

**Über 35 Seiten
mit neuen Projekten**

G3078 E

Januar 2011

(D) € 7,40 • CHF 14,30 • (A, B, L) € 8,20

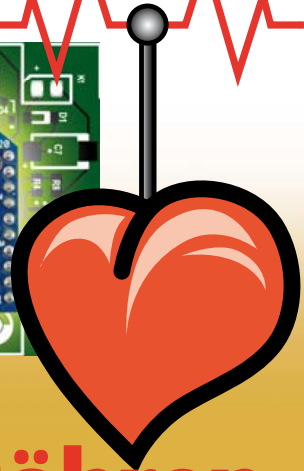
+ FAT auf μ Controllern



elektor

www.elektor.de

**EKG mit ZigBee
Drahtloser Herzmonitor**



**Nixie-Röhren
Thermometer
Temperaturanzeige
im Retro-Look**



**Musik in den Ohren
Low-Cost-
Kopfhörer-Verstärker**



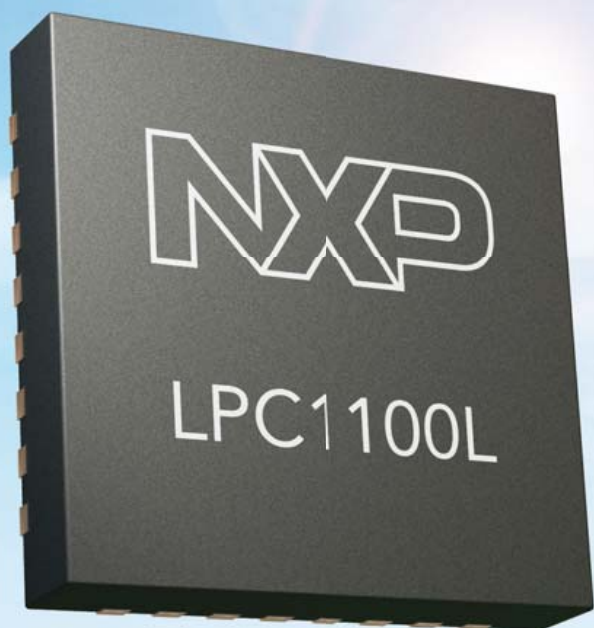
**+ ATM18-Erweiterung
Platine mit 1-Wire, I²C, RC5 und DACs**

**+ Energy Harvesting
Mit Solarzellen und nur wenigen Bauteilen!**



0 1

4 198630 307401



Industry's lowest **active power consumption**

(only 130 μ A / MHz)

Changing the MCU landscape for **low power 8-bit and 16-bit applications**

The LPC1100L microcontroller offers a seamless entry point for any 8-/16-bit designer looking for scalable architecture for their entire product range.

- ▶ ARM Cortex-M0
- ▶ Superior code density than 8-/16-bit
- ▶ Higher performance than 8-/16-bit
- ▶ Lowest active power consumption
- ▶ Supported by NXP's LPCXpresso tool platform

www.nxp.com/lpc1100l



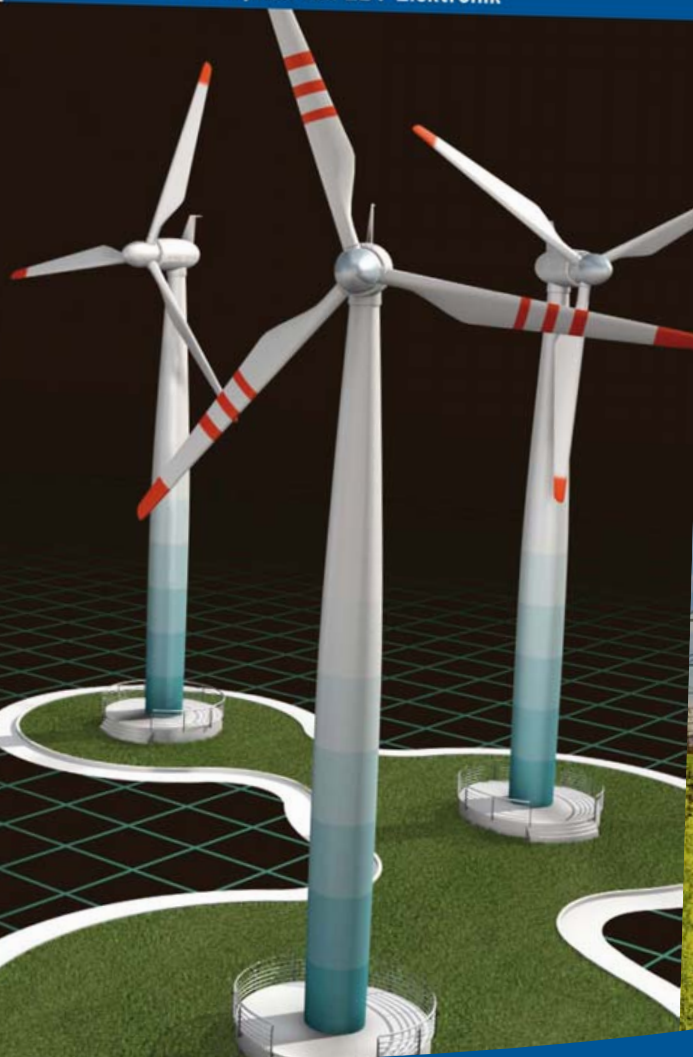
**Im Gespräch mit
Eugene Kaspersky | 8**
Kampf für sichere Infrastrukturen

Erklärt | 14
Was ist das Smart Grid?

**SMS von der
Waschmaschine | 31**
Mehrwert für
Stromverbraucher

Smartes Zusammenspiel | 36
Komponenten des
intelligenten Netzes

Experten-Runde | 62
Die Technologie ist da



'The Quintessence' of Smart Grid

EBV Elektronik präsentiert die neueste Ausgabe des Wissensmagazins 'The Quintessence'

Inhalte von 'The Quintessence' of Smart Grid sind unter anderem:

- Im Gespräch mit Eugene Kaspersky: Kampf für sichere Infrastrukturen
- Erklärt: Was ist das Smart Grid?
- SMS von der Waschmaschine: Mehrwert für Stromverbraucher
- Smartes Zusammenspiel: Komponenten des intelligenten Netzes
- Experten-Runde: Die Technologie ist da

Interessiert?

Bestellen Sie sich Ihr persönliches Exemplar von 'The Quintessence' gedruckt oder als umweltfreundliche eBrochure unter www.ebv.com/tq.

Weitere Produkt-Highlights und Market-Updates finden Sie im EBV Newsletter – einfach registrieren unter www.ebv.com/newsletter.

Distribution is today.
Tomorrow is EBV!

www.ebv.com/de



EBV Elektronik
| An Avnet Company |

50

Aufmerksame Elektor-Leser werden sich bei der Zahl 50 auf dem Titelbild vielleicht daran erinnern, dass im Mai 2010 dort eine „40“ stand. Der Anlass damals: 40 Jahre Elektor. Warum dann jetzt die 50? Elektor hat zwar schon viel erfunden, eine Zeitmaschine war aber noch nicht dabei. Dennoch feiern wir in diesem Jahr ein 50-jähriges Jubiläum. So lange ist es nämlich her, dass der Gründer unserer Zeitschrift, Bob W. van der Horst, die erste Ausgabe seiner ersten Elektronik-Zeitschrift auf den (niederländischen) Markt brachte. Das war 1961 – das Jahr, in dem auch die ersten integrierten Schaltkreise von Fairchild und TI auf den Markt kamen. Van der Horst war davon überzeugt, dass mit der Entwicklung der Halbleitertechnik die Zeit auch reif für eine neue und in seinen Augen „echte“ Elektronik-Zeitschrift war.

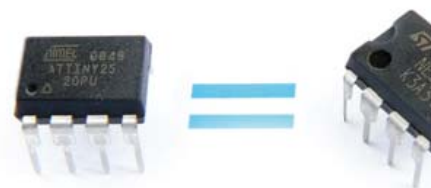
Der Erfolg gab ihm Recht. Ende der 60er Jahre hatte er sich in den Niederlanden durchgesetzt und 1970 mit der deutschen Ausgabe unter dem Titel „Elektor“ den Grundstein für die internationale Verbreitung seiner Zeitschrift gelegt, gefolgt von der englischen und französischen Ausgabe schon wenige Jahre später. Durch die Vergabe von Lizenzen war Elektor bald auch in Italien, Griechenland, Schweden, Spanien, Portugal, Israel und sogar in Brasilien und Indien zu finden.

Was van der Horst, der 1985 im Alter von 58 Jahren verstorben ist, nicht mehr erleben konnte, war der erfolgreiche Sprung über den Atlantik. Ein erster Versuch (1977 mit einer kanadischen und 1981 mit einer USA-Ausgabe) scheiterte unter anderem an logistischen Problemen – es fehlte eine geeignete Basis vor Ort.

Die hat Elektor vor zwei Jahren mit Circuit Cellar gefunden, der führenden amerikanischen Zeitschrift für Mikrocontroller-Anwendungen und Embedded Systems. Der vor 50 Jahren gegründete Verlag ist damit heute weltweit die Nummer 1 in seinem Sektor. Das Geheimnis dieses Erfolgs ist das gleiche wie vor 50 Jahren: die Leidenschaft für Elektronik! Wir wünschen viel Freude mit der ersten Ausgabe in unserem (zweiten) Jubiläumsjahr!

Ernst Krempelsauer

- 6 Impressum**
Who is who bei Elektor
- 8 NXP-mbed-Contest**
mbed ist gelandet –
Mega-Workshop im Evoluon
- 9 Mailbox**
Briefe, E-Mails und Ideen
- 10 News**
Neuheiten, Nachrichten und Termine
- 16 Auch wenig summiert sich**
Energy Harvesting mit kleinen Solarzellen zum Niedrigpreis. Auf andere natürliche Energiequellen sind die beschriebenen Methoden zumindest teilweise übertragbar.
- 20 ATM18-Lehrplatine**
Vielseitige Erweiterungsplatine für kleine Mikrocontrollersysteme.
- 26 EKG drahtlos**
Aus Sicherheitsgründen müssen alle Schaltungen zur Aufnahme eines Elektrokardiogramms (EKG) mit Akkus oder Batterien und völlig getrennt von anderen Geräten betrieben werden. Der Einsatz einer drahtlosen Übertragung mit aktueller ZigBee-Technik löst alle Isolationsprobleme und bietet dem Anwender große Bewegungsfreiheit.
- 32 Nixie-Thermometer**
Dank Nixie-Röhren eine auch optisch attraktive Temperaturanzeige.
- 36 i555– ein virtueller 555er**
Ein ATtiny-Mikrocontroller simuliert einen 555 durch Software.
- 43 Labcenter**
Xmega-Board
Gesehen auf der electronica
Hier kommt der Bus!
- 48 FAT embedded:
Open-Source-Libraries**
Vor der Verwendung einer Open-Source-Implementierung sollte man die Grundzüge des FAT-Dateisystems verstanden haben...



INHALT

42. Jahrgang
Januar 2011
Nr. 481

20 ATM18-Lehrplatine

Bald sprechen Sie fließend „seriell“!

Falls Sie schon immer das Programmieren eines Mikrocontrollers erlernen wollten, wird Ihnen diese Schaltung eine große Hilfe sein. Die Platine nutzt das Elektor-ATM18-Testboard; damit entsteht eine Plattform, die das Rapid Prototyping erlaubt und sich hervorragend für die Ausbildung eignet. Unter anderem stehen 2 Temperaturfühler am 1-Wire-Bus, 2 DACs mit SPI-Interface, ein RC5-Empfänger und eine LED-7-Segment-Anzeige für Experimente zur Verfügung.

32 Nixie-Thermometer

Temperaturmesser mit Röhrenanzeige

Hier zeigen wir, dass man mit nostalgischen Nixie-Anzeigeröhren und einem modernen Mikrocontroller eine Temperaturanzeige realisieren kann. Mit einem transparenten Gehäuse ist dieses Thermometer ein Blickfang in der Wohnung. Besonders gut kommt es abends zur Geltung!

36 i555

iMono & iMulti: Monoflop und Multivibrator virtuell

Das IC mit den drei Fünfen im Namen ist zwar das meistverkaufte IC aller Zeiten – aus heutiger Perspektive allerdings auch ein Anachronismus pur. Schließlich arbeitet so ein 555 intern noch richtig analog, benötigt sogar reale Widerstände und Kondensatoren als externe Beschaltung und ist weniger flexibel, als es wünschenswert wäre. Dennoch braucht der postmoderne Elektroniker noch hin und wieder ein ordinäres Monoflop oder einen 0815-Multivibrator. Hier kommt die zeitgemäße Lösung: Ein virtueller 555er in Form eines Mikrocontrollers!

72 Musik im Ohr

Kopfhörerverstärker mit Standard-Bauteilen

Die Reihe der Kopfhörerverstärker in Elektor reicht von schlicht und einfach bis aufwändig und hoch komplex. Der hier vorgestellte Entwurf bewegt sich irgendwo dazwischen. Die Klangqualität ist gut, der Aufbau ist unkompliziert, und die Bauteile sind unkritisch - ein echtes Mini-Projekt.

54 Energiespartipps

Wir haben eine Anzahl auch unkonventioneller Energiespartipps gesammelt.

58 Free Energy

Seit Jahrhunderten ist die Menschheit auf der Suche nach Maschinen, die ohne äußere Energiezufuhr laufen und dabei nutzbare Energie liefern. Heute findet man sie im Internet...

62 ZF-Notch-Filter

Beim DX-Empfang wird gerne ein Notch-Filter verwendet. In diesem Beitrag geht es um LC- und RC-Schaltungen zur Filterung der Zwischenfrequenz eines Empfängers.

64 Motherboard für Arduino Nano

Der besonders kleine Arduino Nano benötigt ein Motherboard, wenn er in einer Anwendung eingesetzt werden soll. Wir stellen ein solches Motherboard vor, das sich nicht nur für Robotik-Anwendungen eignet.

66 Entwicklungstipps

Opamp versus Komparator
Analogeingang für PIC16F84A

68 Stimmenverzerrer

Das Verzerrern einer Stimme zwecks „Roboter-Sound“ lässt sich rein digital mit einem ATtiny45-Mikrocontroller realisieren.

72 Mini-Projekt: Musik im Ohr

Ein Kopfhörerverstärker ohne SMDs und schwer erhältliche ICs!

76 Retronik

Tandberg Model 5 & Stereo-Aufnahmeverstärker (ca. 1959)

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

42. Jahrgang, Nr. 481 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
Christian Vossen (Lt.), Ton Giesberts, Luc Lemmens, Jan Visser

Grafische Gestaltung und Layout
Giel Dols, Mart Schroyen

3-tägiges Fachseminar C-Programmierung für Mikrocontroller



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

NEU!

Die Beschäftigung mit Mikrocontrollern ist sehr reizvoll und vielseitig, teilt sie sich doch in zwei große Gebiete der Elektrotechnik auf: zum einen ist da die Hardware-Seite, die sich mit der Konzeption und der Entwicklung kompletter Systeme auseinandersetzt. Auf der anderen Seite ist die Hardware aber nicht funktionsfähig ohne die zugehörige Betriebssoftware für den Controller. Beide Entwicklungsgebiete sind also aufs Engste und unzertrennbar miteinander verzahnt. In diesem 3-tägigen Seminar lernen Sie nun verschiedene Facetten der Softwareerstellung für Mikrocontroller kennen.

Wir stützen uns dabei auf ein modernes Mikrocontroller-System mit dem leistungsfähigen AT89C51CC03 (8051er-Familie) der Firma Atmel ab und erläutern Schritt für Schritt, von Anfang an, die Softwareentwicklung in der international gebräuchlichen Programmiersprache C. Eine einfach zu handhabende integrierte Entwicklungsumgebung (IDE) zur Erstellung und zum Austesten von C-Programmen bildet die Software-Basis des Seminars.

Praxisgerechte Beispiele, die von den Teilnehmern während des Seminars programmiert und ausgetestet werden, vertiefen sofort das Erlernte und bieten vielfältige Möglichkeiten für eigene Weiterentwicklungen. Da C weitgehend genormt ist, lässt sich ein Transfer unserer Ergebnisse auch sehr einfach auf andere Mikrocontroller-Familien und andere C-Entwicklungsumgebungen durchführen.

Die Referenten:

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

Veranstaltungsort/-termin:

Seligenstadt 28.02. bis 02.03.2011

Teilnehmergebühr (zzgl. MwSt.):

1240,00 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-medianservice.de

Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 40 ab 01.01.2010

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.

© 2011 elektor international media b.v.

Druck: Senefelder Misset, Doetinchem (NL)



ISSN 0932-5468

mbed ist gelandet!

Frage: Was bekommt man mit 75 Elektronikern und einer Menge elektronischer Bauteile in einem UFO aus Beton?

Antwort: Den größten mbed-Workshop, den es je gegeben hat!

Von Simon Ford (UK)

Zurück von der Elektor Live! in Eindhoven (NL) kann ich nur sagen: Das war ein inspirierendes Erlebnis für jeden Elektroniker. Passend zum Thema fand dieses Event im Evoluon statt, einem Konferenz-Zentrum in der Form einer riesigen fliegenden Untertasse. Dieses Gebäude wurde von Philips 1966 ursprünglich als Wissenschaftsmuseum errichtet. Und so konnte ich zum ersten Mal in meinem Leben einen Taxifahrer fragen: „Bringen Sie mich bitte zum UFO!“

Unsere „Mission“ bestand in der Durchführung eines mbed-Workshops. Anfangs nahm ich an, dass sich 15 bis 20 Leute dafür anmelden würden. Doch eine Woche vor dem Event kam eine E-Mail von Elektor, dass keine weiteren Anmeldungen mehr akzeptiert würden, da nicht mehr als 75 Personen teilnehmen könnten. 75? 75!

Das war eine ganz neue Dimension für meine Workshops. Große Teile der folgenden Nacht verbrachten wir damit, so viele Elektronik-Kits wie möglich zusammen zu kratzen. Wir brachten also eine volle Ladung an Komponenten (Accelerometer, Gyroskope, LCDs, Sensoren, Trackballs, RFID-Leser...) und mbed-Basisplatinen mit. Sogar einige Roboter vom letzten „mbed Robot Racing Event“ hatten wir dabei. Das sollte unserer Meinung nach ausreichen, die Teilnehmer zu beschäftigen.

Und der Workshop wurde ein voller Erfolg! Wir hatten ein breites Teilnehmerspektrum vom Anfänger bis zum Experten. Gleichzeitig war das ein toller Test unserer Fokussierung auf die Grundlagen der Prototypenentwicklung ohne zu sehr auf Entwickler mit speziellen Anforderungen einzugehen. Unser Ziel ist es ja, mbed als Tool gleichermaßen für Anfänger wie für Experten attraktiv zu machen. Nach dieser positiven Erfahrung würden wir die Reihe derartiger Veranstaltungen gerne fortsetzen. Geben Sie uns Bescheid, wenn in Ihrer Nähe etwas Passendes stattfinden sollte!

Auf der Elektor Live! trafen wir viele Leute, die schon mbed-user sind. Einige hatten ihre Ideen schon beim NXP mbed Design-Contest



2010 eingereicht. Wenn es mit diesen Ideen so weiter geht, dann wird es ein interessanter und spannender Wettbewerb. Und es würde mich sehr freuen, wenn sich über die Veröffentlichung von Ideen der gegenseitige Austausch vertiefen würde.

Falls Sie es nicht mitbekommen haben: NXP Semiconductors, Circuit Cellar und Elektor haben im September 2010 zum NXP mbed Design-Wettbewerb aufgerufen. Es gibt Preise für Entwickler, die der Community Referenz-Entwürfe und Module zur Verfügung stellen und so anderen Entwicklern helfen, ihre Prototypen schneller zu realisieren. Das Ziel ist schnellere Innovation. Wir hatten uns gefragt: Was können wir tun, um Entwicklern das Experimentieren zu erleichtern, um neue Anwendungen für Mikrocontroller schneller zu realisieren?

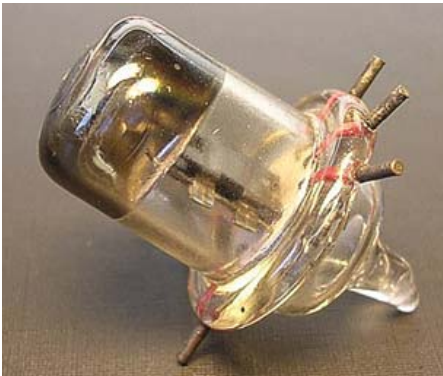
Wir sind an allen Arten von Beiträgen interessiert: innovative Ideen, ungewöhnliche Anwendungen, eindrucksvolle Ingenieursarbeit und einfache Lösungen für reale Probleme. Die Projekte sollen neue Ideen und Ansätze demonstrieren. Sie sollen andere Entwickler inspirieren und positiv bei ihrer Arbeit beeinflussen. Auf diese Weise kann jeder dazu beitragen, die Industrie vorwärts zu bringen. Falls das nicht ausreicht: Lassen Sie sich doch von den Preisen auf der Webseite von Circuit Cellar motivieren...

Einsendeschluss ist der 28.02.2011 um 17:00 Uhr MEZ. Wenn Sie schon ein mbed haben, dann besorgen Sie sich bei Circuit Cellar eine Registrierungs-Nummer und legen los. Da die mbed-Community rasant wächst, finden Sie hier schon viele Leute, die ihnen bei Problemen helfen können. Wir wünschen Ihnen viel Erfolg!

(100873)

Simon Ford ist ein Vollblut-Ingenieur für Elektronik und Computertechnik. Er arbeitet bei ARM. Bevor er sich mit mbed beschäftigte, war er als leitender Ingenieur für die ARMv7/NEON-Architektur zuständig, die heute in den meisten Smartphones steckt.

Infos und Anmeldung zum NXP mbed Design-Wettbewerb 2010 unter: www.circuitcellar.com/nxpmbeddesignchallenge



Chain Home oder Home Chain?

EF50 – die Röhre, die half, Hitlers Luftwaffe zu besiegen, Rubrik „Retronik“ in Elektor 12/2010, S. 60 (100657)

Zur letzten „Retronik“ eine kleine Anmerkung: Die Radarabwehr der Engländer hieß „Home Chain“, nicht „Chain Home“, und die Pressglasteller als Elektroden-durchführung und „Boden“ von Röhren sind 1940 auch nicht wirklich neu. Die US-Stahlröhren aus den 30ern waren auch schon „stemless“, die sich daran anlehenden Stahlröhren (11-er-Serie) von Telefunken ebenfalls. Erste Miniaturröhren mit Pressglasteller hat Western Electric in den USA ebenfalls ab etwa 1937 gefertigt, zu nennen ist die viele Millionen mal hergestellte 6AK5 (= EF95). Und auch die deutsche Militärfertigung hatte in den späten 30ern/Anfang 40ern schon Röhren für entsprechende Bandbreiten zur Verfügung, z.B. die LD1, eine Triode, die einen Glasboden mit durchgeschmolzenen Anschlüssen hat und für Wellenlängen bis ins Dezimeter-Band (300 MHz+ !!) geeig-

net war. Das älteste Originaldatenblatt in meinem Archiv ist von 1941. Mit der Haupterfolg des alliierten Radars, insbesondere die Verkleinerung der Geräte, liegt an zwei anderen Entwicklungen (neben dem Magnetron):

Die Verwendung von Hohlleitern statt massiver Drähte und die beinahe zufällig entdeckte Polymerisation von Ethylen unter hohem Druck bei Zugabe winziger Sauerstoffmengen als Katalysator zu Polyethylen (DuPont in den USA). Dieser Kunststoff, der bei uns heute landläufig eher durch Plastiktüten bekannt ist, hatte gegenüber allen bis dahin bekannten Polymeren den niedrigsten Dämpfungswert und ermöglichte um Klassen bessere Koaxkabel, als das zuvor als Isolator verwendete, in seiner Molekülstruktur polare und damit relativ hoch verlustbehaftete PVC. Gesteigert wurde der Erfolg noch durch die Entdeckung des dem Polyethylen verwandten „Teflons“ (ebenfalls DuPont). Das ist ein Polyethylen (Polytetrafluorethylen, kurz PTFE), bei dem alle Wasserstoffatome durch Fluor ersetzt wurden. Dieses hat neben den hervorragenden elektrischen auch weitaus bessere mechanische Eigenschaften (weite Temperaturbeständigkeit) als Polyethylen für zahllose militärische Anwendungen (für zivile natürlich auch - später). Aus technikgeschichtlicher Sicht ist diese Zeit höchst interessant und spannend. Schade, dass dieses Thema sowohl in

Schulen als auch im Elektronikalltag eher stiefmütterlich behandelt wird. Von daher fand ich den EF50- Artikel sehr schön und interessant zu lesen.

Jan Philipp Wuesten

Vielen Dank für die ergänzenden Informationen. Vielleicht hat der Beitrag ungewollt den Eindruck erweckt, die EF50 wäre ihrer Zeit voraus gewesen. Sie war aber zweifellos auf der Höhe der Zeit und so fortschrittlich, dass England zu diesem Zeitpunkt nichts Vergleichbares hatte und auch nicht herstellen konnte. Der entscheidende Punkt war daher, dass England erst durch die EF50-Lieferung aus Eindhoven in die Lage versetzt wurde, die für das Radarsystem dringend benötigten Empfänger kurzfristig und in ausreichender Stückzahl herzustellen. Und ohne dieses Radarsystem hätte die „Luftschlacht um England“ mit großer Wahrscheinlichkeit einen anderen Verlauf genommen. Chain Home (CH) war übrigens tatsächlich der Codename für den Ring von Radar-Frühwarnstationen entlang der britischen Süd- und Ostküste (siehe Encyclopaedia Britannica und http://en.wikipedia.org/wiki/Chain_Home).

Updates und Ergänzungen

Klein aber fein - das Minimod18

Elektor 01/2010, S. 48 (090773)

Eine Schritt-für-Schritt-Anleitung (in Englisch) für das Laden eines BASCOM-AVR-Programms in das Minimod18 hat Mark Alberts auf seiner Website veröffentlicht: www.mcselec.com/index.php?option=com_content&task=view&id=268&Itemid=67

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

Anzeige

PCB Spezialist für Prototypen & Kleinserien

**EURO
CIRCUITS**

PCB proto spezieller Prototypen Service

STANDARD pool große Auswahl 1-8 Lagen

Neu TECH pool 100µ Technologie

Neu IMS pool aluminium Prototypen im Pooling

On demand alle Optionen bis 16 Lagen

ALLE SERVICES

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

www.eurocircuits.de

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

Frohe Weihnachten und ein erfolgreiches neues Jahr

Von Phil Knurhahn

Ein Problem und keine Lösung

Internetradios, Smartphones mit Fernsehempfang und nun auch noch die drahtlosen Tablet-Computer: Sie alle schreien nach mehr verfügbaren Übertragungsfrequenzen und oft nach mehr Bandbreite. Doch da geht nichts: Der ideale Übertragungsbereich für solche Dienste liegt bei Wellenlängen zwischen 1 m und 10 cm. Und da ist schon alles vergeben. So bliebe nur, diese Dienste neu zu erfinden – mit weniger Bandbreitenbedarf. Hierzu veröffentlicht die aktuelle Ausgabe der Zeitschrift „Spectrum“ des IEEE einen lesenswerten Beitrag. <http://spectrum.ieee.org/telecom/wireless/the-great-radio-spectrum-famine>

Wettlauf mit der Zeit



Der weltweite Energiebedarf in der Informationstechnik (IT) hat seit kurzem den Energieverbrauch der gesamten Luftfahrt überholt. Innerhalb der IT-Industrie sieht

man das mit Sorge und hat auch Schritte dagegen unternommen. So werden Großrechenzentren wie sie Google und Co., aber auch rechenintensive Branchen benötigen, in kühlere Zonen verlegt: Da kann man schon mal an den Kühlungskosten sparen. Die Halbleiterindustrie verringert auch stetig den Verbrauch ihrer Chips – doch hier stehen letztlich physikalische Grenzen im Weg, die sich nicht unterschreiten lassen. Da die Transistoren immer kleiner werden, die Isolationsschichten immer dünner, steigen die Leckströme der Transistoren stetig an.

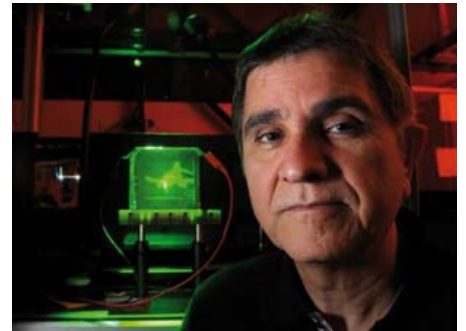
In Zusammenarbeit mit führenden Universitäten und Industrieforschungszentren in ganz Europa wurde eine neue Forschungsinitiative gestartet, die sich mit diesem Problem befasst. In dem Projekt „Steeper“ werden neuartige Transistoren entwickelt, die den Energieverbrauch der Geräte im aktiven Zustand um das 10-fache senken und im

Standby-Modus praktisch auf Null drosseln könnten. Das von der Europäischen Union unterstützte Projekt ist zunächst auf drei Jahre angelegt. Es steht unter der Leitung der Eidgenössischen Technischen Hochschule Lausanne (EPFL). „Unsere Vision ist es, gemeinsam mit der Industrie an der Entwicklung eines Computers zu arbeiten, dessen Stromverbrauch im Ruhezustand vernachlässigbar gering ist. Wir nennen ihn den Null-Watt-PC“, erklärt Prof. Adrian M. Ionescu (Foto: EPFL) vom Nanolab der EPFL und Koordinator von Steeper. Partner sind u.a. das Forschungszentrum der IBM in Rüschlikon, die CEA-LETI, das Forschungszentrum Jülich, Infineon, sowie die Universitäten von Bologna, Dortmund, Udine und Pisa. Das Konsortium erforscht Tunnel-Feldeffekttransistoren (Tunnel-FETs), die aufgrund des Aufbaus die Energieeffizienz signifikant verbessern können. Drei verschiedene Arten von Tunnel-FETs werden untersucht: Solche auf der Basis von Silizium (Si), solche aus Silizium-Germanium (SiGe) und Nanodrähte aus III-V-Halbleitern. In Tunnel-FETs wird quantenmechanisches Band-zu-Band-Tunneln genutzt, um den Transistor zu schalten. Beim Übergang vom „OFF“- in den „ON“-Zustand entsteht so eine steilere Schaltcharakteristik als bei konventionellen Transistoren (woraus sich der Projektname „Steeper“ ableitet).

<http://actu.epfl.ch/news/energy-saving-devices>

Holografisches Display

Ein Team der University of Arizona um Professor Nasser Peyghambarian (Photo: Norma Jean Gargas / UANews) hat ein holografisches Display entwickelt, das bewegte 3D-Bilder ohne spezielle Brille wiedergeben kann. Das Display ist aus einem photorefraktiven Material (die Brechung ändert sich bei Lichteinfall), die bewegten Hologramme werden alle zwei Sekunden auf den neuesten Stand gebracht. Das ist noch nicht Echtzeit-Bewegung, kann aber doch schon für Anwendungen in der Telemedizin oder auch in der Werbung genutzt werden. Die Basisergebnisse wurden an einem 10-Zoll-Display erarbeitet, derzeit versucht man sich an einem 17-Zoll-Display. Das 3D-Bild wird von einem Array von Kameras aufgenommen – je mehr Kameras, desto besser aufgelöst ist letztlich das Bild. Die Bildinformation wird dann einem schnellen gepulsten Laser aufmoduliert, der seinerseits mit

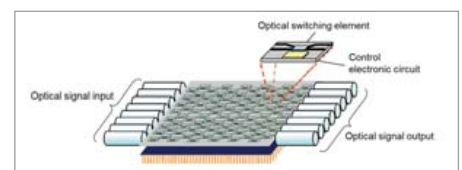


einem Referenzstrahl interferiert: Das resultierende Muster wird auf das photorefraktive Polymer geschrieben, wo das 3D-Bild letztlich Pixel für Pixel entsteht.

www.uanews.org/node/35220

Optoelektronische Schaltung halbiert Energieverbrauch

Die Fujitsu Laboratories haben auf der Jahrestagung 2010 der IEEE Photonics Society einen optoelektronischen Netzwerkschalter vorgestellt, der das Zeug hat, den stetig wachsenden Energieverbrauch in der Informationstechnik zu senken. Optoelektronische Netze werden für alle datenintensiven Übertragungen benötigt, vom „Cloud Computing“ bis hin zur Übertragung von Videos in ultrahoher Auflösung. Fujitsu nahm bei der Entwicklung des Chips als eigentliches Schaltelement einen Nanodraht aus SiGe als Grundlage, weil das Material einen enge-



ren Abstand in den Valenzbändern hat als Reinstsilizium und damit bessere elektrische Eigenschaften. Da man „direkt“ schalten kann, benötigt man keine Energie für die Wandlung der elektronischen Signale in optische und wieder zurück. Pro Schalter kommt man dann auf nur noch 1,5 mW an elektrischer Leistung – die Hälfte von dem, was heute benötigt wird. Mehrere dieser Schaltelemente bringt man dann auf einem Chip (Grafik: Fujitsu Laboratories) unter, wie man ihn an den Schaltstellen der Netzverbindungen benötigt.

<http://jp.fujitsu.com/group/labs/en/>

Berührungssensorik schnell und einfach integrieren mit Microchips strom- und kostensparenden Lösungen

Microcontrollers

Digital Signal
Controllers

Analog

Memory



Mit Microchips mTouch™-Lösungen können Entwickler Berührungssensorik mittels Applikationscode in einen einzigen Mikrocontroller integrieren – und somit die Gesamtsystemkosten verringern.

Microchip bietet eine Vielzahl strom- und kostensparender, flexibler Lösungen für Tasten/Slider und Touchscreen-Controller. Und mit unseren einfach einsetzbaren GUI-basierten Tools, kostenlosem Quellcode und kostengünstigen Entwicklungstools ist eine schnelle Markteinführung garantiert.

Kapazitive Berührungstasten und Slider

- Längere Batteriebensdauer mit eXtreme Low Power MCUs
 - Näherungssensorik mit weniger als 1 µA
- hohe Störimmunität und geringe Störstrahlung
- großes Angebot an MCUs senkt die Systemkosten:
 - 8, 16 & 32-Bit-PIC® MCUs für kapazitive und induktive Sensorik
 - integriert: USB, Grafik, LCD, IrDA, CAN
 - keine externen Bauteile erforderlich
- Mit **Metal Over Cap Technologie** können Sie:
 - für polierte oder gebürstete Metalloberflächen, einschließlich rostfreiem Stahl und Aluminium
 - Erkennung durch Handschuhe hindurch
 - Entwicklung wasserdichter Designs
 - Braille-taugliche Anwenderschnittstellen möglich

Touchscreen-Controller

- fertig verarbeitete Berührungskordinaten
- **Projected-Capacitive-Technologie**
 - Erfassung von Mehrfachberührungen ermöglicht Gestensteuerung
 - kostengünstige MCU-Implementierung
 - großer Betriebsspannungsbereich: 1,8 bis 5,5 V
 - geringer Betriebsstrom: 1,5 mA bei 5 V
- **Analog-Resistive-Technologie**
 - geringste Systemkosten, einfache Integration
 - universelle 4-, 5- & 8-Draht-Lösungen mit On-Chip-Kalibrierung
 - Schnittstellen: I²C™, SPI, UART oder USB
 - stromsparende „Touch to Wake-up“-Funktion

EINFACHER START IN 3 SCHRITTEN

- Weitere Informationen unter: www.microchip.com/mtouch
- Download von Applikationsschriften und lizenzfreiem Quellcode
- Entwicklungstool bestellen



Erweitertes mTouch-Capacitive-Evaluierungskit - DM183026-2 (für Tasten & Slider)



Projected-Capacitive-Entwicklungskit - DM160211



Analog-Resistive-Touchscreen-Entwicklungskit - DV102011

Intelligent Electronics start with Microchip

microchip
DIRECT
www.microchipdirect.com

www.microchip.com/mtouch

 **MICROCHIP**

Neuer Reichelt-Katalog



Elektronik-Distributor Reichelt hat einen neuen Katalog herausgebracht. Die Ausgabe 1/2011 enthält wieder viele interessante Neuheiten und attraktive Produkte aus den Bereichen Bauelemente, Messtechnik, PC und Zubehör, Unterhaltungselektronik und mehr.

Interessant für Elektroniker ist zum Beispiel das 59-W-Schaltnetzteil für LED-Anwendungen, das mit Überlast-, Überspannungs- und Kurzschlusschutz ausgestattet ist und für 25,55 Euro angeboten wird. Ein kompaktes Labornetzgerät mit Master-/Slave-Funktion und 0-36 V/0-5 A steht für 116,70 Euro im Katalog.

Eine gute Nachricht gibt es für ausländische Interessenten: Mit Erscheinen der Katalogausgabe wurde der Mindestbestellwert für Aufträge aus dem europäischen Ausland auf 10 € gesenkt.

Vom Katalog hat der Distributor wie immer auch eine Online-Version ins Netz gestellt, in der wirklich geblättert werden kann, trotzdem muss man auf eine komfortable Verlinkung zum Online-Shop nicht verzichten.

Der gedruckte Katalog kann kostenlos auf der Herstellerwebsite angefordert werden.

www.reichelt.de

AVR-basiertes SPS-Board in neuer Version

Mikroelektronika hat eine neue Version seiner AVR-basierten SPS-Plattform AVR-PLC16 vorgestellt, das Herzstück ist nun ein ATmega32 statt eines ATmega16. Mit dem Board lassen sich auf einfache Weise Steuerungen für den Domotik-, Office- oder Industriebereich entwickeln. Integriert sind Features wie RS232 und RS485, Ethernet, eine Echtzeituhr und vieles mehr, ein GSM/GPRS-Modul ist optional erhältlich. Die Platine bringt 16 digitale Eingänge und 16 Relaisausgänge mit und verfügt außerdem über einen integrierten USB-

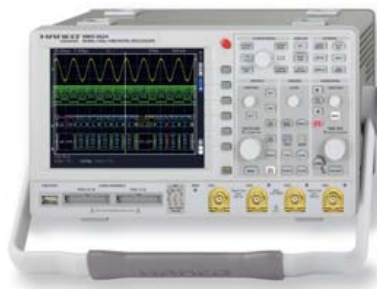


Programmer. Weitere Details sind auf der unten angegebenen Website nachzulesen. Zu den Funktionen des Boards werden Softwarebeispiele in C, Basic und Pascal mitgeliefert, die sich mit den herstellereigenen Compilern mikroC PRO, mikroPascal PRO und mikroBasic PRO für AVR nutzen lassen. Zu den weiteren Produkt-Updates und -Neuheiten des rührigen Toolherstellers gehören das „Serial Ethernet 2 Board“ auf Basis des 10/100-Base-T-Ethernet-Controllers ENC624J600 von Microchip und ein Relaisboard.

www.mikroe.com/eng/products/view/539/avrplc16-v6-plc-system

Hameg Oszilloskope mit neuen Funktionen

Kurz nachdem Hameg die HMO2524-Oszilloskope auf den Markt brachte, entwickelte sich die eingebaute Bussignalquelle zu einem sehr beliebten Feature. Diese Signalquelle mit vier Anschlüssen ist die laut Hersteller weltweit einmalige Möglichkeit, bis zu 4 bit breite parallele Daten (zufällige Bitfolge oder Zähler), SPI-, I2C- oder UART/RS232-Signale mit Nutzdaten als Referenz direkt am Oszilloskop abzunehmen.



Aufgrund der großen Nachfrage hat Hameg diese Funktion nun auch in den 350-MHz-Oszilloskopen HMO3522 und HMO3524 implementiert. Außerdem erweitert ein Firmwareupdate die Anwendungsbereiche der gesamten HMO-Serie beträchtlich, zu den wesentlichsten Neuerungen gehören eine wählbare Interpolation (Linear, Impulse, SinX/X), eine wählbare Datenanzahl bei der FFT (2k bis 64k), ein neues Bildschirmausdruckformat, weitere Mathematikfunktionen (u.a. digitale Filter) und mehr. Die Firmware steht allen Anwendern eines Oszilloskops der HMO-Serie zum kostenlosen Download zur Verfügung.

www.hameg.com/HMO3524

CD mit 75 Stromversorgungs-Schaltungen

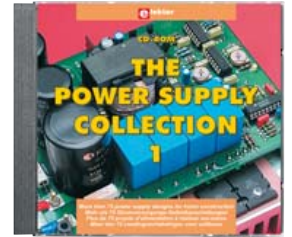
Für viele Elektroniker ist der Entwurf einer Stromversorgung ein notwendiges Übel. Und wenn nicht nur Milliampere, sondern einige Ampere gefragt sind,

beginnt für so manchen Entwickler ein unbekanntes Terrain. Schön,

wenn man sich da von Experten etwas anschauen kann!

Die Elektor-CD „The Power Supply Collection 1“ vereint mehr als 75 verschiedene Stromversorgungs-Selbstbauprojekte, die in den Jahren 2001-2005 in Elektor erschienen sind. Hierzu gehören der „CuKonverter“, ein Hochspannungsnetzteil und ein Digitales Netzgerät mit interessanten Features.

www.elektor.de/psci



Spektrumanalyser zeigt E-Mails

Ein interessantes Gerät hat die Telemeter Electronic im Portfolio: Der PSA2701T Spektrumanalyser von TTI (Thurby Thandar Instruments) ermöglicht Messungen bis 2,7 GHz, ist aber auch als PDA zu verwenden. Servicemitarbeiter und sonstige Außendienstler können mit dem formschönen Gerät daher sowohl Messungen durchführen als auch beispielsweise ihre Mails abrufen. Als Betriebssystem fungiert hierbei Palm OS 5.4.

www.telemeter.info



JANUAR 2011

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

19. - 21. Nürnberg
Eltec
Regionalmesse mit den Schwerpunkten Elektro-Installation, Gebäude- und Beleuchtungstechnik, Solar und mehr.
www.eltec-online.de

26. Dortmund
Elektor-Seminar „Eagle PCB und Design“
Vom Schaltungsdesign bis zur Platinenfertigung reicht die Themenpalette. Dazu gibt's Tipps und Tricks zum Umgang mit dem bekannten

Elektronik-CAD-Programm.
www.elektor.de/eagle-seminar

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

FEBRUAR 2011

1. - 3. München
Elektronik-Systeme im Automobil
Gilt als „Jahrestreff“ der Automobil-Elektronik-Branche. Mit Vorträgen und einer Fachausstellung.
www.elektroniksysteme-automobil.de

8. - 9. Düsseldorf
Toshiba Linux-Symposium
Veranstaltet von Toshiba und Distributor Glyn. Themenbereiche sind unter anderem Embedded-Linux-Grundlagen und die ARM9-Controller Serie TMPAgo.
www.glyn.de/academy

16. München
Batterien & Ladekonzepte
Die Zeitschrift „Design & Elektronik“ veranstaltet dieses jährliche Entwicklerforum.
www.elektroniknet.de/termine

21. - 23. Oldenburg
Modellierung von Schaltungen und Systemen
„Methoden und Beschreibungssprachen zur Modellierung und Verifikation von Schaltungen und Systemen“ heißt der volle Titel dieses Workshops.
www.vde.com/de/Veranstaltungen/Workshops/Seiten/Workshops.aspx

22. - 24. Bochum
Elektor-Workshop „Serielle (Geräte-)Bussysteme“
In dem 3-tägigen Workshop bekommt der engagierte Praktiker einen umfassenden Einblick in die Funktionsweise von SPI-, I²C(TWI)- und 1-Wire-Bus und baut sich sein eigenes vernetztes System auf.
www.elektor.de/bussysteme

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

Anzeige

BESSER GLEICH ONLINE KALKULIEREN.
STARRE- UND FLEXIBLE LEITERPLATTEN.



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

www.leiton.de Info-Hotline +49 (0)30 701 73 49 0

REFLOW-KIT[®]
Beta LAYOUT

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



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) €19,80

Pinzettensatz €19,90

www.reflow-kit.de

Beta LAYOUT

Die Evolution des PCB Prototypers



Von Harry Baggen (Redaktion NL)

In der letzten Elektor-Ausgabe wurde der neue PCB Prototyper vorgestellt. Dabei handelt es sich um eine universelle Platinenfräsmaschine, die sich aufgrund ihres gegenüber vergleichbaren Produkten sehr günstigen Preises für den breiten Einsatz in Elektronik-Labors sowie Ausbildungs- und Entwicklungsabteilungen anbietet. Auf der vor kurzem in Eindhoven veranstalteten Ausstellung „Elektor-Live!“ konnten die Besucher den Prototyper und verschiedene damit gefertigte Platinen in Augenschein nehmen. Die Besucher waren sehr beeindruckt von der Qualität der Ergebnisse. Mancher dachte sogar laut darüber nach, wie er es anstellen könnte, sich so eine Maschine für den Eigenbedarf anzuschaffen (Wie erzähle ich das bloß meiner Frau...).

Der PCB Prototyper ist allerdings viel mehr als „nur“ eine Maschine zum Fräsen von Platinen. Schon im letzten Heft wurde beschrieben, dass sich diese Maschine auf Grund der modularen Bauweise äußerst einfach für andere Anwendungen modifizieren lässt. Modular ist nicht nur der mechanische Aufbau, sondern auch die Software-Architektur.

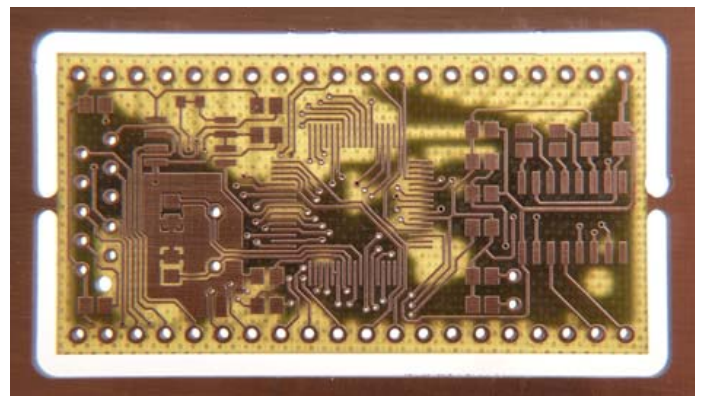
Die erste Vorstellung der Maschine sorgte für viele Leseranfragen. Es wurden noch ganz andere Anwendungen vorgeschlagen als die von Colinbus und Elektor ursprünglich vorgesehenen. Einige Ideen bezogen sich interessanterweise auf die Abmessungen der Maschine. Dabei ging es nicht so sehr um die Arbeitsfläche, sondern um den verfügbaren Raum unter der Plexiglashaube. Und das ist gut so, denn wir verfolgen ja das Ziel einer multifunktionalen Maschine, die viel mehr kann als bloß hochwertige Platinen zu

fräsen. Der Anwender soll schließlich die Möglichkeit haben, sowohl die Maschine als auch ihre Software an seine Bedürfnisse und an die konkreten Aufgaben anzupassen. Und deshalb wurde auch sofort beschlossen, die Haube größer zu machen. Die neuen äußeren Abmessungen sind deshalb auf 455x385x360 mm (BxTxH) gewachsen.

Mit dieser Vergrößerung wurde auch die Y-Achse verlängert. Auch das hat weniger etwas mit dem Fräsbereich, sondern mehr mit dem Raum zu tun, der für eventuelles Zubehör verfügbar ist. Man denke nur an eine auf dem Fräskopf montierte Kamera, die minimal den Arbeitsbereich erfassen muss, den der Fräskopf nutzt. Mit den jetzt vorgenommenen Änderungen lässt sich dafür eine deutlich größere Kamera verwenden. Es ist nun auch Platz für den Einbau wissenschaftlicher Geräte. Selbst für einen Laser oder einen Scanner besteht jetzt deutlich mehr Spielraum.

Der PCB Prototyper wurde auf Grund der Anregungen unserer Leser nicht nur auf zusätzliche Anwendungen vorbereitet, es wurde auch bereits damit begonnen, Zubehör für Erweiterungen zu entwickeln, die wir in einer der nächsten Ausgaben vorstellen werden. Und wenn Sie eine gute Idee oder einen besonderen Wunsch haben, dann zögern Sie nicht und kontaktieren Colinbus oder Elektor. Je mehr Kommunikation, desto besser werden Software und Zubehör an Ihre Bedürfnisse angepasst.

(10086g)



Mehr Informationen zum PCB Prototyper:
www.elektor.de/pcbprototyper



Handheld-DSO/-DMM mit hervorragenden Leistungsdaten

- Bandbreite: 25 MHz, Samplerate: 125 MS/s
- Anstiegszeit: < 14 nS, LCD-Display: 145 mm (5,7")
- integriertes Digitalmultimeter, 5999 Digits

UTD 1025 C
739.00



Tischmultimeter
 39999 Counts, USB
 3 5/6-stelliges DUAL-Display 39999
 zahlreiche Messfunktionen

UT 804
169.95

Markenqualität - Top-Service - günstige Preise!



Katalog kostenlos!
 Tagesaktuelle Preise:
www.reichelt.de

Programmierbares DC-Schaltnetzteil

- neun frei programmierbare Speichereinheiten
- zehn Speicher fest programmiert
- 1-40 V DC, 0-5 A DC



PEAKTECH 1885 **266.95**

Netzteil im modernen Kompaktdesign

- 0-5 V DC, 0-3 A DC
- LCD-Display
- U: 0,5 mV



PEAKTECH 6080 **47.35**

Blei-Vlies-Akku

- KUNG LONG
- Faston: 4,8 mm



WP 1,2-12 1,2 Ah - 0,60 kg - 59 x 97 x 43 mm
 WP 1,9-12 1,9 Ah - 0,95 kg - 66 x 178 x 34 mm
 WP 7,2-12 7,2 Ah - 2,67 kg - 102 x 151 x 65 mm

7.20
8.95
13.15

AC/DC-stabilisierte Labornetzgeräte

- Ausgangsspannung in 15 Schritten einstellbar
- Spannung: 1-15 V AC+DC
- Strom: 5 A AC+DC



PEAKTECH 6125 **154.00**

Regeltrenntrafo + DC-Netzteil

- Trenntrafo: 0-250 V AC, max. 4,5 A
- Netzteil: 0-30 V DC, 0-5 A DC, 5 V/3 A fest
- < 35 mV / 3 mA



PEAKTECH 2235 **627.00**

3-in-1-Multifunktionsladergerät

Maßgeschneiderter Ladeprozess, effektive Pflege und permanente Überwachung – mikroprozessor- und kennliniengesteuert.

