

elektor

Propeller-Uhr

Schwebende
Zeichen
mit 50
Duo-LEDs

● **FPGA-Erweiterungsboard**
Präzise Digitalwanduhr
Langzeit-Timer

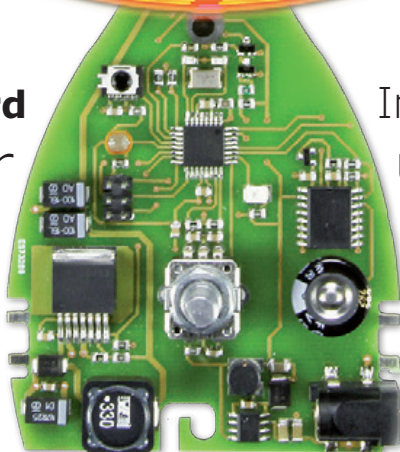
● Review: Arduino Yún

● Retronik: Audio-Spektrometer

Intelligenter Netzwerktester

USB-Passwort-Manager

LED-Licht aus alten Batterien





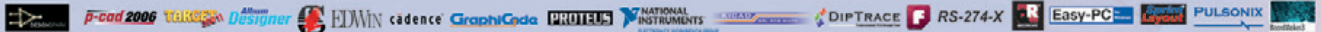
DAS ORIGINAL SEIT 1994
PCB-POOL
Beta LAYOUT

Kostenlos!

Edelstahl SMD-Schablone
bei jeder PCB Prototyp-Bestellung
inklusive

Ohne Aufpreis: Gold!
Hochwertigste Oberfläche: ENIG

Alle eingetragenen Warenzeichen sind eingetragene Warenzeichen der jeweiligen Hersteller!



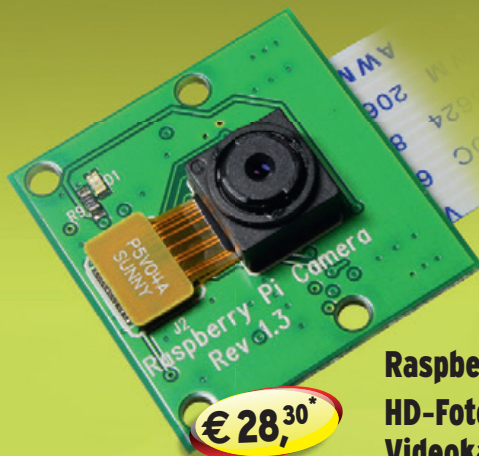
PCB-POOL® ist ein eingetragenes Warenzeichen der Beta LAYOUT GmbH

