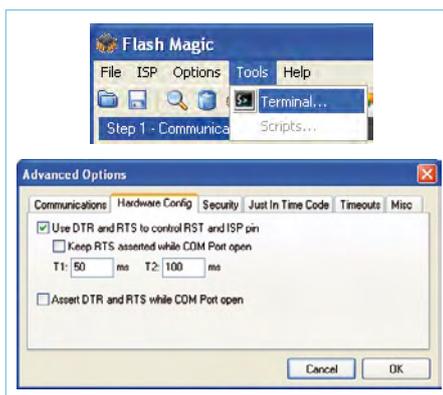


Bild 3. Einstellungen des Terminalprogramms „Flash Magic“. Die Port-Geschwindigkeit muss nicht mit dem Programmiermodus übereinstimmen.

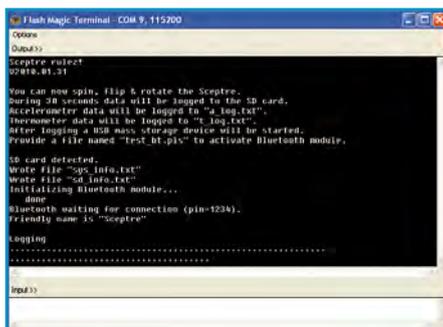


Bild 4. Glückwunsch! Die erste Botschaft des Zepters erscheint auf dem Bildschirm.

Für ARM7-Experten ein zusätzlicher Hinweis: Die Bibliothek kann im ARM-Modus oder im *thumb interworks*-Modus (*iw*) kompiliert werden. Im ARM-Modus arbeitet das Zepter als echtes 32-bit-System, die *executables* sind jedoch relativ umfangreich. Im *thumb iw*-Modus sind die *executables* zwar kleiner, sie laufen jedoch etwas langsamer, da der Mikrocontroller im 16-bit-Kompatibilitätsmodus arbeitet. Da der Programmspeicher 512 KB umfasst, kann das Programm zwar im ARM-Modus gespeichert werden, das Programmieren des Mikrocontrollers dauert jedoch etwas länger. Im Original ist die Bibliothek im ARM-Modus kompiliert. Um die Bibliothek im *thumb iw*-Modus zu kompilieren, sind folgende Kommandozeilen-Befehle nötig:

```
C:\sceptre\core>make clean
C:\sceptre\core>make
ARM_MODE=thumb
```

Das Ergebnis ist eine Bibliothek, die *sceptre-iw.a* heißt.

Überprüfen Sie immer, ob das Programm und die Bibliothek den gleichen Modus benutzen!

In unsere Bibliothek haben wir zwei aus dem Internet stammende Bibliotheken einbezogen, ihre Namen sind *lpcusb* [4] und *fatfs* [5]. Die erste Bibliothek enthält den USB-Treiber, die zweite Bibliothek ist ein FAT-Dateisystem zum Lesen und Schreiben von SD-Speicherkarten, die kompatibel zu Windows, Linux oder MAC sind. Beim Compilieren der Zepter-Bibliothek erscheinen Warnungen, die sich auf Dateien der externen Bibliotheken beziehen. Die Warnungen können ignoriert werden, sie sind hier nicht relevant. Da diese externen Bibliotheken unabhängig vom Zepter-Projekt gepflegt werden, haben wir davon abgesehen, sie an das Zepter-Projekt anzupassen.

Es wird spannend

Das Software-Paket des Zepter-Projekts enthält ein Testprogramm mit dem Namen *app_preload*. Auf den Zepter-Boards, die über unsere Projekt-Website [1] bezogen werden können, ist dieses Testprogramm bereits vorinstalliert. Mit dem Testprogramm lassen sich sämtliche Funktionen des Boards schnell und einfach überprüfen. Dazu muss eine USB-Verbindung zwischen dem Board (JP4 und JP5 auf den Pins 1 und 2) und einem PC hergestellt werden. Auf dem PC müssen die FTDI-Treiber installiert sein (siehe erster Teil des Beitrags [1]). Starten Sie auf dem PC ein Terminal-Programm, zum Beispiel „Flash Magic“ [1], und stellen Sie den benutzten seriellen PC-Port auf 115200 Baud, 8 Datenbit, keine Parität und 1 Stoppbit ein (**Bild 3**). Deaktivieren Sie die Hardware-Flusssteuerung (*flow control*). Nach Drücken des Reset-Tasters auf dem Board erscheint auf dem Bildschirm die in **Bild 4** wiedergegebene Meldung.

Einige Sekunden nach dem Start greift das Testprogramm auf die SD-Speicherkarte zu, es legt dort mehrere Dateien an, die Systeminformationen enthalten. Für etwa 30 Sekunden werden Daten in zwei weitere Dateien geschrieben, die das Thermometer und der Beschleunigungssensor anliefern (schütteln Sie das Board!). Durch Schreiben einer Datei mit dem Namen *test_bt.pls* auf die SD-Karte aktivieren Sie den

Bluetooth-Test, anschließend startet das Bluetooth-Modul. In dieser Datei muss ein Name im ASCII-Format stehen, der bis zu 16 Zeichen lang ist und weder Leerzeichen noch Unterstriche enthält. Am Schluss des Testprogramms wird das Zepter zu einer Art „USB-Stick“, wobei die Daten des Thermometers und des Beschleunigungssensors auch über den seriellen Port 0 ausgegeben werden. Versetzen Sie die USB-Jumper auf der Zepter-Platine, die Betriebsspannung kann eingeschaltet bleiben. Anschließend ist der Zugriff auf den „USB-Stick“ möglich. Gehen Sie wie folgt vor: Zuerst entfernen Sie den Jumper von JP5 und dann von JP4. Stecken sie anschließend einen Jumper auf die Pins 2 und 3 von JP4 und dann den zweiten auf die Pins 2 und 3 von JP5. Das Umschalten vom „USB-Stick“-Modus zum Modus „Serieller Port“ ist zwar auch möglich, doch endet das Vorhaben meist mit einem Neustart des Mikrocontrollers.

Wenn die Anode einer LED mit Pin 1 von K7 und die Kathode über einen 330-Ω-Widerstand mit Masse verbunden werden, blinkt die LED mit 1 Hz. Ist das Bluetooth-Modul aktiviert, kann über Bluetooth eine bidirektionale Verbindung zu einem anderen Gerät hergestellt werden. Das Zepter gibt die über UART0 empfangenen Daten an das Bluetooth-Modul weiter, in umgekehrter Richtung geschieht dies genauso. Mit diesen Kommandozeilen-Befehlen wird das Testprogramm im Ordner *aap_preload* kompiliert:

```
C:\sceptre\app_preload>make
clean
C:\sceptre\app_preload>make
```

Das *makefile* des Testprogramms kompiliert nicht nur das Programm, wenn nötig wird auch die Zepter-Bibliothek kompiliert. Make erzeugt eine Datei mit dem Namen *preload.hex*, sie muss zum Beispiel mit *lp21isp* (gehört zu WinArm) oder Flash Magic (siehe [1]) in den Mikrocontroller geladen werden. Flash Magic erkennt selbstständig, ob die übergebene Hex-Datei geändert wurde. Um den Ladevorgang zu starten, genügt ein Klick auf *Start*, die Ladedauer hängt von der Dateilänge ab. Wenn Sie sich anschließend vom Bildschirm

abwenden, laufen Sie Gefahr, die nur 30 Sekunden sichtbare Erfolgsmeldung von Flash Magic zu verpassen.

Zum Laden des Programms in den Mikrocontroller mit lpc21isp, beispielsweise über COM4, dient folgendes Kommando:

```
lpc21isp -control preload.  
hex com4 38400 12000
```

Die Option `-control` bewirkt, das lpc21isp das System in den Programmiermodus schaltet und nach dem Programmieren neu startet. Im Allgemeinen arbeitet lpc21isp schneller als Flash Magic. Die beiden LEDs neben dem USB-Anschluss signalisieren, dass die Datenübertragung tatsächlich stattfindet. Wir empfehlen Ihnen, das Testprogramm als Sprungbrett für eigene Projekte zu nutzen. Die zugehörige Make-Datei nimmt Ihnen das separate Compilieren der Bibliothek ab. Legen Sie für Ihr Projekt einen Ordner parallel zum Ordner `app_preload` an und ver-

gewissern Sie sich, dass alle Pfade korrekt angelegt sind. Die Datei `main.c` kann Vorbild für die Anwendung der Zepter-Bibliothek sein.

Zum Schreiben des Programm-Quellcodes eignet sich jeder beliebige Texteditor, solange der Text vom Editor nicht verändert wird und ausschließlich ASCII-Zeichen enthält. Der Editor *Programmer's Notepad* (PN) [6], der zum Umfang von WinARM gehört, ist eine gute Wahl (siehe Textfeld). Fügen Sie in das `makefile` Ihres Projekts (nicht in das `makefile` der Bibliothek!) ihre C-Dateien unter der Zeile „SRC = main.c“ hinzu, wie in diesem Beispiel gezeigt (achten Sie auf das „+=“!):

```
SRC = main.c  
SRC += meine_datei.c  
...
```

Sie können beliebig viele Dateien hinzufügen. Um den Namen der in den Mikro-

controller zu ladenden Datei (*executable*) zu ändern, müssen Sie in der folgenden Zeile das Wort „preload“ durch den von Ihnen gewählten Dateinamen ersetzen:

```
TARGET = preload
```

Wird fortgesetzt...

Die Bibliothek des Zepters ist noch längst nicht fertiggestellt. Einiges ist schon vollendet, anderes wartet zurzeit noch in den Startlöchern. Neue Funktionen werden nach und nach hinzugefügt. In den kommenden Monaten können Sie die Veröffentlichung von Programmen und Erweiterungen für unser Zepter erwarten, die den Bereich der Möglichkeiten ausdehnen. Aktuelle Neuigkeiten werden wir auf der Blogspot-Seite [7] ankündigen.

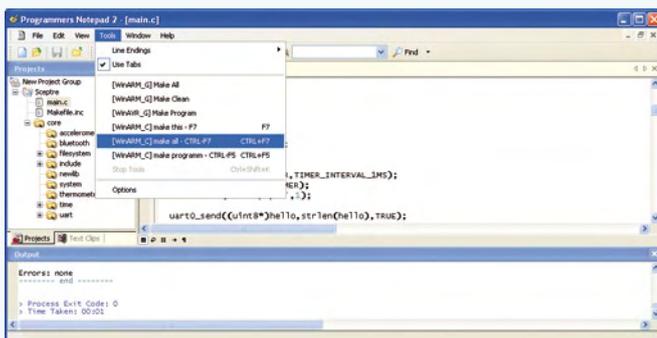
(100017)gd

Programmer's Notepad 2

Der Texteditor „Programmer's Notepad 2“ im Ordner `WinARM\pn` des WinARM-Pakets ist bereits für WinARM konfiguriert. Um die inzwischen erschienene neue Version zu installieren, müssen Sie im Ordner `WinARM\pn` bis auf den Unterordner `tools` alle Dateien löschen. Der Unterordner `tools` enthält die Makros für WinARM, die erhalten bleiben müssen. Laden Sie die *Portable Edition* von [7] herunter und entpacken Sie das Paket in den Ordner `WinARM\pn`. Wenden Sie folgendes Kommando an, um Ihre Programme zu kompilieren:

```
Tools-> [WinARM_C] make all - CTRL-F7
```

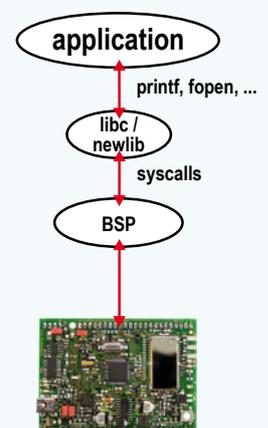
Programmer's Notepad sammelt die Meldungen der Tools, die von Make aufgerufen werden, und gibt sie im Fenster *Output* aus. Diese



Meldungen sind wichtig, es kann sich um Fehlermeldungen oder Warnungen handeln, deren Ursachen behoben werden müssen. Es ist möglich, dass ein Tool aus einem Grund seinen Dienst versagt, der nicht in Ihrem Programm zu suchen ist. Meist ist ein Problem von Windows die Ursache, besonders Vista scheint anfällig zu sein. Sie sollten dann Make mit einem Kommandozeilen-Befehl von Hand starten.

libc, newlib, syscalls und BSP

Zu GNU C gehört die Bibliothek *libc* mit vielen Funktionen, die das Programmieren in C erleichtern. Insbesondere die Funktionen, die Dateien und Datenströme (*streams*) verarbeiten, sind von der Hardware abhängig. Normalerweise stellt das Betriebssystem (*operating system*, OS) die Brücke zwischen der Hardware und *libc* her. Ohne Betriebssystem muss der Anwender für die Anbindung sorgen, wenn er die Funktionen nutzt. Aus diesem Grund wurde für Embedded-Systeme eine Version namens *newlib* entwickelt. Diese Bibliothek hat eine Schnittstelle namens *syscalls*, mit der eine *BSP* (*board support*



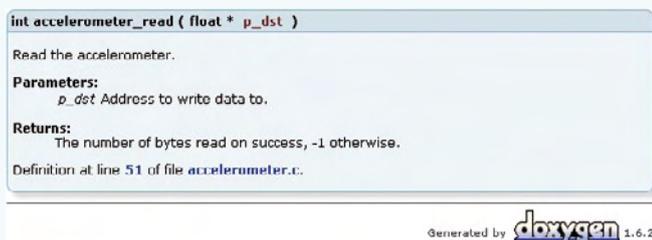
100017-13

package) zur Bibliothek hinzugefügt werden kann, wobei sie die Anpassungen an die Hardware vornimmt. Falls das Programm nur Standard-C-Funktionen enthält, muss die *BSP* lediglich angepasst werden, wenn sie auf einer anderen Plattform arbeiten soll.

Für das Zepter haben wir einige *syscalls* hinzugefügt, die den Gebrauch von *printf*, *fopen* und weiteren Funktionen ermöglichen. Die Funktion *printf* ist beim Debuggen besonders nützlich, weil mit ihr Zeichenketten über den seriellen Port 0 des Zepters ausgegeben werden können.

Dokumentieren mit Doxygen

Dokumentieren ist ein wichtiger Teil jeder Systementwicklung. Dafür sind Tools verfügbar, die Kommentare aus Programmen filtern und sie anschließend in übersichtlicher, gut lesbarer Form präsentieren. Ein solches Tool ist *Doxygen*, es hat erstaunliche Fähigkeiten. Als kostenloses Open-source-Produkt passt es gut zu unserem Zepter. *Doxygen* setzt das Einhalten einiger formaler Regeln beim Schreiben des Quelltextes und seiner Kommentierung voraus. Es kommt mit



einer Vielzahl an Optionen daher, von denen viele Anwender möglicherweise niemals Gebrauch machen. Eine Handvoll Kommandos reicht aus, um mit *Doxygen* effizient arbeiten zu können. Die Kommentare müssen folgendes Format haben:

```
/**
 * @file
 * Programmbeschreibung
 */
```

Damit *Doxygen* die Kommentare auswerten kann, beginnen mehrzeilige Kommentare mit `/**`, sie werden mit `*/` beendet. Die dazwischen an den Zeilenanfängen stehenden Sternchen sind optional. Einzelne

Kommentarzeilen können auch mit `///` beginnen. Die Zeile `@file` am Programmanfang ist notwendig, damit *Doxygen* den Programmtext erkennen kann. Funktionen können wie folgt kommentiert werden:

```
/**
 * Kurze Beschreibung der Funktion
 *
 * @param <Parameter-Name>
 <Parameter-Beschreibung>
 * @return <Beschreibung des zurückgegebenen
 Werts>
 */
```

Aus den von *Doxygen* eingesammelten Kommentaren generiert das Tool HTML-Seiten, die Links zu den Definitionen, Quellen, Typdeklarationen und anderen Zielen enthalten. Ein Beispiel ist die Dokumentation des Zepters, die zum Projekt-Paket gehört.

Erwähnt sei noch ein anderes nützliches Kommando, das *Doxygen* versteht. Mit `@todo` („noch zu tun“) legt das Tool eine Seite an, die alle „To do“-Eintragungen auflistet. Nun können Sie nichts mehr vergessen!

sysint.h

Bei der Programmentwicklung für Mikrocontroller ist wichtig, dass die Variablentypen mit der Hardware übereinstimmen. Allerdings hängt das Format der Variablentypen nicht allein von der Hardware ab. Entscheidend ist auch die Tatsache, dass ein Zeichen, das auf Plattform A durch 8 bit repräsentiert wird, auf Plattform B ein abweichendes Format haben kann. Problemen wird dadurch vorgebeugt, dass die Typdefinitionen eindeutig sind (zum Beispiel *uint8_t* für *unsigned integer 8 bit* oder *int32_t* für *signed integer 32 bit*). Leider gibt es hierfür keine einheitliche Vorgehensweise. Wenn die Programmentwicklung auf mehrere Entwickler verteilt stattfindet, existieren oft mehrere Definitionen des gleichen Typs, beispielsweise *BYTE*, *BOOL* oder *DWORD*, die nicht notwendigerweise identisch sind. Der Compiler kommt damit natürlich nicht zurecht. Deshalb empfehlen wir dringend, ausschließlich die Typen zu verwenden, die in *sysint.h* definiert sind. Diese Datei, die unter den GNU-Tools zu finden ist, enthält spezielle, an das Programmieren von Mikrocontrollern angepasste Typdefinitionen. Wenn Sie davon Gebrauch machen, wird die Welt es Ihnen danken...

Weblinks

- [1] www.elektor.de/090559
- [2] www.siwawi.arubi.uni-kl.de/avr_projects/arm_projects/#winarm
- [3] www.elektor.de/100017
- [4] sourceforge.net/projects/lpcusb
- [5] elm-chan.org/fsw/ff/00index_e.html
- [6] www.pnotepad.org
- [7] elektorembdedded.blogspot.com

„Elektor? Wenn mancher Prof
wüsste, wie einfach bestimmte
Sachverhalte erklärt werden
können...“

– Daniel Gerdes, 23 Jahre, Student –



30%
Preis-
vorteil

Elektor ist Wissen für Profis.

Sichern Sie sich jetzt Ihren
Wissensvorsprung durch **ein Abo!**

Ihre Vorteile im Abo:

- Preisvorteil: Schüler und Studenten sparen **30%** gegenüber dem Einzelkauf
- Abonnenten erhalten exklusiv auf spezielle Elektor-Produkte bis zu **40% Rabatt**
- Keine Ausgabe verpassen: Elektor kommt pünktlich, bequem und zuverlässig frei Haus
- Immer up-to-date: Lesen Sie jede Elektor-Ausgabe vor allen anderen



www.elektor.de/studentenabo • Tel. 02 41/88 909-0

elektor
electronics worldwide

Pendeln oder drehen?

Alternativer Antrieb aus defekter Festplatte

Von G. van Zeijts (NL)

Defekte Festplatte? Nicht entsorgen! Damit lässt sich noch einiges anfangen. Ein Beispiel ist die Idee eines Elektor-Lesers, der aus dem Festplatten-Kopftrieb einen alternativen Motor konstruierte. Gesteuert wird der Motor über den PC.