- Ladestrom wählbar: max. 1 A für den Motorradmodus, 2,5 A für den Golfcarmodus und max. 5 A für den Pkw-Modus
- Mehrstufen-/U-Ladekennlinie
- verpol- und kurzschlussfest, integrierter Aktivator



HTDC 5000 **84.95**

Schaltnetzteil für DIN-Schiene

- Eingang: 85-264 V AC, 120-370 V DC
- Maße: 40 x 90 x 100 mm



SNT MW-MDR60-12 12 V, 5,0 A **24.25**
 SNT MW-MDR60-24 24 V, 2,5 A **24.25**

Labornetzgerät

- drei programmierbare Presets
- 1-30 V DC/0-15 A DC
- Restwelligkeit: 5 mV



HCS 3302 **145.00**

4x eneloop-Akkus

- auspacken und sofort einsetzen!
- nach jeder Ladung über ein Jahr einsatzbereit
- kein spezielles Ladergerät erforderlich



ENELOOP 4XAAA Micro/AAA, 800 mAh **9.95**
 ENELOOP 4XAA Mignon/AA, 2000 mAh **9.95**

Panasonic Industrial Power Line

- speziell für den Einsatz im industriellen Bereich
- 32er-Pack: 20x Mignon (AA), 12x Micro (AAA)



PAN AL32 PACK **9.95**

Grenzen überschreiten und neue Maßstäbe setzen – das gilt nicht nur für unser Produktportfolio, sondern auch einmal mehr für unsere Logistik.

Mindestbestellwert gesenkt!

Für Aufträge aus Deutschland, den EU-Ländern und der Schweiz beträgt der Mindestbestellwert jetzt nur noch 10,00 €.

Weitere Informationen unter:
<http://versandkosten.reichelt.de>



Mikroprozessorgesteuerter Schnelllader mit vier Ladeprogrammen

- individuelle Ladeströme: 200, 500, 700 mA
- separate LCD-Anzeige für jeden Ladeschacht
- paralleles Laden von AA-, AAA-/NiCd-, NiMH-Zellen
- Minus-Delta-Ladeabschaltung (-dV)
- Akkudetektererkennung mit Ladeunterbrechung
- Entlade- und Ladefunktionen unabhängig/gleichzeitig für jeden Ladeschacht



LADER BC 700 **24.20**

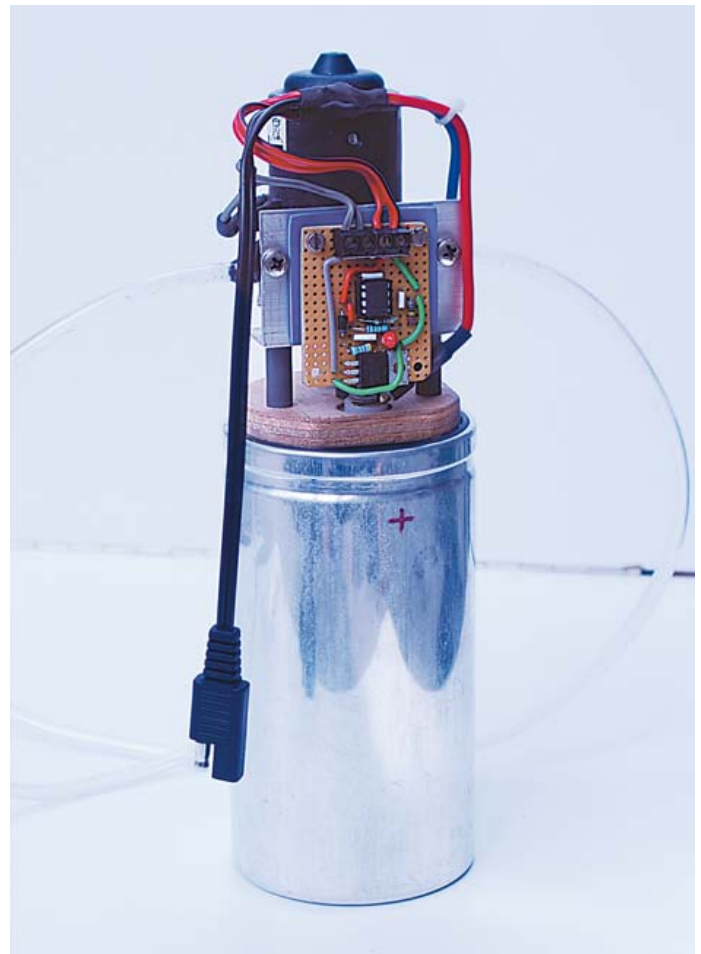


Auch wenig summiert sich

Energy Harvesting zum Niedrigpreis

Von Rolf Blijleven (NL)

Alternative Energien sind ein zentrales Thema unserer Zeit. In diesem Beitrag geht es um Ideen und Vorschläge für den Betrieb elektrischer Systeme mit Solarenergie. Wir wollen zeigen, dass es auch mit geringem Aufwand möglich ist, die Sonne als kostenlose Energiequelle zu nutzen.



Kleine elektrische Systeme müssen nicht zwangsläufig an Batterien oder am Stromnetz betrieben werden. Von den zahlreichen Alternativen wollen wir uns hier nur mit der von der Sonne als Strahlung gelieferten Energie befassen. Wenn man den (Bauteil-)Aufwand gering hält, liefert die Sonne Strom (fast) zum Nulltarif. Auf andere natürliche Energiequellen sind die beschriebenen Methoden zumindest teilweise übertragbar.

Leider sind fast alle alternativen Energiequellen mit drei Handicaps behaftet: Die Energie ist nicht kontinuierlich verfügbar, die entnehmbare Leistung ist nicht konstant, und die Ausbeute ist zu gering, um unmittelbar genutzt zu werden. Das Fachgebiet, das sich mit diesen Problemen befasst, heißt „Energy Harvesting“. Damit ist die Kunst gemeint, Energie zu „ernten“ (*harvest*), sobald die Quelle Energie liefert, und geringe Energiemengen zu sammeln, bis die Summe technisch nutzbar ist. Das Prinzip eines solchen Systems ist in **Bild 1** dargestellt. Am Anfang der Kette steht ein Energiewandler, der die natürliche Energie in elektrische Energie umsetzt, damit sie in einem Speicher gesammelt werden kann. Wenn die Menge der gespeicherten Energie ein

Mindestmaß erreicht, kann die Last zugeschaltet werden, so dass das Nutzsystem mit Strom versorgt wird. Diese Phase dauert so

lange an, bis der Energievorrat zur Neige geht, anschließend beginnt der Zyklus von vorn.

Für den schnellen Einstieg in das „Energy Harvesting“ hat zum Beispiel Texas Instruments ein Kit auf den Markt gebracht, das die Typenbezeichnung EZ-2500-SEH

trägt [1] und alle notwendigen Komponenten enthält. Basierend auf dem „EnerChip EH Solar Energy Harvesting“-Modul von Cymbet [2] kann dieses Kit als Plattform für den Aufbau autonomer drahtloser Sensor-Systeme dienen. Das Kit ist insbesondere für Rapid Prototyping gedacht.

Energie vom Himmel

Solarzellen wandeln Sonnenenergie unmittelbar in elektrische Energie um. Wir haben uns nach Solarpanelen der Preisklasse bis etwa 30 € umgesehen. Alle Hersteller geben neben der wirksamen Fläche F die maximale Spannung U sowie den maximalen Strom I an. Die auf die Fläche bezogene Leistung ($U \cdot I / F$) ist aber sehr unterschiedlich und reicht von etwas mehr als 2 W/cm^2 bei einem knapp 25 cm^2 großen Panel bis hin zu 12 W/cm^2 bei einem fast eben so

Kostenlose Energie mit geringem Aufwand

großen Exemplar. Ferner sind hohe Flächenleistungen nicht unbedingt gleichbedeutend mit hohen Preisen. Aussagefähiger sind Angaben zum Wirkungsgrad (bezogen auf die Beleuchtungsstärke in W/Lux), die aber leider selten anzutreffen sind. An einer Solarzelle für 4 € haben wir die angegebenen 200 mA bei 1 V nur bei wolkenfreiem Sommerhimmel und senkrechter Sonneneinstrahlung messen können. An einem Regentag oder bei gedämpftem Kunstlicht sind es nur etwa 0,2 V bei 0,02 mA.

Mind the Gap

Die meisten elektronischen Schaltungen und Geräte benötigen Betriebsspannungen von 3 V aufwärts, für elektrische Kleinmotoren liegt dieser Wert bei 5 V. Die Lücke (*gap*) zwischen diesen Mindestspannungen und den Spannungen kleiner Solarpaneele gilt es zu überbrücken. Natürlich lässt sich die Lücke durch Reihenschaltung mehrerer Zellen oder den Einsatz von Solarmodulen schließen, die höhere Spannungen liefern. Wir wollen jedoch an zwei Beispielen zeigen, dass es auch anders geht. Damit sind wir beim zweiten Glied der Kette in Bild 1 angekommen.

Unsere erste Lösung basiert auf dem „Switched-Capacitor Voltage Converter“ MAX1044 von Maxim [3]. Dieser Baustein legt den externen Kondensator C_e , wie **Bild 2a** und **2b** zeigen, periodisch an die Eingangsspannung V_{in} und schaltet ihn danach in Reihe mit Speicherkondensator C_s . Der MAX1044 hat einen Eigenbedarf von etwa 30 μ A, rund 50 μ A weniger als sein Vorgänger ICL7660, mit dem er pincompatibel ist. Die Schaltung mit einem MAX1044 verdoppelt die Eingangsspannung, mit mehreren Exemplaren lässt sich die Eingangsspannung vervielfachen (**Bild 3**). Das Prinzip der Spannungsvervielfachung ist in **Bild 4** dargestellt. Kondensator C_e hat 10 μ F, während C_s einen beliebig hohen Wert haben kann.

Alt, aber gut

Die Mindesteingangsspannung von 1,5 V des MAX1044 liegt vergleichsweise hoch. Auf der Suche nach einer Lösung für Energiequellen mit Spannungen von 1 V oder sogar nur 0,6 V (Transistor-Schwellenspannung) fanden wir die in **Bild 5** dargestellte Schaltung. Das Prinzip ist nicht neu, es geht auf eine Arbeit von Cockroft und Walton aus den 1930er Jahren zurück. In den 1970er Jahren wurde es von Dickson weiter entwickelt und nach ihm benannt. Die Dickson-Ladungspumpe (*charge pump*) hat in den letzten Jahren wieder an Bedeutung gewonnen, weil sie in abgewandelter Form in Bausteine integriert werden kann [4]. Doch auch mit diskreten Bauelementen lässt sie sich leicht realisieren.

Die Arbeitsweise soll kurz an Hand von **Bild 4** erklärt werden: Die Signale X und X sind gegenphasige Taktsignale. Wenn X = low ist, liegt am ersten Verbindungspunkt die Spannung $V_{in} - V_d$, wobei V_d der Spannungsabfall an der Diode ist. Bei X = High steigt die Spannung auf $V_X + (V_{in} - V_d)$, hier ist V_X die Amplitude des Taktsignals. Diode D2 leitet so lange, bis am zweiten Verbindungspunkt die Spannung $V_{in} + (V_X - V_d)$ liegt. Durch Hintereinanderschalten entsprechend vieler Stufen können niedrige Spannungen fast beliebig vervielfacht werden. Das gegenphasige Taktsignal liefert ein mit

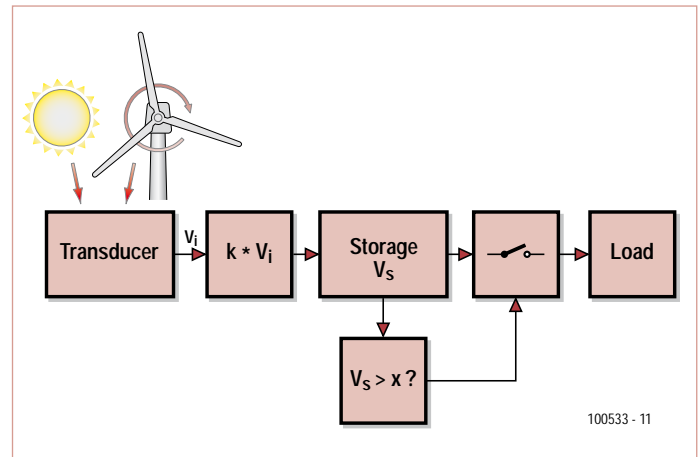


Bild 1. Das Prinzip des „Energy Harvesting“.

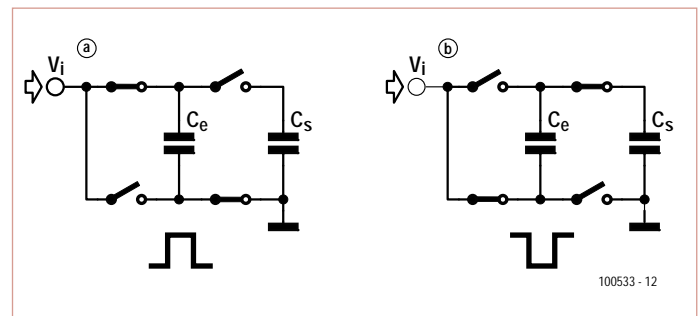


Bild 2. Spannungsverdopplung mit geschalteten Kondensatoren. In Phase a liegt an C_e die Eingangsspannung, in Phase b wird sie mit der an C_s liegenden Spannung in Reihe geschaltet. Da am Ausgang $-V_i$ liegt, wird die Spannung zwischen Eingang und Ausgang verdoppelt.

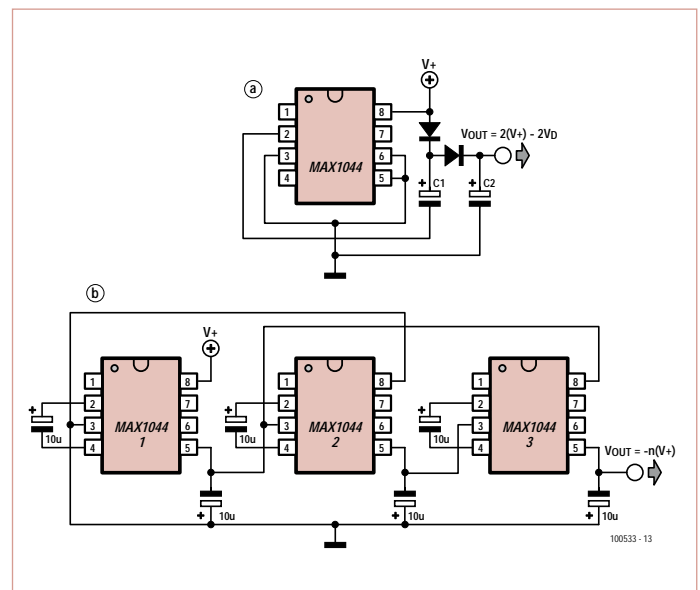


Bild 3. Der MAX1044 von Maxim als Spannungsverdoppler (a) und Spannungsvervielfacher (b).

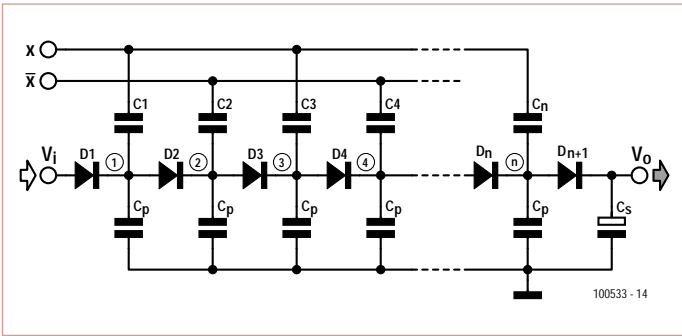


Bild 4. Prinzip der Ladungspumpe nach Dickson.

In der Gleichung treten V_x , V_d , und V_{in} auf, N ist die Anzahl der Stufen, C ist die Kapazität von C_1 , C_2 und folgenden, C_p ist die parasitäre Kapazität, I_{out} ist der Ausgangsstrom und f_{osc} ist die Frequenz des Taktsignals. Interessierte Leser finden die Ableitung der vorstehenden Gleichung unter [4].

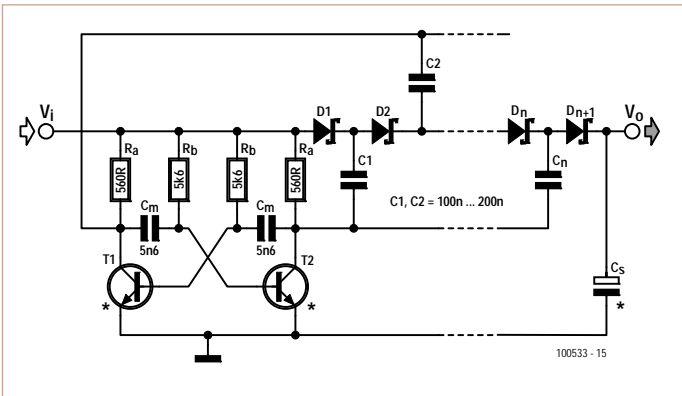


Bild 5. Spannungsvervielfachung mit Astabilem Multivibrator und Dickson-Ladungspumpe. Bestückt mit Germanium-Transistoren ist die Schaltung schon bei Eingangsspannungen ab 200 mV brauchbar.

Mathematik angewandt

Aus der Gleichung lässt sich ableiten, dass gewöhnliche Siliziumdioden mit $V_d = 0,6 V$ für den vorgesehenen Zweck kaum geeignet sind. Als Alternative bieten sich Schottkydioden mit $V_d = 0,2 V$ an, bei niedrigen Strömen kann dieser Wert sogar auf 75 mV sinken. Die parasitären Kapazitäten C_p (mehrere 10 pF) dürfen nicht vernachlässigt werden. Bei kleinem C ist die Ladezeit kurz, bis zum Laden des Speicherkondensators vergeht wenig Zeit. Andererseits ist der Beitrag von V_x gering, V_x ist gleich der niedrigen Eingangsspannung. Wenn $C \gg C_p$ ist, beispielsweise 100 nF oder 220 nF, geht der Quotient $C / (C + C_p)$ gegen 1. Ferner ist der Gleichung entnehmbar, dass dem Einfluss des Laststroms I_{out} durch eine möglichst hohe Taktfrequenz entgegengewirkt werden kann.

Wird der Astabile Multivibrator mit zwei Transistoren BC550 aufgebaut, ist das Sammeln von Energie bereits ab etwa 0,6 V möglich. Doch damit ist die untere Grenze noch nicht erreicht. Mit Germanium-Transistoren des Typs AC176 (gibt es noch im Internet) arbeitete die Schaltung dank einer Idee von Vladimir Mitrovic (siehe Elektor 02/2010, S. 74) bereits ab etwa 200 mV. Sobald ein Astabiler Multivibrator schwingt, genügen ihm etwa 80 % der anfangs benötigten Spannung.

bipolaren Transistoren aufgebauter Astabiler Multivibrator, wie ihn Bild 5 zeigt. Die Bauteilwerte ergeben sich aus der Gleichung der Ausgangsspannung:

$$V_{out} = V_{in} + N \cdot \left(V_x \cdot \frac{C}{C + C_p} - V_d - \frac{I_{out}}{(C + C_s) \cdot f_{osc}} \right) - V_d$$

Behälter gesucht

Bleibt noch die Frage der Energiespeicherung: Elko oder Akku? Wegen des sehr kleinen Ladestroms ist ein Elko die bessere Wahl, doch wie muss er dimensioniert werden? Die Antwort ist einfach: $I = C \cdot dV/dt$, also $C = I \cdot dt/dV$. Ein Beispiel: Wenn die Spannung an C_s in 2 s von 5 V auf 2,5 V sinken darf und dabei 1 mA fließen soll, muss der Elko die Kapazität $1 mA \cdot 2 s / 2,5 V = 0,8 mF$ haben (2 x 4700 μF parallel genügen vollauf). Die Energiemenge ist zwar begrenzt, doch ist zu bedenken, dass ein ATtiny mit 200 μA auskommen kann. In zwei Sekunden kann dieser Controller umfangreiche Aufgaben erledigen, die Übergabe von Messwerten an ein ZigBee-Netzwerk ist nur ein Beispiel von vielen. Für höheren Strombedarf stehen „Supercaps“ und andere kostengünstige Speichersysteme zur Verfügung. Wir haben einen „Supercap“ mit der Kapazität 0,15 F für 6 € erstanden.

Genügsamer Wächter

Letzte Glieder der Kette sind die Spannungsüberwachung und der Schalter, der die Last an den Energiespeicher legt. Dabei muss die Spannung an C_s kontinuierlich überwacht werden, ohne C_s zu belasten. Auch hier liefert Maxim die Lösung: Der MAX931 ist ein Ultra-low-Power- und Low-cost-Komparator mit 2 % Genauigkeit und (fast) Null Strom, solange seine Betriebsspannung V_{CC} weniger als 2,5 V beträgt. Darüber hat dieser problemlose Baustein einen Strombedarf von nur 2,5 μA bei einem Eingangsleckstrom

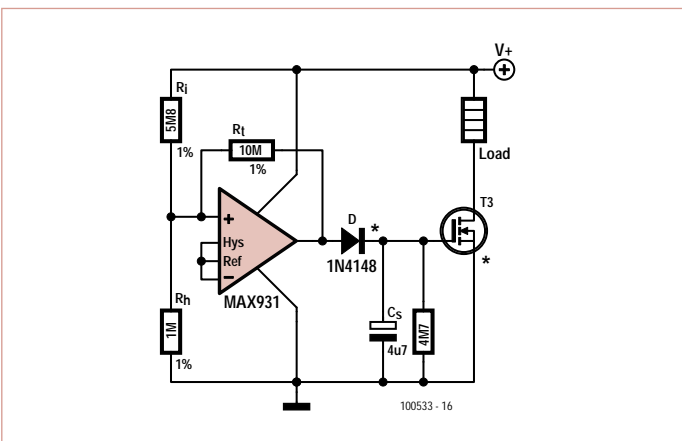


Bild 6. Der Komparator überwacht die Spannung des Energiespeichers. Wenn die eingestellte Schwelle erreicht ist, schaltet der MOSFET durch.

von nur 0,03 nA. Die Schaltschwellen sind mit sehr hochohmigen Widerständen einstellbar, so dass sich der gesamte Strombedarf in der Größenordnung von Mikroampere bewegt. Wie der MAX931 beschaltet wird, zeigt **Bild 6**. Die obere Schwelle ist dort auf rund 5 V und die untere auf etwa 2 V eingestellt. Die breite Hysterese ist notwendig, damit der Komparator präzise umschaltet. Die Berechnung der Widerstände beschreibt das Datenblatt [5]. Der Widerstand und der Elko am Ausgang sind optional, sie dienen dazu, den MOSFET möglichst lange im Leitzustand zu halten. Der MOSFET muss eine möglichst niedrige Spannung V_{gs-on} sowie einen möglichst niedrigen Widerstand R_{ds-on} aufweisen. Für Ströme bis 260 mA ist beispielsweise der Typ ZVN4424A geeignet, höhere Ströme kann der IRF3708 schalten. Beide Typen gehören zu den gängigen Bauelementen.

Resümee

Die gezeigten Lösungen sind sicher noch entwicklungsfähig. Germanium-Transistoren sind in Kleinstückzahlen immer noch problemlos erhältlich, und es ist nicht auszuschließen, dass ein Hersteller diese Marktlücke neu entdeckt.

Der Nutzen des „Energy Harvesting“ hängt natürlich von der Intensität der Sonnenstrahlung, ihrem Einfallswinkel und der benötigten Spannung ab. Wir haben mit einem 12-V-Solarpanel der 10-€-Preisklasse unseren 0,15-F-Kondensator auf 9 V geladen und daran eine 12-V-Gartenpumpe betrieben. Bei sonnigem Himmel lief die Pumpe in Intervallen von fünf Minuten, bei Regenwetter dehnten sich die Intervalle auf etwa eine Stunde aus. Unsere Gartenpflanzen waren mit dieser Art der Bewässerung voll zufrieden. Ein Glockenspiel auf einer Fensterbank, angetrieben von einem 5-V-Motor, erklang bei Sonnenschein im Abstand von etwa einer Stunde. An tiefdunklen Regentagen konnten wir es deutlich seltener hören.

Die Sonnenenergie fällt zwar kostenlos vom Himmel, doch in den Wintermonaten ist die Strahlungsintensität reduziert. Uns erinnert das daran, dass Laubbäume im Winter weitgehend inaktiv sind, sie warten einfach auf sonnigere Zeiten. Was dies betrifft, besteht zum „Energy Harvesting“ eine gewisse Parallele.

(100533)gd

Weblinks und Literatur

- [1] <http://focus.ti.com/docs/toolsw/folders/print/ez430-rf2500-seh.html>
- [2] www.cymbet.com/content/products-energy-harvesting.asp
- [3] www.maxim-ic.com/datasheet/index.mvp/id/1017
- [4] „Charge Pumps: An Overview“, Louie Pylarinos et al., Department of Electrical and Computer Engineering University of Toronto (www.scribd.com/doc/21060516/Charge-Pumps)
- [5] www.maxim-ic.com/datasheet/index.mvp/id/1219



Bild 7. Die Schaltung aus Bild 6, aufgebaut mit einem MOSFET IRF3708 und einem 0,15-F-Elko, versorgt die Pumpe auf der Rückseite. Das Kabel (links) stellt die Verbindung zum Solarpanel her.

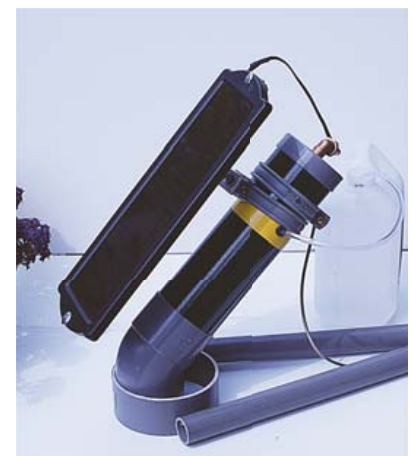


Bild 8. Die Konstruktion aus Bild 7, hier als wassergeschützter Testaufbau.

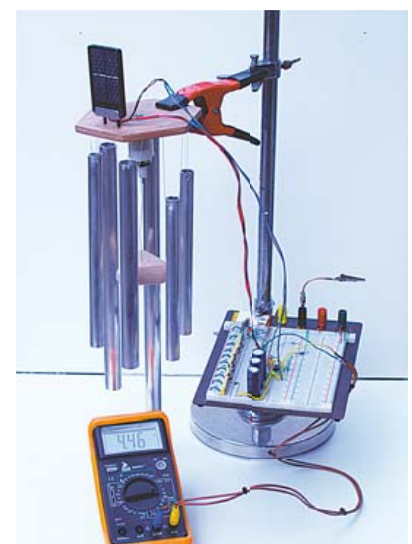


Bild 9. Ein Solarpanel liefert 0,2...1 V an eine 17-stufige Dickson-Ladungspumpe, aufgebaut auf einem Steckbrett. Der Motor beginnt bei ungefähr 5 V zu laufen.



ATM18-Lehrplatine

Von Grégory Ester (F)

Falls Sie schon immer das Programmieren eines Mikrocontrollers erlernen wollten, wird Ihnen diese Schaltung eine große Hilfe sein. Die Platine nutzt das Elektor-ATM18-Testboard; damit entsteht eine Plattform, die das Rapid Prototyping erlaubt und sich hervorragend für die Ausbildung eignet.

Diese Platine fußt auf einem einfachen Konzept: Jeder Block in **Bild 1** entspricht einer Funktion, die man auch in einem elektronischen System vorfinden könnte.

Alle Ein- und Ausgänge stehen an Schraubklemmen und Buchsenleisten zur Verfügung.

Die Konfiguration (Adressierung, digitale Eingänge, ...) erfolgt einfach mit Jumpfern. Für den Aufbau eines elektronischen Systems reichen Schaltlizen aus, mit denen Sie Ihr ATM18-Testboard (Elektor Heft April 2008, www.elektor.de/071035, Elektor-Shop Nr. 071035-91 und -92) mit der hier vorgestellten Platine verbinden. Danach brauchen Sie nur noch das Programm zu

schreiben, damit das System das tut, was Sie wollen. Die einzelnen Bausteine passen in jedem Fall harmonisch zusammen.

Noch ein Wort zu den Schaltlizen, welche alle Funktionsblöcke miteinander verbinden: Wir alle kennen das mit den Leitungen, die man ablängt, mehr oder weniger

ordentlich und ein wenig gelangweilt abisoliert, wobei man den Leiter anritzt und sich

schon nach kurzer Zeit die schönste Bruchstelle einfängt. Seien Sie versichert, es gibt eine Lösung! Sure [2] (**Bild 2**) bietet verschiedene Fertig-Ausführungen an – sowohl männlich als auch weiblich.

Tabelle 1 fasst alle Anschlussbezeichnungen zusammen, um die Funktionsblöcke korrekt am ATM18-Testboard anschließen zu können.

Bald sprechen Sie fließend „seriell“!

Die Bausteine

Alle Stift- und Buchsenleisten sind an den Platinenrändern angeordnet, wodurch das Auffinden und Verschalten der Anschlüsse mit dem ATM18-Testboard einfacher wird. Die Spannungsversorgung erfolgt durch Schraubklemme K2 (8 bis 12 V), Stiftleiste K1 (5 V) oder die Buchsenleisten K3 und K4 (5 V). Bitte aufpassen bei der Polarität!

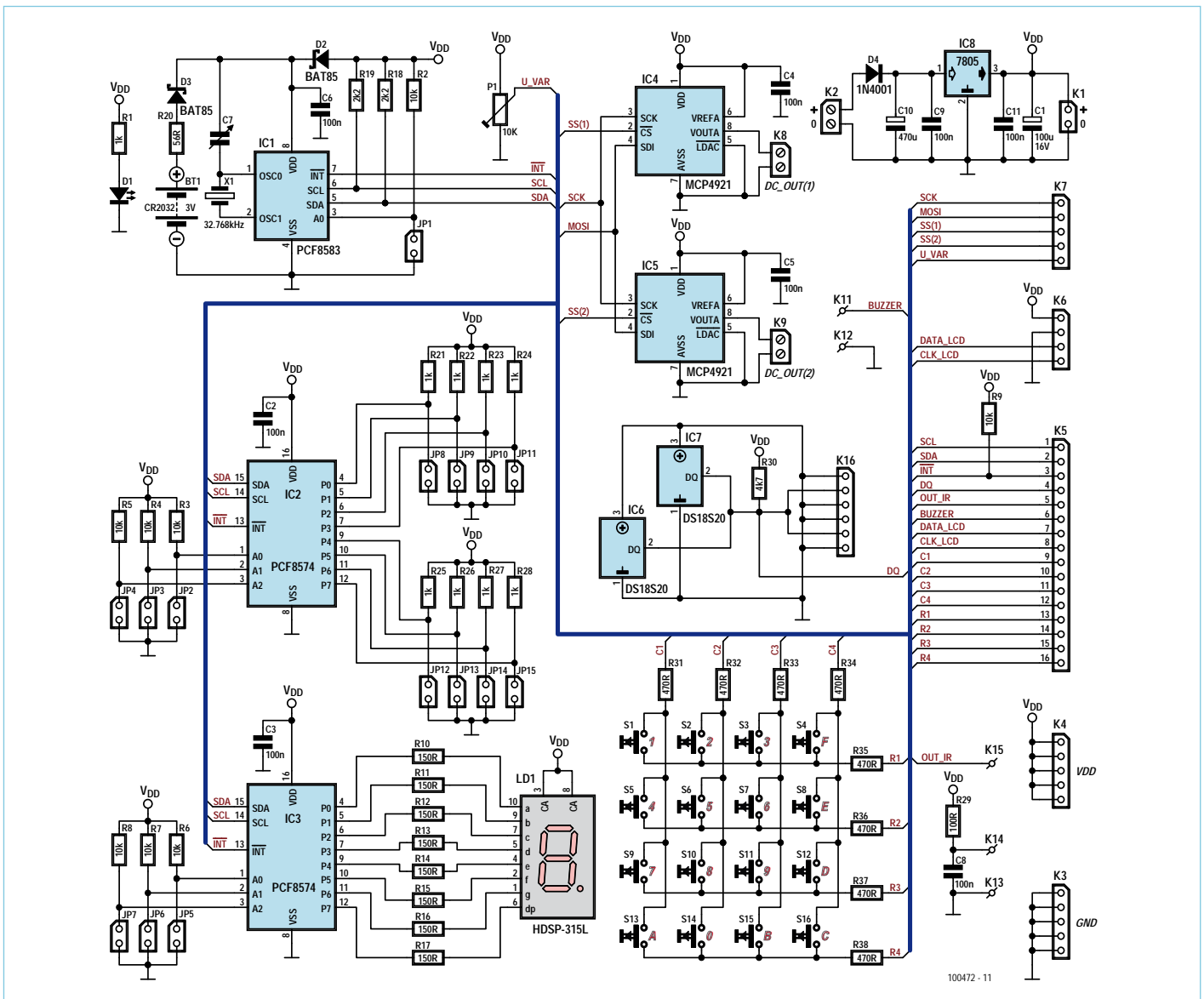


Bild 1. Der Schaltplan der Lehrplatine.

Nur einen Draht

Busteilnehmer in quasi unbegrenzter Anzahl (*multidrop system*), über Dutzende von Metern verteilt und angeschlossen über ein einfaches verdrehtes Adernpaar (unter Umständen bis zu 300 m), das verspricht der 1-Wire- oder Eindraht-Bus von Dallas Semiconductor/Maxim (manchmal auch *MicroLAN* genannt). Jeder Baustein besitzt einen eigenen 64-bit-Key zur Identifikation. Diese Nummer ist auch am Gehäuse eingraviert, um sie von außen erkennen zu können.

Die 1-Wire-Sensoren übertragen ihren Key (Unique-Device-ID) über den Bus, wobei die letzten 8 bit ein CRC-Prüfbyte (CRC von *Cyclic Redundancy Check*) zur Sicherung der Übertragung darstellen.

Der Hersteller stellt eine kostenlose API namens TMEX und das hervorragende User-Interface *iButton Viewer* zur Verfügung, mit welchen man alle 1-Wire-Komponenten am Bus auswerten und programmieren kann. Hier aber übernimmt unser ATM18 die ganze Arbeit.

Genügsame 1-Wire-Komponenten können ihre Versorgungsspannung über den Bus beziehen (*Modus parasite power*), indem sie den häufigen Umstand ausnutzen, dass der Bus im Zustand logisch hoch ist und einige mA liefern kann. Auf diese Art sind die beiden Sensoren angeschlossen (**Bild 3**). Über Steckverbinder K16 können Sie weitere Komponenten an diesen Bus anschließen.

Spezifikationen

- 2 Temperaturfühler am 1-Wire-Bus
- 2 DACs mit SPI-Interface
- RC5-Empfänger
- Matrixtastatur (Keypad)
- LED-7-Segment-Anzeige
- 8 digitale Eingänge
- Echtzeituhr (RTC)
- Potentiometer
- Versorgung mit 5 V

Die Mehrzahl dieser Sensoren verbraucht weniger als 100 µA, trotzdem muss man die Gesamtzahl der Komponenten am Bus im Auge behalten.



Bild 2. Ein Drahtverhau kann auch nützlich sein!

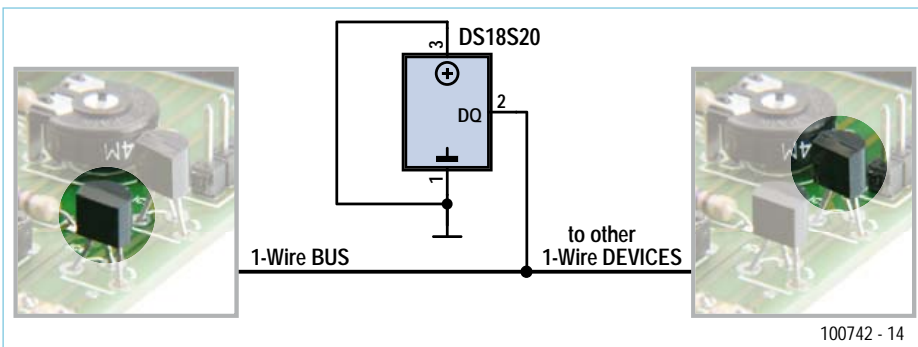


Bild 3. Der Eindraht-Bus.

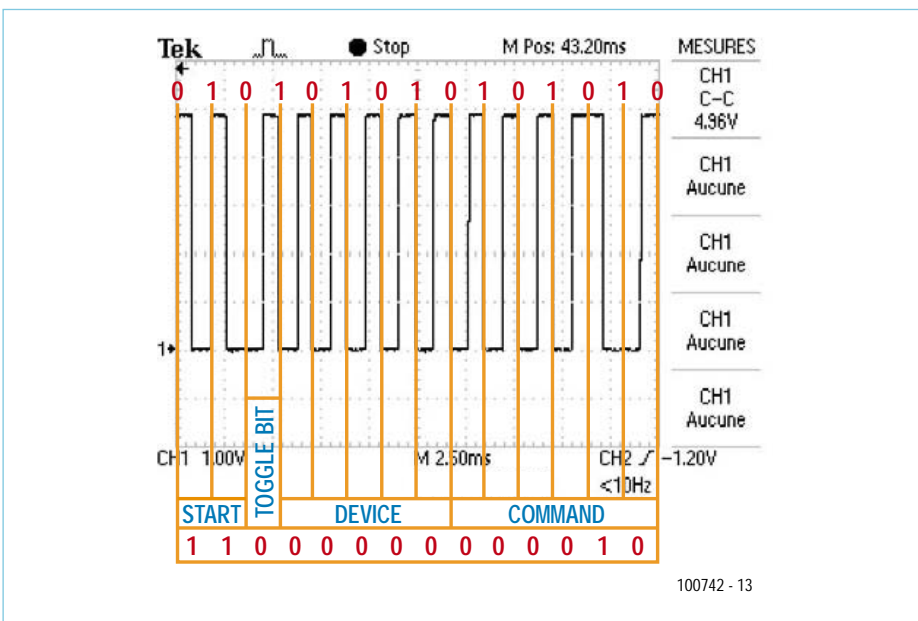


Bild 4. So also liest man einen RC5-Frame...

Es bleibt aber immer möglich, Busteilnehmer mit einer Spannung von 3 bis 5 V lokal zu speisen. Zwei Temperatursensoren DS18S20 sind von vorne herein vorgesehen. Der DS18S20 besitzt eine etwas längere Konversionszeit als der DS1820 (750 ms statt 500 ms).

I²C: Störe deine Nachbarn nicht

I²C (für *Inter Integrated Circuit Bus*) ist der Name eines Busses, der von Philips Anfang der 1980er Jahre für Haushaltsgeräte und die Domotik entwickelt wurde, namentlich um in einem Fernsehgerät einen Mikroprozessor einfach mit anderen ICs verbinden zu können. TWI (*Two Wire Interface*, Zweidraht-Interface) lautet der Name bei anderen Herstellern, unter anderem Atmel. Dieser Bus ist synchron.

Das Ziel war die Begrenzung der Leiteranzahl auf zwei plus Masse. „SDA“ transportiert die Daten und „SCL“ das Taktsignal. Das Ganze muss natürlich auch am richtigen Platz ankommen, daher benötigt man eine Adressierung.

Unsere Platine ist mit drei Komponenten für diesen Bus ausgestattet: Zwei PCF8574 und einem PCF8583. Die beiden ersteren verwalten jeder 8 digitale Ein-/Ausgänge. Der letztgenannte Chip ist eine Kalenderuhr; der Datenerhalt erfolgt über eine 3 V-Lithiumbatterie vom Typ CR2032 (in Sockel BT1). **Tabelle 2** zeigt die Adressvergabe für die einzelnen Bausteine. Die Version PCF8574A adressiert auf andere Weise, das signifikanteste Nibble liegt hier fest auf 0111b, d.h. \$7x.

RC5: Dem bloßen Auge unsichtbar

Der von Philips entwickelte Standard zur Infrarot-Datenübertragung ist unter dem Namen RC5 bekannt. Die 14 Bits sind manchester-codiert und an K5(5) verfügbar. Ein Druck auf die Taste „2“ einer Universalfernbedienung (Modus TV1 Philips) lieferte an K5(5) das Oszillogramm aus **Bild 4**.

Die ersten beiden Bits sind immer „1“ und dienen der Synchronisation. Als nächstes folgt ein Steuerbit, das bei jedem Tastendruck zwischen logisch „0“ und „1“ wechselt. Falls immer dieselbe Taste kontinuier-

Tabelle 1. Bezeichnungen der Stecker und Jumper, nach Funktionen geordnet.		
Funktion	Verbinder	Beschreibung
Stromversorgung	K1, K2, K3, K4	5 V (oder extern 8 bis 12 V) Kontrolle durch LED D1
Keypad	K5(9) bis K5(16)	C1, C2, C3, C4, R1, R2, R3, R4
I2C PCF8583 (IC1): RTC	K5(1) bis K5(3)	SCL, SDA, INT
	JP1	Adressierung ON: A0 = 0, OFF: A0 = 1
	K10	Batterie CR2032
I2C PCF8574 (IC2): 8 digitale Eingänge	K5(1) bis K5(3)	SCL, SDA, INT
	JP2, JP3, JP4	Adressierung: A0, A1, A2
	JP8 bis JP15	8 digitale Eingänge P0_E bis P7_E
I2C PCF8574 (IC3): 8 digitale Ausgänge	K5(1) bis K5(3)	SCL, SDA, INT
	JP5, JP6, JP7	Adressierung: A0, A1, A2 Der Zustand der 8 Ausgänge wird durch die 7 Segmente und den Punkt angezeigt
SPI MCP4921 (IC4, IC5): 2 DACs	K7(1) bis K7(4)	SCK, MOSI, SS(1) (IC4), SS(2) (IC5)
	K8 und K9	DC_OUT1, DC_OUT2 (2 analoge Ausgänge)
1-Wire DS18S20 (IC6, IC7): zwei digitale Temperaturfühler im Modus parasite power verschaltet	K16(1) bis K16(6)	GND, DQ, GND, GND, DQ, GND
	K5(4)	DQ
RC5 : Infrarot-Empfänger	K13, K14, K15	TSOP2236 an GND, VCC, OUT_IR
	K5(5)	Ausgang OUT_IR
Buzzer	K11 und K12	Für Summer vorbereitet: +, GND
	K5(6)	Eingang Summer
Potentiometer	K7(5)	variable Spannung von 0 bis 5 V
Elektor 2-Draht-LCD	K6(1), K6(2), K6(3), K6(4)	Vdd, GND, DATA_LCD, CLK_LCD zum Anschluss des Displays; DATA_LCD und CLK_LCD auch an K5(7) und K5(8)

lich gedrückt wird (ohne loszulassen) wechselt das Bit seinen Wert nicht. Die fünf Adressbits erlauben die Auswahl des zu steuernden Gerätes und die sechs letzten Bits entsprechen hier der Taste „2“.

Was machen die DACs?

Der DAC MCP4921 ist ein Digital-Analog-Wandler mit 12 bit Auflösung. Unsere

Erweiterungskarte besitzt zwei davon. Die Analogausgänge liegen an Klemme K8 und K9.

Die beiden Slaves werden aufgerufen, indem ihr Eingang CS auf Null gezogen wird. Die Daten wandern über die Leitung MOSI (Master Out Slave In) vom Mikrokontroller zu den DA-Wandlern, der Takt wird über das

Signal SCK vorgegeben. Es genügt hier, ein 16-bit-Wort an den DAC zu senden, das aus 4 Konfigurationsbits und dem auszugebenden 12-bit-Wert (**Bild 5**) besteht.

In einer SPI-Verbindung gibt es vier verschiedene mögliche Modi, je nach festgelegter Takt-Polarität (clock polarity, CPOL) und Takt-Phase (clock phase, CPHA); diese

Tabelle 2. Adressen der I ² C-Bausteine.									
Baustein								Adresse	
PCF8583 (IC1) : RTC	1	0	1	0	0	0	JP1	\overline{RW}	\$A0
PCF8574 (IC2) : 8 Eingänge	0	1	0	0	JP4	JP3	JP2	\overline{RW}	\$40
PCF8574 (IC3) : 8 Ausgänge	0	1	0	0	JP7	JP6	JP5	\overline{RW}	\$42

Tabelle 3. Verbindungen zwischen Platine und ATM18.		
Funktion	Platine	ATM18
Elektor 2-Draht LCD	DATA_LCD, CLOCK_LCD	PB2, PB1
Tastatur (Keypad)	C1, C2, C3, C4, L1, L2, L3, L4	PD0, PD1, PD2, PD3, PD4, PD5, PD6, PD7
Buzzer	BUZZER	PC5
DS1820 (1-Wire)	DQ	PC4
RC5 (Infrarot)	OUT_IR	PC3
I2C	SDA, SCL	PB0, PC2
SPI	SS(1), SS(2), MOSI, SCK	PC0, PC1, PB3, PB5

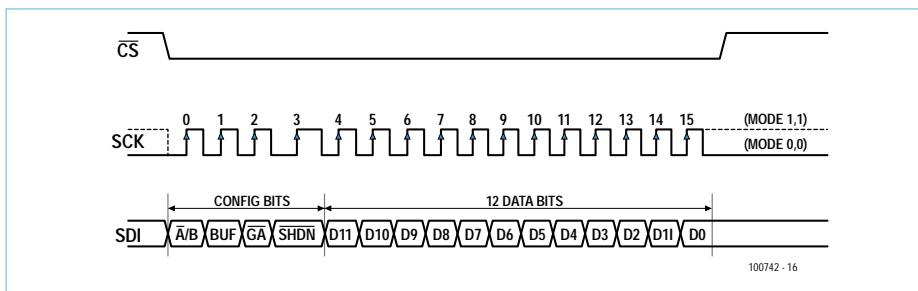


Bild 5. 16 Bits hintereinander auf dem SPI-Bus.

bestimmt, ob die Daten bei der ersten oder zweiten Flanke nach Aktivierung von CS übernommen werden. Wir verwenden hier den SPI-Modus 0, der Takt ist inaktiv low und die Daten werden mit der ersten Flanke

übernommen. Das höchstwertige Bit (MSB) wird zuerst übertragen. Die Konfigurationsbits 15..12 haben folgende Bedeutung:

- $\bar{A}/B = 0$ Auswahl von DAC_A , zwingend = 0, da das Gehäuse nur einen enthält
- $BUF = 0$ V_{REF} wird nicht gepuffert
- $\overline{GA} = 1$ Einfache Verstärkung, $V_{OUT} = (V_{REF} \times 1 \times D)/4096$
- $\overline{SHDN} = 1$ Ausgang freigegeben

Für $D = (1000\ 1111\ 1111)_2 = 2303$ und $V_{REF} = 5\text{ V}$ sollte die am Ausgang gemessene Spannung bei 2,811 V liegen.

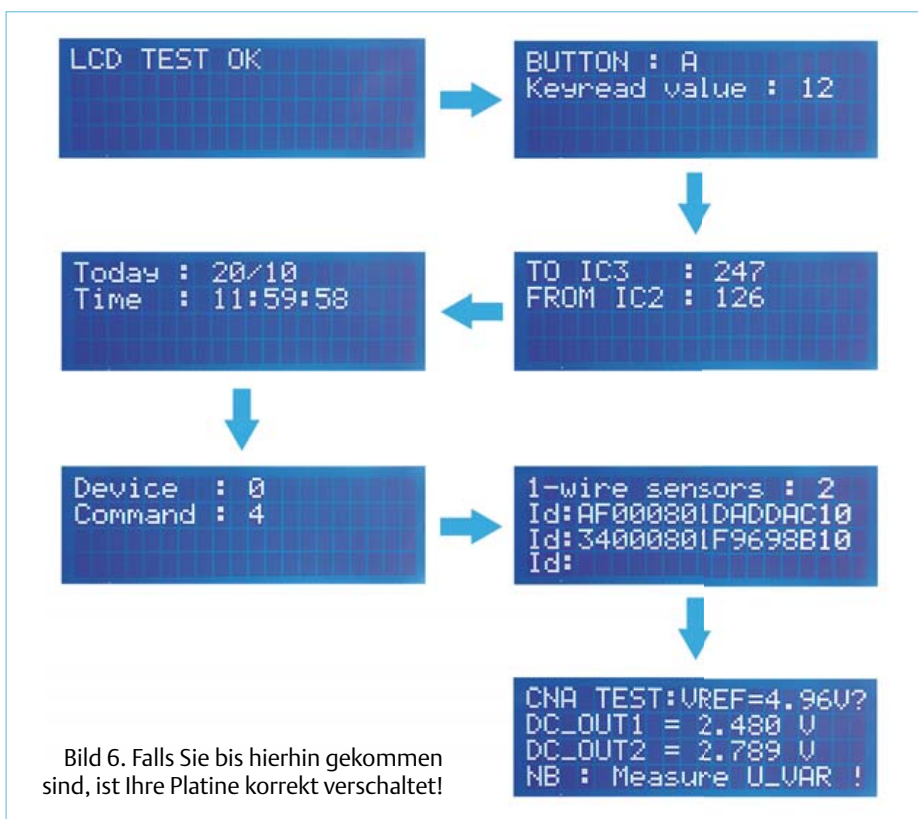


Bild 6. Falls Sie bis hierhin gekommen sind, ist Ihre Platine korrekt verschaltet!



Zusammenspiel

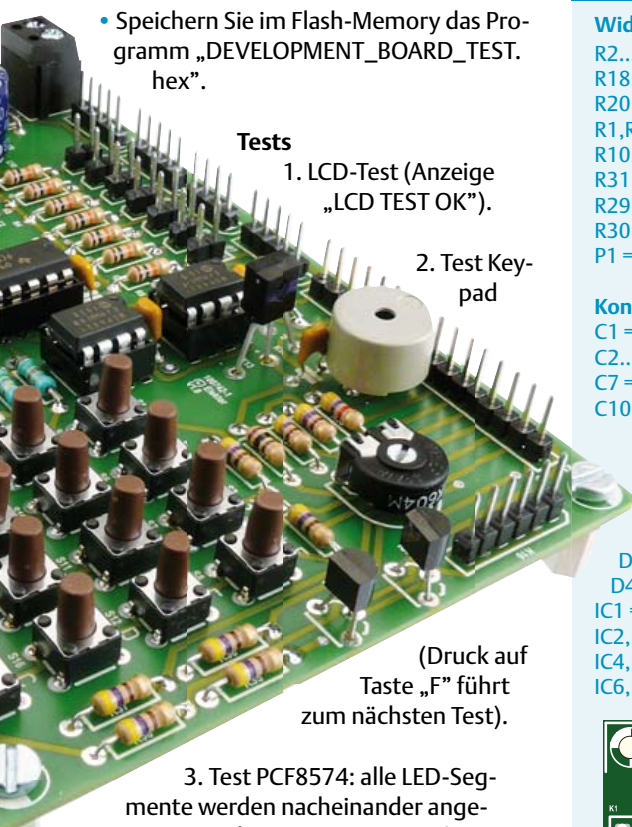
Der Compiler ist die Klammer für das große Ganze. Wir verwenden BASCOM-AVR 2.0.1.0, um alle Bausteine zu verwalten.