www.pcb-pool.com

Beta
LAYOUT
create : electronics

eSTORE
Beta LAYOUT

Entwickeln, Löten, Bestücken



Raspberry Pi Cam
HD-Foto- und
Videokamera

€ 28,30*

Raspberry Pi
Modell B 512 MB RAM



€ 38,95*

**30 MHz, 2 CH Digital-
Speicheroszilloskop,
250 MSa/s**



€ 470,00*

Big Beta-Reflow-Kit



€ 129,00*

**ERSA Lötstation
i-CON NANO**



€ 198,00*

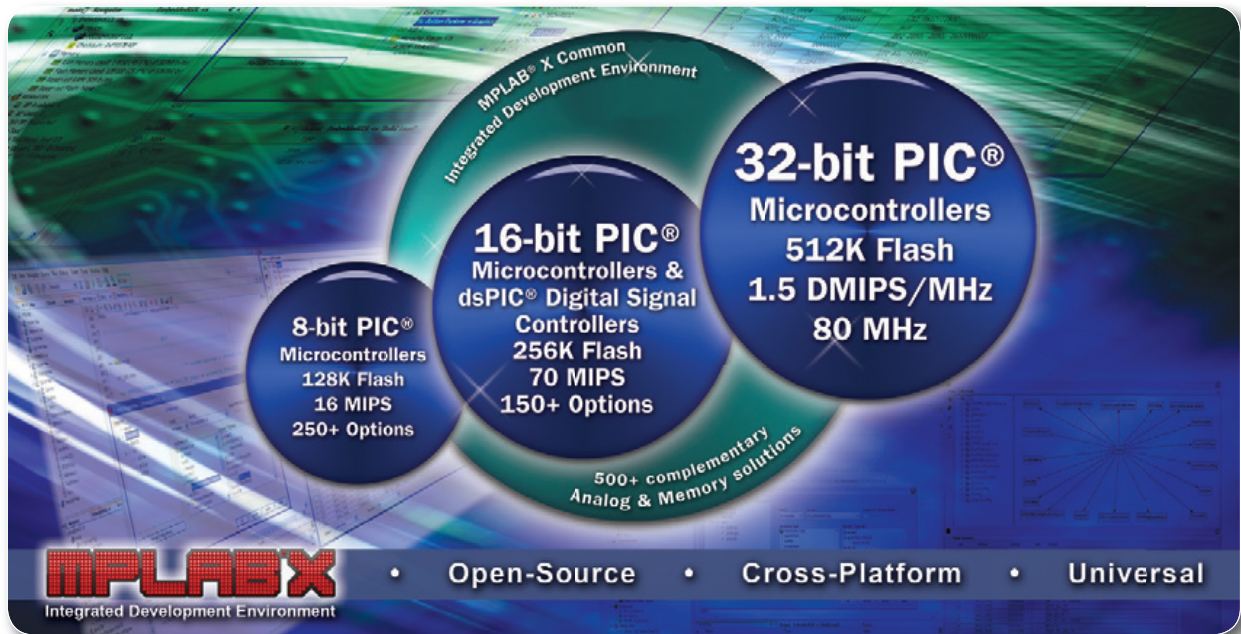
*inkl. MwSt. und zzgl. Versandkosten

eSTORE® ist eine eingetragene Marke der Beta LAYOUT GmbH

www.beta-eSTORE.com

Beta
LAYOUT
create : electronics

Eine Plattform für die 8-, 16- und 32-bit-Entwicklung - mit MPLAB® X IDE von Microchip



MPLAB® X IDE ist der freie, integrierte Werkzeugsatz für die mehr als 900 zählenden 8-, 16- und 32-bit-PIC®-Mikrocontroller, dsPIC®-Digitalsignalcontroller und Speicher von Microchip. Basierend auf der offenen NetBeans-Plattform, läuft MPLAB X unter Windows®, MAC® und Linux, unterstützt viele Werkzeuge von Drittanbietern und ist mit vielen NetBeans-Erweiterungsmodulen kompatibel.

MPLAB XC-Compiler helfen, die Code-Geschwindigkeit der PIC®-Mikrocontroller oder dsPIC®-Digitalsignalcontroller um 30% zu erhöhen und gleichzeitig den Code-Umfang um 35% zu verringern. Diese neuen Compiler überlassen dem Designer die Wahl zwischen freier, Standard- oder Pro-Code-Optimierung in der 8-, 16- oder 32-bit-Entwicklung oder einer einzelnen C-Compiler-Suite zur Entwicklung mit allen Mikrocontrollern und Digitalsignalcontrollern von Microchip.

Microchips Serie kompatibler Compiler und Debugger/Programmer arbeitet nahtlos mit der universellen, plattformübergreifenden und offenen integrierten Entwicklungsumgebung MPLAB® X zusammen. Damit wird nicht nur die Lernphase verkürzt, sondern auch die Kosten für entsprechende Werkzeuge werden reduziert.



NOCH HEUTE MIT DER ENTWICKLUNG STARTEN

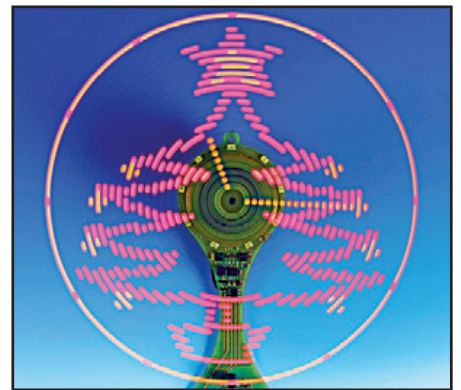
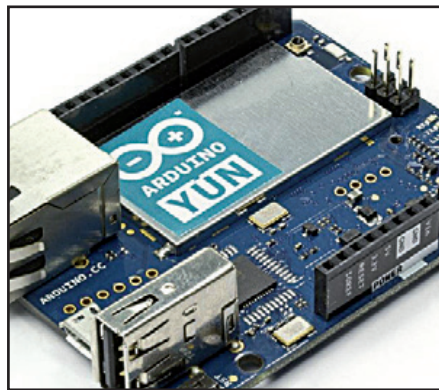
Laden Sie sich die freie MPLAB X Entwicklungsumgebung herunter und wählen Sie einen der neuen C-Compiler:

- MPLAB XC8 für 8-bit-MCUs
- MPLAB XC16 für 16-bit-MCUs und DSCs
- MPLAB XC32 für 32-bit-MCUs
- MPLAB XC-Suite für mehr als 900 PIC-MCUs und dsPIC-DSCs.