Vielleicht haben Sie schon schmerzlich erfahren müssen, dass Festplatten unerwartet und für immer ihren Dienst verweigern können. Ein kleiner Trost für den Verlust können die inneren Werte der defekten Festplatte sein. Auch wenn die gespeicherten Daten verloren sind, so verbleibt doch der Antrieb der Platte und der Schreib-Lese-Köpfe, bei Wikipedia [1] auch „Aktoren“ genannt.

Der Aktor, der den Arm mit den Schreib-Lese-Köpfen bewegt, ist nichts anderes als eine von einem starken magnetischen Feld umgebene Drahtwicklung. In der Festplatte wird dieser Aktor von einem speziellen IC gesteuert. Die Arme können relativ weite, lineare Bewegungen ausführen, wobei die Kräfte vergleichsweise hoch sind. Wenn Sie keine defekte Festplatte in der Schublade haben, gibt es bestimmt welche im Freundeskreis oder im Computerladen. Kreativen Konstrukteuren fällt es bestimmt nicht schwer, dafür neue Einsatzbereiche zu erschließen.

Aktor

Nachdem Sie die defekte Festplatte aus dem Gehäuse ausgebaut und von der Elektronik getrennt haben, bleibt das Metallchassis mit den beiden Antrieben übrig. Vor dem Crash wurde die Platte von einem Kleinmotor in Rotation versetzt, die Schreib-Lese-Köpfe wurden von einem zweiten Antrieb in Position gebracht. Der zuletzt

genannte Aktor ist der, um den es hier geht.

Um unnötigen Ballast zu entfernen, setzen Sie die Säge am Chassis so an, dass nur der Aktor und die Kopfträgerarme übrig bleiben (siehe **Bild 1**). Achten Sie darauf, dass keine Teile aus magnetisierbarem Stahl angesägt werden. Die Permanentmagnete des Aktors ziehen die Stahlspäne ähnlich einem starken Staubsauger an, von dort lassen sie sich nur mühsam entfernen. Die Schreib-Lese-Köpfe, die an den Armen montiert sind, haben ausgedient. Wichtig für den neuen Verwendungszweck ist die Drahtwicklung, die zwischen den Magneten dreht. Ihre Anschlüsse bestehen aus dünnen, flexiblen Leitungen, sie führen meistens zu einem mehrpoligen Steckverbinder. Dort trennen Sie die Leitungen ab und legen sie an einen separaten Steck- oder Klemmverbinder. Das kann eine zweipolige Kabelschraubklemme sein, wie sie in Bild 1 zu sehen ist.

Der Wicklungswiderstand liegt in der Regel bei 8...12 Ω , die Wicklung ist für 5 V Betriebsspannung ausgelegt. Bei höheren Spannungen wie beispielsweise 12 V entfaltet der Antrieb noch stärkere Kräfte, allerdings hält er dies nur im Kurzzeitbetrieb durch. Wenn die Polarität der angelegten Gleichspannung vertauscht wird, kehrt sich die Richtung der Kraftwirkung um. Die genannten Eigenschaften fordern faktisch dazu heraus, den Antrieb mit einem Mikrocontroller oder Computer zu steuern und einem attraktiven Verwendungszweck zuzuführen.

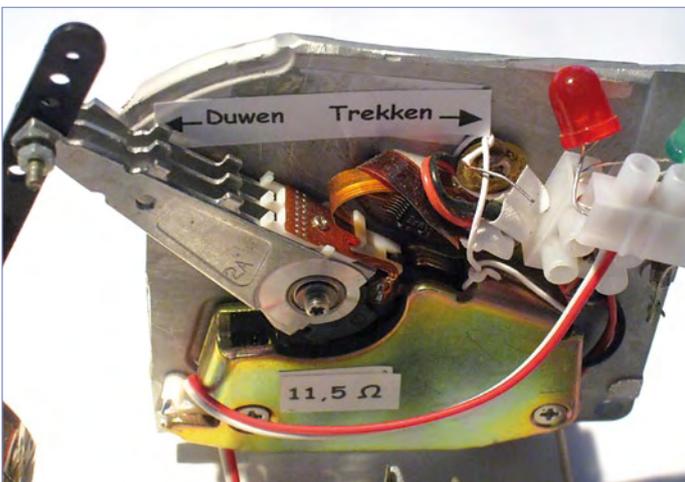


Bild 1. Der restliche Teil des Festplattenchassis wird abgesägt und die Drahtwicklung des Aktors an eine Kabelschraubklemme gelegt.

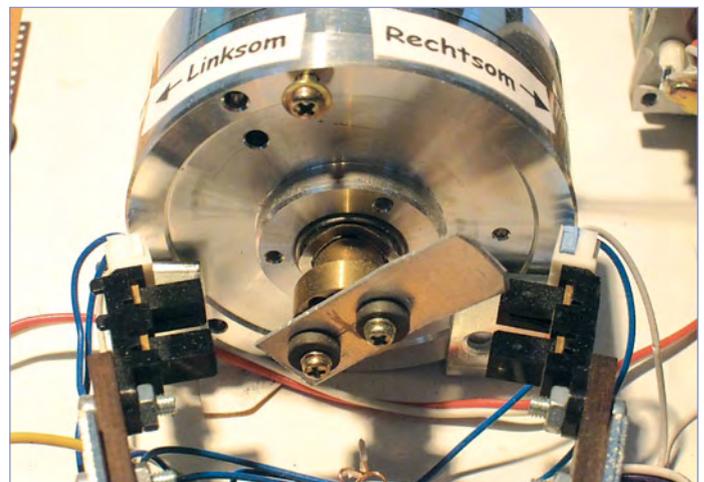


Bild 2. Die auf der „Kurbelwelle“ montierte Lasche löst die Signale der Lichtschranken aus.

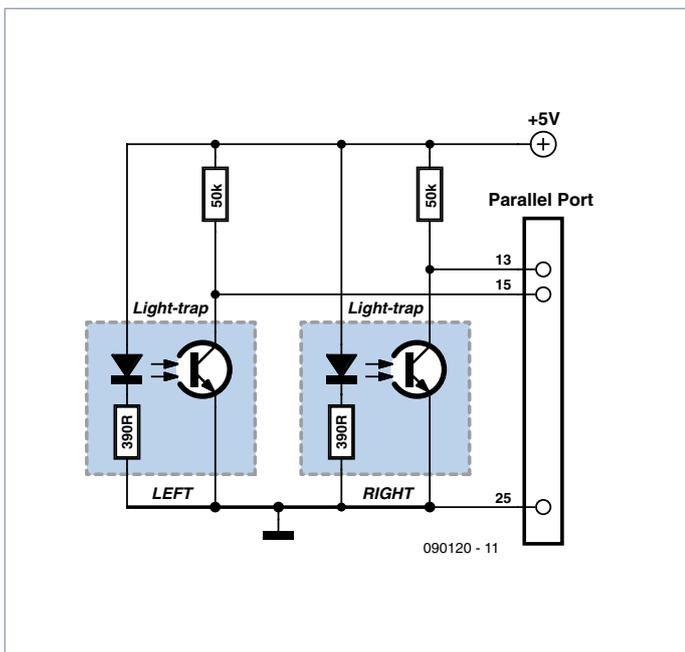


Bild 3. Die Lichtschranken signalisieren dem PC-Programm die Position der „Kurbelwelle“.

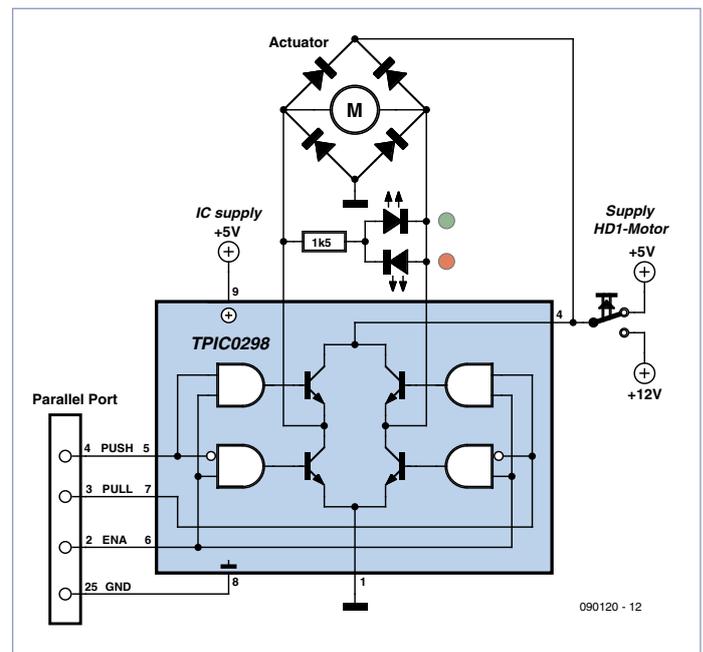


Bild 4. Der Treiber-Baustein wird über drei Ausgänge des PC-Parallelports gesteuert.

Idee

Nachdem der Aktor ausgebaut ist, fehlt noch die zündende Idee für sein neues Einsatzfeld. Unser Leser hat mit dem Aktor einen Motor konstruiert, der die lineare Bewegung in eine Drehbewegung umsetzt. Das Prinzip ist schon bei der Dampfmaschine und ebenso beim Otto- oder Dieselmotor zu finden, wobei die lineare Bewegung der Kolben über die Kurbelwelle in eine rotierende Bewegung gewandelt wird. Da der Aktor aus der Festplatte das treibende Element ist, hat der Motor einen dazu passenden Namen erhalten: Er heißt „Hard Disc Motor“, abgekürzt „HD-Motor“. Nachfolgend stellen wir zwei Varianten vor:

- Einaktormotor (HD1-Motor)
- Vieraktormotor mit vier Aktoren (HD4-Motor)

Der HD1-Motor ist gleichzeitig die Basis der zweiten Variante, er wird deshalb etwas detaillierter beschrieben.

HD1-Motor

Die Aktorarmlen geben die Kraftwirkung an die Kurbelwellenmechanik weiter. Als „Kurbelwelle“ dient eine Kopftrommel aus einem ausgeschlachteten VHS-Videorecorder. Die Kopftrommel ist leicht laufend gelagert, ihr Schwungradeneffekt sorgt dafür, dass die rotierende Bewegung annähernd gleichförmig verläuft.

Der Aktor führt Zug- und Schubbewegungen aus, wobei die Bewegungsrichtung von der Polarität der an der Wicklung liegenden Spannung abhängt. Da viele elektronische Geräte mit Drehrichtungsumkehr bei Gleichstrommotoren arbeiten, bietet die Halbleiterindustrie für die Steuerung diverse integrierte Bausteine an. Mit ihnen lässt sich meist auch die Motordrehzahl steuern. Auf das für die HD-Motoren verwendete Treiber-IC kommen wir noch zurück. Die Entscheidung, ob der Aktor ziehen oder schieben muss, wird mit Hilfe von zwei Lichtschranken getroffen. Eine auf die Kopftrommelachse aufgesetzte Lasche (siehe **Bild 2**) löst Signale aus, an denen der steuernde PC den Kopftrommelstand erkennt. Abhängig von der Position schaltet er den Aktor über das Treiber-IC in Zug- oder Schub-

richtung. Auch die Motordrehzahl wird vom Computer über das Treiber-IC gesteuert. Zwei zum Aktor parallel geschaltete LEDs (rot und grün) leuchten abhängig von der Bewegungsrichtung auf.

PC-Anbindung

Wie die Lichtschranken mit dem Parallelport des PC zu verbinden sind, geht aus **Bild 3** hervor. Am ersten Parallelport-Eingang liegt ein Signal, wenn die Lasche nach links zeigt, während am zweiten Eingang ein Signal liegt, wenn sie nach rechts zeigt. Als Lichtschranken eignen sich nahezu alle Typen, sie können zum Beispiel aus einem defekten Drucker oder einer mechanischen Maus ausgebaut sein. Das Treiber-IC wird über drei Parallelport-Ausgänge gesteuert. Die erste Leitung ist aktiv, wenn der Aktor zieht, die zweite Leitung ist aktiv, wenn der Aktor schiebt, während die dritte Leitung (Enable) die Geschwindigkeit steuert. **Bild 4** zeigt die Anschlüsse am Treiber-IC.

Treiber-IC

Das Treiber-IC ist das Bindeglied zwischen dem PC-Parallelport und dem Aktor. Unser Leser hat sich für den „Dual full H-Driver“ TPIC0298 entschieden (die Typen TLP298 und L298N sind kompatibel). Dokumentationen über H-Driver, die auch H-Bridges genannt werden, sind im Internet bei [2] und [3] zu finden. Die meisten derartigen Treiberbausteine wurden für bidirektionale Schrittmotoren entwickelt, sie können aber auch die Drehrichtungen von Gleichstrommotoren steuern.

Aus **Bild 4** ist auch ersichtlich, dass das Treiber-IC nur zur Hälfte genutzt wird. Zur Treiber-Elektronik gehören vier „Tore“, die über AND-Gatter so geschaltet werden, dass der Aktor entweder zieht (Pin 2 auf hoher Spannung, Pin 3 auf Masse) oder schiebt (Pin 2 auf Masse, Pin 3 auf hoher Spannung).

Eine Ausgangsleitung des PC-Parallelports ist mit dem Enable-Eingang des Treiber-Bausteins verbunden. Über diesen Eingang wird die Aktor-Geschwindigkeit mit einem vom PC erzeugten PWM-Signal gesteuert (PWM = Pulse Width Modulation, Pulsbreiten-Modula-

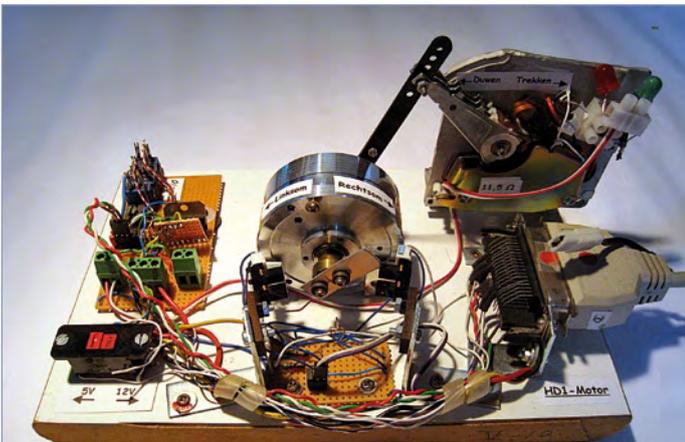


Bild 5. Der HD1-Motor beeindruckt durch die Ideen, die hinter den konstruktiven Details stehen.

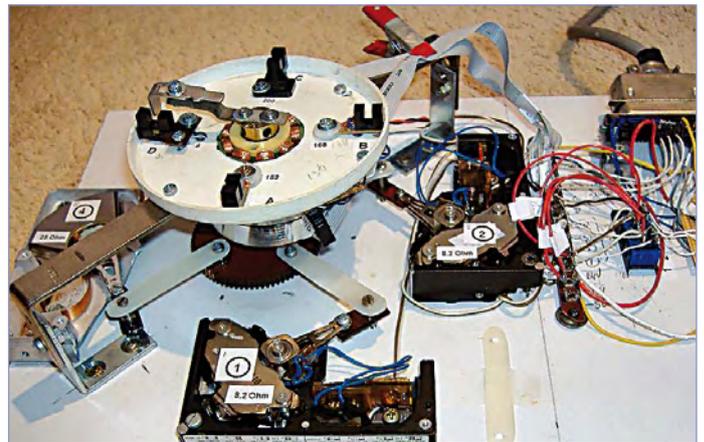


Bild 6. Die „Vierzylinder“-Version ist als Sternmotor konzipiert.

tion). Die Geschwindigkeitssteuerung ist von der Bewegungsrichtung unabhängig und recht präzise. Die vier Dioden schützen das Treiber-IC vor Spannungsspitzen, die infolge der Wicklungsinduktivität auftreten können.

Software

Das PC-Programm, das den alternativen Motor unseres Lesers steuert, wurde in Visual Basic unter Windows XP geschrieben. Es kann kostenlos von der Elektor-Projektseite [4] heruntergeladen werden, die Download-Nummer ist 090120-11. Das vergleichsweise einfache Programm hat folgende Funktionen:

- Erkennen der Kopftrommelstellung und Bestimmen der Bewegungsrichtung
- Motoranlauf Links oder Rechts
- Drehzahlsteuerung mit pulsartigem Signal (PWM)
- Bestimmen und Anzeigen der Motordrehzahl in U/min

Das Programm kann bei Bedarf auch in andere Programmiersprachen portiert werden. Leider ist der direkte Zugriff auf die PC-Ports bei Windows abhängig von der Version nur beschränkt möglich:

- Vista erlaubt lediglich den Zugriff auf USB-Ports, so dass das Programm unter Vista nicht lauffähig ist,
- XP verhält sich anders, hier ist der Zugriff auf den Parallelport über die DLL „input32.dll“ möglich,
- Windows 98SE, 98, 95 und älter schränken den Zugriff auf die Ports (Parallel, Seriell, Game und Sound) nicht ein, die DLL „ports.dll“ macht dies möglich.

Das Programm läuft folglich unter allen Windows-Versionen bis einschließlich XP, unter Vista und Windows 7 läuft es nicht!

Erkenntnisse

Wenn der HD1-Motor (siehe **Bild 5**) an 5 V betrieben wird, liegt die maximale Drehzahl bei 1000 U/min. Bei 12 V wird eine Höchstzahl von 1800 U/min erreicht. Höhere Betriebsspannungen als 5 V sind nur kurzzeitig zulässig, im Langzeitbetrieb mit über 5 V kann die Drahtwicklung des Aktors beschädigt werden. Die niedrigste Drehzahl, bei der die Mechanik noch rund läuft, beträgt ungefähr 200 U/min.

Vollständigkeitshalber sei noch erwähnt, dass wir den Wirkungsgrad des Gesamtsystems auf höchstens 1 % einschätzen:

- Geschätzter Leistungsbedarf: PC = 200 W, Aktor = 12 W
- Geschätzte Leistungsabgabe: HD1-Motor = 2 W

Mehr Zylinder?

Wenn Sie einen einzigen „Zylinder“ alias Aktor für übertriebene Sparsamkeit halten, bauen Sie einen Motor mit vier, sechs oder acht Zylindern alias Aktoren. Unserem Leser gefiel die Vieraktor-Version am besten, der so genannte „HD4-Motor“.

Da eine Kurbelwelle wie bei einem Vierzylinder-Reihenmotor mit den verfügbaren Mitteln nicht realisierbar war, wurden die vier treibenden Elemente, wie **Bild 6** zeigt, sternförmig angeordnet (siehe auch [5]). Bei Sternmotoren treiben die Zylinder eine gemeinsame Kurbelwelle an, sie liegen in der gleichen räumlichen Ebene. Auch beim HD4-Motor dient das Kopfrad aus dem VHS-Videorecorder als Kurbelwelle. Die vier Aktoren sind kreissymmetrisch angeordnet, der Winkel der Achsen beträgt 90°. Wegen der flachen Konstruktion lässt sich das gesamte System bequem auf einer gemeinsamen Grundplatte unterbringen.