Das Programm erlaubt es, alle Komponenten auf der Platine zu testen.

Vorgehen (siehe Bild 6):

- Schließen Sie das Elektor 2-Draht-LCD (Elektor Mai 2008, www.elektor.de/071148, Produktnummer 071035-93) an K6 und den Summer an K11 und K12 der Platine an.
- Nehmen Sie 19 Schalltitzen zur Hand und verbinden Sie die Platine mit dem ATM18 unter Zuhilfenahme von **Tabelle 3**.

- Legen Sie Spannung an den ATM18.
- Speichern Sie im Flash-Memory das Programm „DEVELOPMENT_BOARD_TEST.hex“.



Tests
 1. LCD-Test (Anzeige „LCD TEST OK“).
 2. Test Key-pad

(Druck auf Taste „F“ führt zum nächsten Test).

3. Test PCF8574: alle LED-Segmente werden nacheinander angezeigt, eingelesener Wert „255“ (Jumper JP8 und JP15 offen) führt zum nächsten Test.

4. Test PCF8583: Anzeige 20/10 11:59:55s (um „12:00:00“ weiter zum nächsten Test).

5. Test RC5 mode TV1 (Druck auf Taste „9“ führt weiter, Universalfernbedienung eingestellt auf Modus TV1).

6. Test 1-Wire: Anzeige der Seriennummern der beiden DS1820 (weiter mit Druck auf Taste „8“ der Fernbedienung).

7. DAC-Test: schreibt 2048 in DAC1 und 2303 in DAC2, bei $V_{ref} = 4,96\text{ V}$ sollten an K8 und K9 Spannungen von 2,480 V und 2,789 V zu messen sein.

8. Zuletzt wird noch mit einem Voltmeter U_{VAR} gemessen (hierzu Stellung von P1 ändern).

Stückliste

IC8 = 7805

Widerstände:

- R2...R9 = 10 k
- R18,R19 = 2k2
- R20 = 56 Ω
- R1,R21...R28 = 1 k
- R10...R17 = 150 Ω
- R31...R38 = 470 Ω
- R29 = 100 Ω
- R30 = 4k7
- P1 = 10 k Poti liegend

Kondensatoren:

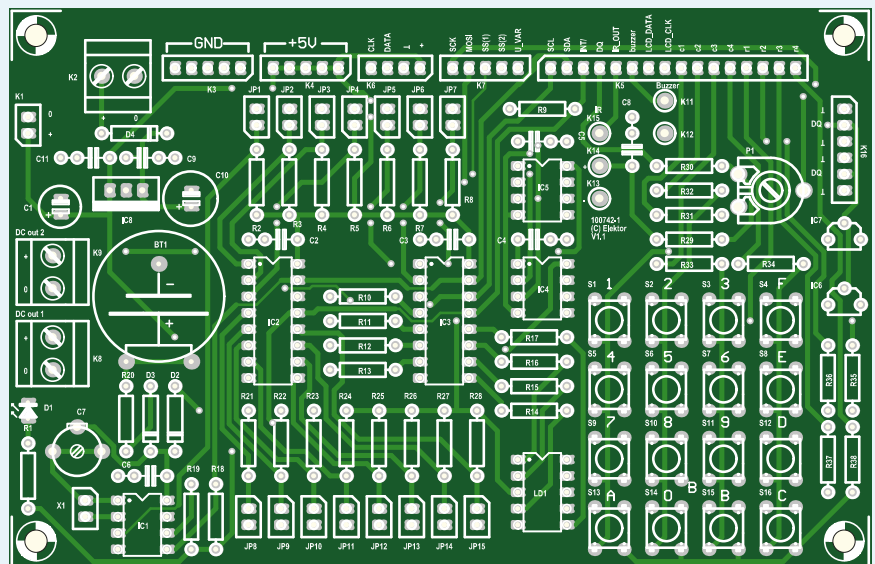
- C1 = 100 μ / 16 V radial
- C2...C6, C8, C9, C11 = 100 n
- C7 = 22 p einstellbar oder fest 22 p
- C10 = 470 μ / 25 V radial

Halbleiter:

- D1 = LED grün, low-current
- LD1 = 7-Segment-Anzeige Avago HDSP-315L
- D2,D3 = Schottky-Diode BAT85
- D4 = Diode 1N4001
- IC1 = PCF8583
- IC2,IC3 = PCF8574
- IC4,IC5 = MCP4921
- IC6,IC7 = DS18S20+

Außerdem:

- X1 = Quarz 32,768 kHz
- Lithium-Knopfzelle 3 V CR2032
- S1...S16 = Taster (Schließer), z.B. SPNO-B35 (Omron, Farnell 118-1016)
- K2,K8,K9 = Leiterplattenklemme 2-polig
- K1 = Stiftleiste 2-polig, Raster 2,54 mm
- K3,K4,K7 = Buchsenleiste einreihig, 5-polig, Raster 2,54 mm
- K6 = Buchsenleiste einreihig, 4-polig, Raster 2,54 mm
- K5 = Buchsenleiste einreihig, 16-polig, Raster 2,54 mm
- K10 = Halter für Knopfzelle CR2032
- K11,K12 = Summer 5 VCC 4 kHz
- K13,K14,K15 = TSOP2236 oder äquivalent
- K16 = Buchsenleiste einreihig, 6-polig, Raster 2,54 mm
- JP1...JP15 = Stiftleiste 2-polig, Raster 2,54 mm mit Jumper
- 3x DIL-Fassung 8-polig
- 2x DIL-Fassung 16-polig
- Platine 100742-1 (siehe [1])



Falls alle diese Tests erfolgreich durchgeführt wurden, dann ist ihre Platine korrekt angeschlossen und verdrahtet.

(100742)

Weblinks

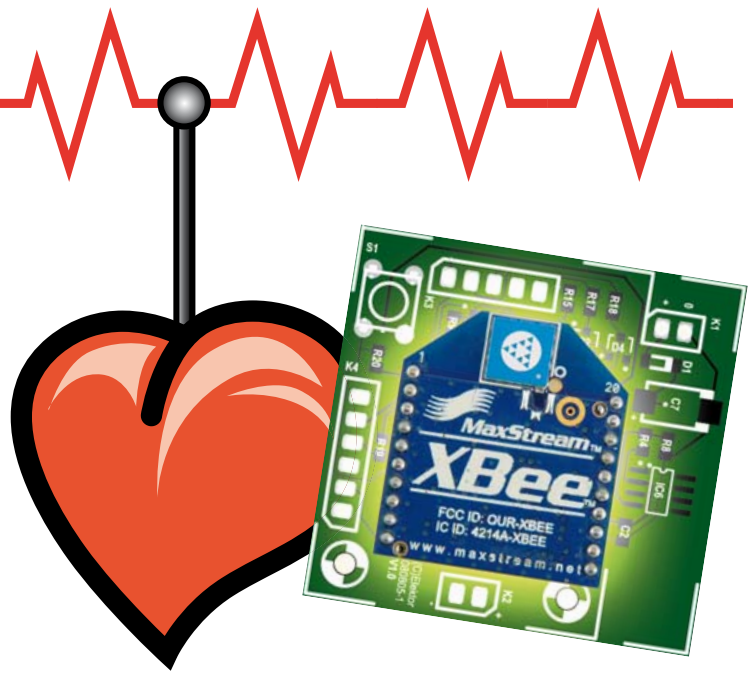
- [1] www.elektor.de/100742
- [2] www.surelectronics.net/goods.php?id=841

EKG drahtlos

Telemetrie mit ZigBee

Von M. Denoual, O. Clouard, M. Sligard, B. Hu,
N. Bessot und S. Moussay (F)

Elektronik in Verbindung mit Biologie ist immer ein spannendes Thema. Das gilt besonders für die physiologische Messtechnik. Die hier vorgestellte Schaltung zur Herzkurvenmessung ist leicht zu realisieren und verwendet mit ZigBee neueste Drahtlostechnik.



Es wurden bereits viele Schaltungen vorgestellt, die ein Elektrokardiogramm (EKG) aufzeichnen oder anzeigen. Aus Sicherheitsgründen müssen alle diese Schaltungen mit Akkus oder Batterien und völlig getrennt von anderen Geräten betrieben werden. Für eine galvanische Trennung dürfen nur Lösungen verwendet werden, die für diesen Zweck (das heißt, für EKG-Anwendungen) zugelassen sind.

Der Einsatz einer drahtlosen Übertragung löst alle Isolationsprobleme und beseitigt jede Gefahr für den Anwender. Außerdem bietet diese Technik dem Anwender große Bewegungsfreiheit. Dieser Aspekt stand bei der Entwicklung im Vordergrund, um Sportler in Aktion per Zigbee-Telemetrie verfolgen zu können.

Warum ZigBee ?

ZigBee wird in dieser Schaltung eingesetzt, um niedrige Kosten, geringen Stromverbrauch und einfache Inbetriebnahme zu erzielen. Eine Datenrate von 250 kbit/s reicht für die Übertragung des EKG-Signals mit geringer Bandbreite ohne weiteres aus. Die gewählte Reichweite der Xbee-Module [3] von 100 m in offenem Gelände und von 30 m in Gebäuden ermöglicht die

EKG-Übertragung in einer Turnhalle oder in einem Stadion. Die Reichweite kann durch die Verwendung leistungsfähigerer Module und durch Relais-Module (Repeater) auf 1000 m und mehr gesteigert werden, um auch bei Sportveranstaltungen im Freien das EKG-Signal eines Sportlers zu verfolgen. Außerdem verfügen die verwendeten ZigBee-Module (Xbee von Digi) über integrierte A/D-Wandler, die in unserer Anwendung die Entwicklung vereinfachen und den Aufwand verringern.

Die Elektronik

Das EKG-Telemetriesystem umfasst zwei kleine Platinen: Eine für den EKG-Sender (inklusive EKG-Messung und die Signalaufbereitung) und eine für den EKG-Empfänger, der zur Anzeige des EKGs mit einem PC oder Notebook verbunden wird.

Als dritte Schaltung wird ein kleiner EKG-Signalgenerator für Abgleich und Test des EKG-Telemetriesystems vorgestellt.

Sender- und Empfänger-Platine

Bild 1 und **2** zeigen das Blockdiagramm beziehungsweise das Schaltbild der Signalaufbereitungsplatine. Ausgehend von drei Elektroden (zwei für die Messung und eine

Referenz – siehe den Kasten zum EKG-Signal) ist ein Analogteil für Verstärkung und Filtern des Signals verantwortlich, bevor es durch den im Xbee integrierten A/D-Wandler in einen 8-bit-Wert umgewandelt wird. Wir haben uns bei dieser Platine für eine einheitliche 3,3-V-Versorgung aller Komponenten entschieden, da das Xbee-Modul ohnehin mit 3,3 V betrieben wird. Aus Platzgründen ist der Betrieb mit Li-Ion-Knopfzellen vorgesehen. Für den Testbetrieb kann man auch eine 9 V-Blockbatterie mit nachgeschaltetem 3,3 V-Regler verwenden.

Die 3,3 V-Versorgung bestimmt auch die Bauteilwahl für die Analogfunktionen. Der preiswerte Instrumentenverstärker AD623 bietet sich an, da er asymmetrisch versorgt werden kann, ebenso wie die Opamps OPA237, die als Filter eingesetzt werden. Als Gleichspannungs-Bezugspegel dient die von einem MAX6120 gelieferte 1,2-V-Referenzspannung. Sie wird dem menschlichen Körper über die Referenzelektrode zugeführt und bestimmt den Gleichtaktpegel der Signale der Messelektroden. Die Referenzspannung könnte auch 1,5 V betragen, wenn man ein passendes 1,5-V-Referenzspannungs-IC in SMD-Ausführung findet.

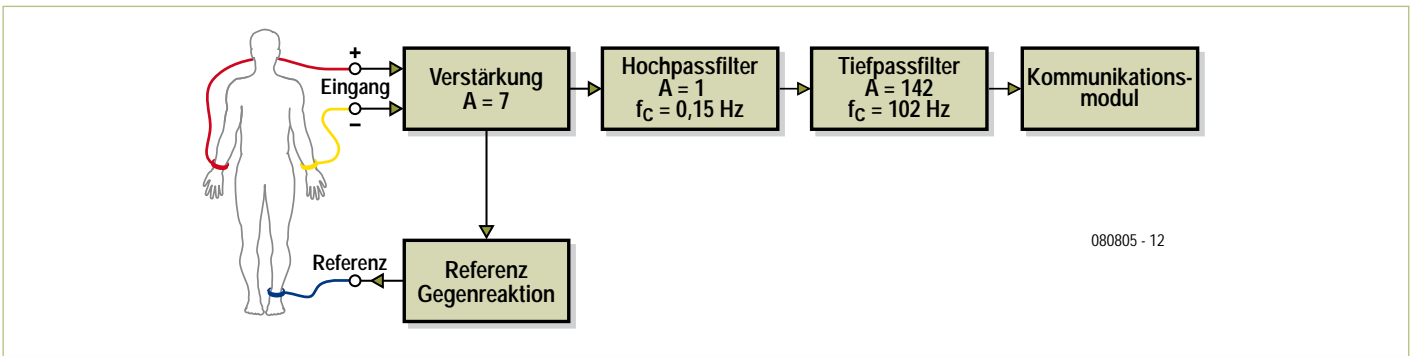


Bild 1. Blockschaltbild der Senderplatine.

Die Filter 1. Ordnung (Hochpass mit IC 5 und Tiefpass mit IC 3) verstärken das Signal und begrenzen die Bandbreite. Der Tiefpass sorgt auch für das Anti-Aliasing vor der A/D-Wandlung. Vor den A/D-Wandler-Eingang (Pin 20 des XBee-Moduls) ist ein passives 50-Hz-Kerbfiler geschaltet. In Umgebungen ohne Störungen durch die Netzfrequenz kann man es auch weglassen und durch eine Drahtbrücke ersetzen. Die 3,3 V-Versorgungsspannung dient an

Pin 14 des XBee-Moduls auch als Referenzspannung für den A/D-Wandler.

Die Empfängerplatine ist identisch mit der Senderplatine – mit dem Unterschied, dass man den gesamten Signalaufbereitungsteil nicht bestückt.

Die Schaltung (und Bestückung) besteht also nur aus dem XBEE-Modul mit K4, R19 und der Drahtbrücke A (hinter Pin3 von K4).

Eigenschaften

- EKG mit 10-bit-Auflösung
- Kommunikation über ZigBee
- Reichweite 100 m im Freien
- Einsatz von XBee-Modulen
- Keine Programmierung notwendig
- Rechner über USB-Seriell-Kabel angeschlossen
- Identische Platinen für Sender und Empfänger

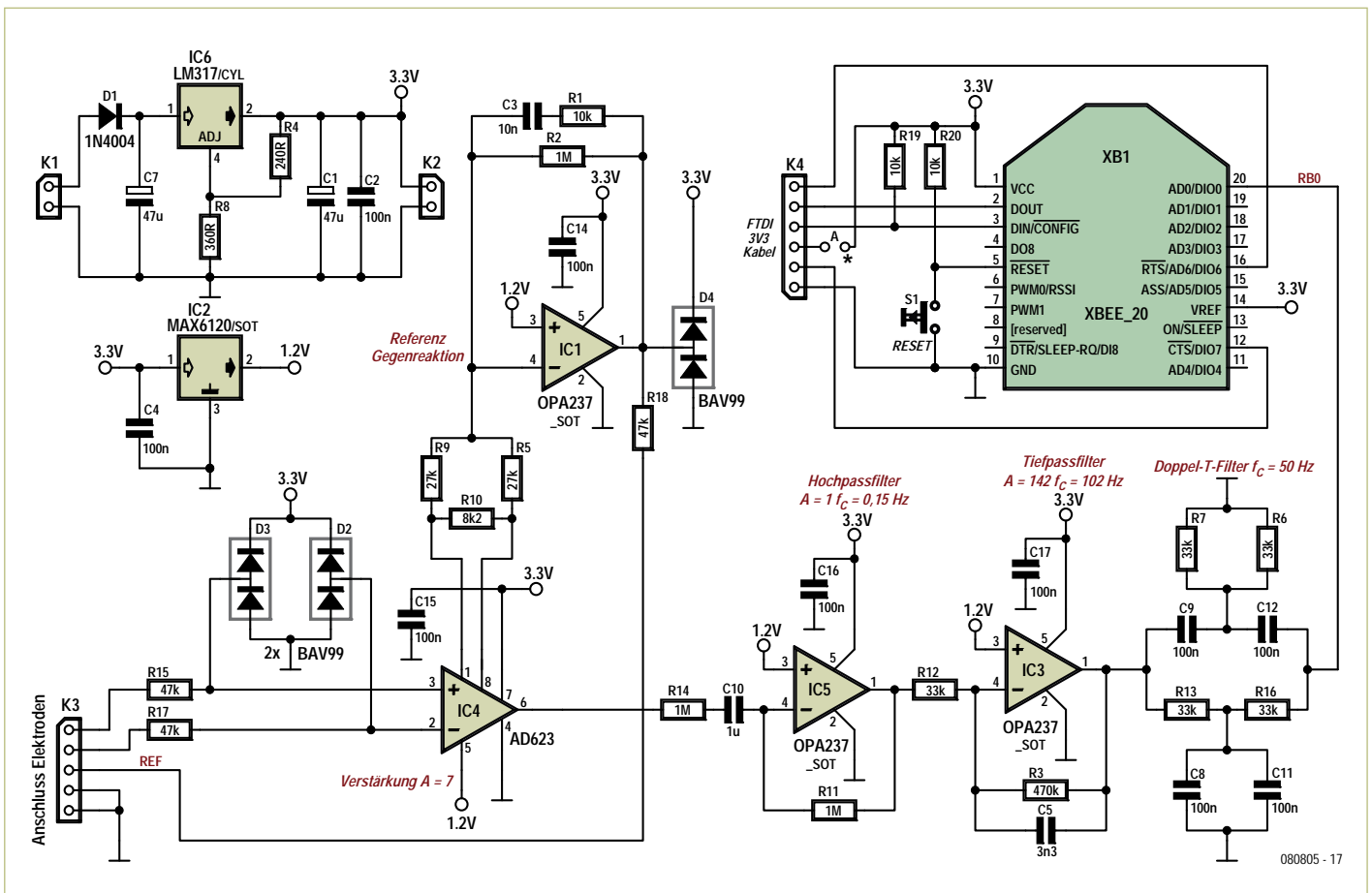


Bild 2. Schaltbild der Senderplatine.

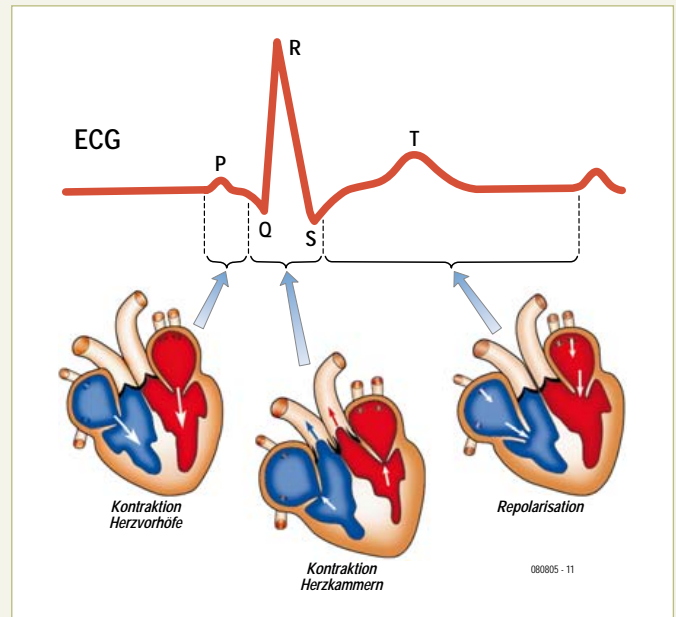
Was wird gemessen?

Unsere Schaltung misst die elektrische Aktivität des Herzens mittels dreier Elektroden: eine an jedem Handgelenk, die dritte am linken Bein. Die Elektroden an den Handgelenken nehmen das elektrische Signal auf, diejenige am linken Bein dient als Masse- beziehungsweise Referenzpunkt. Nebenstehende Abbildung zeigt die Verbindung zwischen elektrischer Aktivität und Herzzyklus :

- P-Welle, Vorhofkontraktion. Das Blut aus den Venen wird in die Herzkammern (Ventrikel) gedrückt.
- QRS-Komplex, Kontraktion der Kammern. Das hier enthaltene Blut wird in die Venen gepresst.
- P und QRS erzeugen zusammen das charakteristische Herzgeräusch (Ta-Tam).
- T-Welle, Erregungsrückbildung (Repolarisation) der Ventrikel, Entspannung des Herzmuskels.

Ein wenig mehr Informationen zum EKG erhalten Sie unter [2].

Zusammenhang zwischen elektrischer Aktivität und Herzzyklus.
Die R-Zacke misst nur einige Millivolt.
Die Bandbreite des EKG-Signals reicht von 0,1 bis 100 Hz.



R20 und S1 sind optional. Die Platine mit dem XBee-Modul wird über K4 mit einem USB-Seriell-TTL-Adapterkabel verbunden, um die Daten vom EKG-Sender zu empfangen und in den Rechner zu bringen.

Ein passendes Kabel (es muss die 3,3-V-Version sein!) ist im Elektor-Shop unter der Nr. 080213-72 erhältlich. Dieses Kabel wird auch für die Programmierung der Module verwendet. Allerdings darf man dabei nicht

vergessen, auch die Versorgungsspannung für das Modul aus dem Kabel zu beziehen.

Konfiguration der XBee-Module

Die Konfiguration erfolgt mittels USB-TTL-Kabel (3,3-V-Version) und dem Gratis-Programm X-CTU [4]. Per default wird die Verbindung mit 9000 Baud hergestellt. Die Konfiguration wird gestartet, indem man das Modul via Adapterkabel mit dem PC verbindet, unter Spannung setzt und das

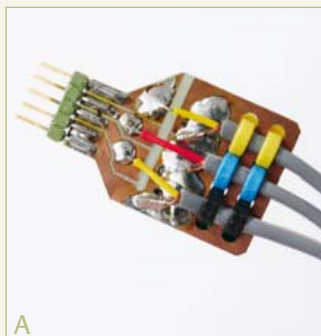
Programm X-CTU startet (Bild 3). Über den Tab *Modem Configuration* können die Registerinhalte des XBees editiert werden. Mittels Button *Read* kann die aktuelle Konfiguration ausgelesen werden.

Die Register können über ein Dropdown-Menü oder durch Dateneingabe über die Tastatur geändert werden. Einmal geändert, werden die neuen Registerinhalte mittels *Write* im Modul abgelegt.

Die Elektroden

Um den Einfluss von Störsignalen zu unterdrücken, sollte man abgeschirmte Kabel verwenden. Abgeschirmte Audio-Kabel sind gut geeignet, aber an den Enden bruchgefährdet. Wir empfehlen daher Stecker (Bild A und B) mit zusätzlicher Schrumpfschlauch-Isolation. Die Abschirmung wird nur am Platinenanschluss mit Masse verbunden und an der Elektrode sorgfältig isoliert, um jeden Kontakt mit der Haut auszuschließen. Über die 4-mm-Stecker kann man handelsübliche Elektroden anschließen (Bild C).

Man kann Elektroden auch selbst anfertigen, indem man an eine Münze aus einer Nickellegierung (zum Beispiel altes 1-DM-Stück) mit einer 4-mm-Buchse verlötet. Drei elastische Armbänder halten dann die Elektrode an Handgelenken und Wade in Position. Diese Bänder können leicht aus Gummiband (z.B. Hosenträgerband) passender Länge mit selbstklebendem oder angeklebtem oder angenähtem Klettband an den Enden hergestellt werden. Auch Gummibänder aus einem Stück Reifenschlauch lassen sich verwenden.



Hierzu noch ein Hinweis: Beim ersten Einsatz kann es vorkommen, dass Sie X-CTU zum Download einer neuen Modem-Version für das angeschlossene XBee-Modul auffordert. Über *Download new versions...* läuft dieser Vorgang automatisch ab, man muss nur das zum vorhandenen XBee-Modul Passende in den Menüs *Function Set* und *Version* aussuchen.

Vor der Konfiguration sollte man die Module kennzeichnen, um sie visuell besser unterscheiden zu können. Außerdem sind die Module auch durch eine eigene Adresse gekennzeichnet. Tatsächlich besitzt jedes Modul zwei Adressen: eine eindeutige Langadresse (64 bit), vom Hersteller bei der Fabrikation vergeben (*serial number high SH*, *serial number low SL*), und eine Kurzadresse (16 bit), die vom Anwender festgelegt wird. Hier wird die 16-bit-Adresse verwendet. Dazu wird *DH (Destination Address High)* auf Null gesetzt und *DL (Destination Address Low)* auf einen Wert kleiner 0xFFFF.

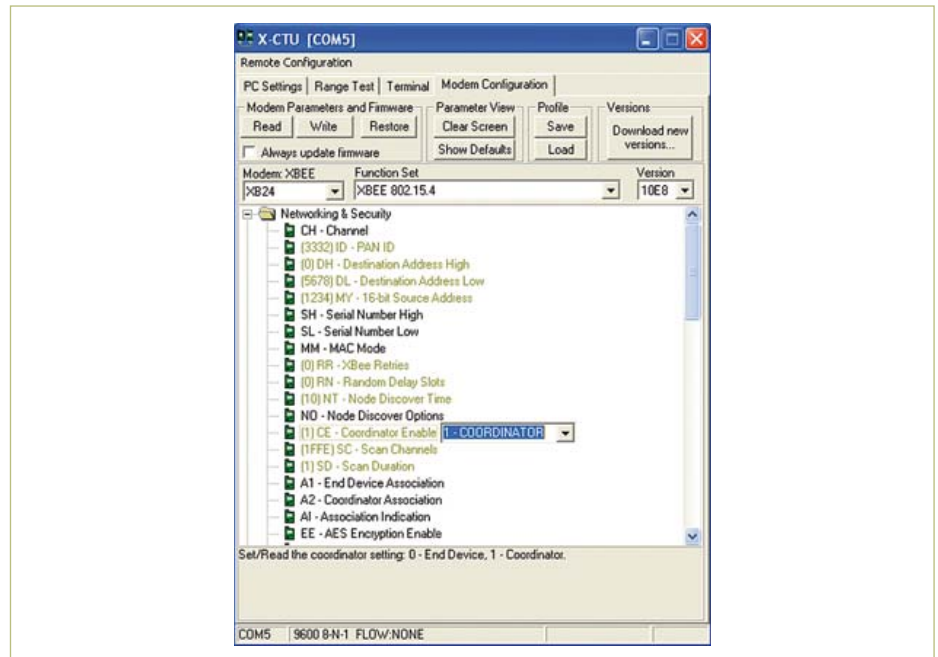


Bild 3. Interface des Konfigurationsprogramms X-CTU für XBee-Module.

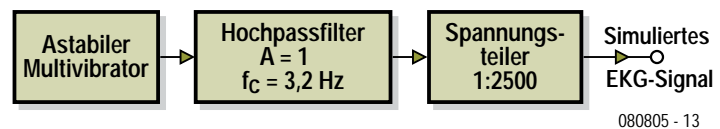


Bild 4. Blockschaltbild des EKG-Simulators.

Konfiguration des Moduls auf der Senderplatine

- Im Abschnitt *Networking & Security*: Das Modul wird als Endgerät (ZED) konfiguriert, also bleibt *CE (Coordinator Enable)* auf 0. Danach stellt man die Adresse auf *DL = 0x1234* (destination address) und *MY = 0x5678* (source address) ein.
- Im Abschnitt *I/O Settings*: Durch Setzen von *D0* auf 2 (*ATD0=2*) wird Pin 20 zum ADC-Eingang. Das XBee-Modul verfügt über 6 mögliche ADC-Eingänge an den Pins 20 bis 17, 11 und 15. Die Abtastrate wird zu 3 ms gewählt, indem *IR* auf 3 gesetzt wird. Dies reicht für die Umwandlung des aufbereiteten EKG-Signals an Pin 20 aus.

Schließlich wird *IR* auf 1 gesetzt, um die Samples kontinuierlich auszugeben.

Konfiguration des Moduls auf der Empfängerplatine

- Im Abschnitt *Networking & Security*: Dieses Modul ist der ZigBee Koordinator (ZC), also *CE = 1*. Die Adressen sind *DL = 0x567* und *MY = 0x1234*.
- Abschnitt *I/O Settings*: *IU (I/O Output Enable)* freigeben (*1=ENABLED*).
- Abschnitt *I/O Line Passing*: *IA (I/O input*

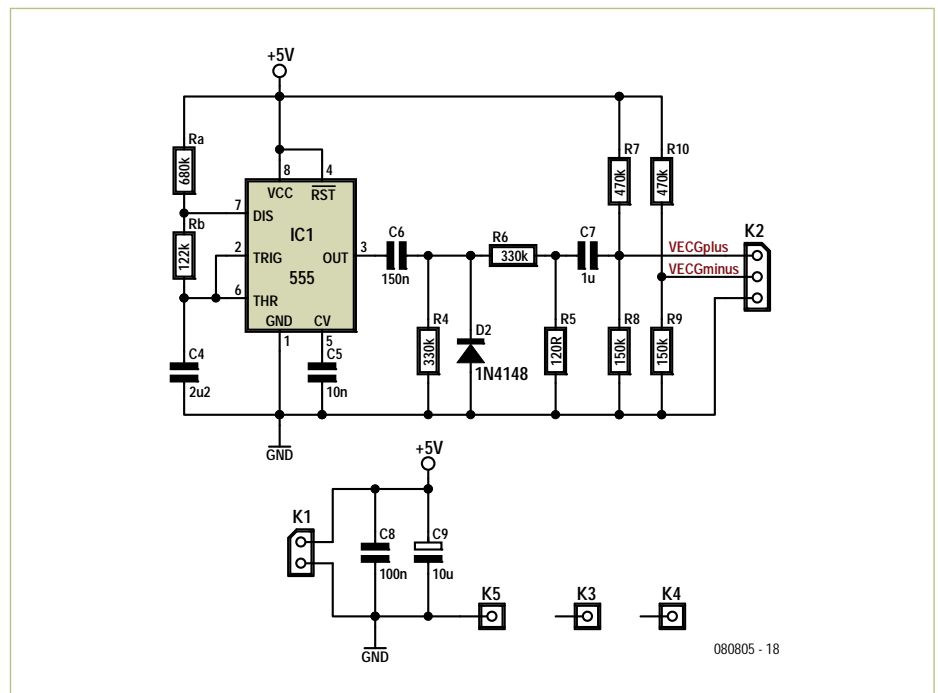


Bild 5. Schaltbild des EKG-Simulators.

Stückliste

Widerstände (SMD 0805):

R1, R19, R20 = 10 k
 R2, R11, R14 = 1 M
 R3 = 470 k
 R4 = 240 Ω
 R5, R9 = 27 k
 R6, R7, R12, R13, R16 = 33 k
 R8 = 360 Ω
 R10 = 8k2
 R15, R17, R18 = 47 k

Kondensatoren

(SMD 0805 keramisch, außer C1,C7):

C1, C7 = 47 μf / 10 V, SMD, z.B. Kemet
 B45196E2476K409
 C2, C4, C8, C9, C11, C12 = 100 n
 C3, C6, C13 = 10 n

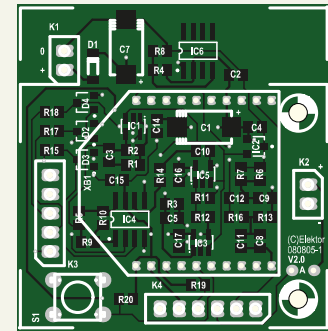
C5 = 3,3 n
 C10 = 1 μ

Halbleiter:

D1 = 1N4148 SMD Minimelf
 D2, D3, D4 = Diodenarray BAV99 (SOT23)
 IC1, IC3, IC5 = OPA237NA/250 (SOT23-5)
 IC2 = MAX6120EUR+T (SOT-23)
 IC4 = AD623ARZ (SOIC-8)
 IC6 = LM317LM (SOIC-8)

Diverses:

K1, K2 = 2-polige Stiftleiste, RM 2,54 mm
 K3 = 5-polige Stiftleiste, RM 2,54 mm
 K4 = 6-polige Stiftleiste, RM 2,54 mm
 S1 = 1-poliger Taster, Schließer, 6 mm (z.B. Multicomp MC32830)
 XB1 = XBee ZB ZigBee-Modul mit Antenne, Digi XB24-Z7CIT-004
 Platine 080805-1, siehe [1]



Die Bestückung der Senderplatine, die auch für den Empfänger verwendet werden kann.

address) auf 0x5678 setzen, dies entspricht der Adresse des Moduls auf der Senderplatine. P0 (PWM0 configuration) kann aktiviert werden (2=PWM OUTPUT), dies erlaubt es, das übertragene EKG-Signal am PWM-Ausgang des XBEE-Moduls (Pin6) über einen passiven 200-Hz-Tiefpass mit einem Oszilloskop zu betrachten.

EKG-Simulator

Mit dieser Schaltung (Bild 4 und 5) kann man die gesamte Übertragungskette in aller

Ruhe (und ohne Testperson) ausprobieren. Sie erzeugt ein Signal, das in Bezug auf Periode, Pulsdauer und Amplitude vergleichbar mit einem realen EKG-Signal ist. Dieses Signal wird durch einen als AMV beschalteten NE555 mit einigen passiven Bauteilen erzeugt.

Die Ausgangssignale liegen dank der Spannungsteiler R10-R9 und R7-R8 auf einem Gleichspannungs-Bezugspegel von 1,2 V, um sie direkt an die Senderplatine anschließen zu können. Die Impulse werden durch Kondensator C6 am Ausgang

des 555 geformt. Die Diode D2 begrenzt die negative Amplitude, und der Spannungsteiler R6/R5 reduziert das Signal auf einige Millivolt.

Aufbau

Beim Bestücken der Senderplatine wird die Drahtbrücke A (bei K4) nicht gesetzt. Das XBee-Modul hat rechteckige Anschlusspins im 2-mm-Raster, es gibt aber passende Fassungen. Man kann aber auch Einzelkontakte als Fassung verwenden, auf der Senderplatine braucht man neun und auf der Empfängerplatine nur sechs Modulanschlüsse.

Als Elektroden kann man so genannte Stimulations-Elektroden oder die im Kasten vorgeschlagene Lösung verwenden.

Beobachtung des EKG-Signals

Aus Sicherheitsgründen darf während der Aufnahme eines EKGs an einer lebenden Person auf keinen Fall ein mit dem 230-V-Netz verbundenes Oszilloskop an die Senderplatine angeschlossen werden. Auf der Empfängerseite gilt das nicht, hier kann das Signal am (aktivierten und TP-gefilterten) PWM-Ausgang (Beispiel in Bild 6) mit dem Oszilloskop betrachtet werden - oder auf dem PC-Bildschirm, wenn ein entsprechendes Programm die Daten über die RS-232-Verbindung empfängt und auswertet. Bild 7 zeigt ein Beispiel für die Darstellung eines EKGs mit einem unter LabVIEW entwickelten Interface, das als ausführbares Programm auf den Web-Seiten zum Projekt [1] [5] verfügbar ist.

Mit dieser kostenlosen Software ist ein EKG schnell und einfach anzuzeigen.

(080805)

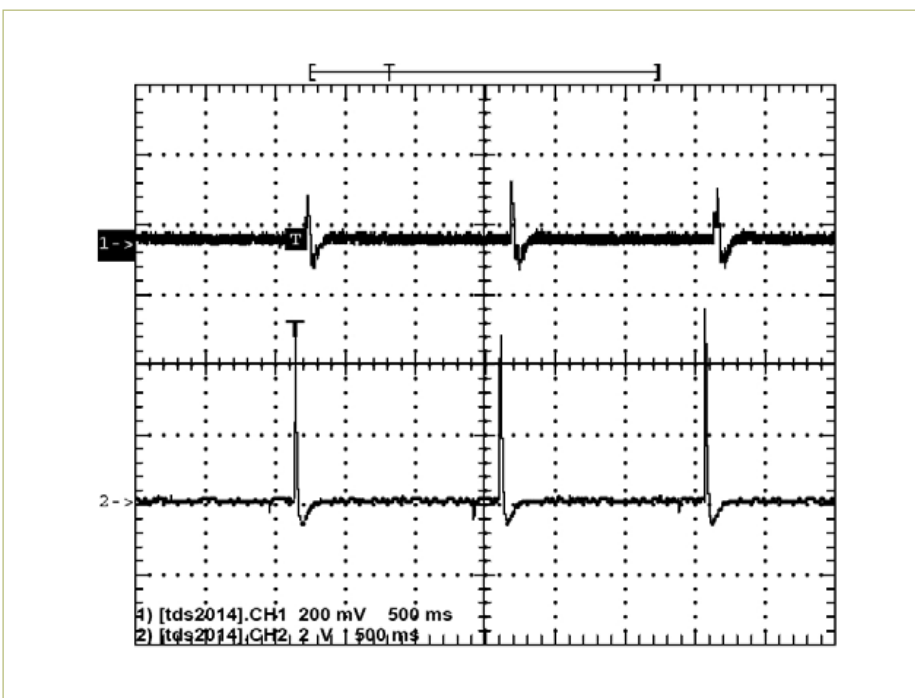


Bild 6. Das empfangene Signal nach dem Tiefpass am PWM-Ausgang des Empfängers (Kanal 1) und das simulierte EKG-Signal vor Amplitudenabschwächung (Kanal 2).

Weblinks

- [1] www.elektor.de/080805
- [2] Marcel Cremmel: *GBEKG*,
Elektor 10/2006, S. 32,
www.elektor.de/050280
- [3] Fabrice André: *ZigBee mit XBee*,
Elektor 2/2007, S. 58,
www.elektor.de/060348
- [4] www.digi.com/support
- [5] www.enseignement.ensicaen.fr/claroline/course/index.php?cid=PRJECGXBEE

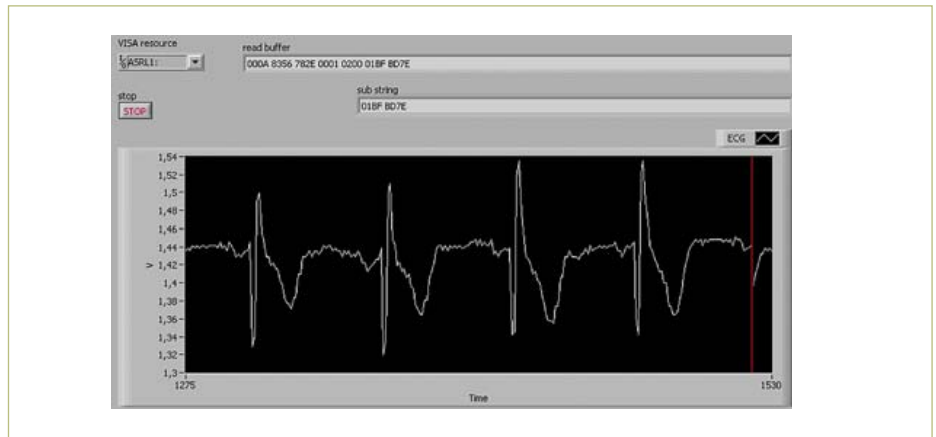


Bild 7. Das reale EKG-Signal auf dem PC-Bildschirm, dargestellt durch ein LabVIEW-Interface.

Anzeige

WÜRTH ELEKTRONIK

Öko-Übertrager

Netzteil-Übertrager für energieeffiziente Schaltnetzteile

- Netzteilübertrager der Serie WE-UNIT
- Weitbereichseingang von 85-265 V_{AC}
- Optimiert für Referenzdesigns der führenden IC-Hersteller
- Ab Lager verfügbar
- Kostenlose Muster
- 6 mm Luft- und Kriechstrecke
- 4kV Isolationsspannung

www.we-online.de

DAS ORIGINAL SEIT 1996

PCB-POOL®

Beta LAYOUT

NEU!

gut bestückt!

Schon ab einem Bauteil

NEU!

cool!

ALU-Kern Leiterplatten

NEU!

dichter!

5mil track / 8mil drill

NEU!

knackiger!

Ritztechnik

NEU!

kostenlos!

Free Stencil

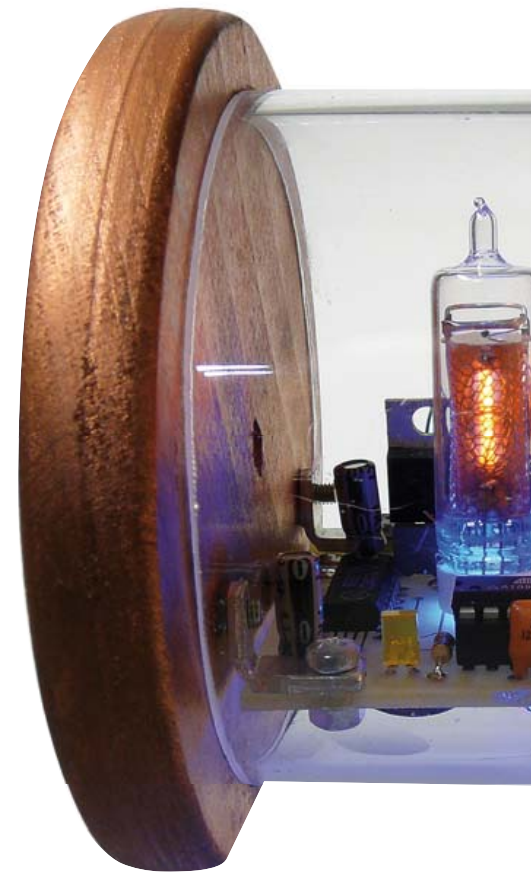
www.beta-layout.com

Nixie-Thermometer

Temperaturmesser mit Röhrenanzeige

Von Dieter Laues (D)

Hier zeigen wir, dass man mit nostalgischen Nixie-Anzeigeröhren und einem modernen Mikrocontroller eine Temperaturanzeige realisieren kann. Mit einem transparenten Gehäuse ist dieses Thermometer ein Blickfang in der Wohnung. Besonders gut kommt es abends zur Geltung, wo es sogar noch als Nachtlcht dienen kann. Durch Verwendung eines Außenfühlers kann man gezielt die Messstelle festlegen.



Nixie-Röhren verbreiten eine ganz besondere Atmosphäre. Bereits in Elektor 1/2007 hat der Autor in Elektor das Projekt einer Digitaluhr mit Ziffernröhren im Sputnik-Design vorgestellt. Anleitungen für derartige „Nixieclocks“ gibt es mittlerweile im Internet in vielen Ausführungen. Eine Rarität ist hingegen das hier vorgestellte Digitalthermometer, das mit zwei Nixieröhren ausgestattet ist. Die Temperaturmessung erfolgt mit einem digitalen One-Wire-Sensor vom Typ DS1820. Ein AT89C2051-Controller verarbeitet die Temperaturdaten und steuert die Nixie-Röhren an.

Die Hardware

Bei der Entwicklung wurde darauf geachtet, den Aufbau einfach zu halten: Möglichst wenige Bauteile, kein SMD, kein Abgleich. Entsprechend einfach fällt auch die Beschreibung der Schaltung in **Bild 1** aus:

Ein externes Steckernetzteil liefert eine Gleichspannung von etwa 12...15 V zur Stromversorgung. Hieraus erzeugt IC6 die 5-V-Betriebsspannung für den Mikrocontroller IC1 und die Nixietreiber IC2 und IC3.

Die erforderliche Hochspannung für die Röhren wird mit einem Step-up-Wandler erzeugt. Der dafür verwendete MC34063 (IC5) ist ein altbewährter PWM-Controller - gut erhältlich, bedrahtet lieferbar und sehr preiswert. Mit dem externem MOSFET-Schalttransistor T1, der Speicherdrossel L1 und der Schottkydiode D6 wird die Ausgangsspannung hochgepumpt und gere-

gelt. Die Ausgangsspannung des Schaltreglers ergibt sich zu:

$$U_a = U_{\text{ref}} \times R9/R10$$

Mit der angegebenen Dimensionierung beträgt die Spannung:

$$U_a = 1,25 \text{ V} \times 820 \text{ k}/5\text{k}6 = 183 \text{ V}$$

Dieser hohe Wert hat den Vorteil einer großen Display-Helligkeit. Der Autor hat hingegen bei seinem Aufbau R9 mit nur 680 k dimensioniert um die Verlustleistung so gering wie möglich zu halten. Die Spannung an C4 beträgt dann nur etwa 152 V. Mit Werten zwischen 680 k und 820 k für R9 kann man selbst festlegen, welche Spannung (und Helligkeit) man haben möchte. Die Hochspannung wird über R4 und R5 an die Anoden der Röhren des Typs IN-16 gelegt, deren Brennspannung sich bei etwa 143 V stabilisiert (bei 180 V an C4). Der Anodenstrom beträgt dann etwa 1,72 mA. Dabei handelt es sich um Zifferanzeigen aus russischer Produktion, die preiswert und recht gut erhältlich sind. Anstelle der regulär kaum noch erhältlichen 74141 kann man auch die russischen Nixietreiber-ICs K155ID1 verwenden.

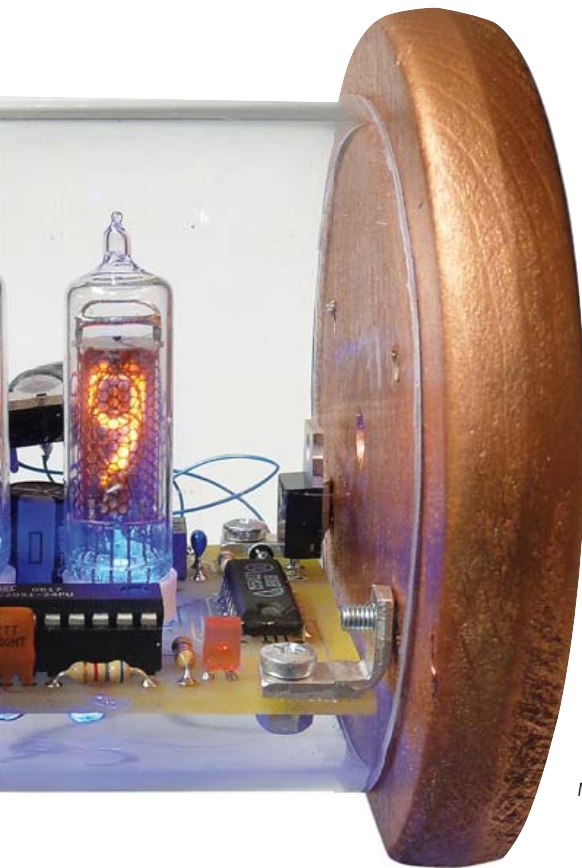
Auf eine Multiplexansteuerung wurde bewusst verzichtet, um die volle Helligkeit der Röhren ausnutzen zu können. Der kleine MCS-51-kompatible Mikrocontroller mit 2-KB-Programmspeicher (IC1) enthält die erforderliche Software

zum Einlesen der Temperaturwerte und zur Ausgabe der Zifferwerte im BCD-Format. Die Taktfrequenz von 12 MHz wird mit X1 erzeugt, einem Resonator mit integrierten Ziehcondensatoren. R6 und C1 bilden das RC-Glied für den Reset beim Einschalten (Power-up-Reset). IC4 (DS1820 von Maxim-Dallas) ist der Temperatursensor. Er ist bereits werkseitig kalibriert und liefert den aktuellen Temperaturwert über seinen 1-Draht-Bus seriell an P1.3 des Mikrocontrollers. Wird Jumper JP1 (an P3.4) gesetzt, erfolgt die Temperaturanzeige in Fahrenheit.

Optionen

Die LEDs D1...D4 nebst den Vorwiderständen R2, R3 und R7 sind optional – man kann sie also auch weglassen. Mit D1 und D2 erhält man eine Temperatur-Tendenzanzeige, während D3 und D4 eine zusätzliche Effektbeleuchtung der Röhren ermöglichen. An D1 und D2 kann man erkennen, ob es wärmer oder kälter wird. Die rote LED D2 leuchtet bei ansteigender Temperatur, die blaue LED D1 signalisiert einen Temperaturrückgang. Beibt die Temperatur zwischen zwei Messungen unverändert, leuchtet keine der beiden LEDs.

Da etwa jede Sekunde einmal gemessen wird, reagiert die Anzeige relativ unruhig. Die Darstellung dürfte angenehmer und ruhiger werden, wenn man über einen längeren Zeitraum mittelt. Der geneigte Elektor-Leser kann die Software hier gerne optimieren - es sind noch ein paar Bytes frei, und der kommentierte Quellcode ist unter



Eigenschaften

Anzeigebereich:	0 °C bis +99 °C
Temperatursensor:	Dallas DS18B20, Genauigkeit 0,5 K
Stromversorgung:	Steckernetzteil 12...15 V Gleichspannung
Stromaufnahme:	170 mA bei 12 V
Röhren:	Russische IN-16, 13-poliger Lötanschluss
Mikrocontroller:	Atmel AT89C2051 (programmiert erhältlich)
Firmware:	BASCOM-Programm (Source- und Hexcode kostenlos erhältlich)
Optionen:	Umschaltung auf Anzeige in Fahrenheit Röhrenbeleuchtung Tendenzanzeige mit LEDs (wärmer/kälter)

Mustergerät des Autors.

