

Januar 2010

G3078 E

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

e lektor

www.ektor.de



**Los geht's
mit AVR-USB**

Magisches Auge am USB

Winamp-Fernsteuerung

Dimmer mit PIC-Controller

TTL-Bluetooth-Dongle

**SMD-Platinen
selbst herstellen**

**CAN-Bus im
Haus**

Interfaces im Überblick



Von den Machern von Elektor!

elektor **SPECIAL PROJECT**

Audio 3

3/2010 (3)
16,90 €
(A) 18,50 €
CHF 28,90
(B) 18,50 €
(D) 18,50 €

High-End-Verstärker und Lautsprecherboxen

**Sieben Verstärker für
den Selbstbau, u. a.:**

- 2 x 50 Watt Röhrenendstufe
- Zweikanaliges Röhrentestgerät
- Single Ended Stereoverstärker
- 2000 W Klasse-D-Endstufe

**Sieben
Lautsprecher-
boxen für den
Selbstbau, u. a.:**

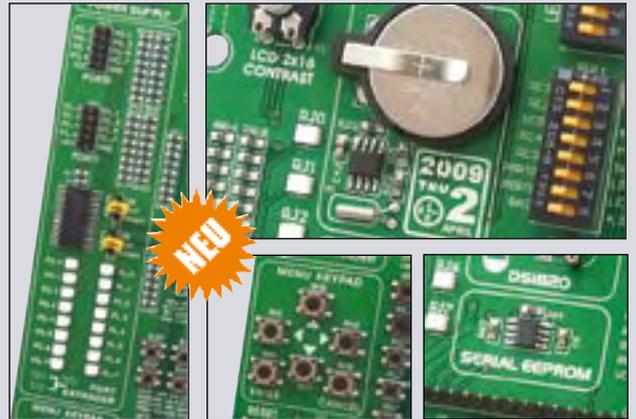
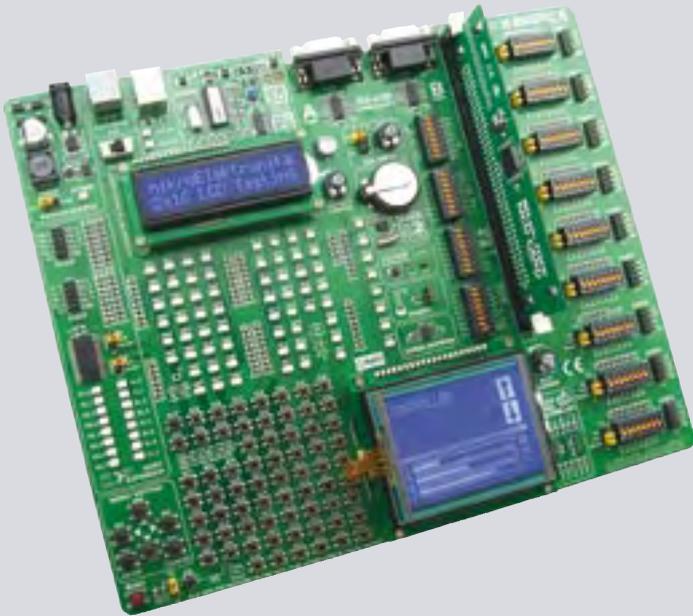
- TL-Subwoofer
- Scan-Speak-Säule
- TB-Horn-Reflex-Kombi
- Vollaktive 3-Weg-Pyramide

**Jetzt
am Kiosk!**



Oder frei Haus unter www.elektor.de bestellen!

NEUES TOOL SPART ZEIT UND GELD



Komplette PIC-Entwicklungs-Lösung

Beschleunigen Sie die Entwicklung von Prototypen mit dem BIGPIC6 Development System. BIGPIC6 wird mit einer Menge von Beispielen geliefert, die Ihre PIC Entwicklung schnell und einfach machen.

BIGPIC6 ist ein Entwicklungssystem für das Design und den Test von Applikationen für **PIC-Mikrocontroller mit 64 und 80 Pins**. Der zugehörige **mikroICD** (Hardware In-Circuit Debugger) ermöglicht sehr effizientes schrittweises Debugging. Beispiele in **C**, **BASIC** und **Pascal** werden mitgeliefert.

BIGPIC6 MCU Cards unterstützen PIC-Mikrocontroller mit **64- und 80-poligem** Gehäuse. Die Cards können einfach ausgewechselt werden, sodass man jederzeit mit anderen Controllern arbeiten und dabei das gleiche Entwicklungssystem verwenden kann. Außerdem können diese Cards einfach als Teil eines Prototypen eingesetzt werden. Jeder Pin des Mikrocontrollers wurde doppelseitig kontaktiert, was für **zuverlässigen Kontakt** im Entwicklungssystem bürgt. Eine MCU Card enthält Pads mit einem Rastermaß von **2,54 mm**, sodass sehr einfach externe Komponenten angeschlossen werden können.



99,3% unserer Kunden wollen weitere Entwicklungs-Tools von mikroElektronika kaufen.

Hardware In-Circuit-Debugger für Step-by-Step-Debugging auf Hardware-Ebene

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

Umfangreiches und anwenderfreundliches Entwicklungs-Board für PIC-Mikrocontroller



On-Board RTC - DS1307

On-board Touch-Screen-Controller mit Steckverbinder

Hochleistungs-Programmer mit **USB 2.0 on-board**

Holen Sie sich Ihr BIGPIC6-Entwicklungssystem noch heute und erleben Sie, wieviel Spaß es machen kann, damit elektronische Geräte zu entwickeln!

Big Deal Elektor & Circuit Cellar

2011 ist es 50 Jahre her, dass ein Holländer namens Bob van der Horst seine Zeitschrift „Electronica Wereld“ (Deutsch: Elektronik-Welt) startete. Nach Problemen mit dem Titel wurde ab 1964 „Elektuur“ daraus. Bob erkannte früh das Potential seiner Zeitschrift und brachte sie 1970 unter dem Titel Elektor nach Deutschland. Bald folgten England, Frankreich und Spanien sowie Lizenzausgaben für kleinere Sprachgebiete. Jetzt, nach 50 Jahren, ist Elektor bereit für die Überquerung des Atlantiks und den Eintritt in den US-Markt. Aufmerksame Leser wissen, dass Elektor bereits in den USA und Kanada erscheint. What's the big deal?

Der „Big Deal“ ist, dass wir die US-Zeitschrift Circuit Cellar in das Elektor-Programm aufnehmen.

Circuit Cellar ist eng verbunden mit Steve Ciarcia, dem Autor der legendären Rubrik „Circuit Cellar“ im legendären Magazin BYTE. Während BYTE dem Online-Publishing zum Opfer fiel, konnte Steve seinen Circuit Cellar zur eigenständigen Zeitschrift ausbauen. Heute ist CC das führende Embedded-Magazin mit Lesern in allen Ecken der Welt. Circuit Cellar und Elektor ergänzen sich hervorragend. Elektor steht für Erfahrung, ein eigenes Labor, getestete Projekte und ein weltweites Netzwerk an Autoren.

Circuit Cellar ist das jüngere Magazin mit einem starken Fokus auf Mikrocontroller- und Embedded-Anwendungen und der Fähigkeit, Entwickler und Programmierer mit Design-Wettbewerben zu mobilisieren.

Während ich dies schreibe, sind wir gerade dabei, uns von einem sehr erfolgreichen Elektor Live!-Tag in Eindhoven zu erholen, der 1200 elektronikbegeisterte Besucher angezogen hat. Mit der Bündelung der Kräfte und der Stärken von Elektor und Circuit Cellar wird unsere Elektroniker-Community aber wesentlich erweitert und mit ihr sicher auch die Begeisterung für die gemeinsame Sache weiter wachsen und gedeihen.

Viel Spaß beim Lesen!

Wisse Hettinga

elektor

6 Impressum

Who is who bei Elektor

8 Mailbox

Briefe, E-Mails und Ideen

10 News

Neuheiten, Nachrichten und Termine

16 Platinen mit SMDs selbst herstellen

Zum Elektor-SMD-Ofen kommen nun noch zwei weitere Tools hinzu: Eine Stencil-Maschine zum präzisen Platzieren von Lötpaste und eine Bestückungshilfe.

18 AVR mit USB

Mit Mikrocontrollern, in denen ein USB-Interface integriert ist, wird die Entwicklung von eigenen USB-Projekten einfach. Anhand eines USB-AVR-Controllers zeigen wir das Schritt für Schritt.

24 Magisches Auge am USB

Case-Modder aufgepasst: Ein CPU-Meter mit einer leuchtenden Röhre hat wirklich nicht jeder!

30 TTL-Bluetooth-Dongle

Der TTL-Bluetooth-Dongle wird über einen UART angesteuert und ist so einfach zu bedienen wie ein USB-TTL-Kabel!

34 Winamp-Control

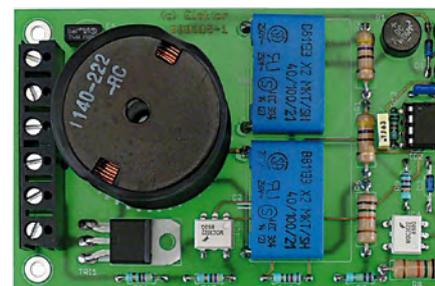
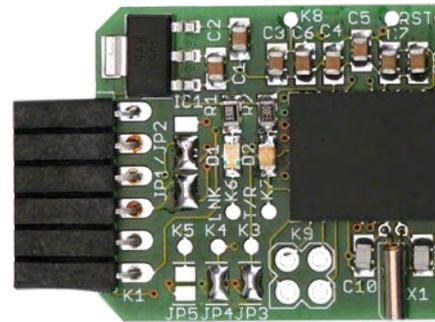
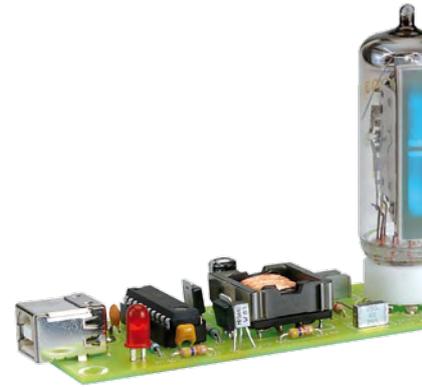
Schon seit langem gibt es diverse Möglichkeiten, Winamp oder andere Media-Player fernzusteuern. Hier ist das Ganze komplett in Hardware realisiert.

40 Kleinster Elektromotor der Welt

Ein Elektromotor kleiner als ein Stecknadelkopf, größtenteils von Hand gefertigt? Ja, das gibt es!

43 Labcenter

USB ist genial/der letzte Mist*
Gutes kann immer noch besser werden!
Linux Symposium



INHALT

41. Jahrgang
Januar 2010
Nr. 469

24 Magisches Auge am USB

Wer gerne am PC arbeitet, aber auch einen Hang zur Retro-Elektronik hat, sollte sich dieses Projekt unbedingt ansehen. Ein CPU-Meter mit einer leuchtenden Röhre als Anzeige hat wirklich nicht jeder! Die gesamte Stromversorgung und Steuerung erfolgt via USB. Eine Variante mit Drehspulinstrument stellen wir ebenfalls vor.

30 TTL-Bluetooth-Dongle

Selbst entwickelte Elektronik mit dem PC verbinden, und das auch noch drahtlos? Klingt nach schweißtreibender Programmierarbeit, doch weit gefehlt. Unser TTL-Bluetooth-Dongle wird über UART angesteuert, und der Verbindungsaufbau mit einem Computer ist so einfach wie mit einem USB-TTL-Kabel: Plug & Play! Darüber hinaus lassen sich auch zwei der Module kabellos miteinander verbinden.

48 Klein aber fein - das Minimod18

Das Minimod18 ist ein universell einsetzbares, sehr kompaktes Prozessormodul. Es bringt oft benötigte Peripherie gleich mit, wie Taster, ein LC-Display, USB, I²C- und ISP/SPI-Schnittstellen. Der Anwender muss dann nur noch seine Spezial-Peripherie bauen und mit dem Minimod18 verbinden. So kommt man im Nu zu einem kompletten Gerät mit Eingabe und Anzeige!

54 Mikrokontrollergesteuerter Dimmer

Dimmer gibt es in vielen Ausführungen, doch dieser ist etwas Besonderes. Die Schaltung ist problemlos in die Elektroinstallation zu integrieren und über den vorhandenen Lichtschalter zu bedienen. Das Ganze funktioniert sogar mit wechselweise bedienbaren Schaltern (Wechselschaltung).

48 Klein aber fein - das Minimod18

Das kompakte Prozessormodul wurde für das CC2-AVR-Projekt entworfen, ist aber längst nicht darauf beschränkt!

54 Mikrokontrollergesteuerter Dimmer

Dieser Dimmer ist problemlos in die Elektroinstallation zu integrieren und über die vorhandenen Lichtschalter zu bedienen.

58 USB ist nicht alles...

Externe Hardware lässt sich mit Computern auf unterschiedlichen Wegen koppeln. Wir geben einen Überblick.

64 Nehmen Sie mal den anderen Bus!

Damit komplexe elektronische Systeme Informationen austauschen können, greift der Entwickler gern zum USB- oder I²C-Bus. Doch es gibt bekannte und weniger bekannte Alternativen!

68 Fourieranalyse mit LTspice & Excel

LTspice ist ein Programm zur Schaltungsanalyse. Zusammen mit Microsofts Excel lassen sich Fourieranalysen für viele übliche Wellenformen durchführen.

72 CAN-Bus im Haus

Ein MIAC ist eine mit Flowcode programmierbare SPS für Elektro-Installationen. Mit solchen MIACs lässt sich ein Domotik-System auf einfache Weise realisieren.

75 Retronik XXL

Das wahre Ende der Wegwerfgesellschaft: Ein Besuch bei Helmut Singer in Aachen

78 Hexadoku

Sudoku für Elektroniker

80 Elektor-Shop

Bücher, CDs, DVDs, Bausätze & Module

84 Vorschau

Nächsten Monat in Elektor

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



**ANALOG • DIGITAL
EMBEDDED • MIKROCONTROLLER
AUDIO • MESSTECHNIK**

IMPRESSUM

41. Jahrgang, Nr. 469 Januar 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

3-tägiges Fachseminar C-Programmierung für Mikrocontroller



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



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

Die Referenten:

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

Veranstaltungsort/-termin:

Bochum 22.02. bis 24.02.2010

Teilnehmergebühr (zzgl. MwSt.):

1190,00 Euro

Elektor-Abonnenten erhalten 5% Rabatt!



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

Weitere Infos & Anmeldung unter

www.elektor.de/c-prog

Geschäftsführer/Herausgeber: Paul Snackers

Marketing/Vertrieb (Leitung): Carlo van Nistelrooy

Anzeigen (verantwortlich): Irmgard Ditzgens
ID Medienservice

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

E-Mail: service@id-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 Sende- und Empfangseinrichtungen und der elektrischen Sicherheit sind unbedingt zu beachten. Eine Haftung des Herausgebers für die Richtigkeit und Brauchbarkeit der veröffentlichten Schaltungen und sonstigen Anordnungen sowie für die Richtigkeit des technischen Inhalts der veröffentlichten Aufsätze und sonstigen Beiträge ist ausgeschlossen.

© 2010 elektor international media b.v.

Druck: Senefelder Misset, Doetinchem (NL)

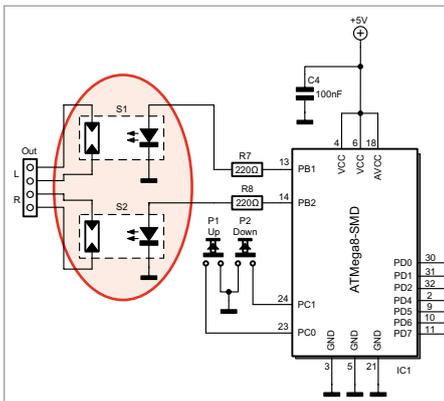


ISSN 0932-5468

LDR kann mehr

Unfall von AVR, dB und LDR,
 Elektor 11/2009, Seite 43 (080654)
 So schlecht sind die LDRs nun wirklich nicht. In der Audiotechnik sind sie lange bekannt, etwa für Fußschweller an Orgeln. Der gute alte LDR03 hat mehr als 20 MΩ bei echter Dunkelheit, und mit Licht bewegen sich die Werte in Richtung 5 kΩ. Eine Dynamik von 1:1000 ist also ganz leicht zu erreichen. Eine Schaltung in der dargestellten Form hat allerdings keine definierte Wirkung, solange der Generatorwiderstand und besonders der Lastwiderstand nicht festgelegt sind. Gedanken über dB-Werte sind daher ein wenig verfrüht. Das Hauptproblem scheint mir aber die PWM als solche zu sein. Wer eine Dynamik von 60 dB einstellen möchte, muss entsprechend fein auflösen. Und da die Kennlinie des LDR ziemlich krumm ist, muss die Auflösung noch höher sein. Mit einer PWM-Frequenz über der Hörschwelle kommt man so leicht auf Systemtakte von etlichen 10 MHz. Mit einem D/A-Wandler von 12 bit an aufwärts dürfte die Schaltung aber durchaus gehen, und sie ist gegen Brummschleifen immerhin potentialgetrennt.

N. Rohde



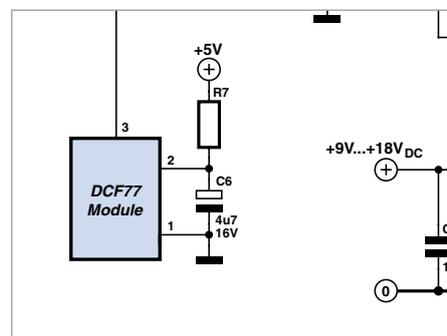
Tatsächlich wurde die Schaltung auch mit einer höheren PWM-Frequenz getestet, aber die war auch nicht hoch genug, um das gewünschte Ergebnis zu erzielen. Mit dem verwendeten Mikrocontroller können zwar noch höhere PWM-Frequenzen erzielt werden, aber um den Preis einer Verringerung der Auflösung, was auch nicht gewünscht ist. Innerhalb der beschriebenen Grenzen könnte man die Schaltung aber verwenden, zum Beispiel zur Pegelvoreinstellung oder Pegelanpassung in einem Zweig eines Verstärkers.

Daniel Rodrigues (Elektor-Labor)

Impulsuhr-Steuerung mit DCF77

Elektor 7-8/2009, S. 108 (081089)
 Ich habe mir den Artikel über die Impulsuhr von der Elektor-Homepage heruntergeladen und wollte die Schaltung nachbauen. Leider habe ich zwei Probleme. Zum einen ist im Schaltplan kein Wert für den Widerstand R7 angegeben. Und zum anderen habe ich Probleme, das IC TC4427A zu bekommen. Ich habe schon bei Conrad, Reichelt und Elpro nachgeschaut, leider ohne Erfolg.

Frank Kuchenbrod



Der TC4427A ist zum Beispiel bei Segor electronics (www.segor.de), bei Farnell (www.farnell.de) und über HBE (www.hbe-shop.de) erhältlich.

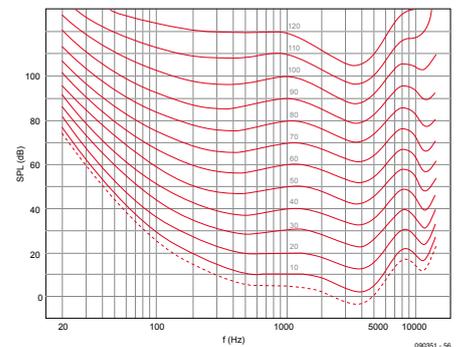
Der Wert von R7 ist völlig unkritisch. R7 bildet mit C6 ein RC-Glied zur Siebung der Betriebsspannung und zur Störunterdrückung. Da DCF-Module nur wenig Strom brauchen und die Betriebsspannung nicht genau 5 V sein muss, ist ein Wert zwischen 10 Ω und 100 Ω sicher geeignet. Sie können anstelle des Widerstands auch eine kleine Festinduktivität verwenden.

In Elektor 9/2009 wurde bereits auf Seite 10 eine Berichtigung zur Schaltung veröffentlicht, dort haben wir für R7 einen Wert von 100 Ω angegeben. Die Berichtigung finden Sie nicht nur im angegebenen Heft, sondern auch auf der Elektor-Website: Einmal auf der Webseite zur Schaltung, die Sie bei www.elektor.de unter „Zeitschrift“ im Inhaltsverzeichnis des betreffenden Heftes aufrufen können – oder unter der Adresse www.elektor.de/090035 per Direktaufruf. Die sechsstellige Nummer (hier 090035) ist die Artikelnummer (sie ist auch in der Platinennummer enthalten, wenn es eine Platine gibt). Diese Artikelnummer finden Sie immer am Ende eines Elektor-Artikels und auch in jedem Elektor-Schaltbild - meist rechts unten in der Schaltplanzeichnung. Die genannte Berichtigung korrigiert noch zwei Zeichenfehler im Schaltplan.



Wir haben es gehört...

Hören Sie gut? Hörschwellentest mit dem PC
 Elektor 10/2009, S. 38 (090351)
 Der genannte Artikel enthält für mich eine Reihe von Unklarheiten, die wohl - wenigstens teilweise - durch Sprach- und Übersetzungsprobleme entstanden sind. Man sollte dem Verfasser bzw. Übersetzer empfehlen, bei derartigen Veröffentlichungen ein Standardwerk in der angezielten Landessprache zu konsultieren oder aber - wie in der „Computerwelt“ ja üblich - grundsätzlich die englischsprachigen Begriffe zu verwenden.



Nun zu den Details des Artikels:

- 1) Kasten und Tabelle auf S. 39: Unter der „Schallgeschwindigkeit“ (sound velocity) versteht man in der deutschen Fachwelt eindeutig die Schall-Ausbreitungsgeschwindigkeit. Sie ist im Allgemeinen nicht von Schalldruck und Frequenz abhängig. Dies ist bei der Schallschnelle (Acoustic particle velocity) völlig anders, dort haben Frequenz und Schalldruck auf die Bewegungsgeschwindigkeit der einzelnen Luftmoleküle einen erheblichen Einfluss.
- 2) Die akustische Leistungsdichte ist nicht das Produkt aus Schalldruck und Schall(ausbreitungs)geschwindigkeit,

sondern das Produkt aus Schalldruck und Schallschnelle - man denke an die Wirkung von Ultraschall auf zu zertrümmernde Nierensteine; mit 50 Hz würde man da niemals einen Effekt erreichen können, da dann einfach die auf die Steine einwirkende Leistung zu gering wäre (von der im Verhältnis zu den Steinen viel zu großen Wellenlänge einmal abgesehen).

3) Es fehlt eine Angabe, wie die Kurven des „Fletcher–Munson“-Diagramms zwischen der Hör- und der Schmerzschwellenkurve gemessen werden (Hörvergleichsmethode nach Barkhausen). Der gerade im Bereich der Hörakustik allgemein übliche Begriff der „Isophone“ wird nicht erwähnt.

4) Der Begriff „phon“ wird eingeführt, aber nicht erklärt.

5) „Sone“ ist keine veraltete Messgröße für die Lautstärke (DIN 1318), sondern steht für eine Lautheitsskala (vgl. aktuelle DIN 45631). Die Verbindung zwischen beiden Begriffen wird u.a. durch eine gehörsprechende Bewertung von Verdeckungseffekten, An- und Abfalleffekten wechselnder Schallintensitäten und andere Besonderheiten des menschlichen Hörens hergestellt, welche bei der Lautstärkemessung nicht berücksichtigt werden.

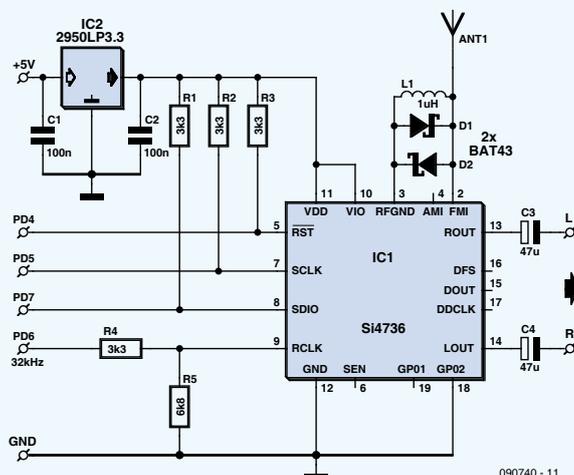
6) Ein Hinweis auf das vom Nobelpreisträger G. von Békésy angegebene halbautomatische Audiometer wäre sehr sinnvoll gewesen, da diese Publikation die Voraussetzungen für die Computersteuerung des Messablaufs nahezu komplett mit sich bringt. Bei diesem Verfahren kann die Versuchsperson die Lautstärke des Prüftons per Joystick o.ä. in einem weiten Bereich selbst beeinflussen. Sie soll ihn durch laufendes „rauf-runter“ auf eine bestimmte, mit einem Standardton gleichgroß empfundene Lautstärke einregeln. Diese Regelvorgänge werden laufend registriert. Man sollte den Hörschwellentester unbedingt dahingehend ergänzen. Über die Problematik der Kopfhörer, deren Ankopplung an die Versuchsperson und an den Endverstärker, eine Freifeldentzer-

Updates und Ergänzungen

Der ATM18-Radiocomputer

Elektor 11/2009, S. 54 (090740)

PD6 und PD7 sind im Schaltbild (Bild 4 im Artikel) verwechselt worden. PD6 wird über R4 an RCLK angeschlossen und PD7 an SDIO.



zung zur Lautsprecherkompatibilität der Hörkurven usw. wäre noch vieles zu sagen, aber ich glaube, dass meine Anmerkungen zunächst einmal reichen. Vielleicht sind sie dem Verfasser und manchem Leser hilfreich, es würde mich freuen.

Dr. Götz Korinth

In der Tat wäre es sinnvoll gewesen, die Übersetzung des genannten Artikels aus dem Niederländischen noch einmal von einem deutschsprachigen Experten auf dem Gebiet der Audiometrie gegenlesen zu lassen. Wir haben Ihr Schreiben auch an den Autor Jan Breemer weitergeleitet und eine ausführliche Stellungnahme auf Englisch erhalten. Hier das Wichtigste in Kürze:

Zu 1. Der bessere Begriff wäre "Teilchengeschwindigkeit" gewesen. In dem Text unter der Tabelle wird aber klaggestellt, dass es um die Geschwindigkeit der Luftteilchen geht.

Zu 2. Das ergibt sich aus dem zu 1. Gesagten.

Zu 3. Ich hatte nicht beabsichtigt, einen vollständigen Überblick über die Eigenschaften des menschlichen Gehörs in den Artikel zu „komprimieren“. Der Textkasten sollte nur die

wichtigsten Hintergrundinformationen liefern. Sie haben aber Recht: Es wäre vollständiger gewesen, explizit zu erwähnen, dass die Fletcher-Munson-Kurven Schalldruckpegel (SPL) für gleiches subjektives Hörerlebnis (equal subjective hearing experience) darstellen..

Zu 4. Stimmt, wird dem Interessierten aber aus dem Kontext klar.

Ad 5. Ich hatte den Eindruck, dass Sone viel weniger verwendet wird als Phon. Eine Diskussion über Sone versus Phon findet man hier: www.sengpielaudio.com/calculatorSonephon.htm

Ad 6. Ich setze diese Informationen auf meine „Test Your Ears“-Website (www.breem.nl/TyE). Es ist wirklich ein schönes Beispiel für eine historische Messanordnung, die mit moderner PC-Technik problemlos umgesetzt werden könnte. Die im Elektor-Artikel vorgestellte Hardware würde sich dafür ohne Änderungen eignen, es wäre also nur eine Frage der Software. Ich habe Ihr Schreiben zusammen mit meinen Antworten in die Q&A-Rubrik (Fragen & Antworten-Rubrik) meiner Website aufgenommen: www.breem.nl/TyE/Q&A.htm

Jan Breemer

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 Süsterfeldstr. 25 52072 Aachen

Von Phil Knurhahn

Hohe Kompression optoelektronischer Signale

Den Professoren Alexander Gaeta und Michal Lipson von der Cornell Universität im amerikanischen Ithaca (Bild: Cornell University) gelang es, eine kräftige Zeitkompression optischer Signale vorzunehmen. Sie



sprechen dabei von einer Art „Zeitleteleskop“, wobei die „Linsen“ zwei winzige optische Wellenleiter auf einem Siliziumchip sind. In den Tests wurde eine Serie von optischen Impulsen mit jeweils 10 Gigabit/s in einen einzigen, aber sehr viel kürzeren Impuls von 270 Gigabit/Sekunde gewandelt, ohne dass Information verloren ging. Eine praktische Anwendung wäre, dass man in vorhandenen optischen Kommunikationssystemen sehr viel mehr an Information übertragen könnte als bisher. Mit dem Verfahren ließen sich aber auch bestimmte Wellenformen (wie amplitudenmodulierte oder frequenzmodulierte optische Wellen) generieren, die man für physikalische und chemische Untersuchungen oft benötigt.

www.news.cornell.edu/stories/Novog/Compression.html

Übersetzungs-Brille

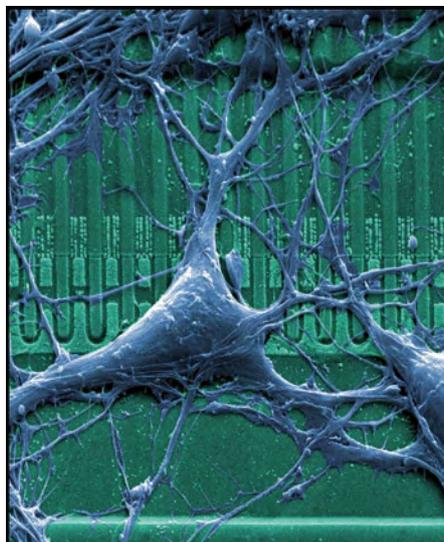
NEC hat den Prototyp eines am Kopf tragenden „Übersetzers“ vorgestellt (Bild: NEC). Er hat die Form einer Brille mit Ohrhörern und den Namen „Tele Scouter“ bekommen: Die Übersetzungen werden in Echtzeit sowohl akustisch angeboten als auch mit spezieller Technik direkt auf einen Teil der Netzhaut projiziert. Die fremdsprachlichen Texte werden zunächst mit Spracherkennung aufgenommen, dann übersetzt und audio-visuell aufbereitet. Zwei Teilnehmer mit entsprechenden Geräten können sich auf diese Weise auch in zwei verschiedenen



Sprachen miteinander „unterhalten“. NEC teilte mit, dass man entsprechende Geräte bereits nächstes Jahr auf den Markt bringen will, hauptsächlich für Geschäftsleute. Laut einigen Internet-Gadget-Magazinen soll der Preis für ein Set aus 30 Brillen allerdings bei umgerechnet 8 Millionen Dollar liegen ...

Ein serienreifer Biochip

Das Forschungszentrum IMEC (Leuven, Belgien) hat einen Biochip entwickelt, der mit winzigen Halbleiter-Strukturen ausgerüstet ist (Bild: IMEC). Auf diesen Arrays liegen die zu untersuchenden Kardiozyten (Herzzellen) oder Neuronen (Hirnzellen), deren elektrische Signale man untersuchen möchte. Jeder der „Mikronägel“ dient als Elektrode, so dass die Zellen in Echtzeit auf elektrische Aktivitäten im Netzwerk überprüft werden können. Die Kenntnis dieser Kommunikation der Zellen untereinander ist von grundlegender Bedeutung, wenn man Erkrankungen wie Alzheimer und Parkinson im Gehirn oder den Einfluss von Medikamenten bei Herzinsuffizienz untersuchen will. Die „Mikronägel“ sind oft klei-



ner als die Zellen selbst. Sie bestehen aus einem Metallkern mit einer darüber liegenden Oxidschicht und einem elektrischen Leiter aus Gold oder Titanitrid. Der IMEC-Chip hatte viele Vorgänger, so vor zehn Jahren einen Neurochip, der am Institut für Biochemie der Max-Planck-Gesellschaft in Martinsried bei München entwickelt wurde (Bild: MPG). Professor Peter Fromherz zeigte damals ein Rattenneuron, das auf einem linearen Array von 96 Feldeffekttransistoren liegt. Die FETs waren jeweils 3,5 µm voneinander entfernt. Die Distanz zwischen der Zellmembran des Neurons und der darunter liegenden Siliziumoberfläche lag im Bereich von etwa 30 nm.

www.imec.be
www.biochem.mpg.de

Robo-Bienen lernen von Mutter Natur



Von Bienen kann man viel lernen: Sie verfügen über ganz unterschiedliche Sensoren, haben einzigartige Kommunikationsprotokolle untereinander und eine ausgeprägte Hierarchie im Bienenvolk. Das ermöglicht der einzelnen Biene weitgehend unabhängig an unterschiedlichsten Aufgaben zu arbeiten, die der Weiterentwicklung des Gemeinwohls dienen. So wundert es nicht, dass jetzt die Harvard Universität gemeinsam mit der Northeastern University kleine Bienenroboter entwickeln will, die autonom fliegen können und ihre Aktivitäten untereinander koordinieren (Bild: Harvard University). Gleich mehrere Fundamentalprobleme sind zu lösen: Eine kompakte Hochenergiequelle für das Fliegen, ultra-

niedriger Energieverbrauch für die Kommunikation der Daten und verteilte Algorithmen für multiple Agenten (wie die Robo-Bienen technisch heißen). Für die nächsten fünf Jahre stehen jährlich 2 Millionen US-\$ zur Verfügung – finanziert von der National Science Foundation.

www.nsf.gov/news/news_summ.jsp?cntn_id=115716&WT.mc_id=USNSF_51

Testphase für Jumbowafer

Trotz des Widerstands führender Hersteller von Fertigungseinrichtungen für die Halbleiterindustrie setzt die Sematech in Austin (Texas, USA) ihre Entwicklungen zur Produktion großer Halbleiterwafer fort. Die Mitglieder des Firmen-Konsortiums haben Testwafer erhalten; das „Testbed“ in Austin beinhaltet verschiedene Prototypen von Fertigungseinrichtungen (Bild: Sematech). Als Treiber hinter den Jumbowafers werden sowohl Intel als auch Samsung sowie der Lohnhersteller („Foundry“) TSMC in Taiwan gesehen: Die wollen weiterhin bis 2012 eine Prototypanlage haben. Eine solche „Fab“ dürfte mehr als 10 Milliarden US-\$ kosten – für viele Hersteller viel zu teuer, als dass man sich auf die kostspielige Entwicklung einlassen würde. Was sich die „Großen“ davon versprechen: Ein drastische Reduktion der Fertigungskosten wegen der nahezu doppelten Siliziumfläche, die auf den 450-mm-Wafern verfügbar wäre (normalerweise werden 300-mm-Wafer verwendet). Eine 450-mm-Fab aber müsste die Gesamtstruktur existierender 300-mm-Fertigungen übernehmen – also ganz ähnliche Spezifikationen haben. Ohne dies wäre ein Übergang auf die großen Wafer wohl nicht möglich.

www.sematech.org



Alle Elektor-Events auf einen Blick

Workshops • Seminare • Masterclasses

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



AVR-Mikrocontroller in der Praxis

München	15.01. + 16.01.2010
Hannover	16.04. + 17.04.2010
Leipzig	23.04. + 24.04.2010
Luzern (Schweiz)	04.06. + 05.06.2010

www.elektor.de/avr-workshop

NEU! CC2-ATmega-Seminar

Frankfurt am Main	30.01.2010
Leipzig	20.03.2010
Luzern (Schweiz)	29.05.2010
München	25.09.2010
Hannover	06.11.2010

www.elektor.de/cc2-atmega-seminar

C-Programmierung für Mikrocontroller

Bochum	22.02. bis 24.02.2010
--------	-----------------------

www.elektor.de/c-prog

NEU! PIC18-Mikrocontroller-Programmierung

Leipzig	25.02.2010
Hannover	26.02.2010
München	19.05.2010
Luzern (Schweiz)	16.06.2010

www.elektor.de/pic18

NEU! Messen, Steuern, Regeln (MSR)

Hannover	24.03.2010
----------	------------

www.elektor.de/msr-workshop

NEU! Praxis des Gitarren-Röhrenverstärkers

Seligenstadt	27.03.2010
München	03.07.2010
Hannover	09.10.2010

www.elektor.de/gitarren-roehren

events

Änderungen vorbehalten.

Weitere Infos unter

www.elektor.de/events



CC2-ATmega-Seminar mit Wolfgang Rudolph

Das gemeinsame Mikrocontroller-Projekt des legendären TV-Magazins ComputerClub2 und Elektor gehört zu den erfolgreichsten Serien unseres Heftes: Seit April 2008 erscheint in jeder Ausgabe eine neue Folge. Das „ATM18-Testboard“ und eine kleine ATmega-Controllerplatine bilden die Basis für Datenlogger, Füllstandsmesser, UKW-Radio und vieles mehr. Und im Fernsehen läuft das Ganze auch! Der bekannte Computer-TV-Journalist Wolfgang Rudolph (Foto) stellt die entsprechende Hard- und Software jeweils in einer neuen Folge der Sendung „ComputerClub2“ vor, die im TV-Kabelsender NRW.TV ausgestrahlt wird, aber auch im Internet downzuladen ist. Für alle, die das lehrreiche Projekt schon eine Weile mitverfolgt haben, aber auch für alle, die frisch einsteigen wollen, bietet Elektor in 2010 fünf eintägige Seminare an. Wolfgang Rudolph ließ es sich nicht nehmen, die praxisorientierten Workshops selbst zu moderieren und auf diese Weise alte und neue Fans des CC2-ATM18-Projektes kennen zu lernen. Co-Moderator ist Andreas Riedenauer, der als Field Application Engineer beim Atmel-Distributor Ineltek ein ausgewiesener ATmega-Spezialist ist. Vermittelt werden Grundlagen der AVR-Controller, der Peripherie und der Programmierung. Der Schwerpunkt liegt aber auf den praktischen Übungen, die mit dem ATM18-Testboard durchgeführt werden. Mehrere Beispielprojekte (Ansteuerung eines LC-Displays, Schalten mit Relais, Schweberegler) werden zusammen geplant, entwickelt und codiert. So lernt man ein Mikrocontroller-system mit den notwendigen Komponenten wie Stromversorgung, Schnittstellen (USB, Seriell, ISP/SPI), Ports, A/D-Wandlern und mehr „by doing“ kennen. Das erste Seminar findet am 30. Januar in Seligenstadt bei Frankfurt statt.

www.elektor.de/cc2-atmega-seminar

Digitalmultimeter mit abnehmbarem Display

Messtechnikhersteller Fluke präsentiert das erste Digitalmultimeter mit abnehmbarem Display-Modul, bei dem die Daten drahtlos zum Display übertragen werden. Das Fluke 233 lässt den Anwendern auch in schwierigen Messsituationen Bewegungsfreiheit und eröffnet eine Vielzahl neuer Anwendungsmöglichkeiten. Das Funkdisplay lässt sich einfach aus dem Gehäuse schieben und dorthin stellen, wo es am besten einsehbar ist, bis zu 10 Meter vom Messpunkt entfernt. Das Multimeter hingegen kann in die optimale Posi-



tion für eine sichere und bequeme Messung gebracht werden. Das umständliche Hantieren mit Leitungen und Gerät beim Versuch, an schwer erreichbare Stellen zu gelangen, hat ein Ende. Außerdem eignet sich das Gerät hervorragend für Messobjekte, denen sich das Bedienpersonal während der Messung nicht nähern darf, wie in Reinräumen oder gefährlichen Umgebungen.

Die Messdaten werden über ein Funksignal mit geringer Sendeleistung im 2,4-GHz-ISM-Band übertragen. Die Empfindlichkeit gegenüber elektromagnetischen Interferenzen ist dabei gering. Der Funksender schaltet sich automatisch ein, sobald das Display aus dem Multimeter entfernt wird, und wieder aus, wenn das Display zurück in das Gerät gesteckt wird. Das abnehmbare Display ist magnetisch und hat eine flache Rückseite, so dass es bequem auf eine gut einsehbare

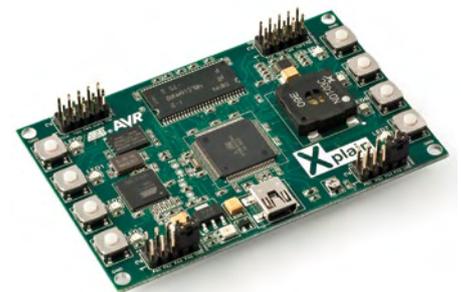
ebene Oberfläche gelegt oder daran angebracht werden kann.

Das Multimeter misst bis zu 1000 V (AC und DC) und bis zu 10 A. Es verfügt über Messbereiche für Kapazität bis zu 10.000 μF und Frequenzen bis zu 50 kHz. Außerdem werden automatisch Minimal-, Maximal- und Mittelwert aufgenommen. Das Gerät besitzt ein Display mit einer Auflösung von 6.000 Digits sowie ein eingebautes Thermometer. Für die Stromversorgung des Multimeter-Grundgeräts sorgen drei Mignonzellen (LR6 bzw. AA), beim Display sind es zwei Mignonzellen. Die durchschnittliche Betriebsdauer beträgt 400 Stunden.

www.fluke.de

AVR Xmega-Eval-Board für 29 US-\$

Atmel hat ein sehr günstiges Eval-Board für den leistungsfähigen AVR Xmega-Controller vorgestellt. Das über USB versorgte „Xplain“-Board soll für 29 US-\$ zu haben sein (unverbindliche Preisempfehlung). Basis ist ein ATxmega128A1 mit 128 KB (In-System-Programmable) Flash. 8 KB stehen für einen Bootloader zur Verfügung, diese können allerdings auch als zusätzlicher Programmspeicher genutzt werden. Der ATxmega128A1 ist mit allem ausgestattet, was die neue Xmega-Familie reizvoll macht: Ein DMA-Controller, 12-bit-ADC und -DAC, AES- und DES-Verschlüsselung sowie verschiedene Stromsparmodi sind nur einige der Beispiele.



Auf dem Board sind ein Audioverstärker samt Lautsprecher, ein Poti, ein Temperatursensor, 8 MB SDRAM und 8 MB Data Flash, 8 Buttons und 8 LEDs vorhanden. Diverse Controllerpins sind auf Stiftleisten nach außen geführt, so dass man die digitalen und analogen Ein- und Ausgänge sowie diverse Interfaces wie USART, SPI und TWI (I2C-kompatibel) austesten kann.

Der Controller enthält bereits ein Demoprogramm. Dokumentation, Schaltpläne und weitere Programmbeispiele können beim Hersteller heruntergeladen werden. Das Board ist mit verschiedenen weiteren Hardware- und Softwaretools für AVR-Controller kompatibel (JTAGICE mkII Debugger, AVRISP mkII Programmer, AVR Studio).

www.atmel.com/xplain

6-1/2-stellige Digitalmultimeter mit USB- und GPIB-Schnittstelle



Die neuen Digitalmultimeter M3510A und M3511A von Picotest bieten eine 6-1/2-stellige Auflösung und eine maximale Messrate von 50.000 Messungen/s (M3510A) bei 4-1/2-stelliger Auflösung (Vertrieb: Hacker Daten-Technik). Gleichzeitig können zwei unterschiedliche Messaufgaben konfiguriert und auf dem Display dargestellt werden, z.B. Spannungs- und Temperaturmessungen. Die beiden DMMs bieten eine große Anzahl von Messfunktionen an: DCV, DCI, ACV, ACI, 2W Ω , 4W Ω , Frequenz, Perioden, Thermoelement und RTD. Dazu kommen mathematische Funktionen wie Limits, Ratio, MX+B, %, dBm, dB, Min/Max und Null. Die integrierte TrueRMS Technologie erlaubt die Bestimmung des RMS-Wertes auch bei einer abweichenden Sinusform. Unsymmetrische Spannungen wie z.B. Pulse werden erkannt und automatisch herausgefiltert. Die geräteseitige Konfiguration erfolgt besonders einfach über ein gut strukturiertes Menü und eine übersichtliche Tastenanordnung. Die im Lieferumfang enthaltenen DMM-Applikationen „PT-TOOL“ und „PT-LINK“ entsprechen dem SCPI-Standard und unterstützen eine Weiterverarbeitung der Daten mit Excel und Word. Ein NI-zertifizierter LabVIEW Treiber ist ebenfalls enthalten. Standardmäßig sind die DMMs mit einem

High-Speed-USB-Port ausgestattet. Optional können Sie auch mit einer GPIB (IEEE-488.2) Schnittstelle geliefert werden. Auch preislich sind die beiden DMMs interessant. Das M3511A kostet 345 Euro netto und das M3510A ist ab 395 Euro netto erhältlich.

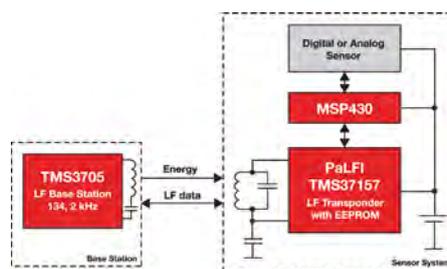
www.hacker-datentechnik.de

Stromversorgung per Funk

Ein neuer Baustein von Texas Instruments (TI) hilft, einen Ultra-Low-Power-MSP430-Controller per Funk bis auf ein Meter Entfernung mit

Strom zu versorgen. Der TMS37157 - laut Hersteller der erste Chip einer neuen Produktreihe - ist hierfür mit einer so genannten passiven Niedrigfrequenz-Schnittstelle (PaLFI) ausgestattet. Hier wird der Empfangskreis angeschlossen, der die Energie aufnimmt, die von einer Basisstation

abgegeben wird (in die andere Richtung können bei Bedarf Daten übermittelt werden). Der Baustein besitzt ferner eine Batterieladefunktion, mit der eine Gerätebatterie wieder aufgeladen werden kann. Zur Ansteuerung ist ein SPI-Interface vorhanden.



Die drahtlose Stromversorgung wird vor allem von Entwicklern von medizinischen, Industrie- oder Konsumelektronik-Geräten verstärkt nachgefragt. Der Grund: Auch wenn die Batterie des Gerätes leer ist, gehen sensible Daten etwa in medizinischen Geräten nicht verloren. Auch Implantate lassen sich auf diese Weise aufladen. Die drahtlose Stromversorgung eignet sich aber auch bei der Produktions- und Liefer-Kontrolle, ebenso wie bei der abschließenden Konfiguration von CD- und DVD-Playern oder Messinstrumenten.

www.ti.com/palfipr



Printed Service Boards

Persönlich & Online!

►► Flexible Leiterplatten ONLINE!

Polyimid 0,06mm bis 0,25mm
 * 1- und 2-Lagen durchkontaktiert * chem. NiAu * Versteifungen * 4mil * Abdeckfolie, Lötstopplack oder Kombination * 3M-Klebefolie * Nutzenfertigung ...

►► Starre Leiterplatten bis 8 Lagen online!

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

►► Mehr Leistung & Spezialfertigung

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

►► Ihr Service - Ihre Qualität

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

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



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

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

Und die Gewinner sind...

Elektor Foundation Award 2009
ein Preis für Menschen mit Passion



Don Akkermans,
Eigentümer von Elektor International Media.



Ingrid Mulder – Vorsitzende der Elektor Foundation.



Verteilen die Preise:
Ingrid Mulder und Wisse Hettinga.

Anlässlich des Events „Elektor Live!“ wurde am 21. November 2009 im niederländischen Eindhoven zum ersten Mal der „Elektor Foundation Award“ verliehen. Die Kandidaten waren von der internationalen Elektor-Redaktion nominiert worden. Entscheidend für die Nominierung waren nicht nur ungewöhnliche Leistungen auf dem weiten Feld der Elektronik. Favorisiert wurden Kandidaten, die Beiträge zum Wohl der Gemeinschaft geleistet haben oder gegenwärtig leisten. Und hier sind die Gewinner:

- Peter Hossfeld aus den Niederlanden, er baute zur Zeit der verheerenden Überschwemmungen im Jahr 1953 einen Notsender für das 80-m-Band,
- DigitalSTROM, eine Non-Profit-Organisation aus der Schweiz, die innovative Chip-Technologien einsetzt, um moderne Haushaltsgeräte zu vernetzen und den Stromverbrauch effizient zu senken,
- Fatma Zeynep Köksal aus der Türkei, die sich durch ihr Netzwerk und durch ihren Einsatz für die Elektronik und ihre Studenten in ihrem Land verdient gemacht hat,
- Bart Huyskens aus Belgien, er bringt jungen Menschen das spannende Gebiet der Robotik näher, die steigende Zahl seiner Studierenden unterstreicht seine Beliebtheit. Das Ziel der Elektor Foundation lautet: **To generate, on a global scale, free publicity and goodwill for projects and people who have accomplished extraordinary achievements towards technology and electronics.**



Peter Hossfeld erhält den Award.



Bart Huyskens wird für seine Arbeit ausgezeichnet.



Und natürlich Blumen für die Partnerin.

Mehr Information:
www.elektorfoundation.org

JANUAR 2010

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

12. Burgwedel
NIOS Workshop
 Praxisseminar zum FPGA von Altera, veranstaltet von EBV. Von „Hello World“ bis zur TFT-Ansteuerung und Motor Control. Plus 3 weitere Termine in Deutschland!
www.ebv.com/en/events/events/singview/event/nios-workshop/cmd/singview.html

15. - 16. München
Elektor-Seminar „AVR-Mikrocontroller in der Praxis“
 Referent ist Andreas Riedenauer (Field Application Engineer beim Atmel-Distributor Ineltek). Er 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

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

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

30. Frankfurt am Main
Elektor-Seminar „CC2-ATmega“
 Praxisorientiertes Seminar mit AVR-Spezialist Andreas Riedenauer und Computer-TV-Redakteur Wolfgang Rudolph („ComputerClub2“). Als Hardware wird das bekannte CC2-ATM18-Testboard genutzt.
www.elektor.de/cc2-atmega-seminar



Um fünfmal zum Produkt des Jahres*

gewählt zu werden, braucht es mehr als ein tolles Programm

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

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

Ein Beispiel:
 Im Zuge der Weiterentwicklung haben wir einen

Follow-me-Router

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

EAGLE Light ist Freeware!

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

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

www.cadsoft.de



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



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

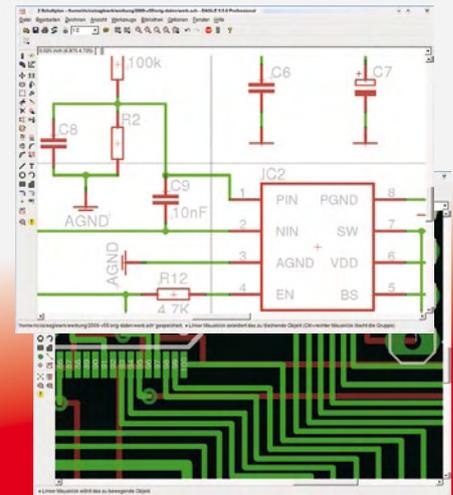
Windows / Linux / Mac sind eingetragene Warenzeichen von Microsoft Corporation / Linus Torvalds / Apple Computer, Inc.



