



elektor

electronics worldwide



Drahtlose Verbindung ... für Mikrocontroller

Die Entdeckung des HOMO RADIENS

- Mini-FM-Radio
- I²C-Slave-Kernel
- CapSense-Starterkit
- XMEGA-Impressionen



Große Auswahl an Komponenten

Komponenten für den professionellen Einsatz auf www.reichelt.de!

LED-Signalleuchte, 24 V, grün

- 5 mm, Einbau-Ø: 8 mm, Innenreflektor
- alle Farben/Spannungen unter reichelt.de

LED 1905-24GN

1,65 €



Ultrahelle LED, 5 mm

- weiß; Gehäuse: farblos/klar
- UF: 3,6V, IF: 35mA,

LED 5-18000 WS

0,36 €



Rainbow-LED, 5 mm

- langsam blinkend (rot/grün/blau)
- Linse: klar; 0,25 Hz

LED 5-RGB2-F1

0,89 €



10µ-Drosselspule, axial

- Festinduktivität
- Maße (LxØ): 9,5 x 4 mm

SMCC 10µ

0,16 €



SMD-Entstörfilter (T-Filter), 100pF

- 2 A, 50 VDC
- Toleranz: 30 %, Bauform: 2706

NFE 61PT 100P

0,46 €



Ultraschallempfänger/-sender

- für 40 kHz; Ø x h: 16 x 12 mm
- Reichweite: 15 m

UST-40R

3,40 €

UST-40T

Sender

je 3,40 €



ERSA-Gaslötkolben

- 15 - 75 Watt
- Temp.: max. 500 °C

INDEPENDENT 75B

52,40 €



Entlötlgerät

- selbstreinigende PTFE-Spitze
- antistatisches Entlöten

EDSYN SS 750SMD

11,70 €



Bestückungsrahmen

- um 360° drehbar
- für Leiterplatten bis 160 x 235 mm

LÖTRAHMEN

43,80 €



AVR-Starter-Kit STK500

Entwicklungssystem für alle 8-/20-/40-poligen AVR-Flash-Microcontroller im DIL-Gehäuse von ATMEL.

- DVD mit allen benötigten Atmel-Komponenten sowie Dokumentationen (in engl. Sprache)
- Inkl. Muster AT90S8515 (40pol PDIP)
- Spannungsversorgung: 10-15 V DC, min. 500 mA (nicht im Lieferumfang!)

AVR STK 500

69,95 €



Lumiled „Luxeon K2“ LED

extrem leistungsstark, effizient und langlebig

- 50-100 mal heller als Standard-LED
- Lebensdauer: über 50.000 h

LXK2-PW14-U00

4,95 €



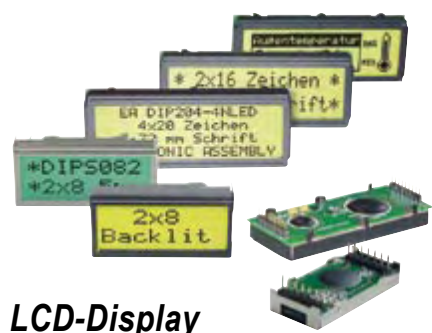
Luxeon III Star, 3 Watt

revolutionär, energie-effizient, ultrakompakt

- 10-20 mal heller als Standard-LED
- weiß, kein UV-Anteil

LXHL-LW 3C

5,85 €

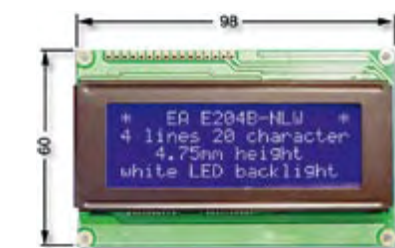


LCD-Display

- Standardcontroller, Print Montage
- 4x 20 Zeichen, Zeichenhöhe: 3,72 mm
- Maße: 68 x 26,8 mm

LCD 204 DIP

20,85 €



LCD-Dot-Matrix-Modul

- 4x 20 Zeichen, Punktgröße: 4,75 mm
- Modulgröße: 98 x 60 x 13,6 mm
- sichtbares Feld: 77 x 25 mm

LCD 204B BL

33,35 €

Markenware führender Hersteller im 24h-Versand!

Akku-Lade-Center

ALC 8500 Expert Plus – Referenzklasse

Dieser Power-Lader lädt alle gängigen Akku-Systeme inklusive LiPo-Akkus auf vier unabhängigen Ladekanälen und arbeitet dabei besonders akkuschonend. Mikroprozessorgesteuertes Akku-Management speichert individuelle Akku-Daten und gibt sie per USB-Port an einen PC weiter.

ALC 8500 EXPERT2

219,90 €



Inkl. PC-Software
„Charge Professional“



UNI-T Multimeter UT 70A

- Spannung DC: 200 mV - 750 V, 0,8%
- Spannung AC: 200 mV - 1000 V, 0,5%
- Strom DC: 20 μ A - 200 mA/10 A, 1,0%
- Strom AC: 20 μ A - 200 mA/10 A, 0,8 %
- Widerstand: 200 Ω - 200 M Ω , 0,8%
- Frequenz: 10 MHz, Temp.: -40 - 1000 °C
- Kapazität: 2/20/200 mH/20 H, 2 %
- Durchgangs- und Diodentest

UT 70A

49,90 €



ERSA Lötstation RDS 80

- mikroprozessorgesteuert
- großes, gut ablesbares LC-Display
- 3 programmierbare Temperaturen, Standby- und Auto-Power-Off-Funktion
- PTC-Heizelement mit 290W-Anheizleistung
- Elektronikstation mit Lötkolben, 2,2 mm Spitze 842CD und Ablage

RDS 80

109,00 €



PeakTech Labornetzteil

- 2 LED-Anzeigen: 3-stellig, 14 mm
- einstellbarer Ausgang: 0-30 V/0-5 ADC
- 4 mm Sicherheitsbuchsen
- hochwertiges Metallgehäuse
- stabilisiert, kurzschlussfest
- Überlastschutz
- Maße: 135 x 160 x 280 mm; 6,3 kg

PEAKTECH 6005D

143,50 €

Qualitätsprodukte, Top-Service, günstige Preise!

Katalog 01 | 2009 kostenlos!

Mehr als 30.000 Artikel auf 998 Seiten, über 1.500 Neuheiten!

Bestellhotline: 04422 - 955 333

Preisstand: 27.11.2008

Tagespreise: www.reichelt.de

Personal Download for Schödl Wolfgang | copyright Elektor

Thema des Monats: Wireless

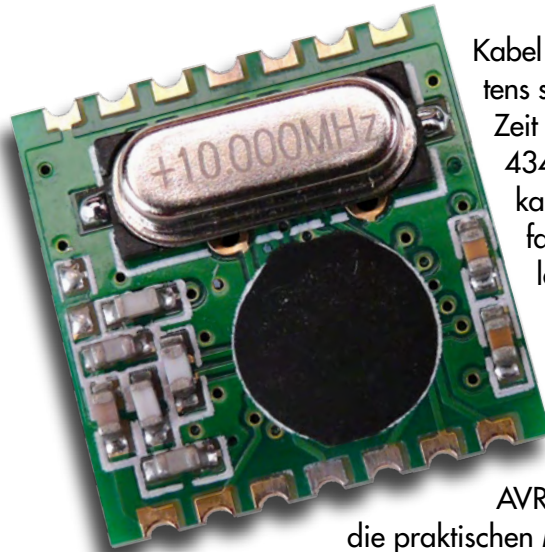
Früher nannte man das einmal „Funktechnik“, und eigentlich ist diese von Anfang an zum Zwecke der Nachrichtenübermittlung eingesetzte Errungenschaft des ausgehenden 19. Jahrhunderts auch die Mutter der Elektronik und damit ein würdiges Thema, um einen neuen Elektor-Jahrgang zu beginnen. Zumal es für Elektor in Deutschland der 40. Jahrgang ist. Die Verbindung zur Elektronik führt über zwei von der frühen Hochfrequenztechnik ausgelöste Erfindungen: Die des Kristalldetektors und die der Elektronenröhre. Der Kristalldetektor ermöglichte erstmals eine einigermaßen zuverlässige Demodulation des Hochfrequenzsignals und war das erste Halbleiterbauelement überhaupt. Sein Metall-Kristall-Übergang ist im Prinzip nichts anderes als eine Schottky-Diode. Die Elektronenröhre bildete schließlich die Grundlage für die Entstehung der Elektronik im eigentlichen Sinne – und sie war auch an der Namensgebung für diesen E-Technik-Bereich nicht ganz unbeteiligt. Dass uns das Thema „Wireless“ in diesem Monat beschäftigt, ist natürlich kein Zufall, sondern Absicht. Letztere manifestiert sich in einem Themenplan, der Orientierung bietet. Natürlich nicht nur für die Redaktion, sondern auch für alle Leser, die an einem Dialog und vielfach auch an einer Zusammenarbeit mit der Redaktion interessiert sind. Und das sind unsere Themen für 2009:

- 01 Wireless
- 02 Design Tools
- 03 Mikrocontroller
- 04 Automatisierung
- 05 Messtechnik
- 06 „Grüne“ Elektronik & Energie
- 7/8 Halbleiterheft
- 09 Automotive & Sensoren
- 10 Audio analog und digital
- 11 Bauteile und Beschaffung
- 12 Domotik

Ich würde mich freuen, von Ihnen zu hören, und wünsche Ihnen alles Gute für 2009 – und trotz der realwirtschaftlichen Finanzkrisenfolgen weiterhin viel Freude an Elektor und an der Elektronik.

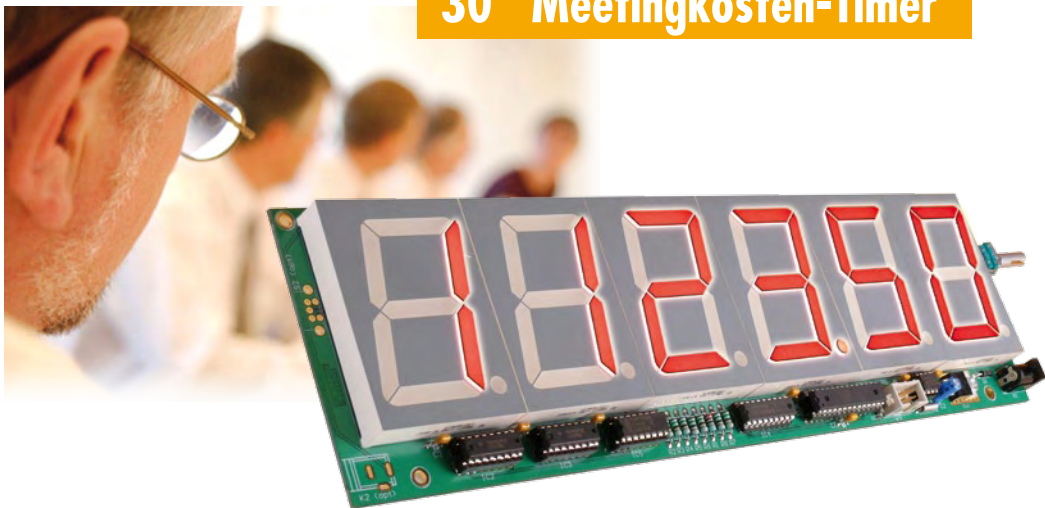
Ernst Krempelsauer

Funk für den Con



Kabel gibt es schon genug, und meistens sind sie verheddert. Seit einiger Zeit kann man aber sehr günstige 434- und 868-MHz-Funkmodule kaufen, die sich überdies recht einfach an Mikrocontroller anschließen lassen. Wir haben dies mit zwei ATmegas und einem BASCOM-Programm ausprobiert, das gleichzeitig das Senden und Empfangen übernimmt.

In unserem ComputerClub2-AVR-Projekt greifen wir ebenfalls auf die praktischen Module zurück, um zwei AVR-Testboards drahtlos miteinander zu verbinden. Wie immer ist der zusätzliche Hardwareaufwand minimal.



30 Meetingkosten-Timer

Zu lange Besprechungen kosten Unternehmen Milliarden. Unser Meetingkosten-Timer deckt die tatsächlichen Kosten einer Besprechung auf. Auf einer großen Sieben-Segment-Anzeige sieht man die Euros verrinnen! Bedient wird der attraktive Timer mit einem einzigen Dreh-/ Druckknopf.

Zu unserem großen Bedauern muss das in der letzten Vorschau angekündigte Projekt „SDR auf AVR-Controller“ aus unvorhersehbaren Gründen vorerst abgeköndigt werden. Wir hoffen, dass die weitere Projektbearbeitung möglichst bald wieder aufgenommen werden kann. Es ist aber derzeit leider noch nicht möglich, einen Zeitpunkt für die Veröffentlichung anzugeben.



26 Berührungssensorik mit CapSense

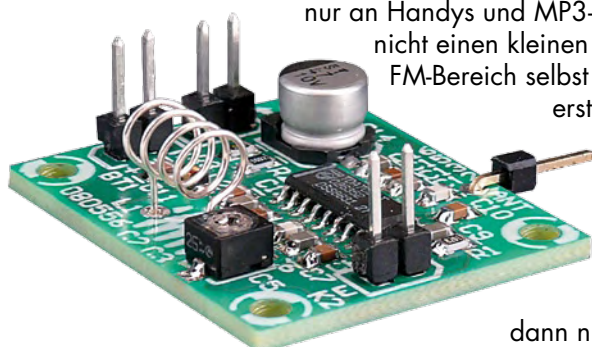


Kapazitive Sensor-Systeme steigern die Zuverlässigkeit vieler Produkte - so zum Beispiel bei Getränkeautomaten und Haushaltsgeräten. Wir erklären, wie kapazitive Berührungssensoren funktionieren - aber nicht

nur das: Zwei verschiedene Evaluation-Kits mit CapSense-Modulen von Cypress sind im Elektor-Shop zum Sonderpreis zu beziehen. Sie laden zu eigenen Experimenten mit dieser Technologie ein!

59 Mini-FM-Radio

Mini-FM-Radios sind schon in vielen mobilen Geräten integriert, man denke nur an Handys und MP3-Player. Doch weshalb nicht einen kleinen „Wellen-Catcher“ für den FM-Bereich selbst bauen, zumal ICs mit erstaunlicher Funktionalität auf dem Markt sind?



Im Mittelpunkt unseres Mini-Projekts steht der TDA7021T von ST-NXP Wireless. An weiteren Bauteilen braucht es dann nicht mehr viel!

Grundlagen

- 50** Die Facetten der drahtlosen Übertragungstechnik
- 62** RFID im UHF-Bereich

Praxis

- 30** Meetingkosten-Timer
- 36** CC2-AVR-Projekt: Funkmodule am ATM18
- 56** I2C-Slave-Kerne für ATtiny13
- 59** Mini-Projekt: Mini-FM-Radio
- 68** Workshop: Küchenwaage als Kraftmessgerät

Technik

- 18** Die Entdeckung des „Homo radiens“
- 20** Funk für den Controller
- 26** Berührungssensorik mit CapSense
- 42** XMEGA ante portas
- 46** BASCOM-AVR-Kurs (5)
- 72** Entwicklungstipp: Strom sparen beim Quarz-Oszillator
- 74** Flowcode for ARM und das ECRM40-Modul

Info & Markt

- 6** Impressum
- 8** Mailbox
- 10** News
- 17** elekTermine
- 84** Vorschau

Infotainment

- 78** Hexadoku
- 79** Retronik

elektor international media

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.



English
German
Dutch
French
Chinese



Italian
Spanish
Swedish
Finnish

IMPRESSUM

40. Jahrgang, Nr. 457 Januar 2009

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

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

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

Verlag

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

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

Internationale **Chefredaktion**
Wisse Hettinga

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

Internationale Redaktion

Harry Baggen, Thijs Beckers, Jan Buiting, Clemens Valens

Redaktionssekretariat
Hedwig Hennekens

Labor/Technische Redaktion

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

Grafische Gestaltung und Layout
Giel Dols, Mart Schroijen

Elektor-SMD-Ofen



**Elektor macht's möglich:
Reflow-Löten für Jedermann!**

NEU!



- Geeignet für den professionellen Einsatz in Beruf & Freizeit
- Ideal für Labore, Werkstätten, Schulen, Universitäten, Kleinbetriebe und Privatanwender
- Durch Elektor ausgewählt, geprüft und zertifiziert
- Hilfe und Support via vertrautem Elektor-Kundenservice
- Deutschsprachiges Handbuch
- Komplett menügesteuerte Bedienung
- Demonstrationsvideo auf www.elektor.de/smd-ofen

Technische Spezifikationen:

Nutzfläche für Platinen: 28,0 × 28,0 cm
Max. Leistungsaufnahme: 1650 W
Netzspannung: 230 V Wechselspannung
Abmessungen: 41,8 × 37,2 × 25,0 cm
Nettogewicht: 16,7 kg

Preis: € 1.095,- (zzgl. MwSt. und Versandkosten)
Art.-Nr.: 080663-91

elektor
SHOP

Weitere Infos, Gratis-Downloads & Bestellmöglichkeit nur unter

www.elektor.de/smd-ofen



Geschäftsführer/Herausgeber: Paul Snakkers

Marketing/Vertrieb (Leitung): Carlo van Nistelrooy

Kundenservice/Auftragsabwicklung (Leitung): Anouska van Ginkel

Anzeigen: ID Medienservice
Tel. 05 11/61 65 95-0 - Fax 05 11/61 65 95-55
E-Mail: service@id-medienservice.de
Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 38 ab 01.01.2008

Vertriebsgesellschaft: IPS Pressevertrieb GmbH
Postfach 12 11, 53334 Meckenheim

Tel. 0 22 25/88 01-0 - Fax 0 22 25/88 01-199
E-Mail: elektor@ips-pressevertrieb.de
Internet: www.ips-pressevertrieb.de

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

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

Zustimmung des Herausgebers gestattet.

Die veröffentlichten Schaltungen können unter Patent- oder Gebrauchsmusterschutz stehen. Herstellen, Feilhalten, Inverkehrbringen und gewerblicher Gebrauch der Beiträge sind nur mit Zustimmung des Verlages und ggf. des Schutzrechtsinhabers zulässig. Nur der private Gebrauch ist frei. Bei den benutzten Warenbezeichnungen kann es sich um geschützte Warenzeichen handeln, die nur mit Zustimmung ihrer Inhaber warenzeichengemäß benutzt werden dürfen.

Die geltenden gesetzlichen Bestimmungen hinsichtlich Bau, Erwerb und Betrieb von Sende- und Empfangseinrichtungen und der elektrischen Sicherheit sind unbedingt zu beachten. Eine Haftung des Herausgebers für die Richtigkeit und Brauchbarkeit der veröffentlichten Schaltungen und sonstigen Anordnungen sowie für die Richtigkeit des technischen Inhalts der veröffentlichten Aufsätze und sonstigen Beiträge ist ausgeschlossen.

© 2009 elektor international media b.v.

Druck: Senefelder Misset, Doetinchem (NL)



ISSN 0932-5468



Studentische Arbeitsgemeinschaft mit Labor

LED-Kreisel als Praxis-Booster,
Elektor Dezember 2008, S. 16

Mit großem Interesse habe ich Ihren Artikel über die Bastelgruppe am ISEA in Aachen gelesen. Ich halte derartige Projekte für sehr wichtig, da die praktische Ausbildung im Studium allzu oft zu kurz kommt. Glücklicherweise gibt es schon mehrere derartige Einrichtungen/Projekte an anderen Unis (einige Projekte sind unter <http://www.mikrocontroller.net/topic/116521#new> genannt).

Ich selbst bin an der TU Braunschweig während meines Studiums in diesem Bereich aktiv gewesen, dort betreibt die ags, eine studentische Arbeitsgemeinschaft, bereits seit dem Jahr 2000 ein Studentenlabor (e.lab), welches „bastel“-interessierten Studenten kostenlos zur Verfügung steht. Die Ausstattung besteht zum großen Teil aus Industriespenden, Sponsoren sind so namhafte Firmen wie Hameg, Toellner, Atmel, Knipex und viele weitere. Im letzten Jahr konnten auch Mittel aus den Studiengebühren zum weiteren Ausbau genutzt werden.

Das eigentliche Labor besteht aktuell aus sechs komplett ausgestatteten Elektronik-Arbeitsplätzen. Ergänzt wird es durch eine Ätzchemie zur Platinenherstellung, eine mechanische Werkstatt (inklusive Maschinen zum Bohren, Fräsen und Drehen) und natürlich ein reichhaltiges Bauteilesortiment. Genutzt wird das Labor sowohl von Elektrotechnik-Studenten als auch von Studenten aus dem Maschinenbau, der Informatik und anderer technischen Disziplinen.

Ergänzend finden mindestens einmal im Semester Mikrocontroller-Kurse statt, die sowohl für Anfänger als auch Fortgeschrittene angeboten und sehr gut angenommen werden (bis zu 50 Teilnehmer pro Semester, verteilt über mehrere Kurse). Die Organisation und der Betrieb des Labors sowie das Kursprogramm werden von Studenten ehrenamtlich durchgeführt.

Ähnliche Initiativen existieren an anderen Hochschulen, so dass ich hoffe, dass unter anderem durch Ihren Beitrag im Dezemberheft diese Thematik an den Unis noch mehr Gewicht bekommt. Informationen zur ags und dem e.lab finden Sie unter www.ags.tu-bs.de.

Martin Oehler

Neue Elektor-Videos bei Youtube

Das neueste Elektor-Video bei www.youtube.com präsentiert den LED-Kreisel aus Heft 12/2008. Eine Übersicht über die aktuellen Elektor-Videos findet man unter: www.youtube.com/elektorim



Wenn man hingegen „Videos“ anklickt und nur „elektor“ eingibt, erhält man eine Übersicht über alle Videos, die einen Bezug zum Wort „elektor“ haben. Darunter ist dann auch einiges, was mit Elektor und Elektronik nicht viel zu tun hat.

Neue Bilder vom Profiler

Neues vom Profiler,
Elektor September 2008, S. 64 (071082)



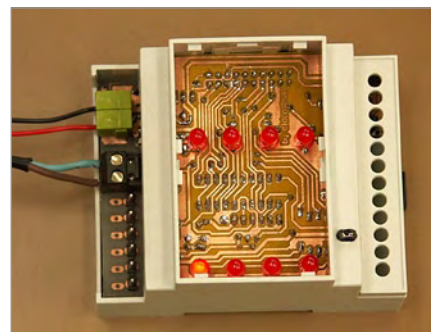
Im Forum ist jetzt eine beeindruckende Foto-strecke zum Profiler zu finden. Einfach auf www.elektor.de oben „Forum“ anklicken und dann bei „Foren durchsuchen“ ins Fenster „Profiler picture“ eingeben.

Open Source für EIB

Leserbrief „Home Automation mit EIB“ (Mailbox),
Elektor November 2008, S. 10

Zum Thema EIB möchte ich auf unser Open-source-Projekt FREEBUS hinweisen, zu erreichen unter: www.freebus.org.

Wir haben es uns zur Aufgabe gemacht, EIB-kompatible Geräte zu entwickeln, die ohne spezielle Hardware auskommen. Dabei haben wir uns auf ein modulares Konzept geeinigt, das verschiedene Mikrocontroller zulässt. Natürlich stecken wir noch in den



Kinderschuh, aber wir verzeichnen ein zunehmend reges Interesse an dem Thema. Nicht zuletzt die unschlagbar niedrigen Kosten der Eigenbau-Geräte ziehen viele Leute an. Und etliche unserer Geräte befinden sich bereits im Echtbetrieb.

Ich schätze, die Zurückhaltung Ihrer Leser ist auch dadurch bedingt, dass EIB-Eigenbau bislang nicht publiziert wurde. Viele Leute glauben, es gibt keine Alternative zu Original-Komponenten. Dabei ist EIB eine herrliche Spielwiese für Elektronik-Bastler...

Andreas Krebs

Vinculum nicht anwendungsreif?

USB-Stick am Controller,
Elektor 11/2008, S. 42 (071152)

Vielen Dank für den Artikel, welcher wieder einmal weite Anwendungsfelder für dunkle Winterabende eröffnet. Was mich extrem erstaunt, ist der Hinweis auf das Entfernen des USB Sticks, wenn Vinculum an/ausgeschaltet wird. Das bedeutet doch de facto, dass die Lösung nicht anwendungsreif ist. Ich muss doch wohl eine Elektronik an- und ausschalten können, ohne Datenverlust zu erleiden. Habe ich da etwas falsch verstanden?

Dietmar Steiner

Wahrscheinlich lag noch ein anderer Fehler vor, der zum Datenverlust geführt hat. Was man mit Sicherheit vermeiden sollte, ist das Unterbrechen während eines Schreibvorgangs. Unter Windows gibt es dafür eine extra Funktion: Hardware sicher entfernen.

Burkhard Kainka

Elektrofahrrad-Bausatzquelle

Upgrade für den Drahtesel,
Elektor November 2008, S. 76

Sie haben im Novemberheft von einem Fahrrad-Elektro-Umbausatz bei eBay berichtet. Wir haben den von ihnen beschriebenen Artikel aber nicht gefunden.

Herbert Pölzer

Bei der Bezugsquelle handelt es sich um den

eBay-Shop „E-BikeTec“ der Firma Wilkotec:
<http://stores.ebay.de/E-BikeTec>
 Wilkotec hat auch einen eigenen Online-Shop:
www.wilkotec.de.

Elektrofahrrad-Daten

Upgrade für den Drahtesel,
 Elektor November 2008, S. 76

Schöner Artikel, aber es bleiben doch Fragen:

1. Haben Sie neu eingespeicht, das Vor-



derrad tiefer gelegt oder ein Jugendrad umgerüstet?

2. Wie sieht es mit der Reichweite aus?
 3. Was kostet ein Akkusatz?

Joachim Herbert

Wir hatten ein Mountain-Bike mit 26 Zoll-Rad, aber das Elektrorad (komplett eingespeicht mit Felge), das wir eingebaut haben, war ein 24-Zoll-Rad (leider falsch geliefert, es gibt das Rad nämlich auch in 26 und 28 Zoll).

Mit drei in Reihe geschalteten Akkus 12 V/7,2 Ah kann man etwa 30 bis 40 Minuten im reinen Elektrobetrieb fahren (ohne mitzutreten). Wenn der Antrieb aber nur zur Radfahr-Unterstützung eingesetzt wird, sind Reichweiten von 40 bis 50 km keine Ausnahme. Das ist allerdings auch abhängig vom Gelände und der Belastung. Mit 12-Ah-Akkus kommt man fast doppelt so weit.

Wie haben Akkus aus die EVX-Reihe von CSB verwendet, die speziell für Elektroantriebe und zyklische Ladung ausgelegt sind. Ein 12-V-Akku mit 7,2 Ah kostet etwa 45 €, mit 12 Ah sind es etwa 60 €.

Jan Visser (Elektor-Labor)

Updates und Ergänzungen

USB-Stick am Controller,

Elektor 11/2008, S. 42 (071152)

Es haben sich einige Fehler eingeschlichen:

In Tabelle 1 ist bei Pin 6: AD2 angegeben und bei Pin 10: AD4. Richtig ist: Pin 6: AD0 und Pin 10: AD3.

In Bild 5 und Bild 7 ist die Pinbezeichnung CTS/AD10 des VDIP1 falsch, richtig ist: CTS/AD3.

Heizkontroll-Leuchte für Weller-Lötstationen,

Elektor 7/8-2008, S. 98 (080121)

Der Download auf der Elektor-Website (PDF-Dokument des Autors) wurde durch eine neue Version ersetzt. Änderungen: Platinenlayout (Verbindung Pin 4 von IC2 nach Masse), Angaben zum Kabelquerschnitt, Bestückungspläne (Bezeichnungen der

Anschlüsse bei K1 und K2).

Digibutler 2,

Elektor 05/2008, S. 36 und

www.elektor.de/071102

In der dem Bausatz beigelegten (revidierten) Stückliste sind die Widerstände R2, R17 und R18 mit 10 Ω angegeben. Richtig ist 10 k Ω , wie in der Stückliste auf der Projektseite im Internet (www.elektor.de/071102). Diese Seite stellt immer den aktuellen Stand dar.

„Yes – we CAN“ USB-CAN-Adapter,

Elektor 9/2008, S. 32 (071120)

Der im Artikel angegebene Link <http://gladewin32.sourceforge.net> führt zu einer alten Version von GTK+ (2.12.9). Ein besserer Link ist www.gtk.org, da man dort immer die neueste Version von GTK+ (2.14.3) findet, mit der es keine Probleme gibt.

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 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



Printed Service Boards

Persönlich & Online!

► Starre Leiterplatten bis 8 Lagen online!

FR4 0,80mm oder 1,55mm * 1- bis 8-Lagen Multilayer * chem. Zinn, HAL bleifrei oder chem. NiAu * 35 μ m oder 70 μ m Cu * 4mil Strukturen * 0,20mm Bohrungen * Sonderkonturen & DK-Schlitze inklusive * Nutzensetzung für Sie nach Zeichnung ...

Mittlere Serie mit neuen Optionen ONLINE!

► Flexible Leiterplatten ONLINE!

Polyimid 0,12mm bis 0,20mm * 1- und 2-Lagen durchkontaktiert * chem. NiAu * Versteifungen * 4mil * Abdeckfolie, Lötstopplack oder Kombination * Nutzenfertigung ...

► Mehr Leistung & Spezialfertigung

Bis 14 Lagen * Rogers-HF und Isola Hoch-Tg Material ab Lager * Steckergold * blind- & buried vias * DK-Z-Achse-Präzisionen * Alukern oder -Träger * bis 300 μ m Dickkupfer * Sonderfarben & -Lacke * Sonderaufbauten * SMD-Schablonen * Großserien über LeitOn Hongkong Ltd. * Bestückungsservice aus einer Hand ...

► Ihr Service - Ihre Qualität

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

www.leitongmbh.de
kontakt@leitongmbh.de
 +49-(0)30-701 73 49 15



Expressdienst ab 12 Stunden Pünktlich oder kostenlos!

LeitOn GmbH, Gottlieb-Dunkel-Str. 47/48,
 12099 Berlin | www.leitongmbh.de,
kontakt@leitongmbh.de,
 +49 (0)30 701 73 49 15



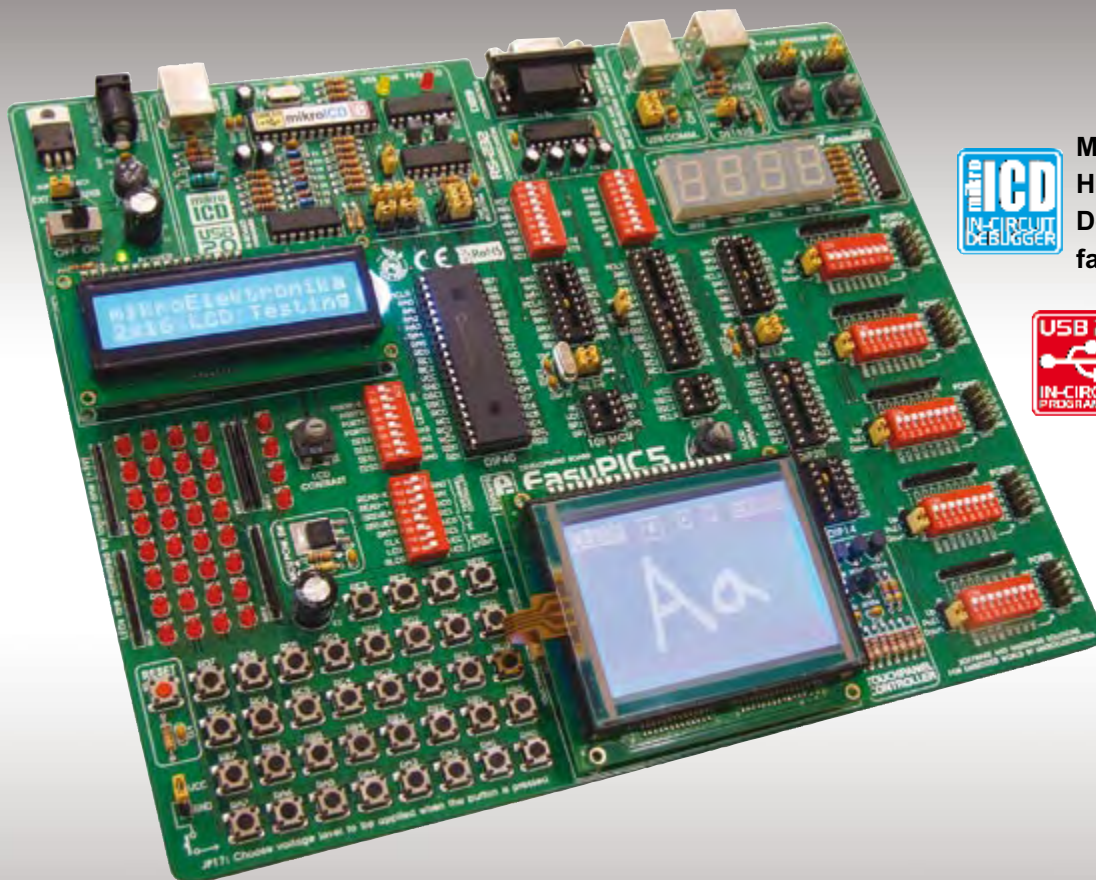
Das erste „ElektorLive!“ Elektronik-Event war ein voller Erfolg! Über 1.000 sehr interessierte Besucher fanden sich am 22. November im «Evoluon» im niederländischen Eindhoven ein, um Elektor mal ganz aus der Nähe zu erleben. Und der „Live!“-Tag machte seinem Namen alle Ehre, wie unsere Bilder beweisen. Von Workshops zu Lesungen, von Lötkursen bis zu Vorführungen von elektronischen Geräten reichte die bunte Palette. Natürlich kamen auch die Gespräche mit den Elektor-Mitarbeitern nicht zu kurz. Verschiedene Extras wie ein Elektronik-Quiz rundeten den interessanten Tag ab. Das internationale Elektor-Team möchte sich hiermit bei allen Besuchern des Events für ihr Interesse, aber auch bei den zahlreichen externen Mitwirkenden für ihre Unterstützung bedanken.



Und eines ist ganz sicher : Das nächste „Elektor-Live!“-Event kommt bestimmt!



EasyPIC5 ist ein erstklassiges Tool zum schnellen Prototypen-Design ...



Mit **mikroICD** - der integrierte Hardware In-Circuit-Debugger unterstützt einfaches Debugging.



Sogar ein High-Performance-**USB-2.0**-Programmer ist schon integriert.



Ein besonders bedienungsfreundliches **PIC**-Entwicklungssystem!

Dank vieler neuer Features können Sie direkt mit der Verwirklichung Ihrer Hardware-Ideen beginnen. **EasyPIC5** unterstützt 8-, 14-, 18-, 20-, 28- und 40-Pin PIC-Mikrocontroller. Ein PIC16F887 wird schon mitgeliefert. Der **mikroICD** (Hardware In-Circuit-Debugger) unterstützt das schrittweise Debugging sehr effektiv. Beispiele in **C**, **BASIC**, **Pascal** und **Assembler** gehören zum Lieferumfang. EasyPIC5 wird mit der folgenden gedruckten Dokumentation geliefert: EasyPIC5-Manual, PICFlash2-Manual und mikroICD-Manual. Durch die beigelegten USB- und seriellen Kabel wird EasyPIC5 zum kompletten Paket, das direkt an einen beliebigen PC angeschlossen werden kann.



Weiterentwickelte Produkt-Features und modernes Input-Design erfordern zunehmend den Einsatz eines Touchscreens. Der **Touchscreen-Controller** mit passendem Anschluss an EasyPIC5 ist ein **Display-Overlay**, das es ermöglicht, mit demselben Display Informationen gleichzeitig darzustellen und Eingaben zu empfangen. Auf diese Weise mutiert das Display zum Eingabegerät. Die Installation bei einem grafischen LCD ist einfach, da das EasyPIC5-Board schon über einen Touchscreen-Controller und ein geeignetes Interface verfügt.

SOFTWARE AND HARDWARE SOLUTIONS FOR EMBEDDED WORLD

mikroElektronika
ENTWICKLUNGS-TOOLS | COMPILER | BÜCHER

Unter dieser URL finden Sie die Distributoren für: Großbritannien, USA, Deutschland, Japan, Frankreich, Griechenland, Türkei, Italien, Slowenien, Kroatien, Mazedonien, Pakistan, Malaysia, Österreich, Taiwan, Libanon, Syrien, Ägypten, Portugal und Indien.

<http://www.mikroe.com/>

Elektor-Workshop:
Messen-Steuern-Regeln über das Internet

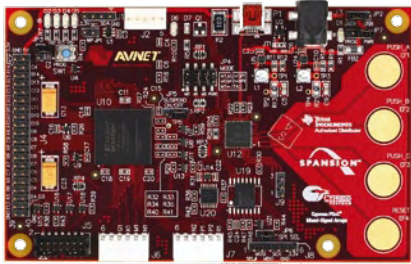
Wer hat nicht schon einmal den Gedanken gehabt, etwas über das Internet zu überwachen oder zu schalten? Und sei es nur die Heizung, den Stromzähler oder einen DVD-Recorder für die Aufnahme eines Fernsehfilms. Natürlich gibt es Geräte mit integriertem Web-Server auf dem Markt, aber oft kann das teuer erworbene Gerät genau das nicht, was man (zusätzlich) möchte. Wer wissen will, wie ein Web-Server mit angeschlossener Hardware (Device-Server) in Visual Basic programmiert wird, der ist beim Elektor-Workshop „MSR über das Internet“ richtig. Mitbringen sollte man Grundkenntnisse in Visual Basic und HTML und ein wenig Hardwareerfahrung. Auf dem Stundenplan stehen ein kurzer Überblick über das Internet (mit Vorführung einer Steuerung über das Web), die Grundstruktur einer Client-Server-Verbindung, die Programmierung eines einfachen Clients/Servers und die Erweiterung des Servers zum Device-Server (mit E-blocks). Darüber hinaus wird eine HTML-Seite erstellt, so dass sich der Server über den Browser steuern lässt. Den Abschluss bildet ein Hardware-Markt-Überblick. Die Veranstaltungsorte/-termine sind: Frankfurt, 15.1.2009, München, 29.1.2009, Hannover, 19.2.2009, Leipzig, 26.2.2009, und Luzern (Schweiz), 12.3.2009. www.elektor.de/msr-workshop

USB-DSO mit Spektrumanalyzer

Mit dem mobilen Multifunktionsmessgerät TP-Handyscope 3 von Bitzer Digitaltechnik lässt sich ein anspruchsvoller Messplatz realisieren. Denn das Gerät vereint Oszilloskop, Spektrumanalyzer, Multimeter, Transientenrekorder und Funktionsgenerator für eine beliebige Kurvenausgabe. Messeinheit und Funktionsgenerator lassen sich parallel verwenden. Das TP-Handyscope 3 eignet sich für Windows-PCs mit USB-Schnittstelle. Zum Lieferumfang gehören die passenden Tastköpfe bzw. Messkabel sowie eine Mess-Software. Der eingebaute Funktionsgenerator kann neben den Standardkurven wie Sinus, Rechteck, Dreieck und Rauschen jede beliebige Kurvenform erzeugen. Die Signalauswertung erfolgt mit einer Abtastrate von bis zu 100 MHz auf beiden Kanälen gleichzeitig und mit bis zu 16 bit Auflösung. Der Messbereich reicht von 0,2 V bis 80 V und mit 1:10 Tastköpfen bis zu deren maximal zulässiger Betriebsspannung, z.B. 600 V. Es lassen sich Messwerte mit bis zu 128 K aufzeichnen. Der Funktionsgenerator arbeitet mit 14 bit Auflösung. Die Signalwerte können mit bis zu 50 MHz ausgegeben werden.

Die zugehörige PC-Software kann das Messgerät als Oszilloskop, Spektrumanalyzer, Multimeter und als Transientenrecorder mit zahlreichen Trigger-, Protokollier- und Log-Möglichkeiten betreiben, zudem steuert sie den Funktionsgenerator. Die Messdaten lassen sich ausdrucken, speichern und zum Weiterverarbeiten in Textdateien exportieren. Software-Entwicklern steht der Programmcode zur Verfügung.

Das TP-Handyscope 3 gibt es in verschiedenen Ausführungen mit Abtastraten zwischen 5 und 100 MHz. Die 100-MHz-Variante kostet 1340 Euro (inklusive Mehrwertsteuer). Darüber hinaus hat Bitzer Digitaltechnik noch weitere Modelle im Programm, nämlich das TP-



Handyscope 4 und 4diff. Diese Geräte bieten vier beziehungsweise vier differentielle Kanäle, aber keinen Funktionsgenerator. Sie sind ebenfalls mit verschiedenen Abtastraten bis 50 MHz erhältlich. www.bitzer.net

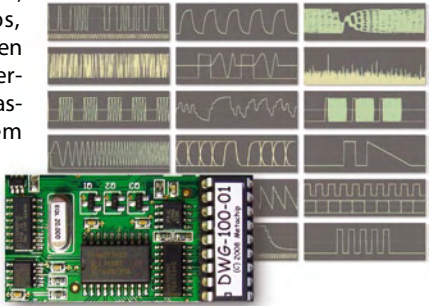
Zweite Elektor-Reise nach China



Mitte November hieß es für Elektor-Leser zum zweiten Mal: „Auf nach China!“. Die Studienreise - organisiert von Elektor International Media - bot ausnehmend Gelegenheit, viele interessante Elektronik-Betriebe anzusehen. Dies war eine einmalige Chance - denn nur wenige chinesische Firmen dürfen europäische Besucher empfangen! Neben der Besichtigung von Elektronik-Unternehmen und einem Besuch der „China Electronics Fair“ - einer der wichtigsten Elektronik-Messen in Asien - blieb den Teilnehmern aber auch Zeit für die chinesische Kultur. Was man auf einer solchen Reise erleben kann, lässt sich übrigens in einem (englischsprachigen) Internet-Blog nachlesen, den man auf der Elektor-Website findet. Weitere Leser-Reisen sind bereits geplant! www.elektor.de/chinareise

Waveform-Generator für USB-DSO

BitGen heißt eine neue Lösung zur Generierung von Signalen und Timing-Events für das USB-Oszilloskop BS 100 des australischen Herstellers BitScope. Man kann damit Standardsignale mit Sinus, Dreieck, Sägezahn und Rechteck erzeugen und noch mehr: Taktsignale, Spannungen, Trigger, Bursts, Sweeps, Chirps, weißes und rosa Rauschen sowie beliebige speicherbare Wellenformen. Es lassen sich sogar mit dem Oszilloskop aufgezeichnete Signale wiedergeben. Die per Software auswählbaren Synthesizer werden durch das gleiche DSO-Programm gesteuert, das für die Bedienung des Oszilloskops eingesetzt wird. Man muss sich also nicht in neue Software einarbeiten, da es sich um eine komplett integrierte und leicht konfigurierbare Lösung handelt. BitGen kann unabhängig oder zusammen mit dem Oszilloskop betrieben werden. Trigger sind ebenfalls integriert, sodass sich die Signalerzeugung und Signalregistrierung perfekt synchronisieren lässt. Die Frequenz-Synthese ist sehr genau: Die Präzision beträgt quatzgenaue 1 ppm und die Zeitbasis für Events und Bursts hat eine Auflösung von weniger als 50 ns. Ein zweiter Timing-Kanal kann für externe Trigger- und Takt-Quellen eingesetzt werden oder aber er generiert selbst Takte und Triggersignale für externe Geräte. Außerdem kann man damit sehr gut Prüfspitzen abgleichen. BitGen kann als Nachrüst-Paket oder gleich als Zusatz zum USB-DSO BitScope 100 geordert werden. www.bitscope.com



Elektor-Workshop: MSR über das Internet

NEU!

➔ für Einsteiger

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

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



Veranstaltungsorte/-termine:

München	29.01.2009
Hannover	19.02.2009
Leipzig	26.02.2009
Luzern (Schweiz)	12.03.2009

Teilnahmegebühr: 299,00 Euro

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

529,00 Euro (inkl. Hardware-Erwerb)

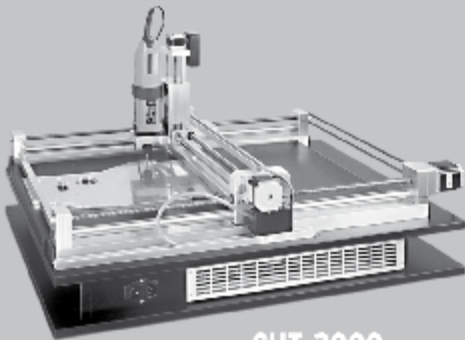
Die für die Durchführung des Workshops benötigte Hardware bleibt Ihr Eigentum.

Die Hardware besteht aus:

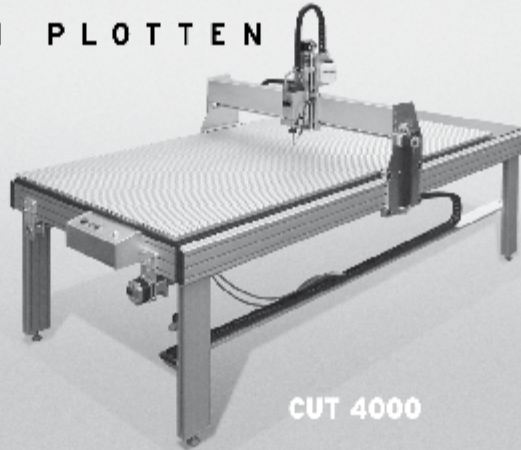
- Multiprogrammer-Board bestückt mit PIC16F877A und USB-Kabel
- 12-V-Steckernetzteil mit 1-A-Netzteil
- USB-RS232-Board
- LED-Board
- LCD-Board
- Switch-Board
- Drähte für die 5-V-Versorgung von LCD- und Switch-Board
- Grüne 3mm LED
- Verbindungskabel mit Krokodilklemmen

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

FRÄSEN SCHNEIDEN PLOTTEN



CUT 2000



CUT 4000

CUT 2000

CNC-Fräsmaschine
600 x 400 x 80 mm
fertig montiert und getestet

€ 2.198,-

HAASE

P. Haase - Am Hummelbach 43
41469 Neuss • Tel. 02137_75783
Fax 02137_76984
www.team-haase.de

TOP!TEC!PCB

SPITZEN TECHNIK · SCHNELL & GÜNSTIG

Leiterplatten Online Kalkulieren!

HDI Boards ab 50µm ... chemisch Zinn, Silber, Gold ... blind & buried vias ... FR4 HTG ... Flex Boards ...

PROTO-POOL PROTOTYPEN 2 & 4 LAGEN

48h optional EXPRESS

2 Lagen

je Leiterplatte (100mm x 100mm)
€48,75* in 6 AT

4 Lagen

je Eurokarte (100mm x 160mm)
€130,00* in 8 AT

WWW.TOP-TEC-PCB.DE

INKLUSIVE

- E-Test
- Oberfläche: HAL bleifrei
- FR4 1.55mm, 35µm Cu
- Einrichtungskosten / Plot
- Design Rule Check
- 1x Bestückungsdruck
- 2x Lötstopp
- Leiterbahnen 150µ
- Bohren 0.3mm
- Konturfräsen
- A.O.I. [multilayer]
- X-Ray [multilayer]

POWER-POOL PCB SERIEN 1 - 30 LAGEN

48h optional EXPRESS

2 Lagen

je Eurokarte (100mm x 160mm) ab 8 AT

10 St.

Neu-Bestellung
€21,59*

Nach-Bestellung
€13,89*

25 St.

€11,73*

€8,65*

100 St.

€6,48*

€5,71*

* Lieferung nur an Geschäftskunden, exkl. ges. Umsatzsteuer und Versand (€6,50 bis 5Kg)



Electronica-Impressionen

Von Klaus H. Knapp

Wohl noch nie fand die „Electronica“ (Bild 1) in einer solchen (beginnenden) Wirtschaftskrise statt. Der Vorsitzende des Bauelemente-Fachverbands im ZVEI, Dr. Martin Stark (Bild 2), brachte die Stimmung auf den Punkt: „Unsere Unternehmen verzeichnen bis zu 20 % Umsatzeinbruch in einer Woche. Es fällt schwer, angesichts der sich breit machenden Rezessionsängste noch von Wachstumsfeldern zu sprechen“. Noch glaubt Stark an ein Jahresminus von (nur) 4 % für den deutschen Markt der elektronischen Bauelemente, nach dem leichten Rückgang, den man bereits im Vorjahr registrieren musste. Seine Vorhersage für 2009: -1 %. Dies hört sich aber eher nach einem Rufen im Walde an – denn in allen Hallen war die Unsicherheit mit Händen zu greifen.

Die Messe hatte eine Vielzahl neuer Ideen, mit der man die „Leitmesse der Elektronik“ weiter ausbauen wollte. Eine davon war die Gründung einer „Messe in der Messe“, der „Hybridica“. Die Verschmelzung von Baugruppen aus Metall und Kunststoff, die hier gezeigt wurde, ist aber eher ein Spezialgebiet, das für den Maschinenbau und die Fertigungstechnik interessant ist. Unser Besuch auf dieser Mini-Messe (rund 120 Aussteller) war dann auch eher ernüchternd: Während es auf vielen Ständen der „Electronica“ „brummte“ (Bild 3), war hier häufig vor-



Bild 1. Fast 3000 Aussteller hatten sich auf der „Electronica 2008“ sowie der angegliederten „Hybridica“ eingefunden (Foto: K. H. Knapp).



Bild 2. Dr. Martin Stark vom ZVEI Bauelemente-Fachverband: „Es fällt schwer, angesichts sich breit machender Rezessionsängste noch von Wachstumsfeldern zu sprechen“ (Foto: ZVEI).



Bild 3. Schon früh liefen die Besucher in Scharen durch die engen Gänge der „Electronica“ ...

nehme Leere angesagt (Bild 4) – trotz sehr renommierter internationaler Aussteller.

Embedded-Spitzenreiter

In München meldete sich auch der BITKOM-Industrieverband zu Wort und stellte eine Studie vor, welche die Bedeutung der „Embedded Systems“ untersuchte. BITKOM war bisher eher als Repräsentant der IT-Industrie aufgefallen, das Thema „Chips“ (einschließlich der „Embedded Systems“) hatte man anderen überlassen. Die Hersteller solcher Systeme werden in 2008 etwa 4 Mrd. Euro umsetzen. Die



Bild 4. ... während es auf der „Hybridica“ zwar weiträumiger war, aber darum auch leerer blieb (Fotos: K. H. Knapp).

wichtigsten Abnehmer sind in der IT-Industrie sowie im Fahrzeug- und im Maschinenbau zu finden, so die Studie. Dann aber folgt eine neue Erkenntnis. Bei den „Embedded Systems“ besitzt Deutschland fast 70 % Weltmarktanteil! Neben dieser Zahl nimmt sich der Anteil des ganzen restlichen Europa mit 17 % und derjenige der USA (7 %) geradezu bescheiden aus. Hier ist Deutschland also die unangefochten führende Exportnation – was weitere Chancen in der Zukunft eröffnen könnte. Schließlich sind „Embedded Systems“ das Herz der unterschiedlichsten Produktionsanlagen. Und die deutsche Halbleiterindustrie wird dieses Jahr 60 % ihres globalen Umsatzes mit Chips machen, die in „Embedded Systems“ eingesetzt werden.

Spezial-Chips und mehr

ASICs waren in München an verschiedenen Stellen zu sehen. Als Beispiel sollen Entwürfe des Fraunhofer-Instituts für Integrierte Schaltungen (FhG IIS) genannt werden. Zu den Lösungen mit gemischt analog-digitalen Schaltungen (Bild 5) gehörten effiziente Funkübertragungssysteme, eine magnetische „Pixelzelle“ für Positionsmessungen, ASICs zur Auswertung kleinster kapazitiver Signale im Attifarad-Bereich und mehr. Einen vielseitigen Radarsensor für Verkehrstechnik und indus-

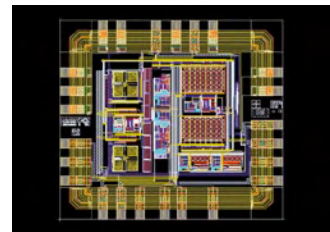


Bild 5. Das Fraunhofer IIS zeigte einen ASIC-Entwurf, der analoge und digitale Elemente miteinander verbindet (Bild: FhG IIS).

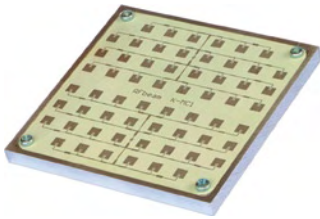


Bild 6. Ein Radarsensor, der bis zu 100 m Reichweite hat und gleichermaßen für die Verkehrstechnik und die Fertigung geeignet ist (Photo: RF Beam).

trielle Sensorik sahen wir bei der schweizerischen RFbeam GmbH. Die hoch bündelnde Antenne mit einer Abstrahlung von 12 x 25 Grad erfasst die Geschwindigkeit, Richtung und Distanz von bewegten Objekten mit einer Reichweite von bis zu 100 m (Bild 6). Die Sendefrequenz ist modulierbar, was eine Distanzbestimmung von Personen und Objekten ermöglicht.