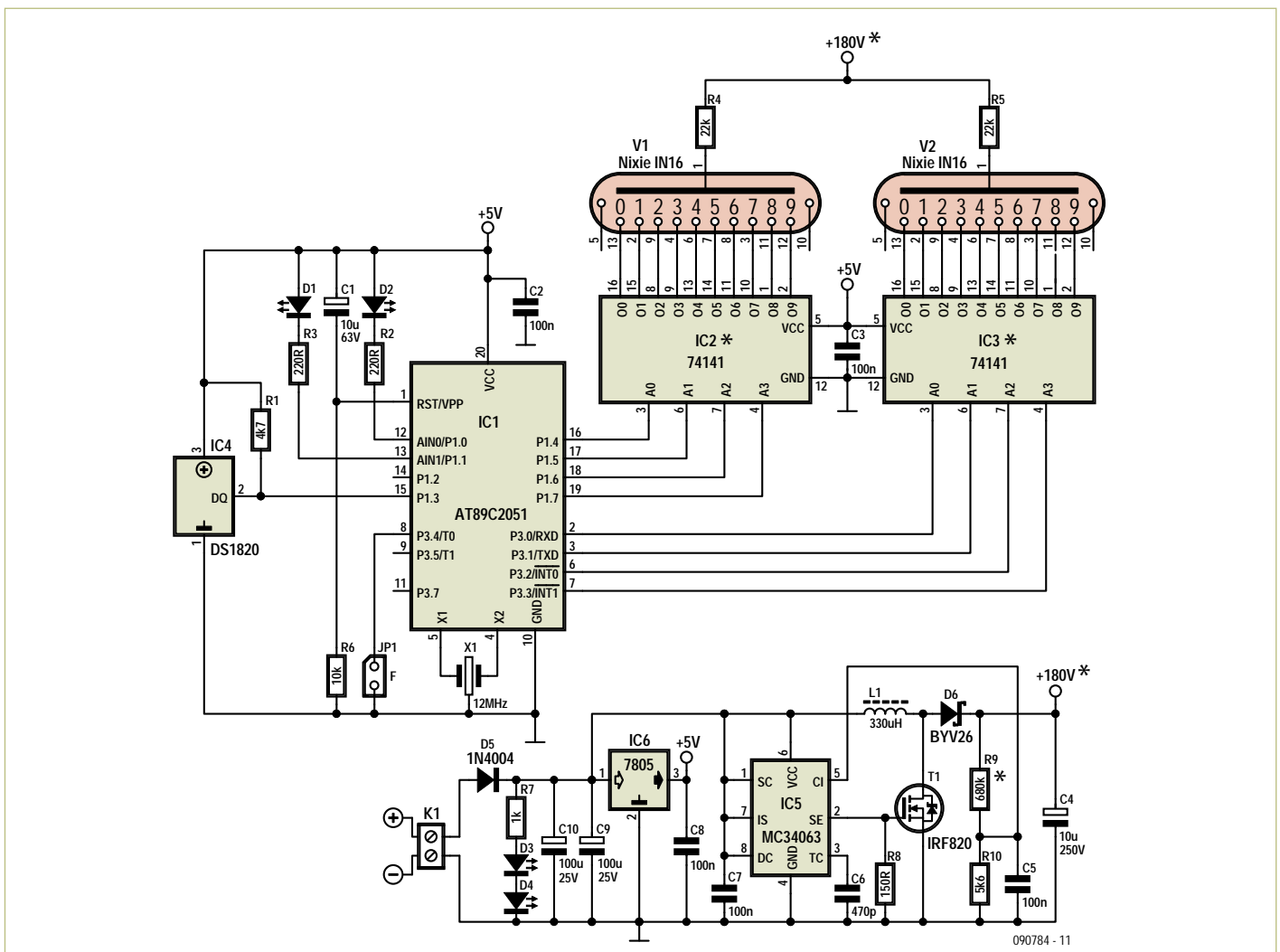


Bild 1. Einfachheit war das Entwicklungsziel der Schaltung: Wenige Bauteile, keine SMDs, kein Abgleich.

Stückliste

Widerstände:

R1 = 4k7
R2,R3 = 220 Ω
R4,R5 = 22 k
R6 = 10 k
R7 = 1 k
R8 = 150 Ω
R9 = 820 k
R10 = 5k6

Kondensatoren:

C1 = 10 μ/63 V, radial, 2,5 mm Rastermaß
C2,C3,C5,C7,C8 = 100 n, 5 mm Rastermaß, keramisch
C4 = 10 μ/250 V, radial, 5 mm Rastermaß
C6 = 470 p, 5 mm Rastermaß
C9,C10 = 100 μ/25 V, radial, 2,5 mm Rastermaß

Halbleiter:

D1,D3,D4 = LED, 3 mm, blau
D2 = LED, 3 mm, rot

D5 = 1N4004
D6 = BYV26 (z.B. Vishay)
T1 = IRF820 (Vishay, International Rectifier IRF820PBF)
IC1 = AT89C2051-24PU (programmiert 090784-41*)

IC2,IC3 = 74141 oder K1551D1 (Russia K1551D1)
IC4 = DS18S20 (Maxim/Dallas)
IC5 = MC34063 (z.B. STMicroelectronics MC34063ABN)
IC6 = 7805 (TO220) (z.B. ON Semiconductor MC7805BTG)

Induktivität:

L1 = 330 μH, 1A, axial, D x L = 11 x 32,5 mm max., z.B. Epcos B82500CA8 oder Fastron 77 A-331 M-00

Außerdem:

X1 = 12-MHz-Resonator, 3 Anschlüsse, z.B. AEL Crystals C12M000000L003
JP1 = 2-polige Stiftleiste, 2,54 mm Rastermaß (Jumper optional, siehe Text)
K1 = 2-polige Anschlussklemme für Platinenmontage, Rastermaß 5 mm
V1,V2 = Nixie-Röhre IN-16 (z.B. Sovtec MH-16)
Platine 090784-1* (Layout-PDF als Gratis-Download unter [1])

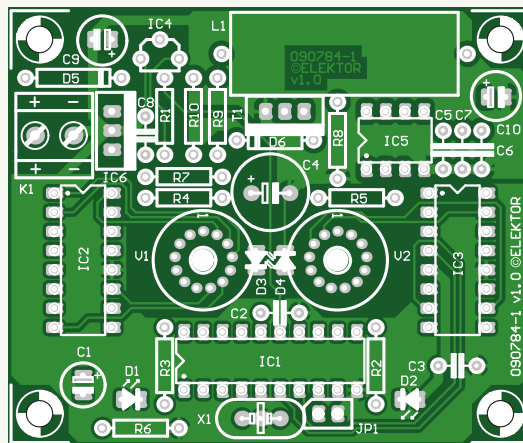


Bild 2. Die einfach zu bestückende Platine ist ab Lager im Elektor-Shop erhältlich.

* Siehe www.elektor.de/090784

[1] kostenlos herunterzuladen.

Die LEDs D3 und D4 beleuchten jeweils eine Nixieröhre von unten. In der Platine sind entsprechende Löcher für den Lichtaustritt vorgesehen. Die LEDs werden „über Kopf“ auf die Unterseite der Platine gelötet.

Durch den Wert von R7 kann man die gewünschte Helligkeit einstellen. Farbe und Größe der LEDs sind frei wählbar. Der Autor hat bei seinem Mustergerät blaue LEDs verwendet, die zusammen mit den orange leuchtenden Röhren besonders im Dunkeln einen tollen Zusatzeffekt ergeben. Beim Musteraufbau im Elektor-Labor wurden die LEDs allerdings nicht bestückt. Im Gegensatz zu den vom Autor verwendeten Exemplaren hatten die vom Elektor-Labor eingekauften IN16 einen grauen (nicht transparenten) Kunststoffsockel, so dass sich der LED-Beleuchtungseffekt nicht realisieren ließ.

Die Software

Die Software für den Controller wurde mit dem BASCOM-8051-Compiler von MCS-Electronics erstellt, der den 1-Draht-Bus mit fertigen Befehlen unterstützt.

Nach der Initialisierung der Variablen und des Sensors wird in einer Schleife ständig der aktuelle Temperaturwert abgeholt (ca. alle 750 ms), gegebenenfalls in Fahrenheit umgerechnet, von Nachkommastellen befreit und als 10er und 1er Stelle im BCD-Format an die Nixietreiber ausgegeben. Der jeweils letzte Messwert wird gespeichert und beim nächsten Durchlauf für die Tenzdenanzeige mit D1 und D2 verwendet.

Trotz des überschaubaren Ablaufs war es nicht ganz einfach, das richtige Timing für den DS1820 zu ermitteln, da der Bus zwischen den Abfragen zurückgesetzt werden muss und der Chip beim Messen nicht ansprechbar und manchmal sogar so erschreckt ist, dass er nicht mehr reagiert und einen Neustart benötigt. Der Leser braucht sich aber darum nicht mehr zu kümmern, da eine fertige Software zum kostenlosen Download unter [1] zur Verfügung steht und außerdem im Elektor-Shop auch bereits programmierte Controller erhältlich sind.

Bei negativen Temperaturen verbleibt die Anzeige auf 00 (Minimum) und bei Temperaturen über 100 °C auf 99 (Maximum). Bei

nicht angeschlossenem oder defektem Temperatursensor wird als Fehlerhinweis ebenfalls 99 – aber blinkend - angezeigt.

Aufbau und Inbetriebnahme

Man bestückt die im Elektor-Shop ab Lager erhältliche Platine (Bild 2) mit allen Bauteilen mit Ausnahme der Nixie-Röhren. Für IC1, IC2 und IC3 lötet man vorerst nur IC-Fassungen ein. Die Polarität der Elkos – besonders von C4 – muss unbedingt vor dem Einschalten kontrolliert werden! Nun steckt man das Steckernetzteil ein. Am Ausgang von IC6 müssen +5 V zu messen sein. An C4 sollte sich eine hohe Gleichspannung von etwa 180 V aufbauen (bei 820 k für R9). Auch hier Vorsicht wegen der hohen Spannung und die Platine in eingeschaltetem Zustand nicht berühren!

Als Nächstes (wenn die Spannung an C4 abgeklungen ist) werden die Röhren eingelötet. Auf der Rückseite der Röhre ist genau in der Mitte hinter dem Glas ein heller Streifen zu sehen, der Pin 1 markiert (siehe auch Datenblatt). Da es ziemlich schwierig ist, 13 gleich lange Drähte einzufädeln, bedient man sich eines Tricks: Man kürzt nachein-

ander alle Röhrendrähte, und zwar jeden Draht etwas mehr als den vorhergehenden, so dass die Anschlüsse hinterher wie Orgelpfeifen aussehen. Dann beginnt man mit dem längsten Anschluss und kann jetzt bequem alle Drähte reihum in die Bohrungen der Platine stecken. Anschließend die Röhren genau rechtwinklig ausrichten und Anschlüsse verlöten. Zum Schluss die beiden Nixietreiber-ICs und den programmierten Mikrocontroller in die IC-Fassungen stecken. Nach dem erneuten Einschalten sollte sofort die Temperatur angezeigt werden.

Gehäuse und Einbau

Das Mustergerät wurde in eine passend gesägte Acrylglasröhre von 75 mm Länge und 80 mm Durchmesser eingebaut. Rohre aus Acrylglas gibt es zwar nicht im Baumarkt um die Ecke, sie sind aber bei Online-Händlern im Internet in vielen Größen und Wandstärken zu bestellen. Die Seiten sollten exakt rechtwinklig und gerade gesägt sein, da Unebenheiten auf den Stirnflächen im Bereich der Seitenteile unschön auffallen. Acrylglas lässt sich aber mit Feile und Schleifpapier gut nachbearbeiten. Eine Kreissäge ist hier nützlich, zur Not kann man aber auch von Hand sägen und zum Beispiel eine Bügelsäge mit feinem Metallblatt verwenden. Als Führungshilfe eignen sich die für Fußleisten vorgesehenen, u-förmigen Halterungen, die einen guten 90-Grad-Schnitt ermöglichen.

Als Seitenteile wurden zwei Holzräder aus Echtholz mit 100 mm Durchmesser aus dem Baumarkt zweckentfremdet. Mit jeweils einem glatten Schnitt erzeugt man noch die Boden-Stellfläche. Wahlweise kann man die Seitenteile auch lackieren oder aus ca. 4 mm starkem Acrylglas anfertigen.

Das Acrylrohr erhält mittig jeweils eine Bohrung zur Aufnahme einer Klinkenbuchse für den Temperaturfühler und der Netzteilbuchse. Die beiden Seitenteile erhalten jeweils zwei Bohrungen für M3-Schrauben, die genau in Höhe der Befestigungswinkel

sitzen (die Winkel müssen an mindestens einer Seite ein Innengewinde besitzen).

Nun verbindet man die Buchsen mit den Anschlüssen für Netzteil und Sensor an der Platine und schiebt anschließend die Platine vollständig in die Röhre. Nun kann man von außen die Seitenteile mit je zwei M3-Schrauben mit den inneren Befestigungswinkeln verschrauben. Die Platine wird nun schwebend von beiden Seitenteilen getragen, die an der Acrylröhre fest anliegen. Durch leichtes Verdrehen der Seitenteile lässt sich die Konstruktion auch so einstellen, dass die Platine leicht nach oben geneigt ist, so dass die Röhrenanzeige von schräg oben optimal zu sehen ist.

Der Temperatursensor sollte wegen der Erwärmung von Röhren und Spannungsreglern nicht auf der Platine oder im Gehäuse montiert werden. Will man tatsächlich die Raumtemperatur messen, sollte ein längeres Kabel zum Sensor verwendet werden. Natürlich kann man mit dem Temperaturfühler anstelle der Raumtemperatur zum Beispiel eine Gerätetemperatur anzeigen (vielleicht die Temperatur einer daneben stehenden Röhrenendstufe?).

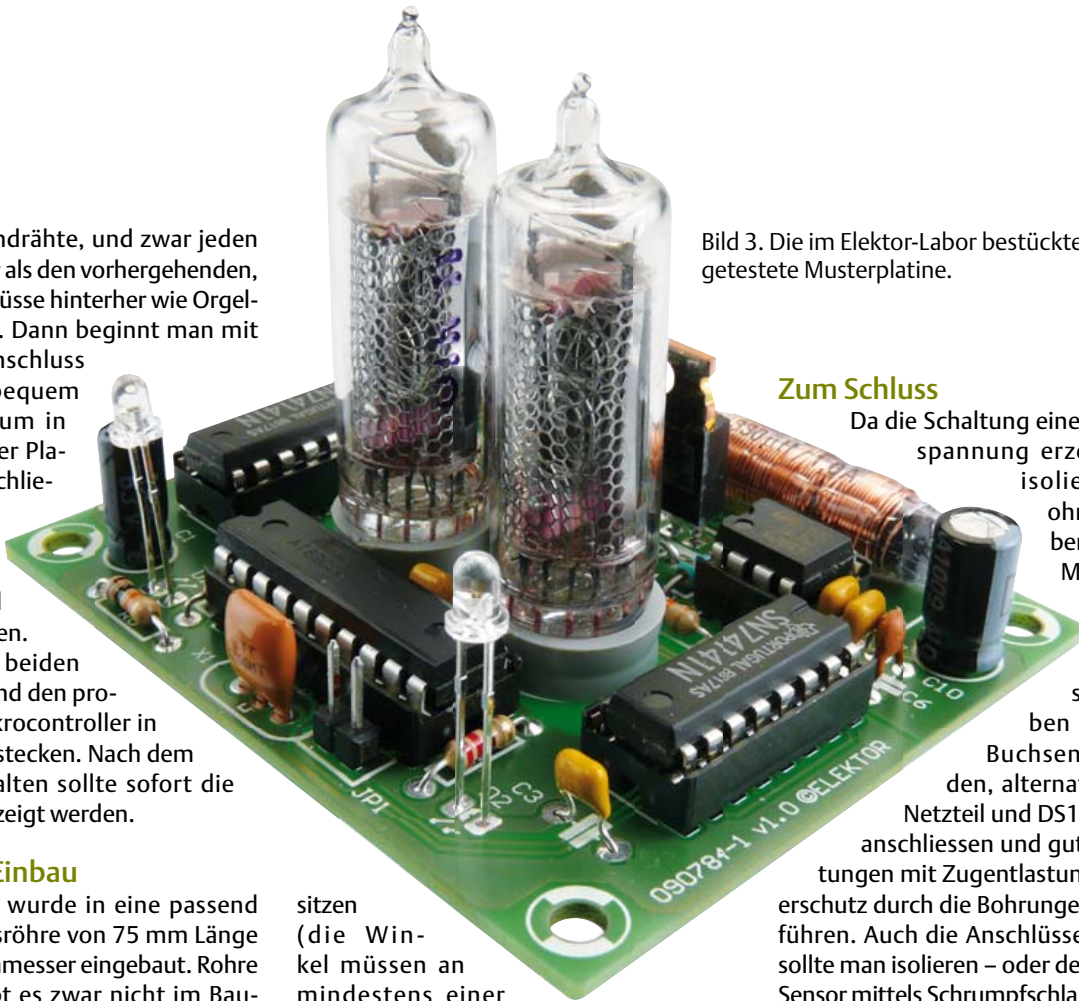


Bild 3. Die im Elektor-Labor bestückte und getestete Musterplatine.

Zum Schluss

Da die Schaltung eine hohe Gleichspannung erzeugt, ist ein isolierter Einbau ohne von außen berührbare Metallteile sehr wichtig. Es sind also Kunststoffschrauben und isolierte Buchsen zu verwenden, alternativ kann man Netzteil und DS1820 auch fest anschliessen und gut isolierte Leitungen mit Zugentlastung und Scheuerschutz durch die Bohrungen nach außen führen. Auch die Anschlüsse des DS1820 sollte man isolieren – oder den kompletten Sensor mittels Schumpfschlauch. Wenn Sie das alles beherzigen, steht dem ungetrübten sinnlichen Vergnügen mit einer warm orange leuchtenden und manchmal leicht flackernden Temperaturanzeige nichts mehr im Wege...

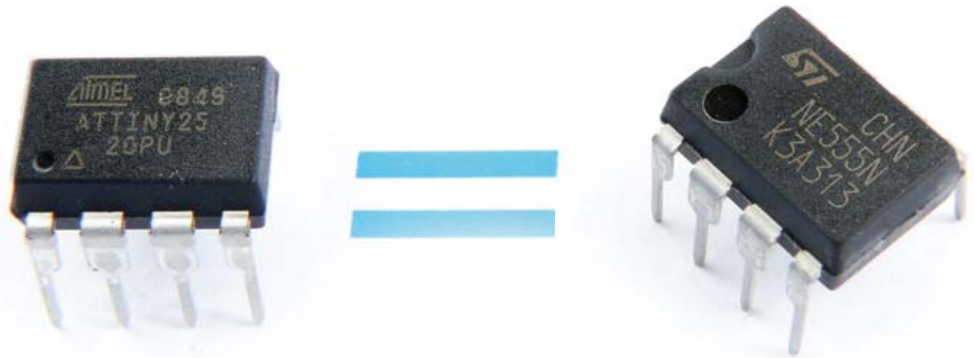
(090784)

Weblinks

- [1] www.elektor.de/090784 (Elektor-Webseite zum Projekt)
- [2] www.atmel.com/atmel/acrobat/doc0368.pdf (Datenblatt 89C2051)
- [3] <http://datasheets.maxim-ic.com/en/ds/DS18S20.pdf> (Datenblatt DS1820)
- [4] www.tube-tester.com/sites/nixie/data/in16.htm (Datenblatt IN-16)
- [5] <http://gadget.mda.or.jp/pdf/K155ID1> (Datenblatt K155ID1)
- [6] www.onsemi.com/pub_link/Collateral/MC34063A-D.PDF (Datenblatt MC34063)
- [7] www.die-wuestens.de (Nixie-Röhren und Treiber)

i555

iMono & iMulti: Monoflop und Multivibrator virtuell



Von Dr. Thomas Scherer (D)

Das IC mit den drei Fünfen im Namen ist zwar das meistverkaufte IC aller Zeiten – aus heutiger Perspektive allerdings auch ein Anachronismus pur. Schließlich arbeitet so ein 555 intern noch richtig analog, benötigt sogar reale Widerstände und Kondensatoren als externe Beschaltung und ist weniger flexibel, als es wünschenswert wäre. Dennoch braucht der postmoderne Elektroniker noch hin und wieder ein ordinäres Monoflop oder einen 0815-Multivibrator. Hier kommt die zeitgemäße Lösung: Ein virtueller 555 in Form eines Mikrocontrollers!

Für alle unter 20: Widerstände und Kondensatoren sind Bauteile mit nur je zwei Anschlüssen - vor der Jahrtausendwende sogar mit leibhaftigen Anschlussdrähten üblich. ;-)

Der (kaum) ältere Autor wollte eines Tages in die Motorsteuerung seines Pedelecs (Elektro-Fahrrad) ein zusätzliches Monoflop einbauen. Verschiedene Versionen und Generationen des 555-Timer-ICs hatte er noch einige - gut abgelagert und immer noch funktionsfähig. Doch er benötigte nicht irgendein Monoflop, sondern ein retriggerbares. Und genau diese Funktion lässt sich beim 555 nur mit trickreichen Zusatzschaltungen – also noch mehr Bauteilen - erreichen. Damit hatte ein 555 seine entscheidenden Vorteile (klein, einfach, wenig Bauteile) verspielt. Als Alternative würde sich noch ein IC aus der CMOS-Logik-Reihe wie das CD4098 anbieten. Leider aber förderten selbst intensive Ausgrabungsarbeiten in diversen Kisten und Schubladen kein einziges Exemplar zutage. Selbst wenn noch eines zu finden gewesen wäre: Mit 16 Beinchen ist es doppelt so groß wie ein 555. „Da kann ich mir ja gleich einen kleinen

Mikrocontroller programmieren!“ dachte sich der Autor. Gedacht, getan und wenn schon, denn schon: Dieser Beitrag beschreibt mit iMono und iMulti zwei frei konfigurierbare Varianten eines i555. Beide kommen ohne externe Bauteile aus.

Controllerwahl

Kleine und relativ leistungsfähige Mikrocontroller gibt es in großer Auswahl von verschiedenen Herstellern. Auch hier halfen die Vorräte des Autors bei der Entscheidungsfindung: Er fand etliche achtbeinige Controller von Atmel in einer kleinen Schublade. Die Typen ATtiny25 [1], ATtiny45 und ATtiny85 haben neben den gewünschten acht Pins (in der DIL-Version) auch interne Hardware-Timer und einen A/D-Konverter. Mehr braucht man auch nicht. Sie unterscheiden sich lediglich im verfügbaren Speicher von 2, 4 oder 8 KByte.

Für diesen Controllertyp existiert ein einfacher aber effektiver BASIC-Compiler: BASCOM-AVR von der Firma MCS-Elektronik. Experimente des Autors zeigten, dass der Compiler so effektiv ist, dass sich für den geplanten Zweck keine relevanten Timing-

Nachteile gegenüber Maschinensprache ergeben. Noch besser: Auf der Elektor-Webseite zum i555-Artikel [2] findet man einen Download-Link für eine kostenlose Demoversion von BASCOM-AVR, die Code bis 4 KByte erstellt. Das reicht auch noch für Erweiterungen der hier vorgestellten Firmware.

Das kleine „i“

Mit einem real existierenden 555 [3] sind prinzipiell zwei Funktionen realisierbar: Monoflop und Multivibrator. Damit erzeugte Impulse und Frequenzen sind ziemlich stabil und von der Versorgungsspannung weitgehend entkoppelt. Die mit dem Monoflop erzielten Impulslängen reichen von einigen Mikrosekunden bis hin zu einigen hundert Sekunden. Der Frequenzbereich der Multivibrator-Beschaltung reicht von einigen hundert Kilohertz bis hinunter zu einigen Millihertz. Das sollte eine virtuelle Lösung auch können, damit sie das kleine „i“ zu Recht verliehen bekommt. Der echte 555 hat auch ein paar Nachteile:

- Er braucht externe Beschaltung.
- Das Monoflop ist nicht retriggerbar.

Eigenschaften

iMono:

- Virtuelles, konfigurierbares Monoflop
- Drei Modi: nicht retriggerbar, retriggerbar und pulsverlängernd
- Einstellbare Triggerung auf steigende und fallende Flanke
- Nichtinvertierender und invertierender Ausgang
- Impulsdauer von 0,8 µs bis 524 s
- Ausführlich kommentierter Source-Code in BASIC

iMulti:

- Virtueller, konfigurierbarer Multivibrator
- Vier Modi: Fast, Fixe Werte, VCO und VCDC
- Gate-Eingang, invertierbar
- Kurvenform invertierbar
- Frequenz per Software oder Steuerspannung einstellbar
- Duty-Cycle per Software oder Steuerspannung einstellbar
- Frequenzbereich 10 MHz bis 1,91 mHz
- Ausführlich kommentierter Source-Code in BASIC

- Der Trigger-Eingang ist negativ flankengetriggert.
- Die Duty-Cycle-Einstellung des Multivibrators ist nicht ganz einfach.

All diese Beschränkungen muss man nicht unbedingt mitsimulieren, denn bei einem i555 sind ja alle Funktionen weitgehend durch Software manipulierbar. Darüber hinaus können Triggerflanken und andere Feinheiten ebenfalls durch den Anwender im Code der Firmware verändert werden (siehe „Eigenschaften“). Quetscht man alle Funktionen in einen ATtiny, dann gibt es zumindest beim kleinsten Exemplar Platzprobleme. Daher und weil man ja auch nur entweder ein Monoflop oder einen Multivibrator benötigt, wurde die Firmware getrennt in den beiden Geschmacksrichtungen iMono und iMulti erstellt.

Die „Naturtreue“ eines 555-Nachbaus findet ihre Grenzen in der Pinbelegung: Ein ATtiny hat den Masseanschluss der Versorgungsspannung nicht wie beim 555 an Pin 1, sondern an Pin 4. Aus weiteren Gründen wurde dann gänzlich von der Pinbelegung des 555 abgewichen.

iMono

In der Pinbelegung des simulierten Monoflops von **Bild 1** sieht man nicht viel Ungewöhnliches. Wenn man möglichst genaue und/oder kurze Impulse generieren will, kann man einen Quarz an die Pins 2 und 3 anschließen. Auf extra Kondensatoren (10...15 pF) gegen Masse kann man aufgrund parasitärer Kapazitäten in der Regel verzichten, was die maximale externe Beschaltung auf den Quarz begrenzt. Für die meisten Zwecke geht es mit den internen Oszillatoren ausreichend genau zu, von denen je ein Exemplar mit 8 MHz und 128 kHz vorhanden ist. Experimente des Autors lassen auf eine unkalibrierte Toleranz von immerhin <10 % schließen. Pin 7 fungiert als Triggereingang und die Pins 5 und 6 arbeiten als normaler und als invertierter Ausgang.

Im zugehörigen Source-Code ist genau angegeben, wo man welche Werte wie ändern kann. Die Software filtert sogar unsinnige Parameter aus. Der Anwender kann zwischen drei Betriebs-Modi wählen:

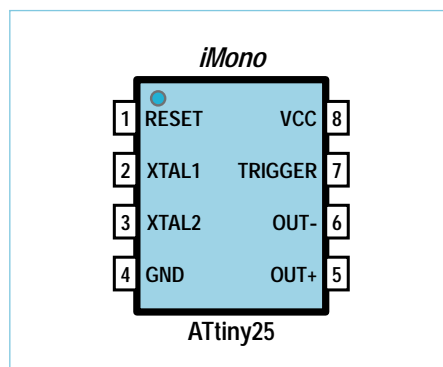


Bild 1. Pinbelegung des ATtiny25 als iMono (Programmierung als Monoflop).

- nicht retriggerbar
- retriggerbar
- extended

Bei Letzterem wird der Triggerimpuls um die eingestellte Monoflop-Zeit verlängert. Außerdem sind einstellbar:

- Triggerflanke: ansteigend oder fallend
- Ticks: 2...255 oder 1...256 Timer-Ticks
- Takt-Vorteiler: 1/2/4/8/16/32/64/256
- Timer-Vorteiler: 8/64/256/1024
- Oszillortyp: intern/extern

Da ein ATtiny25 nur 8-bit-Timer besitzt, kann er nur 1 bis 256 Ticks zählen. Ein extra Vorteiler macht den Takt des Oszillators zum effektiven Takt (f_{eff}). Der Timer hat ebenfalls einen Vorteiler, der vom effektiven Takt gespeist wird. Die Impulsdauer errechnet sich daher zu:

Impulsdauer = Ticks x Takt-Vorteiler x Timer-Vorteiler / Takt

Bei internem 8-MHz-Oszillator und einem Takt-Vorteiler von 8 ist $f_{eff} = 1$ MHz. Setzt

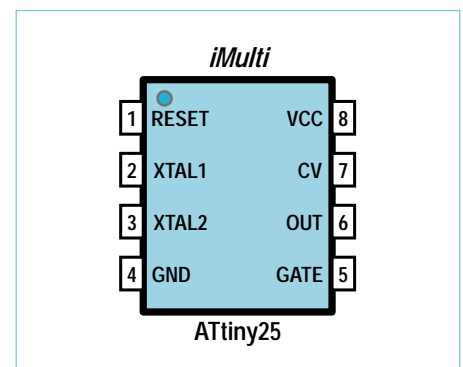


Bild 2. Die Pinbelegung von iMulti (Programmierung als Multivibrator) unterscheidet sich von der von iMono.

man den Timer-Vorteiler auf 1024 und wählt 98 Ticks, erhält man eine Impulsdauer von:

$$t = 98 * 1024 * 8 / 8 \text{ MHz} = 100,352 \text{ ms}$$

In der Praxis hat man also ein 100-ms-Monoflop vor sich, denn so genau ist der interne Oszillator auch wieder nicht. **Tabelle 1** zeigt die mit iMono erzielbaren Impulslängen in Abhängigkeit von vier Parametern. Die erste, kursive Spalte mit einem Timer-Vorteiler von 8 ist nicht ganz so präzise und kann wegen der begrenzten Rechenleistung des ATtiny nur mit 2...255 Ticks betrieben werden.

iMulti

Die Pinbelegung von iMulti in **Bild 2** unterscheidet sich aufgrund anderer Aufgaben von der des iMono. Man kann ebenfalls einen externen Quarz an XTAL1 und XTAL2 anschließen, wenn es um hohe und/oder genaue Frequenzen geht. Die beiden internen Oszillatoren mit 8 MHz und

Tabelle 1. i555 alias iMono
Die mit iMono möglichen Impulslängen. Die kursiven Werte bei Prescale = 8 bieten nur beschränkte Genauigkeit.

20 MHz extern		Ticks:	2	256	1	256	1	256	1	256
Clockdiv	f _{eff} (Hz)	Delay	Prescale: 8		Prescale: 64		Prescale: 256		Presc.: 1024	
1	20 M	0,5 µs	0,8 µs	102 µs	3,2 µs	819 µs	12,8 µs	3,28 ms	51,2 µs	13,1 ms
2	10 M	1 µs	1,6 µs	205 µs	6,4 µs	1,64 ms	25,6 µs	6,56 ms	102 µs	26,2 ms
4	5 M	2 µs	3,2 µs	410 µs	12,8 µs	3,28 ms	51,2 µs	13,1 ms	205 µs	52,4 ms
8	2,5 M	4 µs	6,4 µs	819 µs	25,6 µs	6,56 ms	102 µs	26,2 ms	410 µs	105 ms
16	1,25 k	8 µs	12,8 µs	1,64 ms	51,2 µs	13,1 ms	205 µs	52,4 ms	819 µs	210 ms
32	625 k	16 µs	25,6 µs	3,28 ms	102 µs	26,2 ms	410 µs	105 ms	1,64 ms	419 ms
64	312,5 k	32 µs	51,2 µs	6,56 ms	205 µs	52,4 ms	819 µs	210 ms	3,28 ms	839 ms
128	156,25 k	64 µs	102 µs	13,1 ms	410 µs	105 ms	1,64 ms	419 ms	6,56 ms	1,68 s
256	78,125 k	125 µs	205 µs	26,2 ms	819 µs	210 ms	3,28 ms	839 ms	13,1 ms	3,36 s
8 MHz intern		Ticks:	2	256	1	256	1	256	1	256
Clockdiv	f _{eff} (Hz)	Delay	Prescale: 8		Prescale: 64		Prescale: 256		Presc.: 1024	
1	8 M	1,2 µs	2 µs	256 µs	8 µs	2,05 ms	32 µs	8,19 ms	128 µs	32,8 ms
2	4 M	2,3 µs	4 µs	512 µs	16 µs	4,10 ms	64 µs	16,4 ms	256 µs	65,6 ms
4	2 M	4,5 µs	8 µs	1,02 ms	32 µs	8,19 ms	128 µs	32,8 ms	512 µs	131 ms
8	1 M	9 µs	16 µs	2,05 ms	64 µs	16,4 ms	256 µs	65,6 ms	1,02 ms	262 ms
16	500 k	19 µs	32 µs	4,10 ms	128 µs	32,8 ms	512 µs	131 ms	2,05 ms	524 ms
32	250 k	38 µs	64 µs	8,19 ms	256 µs	65,6 ms	1,02 ms	262 ms	4,10 ms	1,05 s
64	125 k	75 µs	128 µs	16,4 ms	512 µs	131 ms	2,05 ms	524 ms	8,19 ms	2,10 s
128	62,5 k	150 µs	256 µs	32,8 ms	1,02 ms	262 ms	4,10 ms	1,05 s	16,4 ms	4,19 s
256	31,25 k	300 µs	512 µs	65,6 ms	2,05 ms	524 ms	8,20 ms	2,10 s	32,8 ms	8,39 s
128 kHz intern		Ticks:	2	256	1	256	1	256	1	256
Clockdiv	f _{eff} (Hz)	Delay	Prescale: 8		Prescale: 64		Prescale: 256		Presc.: 1024	
1	128 k	80 µs	125 µs	16 ms	500 µs	128 ms	2 ms	512 ms	8 ms	2,05 s
2	64 k	160 µs	250 µs	32 ms	1 ms	256 ms	4 ms	1,02 s	16 ms	4,10 s
4	32 k	320 µs	500 µs	64 ms	2 ms	512 ms	8 ms	2,05 s	32 ms	8,19 s
8	16 k	640 µs	1 ms	128 ms	4 ms	1,02 s	16 ms	4,10 s	64 ms	16,4 s
16	8 k	1,25 ms	2 ms	256 ms	8 ms	2,05 s	32 ms	8,19 s	128 ms	32,8 s
32	4 k	2,5 ms	4 ms	512 ms	16 ms	4,10 s	64 ms	16,4 s	256 ms	65,5 s
64	2 k	5 ms	8 ms	1,02 s	32 ms	8,19 s	128 ms	32,8 s	512 ms	131 s
128	1 k	10 ms	16 ms	2,05 s	64 ms	16,4 s	256 ms	65,5 s	1,02 s	262 s
256	500	20 ms	32 ms	4,10 s	128 ms	32,8 s	512 ms	131 s	2,05 s	524 s

128 kHz dürften aber für viele Fälle ausreichen. Immerhin sind damit Frequenzen bis 4 MHz möglich, was einen echten 555 vor Neid erblassen lässt. Pin 5 bietet ein Gate, mit dem man die Signalerzeugung ein- und ausschalten kann. An Pin 6 liegt das Rechtecksignal des Multivibrators. Noch interessanter ist aber der Eingang CV an Pin 7. Hier kann man eine Gleichspannung zwischen

0 V und Vcc anlegen, mit der sich entweder die Frequenz um mehr als eine Oktave oder aber das Puls-Pausenverhältnis im Bereich 1...99 % variieren lässt (Frequenzmodulation und PWM).

Insgesamt bietet iMulti vier Betriebs-Modi:

- Fast: hohe Frequenzen bei festem Duty-Cycle von 50 %.

- Fix: Frequenz und Duty-Cycle per Software einstellbar.
- VCO: Frequenz mit CV (1:2,56) und Duty-Cycle per Software einstellbar.
- PWM: Duty-Cycle mit CV (1...99%) und Frequenz per Software einstellbar.

Außerdem:

- Gate: Ausgangssignal bei High oder Low

Tabelle 2. i555 alias iMulti
Die mit iMulti möglichen Frequenzen. Nur im Fast-Mode können weniger als 100 Ticks verwendet werden.

20MHz	Ticks:	2	100	256	2	100	256	2	100	256	2	100	256	2	100	256
Cl.div	f _{eff} (Hz)	Prescale: 1 (Hz)			Prescale: 8 (Hz)			Prescale: 64 (Hz)			Prescale: 256 (Hz)			Presc.: 1024 (Hz)		
1	20 M	10 M	200 k	78,1 k	1,25 M	25 k	9,77 k	156 k	3,13 k	1,22 k	39,1 k	781	305	9,77 k	195	76,3
2	10 M	5 M	100 k	39,1 k	625 k	12,5 k	4,88 k	78,1 k	1,56 k	610	19,5 k	391	153	4,88 k	97,7	38,1
4	5 M	2,5 M	50 k	19,5 k	313 k	6,25 k	2,44 k	39,1 k	781	305	9,77 k	195	76,3	2,44 k	48,8	19,1
8	2,5 M	1,25 M	25 k	9,77 k	156 k	3,13 k	1,22 k	19,5 k	391	153	4,88 k	97,7	38,1	1,22 k	24,4	9,54
16	1,25 k	625 k	12,5 k	4,88 k	78,1 k	1,56 k	610	9,77 k	195	76,3	2,44 k	48,8	19,1	610	12,2	4,77
32	625 k	313 k	6,25 k	2,44 k	39,1 k	781	305	4,88 k	97,7	38,1	1,22 k	24,4	9,54	305	6,1	2,38
64	312,5 k	156 k	3,13 k	1,22 k	19,5 k	391	153	2,44 k	48,8	19,1	610	12,2	4,77	153	3,05	1,19
128	156,25 k	78,1 k	1,56 k	610 k	9,77 k	195	76,3	1,22 k	24,4	9,54	305	6,1	2,38	76,3	1,53	596 m
256	78,125 k	39,1 k	781	305 k	4,88 k	97,7	38,1	610	12,2	4,77	153	3,05	1,19	38,1	763 m	298 m
8MHz	Ticks:	2	100	256	2	100	256	2	100	256	2	100	256	2	100	256
Cl.div	f _{eff} (Hz)	Prescale: 1 (Hz)			Prescale: 8 (Hz)			Prescale: 64 (Hz)			Prescale: 256 (Hz)			Presc.: 1024 (Hz)		
1	8 M	4 M	80 k	31,3 k	500 k	10 k	3,91 k	62,5 k	1,25 k	488	15,6 k	313	122	3,91 k	78,1	30,5
2	4 M	2 M	40 k	15,6 k	250 k	5 k	1,95 k	31,3 k	625	244	7,81 k	156	61	1,95 k	39,1	15,3
4	2 M	1 M	20 k	7,81 k	125 k	2,5 k	977	15,6 k	313	122	3,91 k	78,1	30,5	977	19,5	7,63
8	1 M	500 k	10 k	3,91 k	62,5 k	1,25 k	488	7,81 k	156	61	1,95 k	39,1	15,3	488	9,77	2,81
16	500 k	250 k	5 k	1,95 k	31,3 k	625	244	3,91 k	78,1	30,5	977	19,5	7,63	244	4,88	1,91
32	250 k	125 k	2,5 k	977	15,6 k	313	122	1,95 k	39,1	15,3	488	9,77	2,81	122	2,44	954 m
64	125 k	62,5 k	1,25 k	488	7,81 k	156	61	977	19,5	7,63	244	4,88	1,91	61	1,22	477 m
128	62,5 k	31,3 k	625	244	3,91 k	78,1	30,5	488	9,77	2,81	122	2,44	954 m	30,5	610 m	238 m
256	31,25 k	15,6 k	313	122	1,95 k	39,1	15,3	244	4,88	1,91	61	1,22	477 m	15,3	305 m	119 m
128kHz	Ticks:	2	100	256	2	100	256	2	100	256	2	100	256	2	100	256
Cl.div	f _{eff} (Hz)	Prescale: 1 (Hz)			Prescale: 8 (Hz)			Prescale: 64 (Hz)			Prescale: 256 (Hz)			Presc.: 1024 (Hz)		
1	128 k	64 k	1,28 k	500	8 k	160	62,5	1 k	20	7,81	250	5	1,95	62,5	1,25	488 m
2	64 k	32 k	640	250	4 k	80	31,3	500	10	3,91	125	2,5	977 m	31,3	625 m	244 m
4	32 k	16 k	320	125	2 k	40	15,6	250	5	1,95	62,5	1,25	488 m	15,6	313 m	122 m
8	16 k	8 k	160	62,5	1 k	20	7,81	125	2,5	977 m	31,3	625 m	244 m	7,81	156 m	61 m
16	8 k	4 k	80	31,3	500	10	3,91	62,5	1,25	488 m	15,6	313 m	122 m	3,91	78,1 m	30,5 m
32	4 k	2 k	40	15,6	250	5	1,95	31,3	625 m	244 m	7,81	156 m	61 m	1,95	39,1 m	15,3 m
64	2 k	1 k	20	7,81	125	2,5	977 m	15,6	313 m	122 m	3,91	78,1 m	30,5 m	977 m	19,5 m	7,63 m
128	1 k	500	10	3,91	62,5	1,25	488 m	7,81	156 m	61 m	1,95	39,1 m	15,3 m	488 m	9,77 m	2,81 m
256	500	250	5	1,95	31,3	625 m	244 m	3,91	78,1 m	30,5 m	977 m	19,5 m	7,63 m	244 m	4,88 m	1,91 m

- Periodendauer: 2...256 oder 100...256 Timer-Ticks
- Duty-Cycle: 1...99 %
- Takt-Vorteiler: 1/2/4/8/16/32/64/256
- Timer-Vorteiler: 1/8/64/256/1024
- Oszillatortyp: intern/extern

Nur im Fast-Mode ist die Periodendauer von 2 bis 256 Ticks einstellbar, da ein konfigu-

rierbarer Duty-Cycle ja nur bei ausreichend Ticks (hier: minimal 100) für eine Periode Sinn macht. Der 8-bit-Timer des ATtiny wird im Fast-PWM-Mode verwendet. Auch hier ergibt sich f_{eff} aus dem Takt des Oszillators und dem Takt-Vorteiler, wovon auch der Timer über seinen eigenen Vorteiler abhängt. Die Frequenz des Ausgangssignals errechnet sich demnach zu:

Frequenz = Takt / (Ticks x Takt-Vorteiler x Timer-Vorteiler)

Bei 8 MHz Takt und einem Takt-Vorteiler von 8 ist f_{eff} = 1 MHz. Wählt man den Timer-Vorteiler zu 64 und legt 156 Ticks fest, erhält man eine Frequenz von:

f = 8 MHz / (8 * 64 * 156) = 100,1602564 Hz
Es ergibt sich also ein 100-Hz-Generator,

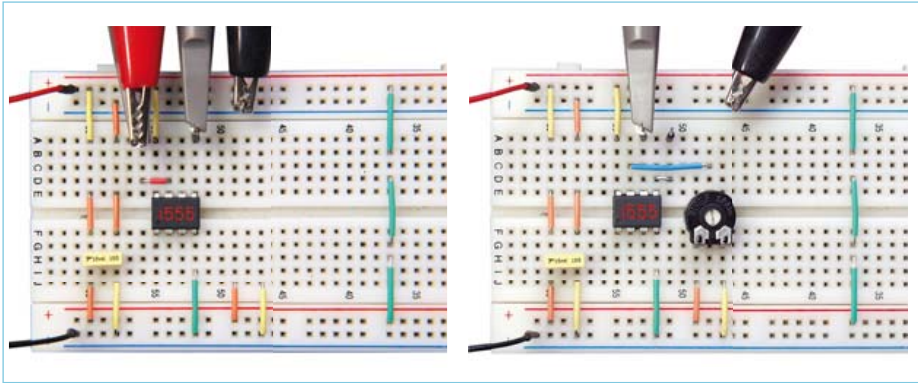


Bild 3. Test des iMono und iMulti auf einem Steckbrett.

da der interne Oszillator nicht so genau ist. **Tabelle 2** zeigt die mit iMulti erzielbaren Frequenzen in Abhängigkeit von vier Parametern.

Code & Chips

Der Source-Code von iMono und iMulti ist zusammen mit den direkt brennbaren Hex-Dateien eines 100-ms-Monoflops und eines 100-Hz-Multivibrators mit 25 % Duty-Cycle kostenlos von der Elektor-Webseite zu diesem Artikel [2] downloadbar. Die Firmware für iMono belegt 694 Byte. Es ist also selbst bei Verwendung eines ATtiny25 noch ausreichend Platz für Erweiterungen und eigenen Code. Anders sieht es bei iMulti aus, denn die Firmware belegt hier 2022 Byte. Im ATtiny25 sind also nur noch 24 Byte frei. Grund hierfür ist der A/D-Konverter, dessen Verwendung ordentlich Programmspeicher belegt.

Beim iMulti-Code wird man sich vielleicht wundern, warum bei der Timer-Konfiguration noch etliche Bits der Timer0-Register „von Hand“ gesetzt werden und der Start- und Stopp-Befehl des Timers selbstgestrickt ist. Grund hierfür ist die Verwendung des Fast-PWM-Modes, der in der aktuellen BASCOM-Version (1.12.0.0) nicht direkt unterstützt wird. Bei iMono klappt es wegen der Verwendung der Standard-Optionen von Timer0 einfacher.

Was kein Ausgang ist, wird im Code als Eingang definiert und (mit Ausnahme des CV-Eingangs bei iMulti) mit einem internen

Pull-up-Widerstand vor zufälligen Pegeln geschützt. Dies gilt auch für den Reset-Eingang. Will man einen externen Quarz als Taktquelle nutzen, so schaltet man mit „Const Int_osc = False“ die Pull-ups an XTAL1 und XTAL2 ab. Die Wahl des Takts erfolgt durch das Brennen der entsprechenden Fuses. Der üblicherweise via Fuse eingestellte Vorteiler von 8 hat hier übrigens keine Wirkung, da der Takt-Vorteiler im Code selbst gesetzt wird.

Eine Warnung ist bei sehr langen Impulsen oder sehr niedrigen Frequenzen und der dann sinnvollen Wahl des internen 128-kHz-Oszillators angebracht: Serielle ISP-Programmer erwarten typischerweise eine minimale serielle Frequenz zur Datenübertragung von etwa 1,2 kHz. Da der effektive Takt des Controller mindestens den vierfachen Wert der seriellen Frequenz haben muss, liegt die praktikable Grenze für ISP-Programmierung bei einem Takt-Vorteiler von 16, denn damit ist $f_{\text{eff}} = 8 \text{ kHz}$. Ab einem Vorteiler von 32 aufwärts hat man also einen One-Shot anderer Art vor sich: nur eine einzige ISP-Programmierung ist möglich. Im Internet kursieren etliche Tricks, wie man so einen „verfusteten“ Chip noch retten kann. Die einfachste Variante ist das so genannte „High Voltage Serial Programming“ (beispielsweise mit dem STK500 von Atmel), da diese Methode taktunabhängig funktioniert.

Allgemeines

Wenn man sich in den Tabellen die richtigen Parameter für eine bestimmte Impulsdauer

oder eine bestimmte Frequenz herausucht, sollte man folgende Faustregeln im Hinterkopf haben:

- Je höher der Timer-Vorteiler ausfällt, desto genauer das Timing. Ab Prescale = 256 ist der Timer schon sehr genau.
- Bei iMono ist das Timing besonders mit Prescale = 8 und wenigen Ticks (<16) nicht sonderlich genau.
- Der Stromverbrauch eines ATtiny hängt direkt von seinem effektiven Takt ab. Braucht ein Controller bei $f_{\text{eff}} = 8 \text{ MHz}$ und $V_{\text{cc}} = 5 \text{ V}$ noch gut 8 mA, ist er bei 1 MHz und 3,3 V schon mit 0,7 mA zufrieden. Bei 128 kHz und 2,5 V macht er mit nur 0,1 mA Strombedarf schon fast der CMOS-Ausführung eines realen 555 Konkurrenz.

Viel Spaß mit diesen virtuellen Timer-ICs! Und falls Sie sich durch diesen Beitrag zur Entwicklung von weiteren virtuellen Standard-ICs animiert fühlen: Der Autor und die Elektor-Redaktion würden sich freuen, davon zu hören...

(100691)

Links:

[1] ATtiny25-Datenblatt:

www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2586.pdf

[2] Webseite zu diesem Artikel:

www.elektor.de/100691

[3] Download der BASCOM-AVR-Demoversion:

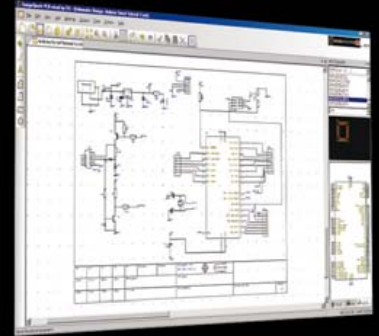
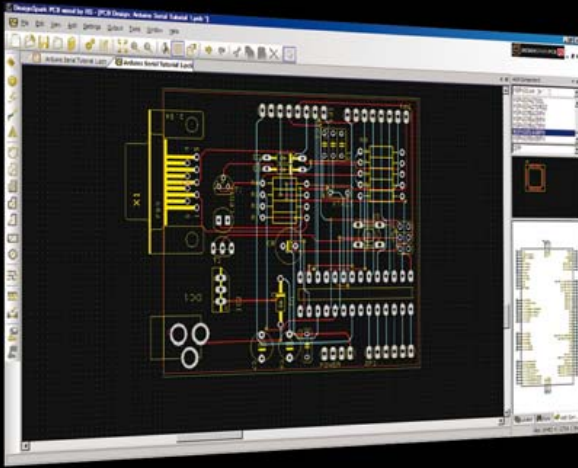
www.mcselec.com/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=99&Itemid=54

[4] Wikipedia zum 555:

<http://de.wikipedia.org/wiki/NE555>



DESIGNSPARKPCB



LASSEN SIE IHRER KREATIVITÄT FREIEN LAUF

Sie können jetzt das leistungsstärkste schematische PCB-Designtool der Welt kostenlos downloaden!

Ohne praktische Design-Beschränkungen bei Leiterplattengröße, Schichten und Stiftzahlen, generiert DesignSpark PCB Gerber-Dateien nach Branchenstandard. Hauptmerkmale wie der NEW Component Creation Wizard, die Möglichkeit, Designs und Bibliotheken aus Eagle zu importieren, der Import von DXF-Dateien für komplexe Leiterplattenformen und die Benutzeroberflächen mit 3D CAD-Tools beschleunigen den Design-Vorgang. Dank der modernen und intuitiven Benutzeroberfläche ist die Software leicht zu erlernen und zu bedienen.

Downloaden Sie eine kostenlose Version unter
www.designspark.com/pcb

WIRED BY 



Start prototyping the *mbed way!*



Redefine the way people build prototypes! NXP and ARM/mbed are challenging you to use the mbed NXP LPC1768 prototyping board and mbed online "Cloud" compiler to develop an innovative hardware- or software-based application. Succeed, and you could walk away with part of a prize pool worth \$10,000!