Die mechanische Stellung der „Kurbelwelle“ wird diesmal mit vier Lichtschranken erkannt. Aus den Signalen leitet das PC-Programm ab, welcher Aktor anziehen muss. Anders als beim HD1-Motor werden hier keine Treiberbausteine eingesetzt. Jeder Aktor wird lediglich von einem Darlington-Transistor gesteuert, was natürlich kostengünstiger ist. Erkauft wird dieser Vorteil damit, dass die vier Aktoren nur ziehen, nicht aber schieben können. Trotzdem ist der Vierzylinder in der Lage, vorwärts und rückwärts zu drehen. Im Elektor-Youtube-Kanal [6] zeigen zwei Clips die beiden alternativen Motoren in Aktion.

(090120)gd

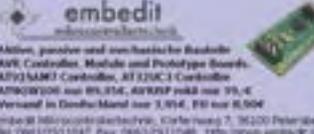
Weblinks

- [1] <http://de.wikipedia.org/wiki/Aktor>
- [2] <http://de.wikipedia.org/wiki/Vierquadrantensteller>
- [3] www.discovercircuits.com/H/hbridge.htm
- [4] www.elektor.de/090120
- [5] <http://de.wikipedia.org/wiki/Sternmotor>
- [6] www.youtube.com/ElektorIM

Kontakt: Tel. 0511/61 65 95-0 – Fax 0511/61 65 95-55 – E-Mail: service@id-medienservice.de



Entwicklung industrietauglicher Software und Hardware sowie Elektronik
03303/212166 oder www.jasys.de



Aktion: großer und zentraler Bestand AVR, Controller, Module und Prototypen Boards. AT91SAM7 Controller, AT28C64 Controller
 AT91SAM7 Controller nur 99,-€
 Versand im Dache-Mand nur 3,99€, FR nur 9,99€
 Bitte in 1000er-Schritten bestellen. C/F-Formate: T: 36230 Peterstraße 1
 Tel: 0512512187 Fax: 0512512188 E-Mail: info@embedit.de

Alles Spule!

Wir liefern und fertigen: Drähte, HF-Litzen, Ferrit- und Eisenpulverkerne, Spulenkörper, Isoliermaterial, Klebebänder, Tränklacke, Übertrager, RFID-Spulen, Sensor- und Aktorspulen, Prototypen, Kleinserien, Serien, Ersatzteile und vieles mehr.



www.spulen.com

EASYDAQ



www.easydaq.biz

- Stromversorgung via USB, 4 Relais
- 4 Digital-I/O-Kanäle
- Schaltet 240 V AC @ 10 A
- LabVIEW, VB, VC, C#, Java
- Schraubanschlussklemmer
- Keine Versandkosten

Entwicklung & Lieferung von Relais-, Digital-I/O- und DAQ-Produkten für USB, Wireless, LAN, Internet & Seriell
info@easydaq.biz

Roboter-Bausätze mit AVR-Mikrocontrollern



NIBObee + ATmega16 + ATtiny44
NIBO 2 + ATmega128 + ATmega88

<http://nibo.nicai-systems.de>

Anzeigenschluss:
 20. 04. 2010

Erscheinungstermin:
 17. 05. 2010

Bausätze zu ELEKTOR 1986 bis heute!

Teilesätze, Platinen, programmierte Controller sowie Cds zu fast allen Elektor-Projekten vom Spezialist. Alle Elektor-Artikel zum Verlagspreis.

Ihr zuverlässiger Partner für aktive und passive elektronische Bauteile und Komponenten:



Geist Electronic-Versand GmbH
 Tel.: 07720/36673
 Fax: 07720/36905
 Mail: info@geist-electronic.de
 Shop: www.geist-electronic.de



schlanke Preise - fettes Angebot
Schnellversand ohne Mindestumsatz
 Bauteile - Ersatzteile - Zubehör Fernbedienungen - Zeilenträger HDTV DVB-T Sat Audio/Video Überwachungstechnik und vieles mehr.
www.Laehn-Versand.de

Online-Shop mit großer Auswahl: Entwicklerboards, SchnittstellenAVR, AVR32, ARM7, ARM9, PIC, DSP, MSP430, Programmer, Debugger



xmega
 Live! viele weitere Boards!

embedded projects GmbH
 Holzschmidtstr. 4 | 86152 Augsburg
 Tel. +49 821 23959-0 | Fax: -25
<http://www.eepro.de>

Gravuren / Schilder / Frontblenden
www.webgrav.de

Neu!! Neu!!
 Siebdruck ohne Sieb für Muster und Kleinserien
www.springer-electronic.de

Leiterplattenfertigung (Onlinekalkulation)
 • Bestückung SMD und konventionell
 • Entwicklung/Layouterstellung
 • LED-Anzeigensysteme



www.thale-elektronik.de

www.anttronic.de



ab 1 Stck.
Leiterplatten zu TOP-Preisen!!

HEXWAX LTD www.hexwax.com
 Treiberunabhängige USB-ICs von einem der Weltmarktführer

- USB-UART/SPI/I2C-Konverter • TEAleaf-USB Authentifizierungs-Dongles • expandIO-USB I/O-USB-Expander • USB-FileSys Flash-Drive mit SPI-Interface
- USB-DAQ Flash-basierter Datenlogger



peakelec.co.uk
 T +44 1298 70012
 F +44 1298 70046



- Bekannte Peak Atlas Produkte
- Kabel Netzwerk-Analysatoren
- Elektronische Bauteil Analysatoren
- Intelligente Software
- Geringe Größe
- Entworfen und hergestellt in Europa

Erhältlich bei diesen Händlern in Deutschland:
Reichelt Elektronik **ELV Elektronik**
 04222 955 333 0491 6008 88
www.reichelt.de www.elv.de

Spiralkabel ab 1 Stück nach Kundenwunsch!

Auszugslänge bis 8.000 mm



kurze Lieferzeiten
www.key-electronic.de
 key-electronic Kreimendahl GmbH Märkenstück 14
 58509 Lüdenscheid Tel. 02351-3621-50
 Fax. 02351-3621-59 mail: info@key-electronic.de

LOETRONIC
 Embedded MP3 Module
www.loetronic.com

www.AAAA-electronic.de
Schnäppchenmarkt
 Bauteile, Bausätze, Module, Restposten
 Fon: 0049 471 3097133

HAMEG® Instruments
 A Rohde & Schwarz Company

- Oszilloskope
- Netzgeräte
- RF-Messtechnik
- Systemgeräte

Great Value in Test & Measurement
www.hameg.com

U2DIL, U4DIL Reusch Elektronik
 USB-AVR im DIL-Format
 • ATMEGA32U2 u. -U4
 • USB-, ISP-Anschluss
 • austauschbarer Quarz
 • Platine, Bausatz, Fertigmodul
<http://produkte.reworld.eu>

VTS – ELEKTRONIK GbR
 Preiswerter Leiterplatten Service
info@vts-elektronik.de
www.vts-elektronik.de

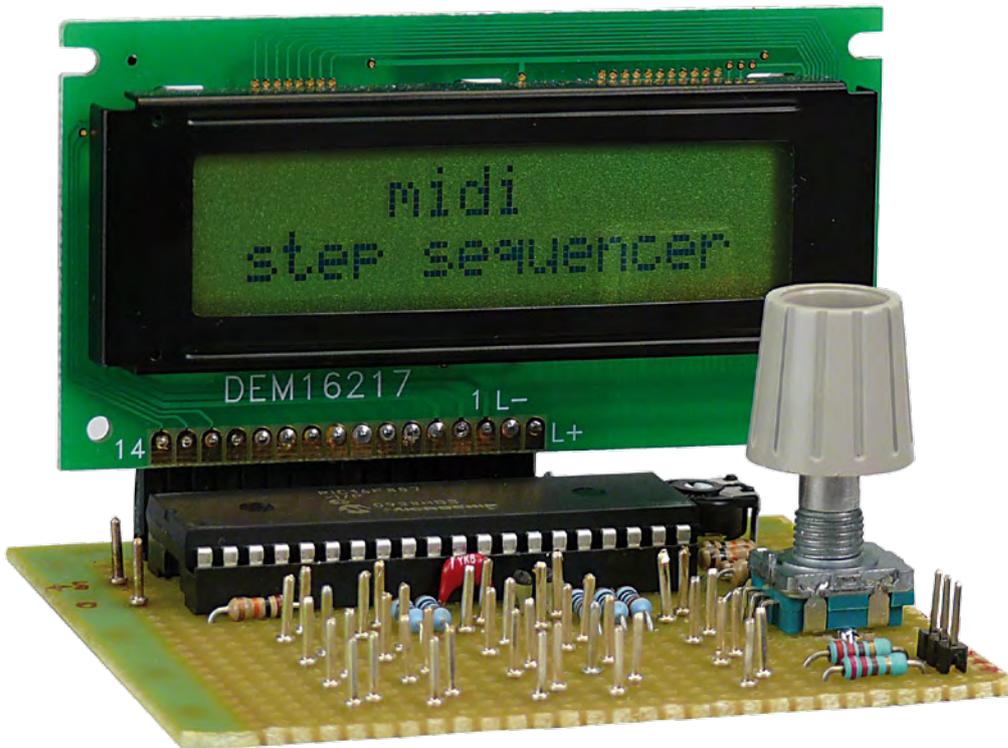
LCDs und mehr
www.lcd-store.de
www.LC-Design.de
www.crystalfontz.de

Die Buchung einer Anzeige beinhaltet einen kostenlosen Eintrag auf der Website von Elektor, inklusive eines Links zu Ihrer Seite.

Reservieren Sie jetzt Ihre Jahresbuchung

Schritt für Schritt

Low-budget MIDI-Step-Sequencer



Von Pim van het Hof (NL)
p.vh.hof@planet.nl

Manche Projekte fordern zu kleinen und einfachen Lösungen heraus, so wie dieser MIDI-Step-Sequencer. Wünschen Sie sich zum Bearbeiten oder Spielen Ihrer Musiktitel einen unkomplizierten Backbeat? Dann liegen Sie mit dem MIDI-Step-Sequencer richtig.

Eigenschaften

- 16 MIDI-Schritte
- 3 Speicherplätze
- CC1 und CC2 für jede Note einstellbar
- Unkomplizierte Bedienung

Der MIDI-Step-Sequencer steuert über MIDI einen Synthesizer oder ein (Sound-)Programm, das auf dem PC läuft. Die MIDI-Werte der 16 Noten können über 16 Drucktaster eingestellt werden, mit vier weiteren Tastern werden die Funktionen Laden, Speichern, Mode und Start/Stop bedient. Das Programmieren eines Bassrhythmus oder einer repetierenden Kurzmelodie ist damit ein Kinderspiel.

Der MIDI-Step-Sequencer kommt mit bemerkenswert wenigen Bauteilen aus. Wie die Schaltung zeigt, stehen ein Mikrocontroller PIC16F877P, ein Quarz, einige Widerstände und Kondensatoren, ein LC-Display mit 2 · 16 Zeichen sowie die schon erwähnten 20 Taster auf der Bauteileliste. Die Hauptarbeit bei der Signalerzeugung

übernimmt der Mikrocontroller.

Der MIDI-Step-Sequencer durchläuft bis zu 16 Schritte, bei jedem Schritt schickt er MIDI-Informationen (Noten) zum Synthesizer oder PC. Tonhöhe, Velocity (Volumen) sowie CC1- und CC2-Werte sind für jeden Schritt gesondert einstellbar. Einzelne Noten können ausgesetzt werden, so dass der Sequencer Rhythmen erzeugt. Die CC-Werte können zugeschaltet werden, wenn es sinnvoll erscheint. Die Notenlängen und die Grundtonhöhe sind ebenfalls variabel. Änderungen der Grundtonhöhe haben zur Folge, dass die Noten in andere Tonlagen transponiert werden. Frei wählbar sind auch der MIDI-Kanal und die Programmnummer oder das Instrument.

Fingerspiel

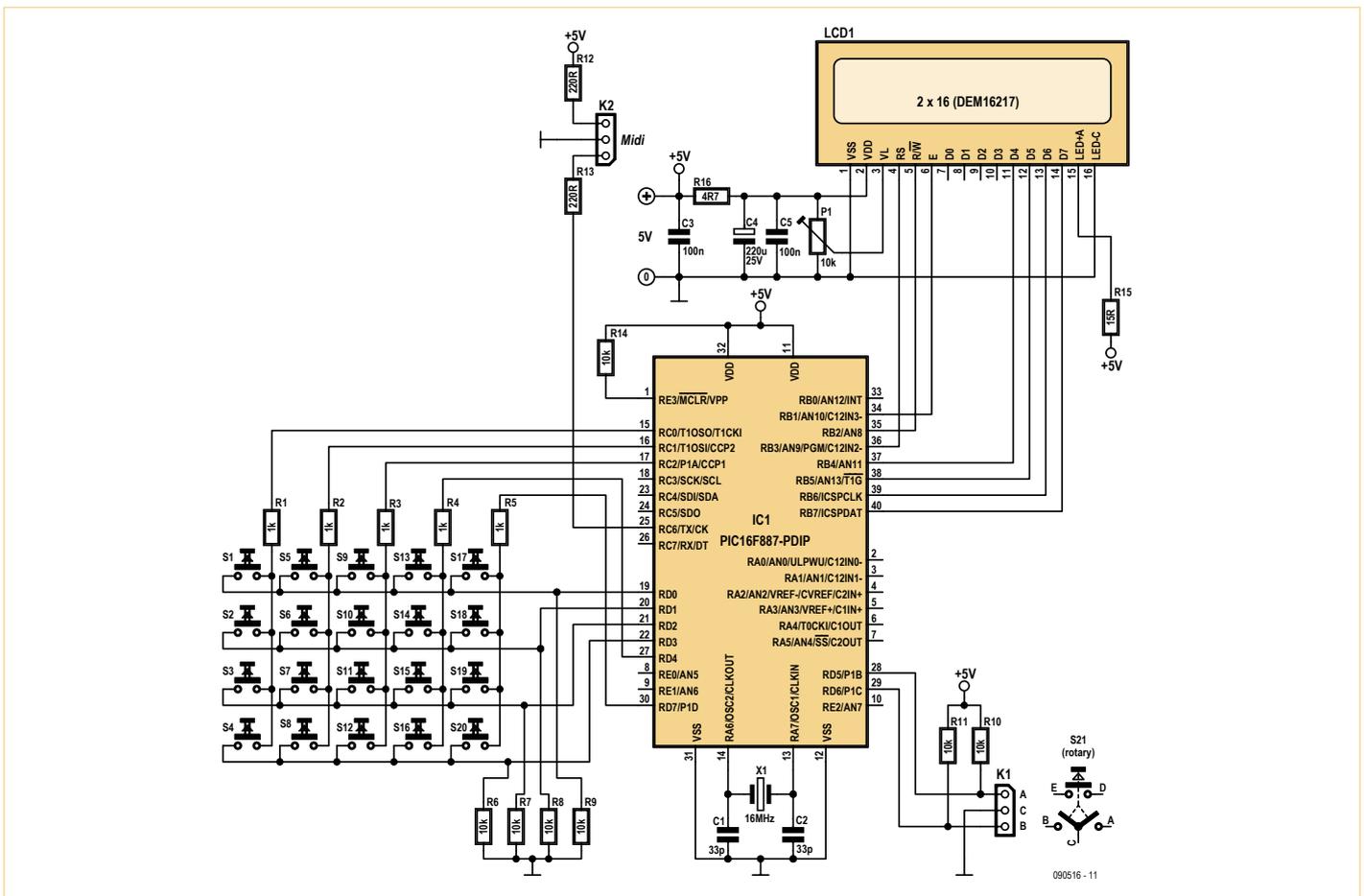
Die 20 Taster des MIDI-Step-Sequencers haben folgende Funktionen:

- Taster 1 bis 16 -> 16 MIDI-Schritte
- Taster 17 -> Laden (load)
- Taster 18 -> Speichern (save)
- Taster 19 -> Modus (mode)
- Taster 20 -> Start/Stop

Mit Taster 19 können nacheinander folgende Modi eingestellt werden:

- Note (Default)
- Velocity
- Skip
- CC1
- CC2
- Control
 - 1 = Speed (Standard=100)
 - 2 = Length
 - 3 = Base note
 - 4 = Steps
 - 5 = MIDI Channel
 - 6 = Program Number
 - 7 = CC1 Number
 - 8 = CC2 Number

Die Funktionen der Taster 1 bis 16 hängen vom eingestellten Modus ab. In den Modi „Note“ und „Velocity“ werden mit den Tastern die Schrittnummern gewählt. Der Wert, der einem Schritt zugeordnet werden soll, muss mit dem Dreh-Encoder eingestellt werden. Im Modus „Skip“ genügt ein Druck auf den Taster, um den Schritt auszusetzen oder wieder einzufügen. Das Gleiche gilt für den CC1- und CC2-Modus, auch hier haben die Taster 1 bis 16 Schalterfunktion.



Viele Taster, ein Mikrocontroller und ein LC-Display, das sind die die wichtigsten Ingredienzien.

Die CC1- und CC2-Werte werden mit dem Dreh-Encoder eingestellt.

Im Modus „Control“ sind die Taster 1 bis 16 mit anderen Funktionen belegt. Taster 1 ist für den „Speed“ zuständig, wird er gedrückt, kann mit dem Dreh-Encoder die Geschwindigkeit eingestellt werden. Die Länge aller Noten ist mit dem Dreh-Encoder einstellbar, nachdem Taster 2 gedrückt wurde. Wenn lange Noten bei schnellem Tempo nicht spielbar sind, werden die Noten abgebrochen. Über Taster 3 ist die Grundtonhöhe einstellbar. Alle Noten orientieren sich an dem gewählten Wert, gegebenenfalls werden sie um den Wert erhöht. Die Anzahl der Schritte, die der Sequencer durchläuft, hängt von Taster 4 ab, und über Taster 5 ist der MIDI-Kanal wählbar.

Übrig bleiben noch Taster 6, mit dem abhängig vom angeschlossenen Gerät die Programmnummer oder das Instrument eingestellt werden können, sowie Taster 7 und 8, die das Einstellen der CC1- und CC2-Controller möglich machen.

Im Speicher des Mikrocontrollers ist Platz für drei Sequenzen reserviert. Die Sequen-

zen müssen zuvor über die Taster eingegeben werden. Nach Drücken des Tasters „Speichern“ ist mit dem Dreh-Encoder der Speicherplatz wählbar. Durch nochmaliges Drücken wird die Sequenz auf dem gewählten Platz gespeichert. Nach Drücken des Tasters „Laden“ können die Sequenzen auf gleiche Weise abgerufen werden.

Bau

Unser Testexemplar haben wir auf einer kleinen Lötplanke aufgebaut. Das LC-Display ist ein Typ aus dem Elektor-Shop (EPS 030451-72), andere zum HD44780-Standard kompatible Displays sind ebenfalls verwendbar. Der Display-Kontrast lässt sich mit Trimpoti P1 einstellen. Anstelle der Taster haben wir Kontaktstift-Paare eingebaut und sie mit einer Schraubendreherklinge bedient. Diese Lösung ist für den ernsthaften Einsatz natürlich nicht geeignet, in dem Fall sind die Taster unverzichtbar. Beim Mustersaufbau wurde der Quarz unter dem Mikrocontroller montiert. Das ist zwar nicht zwingend notwendig, aber es vereinfacht den Aufbau.