Ramtron zeigte FRAM-Chips (Ferromagnetische RAM). Die nicht-flüchtigen Speicherbausteine mit 1 MB Kapazität arbeiten bei Spannungen zwischen 2 V und 3,6 V. Sie bieten einen schnellen Zugriff und halten praktisch unbegrenzt viele Schreib-/Lesezyklen aus. Das Ziel ist ein Ersatz der batteriege-

pufferten 1-Mbit-SRAM-Chips in industriellen Steuerungssystemen, der Messtechnik, Medizintechnik, Kfz-Elektronik, Militärtechnik und vielem mehr. Bei 3M haben wir eine Oberflächenbeschichtung für Baugruppen gesehen (Bild 7), welche die bestückte Leiterplatte vor Feuchte schützt. Dazu wird eine nahezu transparente, geschlossene Schicht aufgebracht, die feuchtigkeitsabweisend (hydrophob) wirkt. Werden solche Schichten auf Metallflächen aufgetragen, dann lassen sich diese auch in feuchter Umgebung weiterhin kontaktieren. Für eine extreme Feuchte über eine längere Beanspruchungszeit ist die Beschichtung allerdings nicht konzipiert.



Bild 7. Eine neue Beschichtung schützt Schaltungen gegen feuchte Witterung (Foto: 3M).

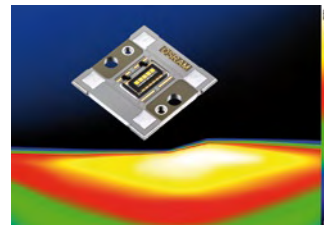
Es werde Licht!



Während die Bauelementeproduzenten und Elektronikhersteller hinter vorgehaltener Hand bereits jetzt von Einbußen reden, die sie in diesem und im nächsten Jahr erwarten, sind die Optoelektroniker nicht ganz so pessimistisch, denn der Markt bietet noch ein enormes Wachstumspotential. Ein Einbruch in der Automobilindustrie würde natürlich auch die Auslieferung von intelligenten Scheinwerfern verzögern, die in Oberklasse-Fahrzeugen verbaut werden. Doch in die untere Mittelklasse mit ihren großen Stückzahlen sind die intelligenten Leuchtquellen ja noch gar nicht vorgedrungen.

Bei einem ersten Rundgang zeigte sich schnell, dass es die „Photoniker“ weitaus leichter haben, die Aufmerksamkeit der Besucher auf sich zu ziehen. Ob es sich um ganze Messestände handelte oder um Produktdarstellungen – der Fachbesucher blieb erst einmal stehen und schaute (Fotos oben: K. H. Knapp).

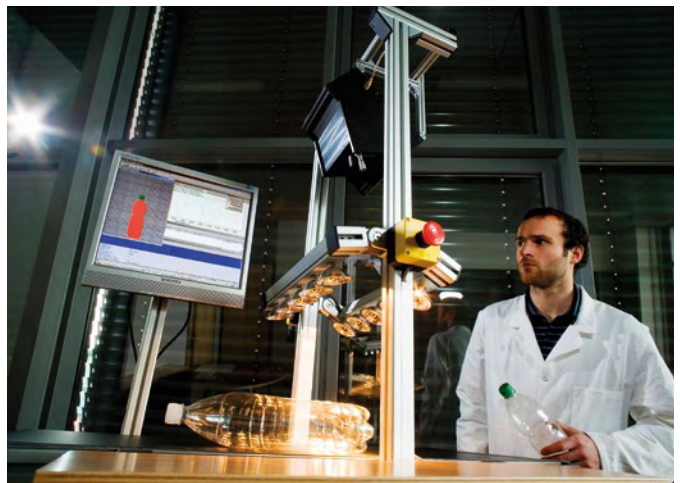
Bei Osram fanden wir zwei neue Multi-LEDs für Videowände. Die eine



ist für hochauflösende Displays auf Shows und Messen gedacht (Foto links: Osram). Sie soll die „schwärzeste“ LED auf dem Markt sein: Große Farbtiefe und herausragender Kontrast sind ihre Gütezeichen. Die andere MultiLED überzeugt mit sehr großer Helligkeit. Absolute Farbtreue auch in

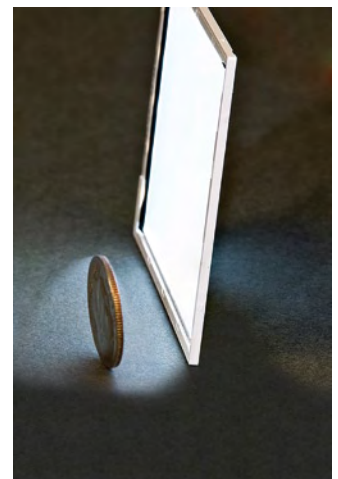
horizontaler Richtung sind selbstverständlich. Weiter hatte Osram ein neues Frontlicht („Headlamp“) für Autos entwickelt, das mit ein bis fünf LEDs bestückt werden kann (Foto Mitte unten: Osram). Die Farbtemperatur kommt mit 6000 K nahe an Tageslicht heran. Entgegenkommende Fahrzeuge werden weniger geblendet, eine Kurvenausleuchtung wird möglich. Die Lebensdauer des Frontlichts liegt - statistisch gesehen - über der Lebensdauer des Fahrzeugs.

Das Fraunhofer Institut für Photonische Mikrosysteme (IPMS) demon-



strierte eine Multispektrale Bilderfassung (Bild: FhG IPMS). Die Anwendungen reichen von der Sortierung von Lebensmitteln bis zur Plastiktrennung beim Recycling. Dieses „Hyperspectral Imaging System“ benötigt nur eine einzige Sensorzeile. Eingesetzt wird dabei ein MOEMS (micro-optical electro-mechanical system).

Und Global Lighting Technologies stellte ein neues Backlight für LCD-Bildschirme vor, das nur noch 1 mm tief ist. Damit lassen sich Bildschirmstiefen von etwa 1 cm realisieren.



CTSD-A/D-Wandler mit bis zu 10 MHz

Analog Devices stellt eine A/D-Wandlerfamilie vor, die nach dem Continuous-Time-Sigma-Delta-Prinzip (CTSD) arbeitet. Nach Herstellerangaben besitzen die Wandler eine branchenweit einzigartige Kombination aus geringem Rauschen und großer Bandbreite. Die 16-bit-CTSD-Wandler AD9261 und AD9262 sowie der CTSD-Modulator AD9267 bieten darüber hinaus noch einen hohen Dynamikbereich. Damit sind die Wandler für High-End-Anwendungen wie die Mobilfunk-Infrastruktur oder die Medizin-Elektronik prädestiniert.

Pipeline und SAR sind die heute gebräuchlichen A/D-Wandler-Prinzipien. Pipeline-A/D-Wandler werden typischerweise in der Mobilfunk-Infrastruktur, der Video-Verarbeitung sowie in anderen Anwendungen eingesetzt, in denen eine große Bandbreite gefragt ist. Die Domäne der SAR-ADCs ist dagegen die Messtechnik, wo eine hohe Genauigkeit und ein geringes Rauschen die wichtigsten Leistungskriterien sind. Zwischen den Pipeline- und SAR-ADCs klaffte bisher eine Lücke. Diese soll von den neuen CTSD-A/D-Wandlermodellen geschlossen werden, welche gleichzeitig eine hohe Bandbreite sowie einen großen Dynamikbereich bieten. Darüber hinaus sollen die neuen Wandler helfen, Bauteile einzusparen. Die rein resistive Eingangsstufe stellt keine besonderen Anforderungen an den Treiberverstärker und ist einfach anzusteuern, während das mit höherer Ordnung überabgetastete Continuous-Time-Loop-Filter Out-of-Band-Signale dämpft. Somit können große Basisbandfilter und andere Schaltkreise zur Signalaufbereitung entfallen. Der große Dynamikbereich reduziert oder eliminiert in vielen Anwendungen die Notwendigkeit einer automatischen Verstärkungssteuerung.

Die 16-bit-Familie AD926x mit Ein- und Zweifach-ADCs bietet 86 dB Dynamikbereich bei einer Eingangssignalbandbreite von bis zu



10 MHz. Die hoch integrierten Modelle AD9261 und AD9262 enthalten einen integrierten PLL-Takt-Multiplizierer, Dezimierungsfilter und Abtastratenwandler (Sample Rate Converter). Sie arbeiten mit flexiblen Abtastraten zwischen 30 und 160 MSample/s. Interessant: Der AD9267, der lediglich den 640-MSample/s-Modulator-Core und PLL-Takt-Multiplizierer enthält, liefert seine Daten direkt an den Ausgang. Dies gibt Entwicklern die Flexibilität, Signalverarbeitungsfunktionen auf ein FPGA oder einen Prozessor auszulagern. Die Leistungsaufnahme der neuen CTSD-Wandler liegt bei 150 bis 350 mW pro Kanal.

Die Wandlerfamilie wird derzeit bemustert und ist ab April 2009 in Produktionsstückzahlen erhältlich. Die Preise liegen zwischen 28 US-\$ und 48 US-\$ (bei Abnahme von 1.000 Stück). Wie man auf der Messe Electronica mitteilte, soll die Familie noch durch weitere Wandler erweitert werden.

www.analog.com

RFID-Chip mit Datenlogger-Funktion

Unter der Bezeichnung ZMD41211 stellt die ZMD AG einen Temperatur-Logger-RFID-IC mit reichhaltigem Funktionsumfang vor. Logistik-Unternehmen können mit dem Chip die während des Warentransports herrschenden Temperaturen und die Luftfeuchte genau aufzeichnen und speichern. Mit diesen Informationen lässt sich verhindern, dass Produkte, die nur sehr kurzzeitig Temperaturen außerhalb des zulässigen Bereiches ausgesetzt waren, aussortiert werden müssen.

Beim neuen RFID-IC (ISO/IEC 15693 kompatibel, 13,56 MHz, 1 m Reichweite) handelt es sich um ein Bauteil mit hoher Integrationsdichte. Auf dem Chip befinden sich ein passiver Transponder, ein Temperatursensor sowie Timer und EEPROM. Zur Aufzeichnung der Temperatur sind lediglich eine externe Spule sowie eine 1,3-V-Batterie erforderlich. Mit dem ZMD41211 erhalten Anwender nach Herstellerangaben die preiswerteste Aufzeichnungslösung, die derzeit auf dem Markt angeboten wird.

Temperaturen lassen sich auf acht verschiedene Arten aufzeichnen (Genauigkeit von 1°C über den gesamten Messbereich von -30 bis +50°C). So kann man das Bauteil zum Beispiel so einstellen, dass lediglich die Temperaturwerte gespeichert werden, die vom Anwender definierte Grenzwerte überschreiten. In den Speicher passen bis zu 720 Temperaturwerte, die Messfrequenz ist programmierbar. Der Chip lässt sich wiederverwenden. Zusätzliche Sensoren, etwa zur Überwachung der Luftfeuchte, kann man auf einfache Weise über die integrierte I2C-Bus-Schnittstelle anschließen.

www.zmd.biz/rfid.php?group=rf&content=about

Anzeige

PCB-POOL®

1dm²

- + Stopplack (für beide Seiten gleich)
- + Einrichtung
- + Fotoplot
- + MwSt.

€ 48,⁸⁶*

*Preisbeispiel für 8 AT
zzgl. Versandkosten
UPS Standard (D) € 6,90

DIN EN ISO 9001:2000
Zertifikat Nr. 01 100 004044

WATCH "ur" PCB®

Überwachen Sie die Produktion Ihrer Leiterplatten in
REALTIME

ROHS / WEEE konform

PÜNKTLICH oder KOSTENLOS

(oder früher, gib bei 24h an!)

Kooperationspartner **conrad.com**

Conrad Electronic, DEUTSCHLAND / ÖSTERREICH / SCHWEIZ

Einfach Datei senden und ONLINE bestellen:

PCB-POOL.COM

Fond... ..

Info:

Tel: 0 61 20 / 90 70 10
Fax: 0 61 20 / 90 70 14
info@pcb-pool.com

JANUAR 2009

8. - 11. Las Vegas (USA) Consumer Electronics Show

In Vegas sieht man Technik von morgen und übermorgen - eine Reise könnte sich lohnen! Unter anderem wird die 4G-Mobiltelefonie ein Thema sein.

www.cesweb.org

13. Pforzheim Einführung in die MPLAB-IDE

Anhand von praktischen Übungen wird das notwendige Wissen zu Microchips integrierter Entwicklungsumgebung MPLAB vermittelt (PIC18 und PIC16). Weitere Termine und andere Seminare von Microchip siehe Website!

<http://secure.microchip.com/RTC/V2/ViewSeminarDetail.aspx?SeminarDetailID=455>

15. Frankfurt Elektor-Workshop MSR über das Internet

Messen, Steuern, Regeln - und das von überall auf der Welt. Neben der nötigen Theorie steht das Programmieren eines Web-Servers mit angeschlossener Hardware in Visual Basic auf dem Stundenplan. Siehe auch Seite 12!

www.elektor.de/msr-workshop

21. Aachen Renesas M16C Workshop + OLED Ansteuerung

M16C bekennt Farbe, so heißt es bei Glyn. Entwicklerseminar rund um den neuen M16C-Typ, in dem auch die Ansteuerung eines OLEDs auf dem Stundenplan steht. Hinweis: Termin am 20. ist ausgebucht.

www.glyn.de

21. - 23. Nürnberg Eltec

Regionalmesse mit den Schwerpunkten Elektro-Installation, Gebäude- und Beleuchtungstechnik, Solar und mehr.

www.eltec-online.de

24. Luzern Elektor-Workshop AVR-Mikrocontroller

Der AVR-Experte Andreas Riedenauer wendet sich mit diesem Praxisseminar vor allem an Einsteiger. Genutzt werden die beliebten Mikrocontroller von Atmel.

www.elektor.de/avr-workshop

27. München LabVIEW-8.6-Tage

Auf diesem kostenlosen Seminar stellt National Instruments die neue Version von LabVIEW vor. Außerdem am 28.1. in Stuttgart und am

Deutschlands führende Elektronik-CAD-Software ist jetzt noch besser

Seit zwei Jahrzehnten ist EAGLE in der Elektronikbranche die unbestrittene Nummer eins für Schaltplanerstellung und Platinenentwicklung. Die Anwender sitzen in Einmannbetrieben ebenso wie in Großkonzernen. Unter den Top-100-Unternehmen in Deutschland dürfte es kaum eines geben, in dem EAGLE nicht eingesetzt wird. Der entscheidende Grund ist meist nicht der günstige Preis, sondern die einfache Handhabung. Hinzu kommt der hervorragende Support, der bei CadSoft grundsätzlich kostenlos ist und jedem Kunden unbeschränkt zur Verfügung steht. Diese Kriterien sind die wahren Kostenkiller!

Highlights der Version 5

Eigenständiger Schaltplaneditor erhältlich • Spezielle Eigenschaften für Elektropläne (automatische Signal-/Kontakt-Referenzen über Rahmenkoordinaten; umfangreiche Elektrobibliothek) • Rechte Maustaste öffnet Kontextmenu zum Editieren von Objekteigenschaften und zum Selektieren von Befehlen • Verriegelung von Bauteilen • Beliebige Attribute für ein Bauteil (z. B. für Datenbanken mit Bauteilnummern etc.) • Konsistentes Verschieben einer Gruppe auf andere Schaltplanseite • Umsortieren von Schaltplanseiten mit Drag&Drop • Replace im Schaltplan • benutzerdefinierte Alias-Namen für Raster-, Layer- und Bildausschnitt-Definitionen • Erweiterter grafischer ERC • Druckvorschau und Ausgabe von textdurchsuchbaren PDF-Dateien • Selektives Ausblenden von Luftlinien • Zeitsparendes Neurouten verlegter Leiterbahnen • Minimalabstand für jede Kombination von Netzklassen einstellbar • Wildcards im Ripup-Befehl und selektives Ripup für Polygone • Verbesserte Gruppendefinition • Professional Editon mit 999 Schaltplanseiten • Textsuche für Helpfunktion • Und vieles mehr

EAGLE Light ist Freeware!

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

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

www.cadsoft.de



CadSoft Computer GmbH
Hofmark 2, 84568 Pleiskirchen
Tel. 08635 6989-10, Fax -40
E-Mail: info@cadsoft.de



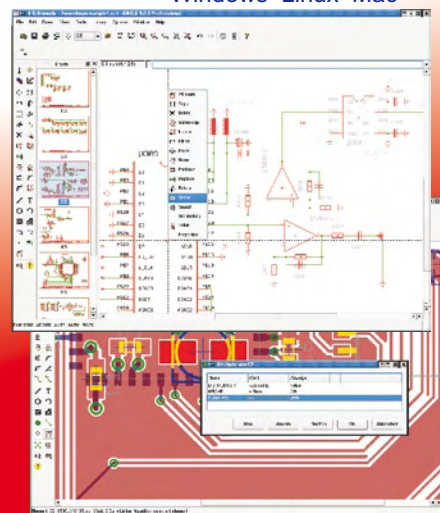
Jedem EAGLE-Paket in der Professional- bzw. Standard-Ausführung liegt ein Gutschein über eine professionell gefertigte doppelseitige Europakarte bei.

Windows / Linux / Mac ist ein eingetragenes Warenzeichen der Microsoft Corporation / Linus Torvalds / Apple Computer, Inc.



EAGLE
Version 5

für
Windows® Linux® Mac®



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

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

FEBRUAR 2009

29.1. in Nürnberg.

<http://ni.com/germany/veranstaltungen>

29. München Elektor-Workshop MSR über das Internet

Messen, Steuern, Regeln - und das von überall auf der Welt. Neben der nötigen Theorie steht das Programmieren eines Web-Servers auf dem Stundenplan (siehe auch Seite 12).

www.elektor.de/msr-workshop

31. - 1.2. Wiesbaden World of Hifi

Hier kann man diverse Anlagen sehen und hören, die aus den Geräten verschiedener Hersteller „komponiert“ wurden.

www.highendsociety.de

9. - 12. München Elektronik-Systeme im Automobil

Die Konferenz gilt als wichtiger „Jahrestreff“ der Automobil-Elektronik-Branche. Mit über 40 Vorträgen und einer Fachausstellung.

www.elektroniksysteme-automobil.de

17. Nürtingen E Motion Day

Kostenloses Entwickler-Seminar von EBV zum Thema Antrieb und Automatisierung. Vorgestellt werden Hardware- und Software-Lösungen von CoDeSys, Altera, NXP und andere mehr.

Weiterer Termin am 19.2. in Bielefeld.
www.ebv.com/en/events.html

19. München Batterien, Ladekonzepte & Stromversorgungsdesign

Die Zeitschrift „Design & Elektronik“ veranstaltet diesen jährlichen Branchentreff.

www.elektroniknet.de/home/termine/aktuell/

19. Hannover und 26. Leipzig Elektor-Workshop MSR über das Internet

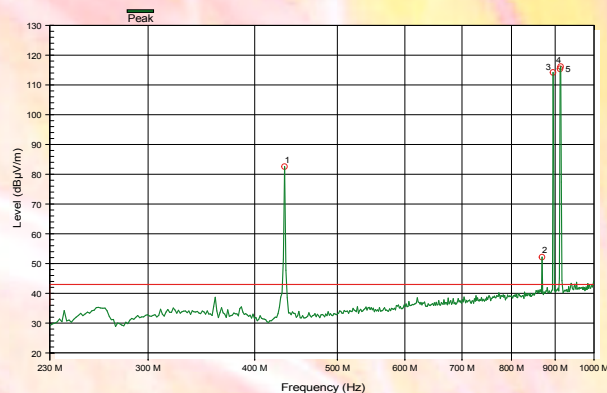
Messen, Steuern, Regeln - und das von überall auf der Welt. Neben der nötigen Theorie steht das Programmieren eines Web-Servers auf dem Stundenplan (siehe auch Seite 12).

Weiterer Termin am 12.3. in Luzern!
www.elektor.de/msr-workshop

Die Entdeckung des „Homo radiens“

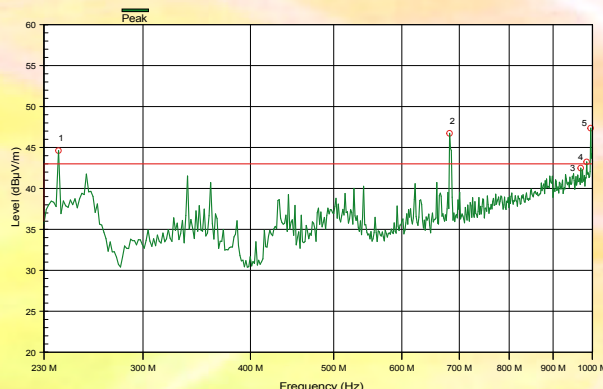
Er lief auf allen vieren, durchstreifte die Wälder, entdeckte das Feuer, jagte wilde Tiere und sogar Seinesgleichen, er lernte den aufrechten Gang, zähmte das Feuer im Herd, später bewegte er sich auf zwei Rädern, noch später auf vier, er erfand das TV-Gerät und stellte es in seine Höhle. Nun fühlt er sich gejagt, denn er weiß: Er strahlt!

Elektor begab sich auf die Suche nach dem „Homo radiens“, dem strahlenden Menschen. Wir haben uns dieser neuzeitlichen Gattung angenommen, indem wir einige unverzichtbare Attribute messtechnisch untersuchten.



Notebook

Notebooks lassen einen Mix vieler Signalkomponenten erwarten. Prozessor, Bus und Speicher sind Urheber elektromagnetischer Strahlung, ungefähr im Bereich 250...1000 MHz. Unser Messobjekt, ein Latitude D820 von Dell, zeigte Auffälligkeiten bei 240 MHz, 680 MHz und insbesondere oberhalb 1000 MHz. Quantitativ lag die Strahlung weitab der Bedenklichkeitsgrenze, mit der Messantenne in 1 m Abstand haben wir extrem niedrige Werte gemessen.



Wie haben wir gemessen?

Messungen elektromagnetischer Strahlungen können nur zuverlässig sein, wenn die Strahler von fremden Strahlungsquellen abgeschirmt sind. Wir haben unsere Messungen in einem so genannten semi-anechoischen Messraum durchgeführt, einem speziellen, überdimensionalen Faraday'schen Käfig. Er hält von außen einwirkende Strahlung fern, innen verhält er sich reflexionsfrei und absorbierend. Das Messsystem misst ausschließlich die Strahlung des Messobjekts. Alle Messungen wurden mit einer bikonischen logarithmisch-periodischen Antenne (30 MHz...1 GHz) durchgeführt. Als Messempfänger kam der ESIB 26 EMI Test Receiver (20 Hz...26 GHz) von Rohde & Schwarz zum Einsatz.



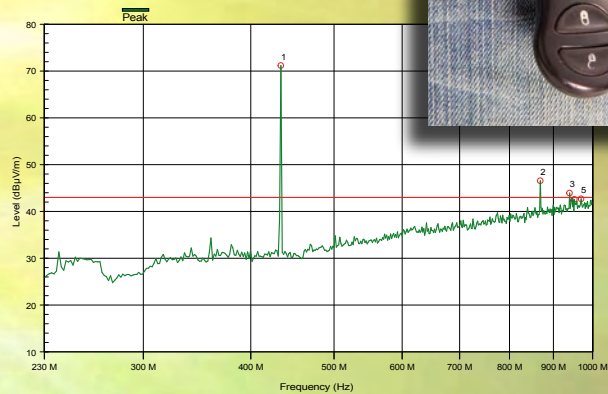
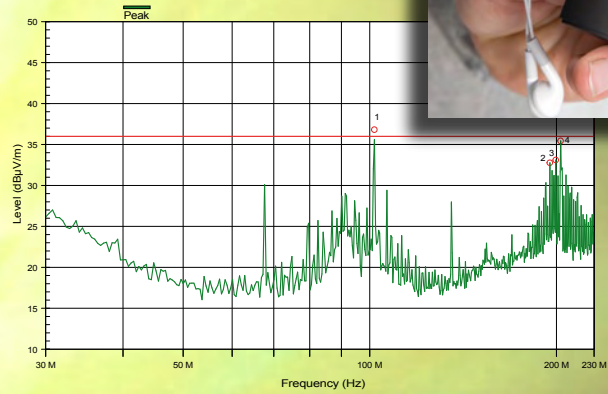
Drohen gesundheitliche Gefahren?

Nein, durch unsere Messobjekte mit Sicherheit nicht. Alle gemessenen Werte liegen weit unterhalb der zulässigen Grenzen. Die strengen gesetzlichen EMC-Grenzwerte werden um ein Vielfaches unterschritten.



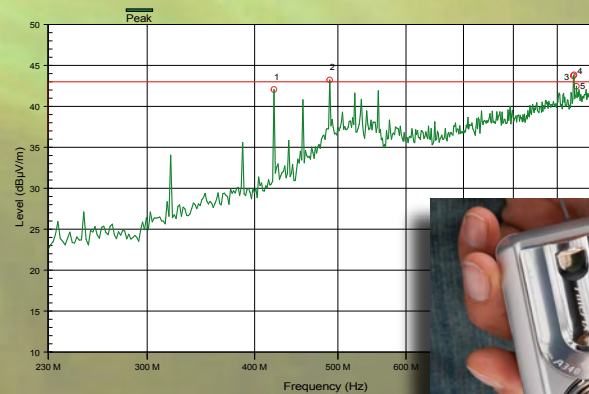
Handy

Wie vermutet liegt die Intensitätsspitze der Mobiltelefone bei 900 MHz. Auf halber Frequenz ist noch eine weniger ausgeprägte Spitze erkennbar. Gemessen haben wir in 5 m Abstand zur Antenne.



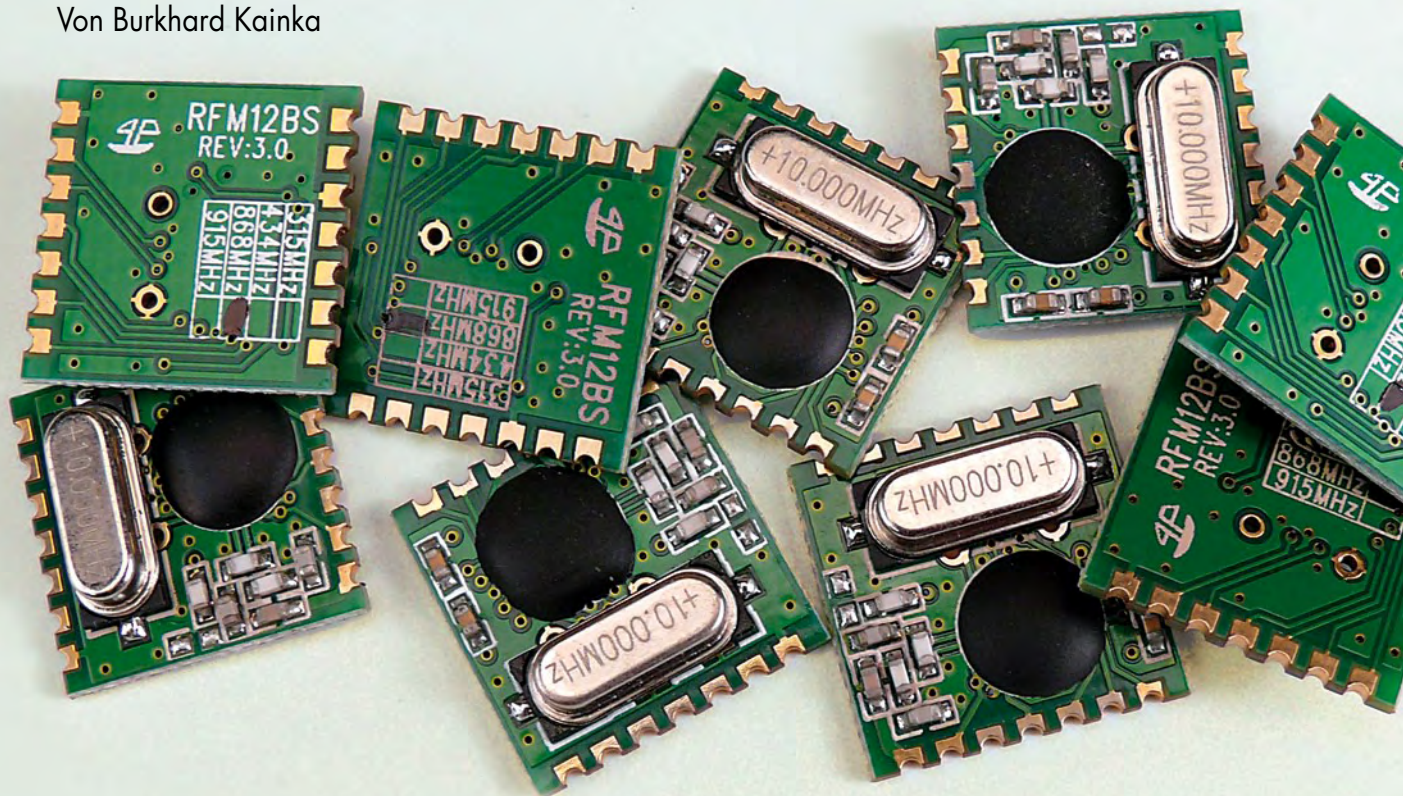
Digitalkamera, MP3-Spieler und Auto-Funkfernbedienung

Die Spektren der Digitalkamera und des MP3-Spielers sehen wie ein Rasen mit einigen seichten „Maulwurfshügeln“ aus. Auffällige Spitzen sind nicht auszumachen. Die Funkfernbedienung des Autos ist bei ungefähr 440 MHz aktiv, harmonische Signale treten erwartungsgemäß bei 880 MHz auf.



Funk für den Cont

Von Burkhard Kainka



Kabel gibt es schon genug, und meistens sind sie verheddert. Daten übertragen kann man aber auch mit günstigen Funkmodulen, die sich recht einfach an Mikrocontroller anschließen lassen. Wir haben dies mit zwei ATmegas und einem BASCOM-Programm ausprobiert, das gleichzeitig das Senden und Empfangen übernimmt.

Daten der Module

- Betriebsspannung: 2,2 V bis 5,4 V
- Stromaufnahme beim Senden: 23 mA
- Stromaufnahme beim Empfang: 14 mA
- Frequenzbereich: 860,48 MHz bis 879,51 MHz
- Sendeleistung: bis 4 dBm (ca. 2,5 mW)
- Empfindlichkeit: -100 dBm (ca. 2 μ V)
- Übertragungsrate: bis 115,2 kBaud
- Modulationshub: 15 kHz bis 240 kHz
- Empfängerbandbreite: 67 kHz bis 400 kHz
- 16 bit Empfänger-FIFO
- Zwei 8-bit-Sende-Datenregister

Die günstigen Funkmodule von Hope-RF [1][2] verwenden den IA4420 Universal ISM Band FSK Transceiver von Integration/Silicon Labs [3]. Der IA4420 lässt sich zwischen dem 315-, 433-, 868- und 915-MHz-Band umschalten, in Europa sind allerdings nur 433 und 868 MHz zugelassen. Für die verschiedenen Bänder bietet Hope-RF jeweils ein Modul mit einem auf das Band abgestimmten Antennenkreis an (**Bild 1**). Elektor hat sich für 868 MHz entschieden, weil dieser Bereich weniger überlastet ist als das 433-MHz-Band. Man kann dieses Modul auch auf 433 MHz betreiben, wobei dann allerdings wegen der fehlenden Antennenanpassung nur eine geringe Reichweite erzielt wird.

Das Modul darf gemäß den Bestimmungen für Non-specific Short Range Devices (SRD) im Bereich 868,0 MHz bis 868,6 MHz betrieben werden. Eine relative Frequenz-Belegungsdauer von 1 % darf man nicht überschreiten. Wegen der recht breiten Modulation betreiben wir das Modul in der Mitte des erlaubten Bereiches, also auf 868,3 MHz.

Experimente mit 868-MHz-Modulen

Das Blockschaftbild (**Bild 2**) des Transceivers zeigt einige bemerkenswerte Details. Basis des Empfängers ist ein IQ-Mischer, wie er auch im Software Defined Radio in Elektor Mai 2007 verwendet wurde. Die Verarbeitung des Basisbands mit Verstärker, Filter und Demodulator liefert ein digitales Ausgangssignal. Im Sender steuert der PLL-VFO direkt die Endstufe. Die Modulation verwendet die Frequenzumtastung (FSK, frequency shift keying). Der Modulationshub und die Empfangsbandbreite sind in weiten Grenzen einstellbar. Im Gegensatz zur weit verbreiteten Schmalband-FM wird hier mit großem Hub von ± 15 kHz bis ± 240 kHz und einer entsprechend großen Empfängerbandbreite bis ± 400 kHz gearbeitet.

Initialisierung

Die RFM12-Module werden über eine SPI-Schnittstelle mit Chip-Select (NSEL), Taktleitung (SCK) und zwei Datenleitungen für beide Richtungen (SDI und SDO) angesteuert (siehe dazu **Bild 3**). Es werden also vier Leitungen benötigt. Man kann zum Beispiel die Hardware-SPI eines ATmega verwenden, wobei man allerdings darauf achten muss, dass das RFM12 jeweils 16 bit erwartet. Bei einem ATmega32 gehören die Anschlüsse PB4 bis PB7 zur SPI-Schnittstelle (/SS, MOSI, MISO und SCK). Das Listing zeigt die Datenübertragung eines 16-bit-Words. Diese Routine, die für beide Richtungen funktioniert, lässt sich durch eine andere Zuordnung der Ports leicht an andere AVR-Controller anpassen.

```
Nsel Alias Portb.4
Sdi Alias Portb.5
Sdo Alias Pinb.6
Sck Alias Portb.7
```

```
Function Spi16(byval Dout As Word) As Word
Local Nspi As Integer
Local Dspi As Integer
Local Dsdo As Word
    Nsel = 0
    Dsdo = 0
    For Nspi = 1 To 16
        Dspi = Dout And &H8000
        If Dspi = 0 Then
            Sdi = 0
        Else
            Sdi = 1
        End If
        Dout = Dout * 2
        Dsdo = Dsdo * 2
        Dsdo = Dsdo + Sdo
        Sck = 1
        Waitus 5
        Sck = 0
    Next Nspi
    Nsel = 1
    Spi16 = Dsdo
End Function
```

Beim Start muss das Modul erst einmal initialisiert werden.

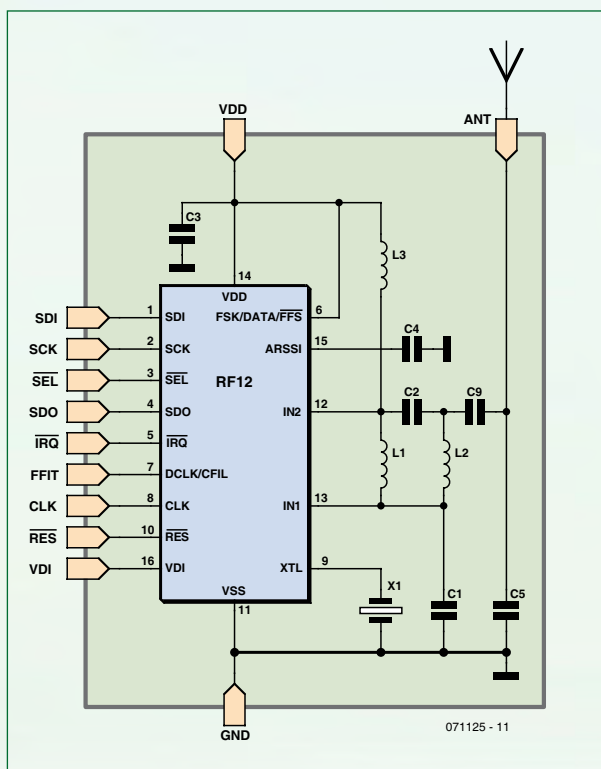


Bild 1.
Antennenanpassung
innerhalb der Module.
Die Beschaltung und die
Bauteilwerte hängen
vom Frequenzbereich des
jeweiligen Modul-Typs ab.

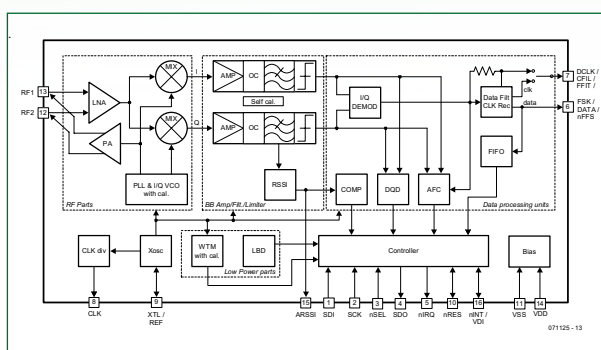


Bild 2.
Blockschaltbild des
Transceivers IA4420.

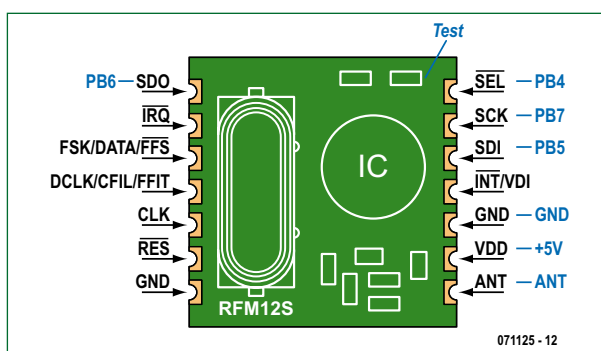


Bild 3.
Pins des Funkmoduls. PB4 bis PB7 sind die Anschlüsse der Atmega32-SPI-Schnittstelle. Am Testpunkt lässt sich die Signalstärke bestimmen.

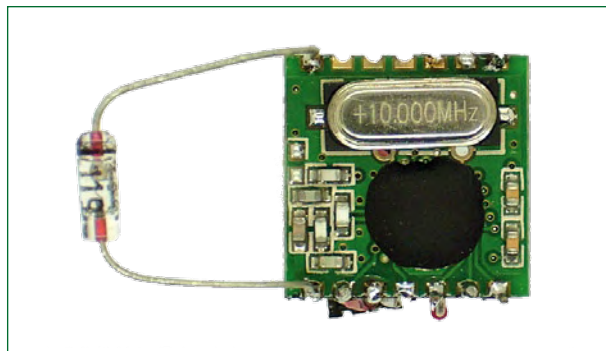


Bild 4.
Über eine Diode kann man messen, ob ein Signal am Antennenanschluss anliegt.

Tatsächlich gibt es so viele Einstellungen, dass es nicht ganz einfach ist, die richtigen Bits zu setzen. Das umfangreiche Datenblatt [3] listet alle Einstellungen auf. Das folgende Listing zeigt bewährte Einstellungen: 868,3 MHz mit einem Frequenzhub von +/-90 kHz und einer Datenrate von 2,4 kbaud. Für die Frequenzeinstellung gibt es zusätzlich noch die Sub Freq_rfm12. Wer einmal das 434-MHz-Band testen will, muss statt &H80e7 das Word &H80d7 senden.

```
Nsel = 1
Sck = 0
'D = Spi16(&H80d7) '434 MHz band
D = Spi16(&H80e7) ,868 MHz band
D = Spi16(&H82d 9)
D = Spi16(&Ha67c)
D = Spi16(&Hc647)
D = Spi16(&H94a0)
D = Spi16(&Hc2ac)
D = Spi16(&Hca81)
D = Spi16(&Hc483)
D = Spi16(&H9854)
D = Spi16(&He000)
D = Spi16(&Hc800)
D = Spi16(&Hc000)

Freq = 868.300
Freq_rfm12
...

Sub Freq_rfm12
  If Freq < 800 Then Freq = Freq * 2
  Freq = Freq - 860
  D = Freq / 0.0050
  If D < 96 Then D = 96
  If D > 3903 Then D = 3903
  D = D + &HA000
  D = Spi16(d)
End Sub
```

Senden

Es gibt so viele mögliche Tücken, dass man zunächst einmal mit einfachen Tests beginnen sollte. Das Programm RFM12. bas enthält dazu einige Testroutinen, die man mit einem Goto-Befehl anspringen kann. Die ersten Tests mit Dauersignal-Aussendungen entsprechen noch nicht den gesetzlichen Bestimmungen und sollten daher ohne eine Antenne durchgeführt werden. Das nächste Listing zeigt einen Sendertest ohne Modulation. Das Kommando &H8238 schaltet den Sender ein. Wenn man sehen will, ob ein Signal am Antennenanschluss liegt, braucht man nur eine Ge- oder Schottkydiode parallel gegen GND anzuschließen (siehe **Bild 4**). Parallel zur Diode lässt sich dann eine Spannung von ca. 1 V messen. Wer die Möglichkeit hat, das Signal auf einem Funkscanner abzuhören, sucht vergeblich bei

868,3 MHz. Aber etwas tiefer bei etwa 868,21 MHz hat man Erfolg, da der Modulationshub die Frequenz verringert.

```
'start transmitter, no data
Test1:
  D = Spi16(&H8238)
  Do
  Loop
```

Der zweite Test liefert ein modulierte Dauersignal (siehe unten). Dazu dient das Kommando &Hb8xx, wobei xx das Modulationsbyte ist (in unserem Beispiel AA=10101010). Vor jedem übertragenen Byte muss aber mit Wait_rfm12 die Bereitschaft des Moduls abgewartet werden. Man schaltet dazu NSEL auf Null und wartet, bis die Datenleitung SDO hochgeht (das funktioniert unabhängig davon, ob das Modul als Sender oder Empfänger genutzt wird).

```
Sub Wait_rfm12
  Nsel = 0
  Do
  Loop Until Sdo = 1
End Sub

'transmit data
Test2:
  D = Spi16(&H8238)
  Do
    Wait_rfm12
    D = Spi16(&Hb8aa)
  Loop
```

Nun hört man mit einem Scanner sowohl bei 868,21 MHz als auch bei 868,39 MHz ein Tonsignal, weil der Sender dauernd zwischen diesen beiden Frequenzen hin- und herschaltet.

Empfangen

Zum Empfang von Daten braucht man ein zweites System mit einem Mega32 und einem RFM12. Test 4 demonstriert den Empfang von 100 ankommenden Datenbytes in einem kontinuierlichen Empfangsmodus, wobei alle Daten ungefiltert über die RS232 weiter gegeben werden.

```
'start receiver, all data
Test4:
  D = Spi16(&H82c8)
  D = Spi16(&Hca87)
  For N = 1 To 100
    Wait_rfm12
    D = Spi16(&Hb000)
    Data_in(n) = D
    Print Chr(d);
  Next N
  Do
  Loop
```

Auch wenn gar kein Sendesignal auf der eingestellten Frequenz vorhanden ist, liefert der Empfänger immer irgendwelche Signale. Test 4 setzt das Rauschen des Empfängers und der Antenne dann in eine zufällige Zahlenfolge um. Interessant wird es, wenn der Sender eingeschaltet wird. Test 2 liefert immer gleiche Datenbytes AA. Wie reagiert der Empfänger auf dieses Signal? Zunächst verändert sich der Datenstrom. Es erscheinen immer gleiche Zeichen, allerdings meist nicht die ausgesendeten Bytes. Bei genauer Betrachtung erhält man aber immerhin die richtige Bitfolge. Der Empfänger weiß nur leider nicht, wo der Anfang eines

Bytes beginnt und das Ende anhört.

Immerhin lässt sich schon die Signalstärke untersuchen. Der IA4420 besitzt einen Anschluss für die AGC (ARSSI, Testpunkt im Bild 3), der zwar leider auf dem Modul nicht an einen Pin geführt wurde, aber auf der Platine gut zu erreichen ist. Man findet den gesuchten Testpunkt am Kondensator ganz in der Ecke. Die Gleichspannung an diesem Punkt verrät die Empfangsstärke. Ohne Signal findet man hier 0,3 V bis 0,5 V, mit einem starken Signal geht die Spannung hoch auf über 1 V. Auch im normalen Betrieb kann man hier später immer mal nachsehen, ob die Sende-Bursts der Gegenstation mit ausreichender Feldstärke ankommen.

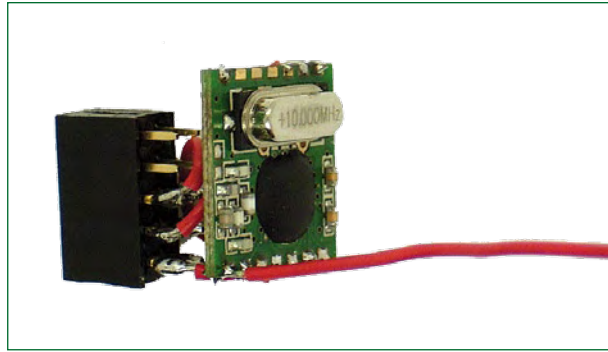
Synchronisation

Theoretisch könnte man den Bitstrom des Empfängers nutzen und mit etwas Software gültige Daten herausfischen. Aber die Entwickler des IA4420 haben diese Arbeit bereits erledigt. Die Empfangsdaten werden laufend durch ein 16 bit breites Schieberegister (FIFO, first in first out) geschoben. Hier werden die Daten permanent mit einem ganz bestimmten Bitmuster verglichen. Dieser Zauberschlüssel heißt 2DD4 (nicht zu verwechseln mit dem bekannten Roboter R2-D2). Der Sender muss also genau diese beiden Bytes, zuerst 2D und danach D4, in seinen Datenstrom einfügen. Dann weiß der Empfänger, dass nun die eigentliche Nachricht folgt. Man sendet zuerst einmal eine Bitfolge mit abwechselnden Einsen und Nullen, also z.B. drei Bytes AA. Damit gibt man dem Empfänger eine Chance, sich auf den Bitstrom zu synchronisieren und seine ALC einzustellen. Dann folgen die beiden Schlüsselbytes und danach die eigentlichen Nutzdaten. In Test 3 werden laufend die beiden Bytes 2D und D2 gesendet.

```
'transmit key data
Test3:
  D = Spi16(&H8238)
  Do
    Wait_rfm12
    D = Spi16(&Hb82d)
    Wait_rfm12
    D = Spi16(&Hb8d4)
  Loop
```

Im Empfänger lässt man nun Test 5 laufen, das sich von Test 4 nur im zweiten Initialisierungskommando unterscheidet. Es sollen wieder 100 Bytes empfangen werden. Solange aber der Sender noch nicht eingeschaltet wurde, hängt das Programm diesmal in der Sub Wait_rfm12. Denn jetzt geht SDO des Empfängers erst auf High, wenn zum ersten Mal die Bytes 2D und D2 empfangen wurden. Dann werden die folgenden Daten weiter gereicht. Und nun stimmt auch die Synchronisation. Es werden weitere Bytes 2D und D4 gelesen.

```
'start receiver, matched data
Test5:
  D = Spi16(&H82c8)
  D = Spi16(&Hca83)
  For N = 1 To 100
    Wait_rfm12
    D = Spi16(&Hb000)
    Data_in(n) = D
    Print Chr(d);
  Next N
Do
Loop
```

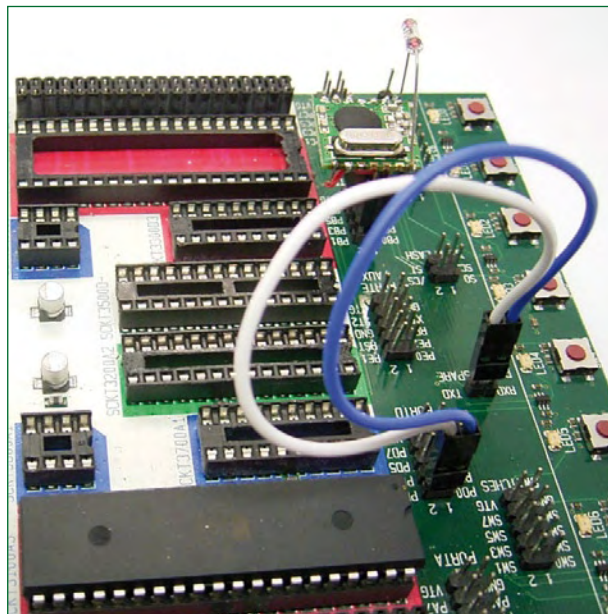


Der Autor hat das Modul hier an einen Steckverbinder gelötet,...

Übertragung von Nutzdaten

Nach diesen Tests hat man nun alles im Griff und kann mit der echten Datenübertragung beginnen. Das nächste Listing zeigt die Sende- und die Empfangsroutine. Wir verwenden jeweils einen Datenpuffer von 10 Byte. Beim Senden mit Send_rfm12 werden an die zehn Datenbytes noch zwei Dummybytes angehängt, damit der Sender nicht zu früh während der Übertragung der letzten Nutzdaten abgeschaltet wird. Für den Empfänger gibt es ein Timeout. Wenn die globale Variable Timeout den Wert 100 enthält, wartet Receive_rfm12 maximal 100 ms auf ankommende Daten. Wenn nichts angekommen ist, bleibt der Empfangspuffer unverändert.

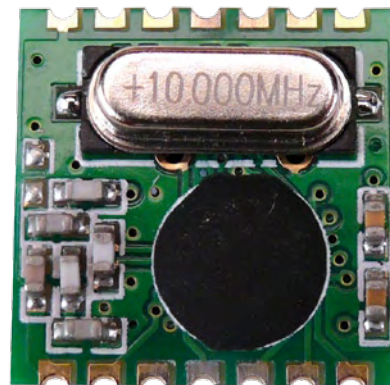
```
Sub Send_rfm12
  D = Spi16(&H8238)
  Wait_rfm12
  D = Spi16(&Hb8aa)
  Wait_rfm12
  D = Spi16(&Hb8aa)
  Wait_rfm12
  D = Spi16(&Hb8aa)
  Wait_rfm12
  D = Spi16(&Hb82d)
  Wait_rfm12
  D = Spi16(&Hb8d4)
  For N = 1 To 10
    Wait_rfm12
    D = &HB800 + Data_out(n)
    D = Spi16(d)
```



... so dass er auf einem STK 500 AVR-Starter-Board schön experimentieren kann.

Anwendungs-Ideen

- Schalten von Verbrauchern wie Lampen und Radios
- Roboter-Fernsteuerung
- Garagentorsteuerung
- Hauptschalter im Kinderzimmer, damit am Abend wirklich alles aus ist
- Alarmanlage
- Übertragung einfacher Nachrichten ins Arbeitszimmer (Essen kommen!)
- Übertragung von Statusinformationen aus dem Heizungskeller
- Übertragung analoger Messwerte (mit modifizierter Software)
- Fernüberwachung von Batterien und Ladegeräten
- Wetterstation



```

Next N
Wait_rfm12
D = Spi16(&Hb8aa)
Wait_rfm12
D = Spi16(&Hb8aa)
Wait_rfm12
D = Spi16(&H8208)
End Sub

Sub Receive_rfm12
  Tt = Timeout * 10
  D = Spi16(&H82c8)
  D = Spi16(&Hca83)
  For N = 1 To 10
    Nsel = 0
    T = 0
    Do
      T = T + 1
      Waitus 100
      If T > Tt Then Goto Notsignal
    Loop Until Sdo = 1
    D = Spi16(&Hb000)
    Data_in(n) = D
  Next N
Notsignal:
  D = Spi16(&H8208)
End Sub

```

Mit Receive_rfm12 und Send_rfm12 hat man nun alles für eine echte Anwendung zusammen. Das Ziel ist eine Firmware, die identisch in zwei Systemen laufen kann. Beide Systeme sollen also abwechselnd senden und empfangen. Im Beispiel wird der Sendepuffer mit einer aufsteigenden Zahlenfolge gefüllt. Der Empfänger gibt die zehn Nutzbytes über die RS232 aus, sodass man jederzeit kontrollieren kann, ob die Verbindung steht.

Ein Problem ist dann noch offen: Wie verhindert man, dass beide Controller gleichzeitig senden und die Signale ungehört im Äther verhallen? Ganz einfach, mit ein wenig Zufall. Die Timeout-Zeit ändert sich zufällig zwischen 400 ms und 1400 ms. Anfangs werden dann eventuell einige Sendeveruche ins Leere laufen. Sobald sich aber beide Stationen auf diese Weise getroffen haben, senden und empfangen beide in einem passenden Takt.

```

Do
  For N = 1 To 10
    Data_out(n) = N
  Next N

```

```

Send_rfm12
Waitms 500
For N = 1 To 10
  Data_in(n) = 0
Next N
Timeout = 400 + Rnd(1000)
Receive_rfm12
For N = 1 To 10
  Print Data_in(n);
  Print " ";
Next N
Waitms 700
Loop

```

Eine praktische Anwendung wäre, das an einem Port eines Mikrocontrollers anliegende Byte zu übertragen und an einem Port des anderen Controllers auszugeben. Damit könnte man prinzipiell bereits acht Verbraucher fernsteuern. Wer diese Übertragung noch sicherer machen will, sendet gleich danach ein weiteres Byte invertiert, so dass man Bit-Übertragungsfehler detektieren kann. Außerdem könnte man vier Ausgänge des empfangenden Controllers an vier von dessen Eingängen legen – in die andere Richtung wird dann eine Rückmeldung zurückgefunkt!

Eine entsprechende Anwendung findet sich in der Folge des CC2-AVR-Projekts in diesem Heft. Weitere mögliche Anwendungen haben wir im Kasten zusammengestellt.

(071125)

Die Funkmodule (071125-71) sind im Elektor-Shop erhältlich, siehe Website [2] oder Shopseiten am Ende dieses Heftes.

Die BASCOM-Programme kann man von der Elektor-Website downloaden [2].