**Deadline for entries is
February 28, 2011**

Register for the challenge at
www.circuitcellar.com/nxpmbeddesignchallenge

NXP mbed Design Challenge empowered by:



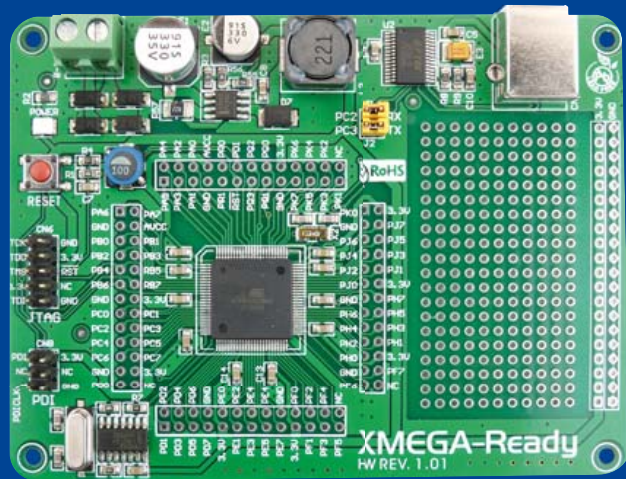
Angeschaut: Xmega-Board

Von Jens Nickel (D)

In unserem Labor (und wie wir aus vielen Einsendungen wissen, auch bei unseren Lesern) sind die AVR-Controller ATtiny und ATmega besonders beliebte Prozessoren. Daher wurde die Nachricht im Frühjahr 2008, dass der Hersteller Atmel diese 8-bit-Großfamilie mit dem ATXmega-Controller nach oben abrundet, von der Community auch mit Begeisterung aufgenommen. Neben der schieren Rechenleistung von bis zu 32 MIPS bei 32 MHz sind vor allem das Event-System (Peripherie-Ereignisse können an anderen Einheiten Reaktionen auslösen, ohne die CPU zu belasten) als herausragend zu nennen. Nun ziehen immer mehr Hersteller von Entwicklungsboards und -Tools mit speziell auf den Xmega zugeschnittenen Produkten nach. So zum Beispiel der serbische Hersteller Mikroelektronika: Aus Belgrad bekamen wir ein „Xmega-Ready-Board“ zugesandt, um es im Labor unter die Lupe zu nehmen.

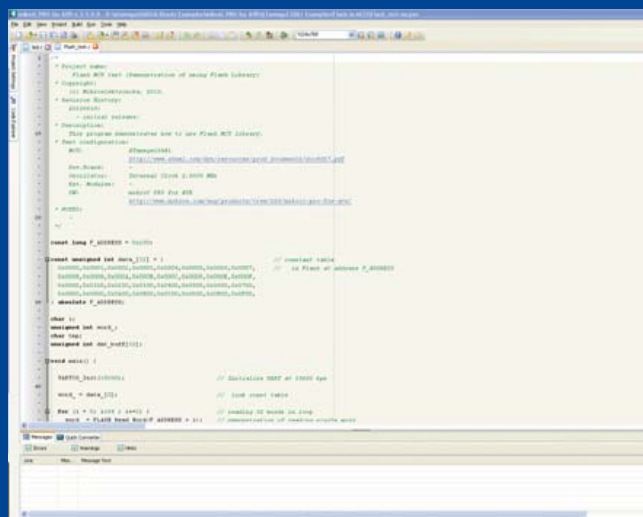
Schon beim bloßen Hinsehen fällt auf, dass die Platine (im Gegensatz zu anderen AVR-Boards des gleichen Herstellers) recht spartanisch ausgestattet ist. Eine Reihe LEDs und Taster oder gar ein Display als „User-Interface“ sucht man vergebens. An Buchsen sind neben einer Schraubklemme für die Stromversorgung nur 1 x USB vorhanden. Und bei diesem Interface muss man mit zwei Einschränkungen leben: 1. Das Board kann nicht über USB versorgt werden. 2. Über den Bus lässt sich (bei einem jungfräulichen Controller) kein Hexfile aufspielen, da ein auf dem Board integrierter USB-Programmer fehlt.

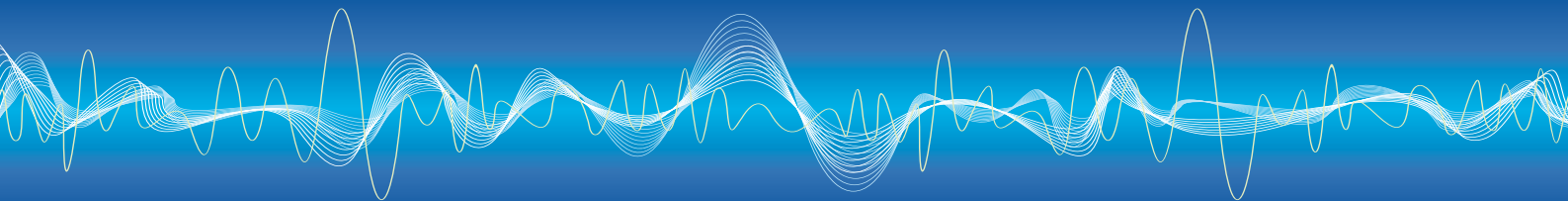
Bei unseren ersten Geh-Versuchen waren wir daher ganz schnell am Ende angelangt, denn wir hatten im Labor weder einen AVR-ISP-kompatiblen noch einen JTAG-Programmer zur Verfügung (offenbar war man bei Mikroelektronika hiervon ausgegangen). Auf Nachfrage teilte man uns jedoch mit, dass an einer Lösung unseres Problems derzeit gearbeitet werde. Zwei Wochen später bekamen wir ein weiteres Paket mit dem exakt gleichen Board, nur war der dort verbaute ATXmega128A1 diesmal mit einem Bootloader ausgestattet. Und dies war keine Individualö-



sung für uns, wie auch auf der entsprechenden Website nachzulesen ist [2]. Demoverisionen der bekannten Mikroelektronika-Compiler und Programmbeispielen (gibt es immer für C, Basic und Pascal) war dort nun auch ein PC-Programm downzuladen, mit dem Hex-Files über USB zum Bootloader geschickt werden können.

Wir haben das Ganze gleich ausprobiert (siehe Screenshot), es geht wirklich sehr einfach. Kleines Manko: Die entsprechende Funktion ist nicht in die IDE integriert, man muss also zuerst dort mit dem Compiler (in der frei downloadbaren Version auf 4 KB Codegröße begrenzt) ein Hex-File herstellen und dieses dann mit dem Zusatzprogramm auf den Xmega überspielen. Als erstes Beispiel haben wir „LED_Blinking“ getestet. Nach dem erfolgreichen Flashen blinkt leider keine LED, was schlicht und einfach daran liegt, dass auf dem Board (außer einer grünen Power-LED) gar keine Leuchtdiode zu finden ist. Wer nicht gerade mit dem LötKolben auf Kriegsfuß steht, wird diese Einschränkung aber nicht sonderlich vermissen, denn jeder Pin des Xmega-Controllers ist an einen eigenen Löt-punkt geführt,





außerdem gibt es noch eine Prototyping-Area für die Bestückung mit eigener Elektronik. In unserem Fall zeigte ein Multi- meter an, dass uns ein Erfolg vergönnt war: Wie im leicht verständlichen Sourcecode nachzulesen, wechselten tatsächlich verschiedene Portpins im Sekundentakt zwischen High und Low-Pegel.

Das zweite von uns ausprobierte Beispielprogramm „Flash_ Test“ (siehe Screenshot) schickt testweise Bytes über USB zum PC; dies konnten wir mit Hyperterminal kontrollieren. Daneben gibt es noch vier weitere Codebeispiele, die unter anderem die Arbeit mit Timern und dem internen EEPROM zeigen. Nach Angaben des Herstellers sind weitere Beispiele in Vorbereitung (ADC, PWM, UART, Ansteuerung eines LCDs/GLCDs/TFTs und mehr). Hierbei handelt es sich um Demos, welche die entsprechenden compilerspezifischen Befehle zeigen, weniger um ausgewachsene Applikationen. Das soll aber nicht heißen, dass man sich aus anderen Quellen nicht bedienen könnte. Denn natürlich lassen sich auch andere Hexfiles, die etwa mit WinAVR erzeugt worden sind, per Bootloader in den Controller flashen. Einer der großen Pluspunkte des Boards ist sicher der Preis von 29 US-\$ (bei Distributor Tegal ist es für 24 Euro zu haben [3]). Nach erfolgter Entwicklung kann man das Board also in der Applikation belassen, ohne ein allzu großes Loch ins Portemon-

naie zu reißen. An dieser Stelle wäre noch zu erwähnen, dass der Hersteller ein noch kompakteres Board anbietet, das noch einmal etwas abgespeckt wurde. Mit einem Preis von 24 US-\$ ist das mikroXmega-Board sogar noch günstiger als das Xmega-Ready-Board [4].

Kurz vor Redaktionsschluss erreichte uns der Hinweis, dass Mikroelektronika an einem üppig ausgestatteten „Multimedia-Xmega-Board“ arbeitet: Hier sollen ein TFT-Display, ein Beschleunigungsmesser, ein MMC/SD-Kartensockel, eine Audioschnittstelle und vieles mehr an Bord sein. Diese Platine wird es ebenfalls noch in einer kompakteren Mikro-Version geben.

(100716)

- [1] www.atmel.com/products/AVR/default_xmega.asp
- [2] www.mikroe.com/eng/products/view/579/xmega-ready-board/
- [3] www.tegal.com/product.asp?pid=2039&lang=DE
- [4] www.mikroe.com/eng/products/view/580/mikroxmega-board/

Gesehen auf der **electronica**

Vom 9. bis 12. November fand in München die „electronica“ statt. In einem Dutzend weitläufiger Messe-Hallen wurde eine überbordende Fülle von neuen Produkten präsentiert, es war nicht leicht, hier den Überblick zu behalten.

Natürlich war auch Elektor auf diesem wohl wichtigsten Elektronik-Event des Jahres vertreten, diesmal gemeinsam mit der amerikanischen Schwesterzeitschrift „Circuit Cellar“. Eine gute Gelegenheit für die Elektor-Redakteure/-Entwickler Ernst Krempelsauer, Antoine Authier und Jens Nickel, um mit Lesern einmal persönlich über Elektor-Projekte und die neuesten Elektronikrends zu fachsimpeln. Daneben blieb aber auch Zeit für einen Streifzug durch die interessantesten Hallen, eine kleine Auswahl unserer Entdeckungen finden Sie hier!

(100843)

Das Stellaris Robotic Evaluation Board (Evalbot) stammt von Texas Instruments. Basis ist ein Stellaris LM3S9B92-Mikrocontroller, auf dem ein kleines Echtzeitbetriebssystem läuft. Daneben wird eine Vielzahl analoger Komponenten des Herstellers genutzt, so für die Motorsteuerung, die Kommunikation und die Stromversorgung. Nach ein paar Minuten Bauzeit kann man bereits loslegen. Das Kit ist bei einschlägigen Distris erhältlich, auf der TI-Website werden 150 US-\$ als Preis angegeben.

www.ti.com/litv/pdf/spmu166



Am Stand von Glyn war ein eigenentwickeltes FTDI Vinculum II Entwicklungsboard mit abtrennbarem Flash-Tool zu sehen. Dieses kommt auch beim Vinculum-II-Workshop des Distributors zum Einsatz und soll rund 60 Euro kosten. Ein schönes Anwendungsbeispiel ist die angeschlossene Logitech Webcam; das Bild wird auf einem TFT-Display von Seiko angezeigt. Außer dem Vinculum ist kein weiterer Controller notwendig!

www.glyn.de



Aaronia zeigte den nach eigenen Angaben weltweit ersten Handheld-Echtzeit-Spectrum-Analyzer (Echtzeit-Bandbreite bis zu 200 MHz). In Verbindung mit einem (schnellen) Computer sollen sich die Daten sogar in Echtzeit auf eine Festplatte streamen lassen, auch das laut Hersteller ein Novum. So könnte man zum Beispiel den gesamten Datenverkehr aufzeichnen, der über einen Mobilfunkmasten abgewickelt wird. In der Basis-Version (6 GHz) inklusive Antenne, LiPo-Akku, Netzteil, Transportkoffer, Analyse-Software und diverser Zubehör soll das Gerät rund 3000 Euro kosten.

www.aaronia.de

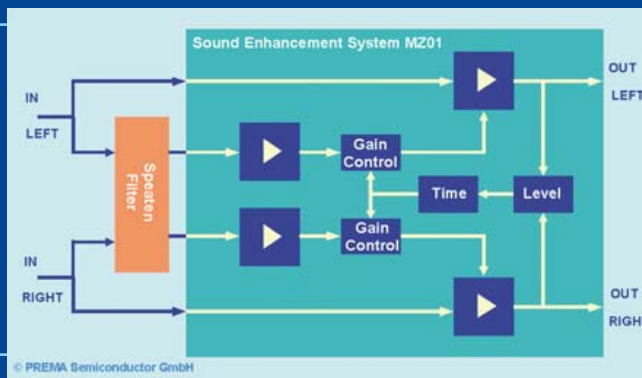


200MHz
ECHTZEIT-Bandbreite

Einen „Speaten Filter“ in Silizium hat Prema im Kunden-Auftrag hergestellt (Entwicklung Dedekind R&D). Bässe werden angehoben, ohne dass die Mitten verfälscht werden, besonders die Wiedergabe von Musikinstrumenten soll sich dadurch deutlich verbessern. Beeindruckend war die Darbietung am Stand des Halbleiterherstellers: Aus winzigen Boxen ertönte ein erstaunlich voluminöser, lebendiger Sound.

www.prema.de

www.dedekind.jp/pdf/mz01_e.pdf



© PREMA Semiconductor GmbH

Diese formschöne und dimmbare 230-V-LED-Lampe ist mit einem aktiven Kühlkörper von Nuventix ausgestattet. Anhand des „Referenzdesigns“ demonstrierte der Halbleiterhersteller Fairchild die hohe Kunst des Entwurfs effizienter Netzteile. Zum Einsatz kommen LED-Module von Everlight (10 W) und Huey Jann (20 W)

www.fairchildsemi.com



Hier kommt der Bus!

Von Jens Nickel

Manchmal bleibt vor lauter Arbeit keine Zeit für die richtig schönen Dinge des (Entwickler)Lebens. Die Ingenieure in unserem Labor wissen ein Lied davon zu singen. So manch tolle Idee, die wir auf einer unseren Planungskonferenzen hatten, verstaubt ungenutzt in irgendeiner Schublade ...

Wie gut, dass es unser Labcenter gibt! Als hauptamtlicher Labor-Berichtersteller sitze ich des Öfteren bei den Jungs und schau ihnen über die Schulter. Und dabei kam mir eine Idee. Warum nicht eine unserer großartigen, niemals realisierten Ideen aus der Schublade ziehen? Warum nicht darüber schreiben, wie ein großes Projekt von Anfang an konzeptioniert und entwickelt wird? Als Leser sind Sie dann praktisch live bei unseren Gedanken dabei. Nach ein wenig Überlegung nahm ich zwei unserer großen, niemals verwirklichten Ideen in die engere Wahl und wandte mich damit an ein paar Kollegen: Luc und Chris aus unserem Labor und Clemens aus der Internationalen Redaktion, der ebenfalls bereits einige größere Projekte auf die Beine gestellt hatte.

1. Entwickeln wir doch ein Mikrocontroller-Basisboard, auf das verschiedene Prozessorboards aufgesteckt werden können. Vielleicht ein AVR-Controller, ein PIC und ein 8051er?

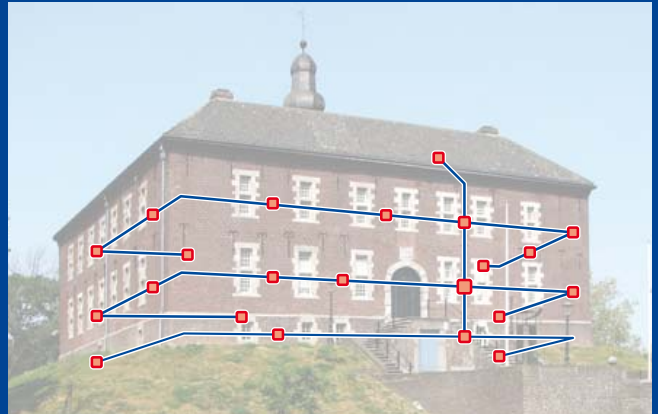
2. Wie wäre es mit unserem eigenen Bussystem, an das Sensoren und Aktoren, Messgeräte und vieles mehr angeschlossen werden können?

Schnell kamen wir überein, dass wir mit einem *ElektorBus* einen gleichmäßigeren Entwicklungsfortschritt haben würden, was ideal für eine schöne Labcenter-Serie wäre. Die *ElektorControllerPlatform (ECP)* müsste dann einfach noch ein wenig warten...

Auf dem *ElektorBus* sollten sich schnell gesampelte Messwerte genauso weiterleiten lassen wie Steuerbefehle für Aktoren, etwa in einem kleinen Domotiksystem. Nach und nach könnten wir neue Knoten hinzukonzipieren. Das Ganze sollte natürlich einfach nachzubauen sein, und dass die Software bis zum letzten Bit open source sein müsste, versteht sich von selbst.

Bei einem ersten Brainstorming mit Clemens und Chris konnten wir schnell ein paar Eckpunkte festtackern. Allzu schwer sollten wir uns die Sache nicht machen, für die unterste Ebene des Protokolls (also die rein elektrischen Spezifikationen) wollten wir auf vorhandene Standards und Bausteine zurückgreifen. Clemens brachte gleich Ethernet ins Spiel, während mir ein RS485-basierter Bus vorschwebte. Beides würde Leitungslängen von zig Metern erlauben. Genug also, um auch die Stockwerke des Wasserschlossens zu überbrücken, in dem unsere Zentrale untergebracht ist.

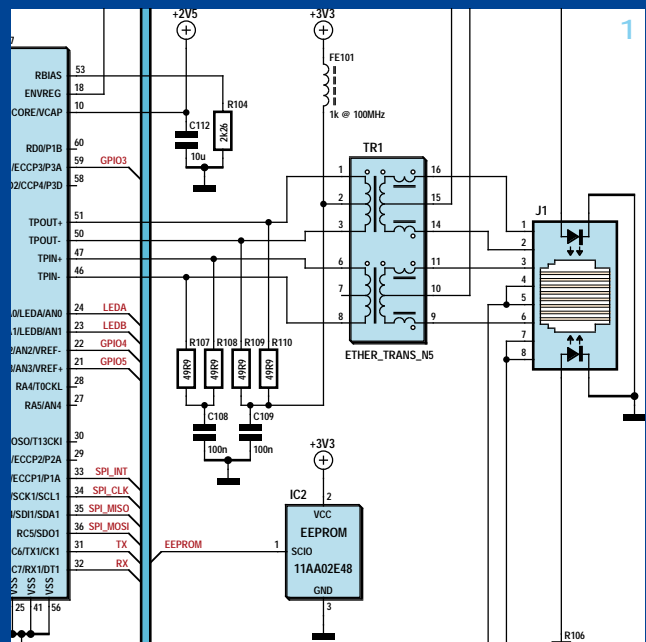
Es gibt relativ günstige Mikrocontroller, in die 10Base-T Ethernet-Transceiver eingebaut sind, was eine Datenrate von 10 Mbit/s bedeutet (siehe zum Beispiel das „Netzer“-Projekt aus dem letzten Heft [1], Schaltplanausschnitt in Bild 1). RS485 erlaubt prinzipiell ähnliche Datenraten. Mit 10 Mbit/s ließe sich tatsächlich schon einiges machen, gesampelte Audiosignale in guter Qualität wären ohne weiteres in Echtzeit übertragbar. Klar war an dieser Stelle, dass wir nicht alle Knoten mit maximaler Performance ausstatten konnten. Damit möglichst viele Leser mitmachen, sollten die Bauteile zum Bau eines Knotens,



etwa zum Anschluss eines einfachen Sensors, nicht mehr als 15 Euro kosten. Das müsste gelingen, denn ein RS485-Transceiver ist schon für rund 5 Euro zu haben, zum Beispiel als LTC1535 oder auch SN65HVD08P, der auf der InterZepter-Platine [2] von Clemens genutzt wird. Und wenn man sich bei den einfachen Busteilnehmern auf typische UART-Datenraten von bis zu 115 kbit/s beschränkt, kann man einen einfachen AVR-Controller als Gehirn benutzen.

RS485 schien also ideal - und wie viele Leser wissen dürften, wird dieser elektrische Standard ja auch schon als Grundlage diverser Bussysteme verwendet. Doch Ethernet mit seinen vielen darauf aufsetzenden, ausentwickelten Protokollen und nicht zuletzt einer gigantischen Open-Source-Codebasis blieb einfach zu verlockend, als dass wir diese Möglichkeit von vornherein ausschließen wollten.

Da hatte Clemens eine Idee: Warum verwenden wir nicht beides? Im letzten Heft hatten wir einen USB-RS485-Adapter veröffentlicht, der ein Standard-Ethernet-Kabel (4x Twisted Pair,



mit RJ45-Steckern) zur Übertragung der RS485-Signale nutzt (Bild 2) [3]. Für RS485 genügen ja zwei Datenleitungen, 10Base-T-Ethernet hingegen nutzte nur zwei der vier Leitungspaare. Könnten wir nicht Ethernet und RS485 durch's gleiche Kabel übertragen? Wenn wir es geschickt anstellen würden, bliebe sogar noch ein Leitungspaar für die Spannungsversorgung unserer Bus-Knoten frei.

Doch so einfach ist es dann doch nicht, dafür sorgt schon der Umstand, dass Ethernet heutzutage fast nur noch in sternförmiger Topologie verlegt wird. Wenn man dann, etwa in einem Zimmer, einige Sensoren und Aktoren anfahren will, steigt der Verkabelungsaufwand fast ins Unermessliche. In manchen Domotik-Systemen wird daher in zwei Hierarchieebenen verkabelt: Ethernet, um in die einzelnen Räume zu kommen; ein Zweidrahtbus, um Knoten im Raum miteinander zu verbinden. Darüber hinaus wäre unser Kombikabel zu bestehendem Ethernet-Equipment inkompatibel, warf Chris ein. Denn hier kommt meist 100Base-T zum Einsatz; die freien Leitungen werden dann häufig paarweise verbunden und noch an Masse angeschlossen (siehe zum Beispiel in Bild 3) [4][5]. Clemens wiederum störte sich am Gedanken, fertig konfektionierte Kabel einzusetzen. So etwas kann man eben nicht mal einfach durch eine Kabelverschraubung fädeln, um Sensoren im Freien (oder im Badezimmer) anzuschließen. An solche Anwendungen hatte ich gar nicht gedacht – aber daher waren wir ja auch zu dritt am Brainstormen!

Was wir (noch) nicht entscheiden können, nehmen wir erst einmal noch nicht in unsere Spezifikation auf, so dachte ich schließlich. Wir setzen ein Standard-Ethernet-Kabel mit vier verdrehten Leitungspaaren ein, benutzen ein Paar für unseren Bus und ein weiteres Paar für 12 V und Masse (12 V schien Clemens am meisten geeignet, da hatten wir noch etwas Luft nach unten, um 9- oder 5-V-Equipment zu versorgen). Die anderen Leitungspaare könnten dann in zukünftigen Versionen genutzt werden, oder natürlich bei Hobby-Projekten nach eigener Lust und Laune. Doch eines muss dann klar sein: Wir distanzieren uns bereits jetzt von solchen nicht autorisierten Basteleien, die

Verwendung eines ElektorBus-Logos werden wir dort natürlich nicht gestatten ;-).

Mit welcher Bitrate sollte unser RS485-Bus arbeiten? Über ein Leitungspaar konnten die Daten natürlich nur mit derselben Geschwindigkeit flitzen. Wir beschlossen, die Sache erst einmal gemächlich anzugehen und legten das „ElektorBus Low-Speed-Profile“ auf weit verbreitete 9600 Baud fest. So konnten wir Standard-Quarze (und eventuell auch bereits vorhandene Test-Hard- und Software) nutzen. Wenn wir einige Erfahrung gesammelt hätten, würden wir uns noch an „Standard-Speed“ (115k) und irgendwann vielleicht einmal an „High-Speed“ (irgendwas um die 5 Mbit/s) heranwagen.

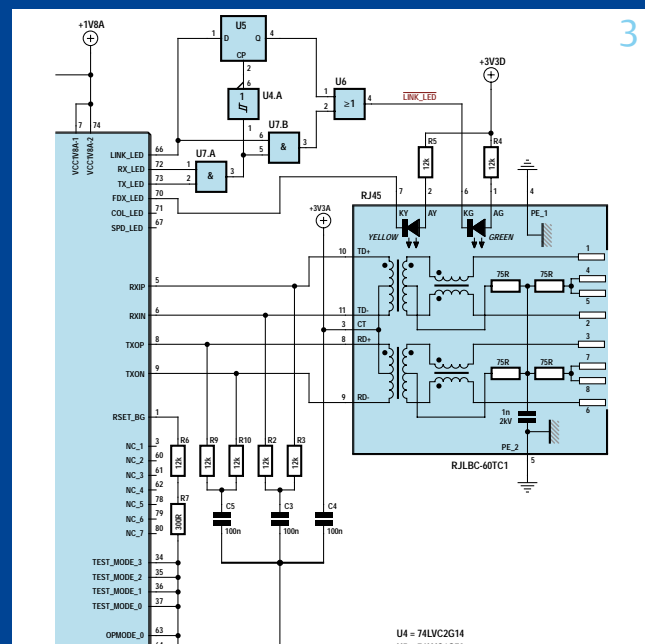
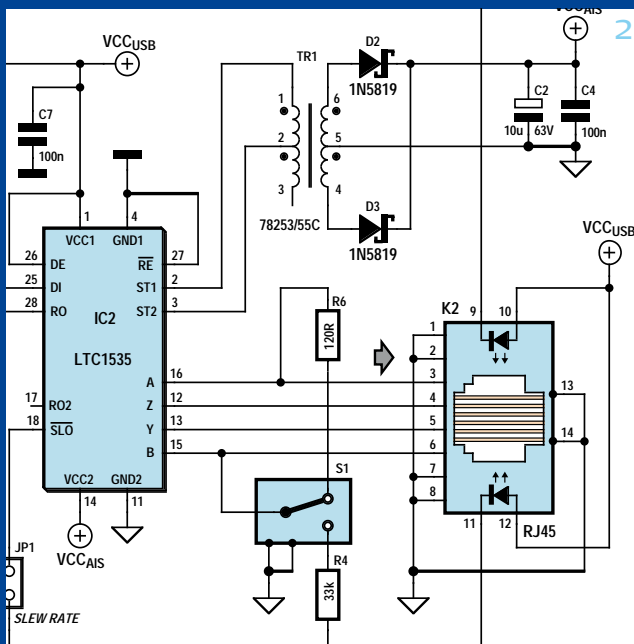
Um verschieden schnelle Daten auseinanderzuhalten, könnten wir später die noch freien Leitungspaare hinzunehmen. Doch Clemens sinnierte auch über die Möglichkeit, über ein- und dasselbe Leitungspaar mit wechselnden Geschwindigkeiten zu kommunizieren. Ein Sender plappert dann einfach mal mit der ihm eigenen Bitrate los, und die Knoten erkennen an einer Präambel, ob es sich um die für sie geeignete Geschwindigkeit handelt. „Dann müsste die höhere Bitrate wahrscheinlich ein Vielfaches der Niedrigeren sein?“ fragte Clemens in die Runde. Doch halt, jetzt waren wir bereits mitten in der Diskussion eines möglichen Protokolls ...

(100817)

Was meinen Sie? Konzeptionieren Sie mit!

Über Ideen, Verbesserungsvorschläge und Kommentare freut sich das ElektorBus-Team unter redaktion@elektor.de!

- [1] www.elektor.de/100552
- [2] www.elektor.de/100174
- [3] www.elektor.de/100372
- [4] www.elektor.de/090607
- [5] http://en.wikipedia.org/wiki/Ethernet_over_twisted_pair



FAT embedded

Open-Source-Libraries für das FAT-Dateisystem bei Mikrocontrollern

Von Stephen Bernhoeft (UK)

Dem FAT-Dateisystem begegnet man fast überall. Von daher gibt es auch etliche architekturunabhängige Open-Source-Implementierungen davon. Bevor man sich aber auf eine bestimmte Lösung festlegt, sollte man als Entwickler die Grundzüge des FAT-Systems verstanden haben. Lesen Sie also vorher diesen Artikel!



Die Grundidee

Eine so genannte FAT (File Allocation Tabelle) enthält eine Sammlung verknüpfter Listen. Mit jeder Datei ist eine solche Liste gekoppelt und die Listenelemente beschreiben, wo der nächste Abschnitt der Datei und das nächste Listenelement zu finden ist.

Die Listen sind denkbar einfach aufgebaut. Jedes Element enthält lediglich einen Zeiger auf das nächste Element. Es gibt keine expliziten Daten. Doch was taugt so eine FAT ohne Daten? Der Trick ist, dass die Daten implizit vorhanden sind. Jeder nicht reservierte Wert in einer FAT hat die doppelte Bedeutung als Zeiger auf das nächste Listenelement und als Zeiger auf Daten der Datei.

Eine FAT kann man auch als Array darstellen (Bild 1). Mit dem Wert von FAT[x] kann man das nächste Element finden. Beispiel: Wenn die FAT einer Datei bei FAT[3] beginnt und dort der Wert „14“ (0xE) steht, dann ist das nächste Element FAT[14]. In FAT[14] könnte nun der Wert „4“ enthalten sein, was dann auf FAT[4] verweist. Wenn FAT[x] allerdings den reservierten Wert „EOC“ (End Of Cluster) enthält, dann markiert dies das Ende der Liste.

Die ersten beiden Einträge FAT[0] und FAT[1] sind reserviert. Kein FAT-Eintrag kann auf diese Positionen verweisen. FAT[0] enthält mit dem „media byte“ ein so genanntes „legacy field“. In FAT[1] hält das Betriebssystem fest, ob das Herunterfahren des Systems ordnungsgemäß oder fehlerhaft war. Eine interessante Konsequenz ist: Wenn ein Eintrag als Cluster-Nummer interpretiert wird, muss man von diesem FAT-Wert zuvor die Zahl 2 subtrahieren. Wenn ein

FAT-Eintrag also den Wert 14 enthält, bezieht er sich auf die Cluster-Nummer $14-2=12$ (0xC). Das ist auch in Bild 1 zu sehen: FAT[14] verweist auf Cluster 12, der Daten einer Datei enthält. FAT[11] verweist auf Cluster 9, der den Schlusspart der Daten der Datei enthält. Dieses Prinzip ist der Kern des FAT-Dateisystems. Allerdings müssen für eine vollständige Implementierung noch etliche Details beachtet werden.

Eingang zur FAT

Wie handelt man sich am besten durch eine FAT? Man beginnt mit dem Wurzelverzeichnis (Root Directory). So ein Verzeichnis besteht aus einer Datei, die sowohl bei FAT16 als auch bei FAT32 eine Liste von 32 Byte langen Einträgen enthält. Jeder dieser Einträge besteht aus einer Struktur, die eine andere Datei oder aber wiederum ein

Verzeichnis beschreibt. Außerdem enthält jeder Eintrag diverse Zeitangaben, Datei-Attribute und einen Pointer zur FAT. Der Speicherort des Wurzelverzeichnisses unterscheidet sich zwischen FAT16 und FAT32. Bei FAT16 kann man Ablageort und Größe mit Hilfe des

VBR (Volume Boot Record) berechnen. Bei FAT32 steht im VBR der Start-Index der FAT des Wurzelverzeichnisses — ein FAT32-Wurzelverzeichnis ist in der Größe nicht begrenzt. In beiden Fällen findet man also mit VBR-Hilfe zum Anfang der FAT.

Das erste Element einer FAT steckt allerdings nicht in der FAT selbst, sondern in einem Verzeichnis-Eintrag. Die diese Regel bestätigende Ausnahme ist bei FAT32 der VBR-Eintrag „BPB_RootClus“, der das erste Element der FAT des Wurzelverzeichnisses enthält.

FAT verwendet das Little-Endian-Format

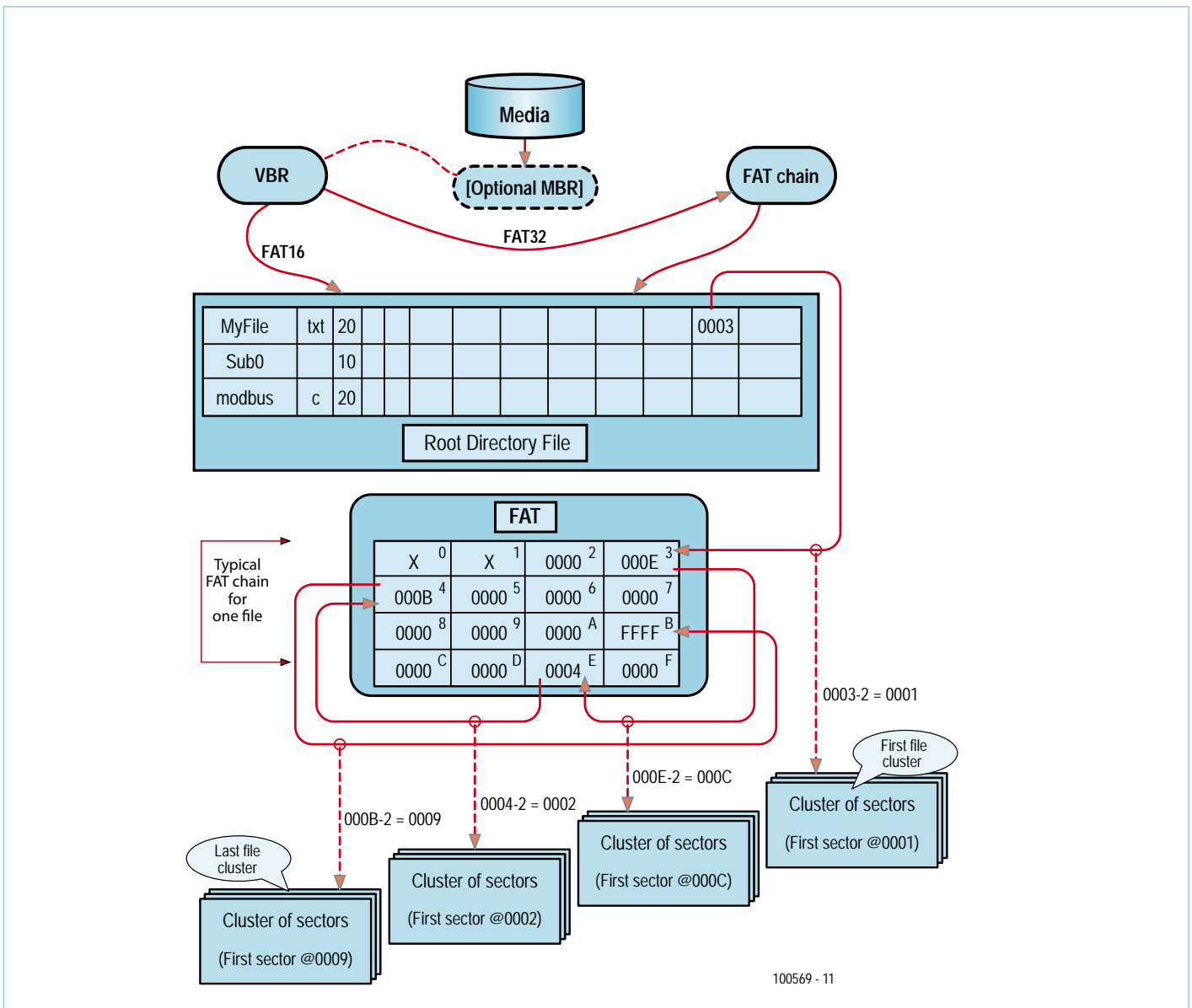


Bild 1. Überblick über das FAT-Dateisystem und die Medienorganisation (0xFFFF ist das Ende der Beispiel-FAT-Kette). Partitionierte Medien verfügen über einen MBR, der nicht auf einer Partition liegt. Der MBR enthält die primäre Partitionstabelle. Jeder Eintrag dieser Tabelle enthält den Partitionstyp (FAT, OS/2, Linux etc.), den Start-Sektor und die Anzahl an Sektoren der jeweiligen Partition.

Der Speicherplatz ist in zusammenhängenden Clustern von Hardware-Sektoren organisiert. Deshalb und weil die Cluster-Größe bekannt ist, benötigt eine FAT lediglich den Startpunkt eines Clusters. Die Sektorgröße beträgt üblicherweise 512 Byte, wobei auch Größen von 1024, 2048 und 4096 Byte unterstützt werden.

Der Nutzen von Clustern besteht darin, dass sich die Anzahl an per FAT adressierbaren Regionen des Speichermediums in Grenzen hält. Bei einer Cluster-Größe von 1 würde eine große Datei eine sehr lange FAT benötigen, die für jeden einzelnen belegten Sektor einen Eintrag belegt. Bei einer Cluster-Größe von 64 aber benötigt man nur einen FAT-Eintrag für je 64 Sektoren. Der Nachteil ist, dass im Mittel die Hälfte der Clustergröße verschwendet wird, da Dateien ja beliebig lang sind und daher unbelegte Sektoren verbleiben.

FAT-Libraries as Open Source

Es gibt kommerzielle und freie FAT-Implementierungen. Manche sind Teil eines größeren Projekts. Bei plattformunabhängigen Open-Source-Libraries sind die folgenden Mindestanforderungen sinnvoll:

- Zugriff auf das Wurzelverzeichnis;
- Erstellen/Öffnen/Lesen/Schreiben/Anfügen;
- FAT32-Unterstützung (für maximale Kompatibilität);
- ANSI C (vorzugsweise C90).

Vielleicht noch ein Zusatzkriterium:

- Keine Verpflichtung zur Veröffentlichung von eigenem Code.

Ideal ist es also, wenn man den freien Code so verwenden kann, wie man will. Widerspricht dies dem Geist des Open-Source-Gedan-

Formatierung

Embedded Projekte benötigen nicht in jedem Fall eine Formatierungsfunktion. Wenn man aber Flash-Speicher formatieren will, gibt es mit den üblichen PC-Tools oft Probleme. Der Grund hierfür ist, dass etliche Strukturen des Dateisystems wie Partitionen oder Cluster oft nicht an so genannten „erase blocks“ orientiert sind. Bei Flash kann man nicht ein einzelnes Byte löschen. Man muss hierfür gleich den ganzen Block löschen (bis zu 64 Sektoren). Der sorgfältige Umgang mit den vom Hersteller festgelegten FAT-Strukturen unterstützt die interne Logik des Flash-Speichers bei den Aufgaben:

- Wear-Leveling - sorgt für längere Lebensdauer.
- Schnelle Schreib/Lese-Operationen.

Wenn das Formatierungsprogramm nicht SD-kompatibel ist, lebt die Karte bei schlechterer Leistung weniger lang.

Nur zwei der besprochenen Libraries bringen eine Formatierungsfunktion mit:

- EFSL - jedenfalls ansatzweise. Die Funktion „mkfs_makevfat“ ist leider nicht dokumentiert und die wenigen Referenzen im Internet machen das nicht besser. Vielleicht will die Standard-Bezeichnung „DISCOSMASH!“ für die Volumes ja abschrecken...
- FatFs – kann mit Flash-Speicher umgehen.

kens? Nicht unbedingt: Es ist zwar schön, öffentlichen Code für ein Modul (gemeinsam) zu verwenden (wie bei einer FAT-Library), doch kommerziell wäre es Selbstmord, wenn man den kompletten Code der eigenen Applikation veröffentlichen müsste.

Um Tests zu vereinfachen, wurde eine Library Test Suite entwickelt. Mit ihrem an DOS angelehnten Interface (**Bild 2**) erlaubt sie auf einfache Weise interaktive Tests mit DOS-ähnlichen Befehlen via Terminal-Programmen wie Realterm. Die Suite steht auf der Elektor-Webseite zu diesem Artikel [1] zur Verfügung.

Zur Anpassung einer generischen Library definiert man typischerweise:

- Eine Medien-Initialisierungsfunktion,
- eine Sektor-Lesefunktion und
- eine Sektor-Schreibfunktion.

In der Regel enthält die Library eine Konfigurationsdatei, in der man die Datei-Pufferung (mehr RAM beschleunigt die Zugriffe) einstellen und die Arten an Datei-Funktionen (mehr ROM bringt mehr Funktionen) angeben kann.

SD-Karten und Lizenzen



Viele aktuelle Entwicklungs-Boards für Mikrocontroller verfügen über einen SD-Karten-Slot. Meistens ist dieser Slot direkt über den SPI-Bus mit dem Mikrocontroller verbunden. Ein expliziter Host-Controller fehlt. Der SD-Karten-Standard wird von der SD Card Association betreut - eine „Organisation zur Setzung von Industriestandards zur Unterstützung der Akzeptanz von SD-Produkten in vielen Anwendungsbereichen“. Die Organisation verlangt, dass ihr alle Firmen, die sich in irgendeiner Form mit SD-Produkten (vom Handy über Kameras und Computer bis hin zu Adaptern und I/O-Karten) beschäftigen, auch beitreten und sich an das HALA (**H**ost/**A**ncillary Product **L**icense **A**greement) mit der SD Card Association und der SD-3C, LLC, halten. Dabei spielt es keine Rolle, wie eine SD-Karte angesprochen wird.

Sind Lizenzgebühren fällig, wenn man ein Projekt mit SD-Karte entwickelt? Auch wenn die SD Card Association das vielleicht gerne so hätte, lautet die Antwort vermutlich doch nein. Laut der *SD Host Controller Simplified Specification Version 2.00* vom 8.2.2007 ist ein SD-Host-Produkt ein System, das einen Host-Controller gemäß Spezifikation enthält. Und laut SD Card Association sitzt dieser Host-Controller zwischen

SD-Host-Connector und SD-Bus-Treiber.

Da aber Ihr System höchstwahrscheinlich diese Anforderung nicht erfüllt, ist es auch kein qualifiziertes SD-Host-Produkt. Im Zweifel muss man aber bei der SD Card Association nachfragen. Elektor ist nicht für Schwierigkeiten mit der SD Card Association verantwortlich...

Internet: www.sdcard.org/developers



Das hier verwendete Zielsystem war das „Starter Kit 1“ (DM180021) mit dem Controller PIC18F von Microchip. Bei der Code-Generierung des C18-Compilers waren alle Optimierungen aktiviert. Mit dem C30-Compiler wurde Code für den Chip PIC24FJ256GB110 generiert. Bei diesem Compiler lassen sich Kompaktheit vs. Geschwindigkeit des Codes beeinflussen. Es wurde auf kürzesten Code hin optimiert, doch wurde der resultierende Code noch nicht per Hardware getestet.

EFSL

Der aktuelle Stand von EFSL ist nicht einfach zu beurteilen. Die von <http://sourceforge.net/projects/efsl/> ladbare Datei hat im Moment die Version 0.3.6. Das beiliegende Manual warnt „Diese Version ist im Moment nicht wirklich brauchbar.“ Die aktuell stabile Version ist 0.2.8. Zusammen mit den Sourcen gibt es Beispiele und eine gute Dokumentation.

Zwecks Verwendung sollte man die Header-Dateien von EFSL an die Zielhardware anpassen. Für PICs bedeutet dies:

config-sample-avr.h

```
//#define HW_ENDPOINT_ATMEGA128_SD
#define HW_ENDPOINT_PIC_SD
//#define DEBUG
```

interface.h

```
#elif defined(HW_ENDPOINT_PIC_SD)
#include „pic_efsl.h“
```

types.h

Überprüfung von „euint16“ etc.

Bei der Konfiguration gilt es einen Kompromiss zwischen RAM-Bedarf und Leistung zu finden. Einstellungen für Funktionsumfang vs. Code-Größe fehlen allerdings. Die Funktion „file write“ ist zum Beispiel immer vorhanden.

Als Anwender muss man eine Structure und vier Functions definieren (siehe Beispiele in atmega128.h, atmega128.c). Für diesen Beitrag wurden äquivalente PIC-Dateien geschrieben (pic_efsl.h, sd.c).

In config.h steht „#define IOMAN_NUMBUFFERS 1“. Das Manual emp-

fiehlt einen Puffer pro Dateisystem-Objekt, zwei Puffer pro Datei, einen Zusatzpuffer für Schreib/Lese-Operationen und drei extra Puffer um Datei-Listenfunktionen zu beschleunigen. Für das Testprogramm (eine Datei öffnen, „seek“ und „list“)

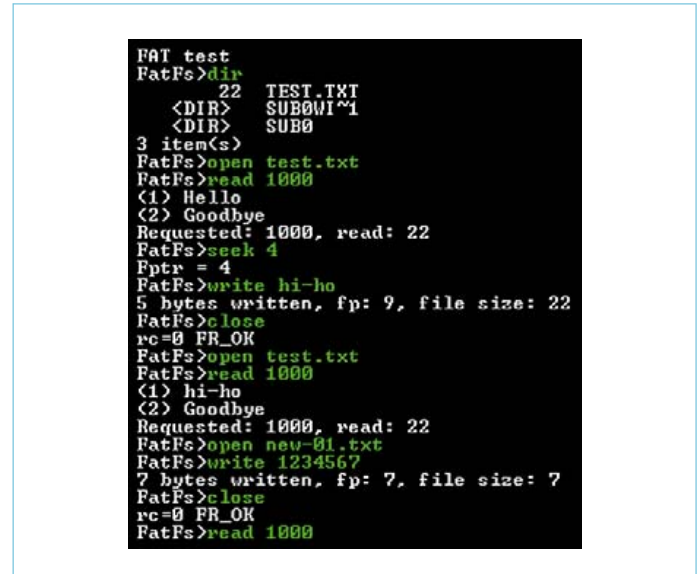


Bild 2. Screenshot eines Library-Tests.

ergäben sich so 7 x 512 = 3584 Byte. Das wäre zu viel für unseren Controller, und daher wird nur ein Puffer verwendet.

Lizenz

„...es ist gestattet die Library statisch zu linken, ohne den eigenen Code unter die GPL zu stellen.“

Fazit

EFSL wird häufig eingesetzt - beispielsweise für die Chips AN10916 von NXP oder AN3102 von ST. EFSL hat nicht ganz die Verbreitung von FatFs (siehe unten). Es irritiert etwas, dass die Version 0.3.6 so verwaist wirkt.

Auf der anderen Seite haben sowohl Source als auch Doku eine hohe Qualität. Dass viele Chip-Hersteller auf EFSL setzen, ist beruhigend.

Internet

<http://sourceforge.net/projects/efsl/files/>

FatFs

Für FatFs gibt es eine eindrucksvolle Sammlung an Beispiel-Projekten für die Chip-Familien ATmega, H8, LPC2368, PIC24, µPD70F3706 und sogar Win32 (PC). Diverse Medien wie MMC/SD, IDE-Festplatte und CF-Karten sind abgedeckt. Auf der FatFs-Webseite gibt es ausführliche

FAT-Lizenzen

Microsoft hält schon seit Mitte der 1990er Jahre eine Reihe von Patenten zu wichtigen Teilen des FAT-Dateisystems. Am 3.12.2003 rückte Microsoft dann damit heraus, dass sie Lizenzen für ihre FAT-Spezifikation anbieten wollen und die „associated intellectual property“ dabei auf \$ 0,25 pro verkaufte Einheit kommen würde (bei Begrenzung auf maximal \$ 250.000 pro Lizenzvertrag). Hierzu führte Microsoft vier Patente des FAT-Dateisystems als Basis ihrer Ansprüche auf. Alle vier Patente betreffen Erweiterungen für lange Dateinamen, wie sie mit Windows 95 eingeführt wurden. Kritiker merkten an, dass dies ja lediglich lange Dateinamen bei FAT betrafte und dass Flash-Speicher und mobile Geräte in aller Regel kurze Namen verwenden würden, weshalb diese von den Patenten nicht betroffen seien (siehe auch: Wikipedia zu FAT).



Angaben zu Code-Größen und Benchmarks für diese Plattformen in unterschiedlichen Konfigurationen. Man findet also viele Hilfen für Kompromisse zwischen verschiedenen Aspekten. Allerdings sind einige Funktionen wie `f_truncate`, `f_stat`, `f_getfree`, `f_unlink`, `f_mkdir`, `f_chmod` und `f_rename` gruppiert und können daher nicht individuell aktiviert werden.

Die Anpassung von FatFs erfolgt ähnlich wie bei EFSL. Der Kern sind sechs zu definierende Funktionen in `diskio.h`. Vier dieser Funktionen sind fast mit denen von EFSL identisch.

Beim Test von FatFs waren bedingt durch den C18-Compiler Code-Berichtigungen in `ff.c` erforderlich, um Run-Time-Fehler auszumerzen:

```
int chk_chr (const char* str, int chr)
```

musste geändert werden in:

```
int chk_chr (static char rom *str, int chr)
```

Lizenz

Keine Einschränkungen.

Fazit

FatFs ist weit verbreitet und wird aktiv gepflegt, weshalb man von weitgehender Bug-Armut ausgehen kann. Die vielen Beispiele und Zusatzangaben werten die Library massiv auf. Der Source-Code ist allerdings nicht einfach zu verstehen und recht komprimiert. Die Dokumentation ist ordentlich, doch zu wenig eindeutig. Das zugehörige Forum ist nützlich aber simpel.

Internet

http://elm-chan.org/fsw/ff/00index_e.html

Petit FatFs

Hier handelt es sich um ein für 8-bit-Mikrocontroller geeignetes Subset von FatFs. Die Schreib-



Lizenz

Keine Einschränkungen.

Fazit

Petit FatFs kann für kleine Systeme wie MP3-Player oder digitale Bilderrahmen nützlich sein, die hauptsächlich Lesefunktionen benötigen.

Internet

http://elm-chan.org/fsw/ff/00index_p.html

funktionen sind sehr begrenzt:

1. Man kann keine neuen Dateien anlegen,
2. deshalb nur existierende Dateien überschreiben und
3. keine Dateien erweitern.

Das ist eindeutig unter den Mindestanforderungen.

SD-Reader

Die zugehörige Webseite ist aufschlussreich. Diese Library weist in mindestens drei Aspekten Besonderheiten auf:

1. Der C99-Compiler ist obligatorisch. Ein C18-Compiler funktioniert also nicht.
2. Die Library ist spezifisch für SD-Karten gedacht.
3. Das User-Interface unterscheidet sich sehr von anderen FAT-Libraries. Es basiert nicht auf Sektoren, sondern auf Byte-Offsets und ist daher nicht auf 512-Byte-Grenzen justiert. Die Datei `sd_raw.c` enthält dafür fast allen Code, den man für die Benutzung der Library benötigt.