EAGLE Version 5

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

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



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

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

FEBRUAR 2010

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

22. - 24. Dresden
Modellierung von Schaltungen und Systemen
 „Methoden und Beschreibungssprachen zur Modellierung und Verifikation von Schaltungen und Systemen“ heißt der volle Titel dieses Workshops. Neue Ideen sind ausdrücklich erwünscht!
www.vde.com/de/Veranstaltungen/Workshops/Seiten/Workshops.aspx

25. Leipzig und **26.** Hannover
Elektor-Seminar „PIC18-Mikrocontroller-Programmierung“
 Architektur und Befehlssatz, Assembler und Simulator sowie Hardwaretools sind einige der Themen. Ergänzt wird das Ganze durch praktische Übungen.
www.elektor.de/pic18

28. - 2. Paderborn
Testmethoden und Zuverlässigkeit von Schaltungen und Systemen
 Forum für Trends, Ergebnisse und aktuelle Probleme auf dem Gebiet des Tests, der Diagnose und der Zuverlässigkeit digitaler, analoger und HF-Schaltungen.
www.tuz10.de

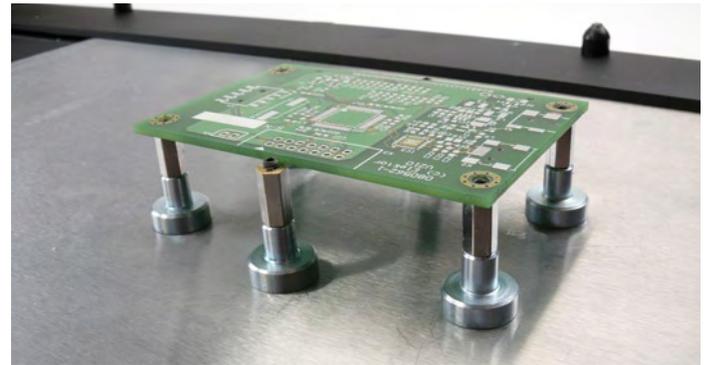
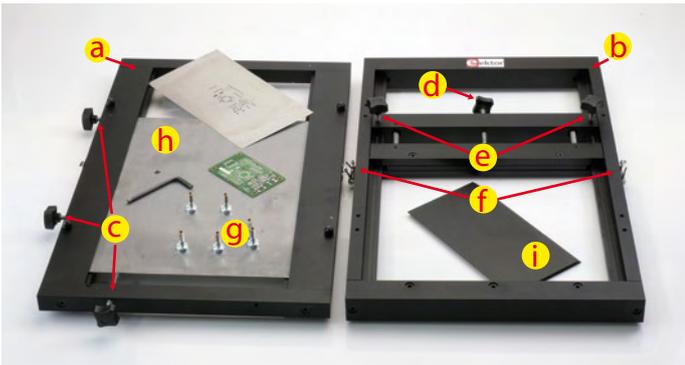
MÄRZ 2010

2. - 4. Nürnberg
Embedded World
 Die Mikrocontroller-Messe ist ein Pflichttermin.
www.embedded-world.de

Reflow-Bestückung

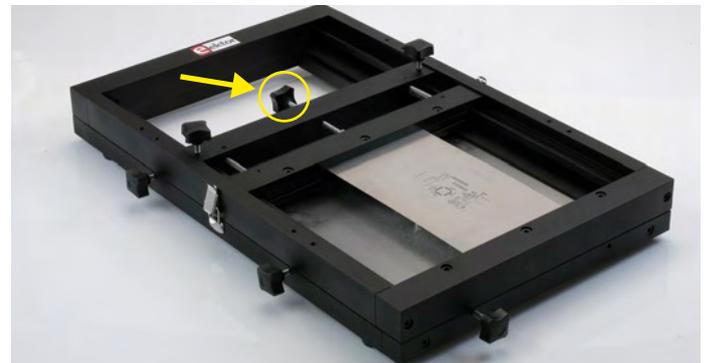
Eines Tages waren statt Zahlen nur noch Farbringe auf Widerständen und später sogar auf Kondensatoren. Als dann Bauteile gar als SMDs erschienen, ließen unsere Augen zu wünschen übrig und unsere Finger waren zu grobschlächtig. Außerdem wurde der treue LötKolben nun zu unhandlich für die neue Art des Lötens.

Stencil-Maschine



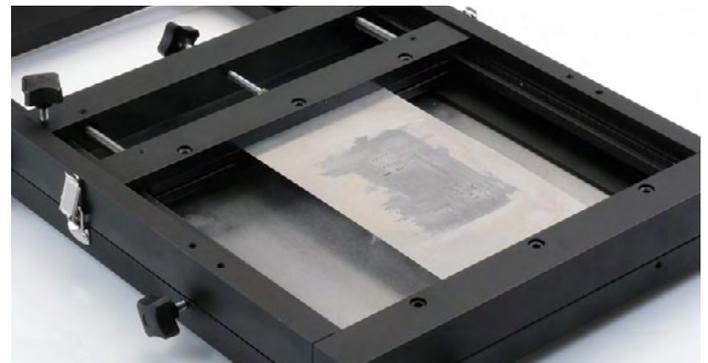
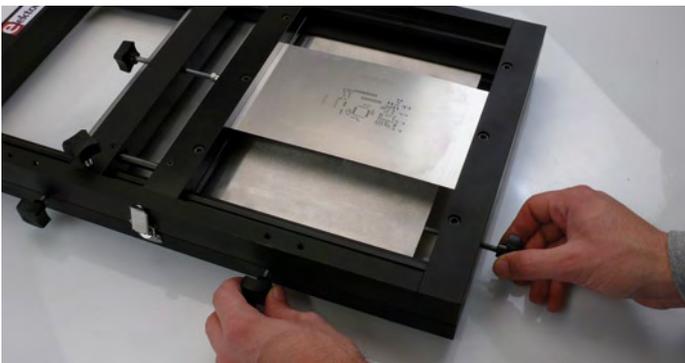
Das Tool: oberer (a) und unterer Rahmen (b), Knöpfe zur Platinen-Ausrichtung (c), Spannkopf (d), vertikale Knöpfe (e), Clips (f), magnetische Unterlagen (g) und gleitende Basis (h).

Mit der Platine auf den magnetischen Unterlagen platziert man den oberen über dem unteren Rahmen.



Nun positioniert man die Schablone übereinstimmend zur Platine. Um die Schablone zu versteifen, zieht man die sechs Schrauben an. Dann werden die Clips geschlossen.

Jetzt dreht man den Spannkopf, um die Federn zu spannen. Anschließend zieht man die vertikalen Knöpfe an und dreht den Spannkopf zurück. Nun sollte die Schablone flach gespannt sein.



Nun noch etwas Feinabstimmung: Hierzu optimiert man die Passung mit den Knöpfen zur Platinen-Ausrichtung.

Zum Schluss trägt man etwas Lötpaste auf die Schablone auf und verteilt sie gleichmäßig mit dem Raket (i). Es sollte keine überschüssige Paste mehr auf der Oberfläche übrig bleiben.

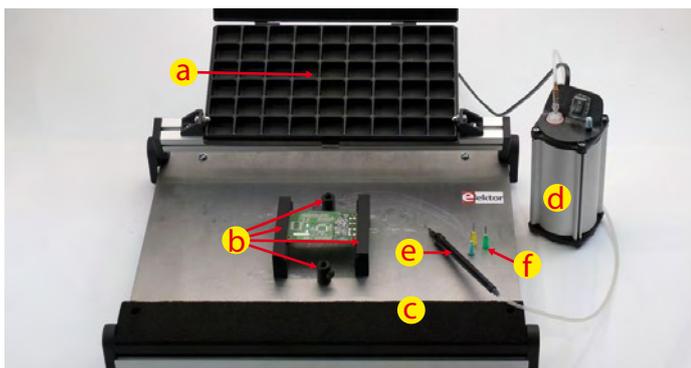
Liegt die die Herstellung von Platinen und ihre Bestückung mit SMDs jetzt außerhalb der Möglichkeiten eines Hobby-Labors? So weit ist es ganz und gar nicht, aber passendes Werkzeug ist schon erforderlich. Der Elektor-SMD-Ofen war ein erster Schritt zur SMD-Bestückung von eigenen Platinen. Außerdem wurde 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 speziellen Bestückungshilfe (pick & place), mit der

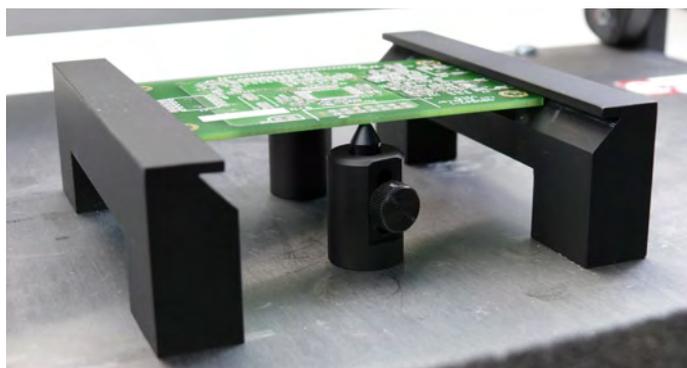
man die SMDs aufnehmen und genau auf die passenden Löt-Pads setzen kann. Anschließend ist die Platine bereit für den SMD-Ofen.

Schritt für Schritt...

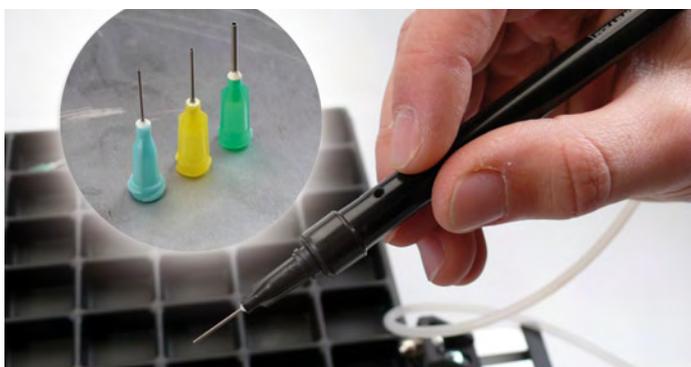
Bestückungshilfe



Das Instrumentarium zum Platzieren von SMDs besteht aus: Bauteil-Schale (a), magnetische Unterlagen (b), Armstütze (c), Unterdruck-Pumpe (d), Halter (e) und Aufnahme-Nadeln (f).



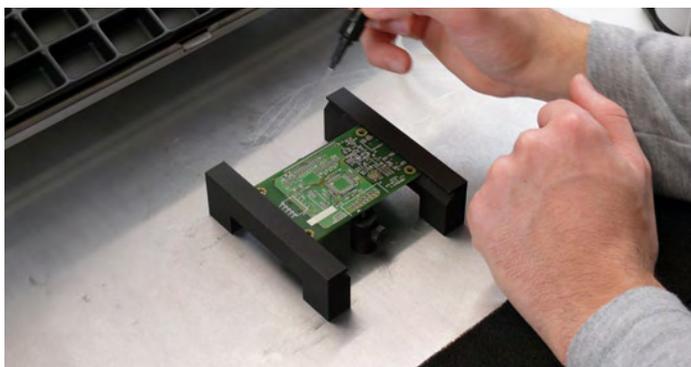
Die Platine wird mit den magnetischen Unterlagen fixiert. Größere Platine können mit kleinen Pfosten unterstützt werden.



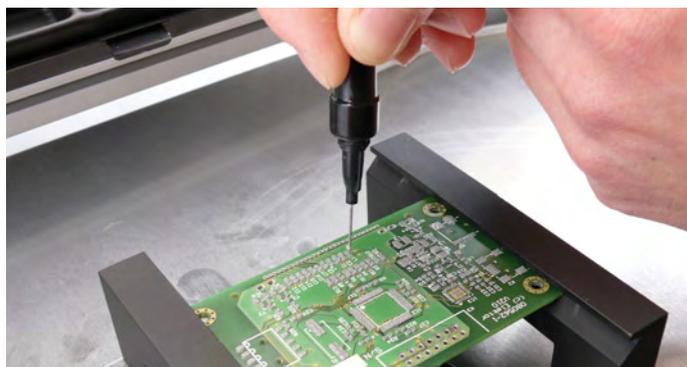
Die Aufnahme-Nadeln haben verschiedene Durchmesser passend für unterschiedlich große Bauteile. Die passende Nadel wird mit der Düse des Halters verbunden und die Pumpe eingeschaltet.



Um nun ein Bauteil zu erfassen, hält man die Spitze der Nadel gegen eine Bauteil-Oberfläche und erzeugt Unterdruck, indem man mit dem Finger das seitliche Loch am Halter schließt.



Die Verwendung der Armstütze dient nicht nur der Bequemlichkeit, sondern erhöht die Genauigkeit der Bauteil-Platzierung.



Das Bauteil wird dann mit der Nadel sorgfältig auf den Pads am Zielort positioniert. Um das Bauteil freizugeben, muss man nur den Finger vom seitlichen Loch nehmen.

AVR mit USB

Preiswert - einfach - gut

Von Antoine Authier (Elektor-Labor)

Dieser Beitrag ist ein Kochrezept für Firmware, die einige Features aus modernen AVR-USB-Chips von Atmel herauskitzelt. Dabei ist USB einfacher zu handhaben, als viele vermuten. Noch besser: Der Spaß, eigenes USB-Know-How zu erwerben, wird kaum mehr als 25 € kosten.

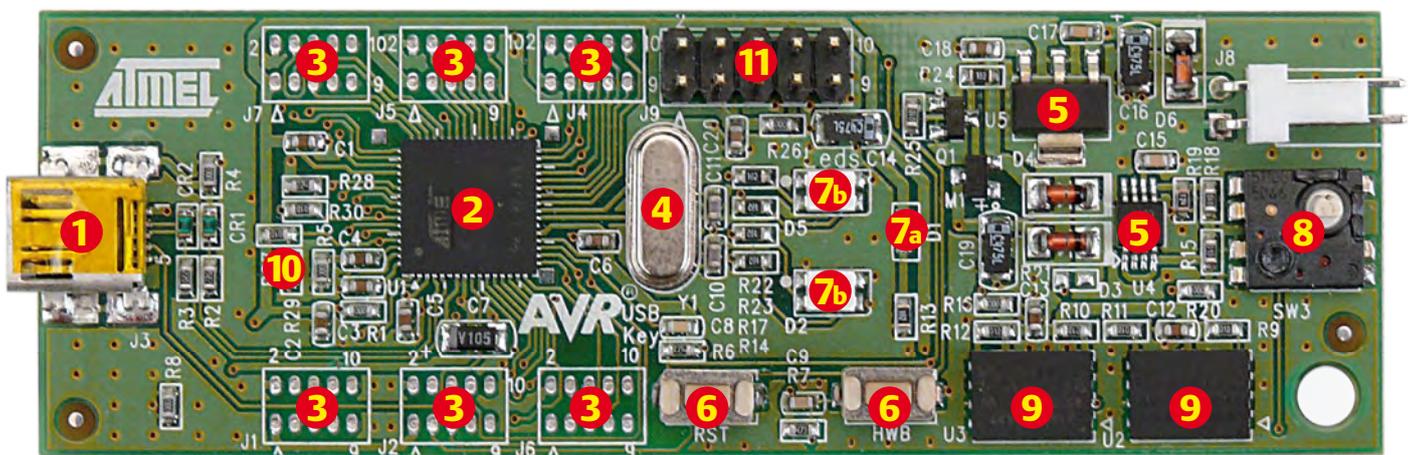


Bild 1. Das AT90USBKey-Board und seine wichtigsten Bestandteile.
Die gleiche Nummerierung wird auch im Abschnitt „Hardware“ verwendet.

Sicherlich verfügen heute unzählige Mikrocontroller-Boards über einen USB-Anschluss. Viele wurden von Elektor sogar schon eingesetzt oder beschrieben. Einige Lösungen basieren auf so genannten „Bridges“ (Prolific und FTDI), „USB-Nodes“ (National) oder „USB-Hardware-Stacks“ (Microchip, Cypress, TI und Atmel ARM). Manche bestehen nur aus durch Software emulierten Stacks (zum Beispiel V-USB bei ATM18/CC²). Zum AVR-USB-Hardware-Stack allerdings haben wir bisher noch nichts gebracht. Mit einem preiswerten Board und freien Software-Utilities bietet sich jetzt die Gelegenheit, die AVR-USB-Familie^[1] näher kennenzulernen.

Warnung

USB ist schließlich hot-plug-fähig und für Laien unkompliziert zu benutzen. Für Entwickler sieht es bei der Integration von USB in Geräte allerdings anders aus. Daher vorweg die Warnung, dass die hier beschriebene Software bei falscher Verwendung unerwünschte Nebenwirkungen haben kann. Doch zum Lernen gehören Fehler, Rückschläge und Überraschungen. Entschädigt wird man dadurch, dass die Lernkurve relativ steil ist.

Hardware

Im Folgenden geht es um das preiswerte Entwicklungssystem **AT90USBKey**^[2] von Atmel, das einen neuen, mit USB ausgestatteten Mikrocontroller **AT90USB1287** enthält. Die ziemlich überschaubare Schaltung des Boards ist im Hardware-User-Guide enthalten. Das

Board selbst unterstützt zwar alle Standard-USB-Modi, in diesem Beitrag liegt der Schwerpunkt aber auf der USB-Device-Implementierung. USB-Master-Fähigkeiten und USB-OTG (On-The-Go) werden also vernachlässigt. Das Board ist von allen größeren Distributoren lieferbar, und wenn man etwas googelt, wird man es auch für unter 25 Euro finden.

Nachfolgend einige der wichtigsten Komponenten des AT90USBKey (die Nummern entsprechen denen in **Bild 1**):

1. Eine Mini-USB-Buchse vom Typ A-B (nur ein Mini-USB-B-Kabel verwenden, denn der Typ A ist für den Host-Modus gedacht).
2. Der AT90USB1287-Mikrocontroller
3. IO-Anschlüsse an externen Steckverbindungen. Das leider sehr enge Rastermaß ist wohl dem Design als „Stick“ geschuldet.
4. Der Controller wird von einem 8-MHz-Quarz getaktet.
5. Die Stromversorgung liefert 5 V und 3,3 V^[7,8]. Im Device-Modus kann das Board auch problemlos vom USB-Anschluss versorgt werden. Bei der in diesem Artikel beschriebenen Verwendung sollte nichts an J8 angeschlossen werden.
6. Zwei Taster (einer davon ist der Reset-Taster).
7. Eine grüne LED zur Betriebsspannungsanzeige und zwei ansteuerbare zweifarbige LEDs.
8. Ein vierachsiger Joystick mit Zentralschalter; insgesamt also fünf Taster.

9. 16 Megabyte an seriell angeschlossenem (66 MHz SPI) Flash-Speicher^[6].
10. Ein NTC^[9] als Temperatursensor; angeschlossen an den analogen Kanal 0.
11. Ein hier nicht genutzter JTAG-Anschluss.

Der Controller auf dem Board wird schon mit Firmware ausgeliefert. Damit agiert das Board als USB-Composite-Device, das gleichzeitig eine Maus emuliert und als Massenspeicher fungiert. Als Erstes sollte man diese Firmware auslesen und als Backup sichern. Dann kann man das Board ausprobieren und bei Betätigung des Mini-Joysticks erleben, wie der Maus-Cursor über den Bildschirm flitzt. Man kann sogar die PC-Software damit richtig bedienen. Wenn das funktioniert, kann man beruhigt tiefer in die Materie einsteigen.

Source-Code, Firmware & Software

Es gibt verschiedene auf Firmware basierende Möglichkeiten, solche Applikationen zu entwickeln und andere Klassen der USB-Spezifikation auszutesten. Auf jeden Fall beherrscht das Board alle wichtigen USB-Profilen.

Naheliegende Quellen der Inspiration sind der von Atmel zur Verfügung gestellte Source-Code und die vielen Application Notes, die sich auf der AT90USBKey-Webseite befinden. In guter, alter Elektor-Tradition stellen wir hier aber andere, frei zugängliche Informationsquellen vor. Die beiden eindrucksvollsten Quellen mit dem besten Gehalt sind sicher: LUFA^[3] (Lightweight USB Framework for AVR) von Dean Camera und die HID-Implementierung des Teensy-Projekts^[4]. Weiter erwähnenswert ist auch noch die Arbeit von Dr. Stefan Salewski^[5] — mehr muss man sich für den Anfang nicht antun.

Entwicklungsumgebung

Bevor man loslegt, sollte man sich kurz über die Software-Tools erkundigen, die einem die Software-Entwicklung erleichtern. Alle Tests für diesen Beitrag wurden mit WinAVR in der Version 20090313, dem zugehörigen C-Compiler AVR-GCC V 4.3.2, dem Bit-Manipulations-Tool Binutils V 2.19 und der einfachen IDE „Programmer’s Notepad V 2.0.8“ vorgenommen. AVR-Studio ist nicht notwendig, kann aber ebenfalls verwendet werden. Wer mag, kann auch die Kommandozeile einsetzen.

Die aufgeführte Software wurde zudem auch unter Linux ausprobiert (Ubuntu 9.04 mit AVR-GCC V 4.4.1 sowie Binutils V 2.19.1).

Programmierung mit FLIP

Auch wenn der Chip AT90USB1287 über ein JTAG-Interface verfügt, über das man mit dem passenden JTAG-Tool debuggen und den Controller programmieren kann, nutzen wir die einfachere Methode eines Bootloaders. Man kann selbstverständlich auch das klassische ISP verwenden.

Den Bootloader aktiviert man durch Drücken des RST- und HWB-Tasters, wobei der RST-Taster zuerst losgelassen wird. Das Board muss hierzu selbstverständlich angeschlossen sein. Es meldet sich dann ein neues USB-Gerät „AT90USB128 DFU“. Beim ersten Mal ver-

Eigenschaften

- Preiswertes (€ 25) AT90USBKey-Board von Atmel mit Mini-Joystick
- Controller: AT90USB1287 mit DFU-Bootloader
- Einfacher Einstieg in die USB-Technik via AVR-Mikrocontroller mit USB-Hardware-Controller
- Einführung in die Entwicklung von USB-HIDs und Composite-Devices
- Viele kostenlose Tools (FLIP, LUFA etc.)
- Windows- und Linux-kompatibel
- Einfache Anpassung von Software für andere Hardware (z.B. Teensy)

langt Windows die Installation des Treibers, der sich in Atmels Utility FLIP^[11] im Unterverzeichnis „USB“ befindet.

Mit FLIP kann man einen AT90USB1287 via Bootloader programmieren — dazu muss man es aber auch installieren. Wenn man sich nicht ganz sicher ist, ob man Java schon einmal installiert hat, lädt man am einfachsten die Version herunter, die Java beinhaltet.

Wichtig: Bevor man das erstellte Programm in den Flash-Speicher des Controllers schreibt, muss dieser **zuerst gelöscht** werden! Wenn man das ignoriert, schaltet sich der Controller in einen gesperrten Protected-Mode. In FLIP kann man die sinnvolle Sequenz aus Erase, Programm und Verify einstellen. Anschließend lädt man die Hex-Datei (CTRL+L) und klickt auf „Run“, um die Software zu flashen. Um dann den Bootloader-Modus wieder zu verlassen, klickt man auf „Start Application“ (die gelbe Schaltfläche) und betätigt den Reset-Taster des Boards. Der Screenshot von FLIP in **Bild 2** zeigt diese Einstellungen.

Unter Linux benötigt man DFU-Programmer^[10] (V 0.5.1), um die Software in den Chip zu bekommen. Hier die notwendigen Eingaben in der Kommandozeile:

```
# dfu-programmer at90usb1287 erase
# dfu-programmer at90usb1287 flash example.hex
# dfu-programmer at90usb1287 start
```

LUFA

Jetzt wird in die Hände gespuckt: Man besorge sich zunächst den neuesten LUFA-Source-Code^[3]. Im Labor kam Version #090924 zum Einsatz und wir schmunzelten über die Ähnlichkeit zur Elektor-typischen Notation. Nach dem Entpacken wird dieser Teil verbessert:

```
./Demos/Host/ClassDriver/
  KeyboardHostWithParser/
    KeyboardHostWithParser.c line 264
./Demos/Host/ClassDriver/MouseHostWithParser/
  MouseHostWithParser.c line 264
./Demos/Host/LowLevel/MouseHostWithParser/
  HIDReport.c line 89
```

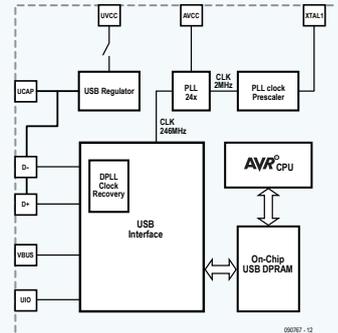
Indem man das Ende jeder Zeile mit einem Semikolon „;“ versieht, erspart man sich einige aufpoppende Fehlermeldungen beim Compiler-Lauf.

Nun öffnet man die Projekt-Datei „LUFA.pnproj“ im Wurzelverzeichnis des Quell-Codes und schaut, wie dieser Code aufgebaut ist. Die LUFA-Library und das Demo-Programm sind eigentlich schon so konfiguriert, dass sie mit dem AVR-USB-Board funktionieren. Wenn man nicht sicher ist, verwendet man einfach die Make-Datei. Die Variablen sollten so konfiguriert sein:

Die AVR-USB-Hardware

Der USB-Hardware-Controller und USB-Device-Operationen sind nichts für übervorsichtige Zeitgenossen, obwohl es ausführliche Informationen im Datenblatt zum AT90USB1287 („doc7593.pdf“, 463 Seiten) gibt. Im Grunde stellt der USB-Controller ein Hardware-Gateway zur Verfügung, das eine USB-Verbindung zur Übertragung von Daten aus einem auf dem Chip integrierten DPRAM (Double-Ported Random Access Memory) aufbaut. Dieses wird durch Konstanten gesteuert, die in etlichen Registern des Controllers abgelegt werden.

Wichtig zu wissen ist, dass USB mit einem dezidierten Takt arbeitet. Dieser Takt wird durch eine chipinterne PLL erzeugt, die mit 48 MHz läuft. Die PLL multipliziert dabei die Frequenz am Eingang mit dem Faktor 24. Daher müssen die PLL-Clock-Register so programmiert werden, dass ein 2-MHz-Takt am PLL-Eingang liegt. Beim Teensy-Board wird dies aus dem dort verwendeten 16-MHz-Takt wie im angeführten Code-Beispiel gemacht. Für eigene Experimente mit anderen Boards sollte man die nachfolgende interne Struktur der PLLSCR-Register genau kennen..



Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
0xDA	USBINT	-	-	-	-	-	-	IDTI	VBUSTI
0xD9	USBSTA	-	-	-	-	SPEED	-	ID	VBUS
0xD8	USBCON	USBE	HOST	FRZCLK	OTGPADE	-	-	IDTE	VBUSTE
0x29 0x49	PLLCSR	-	-	-	PLL2	PLL1	PLL0	PLLE	PLOCK

Mit der Sprache C definiert man die entsprechenden Konstanten so: `#define LABEL() ([registername] = 4hexvalues)`
 Man geht dabei genau so vor wie bei der Anpassung an die Hardware des AT90USBKey.

```
MCU = at90usb1287
BOARD = USBKEY
F_CPU = 8000000
```

Nun geht es ins Wurzelverzeichnis der LUFA-Library, und dann kompiliert man die Sache mit „make all“ (Menü „Options“). Anschließend geht es zum Verzeichnis „Demos“, und dort wird ebenfalls kompiliert.

Maus-Emulation

Wenn die Demos kompiliert sind, kann man die Maus-Emulation „Mouse.hex“ im Verzeichnis „LUFA/Demos/Device/ClassDriver/Mouse“ mit FLIP in den Controller schieben.

Nach einem Druck auf den Reset-Taster hat man einen Mini-Joystick mit Mausfunktion am PC. Der HWB- oder der Zentral-Taster fungieren als Maus-Taste.

USB-Seriell-Umsetzer: CDC

Um CDC auszuprobieren, wird lediglich FLIP zum Flashen der Datei „CDC.hex“ in „LUFA/Demos/Device/ClassDriver/CDC“ benötigt. Nach Neustart des Boards wird Windows nach einem Treiber fragen, der in der Datei „LUFA CDC.inf“ im gleichen Verzeichnis steckt. Zum Test nutzt man eine Terminal-Emulation (im Labor kam Tera Term 4.62 zum Zuge), damit man den virtuellen COM-Port ansprechen kann. Wenn man jetzt den Joystick betätigt, sieht man entsprechende Meldungen im Terminal-Fenster.

Jetzt kann man probeweise die „main“-Funktion in der Datei „CDC.c“ verändern:

```
int main(void)
{
```

```
SetupHardware();

LEDs_SetAllLEDs(LEDMASK_USB_NOTREADY);

for (;;)
{
#define STRING_LENGTH 20
char string[STRING_LENGTH];
char *str = (char *)&string;

CheckJoystickMovement();

/* Must throw away unused bytes of the
 * host, or it will lock up
 * while waiting for the device
 */
while (CDC_Device_BytesReceived
        (&VirtualSerial_CDC_Interface))
{
char byte = CDC_Device_ReceiveByte
        (&VirtualSerial_CDC_Interface);
memset(str, '\0', STRING_LENGTH);
strcpy(str, „echo: “);
string[6] = byte;
string[7] = '\n';
string[8] = '\r';
CDC_Device_SendString(&VirtualSerial_CDC_
        Interface, string, strlen(string));
}

CDC_Device_USBTask(&VirtualSerial_CDC_
        Interface);
```

```
USB_USBTask();
}
}
```

Nach Kompilierung flasht man das Resultat, stellt die Verbindung her, und wenn man jetzt eine Taste drückt, wird dies auch auf dem PC-Bildschirm gezeigt. Die USB-Brücke funktioniert!

HID-Implementierung mit Teensy USB

Zum Ausprobieren der HID-Class (Human Interface Device) eignet sich der Source-Code des Projekts „Teensy USB“ ganz besonders. Da die AT90USBkey-Hardware nicht direkt unterstützt wird, muss man etwas nachhelfen.

Zunächst braucht man den Source-Code von „USB Raw HID, Version 1.1“ aus der Code-Library^[4]. Je nachdem benötigt man auch noch eine der RawHid-Test-Dateien. Nach dem Entpacken des Archivs inspiziert man den Inhalt von „USB Raw HID“, denn hier ist noch etwas Bastelei erforderlich. In der Make-Datei werden alle „MCU“-

Zeilen auskommentiert und stattdessen welche für unseren Controller eingefügt:

```
MCU = at90usb1287 # AT90USBKey
Jetzt wird der Wert von „F_CPU“ an einen 8-MHz-Quarz angepasst:
```

```
F_CPU = 8000000
```

Nun sucht man nach dem String „_AVR_AT90USB1286_“ in „usb_rawhid.h“ und fügt die folgenden Zeilen vor dem Befehl „#endif“ ein:

```
#elif defined(__AVR_AT90USB1287__)
#define HW_CONFIG() (UHWCON = 0x81)
#define PLL_CONFIG() (PLLCSR = 0x0E)
#define USB_CONFIG() (USBCON =
((1<<USBE) | (1<<OTGPADE)))
#define USB_FREEZE() (USBCON =
```

Anzeige

Funkempfängerkompendium

➔ Der professionelle Ratgeber für Funkempfangstechnik

Wollten Sie schon immer wissen, wie sich die klassische Funkempfängertechnik fortentwickelt hat? Wie funktionieren professionelle Funkempfänger heute und was können sie leisten? 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 auch ausgefallene Anwendungen von Empfängern kennenlernen und wissen, wie ein Software Defined Radio (Digitalempfänger) nun wirklich funktioniert und was der letzte Stand der entsprechenden Technik kann?

Wodurch unterscheiden sich Kreuz- und Intermodulation und worauf ist bei der messtechnischen Bestimmung und Datenblattvergleichen unbedingt zu achten? Warum folgen Intermodulationsprodukte nicht immer den Darstellungen von Lehrbüchern? Welche Auswirkungen haben derartige Kenngrößen tatsächlich auf die Empfangspraxis und warum kommt es nicht nur auf den IP3 an? In diesem Buch findet man die Antworten!



346 Seiten (geb.)
Format 17 x 23,5 cm
ISBN 978-3-89576-224-6
€ 49,00 • CHF 77,20

Weitere Infos & Bestellung unter www.elektor.de/shop

```
((1<<USBE) | (1<<FRZCLK))
```

Der Wert von „PLCSR“ wird zu „0x0E“ geändert, da der Controller auf dem Teensy-Board mit 16 MHz getaktet wird. Nun öffnet man „analog.c“, sucht nach „__AVR_AT90USB1286__“ und fügt „| defined(__AVR_AT90USB1287__)“ hinzu:

```
#elif defined(__AVR_AT90USB646__)
    | defined(__AVR_AT90USB1286__)
    | defined(__AVR_AT90USB1287__)
```

Noch ein kleiner Fix in „example.c“. Die Zeile:

```
PORTD = (PORTD & 0xF0) | (buffer[0] & 0x0F);
```

wird zu:

```
PORTD = ((buffer[0] << 4) & 0xF0) | (PORTD & 0x0F);
```

Jetzt kann man die LEDs des Boards steuern, indem man auf die Tasten der numerischen Tastatur tippt.

Außerdem kann man jetzt einen Compiler-Lauf lostreten: Hierzu alle Make-Dateien im Projekt-Verzeichnis mit der Kommandozeile starten. Anschließend wird das Resultat noch in den Controller-Speicher geflasht.

Startet man jetzt auf dem PC die zugehörige Applikation, sieht man in der ersten Zeile auf dem Bildschirm den vom ADC des Controllers eingelesenen Analogwert. Wenn man den NTC mit dem Finger berührt, sollte sich dieser Wert ändern. Die Tasten des numerischen Tastenblocks (außer der „0“) steuern die LEDs. Es ist nicht so schwer, angeschlossene Hardware via USB anzusteuern, oder?

Als nächster Schritt bietet sich das Beispiel mit der USB-Maus an. Auch hier ändert man die Make-Datei und „usb_mouse.h“, um den Code an das eigene Board anzupassen. Dann kommt die Serie Compiler, Flashen und Board-Reset - schon kann man sehen, wie sich der Mauszeiger über den Bildschirm bewegt. So kann man auch eine Pseudo-Tastatur kreieren, die in zufälligen Abständen die Taste CapsLock betätigt — siehe Tastaturimplementierung von LUFA oder Google.

Links

- [1] www.atmel.com/dyn/products/devices.asp?family_id=607#1761
- [2] www.atmel.com/dyn/products/tools_card.asp?tool_id=3879
- [3] www.fourwalledcubicle.com/LUFA.php
- [4] www.pjrc.com/teensy/
- [5] www.ssalewski.de/AT90USB_firmware.html.en

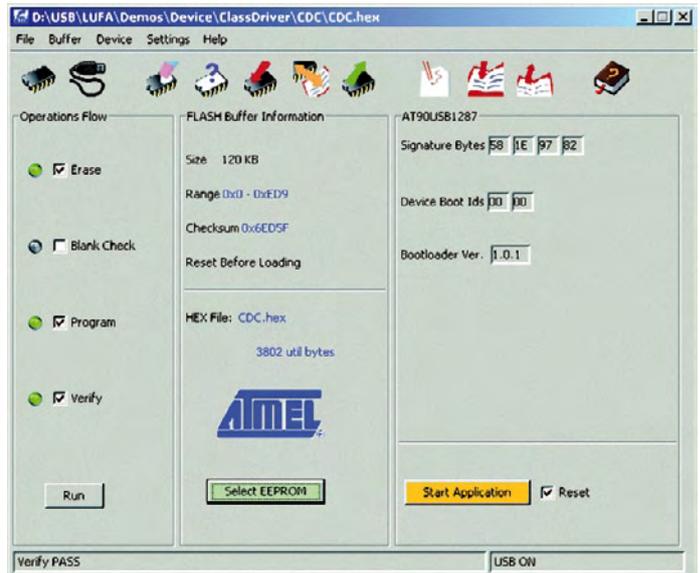


Bild 2. Mit FLIP von Atmel kann man via Bootloader Software in den Mikrocontroller übertragen.

Fazit

Wenn man sich eine Weile mit diesem Board beschäftigt, lernt man einiges über die Implementierung verschiedener USB-Klassen und Geräte auf der Basis des AT90USB-Kerns. Um den Auslieferungszustand wieder herzustellen, kann man einfach die am Anfang gesicherte Firmware aufspielen. Der Name der Datei lautet „FIRMWARE.HEX“. Sie befindet sich im Wurzelverzeichnis der Software zum AT90USBkey. Wenn gar nichts mehr geht, müssen Sie den Stick zuvor im FAT16-Format formatieren.

Als zusätzliches Entwicklungstool sind Hardware-Debugger zwar sehr nützlich, aber auch kostspielig. Heute kann man aber vielfach Hardware durch Software ersetzen, die außerdem auch dazu taugt, fremde Protokolle zu inspizieren. Ein Beispiel hierfür ist USBview von Microsoft. Die Software ist allerdings aus den letzten Software-Distributionen verschwunden - das Internet hilft weiter. Dieses Tool zeigt den USB-Bus des PCs in einer Art Baum-Struktur. Es gibt sogar eine Version für Linux mit GTK-Unterstützung. Zum „Tracen“ von USB-Paketen eignen sich unter Windows Snoopy and USBtrace - für Linux steht WireShark zur Verfügung.

Um die USB-OTG- und USB-Master-Eigenschaften des Boards wird es in einem anderen Beitrag gehen...

(090767-1)

- [6] www.atmel.com/dyn/products/product_card.asp?Teil_id=3777
- [7] www.national.com/mpf/LP/LP3982.html
- [8] www.national.com/mpf/LM/LM340.html
- [9] http://search.murata.co.jp/Ceramy/CatalogAction.do?sHinnm=NTH5G16P42B104J07TH&sNhinm=NCP18WF104J03RB&sNhin_key=NCP18WF104J03RB&Lang=en&sParam=NCP
- [10] <http://dfu-programmer.sourceforge.net/>
- [11] www.atmel.com/dyn/products/tools_card.asp?tool_id=3886

Basista
Leiterplatten GmbH
The PCB Company

Printed Circuit Boards

schnell, professionell & zuverlässig

Prototypen Serien

z.B. 100x100mm, je St.
2 Lagen
ab 44,29 € / netto 37,22 €

z.B. 100x100mm, 50 St.
2 Lagen
ab 10,41 € / netto 8,75 €*

4 Lagen
ab 123,00 € / netto 103,36 €

4 Lagen
ab 12,39 € / netto 10,41 €*

6 Lagen
ab 178,50 € / netto 150,00 €

6 Lagen
ab 20,810 € / netto 17,49 €*

NEU Staffelpreise für Prototypen
Lieferung auch an Privatkunden

NEU Kürzere Lieferzeiten für Serienleiterplatten

"Happy Hour" Service für Onlinebestellungen am Wochenende (rhalbe Versandkosten)

von der Musterplatte bis zur Microviattechnologie
Blind & Buried Vias
Dickkupfer bis 400µm
Flex Leiterplatten
Starrflex Leiterplatten
Alu Kern Leiterplatten
Discount bei Nachbestellung
Der letzte AT = Versandtag
Leiterplatten bleifrei RoHS
HDI Leiterplatten bis 50µm

Alle Preise inklusive:
E-Test
2x Lötstop grün für SMD
Gerberdaten import
Design Rule Check
Einrichtungskosten
Photoplot
Leiterbahnen 150µm
Drill 0,3mm
FR4, 1.55mm, 35µm Cu
Multilayer mit AOI, XRay

basista.de
online kalkulieren & bestellen

DAS ORIGINAL SEIT 1995
PCB-POOL
Beta LAYOUT

zertifiziert!
UL-Zulassung

dünnere!
1 mm Materialstärke

flacher!
SMD Pads
chemisch verzinkt

schneller!
1 AT Service

kostenlos!
Free Stencil

unabhängig!
Reflow-Kit Shop

NEU!
NEU!
NEU!

www.pcb-pool.com
HOTLINE: 0800 7227665 - E-Mail: info@pcb-pool.com

Beta LAYOUT

ElektorWheelie

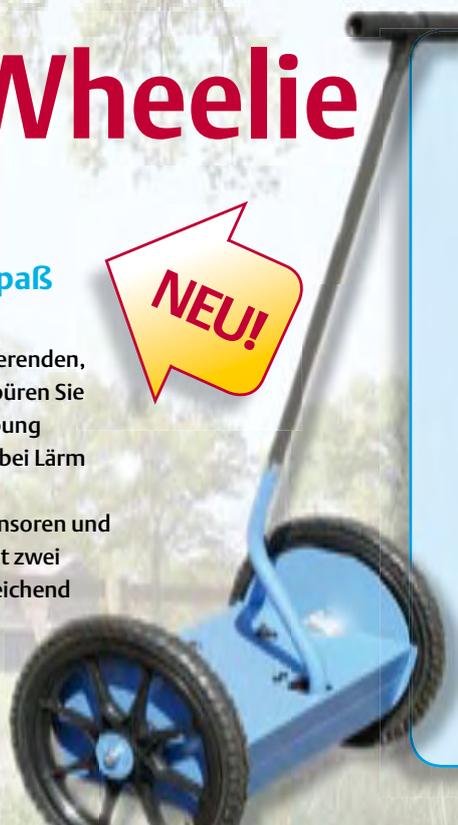
➔ **Power und Stabilität
für maximalen Fahrspaß**

NEU!

Steigen Sie jetzt auf den selbst balancierenden, einachsigen ElektorWheelie auf und spüren Sie die Freiheit! Entdecken Sie Ihre Umgebung und die Natur um sich herum, ohne dabei Lärm und Abgase zu verursachen!

Zwei Motoren, zwei Batterien, zwei Sensoren und die Steuer- und Leistungselektronik mit zwei AVR-Mikrocontrollern sorgen für ausreichend Power und Stabilität und ermöglichen so maximalen Fahrspaß.

elektor



Technische Daten:

- 2 x 500-W-DC-Getriebemotoren
- 2 x 12-V-Blei-Vlies-Akkus (AGM) mit 9 Ah
- 2 x 16 Zoll luftbereifte Kunststoffräder
- H-Brücken-PWM-Motorsteuerung mit bis zu 25 A
- Automatische Abschaltung beim Absteigen
- Fail-safe-Notabschaltung
- Akku-Ladestandsanzeige
- Höchstgeschwindigkeit: 18 km/h
- Reichweite: ca. 8 km

Der „Elektor-Wheelie“-Komplett-Bausatz umfasst zwei 500-W-Gleichstrom-Getriebemotoren, zwei 12-V-Blei-AGM-Akkus, zwei 16-Zoll-Räder, Gehäuse, Lenkstange, bestückte und getestete Controller-Platine mit aufgesteckter Sensor-Platine sowie ein Ladegerät.

Art.-Nr. 090248-71

1599,00 € (inkl. MwSt., zzgl. Porto/Versand)

Weitere Infos mit Demo-Video,
Blog und Bestellmöglichkeit unter

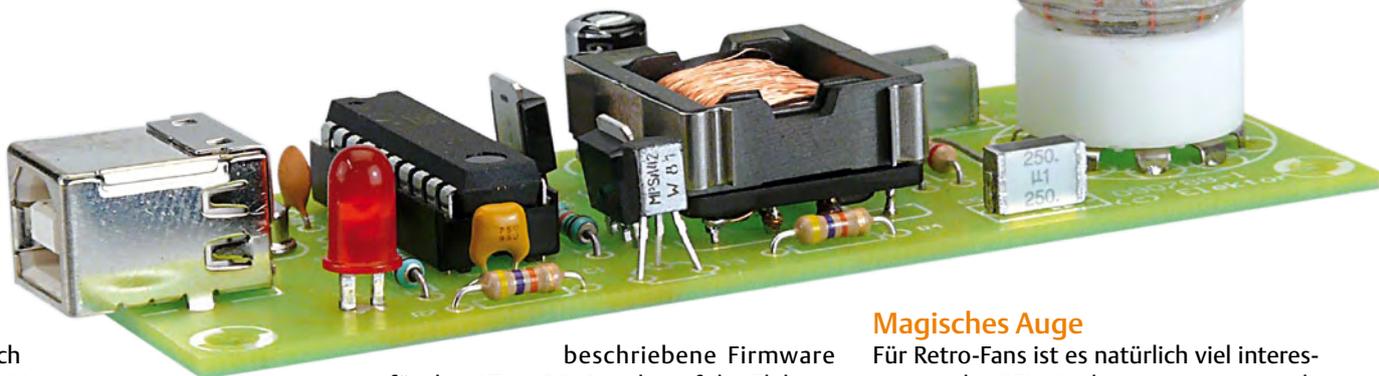
www.elektor.de/wheelie

Magisches Auge am USB

Röhre zeigt CPU-Auslastung

Von Martin Ossmann

Der Sohn des Verfassers beschäftigt sich gerne mit PC-Modding. Nach dem Aufbau einiger über USB gesteuerter LED-Displays entstand der Wunsch nach einer Anzeige der CPU-Auslastung. Da der Verfasser selbst einen Hang zur Retro-Elektronik hat, entstand ein CPU-Meter mit einer blaugrün leuchtenden Röhre als Anzeige. Die gesamte Stromversorgung und Steuerung erfolgt via USB. Wer es gerne einfacher hätte, der findet hier auch eine Variante mit Drehspulinstrument.



Tatsächlich wurde die Variante mit dem analogen Zeigerinstrument in **Bild 1** zuerst entwickelt. Da möglichst Standardkomponenten zum Einsatz kommen sollten, wurde ein USB-Interface verwendet, das als Software in einem Atmel-Mikrocontroller läuft. Da stehen inzwischen mehrere zur Auswahl: AVR309 [1], V-USB [2] und avrcdc [3]. Für das CPU-Meter wird der USB-Stack der Application-Note AVR309 von Igor Cesko verwendet.

Schaltung 1

Wie **Bild 2** zeigt, ist die resultierende Schaltung so einfach, dass sie leicht auf einer kleinen Lochrasterplatine aufgebaut werden kann. Die rote LED dient dazu, die 5-V-USB-Spannung auf die 3-V-Betriebsspannung für den AVR-Controller zu reduzieren. Es wird ein 12-MHz-Quarz verwendet, da man mit diesem die USB-Taktrate trifft. Den Controller kann man mit einem der zahlreichen AVR-Programmieradapter programmieren. Die in einem separaten Kapitel

beschriebene Firmware für den ATtiny2313 steht auf der Elektor-Website kostenlos zum Download [4] zur Verfügung.

Der Analogwert, der das Instrument speist, wird durch Pulsweitenmodulation gewonnen. Die PC-Software sendet die CPU-Auslastung in Prozent (das heißt, einen Wert von 0 bis 100). Der AVR multipliziert diesen Wert mit 2 und schreibt ihn ins PWM-Kontrollregister. Das PWM-Signal steht am Pin OC0B (PD5) zur Verfügung. Bei 100 Prozent Auslastung ist der Mittelwert am PWM-Ausgang also $2 \cdot 100 / 255 = 3,3 \text{ V} = 2,6 \text{ V}$.

Über das Poti P1 kann die Schaltung an verschiedene Zeigerinstrumente angepasst werden. Es eignen sich alle Instrumente, die einen Maximalausschlag bei weniger als 10 mA und 2 V haben. Vor der ersten Verwendung sollte man noch einmal kontrollieren, ob die vier Leitungen auch richtig an die USB-Buchse angeschlossen sind, damit der PC nicht durch Verpolung oder Kurzschlüsse Schaden nimmt.

Magisches Auge

Für Retro-Fans ist es natürlich viel interessanter, die CPU-Auslastung mit einer als „magisches Auge“ bezeichneten Röhre anzuzeigen. Solche Röhren wurden im Röhrenzeitalter, also bis etwa Mitte der 60er Jahre des vorigen Jahrhunderts, vor allem als Abstimmungsanzeigen in Radios und als Aussteuerungsanzeigen in Tonbandgeräten verwendet. Für das CPU-Meter in der Version mit magischem Auge wurde als Röhre die EM84 (**Bild 3**) ausgewählt, die ungebraucht aus (deutschen) Lagerbeständen und als Neuware aus laufender (chinesischer) Fertigung erhältlich ist, und das zu Preisen ab 10 €. Die chinesische Typenbezeichnung ist 6E2P. Bezugsquellen sind unter [5] angegeben.

Schaltung 2

Die Röhre benötigt eine Heizspannung von 6,3 V und eine Anodenspannung im Bereich von 200 V. Um diese Spannungen aus der 5-V-Spannung des USB-Ports zu erzeugen, wurde ein kleiner Push-pull-Konverter aufgebaut, der unregelmäßig arbeitet. Die Ausgangsspannungen sind dabei im

Eigenschaften

- Anzeige der CPU-Auslastung in Prozent (0...100)
- USB-Gerät: Stromversorgung und Steuerung via USB
- ATtiny-Mikrocontroller mit Software-USB-Interface
- Zwei Varianten mit identischer Firmware
- Anzeige durch Zeigerinstrument oder durch Röhre EM84 (Magisches Auge)
- Sehr geringer Bauteilufwand
- Gut erhältliche und kostengünstige Anzeigeröhre
- Stromaufnahme mit Zeigerinstrument unter 100 mA
- Stromaufnahme mit Röhre unter 500 mA
- Kostenlose PC-Software und Mikrocontroller-Firmware mit Quellcode (Gratis-Download)

Wesentlichen durch das Übersetzungsverhältnis des Transformators in der Schaltung (**Bild 4**) gegeben. In unserem Fall werden 10 Windungen an 5 V betrieben, wir haben also 0,5 V pro Windung. Die Heizspannung wird aus der angezapften Primärwicklung entnommen. Sie besteht aus 12 Windungen, das entspricht 6 V. Das Wickeln des Transformators wird im Textkasten beschrieben.

Mit einem Heizstrom von 0,21 A liegt die Heizleistung bei 1,3 W. Für die Anodenspannung kann eine Leistung von $200 \text{ V} \cdot 2 \text{ mA} = 0,4 \text{ W}$ angesetzt werden. Die Gesamtstromaufnahme beträgt bei 5 V also etwa $I = (1,3 \text{ W} + 0,4 \text{ W}) / 5 \text{ V} = 0,34 \text{ A}$. Das liegt über den 100 mA, die für einen Standard-USB-Anschluss erlaubt sind. Ein zusätzliches Problem ist der niedrige Kaltwiderstand der Heizung. Bei brutalem Einschalten kann das die USB-Spannung durchaus zum Einknicken bringen.