Weblinks

- [1] www.hoperf.com
- [2] www.elektor.de/071125
- [3] www.silabs.com/Support%20Documents/TechnicalDocs/IA4420-DS%20v1.7r.pdf

Von den Machern von Elektor!



Oder frei Haus unter www.elektor.de bestellen!



Berührungssens

High-Tech im Getränkespender

Dave Van Ess (Applications Engineer and Member of Technical Staff, Cypress USA)

In diesem Beitrag wird gezeigt, wie kapazitive Sensor-Systeme die Zuverlässigkeit vieler Produkte steigern können. Der Einsatz kann sich auch lohnend auf die Funktionalität, den Nutzwert und den Wartungsaufwand auswirken. Wir haben zwei Evaluation-Kits mit CapSense-Modulen von Cypress zusammengestellt, um unseren Lesern den Zugang zu dieser Technologie leichter zu machen.

Das Problem, um das es hier geht, lässt sich an der üblichen Konstruktion eines Getränkespenders verdeutlichen. Bei den mechanischen Zapfhähnen dieser Geräte ist nicht auszuschließen, dass sie falsch bedient werden oder sogar abbrechen. Das Getränk fließt ungehindert aus dem Behälter und überschwemmt die Umgebung. Auch Sabotageakte liegen bei mechanischen Schließ- oder Schaltvorrichtungen im Bereich des Möglichen, zum Beispiel durch Fixieren mit einem Klebeband. Bei mechanischen Tastern besteht die Gefahr, dass Saboteure im gedrückten Zustand spitze Gegenstände wie Nadeln oder Streichhölzer in das Tastergehäuse einklemmen. Eine Lösung dieses Problems stellen kapazitive Systeme dar, bei denen keine beweglichen Teile vorhanden sind. Solche Systeme eignen sich insbesondere für Geräte, die Füllgüter oder auch Lebensmittel oder Getränke verteilen.

Im Prinzip ist der Aufbau kapazitiv arbeitender Steuerungssysteme unkompliziert, denn sie bestehen aus nur drei elementaren Systemkomponenten:

- Kapazitätsvariabler Kondensator
- Kapazitätsmesser
- Auswerteeinheit der Messwertänderungen

Grundlagen

Werfen wir einen Blick auf **Bild 1**. Kapazitive Sensoren weisen typischerweise Eigenkapazitäten im Bereich 10...30 pF auf. Die Kopplungskapazitäten des Fingers, der den Sensor über eine 1 mm starke, isolierende Abdeckplatte berührt, liegen in der Größenordnung 1...2 pF. Stärkere Isolierschichten setzen diese geringen Kapazitäten weiter herab. Der am Sensor anliegende Finger ist vom System nur eindeutig erkennbar, wenn die Empfindlichkeit des nachgeschalteten Kapazitätsmessers besser als 1 % des Messbereichs ist.

Ein effizienter und leicht realisierbarer Kapazitätsmesser kann, wie in **Bild 2** dargestellt, nach dem Prinzip des Delta-Sigma-Modulators arbeiten. Über die wechselweise gesteuerten Schalter fließt die Ladung des Sensor-Kondensators in den integrierenden

orik mit CapSense

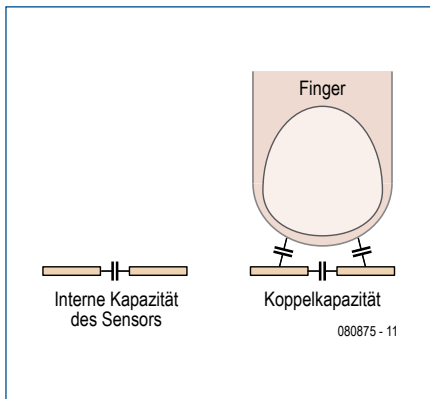


Bild 1. Der menschliche Finger und der kapazitive Taster.

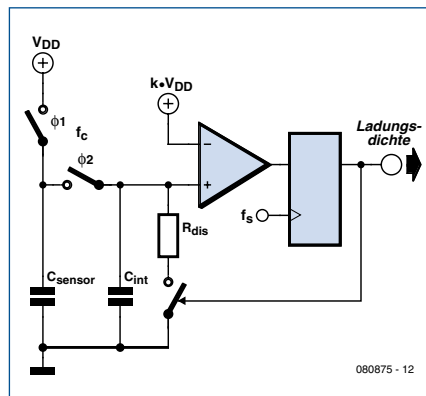


Bild 2. Delta-Sigma-Modulator zum Messen von Kapazitäten.

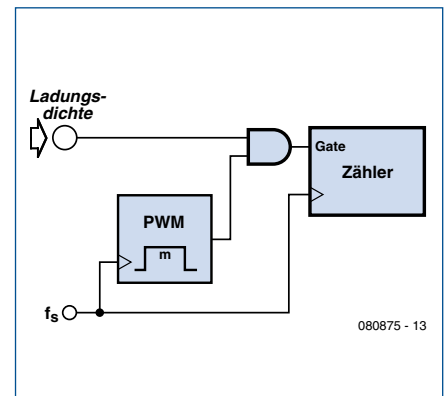


Bild 3. Messen der zur Kapazität proportionalen Größe „Density“.

Kondensator. Die Spannung an diesem Kondensator wächst, bis sie die Referenzspannung übersteigt. Der Komparator schaltet um, so dass jetzt der Entladewiderstand wirksam wird. Sobald die integrierte Spannung unter die Referenzspannung sinkt, wird der Entladewiderstand abgeschaltet. Der Komparator ist gegengekoppelt, damit sich die integrierte Spannung um den Wert der Referenzspannung bewegt.

Sensor-Ladestrom

Während der Phase $\Phi 1$ wird der Sensor-Kondensator C_{sensor} auf die Betriebsspannung aufgeladen, in der Phase $\Phi 2$ fließt die Ladung zum integrierenden Kondensator C_{int} . Die Gegenkopplung ist bestrebt, diese Spannung auf der Höhe der Referenzspannung $k \cdot V_{dd}$ zu halten. Mit jedem Wechsel der Schalterzustände wird eine bestimmte Ladungsmenge übertragen. Die Ladungsübertragung findet im Rhythmus der Schaltfrequenz f_c statt. Für den Ladestrom gilt folgende Beziehung:

$$I_c = C_{\text{sensor}} \cdot (V_{dd} - k \cdot V_{dd}) \cdot f_c$$

Sensor-Entladestrom

Während der Komparator-Ausgang auf hoher Spannung ist, schließt der dritte Schalter, so dass der integrierende Kondensator über den Widerstand entladen wird. Der Schaltzustand des Komparators wechselt in der Weise, dass die Spannung am integrierenden Kondensator mit der Referenzspan-

nung möglichst übereinstimmt. Der Periodenanteil, in der die Komparator-Ausgangsspannung hoch ist, wird „Density_{Out}“ genannt. Das Entladen kann nur während dieser Zeiten stattfinden. Für den Entladestrom gilt folgende Beziehung:

$$I_D = \frac{k \cdot V_d}{R_{dis}} \cdot \text{Density}_{\text{out}}$$

In eingeschwungenem Zustand müssen der Ladestrom I_c und der Entladestrom I_D miteinander übereinstimmen. Das Gleichsetzen von I_c und I_D führt zu folgender Beziehung:

$$C_{\text{sensor}} = \text{Density}_{\text{out}} \cdot \frac{k}{1-k} \cdot \frac{1}{R_{dis}} \cdot \frac{1}{f_s}$$

Die Sensor-Kapazität ist proportional zur Größe $\text{Density}_{\text{Out}}$, denn die Schaltfrequenz, der Entladewiderstand und die Referenzspannung $k \cdot V_{dd}$ sind bekannte Konstanten. Wenn $\text{Density}_{\text{Out}}$ gemessen wird, lässt sich daraus die Sensor-Kapazität berechnen. Die Referenzspannung ist proportional zur Betriebsspannung, so dass die Betriebsspannung aus vorstehender Beziehung heraus fällt. Das bedeutet, dass das Messsystem tolerant gegenüber Schwankungen der Betriebsspannung ist.

Zum Messen der Größe $\text{Density}_{\text{Out}}$ kann ein digitales System benutzt werden,

wie es in Bild 3 skizziert ist. Das PWM-Signal schaltet das Density-Signal zum Gate eines Zählers durch. Wenn der maximale Zählerstand gleich m ist und der Zähler innerhalb einer Periode bis zum Stand n zählt, ist $\text{Density}_{\text{Out}}$ gleich n/m . Um die Auflösung 1 % zu erreichen, muss lediglich der Messvorgang auf 100 Perioden ausgedehnt werden. Durch Messen über 1000 Perioden wird sogar die Auflösung 0,1 % erreicht.

Magnetventil statt Zapfhahn

Aus gebräuchlichen Getränke spendern wird das Getränk über einen mechanischen Zapfhahn entnommen, der Flüssigkeitsspiegel muss dann natürlich über diesem Bedienelement liegen. Der mechanische Zapfhahn wird jetzt durch ein elektrisch steuerbares Magnetventil ersetzt. Nur die Ergonomie bestimmt, wo der kapazitive Sensor am Gerät angebracht wird. Der steuernde Controller kann die Dauer der Sensor-Betätigung auswerten und die Menge der entnommenen Flüssigkeit begrenzen. Der Schutz gegen Fehlbedienung und Vandalismus lässt sich beliebig ausweiten.

Das beschriebene Vorhaben ist mit PSoC-Modulen der Typenreihe CY24x94 von Cypress unkompliziert realisierbar. Ein Anschluss führt zum kapazitiven Sensor, der zweite zum Entladewiderstand, der dritte zum Integrationskondensator, während der vierte Anschluss das Magnetventil steuert. In Bild 4 ist das System blockschema-

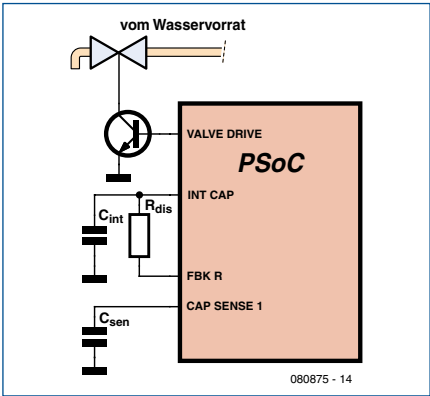


Bild 4. Steuern der Entnahmemenge aus einem Getränkespender.

tisch dargestellt.

Kapazitiv und mehr

Die Technik der kapazitiven Sensoren eröffnet vielfältige Möglichkeiten für die Praxis.

Temperaturen messen

Übliche Getränkespender bestehen aus folgenden Komponenten:

- Flüssigkeitsbehälter
- Kühlsystem mit Kompressor
- Thermostat

Der mechanische Thermostat reagiert auf die Temperatur der im Behälter befindlichen Flüssigkeit. Er schaltet das Kühlsystem ein, wenn die Temperatur einen fest gelegten Wert überschreitet. Verstellen lässt sich die Einschalttemperatur nur durch mechanisches Justieren des Thermostaten. Da der Thermostat das Kühlsystem lediglich ein- und ausschaltet, handelt es sich um eine so genannte Zweipunktregelung.

Der Controller, der die Informationen des kapazitiven Sensors verarbeitet, kann auch das Kühlsystem anstelle des mechanischen Thermostaten steuern. Dazu sind lediglich eine Erweiterung der Software sowie ein geeigneter Temperatur-Sensor erforderlich. Zum Messen von Temperaturen bieten sich so genannte Thermistoren an, temperaturabhängige Widerstände aus Halbleitermaterial, deren Widerstand mit steigender Temperatur sinkt. Die Temperatur kann leicht aus dem gemessenen Widerstandswert errechnet werden. In Bild 5 ist eine Tempe-

ratur-Messschaltung blockschematisch dargestellt. Der Thermistor-Widerstand ergibt sich aus der Spannung am Thermistor, bezogen auf die Spannung am Vergleichswiderstand:

$$R_{ther} = R_{ref} \cdot \frac{V_{in} - V_{ref-}}{V_{ref+} - V_{in}}$$

Nach der Systemerweiterung kann die Hardware, die zuvor lediglich Kapazitäten misst, auch Temperaturen messen. Von der gemessenen Flüssigkeitstemperatur hängt ab, wann das Kühlsystem aktiviert werden muss. Ergänzend können weitere Temperatur-Sensoren die Raumtemperatur sowie die Betriebstemperatur des zum Kühlsystem gehörenden Kompressors messen. Durch die Überwachung des Kompressors wird Betriebsstörungen der Kühlanlage vorgebeugt. Der steuernde Controller schaltet die Kühlanlage rechtzeitig ab und gibt eine

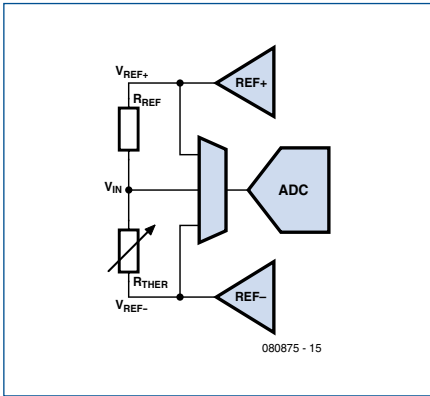


Bild 5. Messen von Widerständen durch Spannungsvergleich.

Temperaturvorgabe

Wenn in einem Kühlsystem Temperaturen gemessen und gesteuert werden, liegt es nahe, auch ihre Sollwerte flexibel einstellen zu können. Dazu muss die Hardware durch ein Tasterfeld und ein

Display ergänzt werden. Das Tasterfeld kann aus kapazitiven Sensoren bestehen, der notwendige Controller ist bereits vorhanden.

Gleichzeitig kann der Controller ein handelsübliches alphanumerisches LC-Display steuern, das alle relevanten Informationen ausgibt. Für die Benutzerschnittstelle sind 16 Controller-Portleitungen reserviert.

Uhrenfunktion

Nur ein externer Quarz und ein wenig ergänzende Software sind nötig, um eine Uhrenfunktion zu implementieren. Damit kann die Getränke-Temperatur flexibel an die Tages- und Nachtzeiten angepasst werden, in denen das Gerät nicht

benutzt wird. In Bild 7 ist ein solches erweitertes System skizziert.

USB

Die Wartung und Entstörung komplexer Geräte ist immer mit Kosten verbunden. Wenn das Gerät mit einem USB-Port ausgestattet ist, kann der USB-Port als Diagnose-Schnittstelle dienen.

Die Arbeit des Service-Technikers beginnt mit dem Anschließen seines Notebooks. Störungsdiagnosen können sogar über das Internet durchgeführt werden.

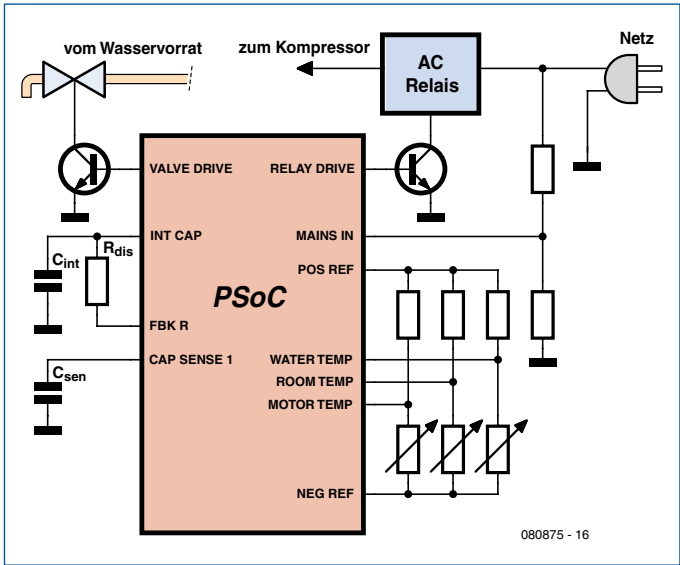


Bild 6. Erweitertes System mit drei Temperatur-Sensoren.

Alarmmeldung aus.

Störungsmanagement

Nach Auftreten von Störungen lassen sich Störungsdiagnosen oft durch Messen von Spannungen durchführen. Um eine Diagnose vornehmen zu können, wird der Controller dynamisch so rekonfiguriert, dass er im Störfall als Vielfach-Spannungsmesser arbeitet. Nach Überprüfen der Netzspannung folgen weitere geeignete Diagnoseschritte. Bild 6 zeigt die blockschematische Darstellung eines solchen Multimeßsystems.

Leser-Angebot von Elektor: Entwicklungskits

CapSense Touch-Sensing Buttons und CapSense Touch-Sensing Sliders

In Zusammenarbeit mit Cypress hat Elektor zwei „CapSense“-Evaluation-Kits zusammengestellt, mit denen der schnelle Einstieg in die Technik der kapazitiven Sensoren einfach gemacht wird. Die Kits gehören zum Angebot des Elektor-Shops, sie können über die Elektor-Website (www.elektor.de/shop), telefonisch oder auch auf dem Postweg bestellt werden.

Evaluation-Kit CY3218-CAEXP1 (Elektor-Shop Best.-Nr. 080875-91)

Dieses Kit macht Sie mit den **Touch Sensing Buttons** vertraut. Das PSoC-Modul von Cypress stellt bis zu 10 I/O-Leitungen für Taster, LEDs und andere Peripherie bereit. Zur Hardware gehören das Evaluation-Bord CY3218-CAEXP1, das PSoC-Bridge-Board CY3240-I2, ein Mini-USB-Kabel sowie eine 1,5-V-Mignon-Batterie. Die Software auf der mitgelieferten CD-ROM schließt den PSoC-Programmer, .NET Framework 2.0, PSoC Express 3, das CapSense Express Extension Pack und die CapSense Express Dokumentation ein.

Evaluation-Kit CY3218-CAEXP2 (Elektor-Shop Best.-Nr. 080875-92)

Mit dem zweiten Kit erarbeiten Sie sich umfangreiches Know-How für den Einsatz von **Capacitive Sensing Slider Devices**. Das Evaluation-Board ist hier das Board mit der Typenbezeichnung CY3218-CAEXP2, die übrige Hard- und Software ist mit dem ersten Kit identisch.

Beide Kits sind nicht nur für Übungs-, Lern- und Lehrzwecke prädestiniert, mit ihnen lassen sich bereits praxisnahe Steuerungen und Regelungen für Systeme unterschiedlichster Art ohne zeitintensive Umwege realisieren. Die Manuals enthalten sowohl ausführliche Arbeitsanleitungen als auch anschauliche Beispiele, die den Weg zur eigenen Produktentwicklung beschleunigen. Mit den CapSense-Evaluation-Kits machen Sie sich das Konzept der PSoC-Module zu eigen, das Programmieren, Compilieren, Debuggen sowie das Konfigurieren der Treiber gehören selbstverständlich dazu. Das kleine PSoC-Bridge-Board CY3240-I2 ist auch zusammen mit anderen PSoC-Produkten von Cypress einsetzbar. Die Sonderpreise für Elektor-Leser sind niedrig kalkuliert, sie gelten, solange unser Lagerbestand reicht.



Sonderpreis nur für Elektor-Leser:
32,50 Euro (zzgl. Versandkosten)

Fast alles ist möglich

Den implementierbaren Funktionen sind kaum Grenzen gesetzt, denn die hohe Anzahl der I/O-Leitungen und die Fähigkeit der dynamischen Rekonfiguration eröffnen vielfältige Möglichkeiten. Was den Getränkespender betrifft, ist das Messen der Flüssigkeitsstände und das drahtlose Aus-

lösen von Warnsignalen an zentralem Ort nur ein Beispiel unter vielen. Weil kapazitive Sensoren und Schaltelemente ohne mechanische Komponenten auskommen, wird der Einsatz dieser Technologie zukünftig weiter wachsen. Durch die Fähigkeit der Rekonfiguration, welche die „CapSense“-Produkte von Cypress mitbrin-

gen, kann die Hardware-Funktionalität ohne hohe Kosten ausgeweitet werden. Die Evaluation-Kits „CapSense Buttons“ und „CapSense Sliders“, die Elektor seinen Lesern zu einem Sonderpreis anbietet, sind ein zielgerichteter Weg, diese Technologie kennen zu lernen.

(080875)g

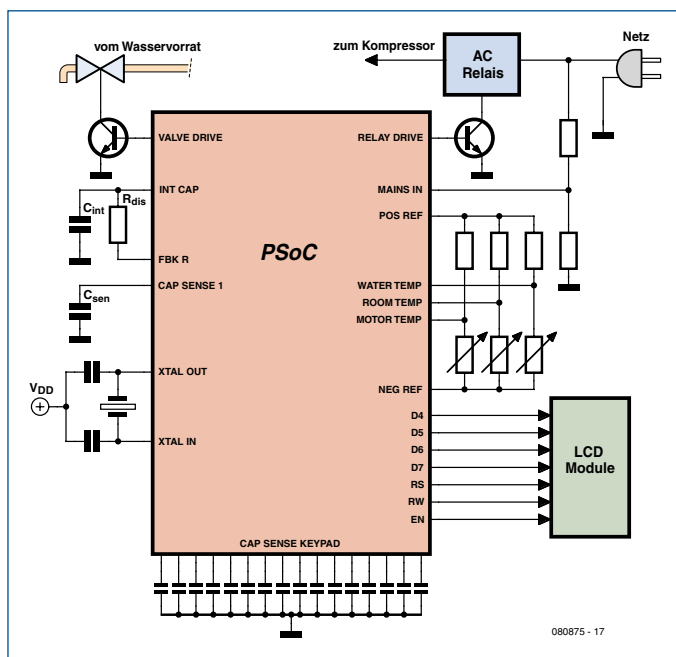


Bild 7. Das vollständige System des Getränkependers.

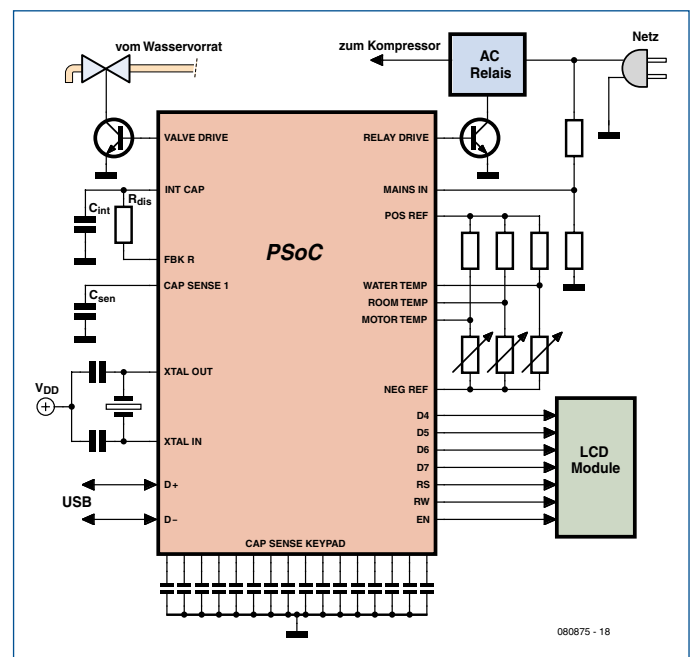


Bild 8. System mit USB-Schnittstelle für Wartung und Diagnose.

Meet

Von Dr. Erik Lins und Steffen Fuchs

Zu lange Besprechungen kosten Unternehmen Milliarden. Unser Meetingkosten-Timer deckt die tatsächlichen Kosten einer Besprechung auf. Auf einer großen Sieben-Segment-Anzeige sieht man die Euros verrinnen! Bedient wird der attraktive Timer mit einem einzigen Dreh-/Druckknopf.

Nicht nur wegen der jüngsten Finanzkrise muss in vielen Firmen gespart werden. Neben Einschränkungen bei den direkten Ausgaben stehen hier häufig Effektivitätssteigerungen an erster Stelle. Jedoch sind die Kosten eines Prozesses nicht immer bekannt und so lässt sich das Einsparpotential einer Maßnahme nicht immer einfach messen. Das gilt im Wesentlichen für rein organisatorische Abläufe, zu denen auch Besprechungen – neudeutsch: Meetings – zählen.

Gerade in großen Firmen existiert oft eine ausgeprägte Meetingkultur. Häufig sind viele (teure) Führungskräfte dabei und nicht selten auch viele (mehr oder weniger teure) Mitarbeiter, die oft nur von wenigen Punkten der Agenda betroffen sind.

Die reine Dauer einer Besprechung vermittelt allerdings nur vage einen Eindruck der damit verbundenen Kosten. Gute Vorsätze für effizientere und kürzere Meetings verpuffen so leider schnell, weil die zur Rückkopplung verwendete Messgröße Zeit nicht den notwendigen Leidensdruck aufbaut. Viel wirkungsvoller wäre es, die tatsächlichen Kosten des Meetings anzuzeigen!

Visualisierung

Auch wenn in vielen Besprechungsräumen Notebook und Beamer allgegen-

wärtig sind und die Darstellung der Kosten auch hiermit erfolgen könnte, ist eine große, rot und hell leuchtende 7-Segment-Anzeige wesentlich wirkungsvoller. Sicher würde auch kaum jemand eine eingblendete Euro-Anzeige in seiner aufwändig gestalteten PowerPoint-Präsentation dulden! Eine Stand-alone-Lösung zur Meetingkosten-Anzeige ist darüber hinaus wesentlich flexibler bei der Wahl eines prominenten Aufstellungsortes.

Die Anzeige muss einfach zu bedienen sein und sich auf das Notwendigste beschränken. Als Einstellparameter reicht die Anzahl der Teilnehmer und der mittlere Stundensatz aller Teilnehmer aus. Mehr als eine Start-, Stopp- und Rückstellfunktion braucht es darüber hinaus nicht.

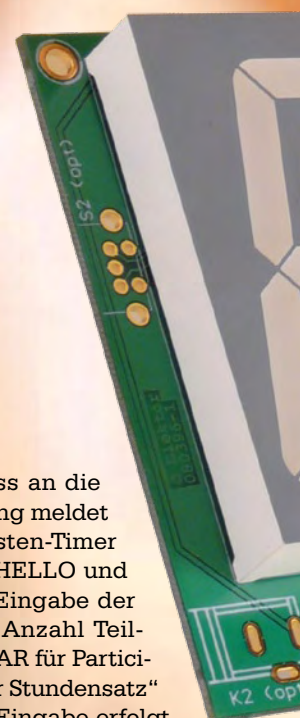
Die Anzahl der Stellen, mit denen die Kosten dargestellt werden, wurde auf sechs festgelegt. Mit zwei Nachkommastellen reicht die Anzeige so bis 9999,99 Euro. Falls dieser Betrag regelmäßig nicht ausreicht, ist es um die Zukunft der Firma vermutlich nicht gut bestellt. Zwei Nachkommastellen sind zwar zur Kostenerfassung nicht wirklich wichtig, aber durch das Aktualisieren der Anzeige im Sekundentakt passiert dann einfach mehr - und es entsteht schnell das Gefühl des verrinnenden Geldes.

Bedienung

Nach dem Anschluss an die Spannungsversorgung meldet sich der Meetingkosten-Timer kurz mit dem Wort HELLO und wechselt dann zur Eingabe der beiden Parameter „Anzahl Teilnehmer“ (Anzeige PAR für Participants) und „mittlerer Stundensatz“ (Anzeige EUR). Die Eingabe erfolgt durch einen Drehschalter (Encoder) mit Tastfunktion. Durch Drehen werden die Parameter hoch bzw. runter gezählt und durch Drücken jeweils bestätigt. Dann gelangt man zum nächsten Parameter. Nach der Eingabe verweilt die Anzeige zunächst bei 0.00 Euro. Der Timer kann dann durch nochmaliges Drücken gestartet werden. Ein erneutes Drücken stoppt den Timer und beim dritten Druck wird die Anzeige wieder auf 0.00 zurückgesetzt. Durch langes Drücken des Tasters (länger als ca. zwei Sekunden) gelangt man zu jeder Zeit wieder zum ersten Einstellparameter und kann die Teilnehmerzahl und den Stundensatz neu eingeben.

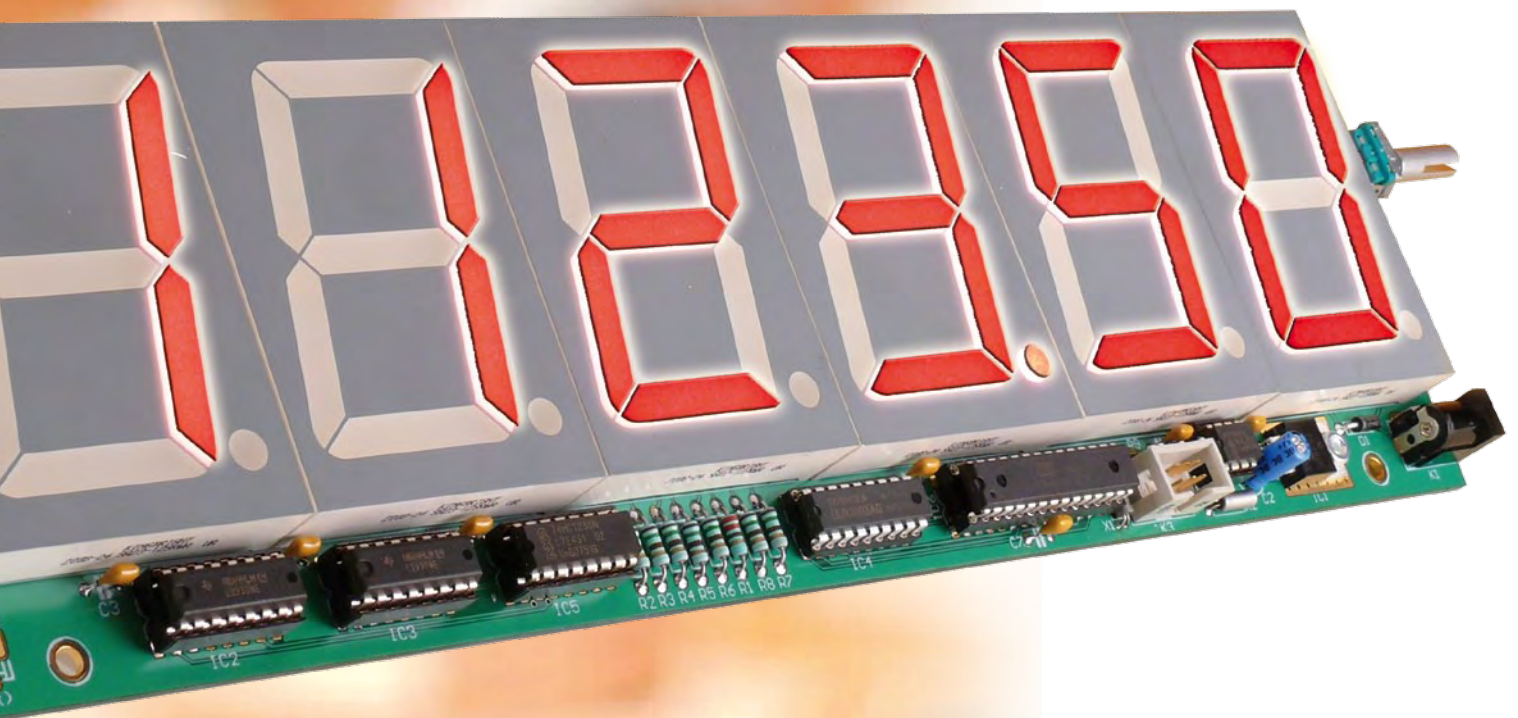
Die Schaltung

Bei der Auswahl der Bauelemente wurde Wert darauf gelegt, dass diese leicht bei den gängigen Katalogdistri-



Meetingkosten-Timer

Deckt versteckte Kosten auf!



Der Weg zu effizienten Meetings

Von Markus Söhngen

Mottos wie „Ist Ihnen langweilig, dann besuchen Sie ein Meeting!“ oder „Möchten Sie in Gesellschaft Kaffee trinken, dann besuchen Sie ein Meeting!“ kann sich kein Unternehmen mehr leisten. Dennoch sind Meetings wichtig: Zur Festlegung eines gemeinsamen Weges oder einer weiteren Entscheidung, zur Konfliktbehebung oder einem Lob für das Erreichen der Ziele.

Hier sind die 10 wichtigsten Meeting-Regeln:

1. Wählen Sie mit Bedacht die richtige Form der Einladung. Informieren Sie Ihre Teilnehmer detailliert über Datum, Zeit, Dauer, Inhalt und Ziele - oder halten Sie gewisse Informationen bewusst bis zum Meeting unter Verschluss.
2. Die Räumlichkeit ist von entscheidender Bedeutung. Eine besondere „Location“ kann Wunder wirken!
3. Die Tageszeit sollte günstig gewählt werden. Ein Strategiegespräch morgens kann die Hölle sein.
4. Die eingeladenen Teilnehmer müssen spüren, dass sie selbst von außerordentlicher Wichtigkeit sind. „Je weniger Teilnehmer, desto besser“ ist aber nur die halbe Wahrheit, es müssen die richtigen Teilnehmer sein!
5. Reden Sie auf dem Meeting klar, deutlich und spannend, erklären Sie nochmals die Hintergründe, den Ablauf, die Highlights, die Ziele. Greifen Sie bei wenig zielführenden Diskussionen frühzeitig ein.
6. Im Stillen sollte man eine Zwischenstandsanalyse während des laufenden Meetings durchführen. Halten Sie Ihren Aufgaben-, Zeit- und Zielplan ein.
7. Zusammenfassungen nach dem Erreichen von Zwischenzielen sind von grundlegender Wichtigkeit.
8. Motivation ist das Schlüsselwort bis zum Abschluss Ihres Meetings. Nutzen Sie auch einmal die Gelegenheit für ein kleines „Späßchen“ – aber auf Ihre Kosten!
9. Apropos Kosten, wie ist der aktuelle Stand Ihrer Meetinguhr? Führen Sie immer noch ein effizientes Meeting oder entwickelt sich das Ganze zu einem teuren Kaffeeplausch?
10. Zum Abschluss fassen Sie alle ausgearbeiteten Punkte zusammen. Stellen Sie Ihre Ziele und die Ergebnisse direkt gegenüber. Geben Sie Ihren Teilnehmern ein Feedback. Schließen Sie Ihr effizientes Meeting immer mit einem Lob ab und motivieren Sie die Teilnehmer für das nächste Meeting!

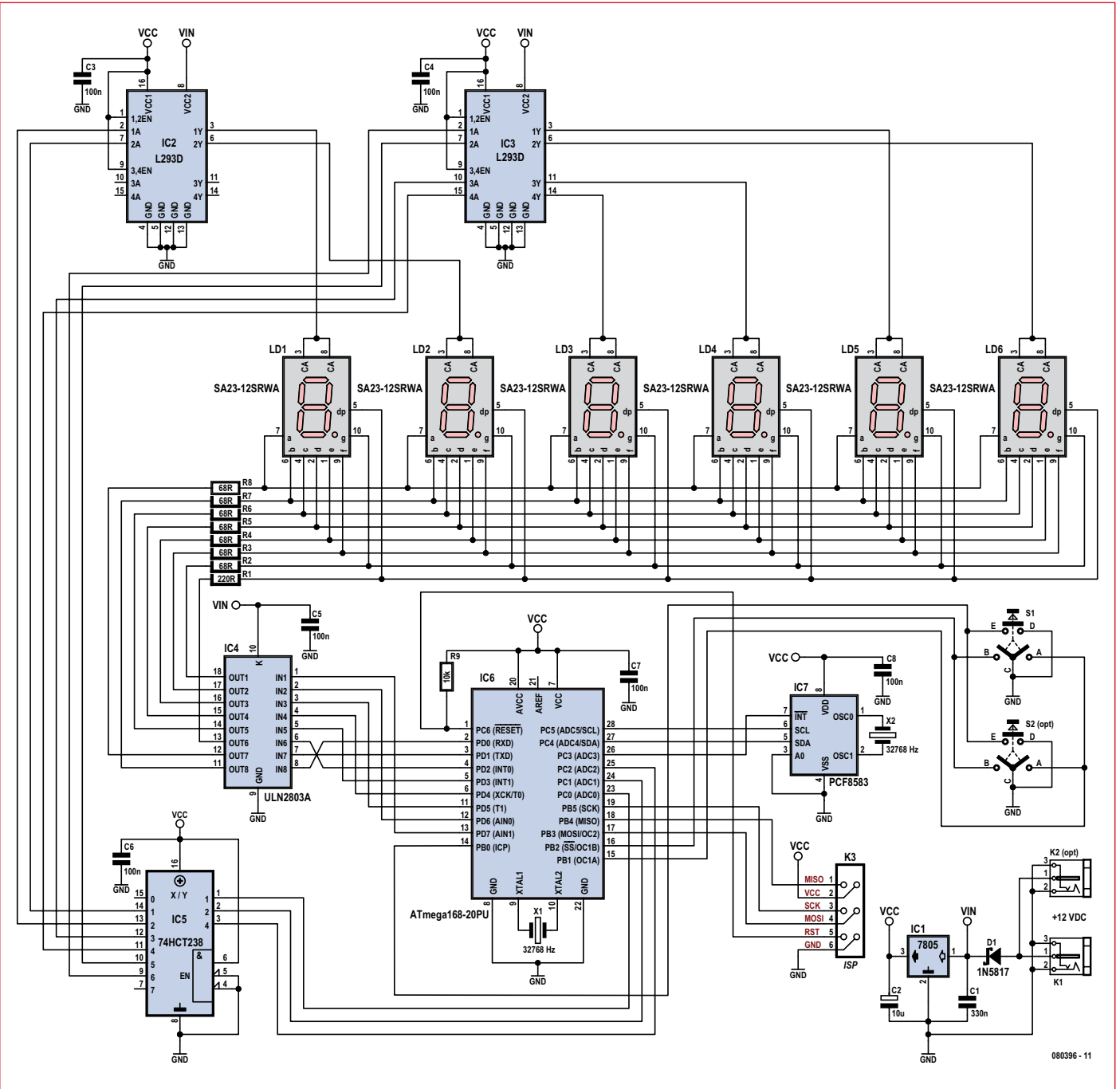


Bild 1. Der ATmega168 steuert sechs große 7-Segment-Displays an.

butoren erhältlich sind. Bei den Bauelementen haben wir durchweg bedrahtete Typen eingesetzt, sodass die Schaltung leicht nachgebaut werden kann.

Bild 1 zeigt die Schaltung unseres Meetingkosten-Timers, in der man neben den 70 mm hohen 7-Segment Anzeigen viele alte Bekannte wieder findet. Eine Netzteilbuchse mit Hohlstecker erlaubt den Anschluss gängiger Steckernetzteile. Eine Schottkydiode gibt die externe Spannung verpolgeschützt weiter an einen 7805-Linearspan-

nungsregler. Da die 7-Segment-Anzeigen direkt mit der externen Spannung versorgt werden, sollte diese 12 V nicht übersteigen. Andernfalls müssen die Vorwiderstände der Kathoden (siehe unten) angepasst werden.

Gehirn der Schaltung ist ein ATmega168 Mikrocontroller aus der Atmel AVR-Familie, der sich auf der einen Seite um die Abfrage der Parameter, sowie die Start-, Stopp- und Rücksetzfunktion kümmert und auf der anderen Seite die 7-Segment-LED-

Displays im Multiplexbetrieb ansteuert. Programmiert wird der Controller über einen ISP-Stecker im 6-poligen Standard-Pinout, sodass jeder gängige AVR-ISP-Programmer verwendet werden kann.

Eine optionale I²C-Echtzeituhr PCF8583 wird derzeit nicht verwendet und kann später nachgerüstet werden, falls man den Meetingkosten-Timer auch als normale Uhr einsetzen möchte. Die Eingabe erfolgt über einen Drehencoder mit Tastfunktion (S1 oder S2).

Zwei Ausgangssignale des Encoders liefern zwei phasenverschobene Rechtecksignale. Aus der Abfolge der Flanken ergeben sich die Schritte und auch die Richtungsinformation. Das Drehen und Drücken des Encoders löst über die angeschlossenen IO-Pins Interrupts am Mikrocontroller aus. Die entsprechende Interrupt Service Routine wertet die Pins aus und steuert den weiteren Programmfluss.

Zeitnormal für die Anzeige ist ein 32768-Hz-Uhrenquarz, der den asynchronen Oszillator (Timer 2) des ATmega168 steuert. Dies ergibt eine genaue Sekundenbasis für die Kostenberechnung. Als Zeitbasis für das Multiplexen der 7-Segment-Anzeigen wird hingegen der interne 8-MHz-RC-Oszillator des Mikrocontrollers verwendet. Über entsprechende Vorteiler wird eine Zeitbasis von 488 Hz eingestellt, sodass die zeitversetzte Darstellung vom menschlichen Auge nicht mehr wahrgenommen wird, da jedes Segment mit ca. 80 Hz (= 488 Hz / 6 Displays) aktualisiert wird.

Multiplexen

Wollte man die 6 x 7 Segmente ohne Multiplexbetrieb parallel ansteuern, würde dies einen Mikrocontroller mit wenigstens 42 IO-Pins bedeuten. Darüber hinaus verwenden hell leuchtende, große 7-Segment-Anzeigen in der Regel nicht nur eine LED je Segment, sondern – wie bei dem hier verwendeten Typ – vier LEDs in Reihe. Das erfordert die vierfache Flussspannung einer LED, also insgesamt gute 8 V. Man bräuchte somit je IO-Pin noch einen Low-Side- (Open Collector / Open Drain) Treiber. Das wären 42 Treiber plus 6 für die Dezimalpunkte.

Schaltungstechnisch einfacher ist das zeitversetzte Ansteuern der Anzeigen. Die Anzeigen verfügen über eine gemeinsame Anode und einzeln herausgeführte Kathoden. Beim Multiplexen wird nun die positive Spannung über je einen High-Side-Treiber der Reihe nach an die 7-Segment-Anzeigen durchgeschaltet. Die jeweiligen Kathoden der 7-Segment-Anzeigen sind miteinander verbunden, nach dem Weitschalten muss dann jeweils das zur aktiven Anzeige passende Bitmuster an die Kathoden angelegt werden. Auf diese Weise reduziert sich der Treiberaufwand von 48 Low-Side-Treibern auf nur noch acht Low-Side-Treiber und sechs High-Side-Treiber und entspre-

chend 14-IO-Pins am Mikrocontroller. Drei weitere IO-Pins kann man einsparen, wenn man zur Auswahl der High-Side-Treiber einen 3:8 Demultiplexer verwendet, da ja nie mehr als eine Anzeige zur gleichen Zeit aktiv ist. Die Auswahl ergibt sich nun aus dem Bitmuster dreier IO-Pins. Der zum Bitmuster 000 gehörende Ausgang Y0 wird nicht verwendet, damit bei unprogrammiertem Controller (alle IO-Pins sind hochohmig) nicht schon eine der Anzeigen aktiviert wird. Der letzte Ausgang Y7 ist ebenfalls unbenutzt, da wir nur sechs 7-Segment-Anzeigen verwenden.

Als High-Side-Treiber kommen zwei L293D H-Brücken-Treiber zum Einsatz. Eigentlich mehr für die Ansteuerung von DC-Motoren gedacht, bietet jeder L293D vier Push-Pull-Ausgänge (somit als H-Brücke verwendbar), die bis zu 600 mA Strom liefern können. Für unsere sechs Anzeigen benötigen wir somit 1,5 L293D – die zwei verbleibenden Ausgänge bleiben offen. Da der L293D high-aktive Eingänge hat, muss als Demultiplexer ein 74HCT238 mit positiver Ausgangslogik statt des gängigeren 74HCT138 mit negierten Ausgängen verwendet werden.

Die Ansteuerung der acht Kathoden (sieben Segmente plus Dezimalpunkt) übernimmt als Low-Side-Treiber ein ULN2803A Darlington Transistor Array mit acht Ausgängen. Die Emitter der acht Transistoren sind intern miteinander verbunden und werden von außen mit GND verbunden, sodass jeder Eingang einen der Ausgänge nach GND durchschalten kann. An dieser Stelle können keine weiteren IO-Pins (z.B. durch einen Demultiplexer) eingespart werden, da ja durchaus mehrere Segmente gleichzeitig leuchten können. Die Vorwiderstände der Segmente sind für eine Versorgungsspannung von gängigen 12 V ausgelegt. An jedem Segment fällt viermal die Flussspannung von ca. 1,85 V einer LED ab, sodass ca. 4,6 V übrig bleiben. Die Vorwiderstände von 68 Ohm begrenzen den Strom durch jedes Segment somit auf ca. $(67 \text{ mA} / 6) = 11 \text{ mA}$ (Mittelwert). Das ist etwas unterhalb des nominellen Stroms laut Datenblatt, aber auf jeden Fall hell genug. Im Dezimalpunkt sind nur zwei LEDs in Reihe geschaltet, sodass hier ein anderer Vorwiderstand verwendet werden muss. Die 220 Ohm sind rechnerisch zu viel und begrenzen den Strom auf nur ca. 6 mA, führen letztendlich aber

Spezifikationen:

- 7-Segment-Anzeigen mit 70 mm Höhe
- maximal angezeigter Betrag 9999,99 Euro
- Einknopf-Bedienung durch Drehencoder mit Tastfunktion
- Anschlüsse und Bedienelemente sind links und rechts auf der Platine montierbar
- Controller: ATmega168-20PU
- ISP-Adapter zur Programmierung
- Versorgung über Netzadapter 12 V/800 mA

zur gleichen „gefühlten“ Helligkeit wie bei den anderen Segmenten.

Software

Die Einsparung an Treibern durch das Multiplexen erkaufte man sich mit einem Mehraufwand in der Software, da das Abklappen der 7-Segment-Anzeigen und Anlegen des korrekten Kathoden-Bitmusters kontinuierlich erfolgen muss, um den Eindruck einer permanenten Darstellung aufrechtzuerhalten.

Die Software des Meetingkosten-Timers wurde mit dem freien WinAVR C-Compiler erstellt, in Verbindung mit dem kostenlosen Atmel AVR-Studio (als Entwicklungsumgebung und zur In-System-Programmierung des Mikrocontrollers).

Besprechungen kosten Unsummen

In unserem Nachbarland Niederlande wurde eigens eine Studie zu diesem brisanten Thema durchgeführt. Das erste „Vergaderbarometer“ kam Ende 2007 zu dem Schluss, dass Meetings alleine in den Niederlanden (rund 16 Millionen Einwohner) etwa 60 Milliarden Euro im Jahr kosten!

Ein durchschnittlicher niederländischer Arbeitnehmer hält sich nach der Studie etwa 3,5 Stunden in der Woche in Meetings auf. Je größer der Betrieb und je höher die Funktion des Angestellten ist, desto mehr Zeit kosten die Besprechungen. Von den erwähnten 60 Milliarden entfällt die Hälfte auf die Besprechungen selbst; 16 Milliarden kosten die Vorbereitungen. Der Rest wurde für Reisen zu den Besprechungen veranschlagt.

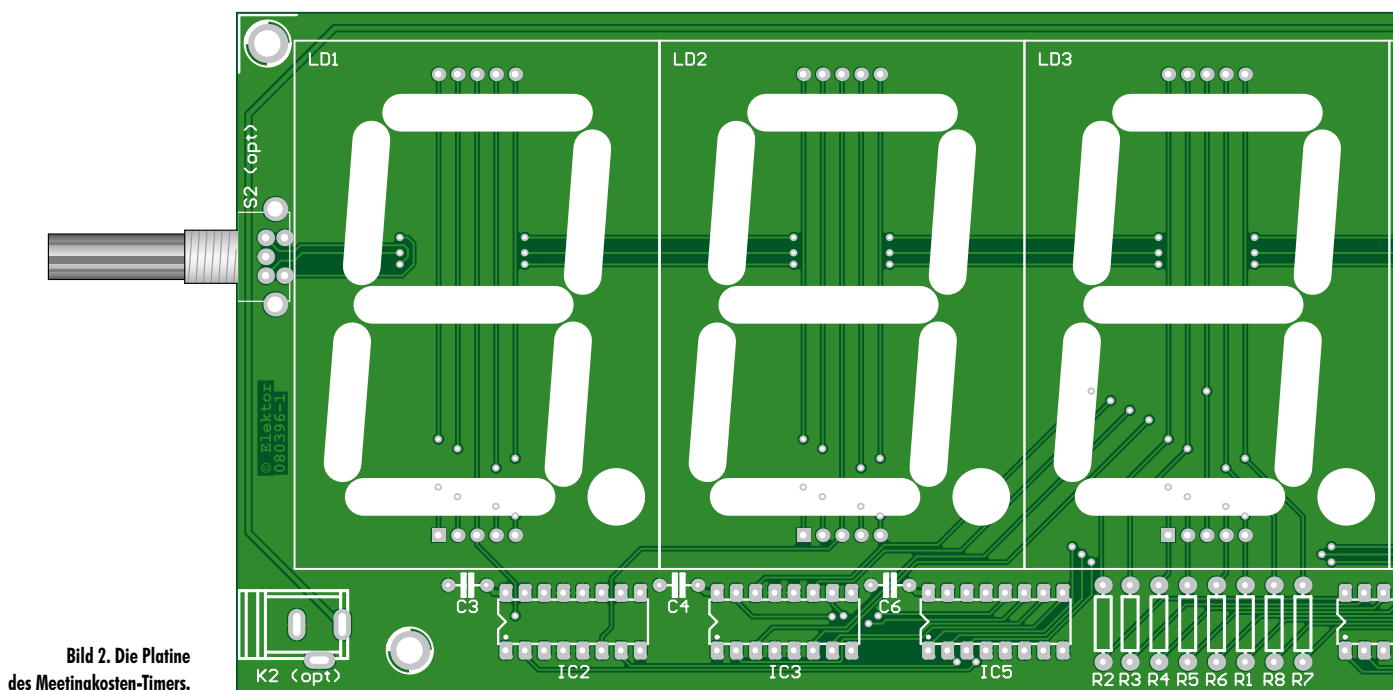


Bild 2. Die Platine des Meetingkosten-Timers.

Für das Multiplexen der 7-Segment-Displays ist die Timer 0 Interruptroutine zuständig. Der Timer wird per Vorteiler und Compare Match Register auf 488 Hz eingestellt. Bei jedem Aufruf wird ein Anzeigenzähler von null bis fünf hochgezählt und die zu dem entsprechenden Display passenden Werte für den Demultiplexer auf Port C aus-

der in den Parameter-Eingangsmodus gewechselt.

Für die Erkennung des Tastendrucks und des Drehens am Encoder dient die Pin Change 0 Interruptroutine. Diese Interruptroutine wird durch Drücken oder Drehen des Encoders automatisch aufgerufen und setzt entsprechende Flags, die dann in der Timer 0 Inter-

rupte Stelle im Hauptprogramm ab.

Die Timer 2 Interruptroutine wird genau einmal pro Sekunde aufgerufen. Hier passiert nichts anderes, als den Sekundenzähler zur Euro-Berechnung zu erhöhen.

Im Hauptprogramm wird zunächst die Begrüßung ausgegeben und das erste Mal das Menü zur Eingabe der Para-

Stückliste

Widerstände (0,25 W/5 %):

R1 = 220 Ω
R2...R8 = 150 Ω
R9 = 10 k

Kondensatoren:

C1 = 330 n keramisch, Raster 5 mm
C2 = 10 μ /16 V
C3...C8 = 100 n keramisch, Raster 5 mm

Halbleiter:

D1 = 1N5817 (Schottkydiode 1 A)
IC1 = LM7805, TO220
IC2, IC3 = L293DNE, DIP16
IC4 = ULN2803A, DIP18
IC5 = 74HCT238, DIP16
IC6 = ATmega168-20PU, DIP28, programmiert (EPS 080396-41)
IC7 = PCF8583P, DIP8
LD1...LD6 = SA23-12SRWA (KINGBRIGHT), 7-Segment-LED-Display, rot, gemeinsame Anode (Farnell Nr. 1168639)

Außerdem:

X1, X2 = Quarz 32768 Hz, zylinderförmiges Gehäuse 3 x 8 mm
K1, K2 (opt.) = Netzgerätebuchse für Printmontage
K3 = 2x3-polige Stiftleiste, RM 2,54 mm
S1, S2 (opt.) = EC11B15242 (Alps), Drehencoder für Frontplatten-Montage, 11 mm (Farnell Nr. 1191733)
Platine 080396-1 (zu bestellen unter www.elektor.de)

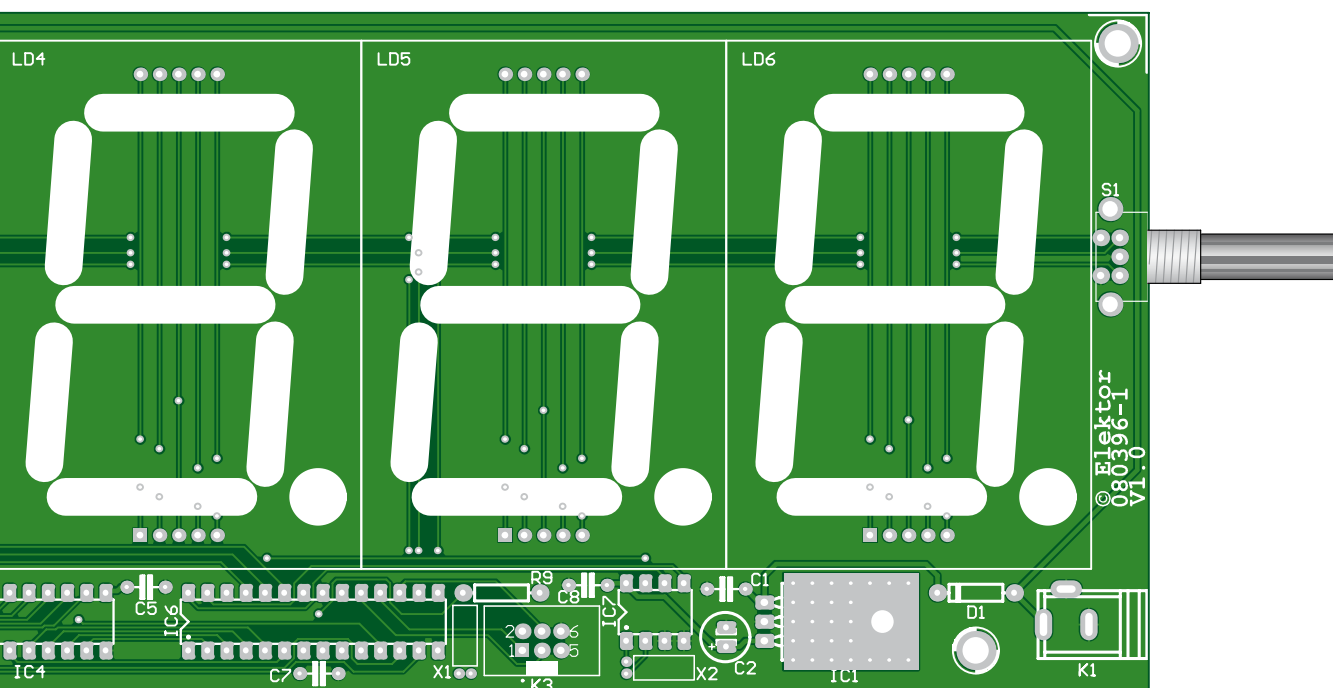
gegeben. Das Kathoden-Bitmuster liegt entsprechend an Port D an.