Steigen Sie um, auf MPLAB X! www.microchip.com/get/eumplabx



Microcontrollers • Digital Signal Controllers • Analog • Memory • Wireless



● Community

6 Impressum

8 Aktuell

- Elektor World
- Neue Produkte
- Korrekturen & Updates

● Labs

42 Auf der RPi-Welle

Aufgrund des attraktiven Preises und der beeindruckenden Fähigkeiten wurden über eine Million Raspberry Pis in einem Jahr verkauft. Es ist kein Wunder, dass auch auf Elektor.Labs viele RPi-basierte Projekte auftauchen...

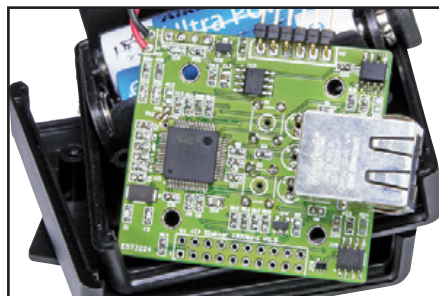
44 DesignSpark Tipps & Tricks

Mit dem kostenlosen CAD-Programm DesignSpark lassen sich online Preise sowohl für die Bauteile als auch für die Platine

selbst abfragen. Auf diese Weise kann man bequem eruieren, wie viel das eigene Projekt kosten würde.

60 Arduino Yún das Beste zweier Welten?

Die Cloud bietet Zugriff auf alle Daten, egal wo man ist. Hier kommt Arduino Yún ins Spiel, das schon mit WLAN ausgerüstet ist. Doch Yún kann mehr als nur WLAN — hier läuft auch Linux. Arduino unter Linux? Linux auf Arduino? Wie funktioniert das?



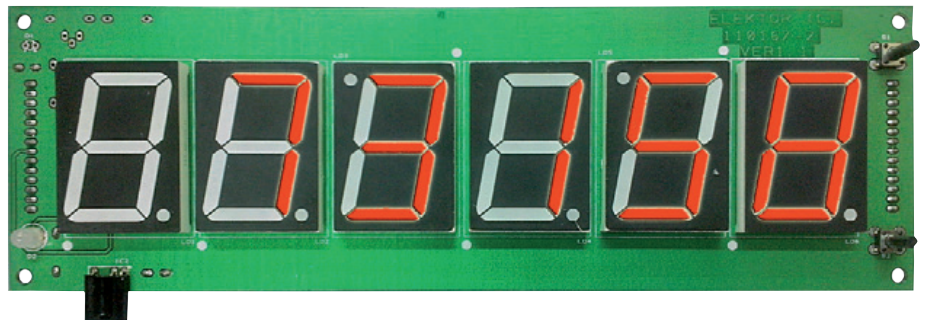
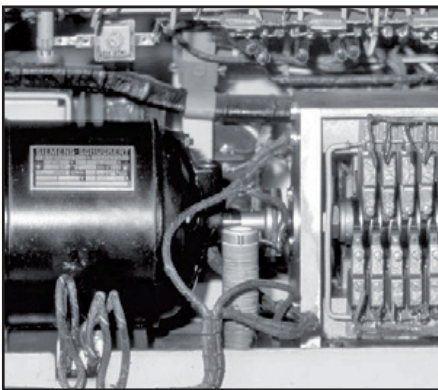
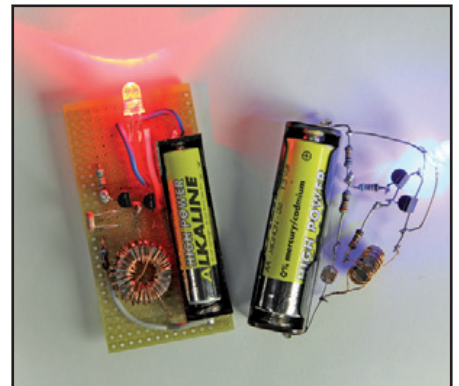
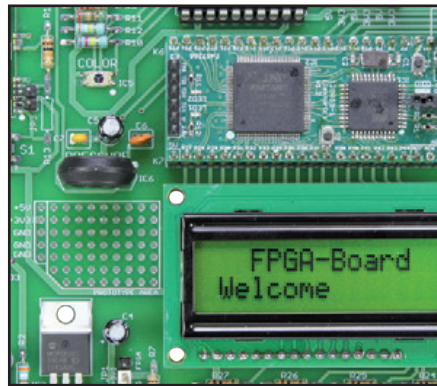
● Projects