Ein Punkt ist, dass es keine Möglichkeit zu geben scheint, auf eine bestimmte Datei-Position zuzugreifen. Es gibt weder in einer C- noch einer H-Datei eine Definition von „field pos“ und ebenso wenig eine Funktion „ftell“.

Außerdem unterstützt „file open“ nicht die üblichen „a+“-Datei-Parameter. Man muss also schon selbst für den Code für die „a+“-Modi (füge an existierende Datei an oder erstelle neue Datei) sorgen.

Tabelle 1. Ein Vergleich verschiedener Open-Source-FAT-Libraries.					
Library	Compiler	Chip	Code	Data	Kommentare
EFSL0.2.8	C18 v3.35	PIC46J50	34292	1258	
	C30 v3.23	PIC24FJ256GB110	15516	1266	
	ARMCC	STM32F107xx	8338	-	
FatFs R0.08	C18 v3.35	PIC46J50	21572	658	Read & Write, _FS_MINIMIZE = 1
	C30 v3.23	PIC24FJ256GB110	9099	826	
	WinAVR	AVR	8386 / 12700	~ 600	Read & Write, _FS_MINIMIZE = 3/0
	CH38	H8	6980 / 10686		
	C30	PIC24	7395 / 11376		
	V850ES	CA850	4930 / 7730		
	SHC	SH-2A	5600 / 8592		
	WinARM	ARM7TDMI	6636 / 10520		
VC6	x86	4923 / 7545			
sd-reader	C30 v3.23	PIC24FJ256GB110	5616		
File i/o library	C18 v3.35	PIC46J50	24648	2256	Großer Code-Umfang.
	C30 v3.23	PIC24FJ256GB110	35958	2258	

Lizenz

GPLv2 oder LGPLv2.1.

Fazit

Recht interessant, aber aber leider mangelnder Funktionsumfang und reichlich spezifisch für SD-Karten. Der Bedarf an Datenplatz und Variablen ist der geringste aller vorgestellten Libraries.

Internet

www.roland-riegel.de/sd-reader/index.html

FAT File IO Library

Was bei Open-Source-Projekten schon mal passieren kann: Nachdem dieser Beitrag geschrieben wurde, war plötzlich die Library aus dem Internet verschwunden! Jedoch ist die hier verwendete Version über die Elektor-Webseite zu diesem Artikel [1] erhältlich.

Die Verwendung dieser Library ist recht unkompliziert. Der einzige Zusatz-Code ist bei den Sektor-Schreib/Lese-Routinen erforderlich: Man muss seinen eigenen Initialisierungs-Code aufrufen.

In fat_opts.h kann man die Verwendung langer Dateinamen auswählen. Außerdem kann man hier die Anzahl an Puffern und gleichzeitig geöffneten Dateien festlegen.

Beim PIC18 war leider kein Ausprobieren möglich, da nicht ausrei-

chend RAM zur Verfügung stand. Die Library benötigt immerhin 2.256 Bytes RAM und der Chip bringt leider nur 3,8 KB mit. Durch „Erfinden“ von zusätzlichem RAM mittels C18-Linker-Script war es immerhin möglich, einige statistische Angaben zu machen.

Lizenz

GPL. Wenn man GPL-Software in eigenen Projekten verwendet, muss man den Source-Code des kompletten Projekts ebenfalls veröffentlichen. Wer für kommerzielle Anwendungen eine weniger restriktive Lizenz benötigt, kann sich direkt an den Autor wenden.

Fazit

Eine einfach anzuwendende Library mit hohem Platzbedarf.

Internet

Die Sourcen waren früher hier zu finden: www.robs-projects.com/filelib.html

(100569)

Weblink

[1] www.elektor.de/100569

Grüne Tipps & Tricks

Kurbel

Ein gutes Energiespargerät ist die Fensterbank. In Kombination mit einem so genannten Freeplay-Radio. Es besteht durch eine Solarzelle und eine Handkurbel. Zwanzig Umdrehungen reichen aus für ein Essen mit Musikuntermalung. Das Radio basiert auf einem Entwurf von Trevor Baylis und ist heute von vielen Herstellern in vielen Varianten erhältlich. Ursprünglich war es zum Einsatz in Weltgegenden gedacht, wo der Strom nicht an jeder Zimmerecke aus der Steckdose kommt. Das Radio überrascht immer wieder. Es stoppt nämlich, wenn die eingekurbelte Energie verbraucht ist oder die Solarzelle aufgrund von Dunkelheit keinen Strom mehr liefert. Und wenn man es gerade nicht erwartet, beginnt es von alleine zu spielen und kündigt zum Beispiel den Frühling an. Irgendwann beginnt es nämlich damit, sich mit dem Sonnenaufgang bemerkbar zu machen. Unser Tipp: Kaufen Sie Elektrogeräte mit Kurbel!



Total lokal

Wie jedem Elektroniker klar ist, bringen elektrische Verteilernetze auch Verluste mit sich. Die großen Generatoren in den Kraftwerken verleihen zwar den bereitwillig fließenden Elektronen ordentlich potentielle Energie, doch auf ihrem Weg durch Kabel und Trafostationen bleibt immer etwas hängen. So kommt leider nicht alle Energie da an, wo wir unsere Steckdosen haben. Auch bei Lebensmitteln, Verkehr und Reisen gilt: Je lokaler desto grüner! Und man kann total lokal, nämlich bei sich selbst und im Kleinen anfangen. Manche Computer und Lampen arbeiten auch mit 12 V, und man kann bei jeder anstehenden Neuanschaffung darauf achten. Man braucht dann noch einen gescheiterten Akku, ein Solarpanel und etwas Elektronik zur Bedarfsladung aus dem Netz und schon reduziert man den CO₂-Verbrauch. Noch grüner wird es, wenn man sein Haus mit einem eigenen Niederspannungsnetz ausstattet.

Grüne Bestückung

Wer es ernst meint mit dem Energiesparen, sollte als erste Maßnahme damit aufhören, Platinen zu bestücken. Weg mit dem Lötkolben! Wenn das zu heftig ist, kann man ja immer noch beim Löten Energie sparen. Wie das? Durch konsequenten Einsatz von SMDs. Die winzigen Bauteile benötigen einfach weniger Energie beim Aufheizen, auch weil sie weniger Platinenmaterial unnützlich miterwärmen. Außerdem braucht es weniger Lot, was wiederum Energie spart. Und noch mehr Gründe: Die kleineren SMD-Bauteile benötigen weniger Material bei der Herstellung. Gleiches gilt auch für die SMD-bestückten Platinen, die deutlich kleiner ausfallen und weniger Ätzmittel und weniger Epoxidharz benötigen, was bei der Herstellung Energie einspart. SMDs brauchen keine Löcher. Man spart den Strom fürs Bohren. Kein Abschneiden überstehender Drähte = weniger Abfall = Energie gespart. Alles in allem spart die SMD-Technik einiges an Energie und trägt vielfach zum Umweltschutz bei!

LEDs aus!

Bei fast ausnahmslos jedem elektrischen Gerät leuchtet irgendeine LED als Anzeige für irgend etwas. Und diese LED leuchtet auch dann, wenn es niemanden interessiert. Das fängt schon beim Ladegerät einer elektrischen Zahnbürste an. Sie leuchtet 24-h-365-d/y. Schlimmer noch beim Internet-Router: Hier leuchten gleich etliche LEDs für dies und das und WLAN noch dazu. Eine richtige Lichtorgel ohne Zuschauer. Jede dieser LEDs zieht einige mA Strom und meistens leuchten sie sowieso viel zu hell.

Zwei Wege führen hier zu Energieeinsparungen: Man kann den Strom durch diese LEDs von überüppigen aber typischen 10 mA auf ausreichende 2 mA reduzieren. Das bringt gleichen oder mangels Blendung sogar höheren Komfort.

Radikaler ist es, die Anzahl leuchtender LEDs auf ein Minimum zu reduzieren. Als einfachste Maßnahme kann man einen Taster in Serie schalten, damit man auf Wunsch immer noch sehen kann, ob die LED leuchten würde, wenn sie könnte, wie sie wollte.

Oder aber man lässt nur LEDs angeschlossen, die durch ihr Leuchten auf einen Fehler hinweisen. Das ist genug.



Energiebewusstsein

Warum nicht jeden Schalter mit einer Aufschrift ausstatten, die über die beim Einschalten anfallenden (geschätzten jährlichen) Stromkosten informiert? Selbstverständlich sollte eine solche Information auch bei jedem Stecker zu finden sein.

Der Fernseher schläft mit...

Warum bloß hat kaum ein TV-Gerät einen Sleep-Mode wie ein Notebook? Da viele Fernsehzuschauer vor der Glotze intermittierend in den Sleep-Mode fallen, ist es nur logisch und sinnvoll, dass der Fernseher dann ebenfalls einschläft, um Energie zu sparen. Eine Fernbedienung mit Beschleunigungssensor würde den Fernseher wieder aufwecken, sobald der Zuschauer aus seinem Dösen erwacht. Das Umgekehrte, das Wachmachen (oder Wachhalten) des Zuschauers, dürfte das schwierigere Problem sein. Hierzu müssten nämlich die Programme interessanter werden. ;-)

Warnsteckdose

Mit etwas Elektronik könnte man Steckdosen ihre Farbe ändern lassen. Wenn viel Strom fließt, sollten sie zum Beispiel rot leuchten - Psychologie für den Hinterkopf des Betrachters. Wenn wenig Strom entnommen wird, könnte die Steckdose grün leuchten. Wenn gar nichts eingesteckt ist, sollte natürlich auch kein Strom fließen und die Steckdose unbeleuchtet bleiben. Wer fühlt sich herausgefordert?

Anfangen

Die Gesetze der Physik lehren uns, dass jede Aktion eine Reaktion zur Folge hat. Das gilt auch für die Kosten elektrischer Energie. Dabei ist es so einfach, mit dem Energiesparen anzufangen. Wenn man in einem durchschnittlichen Haushalt konsequent alle im Standby-Modus arbeitenden Geräte vollständig ausschaltet (Stecker ziehen), kommt am Jahresende eine Reaktion vom Energieversorger: Man hat dann gut und gerne 50 € mehr im Portemonnaie.

Null Standby

Eine einfache Maßnahme ist, sich einmal eine Liste anzulegen, in der alle Geräte mit Standby-Betrieb aufgeführt sind. Wenn man dann seine Wohnung für längere Zeit verlässt (etwa im Urlaub), kann man mit dieser Liste alle unnötigen Verbraucher abschalten, ohne in der Hektik die Hälfte zu übersehen. Kühl- und Gefrierschrank sowie eine Alarmanlage sollten nicht auf diese Liste. Bei allen anderen Geräten kann man unnötigen Standby-Verbrauch durch komplettes Abschalten oder Ziehen des Netzsteckers verhindern.

**Betreiben Sie Ihr Auto mit Wasserstoff**

Es gibt mittlerweile Bausätze für den Betrieb konventioneller Autos mit umweltfreundlich erzeugtem Wasserstoff (via Solaranlagen oder Windgeneratoren). Wenn Sie das für pure Utopie halten, dann sollten Sie einmal (mit einem energiesparenden Netbook) einen Blick auf die nachfolgende Webseite werfen und staunen: www.switch2hydrogen.com.

Digitaler Bilderrahmen mit Bewegungsmelder

Digitale Bilderrahmen werden immer besser und preiswerter und dadurch auch immer beliebter. Anders als beim konventionellen Bilderrahmen ohne elektronisches Innenleben zeigt der digitale Bilderrahmen nicht nur ein Bild, sondern fast unbegrenzt viele gespeicherte Bilder nach Wunsch oder auch zufällig und ist dadurch sehr viel kurzweiliger. Das geht leider nicht ohne elektrische Energie – üblicherweise aus der Steckdose. Je größer das Bild, desto mehr Strom braucht auch die Hintergrundbeleuchtung. Und das Ding leuchtet vor sich hin, auch wenn niemand guckt. Wer schaltet schon so ein Teil immer aus, wenn er das Zimmer verlässt? Vielfach werden auch nachts, während man schläft, fleißig Bilder angezeigt.

Von daher liegt es nahe, so einen Bilderrahmen mit einem Bewegungsmelder auszustatten. Man braucht dazu eigentlich nichts weiter als einen handelsüblichen Bewegungsmelder, wie er in jedem Baumarkt angeboten wird. Man stecke das Netzteil des Bilderrahmens in die Steckdose des Bewegungsmelders und schon beginnt man Energie zu sparen. Damit der Bewegungsmelder nicht nervt, sollte man eine ausreichende Empfindlichkeit und eine ausreichend lange Leuchtdauer einstellen. Wichtig ist weiter, dass der Bilderrahmen über einen Modus verfügt, indem er loslegt, sobald er mit Strom versorgt wird. Meistens versteckt sich diese Option irgendwo im Menü. Interessanterweise gibt es seit neuestem sogar einen Hersteller, der einen digitalen Bilderrahmen mit eingebautem Bewegungsmelder anbietet: www.nix-digital.com.





Wartung

Verspätete Wartung (oder schlimmer: gar keine Wartung) reduziert den Wirkungsgrad und/oder die Leistung von vielen Geräten. Das hat einen höheren Stromverbrauch zur Folge und ist daher am falschen Ende gespart. Aus diesem Grunde sollte eine Gefriertruhe regelmäßig abgetaut werden. Wer es bequemer haben möchte, kann bei der nächsten Anschaffung auf ein Gerät mit Abtau-Automatik setzen. Auch Kaffeemaschinen und sogar ordinäre Wasserkocher brauchen Wartung in Form von regelmäßiger Entkalkung. Die sonst entstehenden Beläge erhöhen nicht nur den Energieverbrauch, sondern reduzieren auch die Lebensdauer, was durch erhöhte Produktion wieder zu mehr Energieverbrauch führt.

Energie vom Mobilfunksender

Mobilfunkbetreiber lassen auf Ihre Kosten große Trafos brummen, um damit viele leistungsfähige Basisstationen auf noch mehr Dächern 24 Stunden am Tag und 365 Tage im Jahr Telefongespräche und Kurznachrichten übertragen zu lassen. Nach soziologischem Forschungsstand ist mehr als 95% dieser Informationen sowieso nur so genannter sozialer Kontakt vom Typ „Wie ist das Wetter bei euch?“ oder „Ich mach grade dies und das / toll / cool / wow / was machst Du grade / mhm...“.

Jetzt wird es Zeit, einen Teil dieser dafür verbratenen Energie zu recyceln. Die Methode ist bekannt und bewährt: In der guten alten (Radio-)Zeit konnte man bei großen Mittel- oder Kurzwellen-Sendern in der Nachbarschaft Glüh- oder Leuchtstofflampen an einer Antenne „kostenlos“ leuchten lassen. Die moderne Fassung aus 2011 ist die so genannte rectenna. Sie „konvertiert“ die elektromagnetische Energie der Mobilfunkbänder bei 800/900/2400 MHz einwandfrei in leicht verdauliche Energie zur Speisung kleiner elektronischer Geräte. Die Sendeantennen der Mobilfunk-Basisstationen sind ja fast überall. Anstatt sie zu bekämpfen, wenn man sie nicht mag, kann man etwas von ihrem Elektromog nützlichen Anwendungen zuführen. Dazu braucht man eine passend abgestimmte Antenne, am besten eine Richtantenne. Man male sie grün an und löte eine SHF-Schottky-Diode über ihre Anschlüsse und schon hat man Gleichstrom, den man in einen Goldcap oder einen anderen Stromspeicher laden kann. Je mehr Gebrabbel und SMS mit Tippfehlern über die Basisstation läuft, umso besser für die Energieausbeute. Damit kann man zum Beispiel ein Radio auf Basis des sparsamen ZN414-AM-ICs locker 24 Stunden am Tag kostenlos betreiben.

Stecker ziehen beim DECT-Telefon

Die verdammten Steckernetzteile! Alle DECT-Schnurlostelefone haben eins, die Basisstation ebenso wie die Mobilteile. Letztere liegen die meiste Zeit in der Ladeschale und verschwenden Energie. Es fließt Standby-Strom, die Akkus werden immer ein bisschen geladen und das Steckernetzteil heizt sich selbst. Vielfach ist das Steckernetzteil noch nicht einmal ein modernes „Geschaltetes“, sondern eines mit Trafo und Linearregler und entsprechend hohen Leerlaufverlusten. An der Ladeschale eines Mobilteils können so schnell bis zu 2 W an unnötigem und permanentem Energieverbrauch entstehen. Dabei ist Abhilfe einfach: Wenn die Akkus des Telefons voll geladen sind, kann man einfach das zugehörige Steckernetzteil



aus der Dose ziehen. Ein Blick aufs

Display des Telefons informiert rechtzeitig, wann es wieder geladen werden will. Bei neueren Geräten reicht es oft, wenn man sie etwa alle vier Tage wieder auflädt. Wartet man versehentlich zu lange, riskiert man einen unvermittelten Gesprächsabbruch. Wenn man aber mehrere Schnurlostelefone in der Wohnung verteilt hat, ist immer eines gut geladen und das maximale Risiko ist, dass man zum nächsten Handgerät sprinten muss, wenn es klingelt. Und etwas Bewegung soll ja gesund sein.

Länger mit dem Handy telefonieren

Nichtelektronikern ist meist nicht klar, dass die Sender in Handys prinzipiell mit abgestufter Sendeleistung arbeiten und die Sendeleistung an die Empfangslage anpassen, um Strom zu sparen und eine längere Sprechzeit zu erzielen. Je stärker das vom Handy empfangene Sendesignal der Basisstation, desto weiter wird die Sendeleistung des Handys heruntergefahren.

Wer Energie sparen will, sollte also besser in der Nähe einer Basisstation telefonieren. Mobilfunkmasten sind normalerweise gut zu erkennen, au-

Berdem kann man die Standorte im Internet nachsehen.

Im Nahfeld einer Basisstation kann man auch mit schwachem Akku noch länger telefonieren. Dabei spart man nicht nur Energie, sondern verringert auch die Strahlenbelastung, der man durch den Sender im Handy ausgesetzt ist.



Restwärme von Automotoren

Ein gerade abgestellter Automotor ist eine kostenlose Wärmeenergiequelle, die man im Winter nutzen kann, wenn sich die Garage an den Wohnbereich anschließt. Bei geöffneter Motorhaube wird die Wärmeenergie schneller an die Luft abgegeben. Der heiße Motor kann auch als Wärmeplatte dienen und zum Beispiel zum Vorwärmen von SMD-Platinen verwendet werden. Etwas aufpassen muss man schon, damit man sich nicht die Finger verbrennt. Große Motoren sind ausnahmsweise im Vorteil, denn sie haben mehr Wärmeenergie gespeichert. ;-)

800-Ohm-OTL-Verstärker

Wer auf Röhrenverstärker nicht verzichten kann, der sollte sich für eine OTL-Endstufe (Output TransformerLess) entscheiden. Man spart nicht nur den Ausgangstrafo, sondern bei gleicher Ausgangsleistung auch bis zu 15% an Energie. Neben dem Wirkungsgrad ist auch der Sound besser, da die Audiosignale den Schallwandler ohne Umwege erreichen. Auch die dünneren Lautsprecherkabel sparen Ressourcen, und das geringere Gewicht verringert die CO₂-Emission beim Transport. Noch grüner wäre freilich ein SMD-bestückter und solar betriebener Klasse-D-Kopfhörerverstärker...

Anzeige

Schnelle Entwicklung komplexer Elektronik-Systeme mit Flowcode 4



Entwurf – Simulation – Download



Die prämierte Software **Flowcode** gehört zu den modernsten grafischen Programmiersprachen für Mikrocontroller (PIC, AVR, ARM und völlig neu: dsPIC/PIC24). Anwender können mit Flowcode ohne große Erfahrung leicht und schnell komplexe Elektronik-Systeme entwickeln. Die Flowcode-typische grafische Art zu programmieren ermöglicht es, komplette elektronische Systeme direkt auf dem Bildschirm auf der Basis von Flussdiagrammen zu entwickeln, zu programmieren, zu simulieren und schließlich den Hex-Code für PIC-, AVR- und ARM-Controller zu generieren.

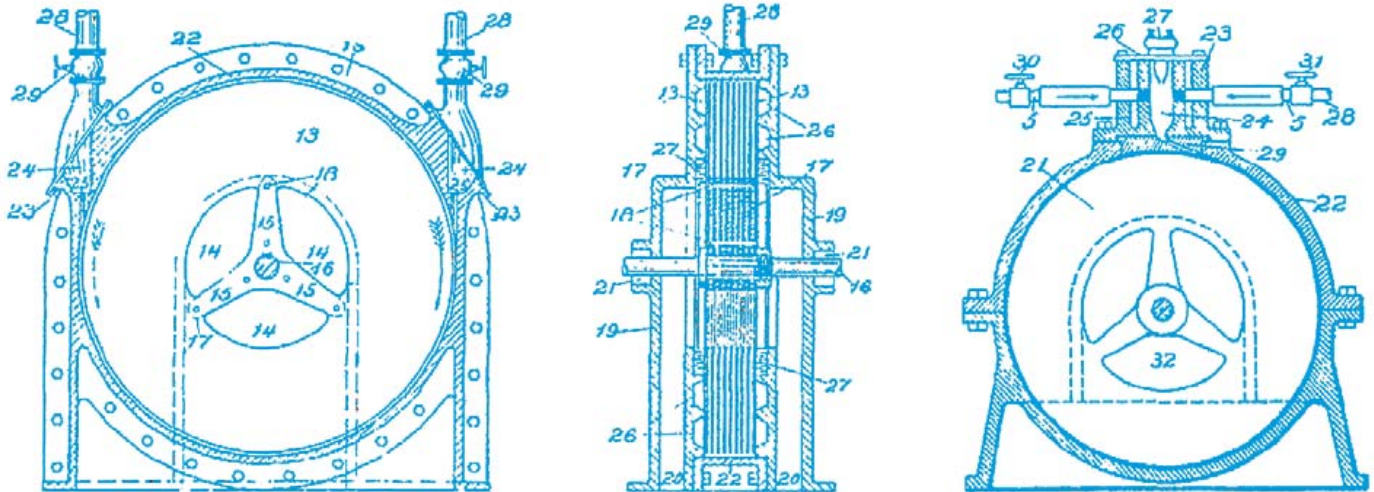


NEU im Angebot:
Flowcode 4 für
dsPIC/PIC24

Überzeugen Sie sich selbst:
Eine Demoversion sowie
weitere Informationen zu
Flowcode 4 finden Sie unter
www.elektor.de/flowcode

Free Energy

Kostenlose Energie aus (un)bekannten Quellen



Von Harry Baggen (Redaktion NL)

Seit Jahrhunderten ist die Menschheit auf der Suche nach einer Maschine, die ohne äußere Energiezufuhr unendlich lange läuft und darüber hinaus nutzbare Energie liefert. Zahllose Seiten im Internet belegen, dass dieses Thema immer noch Konjunktur hat. Wir haben uns umgeschaut und berichten hier über einige beachtenswerte Projekte und Trends.

Als die Nutzung der Elektrizität noch unbekannt war, beschäftigten sich viele gelehrte Zeitgenossen mit der Entwicklung eines so genannten „Perpetuum mobile“, einer mechanischen Apparatur, die einmal in Gang gesetzt unendlich lange in Bewegung bleibt. Eine solche Maschine würde ihren Energiebedarf aus dem Nichts decken. Im 19. Jahrhundert bekam die Elektrizität eine schnell wachsende Bedeutung. Das Blickfeld der grübelnden Forscher und Ingenieure verschob sich in Richtung der so genannten „Freien Energie“. Dass Energie aus dem Nichts gewonnen werden kann, ist nach den Regeln der Thermodynamik schlichtweg unmöglich. Obwohl dieses physikalische Gesetz schon mehr als ein Jahrhundert bekannt ist, werden auch heute noch Patente für solche Maschinen angemeldet. Manche Vorschläge wirken so überzeugend, dass die Energieprobleme der Menschheit gelöst scheinen. Bei genauem Hinsehen zeigt sich jedoch, dass die Gesetze der Physik nicht überlistet werden können. Entweder ist die vorgeschlagene Konstruktion unfähig, die in sie gesetzten Hoffnungen zu erfüllen, oder sie nutzt eine verborgene oder dem Erfinder unbekannt Energiequelle.

Geschichtliches

Historiker haben herausgefunden, dass im alten Indien bereits im siebten Jahrhundert über sich selbst antreibende Maschinen nachgedacht wurde. Ein bekanntes Beispiel aus jener Zeit ist das Rad, an

dem mehrere mit Quecksilber befüllte Behälter angebracht sind. Auch in westlichen Regionen waren die Gelehrten nicht untätig. Von dort stammt der Entwurf einer Maschine, die angeblich durch die Wucht fallender Hämmer in Bewegung gehalten wird. Zu besonderer Berühmtheit gelangten die Skizzen Leonardo da Vincis. Der geniale Meister zweifelte allerdings an der Funktionsfähigkeit seiner eigenen Schöpfungen. Im Verlauf nachfolgender Generationen beschäftigten sich noch viele große und kleine Erfinder mit dem Perpetuum mobile. Der erste (vermeintliche) Erfolg wird dem in Belgien gebürtigen Erfinder Jean-Joseph Merlin zugeschrieben. Seine 1760 präsentierte atmosphärische Uhr wurde jedoch durch natürliche Temperatur- und Luftdruckschwankungen in Gang gehalten. Ein echtes Perpetuum mobile war sie leider nicht.

Die fortschreitenden Erkenntnisse der Naturwissenschaften gaben dem Traum von der sich ewig bewegenden Maschine neue Anstöße. Etwa seit Mitte des vergangenen Jahrhunderts machen die Begriffe „Free Energy“ und „Zero Point Energy“ die Runde. Das Ziel ist hier eine Maschine, die mehr Energie abgibt, als sie aufnimmt. Die vorgeschlagenen Wege zur positiven Energiebilanz sind vielfältig und manchmal sogar abenteuerlich. Maschinen, die das Sonnenlicht oder die Wasserkraft von Flüssen und Gezeiten nutzen, liefern kostenlose Energie. Diese Energie kommt allerdings nicht aus dem

Nichts. Manche Ideen, die das Energieproblem lösen sollen, muten reichlich utopisch an, wie zum Beispiel die Energiegewinnung aus noch nicht entdeckten Dimensionen des Raums.

Die Tauglichkeit oder Untauglichkeit der Ideen und Vorschläge lässt sich manchmal nur schwer beweisen. Natürlich sind die Erfinder von ihren Schöpfungen absolut überzeugt. Einer Überprüfung nach wissenschaftlichen Grundsätzen hat jedoch noch kein „Perpetuum mobile“ standgehalten. Interessante Geschichten und Informationen rund um das Perpetuum mobile findet man auf der unter [1] genannten Website.

Strom aus dem Nichts

Im Folgenden betrachten wir einige Free-Energy-Systeme, die einen Überschuss an (elektrischer) Energie produzieren sollen. Dabei haben wir primär „elektronische“ Varianten ausgewählt, die möglichst wenig Mechanik verwenden.

Die meisten Konstruktionen, die wir im Internet fanden, versuchen die Eigenschaften magnetischer Felder zu nutzen. Permanentmagnete und Kupferdrahtwicklungen sind charakteristisch für ihr äußeres Erscheinungsbild. Die zugehörigen Erklärungen der Funktionsweisen unterscheiden sich erheblich.

Dass sich eine Masse mit magnetischer Kraft, scheinbar ohne äußere Energiezufuhr bewegen kann, lässt sich schnell demonstrieren. Benötigt werden zwei Stabmagnete, eine Aluminium-Schiene mit U-Profil sowie eine Stahlkugel. Das damit aufgebaute „Perpetuum mobile“ in **Bild 1** heißt Simple Magnetic Overunity Toy (SMOT). Das magnetische Feld zwischen den parallel angeordneten Stabmagneten sorgt dafür, dass die Stahlkugel auf der leicht ansteigend gelagerten Schiene entgegen dem Gefälle rollt. Die Idee geht auf das Jahr 1922 zurück, sie wurde 1997 von Greg Watson durch eine überarbeitete Version wiederbelebt. Die Website des französischen Erfinders Jean-Louis Naudin [2] präsentiert eine umfassende Beschreibung des Phänomens und seiner Realisierung, zusammen mit diversen Testergebnissen. Wir meinen, es ist der Mühe wert, SMOT einmal auszuprobieren! Wie eine andere Website [3] zeigt, gibt es für SMOT unterschiedliche Erklärungen.

Die meisten elektrischen „Energiegeneratoren“ arbeiten mit rotierenden Scheiben, auf denen sich mehrere Permanentmagnete befinden. Die Scheiben werden über feststehend montierte Kupferdrahtwicklungen in Drehbewegung versetzt. Die Ströme, die durch die Wicklungen fließen, werden von elektronischen Systemen gesteuert. Nach Angaben der Konstrukteure sollen die Generatoren in der Lage sein, mehr Energie abzugeben als ihnen zum Drehen der Scheiben zugeführt werden muss. Gemeinsames Merkmal vieler Konstruktionen ist eine hohe mechanische und elektronische Komplexität. Abseits von diesem Trend existieren nur wenige einfache Varianten, die sich zum Sammeln persönlicher Erfahrungen eignen, ohne dass professionelle handwerkliche Fertigkeiten vorausgesetzt werden. Ein Beispiel ist auf der nächsten Website [4] zu finden, dort wird beschrieben, wie ein gewöhnlicher PC-Lüfter zum Energiegenerator umfunktioniert werden kann. Ein Filmclip auf YouTube [5] demonstriert, wie der Umbau vorgenommen werden muss. Dass die Schaltung dieses PC-Lüfter-Generators überraschend unkompliziert ist, geht aus **Bild 2** hervor.

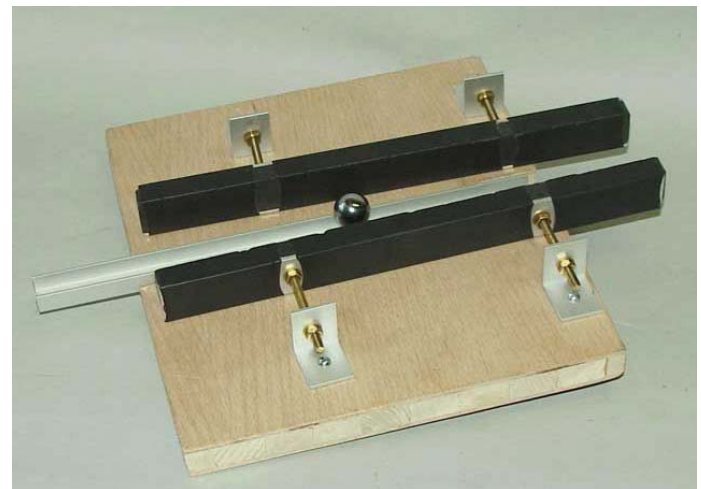


Bild 1. Einfaches „Simple Magnetic Overunity Toy“ (SMOT), aufgebaut mit zwei Stabmagneten (Foto: [11]).

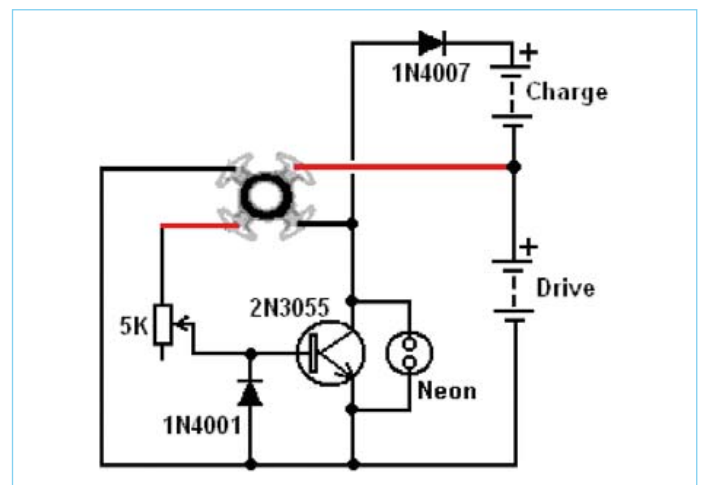


Bild 2. Die Elektronik, mit der ein PC-Lüfter zum Free-Energy-Generator werden soll, ist erstaunlich simpel (Quelle: [12]).



Bild 3. Der Free Energy Generator von Ron Pugh ist, was die Mechanik betrifft, nicht besonders kompliziert

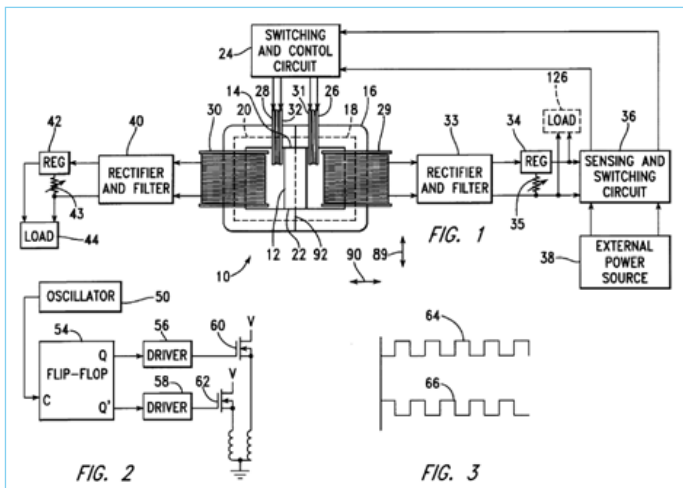


Bild 4. Ohne bewegliche Teile arbeitet der „Motionless Electromagnetic Generator“ (MEG). Dies ist die originale Zeichnung aus der US-Patentschrift 6.363.718 B1 (Quelle: [7]).

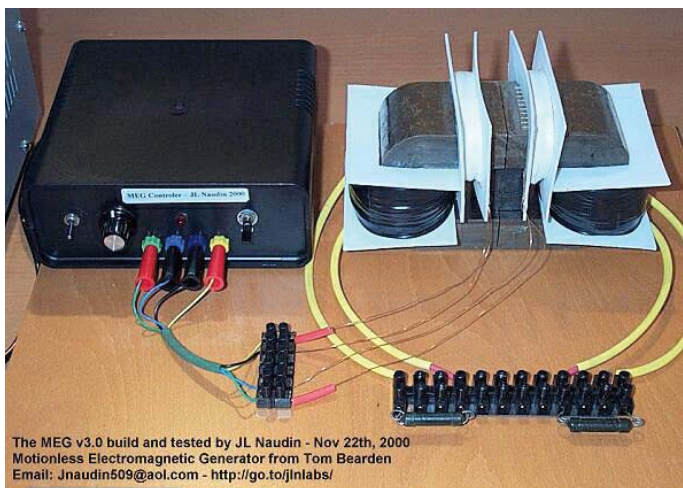


Bild 5. Dieser MEG-Transformator wurde nach Vorschlägen des französischen Erfinders Jean-Louis Naudin gebaut (Quelle: [7]).

Die Projekte von John Bedini sind in den Free-Energy-Communities sehr populär. Seine Website [6] konzentriert jahrzehntelange Erfahrungen und beschreibt zahlreiche Generatoren unterschiedlichster Art. Bedini ließ auch eine zehnjährige Schülerin einen speziell dafür entworfenen Bedini-Generator bauen, um zu zeigen, dass es fast ein Kinderspiel ist...

Auf Ideen von Bedini basiert auch der ausführlich und in sich schlüssig beschriebene Generator von Ron Pugh, der in **Bild 3** sowie auf der nächsten Website [4] besichtigt werden kann. Die Mechanik ist wenig spektakulär: Auf dem drehbaren Rad befinden sich sechs Doppelmagnete, während die drei stationären Kupferdrahtwicklungen gleichzeitig dem Antrieb und der Energiegewinnung dienen. Die Elektronik, im Bild nur provisorisch aufgebaut, besteht lediglich aus einigen Leistungstransistoren und passiven Bauelementen. Tom Bearden [7] ist Miterfinder des MEG (Motionless Electromagnetic Generator). Hier geht es um einen speziellen Transformator, in dessen Zentrum ein Permanentmagnet angeordnet ist (**Bild 4**). Auf den äußeren Trafoschenkeln befinden sich zwei windungsstarke Kupferdrahtspulen, die Energie liefern sollen. Die beiden kleineren Wicklungen auf dem Joch dienen der Energiezufuhr. Der MEG soll imstande sein, mehr Energie abzugeben als aufzunehmen, indem er dem Vakuum elektromagnetische Energie entzieht. Der schon erwähnte französische Erfinder Jean-Louis Naudin hat einen Prototyp dieser Konstruktion mit diversen Verbesserungen aufgebaut. **Bild 5** zeigt die Version von Naudin, die ursprüngliche Version kann im Internet [8] betrachtet werden. Bei seinen Experimenten hat Naudin das magnetische Feld simuliert.

In unseren Betrachtungen darf der Tesla-Schalter [9] nicht fehlen, denn er besteht ausschließlich aus elektronischen Bauteilen. Ein spezieller Trafo oder andere exotische Komponenten sind nicht erforderlich. Die Idee geht auf den berühmten Nikola Tesla zurück, Ronald Brand und John Bedini haben die Idee aufgegriffen und in die Tat umgesetzt. Im Mittelpunkt stehen drei Akkus, die sich über elektronische Schalter in ständig wechselnder Folge gegenseitig aufladen. Das Resultat sind drei zu hundert Prozent geladene Akkus, was bedeutet, dass auf unbekannte Weise aus unbekannter Quelle Energie gewonnen wird. Die Elektronik des Tesla-Schalters ist erstaunlich unkompliziert. In **Bild 6** ist die Schaltung einer Variante dargestellt, in der zwei Akkus durch Elkos ersetzt wurden. Im Internet sind leider nur wenige Energie-Generatoren zu finden, die auf dem Prinzip des Tesla-Schalters beruhen.

Unser kurzer Streifzug durch das Internet hat gezeigt, dass das Thema „Free Energy“ viele Menschen ernsthaft beschäftigt. Zum Schluss möchten wir unsere Leser auffordern, uns zu kontaktieren, wenn sie etwas zu den beschriebenen Projekte oder über eigene Experimente berichten können. Wir sind auf Ihre Ideen, Vorschläge

Weblinks und Literatur

- [1] www.hp-gramatke.net/perpetuum/index.htm
- [2] <http://jnaudin.free.fr/html/smotidx.htm>
- [3] www.mathematik.tu-darmstadt.de/~bruhn/SMOT.HTM
www.lhup.edu/~dsimanek/museum/smot.htm
- [4] www.free-energy-info.co.uk/Chapt6.html
- [5] www.youtube.com/watch?gl=US&feature=related&hl=uk&v=eDS9qk-Nw4M

- [6] <http://johnbedini.net/>
- [7] <http://cheniere.nii.net/megstatus.htm>
- [8] <http://jnaudin.free.fr/meg/meg.htm>
- [9] www.icehouse.net/john1/tesla.html
- [10] www.lhup.edu/~dsimanek/museum/unwork.htm#top
- [11] www.hcrs.at
- [12] www.free-energy-info.co.uk

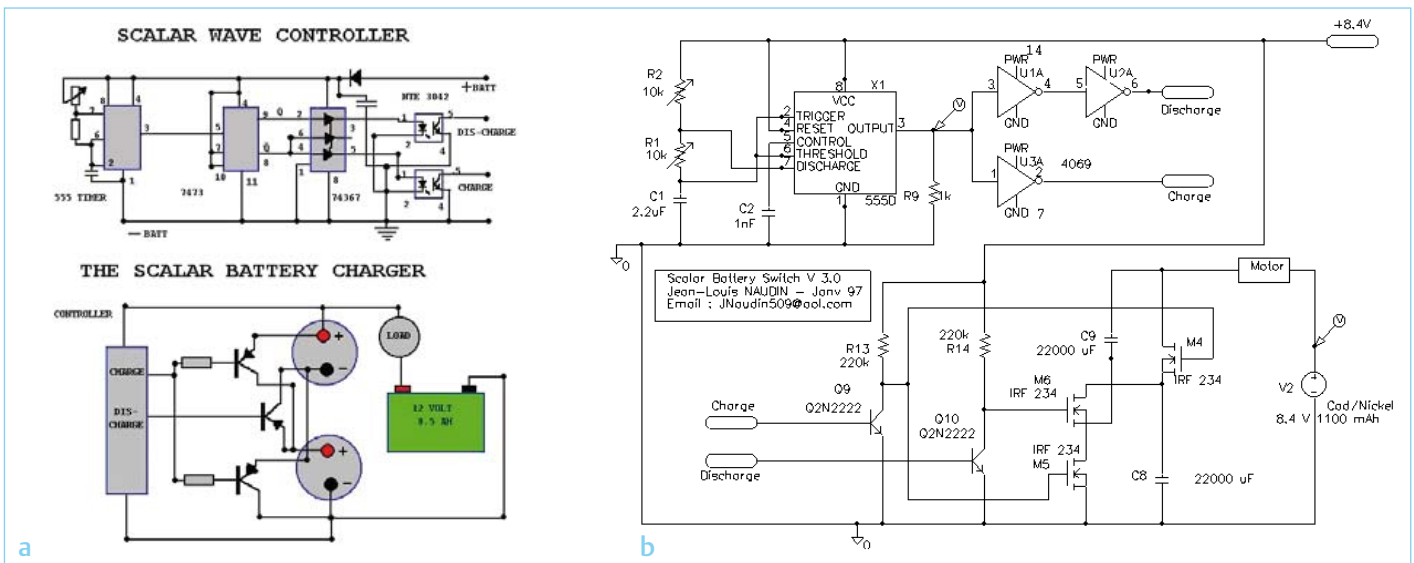


Bild 6. Wirkungsgrade über 100 % verspricht der „Tesla-Schalter“, bei dem zwei Elkos wechselweise umgeladen werden. Hier ist die ursprüngliche Schaltung von Bedini (a) sowie die von Naudin entwickelte Version (b) dargestellt (Quellen: [7] und [9]).

und Erfahrungen äußerst gespannt! Für alle Ungläubigen und Zweifler haben wir noch einen letzten Tipp: Der Besuch des „Museum of Unworkable Devices“, dessen Adresse unter [10] vermerkt ist. Die

Besichtigung dieses Museums dürfte jeden Skeptiker in seiner Überzeugung bestärken.

(100672)gd

—Anzeige

3-tägiger Workshop

Serielle (Geräte-)Bussysteme

NEU!

➔ Einführung in die Welt der Bussysteme

SPI-, I²C(TWI)- und 1-Wire-Bus sind mittlerweile sehr bekannte und weit verbreitete Datenübertragungssysteme, die auch optimal im nicht-industriellen Umfeld eingesetzt werden können. Wenn es darum geht, eine Vielzahl unterschiedlicher Peripherie-Bausteine (Sensoren, Aktoren, Displays, Speicher, RTCs, A/D-D/A-Wandler, etc.) an einen einzelnen Master-Mikrocontroller anzuschließen, bilden diese Bussysteme sicherlich eine optimale Lösung erster Wahl. Sowohl der Hardware- als auch der Software-Aufwand bei diesen Verfahren der seriellen Datenkommunikation sind überschaubar und mit einfachen Mitteln realisierbar. Auch gibt es bereits eine Vielzahl moderner Mikrocontroller, die solche Übertragungsbaugruppen bereits mit auf dem Chip integriert haben (ON-Chip-Peripherie-Einheit).

In diesem 3-tägigen Workshop bekommt der engagierte Praktiker einen umfassenden Einblick in die praktische Funktionsweise dieser Bussysteme.

Veranstaltungsort/-termin:

Bochum, 22.02. bis 24.02.2011

Teilnehmergebühr (zzgl. MwSt.):

1240,00 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/bussysteme

ZF-Notch-Filter

Effektiv und selektiv

Von Michael A. Shustov (Russland)

Bei DX-Empfang wird für ein besseres Nutzsignal gerne ein so genanntes Notch-Filter verwendet, das Störungen wie Rauschen, Pfeifen, Krachen und viele andere Störgeräusche mehr unterdrücken soll. In diesem Beitrag geht es um einfache LC- und RC-Schaltungen für die Filterung der Zwischenfrequenz eines Empfängers.



Notch-Filter (Kerbfiler) oder auch Bandsperren für ZF-Zwecke müssen sehr schmalbandig und damit sehr selektiv sein. Man will ja schließlich nicht das Nutzsignal beeinträchtigen, obwohl man das technisch kaum vollständig verhindern kann. Für den Elektroniker

folgt daraus, dass man besonders auf die Aspekte Abstimmung, Bandbreite und Filtergüte achten sollte. Notch-Filter kann man im HF-Bereich (hinter der Antenne), im ZF-Bereich (typischerweise bei Frequenzen von 10,7 MHz, 9 MHz, 500 kHz oder 455 kHz) oder auch

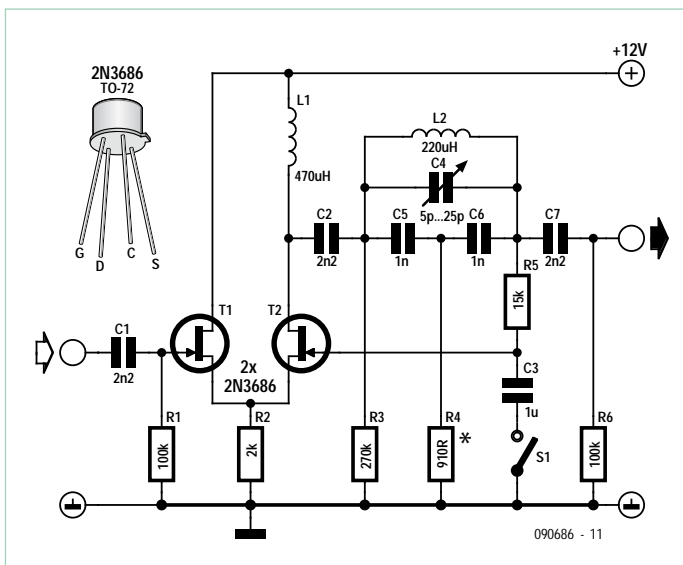


Bild 1. Ein schmaler LC-Bandpass für die ZF-Frequenz von 500 kHz. Mit R4 lässt sich die Filterwirkung beeinflussen. Mit S1 kann man die Filterwirkung abschalten. C4 dient der Abstimmung der Mittenfrequenz.

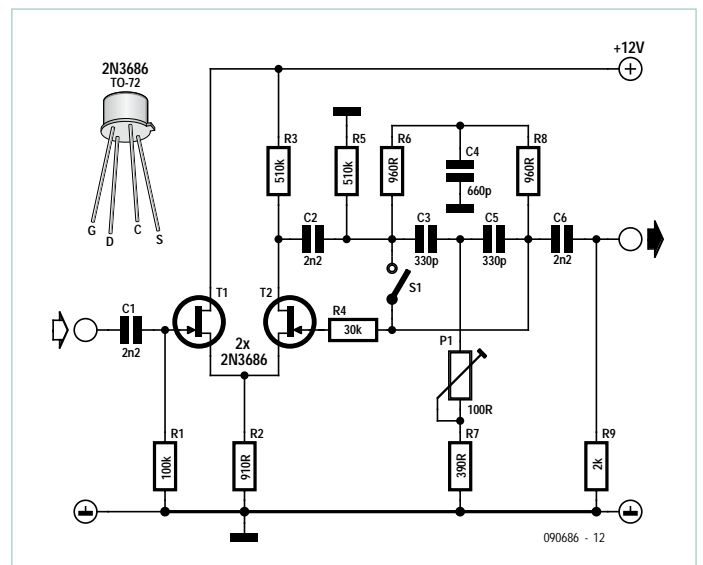


Bild 2. Diese Schaltung hat ein RC-Netzwerk im Rückkopplungsweig und erzielt damit die Frequenzcharakteristik eines Kerbfilters.

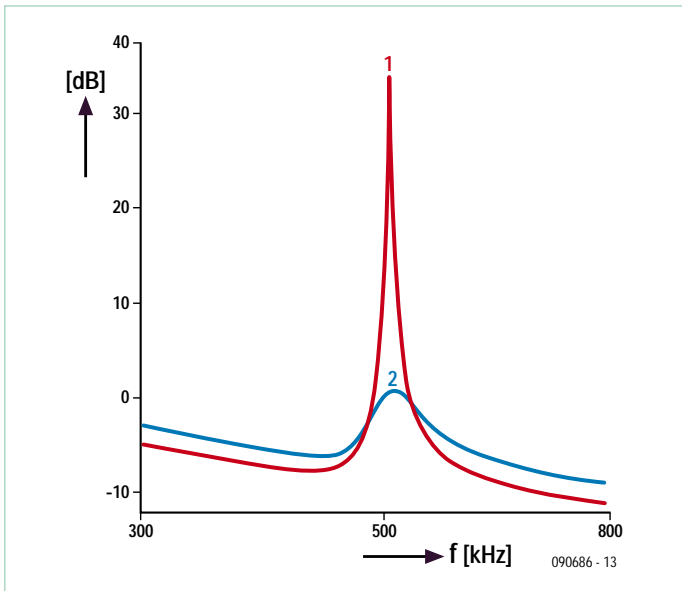


Bild 3. Frequenzgang des LC-Filters (Kurve 1: S1 offen; Kurve 2: S1 geschlossen).

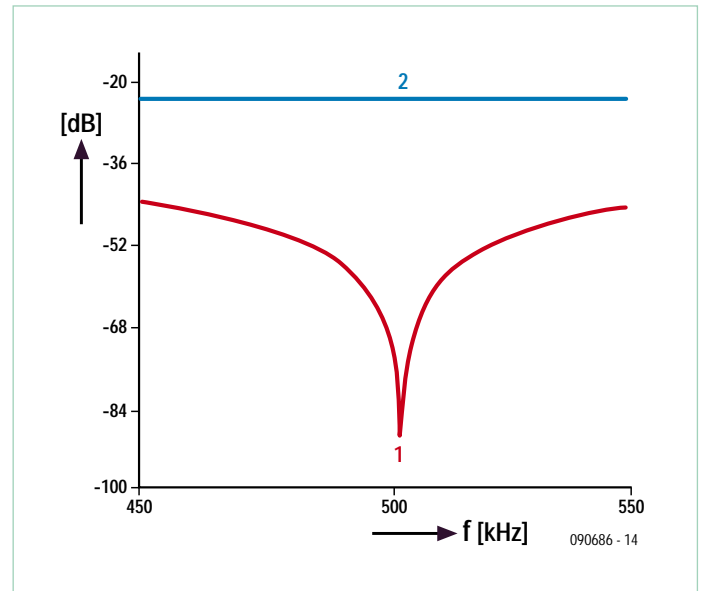


Bild 4. Frequenzgang des RC-Filters (Kurve 1: S1 offen; Kurve 2: S1 geschlossen).

bei den Audiosignalen (heute vielfach digital mit DSPs) einsetzen. Mit viel Erfahrung kann man sogar Notch-Filter in allen drei Bereichen betreiben, um möglichst alle denkbaren Interferenzen aus dem Signal zu entfernen, das man hören oder weiter verarbeiten will. Allerdings muss man hierzu wirklich ein Könnler sein und ein gutes Gehör haben, wenn man permanent alle Filter passend abgestimmt halten will, um sich ändernde Rauschmuster, Interferenzen oder gar Überlagerungen lokaler Sender zu bekämpfen.