In der Timer 0 Interruptroutine wird darüber hinaus noch ermittelt, wie lange der Taster gedrückt wurde. Er muss mindestens ca. 120 ms gedrückt worden sein – dies dient zur Entprellung des Tasters – damit das Programm auf den Tastendruck reagiert. Wenn der Taster länger als eine Sekunde gedrückt wurde, wird wie-

der in der Timer 0 Interruptroutine und im Hauptprogramm ausgewertet werden.

Das Programm sollte immer nur so kurz wie möglich in den Interruptroutinen verweilen, damit diese nicht den restlichen Programmfluss blockieren. Daher werden in Interruptroutinen üblicherweise nur Zustände abgefragt und entsprechende Flags gesetzt, aber die eigentliche Reaktion auf die Zustände und deren Abarbeitung läuft an ande-

rer Stelle im Hauptprogramm ab. Dann werden in einer Endlosschleife im Wesentlichen die Flags aus der Tastenabfrage ausgewertet. Ein kurzes Drücken startet und stoppt die Euro-Anzeige oder setzt diese wieder auf Null. Ein langes Drücken wechselt wieder zur Eingabe der Parameter. Nach Abfrage der Flags wird über den Sekundenzähler von Timer 2 kontinuierlich der darzustellende Euro-Betrag berechnet.



Aufbau und Inbetriebnahme

Da komplett auf den Einsatz von SMD-Bauteilen verzichtet wurde, gestaltet sich der Aufbau des Meetingkosten-Timers (**Bild 2**) problemlos. Die Bauteile werden der Reihe nach „von unten nach oben“ bestückt und verlötet, d.h. niedrige Bauteile wie Widerstände, Dioden und Kondensatoren zuerst, danach z.B. die IC-Sockel und der Spannungsregler, dann ISP-Stecker und Netzteilbuchse und zuletzt die 7-Segment-Anzeigen und der Drehencoder.

Um bei der Gehäuseauswahl oder -konstruktion viele Freiheiten zu haben, kann man die Netzteilbuchse (K1 oder K2) und den Drehencoder (S1 oder S2) wahlweise auf der rechten oder linken Seite einbauen. Denkbar wäre z.B. ein großes Euro-Symbol auf dem Gehäuse rechts neben der Anzeige. In diesem Fall wäre der Drehencoder schlecht zugänglich, man kann ihn dann bequem auf die linke Seite verlagern.

An den Platinenecken befinden sich M4-Bohrungen, die zur Befestigung der Bau-

gruppe in einem Gehäuse verwendet werden können.

Vor dem Einsetzen der ICs in die Sockel empfiehlt es sich, ein Netzteil anzuschließen und die 5-V-Versorgungsspannung hinter dem 7805-Spannungsregler nachzumessen, z.B. an Pin 2 (5 V) und Pin 6 (GND) des ISP-Steckers. Liegt

diese Spannung korrekt an, können die ICs eingesetzt werden.

Als nächstes muss der ATmega168 programmiert werden. Wir verwenden hierfür das kostenlose AVR-Studio von Atmel, das von der Herstellerwebsite heruntergeladen werden kann. Es arbeitet mit allen gängigen STK500-kompatiblen ISP-Adaptern zusammen.

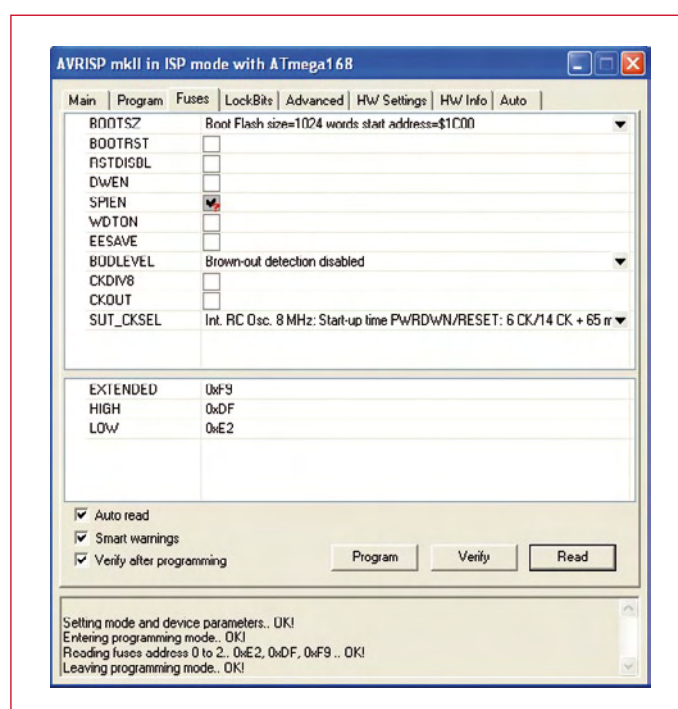


Bild 3. Dieser Screenshot zeigt die Fusebit-Einstellungen in AVR Studio.

Außerdem müssen auch die Fusebits zur Basiskonfiguration des Controllers eingestellt werden. **Abbildung 3** zeigt den ISP-Dialog des AVR Studios mit den gewählten Fusebit-Einstellungen. Sie entsprechen im Wesentlichen den Default-Werten, bis auf das CKDIV8-Fusebit, das gelöscht werden muss. Andernfalls arbeitet der Prozessor nur mit 1 MHz Taktfrequenz statt mit 8 MHz!

Die Software kann im Quellcode als AVR-Studio-Projekt von der Elektor Website zu diesem Projekt (www.elektor.de/080396) heruntergeladen werden, ein vorkompiliertes HEX-File ist im Unterverzeichnis default enthalten.

(080396)

Bei uns hat's gefunk

RFM12-Funkmodule am ATM18

Von Wolfgang Rudolph in Zusammenarbeit mit Burkhard Kainka

Funk ist immer noch faszinierend. Man kann über Distanz „spukhafte“ Fernwirkungen erzielen - etwas, was in früheren Zeiten Zauberern und Hexen vorbehalten war. Die Möglichkeiten des Fernsteuerns, Fernwirkens und Fernmessens erschließen sich mit Hilfe preiswerter und dennoch zuverlässiger Funkmodule jetzt auch dem ATM18-Testsystem.

Was würden die Menschen so um das Jahr 1800 herum dazu sagen? Sicherlich würden sämtliche Anwendungen der Funktechnik vollständig über den Verstand der damaligen Menschen hinausgehen und uns als Zeitreisende sehr schnell in Gefahr bringen. Aber Gott sei Dank gibt es keine Zeitreisen,

und sie scheinen auch nicht denkbar. Der Begriff „Funk“ ist von den Funken abgeleitet, mit denen die Funktechnik einmal begann. Schon im Jahr 1864 sagte James Clerk Maxwell auf Grund theoretischer Überlegungen die Möglichkeit von Radiowellen vorher. Doch erst 24 Jahre später, im Jahr 1888,

konnte Heinrich Rudolf Hertz den experimentellen Nachweis erbringen. Er erzeugte mit einer Funkenstrecke ein oberwellenreiches Signalgemisch und konnte Anteile daraus in kurzer Entfernung empfangen und durch Funkenüberschlag sichtbar machen. Zwölf weitere Jahre vergingen, bis die erste Funkverbindung gelang.

Es war Guglielmo Marconi, der 1896 mit einem Knallfunkensender elektromagnetische Wellen erzeugte und mit einem Empfänger von Alexander Stepanowitsch Popow wieder aufnahm. Bereits dieses erste Experiment brachte es auf die damals unglaubliche Reichweite von 5 km. Nicht ganz so groß war die Entfernung, die ich mit meinem ersten selbst gebauten und transistorbestückten UKW-Sender anno 1970 überbrücken konnte. Das war damals für mich ein ungeheurer Erfolg. Die Faszination und Begeisterung für Fernwirkungen hat sich bei mir bis heute gehalten (und wurde schließlich durch den Erwerb einer Amateurfunklizenz legalisiert).

Heute ist es sehr einfach geworden, über Entfernungen hinweg zu kommunizieren. Auch unsere Computer, die erst gar nicht und später kabelgebunden miteinander Verbindung aufnehmen konnten, hat die drahtlose Welle

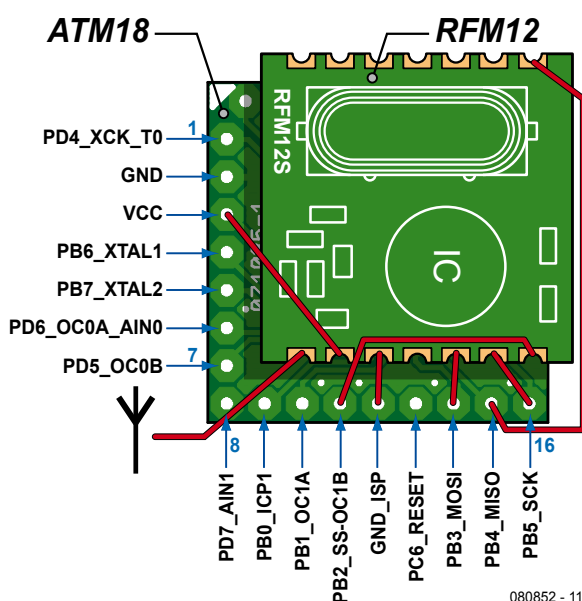
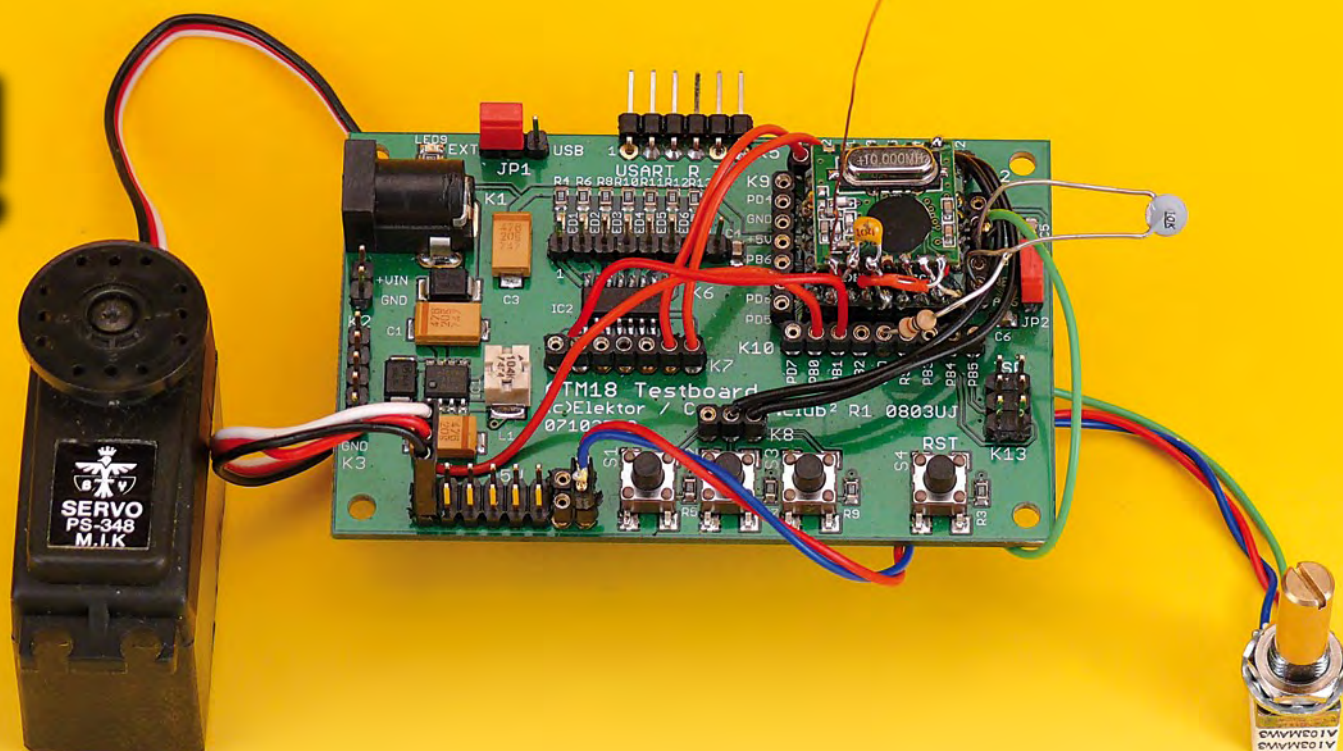


Bild 1. Anschluss des RFM12-Funkmoduls an das ATM18-Controllermodul.



erreicht. WLAN, Bluetooth, WIFI, Zig-Bee und viele andere Technologien sind zum Standard geworden. Nur unser kleiner ATM18-Controller war bisher noch nicht sehr kommunikativ – was sich mit diesem Artikel aber schlagartig ändert.

ATM18 und RFM12

Der Markt bietet inzwischen preiswerte Funkmodule, die sehr einfach anzuschließen sind. Wir haben uns ein Modul ausgesucht, das Sender und Empfänger auf einer Platine enthält, keine externe Beschaltung braucht und abwechselnd senden und empfangen kann. Es arbeitet im 868-MHz-Band. Im Gegensatz zum 433-MHz-Band ist in diesem Bereich dank strengerer Auflagen eine qualitativ bessere Übertragung mit weniger Störungen möglich.

Unser Modul trägt die Bezeichnung RFM12. Wir arbeiten auf der Frequenz 868,3 MHz und das nur in 1% der Zeit, die maximale Leistung beträgt ca. 2,5 mW. Damit arbeiten wir im erlaubten Bereich, sollten aber dennoch darauf achten, dass andere Anwender nicht gestört werden. In diesem Fall heißt es sofort abschalten und möglicherweise einen Frequenzwechsel vornehmen.

Die Beschränkung auf 1% Duty-cycle

ermöglicht zwar nur kurze Datenpakete, aber schon ein Byte kann acht Verbraucher steuern. Die Übertragungsgeschwindigkeit reicht aus, um Messdaten zu übertragen oder um Roboter zu steuern und gleichzeitig Sensordaten der Roboter zu empfangen.

Die Datenübertragung mit dem RFM12 wurde bereits in dem Artikel über die Module an anderer Stelle in diesem Heft erläutert, ebenso die Anschlussbelegung. Beim Anschluss an das ATM18-Board müssen die passenden Pins für den Mega88 gewählt werden:

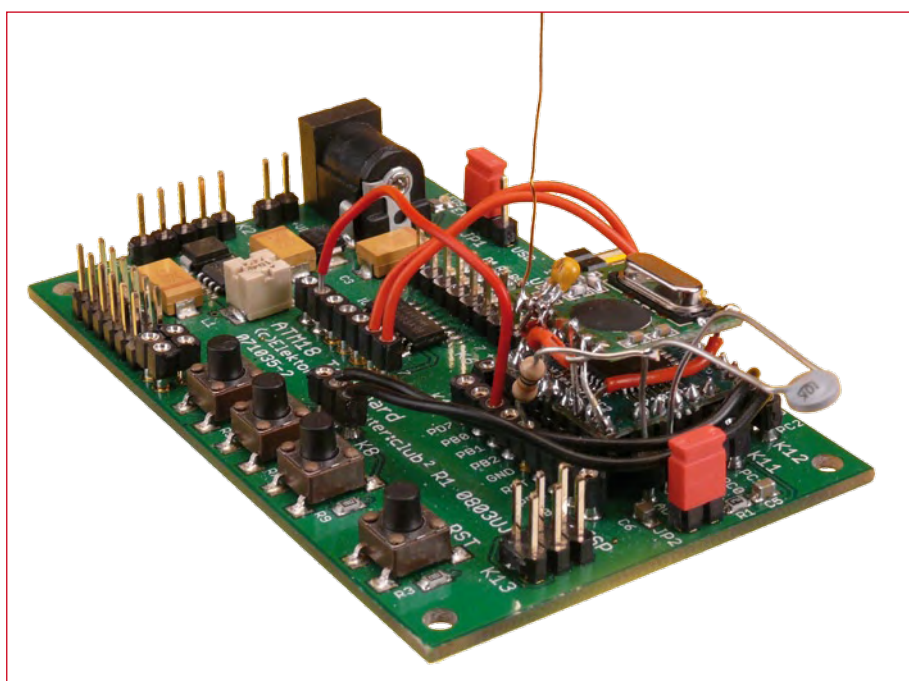


Bild 2. Musteraufbau mit Funk- und Controllermodul.

Listing 1

Steuerleitungen zum RFM12

```
Nsel Alias Portb.2
Sdi Alias Portb.3
Sdo Alias Pinb.4
Sck Alias Portb.5
```

NSEL an PB2
SDI an PB3
SDO an PB4
SEK an PB5

Das Funkmodul lässt sich mit einigen kurzen Drähten einfach über dem ATM18-Controllermodule anlöten. In **Bild 1** sind die benötigten Verbindungen eingezeichnet und in **Bild 2** am Musteraufbau zu sehen. Auf diese Weise erhält man einen kleinen, kompakten Funk-Controller. Zusätzlich wird nur noch ein kurzer Antennendraht von ca. 8,5 cm Länge benötigt.

Anwendungsbeispiel

Für uns war es wichtig, mit diesen Tranceivermodulen die Möglichkeiten unseres ATM18-Projekts zu erweitern und die Palette der Anwendungen wei-

ter zu erhöhen. Ein kleines Basisprogramm ermöglicht den Austausch von Datenpaketen. Zum Beispiel sendet Teilnehmer A zehn Bytes an Teilnehmer B und Teilnehmer B sendet seinerseits zehn Bytes an Teilnehmer A zurück. Die Daten könnten zum Beispiel im Sekundentakt hin- und her übertragen werden.

In einem Beispiel wollen wir uns mit einer Servosteuerung und mit der Übertragung analoger Werte befassen. Dazu benötigen wir zwei Testboards, zwei Controllermodule und zwei Transceiver. Auf beiden Systemen läuft dasselbe Programm. Informationen, die an der einen Seite eingegeben werden, sind auf der Gegenseite quasi sofort verfügbar und können weiterverarbeitet werden.

Wenn zum Beispiel ein Taster auf dem Testboard A betätigt wird, kann damit am Testboard B eine LED oder ein Relais ein- und ausgeschaltet werden. Auch die Daten von zwei analogen Kanälen werden gleich mit übertragen. Dazu benötigen wir nur fünf Bytes die mit gesendet werden müssen. Und zwar von folgenden Ports:

Eingangsports PC2 bis PC5 (1. Byte)
ADC6 (2 Bytes)
ADC7 (2 Bytes)

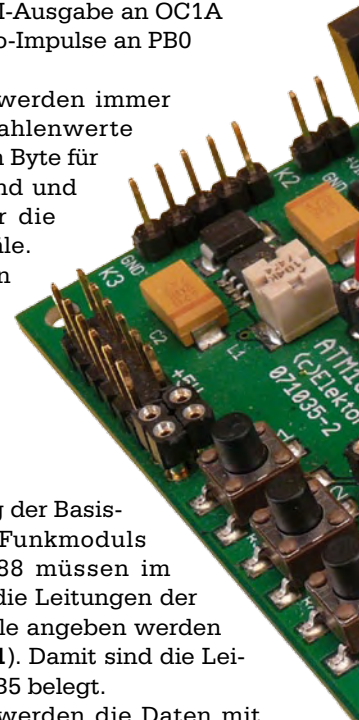
Allerdings kommen dann noch einige Bytes für eine sichere Übertragung hinzu. Die Nutzbytes werden vom jeweils anderen System empfangen. Dieses sendet sie mit 19200 Baud über die serielle Schnittstelle. Ein seriell angeschlossener PC könnte also zum

Beispiel Messwerte vom ATM18-Testboard erhalten, welche dieses von dem entfernt stehenden zweiten ATM18-Testboard empfangen hat. Diese Daten können also auch auf einem PC dargestellt oder weiterverarbeitet werden. Zusätzlich werden die Daten über die Controllerports ausgegeben:
Digitale Ausgabe: Port D, Ausgabe D2...5
Analog 1: PWM-Ausgabe an OC1A
Analog 2: Servo-Impulse an PB0

Am Terminal werden immer wieder drei Zahlenwerte empfangen, ein Byte für den Portzustand und wie Words für die analogen Kanäle. Die Daten sehen zum Beispiel so aus:

```
63
512
1000
```

Zur Anpassung der Basisroutinen des Funkmoduls an den Mega88 müssen im Wesentlichen die Leitungen der SPI-Schnittstelle angegeben werden (siehe **Listing 1**). Damit sind die Leitungen B2 bis B5 belegt. Beim Senden werden die Daten mit einem Startbyte (27) und einer Prüfsumme versehen. Damit hat der Empfänger die Möglichkeit, Übertragungsfehler zu erkennen. Eine typische Nachricht sieht so aus:



Listing 2

Senden

```
Data_out(1) = 27
Checksumme = 27
Data_out(2) = Pinc
Checksumme = Checksumme + Data_out(2)
Dat = Getadc(6)
Hi = High(dat)
Data_out(3) = Hi
Checksumme = Checksumme + Hi
Lo = Low(dat)
Checksumme = Checksumme + Lo
Data_out(4) = Lo
Dat = Getadc(7)
Hi = High(dat)
Data_out(5) = Hi
Checksumme = Checksumme + Hi
Lo = Low(dat)
Checksumme = Checksumme + Lo
Data_out(6) = Lo
Data_out(7) = Checksumme
Send_rfml2
Enable Interrupts
Servo
Waitms 500
Disable Interrupts
```

ISM-Basics

Mit ISM (Industrial, Scientific and Medical) bezeichnet man Frequenzbänder, die für Hochfrequenz-Geräte in den Bereichen Industrie, Wissenschaft und Medizin freigegeben sind. Auch im privaten Umfeld gibt es zahlreiche Geräte, die in einem der vielen ISM-Bänder arbeiten. ISM-Geräte benötigen nur eine allgemeine Zulassung und keine Einzelprüfung. Die Nutzung dieser Bänder ist gebührenfrei.

Durch die Internationale Fernmeldeunion, Sektor Radiokommunikation (ITU-R) sind die ISM-Bereiche international festgelegt. WLAN und Bluetooth arbeiten ebenfalls in den ISM-Bereichen, ebenso Funkkopfhörer oder Funkkameras, obwohl es sich hierbei nicht um ISM-Geräte handelt. Diesem Umstand ist es zu verdanken, dass es recht häufig zu gegenseitigen Störungen kommt, besonders im 70-cm- und im 13-cm-Bereich, also bei 433 MHz und bei 2,4 GHz.

Man unterscheidet dabei:

1. Frequenzteilbereiche für industrielle, wissenschaftliche, medizinische, häusliche oder ähnliche Anwendungen

(nach FreqBZPV, Teil B: NB D150)

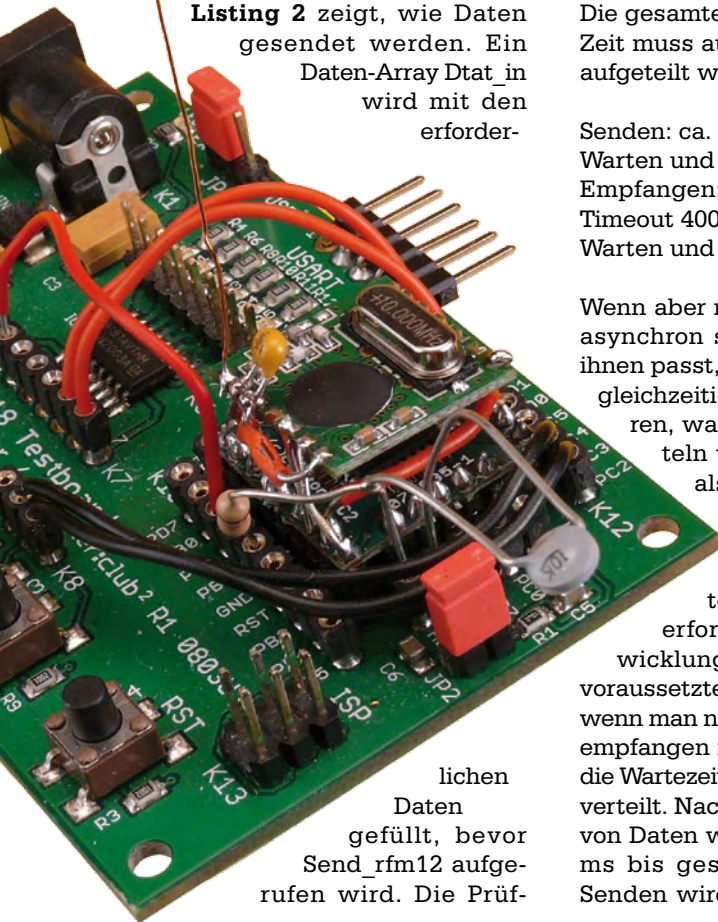
- a) 9 kHz bis 10 kHz
- b) 13.553 kHz bis 13.567 kHz
- c) 26.957 kHz bis 27.283 kHz
- d) 40,66 MHz bis 40,70 MHz
- e) 433,05 MHz bis 434,79 MHz
- f) 2.400 MHz bis 2.500 MHz
- g) 5.725 MHz bis 5.875 MHz
- h) 24 GHz bis 24,25 GHz

2.. Frequenzteilbereiche für industrielle, wissenschaftliche und medizinische Anwendungen

(nach FreqBZPV, Teil B: NB D138)

27	Startzeichen
63	Portzustand
1	Higbyte ADC6
251	Lowbyte ADC7
1	Higbyte ADC7
252	Lowbyte ADC7
83	Prüfsumme

Listing 2 zeigt, wie Daten gesendet werden. Ein Daten-Array Ddat_in wird mit den erforder-



lichen Daten gefüllt, bevor Send_rfm12 aufgerufen wird. Die Prüf-

summe berechnet sich aus der Summe aller Datenbytes einschließlich des Startbytes 27. Da die Variable Checksumme nur ein Byte groß ist, gehen Überträge verloren, was der Funktion AND 255 entspricht.

Listing 3 zeigt den Empfang und die Auswertung der Daten.

Die gesamte zur Verfügung stehende Zeit muss auf verschiedene Prozesse aufgeteilt werden:

Senden: ca. 10 ms
Warten und Servoimpulse: 500 ms
Empfangen: normalerweise 200 ms, Timeout 400 ms bis 1400 ms
Warten und Servoimpulse: 700 ms

Wenn aber nun die beiden ATmegas asynchron senden, wann immer es ihnen passt, so kann es sein, dass sie gleichzeitig senden und nicht zuhören, was der andere zu übermitteln versucht. Aufgabe ist es also, möglichst jeden Sendeversuch erfolgreich zu empfangen. Dies würde einen erhöhten Programmieraufwand erfordern und auch die Entwicklung eines Basisprotokolles voraussetzen. Es geht aber einfacher wenn man nicht zwingend jedes Paket empfangen muss. Es werden einfach die Wartezeiten im Programm ungleich verteilt. Nach dem erfolgten Empfang von Daten wartet das Programm 700 ms bis gesendet wird. Nach dem Senden wird dagegen zunächst nur

Listing 3

Empfang und Auswertung der Daten

```

For N = 1 To 10
    Data_in(n) = 0
Next N
Timeout = 400 + Rnd(1000)
Receive_rfm12
If Data_in(1) = 27 Then
    Checksumme = 27
    For N = 2 To 6
        Checksumme = Checksumme + Data_in(n)
    Next N
    If Data_in(7) = Checksumme Then
        Checksumme = 27
        Portd = Data_in(2)
        Print Data_in(2)
        Dat = 256
    * Data_in(3)
        Dat = Dat
    + Data_in(4)
        Pwm1a = Dat
        Print Dat
        Dat = 256
    * Data_in(5)
        Dat = Dat
    + Data_in(6)
        Print Dat
        Dat = Dat / 11
        Dat = Dat + 100
        Servo(1) = Dat
        Print
    End If
End If
Enable Interrupts 'Servo
Waitms 700
Disable Interrupts

```

- a) 6.765 kHz bis 6.795 kHz
- b) 61 GHz bis 61,5 GHz
- c) 122 GHz bis 123 GHz
- d) 244 GHz bis 246 GHz

In Deutschland ist der Bereich von 9 bis 10 kHz und der Bereich 149,995 bis 150,005 MHz zusätzlich für ISM-Anwendungen freigegeben.

Die ISM-Anwendungen haben die geringste Priorität. In vielen Frequenzbereichen, die für ISM-Geräte freigegeben sind, muss man sich diese Frequenzen mit anderen Funkdiensten teilen. Das 433-MHz-ISM-Band befindet sich innerhalb des 70-cm-Amateurfunkbandes. Dieses darf durch die ISM-Funkanwendungen nicht gestört werden, aber ISM-Anwendungen haben Störungen, die sich durch andere Funkdienste ergeben, in Kauf zu nehmen.

Noch ein Sonderfall: Der Bereich von 868

bis 870 MHz wird oft fälschlich als ISM-Band bezeichnet, gehört aber nicht dazu. Trotzdem dürfen hier Sender mit kleiner Reichweite, zum Beispiel RFIDs, Funkschalter, Funk-Alarmanlagen und unser Funkmodul betrieben werden.

Die RFM12-Module nutzen die Frequenz-zuteilung für „Non-specific Short-Range Devices“ (SRD). Hier ist speziell der Bereich 868,000 MHz bis 868,600 MHz geeignet. Es gibt keine Beschränkung der Kanalbandbreite. Bei einer Leistung bis 25 mW darf man 1 % der Zeit senden. Es darf auch länger sein, aber dann muss man vorher überprüfen, ob die Frequenz frei ist. Bei einer Frequenz von 868,300 MHz verlässt man auch bei größerem Hub und mit allen denkbaren Toleranzen nie den erlaubten Frequenzbereich - und man sollte niemals länger senden als in den Beispielen im Artikel gezeigt. So ist gewährleistet, dass auch andere Geräte auf dieser Frequenz ihren Dienst verrichten können.

500 ms gewartet, bis der Empfänger gestartet wird. Dieser wartet mindestens 200 ms und höchstens 1400 ms auf ein Signal von der Gegenseite. Im Normalfall sollte das Verfahren dazu führen, dass sich beide Stationen aufeinander synchronisieren.

Wenn das aus irgendeinem Grund nicht klappt oder wenn beide Systeme exakt zur gleichen Zeit gestartet wurden, kann es vorkommen, dass beide gleichzeitig senden, aber nicht zur richtigen Zeit empfangen. In diesem Fall hilft die zufällige Timeout-Zeit zwischen 200 ms und 1400 ms. Nach einigen Fehlversuchen kommt das Gesamtsystem in Gleichschritt und arbeitet danach fehlerfrei. Effektiv wird dann von jeder Seite einmal in 1,2 s für 10 ms gesendet. Die geforderte Sendezeit von maximal 1% wird also nicht überschritten. Rund einmal pro Sekunde werden auf beiden Sei-

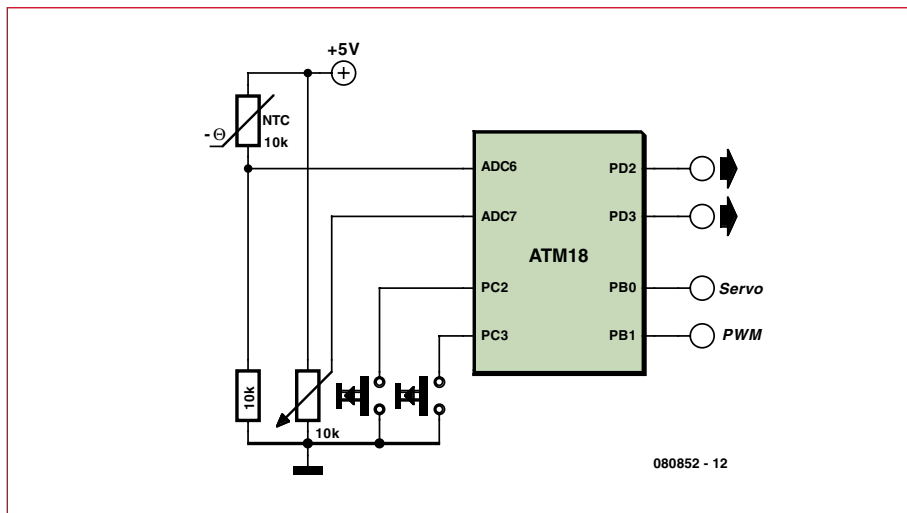


Bild 3. Anschluss der „Peripherie“ für das Anwendungsbeispiel.

ten die Messwerte und Portzustände aktualisiert.

In unserem Beispielprogramm war es wichtig, den Interrupt während des Sendens und Empfangens zu sperren. Der laufende Interrupt stört den Transceiver. Servo-Impulse werden also nur in den Leerlaufzeiten erzeugt. Aber für unsere Versuche reicht das allemal aus.

Störungen

Es liegt in der Natur der Sache, dass Funkverbindungen gestört werden können. Andere Sender auf der gleichen Frequenz, starke Sender auf anderen Frequenzen, Hindernisse auf dem Funkweg, Metall in und an Bauwerken, Reflexionen auf dem Funkweg oder zu große Entfernung zwischen den Stationen können die Ursache dafür sein. Funkübertragung ist also unsicher. Auch die übertragenen Signale können durch Störung verändert empfangen werden. Man darf sich also nicht leichtfertig auf die korrekte Übertragung der Daten verlassen. Im

Programm wurde eine doppelte Fehlerkontrolle eingebaut. Vor dem Aufrufen des Empfangsprogramms wird der gesamte Empfangspuffer gelöscht. Falls also keine Daten empfangen werden konnten, findet das Programm nur Nullen vor. In diesem Fall werden die Daten verworfen.

Falls aber im ersten Byte das Startzeichen 27 steht, besteht begründete Hoffnung, dass auch der Rest korrekt ist. Nun wertet das Programm die Prüfsumme der Bytes 1 bis 6 aus und vergleicht sie mit der Prüfsumme im Byte 7. Wenn die Prüfsumme stimmt, können die Daten verwendet werden. Erst dann werden alle fünf Nutzbytes an die serielle Schnittstelle gesendet. Ein angeschlossener PC könnte nun diese Daten auswerten.

Danach wird Byte 2 an den Ausgangsport übergeben. Die folgenden beiden Bytes werden auf den PWM-Ausgang ausgegeben und die letzten beiden an die Servosteuerung. Da ein Servo nur Impulse zwischen 1 ms und 2 ms verträgt und die Auflösung

10 μ s beträgt, wird der zweite Analogwert zunächst durch 11 geteilt und dann zu 100 addiert. Der Wertebereich beträgt also ca. 100 ... 200. Zwar hätte für die geringe Auflösung des Servos (100 Schritte) auch ein Byte gereicht, aber die volle Auflösung soll ja über die serielle Schnittstelle ausgegeben werden und steht damit sowieso zur Verfügung.

Peripherie

Für eine praktische Demonstration schließt man zum Beispiel an einem der analogen Eingänge ein Poti an und an einem zweiten einen NTC in Spannungsteilerschaltung zur Messung der Temperatur (Bild 3). Die Stromversorgung des Servos kann dabei der Spannungsregler auf dem Testboard übernehmen. Aber Achtung: Bei Versorgung über USB sollte der Servo zur Funktionssicherheit eine eigene Stromversorgung bekommen.

Noch ein Tipp zur Betriebsspannung: Die Funkmodule benötigen für einen korrekten Power-on-Reset einen steilen Anstieg der Betriebsspannung beim Einschalten. Diesen erreicht man am ehesten, wenn man den Jumper JP1 des ATM18-Testboards als Einschalter einsetzt, da der Spannungswandler auf dem Testboard die Spannung zu langsam ansteigen lässt. Auch wenn die Spannung vom USB/Seriell-Kabel kommt, sollte man den Jumper erst bei angeschlossenem USB aufsetzen.

Zum Schluss

Die beschriebenen kleinen Experimente sollen einen schnellen Einstieg ermöglichen und Interesse an der Funkübertragung in Verbindung mit AVR-Controllern wecken. Jeder kann nun seine vielleicht schon lange erträumte Wunschanwendung drahtlos realisieren und Besucher und Freunde mit einer eigenen „spukhaften Fernwirkung“ verblüffen.

Die Software wurde diesmal nur mit Bascom entwickelt. Ein entsprechendes C-Projekt wartet noch darauf, geschrieben zu werden. Dies kann auch als Aufruf an interessierte Leser verstanden werden. ;-)

(080852e)

Das ATM18-Projekt im Computer:club²

ATM18 ist ein gemeinsames Projekt von Elektor und dem Computer:club² (www.cczwei.de) in Zusammenarbeit mit Udo Jürß, dem Cheftwickler von www.microdrones.de. Die neuesten Entwicklungen und Anwendungen des ATM18-Systems stellt Wolfgang Rudolph vom Computer:club² jeden Monat in der Sendung CC²-tv bei NRW-TV vor. Das hier beschriebene Funkmodul am ATM18-AVR-Board ist in der **Sendung 26** von CC²-tv zu sehen, die am 18. Dezember 2008 erstmals gesendet wird.

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

Bezugsquelle:

Das Funkmodul RFM12 ist im Elektor-Shop unter der Nr. 071125-71 erhältlich!

Von den Machern von Elektor!



Oder frei Haus unter www.elektor.de bestellen!

XMEGA ante portas

Ein erster Erfahrungsbericht mit ATXMEGA1281A1

Von Dipl.-Inf. (FH) Benedikt Sauter und Dr. Thomas Scherer

Die 8-bit-AVR-Controller von Atmel sind nun wirklich nicht mehr ganz neu. Auch in Elektor-Projekten zählt diese Controller-Familie schon seit Jahren zum gewohnten Bild. Mit der XMEGA-Serie kommt in Kürze eine leistungsfähige Weiterentwicklung auf den Markt. Elektor-Autor Benedikt Sauter hat schon einen ATXmega ausprobiert.

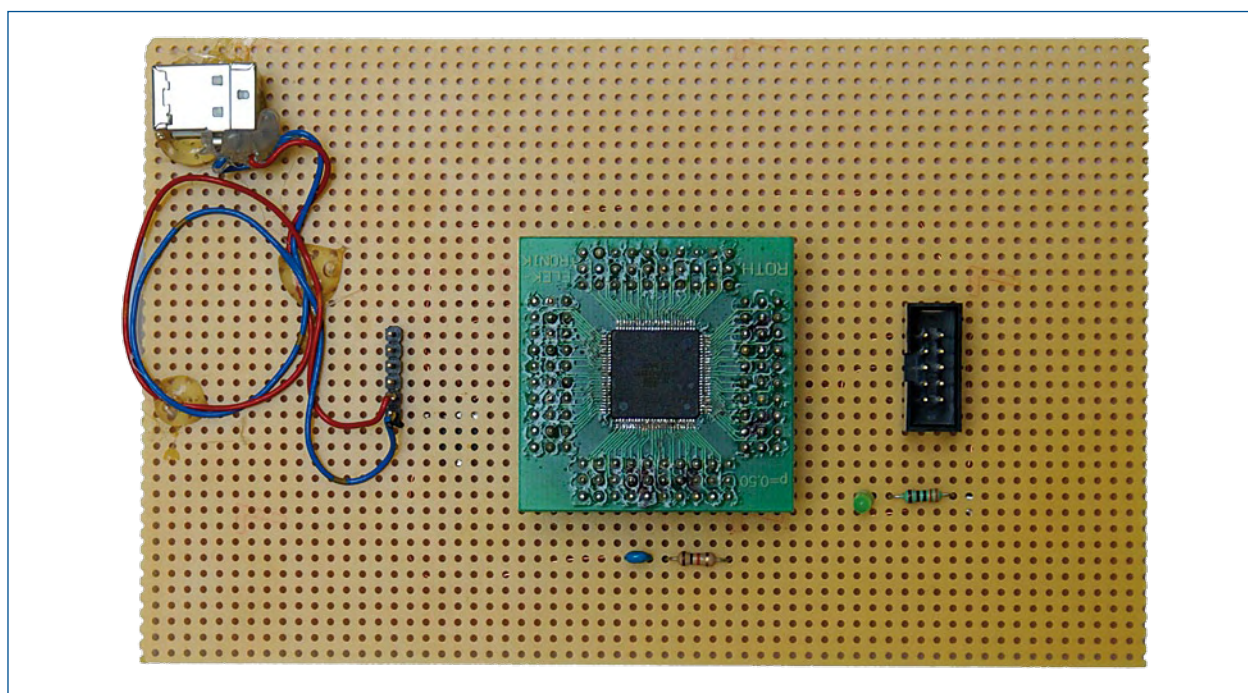


Bild 1.
Lochrasterplatine mit
XMEGA auf Adapterplatine
sowie USB- und
Programmier-Interface.

Viele Elektor-Leser kennen und schätzen die 8-bit-AVR-Controllerfamilie von Atmel. Dazu beigetragen haben sicherlich die sehr gute Verfügbarkeit, die verständlichen Datenblätter, die freie Software (Debugger, Compiler, Linker, Programmer etc.) und nicht zuletzt auch der populäre und leistungsfähige Basic-Compiler BASCOM-AVR. Auch wenn diese 8-bit-Controller für sehr viele Anwendungen (um nicht zu sagen, die meisten) ausreichen, ist irgendwann der Punkt erreicht, an dem die Rechenleistung eben nicht mehr ausreicht. Dann stellt sich die Frage nach einer möglichst einfachen und effektiven Lösung. Der Umstieg auf eine 16- oder 32-bit-Controllerfamilie mit einer ungewohnten Entwicklungsumgebung fällt da nicht unbedingt leicht. Bietet Atmel mit den XMEGAs einen Ausweg?

Die XMEGAs

Schon vor fast einem Jahr wurden sie angekündigt, doch die Produktion in Stückzahlen wurde erst kürzlich gestartet,

so dass die neuen Controller voraussichtlich erst im Frühjahr zu kaufen sein werden. Benedikt Sauter ist es aber gelungen, Muster der noch seltenen Chips zu erhalten und in der Praxis auszutesten. Dadurch können Sie sich als Elektor-Leser schon jetzt ein Bild davon machen, was mit den XMEGAs auf Sie zukommt und welches Potential in den neuen Chips steckt.

Bei der XMEGA-Familie [6] handelt es sich - soviel sei schon verraten - um eine konsequente Weiterentwicklung der ATmega-Serie. Insofern also eher eine Evolution, allerdings mit wirklich neuen Fähigkeiten. Dabei wurde nicht unbedingt auf breitere Busstrukturen gesetzt, denn es handelt sich bei den XMEGAs um ein Zwischending von 8- und 16-bit-Controller. Die grundlegenden Eigenschaften und Neuerungen finden sich als Übersicht in einem extra Kasten.

Es wurde allerhand optimiert unter der Haube, aber immer noch auf Basis eines 8-bit-AVR-Kerns: Höhere Taktraten, bis zu 16 MByte externer Speicher, eine DMA-Schnittstelle und ein intelligentes Eventsystem zur Einsparung von Prozessor-

zeiten bringen ein deutliches Plus an Performance bei vergleichsweise geringem Stromverbrauch. Aber der vielleicht wichtigste Aspekt ist die enge Verwandtschaft mit der bisherigen AVR-Serie: Die „alte“ Software (Compiler, Linker, Debugger etc.) kann weiter verwendet werden – und es gibt auch schon eine XMEGA-Version von BASCOM [1]! Der Lernaufwand und die Umstellungsmühen halten sich daher sehr in Grenzen.

Schnelltest

Das Testmuster war ein ATXMEGA1281A1 [2], ein Controller mit beeindruckenden 78 I/O-Leitungen im 100-poligen TQFP-Gehäuse. Für den Aufbau der Test-Schaltung auf einer Lochrasterplatte wurde der Controller zuvor auf eine SMD-

Ein externer Quarz oder Keramik-Resonator ist nicht nötig, da mehrere interne Oszillatoren vorhanden sind - im Unterschied zu den Vorgänger-Controllern auch mit hohen Taktfrequenzen (max. 32 MHz). Für das Laden von Programmen in den internen Flashspeicher des XMEGA wird eine JTAG-Schnittstelle mit verwendet. Die Belegung des 10-poligen Wannensteckers (siehe Bild 1) muss natürlich mit der des Programmieradapters JTAGICE mkII übereinstimmen, damit dieser angeschlossen werden kann. Dann passt hier auch das Starter-Kit STK600 von Atmel. Es gibt aber auch noch die Möglichkeit, eine bei den ATMegas schon beliebte Technik in Form eines Boot-Loaders zu verwenden und so mit einer simplen seriellen Schnittstelle auszukommen, da die XMEgas über den gleichen Boot-Mechanismus verfügen. Ebenso gibt es noch einen Bus ähnlich dem ISP bei den

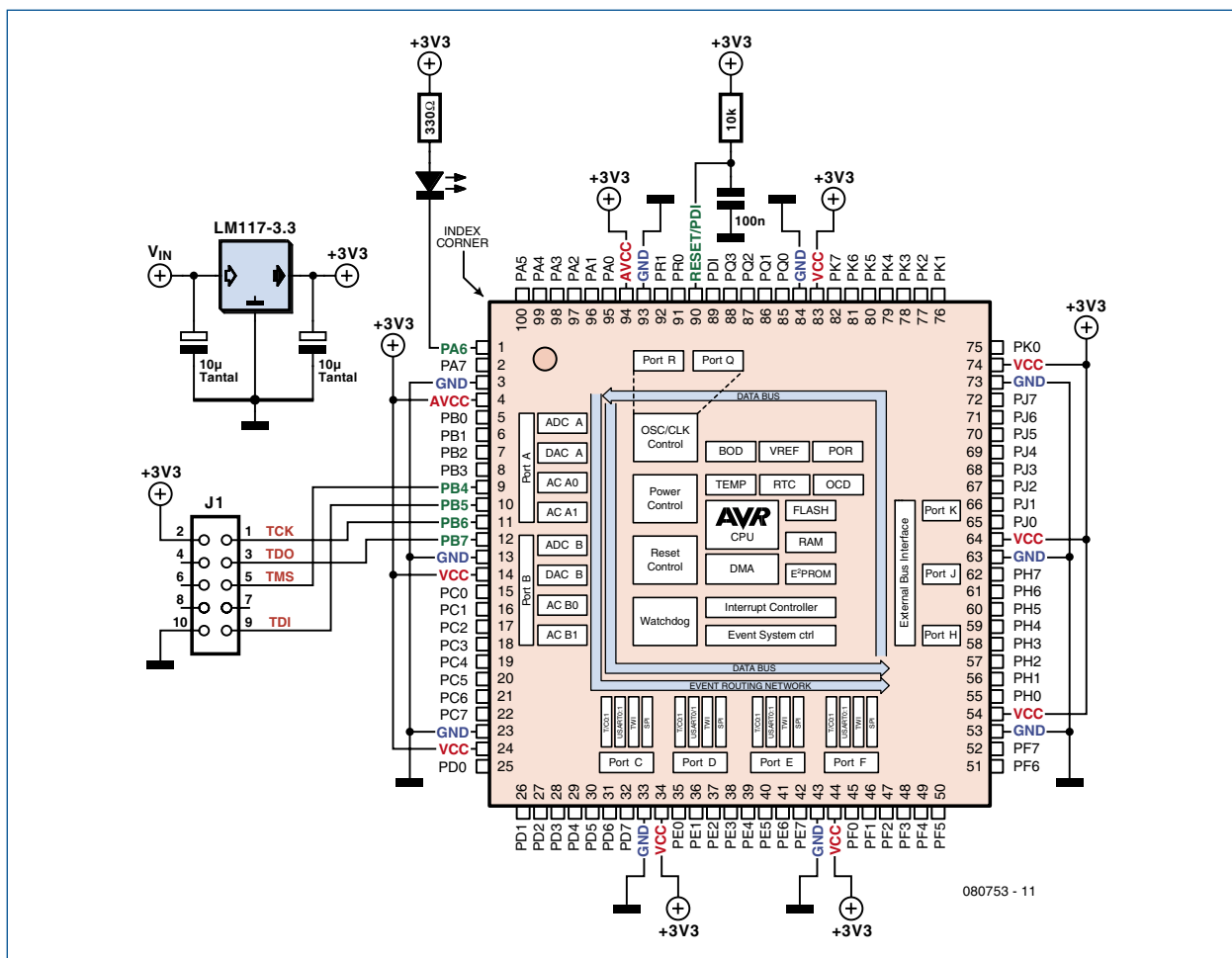


Bild 2.
Mit wenigen Bauteilen kann man eine Experimentierschaltung für XMEGA-Controller aufbauen.

Adapterplatine gelötet. Die Adapterplatine konnte dann mit einfachen Stiftheiten in die Lochraster-Platine gelötet werden (**Bild 1**).

Als zusätzliche Beschaltung zum Testen benötigt man lediglich noch eine Power-on-reset-Schaltung (hierzu genügt ein 10-k Ω -Widerstand und ein 100-nF-Kondensator) und eine stabilisierte Stromversorgung.

Hier gibt es schon einen wichtigen Unterschied zu den gewohnten AVR-Mikrocontrollern: Die XMEGAs können nicht mit 5 V betrieben werden, sondern benötigen eine Versorgungsspannung von 1,6...3,6 V. Dafür eignet sich am besten ein integrierter Spannungsregler wie der LM1117-3.3V – mit zwei Elkos selbstverständlich. Damit kann man auch bequem 3,3 V aus den 5 V des USB-Anschlusses erzeugen.

bisherigen ATMegas, der wohl von den kostengünstigeren Programmieradaptern wie dem AVR ISP mkII und dem AVR Dragon unterstützt wird.

Als einfacher Ausgabe-Indikator befindet sich noch eine LED mit Vorwiderstand auf der Lochrasterplatte des „XMEGA-Testers“, dessen Schaltung in **Bild 2** zu sehen ist.

Software

Wie für die AVR-Controller gibt es auch für die XMEGAs die vollständige Toolchain (Compiler, Linker, IDE, Programmer und Debugger) kostenlos im Internet. Dabei muss man beachten, dass gleich zwei Softwarepakete installiert werden müssen: zum einem WinAVR [3] (Compiler samt Linker

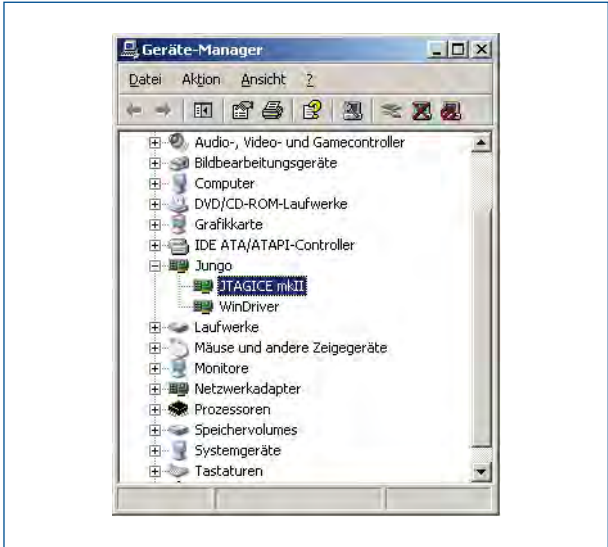


Bild 3.
Erfolgreicher Eintrag
des JTAGICE mkII in der
Systemsteuerung.

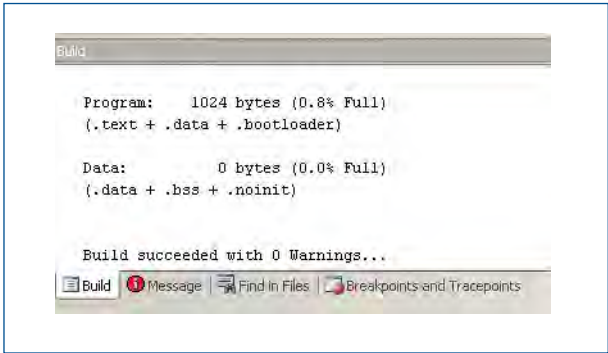


Bild 4.
Das Status-Fenster von
AVR-Studio nach einem
Compiler-Lauf.