12 Propelleruhr

Elektronik ist am schönsten, wenn sie Physik, Mechanik und Software mit Phantasie, Ästhetik und Präzision kombiniert. Diese Uhr verfügt über zwei ATmega328-Mikrocontroller, einer in der festen Basisstation und der andere auf einem Zwei-Blatt-Propeller. Letzterer steuert 2 x 25 zweifarbige LEDs und zeigt dank der Augenträgheit ein kreisförmiges Bild mit 3200 Punkten.

24 Erweiterungsplatine für das FPGA-Board

In Elektor Dezember 2012 wurde das Elektor FPGA-Board veröffentlicht. Damit kann man die tollen Möglichkeiten solcher programmierbarer Logikchips sehr einfach in eigenen Projekten nutzen. Das Board hat zahlreiche Anschlüsse für mögliche Erweiterungskomponenten, jedoch ist noch keine Peripherie integriert. Diesem Manko wird nun abgeholfen. Unsere Erweiterungsplatine enthält ein Display, Sensoren, GPS, Taster, LEDs und mehr!



34 Intelligenter Netzwerk-Tester

Die Fehlersuche in TCP/IP-Netzwerken kann sehr umständlich sein. Dieses kleine Gerät führt einen automatischen Test jedes drahtgebundenen Netzwerks auf verschiedenen Betriebsebenen durch.

46 Genaue Digitalwanduhr

Das zentrale Bauelement dieses Projekts kommt von Maxim: Das IC DS3231 wird vom Hersteller als „extrem genaue I2C-RTC (Real Time Clock) mit integriertem temperaturkompensiertem Quarzoszillator und Quarz“ angesprochen. Garantiert wird ein Fehler von maximal 64 s pro Jahr im Temperaturbereich von 0...40 °C.

52 USB-Schlüssel

Der USB-Schlüssel speichert und verwaltet vier alphanumerische Passwörter, Länge bis 30 Zeichen, und übergibt sie dem Host-System. Der Passwort-Mana-

ger simuliert eine konventionelle Eingabe auf der Tastatur.

58 LED-Licht aus (fast) leeren Batterien

Wenn batteriebetriebene Geräte signalisieren, dass ihre Energiequellen erschöpft sind, ist das Aus noch längst nicht gekommen. In den Zellen steckt ein Bodensatz, den es zu nutzen gilt!

66 Langzeit-Timer ohne Elko

Ein Zeitgeber, der eine Pumpe im Fünf-Minuten-Takt für kurze Intervalle einschaltet, ist mit zwei Timer-ICs des bekannten Typs 555 schnell aufgebaut. Präzision ist mit einem Folienkondensator und einem 1-GOhm-Widerstand erreichbar.

68 Der Tropfstein der Weisen

Visuelles Programmieren bedeutet, Programme durch grafische Funktionen zu erstellen statt durch die Eingabe von Text. Eine hochinteressante visuelle Programmiersprache ist FlowStone.

● Magazine

72 Retronik

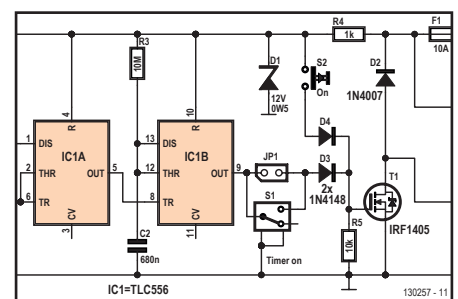
Tonfrequenzspektrometer nach Freystedt (1935)

78 Hexadoku

Sudoku für Elektroniker

82 Vorschau

Nächsten Monat in Elektor



Impressum

44. Jahrgang, Nr. 516 Dezember 2013

Erscheinungsweise: 10 x jährlich

(inkl. Doppelhefte Januar/Februar und Juli/August)

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.