Ein schmaler Bandpass bringt beispielsweise bei schwachen Morse-Signalen oder bei SSB ähnlichen Nutzen wie eine Bandsperre, wobei der Bandpass die Störungen auf beiden Seiten des Nutzspektrums und die Bandsperre selektiv bestimmte Störkomponenten unterdrückt.

L, C, R und FET zur Störunterdrückung

Bei den hier beschriebenen Notch-Filtern handelt es sich um LC- und RC-Ausführungen, die für die ZF-Filterung gedacht sind. Das Prinzip der beiden Filter ist ähnlich. Bei der Schaltung in **Bild 1** handelt es sich allerdings um einen schmalen Bandpass, der auf die Frequenz des Nutzsignals abgestimmt wird. Bei der Schaltung in **Bild 2** hingegen wird eine schmale Bandsperre auf die Frequenz von Störsignalen abgestimmt. Bei beiden Schaltungen kann man die Filterwirkung abschalten und die Filtergüte beeinflussen. Die Filter sind für eine Frequenz von 502,7 kHz dimensioniert, was einer Zwischenfrequenz von 500 kHz plus einem Seitenband von 2,7 kHz entspricht.

Die Filter bestehen aus einem als Source-Folger geschalteten Transistor T1 sowie der Verstärkerstufe um T2 mit einem bestimmten

Grad an positiver Rückkopplung. Die Filterfrequenz wird durch LC- (Bild 1) oder RC-Bauteile (Bild 2) in der Rückkopplung bestimmt. Das Ausmaß an Rückkopplung und damit die Filtergüte ist bei Bild 1 von R4 und bei Bild 2 von P1 abhängig. Die Mittenfrequenz des LC-Filters kann mit Hilfe des Trimmers C4 justiert werden. Als Alternative könnte man auch eine Kapazitätsdiode mit 25 pF anstelle von C4 einsetzen. Schalter S1 kann die Filterwirkung bei beiden Filtern deaktivieren.

Kurven

Wie in **Bild 3** zu sehen ist, entspricht der Frequenzgang des LC-Filters dem invertierten Verlauf eines Kerbfilters mit einem Maximum von +37 dB. Bei geschlossenem Schalter S1 passiert das ZF-Signal ungefiltert bei minimaler Abschwächung.

Im Unterschied zum LC-Filter kann das RC-Filter bestimmte Störsignale innerhalb der ZF-Bandbreite sehr effektiv unterdrücken (siehe **Bild 4**). Bei einer Sperrfrequenz von 504,0 kHz (abhängig von den Bauteilwerten) kann die Störsignalunterdrückung 83...90 dB erreichen. Dabei beträgt allerdings die Abschwächung der übrigen Spektralanteile gut 40 dB. Bei geschlossenem Schalter S1 ist die Filterwirkung deaktiviert. Die Abschwächung beträgt dann nur noch 22 dB. Doch da es sich um das 500-kHz-ZF-Signal handelt, sollte es eine Kleinigkeit sein, dessen Pegel mit einer extra Verstärkerstufe wieder auf den Ausgangswert anzuheben.

(090686)

Motherboard für Arduino Nano

Von Philippe Frétaud und François Auger (IUT Saint-Nazaire, France)

Arduinos gibt es in verschiedenen Formaten. Das klassische Platinenformat (auch hier gibt es Varianten wie Decimila, Duemilanove, Uno etc.) misst ca. 5 x 7 cm und kann durch einen shield, eine Erweiterungskarte für den Arduino, ergänzt werden.

LilyPad ist ein Arduino in runder Bauform für Anwendungen im Textilbereich (mit Waschtipps!) [1] und der Nano ist ein kleiner Arduino (18 x 43 mm), eigens geschaffen für den Einsatz auf Lochrasterplatinen und Steckbrettern zur schnellen Prototypenentwicklung. Anstelle der Buchsenleisten der klassischen Arduinos besitzt der Nano zwei 15-polige Stiftleisten im 2,54-mm-Raster. Damit kommt er ähnlich daher wie ein älterer Mikrocontroller à la BASIC Stamp 2 oder CUBLOC CB320, aber mit zusätzlicher USB-Verbindung, welche gut zu heutigen Rechnern passt.

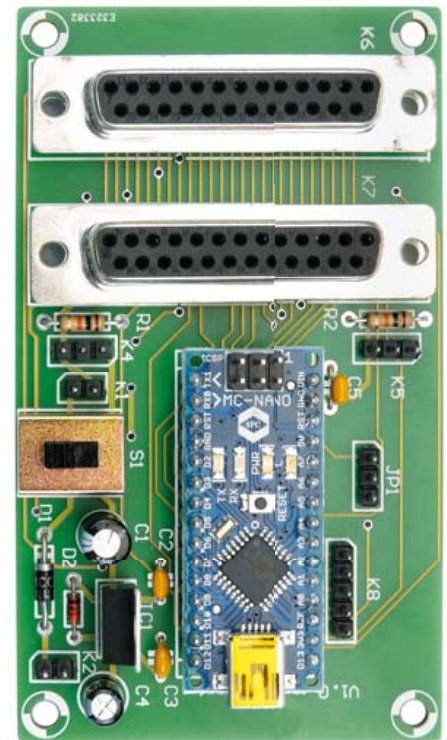
Im Gegensatz zu einem klassischen Arduino-Modul benötigt der Nano ein Motherboard, wenn er in einer Anwendung eingesetzt werden soll. Im diesem Artikel stellen wir ein solches Motherboard vor, welches ursprünglich für eine Robotik-Anwendung gedacht war, aber auch sehr gut für andere Zwecke genutzt werden kann. Der ursprüngliche Zweck ist noch an der 6-V-Spannungsversorgung und den Servo-Anschlüssen K4 und K5 erkennbar. Falls Sie keine Servos benötigen, können Sie die 6-V-Versorgung weglassen.

Der Rest der Schaltung ist schnell erklärt: alle Ein- und Ausgänge des Nanos werden einfach an zwei 25-polige Sub-D-Verbinder geführt (K6 und K7).

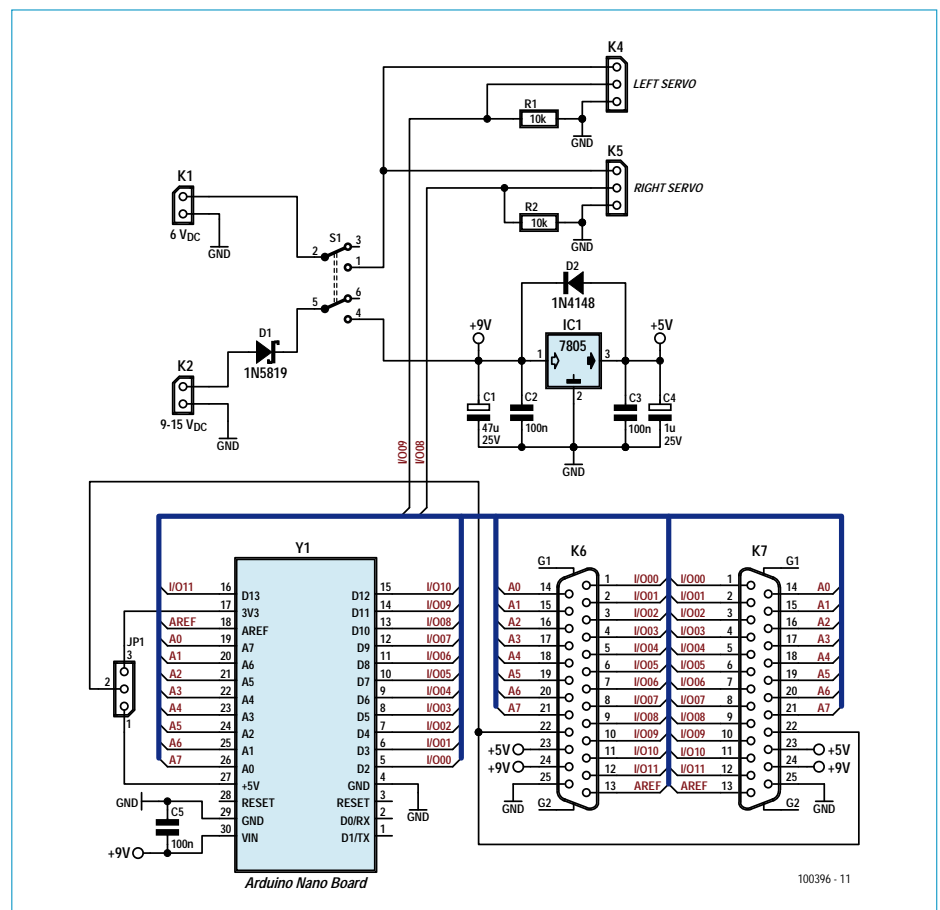
Die Spannungsversorgung erfolgt mit 9 V. Der Nano hat einen 5-V-Regler mit an Bord und stellt die 3,3 V, welche der USB-Baustein erzeugt, zur Verfügung. Über JP1 lässt sich eine der beiden Spannungen an K6 und K7 führen, indem man die Kontakte 1 und 2 (5 V) oder 2 und 3 (3,3 V) brückt. Diese Spannungen sind auch verfügbar, wenn

man den Nano über den USB-Port versorgt. Weil diese beiden Ausgänge nicht sehr viel Strom liefern können, wurde ein zusätzlicher 5-V-Regler vorgesehen. Die 9-V-Eingangsspannung wird auch auf K6 und K7 geführt.

(100396)



[1] www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardLilyPad



Volles Vertrauen in jede Anschaffung



VPO
Visual Persistence Oscilloscope

350-/250-/150-MHz-Digital-Speicheroszilloskop

mit 5 GSamples/s Abtastrate und VPO-Technologie (Visual Persistence Oscilloscope) zeigt die GDS-3000-Serie Kurvenformen originalgetreu und fängt gleichzeitig weniger häufig auftretende Signale wie Glitches oder Runts ein, ohne einen Punkt der Kurvenform-Information zu verpassen.

GDS-3000 Series

- 350-/250-/150-MHz-Bandbreite
- 5 GSamples/s Real-Time-Abtastrate und 100GSamples/s Equivalent-Time-Abtastrate
- VPO-Technologie zur Anzeige von weniger häufig auftretenden Signalen
- Einzigartiges Split-Screen-Display mit unabhängiger Einstellung für jeden Eingangskanal
- Optionale Software für Leistungsmessung
- Optional Trigger- und Decoder-Software für serielle Bussysteme mit Unterstützung von I²C, SPI und UART



Simply Reliable

GW INSTEK

GOOD WILL INSTRUMENT CO., LTD.
www.gwinstek.com

The Audio Collection 3

NEU!



Mehr als 75 Audio-Selbstbausaltungen

Diese DVD-ROM enthält mehr als 75 verschiedene Audio-Projekte aus den Erscheinungsjahren 2002-2008 der Elektronik-Zeitschrift *Elektor* – mit Artikeln über Mess- und Test-geräte, Verstärker, Röhren, Digital-Audio und Lautsprecher-technik.



ISBN 978-90-5381-263-1
€ 21,50 • CHF 29,30

Einige der Highlights: ClariTy 2x300 W Klasse-T-Verstärker, Röhren-Endverstärker, High-End Poweramp, Drahtlose Audio-Übertragung, Paraphase-Klangeinsteller, Aktiver Subwoofer, Stereo-LED-VU für Autoradios, Hybrid-Audioverstärker, MP3-Adapter für TV-Geräte und HiFi-Röhrenendstufe.

Weitere Infos & Bestellung unter

www.elektor.de/shop

Termine für Elektor Nr. 3 / 2011

Anzeigenschluss:



18. 01. 2011

Erscheinungs-
termin:



16. 02. 2011

Anzeigen:

Verlagsbüro ID

Telefon:
(0511) 61 65 95-0

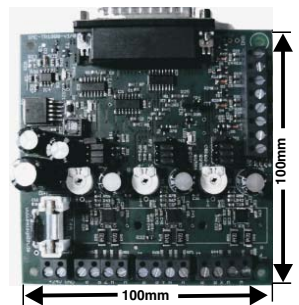
E-Mail:
service@id-medienservice.de

Internet:
www.id-medienservice.de

Schrittmotor- steuerkarte SMC-TR-1000

Neuheit

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



- Steuerung von 3 Achsen **nur € 89,-***
- Phasenströme einstellbar
- Eingänge für Takt- u. Richtungssignale
- Mikroschrittbetrieb (1/1, 1/2, 1/4, 1/8, 1/16)
- Auch von SPS oder Taktgenerator ansteuerbar
- Inklusive Treibersoftware für Windows
- Automatische Ruhestromreduzierung
- Temperaturüberwachung
- 3 Eingänge für Referenzschalter
- 1 Eingang für Not-Aus-Schalter
- Nur 1 Spannungsvers. (24VDC) notwendig
- Hohe Geschwindigkeit durch optimierte Stromregelung
- Kompakte Bauweise
- Auf Sonderwünsche kann eingegangen werden

Besuchen Sie unsere Homepage



EMIS GmbH
Zur Drehscheibe 4
92637 Weiden
Tel. (0961) 32040, Fax (0961) 31494
www.emisgmbh.de ** MWST

Opamp versus Komparator

Ähnlich, aber sehr verschieden...

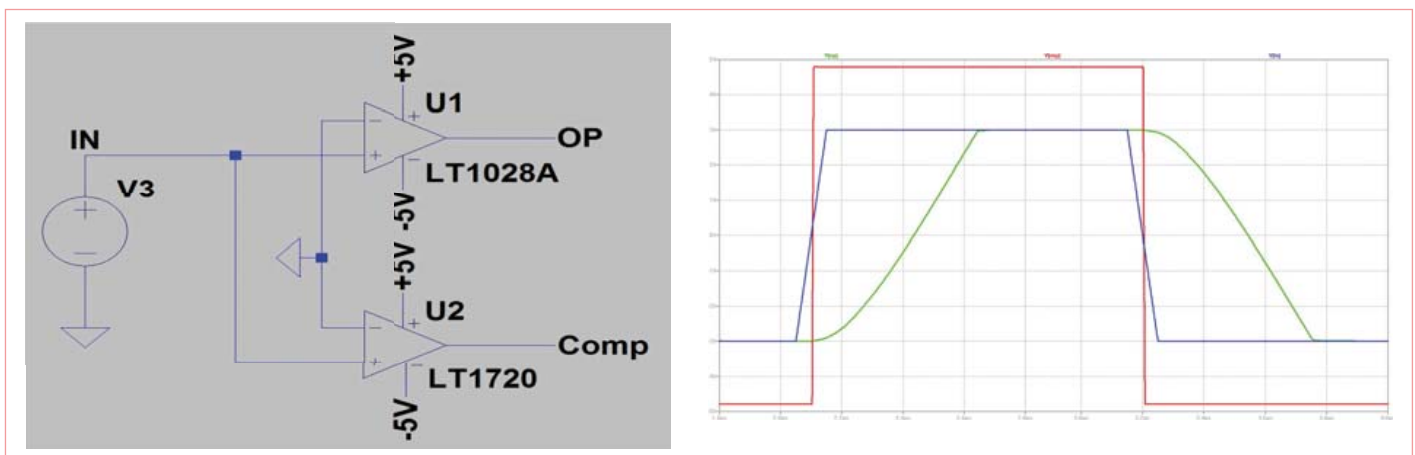
Von Michael Hölzl (D)

Da ich in nahezu jedem Skript oder Lehrbuch zur Schaltungstechnik den Operationsverstärker als Komparator eingesetzt entdeckte, möchte ich hier der Frage nachgehen, warum das in den meisten Fällen eine überaus schlechte Idee ist.

Die Idee hinter der Komparatorschaltung ist einfach: Durch die sehr hohe Gleichspannungsverstärkung eines Opamps führen selbst kleinste Eingangsspannungen dazu, dass der Ausgang an die Aussteuergrenze geht. Ist die Spannung am „+“ Eingang größer als am „-“ Eingang, dann ist der Ausgang positiv, andernfalls negativ. Es werden also die beiden Spannungen verglichen und der Ausgang liefert eine binäre Aussage, welche der beiden größer ist. So weit scheint sich der Opamp gut für den Zweck zu eignen. Seltsam nur, dass es spezielle Komparatoren gibt...

nungsanschlüssen oft auch einen Masseanschluss. Damit kann man ein symmetrisches analoges Eingangssignal auf Logikpegel am Ausgang umsetzen.

Was bedeutet das für die Praxis? Komparatoren können extrem schnell auf Änderungen der Eingangssituation reagieren, mit vom Hersteller garantierter, kurzer Verzögerung und definierten, extrem schnellen Anstiegs- und Abfallzeiten. Bei Opamps sieht die Sache völlig anders aus: Es gibt keinerlei garantierte Werte für Verzögerung oder Anstiegs- und Abfallzeiten, da Opamps für diesen Betrieb ja nicht vorgesehen sind (auch wenn die Slew Rate einen Anhaltspunkt liefert). Entsprechend sind sämtliche Kennwerte erheblich schlechter als bei Komparatoren, im Extremfall kann ein (Low-power-)Operationsverstärker Zeiten im Millisekundenbereich benötigen, während Komparatoren innerhalb weniger Nanosekunden umschalten: das ist ein Faktor 1.000.000! Doch es gibt weitere Probleme bei Opamps: Bei etlichen Modellen steigt die Stromaufnahme exzessiv an, wenn die Ausgänge in die Sättigung getrieben



Spice-Simulation: Opamp LT1028 als Komparator im Vergleich mit dem "echten" Komparator LT1720.

Vielleicht ist der Opamp doch nicht das Wahre für diesen Zweck? Betrachten wir zunächst Opamps und Komparatoren rein äußerlich, so scheinen sie identisch zu sein. Beide verfügen neben den Versorgungsanschlüssen über einen „+“ und „-“ Eingang sowie über einen Ausgang. Wirft man einen Blick auf die Innenschaltung, so scheint auch hier weitgehende Übereinstimmung vorhanden zu sein, wenn es sich um einen Komparator mit Push-Pull-Ausgang handelt (Ausführungen mit Open-Collector- oder Open-Drain-Ausgang unterscheiden sich deutlicher von Opamps). Der große Unterschied, den man nicht ohne weiteres erkennen kann, ist folgender: Die Ausgangsstufen von Operationsverstärkern sind für den Linearbetrieb optimiert, es soll ja in der Regel das Eingangssignal mit möglichst geringen Verzerrungen linear verstärkt werden (Rückkopplung nötig). Bei Komparatoren ist die Ausgangsschaltung hingegen für den Sättigungsbetrieb optimiert, also für das Schalten zwischen der oberen und unteren Aussteuergrenze (ohne Rückkopplung). Komparatoren (single) haben außerdem neben den Versorgungsspan-

werden. Die entstehende Verlustleistung kann so hoch werden, dass der Opamp Schaden nimmt. Zudem sind viele Opamps nicht in der Lage, die Ausgänge bis zur Versorgungsspannung zu ziehen, sondern beispielsweise nur bis 3 V bei 5 V Betriebsspannung. Dies gilt allerdings nicht für Rail-to-Rail-Typen. Auch eingangsseitig gibt es Beschränkungen. Die Eingänge von Opamps sind oft mit antiparallel geschalteten Dioden geschützt. Damit verkraften die Eingänge nur eine differentielle Eingangsspannung von weniger als 0,6 V, während der differentielle Eingangsspannungsbereich bei Komparatoren oft dem Versorgungsspannungsbereich entspricht.

In völlig unkritischen Anwendungen mag es noch angehen, einen Opamp als Komparator zu verwenden. Im professionellen Bereich ist jedoch generell davon abzuraten. Ein einfacher Probeaufbau mit einem Komparator und einem Opamp, die beide von einem Rechtecksignal mit hoher Flankensteilheit gespeist werden, sollte jeden überzeugen. Selbst per Simulation lassen sich die meisten Prob-

leme schon erkennen, beispielsweise „verschlucken“ Opamps kurze Impulse, weil sie meist schlicht zu langsam sind. Das Verhalten der Schaltung kann nicht garantiert werden, die Stromaufnahme kann zu hoch sein und zum Ausfall des Bauteils führen.

Zur Illustration zeigen die Bilder eine Spice-Simulation, die einen relativ schnellen Opamp (LT1028 mit min. 11 V/ μ s) mit einem Komparator (LT1720) vergleicht. Es ist deutlich zu erkennen, dass der Komparator früher und mit viel schnellerer Anstiegszeit bis auf fast +5 V schaltet, während der Opamp lediglich 3 V erreicht. Auch beim Abfall zeigt sich ein ähnliches Bild: Der Opamp braucht erneut viel länger und erreicht lediglich -3 V, verglichen mit fast -5 V beim Kom-

parator. Das Rechtecksignal ist am Ausgang des Opamps kaum wiederzuerkennen. Auch wenn der LT1028 bei ± 5 V Betriebsspannung noch nicht ganz seine volle Verstärkung erreicht, ist er immer noch um wenigstens den Faktor 20 schneller als ein LM324 (Slew Rate typ. 0,5 V/ μ s), und man kann sich vorstellen, was der aus dem Rechtecksignal macht. Bei kürzeren Impulsen kann der Opamp schon bald nicht mehr folgen, so dass er Pulse praktisch „verschluckt“, während der Komparator weiterhin mühelos mithält. Lesenswert zu diesem Thema ist der TI- Applikationsbericht SLOA067 von Bruce Carter: *Op Amp and Comparators – Don't Confuse Them!*

(100050)

Analogeingang für PIC16F84A

Von Eric Vanderseyen (B)

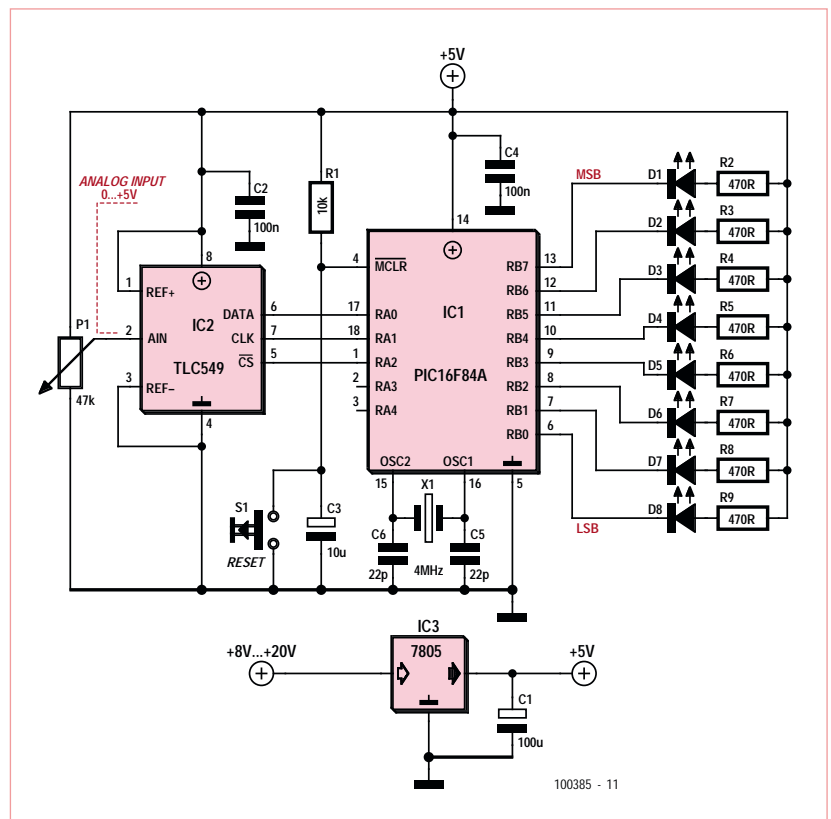
Den Mikrocontroller PIC16F84A gibt es leider nicht mit integriertem A/D-Konverter. Diesem Mangel kann mit Hilfe des A/D-Konverters TLC549 von Texas Instruments abgeholfen werden. Zum seriellen Anschluss dieses preiswerten und gut erhältlichen ICs sind nur drei I/O-Leitungen erforderlich.

Seine Pins „ \overline{CS} “ und „I/O Clock“ werden durch den PIC gesteuert. Das Resultat einer Konversion wird über den seriellen Ausgang „Data Out“ bitweise vom PIC eingelesen und im internen Speicher abgelegt. Eine detaillierte Beschreibung des Vorgangs findet sich im zugehörigen Datenblatt auf der Webseite von Texas Instruments (<http://focus.ti.com/lit/ds/symlink/tlc549.pdf>). Die Firmware in Assembler ist von der Elektor-Website kostenlos downloadbar (www.elektor.de/100385). In den Zeilen 10...25 der Software kann man sehen, wie die Datenbits eingelesen werden.

Zwecks besserer Lesbarkeit werden alle Schritte einzeln aufgeführt. Das Taktsignal für den A/D-Konverter wird in der Subroutine „IOCLOCK“ (Zeilen 34..38) generiert. Der \overline{CS} -Eingang des TLC549 wird in den Zeilen 9 und 26 angesteuert. Das Impulsdigramm auf Seite 3 veranschaulicht, wie die \overline{CS} -Leitung behandelt werden muss. Der \overline{CS} -Pin kann also nicht einfach auf Masse gelegt werden.

Die Routine „SHIFITN“ liest das RESULT-Byte ein. RA0 (Data Out) wird zuerst im Carry-Flag abgelegt (31). Das Carry-Flag wird dann nach links in das RESULT-Byte verschoben (32). Passend zur Datenstruktur (MSB zuerst, LSB zuletzt, siehe Datenblatt) ist also nach einem vollständigen Zyklus das Ergebnis richtig im RESULT-Byte abgelegt.

In der Schaltung wird PORTB dazu verwendet, das Resultat einer Konversion mit LEDs optisch zu signalisieren. Soll PORTB für andere



Zwecke eingesetzt werden, dann kann man die Zeilen 27 und 28 einfach weglassen. Der analoge Eingang des A/D-Konverters erhält über P1 testweise eine einstellbare Spannung. Der Widerstand von P1 ist zwar nebensächlich, doch sind höhere Widerstände besser, da sie die Stromversorgung nicht unnützlich belasten.

Zum „Flashen“ des PIC sollte die Reset-Schaltung aus R1, C3 und RST von Pin 4 (MCLR) abgetrennt werden.

(100385)



Stimmenverzerrer Zylenklänge aus dem ATtiny

Von Gert Baars (g.baars13@chello.nl)

Das Verzerrern einer Stimme - zum Beispiel in Richtung „Roboter-Sound“ - ist eine Aufgabe, die man getrost einem Mikrocontroller überlassen kann. Diese Schaltung zeigt, wie sich dies mit einem einfachen Aufbau rund um einen kleinen ATtiny45-Controller realisieren lässt.

Mit einem kleinen Mikrocontroller kann ein Stimmenverzerrer realisiert werden, der eine Zylenstimme imitiert. Wer einmal die (alte oder neue) Fernsehserie „Kampfstern Galaktika“ gesehen hat, weiß sofort, was gemeint ist. Wer sich eher zu den Sciencefiction- Muffeln zählt, dem sei geraten, dass es sich bei Zylonen um ziemlich fiese Roboter mit metallisch klingenden Stimmen handelt.

Eigentlich ist die Schaltung eine technische Spielerei, sie zeigt aber, wie einfach eine Audibearbeitung mit digitalen Mitteln sein kann.

Hardware

Die Hardware (Bild 1) besteht aus einem Vorverstärker, der mit Opamp IC2 aufgebaut ist und das Eingangssignal um den Faktor 70 verstärkt. Dies ist ausreichend, um auch Signale eines Mikrofons ausreichend anzuheben. Über R1 und K1 kann das Mikrophon mit einer Gleichspannung versehen werden, wenn es sich um einen Elektret-Typ handelt.

Der Vorverstärker liefert sein Ausgangssignal an einen ADC-Eingang (Analog-Digital-Wandler) eines Controllers ATtiny45, der das Signal bearbeitet und für die gewünschten Verzerrungen sorgt.

Da das Timing des Controllers nicht präzise sein muss, kann der interne RC-Oszillator als Taktgeber genutzt werden. Die Frequenz beträgt ungefähr 8 MHz, die interne PLL verdoppelt dies auf 16 MHz. Das spart nicht nur Bauteile, sondern ermöglicht es auch, die zwei freigewordenen Anschlüsse zum Einlesen der beiden Poti-Werte zu nutzen. Würde man die Potis zwei anderen

ADC-Kanälen zuordnen, müsste der interne Multiplexer von Zeit zu Zeit das Sprachsignal abkoppeln. Das ginge natürlich auf Kosten der Sprachqualität, auf die wir (Verzerrungen hin, Zylonen her) doch Wert legen. Die Zylonensoftware tastet die ADC-Werte mit einer Sample-Frequenz von ungefähr 10 kHz ab. Nach dem Nyquist-Krite-

rium muss die Samplefrequenz mindestens doppelt so hoch sein wie die höchste im Eingangssignal vorhandene Frequenz. Die maximale Eingangsfrequenz darf also 5 kHz betragen, was für Sprachsignale völlig ausreicht.

Das Nyquist-Kriterium ist eigentlich nicht so schwer zu verstehen, wenn man sich

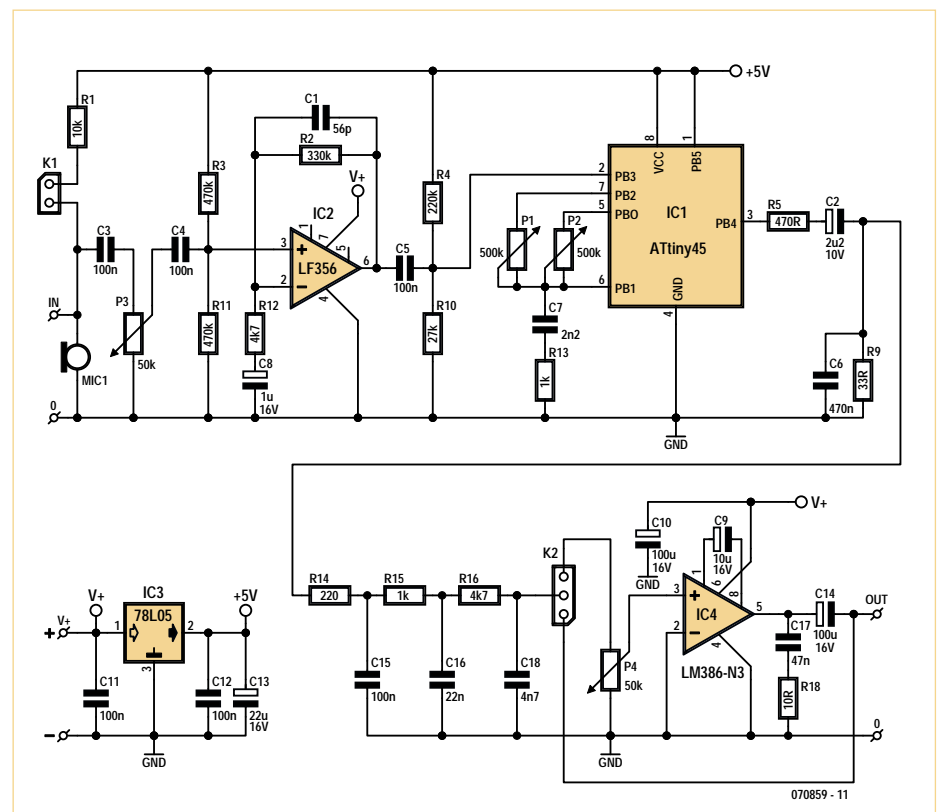
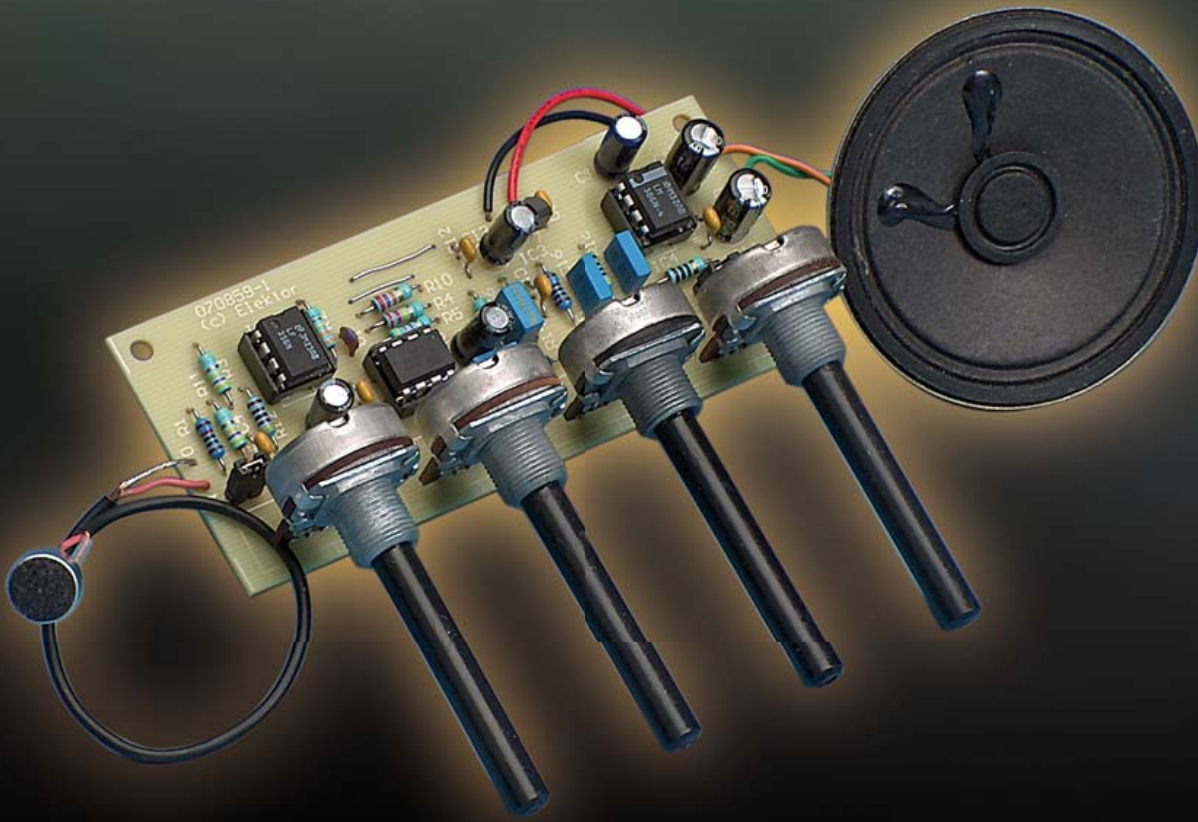


Bild 1. Der Stimmenverzerrer besteht aus einer Vorverstärkerstufe, einem Mikrocontroller und einer kleinen Endstufe.



klar macht, was Samplen in der Frequenzdomäne eigentlich bedeutet. Während der Abtastvorgänge wird das Eingangssignal jeweils mit „1“ multipliziert, dazwischen mit „0“, was im Prinzip das gleiche ist wie eine 100%-Amplitudenmodulation mit einem Rechtecksignal, so dass ein AM-Spektrum resultiert (wie in **Bild 2** zu sehen). Hier ist deutlich zu erkennen, dass eine Überlappung entsteht, wenn die Sample-Frequenz zu niedrig ist. Unerwünschte Verzerrungen sind die Folge.

Ein gutes Eingangsfiler (Antialiasing-Filer) ist erforderlich, um die Frequenzkomponenten oberhalb der halben Sample-Frequenz zu eliminieren. Da die Zylonenschaltung mit Sprachsignalen umgeht, deren Frequenz selten über 3 kHz liegt, die Sample-Frequenz aber 10 kHz beträgt, ist ein aufwändiges, steiflankiges Filter hier nicht nötig. Nach dem Einlesen jedes Samples führt die Controllersoftware einige Operationen durch, um dem Signal einen Zylonen-Effekt zu verleihen. Das Resultat der Bear-

beitung bietet der Controller an seinem PWM-Ausgang an. Das Rechtecksignal mit variablem Tastverhältnis am Ausgang PB4 wird nach Integration durch das RC-Filer (R14...R16, C15, C16, C18) in ein Audiosignal zurückverwandelt.

Schließlich sorgt der Audioverstärker IC4 dafür, dass die Zylonenstimme auch laut genug aus dem Lautsprecher ertönt. K2 ermöglicht es, den Endverstärker zu umgehen. Am Ausgang liegt dann ein Line-Signal.

Software

Die Software hat eine Reihe von Aufgaben zu erfüllen. Sie ist hauptsächlich mit dem Samplen und Bearbeiten des Eingangssignals beschäftigt, allerdings muss sie auch zwei Poti-Werte lesen. Da der ADC ausschließlich mit der Verarbeitung des Audiosignals belastet werden soll, kümmern sich ein interner Zähler und ein interner Komparator um die Potiwerte. Dazu wird zunächst C1 entladen, dann startet der Zähler und stoppt wieder, wenn C1 über ein Poti erneut

geladen ist. Der Zählerstand korrespondiert dann mit dem Widerstand des Potis.

Der Zylonen-Effekt wird vereinfacht gesagt dadurch generiert, dass stets eine verzögerte Version des Eingangssignals der aktuellen hinzugemischt wird. Dieses Signal wird wiederum verzögert und erneut hinzugefügt und so weiter. Nach diesem Prinzip ließe sich auch ein Nachhall erreichen, wenn die Verzögerung des Eingangssignals 100 ms oder mehr beträgt, aber die Verzögerung der Zylonensoftware ist viel geringer. Intern wird mit einem 200 Byte langen FIFO-Register gearbeitet, was bei einer Sample-Frequenz von 10 kHz eine maximale Verzögerung von $200/10 \text{ kHz} = 20 \text{ ms}$ bedeutet.

In **Bild 3** ist dieses Prinzip schematisch dargestellt. Das Rad soll unser als Ringspeicher konfiguriertes FIFO-Register sein; es dreht sich in 20 ms links herum einmal um seine Achse. Das Eingangssignal wird zum Ausgangssignal addiert (hier durch ein Potentiometer dargestellt), worauf ein Ausgangs-

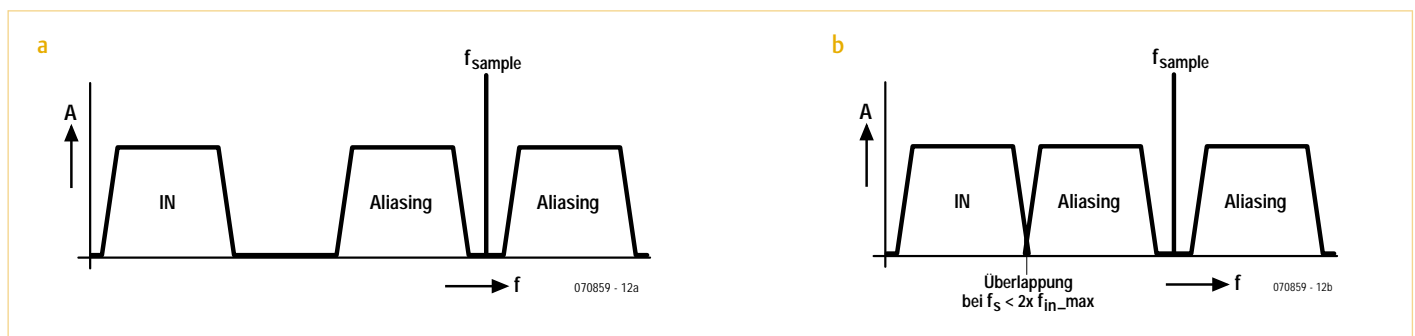


Bild 2. Hier ist zu sehen, wie eine Überlappung entsteht, wenn die Sample-Frequenz niedriger ist als das Doppelte der höchsten Nutzfrequenz.

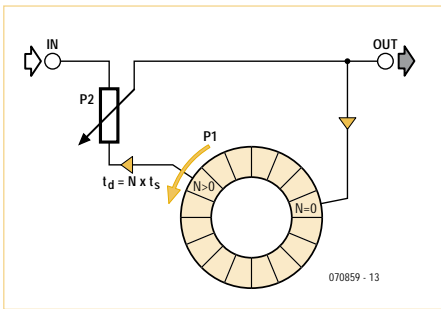


Bild 3. So arbeitet das FIFO-Register, das hier als Ringspeicher konfiguriert ist.

signal entsteht, das wieder an die Startposition des Ringspeichers zurückgeführt wird. Mechanisch ließe sich so etwas mit einem Magnetband erreichen, das zwischen einem Aufnahme- und einem Wiedergabekopf läuft, wobei der letztgenannte beweglich sein müsste, um die Verzögerungszeit einstellen zu können. Auch anders herum klappt die Analogie: Der Speicher entspricht dem Magnetband, der Store-Befehl dem Aufnahme- und der Load-Befehl dem Wiedergabekopf.

Die Verzögerung wird mit P1 eingestellt. Die Stellung von P1 entspricht in der Software dem variablen Abgriff des Ringspeichers. P2 bestimmt die Höhe der Gegenkopplung des verzögerten Signals. Viel Gegenkopplung bedeutet eine schwächere Dämpfung und damit einen stärkeren Effekt.

Mit P1 kann der Abgriff auf dem Ringspeicher zwischen 1 und 200 (entsprechend einer Verzögerung von 100 µs bis 20 ms) gewählt werden. Da das Signal über die Verzögerung in eine Schleife geführt wird, entstehen hörbare gedämpfte Resonanzen, wenn die Dämpfung klein genug ist. Dies ist nun endlich der Zylonen-Effekt.

Die Frequenz dieser Resonanzen ist der Kehrwert der Verzögerungszeit (und kann folglich zwischen 50 Hz und 10 kHz eingestellt werden). Bei 250 Hz klingt das Signal ungefähr wie bei den guten alten Zylonen der ersten TV-Staffel.

Aufbau

Bild 4 zeigt ein Platinenlayout für den Stimmenverzerrer. Der Aufbau verlangt wenig Erklärung, alles ist schön aufgeräumt und übersichtlich. Der Controller ist programmiert im Elektor-Shop erhältlich (Bestellnummer 070859-41). Man kann den Controller natürlich auch selbst programmieren (die Firmware 070859-11 ist frei downzuladen unter www.elektor.de/070859). Dabei sind die Fuses (siehe Kasten Einstellungen) zu beachten.

Stückliste

Widerstände:

- R1 = 10 k
- R2 = 330 k
- R3, R11 = 470 k
- R4 = 220 k
- R5 = 470 Ω
- R9 = 33 Ω
- R10 = 27 k
- R12, R16 = 4k7
- R13, R15 = 1 k
- R14 = 220 Ω
- R18 = 10 Ω
- P1, P2 = 500 k
- P3, P4 = 50 k

Kondensatoren:

- C1 = 56 p
- C2 = 2µ2/25 V
- C3, C4, C5, C11, C12, C15 = 100 n
- C6 = 470 n
- C7 = 2n2

- C8 = 1 µ/25 V
- C9 = 10 µ/25 V
- C10, C14 = 100 µ/25 V
- C13 = 22 µ/25 V
- C16 = 22 n
- C17 = 47 n
- C18 = 4n7

Halbleiter:

- IC1 = ATtiny45 (programmiert, 070859-41)
- IC2 = LF356
- IC3 = 78L05
- IC4 = LM386-N3

Außerdem:

- K1 = 2-polige Stiftleiste
- K2 = 3-polige Stiftleiste
- MIC 1 = Elektret-Mikrofon
- Print 070859-1 (lieferbar über www.elektor.de)

Die Software und das Platinenlayout können kostenlos unter www.elektor.de/070859 heruntergeladen werden.

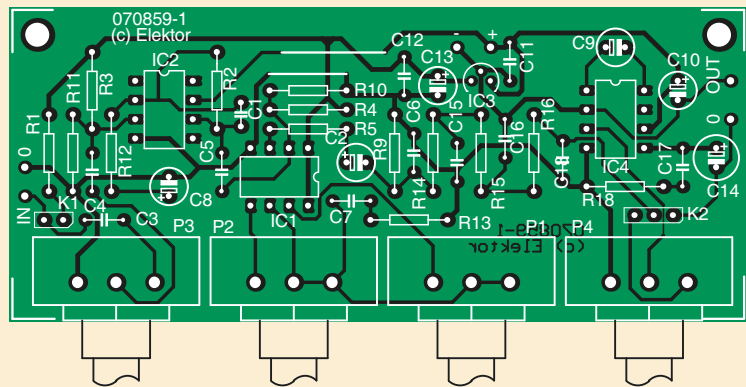


Bild 4. Eine kleine Platine für den Stimmenverzerrer, die einen bequemen Aufbau der Schaltung ermöglicht.

Wenn ein Elektret-Mikrofon zum Einsatz kommen soll, steckt man auf K1 einen Jumper. Der Jumper auf K2 wird abhängig vom gewünschten Ausgangssignal gesetzt (Pin 2-3 für Endverstärker, Pin 1-2 für Linesignal). Die Schaltung nimmt wenig Strom auf, der im Wesentlichen von der Aussteuerung des Endverstärkers (an P4) abhängt (25...150 mA). Ohne Endverstärker beträgt die Stromaufnahme etwa 25 mA, so dass die Zylonenstimme auch von einer 9-V-Blockbatterie versorgt werden kann.

Bei der ersten Inbetriebnahme dreht man den Effekt zunächst auf ein Minimum, um zu überprüfen, ob das Audiosignal unverfälscht klingt und man davon ausgehen kann, dass die Schaltung wie gewünscht arbeitet. Dann kann der Effekt vergrößert werden, bis entsprechend Bild 3 überhaupt kein Audio

mehr vorhanden ist. Mit P1 lässt sich der Kompromiss zwischen starkem Effekt und Sprachverständlichkeit einstellen.

(070859)

Einstellungen

Fuses bei der

Controller-Programmierung:

- Brown-out detection disabled: BODLEVEL=111
- PLL clock: CKSEL=0001, SUT=11

Drehrichtung P1 und P2:

- P1: Kleinerer Wert: höhere Frequenz.
- P2: Größerer Wert: mehr Zyloneneffekt.

Abonnieren Sie jetzt die führende US-amerikanische Fachzeitschrift für Mikrocontroller-Anwendungen und Embedded Systems!



Wählen Sie unter www.elektor.de/cc-abo Ihr gewünschtes Abonnement aus!

12 Original-Ausgaben jährlich für nur

Digital: 38 US-Dollar

Print: 63 US-Dollar

Digital + Print: 90 US-Dollar

**CIRCUIT
CELLAR®**
THE MAGAZINE FOR COMPUTER APPLICATIONS

Musik im Ohr

Kopfhörerverstärker mit Standard-Bauteilen



Von Stefan Dellemann (D)

Die Reihe der Kopfhörerverstärker in Elektor reicht von schlicht und einfach bis aufwändig und hoch komplex. Der hier vorgestellte Entwurf bewegt sich irgendwo dazwischen. Die Klangqualität ist gut, der Aufbau ist unkompliziert, und die Bauteile sind unkritisch.

Messwerte (Ausgangslast 33 Ω , Betriebsspannung ± 9 V)

Eingangsimpedanz (ohne P1):	10 k Ω
Bandbreite:	3,4 Hz...2,4 MHz
Verzerrungen und Rauschen:	0,005 % (B = 22 kHz) (1 kHz, 1 mW an 33 Ω)
Verzerrungen und Rauschen:	0,01 % (B = 80 kHz) 20 Hz...20 kHz, 1 mW an 33 Ω
Signal-Rausch-Verhältnis:	89 dB (B = 22 kHz) (bezogen auf 1 mW an 33 Ω) oder 92 dBA
Max. Ausgangsspannung (an 33 Ω):	3,3 V (THD+N = 0,1 %)
Max. Eingangsspannung:	0,57 V (bei P1 auf Maximum)
Stromaufnahme:	ca. 19 mA

Eigenständige Kopfhörerverstärker mit gutem Preis-Leistungs-Verhältnis bietet der Handel gegenwärtig selten an. Nur das High-end-Angebot ist etwas größer, allerdings liegen hier auch die Preise im gehobenen Bereich. Eine besondere High-end-Philosophie zählt zwar nicht zu den Ausstattungsmerkmalen des hier vorgestellten

Kopfhörerverstärkers, trotzdem kann sich die Qualität hören lassen. Hinzu kommt, dass Aufwand und Kosten gering sind.

Verstärker

Das Konzept der Schaltung in **Bild 1** entspricht einem diskret aufgebauten Opamp für niedrige Leistung. Am Eingang liegt

Lautstärke-Potentiometer P1, das über einen Steckverbinder mit der Schaltung verbunden ist. Kondensator C1 hält Gleichspannungskomponenten von Differenzverstärker T1, T2 fern. Im Emitter-Zweig des Differenzverstärkers liegt Stromquelle T3. Mit Trimpoti P2 lässt sich die Symmetrie so einstellen, dass am Verstärker Ausgang ohne Eingangssignal die Spannung 0 V gegen Masse liegt. Die beste Klangqualität wird erreicht, wenn die Kollektorströme von T1 und T2 identisch sind. Erkennbar ist dies daran, dass die Spannungen an F und G nahezu übereinstimmen. Die Offsetspannung am Eingang, verursacht durch den Basisstrom von T1, hat einen niedrigen negativen Wert. Bei Messungen am Testaufbau betrug der Basisstrom von T1 ungefähr 3 μ A. Ohne Offsetkompensation mit P2 würde die Offsetspannung am Verstärker Ausgang mehr als 0,2 V betragen: $(1+R_6/R_5) \cdot U_A = (1+10/1,5) \cdot 0,028$ V. Durch asymmetrisches Einstellen des Differenzverstärkers ist der Offset fast vollständig eliminiert.

bar. Diese Methode geht zwar geringfügig auf Kosten der Qualität, doch sie mindert den Schaltungsaufwand beträchtlich.