Der MIDI-Ausgang ist über einen 220-Ω-Widerstand mit dem Mikrocontroller verbunden, ein Optokoppler ist nicht vorhanden. Nach Verbinden des Ausgangs mit Pin 15 der (alten) Joystick-Buchse eines PC arbeitete der Sequencer problemlos. Wenn es perfekt sein soll, kann ein Optokoppler eingebaut werden, so dass der Ausgang galvanisch vom angeschlossenen Gerät getrennt ist. Eine Informationsquelle zum Thema „MIDI“, die viele Fragen beantwortet, ist [1].

Die Hex-Datei für die Programmierung des Mikrocontrollers kann von der Elektor-Webseite [2] heruntergeladen werden. Im Download ist die Basic-Datei der Firmware enthalten, sie wurde unter der PIC Simulator IDE von Oshonsoft entwickelt.

(090516)gd

Weblinks

[1] www.midi.org

[2] www.elektor.de/090516

Inside Roomba

Elektor zerlegt einen Staubsaugerroboter

Von Wisse Hettinga

Die beliebteste Veranstaltung im Elektor-Labor ist eine so genannte Tear-down-Party, bei der ein interessantes Gerät nach allen Regeln der Kunst zerlegt wird, um so viel wie möglich über sein (geheimnisvolles) Innenleben zu erfahren. Also ungefähr so wie weiland die CIA nach der Landung einer nach Japan entführten MIG-25. Bei uns war diesmal ein Staubsaugerroboter „gelandet“, und wir mussten ihn nicht entführen, sondern lediglich unsere Kollegin Jolanda aus der Kundendienstabteilung dazu überreden, uns ihren „Roomba“ zu leihen.

Wie immer wurde das Zerlegen des Objekts im Bild festgehalten. Der Roomba von iRobot hat einen Durchmesser von etwa 30 cm und ist 10 cm hoch. Er (oder ist es eine „sie“, die sich so elegant über den Boden bewegt?) dreht autonom seine Saug-Runden und wird mit einer Ladestation und einem Zusatzgerät geliefert, mit dem man eine „virtuelle Wand“ definieren kann. Die umlaufende Ramm-schutzleiste dient als Sensor zur Hinderniserkennung. Steht etwas im Weg, wird eine andere Route gewählt. Nach getaner Arbeit (programmierbar) kehrt sie (die Saugmaschine) wieder zur Ladestation zurück. Weitere Sensoren

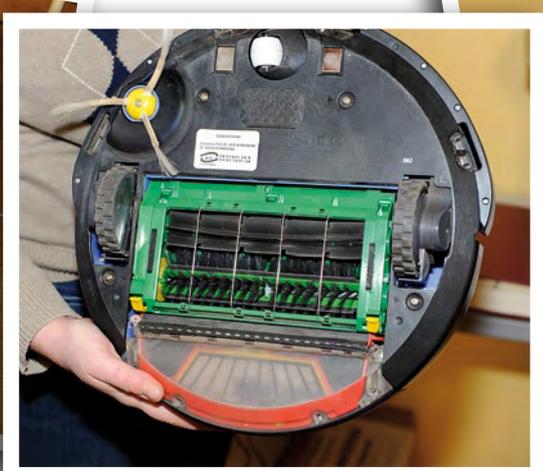


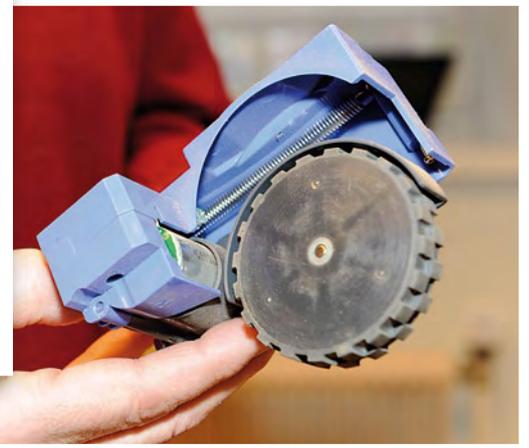
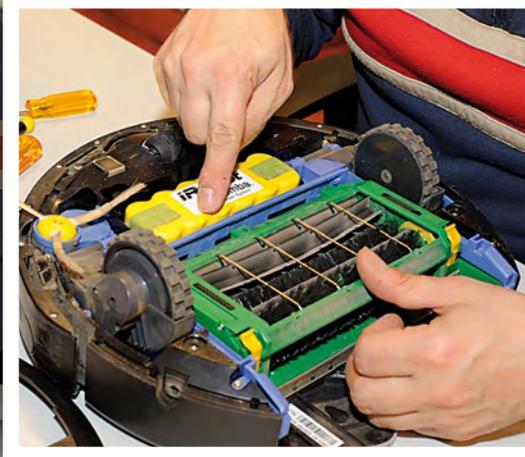
stellen sicher, dass Roomba keinen Treppensturz erleidet. Die Unterseite des Saugbots lässt erkennen, dass es sich eigentlich um einen Teppichkehrer mit Bürstenwalze und einer zusätzlichen rotierenden Bürste (sidebrush) für die Ecken handelt. Auf der Oberseite gibt es noch einen optischen Sensor, der wohl das Finden der Ladestation und das Einparken erleichtert.

Demontage!

Wenn es ums Zerlegen geht, gibt es bei uns nur einen Spezialisten, der ohne Zögern und Skrupel zum Schraubenzieher greift: Jan! Selbst das Risiko einer Haftung für angerichtete Schäden könnte ihn nicht davon abhalten.

Erste Details aus dem Innenleben werden sichtbar: Die Batterien (3 Ampère, 12 Zellen, 15,57 V mit Sensoranschlüssen), die gefederten Räder mit eigenem Motor (RS 540), zahlreiche Schrauben, Nieten und ... Staub. Das lenkbare Rad vorne ist schwarz/weiß ausgeführt. Dies ist eine einfache Methode, um festzustellen zu können, ob sich





der Roomba bewegt. Darüber hinaus entdecken wir noch vier zusätzliche IR-Sensoren, die den Roomba auf dem richtigen Weg halten (sollen). Da offenbar nicht aller Staub im Staubbeutel landet, würde unserem Roomba eine Grundreinigung gut tun.

Endlich: Elektronik

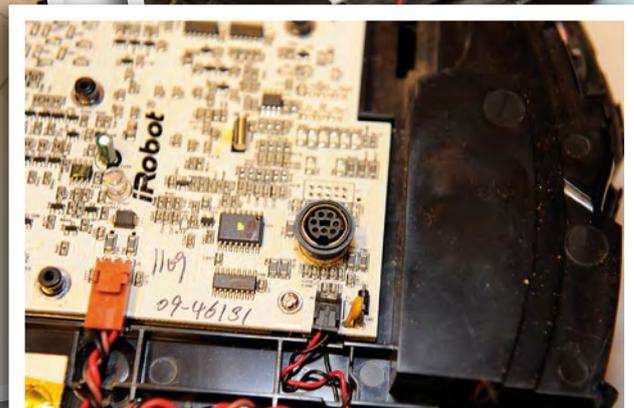
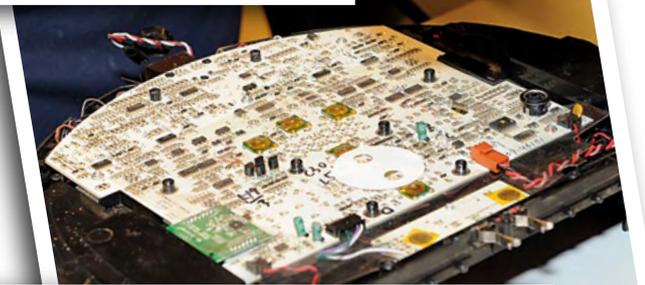
Eine große Hauptplatine mit einer WLAN-Aufsteckplatine (mit Freescale MC13202r), einem ARM7 von ST als Hauptprozessor und einer Steckverbindung für Software-Updates. Das Benutzerinterface ist noch mit traditionellen 7-Segment-Displays bestückt, die zum Beispiel zur Einstellung von Zeiten dienen. Außerdem kommuniziert Roomba über eine Sprachausgabe mit seinem Besitzer, und das natürlich in vielen wählbaren Sprachen. Jetzt liegen eine Menge Teile auf dem Tisch, und auf wundersame Weise soll wieder ein Roomba daraus werden. Versprochen ist versprochen...

Ende gut, alles gut

Der Roomba bietet mit seinem Programmier-Anschluss die Möglichkeit für Updates und Einstellungen in der Software. Im Internet gibt es natürlich schon Tweaks und Hacks. So wird der Roomba zum Beispiel als Musikinstrument verwendet. Es ist wohl auch schon gelungen, zwei Roombas gegeneinander kämpfen zu lassen (was wir natürlich nicht goutieren). Sehen Sie selbst:

- <http://roomba.pbwiki.com>
- www.makezine.com/blog/archive/2006/03/videos_from_roomba_fights.html
- <http://todbot.com/blog/2006/05/03/roombamidi-roomba-as-midi-instrument>

(100015)



USB-On-the-Go, OLED & kapazitives Touchpad

Neues PIC24F-Starterkit

Von Clemens Valens

Die neueste Evaluations-Hardware für die 16-bit-Mikrocontroller-Familie PIC24F von Microchip wird in einer DVD-Hülle geliefert und ist recht komplett ausgestattet: Ein integrierter Programmer und Debugger, ein kapazitives Touchpad, ein kleines OLED-Display, ein Controller und nicht weniger als drei USB-Ports!

Das neue Starterkit für die Mikrocontrollerfamilie PIC24F besteht aus wenigen Teilen, die komplett in eine DVD-Box passen: Man findet darin das eigentliche Evaluations-Board, ein USB-Kabel und eine CD. Die Installation des Kits ist so einfach wie seine Konzeption: Man stecke die CD in das optische Laufwerk des PCs und die relevante Software wird installiert. Anschließend kann man das Board mit dem USB-Kabel an den PC anschließen und das war's dann auch schon. Auf eine Sache sollte man allerdings achten: Die Platine hat nämlich eine „normale“ und zwei Mini-USB-Buchsen und man muss schon die richtige Buchse verwenden, die auf der Seite der Platine mit der Aufschrift „DEBUGGER“ platziert ist. Auf der CD befinden sich wohlbekannte Software-Tools von Microchip: die Entwicklungsumgebung MPLAB IDE und die Studentenversion des C-Compilers MPLAB C30. Diese Version ist für einen Zeitraum von 60 Tagen komplett funktionstüchtig. Anschließend wird der Funktionsumfang begrenzt, was aber auf die im Zeitraum der ersten 60 Tage erstellten Projekte keinen Einfluss hat. Laut Dokumentation kann das Evaluations-Board aber nur mit der auf der CD vorhandenen Version von MPLAB (V8.11) betrieben werden. Hinzu kommt, dass Windows (sogar XP Professional) vorausgesetzt wird, was Mac-OS X- und Linux-Nutzer zur Verwendung von Windows auf einer virtuellen Maschine bzw. zur Nutzung eines Windows-Emulators zwingt.

Hardware

Vor den ersten Experimenten noch ein Blick auf die Platine: Diese ist zweigeteilt in den Programmer/Debugger mit Mini-USB-Port und PIC18F67J50 sowie das eigentliche Starterkit, das an der Trennlinie mit „APPLICATION“ beschriftet ist und den Controller PIC24FJ256GB106 beherbergt. Der zweite Teil ist von besonderem Interesse, denn hier befindet sich zentral ein kleines OLED-Display mit immerhin 128 x 64 Pixel auf einer Anzeigefläche von 25 x 15 mm. Hinzu kommt ein kapazitives Touchpad mit fünf Tasten, eine RGB-LED, ein Poti und zwei USB-Buchsen, davon eine in Miniaturausführung, die aber einen elektrischen USB-Anschluss gemeinsam verwenden und somit nicht gleichzeitig genutzt werden können. Die Platine wird direkt über den USB versorgt und zwar unabhängig davon, in welcher Buchse das Kabel steckt.

Ein nicht zu verachtender Aspekt ist, dass die USB-Ports und der eingebaute Mikrocontroller kompatibel mit dem Standard USB 2.0 On-the-Go (siehe Kasten) sind. Zum Lieferumfang gehört auch eine passende C-Bibliothek, die alles Nötige zur Entwicklung von USB-2.0-Applikationen (OTG und Nicht-OTG) enthält. Neben dem Display dürfte Elektronikern auch das kapazitive Touchpad auffallen. Der Controller verfügt über ein Interface für diese Art Tasten, was ihre Verwendung stark vereinfacht. Das kleine OLED-Display schließlich ermöglicht mit seiner grafischen C-Bibliothek die schnelle Realisierung von grafischen Benutzerschnittstellen. Eigentlich fehlt nur noch ein MP3-Decoder und man kann sich damit seinen eigenen iPod-Klon bauen! Das Einzige, was sich an dieser Platine eventuell bemängeln ließe ist, dass man damit praktisch nichts steuern kann, denn sie verfügt über keinerlei Anschlüsse, über die I/O-Leitungen zugänglich wären. Auch in punkto Lochrasterfeld für experimentelle Zutaten ist Fehlanzeige. Es ist also tatsächlich ein reines Starterkit und kein Entwicklungssystem.

Software

Wenn die Platine richtig an einen PC angeschlossen ist, sollte das Ganze ohne Probleme starten. Dabei leuchten zwei grüne LEDs auf dem Debugger-Teil der Platine auf und das OLED-Display wird zunächst weiß. Kurz darauf erscheint ein Willkommens-text. Die RGB-LED leuchtet dann mit einer Helligkeit auf, die richtig weh tut. Zum Glück erlischt die LED schnell wieder.

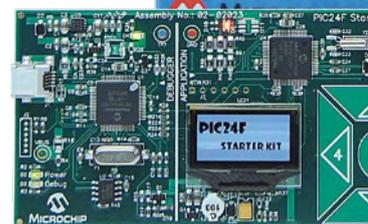


Bild 1. Das PIC24F-

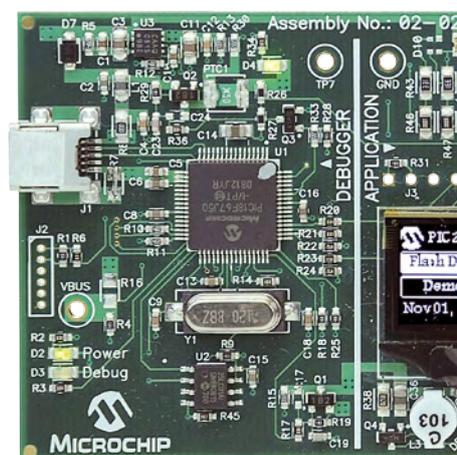


Bild 2. Das Board in Aktion.



Die folgenden Demos sind allerdings sehr eindrucksvoll: Auf dem Startbildschirm erscheint ein Menü mit vier Auswahlmöglichkeiten plus Datum und Uhrzeit. Es kann zwischen den Optionen „Flash Drive“, „Utilities“, „Demos“ und „Games“ ausgewählt

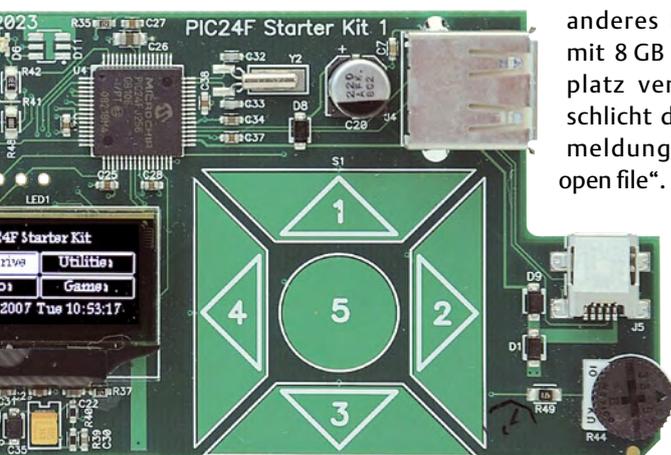
werden - selbstverständlich mit Hilfe der kapazitiven Tasten. Nach Auswahl von „Flash Drive“ wird man gebeten, einen USB-Stick anzuschließen. Wenn dieser eingesteckt ist, erscheint ein Scroll-Fenster mit den enthaltenen Ordnern und Dateien. Man kann damit

also den Inhalt des USB-Sticks inspizieren.

Die Option „Utilities“ enthält die Möglichkeit, das Datum und die Uhrzeit einzustellen und das kapazitive Touchpad zu kalibrieren (man kann es sehr viel empfindlicher machen). Auch ein Selbsttest der Karte ist hier zu finden.

Bei „Demo“ kann man drei Demonstrationen abrufen. Es lässt sich zum Beispiel die Helligkeit der drei Farben der RGB-LED unabhängig voneinander einstellen. Via Modus „Graph“ wird eine Kurve auf dem Display dargestellt, die sich mit dem Poti beeinflussen lässt. Die Anzeigeschwindigkeit kann man mit den kapazitiven Tasten ändern. Der Modus „Capture“ ähnelt dem vorhergehenden, außer dass statt dem Poti jetzt der Inhalt eines USB-Sticks die Kurve beeinflusst. Ein Bug sorgt wohl dafür, dass der angesteckte Stick nach ein paar Durchläufen leer ist und selbst an einem PC nicht mehr gelesen werden kann. Ein

anderes Exemplar mit 8 GB Speicherplatz verursachte schlicht die Fehlermeldung „cannot open file“.



Prominent im Zentrum sitzt das OLED-Display.

Technische Daten

PIC24F Starter Kit DM240011

- Mikrocontroller PIC24FJ256-GB106
- USB 2.0 OTG
- 256 KB Flash-Speicher
- 16 KB RAM
- OLED-Display 128x64 Pixel
- Kapazitives Touchpad
- RGB-LED
- Potentiometer
- Integrierter Programmer/Debugger
- Inklusive MPLAB, ASM30, C30 und Quell-Code

Die letzte Option „Games“ bietet drei einfach zu bedienende grafische Spielchen mit den Titeln „ShuBox“, „Shapelet“ und „Blaster“. Zwecks Inspiration zu eigenen Projekten ist der komplette Quell-Code auf der CD enthalten.

Die CD wartet außerdem auch mit dem „MPLAB Starter Kit for PIC24F MCUs“ auf, das sich bei der Installation in MPASM Suite, MPLAB ASM30, MPLAB C30 und MPLAB IDE aufteilt. Weiter enthalten ist ein Verzeichnis mit drei Bibliotheken für Grafik, USB und Speicherkarten. Der C-Source-Code ist ebenso dabei wie die Dokumentation und ein paar extra Tools, mit denen man beispielsweise Grafik-Dateien (BMP) und Fonts (FNT, TTF und OTF) in HEX-Dateien konvertieren kann, um sie zusammen mit der grafischen Bibliothek auf dem Display verwenden zu können.