Diese Problematik wurde wie folgt gelöst: Nach dem Einschalten wird der Push-pull-Konverter mit niedrigem Tastgrad betrieben. Dadurch ist die aufgenommene und abgegebene Leistung klein, und die Heizwendel der Röhre wird schwach vorgeheizt. Dann wird vom PC aus die Heizleistung und die Anodenspannung langsam erhöht. Dadurch bleibt die Stromaufnahme immer unter 500 mA, was viele USB-Anschlüsse nicht nur auf dem Papier, sondern auch in der Praxis problemlos schaffen, wie ein Test ergab.

Die Ansteuerung der Push-pull-Transistoren übernimmt eine zweite PWM. Sie stellt zwei nicht-überlappende Pulse für die Gates zur Verfügung. Die Hochspannung wird durch eine Verdoppler-Gleichrichtung erzeugt, dadurch sind für die Sekundärwicklung nicht so viele Windungen nötig. Am Trafo liegen $220 \cdot 0,5 \text{ V} = 110 \text{ V}$, was nach Verdopplung die notwendige Anodenspannung liefert. Um die Anzeige zu steuern, wird mit dem Transistor T3 und den Widerständen R3 und R4 sowie C5 eine Hochspannung-PWM erzeugt. Am Kollektor von T3 liegt eine Rechteckspannung, die dann mit R4 und C5 gefiltert wird. Was USB-Anschluss und Takt angeht, entspricht die Schaltung der vorherigen Variante.

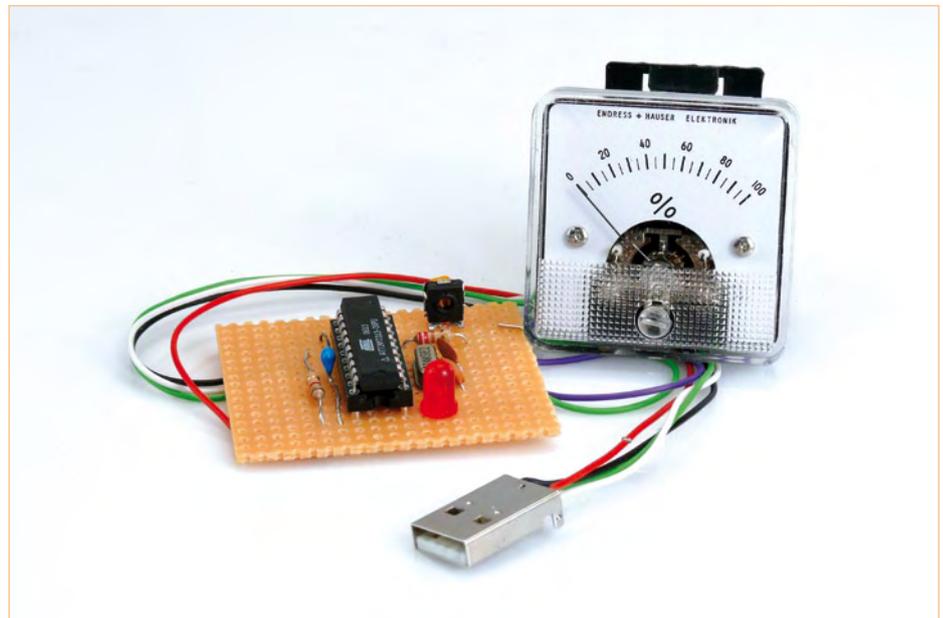


Bild 1. Das CPU-Meter mit Analoginstrument.

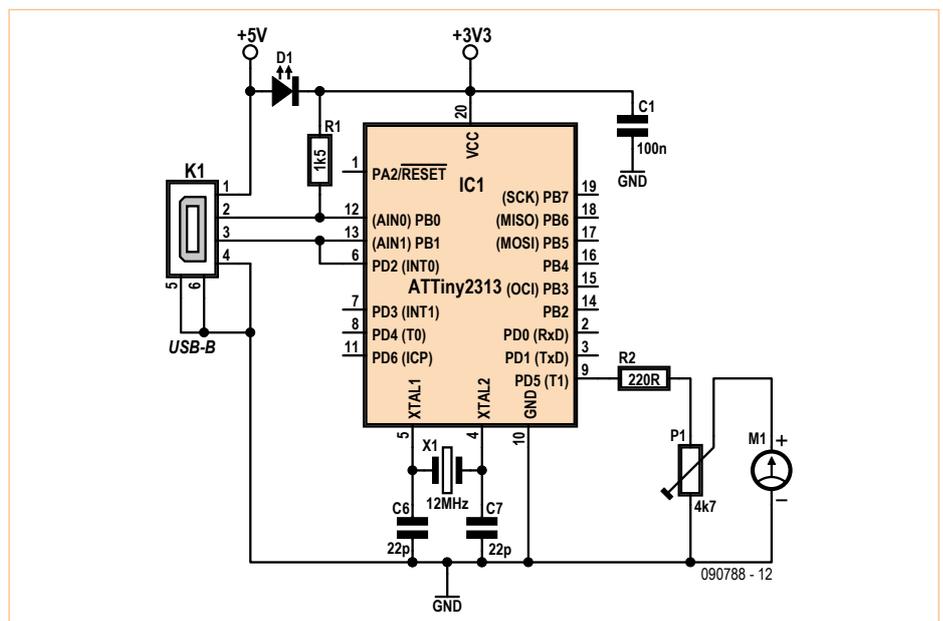


Bild 2. Schaltplan des analog anzeigenden CPU-Meters.



Bild 3. Die Röhre EM84 aus deutscher (RFT) und aus chinesischer Fertigung.

Platine

Für den Aufbau der Schaltung mit dem magischen Auge wurde im Elektor-Labor eine Platine entwickelt (Bild 5), auf der alle Bauteile inklusive Röhrensockel untergebracht sind.

Bei der Bestückung mit den ausnahmslos bedrahteten Bauelementen muss man lediglich bei einigen Bauteilen darauf achten, dass sie „richtig herum“ eingesetzt werden. Dies gilt für alle Dioden, die Transistoren, den Mikrocontroller im DIL-Gehäuse, den Transformator und den Elko C2. Die bestückte Elektor-Musterplatine ist in Bild 6 zu sehen.

Firmware

In der Originalsoftware der ATMEL-AVR309-Applicationnote kann man einen 8-bit-Port des AVR via USB steuern. Durch eine kleine Änderung gelangt der Datenwert nun nicht an einen Port, sondern steuert die PWM-Generatoren in unserer Schaltung. Für beide Schaltungsvarianten (Bild 2 und Bild 4) wird die gleiche Software verwendet. Es sind deshalb zwei PWM-Generatoren zu steuern. Um zu unterscheiden, für welche PWM der Steuerwert bestimmt ist, wird Bit 7 (das MSB) benutzt. Ist es „1“, gelangt der Steuerwert zur Instrumenten-PWM (Timer 0), andernfalls zur Schaltnetzteil-PWM (Timer 1). Die PC-Software liefert die prozentuale Aus-

lastung der CPU als Zahlenwert von 0 bis 100. Die AVR-Software multipliziert diesen Wert mit 2 und steuert damit die Timer-0-PWM, welche einen Periodenwert von 255 hat. Ist das MSB des Steuerwerts 0, wird der Wert verwendet, um den Tastgrad der Impulse des Schaltnetzteils zu variieren. Für die neuen Funktionalitäten musste die Originalsoftware nur geringfügig geändert werden. Der entscheidende Programmcode ist in Listing 1 dargestellt.

Dazu kommt noch die Initialisierung der PWM-Timer, und damit sind dann schon alle Änderungen beschrieben, die an der ursprünglichen Software vorgenommen wurden. Wenn man den ATtiny2313 mit der Software programmiert, muss man dafür sorgen, dass auch die richtigen Fuses gesetzt sind (siehe Kasten „Hinweise zur Software“).

PC-USB-Treiber

Um mit dem PC zu kommunizieren, müssen für den AVR die Treiber-Dateien benutzt werden, die zur ATMEL-Application-Note AVR309 gehören. Es sind dies: INF file AVR309.inf, driver AVR309.sys und DLL library AVR309.dll.

Man packt diese am besten in ein Verzeichnis und gibt dieses bei der manuellen USB-Installation an. Um zu kontrollieren, ob das CPU-Meter vom PC „gesehen“ wird, kann

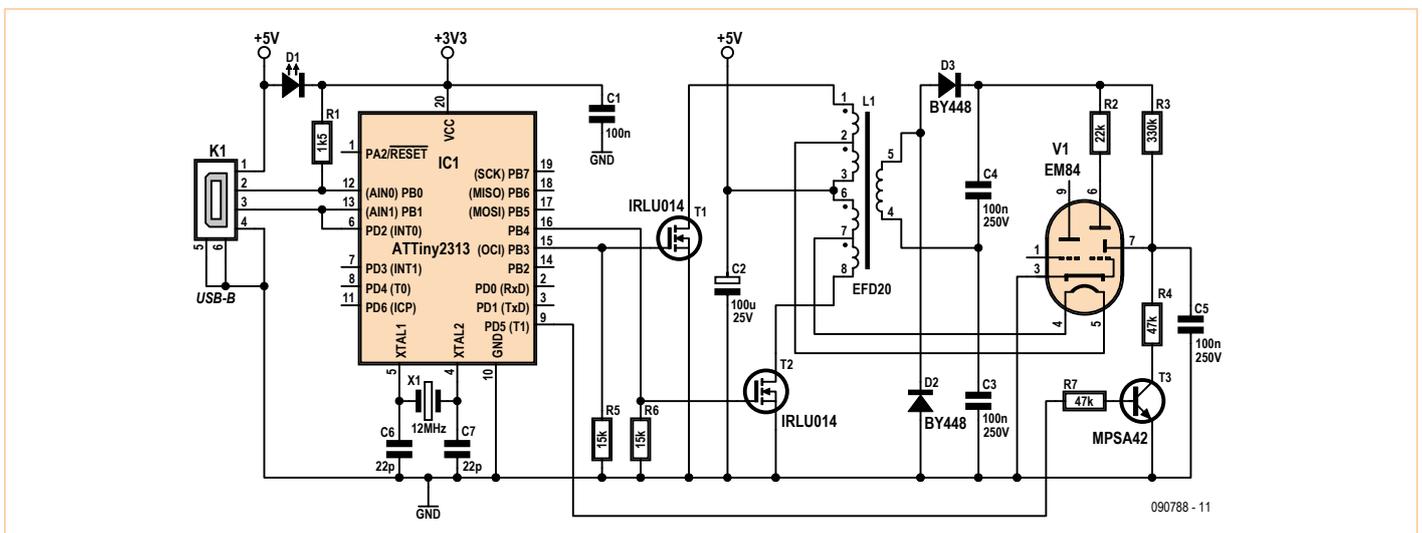


Bild 4. Schaltplan des CPU-Meters mit magischem Auge.

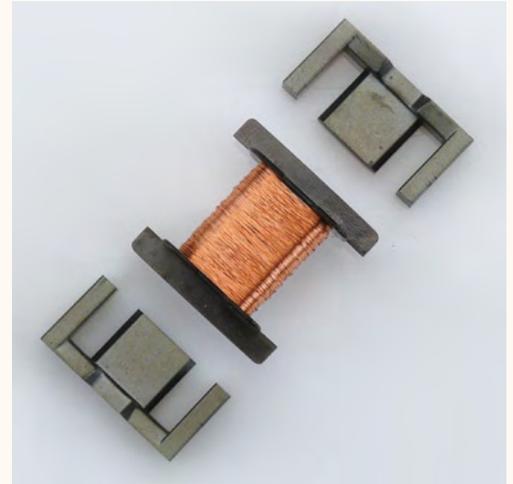
Trafo wickeln

Das Wickeln des Transformators L1 ist keine Kunst:

Zuerst wird die Sekundärwicklung gewickelt. Sie besteht aus 220 Windungen mit Kupferlackdraht von 0,1 mm Durchmesser. Sie geht von Pin 4 zu Pin 5 des Spulenkörpers.

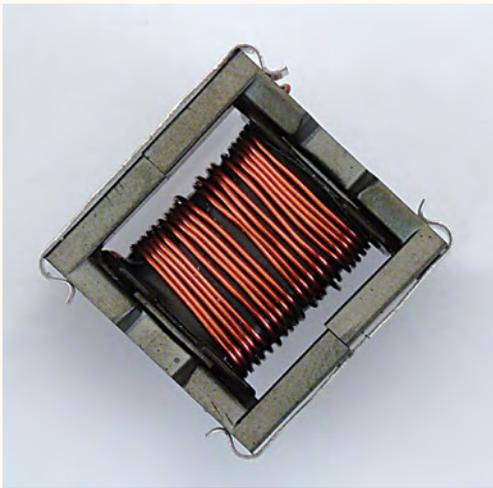
Pin 1 des Spulenkörpers ist mit einer abgeschrägten Ecke des Wickelkörpers markiert. Die anderen Pins kann man dann mit Hilfe des Datenblatts (z.B. von EPCOS) identifizieren. Die Primärwicklung kann auch mit Kupferlackdraht mit bis zu 0,15 mm Durchmesser gewickelt werden, wenn kein Draht mit 0,1 mm Durchmesser vorhanden ist.

Auf die Sekundärwicklung kommt eine Lage Isolierband zur Isolation der Hochspannung von der Primärseite. Dann wickeln wir die vier Primärwicklungen als zwei Teilwicklungen mit je einer Anzapfung. Die Primärwicklung wird aus Kupferlackdraht mit 0,3 mm bis 0,4 mm Durchmesser gewickelt. Die vier Teilwicklungen werden jeweils in gleichem Wicklungssinn (vergleiche Punkte im Schaltplan) gewickelt. Man startet bei Pin 1 und wickelt vier Windungen. Dann hat man eine Anzapfung an Pin 2. Dann wickelt man weitere sechs Windungen im gleichen Wicklungssinn bis zu Pin 3,



Spulenkörper mit Sekundärwicklung

wo die Wicklung endet. Eine weitere Wicklung startet bei Pin 6 und hat wieder sechs Windungen im gleichen Wicklungssinn bis zur Anzapfung bei Pin 7 und von dort weiter vier Windungen im gleichen Wicklungssinn zu Pin 8, wo die Wicklung endet.



Fertiger Transformator

Als Letztes schiebt man die Kernhälften (ohne Luftspalt) ein und fixiert diese mit der zugehörigen Klammer oder etwas Isolierband oder Kleber. Verwendet man Kleber, muss man gut darauf achten, dass dieser nicht zwischen die Kernhälften gerät und einen Luftspalt verursacht.

Anstelle des in Schaltung und Stückliste angegebenen EFD20-Kerns kann man auch einen anderen Kern (z.B. RM o.ä.) verwenden, der ungefähr den gleichen Querschnitt hat und keinen Luftspalt aufweist. Wie man auf den Fotos der Elektor-Musterplatte sieht, kann man auch zuerst die Primär- und dann die Sekundärwicklung auf den Spulenkörper wickeln. Funktional ändert das nichts. Wegen des größeren Drahtquerschnitts und der Unterteilung der Primärwicklung ist es aber einfacher, mit der Sekundärwicklung zu beginnen.

man zum Beispiel das Tool „USBview“ benutzen. Man schaut damit einfach nach, ob in der Liste der aufgeführten Geräte das CPU-Meter auftaucht (Kennung AVR30USB).

PC-Software

Um die CPU-Auslastung zu ermitteln und an den AVR zu senden, wurde ein C-Programm (Visual C 6) geschrieben. Die eigentliche Ermittlung der CPU-Auslastung erfolgt dabei so wie in [6] beschrieben. Zur Kommunikation mit dem AVR werden die Routinen der AVR309 DLL verwendet.

Das Programm kann für beide Schaltungsversionen des CPU-Meters verwendet werden. Ruft man das Programm ohne Parameter auf, fährt es erst langsam die Schaltungsteil-PWM hoch. Danach wird jede Zehntelsekunde die CPU-Auslastung ermittelt und diese als Prozentzahl via USB

Listing 1

```

mov    temp0,ACC    ; fetch USB value
andi   temp0,0x80   ; check MSB
breq   SMPSpwm     ; if = 0 we have a SMPS set
CPUload: mov    temp0,ACC    ; fetch USB value again
        lsl     temp0        ; multiply *2, range now 0..200
        out    OCR0B,temp0   ; control instrument PWM
        ret                               ; and done
SMPSpwm: mov    temp0,ACC    ; fetch USB value again,
        ; must be <50
        out    OCR1AL,temp0  ; set SMPS-PWM output A
        ldi    temp0,100     ; compute 100-value
        sub    temp0,ACC     ;
        out    OCR1BL,temp0  ; and set SMPS-PWM output B
        ret

```

Stückliste

Widerstände:

R1 = 1k5
R5,R6 = 15 k
R2 = 22 k
R4,R7 = 47 k
R3 = 330 k

Kondensatoren:

C1,C3,C4,C5 = 100 n/250 V
C2 = 100 µ/25 V
C6, C7 = 22 p

Induktivität

L1 = Trafo, siehe Text (für Musteraufbau verwendet: Spulenkörper B66418WL008D1 mit Clip B66418B2000 und Kern EFD20 B66417GX187)

Halbleiter:

D1 = LED rot 20 mA
D2,D3 = BY448
T1,T2 = IRLU014
T3 = MPSA42

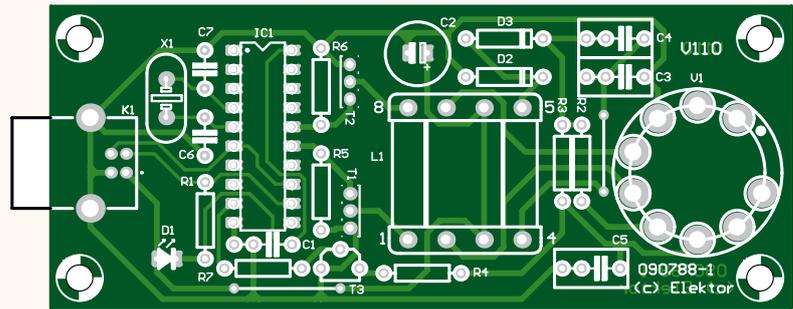


Bild 5. Die im Elektor-Labor entwickelte Platine des CPU-Meters mit der Röhre EM84.

IC1 = ATTiny2313-20PU (programmiert 090788-41*)

Platine EPS 090788-1*

*Siehe Elektor-Shop-Anzeige in dieser Ausgabe und www.elektor.de/090788

Außerdem:

X1 = 12-MHz-Quarz
K1 = USB-Buchse Typ B
V1 = Röhre EM84 und Noval-Röhrensockel

an den AVR gesandt. Da für die Steuerung des magischen Auges die PWM in einem anderen Bereich geregelt werden muss, kann man den Bereich durch zwei Werte als Parameter angeben. Gibt man nur einen Parameter an, wird ein fester Wert an die PWM gesandt. Diese Möglichkeit kann man für Test und Abgleich verwenden. Um den 100%-Punkt abzugleichen, startet man das Programm zum Beispiel mit

```
CPUshow 100 <return>
```

und stellt dann mit Trimmer P1 auf Vollauschlag des Instruments ein.

Die vorgestellte Schaltung zeigt, was man heute mit relativ einfachen Mitteln erreichen kann. Bei näherer Betrachtung stellt

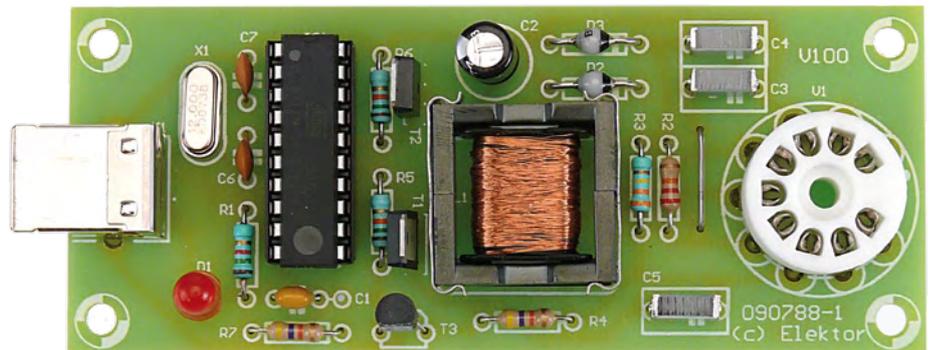


Bild 6. Die bestückte Labor-Musterplatine.

man fest, dass eigentlich alle notwendigen Hilfsmittel aus dem WWW entnommen werden können. Durch die richtige Kombi-

nation der Hilfsmittel entstehen dann neue Anwendungen.

090788cv/ek

Software

Mikrocontroller-Software

Compiler: WINAVR
Quellcode: CPUshow.asm
Hex-Datei: CPUshow.hex

Programmierung des ATTiny2313:

```
; fuses:  
; brownout at 1.8V  
; external crystal 65ms startup  
CKSEL=1111 SUT=11
```

USB driver

AVR309.zip von der Atmel Homepage

AVR309.dll
AVR309.inf
AVR309.sys

Diese Dateien bei der USB-Installation verwenden.

PC Software

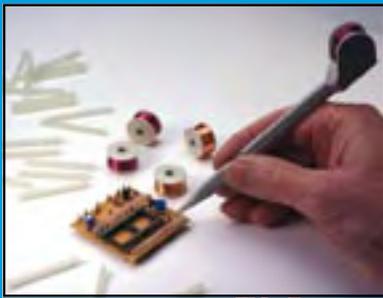
Compiler Microsoft Visual C 6
CPUshow.cpp
CPUshow.exe

Alle Dateien im Elektor-Download [4]

Quellen und Links:

- [1] [www.cesko.host.sk/IgorPlugUSB/IgorPlug-USB%20\(AVR\)_eng.htm](http://www.cesko.host.sk/IgorPlugUSB/IgorPlug-USB%20(AVR)_eng.htm)
- [2] www.obdev.at/products/avrusb/index.html
- [3] www.recursion.jp/avrcc/
- [4] www.elektor.de/090788
- [5] www.btb-elektronik.de, www.die-wuestens.de, www.conrad.com
- [6] [http://en.literateprograms.org/CPU_usage_\(C,_Windows_XP\)](http://en.literateprograms.org/CPU_usage_(C,_Windows_XP))

www.verodirect.com steht Ihnen zu Diensten



für Ihren gesamten
Prototypenbedarf

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





REFLOW-KIT[®]

Beta LAYOUT

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



€ 129,00

Video
www.reflow-kit.de/video

FUNK AMATEUR 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 **Beta**
HOTLINE 0800 7227665 · E-Mail: info@reflow-kit.de LAYOUT

2-tägiger Intensivkurs:

AVR-Mikrocontroller in der Praxis



➔ 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:

München	15.01. + 16.01.2010
Hannover	16.04. + 17.04.2010
Leipzig	23.04. + 24.04.2010
Luzern (Schweiz)	04.06. + 05.06.2010

Teilnehmergebühr (zzgl. MwSt.):

749,00 Euro

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



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

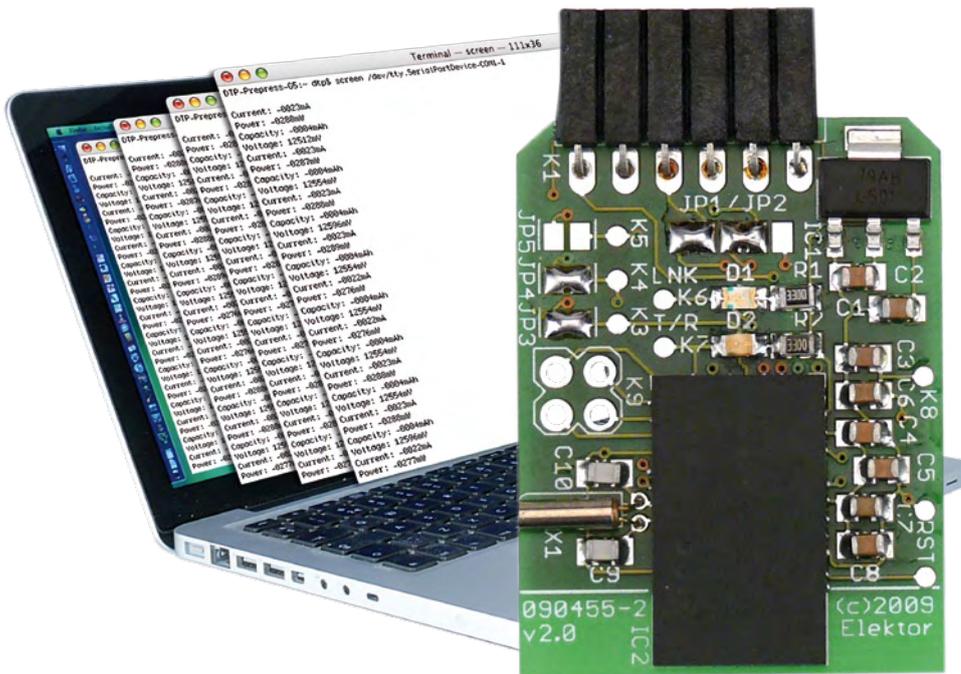
Weitere Infos & Anmeldung unter **www.elektor.de/avr-workshop**

TTL-Bluetooth-Dongle

So einfach wie ein USB-TTL-Kabel

Von Steffen Graf (D)

Selbst entwickelte Elektronik mit dem PC verbinden, und das auch noch drahtlos? Klingt nach schweißtreibender Programmierarbeit, doch weit gefehlt. Unser TTL-Bluetooth-Dongle wird über UART angesteuert, und der Verbindungsaufbau mit einem Computer ist so einfach wie mit einem USB-TTL-Kabel: Plug & Play! Darüber hinaus lassen sich auch zwei der Module kabellos miteinander verbinden.



Sehr oft stößt der Elektroniker auf das Problem, die eigene Schaltung mit einem Computer verbinden zu müssen, zum Beispiel zur Übermittlung von Messdaten. Bei immer weniger Computern und bei fast keinem Notebook findet man noch eine serielle RS232- oder eine parallele Druckerschnittstelle, die zeitgemäße Lösung heißt USB. Nicht viele Mikrocontroller sind aber mit einem USB-Interface ausgestattet. Praktischerweise gibt es aber USB-Spezialchips, die man über einen Controller-UART mit TTL-Pegeln ansteuern kann; inzwischen gibt es sogar USB-TTL-Adapterkabel, die einen solchen Chip eingebaut haben (von FTDI, bei Elektor erhältlich unter der Nummer 080213-91 [1]). Auf der PC-Seite lässt sich dann über einen virtuellen COM-Port auf die eigene Schaltung zugreifen. Vom Mikrocontroller auf den UART gegebene Zeichen kann man nun in einem PC-Termi-

nalprogramm sehen, und umgekehrt auch Bytes zum Controller senden. Ganz wie früher also!

Per Bluetooth zum PC

Mit diesem Projekt zeigen wir, dass es ähnlich einfach auch ohne Kabel geht! In immer mehr Notebooks ist eine Bluetooth-Schnittstelle eingebaut, wenn diese fehlt oder man lieber einen Desktop-Computer einsetzen will, dann kann man Bluetooth in Form eines USB-Bluetooth-Dongles für wenige Euro nachrüsten. Dasselbe, was der USB-TTL-Chip im Falle der USB-Verbindung macht, erledigt bei uns ein Bluetooth-Modul mit UART-Interface. Hier wird der Mikrocontroller angeschlossen. Nun muss man nur noch warten, bis die Bluetooth-Schnittstelle des PCs (oder der USB-Bluetooth-Dongle) unser Bluetooth-Modul erkennt – und los geht es! Auf PC-Seite kann man wie gehabt die

üblichen Terminalprogramme einsetzen (oder natürlich eigene PC-Software programmieren, die Bytes über einen COM-Port sendet und empfängt kann).

Als Bluetooth-Chip wird hier der LMX9838 [2] von National Semiconductor eingesetzt, der besonders kleine Abmessungen aufweist (er ist noch etwas flacher als das Modul BTM-222, das im Rahmen des CC2-Projektes verwendet wurde). **Bild 1** zeigt das Blockschaltbild mit der erwähnten UART-Schnittstelle. Neben dem HF-Transceiver und dem Bluetooth-Stack, der für die (recht komplexe) Bluetooth-Kommunikation zuständig ist, befindet sich auch noch ein EEPROM für Konfigurationsdaten im SMD-Gehäuse.

Natürlich könnte man den Chip direkt in der eigenen Schaltung nutzen (er ist allerdings nur per Heißluft zu löten). Eine noch flexiblere Lösung entsteht, wenn man den Chip auf ein kleines Platinchen setzt und die UART- und Betriebsspannungsanschlüsse auf einen Steckverbinder führt. So ein TTL-Bluetooth-Dongle lässt sich dann überall dort einsetzen, wo bisher ein TTL-USB-Kabel zum Einsatz kam.

Platine

Gesagt, getan: Wir haben unseren Dongle mit dem gleichen Steckverbinder wie das oben erwähnte Kabel ausgestattet, und auch die Belegung ist gleich. Etliche Elektor-Projekte – zum Beispiel der Akkuwächter [3] oder auch das CC2-ATM18-Testboard – weisen einen passenden Anschluss auf (siehe **Bild 2**). Mit dem Bluetooth-Dongle lassen sich diese auf einfache Weise mit einem Wireless-Feature ausstatten – ohne eine einzige zusätzliche Zeile im Programmcode! Darüber hinaus enthält die kleine Platine die minimale Außenbeschaltung des Chips,

Eigenschaften

- SPP-Protokoll vollständig im Chip integriert (anderes Bluetooth-Gerät erscheint wie über serielle Schnittstelle angeschlossen)
- Keine Konfiguration bei Betrieb als Slave nötig, Plug & Play wie mit USB-TTL-Kabel
- Konfiguration über UART als Master möglich, dadurch können auch zwei Module miteinander kommunizieren
- Bis zu 921600 Baud (Konfiguration von 2400 Baud bis 921600 Baud über Jumper oder Software)
- 5-V-Spannungsversorgung, benötigte Spannungsregler auf dem Modul
- pinkompatibel mit USB-TTL-Adapterkabel von FTDI
- Direkter Betrieb an Mikrocontrollern (3,3-V-Pegel) möglich
- UART inklusive Handshakeleitungen
- 2 LEDs zur Anzeige von Verbindung und Traffic
- Erweiterung mit Audiocodec möglich
- Low Power Modus mit optionalem 32-kHz-Quarz

unter anderem einen Spannungsregler und einen Quarz (siehe den Schaltplan in **Bild 3** und den Bestückungsplan in **Bild 4**). Letzterer ist zusammen mit seinen Lastkondensatoren optional. Will man das Modul in einen Low-Power-Modus versetzen können, dann müssen diese Bauteile bestückt werden. Wird der Low-Power-Modus nicht benötigt, muss Pad 27 (32K+) mit GND verbunden werden. Dazu reicht es aus, C10 durch einen 0-Ω-Widerstand zu ersetzen.

Das Modul lässt sich über Lötbrücken und auch per Software konfigurieren. JP1 und JP2 dienen zum Vertauschen von Rx/D und Tx/D. So lässt sich die Pinbelegung am Stecker K1 an eine gegebene Anwendung anpassen, ohne die Platine zu modifizieren.

Über die Lötbrücken JP3 bis JP5 können die Baudraten 9600 Baud, 115200 Baud, 921600 Baud sowie „Read from NVS“ ausgewählt werden (siehe Tabelle). Im Modus „Read from NVS“ wird die Baudrate verwendet, die im internen EEPROM gespeichert ist. Standardmäßig sind 9600 Baud programmiert.

Mit der PC-Software „Simply Blue Commander“ [4], die auf der Webseite von National erhältlich ist, lässt sich das Modul vom Computer aus über eine UART-Schnittstelle (Achtung: nur 3,3-V-Pegel erlaubt) konfigurieren. So kann man unter anderem die Baudrate im Bereich von 2400 bis 921600 Baud einstellen sowie die Parität, Stoppbits und die Fluss-Steuerung verändern.

Die beiden LEDs D1 und D2 geben Auskunft darüber, ob das Modul über Bluetooth mit einem anderen Bluetoothgerät verbunden ist und ob über diese Verbindung gerade Daten übertragen werden. D1 leuchtet, solange kein Gerät verbunden ist. Sobald eine Verbindung aufgebaut wurde, geht D1 aus. Findet eine Datenübertragung statt, blinkt D2, ansonsten leuchtet auch diese LED dauerhaft.

Die Platine beinhaltet außerdem eine interessante Option. Es ist ein Anschluss für einen Steckverbinder vorgesehen, um das Modul mit einem Audiocodec zu erweitern. So ließe sich etwa ein Bluetooth-Headset bauen.

Für Fortgeschrittene

Die Kommunikation mit einem PC ist allerdings nicht die einzige Anwendung des Bluetooth-Dongles. Mit zwei Modulen lässt

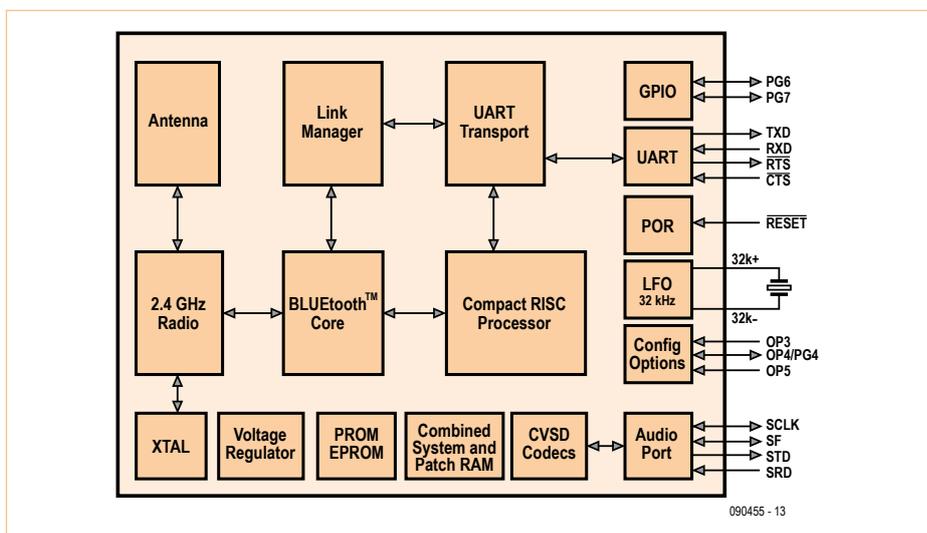


Bild 1. Blockdiagramm des Bluetooth-Chips (aus dem Datenblatt von National Semiconductor [2]).



Bild 2. Etliche Elektor-Projekte weisen einen Anschluss für das USB-TTL-Kabel von FTDI [1] auf – der Bluetooth-Dongle passt hier auch.

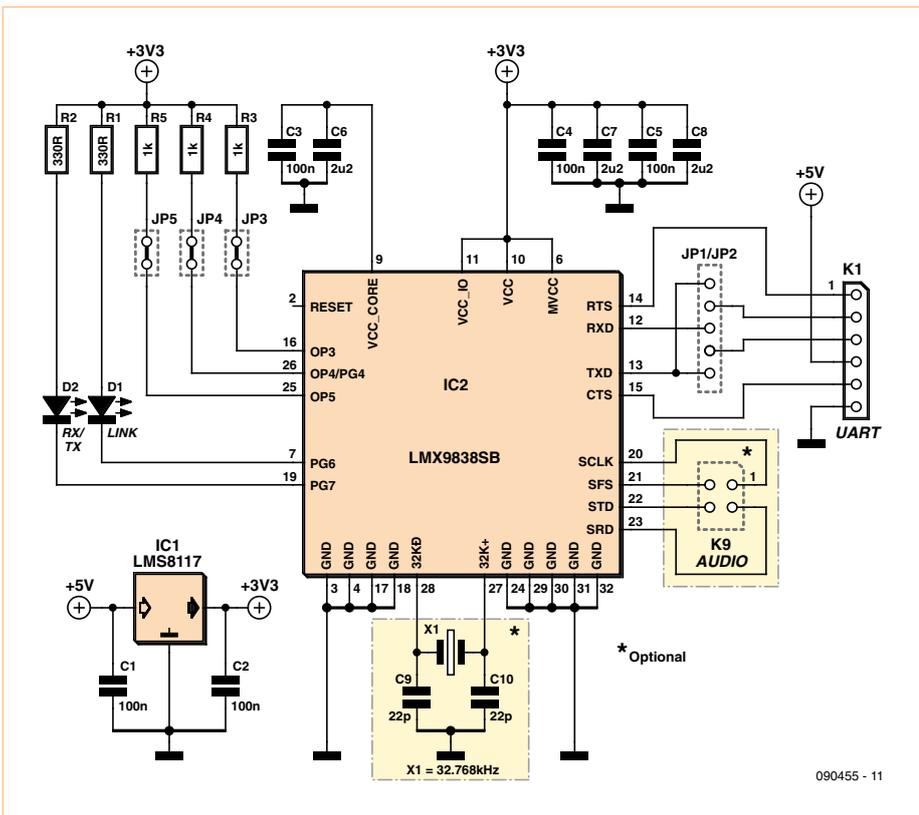


Bild 3. Schaltbild des Dongles. Mit den Jumpern JP3..JP5 lässt sich die Baudrate einstellen.

Tabelle 1: Baudratenauswahl			
Baudrate	JP3	JP4	JP5
9600	Geschlossen	Offen	Geschlossen
115200	Geschlossen	Geschlossen	Offen
921600	Geschlossen	Geschlossen	Geschlossen
Read from NVS	Geschlossen	Offen	Offen

sich auch eine Drahtlos-Verbindung zwischen zwei Schaltungen aufbauen. Da aber auch viele Handys, PDAs und weitere portable Geräte eine Bluetooth-Schnittstelle aufweisen, gibt es noch viel mehr Einsatzmöglichkeiten. In diesen Fällen muss man sich allerdings ein wenig mit den Bluetooth-Protokollen im Allgemeinen und den entsprechenden Kommandos im Besonderen beschäftigen. Nachfolgend können wir nur einen kleinen Ausschnitt des Ganzen darstellen, Detailinformationen zu Bluetooth [5][6] und zum Chip [2][7] findet man im Internet.

Ähnlich wie in einem Ethernet-basierten Netzwerk existieren auch bei Bluetooth mehrere abstrakte Ebenen, auf denen die Kommunikation abläuft. Im Folgenden sollen nur die Protokolle und Profile (=Anwendungen) erwähnt werden, die im Bluetooth-Chip implementiert sind. Es gibt noch etliche mehr!

Die Datenübertragung läuft im ISM-Band bei 2,4 GHz ab, ein schneller Frequenzwechsel („Hopping“) vermindert Störungen. Durch die Gegebenheiten der Übertragung müssen Daten in einzelne Pakete geteilt und auf Empfängerseite wieder zusammengesetzt werden, hierfür sorgt das so genannte L2CAP (Logical Link Control and Adaptation Protocol). Auf den darüber liegenden Ebenen ist eine Software erforderlich, damit mehrere Anwendungen parallel laufen können und verschiedene Verbindungen zu verschiedenen Geräten aufgebaut werden können. Auf dieser Ebene regelt GAP (Generic Access Profile), welches Gerät auf welche Anwendung zugreifen darf.

Noch eine Ebene darüber findet man bei dem Modul die Anwendungen SDAP (Simple Discovery Application Profile) und SPP (Serial Port Profile). SDAP dient zum Auffinden anderer Geräte, außerdem kann man feststellen, welche Protokolle die Gegenseite überhaupt versteht. Das eigentlich Interessante ist SPP. Das „Serial Port Profile“ stellt einen virtuellen seriellen Port dar, ein anderes, ebenfalls für SPP konfiguriertes Bluetooth-Gerät scheint dann wie über ein simples Kabel an den eigenen UART angeschlossen zu sein. Um ein paar Daten von der UART-Schnittstelle zu übertragen, ist ein Weg durch diesen Wald von Protokollen erforderlich. Dies hat natürlich relativ

Stückliste

Widerstände (alle 0805):

- R1, R2 = 330 Ω (1 %)
- R3..R5 = 1 k (1 %)

Kondensatoren (alle 0805):

- C1..C5 = 100 n
- C6..C8 = 2µ2
- C9, C10 = 22 p (optional)

Halbleiter:

- D1 = LED blau SMD
- D2 = LED rot SMD
- IC1 = LMS8117-AMP3.3
- IC2 = LMX9838SB

Außerdem:

- K1 = 1x6 Buchsenleiste 2,54 mm, rechteckige Montage

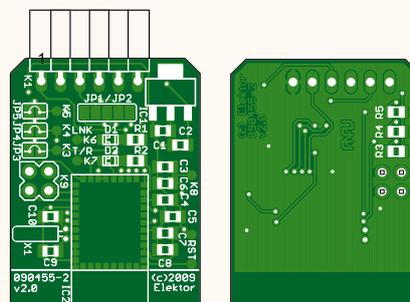


Bild 4. Bestückungsplan der kompakten Platine.

X1 = Quarz 32,768 kHz (optional)
Platine, siehe hierzu www.elektor.de/090455

hohe Latenzen zufolge (im Bereich von wenigen Millisekunden), von denen man aber bei einer Datenübertragung in der Regel nichts mit bekommen wird.

Verbindungsaufbau

Wie bringt man nun ein Modul dazu, sich mit einem anderen zu verbinden? Dazu beginnt eines der Module die Bluetooth-Kommunikation als „Master“ mit einem Request. Damit dies geschieht, muss man dem Bluetooth-Chip über UART die entsprechende Anweisung als Hex-Code übermitteln (im Chip ist ein entsprechender Interpreter integriert). Das andere Modul („Slave“) antwortet dann über Bluetooth (Confirm). So bald diese Antwort beim Master eintrifft, wandelt er diese in den entsprechenden Hex-Code um und gibt sie über den eigenen UART aus.

Requests (und Antworten) haben immer folgendes Format (alles hexadezimal!):

Startbyte	02
Type ID	1 Byte
Opcode	1 Byte
Data Length	2 Bytes (Lo-Byte zuerst)
Checksum	1 Byte
Data	X Bytes
Stopbyte	03

Die Type ID lautet 52 (Request) oder 43 (Confirm). 69 steht hier für eine Übermittlung zusätzlicher Informationen (Indication).

Im Folgenden ein typischer Ablauf einer Kommunikation, *markiert* sind jeweils das Opcode-Byte und die Daten-Bytes:

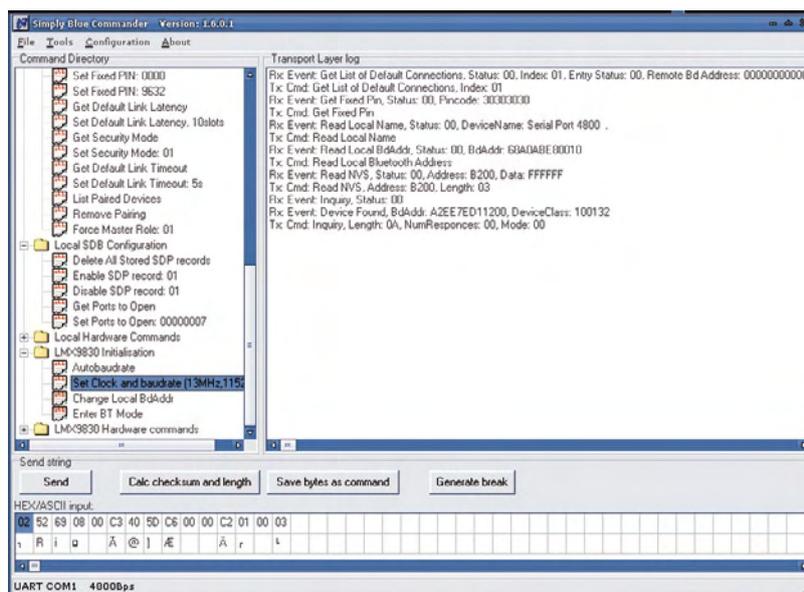


Bild 5. Mit dem PC-Tool „Simply Blue Commander“ lassen sich Requests über eine Art Menü absetzen.

Geräte in Empfangsreichweite anzeigen:
02,52,00,03,00,55,0A,00,00,03

Eine Antwort könnte wie folgt aussehen:
02,43,00,01,00,44,27,03
02,69,01,09,00,73,**B4,EE,7E,D1,12,00,10**,01,32,03
02,43,00,01,00,44,00,03

Interessant ist die Zeichenfolge **B4,EE,7E,D1,12,00**, welche die Bluetooth-Adresse des anderen Gerätes darstellt. Diese Hardware-Adresse ist ab Werk fest einprogrammiert, ähnlich wie die MAC-Adresse einer Netzwerkkarte.

Jetzt kann man den Namen des gefundenen Gerätes abfragen:
02,52,02,06,00,5A,**B4,EE,7E,D1,12,00**,03

Als Antwort erhält man z.B.:
02,43,02,12,00,57,00,**B4,EE,7E,D1,12,00**,0A,**54,65,73,74,44,65,76,69,63,65**,03
Diese Antwort enthält wieder die Bluetoothadresse und den Namen des Gerätes (54,65,73,74,44,65,76,69,63, 65 = TestDevice)

Nun muss man über SDAP alle verfügbaren Profile ermitteln, zuerst muss man aber eine SDAP-Verbindung herstellen:
02,52,32,06,00,8A,B4,EE,7E,D1,12,00**,03**

Wurde die Verbindung erfolgreich hergestellt, bekommt man die Antwort:
02,43,32,01,00,76,32,03

Als nächstes kann man alle verfügbaren Profile abfragen, oder nur die verfügbaren SPP Profile anfragen, so wie hier:
02,52,35,02,00,89,01,11,03

Eine mögliche Antwort:
02,43,35,20,00,98,00,01,02,10,01,11,01,18,**42,6C,75,65,74,6F,6F,74,68,20,53,65,72,69,61,6C,20,50,6F,72,74,20,31,00,03**
Hier ist auch gleich der Name des Profils angegeben: 42,6C,75,65,74,6F,6F,74,68,20,53,65,72,69,61,6C,20,50,6F,72,74,20,31 = Bluetooth Serial Port 1

Da man jetzt weiß, dass das gefundene Gerät „SPP“ spricht und versteht, kann man eine Verbindung herstellen:
02,52,0A,08,00,64,01,**B4,EE,7E,D1,12,00**,01,03

Zum Schluss wird der UART in den „Transparenten Modus“ geschaltet:
02,52,11,01,00,64,01,03
Dies bedeutet, dass der Bluetooth-Chip die übermittelten Daten ab nun 1:1 weiterreicht und nicht mehr als Kommandos interpretiert.

(090455)

Weblinks

- [1] www.elektor.de/080213
- [2] www.national.com/ds/LM/LMX9838.pdf
- [3] www.elektor.de/080824
- [4] www.national.com/analog/wireless/lmx9838

- [5] <http://bluetooth.com/Bluetooth/Technology/Works>
- [6] www.elektor.de/992041
- [7] www.national.com/appinfo/cp3000/files/SBK/AN1699_LMX9838SWUG.pdf
- [8] www.elektor.de/090455

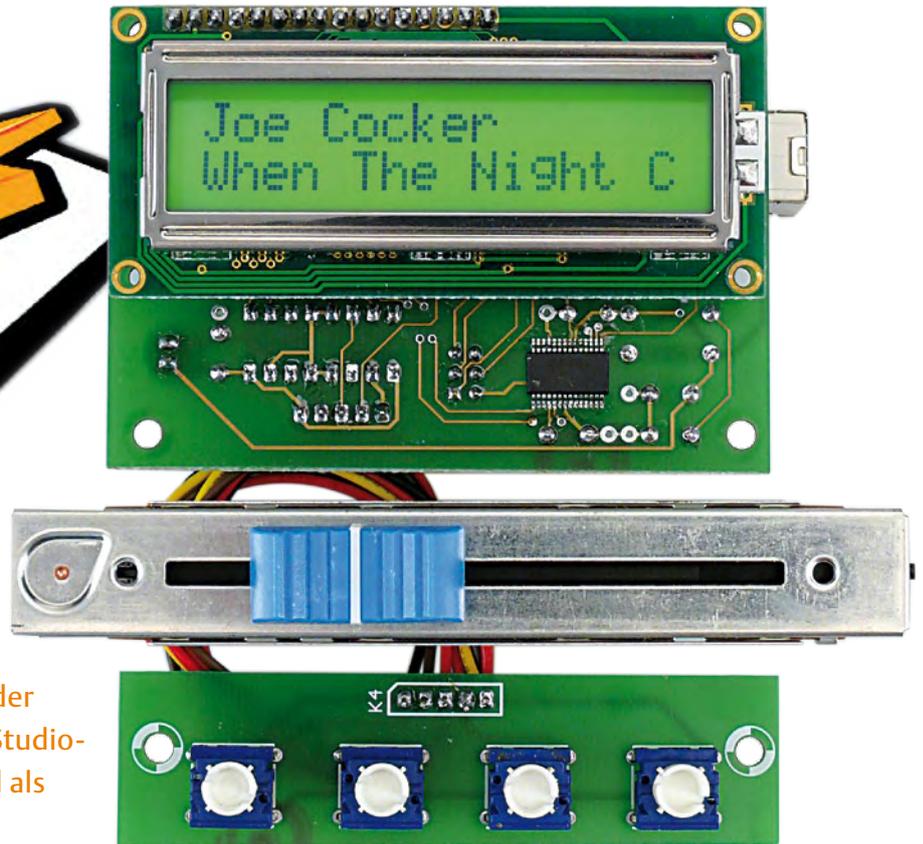
Winamp-Control

Winamp-Steuerung mit Motorpoti am USB

Von Markus Hirsch (D)



Bei diesem Projekt handelt es sich um eine physikalische Fortschrittsanzeige für Winamp. Dazu 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.



Schon seit langem gibt es diverse Möglichkeiten, Winamp [1] oder andere PC-basierte Media-Player fernzusteuern. Infrarot (Winlirc), Webbrowser (Ajaxamp) oder Hotkeys auf der Tastatur sind einige dieser Möglich-

keiten. Eines haben diese Systeme jedoch gemeinsam: Es werden entweder nur Tasten benutzt oder virtuelle Fortschrittsanzeigen auf dem Computermonitor. Wenn man nun aber ein komplettes Hardwareinterface haben möchte, das dem virtuellen Winamp-Design ebenbürtig ist, braucht man eine physikalische Fortschrittsanzeige. Das Problem dabei ist, dass dieses Vorhaben die Grenze von der Elektronik zur Elektromechanik überschreitet. Eine einfache und reproduzierbare Lösung muss her, die sich auch ohne eigene mechanische Werkstatt realisieren lässt.