Stromeinstellungen

Stromquelle T3 im Emittier-Zweig des Differenzverstärkers ist mit D1, D2 und R4 auf etwa 3 mA eingestellt. Dies ist ein Wert, bei dem Treiber T4 fast linear gesteuert werden kann. Das überwiegend von T4 verstärkte Audio-Signal gelangt zu der mit T6 und T7 aufgebauten Endstufe. Der Ruhestrom des Treibers T4 ist mit T5 und R9 auf ungefähr 5 mA eingestellt. Bei der Verstärkung $h_{FE} = 50$ der Endtransistoren kann die Aussteuerung mit 32Ω Last theoretisch $0,005 \text{ A} \cdot 50 \cdot 32 \Omega = 8 \text{ V}_s$ betragen. Dem steht entgegen, dass Stromquelle T5 sowie der Spannungsfall am Basis-Emitter-Übergang von T7 (etwa 1,5 V) die Aussteuerung herabsetzen. Ferner müssen die Spannungsteiler R11/R12 beziehungsweise R10/R12 in die Rechnung einbezogen werden. An der Last R_L liegen deshalb maximal $R_L / (R_L + R11 + R12) \Omega \cdot (9 - 1,5) \text{ mA} = 4,6 \text{ V}_s$, was rund $3,26 \text{ V}_{\text{eff}}$ entspricht. Dieser rechnerische Wert stimmt mit dem am Testaufbau gemessenen Wert ziemlich genau überein. An 32Ω beträgt die Ausgangsleistung folglich $(3,26 \text{ V})^2 / 32 \Omega = 330 \text{ mW}$, genug, um die meisten Rock- und Pop-Fans zufrieden zu stellen.

Widerstand R12 am Ausgang begrenzt den Laststrom, gleichzeitig dient er der Stabilität beim Anschließen kapazitiver Lasten. Wenn der Ausgang kurzgeschlossen wird oder ein sehr langes, abgeschirmtes Kabel zum Kopfhörer führt, werden die Endtransistoren nicht beschädigt. Die Widerstände R10 und R11 symmetrieren die Endstufe. Kondensator C2 im Rückkoppelzweig sorgt dafür, dass die Verstärker-Bandbreite wesentlich größer als die Audio-Bandbreite ist (siehe Messwerte). Eingangskondensator C1 hat die Kapazität $4,7 \mu\text{F}$, die untere Eckfrequenz liegt damit sehr niedrig. Mit dem Wert $2,2 \mu\text{F}$, der vielleicht gängiger ist, liegt sie bei immer noch akzeptablen 7 Hz (-0,6 dB bei 20 Hz).

In Bild 1 sind zur Orientierung die Spannungswerte angegeben, die am Testaufbau gemessen wurden. Die exakten Werte hängen hauptsächlich von den Exemplarstreuungen der Transistoren ab. Auch die Angabe der Stromaufnahme ist nur ein Richtwert.

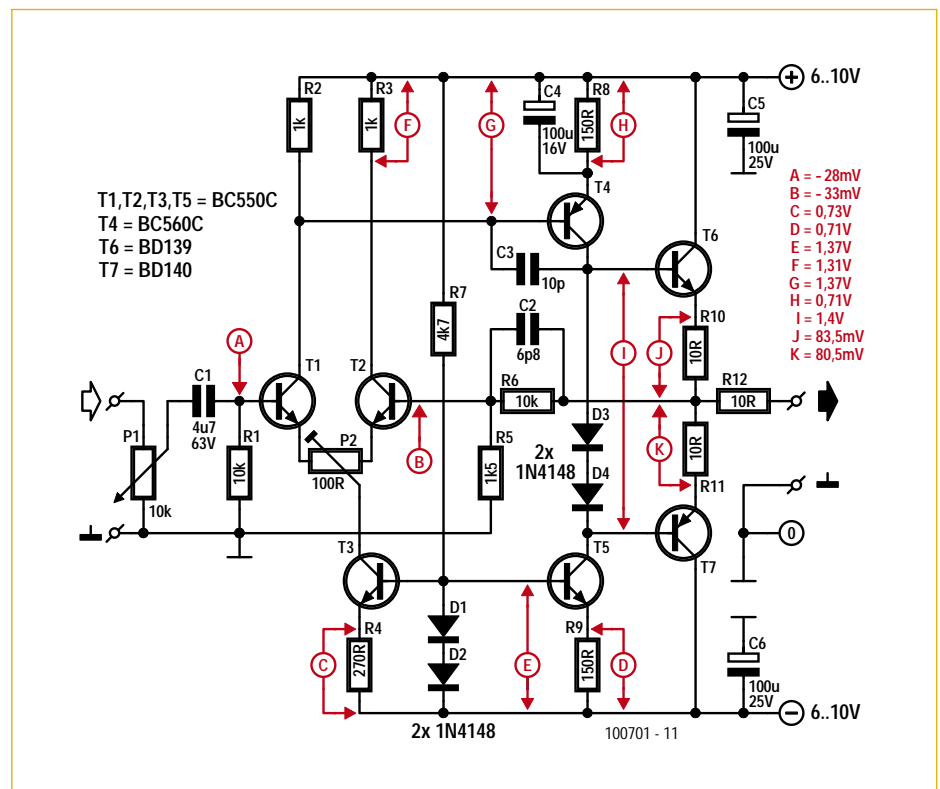


Bild 1. Die Schaltung besteht ausschließlich aus Standard-Bauelementen.

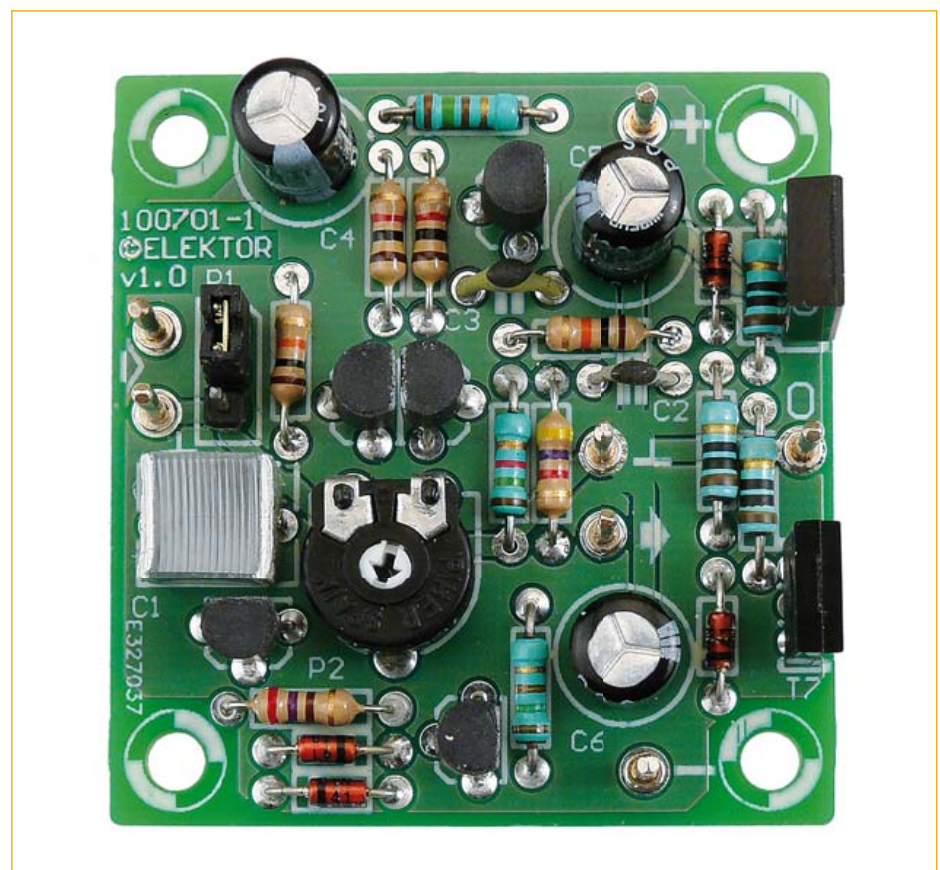


Bild 2. Auf der Platine kann die Schaltung platzsparend aufgebaut werden.

Stückliste

Widerstände:

R1,R6 = 10 k
 R2,R3 = 1 k
 R4 = 270 Ω
 R5 = 1k5
 R7 = 4k7
 R8,R9 = 150 Ω
 R10,R11,R12 = 10 Ω
 P1 = 10 k
 P2 = 100- Ω -Trimpoti

Kondensatoren:

C1 = 4 μ 7, Raster 5 mm oder 7,5 mm
 C2 = 6p8, Raster 5 mm
 C3 = 10 p, Raster 5 mm
 C4,C5,C6 = 100 μ /16 V stehend

Halbleiter:

D1,D2,D3,D4 = 1N4148
 T1,T2,T3,T5 = BC550C
 T4 = BC560C
 T6 = BD139
 T7 = BD140

Außerdem:

Anschluss P1 =
 Stiftleiste 3-polig, Raster 2,54 mm
 Buchsenleiste 3-polig, Raster 2,54 mm
 7 Lötpins 1,3 mm \varnothing
 Platine 100701-1 [1]

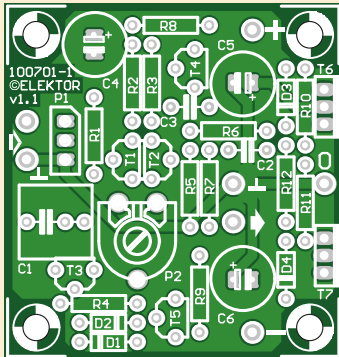


Bild 3. Bestückungsplan für die Platine des Kopfhörerverstärkers.

Modifikation

Wenn die Rauschwerte an zweiter Stelle stehen (mit den meisten Kopfhörern ist das produzierte Rauschen nicht wahrnehmbar), kann die Rückkopplungsimpedanz bis etwa 10 k Ω erhöht werden. Die Widerstände R5 und R6 werden so angepasst, dass sie parallel geschaltet einen Wert bis 10 k Ω ergeben. In diesem Fall kompensieren sich die Basisströme von T1 und T2 gegenseitig. Widerstand R5 wird beispielsweise auf 12 k Ω erhöht, während R6 den Wert 68 k Ω erhält. Perfekt passen hier die Werte 11,5 k Ω und

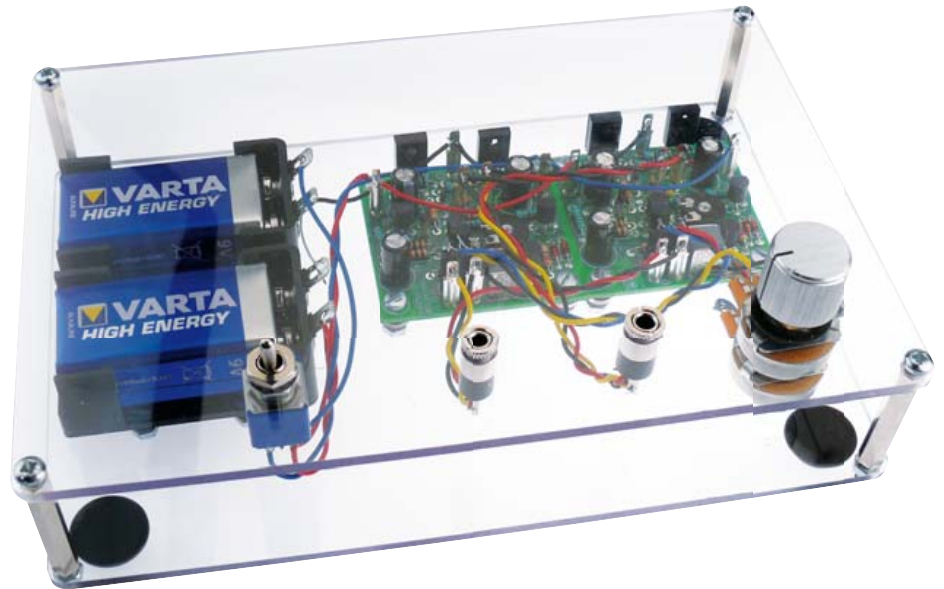


Bild 4. Im transparenten ProjectCase wird der Kopfhörerverstärker zum Blickfang.

76,8 k Ω der Normreihe E96. Dass diese Modifikation die Wiedergabequalität nicht nur theoretisch, sondern auch hörbar steigert, ist zwar unwahrscheinlich, sie kann jedoch das Offset-Verhalten verbessern.

Aufbau

Für den Kopfhörerverstärker wurde die Platine in **Bild 2** entworfen, sie ist über die Projektseite [1] bestellbar. Dort steht auch das Platinenlayout im PDF-Format zum Download bereit. Die Lage der Bauelemente geht aus **Bild 3** hervor. Koppelkondensator C1 kann wahlweise das Rastermaß 5 mm oder 7,5 mm haben. Nach bewährtem Verfahren werden zuerst die niedrigen Bauelemente (Widerstände, Dioden) und anschließend die hohen Komponenten (Kondensatoren, Transistoren, Steckverbinder) montiert. Für Stereo-Betrieb müssen natürlich zwei Verstärker aufgebaut werden. Poti P1 ist durch eine Stereo-Ausführung zu ersetzen, damit die Lautstärken beider Kanäle parallel einstellbar sind. Falls die Lautstärke bereits an der Signalquelle eingestellt werden kann, ist Potentiometer P1 entbehrlich. Ohne P1 muss der Verstärker-Eingang über einen Jumper oder eine Drahtbrücke mit C1 verbunden werden.

Die Eingangsimpedanz des Kopfhörerverstärkers mit vorhandenem, voll aufgedrehtem Potentiometer P1 beträgt mindestens 5 k Ω . Die meisten modernen Signalquellen dürften mit diesem Wert zurecht kommen. Als Energiequelle bieten sich für den Kopfhörerverstärker zwei 9-V-Batterien an. Ein Netztrafo 2 · 6 V mit passendem Gleichrichter und Sieb-Elkos 8200 μ F/16 V in beiden Spannungszweigen, eventuell ergänzt durch zwei Spannungsregler, erfüllt den gleichen Zweck. Die Endstufen-Transistoren T6 und T7 müssen normalerweise nicht gekühlt werden. Ein kleiner Kühlkörper trägt jedoch dazu bei, dass der Ausgang dauerkurzschlussfest ist.

Wie **Bild 4** zeigt, hat der Kopfhörerverstärker seinen Platz in einem „ProjectCase“ [2] gefunden. Das schicke, transparente Gehäuse liegt voll im Trend, die inneren Werte des Projekts sind jederzeit von außen einsehbar.

(100701)gd

Weblinks

- [1] www.elektor.de/100701
- [2] www.elektor.de/100500

Von den Machern von Elektor!

elektor **SPECIAL PROJECT**

ONLINE-SERVICE **Mikrocontroller 5**
Embedded Systems in der Praxis

11005
(D) 16,90 €
(A) 18,50 €
CHF 28,90
(L) 18,50 €
(B) 18,50 €

- High-End Audioprojekt**
CD-Player und D/A-Wandler
für S/PDIF und USB
- Blockbuster**
Grafisches Programmiersystem
für PIC
- Referenz-Design**
Low Power Schaltung
- Marktübersicht**
Mixed Signal Scopes
- Mikrocontroller
im FPGA**
NIOS im Cyclone
- Intels Neuer**
Atom E6xx in- und outside

ONLINE-SERVICE
Die Website zum Heft mit zusätzlichen Infos,
Software, Videos und weiteren Applikationen

**Jetzt
neu am
Kiosk!**

4 197306 116913

Oder frei Haus unter www.elektor.de bestellen!

Tandberg Model 5 & Stereo-Aufnahmeverstärker (ca. 1959)

Von Ricard Wanderlöf (Schweden)

In den späten 1950ern steckte die Stereo-Technik noch in den Kinderschuhen und die wenigen existierenden Geräte waren eher an der Kaufkraft der Oberschicht orientiert. Bis zum stereofonen Rundfunk war es noch eine Weile hin, da hierzu größere Investitionen in die Infrastruktur erforderlich waren.

Es mussten nicht nur Stereo-Empfänger hergestellt, sondern auch Sendeanlagen und vor allem die Studios umgerüstet werden. Im Zuge dieser Entwicklung wurden dann zunehmend Plattenspieler und Tonbandgeräte in stereofoner Ausführung erhältlich.

Anfang der 1960er Jahre schienen die Hersteller schon von einer schnellen Umwälzung des Marktes durch neue Stereo-Geräte überzeugt. Doch diese Entwicklung nahm dann noch ein Jahrzehnt in Anspruch.

Plattenspieler und Tonbandgeräte

In der Übergangszeit wurden sogar Mono-Plattenspieler und Spulentonbandgeräte mit Stereo-Aufrüstmöglichkeiten angeboten. Bei Plattenspielern wurde ein Stereo-Tonabnehmer verwendet, dessen Kanäle für Mono-wiedergabe parallelgeschaltet wurden. Eine Stereo-Aufrüstung war also einfach durch Auftrennen dieser Kanalverbindung möglich.

Bei einer Schallplatte war die Information der beiden Stereo-Kanäle in einer einzigen Spur untergebracht. Bei Tonbandmaschinen war die Sache nicht so simpel, denn hier war für den Stereo-Klang die Aufzeichnung auf zwei getrennten Kanälen/Spuren erforderlich. Als Folge konnte man auf diesen Bändern nicht nur stereofon aufzeichnen, sondern wahlweise auch die doppelte Zeit in mono. Dieses Feature fehlte der „Compact Cassette“ und tauchte erst viel später beim Minidisc-System wieder auf.



1

Von Mono nach Stereo

Da es in diesen Zeiten noch nicht so viele stereofone Aufzeichnungsmöglichkeiten gab und auch der UKW-Rundfunk noch nicht regelmäßig in Stereo sendete, boten Hersteller monofone Tonbandgeräte mit stereofoner Wiedergabemöglichkeit an, für die ein externer Verstärker genutzt wurde. Die norwegische Firma Tandberg zum Beispiel produzierte solche Geräte. Ihr Ende der 50er Jahre erschienenes Model 5

(Bild 1) war eine der ersten ¼-Zoll-Vierspurmaschinen der Welt. Wie der Name schon sagt, konnte es auf vier Spuren aufzeichnen, allerdings nur auf je zwei Spuren zugleich, da jede Bandseite zwei Spuren enthielt.

Das Model 5 ist ein ungewöhnlicher Apparat, denn es waren zwei Verstärker eingebaut, mit der echte Stereo-Wiedergabe möglich war. Doch nur einer der beiden Verstärker verfügte über einen Aufnahmemodus. Außerdem war - wie zu der Zeit üblich - nur ein einziger Lautsprecher eingebaut. Bei zwei Lautsprechern so dicht nebeneinander wäre der Stereo-Effekt auch recht schwach ausgefallen. Manchmal war sogar noch ein externer Lautsprecher hinter einer Klappe verborgen, wie bei einigen Geräten von Philips aus dieser Zeit.



2

Stereo-Aufnahmeverstärker als Zusatz

Der zusätzliche Aufnahmeverstärker in Bild 2 wurde von Tandberg als Zubehör zum Model 5 angeboten. Das Zusatzgerät wird über eine ungewöhnliche DIN-Buchse angeschlossen, die sich links auf der hinteren Kopf-abdeckung befindet (Bild 3). Auf diese Weise wird die untere Hälfte des Magnetkopfs (rechter Kanal) mit dem Schreibsignal versorgt. Der Zusatz erhält seine Stromversorgung über eine vierpolige Buchse, die sich auf der Rückseite des Tonbandgeräts befindet (Bild 4).

Der Zusatz-Aufnahmeverstärker enthält also einen kompletten Aufnahmeverstärker für den rechten Kanal mit Hochpegel- und Mikrofoneingang, einen Lautstärkeregler, ein „magisches Auge“ als Aussteuerungsanzeige und einen Schalter zur Umschaltung der Entzerrung passend zur Bandgeschwindigkeit. Das Model 5 war das einzige Tandberg-Gerät mit dieser externen Verstärkerlösung. Tatsächlich ist mir auch nie eine andere Tonbandmaschine mit einer derartigen Technik begegnet.

Warum sich Tandberg für einen externen Verstärker entschied, wird mir für immer ein Rätsel bleiben. Zwar gab es damals nur selten eine Gelegenheit, in Stereo aufzunehmen, aber wenn das Gerät schon über zwei komplette Verstärker verfügte, wäre eine integrierte Stereo-Lösung hauptsächlich eine Frage der Signalumschaltung gewesen. Auf der anderen Seite war dieses Tonbandgerät das absolute Spitzenmodell seiner Zeit und entsprechend teuer. Dennoch wären die zusätzlichen Kosten bei diesem Preis nicht entscheidend gewesen. Vielleicht wurde während der Entwicklungsphase einfach zu spät an eine Stereo-Version gedacht...

Vor dem Model 5...

Tatsächlich war das erste Stereo-Tonbandgerät von Tandberg das einige Jahre zuvor erschienene Model 3. Dieser Vorgänger verfügte ebenfalls schon über zwei Verstärker zur Stereo-Wiedergabe und wie das Model 5 nur über einen Lautsprecher. Aufnahmen konnte man allerdings wirklich nur mit einem Kanal (links).

Hintergrund für die damals übliche Zweispur-Mono-Aufzeichnung war, dass man durch das Wechseln der Spulen auf beiden Seiten bzw. beiden Spuren eines Bandes aufzeichnen konnte. Für die aufkommende Stereo-Technik war es naheliegend, diese beiden Spuren als Stereo-Spuren zu verwenden. Allerdings wurde damals angenommen, dass kaum jemand Interesse an eigenen Stereo-Aufnahmen haben würde. Für die stereofone Wiedergabe wurde eher an professionell vorbespielte Bänder gedacht.



Doch schon bald darauf wurde die zukunftssträngige Vierspurtechnik eingeführt und dem Model 3 folgte das vierspurfähige Model 5. Mit dieser Technik war es möglich, entweder mit normaler Länge in Stereo aufzunehmen oder aber durch sukzessive Aufzeichnung auf den beiden Stereo-Spuren in Mono die Aufnahmezeit zu verdoppeln. Das Model 5 konnte sowohl auf dem linken als auch auf dem rechten Kanal aufnehmen und nicht nur in Stereo, sondern auch in Mono vom linken oder rechten Kanal wiedergeben. Mit dem Zusatzverstärker waren dann auch Stereo-Aufnahmen möglich.

...und danach

Als weitere Variante erschien nach dem Model 5 das Model 4 - nicht umgekehrt! Hier wurde Stereo noch einmal neu interpretiert. Anders als die Modelle 3 und 5 brachte das Model 4 keine zwei Wiedergabeverstärker mit. Es war nicht einmal eine Stereo-Aufzeichnung möglich. Dafür enthielt es einen Vorverstärker für den rechten Kanal. Für Stereo-Wiedergabe musste das Signal des rechten Kanals einem externen Verstärker wie zum Beispiel einem Radiogerät zugeführt werden. Diese Anordnung war damals recht üblich, da auf diese Weise eine Stereo-Wiedergabe realisiert werden konnte, ohne das Tonbandgerät für etwas zu verteuern, was kaum jemand nutzte.



Anfang der 1960er Jahre stellte Tandberg dann noch das Model 7 vor, das komplett stereofon war und zwei eingebaute Lautsprecher besaß. Die EM71-Anzeigeröhre

wurde durch die kleinere Ausführung EAM86 ersetzt, sodass nun für eine getrennte Aussteuerungsanzeige beider Kanäle Platz war. Ab da waren Zwitter wie das Model 5 einfach Geschichte.

(100733)

An dieser Stelle möchte ich Jan Didden für das Foto des Zusatz-Aufnahmeverstärkers von Tandberg danken.

Hexadoku

Sudoku für Elektroniker

Ein neues Jahr, ein neues Glück! Das gilt natürlich auch für unser monatliches Hexadoku, wobei wir Sie dieses Mal mit einer etwas schwierigeren Version überraschen als sonst. Aber vielleicht ist gerade das eine besondere Motivation für Sie? Wer uns die richtigen Zahlen einschickt, kann wie immer einen von vier Gutscheinen gewinnen!

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

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

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

Mitmachen und gewinnen!

Unter allen internationalen Einsendern mit der richtigen Lösung verlosen wir einen ELEKTOR-Gutschein im Wert von 100 € und drei ELEKTOR-Gutscheine im Wert von je 50 €.

Einsenden

Schicken Sie die Lösung (die Zahlen in den grauen Kästchen) per E-Mail, Fax oder Post an:
 Elektor – Redaktion Süsterfeldstr. 25 52072 Aachen
 Fax: 0241 / 88 909-77 E-Mail: hexadoku@elektor.de
 Als Betreff bitte nur die Ziffern der Lösung angeben!
 Einsendeschluss ist der 31. Januar 2011!

Die Gewinner des Hexadokus aus dem Novemberheft stehen fest!

Die richtige Lösung ist: 3F642.

Der Elektor-Gutschein über 100 € geht an: Luciano Poretti aus Arconate (Italien).

Einen Elektor-Gutschein über je 50 € haben gewonnen: Christian Klems, David Meiklejohn und Marc Moulin.

Herzlichen Glückwunsch!

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

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

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



embedit mikrokontrollertechnik

Aktive, passive und mechanische Bauteile AVR Controller, Module und Prototyp Boards, AT91SAM7 Controller, AT32UC3 Controller ATNGW100 nur 89,95€, AVRISP mkII nur 39,-€ Versand in Deutschland nur 3,95€, EU nur 8,90€

Embedit Mikrokontrollertechnik, Kiefernweg 7, 36100 Petersberg Tel: 0561/2913047 Fax: 0561/2913048 <http://shop.embedit.de>

Alles Spule!

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



www.spulen.com



www.easydaq.biz

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

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

info@easydaq.biz

H-TRONIC

Zukunftsweisende Ladetechnik, in Design, Qualität und Technologie

www.h-tronic.de

Anzeigenschluss:
18. 01. 2011

Erscheinungstermin:
16. 02. 2011

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



160 pages of tech audio articles
Self, Linkwitz, Cordell, Pass a.o.
www.linearaudio.net

ELCOMP Austria

Preisgünstige Bauteile zusätzlich über 3.500 Auslaufartikel zum Super-Sonderpreis

www.elcomp.at




Bauelemente, Bücher & Bastelideen für Kid's

www.kleiner-ingenieur.com

Leiterplattenfertigung (Onlinekalkulation)

- Bestückung SMD und konventionell
- Entwicklung/Layouterstellung
- LED-Anzeigensysteme



www.thale-elektronik.de

VTS – ELEKTRONIK GbR

Preiswerter Leiterplatten Service



info@vts-elektronik.de
www.vts-elektronik.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



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



Unser Leistungsspektrum:

- Diverse Schrittmotoren ab Lager lieferbar
- Eigene Entwicklung von Schrittmotorendstufen 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

Gravuren / Schilder / Frontblenden

www.webgrav.de

Roboter-Bausätze mit AVR-Mikrocontrollern



NIBObee
+ ATmega16
+ ATtiny44

NIBO 2
+ ATmega128
+ ATmega88

<http://nibo.nicai-systems.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

Baugruppenbestückung vom Prototypen bis zur Serie

FS-ELECTRONIC.de

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

Reservieren Sie jetzt Ihre Jahresbuchung

Starke Stücke

Die ganze Welt der Elektronik in einem Shop!

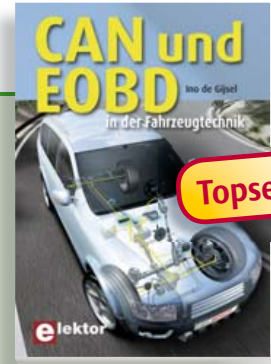


Grundlagen – Reparatur – Modifikationen
Gitarren-Röhrenverstärker

Seit den 60er-Jahren des letzten Jahrhunderts hat die Halbleitertechnologie ohne Zweifel den Röhrenverstärker weitgehend verdrängt. Moderne, wirkungsgradstarke Hochleistungs-PAs im Bühnenbereich z. B. wären mit Röhren gar nicht mehr realisierbar. Auch beim Gitarrenverstärker haben transistorisierte Geräte zunehmend an Bedeutung gewonnen. Und dennoch gilt nach wie vor der Röhrenamp als Referenz in diesem Sektor und weiterhin als unverzichtbar. Die für die Gitarrenwiedergabe störenden Eigenschaften des Transistors muss man diesem durch aufwendige Schaltungstricks erst abgewöhnen – der Röhrenverstärker produziert von sich aus den Klang, den die meisten Musiker wünschen.

Dahinter stecken aber keine Geheimnisse. Obwohl subjektive Qualitätskriterien für „guten Sound“ rational kaum fassbar sind, sind die technischen Zusammenhänge eindeutig. Dieses Buch deckt diese Zusammenhänge in Theorie und Praxis auf.

253 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-241-3 • € 42,00 • CHF 57,20



Professionelle Kfz-Fehlerdiagnose
CAN und EOBD in der Fahrzeugtechnik

In diesem Buch werden Funktion und Aufbau des CAN-Protokolls sowohl im Hard- als auch im Software-Bereich ausführlich beschrieben. Dabei kommen die damit verbundenen Themen wie „Aufbau eines CAN-Berichtes“, „Prioritätsregelung“ und „physikalische Verbindung“ nicht zu kurz. Neben dem CAN-Bus ist EOBD-via-CAN ein vorherrschendes Thema. Wie funktioniert EOBD und welche diagnostischen Gegebenheiten sind mithilfe eines Diagnosetesters zugänglich?

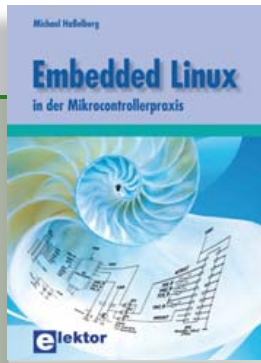
275 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-242-0
 € 39,00 • CHF 53,10



Statische Datenstrukturen – vom Bit zur mehrdimensionalen Tabelle
AVR-Programmierung 2

Das zweite Buch der Reihe zur Programmierung von AVR-Mikrocontrollern ist den statischen Datenstrukturen gewidmet. Dazu zählen die ein- und zweidimensionalen Tabellen. Breiter Raum ist aber auch den Datenstrukturen mit Bits gegeben, die nicht nur auf klassische Weise zur Implementierung von Mengen, sondern sogar zur Realisierung von Methoden der Graphentheorie eingesetzt werden.

332 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-230-7
 € 46,00 • CHF 62,60



Linux goes Embedded

Embedded Linux in der Mikrocontrollertechnik

Linux auf dem Desktop – das ist heute leicht und einfach möglich. Embedded Linux ebenso, auch wenn es kompliziert erscheint. Dieses Buch gibt allen Interessierten Hilfestellung, die Linux auf einer Embedded-Plattform installieren und nutzen möchten. Das im Buch vorgestellte System arbeitet mit der Toshiba-ARM9-Familie.

304 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-208-6
€ 44,00 • CHF 59,90



Der professionelle Ratgeber

Funkempfänger-kompodium

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

346 Seiten (geb.) • ISBN 978-3-89576-224-6
€ 49,00 • CHF 66,70



Konzeption – Realisation – Evaluation

Der Entwurf von Röhrenverstärkern

Auch heute noch klingen Röhrenverstärker zweifellos phantastisch. Gegenwärtig verfügen wir über moderne Bauteile und Materialien, wie z.B. Ringkern-Ausgangsübertrager, hochwertige Widerstände, Kondensatoren und allerlei, die Übertragungseigenschaften nicht beeinflussende Drahtsorten. Dieses Buch behandelt nicht nur die Theorie, sondern richtet die Aufmerksamkeit auf die Entwurfsphase von Verstärkern, innerhalb derer die projektierten Eigenschaften und gestellten Anforderungen formuliert werden müssen.

187 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-237-6
€ 38,00 • CHF 51,70

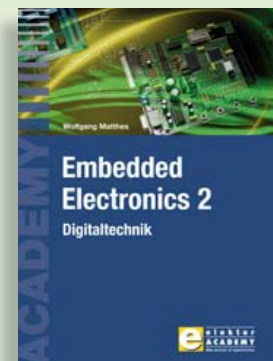


Schaltungsentwurf mit FPGA-Bausteinen

Hardware-Design mit FPGA

Dieses Buch gibt eine kurze Einführung in die digitale Schaltungstechnik, mit dem Schwerpunkt auf den in FPGA-Bausteinen verwendeten Grundelementen. Danach werden die Randbedingungen und Effekte, die beim Entwurf digitaler Schaltungen auftreten können, beschrieben und schließlich die Grundelemente als HDL-Beschreibungen in den Sprachen VHDL und Verilog aufgeführt. Die Methodik zum Erstellen einer FPGA-Schaltung mit den Schritten Simulation, Verifikation und Implementierung werden ebenfalls erläutert.

274 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-209-3
€ 42,00 • CHF 57,20



Der 2. Band der neuen Buchreihe

Embedded Electronics 2

Die Bände dieser Reihe wenden sich an jene, die sich von A bis Z in die professionelle Schaltungs- und Systementwicklung einarbeiten wollen. Sie bieten, was Praktiker und Lernende brauchen: Eine Auffrischung und Vertiefung der Grundlagen, Anregungen zu eigenen Gedanken und Zugänge zu Einzelheiten, Querverbindungen und Spitzfindigkeiten. Dieser neue 2. Band befasst sich mit den theoretischen Grundlagen und den Grundschaltungen der Digitaltechnik.

384 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-186-7
€ 49,00 • CHF 66,70

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

www.elektor.de

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

elektor



NEU!

Mehr als 75 Stromversorgungs-Schaltungen

The Power Supply Collection 1

Diese CD-ROM enthält mehr als 75 verschiedene Stromversorgungs-Selbstbauprojekte, die in den Jahren 2001-2005 in der Elektronik-Zeitschrift „Elektor“ erschienen sind. Aus dem Inhalt: „Cu-Konverter“ und andere Konverter, Hochspannungsnetzteil, digitales Netzgerät, u. a.

ISBN 978-90-5381-265-5 • € 21,50 • CHF 29,30



Workshop als Live-DVD

Hochfrequenztechnik

Veröffentlichungen zu HF-Technik in Fachzeitschriften setzen in vielen Fällen bereits Wissen voraus. Von daher wird erst durch die konkrete Kenntnis der Bedeutung der jeweiligen Begriffe die tatsächliche Beurteilung des Potenzials einer Antennenkonstruktion möglich. Man benötigt in der Funk- und Hochfrequenztechnik das Stehwellenverhältnis (SWR), die Welligkeit und eine Zahl weiterer Begriffe, welche mit diesen in einem mehr oder weniger engen Zusammenhang stehen. In diesem Workshop werden sie verständlich an praxisnahen Beispielen erklärt. Ganz nach dem Motto: Von der Praxis für die Praxis und trotzdem sachlich fundiert.

ISBN 978-3-89576-234-5 • € 29,80 • CHF 40,60



NEU!

Netzer

(Elektor Dezember 2010)

Diese Schaltung ist rund um einen PIC18-Controller von aufgebaut, der mit einem integrierten Ethernet-Transceiver ausgestattet ist. Die frei erhältliche C-Softwarebibliothek zur Implementierung des TCP/IP-Stacks wurde noch um einige Funktionen erweitert. Außerdem gehört zu diesem Projekt noch ein µC-Webserver, der Zustände an den Pins signalisieren und ändern kann, womit sich über das Internet schalten und walten lässt. Darüber hinaus lässt sich das Modul aber auch als „Netzwerk-Modem“ für einen anderen Controller nutzen. Für fortgeschrittene User gibt's SPI-Kommunikation, PoE und mehr.

Bestückte und getestete Platine

Art.-Nr. 100552-91 • € 59,95 • CHF 81,60



Elektor-DSP-Radio

(Elektor Juli/August 2010)

Ein Weltempfänger ohne Abgleich? Digital Signal Processing (DSP) macht's möglich. Alle wesentlichen Funktionsgruppen befinden sich im DSP-Radiochip Si4735 auf einer Fläche von nur 3 mm x 3 mm. Dazu kommen ein Bedienteil mit LCD, ein Stereo-NF-Verstärker und die erforderlichen Schnittstellen, damit der Empfänger optional auch über den PC gesteuert werden kann.

Bestückte und getestete Platine

Art.-Nr. 100126-91 • € 164,00 • CHF 223,10



Digitales Multi-Effektgerät

(Elektor September 2010)

Mit dem richtigen Audioeffekt klingt jede Aufnahme einfach besser. Dass man Hall, Chorus, Flanger und vieles mehr digital erzeugen kann, ohne einen DSP auf dem Zahnfleisch programmieren zu müssen, beweisen wir mit diesem Gerät. Dieses Projekt ist rund um einen hochintegrierten Effekt-Chip aufgebaut und verfügt über ein intelligentes User-Interface mit LCD.

Bausatz mit allen Bauteilen, inkl. Platinen und progr. Controllern und EEPROM

Art.-Nr. 090835-71 • € 185,00 • CHF 251,60



OBD2-Mini-Simulator für PWM/ISO/KWP2000

(Elektor Juni 2010)

Wer Hardware oder Software zur Kfz-Diagnose entwickeln oder testen möchte, benötigt eine OBD2-Signalquelle. Hier kommt unser OBD2-Mini-Simulator ins Spiel, der eine moderne Pkw-Motorsteuerung (ECU) emuliert und bis zu vier verschiedene OBD2-Protokolle bereitstellt. Der Simulator kann auch die Signale einer ausgelösten MIL mit Fehlerspeicher, Freeze-frame-Umgebung und einer einstellbaren Anzahl von Fehlercodes liefern.

Bausatz mit allen Bauteilen, inkl. Platine und progr. Controller

Art.-Nr. 080804-71 • € 99,95 • CHF 136,00

Januar 2011 (Nr. 481) €
 +++ Das Lieferprogramm zu dieser Ausgabe finden Sie auf www.elektor.de +++

Dezember 2010 (Nr. 480)

ARM-Fernbedienung
 080632-91 ECRM40-Modul (bestückt und getestet)..... 44,50

Heizungs-Wärmemesser
 090328-41 Progr. Controller ATmega328-20AU (TQFP32-08)..... 12,95

Fan-Flash
 100127-1 Platine 4,95
 100127-41 Progr. Controller ATtiny2313..... 9,95

Netz
 100552-91 Bestückte und getestete Platine 59,95

Drehzahlregler für kleinen Gleichstrommotor
 100571-41 Progr. Controller ATtiny44-20PU 9,95

Modulare LED-Laufschrift
 100664-41 Progr. Controller MC9S08SH32CWL 9,95

November 2010 (Nr. 479)

O2-Messgerät mit Minimodul
 090773-91 SMD-bestückte Platine inkl. vorprogr. Controller mit Bootloader..... 62,95

Flugschreiber
 071035-91 SMD-bestückte Platine (ATM18-Controllermodul) 12,50
 090773-91 SMD-bestückte Platine inkl. vorprogr. Controller mit Bootloader..... 62,95
 100653-1 Platine 15,00

Der 5532-Power-OpAmp
 100124-1 Verstärkerplatine (ein Kanal) 24,95
 100124-2 Stromversorgungsplatine 19,95

Oktober 2010 (Nr. 478)

Intervallometer für Fotoapparate
 081184-41 Progr. Controller PIC16F886-I/SP (SPDIP28)..... 9,95

CL-3, das digitale Zahlenschloss
 100026-41 Progr. Controller ATtiny2313-20PU 9,95

Wheelie Geartooth-Sensor
 100479-71 Upgrade-Bausatz mit allen Bauteilen inkl. Auswerteplatine und zwei Sensorplatinen..... 115,95

September 2010 (Nr. 477)

AirControl – Bestimmung von Wolkenhöhen
 090329-41 Progr. Controller 15,00
 090329-91 Bestückte Platine ohne Gehäuse (Produktlistung nur bei ausreichendem Interesse)..... www.elektor.de

Bildverarbeitung mit kleinem Controller
 090334-1 Platine 24,95
 090334-41 Progr. Controller PIC16F690-I/P 9,95

Digitales Multi-Effektgerät
 090835-31 Progr. EEPROM 24LC32 5,00
 090835-41 Progr. Controller ATmega8-16PU 9,95
 090835-42 Progr. Controller ATtiny2313-20PU 9,95
 090835-71 Bausatz inkl. Platinen und progr. Controllern/EEPROM..... 185,00

Schlicht und einfach schön
 100500-71 Gehäuse aus Polycarbonat mit Abstandshalter 17,80

Juli/August 2010 (Nr. 475/476)

Elektor-DSP-Radio
 100126-41 Progr. Controller ATmega168 PU..... 14,95
 100126-91 Bestückte und getestete Platine 164,00

Modellbauers Pendeluhr
 090023-41 Progr. Controller PIC18LF1320 I/P DIL18..... 9,95

Astrolampe
 090550-41 Progr. Controller ATtiny45 DIL8 9,95

ATM18-DIP
 090896-1 Platine 12,50

Tiny-Pulser
 090444-41 Progr. Controller ATtiny13-20P4..... 9,95

Bestseller

Bücher	CD- & DVD-ROMs	Bausätze & Module
1 → CAN und EOBD in der Fahrzeugtechnik ISBN 978-3-89576-242-0 € 39,00 CHF 53,10	1 ↑ The Power Supply Collection 1 ISBN 978-90-5381-265-5 € 21,50 CHF 29,30	1 ↑ Netzer Art.-Nr. 100552-91..... € 59,95 CHF 81,60
2 → Embedded Linux in der Mikrocontrollertechnik ISBN 978-3-89576-208-6 € 44,00 CHF 59,90	2 ↘ The Audio Collection 3 ISBN 978-90-5381-263-1 € 21,50 CHF 29,30	2 ↘ Digitales Multi-Effektgerät Art.-Nr. 090835-71..... € 185,00 ... CHF 251,60
3 ↗ Hardware-Design mit FPGA ISBN 978-3-89576-209-3 € 42,00 CHF 57,20	3 ↗ Workshop-DVD HF-Technik ISBN 978-3-89576-234-5 € 29,80 CHF 40,60	3 ↗ Bluetooth für OBD-2-Analyser NG Art.-Nr. 090918-71..... € 29,95 CHF 40,80
4 ↗ Embedded Electronics 2 ISBN 978-3-89576-186-7 € 49,00 CHF 66,70	4 → Workshop-DVD Röhren 2 ISBN 978-3-89576-235-2 € 29,80 CHF 40,60	4 ↘ Geschaltetes Labornetzteil Art.-Nr. 090786-71..... € 71,50 CHF 97,30
5 ↘ AVR-Programmierung 2 ISBN 978-3-89576-230-7 € 46,00 CHF 62,60	5 ↘ Elektor-DVD 2009 ISBN 978-90-5381-251-8 € 27,50 CHF 37,40	5 ↘ Elektor-DSP-Radio Art.-Nr. 100126-91 € 164,00 ... CHF 223,10

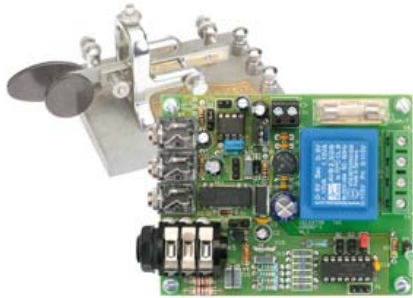
Bestellen Sie jetzt einfach und bequem online unter www.elektor.de/shop oder mit der portofreien Bestellkarte am Heftende!

elektor
 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



Telefon-Schnittstelle für VoIP

Mit diesem Projekt wird es möglich, jedes normale analoge Telefon für VoIP (Internet-Telefonie) zu verwenden. Es handelt sich um einen so genannten Foreign-Exchange-System-Adapter mit USB-Schnittstelle. Auf dem Rechner wird eine Linux-Software verwendet, nämlich die unter Insidern gut bekannte Asterisk-IP-PBX-Software, die auch in kommerziellen VoIP-Anlagen zum Einsatz kommt.



Automatisierter Morse-Geber

Im Amateurfunk wird die Betriebsart Morsetelegrafie (CW) immer noch verwendet, und das durchaus nicht selten. Viele Funkamateure verwenden anstelle der bekannten Morsetaste halbautomatische Tasten mit zwei so genannten Paddles, mit denen automatisch erzeugte Punkte und Striche gesendet werden. Die Schaltung (mit Platine) wurde speziell für diese Art von Morsetasten entwickelt. Sie verfügt standardmäßig über einen „Ultimatic“-Modus und einen kleinen Mithörverstärker.



Lichtwecker

Wie der Name schon sagt, weckt Sie dieser Wecker nicht mit mehr oder weniger unangenehmen und lauten Geräuschen, sondern auf viel angenehmere und sanfte Weise mit Lichtsignalen. Der mit einem Mikrocontroller bestückte Lichtwecker kann vorhandene Lampen schalten und verfügt über ein Programm, das die meisten Anwendungsfälle abdeckt. Da der Quellcode zur Verfügung steht, können Sie die Software nach Herzenslust an Ihre besonderen Bedürfnisse anpassen.



Elektor Februar erscheint am 19.01.2011.

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.

Einzelheft

Deutschland	€ 7,40
Österreich, Belgien, Luxemburg	€ 8,20
Schweiz	CHF 14,30

Jahresabonnement-Standard

Deutschland	€ 77,50
Österreich, Belgien, Luxemburg	€ 74,50
Schweiz	CHF 149,00
Andere Länder	€ 102,50

Jahresabonnement-PLUS

Deutschland	€ 95,00
Österreich, Belgien, Luxemburg	€ 102,00
Schweiz	CHF 188,00
Andere Länder	€ 120,00

Probeabonnement

Deutschland	€ 14,90
Österreich, Belgien, Luxemburg	€ 14,90
Schweiz	CHF 25,75
Andere Länder (zzgl. Porto)	€ 14,90

Studentenabo-Standard

Deutschland	€ 62,00
Österreich	€ 67,60
Schweiz	CHF 119,20

Studentenabo-PLUS

Deutschland	€ 79,50
Österreich	€ 85,10
Schweiz	CHF 158,20

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.

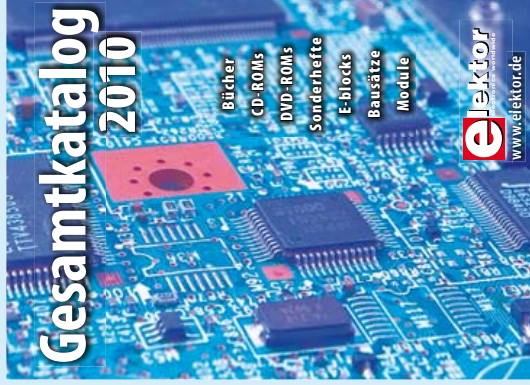
Änderungen und Irrtümer vorbehalten.

Bankverbindungen

Commerzbank Aachen
Konto 1 201 102 (BLZ 390 400 13)
IBAN: DE89 3904 0013 0120 1102 00
BIC: COBADEFFXXX

Postgiro Köln
Konto 229 744-507 (BLZ 370 100 50)
IBAN: DE17 3701 0050 0229 7445 07
BIC: PBNKDEFF

Fordern Sie jetzt den Elektor- Gesamtkatalog 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!

Event-Kalender

Workshops • Seminare • Masterclasses

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



NEU! **Serielle (Geräte-)Bussysteme**
Bochum 22.02. bis 24.02.2011
www.elektor.de/bussysteme

NEU! **C-Programmierung für Mikrocontroller**
Seligenstadt 28.02. bis 02.03.2011
www.elektor.de/c-prog



Änderungen vorbehalten.

Weitere Infos unter
www.elektor.de/events

INSERENTENVERZEICHNIS JANUAR 2010

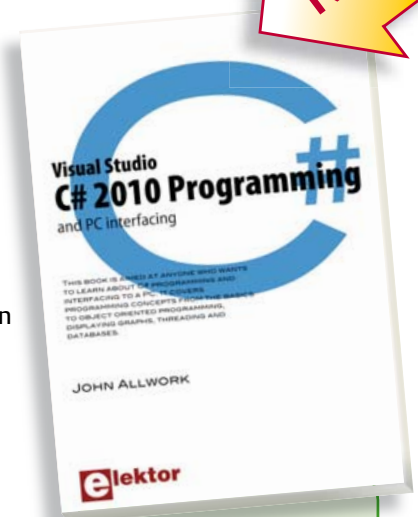
Beta Layout	
www.beta-layout.com / www.reflow-kit.de	13, 31
EBV Elektronik	www.ebv.com/de 3
Emis	www.emisgmbh.de 65
Eurocircuits	www.eurocircuits.de 9
Good Will Instruments	www.gwinstek.com 65
LeitOn	www.leiton.de 13
Markt	79
Microchip	www.microchip.com/mtouch 11
mikroElektronika	www.mikroe.com 88
NXP Contest	
www.circuitcellar.com/nxpmbeddesignchallenge	42
NXP Product	www.nxp.com/lpc11001 2
Reichelt	www.reichelt.de 15
RS Components	www.designspark.com/pcb 41
Würth Elektronik	www.we-online.de 31

C# 2010 Programming and PC interfacing

 **Neues Elektor-Buch in englischer Originalsprache!**

Mit diesem (englischsprachigen) Buch lernt man schnell, wie man einen PC mit der verbreiteten höheren Programmiersprache C# programmiert. Es geht los mit Datentypen sowie dem Programmablauf und erstreckt sich auf fortgeschrittene Konzepte wie objektorientierte Programmierung, Threads, Internet-Kommunikation und Datenbanken. Alle Code-Beispiele sind auf der Elektor-Website kostenlos verfügbar. Diese Beispiele können ganz einfach für eigene Zwecke eingesetzt und modifiziert werden, was den Lerneffekt vertieft.

Für die Steuerung von Hardware mit einem PC gibt es ausführliche Anleitungen. In eigenen Interface-Kapiteln wird neben seriellen und parallelen Schnittstellen erläutert, wie man mit Hilfe der Soundkarte unter Verwendung von Microsofts DirectX-Treibern analoge Signale behandelt. Auf die Einbindung von USB wird besonders ausführlich eingegangen, wobei sogar die Software zum Anschluss von auf PIC-Mikrocontrollern basierender Hardware vorgestellt wird.



305 Seiten (kart.)
Format 17 x 23,5 cm
ISBN 978-0-905705-95-8
€ 36,50 • CHF 49,70

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



\$99



\$99



\$99

mikroMMBPIC24
▶ PIC24FJ256GB110 on board

mikroMMBdsPIC33
▶ dsPIC33FJ128GP710 on board

mikroMMBPIC18FJ
▶ PIC18F87J50 on board

MULTIMEDIA FÜR ALLE!



\$149



\$149



\$99

MMBPIC32MX7
▶ PIC32MX795F512L on board

MMBPIC32MX4
▶ PIC32MX460F512L on board

mikroMMBPIC32
▶ PIC32MX460F512L on board

PIC32 Compiler
erscheinen im
FEBRUAR!