Nach dem Start von MPLAB sollte das Board direkt erkannt werden. Die Projekte mit den Demos sind schnell gefunden und werden problem- und fehlerlos kompiliert. Das Laden in den Mikrocontroller dauert nicht mehr als zehn Sekunden - anschließend erhält das Board einen Reset und das Programm startet.

Fazit

Das Starterkit ist eine runde Sache und die Inbetriebnahme gelingt einfach und schnell. Verglichen mit dem Elektor-Lesern nicht unbekanntem Explorer 16 ist dieses Board sehr viel komfortabler. Allerdings werden auch unterschiedliche Zielgruppen angepeilt: Mit dem Explorer 16 werden eher Elektroniker angesprochen, die etwas steuern und nicht nur die Möglichkeiten dieser PICF-Familie erforschen wollen.

(080927)

Weblinks

www.microchip.com/stellent/idcplg?IdcService=SS_GET_PAGE&nodeId=1406&dDocName=en535092

USB On-the-Go (OTG)

Der Begriff „USB On-the-Go“ bezeichnet eine Erweiterung des USB-Standards. Ein OTG-kompatibles Gerät kann sowohl USB-Host als auch USB-Slave spielen und je nach Bedarf die Rolle wechseln. Zwei OTG-kompatible Geräte können also miteinander kommunizieren, ohne dass ein extra Host wie ein PC erforderlich wäre. Dies ist zum Beispiel auch beim Anschluss moderner Digital-Kameras an einen Drucker der Fall, der den direkten Ausdruck von Fotos ohne PC erlaubt - echtes USB-2-go also.

Hinein ohne Schlüssel

Musikalisches Codeschloss



Von Bernard Chabbert (F)

Codeschlösser sind nützlich und praktisch, vorausgesetzt natürlich, dass der, der Einlass begehrt, den Code nicht vergisst. Zur Ausstattung solcher Anlagen gehört häufig ein Anschluss für einen Taster, der die Tür auch ohne Codeeingabe öffnet. Die dorthin führenden Leitungen dürfen selbst bei Vandalismus-Attacken nicht von außen zugänglich sein. Das hier vorgestellte Codeschloss hat eine solche Sicherheitslücke nicht. Es kann drei elektrisch bedienbare Schlösser steuern, die Schlüssel sind die Geheimzahlen.

Eigenschaften

- Tastenfeld mit akustischen Effekten
- Vier 15-stellige Zahlencodes
- Drei einzeln steuerbare Relaisausgänge
- Spielt den Marsch der Fremdenlegion
- Mikrocontroller PIC16F84
- Keine Spezialbauteile

Das Codeschloss arbeitet mit vier wahlfreien Zahlencodes mit bis zu 15 Ziffern. Auch lange Geheimnummern bleiben im Gedächtnis, wenn sie beispielsweise aus häufig gewählten Telefonnummern kombiniert werden. Der Besitzer des ersten Codes ist hier der Codeschlossverwalter, der alle Codes ändern darf.

Aus Gründen der Sicherheit ist die Schaltung zweigeteilt. Deshalb sind an der Tür nur das Tastenfeld und ein kleiner Lautsprecher platziert. Über den Lautsprecher werden die Tasterbetätigungen akustisch quittiert. Natürlich müssen Tastenfeld und Lautsprecher wetterfest sein, wenn sie im Freien installiert sind. Der übrige Teil des Systems wird an einem unzugänglichen Ort untergebracht. Ein Signalton bestätigt jeden Tasterdruck unabhängig davon, ob korrekte oder falsche Ziffern eingegeben werden. Eingabefehler sind erst erkennbar, nachdem die Geheimzahl vollständig eingegeben ist. Die Geheimzahl darf nicht mit einem Stern (*) beginnen, sie muss mit einer Raute (#) abgeschlossen werden. Wenn das System

den Code akzeptiert, wird ein Relais aktiviert (drei Relais sind vorhanden), oder das System wechselt wie in **Tabelle 1** angegeben in den Verwaltermodus. Nicht korrekte Codes werden von einem internen Zähler gezählt. Nach vier Fehleingaben ist die Eingabe für die nächsten zwei Minuten gesperrt. Ferner wird die Sicherheit dadurch erhöht, dass die Zeit zwischen zwei Tasterbetätigungen höchstens zwei Sekunden betragen darf. Wird diese Zeit überschritten, bleiben weitere Eingaben wirkungslos. Drei aufeinander folgende Töne weisen darauf hin, dass der Vorgang abgebrochen wurde. Falls ein Benutzer seine Geheimzahl vergisst, kann nur der Verwalter eine neue

Geheimzahl einrichten. Sollte dem Verwalter das gleiche Missgeschick passieren, ist ein Zugriff auf die System-Hardware erforderlich.

Elektronisches Schloss

Beim Betrachten der Schaltung in **Bild 1** fällt auf: Kein Tastatur-Encoder, keine Vorkehrungen zum Entprellen der Tasterkontakte, keine nur schwierig beschaffbaren Bauelemente. Der Mikrocontroller, Typ PIC16F84, übernimmt sämtliche zentralen Aufgaben. Sein interner, von P1 und C5 gesteuerter Taktozillator schwingt mit der Frequenz 1 MHz, was dem Ausführen von 250000 Instruktionen in der Sekunde entspricht. Die Mikrocontroller-Ausgänge RB1...RB3 legen Spannungen an die aus vier Reihen und drei Spalten bestehende Tastaturmatrix. Abhängig vom Schließen der Tasterkontakte gelangen die Spannungen zu den Eingängen RB4...RB7. Wird beispielsweise Taster 5 gedrückt, erhält Eingang RB5 einen Impuls. Tasteraktivitäten wecken den Mikrocontroller aus seinem „Sleep“-Modus. In diesem Modus ist der Taktozillator inaktiv, der Strombedarf des Mikrocontrollers geht gegen Null.

Nach Eingabe eines gültigen Codes hat ein Druck auf den Taster „1“ zu Folge, dass über Ausgang RB0 das Relais RE1 für zwei Sekunden anzieht. Relais RE2 zieht an, wenn der Taster „2“ gedrückt wird, und Relais RE3 wird beim Drücken des Tasters „3“ aktiv. Dieses über Mikrocontroller-Leitung RA2 und Transistor T2 gesteuerte Relais ist zum Schalten eines mit Niederspannung arbeitenden, elektromechanischen Türöffners vorgesehen.

Für das vom Mikrocontroller erzeugte Tonsignal sind die Ausgänge RA0 und RA1 zuständig. Das Tonsignale klingen nicht wie ein „Beep“, sondern eher wie ein „Ping“. Bevor das Tonsignal zum Lautsprecher gelangt, wird Kondensator C6 über Ausgang RA0 und Transistor T1 während 80 ms geladen. Danach schaltet Ausgang RA1 das Tonsignal über T3 für 80 ms zum Lautsprecher durch. Die Rückkehr zum bekannten „Beep“ ist möglich, indem R7, T1 und C1 weggelassen werden und der Lautsprecher mit Widerstand R6 verbunden wird.

Mikrocontroller-Leitung RA4 tritt in Funktion, wenn die Geheimzahl des Verwalters verloren gegangen ist: Auf K4 muss ein Jum-

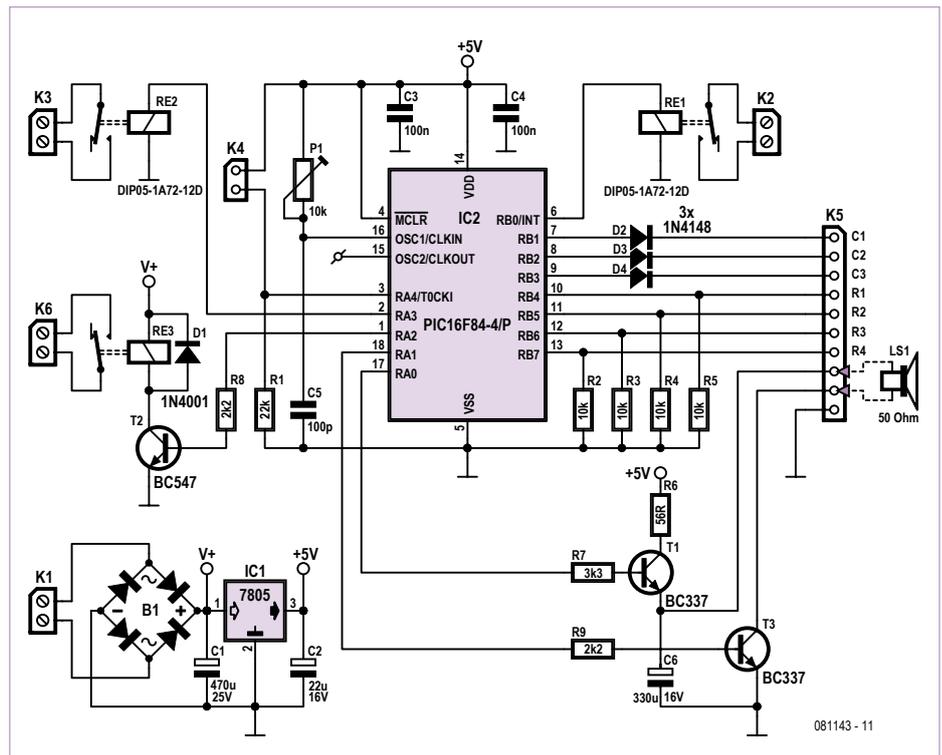


Bild 1. Ein kleiner Mikrocontroller ersetzt viele Bauteile, so dass die Schaltung sehr einfach ausfällt.

per aufgesteckt werden, dann werden nacheinander die Taster „*“ und „#“ gedrückt, anschließend wird der Jumper abgenommen. Beim Aufstecken und Entfernen des Jumpers muss die Betriebsspannung abgeschaltet sein. Die Prozedur setzt die Geheimzahl des Verwalters (Code 1) auf „#“ zurück. Diese Geheimzahl gilt auch bei der ersten Inbetriebnahme, also unmittelbar nach dem Programmieren des Mikrocontrollers.

Marsch der Fremdenlegion

Der Mikrocontroller erzeugt vier verschiedene hohe Töne, sie werden in 80 ms langen Intervallen abgespielt. Wenn die Taktozillatorfrequenz mit P1 korrekt eingestellt ist, haben die Töne die Frequenzen 784 Hz (G5), 1047 Hz (C6), 1319 Hz (E6) und 1568 Hz (G6). Die vier Töne genügen, um den Bläser-Part des Marsches der Fremdenlegion ertönen zu lassen. Da im Programm-

Tabelle 1.

Nach Eingabe eines gültigen Codes und des Zeichens „#“ stehen acht Optionen zur Wahl. Ein Relais zieht an, wenn anschließend „1“, „2“, „3“ oder „8“ gedrückt wird.

Eingabe	Funktion
1	Relais RE1 für 2 s aktivieren
2	Relais RE2 für 2 s aktivieren
3	Relais RE3 für 2 s aktivieren
4	Einen der vier Codes ändern: Ohne Pause, die länger als 2 s ist, den Code 1 gefolgt von „#4“ eingeben. Daran anschließend müssen der neue Code, ein „#“ und die Nummer des zu ändernden Codes (1...4) folgen. Der alte Code wird nur nach korrekter Eingabe überschrieben. Die akustischen Signale bestätigen die Eingaben.
5	Akustische Signale abschalten
6	Akustische Signale einschalten
7	Einstellen der Oszillatorfrequenz
8	Relais RE3 für 5 s aktivieren

Stückliste

Widerstände:

R1 = 22 k
R2...R5 = 10 k
R6 = 56 Ω
R7 = 3k3
R8, R9 = 2k2

Kondensatoren:

C1 = 470 μ /25 V stehend
C2 = 22 μ /16 V stehend
C3, C4 = 100 n
C5 = 100 p
C6 = 330 μ /16 V stehend

Halbleiter:

B1 = Brückengleichrichter
800 mA (z.B. W06M)
D1 = 1N4001
D2, D3, D4 = 1N4148
IC1 = 7805
IC2 = PIC16F84-4/P (programmiert, 081143-41, siehe [2])
T1, T3 = BC337
T2 = BC547

Außerdem:

P1 = Mehrgang-Trimpoti 10 k, horizontale Montage
RE1, RE2 = Relais SPNO 5 V/500 Ω (Meder DIP05-1A72-12D)
RE3 = Relais DPDT 12 V (Tyco V23057-B002-A201)

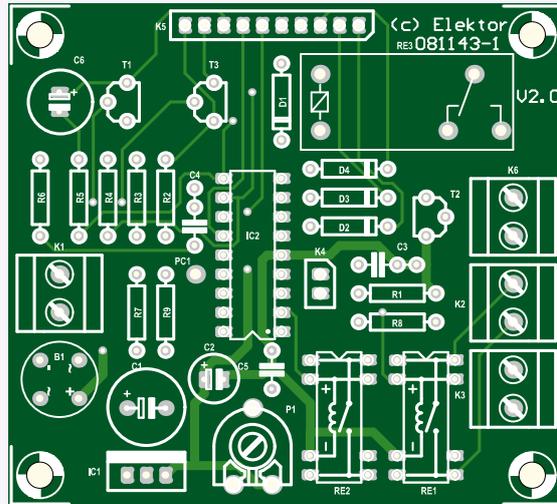


Bild 2. Bestückung der Platine.

K1, K2, K3, K6 = Kabelschraubklemme 2-polig, Raster 5 mm
K4 = Stiftleiste 2-polig mit Jumper
K5 = Stiftleiste 10-polig, Raster 2,54 mm
Lautsprecher, Mini-Ausführung 50 Ω
Tasterblock, Matrix 4 · 3 Taster
Platine 081143-1, siehe [2]

speicher des Mikrocontrollers noch Platz war, wurde dieses „Gadget“ in das Codeschloss implementiert. Wenn der Benutzer nach korrekter Eingabe seines Codes den Taster 7 betätigt, erklingt aus dem Lautsprecher etwa ein Minute lang der „Marsch der Fremdenlegion“. Mit einem Oszilloskop lässt sich die Mikrocontroller-Taktfrequenz und damit auch die Tonlage genau einstellen. Dazu muss die Frequenz des Rechtecksignals, das während der Wiedergabe an Testpunkt PC1 liegt, auf 250 kHz eingestellt werden. Zum Einstellen kann auch eine Stimmgabel oder ein Musikinstrument dienen. Wichtig ist eigentlich nur, dass die Melodie nicht zu schnell und nicht zu langsam wiedergegeben wird. Solange keine Wiedergabe stattfindet, arbeitet der Mikrocontroller im „Sleep“-Modus. Dann ist der Oszillator außer Funktion, auf dem Oszilloskop ist kein Signal sichtbar. Die Tonwiedergabe kann deaktiviert werden, wenn nach einer korrekten Code-Eingabe die Ziffer „5“ folgt. Anschließend lassen sich die Töne wieder aktivieren, indem an die Code-Eingabe die Ziffer „6“ angehängt wird. Nach Einschalten der Betriebsspannung ist die Wiedergabe immer aktiviert. Ein Netztrafo gehört nicht zur Schaltung, die Betriebsspannung liefert ein handels-

übliches Steckernetzteil. Die Gleich- oder Wechselspannung an seinem Ausgang muss ungefähr 12 V betragen, das Steckernetzteil wird mit etwa 150 mA belastet. Gleichrichter B1 formt entweder die Wechselspannung des Steckernetzteils um, oder er schützt vor Verpolung einer angelegten Gleichspannung.

Die Kontakte der DIL-Relais RE1 und RE2 sind für Ströme bis 0,2 A ausgelegt – zu wenig für einen elektrischen Türöffner mit einem Strom von 2 A bei 12 V. Deshalb ist in der Schaltung das stärkere Relais RE3 vorhanden, dessen eine Seite an Punkt V+ unmittelbar hinter Gleichrichter B1 liegt. Da der Strom einer Mikrocontroller-Leitung zum Schalten dieses Relais nicht ausreicht, ist Transistor T2 dazwischen geschaltet.

Mikrocontroller-Programm

Das Programm wurde im Assembler von Microchip geschrieben. Der Quellcode des Programms ist kommentiert. Der Quelltext wurde mit MPASMWIN assembliert, dieser Assembler ist Bestandteil von MPLAB [1]. Die Objektdatei muss mit einem PIC-Programmer in den Mikrocontroller geladen werden. Die für das Codeschloss entworfene Platine ist nicht für die ICSP-Programmierung vorgesehen.

Der Quellcode, ein Flussdiagramm und die Objektdatei (.hex) können von der Elektor-Webseite [2] kostenlos heruntergeladen werden.

Bauen und Testen

Der Aufbau der Schaltung auf der Platine (Bild 2) ist nicht schwierig. Bei den DIL-Relais RE1 und RE2 muss auf korrekte Position geachtet werden, wegen der internen Dioden sind diese Relais gepolt. Relais RE3 wird wie von den Platinenbohrungen vorgegeben montiert. Auch beim Einsetzen des Mikrocontrollers ist auf die richtige Lage zu achten. Das Tasterfeld und der Lautsprecher werden über ein zehnnadriges Kabel mit der übrigen Schaltung verbunden, wobei eine Ader als Masse dient. Die Masseleitung wird an den Minuspol der Stromversorgung und an die Kabelabschirmung gelegt.

Nach dem Schaltungsaufbau und der Verdrahtung kann die Betriebsspannung eingeschaltet werden. Zuerst gibt der Lautsprecher drei hohe Töne wieder, sie deuten auf die Initialisierung hin. Falls der Lautsprecher stumm bleibt, hat sich ein Fehler eingeschlichen. Vor der Fehlersuche ist die Betriebsspannung abzuschalten.

Wenn der Lautsprecher signalisiert, dass der Mikroprozessor arbeitet, wird Taster „1“ gedrückt. Jetzt muss Relais RE1 für zwei Sekunden anziehen, was mit einem Ohmmeter leicht kontrollierbar ist. Ein Tonsignal bestätigt den korrekten Code, danach folgt eine fünfteilige Tonfolge, die das Ende der Prozedur signalisiert, und schließlich kündigen drei Töne die Initialisierung des Mikrocontrollers an. Der letzte Schritt ist der Wechsel in den „Sleep“-Modus, er wird erst bei der nächsten Tasterbetätigung verlassen.

Wir empfehlen, vor der Installation an der Haustür alle in Tabelle 1 zusammengefassten Optionen zu testen. Ein weiterer Rat: Vielleicht sollten Sie wenigstens den Code 1 notieren und an einem sicheren Ort aufbewahren. Viel Spaß, Sie können jetzt Taster „7“ drücken!