& Co.) und zum anderen die Entwicklungsumgebung AVR-Studio [4] (Editor, Projektverwaltung, Integration von Compilern, Debugger, etc.). Idealerweise installiert man das von Atmel aktiv unterstützte Open-Source-Projekt WinAVR zuerst. Man darf allerdings nur XMEGA-kompatible Versionen ab 20080411 verwenden.

Nach WinAVR kommt das AVR-Studio an die Reihe. Auch

Listing Testprogramm Blink-LED

```
#INCLUDE „AVR_COMPILER.H“
#INCLUDE „PORT_DRIVER.H“
#INCLUDE „CLKSYS_DRIVER.H“
#INCLUDE <AVR/IO.H>
#INCLUDE <UTIL/DELAY.H>

INT      MAIN( VOID )
{
    /* INTERNEN OSZ. AKTIVIEREN */
    CLKSYS_PLL_CONFIG(
        OSC_PLLSRC_RC2M_GC, 30 );
    CLKSYS_ENABLE( OSC_PLEN_BM );
    CLKSYS_PRESCALERS_CONFIG(
        CLK_PSADIV_1_GC,
        CLK_PSBODIV_1_2_GC );
    DO { } WHILE ( CLKSYS_ISREADY(
        OSC_PLLRDY_BM ) == 0 );
    CLKSYS_MAIN_CLOCKSOURCE_SELECT
        ( CLK_SCLKSEL_PLL_GC );

    /* PORT A IST AUSGANG */
    PORT_SETPINSASOUTPUT(
        &PORTA, 0xFF );

    WHILE(TRUE){
        /* 1 SEKUNDE PAUSE */
        _DELAY_MS(1000);
        /* WERT VON PORT A ÄNDERN */
        PORT_TOGGLEPINS(
            &PORTA, 0xFF );
    }
}
```

hier sind nur XMEGA-kompatible Versionen ab 4.14 geeignet. Die für den JTAGICE mkII benötigten USB-Treiber werden bei der Installation von WinAVR gleich mit installiert, wenn man während der Installation das entsprechende Häkchen setzt (wichtig!). Nach dem ersten Anstecken des JTAGICE mkII kann man dann den Installations-Assistenten von Windows auffordern, selbst nach dem passenden Treiber zu suchen. Zur Überprüfung der Installation schaut man sich die Einträge in der Systemsteuerung an (siehe Bild 3). Nun sollte das AVR-Studio beim ersten Start automatisch die Möglichkeit anbieten, ein C-Projekt zu erstellen. Ist dem so, dann wurde WinAVR gefunden und erfolgreich integriert.

Inbetriebnahme

Beim Start erlaubt AVR-Studio die Auswahl eines bestehenden Projekts oder die Erstellung eines neuen Projekts. Für einen ersten Test erstellt man logischerweise ein neues Projekt und vergibt einen Projekt-Namen. Im nächsten Schritt muss noch der Controller (hier ATXMEGA1281A1) und die Programmier- und Debug-Schnittstelle (hier JTAGICE mkII mit USB-Anschluss) ausgewählt werden. An dieser Stelle kann es passieren, dass AVR-Studio eine neuere Firmware in den JTAGICE mkII übertragen möchte. Man sollte dann einfach den Aufforderungen der Software folgen. Ist soweit alles in Ordnung, kann über den Reiter „Main“ die interne Signatur des Chips via „Read Signature“ ausgelesen werden. Klappt das nicht, sollte man wie folgt nach Fehlern suchen:

- Stimmt die Versorgungsspannung?
- Sind VCC- und GND-Pins richtig angeschlossen?

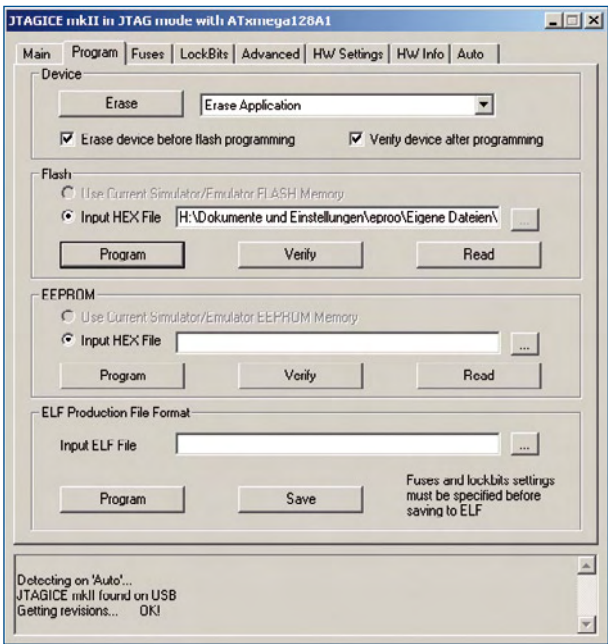


Bild 5.
Das Dialogfenster von AVR-
Studio zur Auswahl der zu
flashenden Hex-Datei.

- Stimmen die JTAG-Anschlüsse?
- Ist die Reset-Leitung mit TRST der JTAG-Buchse verbunden?

Funktioniert das Auslesen der Signatur, dann steht dem Übertragen von Software in den Controller nichts mehr im Wege.

Testprogramm „Blink“

Für einen ersten (zugegebenermaßen simplen) Test genügt es, einfach eine LED blinken zu lassen. Der im **Listing** gezeigte C-Source-Code des Programms kann auch bei [5] herunter geladen werden.

Nach den typischen einleitenden Include-Anweisungen werden zunächst der interne Oszillator und die Vorteiler aktiviert und dann im zweiten Block Port A als Ausgang definiert. In der darauf folgenden Endlosschleife wird Port A, an dem die LED angeschlossen ist, abwechselnd auf „Low“ und auf „High“ gesetzt. Das war's auch schon.

Übersetzt wird das Programm mit einem Klick auf das Compiler-Icon oder mit einem Tastendruck auf F7. Wenn dann keine Fehler im Status-Fenster (siehe **Bild 4**) mehr auftauchen, kann das Resultat via Programmer in den Controller übertragen werden.

Nach erfolgreichem Kompilieren öffnet sich das Programmer-Fenster (siehe **Bild 5**). Die Hex-Datei als Resultat des Compilerlaufs liegt üblicherweise im Ordner „debug“ des Projektverzeichnisses. Nach der Übertragung der Datei in den Controller startet dort direkt das Programm und die LED hat dann bei unserem Test tatsächlich geblinkt. ;-)

Fazit

Die Arbeit mit den XMEGAs ist wie von den Atmegas oder ATtinys gewohnt und ebenso einfach und ohne Überraschungen. Ein attraktives Feature ist das Eventsystem, das eine parallele Bearbeitung von Daten zwischen Peripherieeinheiten während des Betriebs ohne zusätzliche Prozessorkosten ermöglicht. So kann beispielsweise ein Timer direkt eine Messung eines analogen Wertes veranlassen, ohne die CPU dafür zu belasten. Dank kryptografischer Funktionen wie AES und DES erschließen sich neue und sehr interessante Einsatzgebiete. Insgesamt bringen die XMEGAs praktisch nur Vorteile gegenüber den bisherigen Atmega-Controllern, so dass man allen AVR-Usern, die mehr Performance brauchen, die neuen Controller nur empfehlen kann.

(080753e)

Links:

[1] **BASCOM für XMEGA:** www.mcselec.com

[2] **Datenblatt zum ATXMEGA1281A1:**
www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc8067.pdf

[3] **WinAVR:** <http://winavr.sourceforge.net/>

[4] **AVR-Studio:**
www.atmel.com/dyn/products/tools_card.asp?tool_id=2725

[5] **Testprogramm Blink:** Elektor-Webseite zum Artikel www.elektor.de/080753 und www.embedded-projects.net/myxmega.zip

[6] **Tabelle:** www.elektor.de/080753

Die neuen XMEGAS - Daten und Fakten

Die neuen XMEGA-Mikrocontroller stellen eine konsequente Weiterentwicklungen der bekannten 8-bit-Controller vom Typ ATtiny und ATmega dar. Der Rechenkern ist im Wesentlichen gleich, er wurde aber um einige 16-bit-Operationen erweitert. Der maximale Takt wurde erhöht und die Verarbeitungsleistung unter anderem durch einen Hardware-Multiplizierer optimiert. Hinzu kommen mehr, verbesserte und erweiterte Peripherie-Einheiten sowie ein ausgefülltes Event-System.

Stromversorgung

1,6...3,6 V, wobei auch mit 1,6 V schon der Maximaltakt von 32 MHz möglich ist.

Takt

Maximal 32 MHz.

4 interne ULP-Oszillatoren: 32 MHz, 2 MHz, 32 kHz und 32 kHz.

Externe Quarze: 32 kHz und 0,4...16 MHz.

Interne PLL mit Faktoren bis zu 1:31.

Vorteiler mit Faktoren von 1...2048.

Timer mit maximal 128 MHz.

Nach Reset startet ein XMEGA mit internen 2 MHz.

DMA

Mit insgesamt vier DMA-Kanälen kann beispielsweise eine durch Interrupt gesteuerte Analog/Digital-Konversion realisiert werden, die die CPU nicht zusätzlich belastet.

Verschlüsselung

Integrierte CPU-schonende Hardware-Kryptografie mit DES- oder AES-Algorithmus.

Speicher

Die XMEGAs bieten integrierten Programmspeicher bis zu (geplanten) 384 KB. Zusätzlich sind bis zu 16 MB extern ansprechbar.

ADC

Die Auflösung der A/D-Umsetzer wurde auf 12 bit gesteigert. Erhöhte Kanalanzahl und maximale Abtastrate 2 MS/s.

DAC

Bei den XMEGAs sind Digital/Analog-Umsetzer - ebenfalls mit 12 bit Auflösung - standardmäßig integriert. Es sind bis zu 1 Mio. Wandlungen pro Sekunde möglich.

Timer

Alle Timer verfügen über 16 bit Auflösung. Die Timer-Anzahl wurde auf bis zu acht erhöht.

Pins

Mehr und flexibler einsetzbare I/O-Leitungen. Jedem Pin ist ein Interrupt zuweisbar. Die Belastbarkeit der Ausgänge ist auf 10 mA beschränkt.

Interfaces

Der integrierte USART ist - wie das SPI - voll duplex-fähig. I²C kann nun 10-bit-Adressen.

Interrupt & Events

Dank integriertem Multi-Level-Interrupt-Controller kann eine Priorisierung von Interrupts mit bis zu acht Ebenen realisiert werden, was komplexere Event-getriggerte Anwendungen deutlich vereinfacht. Außerdem kann durch Hardware-Routing die CPU entlastet werden.

BASCOM-AVR-Kurs

Teil 5

Speicher, Schalterabfragen und Zeitmanagement

Von Burkhard Kainka

Zu viel Speicher und zu viel Rechenleistung hat man eigentlich nie. Gerade bei Mikrocontrollern sind die Ressourcen oft knapp bemessen. Deshalb kommt es darauf an, möglichst effektiv damit umzugehen. Das gilt besonders auch für Programmschleifen, die laufend ausgeführt werden.

Eine wichtige Frage ist immer, womit der Controller seine Rechenzeit verbringt. Wenn zum Beispiel Tasten abgefragt werden sollen, kann es vorkommen, dass eine kleine unscheinbare Rechenschleife die gesamte Zeit auffrisst. Deshalb muss man Konzepte entwickeln, die eine möglichst effektive Verwendung der Rechenzeit garantieren. Diese Folge des Bascom-Kurses zeigt einige Möglichkeiten der effektiven Programmierung auf.

RAM und EEPROM

Der ATmega88 besitzt 1024 Byte RAM und 512 Byte EEPROM. Damit kann man eine Menge anfangen! Bascom verwendet das RAM für Variablen und diverse Stacks. Was bleibt da noch übrig? Zum Test sollen Daten in einem Array gespeichert werden. Hier wird eine Variable A(500) dimensioniert. Es handelt sich also um 500 einzelne Bytes A(1) bis A(500). Achtung: A(0) gibt es nicht. Das kleine Testprogramm in **Listing 1** schreibt aufsteigende Daten in den Speicher, die dann in einer zweiten Schleife ausgelesen und an den PC gesandt werden. Wenn man nun einen Überblick braucht, wie weit man schon an den Rand der Möglichkeiten gegangen ist, kann die Report-Datei Memory.rpt helfen. Es handelt sich um eine Textdatei, die mit Notepad geöffnet werden kann. Hier findet man die Speichergrößen, die genaue Lage aller Variablen und vieles mehr. Test 2 zeigt die Möglichkeiten des EEPROMs, das seinen Inhalt im Gegensatz zum RAM beim Ausschalten nicht vergisst. Daten werden mit Writeeeprom, Variable, Speicheradresse permanent gespeichert und mit Read-eeprom, Variable, Speicheradresse gelesen. Ein gelöscht EEPROM enthält durchgehend FF (255). Man kann daher ein Byte lesen und entscheiden, ob schon etwas gespeichert wurde. Im Test 2 (**Listing 2**) werden 512 Bytes geschrieben und dann wieder ausgelesen.

Tastenabfragen

Autonome Geräte besitzen oft Bedientasten, die nach genau definierten Regeln abgefragt und ausgewertet werden. Eine Tastenabfrage erscheint auf den ersten Blick einfach, doch verbirgt sich hier manche Tücke. Eine davon ist, dass man nicht weiß, wann und wie lange jemand auf eine Taste drücken wird. Man muss also die verwendeten Tasten sozusagen immer abfragen. Hat man ein Programm fertig entwickelt und möchte dann erst nachträglich Tasten-

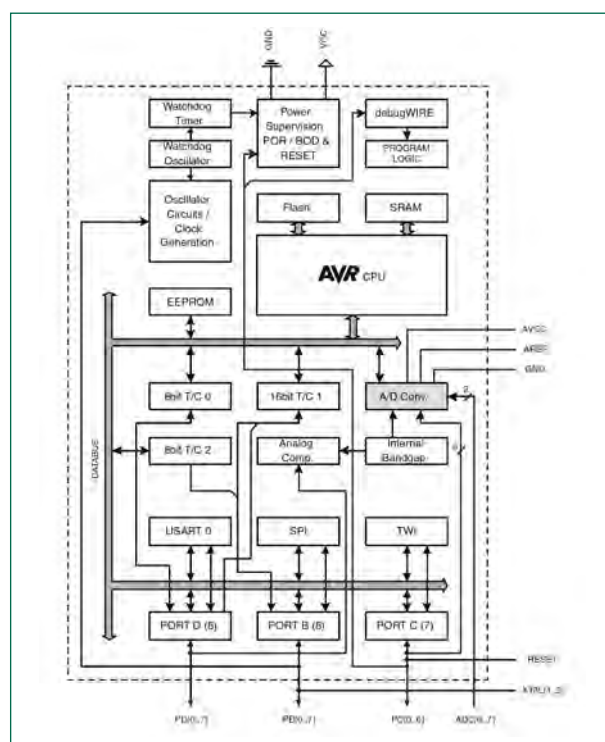


Bild 1.
Blockschaltbild des
ATmega88.

Listing 1 Datenablage im RAM

```
Test1:
Dim A(500) As Byte
Dim N As Word
Do
  For N = 1 To 500
    A(n) = Low(n)
  Next N
  For N = 1 To 500
    Print A(n)
    Waitms 100
  Next N
Loop
```

Listing 2 Das EEPROM

```
Test2:
  For N = 0 To 511
    Writeeprom N , N
  Next N
Dim D As Byte
Do
  For N = 0 To 511
    Readeprom D , N
    Print N , D
    Waitms 100
  Next N
Loop
```

Listing 3 LED-Umschalter

```
Test3:
S1 Alias Pind.6
S2 Alias Pind.5
S3 Alias Pind.7
Out1 Alias Portd.2
Out2 Alias Portd.3
Config Portd = &B00001100
Portd.6 = 1
Portd.5 = 1
Portd.7 = 1

Out1 = 1
Do
  If S1 = 0 Then
    Out1 = 1
    Out2 = 0
    Print „1 on“
  End If
  If S2 = 0 Then
    Out1 = 0
    Out2 = 1
    Print „1 off“
  End If
  Waitms 50
Loop
```

Listing 4

Aufwärts/Abwärtssteuerung für einen PWM-Ausgang

```
Test4:
Dim Pwmold As Integer
Pwma = 0
Do
  If S1 = 0 Then Pwma = Pwma + 1
  If Pwma > 1023 Then Pwma = 1023
  If S2 = 0 Then Pwma = Pwma - 1
  If Pwma < 0 Then Pwma = 0
  If S3 = 0 Then Pwma = 0
  Waitms 20
  Pwmla = Pwma
  If Pwma <> Pwmold Then
    Print Pwma
  End If
  Pwmold = Pwma
Loop
```

funktionen einfügen, kann es schwierig werden. Besser ist es, man fängt mit den Tasten an und baut die eigentlichen Funktionen Stück für Stück ein.

Die zweite Tücke ist, dass Tasten meist prellen. Wenn man auf eine Taste drückt, springt der Kontakt mehrmals zurück, sodass tatsächlich mehrere einzelne (Tastendruck-)Ereignisse erscheinen. Deshalb würde es nicht funktionieren, Tastendrucke mit einem Timer abzufragen. Man muss also für eine wirksame Entprellung sorgen. Im einfachsten Fall besteht diese aus einem Wartebefehl. Wenn ein Schalter nur einmal in 10 ms abgefragt wird, wird das Prellen überlesen.

Für die folgenden Versuche werden drei Tasten an D5 bis D7 verwendet. Die entsprechenden Portbits werden auf High gesetzt, während die Datenrichtungsbits Null bleiben. Damit schaltet man die internen Pull-up-Widerstände ein. Eine geöffnete Taste liefert 1, eine gedrückte Taste liefert 0. Die Portbits werden mit Alias umbenannt. Deshalb kann man Taste 1 mit `If S1 = 0 then` abfragen (**Listing 3**).

Test3 verwendet zwei Tasten für einen Umschalter. S1 schaltet den ersten Ausgang ein, S2 den zweiten. Jeder Tastendruck führt gleichzeitig auch zu einer Meldung an den PC. Nach einer Wartezeit von 50 ms wird die Tastenabfrage wiederholt. Bei längerem Tastendruck ändern sich zwar die Ausgangszustände nicht mehr, aber es gibt weitere Meldungen über die serielle Schnittstelle. Man erkennt: Sehr effektiv ist das noch nicht, denn der Mikrocontroller braucht seine ganze Rechenleistung nur für die Tastenabfrage.

Test 4 (**Listing 4**) verwendet zwei Tasten, um ein PWM-Signal an OC1A=PB1 zu steuern. Eine Taste vergrößert den PWM-Wert, eine verkleinert ihn. Mit dem Oszilloskop beobachtet man eine entsprechende Impulslänge. Eine angeschlossene LED ändert ihre Helligkeit. Auch hier wird die gesamte Rechenleistung des Mikrocontrollers beansprucht. Die Entprellung der Schalter ist bei dieser Aufgabe kein Problem, weil es nur auf die Gesamtzeit des Tastendrucks ankommt.

Test 5 (**Listing 5**) verwendet jeweils nur eine Taste zum abwechselnden Ein- und Ausschalten einer LED. Wenn eine

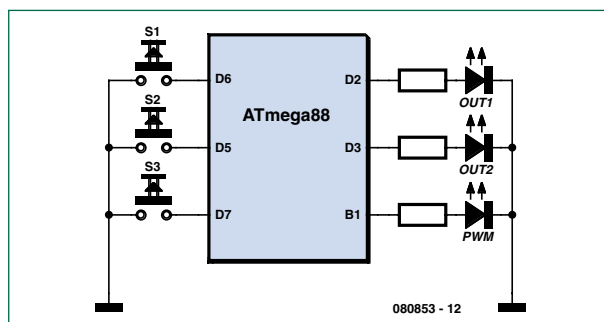


Bild 2.
Ein- und Ausgänge.

Listing 5 Ein doppeltes Toggle-Flipflop

```
Test5:
Do
  If S1 = 0 Then
    If Out1 = 0 Then
      Out1 = 1
    Else
      Out1 = 0
    End If
    Waitms 10
  End If
Do
Loop Until S1 = 1
If S2 = 0 Then
  If Out2 = 0 Then
    Out2 = 1
  Else
    Out2 = 0
  End If
  Waitms 10
End If
Do
Loop Until S2 = 1
Waitms 100
Loop
```

Listing 6

Ein zweifacher Ereigniszähler

```
Test6:
Dim Count1 As Word
Dim Count2 As Word
Do
  If S1 = 0 Then
    Count1 = Count1 + 1
    Print „Count1 “;
    Print Count1
    Waitms 50
  Do
    Loop Until S1 = 1
  End If
  If S2 = 0 Then
    Count2 = Count2 + 1
    Print „Count2 “;
    Print Count2
    Waitms 50
  Do
    Loop Until S2 = 1
  End If
Loop
```

Listing 7 Tastenabfrage im Interrupt

```
Test7:
Dim Ticks As Byte
Dim Sw1 As Byte
Dim Sw2 As Byte
Dim Sw3 As Byte
Dim Sw4 As Byte
Dim Pwm1 As Integer
Dim Pwm1old As Integer
Dim Ledtimer As Byte
Dim Ledblink As Byte
```

```
Ledblink = 1
Enable Timer0
Enable Interrupts
Cls
Lcd 0
```

```
Do
  If Ticks = 1 Then Out1 = 1
  If Ticks = 5 Then Out1 = 0
Loop
```

```
Timer0isr:
  Ticks = Ticks + 1
  If Ticks = 1 Then
    If S1 = 0 Then Sw1 = Sw1 + 1 Else Sw1 = 0
    If Sw1 > 100 Then Sw1 = 100
    If S2 = 0 Then Sw2 = Sw2 + 1 Else Sw2 = 0
    If Sw2 > 100 Then Sw2 = 100
    If S3 = 0 Then Sw3 = Sw3 + 1 Else Sw3 = 0
    If Sw3 > 100 Then Sw3 = 100
  End If
  If Ticks = 2 Then
    If Sw1 = 3 Then
      Pwm1 = Pwm1 + 1
```

```
      If Pwm1 > 1023 Then Pwm1 = 1023
    End If
    If Sw1 = 100 Then
      Pwm1 = Pwm1 + 1
      If Pwm1 > 1023 Then Pwm1 = 1023
    End If
    If Sw2 = 3 Then
      Pwm1 = Pwm1 - 1
      If Pwm1 < 0 Then Pwm1 = 0
    End If
    If Sw2 = 100 Then
      Pwm1 = Pwm1 - 1
      If Pwm1 < 0 Then Pwm1 = 0
    End If
    If Pwm1 <> Pwm1old Then
      Print Pwm1
    End If
    Pwm1a = Pwm1
    Pwm1old = Pwm1
  End If
  If Ticks = 3 Then
    If Sw3 = 3 Then
      If Ledblink = 1 Then
        Ledblink = 0
      Else
        Ledblink = 1
      End If
    End If
  End If
  If Ticks = 4 Then
    Ledtimer = Ledtimer + 1
    If Ledtimer > 100 Then Ledtimer = 0
    If Ledtimer = 1 Then
      If Ledblink = 1 Then Out2 = 1
    End If
    If Ledtimer = 50 Then Out2 = 0
  End If
  If Ticks = 10 Then Ticks = 0
Return
```


Taste gedrückt wird, wartet das Programm in einer Schleife, bis man die Taste wieder freigibt. In dieser Zeit ist das Programm blind für einen anderen Tastendruck. Die Entprellung ist in diesem Fall wichtig, denn ein einzelner Tastendruck darf nur als ein Ereignis gewertet werden. Ohne eine Zeitverzögerung würde der Ausgang mit jedem Tastendruck mehrfach umschalten und dann in einem zufälligen Zustand enden. Der gleiche Ablauf wie im Test 5 kann auch verwendet werden, um zwei Zähler zu steuern. Es werden die Tastenbetätigungen für S1 und S2 gezählt. Jeder veränderte Zählerstand wird an den PC gemeldet. Auch hier bleibt das Problem, dass die Aufgabe den Controller zu 100 Prozent beansprucht.

Tastenabfragen im Timer-Interrupt

Alle bisherigen Beispiele für Tastenabfragen zeigen zwar das Prinzip, gehen jedoch nicht effektiv mit der Rechenzeit um. Spätestens wenn mehrere Tasten verwendet werden und auch noch andere Dinge zu erledigen sind, muss man nach einem besseren Zeitmanagement suchen. Test 7 (**Listing 7**) zeigt eine effektivere Lösung. Die Tastenabfragen laufen im Hintergrund in einer Timer-Interruptroutine. Das Hauptprogramm kann sich nebenbei um andere Aufgaben kümmern. Zu jeder Taste S1 bis S3 gibt es eine Variable Sw1 bis Sw3. Wenn eine Taste nicht gedrückt ist, enthält die zugehörige Variable den Wert Null. Drückt man auf eine Taste, steigt der Wert kontinuierlich an und bleibt dann bei 100 stehen. Man kann also jederzeit abfragen, ob und wie lange eine Taste gedrückt wurde. Wenn ein einzelner Tastendruck ausgewertet werden soll, fragt man zum Beispiel, ob der Tastenwert gerade 3 ist und löst damit ein Ereignis aus. Einen

langen Dauerdruck erkennt man am Wert 100.

Die Timer-Routine enthält einen weiteren Zähler für kleine Zeiteinheiten: Ticks. Hier läuft der Inhalt der Variablen Ticks von 1 bis 10. Nur bei jedem zehnten Aufruf (bei Ticks=1) werden also die Tasten abgefragt. Damit erledigt man die Entprellung ganz nebenbei und ist immer noch schnell genug, um kein Ereignis zu verpassen.

Zu anderen Zeiten können die Ereignisse ausgewertet werden. Im Beispiel wird zur Zeit Ticks = 2 ein PWM-Wert verändert und zur Zeit Ticks = 3 das Blinken einer LED ein- und ausgeschaltet. Ticks = 4 verwaltet das Blinken selbst. Mit dieser Aufteilung der Rechenzeit scheint für den Anwender alles gleichzeitig zu laufen, der Controller hat aber noch viele Reserven. Das Hauptprogramm steuert Ausgang 1 und schaltet für die Zeit von 5 Ticks ein und für 5 Ticks aus. Eine angeschlossene LED blinkt so schnell, dass man nur eine reduzierte Helligkeit erkennt. Die LED leuchtet auch völlig konstant und zeigt damit, dass das Programm immer im gleichmäßigen Takt bleibt.

Die Tastensteuerung der PWM-Ausgabe unterscheidet diesmal zwei Fälle: Kurzer Tastendruck und langer Tastendruck. Mit einem kurzen Druck verändert sich der Wert um Eins. Mit langem Druck verändert sich der Zähler kontinuierlich. So lässt sich leichter ein bestimmter Wert ansteuern.

(080853e)

Downloads und Forum:

Bei www.elektor.de finden Sie zu jeder Kursfolge eine Webseite mit den dazugehörigen Software-Downloads. Für Fragen und Feedback wurde ein eigenes Forum eingerichtet: www.elektor.de > Forum > BASCOM-AVR-Kurs.

Anzeige



Chips von Parallax für jede Entwicklung

Die bekannten **BASIC-Stamp** sind als Chips zur Integration auf eigene Platinen-Projekte schon vorprogrammiert mit dem PBASIC-Interpreter ab Lager lieferbar. Außerdem sind dazu passende Resonatoren für den Takt und EEPROMs lieferbar.

Bei den **SX-Chips** von Parallax handelt es sich um 8-bit Mikrocontroller mit hoher Leistungsfähigkeit und integriertem Programm-Speicher, die in-system-programmierbar sind und über Debugging-Fähigkeiten verfügen. Sie stellen eine preiswerte Basis für die Massenproduktion dar und sind sehr vielseitig einsetzbar, da die Chips in fünf verschiedenen Gehäusen geliefert werden können.

Die universell verwendbaren **Propeller-Chips** mit ihren acht parallel arbeitenden Cogs erlauben die simultane Ausführung verschiedener Aufgaben und erlauben so sparsame Designs mit nur wenigen Bauteilen.



www.parallax.com



www.elektronikladen.de

DBPSK - OFDM

Die Facetten der drahtlosen Übertragungstechnik

Von Alain Rimlinger (Maxim)

„Wireless“ heißt das Schwerpunktthema dieser Elektor-Ausgabe, und das ist Grund genug, den Stand der Entwicklung näher zu betrachten. Welche Technologien und Standards gibt es gegenwärtig - und was wird die Zukunft bringen?

Die zurückliegenden Jahre haben den drahtlosen Consumer-Produkten einen wahren Boom beschert. Viele Anwender haben die Vorteile vernetzter Strukturen erkannt, umher liegende Kabelverbindungen werden jedoch häufig als störend empfunden. Ein Beispiel sind die Urlaubsfotos auf der Festplatte des PC, die in familiärer Runde auf dem TV-Gerät betrachtet werden sollen. Das Verbinden der Geräte über Kabel ist lästig, und bei der nächsten Vorführung muss der gleiche Aufwand getrieben werden.

Der Bluetooth-Standard (802.15.1) entsprang dem Wunsch, Verbindungen zu PDAs, Handys und Headsets drahtlos herzustellen. Bluetooth arbeitet mit GFSK-Modulation im 2,4-GHz-Band, das Protokoll sieht Multikanalbetrieb vor, die Übertragungsgeschwindigkeit beträgt 1 Mbit/s. Eine Weiterentwicklung nennt sich Bluetooth EDR. Durch Anwendung der DQPSK (Differential Quadrature Phase Shift Keying), einer digitalen Modulationsart mit vier Zuständen, werden die Daten mit 3 Mbit/s übertragen.

Im Land der drahtlosen Netzwerke ist gegenwärtig der WiFi-Standard (802.11a/b/g/n) der unangefochtene Favorit. WiFi nutzt das 2,4-GHz-Band (802.11b/g) sowie das 5,8-GHz-Band (802.11a). Die Modulationsart ist DSSS/CCK (802.11b, Frequency Hopping Spread Spectrum) oder OFDM (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing bei 802.11a und g). Die Übertragungsgeschwindigkeit variiert zwischen 1 Mbit/s und 54 Mbit/s, sie hängt von der Qualität der Verbindung ab. Bei genügend hohem Signal-Rausch-Verhältnis arbeitet das drahtlose Übertragungssystem mit höchster Bandbreite und komplexer Modulation, die Geschwindigkeit erreicht dann ihr Maximum. Wenn das Signal-Rausch-Verhältnis sinkt, reduziert das System die Bandbreite, außerdem schaltet es auf eine weniger komplexe Modulationsart um. Die Übertragung verlangsamt sich, doch die Fehlerrate bleibt niedrig.

Beim Standard 802.11b werden die Modulationsarten DBPSK (1 Mbit/s) oder DQPSK (11 Mbit/s) angewendet. Die Standards 802.11a/g/n machen von der Modulationsart OFDM Gebrauch, bei der 52 Signale voneinander getrennt moduliert werden können. Die maximale Übertragungsgeschwindigkeit wird mit QAM 64 erreicht.

Der WiFi-Standard 802.11n erfüllt den Standard 802.11g und arbeitet außerdem mit dem MIMO-Verfahren (Multiple

Input Multiple Output; mehrere Eingänge, mehrere Ausgänge). Das Prinzip von MIMO beruht darauf, dass mehrere Sender und Empfänger vorhanden sind, die parallel betrieben werden. Dadurch können die Signale auch unter schwierigen Rahmenbedingungen decodiert werden, und Störeinflüsse wie beispielsweise Echos werden eliminiert. Auch bei schlechten Datenverbindungen werden hohe Übertragungsgeschwindigkeiten erreicht.

Video drahtlos

In der Videotechnik ist HD (High Definition) ein aktuelles Schlagwort. Damit sind hohe Auflösungen gemeint, die gewaltige Datenströme auslösen. Um solche Datenströme drahtlos übertragen zu können, musste ein freies Frequenzband gefunden werden, das sich für bandbreiten-intensive Modulationsarten eignet. Entwickelt wurde der Standard WirelessHD 1.0 (802.15.3c), er nutzt den Bereich 57...64 GHz zum Übertragen von Videosignalen mit 4 Gbit/s über Distanzen von einigen zehn Metern. Dieser Standard ersetzt das HDMI-Kabel, zum Beispiel können Blu-ray-Player drahtlos mit TV-Geräten verbunden werden.

Mobilfunk und Netzwerke

Die mobile Sprach- und Datenkommunikation hat eine ganze Reihe von Standards hervorgebracht. In Europa dominiert GSM (Global System for Mobile Communications), parallel dazu werden neue Standards für den Internet-Zugriff in immer kürzeren Zeiten entwickelt. Ein Beispiel ist 3G/3G+ (HSxPA High Speed Downlink/Uplink Packet Access). Hier sind Geschwindigkeiten zwischen mobilem System und Internet ähnlich einer drahtgebundenen ADSL-Verbindung möglich. Die maximale Downlink-Geschwindigkeit beträgt 14,4 Mbit/s. Solche schnellen Verbindungen sind nicht mehr im 900-MHz-Band realisierbar, sie wurden in die Bereiche 1710...1770 MHz für den Uplink und 2110...2170 MHz für den Downlink verlagert. Die Modulationsart ist QPSK oder QAM 16, mit ihnen sind wesentlich höhere Geschwindigkeiten als mit GSM bei GSM erreichbar. Die Kanalbreite wurde von 200 kHz bei GSM auf 5 MHz bei HSDPA ausgedehnt.

DVB - QAM

Fachbegriffe

ASK

Amplitude Shift Keying, digitale Amplitudenmodulation eines Trägers. Wenn die Amplitudenwerte 0 % und 100 % betragen, ist auch OOK (On Off Keying) gebräuchlich.

Bluetooth

Datenübertragung über kurze Distanzen zwischen Geräten wie Handys, PDAs, Headsets, Handsfree-Kits und dem PC. Bluetooth arbeitet auf 2,4 GHz, der Datendurchsatz beträgt 1 MBit/s.

BPSK

Binary Shift Keying, digitale Modulationsart, bei der die Bits durch Phasenverschiebungen von 0° oder 180° kodiert werden.

DECT

Digital Enhanced Cordless Telecommunications, Standard für schnurlose Telefone, Frequenzbereich 1,8 GHz. An eine Basisstation können mehrere Mobilteile angebunden werden, die Mobilteile können Sprachverbindungen untereinander aufbauen.

DAB

Digital Audio Broadcasting, Standard für den digitalen Hörfunk, soll später den FM-Rundfunk ersetzen. Die Übertragungsqualität entspricht der CD-Qualität. Angewendet wird die besonders fehlerarme OFDM-Modulation. In Deutschland und Großbritannien ist DAB bereits gestartet.

DBPSK

Digital Binary Phase Shift Keying, identisch mit DQPSK, jedoch mit nur zwei Phasenzuständen.

DMB-T

Digital Multimedia Broadcasting Terrestrial, eine Variante von DAB, mit der auch grafische Informationen wie Logos oder CD-Label übertragen werden können. In Frankreich wurde dieser digitale Standard als Nachfolger des FM-Rundfunks bestimmt.

DQPSK

Differential Quadrature Phase Shift Keying, digitale Modulationsart, bei der Daten durch unterschiedliche Phasenzustände repräsentiert werden. Dabei werden auch vorangegangene Phasenzustände berücksichtigt.

DSS/CCK

Direct Spread Spectrum with Complementary Code Keying, digitale Modulationsart, fest geschrieben im WiFi-Standard 802.11b. Diese Modulationsart arbeitet mit Phasenmodulation und wendet auch das „Frequenz-Hopping“ an.

DVB

Digital Video Broadcast, digitales Fernsehen.

FSK

Frequency Shift Keying, digitale Frequenzmodulation, bei der die binären Werte 0 und 1 unterschiedlichen benachbarten Frequenzen entsprechen. GFSK, angewendet unter anderem bei Bluetooth, ist ein Abkömmling von FSK.

HSDPA/HSUPA

High Speed Downlink/Uplink Packet Access, Übertragungstechnik für mobile Systeme, geeignet für den Hochgeschwindigkeitstransport von Datenpaketen in Richtung vom Netzwerk zum Endgerät.

LTE

Long Term Evolution, zukünftiger Standard, der UMTS ersetzen soll. Vorgesehen für mobile Netzwerke mit sehr hohem Datendurchsatz.

OFDM

Orthogonal Frequency-Division Multiplexing, diese Modulationsart arbeitet mit mehreren Trägersignalen innerhalb der Kanalbandbreite. Jeder Träger kann beispielsweise mit QPSK moduliert werden, so dass die Träger redundante Nutzinformationen übertragen. Das Implementieren von OFDM ist vergleichsweise komplex, doch OFDM gilt als äußerst zuverlässig.

QAM

Quadrature Amplitude Modulation, Modulationsart, bei der sowohl die Phase als auch die Amplitude des Trägersignals moduliert werden. Die Daten werden zu Bitgruppen zusammengefasst. Aus dem Konstellationsdiagramm geht hervor, wie die Bitgruppen auf konzentrischen Kreisen angeordnet werden müssen, um Amplitude und Phase zu definieren.

QPSK

Quadrature Phase Shift Keying, dies ist eine Modulationsart mit vier möglichen Zuständen, wobei zwei Bit durch einen der Phasenzustände 0°, 90°, 180° oder 270° kodiert werden.

WiMAX

Worldwide Interoperability for Microwave Access, lässt sich umschreiben als Super-WiFi für weite Distanzen. WiMAX ist auch eine denkbare Alternative für das ADSL-Radio.

ZigBee

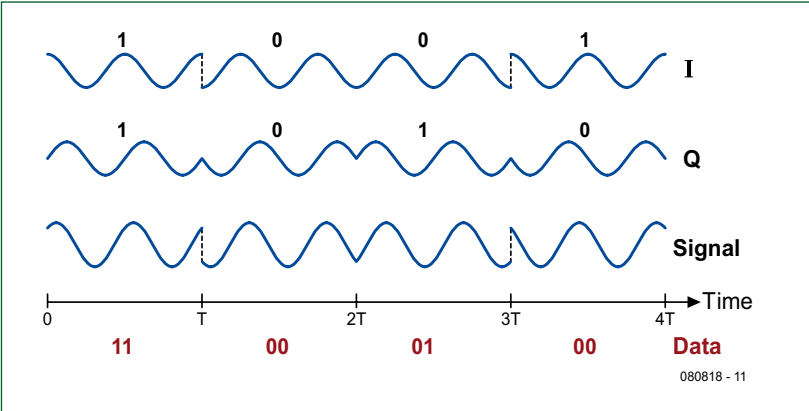
Übertragungsverfahren und Protokoll, insbesondere für den industriellen Bereich. Die Netzwerk-Protokollschicht ist vollständig definiert, so dass die Interoperabilität zwischen Systemen unterschiedlicher Hersteller gewährleistet ist.

Ein neuer Standard, an dem die Industrie gegenwärtig arbeitet, ist LTE (Long Term Evolution). Er verspricht noch höhere Übertragungsgeschwindigkeiten und noch mehr Flexibilität, wie zum Beispiel den Wechsel der Verbindungsart ohne Unterbrechen der Verbindung. Zu diesem Standard kompatible Geräte werden nicht vor dem Jahr 2010 erwart-

et, während der HSxPA-Standard heute bereits angewendet wird.

WiMAX

Für großflächige aufstrebende Entwicklungsländer ist



Zeitdiagramm der QPSK-Modulation. Der Bitstrom ist unter der Zeitachse dargestellt. Der Eingangsstrom wird auf die Pfade I und Q verteilt, dabei wird Q um 90° phasenverschoben. I und Q werden mit BPSK moduliert und danach zu einem QPSK-Signal zusammengefügt. DBPSK und DQPSK beruhen auf dem gleichen Verfahren, dort werden jedoch die Bit-Differenzen statt der tatsächlichen Bit-Werte verwendet.



WiMAX Development Board mit dem MAX2838 (Foto: Maxim).

WiMAX eine Alternative zum drahtgebundenen Telefonnetz. WiMAX (802.16d für feste Verbindungen und 802.16e für mobile Verbindungen) ist eine Art Super-WiFi, es nutzt die Frequenzbänder 2,3...2,7 GHz oder 3,5...3,9 GHz. Die Kanalbreite ist von 1 MHz bis 28 MHz variierbar, so dass über die Kanäle Sprache, Daten und sogar digitale TV-Signale übertragen werden können. Die angewendete Modulationsart ist OFDM. WiMAX ist auch eine Alternative zum Rundfunkempfang über ADSL, es ist „triple play“-fähig. Abhängig davon, welche Kosten der Nutzer zu zahlen bereit ist, wird ihm eine bestimmte Bandbreite zugeteilt, wobei TV-Dienste naturgemäß am höchsten zu Buche schlagen. Entwicklungsländer mit nur spärlicher Infrastruktur profitieren von WiMAX, weil Kommunikationswege wesentlich schneller und kostengünstiger als mit drahtgebundenen Technologien geschaffen werden können.

Verschmelzen von Netzwerken

Der heute bei uns überwiegend benutzte Zugang zum Internet ist ADSL. Der Anwender verfügt über einen oder mehrere PCs, über mindestens ein Mobilfunkgerät, und in der Regel ist auch noch ein schnurloses DECT-Telefon vorhanden. Eine preiswerte Lösung ist das Telefonieren über das Internet mit Programmen wie beispielsweise Skype, wobei der PC oder ein spezieller Zusatz als Endgerät dienen. Es werden auch GSM-Geräte mit Internet-Funktionalität angeboten, die auf der Basis von WiFi arbeiten. Um die Gerätevielfalt einzudämmen und die Dienste zu bündeln, sind einige Anbieter auf die Idee gekommen, das als ADSL-Modem bekannte Gerät so zu modifizieren, dass es als Mini-Basisstation für den Betrieb von 3G arbeitet. Wenn die Mini-3G-Stationen nebenbei fremde Daten durchleiten, kann jedes beim Teilnehmer aufgestellte Exemplar die Funktion einer Relaisstation im Netzwerk übernehmen. Eine solche Relaisstation, Sendeleistung etwa 10 mW, wird „Femto-basisstation“ genannt. Der Anwender kann über eine einzige 3G-Station mit jedem anderen Dienst kommunizieren. In der „Home-Zone“ entstehen keine Kosten, außerhalb werden Entgelte erhoben. Für den Anbieter bedeutet dies, dass sich die räumliche Abdeckung des Netzwerks mit jeder hinzu kommenden 3G-Station ausweitet. Vorteilhaft ist dies insbesondere in dicht bebauten städtischen Regionen, da dort die 3G-Ausbreitung durch Betonbauten und andere Hindernisse beeinträchtigt wird. Allerdings sind mit dieser Technik noch nicht vollständig gelöste Probleme technischer Art verbunden. Zum Beispiel dürfen benachbarte Stationen ebenso wenig gestört werden wie das 3G-Grundnetz. An der Lösung dieser Probleme wird gegenwärtig gearbeitet. Was die Zukunft der drahtlosen Kommunikation einschließlich Internet-Zugriff betrifft, konkurrieren mehrere Standards miteinander. Ob 3G, LTE, WiMAX oder die Femto-basisstation das Rennen macht, ist heute noch nicht abzusehen.

Rundfunk- und TV-Ausstrahlung

Wird auch der konventionelle AM- und FM-Rundfunk künftig durch den neuen Standard DMB-T (Digital Multimedia Broadcasting Terrestrial) ersetzt? Dann wäre es endlich möglich, alle Sendungen in CD-Qualität zu empfangen. Grundlage ist eine Multikanal-OFDM-Modulation in den Frequenzbereichen 168...240 MHz (VHF) und 1452...1492 MHz (L-Band). Mit DMB-T könnten Sendungen sogar von grafischen Informationen wie Sender-Logos oder CD-Labeln begleitet werden. Sogar vor der LMK macht die digitale Revolution nicht Halt, dort heißt der digitale Standard DRM (Digital Radio Mondial). Dieser Standard arbeitet mit

Frequenzen und Geschwindigkeiten		
3G	1,7 und 2,1 GHz	14,4 Mbit/s
Bluetooth	2,4 GHz	1 Mbit/s
DMB	168...240 MHz (VHF) und 1452...1492 MHz	
GSM 900	890...915 MHz und 935...960 MHz	24,7 kbit/s
ISM	433 MHz, 868 MHz und 2,4 GHz	
WiFi	2,4 GHz und 5,8 GHz	1...54 Mbit/s
WiMAX	2,3...2,7 GHz und 3,5...3,9 GHz	
WirelessHD	57...64 GHz	4 Gbit/s
Wireless USB	3,1...10 GHz	480 Mbit/s
ZigBee	868 MHz und 2,4 GHz	250 kbit/s

OFDM-Modulation im Bereich 150 kHz bis 30 MHz. Die Pioniere der digitalen TV-Ausstrahlung waren die direkt zu empfangenden Satelliten. Inzwischen wurden auch viele terrestrische Sender auf ein digitales Verfahren umgestellt. In Deutschland ist die Einführung des digitalen Fernsehens noch nicht ganz abgeschlossen. Der verwendete Standard DVB (Digital Video Broadcast) ist in mehrere abgeleitete Standards unterteilt: DVB-S für die Satellitenübertragung, DVB-C für die Verbreitung über Kabel sowie DVB-T für den terrestrischen Empfang. Das zukünftige hoch auflösende Fernsehen (HDTV) macht erweiterte Standards notwendig. Für die Satellitenübertragung wurde kürzlich DVB-S2 vorgestellt, während DVB-T2 für die terrestrische Ausstrahlung noch in der Entwicklung ist.

Für mobile Empfangsgeräte ist die Auflösung wegen der wesentlich kleineren Bildschirme kaum wichtig, hier wird ein möglichst niedriger Energiebedarf der Geräte angestrebt. Deshalb wurde aus DVB-T der Standard DVB-H entwickelt, wobei das „H“ für „handheld“ steht. DVB-H arbeitet mit reduzierter Bandbreite und eingeschränkter Datenübertragung, was der Lebensdauer der Batterien oder Akkus zugute kommt.

Drahtlose Kommunikation im Industriebereich

In der Industrie werden drahtlose Übertragungsverfahren für die Kommunikation zwischen Systemen vielfältig eingesetzt. Beispiele sind kabellose Sensoren, Video-Überwachungen oder der Sicherheit dienende Subsysteme. Die Anzahl der nebeneinander existierenden Standards ist hoch, die



Ein Bluetooth Handsfree Kit
(Foto: Logitech).

benutzten Frequenzbereiche sind unterschiedlich. Bekannt ist die Frequenz 433,92 MHz, die zu einem im UHF-Bereich liegenden ISM-Band gehört (ISM = Industrial, Scientific and Medical). Weitere ISM-Bänder sind bei 868,3 MHz sowie zwischen 2,4 GHz und 2,5 GHz angesiedelt. Die Wahl der Modulationsart und des Übertragungsprotokolls ist für jede Anwendung frei wählbar (meistens ASK oder FSK, manchmal auch QAM). Der Standard ZigBee (802.15.4) wurde geschaffen, um die Kompatibilität von Systemen zu gewährleisten. ZigBee arbeitet im 868-MHz- oder 2,4-GHz-Band, die Übertra-

Anzeige

Starter Kit Professional für ARM

NEU!

Jetzt 135,- Euro sparen!

Dieses neue E-blocks-Starter Kit ist die perfekte Lösung für den preiswerten Einstieg in die ARM-Entwicklung und eine große Hilfe für Entwickler, die in kurzer Zeit ein System mit dem superschnellen ARM-7-Core von Atmel realisieren möchten. Das Starter Kit ist voll kompatibel mit dem kompletten E-blocks-Zubehör-Programm.

elektor
SHOP



Sparen Sie jetzt mit dem neuen Starter Kit Professional für ARM genau 135,- Euro gegenüber dem Einzelkauf!

Das Starter Kit Professional für ARM setzt sich zusammen aus folgender Soft- & Hardware:

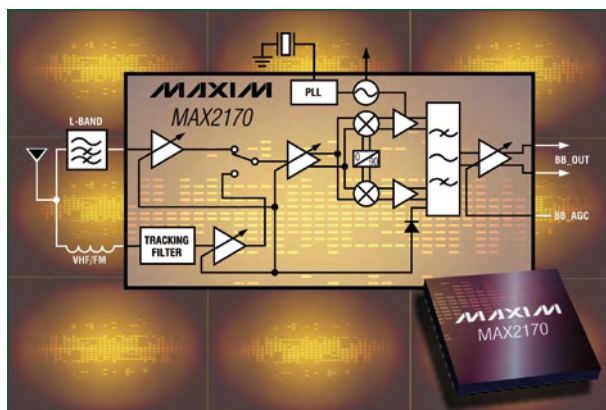
Flowcode Professional für ARM (CD-ROM)	€ 179,95
ARM-Board	€ 133,95
LCD-Board	€ 28,95
LED-Board	€ 21,95
Switch-Board	€ 21,95
Netzteil	€ 17,85
USB-Kabel	€ 5,40

Gesamtwert € 410,00

Ihr Elektor-Preis € 275,00

Wir liefern zudem frei Haus!

Jetzt unter www.elektor.de/arm-kit bestellen und sparen!



Der MAX2170 von Maxim ist ein Dreiband-Empfänger für den terrestrischen digitalen Multimedia-Rundfunk (DMB-T).

gungsgeschwindigkeit kann bis 250 Kbit/s betragen. Mit ZigBee können Geräte unterschiedlicher Hersteller miteinander über das Netzwerk auf der Ebene der Software kommunizieren. Hier entwickelt sich eine für alle Seiten vorteilhafte Interoperabilität im industriellen Bereich. ZigBee ist auf breiter Basis noch wenig bekannt, doch in der Industrie schreitet sein Einsatz schnell voran.



Der Focus AXSD ist ein moderner ZigBee-Strommesser und Schalter, er ist Teil eines intelligenten Netzwerks (Smart Grid) (Foto: Landis & Gyr).



Drei Antennen! Ein Doppelband-WiFi-Router nach Standard 802.11n MIMO (Foto: Linksys).

Entwicklungen

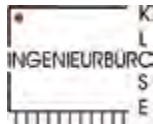
Drahtlose Systeme sind unaufhaltsam weiter auf dem Vormarsch. Wer kauft heute noch einen Neuwagen ohne Funkfernbedienung der Türen oder ein Notebook ohne WiFi? Der Siegeszug der Funksysteme hat dem Konsumenten eine bunte Vielfalt sendender und empfangender Apparaturen beschert, die auf unterschiedlichsten Frequenzen nach gerade noch überschaubaren Standards arbeiten. Die Gefahr gegenseitiger Störungen steigt, und die noch verfügbaren Frequenzen sind rar geworden. Damit alle Funksysteme friedlich nebeneinander existieren können, reglementieren neue Standards die Eigenschaften von Funksystemen grundlegender als noch vor einigen Jahren. Die abgestrahlte Leistung und die Unterdrückung auf den Nachbarkanälen gehören zu den wichtigsten Kriterien. Die Frequenzbänder sind unterteilt, und jeder Teilbereich ist einer Anwendungsgruppe zugeordnet. Der zu bewältigende Datendurchsatz nimmt sprunghaft Dimensionen an, die vor noch nicht allzu langer Zeit undenkbar waren. Die notwendige Konsequenz ist das Ausweichen in hohe und höchste Frequenzbänder. Über Kanäle, die beispielsweise bei 30 MHz liegen, können Daten mit der Geschwindigkeit 500 Mbit/s nicht übertragen werden. Dagegen sind Kanäle nahe 50 GHz solcher Datenflut durchaus gewachsen. Sobald neue hohe Frequenzbereiche erschlossen sind, werden Funkverbindungen über kurze Distanzen mit extrem hohen Datenraten möglich sein.

Neue Technologien in der Chip-Produktion schieben die Transistfrequenzen (Frequenzgrenze, bei der ein Transistor nicht mehr verstärkt) immer weiter nach oben. Schon heute können Halbleiter-Bauelemente produziert werden, deren Transistfrequenzen bei mehreren zehn Gigahertz liegen. Ein anderer Entwicklungstrend ist der starke Zuwachs an mobilen Geräten aller Art. Rechnerisch verfügt jeder Erdbewohner über ein Handy, Notebooks laufen den stationären Computern den Rang ab, und die neue „Netbook“-Klasse ist zum Renner geworden. Periphere Komponenten, zum Beispiel Tastaturen und Mäuse, werden immer öfter über Funkverbindungen an die Computer angeschlossen. Zu den Ausstattungsmerkmalen von Audio- und Videogeräten wird zukünftig Wireless USB gehören. Dieser Standard nutzt das ultrabreite Frequenzband 3,1...10,6 GHz, mit niedriger Leistung bei extrem breitem Spektrum. Die Kanalbreite beträgt 528 MHz, so dass die zum USB-Standard 2.0 konforme Übertragungsgeschwindigkeit 480 Mbit/s erreicht werden kann. Störungen benachbarter gleichartiger Systeme sind nahezu ausgeschlossen, weil die Sendeleistung extrem niedrig ist. Sie liegt in der Größenordnung -41 dBm/MHz, das gesendete Signal tritt in anderen Geräten lediglich als Hintergrundrauschen in Erscheinung. Allerdings sind die überbrückbaren Distanzen mit drei bis zehn Metern vergleichsweise kurz.