Eine solche Lösung stellt ein handelsüblicher Studiofader dar. Dabei handelt es sich um ein Motorpoti, das aus einem linearen Mono-Schiebepotentiometer mit einem Antrieb durch einen Gleichstrommotor besteht. Poti und Motor bilden zusammen

eine kompakte und einfach zu verwendende Einheit (**Bild 1**). Auch die Ansteuerung ist relativ einfach, so dass sich die physikalische Fortschrittsanzeige („Progressbar“) gut in die Software einbinden lässt. Auf diese Weise kann man auch das Verhalten einfach anpassen und optimieren.

Da der Quellcode für das Windows-Programm und den AVR verfügbar und gut verständlich ist, lädt dieses Projekt auch zu eigenen Modifikationen und Erweiterungen ein.

Hardware

Die Schaltung (**Bild 2**) verwendet bekannte und leicht erhältliche Bauteile. Kernstück ist dabei ein ATmega16-AVR-Mikrocontroller von Atmel. Da keine besonders große Rechenleistung benötigt wird, kann der interne Oszillator benutzt werden.

Die Ausgabe des Musik-Titels übernimmt ein Standard-LCD, das sich mit BASCOM-AVR [2]

Eigenschaften

- Physikalische Fortschrittsanzeige (Progressbar) für Winamp
- Vor- und Zurückspulen über physikalischen Schieber
- Stromversorgung über USB-Port
- Datenübertragung über USB-Port
- Titelanzeige mit 2 x 16-Zeichen-LC-Display
- Vier Tasten für Play, Stop, Next und Previous
- Läuft mit Winamp 5.5 (getestet mit Winamp 5.541)

sehr einfach ansteuern lässt. Für die Eingabe der Laufwerks-Funktionen des Players (Play, Stop, Next und Previous) sind vier einfache Taster an vier Port-Pins des Mikrocontrollers angeschlossen. Dabei werden die internen Pullups aktiviert und so vier Widerstände eingespart. Die Taster legen die Port-Pins dann beim Betätigen an Masse.

Die Verbindung zum PC erfolgt über USB. Das hat den Vorteil, dass auch neuere PCs und Notebooks in Frage kommen, die nur noch über USB als Schnittstelle verfügen. Außerdem liefert der USB eine Spannung von 5 V mit genügend Strom, so dass man auf eine externe Spannungsversorgung der Winamp-Steuerung verzichten kann. Für die Anbindung an den USB-Port sorgt in der Schaltung ein FT232RL als USB/Seriell-Wandler. Damit die Winamp-Steuerung an jedem PC als USB-Gerät erkannt wird und man nicht erst in dem Windows-Programm den COM-Anschluss angeben muss, ist es erforderlich, den FTDI-Chip mit den entsprechenden USB-Descriptors zu programmieren. Darauf wird später noch im Detail eingegangen.

Der Motor des Studiefaders wird über einen L293D (IC3) angesteuert. Von den zwei H-Brücken des ICs wird nur eine verwendet. Da sowohl die Spannung (5 V) als auch der vom USB-Port gelieferte Strom (max. 500 mA) für den Motor im verwendeten Fader (siehe Kapitel „Praxis“) etwas knapp bemessen sind, wird bei der Motorsteuerung auf einen PWM-Betrieb verzichtet. Der Schieber lässt sich somit nur mit einer festen Geschwindigkeit bewegen. Die Software kompensiert dies, indem in kleinen Schritten gearbeitet wird. Die Rückmeldung der Schleiferposition an den Mikrocontroller erfolgt durch das Potentiometer selbst, das als Spannungsteiler an der 5-V-Betriebsspannung der Schaltung liegt. Der Schleifer des Potis ist an Pin 4 von K2 angeschlossen und weiter mit dem Port-Pin PA4 des ATmega verbunden, der als Eingang des internen A/D-Wandlers konfiguriert ist. Die Spannung am Schleifer des Potis wird somit digitalisiert und als Positionswert in der Software verarbeitet.

Ein Vorteil, den der Studiefader als Bauteil der Audiotechnik mit sich bringt ist, ist seine

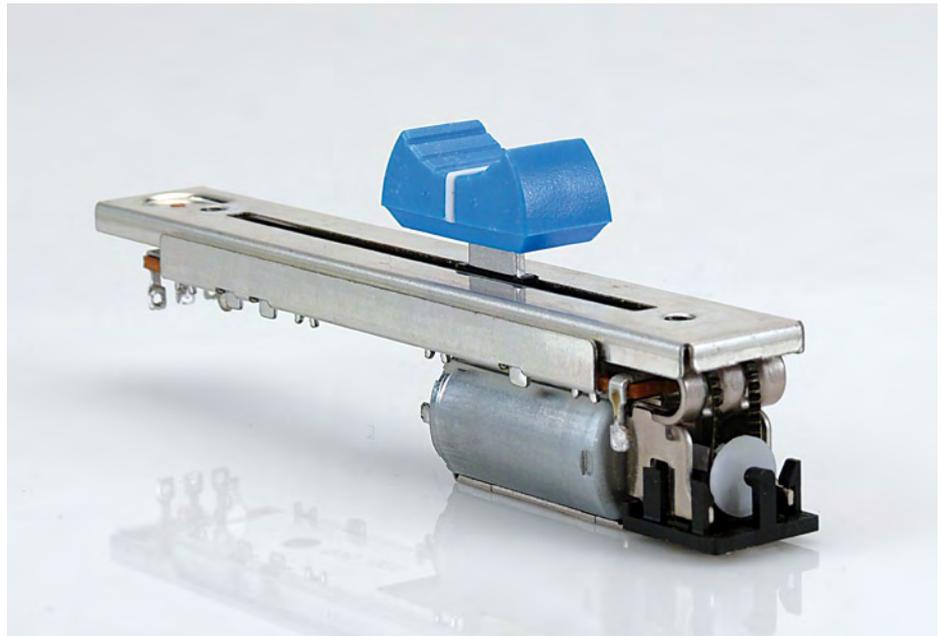


Bild 1. Ein Studiefader von Alps dient als Anzeige- und Eingabeelement.

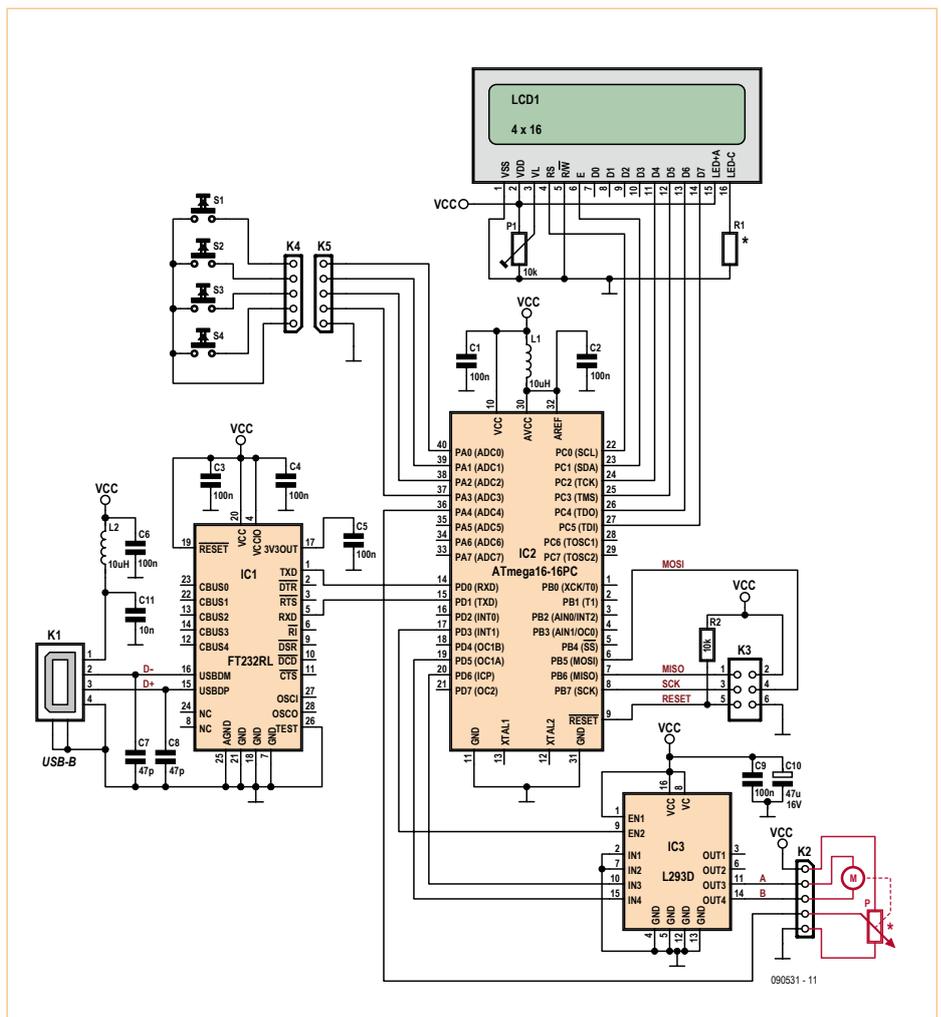


Bild 2. Schaltplan der Winamp-Steuerung, die für den PC ein USB-Gerät darstellt.



Bild 3. Das Visual-Basic-Programm Wincon verbindet die externe Hardware über USB mit der Winamp-API.

geringe Geräuschemission. Man kann also auch dann ungestört die Musik genießen, wenn sich der Schieber des Potis bewegt.

AVR-Firmware

Wie schon erwähnt, wurde die Software für den AVR-Controller mit BASCOM programmiert. Im normalen Betrieb vergleicht das Programm den über die serielle Schnittstelle

empfangenen Wert mit der aktuellen Position des Schiebers. Weicht der Wert ab, wird der Schieber auf den neuen Wert gefahren. Wird eine der Tasten gedrückt oder ein manuelles Verschieben erkannt, sendet der AVR ein Datenbyte mit der neuen Position zum PC. Das manuelle Verschieben wird durch verschiedene Triggerkriterien erkannt:

- Schieberwert ändert sich bei ausgeschaltetem Motor
- Schieberwert ändert sich bei eingeschaltetem Motor in die falsche Richtung
- Schieberwert ändert sich bei eingeschaltetem Motor mit falscher Geschwindigkeit (Schieber ist blockiert)

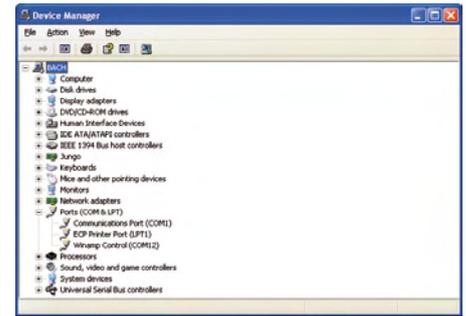


Bild 4. Winamp-Control im Gerätemanager von Windows. Dank der Programmierung des FT232RL wird Winamp-Control als USB-Gerät erkannt.

Windows-Software

Auf der PC-Seite verbindet ein kleines Visual-Basic-Programm die externe Hardware über USB mit der Winamp-API. Ein Com-Port muss nicht angegeben werden, da mittels

Stückliste

Widerstände:

- R1 = siehe Text!
- R2 = 10 k
- P1 = 10-k-Trimpotentiometer
- P2 = Studiofader mit Motor, Alps RSA0N11M9 (10 k) oder RS60N11M9 (5k), siehe Text

Kondensatoren:

- C1, C2, C3, C4, C5, C6, C9 = 100 n
- C7, C8 = 47 p
- C10 = 47 µ/16 V, radial

Induktivitäten:

- L1, L2 = 10 µH Festinduktivität, axial, z.B. Bourns JW Miller 5300-13-RC

Halbleiter:

- IC1 = FT232RL (FTDI)
- IC2 = ATmega16-16PU (Atmel) programmiert: 090531-41*
- IC3 = L293D (ST) oder L293DNEE4 (TI)

Außerdem:

- K1 = USB-Buchse Type B für Platinenmontage (z.B. Würth Elektronik 61400416121)
- K2, K4, K5 = 5-polige Stiftleiste, 2,54 mm

Rastermaß

- K3 = zweireihige Stiftleiste, 6-polig (2x3), 2,54 mm Rastermaß
- S1...S4 = Taster, 6 mm; für Platinenmontage; Z.B. Multicomp MCDS6-5N
- LCD1 = LCD-Modul, 2 x 16 Zeichen, z.B. Displaytech 162C
- Platine 090531-1
- Bausatz mit Platine und allen Bauteilen: 090531-71*
- *Siehe Elektor-Shop-Anzeige in dieser Ausgabe und www.elektor.de/090531

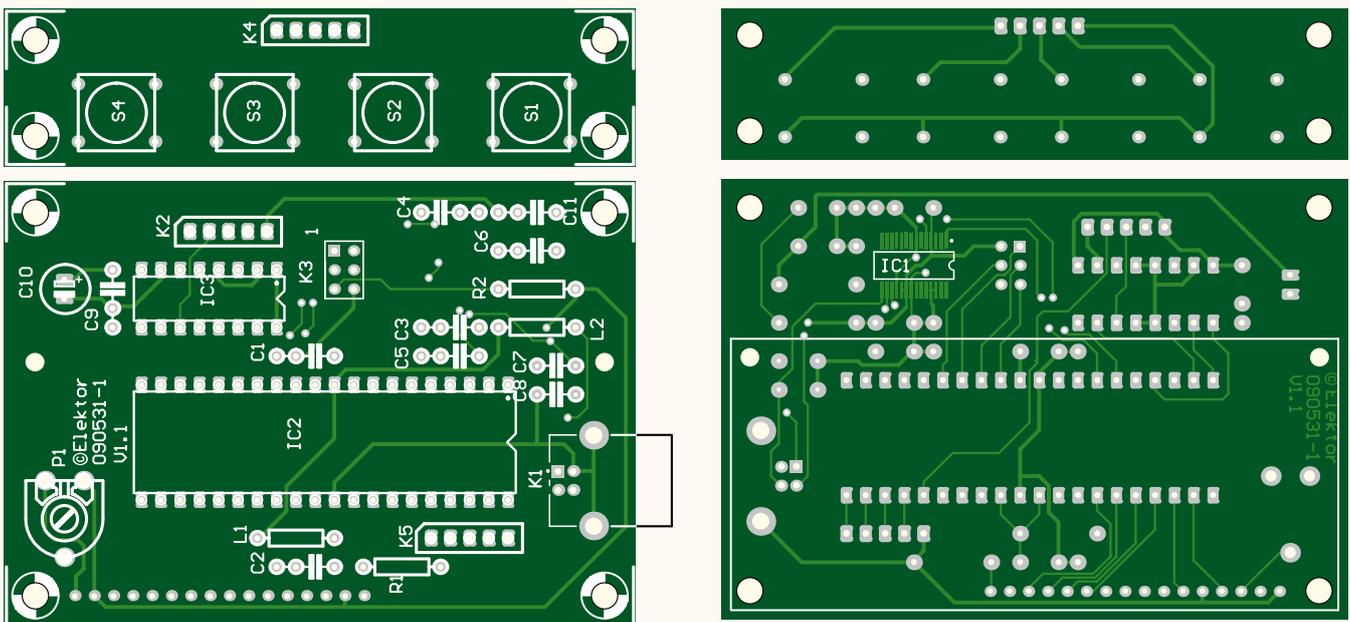


Bild 5. Die im Elektor-Labor entwickelte Platine der Winamp-Steuerung.

der Funktion `Ft_getport()` der emulierte serielle Anschluss ermittelt werden kann (**Bild 3**). Ist das Gerät nicht angeschlossen, wird auch kein Anschluss gefunden und eine Fehlermeldung angezeigt.

Das Programm hat lediglich drei einfache Aufgaben und ist daher sehr kompakt und übersichtlich:

1. Die aktuelle Position des virtuellen Fortschrittsschiebers in Winamp wird im Sekundentakt zur Hardware gesandt.
2. Wenn die externe Hardware ein manuelles Verschieben des Faders meldet, wird im aktuellen Titel zu der entsprechenden Position „gespult“.
3. Ein neuer Titel wird mit 32 Bytes zum Gerät gesandt.

Sollte Winamp nicht laufen, so wird ebenfalls eine Fehlermeldung angezeigt beziehungsweise das Icon im Systray wird rot.

Die Software kann mit der kostenlosen Entwicklungsumgebung Visual Basic Express [3] erweitert und modifiziert werden. So lassen sich zum Beispiel die Tastenfunktionen ändern.

Wird eine der vier Tasten gedrückt, so wird ein Wert von 251 bis 254 gesendet. Die Werte von 0 bis 200 sind für die Schieberposition reserviert.

FT232RL-Programmierung

Der Vorteil wurde bereits kurz erwähnt: Wenn man die die Descriptoren des FT232RL programmiert, können Windows-Programme, die zum Beispiel in Visual Basic

erstellt wurden, das USB-Gerät und den dazugehörigen COM-Anschluss selbstständig erkennen (**Bild 4**).

Dafür ist die „Product Description“ des FT232L auf „Wincon“ zu ändern. Benutzt wird dafür das frei erhältliche Programm FTProg von FTDI [4]. Das Programm ist gut dokumentiert. Zum Programmieren wird die XLS-Datei benutzt, die auf der Elektor-Webseite [5] zum freien Download zur Verfügung steht. Der COM-Port kann auch manuell gewählt werden. Dazu sollte man den Hinweisen unter [5] folgen. Der Quellcode des Programms ist ebenfalls in der Zip-Datei des Downloads enthalten.

Praxis

Für den Aufbau der Schaltung wurde eine Platine entwickelt (**Bild 5**), die aus zwei Teilen besteht: Der Controller-Platine und der abtrennbaren Tastaturplatine mit den

vier Tastern. Die Bestückung ist bis auf den FT232RL (IC1) problemlos. Dieses IC ist das einzige SMD-Bauelement der Schaltung und wird auf der Platinenunterseite montiert. Das SSOP-28-Gehäuse mit 0,65 mm Pinabstand lässt sich aber mit etwas Übung auch ganz gut von Hand löten.

Das LC-Display wird ebenfalls auf der Platinenunterseite montiert und lässt sich zum Beispiel mittels Stift- und Buchsenleiste aufstecken (siehe **Bild 6**). Je nach Ausführung des LCDs ist der Widerstand **R1** zu dimensionieren. Bei der Ausführung ohne Hintergrundbeleuchtung sind Pin 15 und 16 des LCD-Moduls nicht beschaltet, R1 kann daher entfallen. Bei der Ausführung mit grüner Hintergrundbeleuchtung, die für die Mustergeräte verwendet wurde, ist Pin 15 mit den Anoden der Beleuchtungs-LEDs und Pin 16 mit den Kathoden verbunden. Pin 15 liegt in der Schaltung (Bild 2) an +5 V und

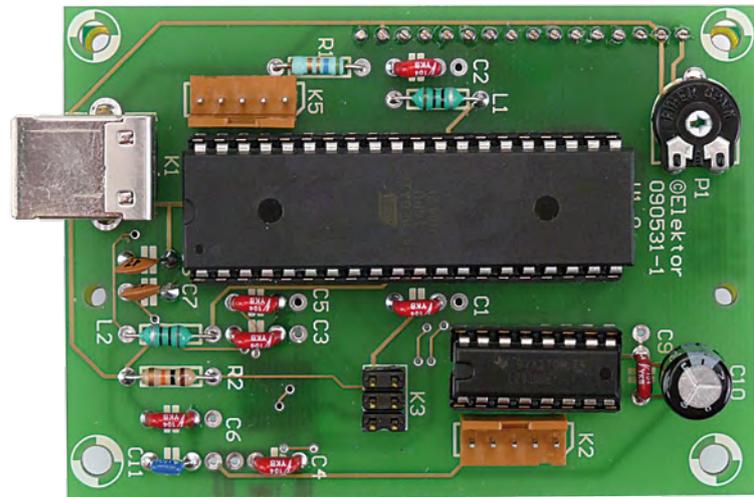


Bild 6. Die bestückte Labor-Musterplatine.

Anzeige

Ihr Muster und Kleinserien Leiterplattenlieferant

EURO
CIRCUITS

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

Neu: PCB proto jetzt ab 2AT

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

*in 5AT und exklusive Fracht und MwSt

Interessiert ? Sie erreichen uns unter: +49 2681 4662

E-mail: euro@eurocircuits.com

www.eurocircuits.de

PCB
PROTO

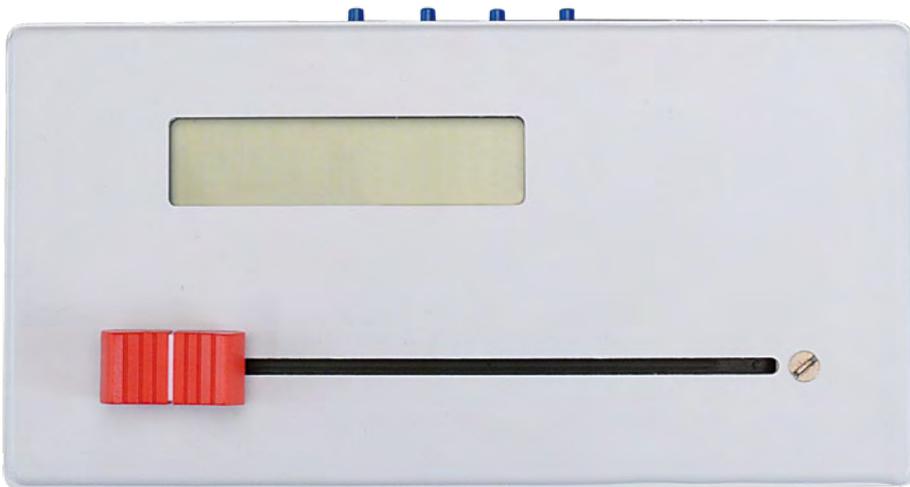


Bild 7. Das Mustergerät des Autors.

Pin 16 über R1 an Masse. Die Spannung an den LEDs (U_f) wird im Datenblatt des LCDs mit 4,2 V und der typische LED-Strom mit 160 mA angegeben.

Damit ergibt sich für R1:
 $(5\text{ V} - 4,2\text{ V}) / 0,16\text{ A} = 5\ \Omega$

In unserem Labormuster haben wir einen Wert von 5,6 Ω eingesetzt. Falls man ein Display mit anderer Hintergrundbeleuchtung verwendet, muss man den Wert an den vom Hersteller empfohlenen LED-Strom anpassen. So ist zum Beispiel bei der optisch ansprechenderen, aber auch teureren Ausführung mit blau-weißer Anzeige der LED-Strom mit nur 15...40 mA viel kleiner.

Der Mikrocontroller lässt sich mit einem geeigneten Programmer (z.B. Elektor-USB-AVRprog oder AVRISP-MKII) über die 6-polige ISP-Schnittstelle (K3) der Platine in circuit programmieren. In dem im Elektor-Shop erhältlichen Bausatz ist der Controller

bereits fertig programmiert enthalten.

Als Motorpoti hat der Autor einen gut erhältlichen Studiofader von Alps verwendet. Bei Katalog-Distributoren wie Reichelt und Conrad sind zwei Versionen erhältlich: Eine mit 5-k-Poti und 60 mm Schiebeweg und eine (etwas teurere) mit 10-k-Poti und 100 mm Schiebeweg. Letztere ist im Mustergerät (**Bild 7**) des Autors verbaut, während die kleinere 5-k-Ausführung auf den Fotos aus dem Elektor-Labor zu sehen ist. Verwendbar sind beide, wobei wir wegen des längeren Schieberwegs eher die 10-k-Version empfehlen.

Die Verdrahtung beschränkt sich auf den Anschluss des Studiofadens und der Platine mit den vier Tastern. Das Schiebepotentiometer wird wie im Schaltplan gezeichnet mit Pin1 (+5 V), Pin 4 (Schleifer) und Pin 5 von K2 verbunden, während der Motor an Pin 2 und Pin 3 von K2 angeschlossen wird. Wenn sich der Schleifer nach der Inbetriebnahme analog zum Progressbar auf dem Bildschirm

bewegt, ist der Motor richtig gepolt angeschlossen. Bewegt sich der Schleifer hingegen nicht, muss man den Motor umpolen. Die praktische Funktion des Mustergeräts ist in einem Video [5] des Autors zu bewundern.

Im normalen Betrieb (das Gerät ist angeschlossen und Winamp spielt eine MP3-Datei ab) sendet der PC die aktuelle Position an das Gerät, und der Schieber wird an die entsprechende Position weiter geschoben. Endet das Lied, fährt der Schieber wieder auf die ursprüngliche Anfangsposition zurück. Verändert man mit der Maus während des Abspielens die Position des virtuellen Winamp Schiebers, so geht auch der Slider des Fadens auf die entsprechende Position. Aufgrund der bidirektionalen Funktion der Schaltung dient der Studio-Fader auch als Eingabegerät. Wird der Slider manuell bewegt, so wird dies vom AVR erkannt und der Motorbetrieb sofort eingestellt. Ruht der Slider dann eine gewisse Zeit an derselben Position, so wird der Wert an den PC gesendet, und die Windows-Applikation „spult“ dann zu der entsprechenden Position des Musikstücks. Mit den vier Tasten der Schaltung kann man zum vorherigen oder nachfolgenden Lied wechseln oder die Play- und Stopp-Funktion in Winamp auflösen. Die Anzeige des Musiktitels erfolgt auf dem LC-Display mit zwei Zeilen zu 16 Zeichen. Sollte auf dem Display nichts zu sehen sein, liegt es möglicherweise daran, dass der Kontrast der Anzeige mit P1 nicht richtig eingestellt ist.

090531

Links:

- [1] www.winamp.com (Winamp)
- [2] www.mcselec.com (BASCOM AVR)
- [3] www.microsoft.com/germany/Express (Visual Basic Express)
- [4] www.ftdichip.com (Treiber-Dokumentation und Programmier-tool für FT232RL)
- [5] www.elektor.de/090531 (Elektor-Webseite zum Projekt)
- [6] www.diamantic.com/projects/electronics/021 (Winamp-Control-Video des Autors)

Der Autor

Markus Hirsch ist Jahrgang 1978, in Hannover geboren und in Wien aufgewachsen. Während seiner Ausbildung zum Feinmechaniker an der Universität Hannover entdeckte er seine Leidenschaft für digitale Elektronik, auch wenn das mit den Ausbildungsinhalten nicht viel zu tun hatte. Nach einigen Jahren der Berufstätigkeit in einem mittelständischen Industriebetrieb (zuletzt in der Qualitätssicherung) absolviert der Autor derzeit die Technikerschule im Bereich Elektrotechnik und möchte nach dem Abschluss gerne beide Bereiche kombinieren.

E-Mail: markus.hirsch@diamantic.com

Website: www.diamantic.com

Termine für Elektor Nr. 3 / 2010

Anzeigenschluss:



19. 01. 2010

Erscheinungstermin:



15. 02. 2010

Anzeigen:

Verlagsbüro ID

Telefon:
(0511) 61 65 95-0

E-Mail:
service@id-medienservice.de

Internet:
www.id-medienservice.de

www.decision-computer.de

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

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

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

MERZ
DECISION-COMPUTER

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

www.
elektor.
de

Schrittmotor- steuerkarte

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

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

*über 4000
unterschiedliche
Steuerkarten*

Katalog

**Nur
€ 79,-**

Technische Daten:

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



EMIS

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

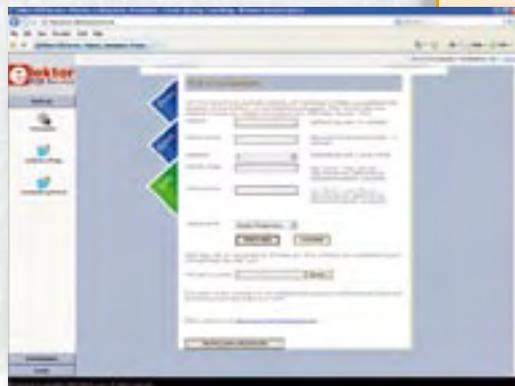
Elektor-PCB-Service



Die neue Adresse für Platinen, Prototypen und Multilayer

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

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



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

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

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

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

www.elektorpcbservice.de!



Kleinster Elektromotor der Welt



Ein Elektor-Leser im Guinness-Buch der Rekorde

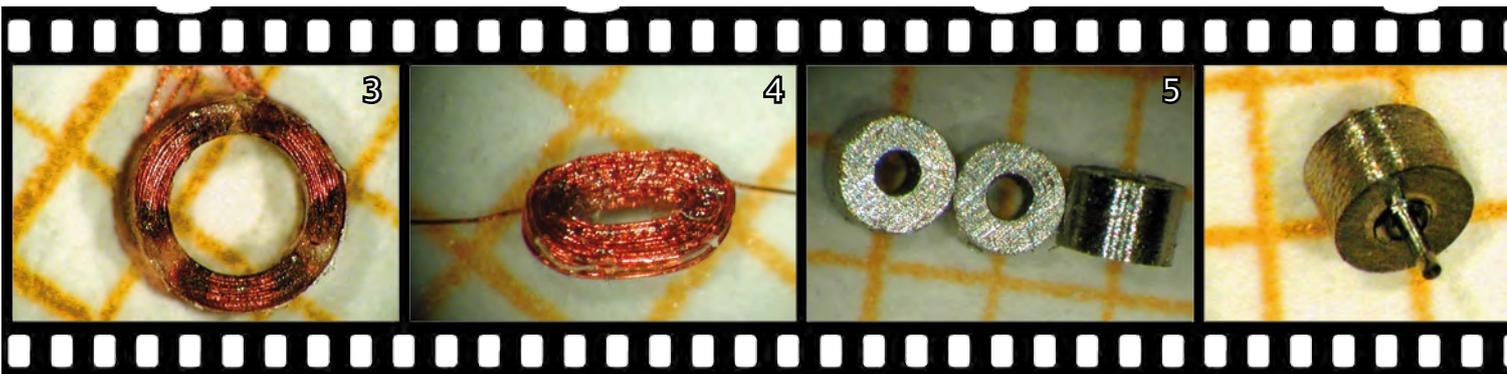
Von Harry Baggen (Redaktion NL)

Ein Elektromotor kleiner als ein Stecknadelkopf, größtenteils von Hand gefertigt? Ja, das gibt es! Der Belgier Jos d'Haens ging mit diesem Meisterwerk der Miniaturisierung höchst offiziell in das Guinness-Buch der Rekorde ein.

Jos d'Haens ist ein recht vielseitiger Zeitgenosse und hat in seinem ereignisreichen Leben schon Projekte unterschiedlichster Art realisiert. Seine technische Begabung entdeckte er bereits in jungen Jahren, doch in das Berufsleben stieg er bei Bell Telephone in Antwerpen als Betriebswirtschaftler ein. Dort bot sich nebenbei die Gelegenheit, den technischen Neigungen auf dem weiten Feld der Elektronik und Elektromechanik nachzugehen. Sein Hauptinteresse galt mikroelektronischen und

mikromechanischen Bau- und Konstruktionselementen, die bei Bell für den Einsatz in der Biomedizin entwickelt wurden.

Die erste eigene Entwicklung war 1958 vollendet, es war der damals kleinste Elektromotor der Welt. Im Jahr 1962 folgte die „Endomotorsonde“, ein medizinisches Instrument, mit dem spezielle Magen- und Darmuntersuchungen durchgeführt werden konnten. Weil im Bereich der Technik die Weiterbildung schon immer groß



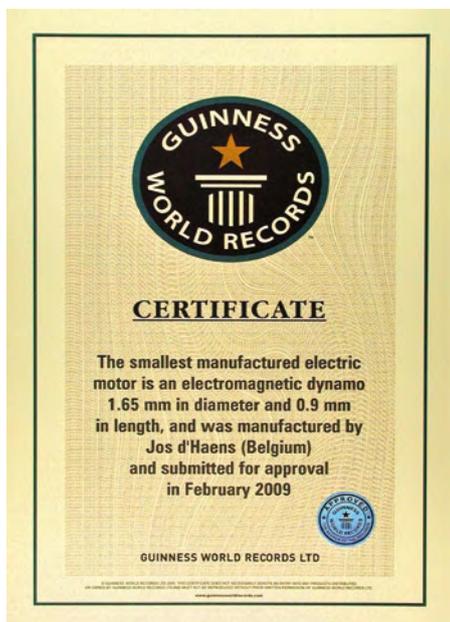


Bild 1. Urkunde für den weltkleinsten Elektromotor von Guinness World Records.

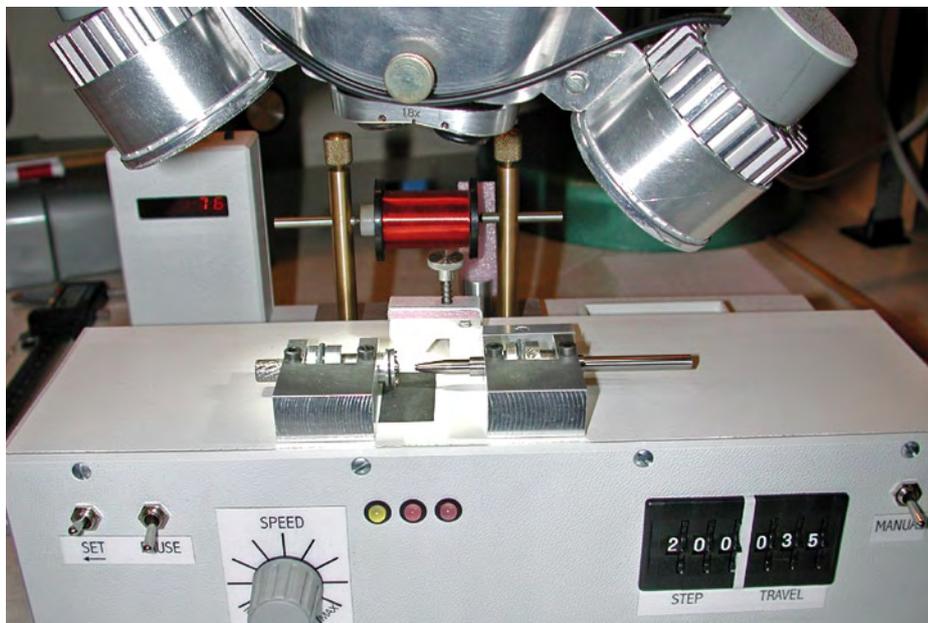


Bild 2. Für die Fertigung der Konstruktionselemente wurden Spezialwerkzeuge entwickelt.

geschrieben wurde, folgte 1966 ein Studium an der Pariser Universität Sorbonne. Kennzeichnend für spätere Jahre sind Großprojekte, die Jos d'Haens verantwortlich leitete. Dazu gehörten die Planung und Realisierung von Platinenfertigungsbetrieben in Belgien und mehrerer Produktionsstätten der Opto-Elektronik im Ausland. Parallel hierzu machte er einige Erfindungen auf unterschiedlichen technischen Gebieten, zum Beispiel im Bereich der physikalischen Messtechnik.

Jos d'Haens gehört zu den Menschen, die sich niemals auf ihren bisherigen Leistungen und ihrem angesammelten Wissen ausruhen. Uns überrascht natürlich nicht, dass wir in seiner Person einem Elektor-Leser der ersten Stunde begegnen.

Inzwischen im offiziellen Ruhestand angekommen, ist Müßiggang weiterhin ein Fremdwort. Seiner immer noch größten Leidenschaft geht Jos d'Haens nun am privaten Arbeitsplatz nach: Die Entwicklung kleiner

und kleinster Elektromotoren. Die jüngste Schöpfung ist ein in „Handarbeit“ gefertigtes Modell, bei dem es sich nach seinen Worten um den kleinsten mechanischen Motor der Welt handelt.

Die unbestritten bemerkenswerte Konstruktion meldete Jos d'Haens schon vor vielen Monaten bei Guinness World Records in der Hoffnung an, dass sie dort in den Katalog der Weltrekorde aufgenommen wird. Was lange währt, wird endlich gut, denn im

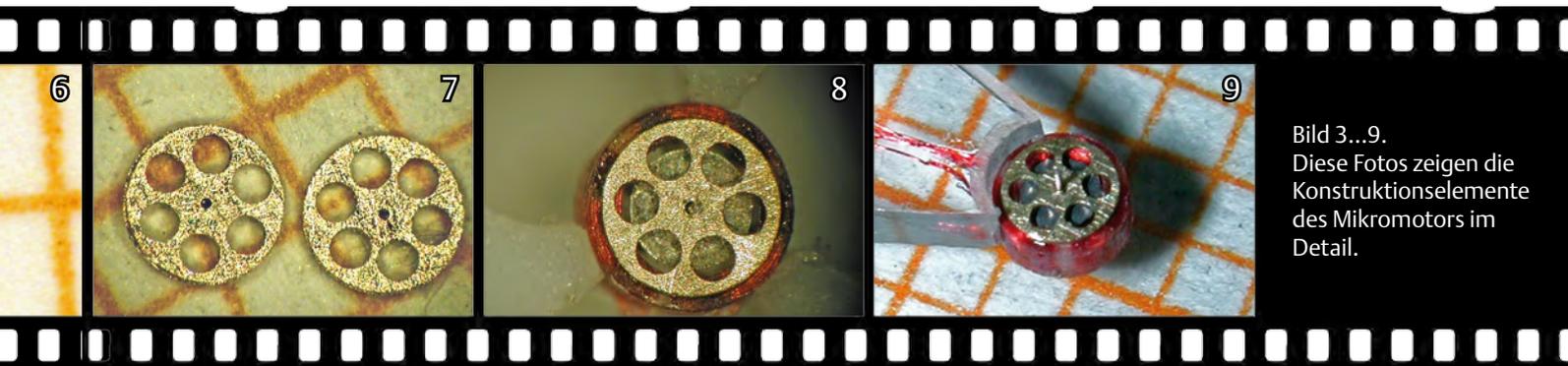


Bild 3...9. Diese Fotos zeigen die Konstruktionselemente des Mikromotors im Detail.

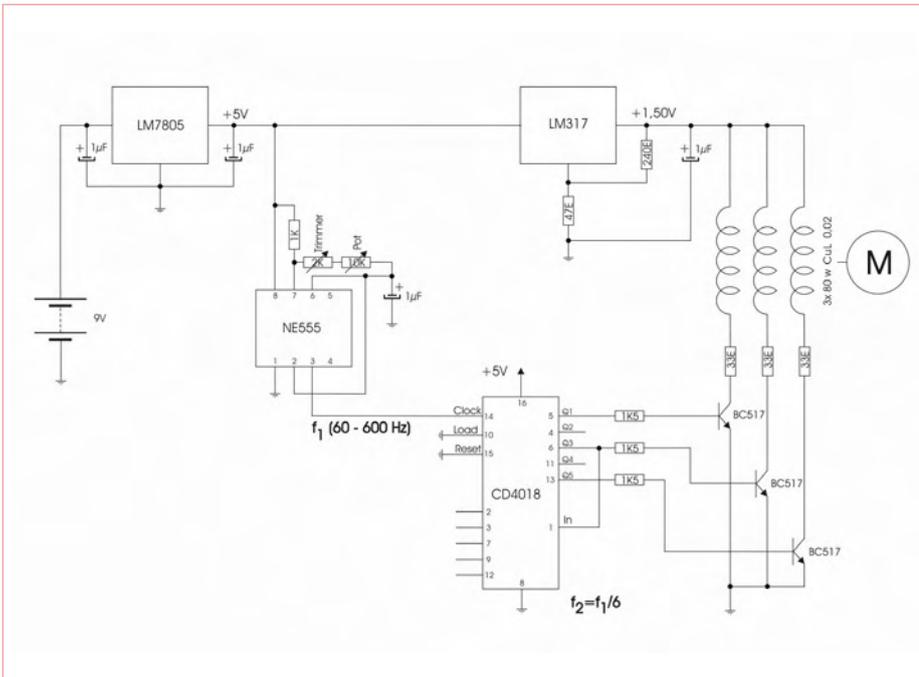


Bild 10. Die elektronische Steuerung ist (nach Anpassung einiger Komponenten) auch für größere dreiphasige Motoren einsetzbar.

Februar dieses Jahres traf ein offizielles Zertifikat von Guinness World Records ein. Es bescheinigt, dass der Mikromotor als kleinster Motor der Welt registriert wurde und in der nächsten Ausgabe des Guinness Book of Records verzeichnet sein wird.

Die Entwicklung eines so winzigen Elektromotors geschah zwar in erster Linie aus wissenschaftlichen Motiven, trotzdem ist nicht ausgeschlossen, dass dieser Motor auch in einer praktischen Anwendung zum Einsatz kommt.

Werkzeuge, die zum Bau der Prototypen notwendig waren (wie zum Beispiel in Bild 2), baute Jos d’Haens überwiegend selbst. Wir vermuten, dass sich dieser Motor auch ohne Spezialwerkzeuge realisieren lässt, wenn die Abmessungen etwas weniger winzig sein dürfen. Hier sind kurz die wichtigsten Konstruktionsdetails des weltkleinsten Elektromotors zusammengefasst:

Durchmesser: 1,65 mm
Länge: 0,90 mm

Masse: 9,8 mg
Volumen: 1,92 mm³
Nennspannung: 0,220 V
Nennstrom: 18 mA
Drehzahl: 600...6000 U/min (einstellbar)

Im Mikromotor befinden sich drei Wicklungen, sie werden von einem elektronisch generierten Drehfeld gesteuert. Der Motor gehört folglich der Gruppe der so genannten bürstenlosen Gleichstrommotoren an. Die Bilder 3 bis 9 zeigen die Konstruktionselemente dieses Motors. Eine Wicklung (Bild 3) besteht aus 80 Windungen Kupferdraht, Durchmesser 0,02 mm. Die drei Motorwicklungen werden in eine abgeflachte, gebogene Form gepresst (Bild 4). Der Motorkern ist ein winziger Magnet (Bild 5), er ist auf das erforderliche Maß erodiert und geschliffen. Im Zentrum befindet sich eine Bohrung zur Aufnahme der Achse (Bild 6). Die runden Lochscheiben (Bild 7) sind die Ober- und Unterseiten des Motorgehäuses. Die nächsten Fotos (Bild 8 und 9) zei-

gen die vollständige Motorkonstruktion. Geklebt an die obere und untere Lochscheibe bilden die Wicklungen den seitlichen Teil des Gehäuses.

Für die Entwicklung kleiner und kleinster Motoren kann die Schaltung in Bild 10 gute Dienste leisten. Diese Schaltung ist das Original, mit dem Jos d’Haens den von ihm entwickelten Mikromotor betreibt. Trotz der einfachen Schaltungstechnik arbeitet die Steuerung äußerst effizient. Die Energiequelle liefert die Spannung 9 V (sechs Mignon-Zellen in Reihe, für den Mikromotor genügt auch eine 9-V-Blockbatterie). Der Spannungsregler 7805 setzt die Spannung auf stabile 5 V herab, sie ist die Betriebsspannung der steuernden ICs. Ein zweiter Spannungsregler, ein LM317, reduziert diese Spannung auf 1,5 V, die Wicklungen des Mikromotors vertragen keine höheren Spannungen.

Taktgeber für das Generieren des Drehfelds ist der als Rechteckoszillator geschaltete Timer 555, die Frequenz ist im Bereich 60...600 Hz variierbar. Das Rechtecksignal steuert den 4018, einen Frequenzteiler mit einstellbarem Teilerfaktor. Die Ausgänge Q1, Q3 und Q5 steuern über drei Darlingtont-Transistoren des Typs BC517 und drei 33-Ω-Strombegrenzungswiderstände die Motorwicklungen. Der 4018 ist so geschaltet, dass er die Frequenz des Eingangssignals durch den Faktor 6 teilt (Verbindung Anschluss 6 mit Anschluss 1). Die Signale an den Ausgängen Q1, Q3 und Q5 sorgen dafür, dass durch die Motorwicklungen mit zeitlicher Überlappung der Reihe nach Strom fließt. Das Resultat ist ein kontinuierliches Motordrehfeld, das die Motorachse in Bewegung hält. An andere Motorkonstruktionen können die Drehfeldfrequenz und die Wicklungsspannung unkompliziert angepasst werden. Zu bedenken ist dabei, dass der BC517 nur Ströme bis 1 A schalten kann. Höhere Motorströme machen einen leistungstärkeren Typ notwendig.

(090499)gd

USB ist genial/der letzte Mist*

Von Jerry Jacobs, Chris Vossen und Jens Nickel

* Unzutreffendes streichen

USB ist „State of the art“, wenn Elektronik mit einem Computer verbunden werden muss; und manchmal ist es auch die einzige Option. Es versteht sich von selbst, dass viele neuere Elektor-Schaltungen, die Daten zu einem PC senden und empfangen, ebenfalls mit einer USB-Schnittstelle ausgestattet sind. Denn der USB ist schnell und flexibel – und verfügt darüber hinaus über diese nette Hot-Plug-Funktionalität (die Sie vermutlich schmerzlich vermissen würden, wenn es sie nicht gäbe!). Doch wo es für die User einfacher wird, haben es die Entwickler oft schwerer. Manche unserer Leser werden sich bereits mit nicht erkannten USB-Geräten, Timing-Problemen und einigen anderen Gemeinheiten des „Universal Serial Bus“ herumgeärgert haben. Für diese – und all die anderen Leser – haben wir diese FAQ-Liste zusammengestellt!

1. Ich baue des Öfteren eine Elektor-Schaltung nach. Aber mit dem guten alten RS232-Interface schien vieles einfacher zu gehen. Wird es jetzt nur noch Schaltungen mit USB geben?

Einer der ersten Elektor-Artikel, der sich mit dem USB beschäftigte, war das USB-Interface von September 2000 (www.elektor.de/000079). Verwendet wurde damals ein IC von Cypress. Das Projekt war ein großer Erfolg. Seitdem haben wir im Elektor-Labor eine Menge Erfahrungen mit dem Bus sammeln können.

Wo immer das möglich ist, werden wir statt des guten alten MAX232 einen USB-Chip wie den FT232R(L) von FTDI ver-

und Handshake-Leitungen sowie die Spannungsversorgung sind dann einfach an einem Steckverbinder abzugreifen – so wie in alten Tagen. Um das Ganze mit einem PC zu verbinden, können Sie ein TTL-USB-Kabel verwenden (siehe www.elektor.de/080213), das recht einfach zu handhaben ist.

2. Für einige ältere Schaltungen kann man ja RS232-USB-Konverter einsetzen. Ab und zu gibt es da aber Timing-Probleme. Wo finde ich Informationen zu diesem Thema?

Burkhard Kainka hat in Elektor einen Artikel dazu geschrieben, siehe unter www.elektor.de/050071. Auch im Internet findet man einiges zur RS232-USB-Wandlung, zum Beispiel unter www.lammertbies.nl/comm/info/RS-232-usb.html.

3. Wenn ich mein eigenes USB-Projekt entwickeln will, haben Sie dann einen guten Tipp für mich?

Verschiedene Hersteller bieten Mikrocontroller mit integriertem USB-Interface an, zum Beispiel Atmel mit der AT90USB-Serie. Die Philips-Controller LPC(1/2/3)000 mit ARM-Core sind ebenfalls mit USB ausgestattet. Ein drittes Beispiel ist die PIC18- und PIC24-Serie von Microchip.

4. Wo finde ich Unterstützung, wenn ich einen AVR-Mikrocontroller mit USB einsetzen will?

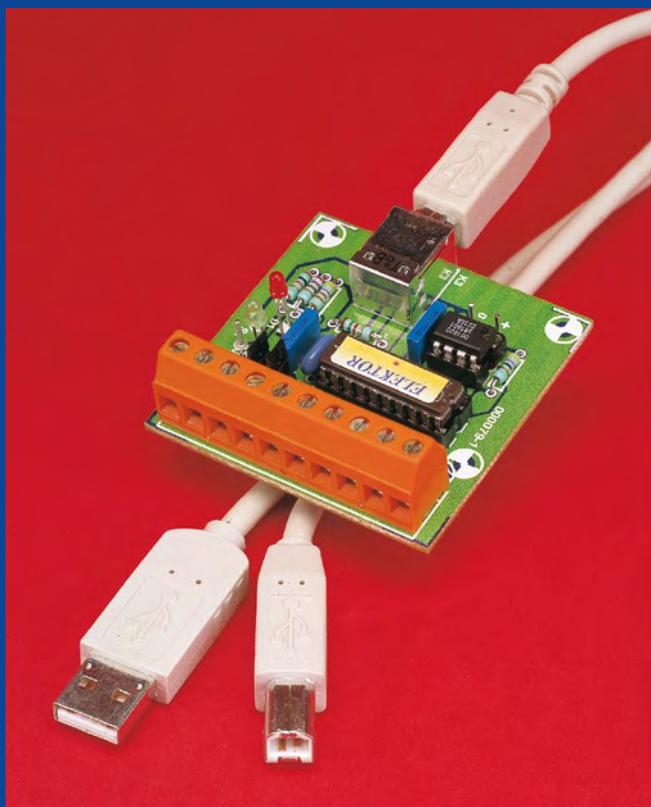
Hier sind drei Empfehlungen von Jerry Jacobs, der Praktikant in unserem Labor ist:

Das Teensy-Projekt (<http://pjrc.com/teensy>) bietet einfache Beispiele, mit denen man die hohe Kunst der USB-Bitmanipulation auf einem AVR-Controller erlernen kann.

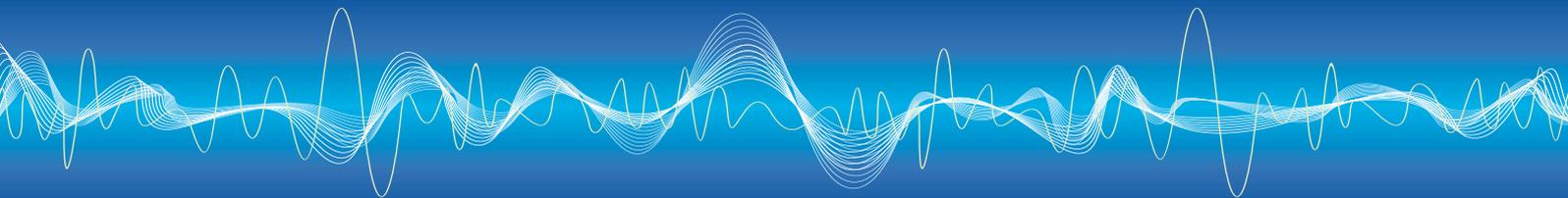
Unter www.ssalewski.de/AT90USB_firmware.html und www.fourwalledcubicle.com/LUFA.php findet man komplexere Beispiele für Fortgeschrittene.

5. Der USB ist nicht schlecht, aber oft gibt es Schwierigkeiten mit nicht erkannten Geräten. Was sollte man beachten, damit solche Probleme vermieden werden?