(081143)gd

Weblinks

- [1] www.microchip.com/mplab
- [2] www.elektor.de/081143
- [3] perso.orange.fr/bernard.chabbert

TV-Sender (1994)

Von Jan Buiting, PE1CSI (Elektor UK/US)

In den frühen 90ern des vergangenen Jahrhunderts war plötzlich viel Betrieb im 23-cm Band (1250...1300 MHz) zu verzeichnen, da breitbandige HF-Leistungsverstärker auf den Markt kamen, die bei diesen Frequenzen Leistungen im Wattbereich ermöglichten. Die meisten dieser Verstärker stammten von Motorola oder Mitsubishi und waren ursprünglich als eine Art Nachbrenner für Basisstationen der boomenden Mobilfunksparte im Bereich 800/900 MHz gedacht. In den Jahren davor hatten am 23-cm-Band interessierte Funkamateure lediglich die Alternativen, sich entweder mit einigen mW zufrieden zu geben, mit teuren Transistoren zu jonglieren oder sich den Schwierigkeiten des Baus eines HF-Leistungsverstärkers mit Röhren (häufig mit der 2C39) zu stellen.

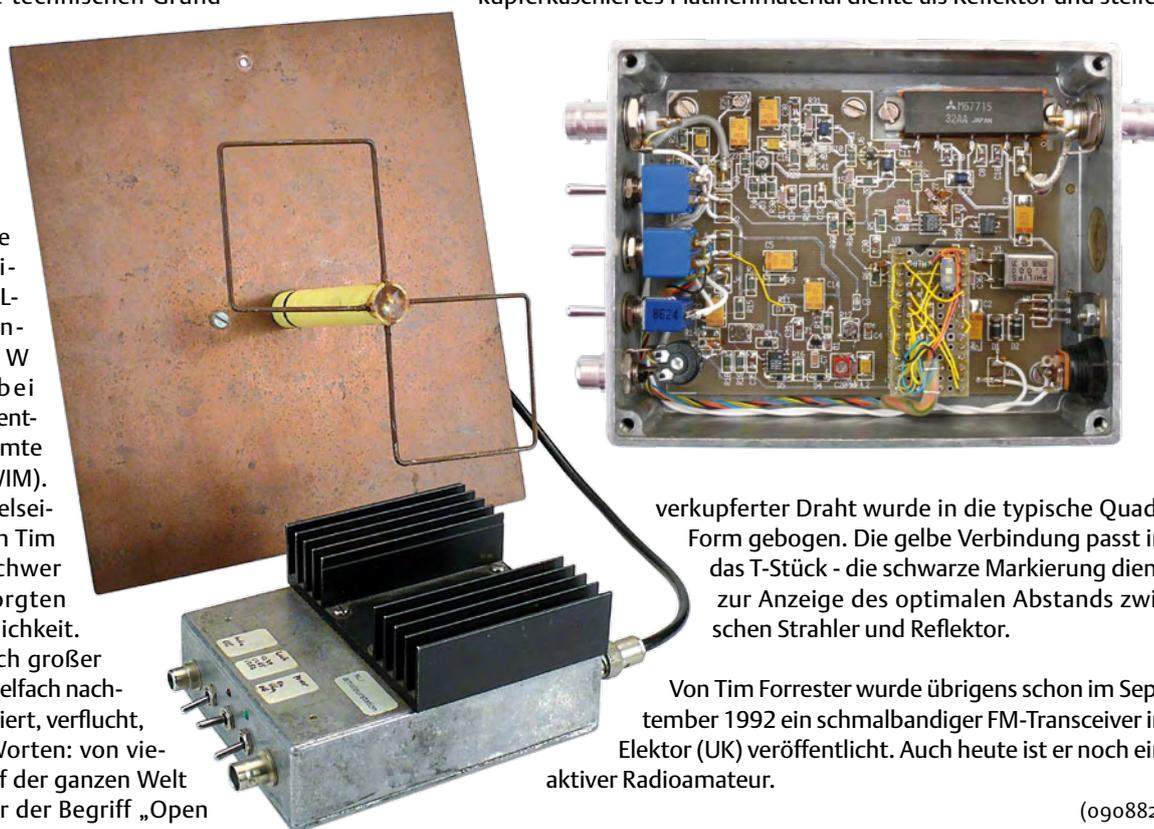
Das 23-cm-Band erhielt seinen Namen vom intensiv für Sprechfunk, Morsecode und SSB-Betrieb genutzten Bereich zwischen 1296 und 1298 MHz. In vielen Bereichen der Welt sind Frequenzen bis hinab zu 1240 MHz zugelassen, was noch viel Platz für neue Betriebsarten bietet, die sich bei Bändern mit 70 cm und mehr nicht realisieren lassen. Der Bereich um 24 cm eignet sich zum Beispiel sehr gut für ATV (Amateur-Fernsehen). Hier kann sogar Breitband-FM für TV-Übertragungen verwendet werden. Glücklicherweise waren just zur gleichen Zeit Satelliten-Receiver auch für Privatleute erschwinglich geworden. Als dann Mitsubishi sich zu weniger restriktiven Lieferbedingungen bei ihren M67xxxx-Leistungsverstärkern entschließen konnte, waren die technischen Grundlagen für richtiges ATV im 24-cm-Band gegeben, denn damit konnten dann etliche Relais-Stationen von Funkamateuren errichtet werden.

Im Juni 1994 wurde in Elektor ein Klassiker in Form eines PLL-gesteuerten ATV-Senders mit immerhin 1,5 W Ausgangsleistung bei 1250...1270 MHz veröffentlicht. Der Entwurf stammte von Tim Forrester (G4WIM). Eine aufwendige, doppelseitige Platine und ein von Tim beziehbares Kit mit schwer erhältlichen Teilen sorgten für hohe Nachbautauglichkeit. Das Projekt erfreute sich großer Beliebtheit und wurde vielfach nachgebaut, kopiert, modifiziert, verflucht, gelobt - mit anderen Worten: von vielen Radioamateuren auf der ganzen Welt eingesetzt, lange bevor der Begriff „Open

Source“ erfunden war. Einer der vielen kreativen Nachbauer war Geert Jan de Groot (PE1HZG), der seinen TV-Sender freundlicherweise zur Verfügung stellte und so zu diesem Beitrag motivierte.

Die Modifikationen gegenüber der Elektor-Schaltung betrafen eine Zusatz-Platine für drei Kanäle (anstelle von zweien), welche die PLL auf die von Geert Jan bevorzugten Frequenzen von 1279, 1265 und 1252 MHz setzte. Zusätzlich wurde der Netzschalter mit dem Schalter für die Sendeleistung kombiniert. Ein weiterer Schalter erlaubte die Deaktivierung des Ton-Hilfsträgers (nützlich für Messungen). Wie schon im Artikel von 1994 empfohlen, ist der Sender in ein Druckguss-Gehäuse eingebaut und dessen Boden mit einem Kühlkörper versehen, um die Wärme des M67715-Moduls abzuführen. Im 24-cm-Band hängt die Reichweite hauptsächlich von der Antenne und der Antennenhöhe ab. Über verlustarmes Coax-Kabel werden daher meist parabol Antennenkonstruktionen, spezielle Yagis oder andere Richtantennen auf hohen Sendemasten betrieben.

Der TV-Sender von 1994 war nicht nur kompakt und für 12-V-Betrieb geeignet, sondern hatte auch genug Leistung, um Videosignale über etliche Kilometer zu übertragen. Auch ein portabler Betrieb war so möglich, weshalb Funkamateure zur Freude des lokalen Publikums regionale interessante Veranstaltungen übertragen konnten. Für solche Zwecke baute sich Geert Jan eine Bi-Quad-Antenne aus 5/8"-PVC-Rohren und einem passenden T-Stück. Ein Stück beidseitig kupferkaschiertes Platinenmaterial diente als Reflektor und steifer



verkupferten Draht wurde in die typische Quad-Form gebogen. Die gelbe Verbindung passt in das T-Stück - die schwarze Markierung dient zur Anzeige des optimalen Abstands zwischen Strahler und Reflektor.

Von Tim Forrester wurde übrigens schon im September 1992 ein schmalbandiger FM-Transceiver in Elektor (UK) veröffentlicht. Auch heute ist er noch ein aktiver Radioamateur.

(090882)

Retronik ist eine monatliche Rubrik, die antiker Elektronik und legendärer ELEKTOR-Schaltungen ihre Referenz erweist. Beiträge, Vorschläge und Anfragen schicken Sie bitte an: editor@elektor.com

Impulse vermessen mit ATtiny2313

Von Vladimir Mitrovic (Kroatien)



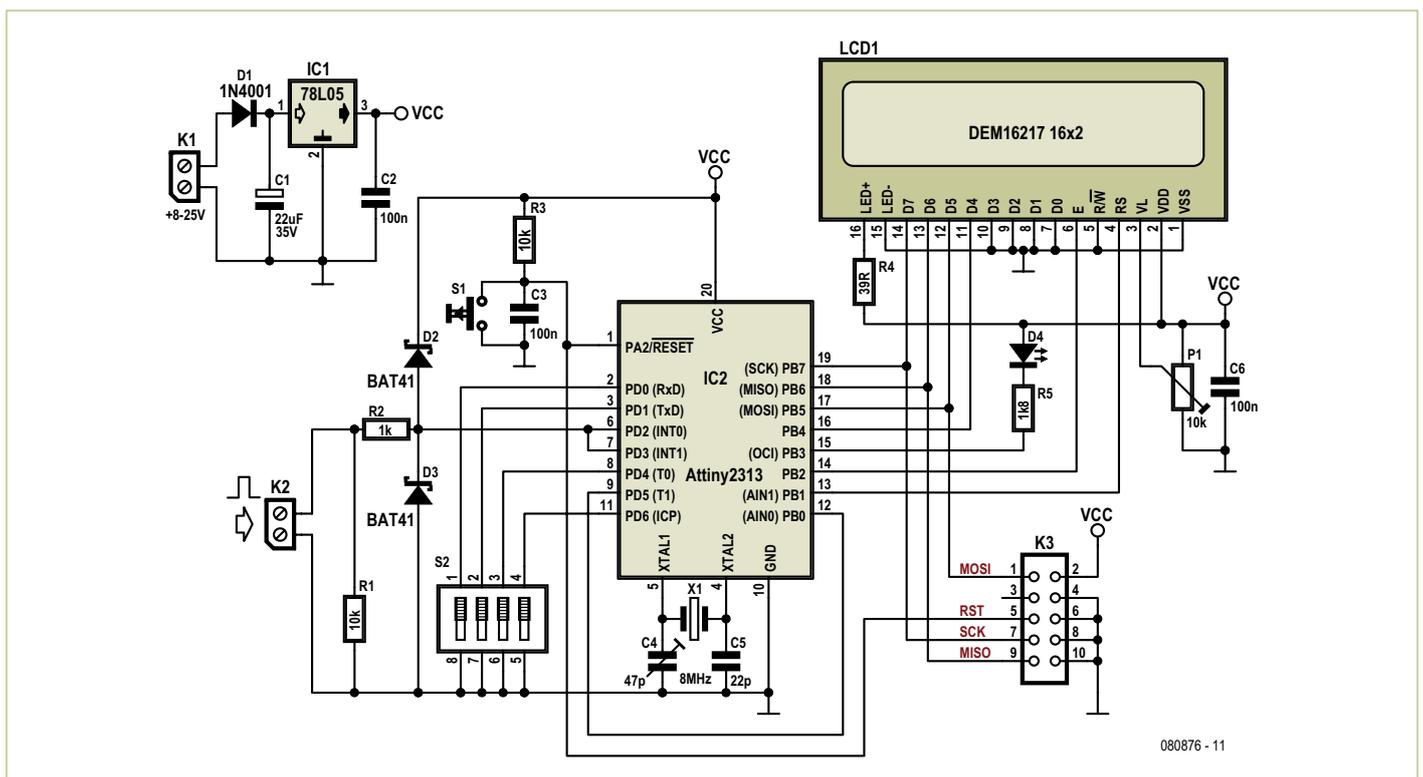
Dieses Projekt zeigt, wie wenig Hardware heute nötig ist, um die Dauer von Impulsen und andere interessante technische Zeiten präzise zu messen und auf einem LCD anzuzeigen. Im Prinzip reicht schon ein AVR-Mikrocontroller vom Typ ATtiny2313 aus, um die Zeit zwischen zwei Impulsflanken an den Eingängen PD2 (Pin 6) und PD3 (Pin 7) zu erfassen. Es können Zeiten im Bereich von

10 μ s bis zu 30 Minuten mit einer Auflösung von immerhin 1 μ s erfasst werden. Ein zweiter Messbereich eignet sich für Zeiten zwischen 1 ms und 4 Stunden und hat eine Auflösung von 1 ms. In der Schaltung ist der vierfache DIP-Schalter S2 für die Betriebsmodi zuständig:

- S2a Pins 1/8: Start der Messung mit steigender oder fallender Flanke.
- S2b Pins 2/7: Stopp der Messung mit steigender oder fallender Flanke.
- S2c Pins 3/6: Messbereich mit μ s- oder ms-Auflösung.
- S2d Pins 4/5: Kontinuierliche oder Einzelmessung.

Dabei bedeutet bei S2a und S2b ein geschlossener Schalter eine steigende und ein offener eine fallende Flanke. Bei S2c steht ein geschlossener Schalter für

den μ s-Bereich und ein offener für den ms-Bereich. Man kann damit folglich die Dauer eines Impulses, die Dauer der Pause zwischen zwei Impulsen, den Impulsabstand und sogar den Pausenabstand messen. Bei S2d hat ein geschlossener Schalter Einzelmessungen und ein offener kontinuierliche Messungen zur Folge. Alle Schalterstellungen sind voll kombinierbar, was insgesamt 16 Möglichkeiten ergibt. Eine schematische Darstellung der von S2 abhängigen Modi zeigt **Tabelle 1**. Die gemessene Zeit wird auf einem LC-Display mit zwei Zeilen zu 16 Zeichen angezeigt. In der ersten Reihe steht der Typ des Zeit-Intervalls, der Messbereich und das Messverfahren - in der zweiten Zeile dann die gemessene Zeit. LED D4 leuchtet während der Messung und erlischt in den Pausen zwischen zwei Messungen und nach einer Einzelmessung. Sie zeigt also an, ob und wann sich etwas tut. Da dies nicht so wichtig ist, kann sie auch weggelassen werden.



080876 - 11

Im μs -Bereich wird der 8-bit-Timer/Counter0 des ATtiny2313 in den „normal mode“ versetzt und der Compare-Match-Ausgang B aktiviert. Der Zähler erfasst dann die (vorgegebenen) Taktimpulse des Controllers. Bei einem Takt von 8 MHz wird der Teilerfaktor des Vorteilers demnach auf 8 eingestellt, um μs -Einheiten zu erreichen. In der Folge wird der Counter alle 1 μs inkrementiert. Das Output-Compare-Register B wird auf 255 gesetzt, wodurch der Status des Ausgangs OC0B alle 256 Impulse invertiert wird. Der Ausgang OC0B ist intern mit dem Eingang von Timer/Counter1 verbunden. Daher zählt Timer/Counter1 die OC0B-Impulse mit einer Auflösung von 16 bit. Insgesamt summiert sich diese Kette zu einem 25-bit-Zähler: 16 bit von T/C1 + 1 bit von OC0B + 8 bit von T/C0.

In Software werden dann noch 6 bit zusätzlich realisiert. Bei einer Messung wird in einer Schleife auf das Flag für den Stopp der Messung gewartet und zyklisch der Status von TOV1 (Timer/Counter1-Overflow-Flag) abgefragt. Ein aktives Flag zeigt einen Überlauf an. Dann wird der 6-bit-Software-Zähler inkrementiert und das Flag zurück gesetzt. Der nun resultierende 31-bit-Zähler könnte immerhin 2.147.483.647 μs erfassen. Aus praktischen Gründen ist aber bei $1,8 \times 10^9 \mu\text{s} = 30$ Minuten Schluss. Der ms-Bereich ist ziemlich ähnlich realisiert. Der Unterschied liegt zum einen darin, dass der Takt-Vorteiler nun durch 64 teilt - das Messergebnis also in 8- μs -Einheiten vorliegt und daher vor der Anzeige durch 125 geteilt wird. Resultat ist ein Messbereich, der 17.179.869 ms erfassen könnte. Hier wird der Maximalwert dann auf maximal $14,4 \times 10^6 \text{ ms} = 4$ Stunden begrenzt. Die Messung ist abhängig von der Einstellung von S2a, wenn die passende Flanke einen externen Interrupt (INT0) an Pin 6 von IC1 ausgelöst. Analoges gilt für das Stoppen der Messung mit dem Status von S2b und dem externen Interrupt INT1 durch eine passende Flanke an Pin 7. Die Software zu diesem Projekt steht wie üblich kostenlos auf der Elektor-Webseite [1] zu diesem Artikel zur Verfügung. Der Sourcecode wurde mit BASCOM-AVR verfasst und für die zeitkritischen Passagen sowie Interrupts mit eingebettetem Assembler-Code ergänzt. In der Hauptschleife werden die Positionen des DIP-Schalters zyklisch abgefragt, gege-

Tabelle 1.

S2a (1-8)	S2b (2-7)	S2c (3-6)	S2d (4-5)	Messung
off	off	x	x	Start mit fallender Impulsflanke.
off	on	x	x	Start mit steigender Impulsflanke.
on	off	x	x	Stopp mit fallender Impulsflanke.
on	on	x	x	Stopp mit steigender Impulsflanke.
x	x	on	x	Messbereich 10 μs bis 1.800 s, Auflösung 1 μs .
x	x	off	x	Messbereich 1 ms bis 14.400 s, Auflösung 1 ms.
x	x	x	off	Kontinuierlich mit Anzeige der aktuellen Zeit.
x	x	x	on	Einzelne Messung mit anschließender Anzeige.

(x = beliebig)

Tabelle 2.

EEPROM-Adresse	EEPROM-Wert	
000 0000	LSB	Maximale Zeit im μs -Bereich in s.
000 0001	MSB	
000 0010	LSB	Maximale Zeit im ms-Bereich in s.
000 0011	MSB	

benenfalls wird die Messung gestartet und im Anschluss daran das Ergebnis ausgegeben. Bei jeder Änderung eines der DIP-Schalter wird Zeile 1 des LCDs mit den neuen Modi der nächsten Messung aufgefrischt. Am Anfang der Mess-Routine werden die Register der Hardware-Zähler und des Software-Zählers auf null gesetzt. Außerdem wird das OC0B-Bit gelöscht und der externe Interrupt INT0 wird scharf geschaltet. Anschließend wird in einer Schleife auf das Auftreten eines INT0-Interrupts gewartet. In der zugehörigen INT0-Service-Routine werden die Zähler mit ihren Startwerten besetzt und Timer/Counter0 gestartet. Außerdem wird die LED D4 eingeschaltet und INT0 deaktiviert, um erneutes Triggern zu verhindern. Stattdessen wird die Stopp-Bedingung mit dem Interrupt INT1 aktiviert. Das Programm verweilt nun so lange in der Schleife, bis INT1 auftritt, wodurch dessen Service-Routine aufgerufen wird. In dieser wird Timer/Counter0 gestoppt und INT1 deaktiviert. Jetzt sind INT0 und INT1 inaktiv.

Timer/Counter1 wird ja schon am Anfang der Messung gestartet. Da dieser Zähler die Impulse von Timer/Counter0 zählt, muss man den Zähler nicht extra stoppen. Er startet und stoppt logischerweise mit seiner Quelle, dem Timer/Counter0. Eine Messung gilt als beendet, wenn sich herausstellt, dass beide externe Interrupts deaktiviert sind. Nun werden einige Berechnungen mit den Werten der Hardware- und Software-Zähler angestellt, die LED D4 aus-

geschaltet und das Messergebnis in der unteren Zeile des Displays angezeigt.