(080818)gd

Weblinks & Quellen:

www.maxim-ic.com
www.analog.com
www.cypress.com
www.csr.com
www.agilent.com/find/wireless
http://en.wikipedia.org/wiki/Phase-shift_keying
<http://en.wikipedia.org/wiki/Femtocell>
<http://en.wikipedia.org/wiki/Ultra-wideband>
<http://nl.wikipedia.org/wiki/ZigBee>

Verkäufe	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:	Lcdmod Kit www.lcdmodkit.com Weltweit online erhältlich: • Elektronische Bauelemente • SMD-Bauteile und -ICs • LCDs mit USB-Interface • Kits & Zubehör • Komponenten fürs PC-Modding • LCD-Module	VTS – ELEKTRONIK GbR Preiswerter Leiterplatten Service info@vts-elektronik.de www.vts-elektronik.de
 Preisgünstige Bauteile zusätzlich über 4000 Auslaufartikel zum Super-Sonderpreis www.elcomp.at	 Geist Electronic- Versand GmbH Tel.: 07720/36673 Fax: 07720/36905 Mail: info@geist-electronic.de Shop: www.geist-electronic.de	 Alles Spule! Drähte, HF-Litzen, Ferrit- und Eisenpulverkerne, Isoliermaterial, Klebebänder, Tränklacke, Spulenkörper. Know-How-Hotline: Mo-Do, 14-16Uhr 09001101234 0,99€/min www.spulen.com	 Embedit Mikrocontrollertechnik Aktive, passive und mechanische Bauteile. AVR und ARM Mikrocontroller. Mikrocontrollerboards. www.embedit.de
DECIBIT CO. LTD www.decibit.com • Development Kit 2.4 GHz • Transceiver nRF24L01 • AVR MCU ATmega168 	 Laehn-Versand.de schlanke Preise - fettes Angebot Schnellversand ohne Mindestumsatz Bauteile - Ersatzteile - Zubehör Fernbedienungen - Zeilentransfos HDTV DVB-T Sat Audio/Video Überwachungstechnik und vieles mehr. www.Laehn-Versand.de	Heldt-Electronic www.heldt-electronic.de 10.000.000 Bauteile und Zubehör ab Lager.	Verschiedenes www.anttronic.de ab 1 Stck. ANT TRONIC Leiterplatten zu TOP-Preisen!!
www.AAAA-electronic.de Schnäppchenmarkt Bauteile, Bausätze, Module, Restposten Fon: 0049 471 3097133	Online-Shop mit großer Auswahl: AVR, AVR32, ARM7, ARM9, PIC, DSP, MSP430, Entwicklerboards Angebot: USBprog 32 € AVR Starterkit 59 € Alle Preise inkl. gesetzl. MwSt. http://www.eproo.de Embedded-Projects Auf dem Kreuz 20 86152 Augsburg http://www.eproo.de	Gravuren / Schilder / Frontblenden www.webgrav.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
GENERAL CIRCUITS www.pcbcart.com Wir sind ein professioneller Leiterplatten-Hersteller und liefern vom Prototyp bis zu Produktionstückzahlen. Dabei steht die Leiterplatten- und Service-Qualität im Mittelpunkt. Informieren Sie sich online über unsere wettbewerbsfähigen Preise, den kostenlosen Design Rule Check und den ebenfalls kostenlosen elektrischen Test.	 Entwicklung industrietauglicher Software und Hardware sowie Elektronik 03303/212166 oder www.jasys.de	Leiterplatten-Fertigung  Industrie-Elektronik www.thale-elektronik.de	
Anzeigenschluss: 20.01.2009 Erscheinungstermin: 18.02.2009		 Lichtleiter und Zubehör www.fiber-shop.de	
		 www.ibklose.de - Ing.-Büro für Elektronik und Nachrichtentechnik -	

www.elektor.de

I²C-Slave-Kernel für AVR

Den Code von Bascom-AVR

Von Vladimir Mitrovic

Dank der Leistungsfähigkeit von Atmels Mikrocontrollern ATtiny13 und ATtiny2313 ist es nicht sehr schwierig, diese mit einem I²C-Bus zu verbinden: BASIC gewürzt mit etwas Assembler ist das Rezept...

Der I²C-Bus, bisweilen auch als IIC- oder Inter-IC-Bus bezeichnet, ist mit- samt der damit operierenden ICs ein Dauerbrenner in Elektor. Obwohl hun- derte I²C-kompatible ICs existieren, hat doch jedes einzelne davon seine Eigenheiten, denn sie wurden ja alle zu unterschiedlichen Zwecken entwi- ckelt. Es gibt also Speziallösungen zur Messung von Feuchtigkeit, zur Ansteu- erung von Relais, zum Betrieb von LCDs, zur Speicherung von Daten, zur Registrierung von Tastendrücken, als Decoder, als Bus-Verstärker und, und, und. Es gibt fast nichts, was es nicht mit I²C-Anschluss gibt und preiswert sind diese Chips noch dazu! Doch dem Vollblut-Elektroniker ist auch das nicht genug, denn er möchte

1. selbst entwickelte Elektronik an den I²C-Bus anschließen und
2. dabei die eigene I²C-Peripherie auch mit genau den Bauteilen rea- lisieren, die ihm vorschweben.

Für beide Vorhaben ist ein Mindest- maß an I²C-Slave-Funktionalität und genügend Flexibilität erforderlich. Und wenn das verdächtig nach Software riecht, dann können Sie Ihrem Spürsinn vertrauen ;-).

Projekt-Grundlage: Hardware

Zur Teilnahme am Datenverkehr auf dem Bus wird ein AVR-Mikrocontroller so programmiert, dass er sich als I²C-Slave verhält. Seine Schreib-Adresse wird im internen EEPROM an der Adresse 0 in den Bits 7...1 abgelegt. Bit 0 ist immer „Low“. Die Software des Controllers hat die wichtigsten I²C-Regeln implementiert: Multiple START-Signale werden genau so erkannt wie unerwartete START- und STOP-Signale

Eigenschaften

- Die Controller Atmel ATtiny13 und ATtiny2313 werden per Software zum I²C-Slave
- Mix aus BASIC und Assembler
- Offene und freie Software
- Keine festen Adressen
- Lern-Modus mit Soft- und Hardware-Aktivierung

mitten in einem Datenstrom. Außer- dem wird die SCL-Leitung korrekt auf „Low“ gehalten, während ein Byte zum Verwenden Richtung Master präpa- riert wird. Das Programm ist stark auf Tempo getrimmt: bei einem Takt von 8 MHz akzeptiert der Controller einen I²C-Takt von bis zu 400 kHz. Dadurch kommen die beiden Mikrocontroller ATtiny2313 und ATtiny13 sogar mit ihren internen Oszillatoren aus. Da alles in Software realisiert wird, benötigt man kaum zusätzliche Bau- teile, und so ergeben sich die beiden Drei-Bauteil-Schaltungen in **Bild 1** und **Bild 2**. Sogar auf die beiden Pull-up- Widerstände kann verzichtet werden, wenn diese schon an anderer Stelle an den SCL- und SDA-Leitungen liegen. Einfacher geht es wirklich nicht.

Der Kernel

Das Programm enthält einige zeit- kritische Routinen, die in Assembler geschrieben wurden. Diese Routinen überwachen permanent den Daten- verkehr auf dem I²C-Bus und rufen die passenden Subroutinen auf, wenn eine gültige Lese- oder Schreib-Adresse ent-

deckt wurde. Das Programm erzeugt dann mit einigen Beschränkungen das Verhalten eines normalen I²C-Slaves:

1. Das erste Byte nach dem START-Signal wird als seine eigene Schreib-Adresse (Bit 0 = 0) behandelt. Es wird dann
 - ein ACK als Bestätigung senden,
 - bis zu zwei weitere Bytes akzeptie- ren und mit ACK quittieren,
 - auf einen RESET warten (jedes zusätzliche Byte vor dem RESET wird ignoriert),
 - nach dem RESET die Subroutine „Process_received_data“ starten und
 - auf das nächste START-Signal warten.
2. Wenn das erste Byte nach START als eigene Lese-Adresse erkannt wird (Bit 0 = 1), wird es
 - mit ACK bestätigen,
 - die SCL-Leitung auf „Low“ legen, damit der I²C-Master informiert wird, dass Daten vorbereitet werden (delayed SCL),
 - die „Prepare_data_for_master“-Sub- routine aufrufen,
 - die SCL-Leitung wieder freigeben, um wieder Kommunikation zuzulassen,
 - ein Daten-Byte der Variablen „Data_for_master“ an den Master schicken und
 - auf das nächste START-Signal warten.
3. Wenn das erste Byte nach START nicht als eigene Lese- oder Schreib- Adresse erkannt wird, dann wird bis zum nächsten START die komplette I²C-Kommunikation ignoriert.

Der Inhalt der Routinen „Process_recei- ved_data“ und „Prepare_data_for_mas- ter“ liegt in den Händen des Anwen- dungsprogrammierers - also in ihren. Damit die Ausarbeitung auch weni- ger erfahrenen Programmierern leicht

Der ATtiny13 & -2313

VR mit Assembler veredeln

gelingt, wurde der Assembler-Kernel in einer BASIC-Struktur gekapselt. Als Entwicklungswerkzeug genügt daher BASCOM-AVR von MCS-Electronics [1] - in vielen Fällen reicht sogar die kostenlose 4-KB-Demo-Version.

Beispiele

Für den Anfang gibt es zwei Beispiele. „I2C_slave_ATtiny13_Elektor.bas“ und „I2C_slave_ATtiny2313_Elektor.bas“ unterscheiden sich nur minimal darin, dass sie an die Gegebenheiten der jeweiligen Mikrocontroller angepasst sind. Der Kernel-Code befindet sich vor der „End“-Anweisung. Danach kommen die zu modifizierenden Subroutinen für den eigenen Code. In den Beispielen verhält sich der Mikrocontroller wie ein serieller EEPROM vom Typ AT24C0x, dessen interne Adressen auf \$EA (schreiben) und \$EB (lesen) gesetzt sind. Der Wert der Schreib-Adresse steht wie schon erwähnt in der Adresse „0“ des internen EEPROMS. BASCOM-AVR erzeugt zur Programmierung eine extra Datei mit der Extension „eep“:

```
$eeprom
Data &HAE ,address
of this I2C slave
$data
```

Die Subroutine „Process_received_data“ wird nach einem STOP dann aufgerufen, wenn zuvor eine gültige Schreib-Adresse registriert wurde. Bis zu zwei Bytes nach dieser Adresse werden dann wie in **Tabelle 1** abgespeichert.

Im Beispiel wird „I2C_b1“ als Adresse des internen EEPROMs und „I2C_b2“ als zu schreibendes Datum verwendet. Man sollte darauf achten, nicht versehentlich die Adresse „0“ zu überschreiben.

```
Process_received_data:
    Writeeeprom I2c_b2 , I2c_
```

```
b1 ,I2C_b2 byte is written to
,internal eeprom at I2C_b1
    Waitms 5 ,wait until written
Return
```

Die Subroutine „Prepare_data_for_master“ wird sofort aufgerufen, nachdem eine gültige Lese-Adresse registriert wurde. Dieser Routine wird kein Datum übergeben, sondern hier wird der Wert eines Bytes in der Variablen „Data_for_master“ vorbereitet, das dann zum Master geschickt werden kann. Diese Datenvorbereitung sollte möglichst schnell erfolgen, da der Master nicht ewig auf Daten wartet. Im Beispiel wird einfach ein Byte aus dem EEPROM von der in „I2C_b1“ enthaltenen Adresse geholt (das zuvor anhand des Kommunikationsprotokolls für den Chip AT24C0x erhalten wurde):

```
Prepare_data_for_master:
    Readeeprom Data_for_master ,
I2c_b1 ,1B is read from internal
eeprom at I2C_b1
Return
```

Die Beispiele wurden mit den Schaltungen der Bilder 1 und 2 getestet und funktionierten problemlos bis zu einem SCL-Takt von 400 kHz. Man sollte nicht vergessen, dass ein ATtiny13 nur über 64 Byte an internem EEPROM verfügt und auch ein ATtiny2313 mit dem doppelten Wert nicht sehr üppig bestückt ist. Theoretisch kann aber ein ATtiny2313 den Chip AT24C01 komplett ersetzen. Der Sinn und Zweck dieser

Software liegt jedoch darin, dass man damit leicht ein „neues IC“ mit I²C-Fähigkeiten und spezifischer Adresse herstellen kann, dass den Datenverkehr zwischen einem I²C-Master und beliebiger Elektronik vermittelt.

Lern-Modus

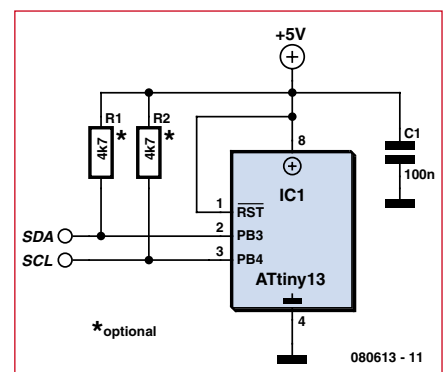


Bild 1. ATtiny13 als I²C-Slave.

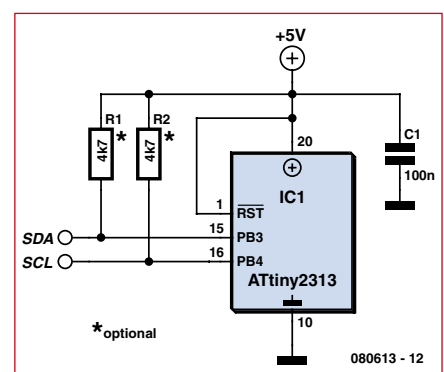


Bild 2. ATtiny2313 als I²C-Slave.

Tabelle 1. Daten-Speicher

Variablen-Name	Variablen-Typ	Beschreibung
I2C_b1	Byte	Erstes Byte nach I2C-Adresse, = 0 wenn nichts empfangen wurde (wenn vor Empfang ein STOP kam)
I2C_b2	Byte	Zweites Byte nach I2C-Adresse, = 0 wenn nichts empfangen wurde (wenn vor Empfang ein STOP kam)
I2C_stop	Byte	= 255 wenn ein STOP erkannt wurde, = 0 wenn nicht (nur für Debugging-Zwecke, sollte immer 255 sein)

Wie schon erwähnt wird die Schreib-Adresse im ersten Byte des internen EEPROMs abgelegt. Diesen Wert kann man im Programm festlegen und anschließend via extra Datei per Programmierer ins EEPROM des Controllers transferieren. Eine nützliche Zusatzfunktion ist ein Lern-Modus, in dem der Controller eine Adresse vom I²C-Bus holt und selbst abspeichert. Den Lern-Modus kann man via Hardware oder via Software aktivieren. In beiden Fällen wird das „Learning_mode“-Flag gesetzt und die erste I²C-Adresse (das erste Byte nach dem nächsten START) wird als neue Adresse übernommen und gespeichert. Direkt nach diesem Vorgang wird das Flag „Learning_mode“ wieder zurück gesetzt und der Lern-Modus ist beendet. Der Controller arbeitet dann so, wie man ihn programmiert hat. Der Lern-Modus ist übrigens schon im Kernel enthalten. Um ihn zu aktivieren, muss man nur ein einziges Flag setzen. Im Folgenden findet sich das Beispiel mit der Software-Aktivierung. Hier wird überprüft, ob ein bestimmtes Datenmuster anliegt und gegebe-

nenfalls das „Learning_mode“-Flag gesetzt:

```
Process_received_data:
...
...
If I2c_b1 = xxx und I2c_b2
= yyy Then ,check if specific
key combination is received
Learning_mode = 1
,set learning flag
End If
...
...
Return
```

Zur Hardware-Aktivierung kann jede freie I/O-Leitung wie etwa PINB.0 verwendet werden. Man muss die Leitung nur mit einem Jumper oder Taster auf Masse legen. Zur Aktivierung wird dieser I/O-Pin für etwa zwei Sekunden nach Anlegen der Stromversorgung auf Masse gelegt, wodurch die Subroutine „Learning_mode_hw_activation“ aufgerufen wird. Diese Subroutine ist im Beispiel leer - via „return“ wird sofort wieder zurück gesprungen und es passiert nichts. Um den Lern-Modus zu aktivieren, überprüft man den Status des jeweiligen I/O-

Pins und setzt gegebenenfalls das „Learning_mode“-Flag:

```
Learning_mode_hw_activation:
Config Pinb.0 = Output
If Pinb.0 = 0 Then
Learning_mode = 1
End If
Return
```

Code

Die BASIC-Programme für den BAS-COM-AVR-Compiler und die zugehörigen Hex-Dateien zum direkten Programmieren der Mikrocontroller können kostenlos von der Elektor-Webseite zum Artikel [2] herunter geladen werden. Bei den Hex-Dateien sollte man allerdings beachten, dass sie nicht zu jeder AVR-Programmier-Lösung kompatibel sind. Im Zweifelsfall sollte man den Source-Code selbst kompilieren und dafür sorgen, dass er zum verwendeten Programmierer kompatibel ist.

(080613-1)

[1] www.mcselec.com
[2] www.elektor.de/080613

Anzeige

Schrittmotor-steuerkarte

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

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

Nur € 79,-

über 4000 verkaufte Exemplare

Kostenloser Katalog

Technische Daten:

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

EMIS

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

ISA + PCI

Computerkarten

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

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

Alle Karten mit vielen Treibern sowie
Programmen erprobungsreife.
Bitte kostenlosen Katalog anfordern!

MERZ

Decision-Computer Jürgen Merz e.K.
Langericher Str. 21 - 48536 Lünen
Telefon 05183-77002
FAX 05183-77003
info@decision-computer.de

<http://www.decision-computer.de>

Have a look!

... the specialist in

Short
Range
Radio

HM **FUNKTECHNIK GmbH**

<http://www.hmradio.de>

TECHNOLOGY MM LTD

PROPOX

Many ideas one solution

EVBM

NEW IDEA OF FLEXIBILITY:

- * MMTM SOCKET
- * 8 SWITCHES, 8 LED DIODES, BUZZER,
- * 2 POTENTIOMETERS,
- * IRDA PORT, USB DEVICE AND USB HOST,
- * 2 PORTS RS232 WITH LEDS,
- * CODEC AUDIO, CAN INTERFACE,
- * 1WIRE CONNECTOR,
- * SD/MMMC CARD SLOT,
- * ALPHANUMERIC LCD CONNECTOR,

* MORE DETAILS AVAILABLE AT: WWW.PROPOX.COM

DESIGNING OF ELECTRONIC DEVICES • CNC MACHINING(CAD/CAM) • COMPOUND OF
ELECTRONIC COMPONENTS • DESIGNING AND MANUFACTURING OF PCB • CONTRACT
MANUFACTURING SMT & THT • SOFTWARE DEVELOPMENT • EVALUATION BOARDS • KITS

Mini-FM-Radio

Klein, fein und klangstark!



Von Ton Giesberts, nach einer Idee von Karl Odenthal

Mini-FM-Radios sind schon in vielen mobilen Geräten integriert, man denke nur an Handys und MP3-Player. Doch weshalb nicht einen kleinen „Wellen-Catcher“ für den FM-Bereich selbst bauen, zumal ICs mit erstaunlicher Funktionalität auf dem Markt sind? An weiteren Bauteilen braucht es dann nicht mehr viel.

Im Blickfeld unseres Mini-Projekts steht diesmal der TDA7021T von ST-NXP Wireless (früher Philips), ein Baustein, der seit mehr als 20 Jahren auf dem Markt ist. Das IC beweist, dass bewährte Konstruktionen ziemlich langlebig sein können, während manche neueren ICs in kurzen zeitlichen Abständen als nachgebesserte Neuversionen erscheinen.

Der TDA7021T ist eine integrierte, fast vollständige FM-Empfängerschaltung mit erstaunlichen Qualitäten. Für den Empfängerbau in Eigenregie besteht das einzige Handicap darin, dass das IC nur im SMD-Gehäuse SO-16 verfügbar ist. Der vielleicht etwas knifflige Aufbau wird jedoch durch die Platine erleichtert, die für dieses Mini-Projekt entworfen wurde. Da auch die übrigen Bauelemente SMD-Bauform haben, misst die Platine nur 3,2 cm

mal 2,7 cm! Die Schaltung kommt ohne schwierig anzufertigende Induktivitäten aus. Nur der IC-interne VCO erfordert eine externe, aus vier Windungen bestehende Luftspule, die schnell gewickelt ist.

Innenansicht

In **Bild 1** ist das interne Funktionsschema des TDA7021T dargestellt. Das IC vereint auf seinem Chip sämtliche Funktionen eines FM-Rundfunkempfängers, es wurde speziell für den Einsatz in mobilen Geräten entwickelt. Die Anzahl der externen Bauelemente ist auf vergleichsweise wenige passive Bauelemente (hauptsächlich Kondensatoren) beschränkt.

Der TDA7021T arbeitet mit einem Frequency-locked-loop-System (FLL), wobei die Zwischenfrequenz 76 kHz

beträgt. Für die gewünschte Selektivität sorgen drei aktive RC-Filter. Die einzige nach dem Aufbau notwendige Einstellung betrifft die mittlere Oszillatorfrequenz, von ihr hängt die Lage des Empfangsbereichs ab.

Das Antennensignal gelangt über IC-Anschluss 12 zuerst zum Eingangsverstärker (RF stage). Das verstärkte Signal wird vom Mixer herabgemischt, danach durchläuft es zwei ZF-Filter, anschließend wird seine Amplitude begrenzt. Der Begrenzer (limiter) liefert auch ein Signal für eine Feldstärkeanzeige, dieses Signal steht an IC-Anschluss 9 zur Verfügung. Das amplitudenbegrenzte FM-Signal wird dem Demodulator und dem Korrelator zugeführt. Der Korrelator stellt fest, ob der Empfänger auf den zu empfangenden Sender genügend genau abgestimmt ist. Nach dem Demodulator folgt ein

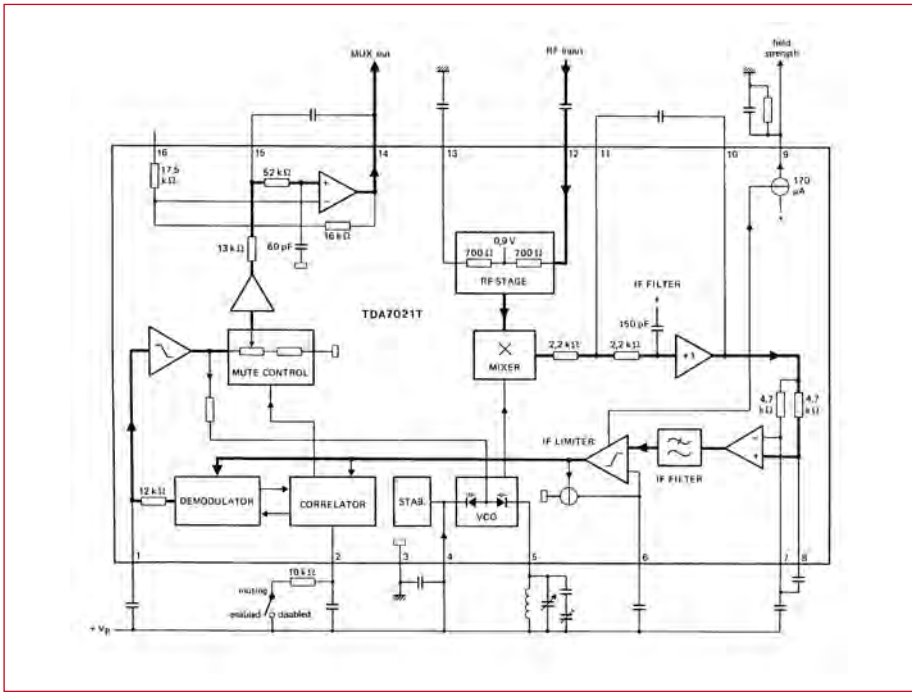


Bild 1. Internes Funktionsschema des TDA7021T.

Loop-Filter sowie eine Stumm-Steuerung (Mute control). Letzte Station ist der Endverstärker, sein Ausgangssignal gelangt über IC-Anschluss 14 nach außen. Das Loop-Filter erzeugt auch die Regelspannung für den spannungsgesteuerten Oszillator (VCO). Die Empfänger-Abstimmung hängt vom externen Schwingkreis sowie von dieser Regelspannung ab. Im Monobetrieb kann das Ausgangssignal einen Ohrhörer über einen Schutz-

widerstand unmittelbar steuern. Dem Empfänger kann aber auch ein Stereodecoder-Baustein nachgeschaltet werden, denn das Ausgangssignal enthält ungeschwächt sowohl die L-R-Signalkomponente als auch den 19-kHz-Piloton. Gleichzeitig ist dies der Grund dafür, dass das Ausgangssignal nicht direkt an den Eingang einer Audio-Anlage gelegt werden sollte.

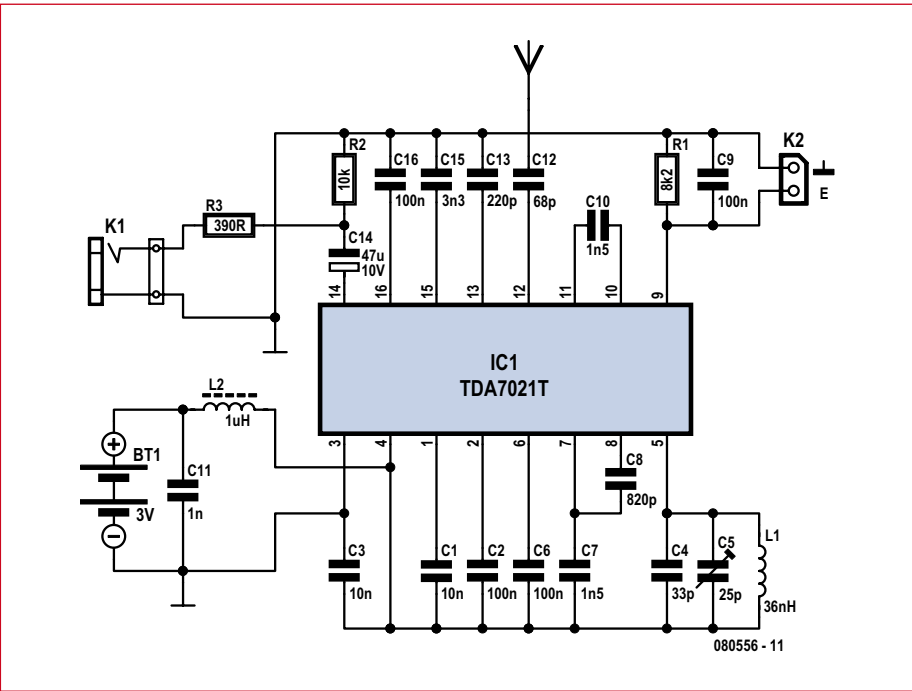


Bild 2. Das Mini-FM-Radio besteht aus nur einem IC und einigen passiven Bauelementen.

Schaltung

Die Schaltung des Mini-FM-Radios (Bild 2) entspricht fast vollständig der Testschaltung im Datenblatt. An jener Schaltung lässt sich ohne zusätzliche aktive Bauelemente kaum etwas verbessern. Hier ist der TDA7021T nur von diversen Kondensatoren, einigen Widerständen und zwei Induktivitäten umgeben.

Bild 3 zeigt das Layout der entworfenen Platine. Wie schon erwähnt, haben alle Bauelemente SMD-Bauform, so dass der Platzbedarf gering ist. Weil das Löten von SMDs generell nicht ganz einfach ist, waren Ratschläge für den Umgang mit diesen Winzlingen schon verschiedentlich in Elektor zu finden. Grundlegendes enthält zum Beispiel der zweiteilige Beitrag „SMDs? Don't panic!“ vom Januar und Februar 2003.

Praktisches

Die externe Induktivität des VCO ist eine kleine, aus vier Windungen bestehende Luftspule. Ein Stück versilberter Kupferdraht, Durchmesser 0,5 mm, wird auf einen 4-mm-Spiralbohrer gewickelt und dort abgezogen. Damit die Anschlüsse in die zugehörigen Platinenbohrungen passen, muss die Spule etwas auseinander gezogen werden. Löten Sie die Induktivität so ein, dass sie nicht auf der Platine aufliegt. Der Abstand kann einige Millimeter betragen. Auf diese Weise lässt sich die Induktivität bequem strecken oder stauchen, falls der Abstimmbereich den Rundfunkbereich 87,5...108 MHz nicht deckt.

Auf den gewünschten Sender wird der Empfänger mit Trimmkondensator C5 abgestimmt. Dazu sind zwar ein kleiner Schraubendreher und etwas Geduld erforderlich, doch die Praxis hat gezeigt, dass die Wahl des Lieblingssenders nur selten geändert wird. Für häufigeren Senderwechsel kann der Trimmer durch einen Drehkondensator mit passendem Wert ersetzt werden, seine Anschlussleitungen sollen möglichst kurz sein. Eventuell muss der Parallelkondensator C4 angepasst werden, oder mit dem Drehkondensator wird ein dritter Kondensator in Reihe geschaltet.

Für alle Anschlüsse sind auf der Platine Kontaktstifte vorgesehen. Der Ausgang kann beispielsweise auf eine 3,5-mm-Klinkenbuchse geführt werden, bei der linker und rechter Kanal zusammengeschaltet sind. Die Ausgangsleistung genügt, um zwei 32-Ω-Ohrhörerkap-

seln zu steuern. Der vorgeschaltete 390- Ω -Widerstand verhindert Kurzschlüsse des IC-Ausgangs und beugt eventuellen Problemen durch lange, abgeschirmte Anschlusskabel vor. Der Widerstand sorgt auch dafür, dass Ausgangskondensator C14 eine relativ niedrige Kapazität haben kann.

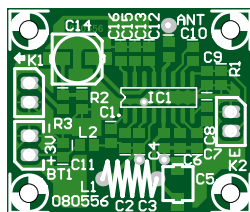


Bild 3. Die Platine ist nur 3,2 mm mal 2,7 mm groß.

K2 ist der Anschluss für die optionale Feldstärke-Anzeige. Die Höhe der hier anliegenden Gleichspannung ist ein Maß für die Stärke des Empfangssignals. Da die Belastbarkeit nur 170 μ A beträgt, kann eine LED nicht direkt gesteuert werden. Ein kleines Dreh-

spul-Messinstrument ist hier die einfachste Lösung.

Als Antenne genügt eine einadrige, flexible und etwa 75 cm lange Leitung, sie wird unmittelbar an die Platine gelötet. Da der Mini-FM-Empfänger einen mitt-

leren Strombedarf von nur 6,3 mA hat, leben die Batterien sehr lange. Bei der Auswahl der Energiequelle hat man freie Wahl, zwei in Reihe geschaltete Mikro-Rundzellen sind ebenso geeignet wie eine 3-V-Lithium-Batterie. Natürlich ist auch der Betrieb an einem Steckernetzteil möglich. Hier

ist jedoch unbedingt darauf zu achten, dass die stabilisierte Ausgangsspannung zwischen 1,8 V und 6 V liegen muss, sie darf keinesfalls höher sein!

Mono oder Stereo?

So wie er ist, gibt der Mini-FM-Empfänger die empfangenen Sendersignale zwar in Mono wieder, doch am Ausgang steht das Stereo-Multiplexsignal ungeschmälert zur Verfügung (Bandbreite bis 53 kHz). Durch Dekodieren dieses Signals mit dem PLL-Stereodecoder-Baustein TDA7040T entsteht daraus ein vollwertiges Stereo-Signal. In einem unserer nächsten Mini-projekte werden wir auf diese Option zurückkommen.

(080556)gd

Stückliste

Widerstände (SMD 0805):

R1 = 8k2
R2 = 10 k
R3 = 390 Ω

Kondensatoren (SMD 0805):

C1, C3 = 10 n
C2, C6, C9, C16 = 100 n
C4 = 33 p
C5 = Trimmer 25 p (Murata

TZB4Z250AB10R00)
C7, C10 = 1 n5
C8 = 820 p
C11 = 1 n
C12 = 68 p
C13 = 220 p
C14 = 47 μ /10 V (Nichicon
UWX1A470MCL1GB 5,5 mm L chiptype)
C15 = 3 n3

Induktivitäten:

L1 = 36 nH (4 Windungen 0,5 mm versilberter Kupferdraht, Innendurchmesser

4 mm, Länge 7 mm)
L2 = 1 μ H, SMD 0805 ($f_{res} > 300$ MHz)

Halbleiter:

IC1 = TDA7021T (SMD, SO16)

Außerdem:

K1, K2 = 2-polige Stiftleiste
BT1 = 2-polige Stiftleiste und Batteriehalter für zwei Mikrozellen

Platine 080556-1,
siehe www.elektor.de/080556

Ihr preisbewusster Leiterplattenlieferant

EURO
CIRCUITS

Online Preise berechnen
Online bestellen
Online Aufträge verfolgen
Online 24/24 Std. und 7/7 T.

Verified

- Pooling für Standard-Leiterplatten
- bis 6 Lagen
- von 1 bis 1000 Stück
- ab 3 Arbeitstagen

A la carte

- Pooling mit Extra-Optionen
- bis 8 Lagen
- von 1 bis 1000 Stück
- ab 3 Arbeitstagen

NEU: ONLINE SCHABLONEN

Interessiert? Sie erreichen uns unter: +49 2681 4662

E-mail: euro@eurocircuits.com

ELECTRONICA 2008 - 11-14 NOV - A5-161

www.eurocircuits.de

On demand

- Ihre Platine-unsere Herausforderung
- bis 16 Lagen
- von 1 Stück bis ...
- ab 3 Arbeitstagen

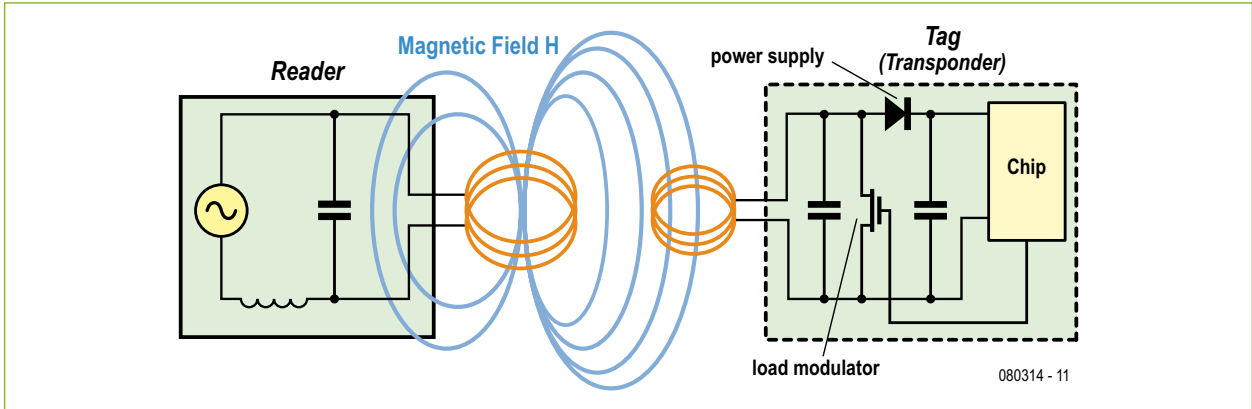
RFID im UHF-Bereich

Standards, Regeln & Probleme

Von Dr. Michael E. Wernle

RFID ist das gängige Akronym für ein Stück Elektronik, das per Funk Auskunft über die Identität von Sachen oder Personen gibt, indem eine einzigartige Seriennummer und Daten übermittelt werden. Diese drahtlosen Systeme erlauben das kontaktlose Lesen, lassen sich gut und preiswert herstellen sowie auch in problematischen Umgebungen einsetzen, wo herkömmliche Methoden wie Bar-Codes versagen. Ursprünglich in den HF-Bereichen um 135 kHz und 13,56 MHz angesiedelt, arbeitet die neueste RFID-Technik nun im UHF-Band.

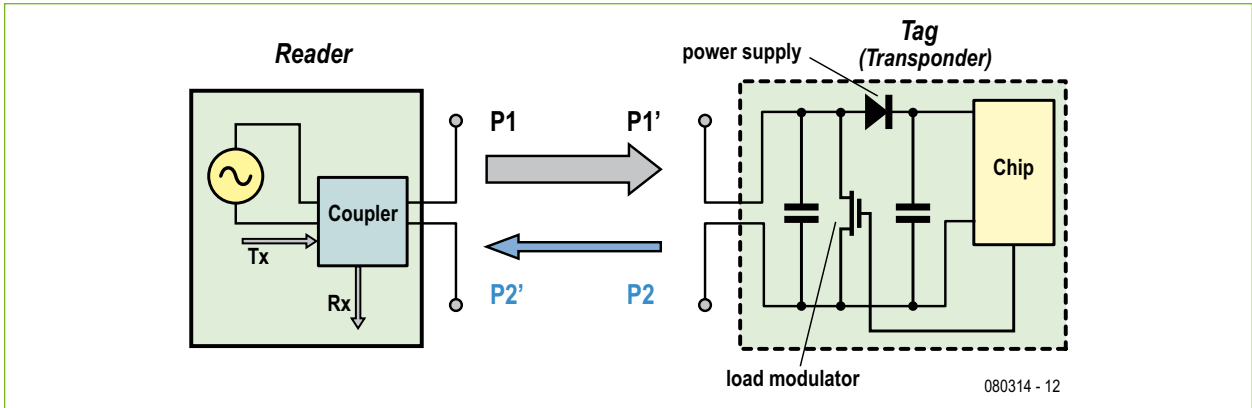
Bild 1.
Prinzip der induktiven
Kopplung von RFID-
Lesegerät und Transponder
beziehungsweise Tag.



Anders als bei Bar-Codes benötigen RFID-Lösungen keinen Sichtkontakt, nicht einmal im UHF-Band. RFIDs stellen eine der wenigen Techniken dar, die sich von Farbschichten, Schmutz, Fett oder Verpackungen nicht stören lassen. Mittlerweile werden schon seit Jahrzehnten Auto-ID-Technologien eingesetzt, um die manuelle Eingabe von Daten überflüssig zu machen

und so die Fehlerquote zu senken. RFID ist das modernste Verfahren hierzu. Die Basis-Komponenten eines RFID-Systems bestehen aus dem oft auch als Tag bezeichneten Transponder (eine Art elektronischer Datenträger) und einem Lesegerät, dass die vom Transponder erhaltenen Daten an einen PC oder Mikrocontroller zur weiteren Auswertung übergibt.

Bild 2.
„Backscatter“-Kopplung ist
der dominante Modus im
UHF-Band.



RFID-Vorteile

RFID bietet spezielle Features, mit denen andere Auto-ID-Techniken nicht aufwarten können. Zwar bieten nicht alle RFID-Systeme alle Features, doch seien die wichtigsten hier aufgelistet:

- Kontaktloses Lesen und Schreiben,
- Lesen und Schreiben ohne Sichtkontakt,
- Immunität gegenüber Farbe, Schmutz etc.,
- permanente Identifikation bzw. Lese- und Schreib-Fähigkeiten,
- Leseabstände vom cm-Bereich bis zu mehreren Metern (je nach System) und
- hohe Datenintegrität plus Zugriffssicherheit.

RFID-Anwendungen

RFID stellt nun schon seit über 15 Jahren eine etablierte Technologie für viele Massenanwendungen dar. Typische Anwendungen sind Zugangskontrollen, Wegfahrsperrern bei Autos, das Tracking von Waren, die Identifikation von Tieren, die Ablaufsteuerung und Warenkontrolle bei der Produktion, das Tracking von Wäschestücken, die Fahrzeug-Identifikation, der elektronische Maut-Einzug sowie diverse logistische Spezialanwendungen. Schon seit Anfang der 90er Jahre gibt es auch Low-cost-RFID-Systeme, die auf hochintegrierten Chips für Transponder und Lesegeräten aufbauen. Die wichtigsten verwendeten Sendefrequenzen sind 125 kHz, 135 kHz und 13,56 MHz. Seit etwa dem Jahre 2000 kamen neue Konzepte mit Frequenzen im UHF-Band bei 865...950 MHz auf den Markt. Der Hauptantrieb für diese Entwicklung kam aus der Zubehör- und Logistik-Industrie. Weil diese neuen Entwicklungen zunehmend wichtiger werden und weil es in Elektor über die niederfrequenten RFID-Systeme schon viel zu lesen gab (siehe [1] und [2]), konzentriert sich dieser Beitrag vor allem auf UHF-RFIDs.

RFID-Komponenten und Kopplungsmechanismen für UHF

Bevor man RFID-Technologie real einsetzt, sollte man deren grundlegende Prinzipien verstanden haben. Dabei spielt der Unterschied zwischen den älteren niederfrequenten Systemen und UHF-RFIDs eine entscheidende Rolle. Zu den frequenzabhängigen Eigenschaften der verschiedenen RFID-Systeme gibt **Tabelle 1** eine Übersicht.

Speziell wenn man in der HF-Technik nicht ganz so firm ist, empfiehlt sich ein Blick in eine Einführung wie [3], um sich die wichtigsten Prinzipien und Eigenheiten hochfrequenter Wellen zu vergegenwärtigen.

Die überwiegend verwendeten passiven RFID-Tags „schlafen“ die meiste Zeit und senden keine HF-Signale aus. Wenn sie dann in den aktiven Bereich der Antenne eines Lesegeräts kommen, wachen sie auf. Größe und Form der aktiven Lesezone hängen einerseits von der Antennenausführung und andererseits von der Betriebsfrequenz ab. Wenn die vom Tag empfangene HF-Energie ausreicht, erwacht dessen Elektronik und beginnt sich bemerkbar zu machen. Nun können entweder Daten gelesen werden oder bei den dazu fähigen Tags auch Daten Richtung Tag übertragen und dort gespeichert werden. Energie- und Informationsübertragung hängen dann wiederum von der Trägerfrequenz ab.

Ein wichtiges Unterscheidungskriterium ist die Grenze zwischen Nah- und Fernfeld. Eine gute Näherung zur Berechnung dieser Grenze ergibt sich nach der Formel:

$$l = c / (2 \pi f)$$

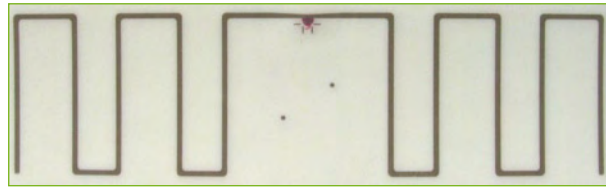


Bild 3.
Ein offener Dipol mit mäanderförmigen Leiterbahnen auf einer Platine



Bild 4.
Kombination eines geschlossenen Dipols mit mäandernden Bahnen.

für Antennenspulen und

$$l = (2a \cdot 2 \pi f) / c$$

für Dipole. Dabei ist c die Lichtgeschwindigkeit, a die Dipolabmessung und f die Frequenz [4, 5]. Für 125 kHz beträgt dieser Wert 382 m und für 13,56 MHz nur 3,5 m. Wird diese Grenze unterschritten, ist der Mechanismus der Energieübertragung hauptsächlich induktiv. Die Kopplung über das gemeinsame Magnetfeld von Sende- und Empfangsspule ist für den Energietransport zuständig, wie in **Bild 1** dargestellt. Da es hier um UHF-Systeme mit Frequenzen zwischen 865 und 955 MHz geht, beträgt die Grenze zwischen Nah- und Fernfeld lediglich etwa 18...20 cm. Aus diesem Grund muss man hier bei größeren Entfernungen mit einem anderen Weg der Energieübertragung operieren, wie **Bild 2** zeigt. Hier spielt die ausgestrahlte elektromagnetische Energie die Hauptrolle. Der Empfänger bezieht seine Energie also aus den vom Sender abgestrahlten Funkwellen und die Elektronik nutzt diese Energie, indem sie die Belastung der Empfangsantenne variiert und so ein geändertes Signal reflektiert. Dieses Verfahren nennt man auch „Backscatter Coupling“ [6].

UHF-Antennen

Entsprechend der Frequenz und der Art der Kopplung bestehen die Antennen hier nicht aus Spulen. Die einfachste praktikable Antennenform ist ein schlichter $\lambda/2$ -Dipol. Die Nachteile solch einer Antenne dürften jedem HF-Elektroniker bekannt sein: Die physikalischen Abmessungen sind nicht gerade praxistauglich und die Bandbreite ist nicht sehr hoch [7]. Außerdem braucht ein System ja immer zwei Antennen, eine für den Transponder und eine für das Lesegerät.

Bei den im Bereich Logistik eingesetzten Transpondern ergeben sich Begrenzungen hinsichtlich der maximalen Abmessungen von Bar-Code-Labels. Mehr als 10 cm Länge ist kaum möglich. Aus diesen Gründen wird hier der Dipol gefaltet und es ergeben sich die typischen Mäanderformen für die Empfangsantenne, was kleinere Abmessungen erlaubt (siehe **Bild 3** und **Bild 4**). Solche Konstruktionen werden mit Akronymen wie PIFA (**P**lanar **I**nverted **F** Antenna) und Ähnlichem versehen. Mehr über diesen speziellen Aspekt findet man unter [5] und [7].

Bei den Lesegeräten lässt sich ein UHF-Dipol problemlos realisieren. Häufige Ausführungen sind „gepatchte“ Antennen auch für größere Reichweiten. Die typischen Abmessungen liegen zwischen 25 und 35 cm Kantenlänge. Für niedrige Sendeleistungen kann in Europa laut den ETSI-Regelungen [9] fast jede Form einer Antenne verwendet werden. Für Sendeleistungen größer 500 mW gibt es allerdings einige Grenzen: Der Öffnungswinkel der Abstrahlung darf nicht größer als $\pm 35^\circ$ sein. Speziell die Form der

Tabelle 1. Vergleich der drei RFID-Bänder	
Frequenz	Eigenschaften
NF 125–134 kHz	In Verwendung seit Mitte der 80er Jahre. Lesereichweite bis ca. 1 m. Beste Durchdringung. Funktioniert auch nahe an Metall und Flüssigkeiten. Niedrige Datenrate und keine Anti-Kollisions-Verfahren. Tags etwas kostspieliger, da Spule als Antenne erforderlich.
HF 13,56 MHz	In Verwendung seit Mitte der 90er Jahre. Lesereichweite bis ca. 1 m. Gute Durchdringung. Weltweit am meisten verbreitet. Weit entwickelte Definitionen von Standards. Hochsichere Transponder-Chips verfügbar. Simultane Lesefähigkeit bis 50 Tags.
UHF 865-955 MHz	In Verwendung seit Mitte der 90er Jahre. Lesereichweite 4...7 m. Hohe Datenrate. Lesefähigkeit durch Metalle und Flüssigkeiten beeinträchtigt. Potentiell die Tags mit den niedrigsten Herstellungskosten. Simultane Lesefähigkeit bis 500 Tags.

Hauptschleife einer Sendeantenne muss bedacht werden, wenn es um Lesegeräte größerer Reichweite wie zum Beispiel für Gabelstapler geht.

Regulierungen und Standards

Glücklicherweise ist die Standardisierung der RFID-Technologie mittlerweile weit fortgeschritten. Dies nutzt den

Anwendern und Kunden, da es die Investitionssicherheit erhöht. Es gibt sowohl Standards für die Anwendung als auch für die technische Funktion. In diesem Beitrag spielen die technischen Prinzipien die Hauptrolle. Alle Frequenzen für RFID-Anwendungen sind in den ISM-Bändern angesiedelt (**I**ndustrial **S**cientific and **M**edical) und können damit weltweit ohne Lizenzierung verwendet werden. Das bedeutet aber nicht, dass UHF-RFID-Transponder überall auf den gleichen Frequenzen genutzt werden können, da es bis heute keinen einheitlichen Frequenzstandard gibt. Die ITU (**I**nternational **T**elecommunications **U**nion) hat die Welt in drei Zonen eingeteilt:

- Region 1 mit Europa, Afrika, Mittlerer Osten und das Gebiet der früheren Sowjet-Union (**Bild 5**),
- Region 2 mit Nord-Amerika, Süd-Amerika und die Pazifik-Region östlich der Datumsgrenze (**Bild 6**) und
- Region 3 mit Australien, Asien und der Pazifik-Region westlich der Datumsgrenze.

In den USA können RFIDs lizenzfrei im Frequenzbereich 902...928 MHz verwendet werden. Lediglich die Geräte müssen zugelassen sein. Die maximale HF-Leistung ergibt sich nach FCC CFR Title 47, Part 15. In Europa werden RFID und andere Funkanwendungen durch die ETSI-Vorschriften EN 300 220 [8], EN 302 208 [9] und die ERO-Vorschrift 70 03 [10] reglementiert. Der zulässige Frequenzbereich ist etwas komplexer definiert und reicht von 865 bis 868 MHz. RFID-Lesegeräte müssen den Kanal überwachen, bevor gesendet wird (Listen Before Talk), was etwas Performance kostet und woran zwecks Optimierung aktuell geforscht wird.

Tabelle 2 enthält Informationen zu den Regulierungs-Organisationen für das UHF-Band sowie Angaben zu Kanälen und Sendeleistungen.

Auf Grund der unterschiedlichen Regulierung ist die Leistungsfähigkeit von UHF-RFID-Systemen in den USA höher als in Europa, da jenseits des Atlantiks eine größere Bandbreite mit mehr Kanälen zur Verfügung steht.

EPC-Nummer

Bei EPC (**E**lectronic **P**roduct **C**ode) handelt es sich im Prinzip um eine Erweiterung des elektronischen Produkt-Codes, der

Bild 5.
RFID-Frequenzbereich für
die Region 1 (Europa).

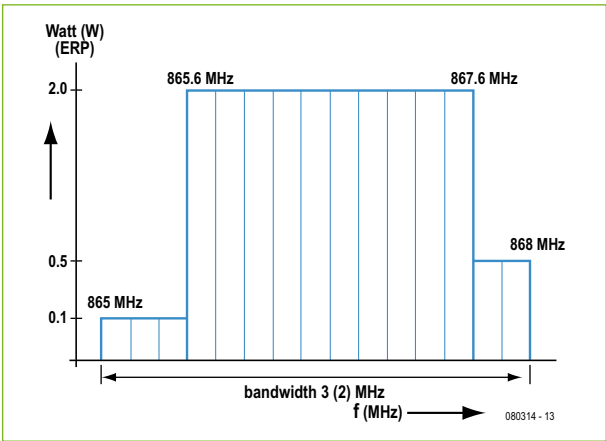


Bild 6.
RFID-Frequenzbereich für
die Region 2 (USA).

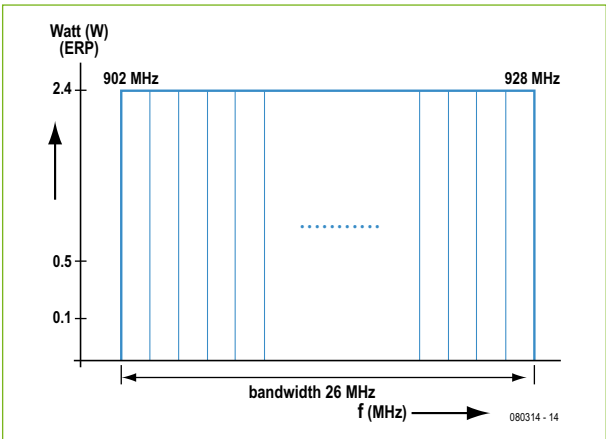


Tabelle 2. Regulierungs-Organisationen

	Region 1	Region 2	Region 3
Regulierungs-Organisation	European Conference of Postal and Telecommunications (CEPT)	Federal Communications Commission (FCC) für die USA	Diverse Organisationen abhängig vom jeweiligen Staat
Frequenz-Band	865...870 MHz	902...928 MHz	um 950 MHz
Max. abgestrahlt. Leistung	2 W ERP = 3,28 W EIRP	4 W EIRP	unterschiedlich
Bandbreite für High Power Anwendungen	2 MHz	26 MHz	unterschiedlich
Anzahl der Kanäle	10 mit je 200 kHz	bis zu 130	unterschiedlich

auch für Bar-Codes verwendet wird und ursprünglich vom MIT (**M**assachusetts **I**nstitute of **T**echnology) in den späten 90ern entwickelt wurde. Der Anspruch dieses Codes war es, alle Güter für die Logistik der weltweiten Warenströme von der Produktion bis hin zum Konsumenten erfassen zu können. Prinzipiell ist der EPC also überhaupt nicht an die RFID-Technik gebunden, sondern ein systemunabhängiger, maschinell verarbeitbarer Code. Doch in der Praxis ist die Verbindung von RFID und diesem Code so eng, dass insbesondere UHF-RFID in der öffentlichen Wahrnehmung fast synonym zu EPC gedeutet wird.