Man sollte immer sicher sein, dass man den richtigen Treiber



wenden (die L-Version besitzt ein QFN-Gehäuse und ist ein wenig schwerer zu löten). Wo ein solcher Chip zu teuer wäre, kommt ein einfaches TTL-UART-Interface in Frage. Die Daten-



einsetzt. Ein Beispiel: Der „avrismk2“ ISP-Programmer von Atmel benötigt auch einen Treiber dieses Herstellers, wenn das AVR-Studio für die In-circuit-Programmierung verwendet wird. Wenn man stattdessen mit avrdude arbeitet, muss der libusb-Treiber zum Einsatz kommen.

Außerdem sollte man ein gewisses Verständnis dafür besitzen, wie die so genannte Enumeration abläuft. Der PC ermittelt dabei, welches Gerät angeschlossen wurde. Auch die USB-Klasse, der vom Gerät benötigte Strom und die Zahl der Endpoints werden nun abgefragt. Hierzu gibt es viele Infos im Internet, zum Beispiel unter www.lvr.com/usbcenum.htm.

6. Und wenn gar nichts (mehr) geht? Gibt es Tools, mit denen man den Fehler finden und das Problem lösen kann?

Unter Linux kann man sich „Kernel Messages“ anzeigen lassen, wenn man `dmesg` in der Konsole aufruft. Leider kann man diese Mitteilungen des Betriebssystems unter Windows normalerweise nicht sehen (im Internet kursieren zwar entsprechende Helferlein, diese sollte man aber mit Vorsicht genießen).

Es gibt aber für die Windows-Welt einige spezielle USB-Tools, die hilfreich sein könnten:

www.usb.org/developers/tools

www.ftdichip.com/Resourcen/Utilities/usbview.zip

www.nirsoft.net/utills/usb_devices_view.html

<http://sourceforge.net/projects/usbsnoop>

Unter Linux kann man die Tools `usbview` (www.kroah.com/linux-usb/) und `lsusb` (<http://sourceforge.net/projects/linux-usb/>) nutzen.

Ein gutes kommerzielles Programm stammt von SYSnucleus (www.sysnucleus.com/). `USBtrace` ist eine Spy-Software für den USB, mit einem komfortablen Protokoll-Analyser.

7. Ich habe gehört, dass USB-Geräte bis zu 500 mA „ziehen“ können. Einige Leute behaupten aber, es seien nur 100 mA. Wie erklärt sich das?

Hier muss man zwischen Theorie und Praxis unterscheiden. Die Spezifikation sieht lediglich 100 mA vor. Wird mehr benötigt, muss das Gerät diesen Strom beim Host anfordern (das lässt sich in Schritten von 2 mA einstellen). Maximal sind es 500 mA. In der Praxis liefern aber fast alle USB-Ports eines PCs die 500 mA bereits „by default“, das heißt ohne weitere Einstellungen.

8. Was passiert, wenn meine Schaltung zu viel Strom zieht?

Die USB-Ports der meisten PCs sind gegen Überstrom geschützt, die Last wird dann einfach abgeworfen und eine entsprechende Mitteilung an das Betriebssystem geschickt. In den meisten Fällen erhält der User dann gleich eine Meldung in einem Extra-Fenster.

Wenn man Pech hat, ist der USB-Port nicht geschützt. Statt einer Sicherung ist dort nur ein Widerstand verbaut, und wenn man ein kleines Rauchwölkchen sieht, ist es zu spät. Wir empfehlen daher dringend, eine entsprechende Sicherung auf der eigenen Schaltung vorzusehen.

Falls auf der Platine mit hohen Spannungen umgegangen wird, sollte man den USB-Port galvanisch trennen. Analog Devices hat einen entsprechenden Chip namens „ICoupler USB Port Isolator“ im Angebot, siehe www.analog.com/en/interface/digital-isolators/adum4160/products/product.html.

9. Was lässt sich denn über die mechanische Robustheit der USB-Steckverbinder sagen?

Wenn alles ordentlich gelötet ist, sollte es keine Probleme geben. Im Elektor-Labor ist jedenfalls noch kein USB-Steckverbinder kaputt gegangen. Besonders die Micro-Ausführungen sind sehr robust.

Die Designer der Stecker und Buchsen haben auch sonst gute Arbeit geleistet: Die Konstruktion stellt sicher, dass zuerst die metallische Abschirmung (die mit Masse verbunden ist) einen Kontakt herstellt, erst dann folgen die Pins. So werden Schäden durch elektrostatische Entladung von vornherein minimiert.



10. Und USB 3.0?

In Elektor gab es bereits einen Artikel über USB 3.0 (www.elektor.de/080880). Sie können sicher sein, dass es in Zukunft auch Elektor-Schaltungen mit diesem Interface geben wird. USB 3.0 ist abwärtskompatibel, das heißt, ein solches Interface lässt sich dann auch mit einem USB-2.0-Kabel und einem PC-USB-2.0-Port nutzen.

(090768)

Gutes kann immer noch besser werden!

Von Jens Nickel

Was kaum jemand weiß: Zu viel CO₂ ist nicht nur schädlich für unsere Umwelt, sondern auch für unsere Gesundheit. Bei einem Meeting, einem Vortrag oder in einem Klassenzimmer wird binnen zwei Stunden durchaus das Zehnfache der normalen Konzentration erreicht. Wer sich dort aufhält, kann weniger Sauerstoff aufnehmen, weil die CO₂-Konzentration im Blut angestiegen ist. Schwindel, Unwohlsein und sogar Atemnot können die Folge sein.

Grund genug für Elektor, im Januar 2008 einen CO₂-Messer als Titelprojekt zu veröffentlichen [1]. Zum Einsatz kam ein CO₂-Messmodul des japanischen Herstellers Figaro, das den eigentlichen Sensor, aber auch die Ansteuerung und sogar einen Mikrocontroller enthält. Dieser sorgt für die Auswertung des Sensorsignals: An einem Pin



des Modul-Interfaces wird eine Gleichspannung zur Verfügung gestellt, die der CO₂-Konzentration proportional ist. Dazu gibt's noch einen Schaltausgang, der beim Überschreiten einer einstellbaren Höchstgrenze auf High geht. Das intelligente Modul – in der SMD-Ausführung CDM4116A überaus kompakt – machte die Schaltung unseres CO₂-Messers schön übersichtlich. Ein über ISP programmierbarer ATtiny wurde zur A/D-Wandlung des Messsignals und zur Ansteuerung des alphanumerischen LCDs benutzt. Dazu kamen die Spannungsversorgung und ein Schaltausgang mit Transistor und Relais – das war's im Wesentlichen.

Nicht zuletzt wegen der einfachen Schaltung, und auch weil von Elektor ein Kit aus Platine, programmiertem Controller und Sensormodul angeboten wurde, haben viele Leser den CO₂-Messer nachgebaut. Das Kit wurde fast 200 Mal bestellt (und ist inzwischen leider vergriffen). Darüber hinaus gingen diverse Zuschriften und E-Mails

in der internationalen Redaktion ein. Unter anderem setzte sich der „Nederlands Astma Fonds“ (Niederländischer Asthma-Fonds) mit uns in Verbindung, und das hatte einen Grund.

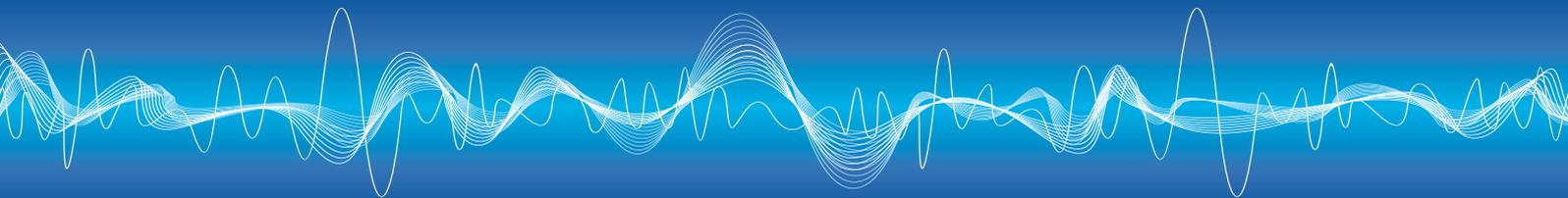
Wer nämlich an Asthma leidet, ist von der schädlichen Wirkung einer zu hohen Kohlendioxid-Konzentration besonders betroffen. Weil die Bronchien und Lungen der Asthmatiker geschädigt sind, neigen sie zum Hyperventilieren, also (zu) schnellem Atmen. Darüber hinaus kann das Lungengewebe von schweren Asthmatikern bereits so sehr angegriffen sein, dass das Kohlendioxid im Blut nicht mehr so leicht abgeatmet werden kann.

Elektor erklärte sich bereit, zur Linderung dieses Problems einen kleinen Beitrag zu leisten. Chris Vossen aus dem Elektor-Labor bekam den Auftrag, den Entwurf des CO₂-Messers nochmals zu verbessern. Ziel war ein portables Gerät für den Endverbraucher, mit einer einfachen 3-Tasten-Bedienung und einer komfortablen Anzeige auf einem grafischen LCD-Display.

Dazu sollte noch ein USB-Anschluss her, um Messwerte auf einen Computer überspielen und damit Langzeitmessungen machen zu können. Ein Temperatur- und Feuchtesensor wäre natürlich auch nicht schlecht, denn bei zu trockener Raumluft beginnt sich das Leiden von Asthmatikern ebenfalls zu verschlimmern.

Nach etwas Überlegung entschied sich Chris zu einem völligen Neubeginn. Da er mit dem R8C von Renesas schon bei diversen anderen





Projekten gute Erfahrungen gemacht hatte, sollte diese kleine 16-bit-Maschine auch für den neuen CO₂-Messer eingesetzt werden. Mit dem E8a-Debugger steht dem Labor darüber hinaus ein gutes Entwicklungs-Werkzeug zur Verfügung, ein entsprechender Anschluss wurde sogleich auf dem Board integriert. Da der R8C keine USB-Schnittstelle besitzt, stellte Chris dem kleinen Controller noch einen FT232-Chip von FTDI zur Seite. Per UART an den R8C angeschlossen, erledigt er die ganze USB-Kommunikation. Außerdem kann er die Spannungsversorgung zwischen USB und einem externen Steckernetzteil automatisch umschalten – schließlich kann man Endverbrauchern schlecht zumuten, Jumper umzustecken.

Die Platine ist inzwischen so weit gediehen, dass wir sie hier abbilden können. Wie zu erkennen ist, ist der Anschluss des SMT-Feuchtesensors von Sensorion (dieser dürfte vielen Elektor-Lesern bekannt sein), noch etwas provisorisch.

Beim Gehäuse fiel die Wahl auf ein Modell aus Karton, das aufgeklappt und auf den Tisch gestellt werden kann. In flacher Form lässt sich das Gehäuse aber auch an die Wand hängen, so dass man die Werte des kombinierten CO₂- und Feuchtemessers immer im Blick hat. Sozusagen drum herum findet man allerlei gedruckte Informationen zum Thema CO₂. Damit eignet sich das Gerät nicht nur zum Messen, sondern dient auch edukativen Zwecken, etwa in Schulen. Dabei ist es von Vorteil, wenn die Elektronik und der Sensor sichtbar bleiben. Ein gleichermaßen nützliches wie ansehnliches Feature ist die RGB-LED-Hintergrundbeleuchtung des Displays. Über die Farben Grün, Orange oder Rot wird signalisiert, ob sich die CO₂-Konzentration im Normbereich aufhält, ob sie bereits deutlich erhöht ist oder ob sie einen kritischen Wert erreicht hat. Bei Rot ist ein Lüften dringend geboten!

Noch etwas Zukunftsmusik ist die Planung eines transportablen CO₂-Sensors, etwa für PKW-Innenräume. Da der Figaro-Sensor eine Start-Kalibrierung mit unbelasteter Luft benötigt, die rund zwei Stunden dauert, eignet er sich hier prinzipbedingt nicht. Doch dem Ingenieur ist nichts zu schwör! Und so hat sich Chris einen portablen CO₂-Sensor eines großen Elektronikversenders bestellt, bei dem ausdrücklich mit einer kurzen Initialisierung geworben wird. Beim „Reverse Engineering“ dieses Geräts kam ein völlig anders aussehendes Sensormodul zu Tage. Statt einer so genannten Nernst-Zelle wie beim Figaro-Modul wird hier ein infrarot-spektroskopisches Verfahren eingesetzt, bauartbedingt sind solche Sensoren größer. Der Sensor stellt ein SPI-Interface zur Verfügung, über das die CO₂-Konzentration in digitaler Form übermittelt wird. Da traf es sich gut, dass Chris gerade das kleine Minimod18 auf dem Tisch liegen hatte. Das Minimod18 ist eine neue Prozessorplatine für das CC2-Projekt, wozu natürlich auch eine SPI-Schnittstelle gehört. Und ein Display ist auch schon drauf... Ein kleines Programm für den dort verwendeten ATmega war schnell geschrieben, und so stand dem Test des neuen CO₂-Sensors nichts mehr im Wege (siehe Bild)!

[1] www.elektor.de/070802

(090603)

Linux Symposium

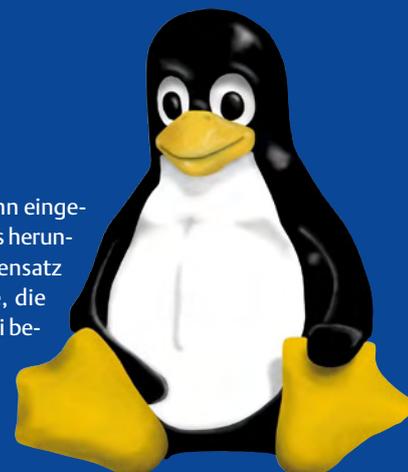
Rund 80 Entwickler und Projektverantwortliche kamen beim zweitägigen „Linux Symposium“ zusammen, das der bekannte Distributor Glyn [1] in Zusammenarbeit mit Toshiba und einigen anderen Unternehmen Mitte November in Düsseldorf veranstaltete. In etwa einem Dutzend Vorträgen und Präsentationen wurde den Teilnehmern einerseits ein (Embedded)Linux-„Rundumschlag“ geboten. Andererseits geht es bei solchen Veranstaltungen natürlich auch darum, die Vorzüge von angebotener Hardware und Software deutlich zu machen. Beim Toshiba TMPA900 mit ARM9-kompatiblen Core fiel diese Aufgabe nicht allzu schwer. Der mit 200 MHz getaktete 32-bitter verfügt natürlich über ARM9-Features wie MMU, Instruction Pipeline und Cache. Er zeichnet sich darüber hinaus aber auch durch einen integrierten Grafikcontroller mit Beschleuniger, eine USB-Host/Device-Schnittstelle und viele weitere Extras aus. Am zweiten Tag des Symposiums wurde gezeigt, wie Embedded Graphics unter Linux funktioniert. Der Framebuffer erscheint dem Entwickler wie ein File im Ordner /dev (getreu dem Linux-Motto: „Everything is a file“). Unter Linux reicht ein einzelner Befehl (mmap), um das File in den Speicher zu mappen; gleichzeitig lässt sich ein Array zuweisen, in das ganz leicht hineingezeichnet werden kann. Mit Details der Controller-MMU muss sich der Entwickler dabei nicht herumschlagen. Auf dem Stundenplan stand auch die entsprechende Linux-Toolchain, die dank einer Virtuellen Maschine (natürlich!) auch auf Windows-Rechnern läuft. Eine entsprechende CD (zusammengestellt vom Elektronikdienstleister bplan GmbH [2]) konnten die Teilnehmer des Symposiums gleich mit nach Hause nehmen. Doch wie sieht das eigentlich lizenzrechtlich mit Linux aus? Hierzu gab es viele Fragen der Teilnehmer. Linux selbst ist „Open Source“,

der Code kann von jedermann eingesehen, die Software kostenlos heruntergeladen werden. Im Gegensatz zu Public Domain Software, die ohne rechtlichen Rahmen frei benutzt werden darf, sind bei den meisten Open Source Programmen aber Lizenzbestimmungen zu beachten. Die bekannteste Open Source Lizenz ist die GPL (General Public License). Wenn Software unter der GPL steht, müssen Abwandlungen und Erweiterungen ebenfalls wieder unter der GPL stehen (dieses „Recht“ wird auch Copyleft genannt, in Anspielung auf das Copyright herkömmlicher Software). Weniger strikt sind die Lizenzen LGPL (Lesser GPL) und BSD (Berkeley Software Distribution). Die LPGL erlaubt die Verwendung einer Open-source-Bibliothek in Closed-source-Software, man muss aber alle eigenen Veränderungen an dieser Bibliothek offen legen. BSD-Software verzichtet auf das Copyleft gleich ganz, ist unter bestimmten Einschränkungen (wie einem verpflichtenden Hinweis im Quellcode) also auch innerhalb kommerzieller Software verwendbar. Für Elektor war Chris Vossen in Düsseldorf dabei – und hat von dort so manche Anregung mitgebracht. Das Thema (Embedded) Linux, aber auch die leistungsstarken ARM-Controller werden im Laufe dieses Jahres sicher noch öfter eine Rolle spielen!

[1] www.glyn.de

[2] www.bplan-gmbh.de/output.php?PAGE_ID=209

(090770)



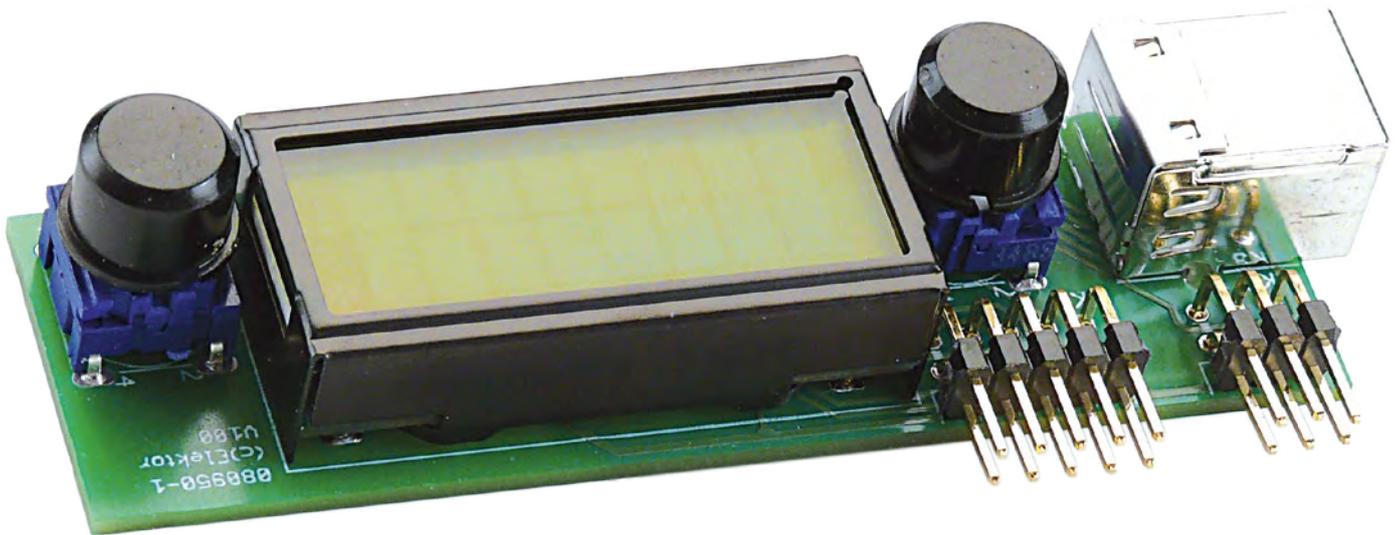
Von den Machern von Elektor!



Oder frei Haus unter www.elektor.de bestellen!

Klein aber fein - das Minimod18

Ein neues Controllerboard für das CC2-ATmega-Projekt



Von Wolfgang Rudolph und Dr. Detlev Tietjen

Das Minimod18 ist ein universell einsetzbares, sehr kompaktes Prozessormodul. Es bringt oft benötigte Peripherie gleich mit, wie Taster, ein LC-Display, USB, I²C- und ISP/SPI-Schnittstellen. Der Anwender muss dann nur noch seine Spezial-Peripherie bauen und mit dem Minimod18 verbinden. So kommt man im Nu zu einem kompletten Gerät mit Eingabe und Anzeige!

Dieser kleine Prozessor-Däumling fordert geradezu zum Vergleich heraus. Als im Jahr 1976 der „KIM-1“ [1] auf den Markt kam, war das eine Sensation. Für 245 US-\$ bekam man ein „richtiges“ Computersystem mit einer 6502er CPU, die mit 1 MHz getaktet war. Der KIM wurde natürlich nackt geliefert, ohne Gehäuse, ohne Netzteil und ohne Schnittstellen (siehe **Bild 1**). Die ersten dieser Platinen kosteten dennoch etwa 800 DM und waren in Deutschland schwer zu bekommen.

Unser Minimod18 ist diesem Veteran in punkto Rechenleistung haushoch überlegen. Dem Minimod18 fehlen zwar einige Eigenschaften des PC-Urahns, das System-Monitor-Programm und die vielen I/O-Ports

zum Beispiel. Doch hat unser Minimod18 technische Features vom Feinsten zu bieten, und kompakter als „KIM-1“ ist es auch. Eine Übersicht der integrierten Funktionen zeigt der Kasten, unter anderem sind Taster, ein LC-Display, ein 64 kB großes EEPROM, USB, I²C- und ISP/SPI-Schnittstellen on Board.

Integrierter Bootloader

Die Minimod18-Platine misst 80 x 25 Millimeter (**Bild 2**) und ist damit nur halb so groß wie das ebenfalls schon kleine ATM18-Testboard. Als Controller wird der ATmega328P-AU im TQFP32-Gehäuse verwendet [2]. Dieser unterscheidet sich vom ATmega88 im Wesentlichen nur in der deutlich üppigeren Speicherausstattung, womit die Kompatibi-

lität zum ATM18-Projekt gegeben ist. Andererseits kann man nun ein wenig vom Flashspeicher „opfern“, um einen Bootloader zu installieren.

Ein Bootloader ist ein kleines Programm, das am Ende des Flashspeichers abgelegt ist. Wird der Controller entsprechend konfiguriert, dann startet zuerst dieses Programm. Der Bootloader kann nun eine Verbindung „nach draußen“ aufnehmen, Daten empfangen und sie in Flash und EEPROM ablegen. Zusätzliche Hardware in Form eines Programmers ist dann nicht mehr nötig. Das Minimod18, das bei Elektor bestellt werden kann, ist ab Werk bereits mit einer angepassten Version des „USBAspLoader“ vorprogrammiert. Neueinsteiger benöti-

Eigenschaften

Controller:

- AVR-RISC-Controller ATmega328P-AU von Atmel
- 32 KB Flash
- 1 KB EEPROM
- 2 KB RAM
- 8 ADC-Eingänge
- 3 Timer und 6 PWM-Kanäle
- 20 MHz Takt-Frequenz
- I²C, SPI, USART-Interface
- Betriebsspannung 1,8 V .. 5,5 V

Board:

- USB-Buchse
- Spannungsversorgung über USB möglich
- 16 MHz Quarz
- 64 KB EEPROM, per I²C angesteuert
- LCD EADIPS082-HNLED (alphanumerisch 2x8, mit LED-Backlight)
- Poti für Kontrasteinstellung
- 2 Taster
- Steckverbinder für SPI/ISP
- Steckverbinder für I²C und ADC

gen also keine zusätzliche Programmierhardware mehr.

Der „USBAspLoader“ emuliert den sehr beliebten und verbreiteten USBAsp-Programmer [3], so dass auf der PC-Seite gleich eine Vielzahl von Programmen zur Verfügung steht – nicht zuletzt das häufig verwendete Programm „avrdude“, das beim gcc-Compiler (WinAVR) praktischerweise auch gleich mitgeliefert wird (Bild 3).

Mehr als ein USB-Kabel benötigt man nicht, denn auf dem Minimod18 ist bereits eine USB-Buchse vorhanden. Diese ist an dieselben Controllerpins wie beim „Passepartout“-Projekt des letzten Heftes angeschlossen – und genauso wie dort wird das Minimod18 auch über den USB spannungsversorgt.

Hält man beim Verbinden der Betriebsspannung (Einstecken des USB-Kabels) die linke Taste gedrückt, geht der Minimod18 in den Programmiermodus und kann Flash-Speicher und internes EEPROM beschreiben.

Dann muss man avrdude aufrufen. In der Befehlszeile ist hierzu `ñavrdude ñc usbasp ñp m328p ñU flash:w:hello.hex` einzugeben, wenn hello.hex geflasht werden soll (siehe Bild 3).

Durch Drücken der rechten Taste verlässt man den Programmiermodus wieder und das „richtige“ Programm wird gestartet. Für die allermeisten Fälle reicht das aus. Sys-

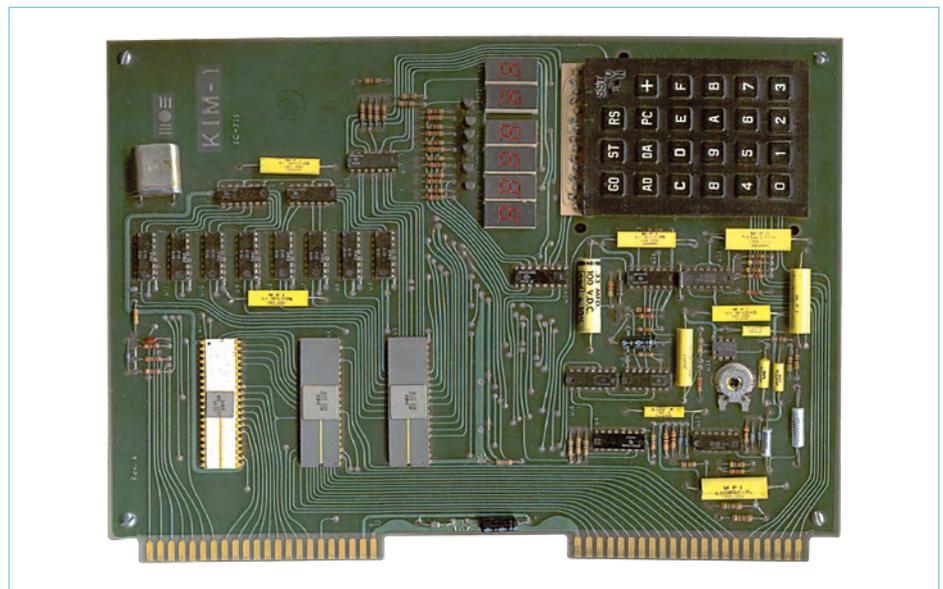


Bild 1. Der Kim-1 war einer der ersten Hobby-Computer, bei dem man selbst nicht löten musste (Foto: Computermuseum der Stuttgarter Informatik - Universität Stuttgart [8]).

Stückliste

Widerstände:

- R1,R2,R5 = 2k2 (0603)
- R3,R4 = 68 Ω (0603)
- R6 = 10k (0603)
- P1 = 10k Trimmer (TC33)

Kondensatoren (0603):

- C1,C2 = 22p
- C3..C6 = 100n

Induktivitäten:

- L1 = 10 µH (0603)

Halbleiter:

- D1,D2 = 3V6 (SOT23)
- IC1 = AT24C512 (SO-08M)
- IC2 = ATmega328-AU (TQFP32-08)
- (Programmiert erhältlich unter 090773-41)

Außerdem:

- LCD = EADIPS082-HNLED
- K1 = 2x5 Stiftleiste, gewinkelt
- K2 = USB-B-Buchse
- K3 = 2x3 Stiftleiste, gewinkelt
- S1,S2 = Taster
- Printmontage
- X1 = 16 MHz (ABM3)
- Platine 080950-1 [7] oder
- Fertig bestücktes und getestetes Modul, mit vorinstalliertem Bootloader 090773-91 [7]

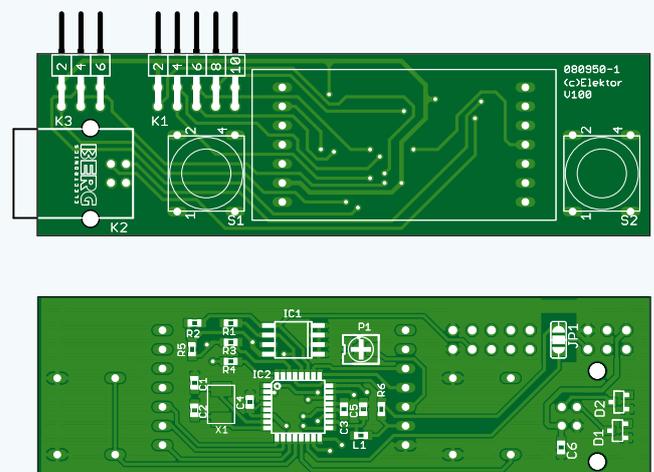


Bild 2. Die kompakte Platine lässt sich leicht in eigene Geräte einbauen.

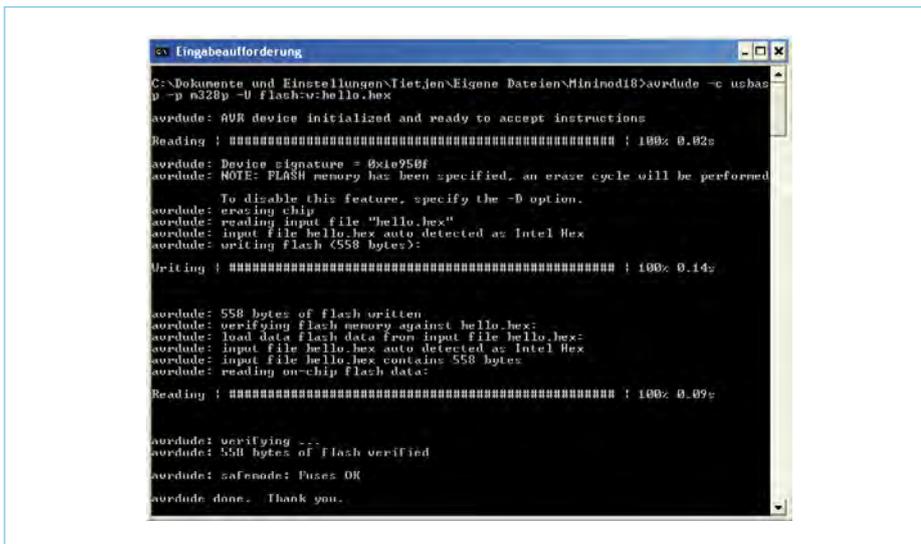


Bild 3. Mit dem kostenlosen PC-Programm AVR-Dude ist der Controller im Nu programmiert.

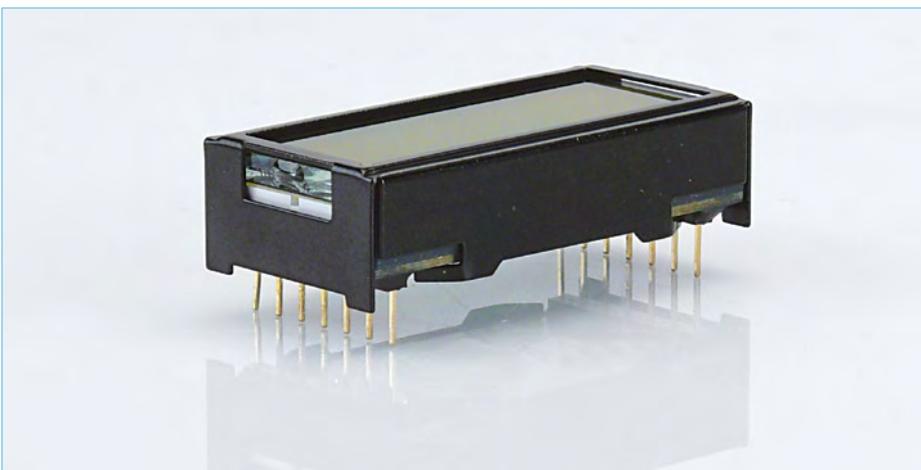


Bild 4. Das alphanumerische Display besitzt eine LED-Hintergrundbeleuchtung.

tembedingt kann man damit aber nicht die Fuses ändern, welche die grundlegenden Funktionen des Controllers festlegen. Für Anfänger ist dies aber eher ein Vorteil, da hier sehr schwerwiegende Fehler möglich sind (unter Umständen könnte man das Minimod18 sogar gänzlich unprogrammierbar machen). Mit einem Bootloader kann hingegen nichts falsch laufen.

Falls doch mal ein direktes Programmieren nötig ist, wenn etwa der Bootloader durch eine neue Version ersetzt werden soll, dann muss man zu einem externen Programmierer greifen. Dieser wird an den 6-poligen Steckverbinder K3 angeschlossen. Zuerst muss dafür die Lötbrücke auf der Unterseite umgestellt werden, damit statt des Pins SS

(Slaveselect) jetzt RESET verfügbar ist und so aus der SPI- eine ISP-Schnittstelle wird. Auf diese Weise hat man dann die volle Kontrolle über die Programmierung und Konfiguration des Controllers.

Display ...

Als Display wird das DIPS082-HNLED von Electronic Assembly verwendet [4]. Dabei handelt es sich um ein sehr kontrastreiches, hintergrundbeleuchtetes Modul mit 2 Zeilen zu je 8 Stellen (siehe Bild 4). Im Gegensatz zum 2-Draht-LCD-Modul des ATM18-Testboards ist dieses ganz „klassisch“ per 4-bit-Bus angebunden, es lassen sich daher die optimierten Library-Funktionen von BASCOM oder entsprechende Module für andere Compiler verwenden. Dort muss

nur die Pin-Belegung angepasst werden (das gleiche gilt, wenn Programme, die für das Testboard geschrieben wurden, auf das Minimod18 übertragen werden sollen). Beim Minimod18 werden PD4 bis PD7 und PC1 bis PC3 für die E-, R/W- und RS-Signale verwendet (siehe Schaltplan in Bild 5). Über das Poti P1 lässt sich der Kontrast des Displays einstellen.

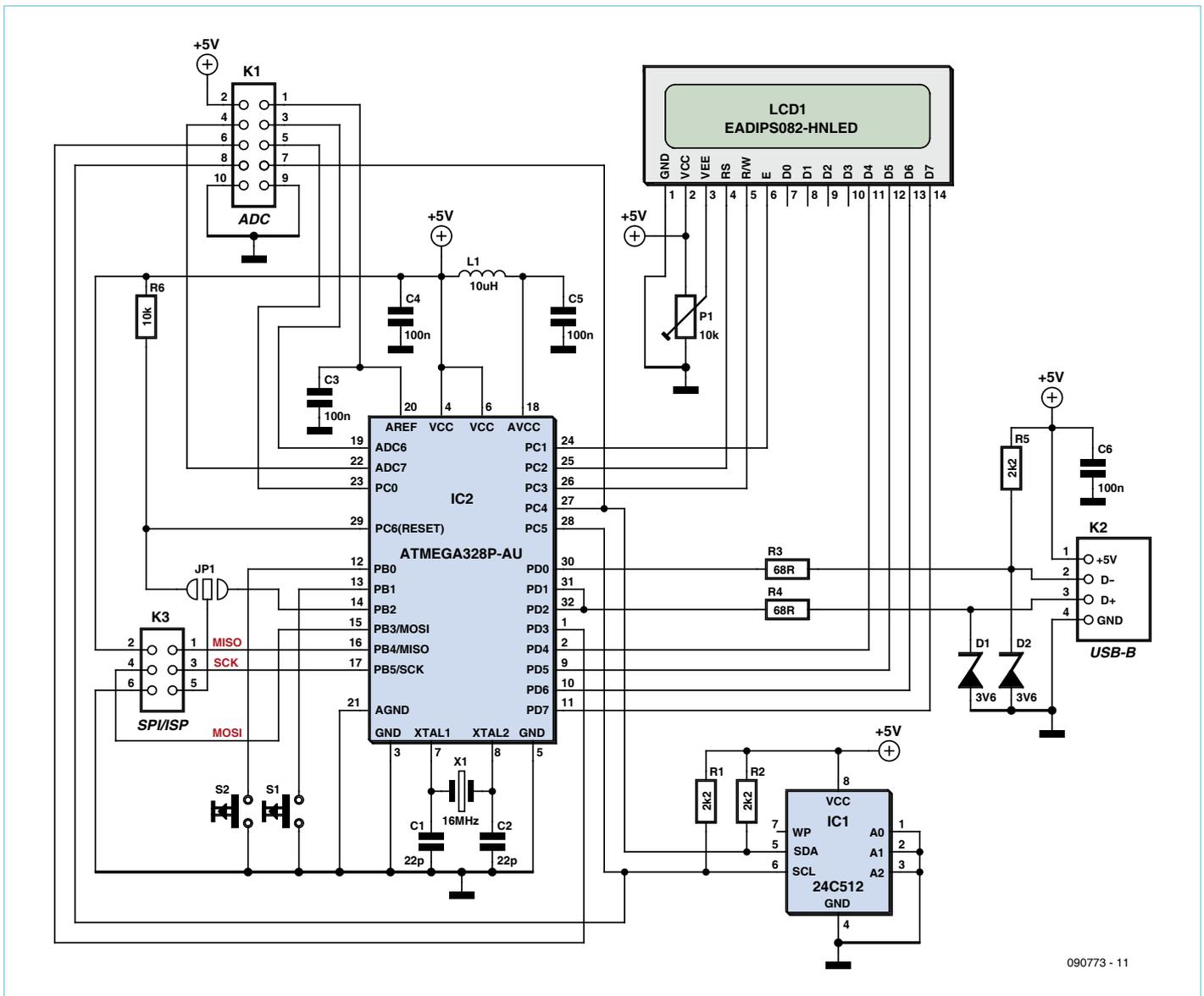
... USB ...

Die Beschaltung des USB-B-Anschlusses entspricht, wie schon erwähnt, dem CC2-Projekt aus dem vorigen Elektor-Heft [5]. Wir haben uns hier nach den Empfehlungen des v-USB-Projektes [6] gerichtet, damit wird die Verwendung des „USB-Treibers“ ermöglicht. Dieser Treiber wird auch für unseren Bootloader eingesetzt. Auch viele andere Projekte, die per Software ein USB-Gerät (PC-Keyboard u.a.) simulieren, lassen sich sehr gut mit dem Minimod18 realisieren. Die Stromversorgung erfolgt wahlweise über USB oder den Pin 2 des SPI/ISP-Anschlusses K3. Das Minimod18 selbst nimmt rund 60 mA auf, hauptsächlich für die Hintergrundbeleuchtung des LC-Displays. Wird das Minimod18 ohne PC betrieben, so kann man auch ein 5-V-Netzteil mit USB-Buchse verwenden, diese sind sehr günstig erhältlich.

... und andere Schnittstellen

Um externe Peripherie steuern zu können, ist eine standardisierte SPI-Schnittstelle vorhanden, die von der Atmel-Hardware unterstützt wird. Über den Löt-Jumper J1 kann sie zum Zweck der Programmierung umgelötet werden und wird dann zur ISP. Die Pins können aber auch einzeln als Digital-I/O Verwendung finden, PB3, PB4 und PB5 sind mit Pin 4, Pin 1 und Pin 3 von K3 verbunden.

Drei ADC-Eingänge, ADC6, ADC7 und ADC0 (PC0) sind auf K1 an den Pins 3, 4 und 5 verfügbar. Damit bietet das Minimod18 Zugang zur analogen Elektronikwelt. Auch ein PWM-Ausgang des Controllers (PD3) ist am Stecker K1 verfügbar, er wird auf Pin 6 herausgeführt. Dieser ist alternativ auch als Interrupteingang (INT1) verwendbar. Die Anschlüsse können getrennt (6-polig und 10-polig) genutzt werden, um eigene Peripherie per Flachbandkabel anzuschlie-



090773 - 11

Bild 5. Diverse Pins des ATmega sind über Steckverbinder zugänglich.

ßen. Es ist aber auch möglich, die zusätzliche Hardware auf einer Platine mit einer 10*2-Buchse zu montieren, an das man das Minimod18 direkt anstecken kann.

Der Anschluss AREF für die Verwendung externer Spannungsreferenzen ist ebenfalls herausgeführt, er liegt am Pin 1 von

K1. Ein Jumper zu VCC wie auf dem Testboard ist nicht vorgesehen, da der ATmega bereits intern die Möglichkeit bietet, die Betriebsspannung (AVCC) als Referenz zu verwenden.

Weiterhin befinden sich auf dem Minimod18 zwei Taster, S1 und S2, welche die internen Pull-Up-Widerstände des ATmega

verwenden. Dabei ist S1 (links) an PB1 und S2 (rechts) an PB0 angebunden.

Mit dem 64 KB großen On-board-EEPROM IC1 ist genügend Speicherplatz vorhanden, um das Minimod18 zum Beispiel als Datenlogger zu betreiben. Das EEPROM 24C512 ist via I²C angeschlossen und kann aus BAS-

Das ATM18-Projekt im Computer:club²

ATM18 ist ein gemeinsames Projekt von Elektor und dem Computer:club² (www.cczwei.de). Die neuesten Entwicklungen und Anwendungen des ATM18-Systems stellt Wolfgang Rudolph vom Computer:club² jeden Monat in der Sendung CC²-tv bei NRW-TV vor. Der hier beschriebene Passwortgenerator mit dem ATM18-AVR-Board ist in der **Sendung 38** von CC²-tv zu sehen, die am **24. Dezember 2009** erstmals gesendet wird. CC²-tv wird von NRW-TV als Kabelprogramm in NRW und als Livestream im Internet gesendet (www.nrw.tv/home/cc2). Als Podcast gibt es CC²-tv bei www.cczwei.de und – ein paar Tage später – auch bei www.sevenload.de.

Verwendung der Pins des ATmega

PB0,1:	Taster 1, 2
PB2-5:	ISP/SPI-Schnittstelle
PC0:	ADC0 / Digital I/O
PC1:	LCD E
PC2:	LCD RS
PC3:	LCD RW
PC4,5:	I ² C-Schnittstelle (externes EEPROM)
PC6:	Reset
PD0-2:	USB/RS232-Schnittstelle
PD3:	PWM/INT1/Digital I/O
PD4-7:	LCD D4-7
AVCC, AREF, ADC6,7 für AD-Wandlung	

Listing „Hello World“

```
$regfile = „m328pdef.dat“      ` specify the used micro
$crystal = 16000000           ` used crystal frequency
$baud = 19200                 ` use baud rate
$hwstack = 32                 ` default use 32 for the
                               ` hardware stack
$swstack = 10                 ` default use 10 for the
                               ` SW stack
$framesize = 40               ` default use 40 for the
                               ` frame space
$initmicro                    ` run subroutine _init_micro
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           `configure lcd screen,
                               `8*2 not available

Cls
Lcd „Hello“
Lowerline
Lcd „World“
End                             `end program

_init_micro:
Ddrc.3 = 1
Portc.3 = 0                     `LCD: R/W low
Return
```

COM heraus direkt angesprochen werden. Bei gcc kann man einfach die mitgelieferte I²C-Library verwenden.

Der gesamte Aufbau entspricht den Empfehlungen von Atmel. Es ist ein externer 16-MHz-Quarz zur Taktversorgung vorhanden, ein 10-k Ω -Pull-Up-Widerstand am Reset-Eingang und ein 100-nF-Blockkondensator für die Stromversorgung. Der AREF-Eingang hat ebenfalls einen externen 100-nF-Blockkondensator und AVCC ist über eine Induktivität von 10 μ H und mit einem Blockkondensator an VCC angeschlossen.

Das erste Programm

Der im LCD-Modul verwendete Controller ist kompatibel zu dem weit verbreiteten HD44780. Für C-Programmierer finden sich im Internet diverse Bibliotheken zur Ansteuerung von LC-Displays, in denen man nur noch die entsprechenden Pins konfigurieren muss. Für eine maximale Kompa-

ttibilität wurde der Eingang R/W des LCD-Moduls an PC3 angeschlossen. Damit kann man dann das „Busy-Flag“ des Controllers abfragen, was manche Bibliotheken auch tun. BASCOM sieht die Verwendung dieses Einganges jedoch gar nicht vor, es wird davon ausgegangen, dass dieser Pin fest mit GND verbunden wird. Daher muss man PC3 auf low legen, bevor die Konfiguration des LCD-Moduls beginnt. In BASCOM wird dies mit „\$initmicro“ erreicht. Das Beispielprogramm im Listing „Hello World“ zeigt, wie man das LC-Display unter BASCOM anspricht. Es ist von der Projektseite zu diesem Artikel downloadbar [7].

Wie geht's weiter?

Mit dem universellen Miniaturmodul ist es nun jedermann möglich, seine eigene Anwendung zu entwickeln. Die eigene Schaltung auf eine kleine Lochrasterplatte aufgebaut, das Minimod18 mit einem simplen USB-Kabel neu geflasht, an die Schal-

tung gesteckt – fertig!

Doch lassen wir unsere Leser keineswegs allein. Für das Minimod18 sind bereits zwei Anwendungen in der Entwicklung, diese sollen in Kürze hier vorgestellt werden. Es handelt sich dabei um ein universelles Akkuladegerät, bei dem nur noch die Leistungselektronik auf einer Zusatzplatine untergebracht werden musste. Dazu kommt eine Wetterstation mit Datenlogger und Funksensoren. Dabei wird das Minimod18 auch die erfassten Daten auf dem Display darstellen können. Zudem kann man die meisten bisherigen ATM18-Projekte auch mit dem Minimod18 „nachspielen“. Dazu sind in der Regel nur leichte Anpassungen an die veränderte Hardware nötig (verfügbare Pins, Ansteuerung des LC-Displays). Das bisherige Testboard wird dadurch aber nicht zum „alten Eisen“, sondern ebenfalls weiter bei zukünftigen Projekten berücksichtigt.

(090773)

Weblinks

[1] <http://de.wikipedia.org/wiki/KIM-1>

[2] www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/8161S.pdf

[3] www.obdev.at/products/vusb/usbasploader.html

[4] www.lcd-module.com/deu/pdf/doma/dips082.pdf

[5] www.elektor.de/080950

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

[7] www.elektor.de/090773

[8] <http://computermuseum.informatik.uni-stuttgart.de>

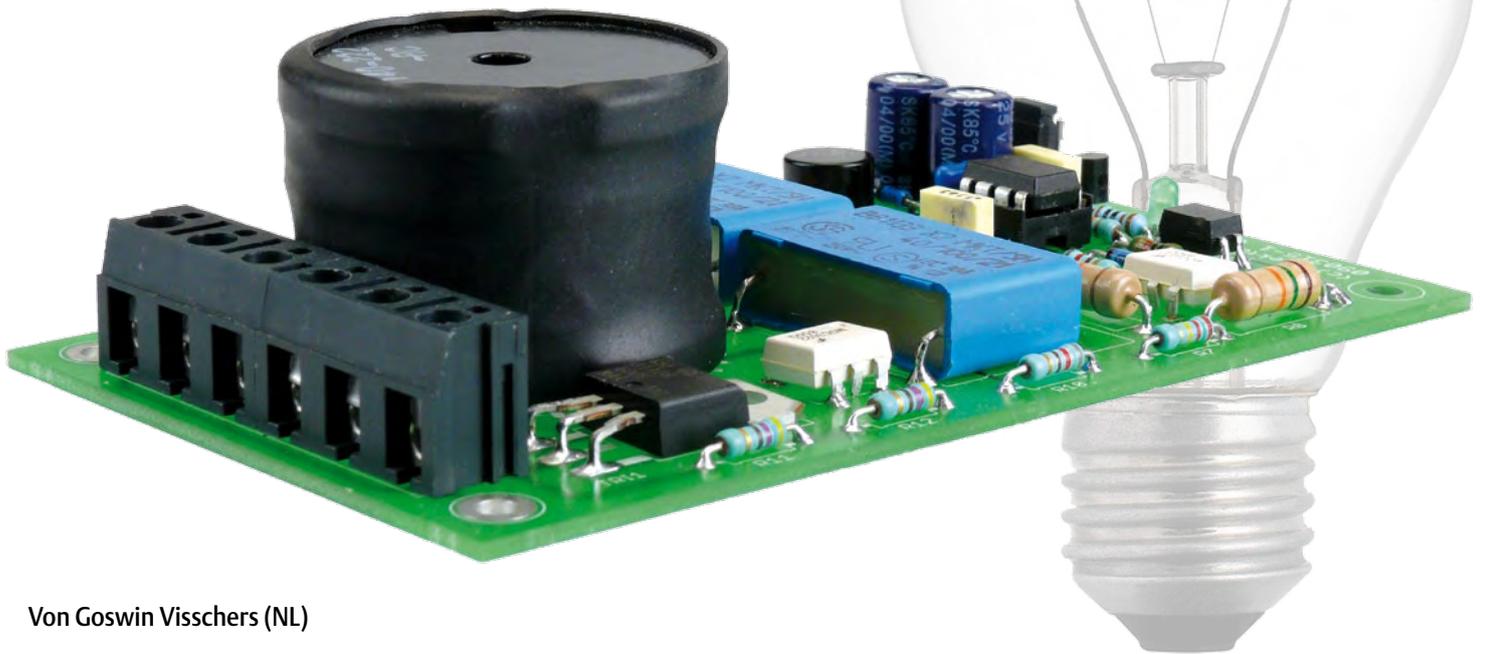
Von den Machern von Elektor!



Oder frei Haus unter www.elektor.de bestellen!

Mikrocontrollergesteuerter Dimmer

Für Normal- und Halogenlampen bis 300 W



Von Goswin Visschers (NL)

Dimmer gibt es in vielen Ausführungen. Trotzdem fand der Autor nicht das, was er suchte. Also setzte er sich an den Labortisch und entwickelte einen Dimmer, der genau seinen Vorstellungen entsprach. Sein Entwurf ist problemlos in die vorhandene Elektroinstallation zu integrieren und über den vorhandenen Lichtschalter zu bedienen.

Weil die Lampenhelligkeit mit Dimmern stufenlos steuerbar ist, entstand der Wunsch, einen vorhandenen zweifachen Unterputz-Lichtschalter gegen eine Schalter-Dimmer-Kombination auszutauschen. Weder im Baumarkt noch im Elektro Einzelhandel war eine solche Kombination erhältlich. Die hier beschriebene Dimmerschaltung wird in die Schalterdose eingebaut. In Installationen mit zwei wechselweise bedienbaren Schaltern (Wechselschaltung) kann sie über beide Schalter bedient werden.