Zum Thema Präzision: Bei den Hardware-Zählern kann kein falsches Zählen auftreten und der Software-Zähler ist jedem Überlauf von Timer/Counter1 nur wenige Taktzyklen hinterher. Außerdem wird nach Stopp der Messung der SW-Zähler mit den HW-Zählern synchronisiert. Die Service-Routinen für INT0 und INT1 sind mit großer Sorgfalt so geschrieben worden, dass sich für den Start und das Stoppen der Messung genau die gleiche Verzögerung ergibt. Es gibt noch eine kleine Verzögerung vom Auslösen eines Interrupts bis zum Aufruf der Service-Routine, die von der Instruktion abhängt, die zum Zeitpunkt des Auftretens des Interrupts gerade ausgeführt wird. Da Instruktionen 1...4 Taktzyklen benötigen, liegt die Unsicherheit bei maximal drei Takten = 0,375 μs . Man kann also sagen, dass der typische Fehler im Bereich von $\pm 1 \mu\text{s}$ bzw. $\pm 1 \text{ ms}$ liegt, da kleinere Einheiten nicht vorkommen. Die entscheidende Größe für die Messgenauigkeit ist daher die Quarzfrequenz und die liegt ohne Abgleich typischerweise bei 30 ppm.

Die Zeitmessung kann gerade im ms-Bereich ja mehrere Stunden dauern. Zur Überwachung ist ein extra SW-Zähler zuständig, der während der Warteschleifen (davon gibt zwei: je eine für den Start und den Stopp der Messung) die maximale Messzeit überwacht. Wird der Maximalwert überschrit-

Stückliste

Widerstände:

R1,R3 = 10 k
R2 = 1 k
R4 = 39 Ω
R5 = 1k8
P1 = 10-k-Trimpoti

Kondensatoren:

C1 = 22 µ/35 V, radial
C2,C3,C6 = 100 n
C4 = 47-p-Trimmer
C5 = 22 p

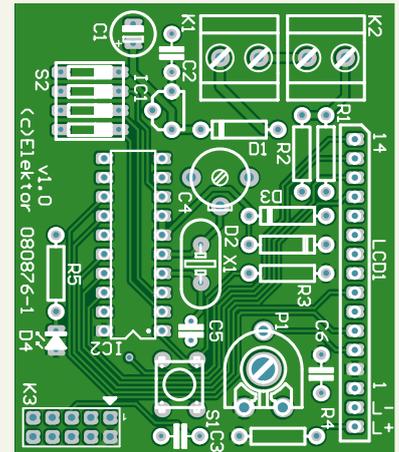
Halbleiter:

D1 = 1N4001

D2,D3 = BAT41
D4 = LED, low current
IC1 = 78L05
IC2 = ATtiny2313, programmiert, EPS-Nr.
080876-41

Außerdem:

S1 = Taster, RM 6 mm
S2 = 4-facher DIP-Schalter
K1,K2 = Schraubklemme für Platinenmontage,
RM 5 mm
K3 = 10-polige Stiftleiste, RM 2,54mm
X1 = 8-MHz-Quarz
LCD1 = LCD-Modul, 2 Zeilen mit 16 Zeichen
Platine 080876-1



ten, dann wird die Messung abgebrochen und im ms-Bereich lautet die Anzeige dann „t> 14400000“. Der Maximalwert wird am Anfang der Messung abhängig vom Messbereich eingestellt.

Wie alle anderen wird auch Schalter S2d vor einer Messung abgefragt. Je nach Status gibt es Unterschiede: Bei der Einzelmessung ist der extra Zähler für die Maximalzeit beim Warten auf die Startbedingung deaktiviert, damit sehr lange auf das Auftreten eines singulären Ereignisses gewartet werden kann. Der Maximalzähler wird aber sofort wieder aktiviert, wenn auf kontinuierliches Messen umgeschaltet wird.

Vor dem ersten Einschalten sollte der Mikrocontroller mit der aus dem Source-Code „Tmeter_Elektor.bas“ generierten Hex-Datei programmiert sein. Beim Brennen sollte man den richtigen Controller-typ (ATtiny2313) einstellen und die Fuse-Bits passend für einen externen Quarz (CKSEL3...0 = 1111) flashen, da ein „neuer“ Controller auf den internen RC-Oszillator eingestellt ist. Weil die Genauigkeit der Messung direkt von der Quarzfrequenz abhängt, kann diese mit C4 auf genau 8.000.000 Hz eingestellt werden. Falls die Grundgenauigkeit des Quarzes auch ohne Abgleich ausreicht, kann anstelle des Trimmers ein fester Kondensator mit 22 pF eingesetzt werden. Bei Verwendung eines Präzisionstaktgenerators können C4, C5 und X1 entfallen. Stattdessen speist man das Taktsignal an XTAL1 (Pin 5) ein. Mit P1 lässt sich der Display-Kontrast einstellen.

Die Maximalwerte der Zeiten sind am Anfang des Source-Codes als Konstanten definiert:

```
Const Tmax_us_default = 1800
,maximale Zeit für den us-
```

```
Bereich in s
Const Tmax_ms_default = 14400
,maximale Zeit für den ms-
Bereich in s
```

Diese Werte können selbstverständlich nach Belieben verändert werden, solange sie die 31 bit der Zähler nicht überschreiten. Kleinere Werte sind immer möglich. Eventuell macht 1 Minute = 60 s für den µs-Bereich und 10 Minuten = 600 s für den ms-Bereich in der Praxis mehr Sinn. Verkürzte Messzeiten können schon alleine deshalb interessant sein, weil die Elektronik auch im kontinuierlichen Modus sonst schlicht nichts tut, solange sich am Eingang nichts tut und der Maximalwert noch unterschritten ist - und das kann ja lange dauern. Auch eigene Maximalwerte lassen sich als vorzeichenlose 16-bit-Worte in Sekunden im EEPROM des Mikrocontrollers ablegen, wie in **Tabelle 2** gezeigt. Das Programm berücksichtigt diese Werte wie folgt:

- Wenn das EEPROM leer ist (0xFF), wird der im Programm definierte Maximalwert verwendet.
- Wenn der Wert im EEPROM für den µs-Bereich größer als 1.800 ist, wird sicherheitshalber der im Programm festgelegte Wert genutzt.
- Wenn der Wert im EEPROM für den ms-Bereich größer als 14.400 ist, wird sicherheitshalber der im Programm festgelegte Wert genutzt.
- Ansonsten wird immer der im EEPROM abgelegte Wert verwendet, da er im gültigen Bereich liegt.

Die DIP-Schalter zur Konfiguration werden am Anfang der Hauptschleife eingelesen. Dies kann bei länger dauernden Messungen etwas irritieren, weil die alten Einstellungen

mit dem früheren Messergebnis angezeigt werden, während eine Messung noch läuft. Die neuen Einstellungen werden direkt sichtbar, wenn man nach Veränderung der DIP-Schalter den Reset-Taster betätigt.

Im Modus für Einzelmessungen kann man eine neue Messung erreichen, indem man kurz den Schalter S2d oder den Reset-Taster betätigt. Letzteres ist der bessere Weg, da man bei schnellen Signalen mit S2d nicht schnell genug ist.

Wichtig ist auf jeden Fall, dass die zu vermessenden Eingangs-Impulse „digitaler Natur“ sind und die Qualität der Signale von TTL- oder CMOS-Logik-ICs haben sollten. Die Signale sollten also schnelle und saubere Flanken aufweisen, damit Fehltriggerungen und somit falsche Messergebnisse vermieden werden. Notfalls muss man eine Schmitt-Trigger-Stufe vorschalten.

(o80876-1)

Downloads & Produkte

Platine

080876-1 Platine, siehe [1]

Programmierter Controller

080876-41 ATtiny 2313, fertig programmiert

Software

080876-11 BASCOM- & Hex-Code, Download unter [1]

Weblink

[1] www.elektor.de/080876

Hexadoku

Sudoku für Elektroniker

Hier kommt wieder ein frisches Hexadoku für alle Rätselfreunde! Wir haben gehört, dass diese Hexadoku-Variante auch bei Verwandten, Partnern und Mitbewohnern unserer Leser populär geworden ist. Und das ist ein gutes Zeichen. Füllen Sie überall die richtigen Hexadezimalzahlen aus und senden Sie die Lösung an Elektor – hier warten vier Gutscheine auf die Gewinner!

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
 einen **ELEKTOR-Gutschein** im Wert von 100 €
 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 30. April 2010!

Die Gewinner des Februar-Hexadokus stehen fest!

Die richtige Lösung ist: 95CD4.

Der Elektor-Gutschein im Wert von 100 € geht an: Alex Murphy aus Sterling (USA).

Einen Elektor-Gutschein über je 50 € haben gewonnen: Edwin Velner, Kaz Tchorzewski und Ludwing Sanchez Carrillo.

Herzlichen Glückwunsch!

5		B		D	A		C			2			3	0	1
	2			4			8		0						9
			3	F					1	5	8		D	7	2
		0		1				E	B	9	A	6		4	8
0			C		2				9	1	3	B			7
	6							2					1		
	B		1		D	C		0	5				3	A	
	D					1			8	F	4				0
		7				F		8	D		C		9		A
	3	1	9		4	A							8	5	6
8		6					5						7		E
F		A				8	7			3	5		1	2	
9		5		A		0		F	6		7		4		
		2		5		7	9	D	C	A		0		1	F
C			0	8				D			4				B
6	A								3	8	0	C	7	9	E

(c) PZZL.com

1	2	G	C	D	3	B	8	E	4	5	9	7	A	6	F
F	7	3	8	C	E	4	9	G	1	6	A	D	5	2	B
E	D	4	5	A	F	6	G	7	B	2	3	1	C	8	9
6	9	B	A	1	2	5	7	8	C	D	F	3	G	E	4
G	3	8	B	7	1	9	5	C	D	4	6	2	E	F	A
4	C	9	1	8	D	E	A	F	7	B	2	G	3	5	6
5	E	D	F	3	6	C	2	9	8	A	G	4	1	B	7
A	6	7	2	B	4	G	F	1	E	3	5	8	9	C	D
8	F	A	E	2	7	1	6	3	G	9	4	5	B	D	C
D	B	5	6	9	G	3	E	A	2	C	7	F	4	1	8
7	G	1	3	F	C	D	4	5	6	8	B	9	2	A	E
2	4	C	9	5	8	A	B	D	F	E	1	6	7	G	3
3	1	F	4	E	B	2	D	6	5	7	C	A	8	9	G
9	8	E	7	G	A	F	C	2	3	1	D	B	6	4	5
B	A	2	D	6	5	8	3	4	9	G	E	C	F	7	1
C	5	6	G	4	9	7	1	B	A	F	8	E	D	3	2

Der Rechtsweg ist ausgeschlossen. Mitarbeiter der in der Unternehmensgruppe Elektor International Media B.V. zusammengeschlossenen Verlage und deren Angehörige sind von der Teilnahme ausgeschlossen.

Starke Stücke

Die ganze Welt der Elektronik
in einem Shop!



Der 2. Band der neuen Buchreihe

Embedded Electronics 2

Wollten Sie schon immer wissen, wie sich die klassische Funkempfängertechnik fortentwickelt hat? Die Bände dieser Reihe wenden sich an jene, die sich – als Auszubildende, Studierende oder Berufseinsteiger – von A bis Z in die professionelle Schaltungs- und Systementwicklung einarbeiten wollen. Und sie wenden sich an den Allround-Entwickler, der gar keine Zeit hat, zum echten Spezialisten auf irgendeinem der vielen Teilgebiete zu werden, der aber weiß, dass er mit einfachen Kochbuch- oder Bastellösungen nicht weit kommt. Sie bieten, was Praktiker und Lernende brauchen: Eine Auffrischung und Vertiefung der Grundlagen, Anregungen zu eigenen Gedanken und Zugänge zu Einzelheiten, Querverbindungen und Spitzfindigkeiten.

Nachdem der 1. Band passive Bauelemente behandelt hat, befasst sich dieser neue 2. Band mit den theoretischen Grundlagen und den Grundsaltungen der Digitaltechnik.

384 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-186-7 • € 49,00 • CHF 77,00



Der professionelle Ratgeber

Funkempfänger-kompodium

Wie funktionieren professionelle Funkempfänger? Wie ist es der modernen Funküberwachung und den Nachrichtendiensten möglich, gleich ganze Frequenzbänder in kürzester Zeit auszuforschen? Welche Empfangssysteme und Techniken stehen heute zur Verfügung? Möchten Sie wissen, wie ein Software Defined Radio nun wirklich funktioniert und was der letzte Stand der entsprechenden Technik kann? In diesem Buch finden Sie die Antworten!

346 Seiten (geb.) • ISBN 978-3-89576-224-6
€ 49,00 • CHF 77,00



Einstieg in die digitale Steuerungstechnik

Digitale Elektronik im Experiment

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. Viele der hier vorgestellten Schaltungen sind praktisch einsetzbar. Wer den Überblick hat, findet für jede Aufgabe eine einfache und preiswerte Lösung.

160 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-220-8
€ 29,80 • CHF 46,80



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 (kart.) • ISBN 978-3-89576-188-1
€ 29,80 • CHF 46,80



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 Gegentakt-Endstufen und ihr Zusammenwirken mit SRPPs genauer besprochen.

304 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-222-2
€ 46,00 • CHF 72,30

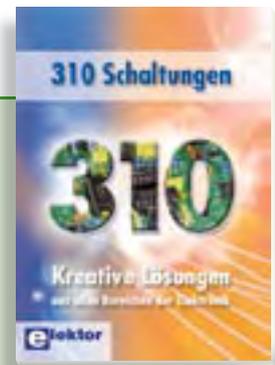


Interrupts, Multitasking, u. a.

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 66,00

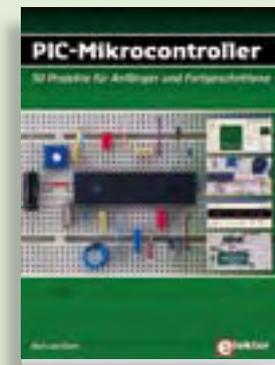


Kreative Lösungen aus allen Bereichen der Elektronik

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 57,80



Ein Must-Have für Elektroniker

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 84,80

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





NEU!

Kompletter Elektor-Jahrgang 2009 auf DVD

Elektor-DVD 2009

Die neue Elektor-Jahrgangs-DVD enthält alle Artikel des Jahrgangs 2009. Sie verfügt über eine sehr übersichtlich gestaltete Benutzeroberfläche. Mit der Elektor-DVD 2009 können Sie: Platinenlayouts in perfekter Qualität drucken; diese Layouts mit einem Zeichenprogramm verändern; die Schnellsuchfunktion benutzen, mit der Sie in den einzelnen Artikeln oder im ganzen Jahrgang nach Wörtern, Bauteilen oder Titeln suchen können; Schaltbilder, Platinenlayouts, Illustrationen, Fotos und Texte exportieren.

ISBN 978-90-5381-251-8 • € 27,50 • CHF 43,20



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 46,80



NEU!

Class-D-Stereo-Vollverstärker (Modulo D)

(Elektor März 2010)

Diesem kleinen Modul mit LC-Display sieht man nicht an, was in ihm steckt: Ein kompletter Stereo-Vor- und Endverstärker mit IR-Fernbedienung, Klang-, Lautstärke- und Pegelvoreinstellung sowie 2 x 20 W Ausgangsleistung in Klasse D, und das mit einer einfachen Betriebsspannung von 12 V. Damit steht auch dem Einbau im Auto, Boot oder Wohnmobil nichts im Wege.

Bausatz mit allen Bauteilen inkl. SMD-bestückte Platinen

Art.-Nr. 090563-71 • € 79,95 • CHF 125,60



CAN-Bus im Haus

(Elektor Januar 2010)

Unter einem MIAC (**M**atrix **I**ndustrial **A**utomotive **C**ontroller) versteht man eine Industrie-SPS (speicherprogrammierbare Steuerung), die sich für vielfältige Zwecke einsetzen lässt. Die Elektronik ist rund um einen Mikrocontroller vom Typ PIC18F4455 mit USB-Port aufgebaut. Außerdem ist der MIAC nicht nur auf einfache Weise mit „Flowcode“, sondern auch herkömmlich in C oder Assembler programmierbar. Weitere Zutaten sind ein LCD, Taster, vier Relais-Ausgänge, vier Transistor-Ausgänge und acht digitale oder analoge Eingänge sowie ein CAN-Bus-Interface.

Fertigerät inkl. Flowcode-Software

Art.-Nr. 090278-91 • € 185,00 • CHF 290,50



Preselektor für den Elektor-SDR

(Elektor Dezember 2009)

Das Software Defined Radio von Elektor (Art.-Nr. 070039-91) überdeckt den gesamten Bereich bis 30 MHz. Es sind noch vier Eingänge frei, an die man zum Beispiel Vorkreise oder eine Ferritantenne anschließen kann. Ein neuer Preselektor erlaubt jetzt die Verwendung von bis zu vier über Software und Kapazitätsdioden abgestimmten Kreisen. Eine manuelle Antennen-Abstimmung mit einem Drehkondensator wird damit überflüssig.

Bausatz inkl. teilbestückter Platine, Spulenkörper und Ferritstab mit Wicklungen

Art.-Nr. 090615-71 • € 57,50 • CHF 90,30



Winamp-Control

(Elektor Januar 2010)

Schon seit langem gibt es diverse Möglichkeiten, Winamp oder andere Media-Player fernzusteuern. Eines haben diese Systeme jedoch gemeinsam: Die virtuelle Fortschrittsanzeige auf dem Computermonitor. Wenn man nun aber ein komplettes Hardware-Interface haben möchte, das dem virtuellen Winamp-Design ebenbürtig ist, braucht man eine physikalische Fortschrittsanzeige. Bei diesem Projekt sorgt ein kleines ATmega-Mikrocontrollersystem via USB für die bidirektionelle Verbindung zwischen der Winamp-Software und einem realen Studio-Fader, der gleichzeitig als Anzeige und als Eingabegerät dient.