Heute arbeitet EPCglobal [11], ein Joint Venture von GS1 und GS1 US, an internationalen Standards für (fast immer) passive RFIDs und ihren EPC. Eines der Ziele von EPCglobal ist es, die diversen Protokolle zu UHF-RFID zu vereinfachen, die sich aus den ersten dilettantischen EPC-Definitionen ergaben. Die so genannten „Two Tag Air Interfaces“, die Protokolle für den Datenaustausch zwischen Tag und Lesegerät, wurden durch EPCglobal definiert. Die beiden unter „Class 0“ und „Class 1“ laufenden Protokolle wurden bis 2005 gelegentlich schon kommerziell implementiert. 2004 wurde dann das neuere Protokoll „Class 1 Generation 2 Interface“ kreiert, das eine Reihe von Problemen der beiden früheren Protokolle entschärfte. Diese zweite Generation des EPC wurde schließlich im Dezember 2004 verabschiedet und ist so zum Standard für passive UHF-RFID-Tags geworden. Dieser Standard wurde außerdem auch mit nur minimalen Änderungen als ISO/IEC 18000 Part 6C [12] übernommen und wurde auch deswegen weltweit als verbindlich für den Frequenzbereich 865...955 MHz akzeptiert.

Ein aktueller EPC enthält folgende Felder:

- Header: Definiert den Daten-Typ, indiziert die Code-Partitionen und beschreibt die Partitionierung von Sub-Domänen.
- Header: Spezifiziert die Länge, den Typ, die Struktur, die Version und die Generation des EPC.
- EPC Manager Number: Verantwortlich für die Pflege der folgenden Partitionen.
- Object Class: Spezifiziert eine Objekt-Klasse.
- Serial Number: Spezifiziert den einzelnen Gegenstand.

Bild 7 zeigt eine vereinfachte Version mit nur einem Header.

Der EPC ist auf dem Transponder gespeichert und wird via Lesegerät zum Zielsystem übertragen. Anhand dieser Nummer kann das angeschlossene Computer-System dann weitere Informationen über das gescannte Objekt sammeln, in dem es den so genannten ONS (**O**bject **N**ame **S**ervice) nutzt. Hierüber wird dann der EPC eines Produkts mit den Informationen über dieses Produkt abgeglichen. Sobald die

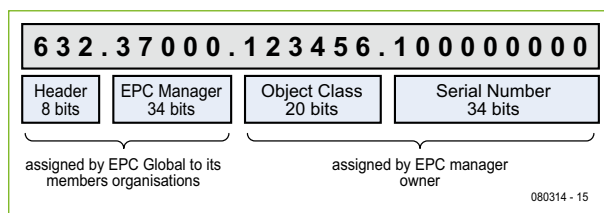


Bild 7.
EPC-96-Nummerierungs-Schema.

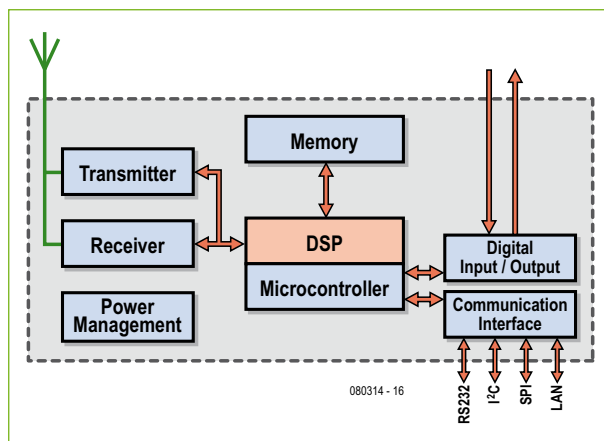


Bild 8.
Blockschaltbild eines UHF-RFID-Lesegeräts.

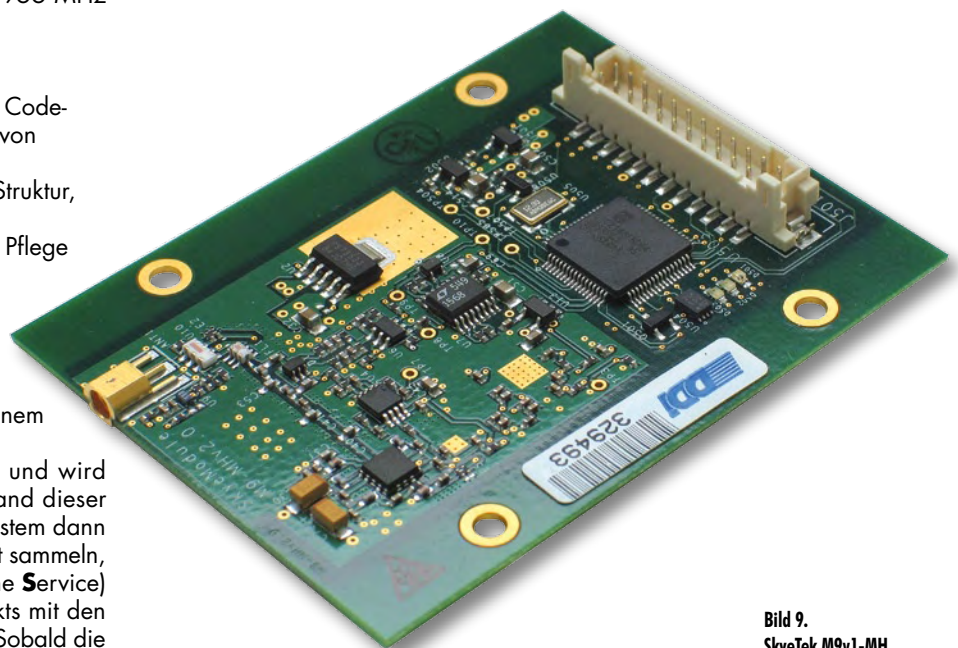


Bild 9.
SkyTek M9v1-MH.

oft als RFID-Middleware bezeichnete Software EPC-Daten erhält, kann sie Anfragen an einen ONS-Server zu weiteren zu diesem Objekt gespeicherten Informationen stellen. Für dieses Konzept gibt es ein berühmtes Vorbild: Das DNS (**D**omain **N**ame **S**ystem) des Internets.

Kommerziell erhältliche UHF-RFID-Produkte

Für UHF-Transponder gibt es mittlerweile eine große Auswahl an Chips. In diesem Markt tummeln sich bekannte Größen wie NXP, Texas Instruments und ST Microelectronics plus einige neue Design-Schmieden ohne eigene Fabrikation wie



Bild 10.
SkyeTek M9v3-MH.

Impinj. Die unterschiedlichen Tag-Hersteller nutzen die Technik der (wenigen) Halbleiterfirmen. Man kann den Markt grob aufteilen in den für flexible RFID-Labels (UPM Raflatac, X-Ident und viele andere Hersteller) und den Markt für Transponder in festen Gehäusen, wie zum Beispiel von Wisteq.



Bild 11.
Sirit UHF EPC
(Weitbereichs-Lesegerät)

Bei UHF-Lesegeräten sieht es anders aus: Für HF-Elektronik gibt es im Prinzip eine große Zahl integrierter Lösungen. Der Anwender muss also lediglich einen Mikrocontroller mit einem HF-Verstärker koppeln und benötigt nur noch die passende (und oft unterschätzte) Firmware für ein fertiges Lesegerät. Für UHF gibt es allerdings bis heute nur eine wirklich funktionierende hochintegrierte Lösung, die ursprünglich von Intel entwickelt und erst im Juli 2008 an Impinj verkauft wurde. Darauf aufbauende fertige Chips beschleunigen die vielbeschworene „Time to Market“ - allerdings auf Kosten der Flexibilität. Dies gilt insbesondere für die Implementierung neuer Transponder-Chip-Features, die über die durch

die ISO-Standards gesteckten Grenzen hinausgehen. Diese neuen Transponder-Chips wie die NXP-Gen2-Chips UCODE G2XM und G2XL erfordern sehr flexible Reader-Konzepte, wie sie von Herstellern wie SkyeTek (**Bilder 9 und 10**), Sirit (**Bild 11**), Motorola, Intermec und einigen anderen angeboten werden.

Ein Lesegerät verfügt zumindest über die Basisfunktionen Senden, Empfangen, Modulation, Demodulation und Baseband. Die Blockschaltung in **Bild 8** zeigt die typischen Elemente in Verbindung mit Support-Funktionen wie digitalen I/O-Interfaces und Schnittstellen wie RS232, I²C und SPI (hauptsächlich bei kleinen, Energie sparenden Modulen) sowie Netzwerk-Interfaces (vor allem für fest installierte Lesegeräte).

Auf einer extra Webseite [13] werden UHF-RFID-Lesegeräte mit Details und Screenshots der Entwicklungsumgebung dargestellt und mit einigen kurzen Erläuterungen ein konkretes Beispiel für eine Installation beschrieben.

Fazit

RFID-Technik im UHF-Band ist deutlich komplexer als in den niederfrequenten Bereichen. Dies liegt nicht nur an den höheren Frequenzen, die ja fast bei 1 GHz liegen, sondern auch an den unterschiedlichen Regulierungen und Anwendungsstandards.

In einer späteren Elektor-Ausgabe soll noch beschrieben werden, wie man eine kleine UHF-RFID-Anwendung mit ISO 18000-6C/EPC GEN2-kompatiblen Komponenten in der Praxis realisiert.

(080314-1)

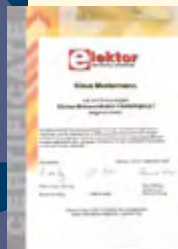
Literatur & Links

- [1] RFID-Türöffner, Elektor Juli/August 2008.
- [2] Elektor RFID-Reader, Elektor September 2006.
- [3] Bergmann, Bergmann-Schaefer, Lehrbuch der Experimentalphysik, Band 2, Elektromagnetismus, 8. Auflage, Verlag Walter de Gruyter, Berlin 1999.
- [4] Meinke, Gundlach, Taschenbuch der Hochfrequenztechnik, Springer-Verlag, Berlin, 4. Auflage 1986, Band 2.
- [5] Kark, Klaus W., Antennen und Strahlungsfelder, Vieweg, März 2004.
- [6] Detlefsen, Jürgen; Siart, Uwe: Grundlagen der Hochfrequenztechnik, Oldenbourg Verlag, April 2003.
- [7] Kruschke, Alois; Rothammels Antennenbuch, DARC-Verlag, aktualisierte und erweiterte 12. Auflage.
- [8] EN 300 220-1 V1.3.1 (2000-9) Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Short range devices; Technical characteristics and test methods for radio equipment to be used in the 25 MHz to 1 000 MHz frequency range with power levels ranging up to 500 mW; Part 1: Parameters intended für regulatory purposes.
- [9] ETSI EN 302 208-1 (2002-8) Radio Frequency Identification Equipment operating in the band 865 65 - MHz to 868 MHz to 868 MHz with power levels up to 2 W, Part 1: Technical characteristics and test methods).
- [10] Status of ERC Recommendation 70-03 relating to the use of Short Range Devices (SRD) including Appendixes und Annexes, ERC Recommendation 70-03, Edition of April 2004.
- [11] www.epcglobalinc.org, www.epcglobal.de/
- [12] ISO / IEC 18000 Part 6C: Information Technologie — Radio frequency identification für item management; Part 6: Parameters for air interface communications at 860-960 MHz.
- [13] www.meshedsystems.com/dienstleistung/elektor.htm

learning by doing



**Wissen für Profis.
Und solche, die es werden wollen.**



Mikrocontroller leicht gemacht

Der Einstiegslehrgang in 6 Lehrbriefen

Steigen Sie ein in die faszinierende Welt der Mikrocontroller! Dieser Fernlehrgang setzt bei den Teilnehmern keine besonderen Vorkenntnisse voraus und richtet sich daher an Schüler, Auszubildende, Techniker, Studierende aller Fachrichtungen und an engagierte Hobbyisten.

Sie können Ihr ganz persönliches Arbeits- bzw. Lerntempo einrichten und erweitern. Die Leistungen des Einstiegs-Lehrgangs umfassen: 6 Lehrbriefe, Hardware, Support-Forum, ein optionaler Abschluss-Workshop mit Entwickeln und Teilnahmezertifikat.

Mit Begeisterung wächst das Wissen

Der Fortsetzungslehrgang in 6 weiteren Lehrbriefen

Erweitern Sie Ihre Fähigkeiten. Aufbauend auf den Kenntnissen und der Hardware des Einstiegslehrgangs werden in 6 weiteren Lehrbriefen sinnvolle und unterhaltsame Anwendungen vorgestellt und erklärt.



Einstiegslehrgang bis 31.12.2008 zu günstigen Konditionen!
(Nähere Einzelheiten unter: www.elektor.de/mfl).

Effektives Lernen mit innovativen Tools.

„Elektor Academy“ steht für innovative Entwicklungen und qualitative Lern- und Lehrmittel mit didaktischen Elektronik-Inhalten und -Produkten, die gleichermaßen für Schule und Ausbildung sowie zum Selbststudium geeignet sind.



Küchenwaage als Kraftmessgerät

Schubmessung leicht gemacht

Von Dr. Jürgen Giersch

Vor allem Raketen-Modellbauer interessieren sich für den Schub-Verlauf ihrer Motoren. Entsprechendes Mess-Equipment ist aber nicht billig. Mit Hilfe einer einfachen elektronischen Küchenwaage, einem Operationsverstärker und einem ATmega8 lässt sich ein günstiger Messstand mit PC-Anschluss aufbauen.

Wer den Bau von Flugmodellen zu seinen Hobbys zählt, muss häufig wissen, welchen Schub der verwendete Motor entwickelt. Ganz besonders interessant ist das für die Raketen-Modellbauer. Modellraketen-Motoren entwickeln ihren Schub für gewöhnlich, indem sie eine pyrotechnische Treibladung verbrennen und die dabei entstehenden heißen Gase und Partikel gerichtet ausstoßen (Bild 1). Der Schub hat einen zeitlich veränderlichen Verlauf, der von der Art des Treibmittels, der Form der Düse und der Ausgestaltung des Zündkanals beeinflusst wird. Neben der Aerodynamik und der Massenveränderung der Modellrakete wird der Flug ganz wesentlich durch diesen zeitlichen Verlauf der Schubkraft geprägt. Modellbauer dürfen ihre Raketen-Motoren nicht selbst herstellen. Beim Kauf ist man auf die von den Herstellern mitgelieferten Informationen angewiesen. Leider werden die Eigenschaften oft nur durch einzelne Kennparameter

(wie dem Durchschnittsschub) zusammengefasst. Daher ist der Bau eines eigenen Schub-Messstands mit PC-Anbindung eine interessante Aufgabe!

Kraftmesser

Ein passender Kraftsensor ist schnell gefunden. Elektronische Küchenwaagen haben meist Messbereiche bis zu einigen Kilogramm. Da ein Kilogramm (auf der Erde) einer Gewichtskraft von rund zehn Newton entspricht, passt dies gut für viele Modellraketen-Motoren. Leider haben Küchenwaagen fast nie eine Buchse, um das Wiegesignal extern verarbeiten zu können. Aber im Prinzip sollte man so eine Waage leicht mit einer entsprechenden Buchse nachrüsten können. Hierzu muss man die Waage aufschrauben, um ein entsprechendes Signal abgreifen zu können, das (im Idealfall) proportional zur Belastung des Wägetellers ist. Beim Inspizieren verschiedener Küchen-



Bild 1. Schubmessung.

waagen stellt man jedoch fest, dass es unterschiedliche Messprinzipien gibt, die nicht alle gleich gut für unsere Zwecke geeignet sind. Sehr häufig sind in Küchenwaagen aber so genannte Dehnungsmessstreifen (DMS) eingebaut. Hierbei handelt es sich um kleine Bauelemente, die bei mechanischer Deformation (Dehnung/Stauchung) ihren elektrischen Widerstand verändern. Dieses Messprinzip ist im Prinzip gut geeignet, erfordert aber eine geeignete Mess-Elektronik. Leider kann man das Ausgangssignal dieser Elektronik in der Küchenwaage häufig nicht auffinden, da sich alles in einem herstellerspezifischen IC abspielt. Erfreulicherweise sind die DMS selbst aber meist leicht zugänglich – und dem Aufbau einer eigenen Elektronik steht nichts mehr im Weg!

Brückenschaltung

In der Regel sind vier Dehnungsmessstreifen auf einem so genannten Biege-

balken angeordnet (siehe Bild 2), der in der Mitte eine Aussparung besitzt. Wirkt eine nicht zu große Kraft auf den Biegebalken, so biegt er sich vor allem im Bereich der Aussparung durch. Auf der Ober- und Unterseite dieser Aussparung sind jeweils zwei DMS angebracht, die folglich durch Krafteinwirkung gedehnt (Formelzeichen ϵ) bzw. gestaucht werden ($-\epsilon$). Die vier DMS sind als Vollbrücke beschaltet, was die Genauigkeit der Messung erhöht (siehe Bild 3).

Legt man an der Brückenschaltung eine so genannte Speisespannung an, so kann man die Krafteinwirkung als proportionale Brückenspannung messen. Ein Biegebalken mit DMS in Vollbrückenschaltung hat deshalb vier Anschlüsse: zwei für die Speisespannung (U_{0+} und U_{0-}) sowie zwei für die Brückenspannung (U_{B+} und U_{B-}). Diese vier Anschlüsse können über eine Buchse nach außen geführt werden (siehe Bild 4). Verwendet man zusätzlich einen vierpoligen Umschalter, so lässt sich die Waage weiterhin in ihrer ursprünglichen Funktion verwenden (Bild 5).

Standard-Biegebalken mit DMS gibt es übrigens auch einzeln zu kaufen (Stichworte für Google: DMS, Biegebalken, Wägezelle etc.). Interessanterweise sind diese jedoch meist wesentlich teurer, als wenn man eine Küchenwaage erstelt und den darin enthaltenen Biegebalken verwendet. Beim direkten Kauf kann man sich aber einen passenden Balken anhand von Datenblättern aussuchen, zum Beispiel, wenn man höhere Anforderungen an die Temperaturstabilität, Linearität oder maximale Belastbarkeit stellt. Ein hochwertiger Biegebalken für Belastungen bis 300 N ist in Bild 6 abgebildet. Der Einbau des Balkens zwischen Aluminiumplatten ermöglicht die Messung von Raketenmotoren in vertikaler und horizontaler Lage. Letzteres bringt messtechnische Vorteile. Denn beim Abbrennen der Treibladung verändert sich immer auch die Masse des Raketenmotors - und daher die Gewichtskraft, die parallel zum Schub auf die Waage wirkt.

Datenstrom

Legt man eine feste Speisespannung U_0 an die Messbrücke an und zeichnet die Brückenspannung U_B mit einem Speicheroszilloskop auf, so kann man bereits Schubmessungen durchführen.

Allerdings ist die Messung dann noch nicht kalibriert und man muss sich anschließend noch um eine geeignete Analyse kümmern. Wem die Kalibrierung und Analyse „von Hand“ zu mühsam ist, der kann seine Küchenwaage mit einer relativ einfachen Schaltung in einen Schubmessstand mit PC-Anschluss umbauen (siehe Bild 7). Diese Schaltung stellt eine konstante Speisespannung U_0 für die Messbrücke bereit und führt das Brückensignal U_B mit Hilfe eines Instrumentenverstärkers an den ADC eines Mikrocontrollers. Der Controller sampelt das Messsignal, packt die digitalisierten Messwerte in ein geeignetes Format und gibt die Daten über seine serielle Schnittstelle aus.

In Bild 8 ist der zugehörige Schaltplan dargestellt. Kern ist der Controller vom Typ ATmega8, dessen analoger Eingang ADC4 das Signal entgegennimmt. Dieses wird mit 10 bit Auflösung kontinuierlich digitalisiert. Die Messwerte werden als ASCII-codierte Hexadezimalzahl auf die serielle Schnittstelle gegeben, wobei die einzelnen Werte durch ein Carriage Return Zeichen (CR) getrennt werden. All das erfolgt in einer Endlosschleife, was zu einem kontinuierlichen Datenstrom von etwa 3 kSamples/s führt. Für die Anpassung des TTL-Pegels der seriellen Schnittstelle des Mikrocontrollers an die Standardpegel einer RS232-Schnittstelle wird der übliche IC vom Typ MAX232 verwendet.

Signalverstärkung

Ein Messgerät ist nur so gut wie sein Messverstärker. Deshalb stellt die Anpassung der analogen Brückenspannung an den Eingangsspannungsbereich des Mikrocontroller-ADCs (einige Volt) eine wichtige Aufgabe dar. Die Veränderungen des elektrischen Widerstandes eines DMS bei typischen mechanischen Verformungen liegen im Bereich von einigen Promille. Bei den zulässigen Speisespannungen der DMS von einigen Volt liegt die Brückenspannung somit im mV-Bereich. Die Sensorspannung muss also vor dem Digitalisieren um etwa drei Größenordnungen verstärkt werden. Möchte man besonders kleine Kräfte auflösen, sollte der Verstärkungsfaktor eher noch größer gewählt werden. Bei solch hohen Verstärkungen muss dann aber das immer vorhandene Rauschen berücksichtigt werden. Deshalb befindet sich am Eingang der Schal-

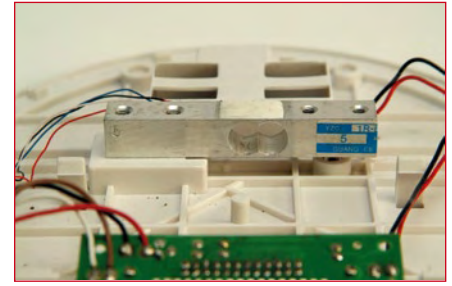


Bild 2. Biegebalken mit Dehnungsmessstreifen.

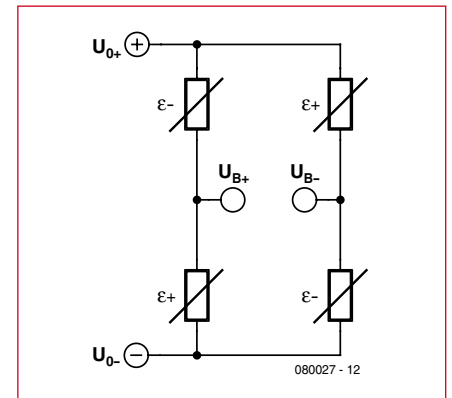


Bild 3. Vier Dehnungsmessstreifen in so genannter Vollbrückenschaltung ($\epsilon+$ = Dehnung, $\epsilon-$ = Stauchung).

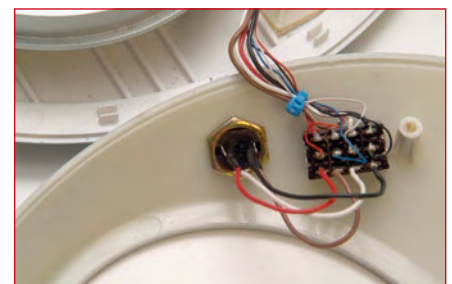


Bild 4. Einbau eines vierpoligen Umschalters und einer vierpoligen Mini-DIN-Buchse.



Bild 5. Mit Hilfe des Umschalters kann die Waage weiterhin zum Wiegen verwendet werden.

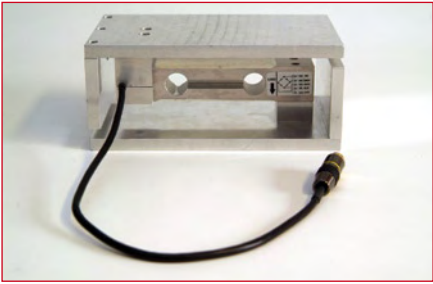


Bild 6. Kommerzieller DMS-Biegebalken für Kraftmessungen in vertikaler und horizontaler Ausrichtung.



Bild 7. Fertiger Schubmessstand.

tung der Kondensator C18. Dieser bildet mit dem Innenwiderstand der Brückenschaltung einen Tiefpass. Der Innenwiderstand einer DMS-Vollbrücke liegt typischerweise bei einigen hundert Ohm. Mit einem Wert von 100 nF für C18 ergibt sich eine Grenzfrequenz von einigen kHz, was gut zur Abtast-rate passt. Um hier sicher zu gehen, sollte man den Innenwiderstand der eigenen DMS-Brücke überprüfen und die Kapazität entsprechend anpassen. Für diese Messung schließt man die Anschlüsse U0+ und U0- der Brücke kurz und verbindet die Anschlüsse UB+ und UB- mit einem Ohmmeter. Beabsichtigt man die Abtastrate zu verändern, sollte der Kapazitätswert ebenfalls angepasst werden. Um das Rauschen noch weiter zu reduzieren, ist am Ausgang des Instrumentenverstärkers ein zweiter Tiefpass-Filter aus R8 und C5 (mit einer Grenzfrequenz von ebenfalls etwa 3 kHz) geschaltet. Auch dieser Tiefpass-Filter sollte bei einer Änderung der Abtast-rate angepasst werden.

Außerdem hat sich die richtige Wahl des vierpoligen Verbindungskabels von der Küchenwaage zur Elektronik als wichtig erwiesen. Gute Ergebnisse lassen sich mit einem kurzen und gut geschirmten S-Video-Kabel erzielen. Der Eingang der Elektronik wurde deshalb mit einem vierpoligen Mini-DIN-Stecker versehen. Die Belegung der Pins ist Bild 9 zu entnehmen. Zur Verstärkung des Signals wurde ein Instrumentenverstärker vom Typ AD620AN verwendet. Dieses IC ist speziell für Brückenspannungen geeignet. Vorteil ist eine rauscharme Verstärkung, außerdem lässt sich die Verstärkung mit einem einzelnen Widerstand einstellen (Berechnung siehe Datenblatt). Um die notwendige negative Versorgungsspannung für den Instrumentenverstärker zu erzeugen, wurde eine Ladungspumpe in Form eines LT1054 verwendet. Mit dem Trimpotentiometer P1 lässt sich am AD620 ein möglicher Offset der Brückenspannung kompensieren.

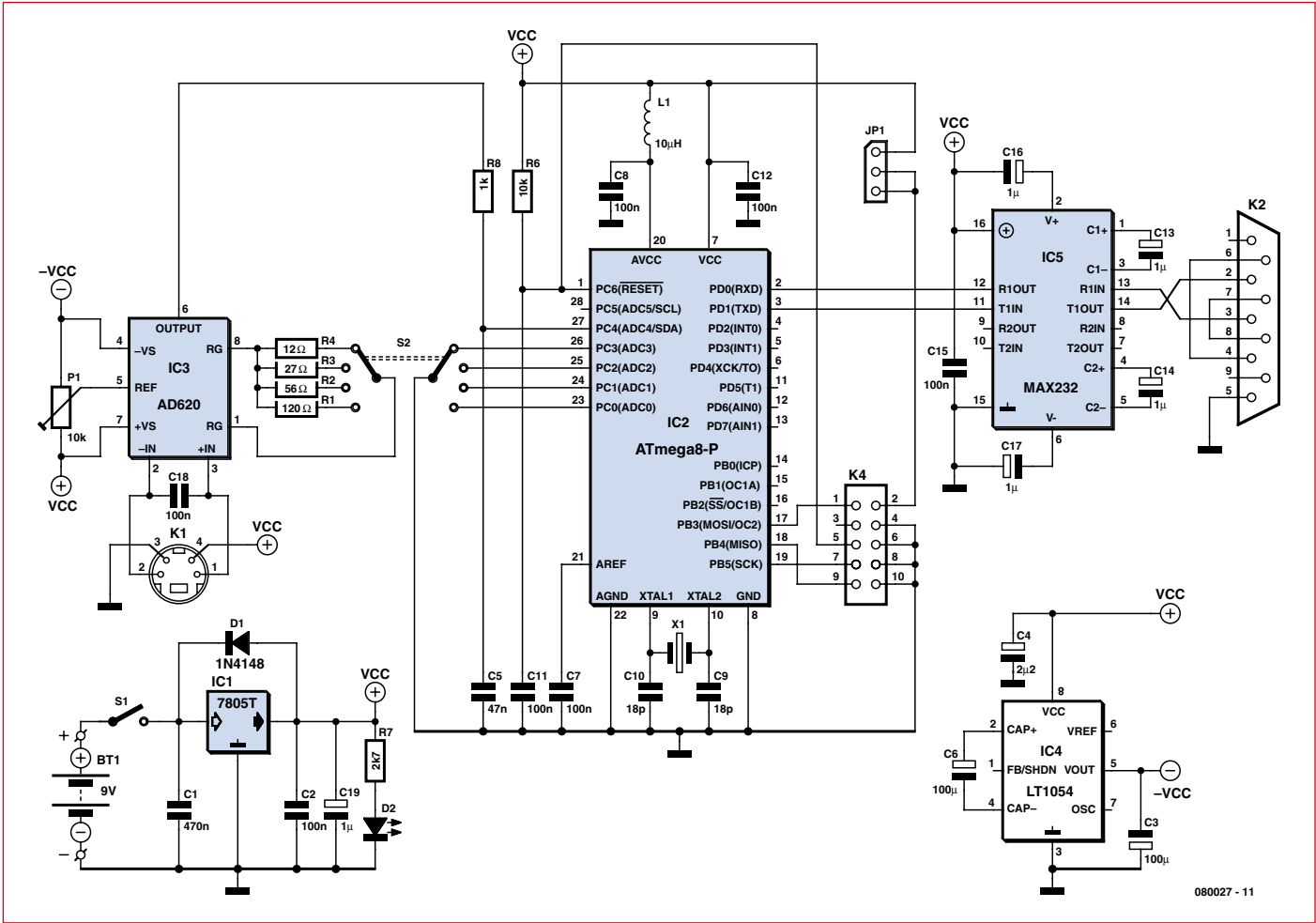


Bild 8. Schaltplan.

Messbereiche

Über einen vierpoligen Umschalter S2 und vier Widerstände R1 bis R4 kann die Verstärkung zwischen vier Werten umgeschaltet werden. Die Widerstände wurden hier so gewählt, dass die Verstärkungsfaktoren Werte zwischen vierhundert und viertausend annehmen (was bei der vom Autor verwendeten Küchenwaage „OTC KV 2001“ und den üblichen Raketenmotoren zu praktikablen Messbereichen geführt hat). Die Widerstände lassen sich natürlich an die eigenen Anforderungen anpassen. Um das Verstärkerrauschen weiter zu minimieren, empfiehlt sich die Verwendung von Metallschichtwiderständen.

Damit eine auf dem PC laufende Analysesoftware die Stellung des Messbereichsschalters registrieren kann, wurde ein zweipoliger Umschalter mit vier Stufen eingesetzt. Die zweite Polreihe verbindet je nach Schalterstellung die Porteingänge PC0 bis PC3 des ATmega8 mit Masse. Nach einer Aktivierung der internen Pulup-Widerstände von Port C liegen Eingänge, die nicht mit GND verbunden sind, auf High-Pegel. Je nach Stellung des Messbereichsschalters wird ein anderer Eingang von Port C auf Low gezogen.

Der vom ATmega8 erzeugte 10-bit-Digitalwert wird zusammen mit zwei weiteren Bit für die Schalterstellung des Messbereichsschalters in drei Hexadezimalzahlen gewandelt, welche ASCII-codiert über die Schnittstelle ausgegeben werden. Zusammen mit dem bereits erwähnten, trennenden CR-Zeichen werden also pro Messwert vier ASCII-Zeichen übertragen. Die ASCII-Codierung hat den Vorteil, dass der Datenstrom der Schaltung mit Hilfe eines einfachen PC-Terminalprogramms mitgelesen werden kann.

Aufbau

Es wurde Wert darauf gelegt, dass die komplette Schaltung auf einer einseitigen Platine und ohne SMD-Bauteile aufgebaut werden kann. Beson-

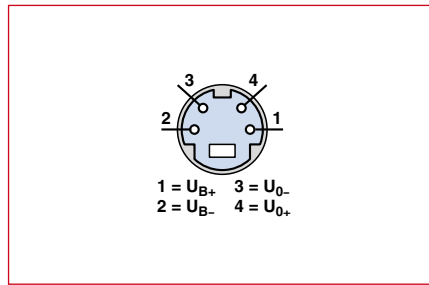


Bild 9. Lötseite des vierpoligen Mini-DIN-Steckers.

dere Anforderungen existieren deshalb beim Aufbau nicht. Die Platine des Autors kann von der Projekt-Website [2] heruntergeladen werden. Die Abmessungen der Platine und insbesondere die Position der Bohrlöcher für die Befestigung wurden für ein transparentes Kunststoffgehäuse ausgelegt (Typ Strapubox 2515KL).

Die Programmierung des Mikrocontrollers kann über den Anschluss K4 im eingebauten Zustand („in system“) erfolgen (die Firmware des Autors findet man ebenfalls auf der Projekt-Web-

nung von der Targetplatine beziehen oder selbst eine Spannung in die Targetplatine einspeisen, wurde der Vcc-Anschluss über den Jumper JP2 an das Programmierinterface gelegt.

Software

Die Daten werden über die serielle Schnittstelle (eventuell auch über USB mit einem zusätzlichen USB/RS232-Adapter, zum Beispiel Keyspan High Speed USB Serial Adapter USA-19HS [4]) in den PC eingelesen. Eine Auswerte-Software übernimmt dann die Decodierung der ASCII-Zeichen. Der Autor hat ein Programm in der Sprache LabVIEW geschrieben, das man als .exe-File von der Elektor-Website downloaden kann (siehe Bild 10).

Die digitalisierten Messwerte sind im Rahmen der Genauigkeit des Controller-ADCs proportional zur Brückenspannung und damit proportional zur Kraft. In der Praxis ist zusätzlich ein Offset vorhanden (Bauteiltoleranzen der Brücke, Eigengewicht der Waage usw.). Dieser Offset kann prinzipiell über das

Trimpoti P1 kompensiert werden, was aber nicht für alle Messbereiche optimal gelingen wird. Über einen Kalibriervorgang (mit einem Wägestück bekannter Masse) kann man aber sowohl den Offset als auch die Proportionalitätskonstante der Messung bestimmen. Die Auswerte-Software des Autors bietet außerdem die Möglichkeit, Kraft-Zeit-Verläufe aufzuzeichnen und zu analysieren. Eine Beschreibung dieser Software lässt sich ebenfalls von unserer Projektseite [2] herunterladen (eine LINUX-Version kann übrigens beim Autor [5] erfragt werden).

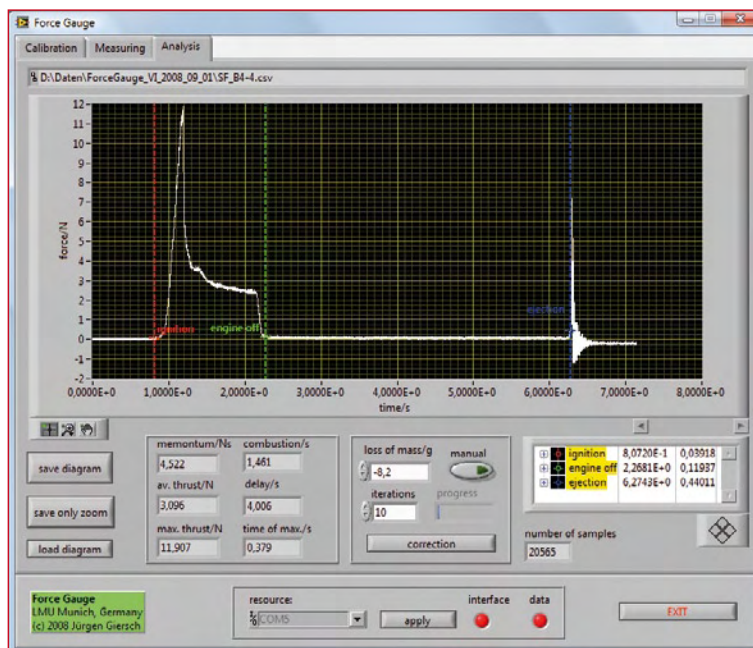


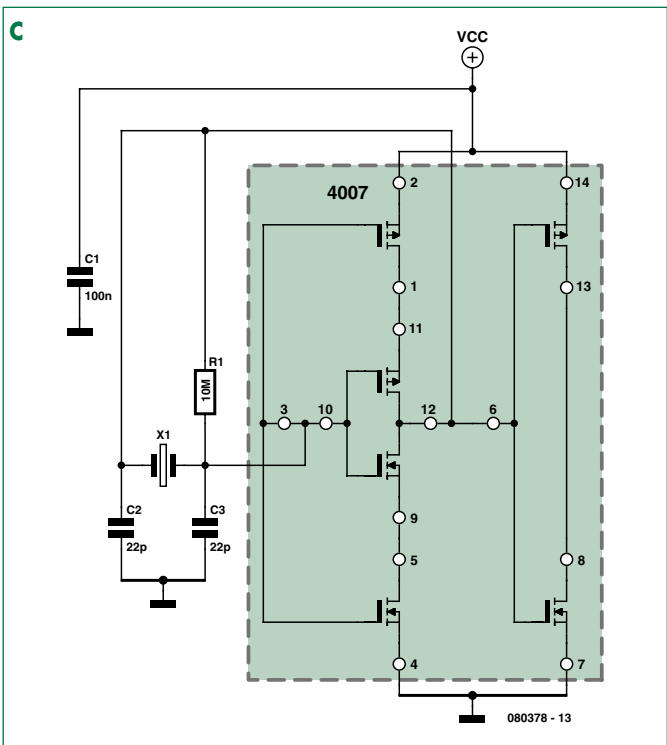
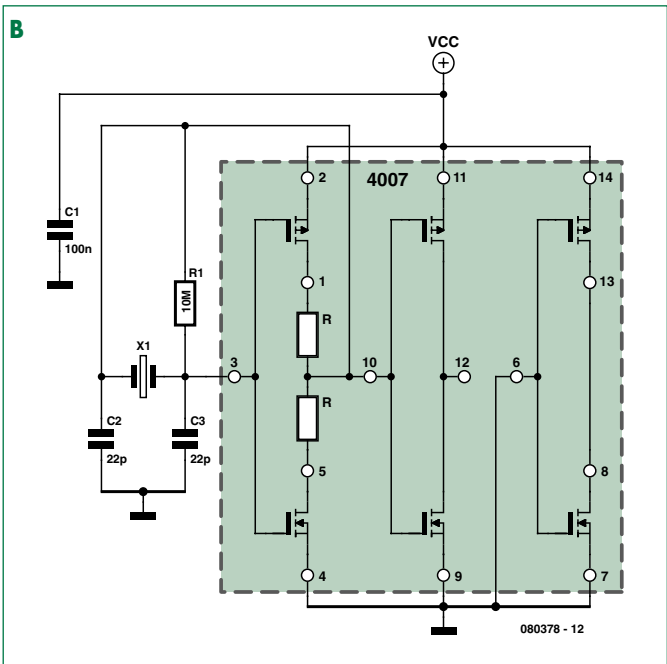
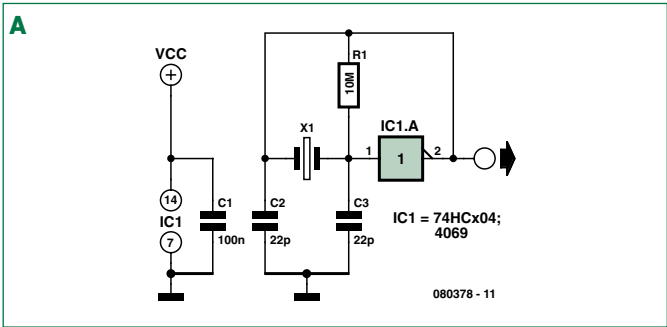
Bild 10. Auswerte-Software des Autors.

site [2]). Bei diesem Anschluss handelt es sich um einen 10-poligen Wanenstecker, der zum Beispiel mit dem von Kanda vertriebenen Programmer STK200 kompatibel ist [3]. Über den ISP-Anschluss lässt sich der Controller durch eine Vielzahl einfacher Programmieradapter programmieren. Da es allerdings bei diesen Geräten nicht immer einheitlich ist, ob sie die Span-

Weblinks

- [1] www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/AD620.pdf
- [2] www.elektor.de/080027
- [3] www.kanda.com/products/kanda/STK200.html
- [4] www.keyspan.com
- [5] juergen.giersch@physik.uni-muenchen.de

Strom sparen beim Quarz-Oszillator



Von Rainer Reusch

Die digitalen CMOS-Schaltkreise der Familien 74HC und 4000 benötigen im statischen Betrieb praktisch keinen Betriebsstrom. Mit einem Inverter, zum Beispiel aus einem 74HC04 oder 4069, lässt sich ohne großen Schaltungsaufwand ein Quarzoszillator aufbauen (**Schaltung A**). Allerdings steigt dann die Stromaufnahme erheblich. Wir reden hier natürlich nicht von klimaschädlichen Werten, sondern lediglich von einigen Milliampere. Die spielen allerdings eine Rolle, wenn die Versorgung durch eine Batterie oder einen Akkumulator erfolgt. Es stellt sich daher die Frage, in welchem Bereich die Erhöhung der Stromaufnahme liegt und ob es Unterschiede zwischen den einzelnen Logikfamilien gibt.

Bekanntlich steigt die Stromaufnahme mit der Betriebsfrequenz. Sie spielt hier allerdings nur zum Teil eine Rolle. Ein weiterer Grund für den erhöhten Betriebsstrom ist die Tatsache, dass der CMOS-Inverter im Oszillator als linearer Verstärker missbraucht wird. Am Ein- und Ausgang liegt im Mittel etwa die Hälfte der Versorgungsspannung. Das bedeutet, dass beide Transistoren der Komplementärstufe leiten. Da liegt der Gedanke nicht fern, die Komplementärstufe diskret aufzubauen und die Stromaufnahme über Widerstände zu verringern. Der CMOS-Schaltkreis 4007 enthält drei solcher Stufen, wobei die Drain-Anschlüsse bei zwei der drei Stufen nicht miteinander verbunden sind. **Schaltung B** zeigt, wie dieser Oszillator auf-

gebaut ist. Da das Ausgangssignal eher sinus- als rechteckförmig ist, wird eine zweite Stufe zur Signalverbesserung eingesetzt. Die Idee mit den Drain-Widerständen lässt sich weiter entwickeln. So kann man anstelle der Drain-Widerstände eine weitere Komplementärstufe einsetzen. **Schaltung C** zeigt die praktische Umsetzung.

Bei allen Schaltungen wurde die Stromaufnahme bei einer Versorgungsspannung von 5 Volt mit einem 4-MHz- und einem 16-MHz-Quarz gemessen. Bei der Schaltung mit dem 4007 wurden verschiedene Drain-Widerstandswerte ausprobiert. Die **Tabelle** zeigt die Ergebnisse. Anzumerken ist, dass die 4000er-Familie bei 5 Volt mit 16 MHz eigentlich schon überfordert ist, was zu Anlaufproblemen führen kann. Den besten Wert liefert der MC14069UB (entspricht 4069UB), bei 16 MHz allerdings mit Anlaufproblemen! Auch die Lösung mit dem 4007 schneidet recht gut ab. Die Erhöhung der Drain-Widerstände verringert die Stromaufnahme, der Effekt ist aber nicht so ausgeprägt wie vielleicht erhofft. Hinzu kommt, dass einer Erhöhung der Werte Grenzen gesetzt sind, die durch die Quarzfrequenz und die Betriebsspannung vorgegeben werden. Die Lösung gemäß Schaltung C führt zum gleichen Ergebnis wie Schaltung B mit 1-k-Widerständen. Der Temperatureinfluss auf die Stromaufnahme ist dabei relativ gering. Zum Abschluss noch ein Hinweis: Die in der Tabelle angegebenen Werte sind als Richtwerte zu verstehen, sie unterliegen Exemplarstreuungen!

(080378e)

Tabelle			
Schaltung	Schaltkreis / Widerstand	4 MHz	16 MHz
A	74HC04	1,47mA	4,9mA
A	74HCU04	1,99mA	3,5mA
A	74HCT04	1,50mA	5,2mA
A	4069UBE	0,56mA	1,4mA
A	MC14069UB	0,37mA	0,7mA *
B	4007 / 0 Ω	0,95mA	1,8mA
B	4007 / 100 Ω	0,93mA	1,7mA
B	4007 / 470 Ω	0,86mA	1,4mA
B	4007 / 1 kΩ	0,79mA	(keine Funktion)
C	4007	0,79mA	(keine Funktion)

*) mit Anlaufproblemen

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

– Daniel Gerdes, 23 Jahre, Student –

30%
Preis-
vorteil

Elektor ist Wissen für Profis.

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

Ihre Vorteile im Abo:

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



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

elektor
electronics worldwide

Flowcode & 32 bit

Flowcode for ARM und das ECRM40-Modul

Von John Dobson (Matrix Multimedia)

Im Artikel zum „ARMee“-Entwicklungsboard [1] kam schon einmal die Leistungsfähigkeit von 32-bit-ARM-Prozessoren zur Sprache. Ihre Programmierung in C ist leider reichlich komplex. In diesem Beitrag geht es darum, die Kraft dieser 32-bit-Monster zu zügeln. Mit Hilfe einer preiswerten Kombination aus „ECIO ARM“ und „Flowcode for ARM“ werden viele Features der modernen 32-bit-Technik auf einfache Weise verfügbar.

Spezifikationen

- Atmel AT91SAM7128 32-bit-Controller
- preiswerter Einstieg in ARM-Hardware und Software
- kompatibel mit Flowcode & E-blocks
- direkt via USB programmierbar
- via Elektor erhältlich

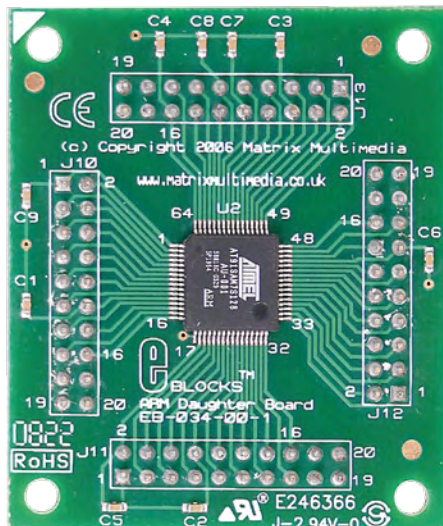
Ein-Chip-Mikrocontroller gibt es jetzt schon mehr als 30 Jahre. In dieser Zeit hat sich vieles verändert, so auch die Art und Weise, wie elektronische Produkte entwickelt werden. Eine komplette Liste dieser Fortschritte wäre viel zu lang, doch die in meinen Augen wichtigsten waren: Der Schritt weg von kundenspezifischen Schaltungen mit ihren langen Vorlaufzeiten und sehr hohen Entwicklungskosten hin

zu universellen und programmierbaren Mikrocontrollern, der weitere Schritt zu Chips mit integrierter Peripherie wie A/D-Wandlern und die Entwicklung von erschwinglichen Design Tools. Und was vielleicht im Moment noch nicht ganz so deutlich wird, aber schon jetzt als einer der größten Umschwünge der letzten zwei Jahrzehnte gelten könnte, das ist die beginnende Verbreitung preiswerter 32-bit-Technologie bei Mikrocontrollern.

32-bit-Controller AT91SAM7128

Für unsere ersten Tests von ARM7-Controllern hatten wir einen AT91-Controller von Atmel ausgewählt. Der Grund für diese Wahl war, dass es hierfür einen passenden GNU-Compiler und ein Tool-Set gab. Übrigens ist die ARM-Technik zutiefst europäisch, wurde sie doch komplett in England entwickelt und von da aus weltweit lizenziert. Weiter wichtig war die direkte Programmierbarkeit via USB (also ohne extra Programmer). Der ausgewählte Chip hat folgende Eigenschaften:

- 128 kB Flash-ROM
- 32 kB RAM
- 80 MHz interner Takt
- 2 USARTs
- Programmierung und Kommunikation via USB
- 32 I/O-Leitungen
- 4 PWM-Ausgänge mit 16 bit Auflösung
- 32-bit-Kern
- 8 A/D-Konverter mit 10 bit Auflösung und 300 kHz Abtastrate



Die Vorteile von 32 bit

Zunächst stechen die Vorteile einer 32-bit-Architektur gegenüber der von 8-bit-Controllern nicht so sehr heraus. Während nämlich ...

- ...die Zahl an I/O-Pins bei 32-bit-Controllern zwar größer sein kann, gibt es 8-bit-Versionen mit ähnlich vielen I/O-Anschlüssen;
- ...die Abtastrate von A/D-Konvertern bei der 32-bit-Technik höher ist, fällt dieser Unterschied nicht sehr dramatisch aus;
- ...32-bit-Cores eher mehr als einen USART bieten, ist dieses Feature nicht immer wichtig;
- ...der Speicher von 32-bit-Mikrocontrollern locker 128 kB ROM und 32 kB RAM beträgt, gibt es so etwas inzwischen auch in der 8-bit-Welt.

Im Prinzip bieten 32-bit-Mikrocontroller in vielen Aspekten einfach ein „Mehr“. Das bedeutet zum Beispiel mehr I/O, mehr RAM/ROM, mehr interne Features und nicht zuletzt natürlich mehr Rechenleistung. Nicht alle diese Punkte interessieren aber jeden Ingenieur. 8-bit- und 16-bit-Controller werden zur Zeit noch immer in großen Stückzahlen verbaut. Doch spannend wird es bei denjenigen Applikationen, bei denen ein Ingenieur sich nach Neuem umschaut und überlegt, generell auf 32-bit-Technik und auf ARM-Controller im Speziellen umzusteigen.

Sensoren ganz einfach

Die meisten analogen Sensoren lassen sich durch eine mathematische Formel charakterisieren. Die Formel, die zum Beispiel den Widerstand eines Temperatur-Sensors in einen Temperatur-Wert verwandelt, lautet typischerweise:

$$T = [K_0 + K_1(\ln 1000R) + K_2(\ln 1000R)^3]^{-1} - 273.15$$

Dabei steht T für die Temperatur, R ist der Widerstand in $k\Omega$, K_0 beträgt $1,02119 \times 10^{-3}$, K_1 hat den Wert $2,22468 \times 10^{-4}$ und K_2 entspricht $1,33342 \times 10^{-7}$.

Die übliche einfache und praktische Vorgehensweise bei der Berechnung von Temperaturen besteht darin, mit dieser Formel in Excel einer Wertereihe zu generieren. Oft reicht dann eine Tabelle mit 256 diskreten Werten für eine A/D-Konversion mit 8-bit-Auflösung. Mit den via Tabelle „umgerechneten“ Werten kann der Controller dann bequem operieren.

Wenn die Temperaturwerte auch auf einem Display ausgegeben werden sollen, kann man Tabellen mit dezimalen Temperaturwerten verwenden. Oder aber man nutzt Fließkomma-Arithmetik und eine „Math Library“ beim Pro-

grammieren, wobei Letzteres bei 8-bit-Controllern durchaus Leistung kostet und den Code aufbläht.

In diesen Fällen erlaubt ein ARM-Chip mit seinen eingebauten Mathematik-Funktionen die simple Berechnung der Formel ohne nennenswerten Einfluss auf die Rechenzeit. Und der notwendige Code passt dann in eine einzige Zeile. Man kann die guten alten „Lookup Tables“ also getrost in Rente schicken...

Leistung, noch mehr Leistung

Ein ARM-Chip benötigt extern eine Versorgungsspannung von 3,3 V - intern operiert er mit nur 1,5 V. Diese Maßnahme reduziert die Leistungsaufnahme drastisch. Gleichzeitig sind so kleinere Chip-Strukturen möglich, was wiederum höhere Taktfrequenzen erlaubt. Ein ARM7 benötigt zwar einen externen Takt von 18 MHz, hat aber dank integrierter PLL eine reale Taktfrequenz von typisch 47 MHz. Faktisch könnte ein ARM-Controller auch noch schneller laufen, doch bei internen 47 MHz funktioniert die USB-Verbindung optimal.

Hier stellt sich die Frage, wie viel schneller ein ARM gegenüber der alten 8-bit-Technik ist. Interessanterweise lässt sich diese einfache Frage nicht einfach beantworten. Der Leistungssprung hängt nämlich davon ab, was der Controller konkret tut. Für einfache Fließkomma-Operationen kann man schon eine Steigerung um den Faktor 5...10 erwarten - bei gleicher Taktfrequenz. Bei speziellen mathematischen Berechnungen (wie beispielsweise Approximationen mit Taylorreihen) kann ein ARM sogar ein bis zu 100-faches Tempo vorlegen. Die eigenen Experimente überraschten mich allerdings, denn ich erwartete, dass gerade bei Fließkomma-Operationen noch mehr drin sei. Doch es zeigte sich, dass der verwendete Compiler

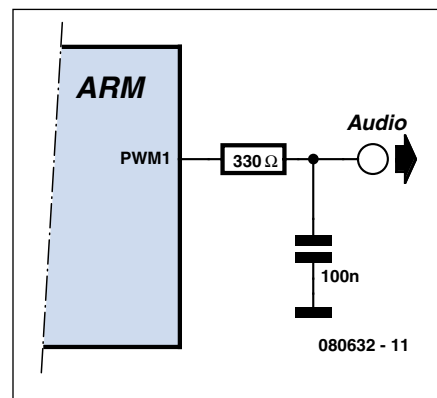


Bild 1. Einfacher D/A-Wandler.

wohl nicht besonders gut für 32-bit-Operationen optimiert ist.

Mehr Speicher

Die goldenen Regeln für mit 8-bit-Controllern befasste Ingenieure waren bislang:

- halte den Code kompakt;
- mache den Code effizient;
- minimiere den Overhead bei der Software-Entwicklung.