Schaltung

Der controllergesteuerte Dimmer arbeitet nach dem bekannten Prinzip der Phasenanschnittsteuerung. In **Bild 1** ist Triac TRI1

(links unten) das schaltende Element. Die Netzspannung liegt über Sicherung F1 an Drossel L1. Zusammen mit Kondensator C2 wirkt die Drossel als Störfilter, Schaltspitzen und Oberwellen der Phasenanschnittsteuerung werden vom Stromnetz weitgehend fern gehalten. Die Widerstände R1 und R2, Kondensator C1, Brückengleichrichter B1 sowie Z-Diode D1 leiten aus der Netzwechselspannung 230 V eine für Spannungsregler IC1 geeignete Eingangsspannung ab. Um Spannungsüberschläge zu vermeiden, ist der Vorwiderstand auf R1 und R2 aufgeteilt. Da an R1 ebenso wie an R2 nur die halbe Spannung liegt, sind Überschläge auch bei hoher Luftfeuchtigkeit nicht zu befürchten.

Z-Diode D1 sorgt dafür, dass die Eingangsspannung von IC1 nicht über 16 V steigt. Zwar liegt diese Spannung hinsichtlich der Verlustleistung des 78L05 bereits an der oberen Grenze, doch um möglichst viel Ladung in C3 und C4 zu speichern, wurde sie so hoch wie möglich gewählt. Die in C3 und C4 gesammelte Energie muss die beim Wechsel in den Einstellmodus auftretende Unterbrechung der Mikrocontroller-Stromversorgung überbrücken. Solche Wechsel finden statt, wenn die Last zusammen mit der Dimmerschaltung kurzzeitig ausgeschaltet und wieder eingeschaltet wird. Die Bedienung wird im letzten Abschnitt genauer erklärt.

Räumliche Enge

Damit die Dimmerschaltung zusätzlich zum Schalter in eine vorhandene Schaltdose passt, ist ihre Bauhöhe auf zwei Zentimeter begrenzt. Aus diesem Grund werden C1 und C2 wie im Foto gezeigt liegend montiert. Die parallel geschalteten kleinen Elkos C3 und C4 ersetzen einen großen Elko, mit dem die geforderte Bauhöhe nicht einzuhalten wäre. Wenn es auf niedrige Bauhöhe nicht ankommt, ist die Verteilung auf zwei Elkos nicht notwendig. In diesem Fall können auch C1 und C2 stehend montiert werden, allerdings ist dafür wegen der Drossel L1 nur wenig Platz vorhanden.

Ein Handicap dieses Schaltungskonzepts besteht darin, dass keine galvanische Trennung zwischen Stromnetz und Mikrocon-

troller vorhanden ist. Im Niederspannungsteil der Schaltung kann der Nulldurchgang der Netzspannung nicht unmittelbar erkannt werden. Weil jedoch ein Netztrafo zu viel Raum einnehmen würde, fiel die Wahl auf ein trafoloses Konzept.

Das Foto zeigt einen Musteraufbau mit einer Entstördrossel von Digikey. Der Raumbedarf der Dimmerschaltung ist noch geringer, wenn sie mit einer anderen Entstördrossel aufgebaut wird (siehe Stückliste). Die kleine Ringkern-Drossel spart zusätzlich Platz.

Mikrocontroller

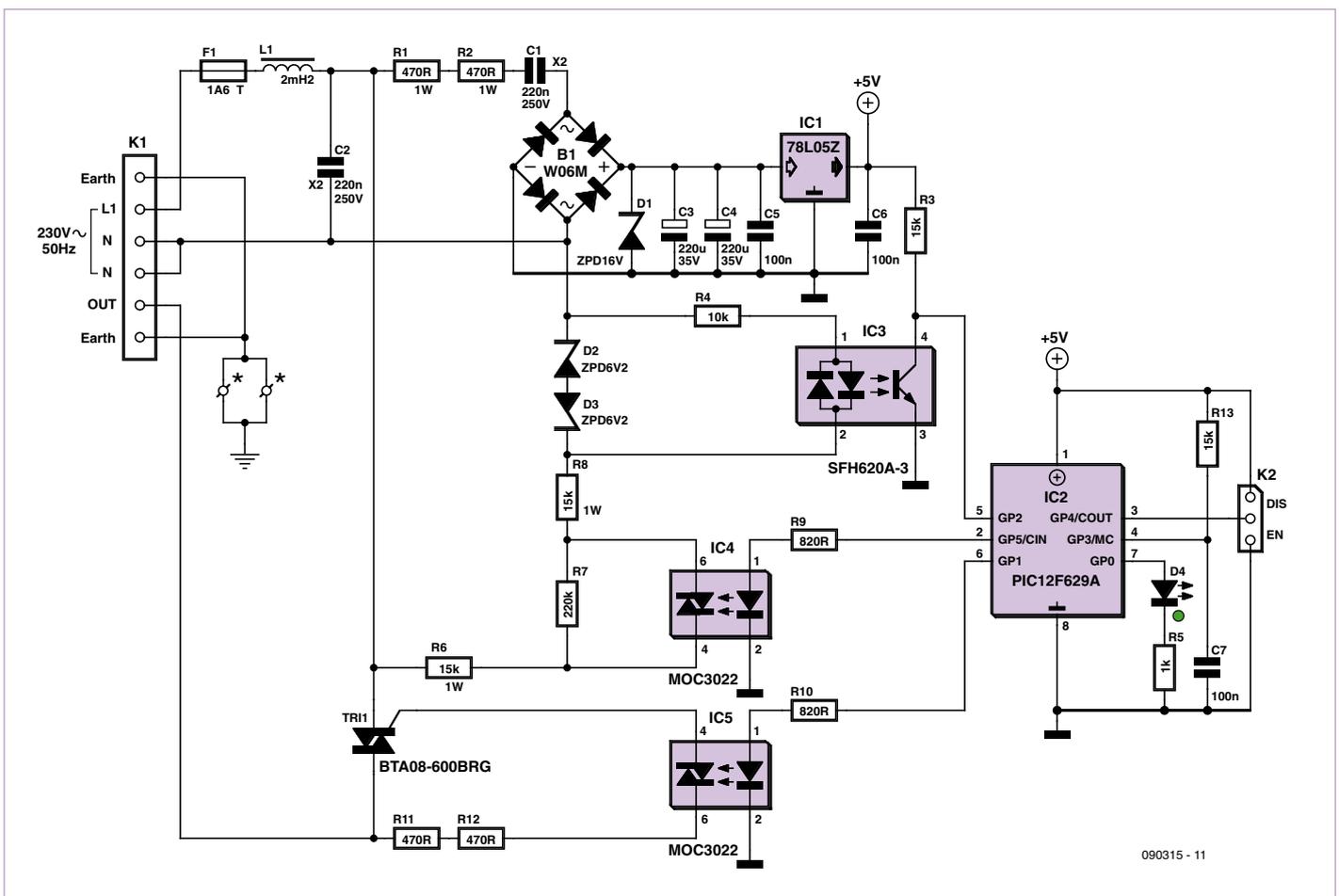
Steuerelement der Dimmerschaltung ist ein Mikrocontroller PIC12F629. Über Optokoppler IC3 erhält er Informationen über die Nulldurchgangszeiten der Netz-

Eigenschaften

- Dimmerfunktion durch Phasenanschnittsteuerung
- Unkompliziert einzustellen (oder feste Einstellung)
- Auch für Wechselschaltungen geeignet
- Flacher mechanischer Aufbau, Höhe 2 cm
- Kein Netztrafo

wechselspannung. Die Z-Dioden D2 und D3 begrenzen die am Eingang von IC3 liegenden Spannungsspitzen. Die Spannung am Ausgang von IC3 übersteigt im Rhythmus der Nulldurchgänge für etwa 2 ms die Schwelle 2,5 V. Die Impulse signalisieren dem Controller, dass der Triac eingeschaltet werden muss. Zu einem späteren Zeitpunkt der Wechselspannungsperiode, der von der Dimmereinstellung abhängt, schaltet er den Triac wieder aus.

Die Funktion des Pull-up-Widerstands R3 könnte auch von dem intern an der Controllerleitung liegenden Pull-up-Wider-



090315 - 11

Bild 1. Die Dimmerschaltung ist vom Stromnetz nicht galvanisch getrennt. Die Verbindung eines Metallgehäuses mit dem an K1 angeschlossenen Schutzleiter stellen Masseflächen um die Befestigungsbohrungen auf der Platine her.

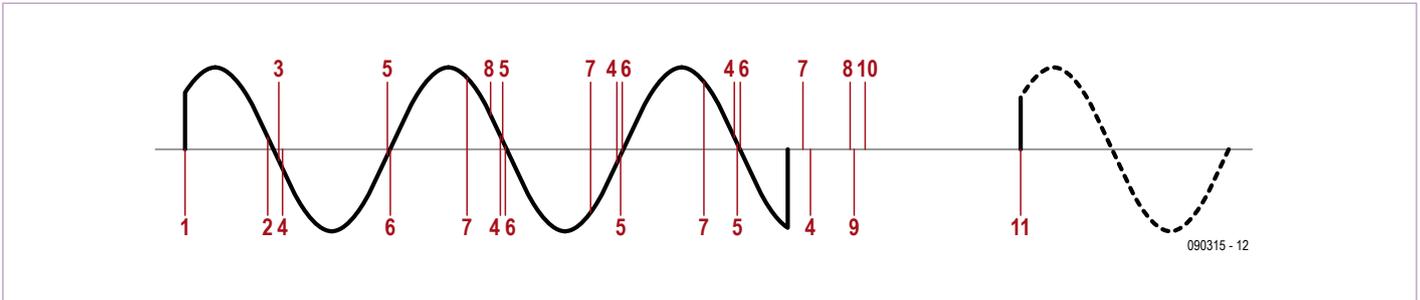


Bild 2. In das Diagramm der sinusförmigen Netzspannung sind die Punkte eingetragen, die für die Dimmer-Firmware Bedeutung haben.

stand übernommen werden. Die internen Pull-up-Widerstände sind hier jedoch deaktiviert, was den Strombedarf des Controllers reduziert. Das Aktivieren eines einzelnen internen Pull-up-Widerstands ist bei diesem Controller nicht möglich. Durch Herabsetzen der Stromaufnahme wird die Zeit verlängert, die während der Dimmereinstellung bei abgeschalteter Netzspannung überbrückt werden kann.

LED D4 leuchtet auf, sobald sich der Dimmer im Einstellmodus befindet. Die LED und ihr Strombegrenzungswiderstand R5 müssen nicht unbedingt vorhanden sein. Wenn sie weggelassen werden, liegt der Strombedarf der Schaltung niedriger, die Überbrückungszeit wird verlängert.

Weniger Wärme

Die Widerstände R6 und R8 geben spürbar Wärme ab, wenn an ihnen permanent Spannung liegt. Deshalb sind IC4, R7 und R9 hinzugefügt, die bewirken, dass nur in zeitlicher Nähe der Nulldurchgänge Strom durch R6 und R8 fließt. Diese Maßnahme stellt sicher, dass die Nulldurchgänge präzise erkannt werden, ohne dass R6 und R8 übermäßig Wärme entwickeln. Nachdem der Controller einen Nulldurchgang erkannt hat, schaltet er den durch R6, R7 und R8 fließenden Strom über Optotriac IC4 so lange ab, bis der nächste Nulldurchgang fast erreicht ist. Erst kurz vor dem nächsten Nulldurchgang wird IC4 zurück in den Leit-zustand gesteuert.

Wenn die Wärme in einem geräumigen Gehäuse zuverlässig abgeführt wird, können IC4, R7 und R9 entfallen. Anschluss 2 des Controllers muss dann an den Verbindungspunkt zwischen R6 und R8 gelegt

werden. Von R6 werden dann ebenso wie von R8 etwa 0,9 W in Wärme umgesetzt, die Grenze von 1 W wird nicht überschritten. Unter ungünstigen Bedingungen kann die Temperatur in engen Gehäusen ohne IC4, R7 und R9 so stark steigen, dass Brandgefahr nicht auszuschließen ist!

Optotriac IC5 stellt die Verbindung zwischen dem Controller und dem lastschaltenden Triac TRI1 her. Auf der Platine sind die Zwischenräume zwischen den Triac-Anschlüssen um etwa 1,25 mm breiter als es das Standard-TO220-Gehäuse vorgibt. Die breiteren Abstände verringern die Gefahr von Kriechströmen und Spannungsüberschlägen.

Platine

Für den controllergesteuerten Dimmer wurde eine doppelseitige Platine entworfen, das Layout steht auf der Elektor-Website [1] zum Download bereit. Weil in der Schaltung keine SMDs vorkommen, ist der Aufbau auf der Platine nicht schwierig. Zuerst werden die niedrigen Bauelemente wie Widerstände und Dioden montiert, dann folgen die Bauelemente mit mehr Bauhöhe. An der sechspoligen Klemme K1 werden Netzspannung und Last angeschlossen. Zulässig sind nur Kabel, die in ihrem Querschnitt und ihrer Isolation für diesen Zweck geeignet sind. Die Kondensatoren C1 und C2 müssen der Klasse X2 angehören, gewöhnliche Ausführungen sind hier nicht genügend sicher.

Wenn die Platine in ein Metallgehäuse eingebaut wird, muss dieses über die Befestigungsschrauben mit dem Schutzleiter des Stromnetzes verbunden werden. Dafür sind

auf der Platine zwei am Schutzleiter liegende Befestigungslöcher vorgesehen.

Firmware

Das Controller-Programm ist in drei Abschnitte unterteilt. Der erste Teil ist für das Dimmen zuständig, der zweite Teil macht das Einstellen möglich, der dritte Teil enthält Routinen zum Lesen und Schreiben des im Controller befindlichen EEPROMs. Nach Einschalten der Netzspannung wird das Controller-Register gesetzt, danach werden die Dimmwerte aus dem EEPROM gelesen. Der Controller wartet zwei Nulldurchgänge der Netzspannung ab (Schritt 4), um Kontaktprellen des Schalters zu überbrücken. Die Zahlen in der Sinuskurve, die Bild 2 zeigt, entsprechen der folgenden Nummerierung der Programmschritte:

1. Einschalten der Netzspannung: Der Controller startet.
2. Pretest0: Der Controller wartet auf den nächsten Nulldurchgang.
3. Pretest1: Der Controller wartet den Nulldurchgang ab, Anschluss 5 geht wieder auf „0“.
4. Main: Warten auf den nächsten Nulldurchgang oder das Abschalten der Netzspannung.
5. MainWaitToSwitchTriacOnSetup: Reset des internen Timer.
6. MainWaitToSwitchTriacOn: Warten bis der Timer den Stand erreicht hat, bei dem der Triac eingeschaltet werden muss.
7. Der Triac wird eingeschaltet, Anschluss 6 des Controllers wird kurzzeitig „1“.
8. MainWaitToSwitchOnZCrossDetect:

Stückliste

Widerstände:

R1, R2 = 470 Ω /1 W
 R3, R13 = 15 k
 R4 = 10 k
 R5 = 1 k
 R6, R8 = 15 k/1 W
 R7 = 220 k
 R9, R10 = 820 Ω
 R11, R12 = 470 Ω

Kondensatoren:

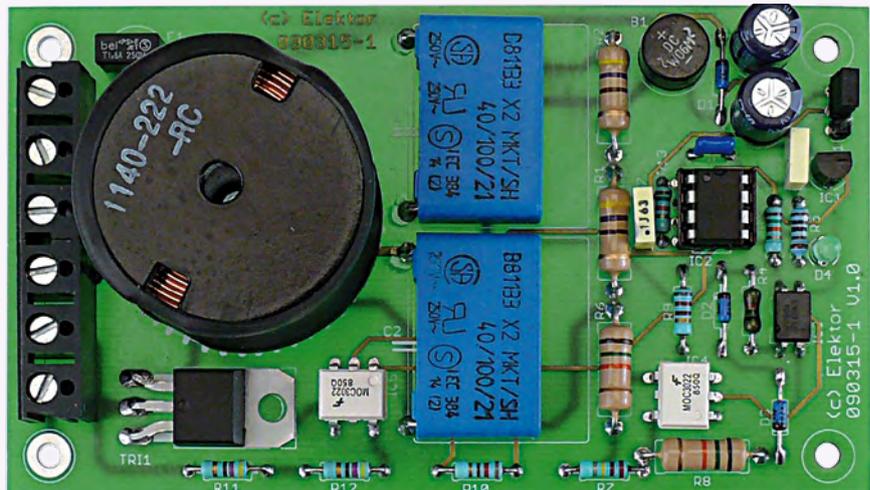
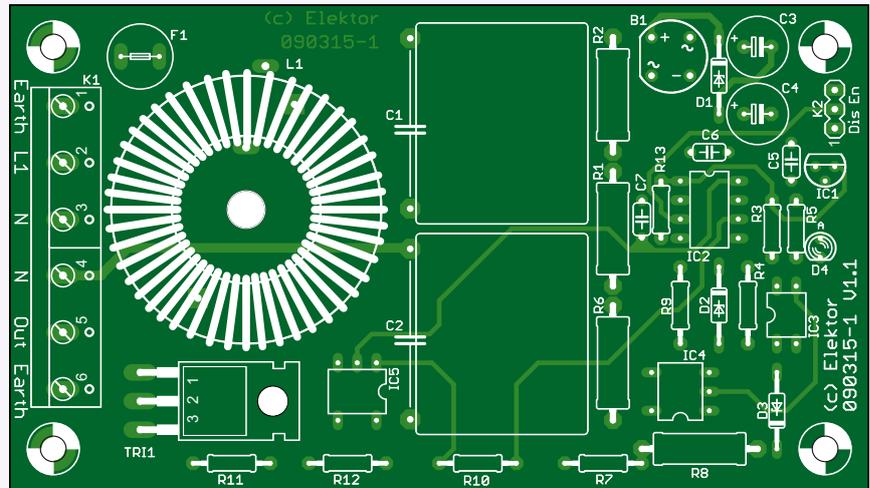
C1, C2 = 220 n/250 V, X2 MKT
 C3, C4 = 220 μ /35 V stehend, Raster 3,5 mm
 C5–C7 = 100 n keramisch, Raster 5 mm

Halbleiter:

B1 = W06M, Brückengleichrichter 1,5 A/600 V
 (z.B. Farnell 1621776)
 D1 = Z-Diode 16 V/0,5 W
 D2, D3 = Z-Diode 6,2 V/0,5 W
 D4 = LED 3 mm grün, low-current
 IC1 = 78L05, TO-92
 IC2 = PIC12F629A, (DIP-8, programmiert: EPS
 090315-41)
 IC3 = SFH620A-3 (Optokoppler, z.B. Farnell
 1469594)
 IC4, IC5 = MOC3022 (Optotriac, z.B. Farnell
 1021366)
 TRI1 = BTA08-600BRG (Triac 8 A/600 V, Ge-
 häuse TO220AB, z.B. Farnell 1057269)

Außerdem:

F1 = Sicherung 1,6 A träge (Subminiatur, z.B.
 Conrad 536962, Digikey 507-1178-ND)
 K1 = Schraubklemmverbinder 6-polig, Raster
 7,5 mm
 K2 = Stiftkontaktleiste 3-polig gerade, Raster
 2,54 mm, mit Jumper
 L1 = Entstördrossel 2,2 mH (z.B. Conrad
 534358, Digikey M8383-ND)
 IC-Fassungen DIP-6 (2 Stück)
 Platine 090315-1, siehe [1]



Der Nulldurchgangsdetektor wird aktiviert, indem Anschluss 2 kurzzeitig „1“ wird. Danach folgt ein Sprung zurück nach Schritt 4.

9. Program: Der Controller wechselt in den Einstellmodus und fragt Jumper K2 ab. Abhängig von Jumper K2 setzt der Controller den Einstellmodus fort, oder er springt zurück nach Schritt 1.
10. ShowProgramMode: Die LED leuchtet auf, der Triac wird eingeschaltet.
11. Der Programmablauf im Einstellmodus ist selbst erklärend. Die Lese- und Schreibroutinen für das interne EEPROM wurden dem Datenblatt des Controllers entnommen.

Bedienung

Der controllergesteuerte Dimmer wechselt in den Einstellmodus, wenn der Netzschal-

ter eingeschaltet und anschließend kurzzeitig aus- und wieder eingeschaltet wird. Die kurze Unterbrechung darf bis zu 1 s dauern, so lange leuchtet die LED. Der Dimmer schaltet die Last für ungefähr 1 s ungedimmt ein, anschließend durchläuft er die Dimmstufen von 0 % bis 100 %. Nach Erreichen der höchsten Stufe beginnt ein neuer Zyklus bei 0 %. Wenn die gewünschte Dimmstufe erreicht ist, muss der Schalter für mindestens 2 s (oder bis die LED verlischt) ausgeschaltet werden. Das hat zur Folge, dass der Controller die aktuelle Dimmstufe speichert. Nach dem nächsten Einschalten wird die Last mit dieser Stufe gedimmt.

Der Einstellmodus lässt sich abschalten, indem Controlleranschluss 3 über Jumper K2 an +5 V gelegt wird. Der Dimmer behält dann die zuletzt eingestellte Dimmstufe bei.

Wenn Controlleranschluss 3 an Masse liegt, ist der Wechsel in den Einstellmodus möglich. Falls die zum Einstellen nötige Unterbrechung der Stromzufuhr zu lang ist, können die Werte von C3 und C4 bis auf 100 μ F herabgesetzt werden. Höhere Werte für C3 und C4 verlängern diese Zeit.

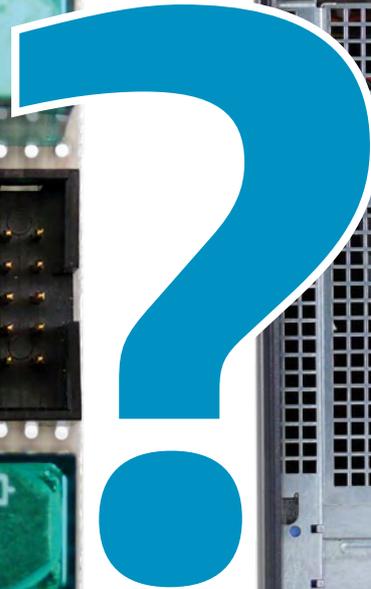
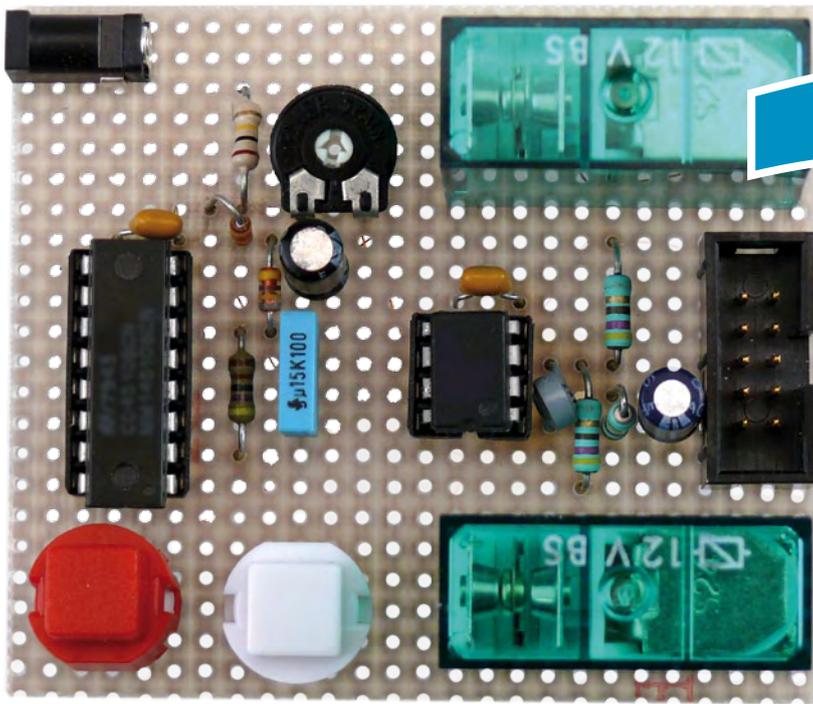
(090315)gd

Warnung: Die Schaltung ist vom Stromnetz nicht galvanisch getrennt. Das Berühren spannungsführender Teile kann lebensgefährlich sein!

Weblink

[1] www.elektor.de/090315

USB ist nicht alles...



Wie Sie Ihre Hardware mit dem Computer verbinden

Von Clemens Valens (Redaktion F)

Viele externe Anwendungen nutzen Notebooks oder Desktop-Computer als Bedienoberfläche, zum Erfassen von Messwerten oder für den Zugriff aufs Internet. Die klassische serielle oder parallele Schnittstelle, die früher die Verbindungen herstellte, musste dem USB-Port weichen. Wie geht der Entwickler damit um?

Externe Hardware lässt sich mit Computern auf unterschiedlichen Wegen koppeln. Das Notebook, auf dem dieser Beitrag geschrieben wurde, ist mit einem S/PDIF-Ausgang, zwei Audio-Eingängen (Mikrofon und Line), vier USB-Ports, einem Ethernet- und einem Modem-Anschluss ausgestattet. FireWire und IrDA sind nicht vor-

handen, aber WLAN und Bluetooth. Vor noch nicht allzu langer Zeit gab es auch noch PS/2, RS232 (COM) und den Parallelport (LPT). Allen genannten Schnittstellen ist gemeinsam, dass sie von außen zugänglich sind.

Jede Schnittstelle hat Vor- und Nachteile. Für die anzuschließende

Hardware muss die Schnittstelle gewählt werden, die für den Einsatzzweck am besten geeignet ist. Der Schnittstellen-Typ wirkt sich nicht nur auf die Komplexität der Schnittstellen-Hardware aus, betroffen ist auch die Software, die mit der Hardware umgehen muss. Als Maß für den Aufwand an Zeit und Kosten können die Menge der zu übertragenden Daten und die Übertragungsgeschwindigkeit betrachtet werden.

In diesem Beitrag geht es nicht um das Entwickeln eigener Schnittstellen-Karten, die für die eine oder andere Anwendung maßgeschneidert sind. Beim gegenwärtigen Stand der Technik ist es vorteilhafter, auf standardisierte Lösungen zurückzugreifen. Solche Lösungen bestehen meist aus der Schnittstellen-Hardware und dem dazugehörigen Treiber.

Die asynchrone serielle Schnittstelle

Für den Datenaustausch mit externer Hardware ist diese Schnittstelle vermutlich der unkomplizierteste Weg. Physisch besteht dieser serielle Port meistens aus nur drei Leitungen, Programme können über fast alle Betriebssysteme bequem darauf zugreifen. Das Überungsverfahren ist nicht kompliziert, Dokumentationen und einsatzfähige Programmroutinen sind vielfältig verfügbar. Hinzu kommt, dass viele Mikrocontroller kompatible serielle Schnittstellen (UARTs) an Bord haben. Wo eine solche Schnittstelle fehlt, ist sie durch Software leicht emulierbar.

Für heutige Computer ohne serielle Schnittstelle gibt es Alternativen. Mit einem preiswerten Konverter-Baustein lässt sich jeder USB-Port in eine serielle Schnittstelle der alten Art verwandeln. Das Betriebssystem bindet den USB-Port als serielle Schnittstelle ein, von Programmen kann die serielle Schnittstelle in herkömmlicher Weise gesteuert werden. Diese Lösung lässt sich mit Hilfe eines Konverter-Bausteins auch in externe Systeme implementieren, z.B. mit dem PL2303 von Profilic [1], der CP210x-Familie von Silicon Labs [2] sowie den ICs von FTDI [3] (siehe **Bild 1**). Die benötigten Treiber stellen die meisten Chip-Hersteller kostenlos zur Verfügung. Aus dem Blickwinkel des Anwenders wird zur Hardware eine klassische serielle Schnittstelle mit der ihr eigenen niedrigen Übertragungsgeschwindigkeit hinzugefügt. Der Anwender muss dafür sorgen, dass die Latenz (*latency*, dazu an anderer Stelle mehr) des Treibers möglichst kurz ist.

Eine Alternative zu vorstehender Lösung ist der serielle Datentransport über den Ethernet-Anschluss. Auch dafür gibt es spezielle Schnittstellenwandler, auch „Serielle Server“ genannt. Vom Treiber des Herstellers hängt ab, wie viele serielle Ports das Betriebssystem einbinden kann. Auch diese virtuellen Ports verhalten sich wie klassische serielle Schnittstellen. Solche Wandler (ein Beispiel ist in **Bild 2** zu sehen) sind zwar teurer als USB-Seriell-Wandler, sie haben aber auch wichtige Vorteile. Dazu gehören die galvanische Trennung, die höhere Portanzahl im gleichen System, wählbare Schnittstellen-Standards wie RS232 und RS485, die WLAN-Tauglichkeit und die größere Kabellänge. Nebenbei können auch noch einige nicht serielle Eingänge und Ausgänge realisiert werden.

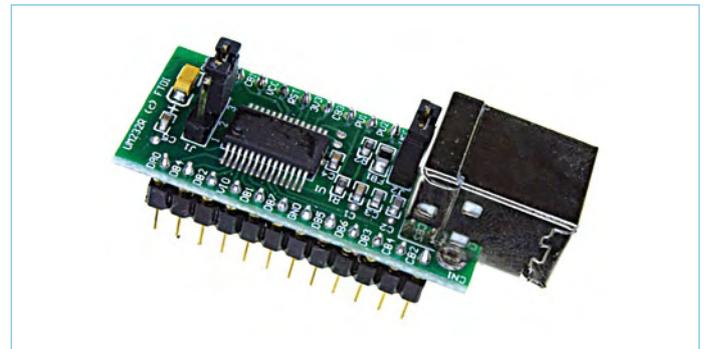


Bild 1. Das Modul UM232R von FTDI ist ein USB-nach-seriell-Schnittstellenwandler, er lässt sich leicht in vorhandene Hardware einfügen.



Bild 2. Der NE-4110 Moxa ist eine Brücke zwischen serieller Schnittstelle (RS485/RS422) und Ethernet.



Bild 3. Das Modul BTM222 von Rayson hat die Maße 28 · 15 mm und stellt eine drahtlose serielle Verbindung über Bluetooth her.



Bild 4. Noch immer aktuell, jetzt in der A-Version: Der Ethernet-Controller CS8900A von Cirrus Logic.



Bild 5. Auf dem Modul WIZ 830MJ befindet sich nicht nur ein Ethernet-Controller, sondern auch ein Hardware-TCP/IP-Stack.

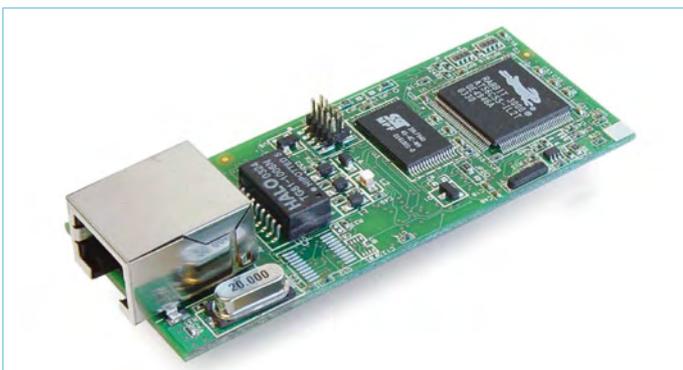


Bild 6. Das Modul RCM3700 von Rabbit macht das Implementieren eines Ethernet-Ports einschließlich der Funktionen eines Mikrocontrollers besonders einfach.

Eine Alternative anderer Art eröffnet der drahtlose serielle Bluetooth-Port. Dazu muss eine Bluetooth-Verbindung eingerichtet werden. Ebenso wie die Seriell-nach-USB-Wandler haben Bluetooth-Module einen seriellen Port an Bord, der für die drahtlose Verbindung unkompliziert genutzt werden kann, wobei bereits die Funkverbindung für die galvanische Trennung sorgt. Für PCs ohne

Bluetooth gibt es Bluetooth-USB-Sticks zur einfachen und billigen Nachrüstung. In diesem Fall entsteht ein Schnittstellenwandler von USB über Bluetooth in das klassische serielle Format. Auf der Seite der externen Hardware wird ein Bluetooth-Modul mit einem seriellen Port des Mikrocontrollers verbunden (**Bild 3**). Die Programmierung gestaltet sich wegen der Bluetooth-Verbindung mit ihren PIN-Codes und anderen spezifischen Kommandos etwas komplizierter als bei den zuvor beschriebenen Alternativen.

Die herkömmliche serielle Schnittstelle ist immer eine praktische Lösung, unabhängig davon, ob die Daten über USB oder einen anderen Umweg geführt werden. Das Handicap ist die niedrige Geschwindigkeit. Sie reicht zwar aus, um von Zeit zu Zeit Kommandos an die Gegenseite zu senden und begrenzt Datenmengen zu empfangen, für höhere Datenraten müssen aber andere Methoden angewandt werden.

Die parallele Schnittstelle

Auch die parallele Schnittstelle ist an Computern heutiger Generation nicht mehr vorhanden. Schnittstellenwandler vom parallelen Format nach USB existieren zwar, doch anders als die Seriell-nach-USB-Wandler sind sie nur wenig verbreitet. Die für den Anschluss von Druckern mit Parallelport an die USB-Buchse angebotenen Konverter erfüllen zwar ihre Aufgabe, doch sie können den früheren bidirektionalen Parallelport mit den Optionen EPP und ECP nicht ersetzen. Die Kommunikation mit Parallel-nach-USB-Wandlern ist schwierig, Dokumentation ist nur spärlich verfügbar.

Wenn die Menge der Daten umfangreich ist, haben die Schnittstellen USB, Ethernet, FireWire oder sogar die Soundkarte klare Vorteile. Die Stärke des USB- und FireWire-Ports liegt darin, dass die meisten Betriebssysteme Treiber für bestimmte Datentypen bereits mitbringen. Für USB existieren so genannte „Klassen“, mit ihrer Hilfe kann das Betriebssystem den geeignetsten Treiber laden. Das Anwenderprogramm steuert die Schnittstelle nach konventionellem Verfahren, was das Programmieren vereinfacht, zumal umfassende Dokumente und zahllose Beispiele im Internet verfügbar sind. Der Entwickler muss allerdings die zutreffende Klasse für den USB-Port auswählen, denn von ihr hängt die Bandbreite ab, die das Betriebssystem für den Port reserviert (beispielsweise 64000 Byte/s für ein HID Full Speed Interface). Auf der Seite des externen Systems muss die USB-Klasse ebenfalls berücksichtigt werden. Es reicht nicht aus, dort einen Seriell-nach-USB-Chip einzufügen, der Einsatz eines Mikrocontrollers mit integrierter USB-Schnittstelle ist meistens unumgänglich. Das Programmieren wird nicht einfacher, im Gegenteil, es nimmt an Komplexität zu.

FireWire ist als Schnittstelle für externe Hardware schwierig zu nutzen, denn es gibt kaum Bauelemente, mit denen eigene Entwicklungen möglich sind. Offenbar ist es um FireWire ruhig geworden, gegenwärtig ist diese Schnittstelle nur noch gelegentlich im Gespräch.

Eine leistungsstarke Alternative für USB und FireWire ist Ethernet. Eine Ethernet-Schnittstelle ist mit speziellen Bausteinen gut zu realisieren. Die Ethernet-Controller von Realtek [4] und National Semi-

conductor [5], der bekannte CS8900A von Cirrus Logic [6] (**Bild 4**) oder der ENC28J60 von Microchip [7] sind nur einige Beispiele. Ethernet kann auch ohne Ethernet-Controller implementiert werden, vorausgesetzt, der System-Controller ist schnell genug und seine Reserven sind noch nicht erschöpft [8]. An den Mikrocontroller und seine Ressourcen (insbesondere an das RAM) werden erhöhte Anforderungen gestellt, das Programmieren ist nicht ganz einfach. Dem steht gegenüber, dass im Internet zahllose Bibliotheken angeboten werden, die das Implementieren erleichtern.

Oft werden die Begriffe „Ethernet“ und „Internet“ gleich gesetzt. Trotzdem ist der Einsatz eines TCP/IP-Stacks nicht zwingend notwendig, um eine Ethernet-Verbindung zustande zu bringen. Das liegt vor allem daran, dass es hier um die unmittelbare Verbindung eines Computers mit einem externen System geht. In diesem Fall kann es sogar von Vorteil sein, keinen TCP/IP-Stack einzusetzen.

Der TCP/IP-Stack hat zwar enorme Stärken (alle Switches und andere periphere Geräte arbeiten mit TCP/IP), doch gemessen an durchschnittlichen Anwendungen ist er zu schwierig handhabbar. Das ist auch ein Grund dafür, dass WIZnet [9] Module anbietet, auf denen außer dem Ethernet-Controller auch ein TCP/IP-Hardware-Stack zu finden ist (**Bild 5**). Die neueste Version, Typenbezeichnung W7100, ist außerdem mit einem 8051-kompatiblen Prozessor bestückt. Die Module können über einen SPI-Bus oder mit höheren Geschwindigkeiten über einen parallelen Bus gesteuert werden. Zur Produktpalette gehören auch kleinere Module, wie zum Beispiel der „Rabbit“ [10] in **Bild 6**. Der darauf befindliche Mikrocontroller kann auch von der Anwendung genutzt werden, so dass kein weiterer Mikrocontroller nötig ist. Im Angebot sind auch kleine, leistungsstarke Module, auf denen Linux laufen kann (Lantronix [11], Digi [12], **Bild 7**). In aktuellen Betriebssystemen ist Ethernet fest verankert, es bedarf nur wenig Mühe, um mit Ethernet arbeiten zu können. Klassen der anzuschließenden Geräte und andere komplexe Zusammenhänge gibt es bei Ethernet nicht.

Die Soundkarte

Wahrscheinlich ist jedem Elektroniker geläufig, dass ein Computer mit Hilfe der Soundkarte (oder des Soundchips auf der Hauptplatine) auch als Oszilloskop oder Funktionsgenerator eingesetzt werden kann. Das „Software Defined Radio“ (SDR) nutzt die Soundkarte ebenfalls, doch damit sind ihre Fähigkeiten noch längst nicht erschöpft. Auch als Schnittstelle kann die Soundkarte voll duplex betrieben werden, darüber hinaus sind zwei Kanäle (Stereo) oder sogar sechs Kanäle (5.1) nutzbar.

Im Gegensatz zu anderen Schnittstellen hat die Soundkarte analoge Ausgänge, so dass Informationen durch Spannungswerte dargestellt werden können. Es ist nicht schwierig, Klangdateien zu erstellen, in denen Kommandos zum Steuern externer Systeme „verpackt“ sind. Nach kurzem Einarbeiten in die Soundkarten-Programmierung eröffnen sich dem Entwickler weitere interessante Möglichkeiten, sie sind das Thema vieler informativer Websites. Serielle Übertragungsverfahren lassen sich mit der Soundkarte



Bild 7. Kaum zu glauben, dass in diesem unscheinbaren Modul ein kleiner Computer steckt, auf dem Linux läuft.



Bild 8. IrDA-USB-Schnittstellenwandler eines unbekanntes Herstellers. (Quelle: Wikipedia)



Bild 9. Das Board FOX LX832 von Acme Systems ist 66 x 72 mm groß. Darauf befinden sich ein Ethernet-Port, zwei USB-1.1-Ports, ein I2C-Port, andere serielle und parallele Ports sowie diverse digitale Ein- und Ausgänge. Es läuft unter Linux und kostet 139 €.

unschwer emulieren. Die Sample-Frequenz von 96 kHz ist eine für diesen Zweck geeignete Übertragungsgeschwindigkeit. Analoge Eingangsspannungen werden von der Soundkarte in digitale Signale umgesetzt, über den Mikrofoneingang sind sogar sehr niedrige Spannungen erfassbar. Soundkarten liefern relativ niedrige Ausgangsspannungen (typisch

Grafische Mensch-Maschine-Schnittstelle (GUI)

Wenn ein TCP/IP-Stack implementiert ist, kann das externe System über eine grafische Benutzeroberfläche bedient werden. Möglich ist dies mit einem Mini-HTTP-Server in der Mikrocontroller-Software zusammen mit dem Internet-Browser des Computers. Die vom Mikrocontroller erstellten HTML-Dateien werden vom Browser auf dem Bildschirm dargestellt. Das externe System lässt sich sogar mit der Maus des Computers bedienen. Der TCP/IP-Stack leistet gleiche Dienste wie eine serielle Verbindung über Ethernet, allgemein betrachtet ist er lediglich ein Kommunikationsprotokoll.

1 V_{SS}), so dass den Ausgängen im Bedarfsfall verstärkende Stufen nachgeschaltet werden müssen. Die meisten Soundkarten sind wegen der Koppelkondensatoren an den Eingängen und Ausgängen für Gleichspannungen undurchlässig. Für die Nutzung als Schnittstelle ist auch der Frequenzbereich der Soundkarte zu beachten.

Die PS/2-Schnittstelle

Diese Schnittstelle gehört zur Kategorie der synchronen seriellen Schnittstellen. Da die PS/2-Schnittstelle bidirektional arbeitet, können Daten gesendet und empfangen werden. Ursprünglich für den Anschluss von Tastatur und Maus an den Computer vorgesehen, lässt sie sich auch zum Koppeln anderer Systeme verwenden. Physisch besteht die PS/2-Schnittstelle aus einer Daten- und einer Taktleitung, die Signale haben die Pegel 0 V und +5 V. Das Übertragungsverfahren ist unkompliziert, jeder Mikrocontroller mit SPI-Schnittstelle ist für die Kommunikation geeignet, und auch die Software-Implementation in das Mikrocontroller-Programm ist möglich.

Das Betriebssystem des Computers behandelt die Daten so, als ob sie von einer Tastatur oder Maus kommen. Vom externen System kommende Daten können daher unmittelbar in eine Datei geschrieben werden, oder sie können den Mauszeiger bewegen. Wenn auf dem Computer ein Programm läuft, das auf das externe System zugeschnitten ist, sind auch weiter gehende Verarbeitungsschritte möglich. Allerdings bedeutet das Schreiben eines solchen Programms zusätzlichen Zeitaufwand.

IrDA

Die IrDA-Schnittstelle, die Infrarot-Licht als Übertragungsmedium nutzt, war Anfang der 1990er Jahre weit verbreitet. Über diese Schnittstelle konnten beispielsweise Headsets (Ohrhörer und Mikrofon) mit Laptops verbunden werden. Heute hat zwar Bluetooth diese Funktion übernommen, doch viele noch in Betrieb befindliche Computer und Handies sind mit IrDA ausgestattet. Zu einem IrDA-Revival hat das neue Protokoll „IrSimple“ mit Übertragungsgeschwin-

digkeiten bis 4 Mbit/s beigetragen. Noch wesentlich schneller ist „Giga-IR“ mit der Geschwindigkeit 1 Gbit/s. Computer ohne IrDA können mit einem USB-IrDA-Stick (**Bild 8**) nachgerüstet werden. Der IrDA-Port (*Infrared Data Association*) gehört nicht zur Familie der seriellen Ports. Die Übertragungsverfahren sind recht anspruchsvoll, so dass IrDA nicht mit kleinen Mikrocontrollern realisierbar ist. Das wird auch dadurch unterstrichen, dass Microchip einen IrDA-Stack für seine Mikrocontroller erst ab 16 Bit aufwärts anbietet.

Die Vorzüge von IrDA sind die Zuverlässigkeit der Datenübertragung sowie die galvanische Trennung. Ein Nachteil ist die Notwendigkeit einer direkten Sichtverbindung zwischen Sender und Empfänger. IrDA-Verbindungen können nur halbduplex betrieben werden, weil der Sender den im gleichen Gehäuse untergebrachten Empfänger überstrahlt. In das externe System lässt sich IrDA implementieren, indem ein schneller Infrarot-Sendeempfänger hinzugefügt wird (willkürliches Beispiel: TFDU6101 von Vishay [13]), und in die Software muss ein IrDA-Stack eingebaut werden.

Zum Schluss

In diesem Beitrag ging es um Methoden, externe Hardware mit einem PC oder einem vergleichbaren Computer zu koppeln. Es gibt noch eine andere Lösung, die im Zusammenhang mit der Ethernet-Schnittstelle kurz angedeutet wurde: Die Leistung des externen Systems wird so hoch angesetzt, dass für die Schnittstelle kein separater Mikrocontroller erforderlich ist. Auf dem Markt werden zahlreiche kleine Mikrocontroller-Karten mit Linux oder Windows CE und allen gängigen Schnittstellen angeboten, die für Steuerungen vielfältigster Art nutzbar sind. Diese SBCs (Single Board Computer) sind insbesondere zu den Mikrocontrollern von Intel oder AMD kompatibel, es gibt aber auch Boards mit MIPS-, ARM- oder Coldfire-Controllern, die viel RAM und Flash-Speicher bieten (**Bild 9**). Das Unterbringen des TCP/IP-Stack im Speicher eines kleinen 8-bit-Mikrocontrollers ist nicht sehr effizient, wenn ein nur wenig teureres 32-bit-Board unter Linux das Problem im Handumdrehen löst.

(090772)gd

Weblinks

- [1] www.prolific.com.tw
- [2] www.silabs.com
- [3] www.ftdichip.com
- [4] www.realtek.com.tw
- [5] www.national.com/analog/interface/ethernet
- [6] www.cirrus.com/en/products/pro/detail/P46.html
- [7] www.microchip.com
- [8] www.cesko.host.sk/IgorPlugUDP/IgorPlug-UDP%20%28AVR%29_eng.htm
- [9] www.wiznet.co.kr
- [10] www.rabbit.com
- [11] www.lantronix.com/device-networking/embedded-device-servers/xport-pro.html
- [12] www.digi.com/products/embeddedolutions/digiconnect-me9210.jsp#overview
- [13] www.vishay.com/ir-transceivers/list/product-84668/
- [14] www.elektor.de/090772

NEU!

JETZT STECKT NOCH MEHR DAHINTER.



Das komplette Elektor PLUS-Abo!

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

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

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

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

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

elektor
electronics worldwide

Nehmen Sie mal den anderen Bus

Alternativen für USB und I²C

Von Rolf Blijleven (NL)

Damit komplexe elektronische Systeme Informationen austauschen können, greift der Entwickler gern zum USB- oder I²C-Bus. Doch sind diese wirklich ideal? Ein Blick auf einige in der Industrie gebräuchliche Lösungen zeigt, dass es bekannte und weniger bekannte Alternativen gibt.

Foto: Siemens



Die Kommunikation zwischen elektronischen Systemen ist längst mehr als ein Randgebiet für Spezialisten. Der wirtschaftlich denkende Entwickler bedient sich gängiger und gleichzeitig kostengünstiger Lösungen, er greift zu USB, I²C oder RS232. In der Welt der Industrie ist die Motivation ähnlich, doch die Aufgaben und Zielsetzungen bewegen sich auf anderen Ebenen. Auch wenn man mit Industrieelektronik nicht so sehr viel zu tun hat, ist ein Blick „über den Zaun“ durchaus lohnenswert.

Dieser Beitrag informiert über einige Bussysteme, die im industriellen Bereich von größerer Bedeutung sind. Weil eine umfassende Beschreibung ganze Bücher füllen würde, müssen wir uns auf Wesentliches beschränken. Zuerst wenden wir uns den Produkten der Automobilindustrie zu.

Warum ein Bus?

Die Antwort ist einfach: Weil ein Wirrwarr aus Kabeln und Leitungen in komplexen Systemen erhebliche technische und ökonomische Nachteile mit sich bringt. Simple Strukturen mit wenigen Funktionen kommen ohne Bussysteme aus. Doch schon wenn mehrere Sensoren und Aktoren zu einem komplexen Subsystem gehören, sind andere Ansätze notwendig. Das Zusammenfügen mehrerer derartiger Subsysteme zu einem Gesamtsystem ist sinnvoll nur über einen Bus möglich.

Schon seit längerer Zeit orientieren sich Bussysteme am so genannten OSI-Modell. Wie **Bild 1** zeigt, wird die Kommunikation in „Schichten“ unterteilt, wobei jeder Schicht spezifische Aufgaben zugewiesen sind. Das OSI-Modell stellt lediglich eine Referenz dar, es ist kein normierter Standard. Charakteristisch sind die Rückmeldungen an die Informationsquellen, mit denen die Ziele empfangene Informationen quittieren [1, 11].

Die CAN-Familie

Moderne Automobile sind mit Elektronik vollgestopft, die Tendenz ist weiter steigend. Bis an die 70 ECUs (*Engine Control Units*) können eingebaut sein, sie liefern gemeinsam rund 2500 Signale [9, 13]. Die Datenflut ist nur über ein Bussystem beherrschbar. Den Grundstein für das von der Industrie meistgenutzte Bussystem legte in den 1980er Jahren der Hersteller Bosch mit dem „Control Area Network“ (**CAN**). Nach Schätzungen liegt die Zahl der Applikationen heute weltweit bei mehreren hundert Millionen. Der CAN-Bus wurde zum ISO-Standard erklärt (ISO 11898 und ISO 11519). Für die Abgasdiagnose von Benzin- und Diesel-Neufahrzeuge ist er inzwischen obligatorisch. Die Fahrzeugdiagnostik ist herstellerübergreifend nur mit einem einheitlichen Bussystem möglich. Der CAN-Bus ist sehr gut und zugänglich dokumentiert, die Literatur ist umfangreich. Jeder namhafte Chip-Hersteller hat CAN-Produkte in seinem Programm. Für Informationen, die über unsere Kurzbeschreibung hinausgehen, ist die Website von Interfacebus [2] ein guter Einstieg.

Der CAN-Bus ist ein Zweidraht-Bus (**Bild 2**), der differentielle Signale überträgt. Die Leitung kann bis 1000 m lang sein, sie wird mit 120 Ω abgeschlossen. Der CAN-Bus kann mit unterschiedlichen Übertragungsgeschwindigkeiten arbeiten. Niedrige Geschwindigkeiten sind für Nebenfunktionen vorgesehen, während hohe Geschwindigkeiten für das Motor- und Bremsmanagement eingesetzt werden. Mit einem CAN-Bus sind in der Regel bis zu 110 Busteilnehmer verbunden. Es gibt auch andere Varianten wie den J1939-Bus, der bis zu 253 Busadressen unterstützt. Der CAN-Bus ist ein herstellerunabhängiger Bus, so dass Produkte unterschiedlicher Hersteller miteinander kommunizieren können. Im Lauf der Zeit ist der CAN-

Bus über den Automobilbau weit hinausgewachsen. Die Einsatzgebiete sind vielfältig, und die Zahl der Varianten und Zwischenformen steigt. Die Tabelle nennt nur fünf Beispiele:

Kurzbezeichnung	Geschwindigkeit [bit/s]	Übertragungsmedium
MOST	45 M	Glasfaser
FlexRay/bytflight	10 M	STP oder UTP
TTCAN	1 M	STP oder UTP
CAN	10 K ... 1 M	STP oder UTP
LIN	19200 Baud	Eindrahtleitung

Im unteren Geschwindigkeitsbereich rangiert **LIN** (*Local Interconnect Network*), eine einfache und kostengünstige Version. Die Geschwindigkeit beträgt bis 19200 Baud, die Eindrahtverbindung darf bis 40 m lang sein, angeschlossen sind ein Busmaster und mehrere Slaves. Datenkollisionen können nicht auftreten, denn auf dem Bus darf gleichzeitig immer nur eine Information liegen. Bausteine für LIN werden von einem Dutzend Hersteller produziert, darunter NXP und Infineon, die früheren Halbleitersparten von Philips und Siemens.