Bausatz mit allen Bauteilen inkl. Platine

Art.-Nr. 090531-71 • € 99,95 • CHF 157,00

April 2010 (Nr. 472) €

Firefly-Roboter
 100014-1 Platine 12,50
 100014-41 Progr. Controller 12,50

Musikalisches Codeschloss
 081143-41 Progr. Controller 17,50

Geschaltetes Labornetzteil
 090786-1 Platine 17,95
 090786-71 Bausatz mit allen Bauteilen inkl. Platine
 (ohne Netztrafo) www.elektor.de

Bluetooth für OBD-2-Analyser NG
 090918-71 Bausatz inkl. SMD-bestückter Platine und
 Bluetooth-Modul BTM222 29,95

März 2010 (Nr. 471)

32-bit-ARM-Board (Zepter)
 090559-91 Bestückte und getestete Platine
 mit vorprogr. Test-Software www.elektor.de

RFID-Zugangssystem mit OLED-Display (VisiOLED)
 081141-1 Platine 14,95

Class-D-Stereo-Vollverstärker (Modulo D)
 090563-71 Bausatz mit allen Bauteilen
 inkl. SMD-bestückte Platinen 79,95

Februar 2010 (Nr. 470)

Akku-Checker
 071131-41 Progr. Controller 20,00
 071131-71 Bausatz (ohne Gehäuse) 139,95

5-V-Power-Controller
 090719-1 Platine 9,95

2,4-GHz-Scanner
 090985-41 Progr. Controller 24,95

Januar 2010 (Nr. 469)

CAN-Bus im Haus
 090278-91 Fertiggerät inkl. Flowcode-Software 185,00

Mikrocontrollergesteuerter Dimmer
 090315-41 Progr. Controller 8,50

Winamp-Control
 090531-71 Bausatz mit allen Bauteilen
 inkl. Platine 99,95

Klein aber fein – das Minimod18
 090773-41 Progr. Controller (mit Bootloader) 24,50
 090773-91 Bestückte und getestete Platine
 inkl. vorprogr. Controller mit Bootloader 62,95

Magisches Auge am USB
 090788-1 Platine 11,95
 090788-41 Progr. Controller 11,95

Dezember 2009 (Nr. 468)

Preselektor für den Elektor-SDR
 090615-71 Bausatz inkl. teilbestückter Platine, Spulenkörper
 und Ferritstab mit Wicklungen 57,50

Minimal-Schaltuhr
 090823-41 Progr. PIC12F683-I/SN 7,95

Farbgesteuerte Lichterkette
 090125-1 Platine (Steuergerät) 13,00
 090125-2 Platine (Lichtmodul) 2,75
 090125-41 Progr. Controller (PIC18F2550) für Steuergerät 18,00
 090125-42 Progr. Controller (PIC12F508-I/SN) für Lichtmodul 2,75

November 2009 (Nr. 467)

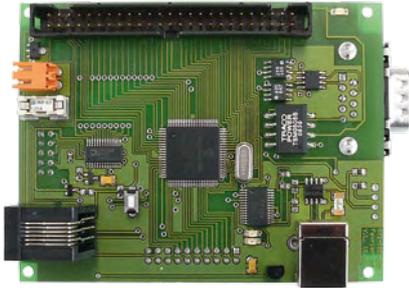
R32C-Webserver
 080082-71 Bausatz mit allen Bauteilen inkl. Applicationboard
 und SMD-bestückter Platine 149,50
 080928-91 R32C-Starterkit: Prozessorboard bestückt und
 getestet, Toolchain auf CD 34,00
 090607-91 WIZ812MJ-Modul (bestückt und getestet) 22,50

Bestseller

Bücher	1 ➡ Embedded Electronics 2 ISBN 978-3-89576-186-7 € 49,00 CHF 77,00
	2 ➡ Digitale Elektronik im Experiment ISBN 978-3-89576-220-8 € 29,80 CHF 46,80
	3 ➡ Funkempfängerkompendium ISBN 978-3-89576-224-6 € 49,00 CHF 77,00
	4 ➡ 310 Schaltungen ISBN 978-3-89576-217-8 € 36,80 CHF 57,80
	5 ➡ Röhrenverstärker-Schaltungen ISBN 978-3-89576-222-2 € 46,00 CHF 72,30
CD- & DVD-ROMs	1 ⬆ Elektor-DVD 2009 ISBN 978-90-5381-251-8 € 27,50 CHF 43,20
	2 ➡ Workshop-DVD Röhrenverstärker ISBN 978-3-89576-226-0 € 29,80 CHF 46,80
	3 ➡ Workshop-DVD Fahrzeugdiagnose ISBN 978-3-89576-225-3 € 29,80 CHF 46,80
	4 ➡ LED-Toolbox ISBN 978-90-5381-245-7 € 32,50 CHF 52,20
	5 ➡ ECD 5 ISBN 978-90-5381-159-7 € 29,50 CHF 46,40
Bausätze & Module	1 ⬆ Class-D-Stereo-Vollverstärker (Modulo D) Art.-Nr. 090563-71 € 79,95 ... CHF 125,60
	2 ➡ OBD-2-Analyser NG Art.-Nr. 090451-71 € 99,00 ... CHF 155,50
	3 ➡ Preselektor für den Elektor-SDR Art.-Nr. 090615-71 € 57,50 CHF 90,30
	4 ➡ R32C/111-Starterkit Art.-Nr. 080928-91 € 34,00 CHF 53,40
	5 ➡ R32C-Applicationboard Art.-Nr. 080082-71 € 149,50 ... CHF 234,80

Bestellen Sie jetzt einfach und bequem
 online unter www.elektor.de/shop
 oder mit der portofreien Bestellkarte
 am Hefende!

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



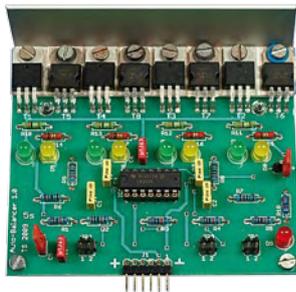
dsPIC-Experimentierboard

Dieses leistungsfähige Mikrocontrollerboard mit einem 16-bit-dsPIC 30F6010 eignet sich für zahlreiche Anwendungen, die eine schnelle Signalverarbeitung erfordern, wie zum Beispiel bei Motorsteuerungen. Auf der Basisplatine befindet sich neben dem Controller schon Interfaces für USB, RS232, CAN, I²C und ICD2. Außerdem verfügt das System über vier D/A-Wandler und einen Erweiterungsanschluss mit allen wichtigen Signalen. Eine dazu passende Erweiterungsplatine mit noch mehr Schnittstellen ist für die Mai-Ausgabe geplant.



Mobiles CO₂-Messgerät

Speziell für die mobile Anwendung (wie zum Beispiel im Auto) hat das Elektor-Labor ein neues CO₂-Messgerät entwickelt. Der verwendete CO₂-Sensor arbeitet nach einem optischen Prinzip, bei dem die Absorption von Infrarotlicht in Abhängigkeit von der CO₂-Konzentration in der Luft gemessen wird. Dadurch benötigt der Sensor keine Aufheizzeit, so dass die Messung schon kurz nach dem Einschalten erfolgen kann. Die Messwerterfassung und Anzeige übernimmt ein ATmega-Mikrocontroller in Verbindung mit einem zweizeiligen LC-Display.



Auto-Balancer für LiPo-Akkupacks

Bei LiPo-Akkus ist es wichtig, die Ladungsverteilung zwischen den einzelnen Zellen zu überwachen, um zu verhindern, dass eine Zelle zu tief entladen oder überladen wird. Dafür werden häufig Spezial-ICs verwendet. Wie unser Projekt zeigt, geht es auch mit kostengünstigen und überall erhältlichen Standard-Bauteilen. Ein einziger LM324 und ein paar Leistungs-Darlingtontransistoren reichen für ein LiPo-Akkupack mit bis zu fünf Zellen aus.



ELEKTOR Mai erscheint am 21. April 2010.

Elektor gibt es im Buchhandel, 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	€ 7,20
Österreich, Belgien, Luxemburg	€ 7,95
Schweiz	CHF 13,95

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.

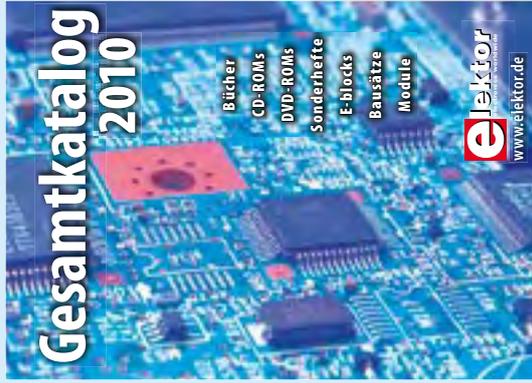
Bankverbindungen

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 neuen Elektor- Gesamtkatalog 2010 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.

Hier ist meine Anschrift:

Firma _____
Vorname _____
Name _____
Straße, Nr. _____
PLZ, Ort _____
Land **DE** _____
Kunden-Nr. _____
E-Mail _____

Antwort

**Elektor-Verlag GmbH
Süsterfeldstraße 25
52072 Aachen**

Innerhalb
Deutschlands
kein Porto
nötig!



Hier ist meine Anschrift:

Firma _____
Vorname _____
Name _____
Straße, Nr. _____
PLZ, Ort _____
Land **DE** _____
Kunden-Nr. _____
E-Mail _____

Antwort

**Elektor-Verlag GmbH
Süsterfeldstraße 25
52072 Aachen**

Hier ist meine Anschrift:

Firma _____
Vorname _____
Name _____
Straße, Nr. _____
PLZ, Ort _____
Land **DE** _____
Kunden-Nr. _____
E-Mail _____

Antwort

**Elektor-Verlag GmbH
Süsterfeldstraße 25
52072 Aachen**

Innerhalb
Deutschlands
kein Porto
nötig!

Alle Elektor-Events auf einen Blick

Workshops • Seminare • Masterclasses

 **Top-Fachleute aus der Branche referieren über ein faszinierendes Thema!**



AVR-Mikrocontroller in der Praxis

Hannover 16.04. + 17.04.2010
 Leipzig 23.04. + 24.04.2010
 Luzern (Schweiz) 04.06. + 05.06.2010
 München 22.10. + 23.10.2010

www.elektor.de/avr-workshop

CC2-ATmega

Leipzig 20.03.2010
 Luzern (Schweiz) 29.05.2010
 München 25.09.2010
 Hannover 06.11.2010

www.elektor.de/cc2-atmega

PIC18-Mikrocontroller-Programmierung

Luzern (Schweiz) 09.06.2010
 München 20.10.2010

www.elektor.de/pic18

Messen, Steuern, Regeln (MSR) über das Internet

Hannover 24.03.2010
 Luzern (CH) 10.06.2010
 Leipzig 17.06.2010
 München 21.10.2010
 Frankfurt am Main 28.10.2010

www.elektor.de/msr-workshop

Praxis des Gitarren-Röhrenverstärkers

Frankfurt am Main 27.03.2010
 Luzern (Schweiz) 03.07.2010
 Hannover 28.08.2010
 München 09.10.2010
 Leipzig 30.10.2010

www.elektor.de/gitarren-roehren

NEU!

Serielle (Geräte-)Bussysteme

Hannover 25.08. bis 27.08.2010
 Frankfurt am Main 15.09. bis 17.09.2010

www.elektor.de/bussysteme



Änderungen vorbehalten.

Weitere Infos unter

www.elektor.de/events

INSERENTENVERZEICHNIS APRIL 2010

Beta Layout	www.pcb-pool.com	11, 23
Cadsoft Computer	www.cadsoft.de	17
Emis	www.emisgmbh.de	11
Eurocircuits	www.eurocircuits.de	33
Future Technology Devices International Ltd.	www.ftdichip.com	2
Gie-Tec	www.gie-tec.de	11
LeCroy	www.lecroy.de	13
LeitOn	www.leiton.de	23
Markt		65
mikroElektronika	www.mikroe.com	3
National Instruments	www.ni.com/multisim/d	9
Pico	www.picotech.com/scope1065 ..	15
Reichelt	www.reichelt.de	88



Elektor-Newsletter E-weekly jetzt gratis abonnieren!

Jeden Freitagmorgen erscheint E-weekly, der kostenlose Newsletter von Elektor. Unsere E-weekly-Redakteure halten Sie mit neuesten und interessantesten Meldungen, Tipps & Trends aus der Welt der Elektronik auf dem Laufenden. Außerdem werden Sie schnell und umfassend über aktuelle Elektor-Projekte (Nachlesen & Updates) sowie über das umfangreiche Elektor-Sortiment und spezielle Angebote als Erster informiert.

Daneben erhalten E-weekly-Abonnenten exklusiv vollen Zugang zu allen Newsberichten und zu unserem Forum, das von kompetenten Elektronik-Experten moderiert wird.



Klicken Sie jetzt auf www.elektor.de/newsletter!

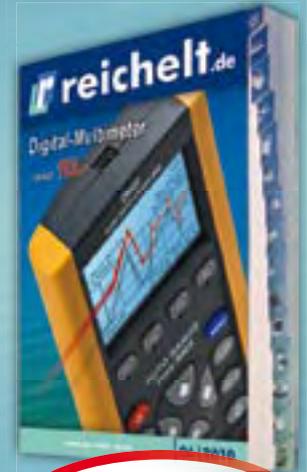


4000 Counts: UNI-T Digitalmultimeter

Modernes UNI-T Digitalmultimeter mit angespritzter Kunststoffhülle und optischer USB-Schnittstelle

- Grundgenauigkeit: 0,5%, Anzeige: 4000 Counts, Bargraf
- Bereichswahl: manuell / Autorange
- Standard-Messbereiche: Spannung DC/AC, Strom DC/AC, Widerstand, Kapazität, Frequenz, Temperatur, Duty Cycle
- Weitere Ausstattung: Diodentest, Durchgangsbuzzer, Data-Hold, MIN/MAX, REL-Funktion
 - Cat III 1000 V / Cat IV 600V
 - Inkl. Messleitung, Temperaturfühler, Software, Batterie, Adaptersockel

UT 61B
44,95

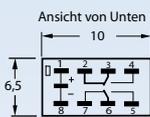


NEU!
 Katalog 06|2010

Markenqualität - Top-Service - günstige Preise!

Subminiatur-Relais

2x Wechsler / 1 A



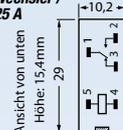
Bauhöhe: 5mm

G6K-2P 5V 5 VDC Ri: 237 Ω **1,90 €**
 G6K-2P 12V 12 VDC Ri: 1315 Ω **1,90 €**



DIL-Kartenrelais

2 Wechsler / 1,25 A



FIN 30.22.9 6V 6 VDC Ri: 90 Ω **1,50 €**
 FIN 30.22.9 12V 12 VDC Ri: 360 Ω **1,50 €**
 FIN 30.22.9 24V 24 VDC Ri: 1440 Ω **1,50 €**



HUEY JANN High-Power-Module – Das High-Light der LED-Technik

High Power 3W Emitter

- auf ausreichende Wärmeabfuhr achten
- IF: 700 mA



Farbe Lumen
 LED H3WEA RT rot 85 **4,65 €**
 LED H3WEG PWS purweiß 180 **5,50 €**
 LED H3WEG WWS warmweiß 150 **5,70 €**

High Power 3W LED-Modul

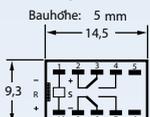
- auf ausreichende Wärmeabfuhr achten
- IF: 700 mA



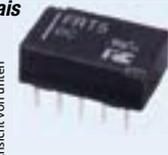
Farbe Lumen
 LED H3WMA RT rot 85 **5,35 €**
 LED H3WMG PWS purweiß 180 **6,15 €**
 LED H3WMG WWS warmweiß 150 **6,35 €**

Miniatur-Signalrelais

2 Wechsler, 1 A

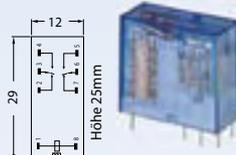


FRT5 DC5V 5 VDC Ri: 178 Ω **0,94 €**
 FRT5 DC12V 12 VDC Ri: 1028 Ω **0,94 €**
 FRT5 DC24V 24 VDC Ri: 2880 Ω **0,94 €**

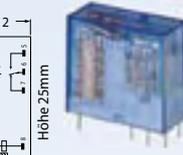


Steck-/Printrelais

2 Wechsler, 8 A



FIN 40.52.9 6V 6 VDC Ri: 55 Ω **2,40 €**
 FIN 40.52.9 12V 12 VDC Ri: 220 Ω **1,75 €**
 FIN 40.52.9 24V 24 VDC Ri: 900 Ω **1,75 €**



SMD-LEDs G0805

HUEY JANN

- 2,0 x 1,25 x 1,1 mm



Farbe mcd
 LED 0805-380 RT superrot 380 **0,26 €**
 LED 0805-220 GN purgrün 220 **0,32 €**
 LED 0805-600 WS superweiß 600 **0,30 €**

SMD-LEDs G1206

HUEY JANN

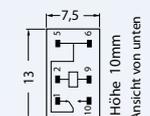
- 3,2 x 1,6 x 1,1 mm



Farbe mcd
 LED 1206-420 RT superrot 420 **0,27 €**
 LED 1206-320 WW warmweiß 320 **0,33 €**
 LED 1206-380 WS superweiß 380 **0,30 €**

Miniaturrelais

1x Wechsler / 1 A



G5V-1 5V 6 VDC Ri: 237 Ω **0,66 €**
 G5V-1 12V 12 VDC Ri: 960 Ω **0,87 €**
 G5V-1 24V 24 VDC Ri: 3840 Ω **0,69 €**



Fassungen für DIN-Schiene

mit Aufnahme für Anzeige- und EMV-Entstörmodule

- für Relais FIN40.52, 40.61
- Schraubklemme



FIN 95.95.3 Farbe: blau **2,55 €**
 FIN 95.95.30 Farbe: schwarz **3,30 €**

LED-Strahler, 12 V, G4, 15 SMDs

G4-SMD-Stiftsockel-Leuchtmittel mit 15 SMD-LEDs

- Leistung: 1,2 Watt
- 34 Lumen



LED G4 15SMD WS Farbe: weiß **4,95 €**
 LED G4 15SMD WW Farbe: warmweiß **4,95 €**

SMD-LED-Strahler, GU5.3, 24 LEDs

Lebensdauer: ca. 30.000 Betriebsstunden

- UV- und IR-spektralfrei
- Leistung: 1,25 Watt



Farbe Lumen
 SMD 1632 24WS weiß 80 **8,95 €**
 SMD 1632 24WW warmweiß 75 **8,95 €**

Koppelrelais, 2 Wechsler / 8 A

Koppelrelais vereinfachen und rationalisieren den Verteilereinbau. Die Relais sind auf Schraubsockel für die DIN-Schiene fertig montiert, komplett mit LED-EMV-Modul und (De-)Montagevorrichtung.

- mit Relais: FIN40.52
- max. Schaltspannung: 250 VAC
- max. Schaltleistung AC1: 2000 VA
- Raster: 5,0 mm



FIN 49.52.8 24V 24 VAC Ri: 320 Ω **6,80 €**
 FIN 49.52.9 24V 24 VDC Ri: 900 Ω **6,95 €**
 FIN 49.52.8 230V 230 VAC Ri: 2800 Ω **9,35 €**

LED-Strahler, 230 Volt, GU10

Als Ersatz für herkömmliche GU10-Leuchtmittel

- erhebliche Energieeinsparung, deutlich höhere Lebensdauer sowie minimierter Wechselaufwand gegenüber konventionellen Halogenleuchtmitteln
- Ø: 50 mm



Farbe Lumen
 LED GU10 48 WS weiß 150 48 LEDs **14,30 €**
 LED GU10 48 WW warmweiß 120 48 LEDs **14,60 €**
 LED GU10 60 WS weiß 80 60 LEDs **7,20 €**
 LED GU10 60 WW warmweiß 60 60 LEDs **7,20 €**