Diese Regeln haben zur Folge, dass man auch die Features der damit entwickelten Produkte beschränken muss. Doch ein schneller 32-bit-Controller mit seinem (fast) unbegrenzten Zugriff auf Mengen von RAM und ROM sowie viel I/O sollte es erlauben, die Features des Mikrocontrollers und damit der Produkte radikal zu verbessern. Dies wird am Beispiel Sprachausgabe besonders deutlich. Zwei grundsätzliche Wege führen zu sprechenden Chips: Entweder digitalisiert man Sprache und legt diese Daten im Controller ab; oder aber man lässt diese Daten komplett vom Controller erzeugen.

Option 1: Für die Digitalisierung von Sprache sollte man bei 8 bit Auflösung

Tabelle 1. AT91SAM: ARM7-Chips und Preise

Controller	ROM	RAM	I/O pins	Gehäuse	Takt	A/D	Preis (US-\$)
AT91SAM7XC128-AU	128K x 8	32K x 8	62	100-LQFP	55MHz	8x10bit	11,93
AT91SAM7X128-AU	128K x 8	32K x 8	62	100-LQFP	55MHz	8x10bit	10,97
AT91SAM7A3-AU	256K x 8	32K x 8	62	100-LQFP	60MHz	8x10bit	14,84
AT91SAM7SE256-AU	256K x 8	32K x 8	88	128-LQFP	48MHz	8x10bit	14,19
AT91SAM7SE256-CU	256K x 8	32K x 8	88	144-LFBGA	48MHz	8x10bit	15,70
AT91SAM7SE512-AU	512K x 8	32K x 8	88	128-LQFP	48MHz	8x10bit	16,77
AT91SAM7SE512-CU	512K x 8	32K x 8	88	144-LFBGA	48MHz	8x10bit	18,06
AT91SAM7S128-MU	128K x 8	32K x 8	32	64-QFN	55MHz	8x10bit	10,32

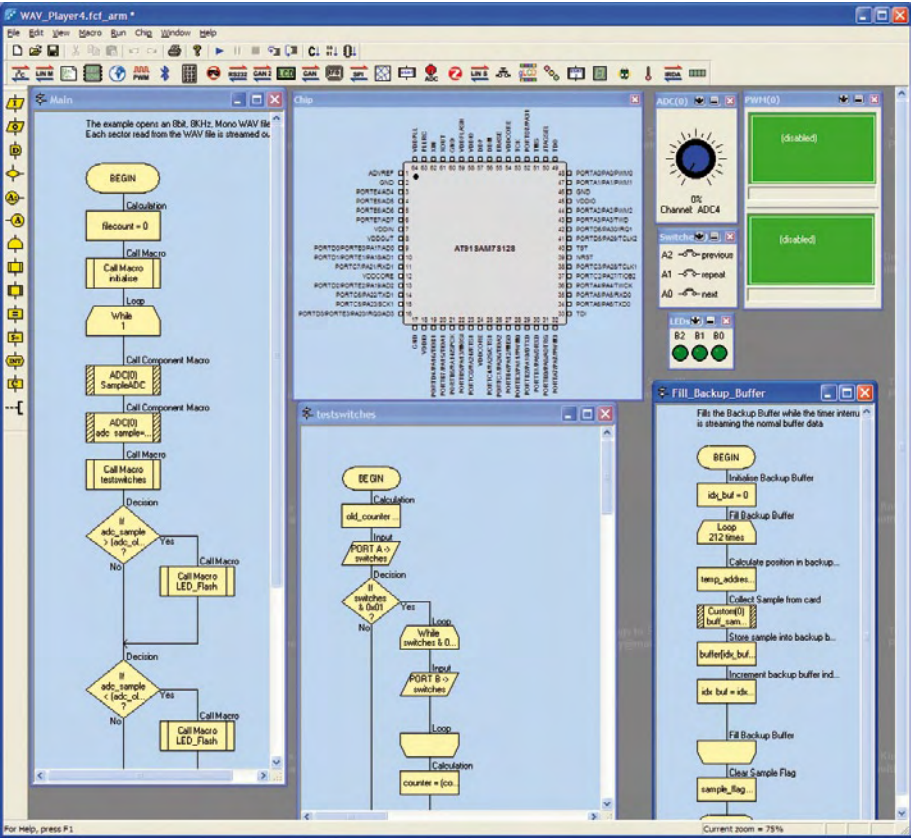


Bild 2. Flowcode for ARM in Aktion.

mit wenigstens 8.000 Hz abtasten. Die üblichen hierfür zur Verfügung stehenden 100 kB ROM fassen dann lediglich 12,5 Sekunden an Audiomaterial. Mit aktuellen 512-kB-Versionen kommt man immerhin schon auf eine brauchbare Kapazität von einer Minute.
Option 2: Die effektivere Methode wäre, die menschliche Sprache in so genannte „Phoneme“ (grundsätzliche

Lautelemente) zu zerlegen und nur diese im ROM abzulegen. Aus Ketten dieser Phonem-Daten wird dann eine beliebige Sprachausgabe synthetisiert. Gesprochenes Hochdeutsch kommt mit nur etwa 40 Phonemen aus, die dann um die 50 kB im ROM belegen - Kleinkram für einen 32-bit-Controller, aber nicht unbedingt für die 8-bit-Variante. Die aus Phonemen zusammengesetzte

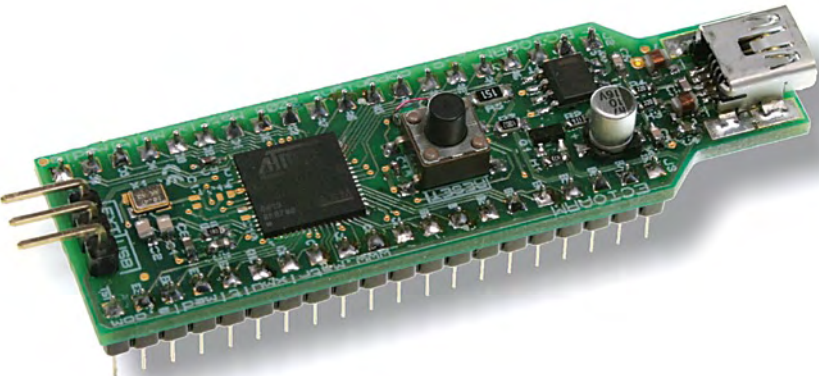
Sprache ist zwar nicht wirklich natürlich, reicht aber für die meisten Anwendungen in elektronischen Geräten vollkommen aus.
In beiden Fällen aber ist ein 32-bit-Chip schnell genug, um einfach via PWM-Ausgang plus RC-Glied (wie in **Bild 1** gezeigt), ein analoges Audio-Signal zu generieren. Genauso funktioniert die Sound-Ausgabe bei vielen Handys. Es lässt sich also für wenig Geld eine Sprachausgabe realisieren.

Die Kosten

Wenn Sie nun denken, dass etliche dieser Anwendungen auch gut mit schnellen 8-bit-Controllern mit viel internem Speicher erledigt werden können und dass deshalb ein Umstieg auf eine andere, vermutlich teurere Plattform nicht so zwingend ist, dann sei Ihnen noch einmal verziehen. Denn diese Überlegung stimmt - zumindest hier und da ;-).
Doch wenn Sie einen Blick auf die Preise dieser „Brummer“ werfen, kommen Sie womöglich zu einem anderen Schluss. **Tabelle 1** zeigt die Digikey-Preise der Chips aus der AT91-Serie von Atmel (Mitte 2008 in US-Dollar). Und es gibt sogar noch preiswertere Ausführungen...

Nachteile von ARM-Chips

Wo Licht ist, ist auch Schatten:
• ARM-Controller sind (für Umsteiger) schwieriger zu programmieren: I/O-Pins, Data Direction Register und vieles mehr sind nicht ganz einfach anzusprechen. Besonders die Verwendung von Pointer-Regi-



VDD USB	1	40	VDD EXT
GND	2	39	RB7/SDO
RESET	3	38	RB6
RA0	4	37	RB5/SDI
RA1	5	36	RB4/SCK
RA2	6	35	RB3
RA3	7	34	RB2
RA4	8	33	RB1/AN
RA5	9	32	RB0
RA6/TX0	10	31	RC7/RX1
RA7/RX0	11	30	RC6/TX1
RC3/PWM4	12	29	RC2/AN2
RD0/TWCK	13	28	RC1/AN1
RD1	14	27	RC0/AN0
RD2	15	26	GND
RD3	16	25	AN7
RD4/TWD	17	24	AN6
RD5/PWM3	18	23	AN5
RD6/PWM2	19	22	AN4
RD7/PWM1	20	21	TST

080632 - 13

Bild 3. Das ECIO-ARM-Modul (links) mit Anschlussbelegung (rechts) – kostenlose Beilage beim Kauf von Flowcode for ARM Professional.



Bild 4. Inhalt des Pakets Flowcode for ARM.

stern sieht nicht gerade elegant aus - zumindest ist sie gewöhnungsbedürftig.

- Die Versorgung mit 3,3 V statt mit den althergebrachten 5 V kann ein Redesign von Hardware nötig machen, falls man bestehende Elektronik mit ARM-Technik beglücken will. Dafür dürfte der Stromverbrauch etwas geringer werden.
- Die Gehäuse gibt es nur als SMDs, was schon bei Prototypen, aber auch bei Kleinserien zu Problemen oder notwendigen Umstellungen führen kann.

Hardware-Einstieg

Wenn Sie nun vielleicht noch nicht komplett überzeugt, aber zumindest doch neugierig geworden sind, können wir zwei Einstiege empfehlen:

1. Flowcode for ARM. Flowcode (Bild 2) schützt vor den meisten Unannehmlichkeiten der AT91-Mikrocontroller, denn es wurde speziell darauf getrimmt, den Umstieg von 8-bit- auf 32-bit-Systeme zu vereinfachen. Dies gilt für den I/O-Bereich und auch für die Mathematik-Bibliothek, die ohne Code-Änderung kompatibel mit diversen Chips ist. Vom 8-bit-AVR-Controller über die PICs von Microchip bis hin zu ARM-Chips reicht hier die Palette. Ein Wechsel der Hardware gestaltet sich also einfacher, als man möglicherweise befürchtet hat.

2. ECRM40. Von Elektor gibt es unter der EPS-Nr. 080632-91 ein 40-poliges AT91-Modul mit 0,6" Breite, das in eine 40-polige Standard-IC-Fassung passt (siehe Bild 3). Um den Einstieg so unkompliziert wie möglich zu machen, gibt es übrigens zu jeder Professional-Version von Flowcode for ARM ein solches Modul kostenlos dazu.

Wenn man ein eher robusteres Entwicklungssystem haben möchte, dann bietet sich eine ganze Reihe von ARM-basierten E-blocks an (siehe Bild 4). Diese sind ebenfalls mit Flowcode programmierbar.

Demoprogramme

Selbstverständlich gibt es auch schon einige Demoprogramme für die ARM-Version von Flowcode. Diese Programme können kostenlos von der Elektor-Webseite [2] herunter geladen werden.

Zu den Beispielen gehören die hier erwähnten Anwendungen wie Temperatur-Berechnung, Phonem-basierte und digitalisierte Sprachausgabe.

(080632-1)

Literatur und Links

[1] ARMee-Entwicklungsboard, Elektor April 2005

[2] www.elektor.de/080632

DESIGNING OF ELECTRONIC DEVICES • CNC MACHINING/CAD/CAM • COMPOUND OF ELECTRONIC COMPONENTS • DESIGNING AND MANUFACTURING OF PCB • CONTRACT MANUFACTURING SMT & THT • SOFTWARE DEVELOPMENT • EVALUATION BOARDS • KITS

EVBMM™

NEW IDEA OF FLEXIBILITY:

- * MMT™ SOCKET
- * 8 SWITCHES, 8 LED DIODES, BUZZER.
- * 2 POTENTIOMETERS.
- * IRDA PORT, USB DEVICE AND USB HOST.
- * 2 PORTS RS232 WITH LEDS.
- * CODEC AUDIO, CAN INTERFACE.
- * 1WIRE CONNECTOR.
- * SD/MMMC CARD SLOT.
- * ALPHANUMERIC LCD CONNECTOR.

* MORE DETAILS AVAILABLE AT: WWW.PROPOX.COM

Hexadoku

Sudoku für Elektroniker

Auch im neuen Jahr werden Sie unser Hexadoku nicht missen. Wir haben hier wieder einen schönen Vorrat liegen, was Kurzweil garantiert, wenn das Wetter nicht besonders ist und auch einmal keine rechte Lust am Entwickeln aufkommen mag. Wer das Rätsel löst, sollte uns das wie immer gleich mitteilen, denn es gibt die Chance, einen von vier Preisen zu 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 Einsendern mit der richtigen Lösung verlosen wir ein

E-blocks Starter Kit Professional

im Wert von
365 €

und drei
ELEKTOR-Gutscheine
im Wert von je **50 €**.



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

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 2009!**

DIE GEWINNER DES NOVEMBER-HEXADOKUS STEHEN FEST!

Die richtige Lösung (siehe unten) ist: **FC2B6**.

Das **E-blocks Starter Kit Professional** geht an:
Bernd Lähn.

Gutscheine über je 50 € gehen an:
Dieter Müller, Werner Rucker und Jörg Steffensky.
Herzlichen Glückwunsch!

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

(c) PZZL.com

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

μWatch: Die Wiederkehr der Taschenrechneruhr



Von David L. Jones
(Australien)

In den letzten Jahren konnten wir eine Retro-Welle mit „Geek“-Uhren aller Arten erleben: Da gab es welche mit Nixie-Röhren, mit LED-Anzeigen, im PONG-Stil und andere Merkwürdigkeiten mehr. Diese Retronik-Ausgabe steht nun ganz im Zeichen der μWatch, die für den am Selbstbau interessierten Zeitgenossen das non plus ultra darstellen dürfte...

Die letzte Armbanduhr mit integriertem wissenschaftlichen Taschenrechner war die Casio CFX-400 von 1985. Selbst für ein defektes Exemplar kann man heute etliche hundert Euro erzielen. Und bei einem funktionierenden Exemplar in gutem Zustand sollten Sie ohne ärztlichen Beistand gar nicht erst nach dem Preis fragen. Doch der angestaute Leidensdruck einer über zwanzig Jahre dauernden rechnerlosen Uhr-Zeit kann sich jetzt in ein Selbstbau-Projekt sublimieren: Die hier beschriebene μWatch bietet eine großartige Gelegenheit, das Lebensgefühl der 70er und 80er Jahre zu emulieren.

Bei der μWatch handelt es sich um eine moderne Reinkarnation der Rechneruhr, die aktuelle Technik (SMDs und PIC-Mikrocontroller) einsetzt und über algebraische und UPN, die so genannte „umgekehrte polnische“ Notation, verfügt. Warum UPN? UPN ist nicht nur gut zu programmieren, sondern auch effizient zu benutzen. Außerdem gibt es immer noch

eine große Fan-Gemeinde, die mit HP-Taschenrechnern sozialisiert sind. UPN wurde von Hewlett Packard schon für die ersten Scientific-Calculatoren erfunden und ist bei einigen HP-Rechnern heute noch vorhanden. Da für mich eine Taschenrechneruhr ohne UPN nicht komplett ist, kann die μWatch optional auch UPN. Der UPN-Modus basiert auf dem klassischen vierstufigen Stack von HP mit X-, Y-, Z- und T-Register, wobei letzteres mit Register-Kopierfunktion ausgestattet ist:

UPN Stack
T-Register
Z-Register
Y-Register
X-Register

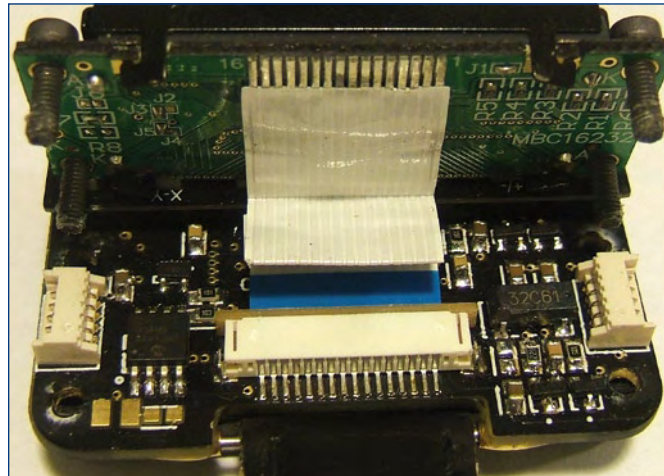
In UPN werden Werte mit der „ENTER“-Taste eingegeben bzw. in den Stack transferiert. Operatoren und Funktionen erzeugen die ENTER-Aktion selbst, wenn noch kein ENTER betätigt wurde.

Alle Operatoren und Funktionen arbeiten entweder mit dem X- oder dem X- und dem Y-Register. Um also die Summe von 1 + 2 zu erhalten, gibt man ein:

1 ENTER 2 +

Wenn ein Wert ins T-Register gelangt, bleibt er dort gespeichert, bis er manuell gelöscht wird. Das ist insbesondere für sich wiederholende Berechnungen sehr sinnvoll.

Die Menü-Optionen sind im algebraischen und im UPN-



Modus identisch, unterscheiden sich aber in ihrer Funktion. Da UPN mit schon in den Stack eingegebenen Werten arbeitet, arbeiten auch Funktionen wie x^y mit voreingegebenen Werten. Diese Methode nennt man „Postfix-Notation“. Im algebraischen Modus hingegen muss erst das x eingegeben werden und dann der Befehl für x^y . Schließlich muss die Routine noch auf die Eingabe von y warten. Dieses Verfahren nennt sich „Infix-Notation“. Verwirrenderweise werden im algebraischen Modus Operationen wie SIN und LOG „postfix“, also wie bei UPN benutzt. Man gibt 10 SIN ein und nicht SIN 10. Auf diese Weise werden zum Beispiel Rechner von Casio bedient. Konsistenz ist daher die Hauptmotivation zur Verwendung von UPN.

Wenn man den Source-Code für UPN- und Algebraik-Modul vergleicht, dann sieht man, dass UPN deutlich einfacher gestrickt und zu verstehen ist. Mit dem UPN-Stack kann man anspruchsvolle und komplexe Berechnungen mit sehr wenigen Befehlen durchführen. Es gibt keine führenden Operatoren und auch Klammern sind überflüssig. Allerdings erfordert UPN auch, dass man sich überlegt, wie man eine Berechnung anstellt, da sich die Eingabe nicht an der Papierform orientiert.

Die algebraische Methode erfordert den Einsatz von geschach-

telten Klammern und führenden Operatoren. Dieses Vorgehen wird bei größeren Ausdrücken leicht unübersichtlich und ist auch nicht so einfach zu programmieren. Dafür wird Ähnlichkeit zur Schriftform geboten. Das Algebraik-Modul unterstützt bis zu sechs Klammerebenen, wie die meisten wissenschaftlichen Taschenrechner. Bei jeder Klammerebene ist ein führender Operator notwendig.

Der algebraische „Stack“ nutzt X-, Y- und Z-Register. Das Z-Register wird für führende Operatoren genutzt. Bei $1+2*3$ wird die 1 ins Z-Register übertragen. Bei einer geöffneten Klammer wird der komplette Inhalt dieser Arbeitsregister und Operatoren eine Ebene höher in die Klammer-Register geschoben. Wenn eine Klammer geschlossen wird, werden die Register und Operatoren wieder eine Ebene „tiefergelegt“. Letztlich ergibt sich so ein siebenstufiger Stack mit Platz für je fünf Werte. Ein „klitzekleiner“ Unterschied zu den vier Stufen mit je einem Wert bei UPN. Dennoch ist UPN bei richtiger Benutzung leistungsfähiger als die algebraische Methode.

Die Details für den Bau und die Programmierung der μWatch sind auf der Webseite [1] des Autors zu finden. Das Projekt wurde komplett mit Microchips C-Compiler C30 innerhalb von MPLAB entwickelt.

(080816-1)

Link

[1] www.calcwatch.com

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

Starke Stücke

Die ganze Welt der Elektronik
in einem Shop!



NEU!

Interrupts, Multitasking, Fließkommaarithmetik und Zufallszahlen

Systemprogrammierung für AVR-Mikrocontroller

Dieses neue Buch ist im Wesentlichen zweigeteilt: Im ersten Teil werden Techniken vorgestellt, mit denen parallele Programmabläufe realisiert werden können. Diese reichen von der einfachen automatischen Ablaufsteuerung eines Hintergrundprozesses durch Interrupts bis zur Implementierung eines an die beschränkten Möglichkeiten von AVR-Mikrocontrollern angepassten RTOS. Die Realisierung von Hintergrundprozessen lässt sich auf bequeme Weise mit Interrupts durchführen. Dass sinnvolles Multitasking auch für die kleineren Mikrocontroller der AVR-Serie möglich ist, wird mit Kleinsystemen demonstriert, die auch auf einem ATtiny2313 ablaufen können. Der zweite Teil des Buches ist der Numerik gewidmet.

404 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-218-5
€ 42,00 • CHF 71,40



Kreative Lösungen aus allen Bereichen der Elektronik

310 Schaltungen

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

560 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-217-8
€ 36,80 • CHF 62,60

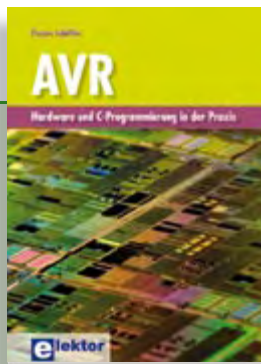


Der erfolgreiche Start in die Elektronik

Elektronik für Einsteiger

Der diskrete Aufbau kleinerer Schaltungen ist nicht nur sehr lehrreich, sondern vermittelt auch unschätzbare Erfahrungen und Elektronik-Grundkenntnisse, ohne die auch der eventuelle, spätere Umstieg auf Mikrocontroller kaum möglich ist. Dieses Buch ist nicht nur für Elektronik-Laien geeignet, sondern auch für all diejenigen, die sich aus beruflichen Gründen in die Materie einarbeiten möchten.

308 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-207-9
€ 34,80 • CHF 59,20



Hardware und C-Programmierung in der Praxis

AVR

Der Autor führt Einsteiger und auch Fortgeschrittene gekonnt und professionell in eine hochinteressante Thematik ein. Auch wer seine Elektronik- und Programmierkenntnisse weiter ausbauen und vertiefen möchte, hat dazu gute Möglichkeiten. Die modernen und zeitgemäßen Atmel AVR-Prozessoren sowie die Programmierung in C sind in Kombination eine zukunftssichere Plattform für lange Zeit. Nach Einführung und Vorstellung der notwendigen Entwicklungsumgebung werden Projekte vorgestellt, die schrittweise zum Ziel führen.

251 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-200-0
€ 39,80 • CHF 67,70

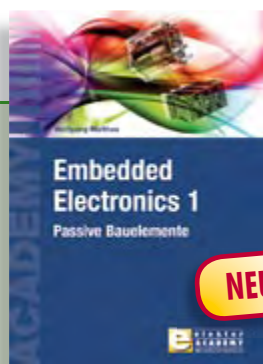


Programmiertechniken für den Prozessor

Softwareentwicklung für dsPIC33F-Mikrocontroller

Der dsPIC33F ist ein guter Kompromiss zwischen einem speziellen Prozessor und einem gewöhnlichen Mikrocontroller. Der im Buch behandelte Themenkreis führt von der Implementierung der Grundrechenarten komplexer Zahlen über die Programmierung der arithmetischen Basisfunktionen und die mit Pointer-Technik ausgeführte Matrizenmultiplikation bis zum Einsatz des Interruptsystems des Controllers.

306 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-205-5
€ 44,80 • CHF 76,20



Der erste Band der neuen Buchreihe

Embedded Electronics 1

Die weitaus meisten der heutigen elektronischen Geräte beruhen nicht nur auf einem einzigen Wirkprinzip. Oftmals steht irgendeine Art Computer (typischerweise ein Mikrocontroller) im Mittelpunkt. Aus dieser grundsätzlichen Struktur heraus – der Einbettung des Computers in eine bestimmte Anwendungsumgebung – hat sich die Allgemeinbezeichnung *Embedded Systems* ergeben. Die meisten dieser Systeme müssen von Grund auf entwickelt werden. Sie betreffen die analoge und digitale Elektronik, aber auch die Systemarchitektur, Programmierung und Programmorganisation.

384 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-184-3
€ 49,00 • CHF 83,30

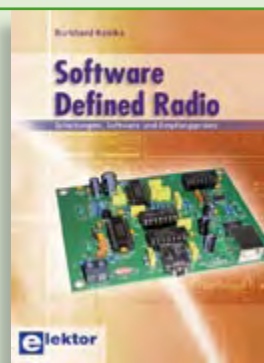


Burkhard Kainka in Top-Form

Basiskurs R8C/13

Mit dem Dezemberheft 2005 stellte die Firma Glyn allen Elektor-Lesern eine Prozessorplatte mit dem R8C/13 und der nötigen Software zur Verfügung. Elektor war damit die erste Elektronik-Zeitschrift in Deutschland, die ihren Lesern ein kostenloses und vollständiges Mikrocontroller-System überreichte. Dieses Buch gibt einen Überblick über den 16-bit-R8C; es erleichtert dem Einsteiger die ersten Schritte und erschließt dem erfahrenen Anwender weitere Anwendungsbereiche.

231 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-177-5
€ 39,80 • CHF 67,70



Burkhard Kainka zum Zweiten

Software Defined Radio

Im Mai 2007 wurde von Elektor das „Software Defined Radio mit USB-Schnittstelle“ vorgestellt. Ziel war ein möglichst einfacher Empfänger, der durch den Einsatz geeigneter Software überzeugende Empfangsergebnisse liefert. Schon nach wenigen Monaten hatte dieser neue Empfänger eine weite Verbreitung gefunden. Zahlreiche Software-Autoren unterstützten das Projekt. Die Vielfalt der Möglichkeiten erschwert jedoch die Orientierung.

174 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-192-8
€ 29,80 • CHF 50,70

Weitere Informationen
zu unseren Produkten
sowie das gesamte
Verlagssortiment finden
Sie auf der neu gestalteten
Elektor-Website:
www.elektor.de

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

elektor
SHOP



Alles über FPGA in 9 Lektionen

FPGA-Kursus

Der Vormarsch der FPGAs ist unaufhaltsam. Diese Tausendsassas der modernen Elektronik können digitale Schaltungen ersetzen. Dadurch lässt sich nicht nur Platz auf der Platine sparen; auch die Arbeitsgeschwindigkeit der Logikbausteine in einem FPGA übertrifft die einzelner digitaler ICs bei weitem.

Diese neue CD-ROM vermittelt Ihnen in 9 Lektionen alles Wissenswerte zu FPGA (Field Programmable Gate Array) – von der digitalen Logik bis zum Bau eines FPGA-Webserver. Die CD enthält alle bisher erschienenen Elektor-FPGA-Artikel, Platinenlayouts im PDF-Format, Anleitung zur Entwicklungssoftware Quartus, Projekt-Software sowie viele weitere (noch nicht veröffentlichte) Infos.

ISBN 978-90-5381-225-9 • € 19,95 • CHF 34,00



Alle Artikel
von 2007 auf
CD-ROM

Aus der Longseller-Reihe

Elektor-CD 2007

Die neue Elektor-CD 2007 enthält alle Elektor-Beiträge des Jahrgangs 2007. Sie verfügt über eine sehr übersichtlich gestaltete HTML-Benutzeroberfläche, die archivumfassende Inhaltsübersichten und Recherchen ermöglicht.

ISBN 978-90-5381-218-1 • € 27,50 • CHF 46,80



NEU!

Effektvoller LED-Kreisel

(Elektor Dezember 2008)

Wenn eine runde Platine mit LED-Zeile rotiert, entstehen leuchtende Ringe. Steuert man die LEDs mit einem Mikrocontroller an, lassen sich aber auch „stehende“ Bilder darstellen. Dieser elektronische Kreisel kann Buchstaben und Ziffern anzeigen. Dabei wird das Erdmagnetfeld auf clevere Weise zur Synchronisation genutzt. Die Anwendungen reichen dabei vom Rundenzähler bis zum Kompass!

Bausatz mit programmiertem Controller
inkl. SMD-bestückter Platine

Art.-Nr. 080678-71 • € 44,95 • CHF 76,50



GSM-Fernschalter

(Elektor November 2008)

GSM-Fernschalter sind zwar schon einigermaßen verbreitet, es fehlt aber vielfach an kostengünstigen und dennoch zuverlässigen Lösungen. Das hier vorgestellte Projekt verwendet weit verbreitete und (gebraucht) extrem günstig angebotene Handys als GSM-Empfänger mit Datenausgang.

Bausatz mit allen Bauteilen inkl. progr.
Controller und Platine

Art.-Nr. 080324-71 • € 69,95 • CHF 119,00



DCC-Kommandostation

(Elektor September 2008)

Die Zentrale einer digitalen Modellbahnanlage bereitet die digitalen Signale auf, die den Fahrbetrieb der Züge steuern. Auf der anderen Seite stellt sie die Verbindung zu einem PC oder zu einem vergleichbaren Computer her.

Dieser neue Bausatz arbeitet nach dem DCC-Standard. Zentrale Schaltstelle ist ein leistungsstarker ARM7-Controller, bekannt auch durch das „ARMee-Entwicklungsboard“ aus Elektor April 2005 (Art.-Nr. 040444-91).

Bausatz mit allen Bauteilen inkl. Platine
+ fertig bestücktem ARMee-Entwicklungsboard

Art.-Nr. 070989-71 • € 119,95 • CHF 204,00



Yes – we CAN!

(Elektor September 2008)

Der CAN-Bus ist zwar ein serieller Bus, trotzdem kann er nicht ohne weiteres mit dem seriellen Port eines PCs verbunden werden. Dieser neue USB/CAN-Adapter stellt eine ebenso einfache wie praktikable Lösung dar. Die zugehörige Software überträgt Daten mit hoher Geschwindigkeit. Mit dieser Software ist auch das Filtern und Bearbeiten der übertragenen Daten möglich.

Bausatz mit allen Bauteilen inkl. SMD-
bestückter Platine

Art.-Nr. 071120-71 • € 69,95 • CHF 119,00

Januar 2009 (Nr. 457)

€

Funk für den Controller / CC2-AVR-Projekt: Funkmodule

071125-71 Funkmodul 868 MHz 8,50

Meetingkosten-Timer

080396-41 Progr. Controller 9,95

ECIO-ARM-Board: Flowcode & 32 bit

080632-91 ECRM40 Modul 44,50

Berührungssensorik mit CapSense

080875-91 Touch Sensing Buttons Evaluation Kit 32,50

080875-92 Touch Sensing Slider Evaluation Kit 32,50

Dezember 2008 (Nr. 456)
PLDM (Power-LED-Treiber)

071129-1 Platine 7,50

LED-Kubus

080355-1 Platine 32,50

Drahtlose Audio-Übertragung

080647-1 Platine (Sender) 12,50

080647-2 Platine (Empfänger) 12,50

Effektvoller LED-Kreis

080678-71 Bausatz mit prog. Controller

inkl. SMD-bestückter Platine 44,95

November 2008 (Nr. 455)
Fernbedienbares Motorpoti

071135-41 Progr. Controller 7,95

USB-Stick am Controller

071152-91 VDIPI-Modul (bestückt und getestet) 29,95

GSM-Fernschalter

080324-1 Platine 22,50

080324-41 Progr. Controller 7,95

080324-71 Bausatz mit allen Bauteilen inkl. progr. Controller und Platine 69,95

GPS-POI-Finder

080615-1 Platine 19,50

080615-41 Progr. Controller 14,95

Oktober 2008 (Nr. 454)
HF-Wobbeler mit Spektrum-Analyser

040360-41 Progr. Controller 29,95

Universeller GPS-Receiver

070309-41 Progr. Controller 15,50

CC2-AVR-Projekt: Den Hot-Spots auf der Spur

080358-1 Platine 12,50

Elektor-SMD-Ofen

080663-91 Kompletter SMD-Ofen (Fertigergerät) 1095,00

September 2008 (Nr. 453)
DCC-Kommandostation

070989-71 Bausatz mit allen Bauteilen inkl. Platine +

ARMee-Entwicklungsboard 119,95

CC2-AVR-Projekt: Relais-Platine und Portexpander

071035-72 Bausatz mit Relais-Platine inkl. allen Bauteilen und Relais 49,95

071035-95 Portweiterungs-Platine, bestückt mit SMD-Bauteilen 16,95

Yes – we CAN!

071120-71 Bausatz mit allen Bauteilen inkl. SMD-bestückter Platine 69,95

Juli/August 2008 (Nr. 451/452)
Magnet-Schweberegler mit dem CC2-AVR

071035-71 Bausatz Ferritstab, HAL815, Magnet 12,95

Akku-Verbrauchsanzeige

070821-41 Progr. Controller PIC16F676-20/P 7,50

070821-42 Progr. Controller PIC16F628-20/P 12,50

Diesel goes digital

071133-41 Progr. Controller AT90S2313 7,50

Kraftstoffmesser für UL

080054-41 Progr. Controller ATmega8 12,50

Vielseitiger Thermostat

080090-41 Progr. Controller PIC16F628 12,50

16 Millionen Farben unter Wasser

071037-41 Progr. Controller AT90S8515P 19,90

Bestseller

Bücher
1 ➔ **310 Schaltungen**
ISBN 978-3-89576-217-8 € 36,80 • CHF 62,60

2 ➔ **Embedded Electronics 1**
ISBN 978-3-89576-184-3 € 49,00 • CHF 83,30

3 ➔ **AVR**
ISBN 978-3-89576-200-0 € 39,80 • CHF 67,70

4 ➔ **Software Defined Radio**
ISBN 978-3-89576-192-8 € 29,80 • CHF 50,70

5 ➔ **Software-entwicklung für dsPIC33F-Mikrocontroller**
ISBN 978-3-89576-205-5 € 44,80 • CHF 76,20

CD- & DVD-ROMs
1 ➔ **FPGA-Kursus**
ISBN 978-90-5381-225-9 € 19,95 • CHF 34,00

2 ➔ **Elex-DVD**
ISBN 978-3-89576-164-5 € 25,00 • CHF 42,50

3 ➔ **ECD 4**
ISBN 978-90-5381-159-7 € 26,50 • CHF 45,10

4 ➔ **Elektor-DVD 1990-1999**
ISBN 978-3-89576-179-9 € 89,00 • CHF 151,30

5 ➔ **Elektor-CD 2007**
ISBN 978-90-5381-218-1 € 27,50 • CHF 46,80

Bausätze & Module
1 ➔ **Effektvoller LED-Kreis**
Art.-Nr. 080678-71 € 44,95 • CHF 76,50

2 ➔ **GSM-Fernschalter**
Art.-Nr. 080324-71 € 69,95 • CHF 119,00

3 ➔ **DigiButler**
Art.-Nr. 071102-71 € 39,00 • CHF 66,30

4 ➔ **Kompakter OBD-2-Analyser (Modul)**
Art.-Nr. 070038-93 € 89,00 • CHF 151,30

5 ➔ **Yes – we CAN!**
Art.-Nr. 071120-71 € 69,95 • CHF 119,00

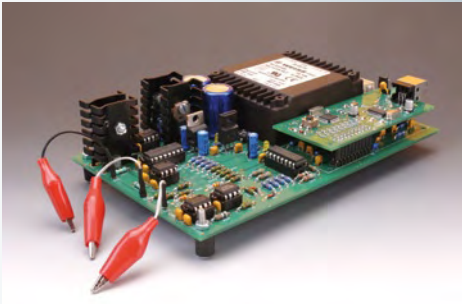
Bestellen Sie jetzt einfach und bequem
online unter www.elektor.de/shop
oder mit der portofreien Bestellkarte
am Heftende!

elektor
SHOP

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

Transistor-Kennlinienschreiber

Transistoren sind immer noch die Basis vieler Schaltungen, besonders, wenn es um Leistung und hohe Frequenzen geht. Ein Transistor-Kennlinienanalysator ist daher sowohl für die Entwicklung als auch für die Ausbildung interessant. Im vorliegenden Fall handelt es sich auch um eine technisch bemerkenswerte Lösung: Das Herz der Schaltung ist ein (vielen Elektor-Lesern bereits vertrauter) R8C/13-Mikrocontroller, der das Messen steuert und die Messdaten via USB an einen PC zur grafischen Aufbereitung und Anzeige weitergibt. Gemessen werden können bipolare Transistoren (NPN/ PNP), N- und P-MOSFETs und N- und P-JFETs. Es ist auch möglich, Transistoren zu paaren und die gemessenen Werte in eine Excel-Tabelle zur weiteren Verarbeitung zu exportieren.



Modellbahn-Wagenbeleuchtungsdecoder

Modellbahn-Enthusiasten ist sehr daran gelegen, ihr Modell bis in die kleinsten Einzelheiten so realistisch wie möglich zu gestalten. Ein heikler Punkt ist immer die Wagenbeleuchtung. Das für die nächste Ausgabe geplante Projekt macht es einem einfacher. Im Wesentlichen geht es um einen LED-Streifen, der von einem PIC12F683 gesteuert wird. Mit den LEDs lässt sich die gewünschte Lichtfarbe leicht einstellen, ebenso kann man die Länge der Streifen an das jeweilige Fahrzeug anpassen. Der Decoder ist mit dem Märklin-System kompatibel.

Hardware entwickeln mit C

Ist die Programmiersprache C die Hardware-Beschreibungssprache der Zukunft? Es sieht ganz danach aus - wenn nicht noch bessere Alternativen entwickelt werden. Für C spricht natürlich auch die Tatsache, dass es sich hierbei um die am weitesten verbreitete Sprache für eingebettete Systeme handelt. C kann aber auch eine sehr gute FPGA-Beschreibungssprache darstellen. Nächsten Monat zeigen wir Ihnen, wie das funktioniert.



ELEKTOR Februar erscheint am 21. Januar 2009.
ELEKTOR gibt es im Bahnhofsbuchhandel, Elektronik-Fachhandel, an ausgewählten Kiosken und garantiert beim Presse-Fachhändler. Ein Verzeichnis finden Sie unter www.blauerglobus.de. Sie können ELEKTOR auch direkt bei www.elektor.de bestellen.

Änderungen vorbehalten!



Abo-Service: Marleen Brouwer
E-Mail: abo@elektor.de

Bestellannahme und Bestellservice: Peter Custers
E-Mail: bestellung@elektor.de
Tel. +49 241 88 909-66

Geschäftszeiten
Montag – Donnerstag von 08:30 bis 17:00 Uhr
Freitag von 08:30 bis 12:30 Uhr
Tel. +49 241 88 909-0
Fax +49 241 88 909-77

Unser Kundenservice berät Sie bei allen Fragen zu Bestellungen, Lieferterminen und Abonnements. Änderungen, Reklamationen oder besondere Wünsche (wie z. B. Geschenkabonnement) richten Sie ebenfalls an den Kundenservice. Vergessen Sie bitte nicht, Ihre Kundennummer anzugeben – falls vorhanden.

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

Einzelheft

Deutschland	€ 6,95
Österreich, Belgien, Luxemburg	€ 7,70
Schweiz	CHF 13,60

Jahresabonnement-Standard

Deutschland	€ 73,50
Österreich, Belgien, Luxemburg	€ 79,95
Schweiz	CHF 141,00
Andere Länder	€ 97,00

Jahresabonnement-PLUS

Deutschland	€ 86,00
Österreich, Belgien, Luxemburg	€ 92,45
Schweiz	CHF 169,00
Andere Länder	€ 109,50

Probeabonnement

Deutschland	€ 12,50
Österreich, Belgien, Luxemburg	€ 12,50
Schweiz	CHF 23,00
Andere Länder	€ 12,50 (zzgl. Porto)

Studentenabo-Standard

Deutschland	€ 58,80
Österreich	€ 63,95
Schweiz	CHF 112,80

Studentenabo-PLUS

Deutschland	€ 71,30
Österreich	€ 76,45
Schweiz	CHF 140,80

Upgrade zum Abo-PLUS

Alle Länder	€ 12,50
Schweiz	CHF 28,00

Jahres- und Studentenabonnements (11 Hefte) dauern immer 1 Jahr und verlängern sich automatisch um weitere 12 Monate, wenn nicht spätestens 2 Monate vor Ablauf schriftlich gekündigt wird.

Änderungen und Irrtümer vorbehalten.

Bankverbindungen

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

Postgiro Köln
Konto 229 744-507 (BLZ 370 100 50)
IBAN: DE17 3701 0050 0229 7445 07
BIC: 9 7445 07/PBNKDEFF

Ja, ich möchte Elektor im Jahresabonnement

(11 Hefte / inkl. Doppelheft Juli/August) pünktlich und zuverlässig frei Haus beziehen*.
Im Vergleich zum Einzelheftkauf am Kiosk spare ich beim Standard-Abonnement € 6,00
(bei der PLUS-Variante sogar 26,-).

Als Dankeschön erhalte ich den attraktiven 2 GB MP3-Player (sofort nach Zahlung der
Abonnementsrechnung) gratis zugeschickt.

Bitte wählen Sie Ihr Jahresabonnement aus:

☐ Jahresabonnement-Standard für nur € 73,50

☐ Jahresabonnement-PLUS (inkl. Jahrgangs-DVD 2008**) für nur € 86,00 **TIPP**

Zahlungsweise ☐ Rechnung ☐ Bankeinzug (gilt nur für D)

Bank _____

Konto _____

BLZ _____

Datum, Unterschrift _____

*Das Abonnement verlängert
sich automatisch um 12 Monate,
wenn nicht spätestens zwei
Monate vor Ablauf schriftlich
gekündigt wird.
**Diese DVD-ROM wird
Ihnen sofort nach Erscheinen
(Februar 2009) zugeschickt.

Ja, ich möchte Elektor kennenlernen!

Ich erhalte die nächsten 3 Ausgaben für nur € 12,50
pünktlich und zuverlässig frei Haus*.

Wenn Sie innerhalb von 1 Woche nach Erhalt der dritten
Ausgabe nichts von mir hören, möchte ich Elektor im
Jahresabonnement für nur € 73,50 weiter beziehen.



*Dieses Angebot gilt nur,
wenn Sie während
der letzten 12 Monate
noch nicht Abonent waren.

Elektor-Bestellkarte

Ich bestelle folgende Elektor-Produkte:

Bezeichnung	Preis	Anzahl	Gesamtpreis
Effektvoller LED-Kreisel	NEU € 44,95		
Systemprogrammierung für AVR-Mikrocontroller	NEU € 42,00		
Starter Kit Professional für ARM	NEU € 275,00		
GSM-Fernschalter	€ 69,95		
310 Schaltungen	€ 36,80		
Embedded Electronics 1	€ 49,00		
Yes – we CAN!	€ 69,95		
AVR-Buch	€ 39,80		
Elektor-Gesamtkatalog 2009	NEU		
zzgl. Porto- und Versandkosten			€ 5,00
GESAMTBETRAG			€

Datum: _____ Unterschrift: _____

Tragen Sie bitte Ihre Anschrift auf der Rückseite ein!

Diesen Streifen an den oberen
Streifen kleben!

Diesen Streifen an den unten stehenden
Streifen kleben!

Fordern Sie jetzt den neuen Elektor-Gesamtkatalog 2009 GRATIS an!



**Bücher • CD- & DVD-ROMs
Sonderhefte • E-blocks
Bausätze • Module**

Fax +49 (0)241 88 909-77

E-Mail: vertrieb@elektor.de

Der Katalog kann auch unter
www.elektor.de/katalog als PDF-
Datei heruntergeladen werden.

Hier ist meine Anschrift:

Firma _____

Vorname _____

Name _____

Straße, Nr. _____

PLZ, Ort _____

Land **DE** _____

Kunden-Nr. _____

E-Mail _____

Antwort

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

Innerhalb
Deutschlands
kein Porto
nötig!

Hier ist meine Anschrift:

Firma _____

Vorname _____

Name _____

Straße, Nr. _____

PLZ, Ort _____

Land **DE** _____

Kunden-Nr. _____

E-Mail _____

Antwort

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

Hier ist meine Anschrift:

Firma _____

Vorname _____

Name _____

Straße, Nr. _____

PLZ, Ort _____

Land **DE** _____

Kunden-Nr. _____

E-Mail _____

Antwort

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

Innerhalb
Deutschlands
kein Porto
nötig!



Elektor-Newsletter **E-weekly** jetzt gratis abonnieren!

Jeden Freitagmorgen erscheint E-weekly, der kostenlose Newsletter von Elektor. Unsere E-weekly-Redakteure halten Sie mit neuesten und interessanten Meldungen, Tipps & Trends aus der Welt der Elektronik auf dem Laufenden. Außerdem werden Sie schnell und umfassend über aktuelle Elektor-Projekte (Nachlesen & Updates) sowie über das umfangreiche Elektor-Sortiment und spezielle Angebote als Erster informiert.

Daneben erhalten E-weekly-Abonnenten exklusiv vollen Zugang zu allen Newsberichten und zu unserem Forum, das von kompetenten Elektronik-Experten moderiert wird.



Klicken Sie jetzt auf www.elektor.de/newsletter!

INSERENTENVERZEICHNIS JANUAR 2009

Beta-Layout	www.pcb-pool.com	16
Cadsoft Computer	www.cadsoft.de	17
Decision-Computer	www.decision-computer.de	58
Emis	www.emisgmbh.de	58
Eurocircuits	www.eurocircuits.de	61
Haase Computertechnik.	www.team-haase.de	13
HM Funktechnik.	www.hmradio.de	58
LeitOn	www.leitongmbh.de	9
Markt.		55
mikroElektronika	www.mikroe.com	11, 88
Parallax	www.elektronikladen.de	49
Propox Sp.	www.propox.com	58
Reichelt	www.reichelt.de	2, 3
Top-Tec-PCB	www.top-tec-pcb.de	13

Elektor-Workshop: AVR-Mikrocontroller



Wie bei allem, was man tut, gibt es auch bei der Schaltungsentwicklung und Mikrocontroller-Programmierung irgendwann ein erstes Mal. Und wie bei jedem "Ersten Mal" gilt es Unsicherheiten und Hürden zu überwinden, bevor sich der Erfolg einstellen kann.

Gehören Sie zu denjenigen, die gerne eigene Ideen mithilfe von Mikrocontrollern umsetzen würden, den rechten Einstieg bisher aber noch nicht gefunden haben? Oder haben Sie zwar schon die eine oder andere vorgefertigte Mikrocontroller-Schaltung aufgebaut, aber es fehlt Ihnen das wirkliche Verständnis dafür, was innerhalb dieser Winzlinge eigentlich passiert? Dann ist dieser neue Workshop genau richtig für Sie!

Veranstaltungstermin

Luzern (CH) 24.01.2009

Anmeldeschluss

16.01.2009

Geplantes Workshop-Programm:

- Bedeutung der Mikrocontroller*
 - Analog/Digital (Trend zu Digital)
 - Typische Anwendungen
 - Vergleich mit festverdrahteter Schaltung/Logik/ASIC
 - Embedded Systems
- Bestandteile eines Mikrocontrollersystems*
- Schritte der Anwendungsentwicklung*
 - EW-Prozess
- AVR-Architektur*
 - Übersicht
 - CPU
 - Peripherie
- Entwicklungsumgebung*
 - Software- und Hardware
- Einfaches konkretes Anwendungsbeispiel*
 - Simulation
 - Programmierung auf Butterfly
- Hardware-Design*
 - Typische Fehler
 - Stromspartechniken
 - Quarz oder RC-Oszillator
 - EMV

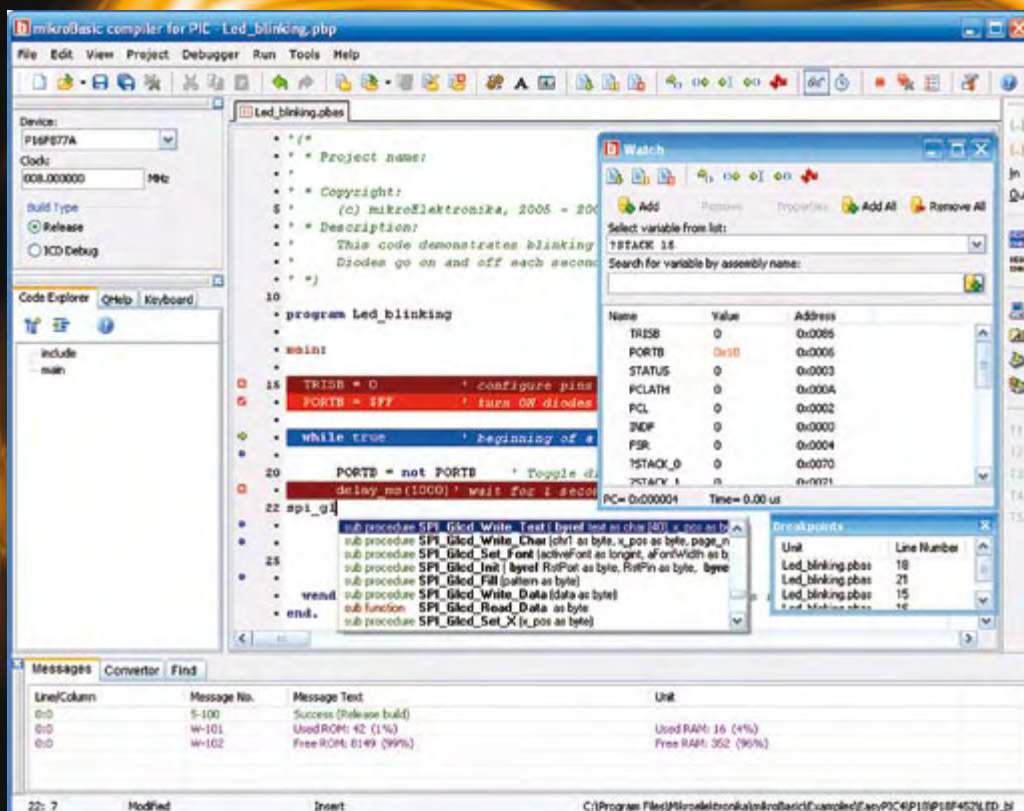


Teilnahmegebühr: 425,00 CHF

Im Preis sind Mittagessen, umfangreiche Teilnehmer-Unterlagen inkl. CD-ROM, ein Butterfly-Starterkit mit Programmierkabel und Teilnahmezertifikat enthalten. Wer will, kann ein ATMEL-Starterkit zu Sonderkonditionen erwerben!

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

Reduzieren Sie die Entwicklung und den Test von Prototypen auf Stunden oder gar Minuten durch **mikroBasic**-, **mikroPascal**- und **mikroC-Compiler** für diverse Controller.



Beispiele von integrierten und Library-Routinen:

- ADC Library
- CAN Library
- Compact Flash Library
- EEPROM Library
- Serial Ethernet Library
- Flash Memory Library
- Graphic LCD Library
- Serial Graphic LCD Library
- I²C Library
- Keypad Library
- LCD Library
- FAT Library
- Manchester Code Library
- MMC/SD Card Library
- One-Wire Library
- PS/2 Library
- PWM Library
- RS-485 Library
- Software I²C Library
- Software SPI Library
- Software UART Library
- Sound Library
- SPI Library
- USART Library
- USB HID Library
- Port Expander Library
- Conversions Library
- Math Library
- String Library

Implementierte Tools

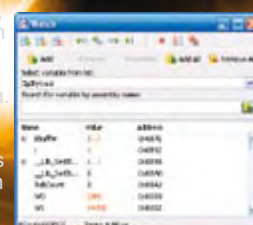
Unsere Compiler verfügen über einige nützliche **implementierte Tools**, die Sie bei der schnelleren und bequemer Entwicklung Ihrer Applikationen unterstützen.



Bei **ASCII Chart** handelt es sich um ein praktisches Tool, das seine Stärken im Zusammenhang mit LC-Displays ausspielt.

Das **USART Terminal** ist ein Tool für RS232-

Watch Window Statistics



Das **Watch-Window** erlaubt die Überwachung von Programm-Elementen während der Runtime-Simulation. Neben Variablen und SFRs des Controllers zeigt es auch Adressen und Daten an. Die angezeigten Werte werden während der Simulation upgedated.

Statistik - Nach erfolgreichem Compiler-Lauf kann man detaillierte Statistiken zum Code inspizieren.

Weiter sind noch viele andere Tools erhältlich: mikroBootloader, Eeprom-Editor, HID-Terminal, Sieben-Segment-Decoder und UDP-Terminal.

Durch die Unterstützung sehr vieler Mikrocontroller, eine **benutzerfreundliche IDE**, hunderte von fertig einsetzbaren Funktionen und eine Vielzahl integrierter Tools gehören die Compiler von mikroElektronika zu den Besten überhaupt. Die Ausstattung der mikroElektronika- Compiler ist umfangreich: **mikroICD**, Statistikmodul, Simulator, **Bitmap-Generator** für Grafikdisplays, Konvertierungstool für **7-Segment-Anzeigen**, ASCII-Tabelle, HTML-Code-Export, **Kommunikations-Tools** für SD/MMC, UDP (Internet), USB, EEPROM-Editor, diverse Programmierungsmodi usw.

SOFTWARE AND HARDWARE SOLUTIONS FOR EMBEDDED WORLD

mikroElektronika
ENTWICKLUNGS-TOOLS | COMPILER | BÜCHER

<http://www.mikroe.com/>

Unter dieser URL finden Sie die Distributoren für: Großbritannien, USA, Deutschland, Japan, Frankreich, Griechenland, Türkei, Italien, Slowenien, Kroatien, Mazedonien, Pakistan, Malaysia, Österreich, Taiwan, Libanon, Syrien, Ägypten, Portugal und Indien.