Die Versionen mit höheren Übertragungsgeschwindigkeiten sind meist herstellerspezifische Entwicklungen sowie die Antworten, die andere Hersteller dagegensetzen. Erwähnt werden sollen hier **TTCAN** (*Time-triggered CAN*), ebenfalls ISO-Standard, das schnellere **FlexRay** sowie an der Spitze die Variante **MOST** (*Media Oriented Systems Transport*). Diese neueren Entwicklungen bedürfen intensiver Einarbeitung, um sie in Produkten einsetzen zu können.

Der klassische CAN-Bus wird von „events“ getriggert, bestimmte Ereignisse lösen Übertragungssequenzen auf dem Bus aus. Dabei können Kollisionen entstehen, falls zwei oder mehr Ereignisse gleichzeitig auftreten. Wenn beispielsweise ein Sensor das Ereignis „Fahrzeugaufprall“ meldet und ein anderer Sensor gleichzeitig das Ereignis „Kraftstoffreserve“ signalisiert, muss entschieden werden, welches Ereignis Vorrang hat. Notwendig ist hier eine Busüberwachung (*bus arbitration*), die natürlich Zeit kostet. Der Entwickler muss entscheiden, welche Prioritäten den potentiell gleichzeitigen Ereignissen zuzuordnen sind. Im Fall eines Fahrzeugaufpralls müssen die Airbags sofort ausgelöst werden, das Einschalten Kraftstoffreserve-Leuchte ist weniger wichtig.

In zeitgetriggerten Bussystemen wird jedes Subsystem mindestens einmal während jedes Zyklus abgefragt. Da die Zyklusdauer bekannt ist, liegt auch die Höchstzeit bis zum Erkennen eines Events fest. Genau betrachtet arbeitet der TTCAN-Bus mit einer Mischform aus Ereignis- und Zeittriggerung. Auch dort gibt es Subsysteme, deren Dringlichkeit untergeordnet ist.

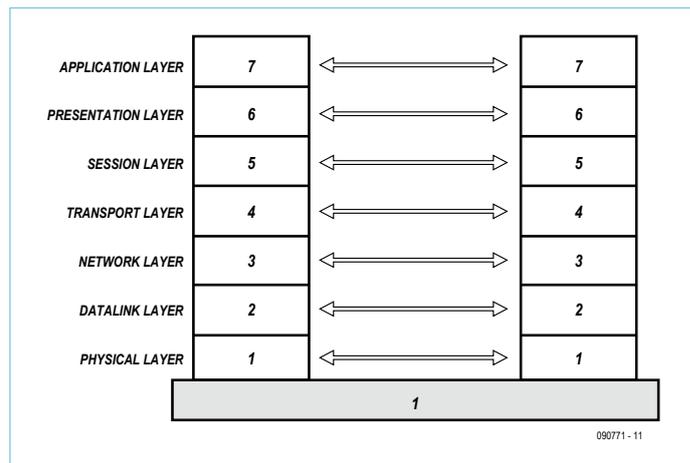


Bild 1. Open Systems Interconnection: Das OSI-Referenzmodell.

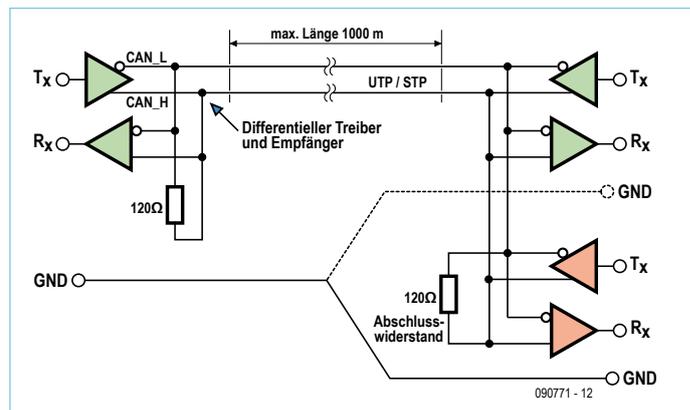


Bild 2. Physischer Aufbau des CAN-Bus.



Bild 3. FlexRay: Warum nicht im Auto? Piloten nennen es Fly-by-wire... (Foto: Mercedes Benz)

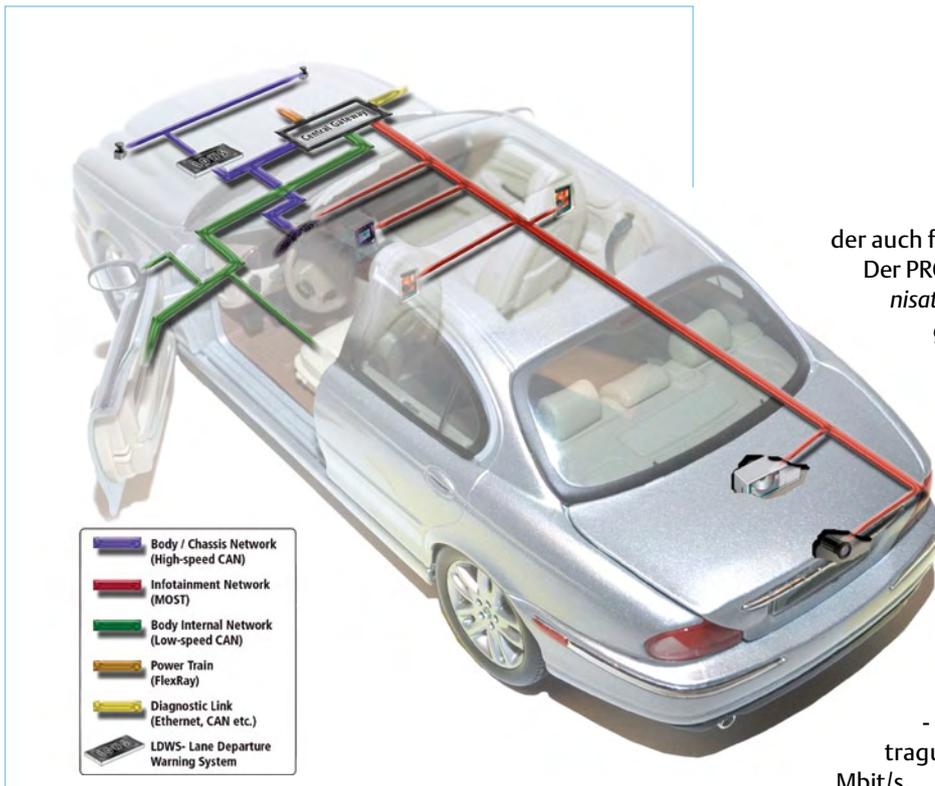


Bild 4. LIN, CAN und MOST gemeinsam in einem Fahrzeug
(Grafik: Xilinx [3])

Mit TTCAN und insbesondere **FlexRay** werden zukunftssträngige, entwicklungsintensive Terrains betreten. Die hohe Geschwindigkeit von FlexRay eröffnet Perspektiven wie „Steer-by-wire“, die heute noch weitgehend Zukunftsmusik sind. Das Lenkrad wird zum Bedienelement, das gleichwertig oder sogar bedienfreundlicher durch einen Joystick ersetzt werden kann (**Bild 3**). Der zur Zeit schnellste Abkömmling der CAN-Familie ist **MOST**, entwickelt von BMW. Dieses Bussystem wurde erdacht, um Navigationssysteme, Mobiltelefone, Rundfunk- und TV-Empfänger, DVD-Spieler und andere „Peripherie“ in das Fahrzeugsystem zu integrieren. Ein Beispiel für den Einsatz mehrerer Bussysteme in einem PKW ist in **Bild 4** skizziert.

Fieldbus und PROFIBUS

Ein Kurztrip durch die Buslandschaft der Industrie wäre ohne einen Blick auf die Prozess- und Produktionsautomatisierung sicher nicht vollständig. In der facettenreichen Welt zwischen Petrochemie und Fertigsoßen geht es um sehr viel Geld. In den 1980er Jahren zog dort die Digitalisierung auf breiter Front ein, die *field devices* etablierten sich vor Ort. Wenn es um viel Geld geht, gibt es fast immer viele Konkurrenten. Obwohl die Notwendigkeit einer Standardisierung unumstritten war, schrieben die Beteiligten das Wort „Kompatibilität“ sehr klein. Doch schließlich siegte die Einsicht, dass Zusammenarbeit besser als ruinöse Konkurrenz ist. Es bildeten sich Zusammenschlüsse von Herstellern, Anwenderorganisationen und Forschungseinrichtungen, aus denen die heutigen Gegenpole hervorgingen: Die **Fieldbus Foundation** in den USA und Japan sowie der **PROFIBUS** in Europa. Die Wege sind nicht immer geradlinig: Siemens arbeitete einige Zeit zusammen mit Yokogawa am Fieldbus, gleichzeitig aber auch zusammen mit Bosch am PROFIBUS,

der auch französische Zutaten enthält [10, 12].

Der PROFIBUS wurde später der *PROFIBUS Nutzerorganisation* übertragen, die inzwischen etwa 1300 Mitglieder zählt. Die Zahl der PROFIBUS-Applikationen wird weltweit auf mindestens 30 Millionen geschätzt.

Sowohl der Fieldbus als auch der PROFIBUS definieren nur die Schichten 1, 2 und 7 des OSI-Referenzmodells. Einigkeit herrscht auf allen Seiten über die drei Varianten der physischen Schicht. In den Standards IEC 61158 und IEC 61784 wurden sie mit folgenden Eckdaten festgeschrieben:

- Glasfaser für Distanzen bis 100 m mit Übertragungsgeschwindigkeiten von 9,6 kbit/s bis 12 Mbit/s.

- RS485 oder EIA485 über differentielle UTP- oder STP-Leitungen mit 35 Mbit/s bis 10 m oder 100 kbit/s bis 1200 m. CAN und beispielsweise auch DMX512 für die Bühnenbeleuchtung fallen darunter.

- MBP-IS (*Manchester Bus Powered Intrinsically Safe*) für den Einsatz in explosionsgefährdeten Umgebungen wie zum Beispiel Raffinerien. Durch die Kabelbäume fließen extrem niedrige Ströme, so dass beim An- oder Abkoppeln von Geräten keine gefährlichen Funken entstehen. Die Übertragungsgeschwindigkeit ist auf 32,25 kbit/s über STP begrenzt. In Distanzen bis 1900 m sind 10 bis 30 Busteilnehmer zu einem Segment zusammengefasst. Die Websites von PROFIBUS International [7] und Fieldbus [8] bieten umfassende Hilfestellung für den, der sich in die Materie vertiefen möchte.

Lieber drahtlos?

Zurück zum Kabelbaum: Weshalb soll er nicht durch drahtlose Übertragungsverfahren ersetzt werden? Diese Aufgabe hatte sich 1994 das schwedische Unternehmen Ericsson gestellt. Das Ziel war ein offener, unabhängiger, kostengünstiger und weltweit verbreiteter Standard. Mit **Bluetooth** wurde dieses Ziel erreicht. Bluetooth arbeitet im 2,45-GHz-Band und geht sparsam mit Energie um, was insbesondere portablen Geräte zugute kommt. Im inaktiven Modus fließen nur 30 µA, bei aktiver Verbindung sind es 8...30 mA. Bluetooth gibt es in drei Reichweiteklassen mit den Grenzen 1 m, 10 m und 100 m. Jedes Gerät kann mehrere andere Geräte bedienen (*point to many*). Einfache Verbindungen zwischen Geräten werden „*Piconet*“ genannt, von den maximal 127 Geräten können acht Geräte gleichzeitig aktiv sein. Bluetooth ist noch nicht am Ende seiner Entwicklung: Die im April 2009 erschienene Version 3 setzt auf dem WLAN-Protokoll auf, so dass Übertragungsgeschwindigkeiten bis 24 Mbit/s möglich sind. Weil Bluetooth ein offener Standard ist, stehen Dokumentationen im Internet zum Beispiel bei [4] bereit. Ebenso wie CAN ist Bluetooth ein System, das seine Stärken millionenfach unter Beweis gestellt hat. Ursprünglich für den indi-

viduellen Bereich gedacht hat es sich längst auch in der Industrie etabliert. Überall wo Kabelbäume hinderlich sind, beispielsweise in der Robotik und der automatisierten Lagerhaltung, ist Bluetooth wahrscheinlich nicht weit.

Was LIN für CAN ist, ist **ZigBee** für Bluetooth. Die *ZigBee Alliance* wurde von einigen Großen der Branche ins Leben gerufen, darunter Motorola und Samsung. Inzwischen gehören mehr als 150 Hersteller zu dieser Gemeinde. Die Entwicklung von ZigBee ist gegenwärtig noch voll im Fluss. Systeme für das Energiemanagement und die Automatisierung in Gebäuden sind bereits auf dem Markt. An Anwendungen in den Bereichen Telekommunikation und Gesundheitswesen wird gegenwärtig mit Hochdruck gearbeitet.

ZigBee geht noch sparsamer als Bluetooth mit Energie um. Dadurch werden Geräte *wearable*, also ständig tragbar wie die Armbanduhr oder Halskette. Zur physischen Schicht von ZigBee gehören zwei Frequenzbereiche, entweder um 869 MHz in Europa oder 915 MHz in den USA und Australien, sowie weltweit der Bereich um 2,4 GHz. Abhängig vom Frequenzbereich beträgt die Übertragungsgeschwindigkeit bis 20, 40 oder 250 kbit/s, die Reichweite liegt zwischen 10 m und 70 m. ZigBee-Clients haben individuelle 16-bit-Adressen, so dass in einem PAN (*Personal Area Network*) bis $2^{16} = 65536$ Mitglieder zusammenarbeiten können. In ZigBee-Netzwerken gibt es drei Mitgliederkategorien: Den Koordinator (ZC), einen oder mehrere Router (ZR) sowie die *End Devices* (ZED). Der Koordinator nimmt zentrale Aufgaben wahr, zum Beispiel bestimmt er den Netzwerk-Namen, verwaltet Datenschlüssel und stellt Kopplungen zu anderen Netzwerken her (*bridging*). Router sind den diversen Aufgaben zugeordnet, sie können auch Informationen an andere Mitglieder durchleiten. Den ZEDs ist nur erlaubt, mit ihrem so genannten „parent node“ zu kommunizieren.

ZigBee hat viele beachtliche Fähigkeiten. Alle Mitglieder können in höchstens 15 ms vom inaktiven in den aktiven Modus wechseln. ZEDs verharren überwiegend im inaktiven Modus, so dass ihr Ener-

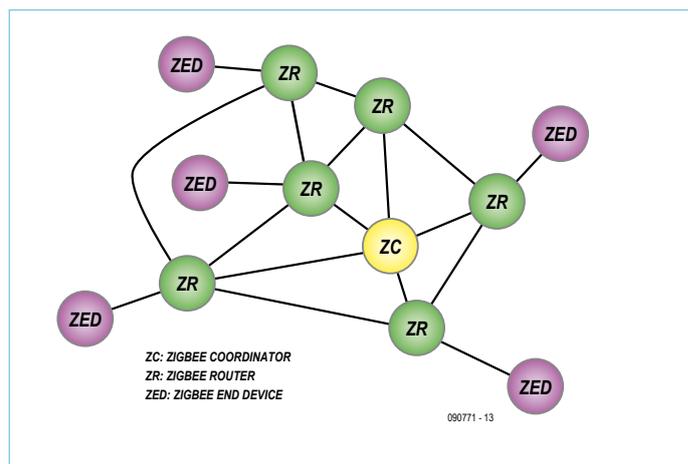


Bild 5. Zigbee: Maschentopologie mit End Devices, Routern und einem gemeinsamen Koordinator.

giebedarf minimiert ist. Der Koordinator und die Router sind etwas weniger genügsam, sie werden möglichst dort untergebracht, wo vergleichsweise viel Energie verfügbar ist. Router vergrößern die Reichweite des Netzwerks, ohne die Energiebilanz zu beeinflussen. Bei ZigBee-Netzwerken fällt auf, dass ihnen eine Maschentopologie (Bild 5) eigen ist, die sich mit der Struktur des Internet vergleichen lässt. Ähnlich wie dort verfügen die Router über Informationen zu aktuellen Übertragungsempfängern, so dass sie Daten auf freie Wege umleiten können.

Auch ZigBee ist ein offener Standard. Entwickler können sich frei der vorhandenen Dokumentationen bedienen [5]. Die Hardware und die Entwickeltools müssen allerdings käuflich erworben werden. Gegenwärtig gibt es Bestrebungen, den ZigBee-Stack als Open-source-Software zugänglich zu machen [6]. Wer ein ZigBee-Produkt kommerziell auf den Markt bringen will, muss der ZigBee-Allianz beitreten und dort einen Beitrag zahlen.

Wie schon anfangs erwähnt, konnten wir hier nur die wichtigsten Industriebus-Standards streifen. Inzwischen geht ihre Anzahl in die Hunderte, ein weites Betätigungsfeld für den Spezialisten.

(090771)gd

Weblinks

- [1] <http://de.wikipedia.org/wiki/OSI-Modell>
- [2] www.interfacebus.com/Design_Connector_CAN.html
- [3] www.xilinx.com/bvdocs/ipcenter/product_brief/Auto_ECU_sellsheet.pdf
- [4] www.bluetooth.com/Bluetooth/Technology/
- [5] www.zigbee.org
- [6] <http://freaklabs.org/>
- [7] www.profibus.com
- [8] www.fieldbus.org
- [9] www.semiconductors.bosch.de/pdf/embedded_world_04_albert.pdf

- [10] www.imc.org.nz/fieldbus.html

Andere Quellen

- [11] „OSI Reference Model - The ISO Model of Architecture for Open Systems Interconnection“, H. Zimmermann, IEEE Transactions on Communications, Vol. COM-28, No. 4, April 1980
- [12] „Overview and Geographic Impact of Current Process Fieldbus Technologies“, Larry O’Brien, Institute of Measurement & Control NZ (siehe [10])
- [13] „Comparison of Event-Triggered and Time-Triggered Concepts with Regard to Distributed Control Systems“, A. Albert, Robert Bosch GmbH, Embedded World 2004, Nürnberg (siehe [9])

Fourieranalyse mit LTspice & Excel

Spektren im Frequenz- & Zeitbereich bei Rechtecksignalen

Von Jeremy Clark, VE3PKC (Canada)

LTspice ist ein Programm zur Schaltungsanalyse mit vielen leistungsfähigen Funktionen. Dazu zählt auch ein Tool zur Spektralanalyse. Um diese Software herum hat sich eine sehr aktive Anwendergruppe etabliert. Zusammen mit Microsofts Excel und drei kostenlosen Tabellenkalkulationen von der Elektor-Webseite lassen sich Fourieranalysen für viele in der Elektronik übliche Wellenformen durchführen.

Die Analyse einer Rechteckwelle ist einfacher, als man vielleicht denken mag. Die in **Bild 1** gezeigte Wellenform ist typisch für Takt-signale, Triggersignale oder auch Datensignale in digitalen und Mikrocontrollerschaltungen.

Die Fourier-Reihen für solche Rechtecksignale ergeben sich nach:

$$f(t) = a_0 / 2 + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos(n\omega t)$$

$$a_n = 2Ad \frac{\sin(n\pi d)}{(n\pi d)}$$

Dies entspricht einem Gleichspannungswert plus einer unendlichen Reihe von harmonischen Cosinus-Wellen. Die einzelnen Komponenten können mit der Excel-Tabelle „fourier.xls“ berechnet werden,

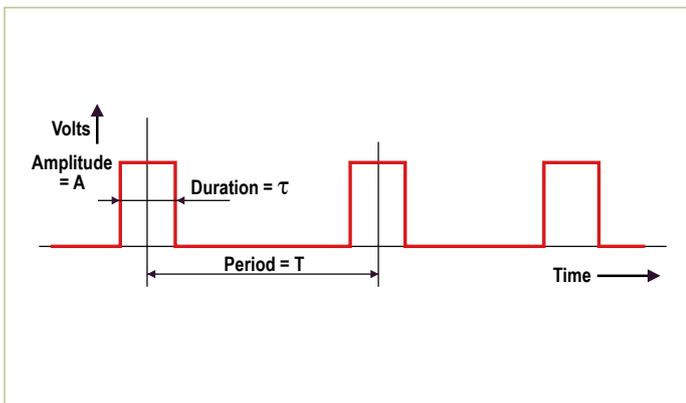


Bild 1. Eigenschaften einer Rechteckwelle.

die unter [1] herunter geladen werden kann. Wenn man die Berechnungen ausführt, dann sieht man, dass die Komponentenwerte in dBm ausgegeben werden - ganz wie es bei einem Spectrum-Analyzer üblich ist (**Bild 2**).

Für das Beispiel ergeben sich folgende Werte:

- Amplitude: 1 V
- Duty-Cycle: Pulsdauer/Periode = $\tau/T = 0,2$
- Impedanz: 50 Ω
- Grundwelle: +1,5 dBm
- Zweite Harmonische: -0,4 dBm
- Dritte Harmonische: -3,9 dBm
- Vierte Harmonische: -10,6 dBm
- Fünfte Harmonische: $-\infty$ dBm; spektrale Nullstelle

Einsatz von LTspice

Nun zu LTspice, einem kostenlosen Programm von Linear Technology [2]. Die simulierte Schaltung in **Bild 3** erzeugt eine Rechteck-

Rectangular Pulse Train Cn=2Ad[sin(n*pi*d)]/(n*pi*d)										
Enter the waveform p2p amplitude = A volts										
Enter the waveform duty cycle = d (decimal)										
Enter the circuit impedance = R ohms										
A=	1									
d=	0.2									
R=	50									
n	2*A*d	n*pi*d	sin(n*pi*d)	(sin(n*pi*d))/(n*pi*d)	Cn volts	Cn volts rms	Cn watts	Cn milliwatts	Cn dBm	
1	0.40	0.63	5.88E-01	9.35E-01	3.74E-01	2.65E-01	1.40E-03	1.40E+00	1.5	
2	0.40	1.26	9.51E-01	7.57E-01	3.03E-01	2.14E-01	9.17E-04	9.17E-01	-0.4	
3	0.40	1.88	9.51E-01	5.05E-01	2.02E-01	1.43E-01	4.07E-04	4.07E-01	-3.9	
4	0.40	2.51	5.88E-01	2.34E-01	9.35E-02	6.62E-02	8.75E-05	8.75E-02	-10.6	
5	0.40	3.14	2.65E-08	8.45E-07	3.38E-07	2.39E-07	1.14E-15	1.14E-12	-119.4	
6	0.40	3.77	-5.88E-01	-1.56E-01	-6.24E-02	-4.41E-02	3.89E-05	3.89E-02	-14.1	
7	0.40	4.40	-9.51E-01	-2.16E-01	-8.65E-02	-6.12E-02	7.48E-05	7.48E-02	-11.3	
8	0.40	5.03	-9.51E-01	-1.89E-01	-7.57E-02	-5.35E-02	5.73E-05	5.73E-02	-12.4	
9	0.40	5.65	-5.88E-01	-1.04E-01	-4.16E-02	-2.94E-02	1.73E-05	1.73E-02	-17.6	
10	0.40	6.28	-5.31E-06	-8.45E-07	-3.38E-07	-2.39E-07	1.14E-15	1.14E-12	-119.4	
11	0.40	6.91	5.88E-01	8.50E-02	3.40E-02	2.41E-02	1.16E-05	1.16E-02	-19.4	
12	0.40	7.54	9.51E-01	1.26E-01	5.05E-02	3.67E-02	2.55E-05	2.55E-02	-15.9	

Note:
The log of a very small number is increasingly negative, so the log(0) is -infinity. For practical purposes -125dBm is a very small signal.

Bild 2. Die Datei „fourier.xls“ enthält eine Tabelle zur Berechnung von Fourier-Komponenten.

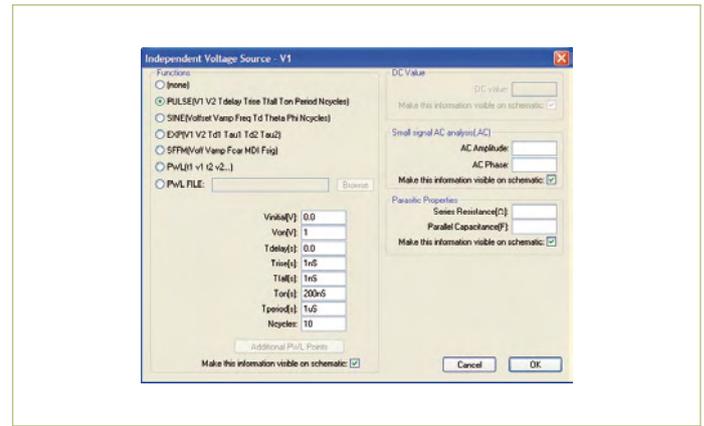
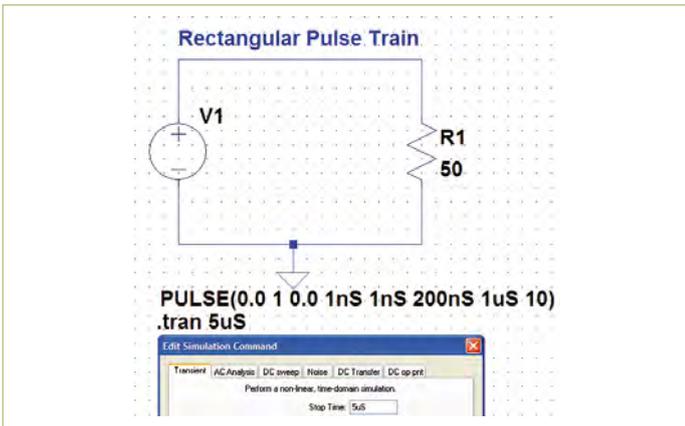


Bild 3. Die simulierte Schaltung eines Impulsgenerators in LTspice. Man beachte den Wert „Stop Time“ unter dem Reiter „Transient“.

Bild 4. LTspice-Einstellungen für die Spannungsquelle V1.

welle. Hierfür werden folgende Parameter eingestellt:

- Amplitude: = 1 V
- Impedanz: = 50 Ω
- Duty Cycle: = 0,2
- Periode: = 1 μs
- Pulsdauer: = 200 ns

Bild 4 zeigt, wie man LTspice dazu bringt, das zu tun, was man möchte. **Bild 5** zeigt die Wellenform, wie sie ein Oszilloskop darstellen würde.

Das zugehörige Spektrum erzeugt man mit der FFT-Funktion (siehe **Bild 6**). Man beachte die abnehmende Amplitude mit den spektra-

len Nullstellen bei der fünften, zehnten etc. Harmonischen. Das Spektrum hat die typische sinc/x -Form. Nun kann man die Messungen der simulierten Welle von LTspice mit den theoretischen Werten der Excel-Tabelle vergleichen. Zunächst aber muss die FFT-Anzeige kalibriert werden.

Die Tabelle dbm.xls

In LTspice zeigt sich, dass eine Amplitude von 1,414 V einem Wert von 0 dB auf der FFT-Anzeige entspricht. Dies bedeutet, dass 0 dB in LTspice +13 dBm entsprechen. Die zugehörigen Berechnungen:

$$\text{Power (W)} = V_{\text{rms}}^2 / R$$

$$\text{Power (mW)} = \text{Power (W)} * 1000$$

Tabelle 1. LTspice und theoretische Werte im Vergleich.

Komponente	LTspice-Pegel [dB]	LTspice [dB] (0 dB = +13 dBm)	Theorie (Excel) [dBm]
F1 = 1MHz	-11,2	+1,8	+1,5
F2 = 2MHz	-13,2	-0,2	-0,4
F3 = 3MHz	-16,8	-3,8	-3,9
F4 = 4MHz	-23,7	-10,7	-10,6
F5 = 5MHz	-56,8	-43,8	-unendlich

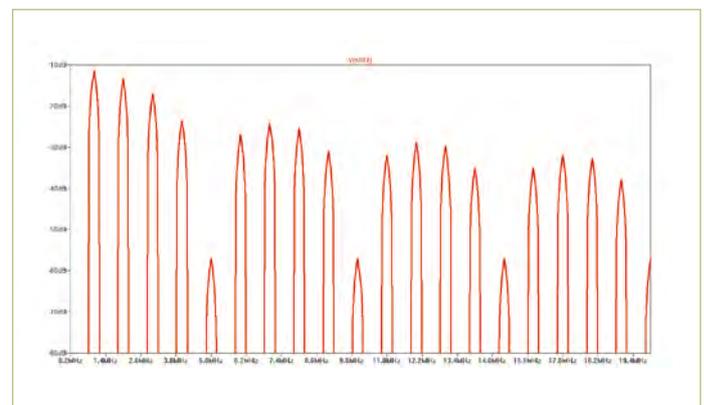
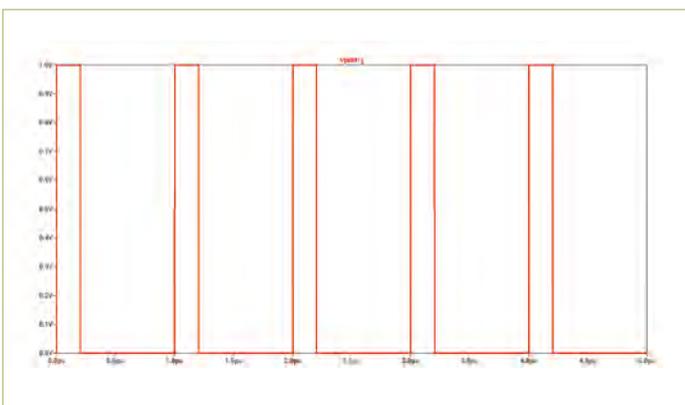


Bild 5. Rechteckwelle mit einer Periodendauer von 1 μs und einer Pulsdauer von 200 ns.

Bild 6. Spektrum der Rechteckwelle von Bild 5 mit einer Grundfrequenz von 1 MHz und der ersten Nullstelle bei 5 MHz.

ANALYSEVERFAHREN

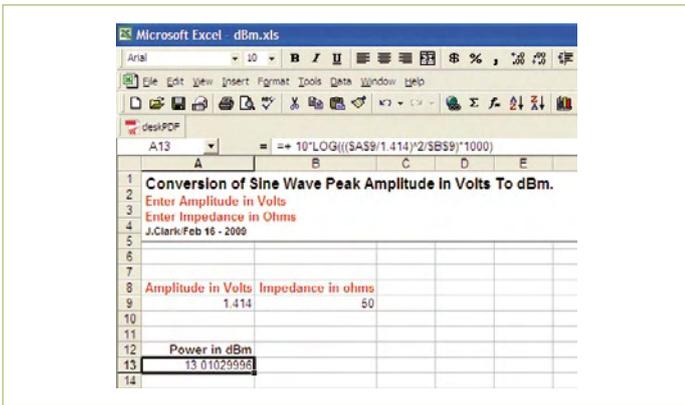


Bild 7. Berechnungen mit der Tabelle „dbm.xls“.

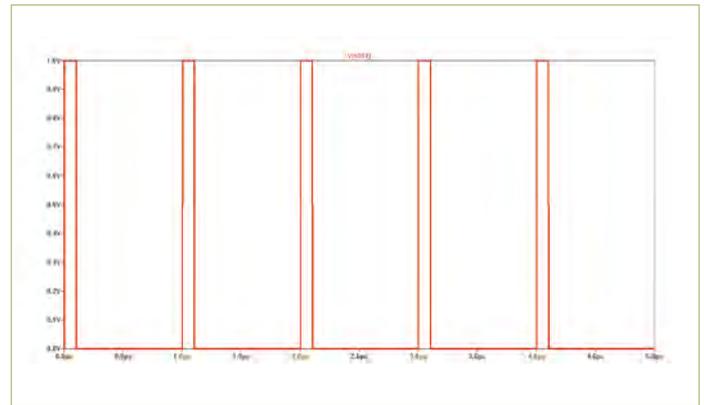


Bild 8. Rechteckwelle mit einer Periodendauer von 1 μ s und einer Pulsdauer von 100 ns.

$$dBm = 10 \log_{10}(mW)$$

Bei der Datei „dBm.xls“ ergibt sich die Tabelle von Bild 7. Ein Blick auf Tabelle 1 beweist, dass die FFT-Komponenten von LTspice sehr gut mit den theoretischen Werten übereinstimmen - außer, dass die Nullstellen nicht unendlich klein werden.

Es ist interessant zu sehen, was passiert, wenn man das Puls-Pau-

senverhältnis verändert. Hält man die Periodendauer konstant und reduziert die Impulsdauer wie folgt:

- Amplitude = 1 V
- Impedanz = 50 Ω
- Duty Cycle = 0,1
- Periode = 1 μ s
- Pulsdauer = 100 ns



Bild 9. Spektrum der Rechteckwelle von Bild 8 mit einer Grundfrequenz von 1 MHz und der ersten Nullstelle bei 10 MHz.

ergeben sich die Verhältnisse von Bild 8 und Bild 9. Die erste Nullstelle hat sich von 5 MHz nach 10 MHz verschoben. Man erkennt daran, dass sich bei kürzeren Impulsen die Nullstellen in Richtung Unendlich bewegen, so dass man bei sehr schmalen Impulsen ein praktisch flaches Spektrum erhält.

Noch eine Modifikation: Dieses Mal vergrößern wir die Periodendauer und lassen andere Parameter gleich (Duty-Cycle verändert sich):

- Amplitude: = 1 V
- Impedanz: = 50 Ω
- Duty-Cycle: = 0,01
- Periode: = 10 μ s
- Pulsdauer: = 100 ns

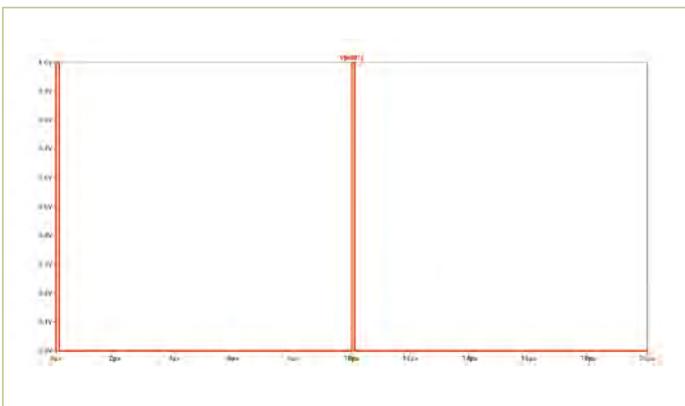


Bild 10. Rechteckwelle mit einer Periodendauer von 10 μ s und einer Pulsdauer von 100 ns.

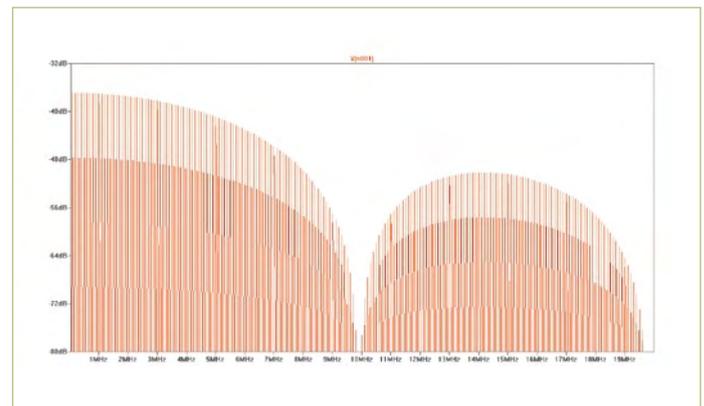


Bild 11. Spektrum der Rechteckwelle von Bild 10 mit einer Grundfrequenz von 100 kHz und der ersten Nullstelle bei 10 MHz.

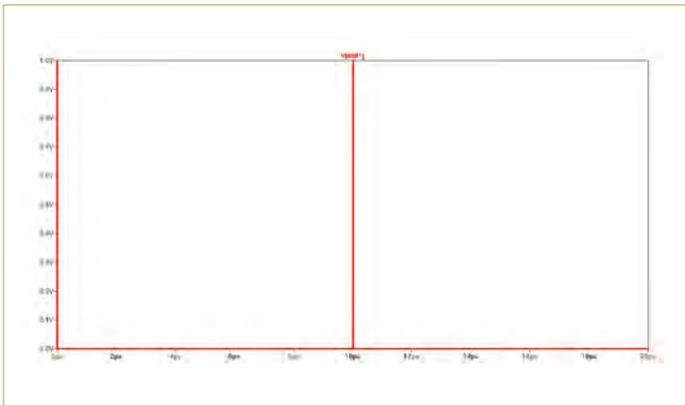


Bild 12. Rechteckwelle mit einer Periodendauer von 10 µs und einer Pulsdauer von 10 ns.

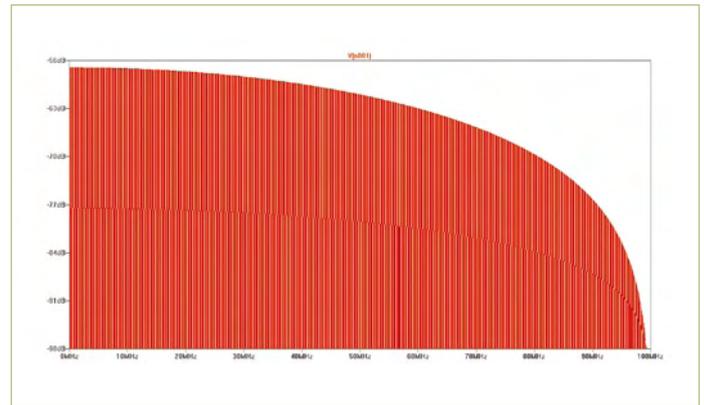


Bild 13. Spektrum der Rechteckwelle von Bild 13 mit einer Grundfrequenz von 100 kHz und der ersten Nullstelle bei 100 MHz.

Interessanterweise bleibt die erste Nullstelle bei 10 MHz, aber die Grundwelle und der Abstand der Harmonischen erniedrigen sich auf 100 kHz. Entsprechend ändert sich das virtuelle Oszilloskop (**Bild 10**) und in **Bild 11** zeigt sich ein dichteres Spektrum.

Man kann also schließen, dass sich bei extrem kurzen Impulsen und großen Periodendauern eine so genannte Impulsfunktion einstellt, die einem einzelnen Nadelimpuls entspricht wie in **Bild 12** mit einer nochmals verkürzten Impulsdauer von 10 ns dargestellt. Je kürzer der Impuls, desto flacher und ausgedehnter das Spektrum (**Bild 13**). Puristen werden anmerken, dass eine richtige Impulsfunktion $\delta(t)$ eine Fläche von einer Einheit aufweist. Man kann hierzu die Amplitude in LTspice anpassen, um dies zu erreichen. Hier einige Eigenschaften der Impuls- bzw. Dirac-Delta-Funktion:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \delta(t) dt = 1$$

Fläche unter der Kurve von $\delta(t) = 1$ Einheit.

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \delta(t) e^{-j\omega t} dt = 1$$

Fourier-Transformation bzw. Frequenz-Spektrum = 1 Einheit.

Zeitbereich

Nachdem die Fourier-Reihen im Frequenzbereich betrachtet wurden, nun noch ein Blick auf den Zeitbereich. Hierzu kann man das Excel-Rechenblatt „fourier_rpt.xls“ (ebenfalls unter [1]) verwenden und damit eine Rechteckwelle generieren, die den zuvor angegebenen Formeln entspricht. Der Einfachheit halber wurde die Periodendauer auf 1 s gegen 1 µs festgelegt und beim Duty-Cycle ist es bei einem Wert von 0,2 geblieben.

Die ersten 40 Fourier-Koeffizienten gehen in die Summenberechnung ein. Wie **Bild 14** zeigt, überstreicht das Zeitintervall Werte von -1 s bis 1 s. Die zugehörige Grafik wird noch einmal getrennt in **Bild 15** dargestellt. Man beachte, dass das die Ergebnisse einer Rechteckwelle sind. Eine größere Genauigkeit ergibt sich, wenn feinere zeitliche Intervalle und mehr Komponenten berücksichtigt werden.

(090245-1)

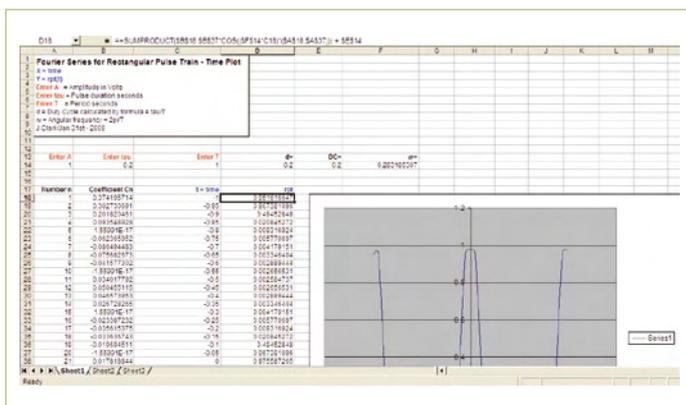


Bild 14. Fourier-Reihen berechnet und angezeigt im Zeitbereich.

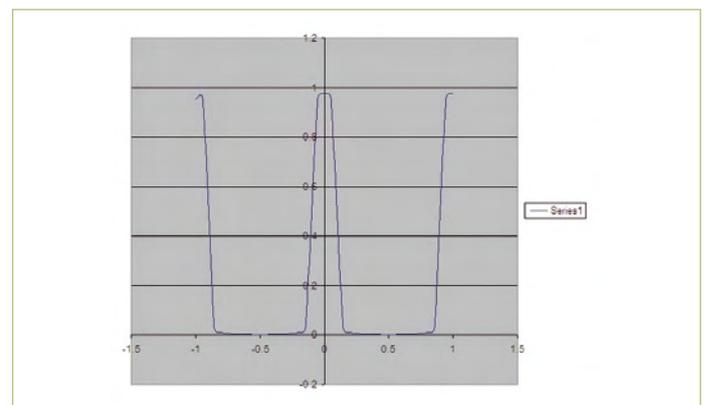


Bild 15. Plot des Verlaufs im Zeitbereich.

CAN-Bus im Haus

Hausautomatisierung mit MIAC

Von Bert van Dam (NL)

Ein MIAC ist eine mit Flowcode programmierbare SPS für Elektro-Installationen. Dieser Beitrag zeigt, wie sich mit drei MIACs ein Domotik-System mit Alarmfunktion realisieren lässt.



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. Da ein MIAC für industriellen Einsatz gedacht ist, operiert er generell mit 12 V statt der für Mikrocontroller typischen 5 V. Im Folgenden wird erläutert, wie man mit drei solchen MIACs ein Haus-Automatisierungs-System aufbaut, bei dem die einzelnen Module über den CAN-Bus vernetzt sind. Letzteres erlaubt die unkomplizierte Erweiterung des Systems.

Installation

Zur Programmierung eines MIAC eignet sich am besten die Version V3 von Flowcode (3.6.11.53 und neuer) oder eben die neueste Version V4. In diesen ist ein MIAC schon als Komponente integriert, sodass man sofort die vordefinierten Makros verwenden kann, um Ein- und Ausgänge sowie das LCD zu steuern. Zur Nutzung des CAN-Bus fügt man noch eine CAN-Bus-Komponente hinzu. Letztere muss mit den in **Bild 1** dargestellten Parametern versehen werden. CAN-Bus, Chip-Select und Interrupt befinden sich nicht auf dem gleichen Controller-Port, obwohl das hier so aussieht. Es klappt aber dennoch, weil die CAN-Bus-Komponente merkt, dass ein MIAC eingesetzt wird und daher automatisch die richtigen Ports verwendet werden. Von daher kann man keinen MIAC-CAN-Bus konfigurieren, ohne eine MIAC-Komponente in das Programm aufzunehmen.

Ein CAN-Bus-System

Der CAN-Bus (**C**ontroller **A**rea **N**etwork) wurde 1983 von der Firma Bosch entwickelt, um eine Antwort auf die stetig zunehmende Zahl

von Kabeln im Auto zu geben und den Wildwuchs an unterschiedlichen Protokollen einzudämmen. CAN ist daher außergewöhnlich robust und unempfindlich gegen Störungen, weshalb dieser Bus sich schnell auch im Industrie-Sektor Freunde gemacht hat.

In diesem Projekt werden Nachrichten über den CAN-Bus geschickt. Jede Nachricht besteht aus einer einzigartigen 11-bit-ID-Nummer und maximal acht Bytes. Nachrichten werden nicht spezifisch nur zu einem bestimmten Empfänger übertragen, sondern vom Sender einfach auf den Bus gegeben. Jeder Bus-Teilnehmer kann daher prinzipiell jede Nachricht empfangen, was den Bus sehr flexibel macht. Auf die Bus-Funktion hat es z.B. keinerlei Einfluss, ob ein Teilnehmer entfernt wird. Die Kehrseite davon ist allerdings, dass sich ein Sender nicht sicher sein kann, ob seine Nachricht vom Adressaten auch empfangen wurde.

Physikalisch besteht der (differentielle) CAN-Bus lediglich aus einer Twisted-Pair-Leitung. Nur am Anfang und am Ende ist je ein Abschlusswiderstand nötig. Praktisch heißt das, dass alle H-Anschlüsse aller MIACs ebenso miteinander verbunden werden müssen wie alle ihre L-Anschlüsse. Abschlusswiderstände sind schon eingebaut und können mit einer Verbindung von TA nach TB aktiviert werden (**Bild 2**). Das häusliche Testsystem ist wie folgt aufgebaut: Einheit 1 mit den Funktionen Alarm an/aus und TV-Timer befindet sich im Schlafzimmer. Einheit 2 mit den Funktionen Gartenbeleuchtung plus Alarm sitzt an der Hausrückseite. Einheit 3 ist schließlich mit den Funktionen Türklingel mit Stummschaltung und Alarm an/aus (mit Code-Schloss) neben der Eingangstür angebracht (**Bild 3, 4 und 5**). Es werden drei verschiedene Nachrichten benötigt. Jede Einheit kann eine Nachricht abschicken (siehe **Tabelle 1**). Einheit 2 versendet beispielsweise eine Nachricht mit der ID 20. Der Nachrichteninhalt besteht aus acht Bytes, wovon lediglich die beiden ersten Verwendung finden. Es ist also noch viel Platz für Erweiterungen. Die Bytes können die Werte 0, 1 und 2 annehmen, wobei mit 1 und 2 konkrete Aktionen gemeint sind und eine 0 für „keine Aktion“ steht. Auf diese Weise kann Einheit 2 einen

Text auf dem LCD anfordern, ohne etwas über die Gartenbeleuchtung zu sagen.

In der CAN-Komponente von Flowcode wird durch Buffer 0 die ID der CAN-Nachricht festgelegt. Das Erstellen und Senden einer Nachricht benötigt daher nur zwei Schritte: 1. den richtigen Wert in Buffer 0 schreiben und 2. den Buffer abschicken. Die richtige ID wird dabei automatisch angefügt.

Weiter wird festgelegt, dass empfangene Nachrichten in Buffer 1 abgelegt werden sollen. Zum Empfang muss man also den Wert Buffer 1 auslesen und überprüfen, ob die ID stimmt.

Die 11 bit der ID benötigen zwei Bytes (siehe Bild 6). Die Bytes werden getrennt empfangen und mit der Formel $MessageID = (HighByte * 0x08) + (LowByte / 0x20)$ zu einer Integer-Zahl verknüpft.

Feinheiten des CAN-Bus

Beim Erstellen von Anwendungen für MIACs muss man jederzeit gewahr sein, dass neue CAN-Bus-Nachrichten kommen und dass neue Nachrichten alte überschreiben können. Ein Buffer kann nur den Inhalt einer Nachricht fassen. Man muss also den Buffer regelmäßig auf neue Nachrichten prüfen. Außerdem ist es hilfreich, wenn die Nachrichten keine zu hohe Frequenz aufweisen. Auf der anderen Seite können so MIACs hinzugefügt oder entfernt werden oder aber vorhandene MIACs mit neuer Software versehen werden, ohne dass man den Bus neu konfigurieren muss.

Idealerweise überprüft die Software alle 10 ms, ob eine neue Nachricht vorliegt. Damit würde die Gefahr bestehen, dass zu große Teilprogramme diese 10 ms überschreiten. Die Folgen werden vermieden, wenn man Timer einsetzt. Im Quellcode [1] sind die Flussdiagramme von Flowcode enthalten, die das Gesagte veranschaulichen.

Beispielprogramme

Die folgenden Beispiele geben einen Eindruck von den Möglichkeiten eines MIAC. Aus Platzgründen werden lediglich die Besonderheiten des Codes erläutert:

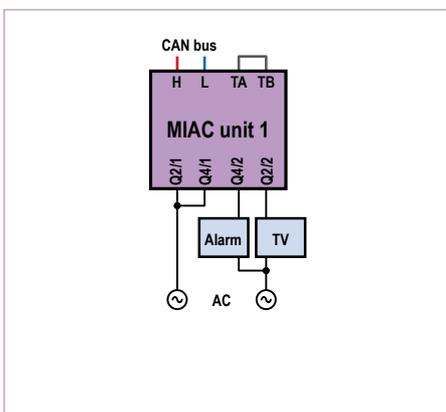


Bild 3. Der MIAC im Schlafzimmer (Einheit 1) muss anhand dieses Schemas verdrahtet werden.

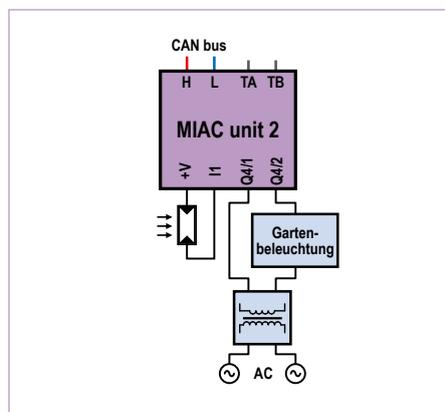


Bild 4. Der MIAC auf der Haus-Rückseite (Einheit 2) muss anhand dieses Schemas verdrahtet werden.

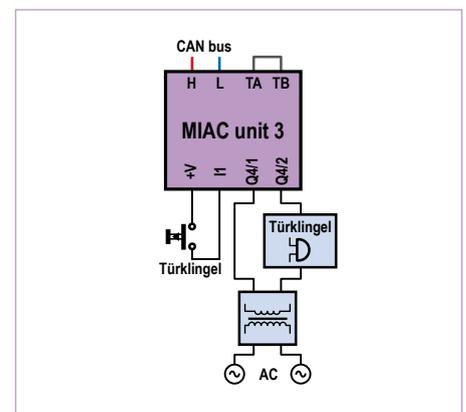


Bild 5. Der MIAC neben der Haustür (Einheit 3) muss anhand dieses Schemas verdrahtet werden.

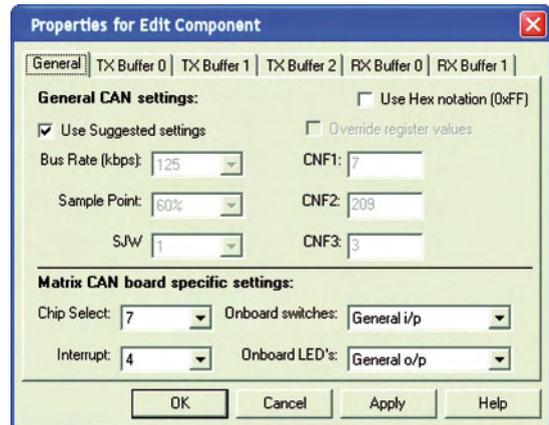


Bild 1. Konfiguration der CAN-Bus-Komponente.

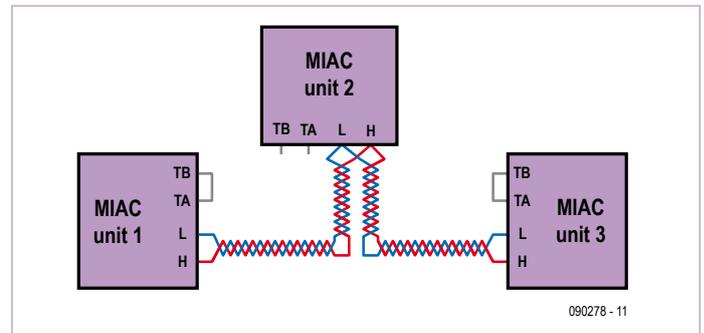
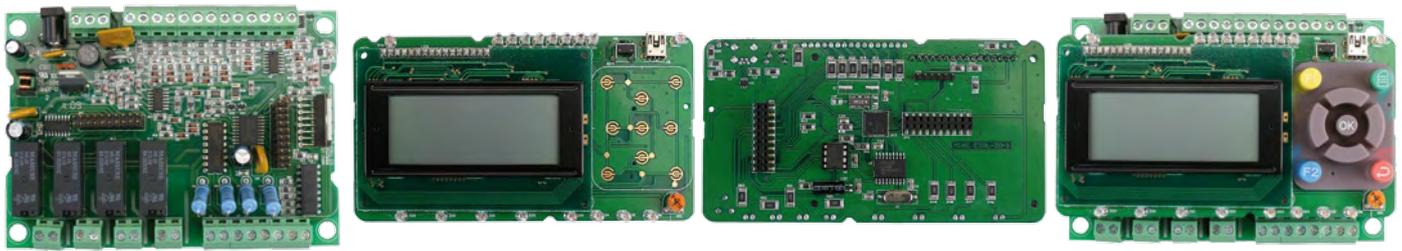


Bild 2. Ein einfaches CAN-Bus-Netzwerk mit MIACs.

- Alarmanlage

Hiermit kann man die Alarmfunktion ein- und ausschalten. Einmal aktiviert, zieht bei allen Einheiten das interne Relais Q1 an und die zugehörige LED leuchtet. Q1 ist für den Anschluss von Anzeigelampen oder speziellen Sensoren gedacht. Bei der Einheit 1 im Schlafzimmer kann man mit den grünen und roten Tastern den



Alarm scharf stellen und wieder deaktivieren.

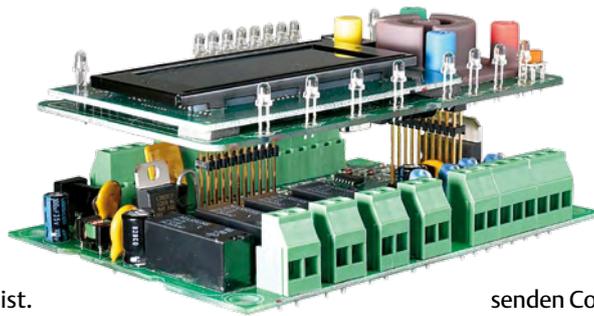
Weiter geht es mit Einheit 3 an der Eingangstür: Hier wird zum Deaktivieren des Alarms ein Code aus vier Ziffern verwendet. Das Besondere am zugehörigen Programm ist, dass auf dem LCD lediglich die Ziffer der gerade gedrückten Taste zu sehen ist. Aus wie vielen Ziffern der Code besteht und ob man schon genug Ziffern eingegeben hat, das wird nicht signalisiert. Auf diese Weise wird es ein Stück schwerer, den Code zu knacken. Das Programm überprüft immer die letzten vier eingegebenen Ziffern. Wenn diese stimmen, wird der Alarm ausgeschaltet. Außerdem überprüfen alle Einheiten ständig, ob von Einheit 1 eine Nachricht kommt, dass der Alarm aktiviert ist.

- Türglocke

Einheit 3 sorgt dafür, dass in der Nacht lediglich Eingeweihte läuten können. Wenn der Alarm nämlich aktiv ist, dann wird die normale Funktion der Türklingel abgeschaltet. Man kann jetzt nur noch auf eine spezielle Weise klingen: kurz-kurz-lang-kurz. Wenn dieser eingetastete Code erkannt wird, klingelt es auch, während die Alarmanlage scharf ist.

- Gartenbeleuchtung und Alarm

Auch hier gibt es zwei Funktionen: Solange die Alarmanlage nicht aktiviert ist, geht die Gartenbeleuchtung an, wenn es dunkel wird - und natürlich auch aus, wenn es hell wird. Ist aber der Alarm scharf geschaltet, dann wird angenommen, dass man im Bett liegt oder niemand zuhause ist. In diesem Fall bleibt die Gartenbeleuchtung aus. Erfasst der eingebaute Sensor in diesem Modus schnelle Helligkeitsschwankungen, dann kann es sich nur um eine Taschenlampe handeln oder aber ein vorbei schleichender potentieller Einbrecher schattet kurz das Mondlicht ab. Grund genug, einen Alarm



auszulösen.

Die letzte Situation ist das einzige Beispiel, in dem tatsächlich Alarm geschlagen wird. Hierzu wird eine Nachricht mit der ID 20 und dem Byte 1 benötigt. Im Quellcode von Einheit 2 (Sender) und Einheit 1 (Empfänger) kann man dann selbst pas-

senden Code einfügen, um solche Nachrichten entweder zu erzeugen oder auszuwerten.

- TV-Timer

Dies ist eine ziemlich einfache Funktion: Solange die Alarmanlage nicht aktiviert ist, kann man mit den blauen und gelben Tastern von Einheit 1 den Fernseher ein- und ausschalten. Wenn die Alarmanlage scharf geschaltet ist, dann wird automatisch nach etwa 20 Minuten der Fernseher ausgeschaltet.

Software

Die in diesem Beitrag angeführte Software (inklusive Firmware für die Alarmanlage mit Code, Türglocke, Gartenbeleuchtung und TV-Timer) kann als Source-Code und Hex-Dateien von der Elektor-Webseite [1] zu diesem Artikel herunter geladen werden. MIACs sind im Elektor-Shop unter der Nummer 090278-91 erhältlich.

(090278)

Weblink

[1] www.elektor.de/090278

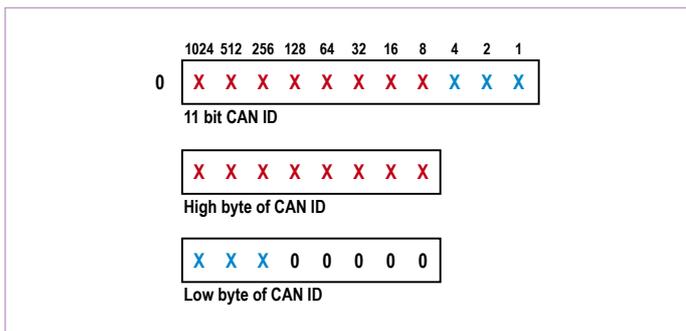


Bild 6. Die ID einer CAN-Bus-Nachricht benötigt zwei Bytes.

Tabelle 1. Inhalt der Nachrichten			
Einheit	Byte	Werte	Bedeutung
1 - ID 10	0	0, 1, 2	0 = keine Aktion 1 = Relais Q1 an 2 = Relais Q1 aus
	1...7	Reserve	
2 - ID 20	0	0,1,2	0 = keine Aktion 1 = Leeres LCD 2 = „Hallo“ auf LCD
	1	0,1,2	0 = keine Aktion 1 = Einbrecher im Garten 2 = kein Alarm
	2...7	Reserve	
3 - ID 30	0	0,1,2	0 = keine Aktion 1 = Alarm an 2 = Alarm aus
	1...7	Reserve	

Das wahre Ende der Wegwerfgesellschaft!

Ein Besuch bei Helmut Singer Elektronik

Von Jan Didden (NL) & Jan Buiting (Elektor UK/US)

Wenn es um alte Radios, Verstärker oder Funkgeräte geht, denkt man meistens nicht an die Messtechnik, die für Entwicklung und Wartung aller dieser Elektronik erforderlich war. Der technische Fortschritt hat Messgeräte in computergestützte Analysesysteme verwandelt. Aber was passiert mit den ausgemusterten Messgeräten? Wir haben Helmut Singer gefragt, eine europäische Autorität für gebrauchte und überholte Messgeräte.

Nach dem zweiten Weltkrieg gab es einen massiven Überschuss an militärischer Ausrüstung und Zubehör, das dann als „Surplus“-Ware auf den Markt drängte. In den ersten Nachkriegsjahren war die ökonomische Lage so bescheiden, dass es sehr schwierig war, an neue Bauteile zu kommen. Das Angebot an alter Kriegstechnik war daher für neue Anwendungen die ideale Ausgangsbasis. Etwa eine Dekade später wurden im so genannten „Kalten Krieg“ wieder große Investitionen in neue Waffensysteme getätigt, was die Ausmusterung älterer Gerätschaft bedeutete und daher den Nachschub an gebrauchter Militärelektronik nicht abreißen ließ. Firmen und Forschungseinrichtungen mühten sich, ihre Ausrüstung zeitgemäß zu halten, wodurch ebenfalls Geräte deutlich vorzeitig ausgemustert wurden. Gegen Ende des letzten Jahrhunderts führte die Reduzierung von Militär-Budgets und die Umstrukturierung vie-

ler Unternehmen – also „Downsizing“ und „Outsourcing“ - zu weiteren Abverkäufen.

Helmut Singer gründete seine Firma [1] schon Mitte der 70er Jahre, und seit dem expandiert sein „Warenhaus“ in Aachen stetig. Die Bilder zeigen eindrucksvoll, dass es sich für alle Messtechnik-Interessenten um ein Einkaufsparadies handelt. Auch wenn es immer noch eine nennenswerte Zahl röhrenbestückter Altgeräte gibt, finden sich inzwischen auch Mengen an relativ modernem Equipment wie automatisierte Oszilloskope, Spectrum-Analyzer, Netzwerk-Analyzer, Schaltnetzteile, Signalgeneratoren und professionelle Multimeter in langen Regalreihen. In einem Lager dieser Größe findet man sogar manchmal 20 oder noch mehr identische Oszilloskope von HP oder Tektronix nebeneinander.

Helmut Singers Kunden sind sehr unterschiedlich, und es gibt heute weniger Hob-

byisten, die ein altes Oszilloskop kaufen und zerlegen oder modifizieren möchten. Dafür kann sich jeder Elektronik-Interessierte hier zu erschwinglichen Preisen Spitzengeräte kaufen, die vor 30 Jahren noch in keinem Labor zu finden waren. Zunehmend bedienen sich auch Entwicklungsabteilungen, denen bei einem Projekt die Kosten aus dem Ruder gelaufen sind, der Möglichkeit, grundüberholte Messgeräte zu einem Bruchteil des ehemaligen Listenpreises einzukaufen.

Herr Singer beschäftigt erfahrene Techniker, die jedes Gerät testen und gegebenenfalls reparieren und neu kalibrieren, bevor es verkauft wird. Reparatur bedeutet hier mehr als nur den Austausch von Bauteilen. Notfalls werden hier auch Chips und sogar Bond-Drähte in Hybridschaltungen ersetzt! Mit eigenen Kennlinienschreibern werden Ersatztypen für nicht mehr hergestellte Transistoren oder Dioden gesucht und gefun-



Man braucht nicht unbedingt ein 164,85-MHz-VHF-Funkgerät, um mit Helmut Singer Kontakt aufzunehmen.



Jan Buiting vor Messgeräten, deren menüfreie Bedienung durchaus etwas Sachverstand erfordert.



Mindestens drei Generationen Computertechnik, deren heutiger Wert primär vom Goldgehalt abhängt.



Eine Batterie von Einschüben für Tektronix-Oszilloskope.



Entdeckung 1: Eine Reihe von AVO-Multimetern.



Selten und echt antik: Dieses DC-Milliampere-Meter von „The Sensitive Research Instrument Corporation“ in La Rochelle (NY).

den. Selbst bei Spezial-ICs gelingt es oft, passenden Ersatz bei anderen Herstellern zu finden. Vielfach betreiben Gerätehersteller nämlich auch schlichtes „Rebranding“ und stempeln fremde Chips mit eigenem Logo und eigenen IC-Nummern. Oftmals verbirgt sich dann ein bekanntes Standard-IC hinter einem solchen Exoten. Die Techniker haben hierzu im Laufe der Zeit sehr viel Erfahrung sammeln können, und deshalb finden sie fast immer eine Lösung. Manchmal werden sie gebeten, ein bestimmtes altes Messgerät nicht etwa deshalb zu reparieren, weil es dafür keinen moderneren Ersatz gäbe, sondern weil dieses Gerät wichtiger Bestandteil einer größeren und betagten Messanordnung ist, die erhalten bleiben soll. Laut Herrn Singer wird die Reparatur modernerer Geräte zunehmend schwieriger, weil diese Geräte schlicht nicht für Reparatur ausgelegt wurden und einzelne Module kaum mehr zu bekommen sind. Außerdem wird es immer schwieriger, Techniker zu finden, die nicht nur Interesse, sondern auch Erfahrung mitbringen und in der Lage sind, sich

in komplexe Schaltpläne einzudenken. So ist Herr Singer zurzeit auch auf der Suche nach einem Mitarbeiter mit guten Fehler-such-, Reparatur- und Abgleichfähigkeiten. Bislang wurde noch kein geeigneter Bewerber gefunden. Einmal wollte ein hoffnungsvoller junger Aspirant, ein Student der nahen RWTH, doch tatsächlich auf seinem Laptop eine DLL schreiben, um ein analoges Netzteil zu reparieren. Er hatte die Idee, das „Ding“ unter Linux mit der neuesten Simulations-Software debuggen – wobei er aber weder sah noch roch, dass einfach nur der Trafo durchgebrannt war.

Und wie sieht es mit den Service-Unterlagen aus? Von Herrn Singer kann man auch Handbücher oder Kopien davon beziehen. Hier wirkt sich die modernere Technik mit dem Trend zur Digitalisierung von Unterlagen segensreich aus. Viele Hersteller stellen auch für ältere Geräte PDF-Versionen der Manuals entweder kostenlos oder gegen geringe Gebühr zur Verfügung [2, 3]. Doch für neuere Geräte, die nur durch Aus-

tausch von Baugruppen repariert werden sollen, gibt es vielfach keine Unterlagen auf Bauteilebene mehr. Hinzu kommt, dass in Folge der Anschläge vom 11.9.2001 etliche zuvor frei zugängliche Unterlagen plötzlich der Geheimhaltung unterliegen, was Reparaturen ebenfalls erschwert.

Es gibt also tonnenweise Material, bei dem sich eine Reparatur wirtschaftlich nicht lohnt. Dies wird dann vor Ort verschrottet oder an größere Entsorgungsbetriebe verkauft. Manchmal wurden die Geräte absichtlich beschädigt: In einer Ecke des Singerschen Lagers steht ein Stapel mit zwölf militärisch (MIL-)spezifizierte HF-Signalgeneratoren vom Typ HP8640B. Sie stammten aus einer Wartungseinheit für ein ausgerangiertes Waffensystem. Die Anweisung von „oben“ lautete, dass alle Bestandteile des Waffensystems dauerhaft unbrauchbar gemacht werden müssen, bevor sie als Schrott verkauft werden dürfen. Das muss jemand sehr wörtlich genommen haben, denn bei allen Geräten war die Frontplatte



Ein weiterer Oldtimer, der ganz ohne staatliche Unterstützung am Leben erhalten wird.



Die unvermeidlichen Militär-Funkgeräte, für die es immer noch treue Fans gibt.



Hochkant gelagert, um Platz zu sparen: Messtechnik aus 40 Jahren Elektronikgeschichte.



Bei Messgeräten von HP ist Jan Buiting in seinem Element.



Jan Didden hat etwas aus dem Karton am Eingang gerettet, der mit Elektronik aller Art gefüllt ist.



Fragen Sie Herrn Singer niemals nach dem verrücktesten Teil in seinem Laden – denn das ist es!

offenbar mit einem (sicher ebenfalls MIL-spezifizierten) Hammer zertrümmert worden.

Beim Thema Schrott führte uns Herr Singer zu einer neu erworbenen Industrie-fläche gegenüber seiner Firma und zeigte uns große Behälter mit Baugruppen und Platinen, die meist aus Netzwerkgeräten stammten. Hier lagen sie bereit fürs Recycling, um Metalle wie Rhodium, Gold und Platin zurück zu gewinnen, die dann zum Teil in Katalysatoren für Autos Verwendung finden. Hier betätigt sich Herr Singer also verdienstvoll im Sinne der Umwelt. Allerdings sind die Goldbeschichtungen moderner Elektronik ziemlich dünn, da sie nur für wenige Steckvorgänge gedacht sind. Bei älterer Militär-Elektronik hingegen gönnte man den Kartenkontakten und Steckverbindern dickere Schichten. Manchmal waren sogar Lötstifte und die Kontakte von IC-Fas-

sungen vergoldet. Da lohnt sich dann sogar die Verschiffung um die halbe Welt zu Spezialfirmen, die solchen „Abfall“ gewinnbringend recyceln.

Jenseits der Gerätschaften gab es auch eine ordentliche Dosis ingenieurtypischen Elektroniker-Humors zu entdecken, wenn auch versteckt und nur für Eingeweihte gedacht. Zum Beispiel ein großer Spulen-Wähler von bestimmt 50x50x50 cm, der da von der Decke baumelte. Solide Keramik und versilberte Leitungen von mindestens 10 mm Dicke. Dieses Ding war schlicht mit „Wellenbereichsschalter eines 100 mW QRP-Transceivers“ beschriftet. Wer das nicht witzig findet, ist kein HF-tauglicher Elektroniker. Tatsächlich ist Herr Singer ein amüsanter Zeitgenosse und er konnte uns beide locker eine Stunde humorvoll unterhalten - und dennoch technisch präzise sein. Meistens kann man auch samstags bei ihm vorbe-

schauen und auch kaufen. Die genauen Öffnungszeiten finden sich auf der Singerschen Webseite.

Fundgruben wie die Firma Singer bieten interessierten Elektronikern die Möglichkeit, sich mit hochwertiger Messtechnik aus zweiter Hand einzudecken, bei der man dann meistens lediglich auf den heutigen Grad an Automatisierung verzichten muss, was keine schwerwiegende Einschränkung darstellt. Auch Firmen mit krisenbedingt knapper Finanzierung können ihre Budgets durch den Kauf grundüberholter Messgeräte strecken. Außerdem schon es die Umwelt, wenn man funktionsfähige Geräte weiter nutzt statt sie zu verschrotten.

(090287-1)

[1] www.helmut-singer.de

[2] www.artekmedia.com

[3] <http://bama.sbc.edu>

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



So weit das Auge reicht: Schubladen gefüllt mit obsoleten und schwer zu findenden Bauteilen.



Entdeckung 2: Eine Sammlung von Dummy-Loads für HF-Wattmeter von Bird, dem Marktführer in diesem Segment.



Tausende von PC-Steckkarten warten auf den Abtransport zu einer Recycling-Firma.

Hexadoku

Sudoku für Elektroniker

Und hier ist schon das erste Rätsel des neuen Jahres. Wir hoffen, dass Sie auch in 2010 mit unseren Hexadokus genauso viel Spaß haben werden wie in den letzten 12 Monaten! Doch wie immer geht es nicht um die Unterhaltung allein, denn es gibt wieder schöne Preise zu gewinnen. Um bei der Verlosung dabei zu sein, müssen Sie uns lediglich die Zahlen in den grauen Kästchen einsenden!

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

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

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

Mitmachen und gewinnen!

Unter allen internationalen Einsendern mit der richtigen Lösung verlosen wir ein **E-blocks Starter Kit Professional** im Wert von 365 € und drei **Elektor-Gutscheine** im Wert von je 50 €.

Einsenden

Schicken Sie die Lösung (die Zahlen in den grauen Kästchen) per E-Mail, Fax oder Post an:
 Elektor – Redaktion Süsterfeldstr. 25 52072 Aachen
 Fax: 0241 / 88 909-77 E-Mail: hexadoku@elektor.de
Als Betreff bitte nur die Ziffern der Lösung angeben!
Einsendeschluss ist der 31. Januar 2010!

Die Gewinner des November-Hexadokus stehen fest!

Die richtige Lösung ist: A5F32.

Das E-blocks Starter Kit Professional geht an: Eduard Kalinowski aus Hannover.

Einen Elektor-Gutschein über je 50 € haben gewonnen: Tatjana Bulgak, Olli Hakala und René Niel.

Herzlichen Glückwunsch!

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

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

(c) PZZL.com

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 schneller Bestell-Service
AVR-Controller, Module und Prototypen-Boards
AT91SAM7 Controller, AT28C32 Controller
AT91SAM7 Controller mit 64KB, AT91SAM7 Controller mit 128KB
Verpackung in Dichtung mit 3,3V, 5V, 12V
Bilder: 0511/212166 Fax: 0511/212166-55 <http://www.embedit.de>



Mikrocontroller-Markt Mega-128-USB Mikrocontroller-Markt Xmega-A1-USB
Der Onlineshop für Entwickler
• Development- und Evaluation Boards
• Programmer und Emulatoren
• Mikrocontroller und Mikrocontrollerperipherie
shop.avr-praxis.de



immer die geniale Zeit am Reusch Elektronik
• USB-Schnittstelle
• integrierte Echtzeituhr
• für Microsoft Windows 10
• als Platine, Bausatz oder Ferngerät
<http://produkte.reworld.eu>



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

Anzeigenschluss:
19. 01. 2010

Erscheinungstermin:
15. 02. 2010

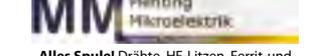
Bausätze zu ELEKTOR 1986 bis heute!
Teilesätze, Platinen, programmierte Controller sowie Cds zu fast allen Elektor-Projekten vom Spezialist. Alle Elektor-Artikel zum Verlagspreis.
Ihr zuverlässiger Partner für aktive und passive elektronische Bauteile und Komponenten:



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 - Zeilenträfos
HDTV DVB-T Sat Audio/Video
Überwachungstechnik und vieles mehr.
www.Laehn-Versand.de



Alles Spule! Drähte, HF-Litzen, Ferrit- und Eisenpulverkerne, Isoliermaterial, Klebebänder, Tränklacke, Spulenkörper. Auch in Kleinmengen.
Unser Shop: www.spulen.com/shop/
Prototyping, Kleinserien, Serienfertigung.

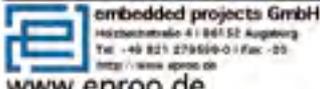


ab 1 Stck. ANTRONIC
Leiterplatten zu TOP-Preisen!!

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



xmega
Live! viele weitere Boards!



embedded projects GmbH
Holzschneise 4 | 86152 Augsburg
Tel: +49 821 27969-0 | Fax: -25
<http://www.eepro.de>

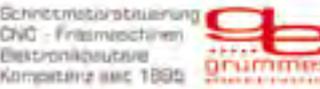


Gravuren / Schilder / Frontblenden
www.webgrav.de

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



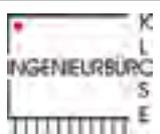
www.thale-elektronik.de



Schneidmaschinesteuerung CNC - Fräsmaschinen
Elektronikzubehöre Kompetenz seit 1989
www.grummes.de

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

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



www.ibklose.de
- Ing.-Büro für Elektronik und Nachrichtentechnik -

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



Unser Leistungsspektrum:
• Diverse Schrittmotoren ab Lager lieferbar
• Eigene Entwicklung von Schrittmotorenstufen in versch. Ausführungen
• Netzteile, Endschalter, geschirmte Kabel u.v.m.

Kundenspezifische Lösungen entwickeln wir schnell und preiswert
Fon: 0241/4091800 • Fax: 0241/4091803
www.mechapro.de • info@mechapro.de

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

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

Reservieren Sie jetzt Ihre Jahresbuchung

Starke Stücke

Die ganze Welt der Elektronik
in einem Shop!



Starterkit gleich mitbestellen!
50-teiliger Bausatz zum Buch
€ 22,50 • CHF 35,50

Einstieg in die digitale Steuerungstechnik

Digitale Elektronik im Experiment

Digitale Elektronik steht im Mittelpunkt moderner Technik. Dieses Buch verwendet die grundlegenden Schaltungen mit Gattern, Flipflops und Zählern aus der CMOS-Reihe 4000. Zu jedem der 50 Experimente werden das Schaltbild und der detaillierte Aufbau auf einer Steckplatine gezeigt. Das Studium der Grundlagen geht am besten mit praktischen Versuchen. Der Aufbau digitaler Schaltungen soll nicht nur Wissen vermitteln, sondern auch Spaß machen. Und viele der hier vorgestellten Schaltungen sind praktisch einsetzbar. Wer den Überblick hat, findet für jede Aufgabe eine einfache und preiswerte Lösung.

Das Buch richtet sich hauptsächlich an Studenten, Auszubildende und an der digitalen Elektronik Interessierte, die einen Einstieg in die digitale Steuerungstechnik benötigen.

160 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-220-8 • € 29,80 • CHF 46,90



inkl. 16 Farbseiten

Die eigene Lightshow mit DMX professionell steuern

Lichttechnik für Einsteiger

Für Einsteiger, die die faszinierende Welt des Lichtdesigns und der Showgestaltung kennenlernen möchten, werden die Grundlagen der eingesetzten Lichttechnik erklärt. Das Buch bringt Licht in den Ablauf der Showprogrammierung mit Pult und PC und beleuchtet die Konzepte hinter einem ansprechenden Lichtdesign. Im zweiten Teil des Buches werden viele Selbstbautipps vorgestellt, mit deren Hilfe professionelle Showelemente auch mit einfachen Mitteln möglich sind.

288 Seiten, inkl. 16 Farbseiten (kart.)

ISBN 978-3-89576-188-1 • € 29,80 • CHF 46,90



Topseller

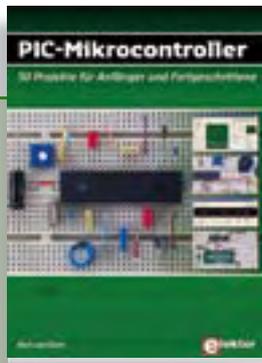
Außergewöhnliche Konzepte verstehen und umsetzen

Röhrenverstärker-Schaltungen

Im ersten Teil dieses Buches werden die Ursachen von Verzerrungen untersucht; anschließend geht es um die praktische Umsetzung der theoretischen Hintergründe. In einem gesonderten Kapitel über fehlerhafte SRPPs und μ -Follower wird gezeigt, wie teilweise bizarr anmutende Fehler zu Schaltungen führen, die dann einfacher und zielführender durch gängige Standardschaltungen zu ersetzen wären. Des Weiteren werden Gegenakt-Endstufen und ihr Zusammenwirken mit SRPPs genauer besprochen.

304 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-222-2

€ 46,00 • CHF 72,40

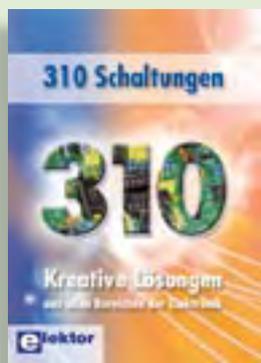


Ein Buch für Jedermann

PIC-Mikrocontroller

Dieses Buch behandelt 50 spannende und zugleich lehrreiche Projekte mit PIC-Mikrocontrollern. Sie können es als Projektgrundlage nutzen, um die Projekte Ihrer Wahl aufzubauen und zu erproben. Alle Projekte sind uneingeschränkt praxistauglich. Die präzisen Beschreibungen, Schaltungen und Fotos der Versuchsaufbauten auf Steckplatten machen das Aufbauen und Ausprobieren zu einer spannenden Angelegenheit. Zu jedem Projekt wird der technische Hintergrund erläutert.

416 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-201-7
€ 54,00 • CHF 85,00



Kreative Lösungen aus allen Bereichen der Elektronik

310 Schaltungen

Gute Nachrichten für alle Elektronik-Freunde: Die „300er-Schaltungen“-Reihe wird fortgesetzt! Das mittlerweile 11. Buch aus Elektor's erfolgreichster Buchreihe bietet wiederum neue Konzepte und einen unerschöpflichen Fundus zu allen Bereichen der Elektronik: Audio & Video, Spiel & Hobby, Haus & Hof, Prozessor & Controller, Messen & Testen, PC & Peripherie, Stromversorgung & Ladetechnik sowie zu Themen, die sich nicht katalogisieren lassen.

560 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-217-8
€ 36,80 • CHF 58,00

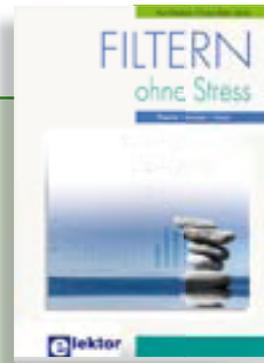


Interrupts, Multitasking, u. a.

Systemprogrammierung für AVR-Mikrocontroller

Im ersten Buchabschnitt werden Techniken vorgestellt, mit denen parallele Programmabläufe realisiert werden können. Diese reichen von der einfachen automatischen Ablaufsteuerung eines Hintergrundprozesses durch Interrupts bis zur Implementierung eines an die beschränkten Möglichkeiten von AVR-Mikrocontrollern angepassten RTOS. Die Realisierung von Hintergrundprozessen lässt sich auf bequeme Weise mit Interrupts durchführen. Der zweite Teil des Buches ist der Numerik gewidmet.

404 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-218-5
€ 42,00 • CHF 66,20

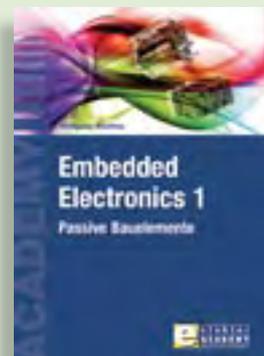


Theorie – Konzept – Praxis

Filtern ohne Stress

Dieses Buch bietet umfangreiche, praktische und vor allem brauchbare Schaltungen und Experimente zu verschiedenen Filtertypen. Ganz nach der Devise „ohne Stress“ erfahren die Leser auch Episoden an erste Begegnungen der Autoren mit verschiedenen Filtern. Jedem Praxis-Kapitel folgen fundierte theoretische Erläuterungen zu den besprochenen Filtern, in welchen umfangreiche Formeln und mathematische Herleitungen nicht zu kurz kommen.

238 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-190-4
€ 39,80 • CHF 62,70



Der erste Band der neuen Buchreihe

Embedded Electronics 1

Die weitaus meisten der heutigen elektronischen Geräte beruhen nicht nur auf einem einzigen Wirkprinzip. Oftmals steht irgendeine Art Computer (typischerweise ein Mikrocontroller) im Mittelpunkt. Aus dieser grundsätzlichen Struktur heraus – der Einbettung des Computers in eine bestimmte Anwendungsumgebung – hat sich die Allgemeinbezeichnung „Embedded Systems“ ergeben. Die meisten dieser Systeme müssen von Grund auf entwickelt werden.

384 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-184-3
€ 49,00 • CHF 77,20

Weitere Informationen zu unseren Produkten sowie das gesamte Verlagsortiment finden Sie auf der Elektor-Website:

www.elektor.de

Elektor-Verlag GmbH
Süsterfeldstraße 25
52072 Aachen
Tel. +49 (0)241 88 909-0
Fax +49 (0)241 88 909-77
E-Mail: bestellung@elektor.de

elektor



Elektor's erster Workshop als Live-DVD

Fahrzeugdiagnose in der Praxis

Moderne Autos bieten dank der On-Board-Diagnose (OBD) tiefe Einblicke in den Betriebszustand der Bordelektronik und der mechanischen Komponenten. In diesem Workshop lernen Sie die Funktionsweise von OBD kennen und erfahren, mit welchen Geräten man selbst Fahrzeugdaten auslesen kann. Hiermit lassen sich Fehlerursachen finden, aber auch individuelle Anpassungen vieler Funktionen vornehmen. Anschließend sind Sie nicht mehr darauf angewiesen, was Ihnen in der Werkstatt erzählt wird, sondern wissen schon vorher, ob Sie die Abgasuntersuchung bestehen werden.

ISBN 978-3-89576-225-3 • € 29,80 • CHF 46,90



Workshop als Live-DVD zum Zweiten

Audio-Röhrenverstärker

In diesem Workshop wird der Entwurfszyklus eines typischen Röhrenverstärkers umfassend behandelt. Besprochen wird alles, was wichtig und wissenswert ist – von der Zielsetzung und den geforderten Eigenschaften bis hin zu intelligenten Lösungen und dem Bau von Prototypen. An den Beispielen der von Entwickler und Fachbuchautor Menno van der Veen entwickelten Verstärker UL40-S2 und PR20HE werden sowohl die Theorie als auch die Praxis vertieft.

ISBN 978-3-89576-226-0 • € 29,80 • CHF 46,90



NEU!

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 90,50



R32C-Applicationboard

(Elektor September 2009)

Das neue Applicationboard für das R32C-Starterkit (Art.-Nr. 080928-91) zeichnet sich durch 3 Taster, 4 LEDs, ein I²C-Interface, einen SD-Karten-Anschluss und einen Steckplatz für ein Ethernet-Modul aus. Das Board bietet zudem noch viel Platz für eigene Erweiterungen.

Bausatz mit allen Bauteilen inkl. Applicationboard und SMD-bestückter Platine

Art.-Nr. 080082-71 • € 149,50 • CHF 254,60



OBD-2-Analyser NG

(Elektor September 2009)

Der kompakte OBD2-Analyser aus Elektor Juni 2007 (Art.-Nr. 070038-71) war ein enormer Erfolg – bot er doch Klartext-Fehleranalyse und automatische Protokollererkennung im preiswerten Handgerät. Die nächste Generation (NG) der autonomen OBD-Analyser in Elektor wartet jetzt mit Vollgrafikdisplay, Cortex-M3-Prozessor und einem Open-Source-User-Interface auf und setzt damit wieder neue Maßstäbe für ein OBD-2-Projekt.

Bausatz mit allen Bauteilen inkl. DXM-Modul, SMD-bestückter Platine, Gehäuse, Montagematerial und Kabel

Art.-Nr. 090451-71 • € 99,00 • CHF 155,90



R32C/111-Starterkit

(Elektor April 2008)

Dieses Starterkit besteht aus einem als R32C-Carrierboard bezeichneten Mikrocontroller-Modul mit dem R32C/111 und einer Software-CD mit den benötigten Entwicklungs-Tools. Wie schon beim R8C/13-Projekt handelt es sich auch bei dem R32C-Carrierboard um eine Glyn-Eigenentwicklung. Mit diesem kostengünstigen Starterkit steht alles zur Verfügung, was man für erste praktische Versuche mit dem neuen 32-bit-Controller braucht. Die Stromversorgung erfolgt über den USB-Anschluss des PCs.

32-bit-Controllerboard + Software-CD

Art.-Nr. 080928-91 • € 34,00 • CHF 53,60

Januar 2010 (Nr. 469) €
 +++ Das Lieferprogramm zu dieser Ausgabe finden Sie auf www.elektor.de +++

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 139,50
 080928-91 R32C-Starterkit: Prozessorboard bestückt und
 getestet, Toolchain auf CD 34,00
 090607-91 WIZ812MJ-Modul (bestückt und getestet) 22,50

Solar-Handy-Ladegerät
 090190-1 Platine 9,95
 090190-41 Progr. Controller 8,00

Lötstation mit Messfunktion
 090022-41 Progr. Controller PIC18F4520 14,00
SDRadio mit ATM18 (CC2-AVR-Projekt)
 090740-71 SDR-Chip-Modul (bestückt und getestet) 34,95

Oktober 2009 (Nr. 466)
Barometrischer Höhenmesser
 080444-41 Progr. Controller PIC18F2423 18,50
Pocket Preamp
 080278-71 Bausatz bestehend aus 080277-1, 080278-1, 080279-1
 und allen Komponenten (außer Potis) 74,50

September 2009 (Nr. 465)
OBD-2-Analyser NG
 090451-71 Bausatz mit allen Bauteilen inkl. DXM-Modul,
 Platine, Gehäuse, Montage-
 material und Kabel 99,00

R32C-Applicationboard
 080082-71 Bausatz mit allen Bauteilen inkl. Applicationboard
 und SMD-bestückter Platine 149,50
 080928-91 R32C-Starterkit: Prozessorboard bestückt und
 getestet, Toolchain auf CD-ROM 34,00

Bluetooth mit dem ATM18
 080948-71 Platine und Bluetooth-Modul BTM222 im Paket 27,50
Neigungsalarm für Kraftfahrzeuge
 080064-41 Progr. Controller 24,50

Juli/August 2009 (Nr. 463/464)
Steckbrett-Experimentierplatine
 080937-1 Platine 29,95
Annoy-a-tron
 090084-41 Progr. Controller ATtiny13 7,50

Kühlschranksicherung
 080700-41 Progr. Controller PIC12F629 7,50
Full Color Nachtflugbeleuchtung
 080060-41 Progr. Controller PIC12F675 7,50

Digiwobbler+Sinusgenerator
 080577-41 Progr. Controller ATmega48-20PV 7,50
Einfache Temperaturmessung und -regelung
 090204-41 Progr. Controller ATmega48 8,95

Klingeltöne-Player
 090243-41 Progr. Controller ATtiny13 DIP8 7,50
Codeschloss mit zwei Tastern
 090127-41 Progr. Controller ATtiny2313 8,95

Bestseller

Bücher	1	➔	Digitale Elektronik im Experiment ISBN 978-3-89576-220-8 € 29,80 CHF 46,90
	2	➔	Röhrenverstärker-Schaltungen ISBN 978-3-89576-222-2 € 46,00 CHF 72,40
	3	➔	Lichttechnik für Einsteiger ISBN 978-3-89576-188-1 € 29,80 CHF 46,90
	4	➔	310 Schaltungen ISBN 978-3-89576-217-8 € 36,80 CHF 58,00
	5	➔	AVR ISBN 978-3-89576-200-0 € 39,80 CHF 62,70
CD- & DVD-ROMs	1	➔	Workshop-DVD Fahrzeugdiagnose ISBN 978-3-89576-225-3 € 29,80 CHF 46,90
	2	➔	Workshop-DVD Röhrenverstärker ISBN 978-3-89576-226-0 € 29,80 CHF 46,90
	3	➔	ECD 5 ISBN 978-90-5381-159-7 € 29,50 CHF 46,50
	4	➔	Elektor-DVD 2008 ISBN 978-90-5381-235-8 € 27,50 CHF 43,30
	5	➔	LED-Toolbox ISBN 978-90-5381-245-7 € 32,50 CHF 52,20
Bausätze & Module	1	⬆	Preselektor für den Elektor-SDR Art.-Nr. 090615-71 € 57,50 CHF 90,50
	2	➔	R32C-Applicationboard Art.-Nr. 080082-71 € 149,50 ... CHF 235,40
	3	➔	R32C/111-Starterkit Art.-Nr. 080928-91 € 34,00 CHF 53,60
	4	➔	OBD-2-Analyser NG Art.-Nr. 090451-71 € 99,00 ... CHF 155,90
	5	➔	Effektvoller LED-Kreisell Art.-Nr. 080678-71 € 49,95 CHF 78,70

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

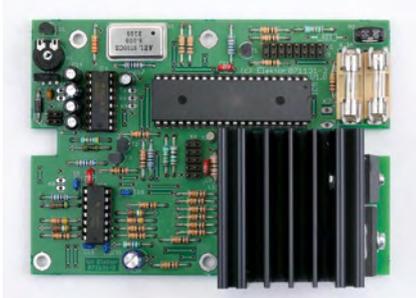


Elektor-Verlag GmbH
 Süsterfeldstr. 25, 52072 Aachen
 Tel. +49 (0)241 88 909-0
 Fax +49 (0)241 88 909-77
 E-Mail: bestellung@elektor.de



Portabler Wi-Fi-Scanner

Es gibt gegenwärtig viele Anwendungen, die das 2,4-GHz-Frequenzband nutzen, wie zum Beispiel Wi-Fi (WLAN), Bluetooth, ZigBee und einiges mehr. Auch „Störsender“ wie Mikrowellenöfen senden in der Nähe dieses Frequenzbereichs. Wir stellen einen handlichen 2,4-GHz-Scanner vor, mit dem Sie schnell sehen können, welche Frequenzen in Ihrer Umgebung bereits belegt sind. Ein ATmega-Mikrocontroller steuert das Scannen des gesamten 2,4-GHz-Bereichs und zeigt das Ergebnis auf einem grafischen LC-Display an.



AkkuCheck

Ein Akkupack ist nur so gut wie sein schwächstes Glied, also die schlechteste Zelle. Mit dem intelligenten Batterie-Tester lässt sich die Kapazität der Zellen ermitteln, so dass man auf Basis dieser Daten ein optimales Akkupack zusammenstellen kann. Dafür ist es wichtig, dass nicht nur die Kapazität, sondern auch der Innenwiderstand der Zellen gemessen wird.



Mini-PA

Für Vorträge und Führungen ist ein Stimmverstärker sehr hilfreich, um die Verständlichkeit zu verbessern und eine Überanstrengung der Stimmbänder zu vermeiden. Für den Eigenbedarf auf der ElektorLive-Veranstaltung hat das Elektor-Labor einen kleinen, tragbaren PA-Aktivlautsprecher mit eingebautem Rückkopplungsunterdrücker und stromsparender digitaler Endstufe entwickelt. Das Ganze wird mit Batterien oder Akkus betrieben, wiegt weniger als 1000 Gramm und hat sich auf der genannten Veranstaltung als außerordentlich nützlich erwiesen.



ELEKTOR Februar erscheint am 20. Januar 2010.

Elektor gibt es im Bahnhofsbuchhandel, Elektronik-Fachhandel, an ausgewählten Kiosken und garantiert beim Presse-Fachhändler. Ein Verzeichnis finden Sie unter www.blauerglobus.de. Sie können Elektor auch direkt bei www.elektor.de bestellen.

Änderungen vorbehalten!



Abo-Service: Marleen Brouwer
E-Mail: abo@elektor.de

Bestellannahme und Bestellservice: Peter Custers
E-Mail: bestellung@elektor.de
Tel. +49 241 88 909-66

Geschäftszeiten
Montag – Donnerstag von 08:30 bis 17:00 Uhr
Freitag von 08:30 bis 12:30 Uhr
Tel. +49 241 88 909-0
Fax +49 241 88 909-77

Unser Kundenservice berät Sie bei allen Fragen zu Bestellungen, Lieferterminen und Abonnements. Änderungen, Reklamationen oder besondere Wünsche (wie z. B. Geschenkabonnement) richten Sie ebenfalls an den Kundenservice. Vergessen Sie bitte nicht, Ihre Kundennummer anzugeben – falls vorhanden.

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

Einzelheft

Deutschland	€ 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.

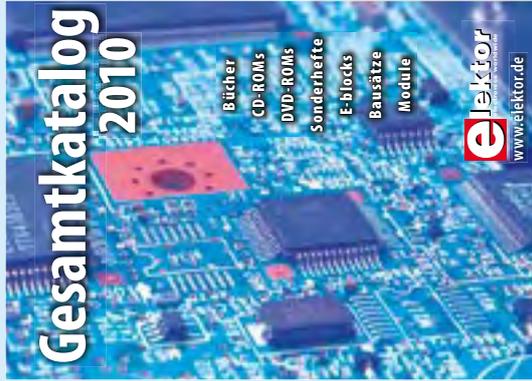
Bankverbindungen

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!

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 interessanten 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!

INSERENTENVERZEICHNIS JANUAR 2009

Basista	www.basista.de	23
Beta Layout	www.pcb-pool.com	23, 29
Cadsoft Computer	www.cadsoft.de	15
Decision-Computer	www.decision-computer.de	39
Emis	www.emisgmbh.de	39
Eurocircuits	www.eurocircuits.de	37
LeitOn	www.leiton.de	13
Markt		79
mikroElektronika	www.mikroe.com	3
Reichelt	www.reichelt.de	88
Vero Technologies	www.verodirect.com	29

Fachseminar:

PIC18-Mikrocontroller-Programmierung



➔ 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:

Leipzig	25.02.2010
Hannover	26.02.2010
München	19.05.2010
Luzern (Schweiz)	16.06.2010

Teilnehmergebühr (inkl. MwSt.):

399,00 Euro

Elektor-Abonnenten erhalten 5% Rabatt!

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



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

Lötdampfabsauger

Giftige Gase und Dämpfe werden am Arbeitsplatz abgesaugt



- Filtergröße: 130 mm
- ca. 120 m³/h Luftdurchsatz
- Leistung: 20 Watt
- Maße (BxHxL): 162 x 200 x 120 mm

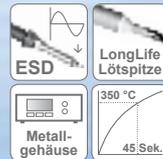
FILTER 426-DLX
29.95

FILTER 426-3 3er-Satz Aktivkohlefilter **4,50 €**

Digitale Prozessor-ESD-Lötstation

Besonders für RoHS-konformes Bleifrei-Löten geeignet

- Löttemperatur: 150-480 °C
- geeignet für Tweezer TWZ 100
- max. Ausgangsleistung: 100 Watt
- inkl. LötKolben und Halter
- sehr schnelle Aufheizzeit
- Nullspannungs-Regelschaltung



STATION LF-2000
89.95

STATION LF-1600 80 Watt **69,95 €**



100 W

Markenqualität - Top-Service - günstige Preise!



Katalog kostenlos!
 Tagesaktuelle Preise:
www.reichelt.de

Speaker Armaturen

Für Profi-Bühnen-/Lautsprechertechnik

Kabel-Stecker

NEUTRIK NL-2FC 2-pol., 6-10 mm **2,85 €**
 NEUTRIK NL-4FC 4-pol., 5-15 mm **4,95 €**

Kabel-Stecker für bis zu 50 A rms

NEUTRIK NL-4FX 4-pol., gerade **4,15 €**
 NEUTRIK NL-4FRX 4-pol., gewinkelt **5,60 €**



Speaker-Chassis-Einbaubuchsen

für 2- und 4-polige Kabelstecker

4-pol., rechteckiger Flansch
 NEUTRIK NL-4MP 4,8-mm-Faston **1,70 €**
 NEUTRIK NL-4MDH 90°-Printanschl. **2,35 €**

4-pol., runde Ausführung
 NEUTRIK NL-4MPR 4,8-mm-Faston, sw. **2,65 €**



PICkit 3 Debug Express Entwicklungs-Kit

- PICkit 3 Debug Express Kit 3 ermöglicht das Debugging und Programmieren von PIC® und dsPIC® Flash-Microcontroller über die starke grafische Oberfläche des MPLAB Integrated Development Environment (IDE).
- Es wird nur ein Minimum an zusätzlicher Hardware ohne teure Zusatzsockel und Adapter benötigt.
- Dokumentation und Software in englischer Sprache.



MICROCHIP

DV 164131 **69,65 €**

Programming-Tool

AVR ISP2 mit USB-Anschluss

- Kompakter In-System-Programmer für Atmel AVR 8bit RISC Microcontroller
- In-System-Programmierung über 6-pin.-ISP-Anschlüsse
- Schnittstelle zum AVR Studio (Freeware)
- programmiert alle AVR ISP-Varianten, Flash und EEPROM
- Versorgung über die Zielhardware von 2,7 - 5,5 V
- PC-Schnittstelle USB-B-Anschluss



AT AVR ISP
39.95

Markenlötzinn

- beste Industriequalität mit kontinuierlichen Flussmittelseelen
- Sn60Pb40, Ø 1 mm

LÖTZINN 100GR 100 g **2,10 €**
 LÖTZINN 250GR 250 g **4,75 €**
 LÖTZINN 1,0KG 1000 g **17,85 €**



Lötdraht mit Silberanteil

- für problemloses Löten von SMD-Bauteilen
- Sn63 Pb35,6 Ag1,4 / FSW32
- Spule: 70 g

LÖTZINN AG 0,807 Ø 0,8 mm **3,95 €**
 LÖTZINN AG 0,507 Ø 0,5 mm **4,65 €**



Wasserdichte Endoskop-Farbkamera

- für den handwerklichen Einsatz im Sanitär, Elektro- oder Kfz-Bereich
- CMOS-Bildsensor: 76.880 Pixel (320x240)
- Stromversorgung: 4 x 1,5V AA Batterien
- Schwannenhals: 0,9 m
- Kamera-Ø: 10 mm
- Schutzklasse IP 67
- Video Standard: NTSC,



NEU
 in Programm

• Monitor: 2,4" (6,09 cm)

ENDO KAM 2 **87,95 €**

LED-Werkstatt-Lupenleuchte

- Schattenfreie Ausleuchtung des Arbeitsfeldes durch LED-Ringleuchte mit Diffusor
- Glas-Linse mit 3 Dioptrien und Schutzkappe
- Verbrauch von nur ca. 5 Watt
- 48 ringförmig angeordnete LED mit Diffusor
- Schattenfrei Ausleuchtung
- Innenliegende Feder- und Kabelführung
- Befestigungsklemme mit 5 - 22 mm-Öffnung
- Arbeitsradius: ca. 1m

LL 8066 LED
34.95



Leistungstarke und innovative LED-Strahler

- LED-Strahler bieten gegenüber normalen Halogenlampen enorme Vorteile: kaum Wärmeentwicklung, sehr geringer Stromverbrauch und eine lange Lebensdauer! Lichtfarbe: warmweiß

	GU10	GX53	E14	E27		
	LED-Anzahl		Socket		Leistungsaufnahme	Lichtstrom
LED GU10 60 WW	50	GU10	1,1 W	ca. 60 lm	6,95 €	
LED GX53 50 WW	50	GX53	4 W	ca. 250 lm		
LED E14 60 WW	60	E14	7,4 W	ca. 55 lm		
LED E27 60 WW	60	E27	1,3 W	ca. 55 lm		