Hauptsitz des Verlags

Elektor International Media

Allee 1

NL-6141 AV Limbricht

Anzeigen (verantwortlich):

Irmgard Ditgens

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. 43 ab 01.01.2013

Distribution:

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

Der Herausgeber ist nicht verpflichtet, unverlangt eingesandte Manuskripte oder Geräte zurückzusenden. Auch wird für diese Gegenstände keine Haftung übernommen. Nimmt der Herausgeber einen Beitrag zur Veröffentlichung an, so erwirbt er gleichzeitig das Nachdruckrecht für alle ausländischen Ausgaben inklusive Lizenzen. Die in dieser Zeitschrift veröffentlichten Beiträge, insbesondere alle Aufsätze und Artikel sowie alle Entwürfe, Pläne, Zeichnungen einschließlich Platinen sind urheberrechtlich geschützt. Ihre auch teilweise Vervielfältigung und Verbreitung ist grundsätzlich nur mit vorheriger schriftlicher Zustimmung des Herausgebers gestattet. Die veröffentlichten Schaltungen können unter Patent- oder Gebrauchsmusterschutz stehen. Herstellen, Feilhalten, Inverkehrbringen und gewerblicher Gebrauch der Beiträge sind nur mit Zustimmung des Verlages und ggf. des Schutzrechtsinhabers zulässig. Nur der private Gebrauch ist frei. Bei den benutzten Warenbezeichnungen kann es sich um geschützte Warenzeichen handeln, die nur mit Zustimmung ihrer Inhaber warenzeichengemäß benutzt werden dürfen. Die geltenden gesetzlichen Bestimmungen hinsichtlich Bau, Erwerb und Betrieb von Sende- und Empfangseinrichtungen und der elektrischen Sicherheit sind unbedingt zu beachten. Eine Haftung des Herausgebers für die Richtigkeit und Brauchbarkeit der veröffentlichten Schaltungen und sonstigen Anordnungen sowie für die Richtigkeit des technischen Inhalts der veröffentlichten Aufsätze und sonstigen Beiträge ist ausgeschlossen.

© 2013 elektor international media b.v.

Druck: Senefelder Misset, Doetinchem (NL)

ISSN 0932-5468

IOT-Projekt / 8 Seiten mehr

Im letzten Editorial habe ich darüber berichtet, dass wir ein einfaches Protokoll für das Internet of Things entwickeln wollen. Jetzt nimmt die Sache langsam Gestalt an. Benedikt Sauter und ich haben uns auf der Messe ElektorLive! mit Gleichgesinnten getroffen, um ein paar Eckpunkte festzuklopfen. Im März wollen wir gemeinsam in Elektor und im Embedded Projects Journal dazu aufrufen, uns während der anschließenden Brainstorming-Phase Ideen und Lösungen einzusenden. Ein paar Partnerfirmen und Experten, die mitmachen wollen, haben wir auch schon gefunden. Diese werden uns helfen, bis Anfang nächsten Jahres eine konkrete Aufgabenstellung für verschiedene Anwendungsbereiche („Use-Cases“) auszuarbeiten. Später werden wir dann gemeinsam eine Reihe von Produkten entwickeln, die unser Protokoll unterstützen. Sie entwickeln oder vertreiben Hardware oder Software für das Steuern/Messen/Regeln übers Netzwerk - und Sie möchten auch mitmachen? Mehr unter www.iot-contest.com!

Und noch etwas darf ich schon an dieser Stelle verraten: Im nächsten Jahr werden die normalen Elektor-Hefte acht zusätzliche Seiten enthalten. Los geht es mit dem Märzheft, also nach der kommenden Doppel-Ausgabe Januar/Februar, die ja eh schon stärker ist. Die acht Extra-Seiten wollen wir speziell den Themen widmen, die von Ihnen immer wieder gewünscht werden. Aus Umfragen weiß ich, dass bei den deutschen Lesern die Grundlagen (Analogelektronik, aber auch Mikrocontroller) hoch im Kurs stehen. Eine Idee wäre auch, speziell die jüngeren Leser mit einfachen Schaltungen und Projekt-Anleitungen anzusprechen. Was meinen Sie? Schreiben Sie uns unter redaktion@elektor.de!

Jens Nickel



Unser Team

Chefredakteur:

Jens Nickel (v.i.S.d.P.) (redaktion@elektor.de)

Ständige Mitarbeiter:

Dr. Thomas Scherer, Rolf Gerstendorf

Korrekturen und Leserservice:

Klaus Boda

Internationale Redaktion:

Harry Baggen, Jan Buiting, Eduardo Corral, Denis Meyer

Elektor-Labor:

Thijs Beckers, Ton Giesberts, Wisse Hettinga, Luc Lemmens, Mart Schroyen, Jan Visser, Clemens Valens, Patrick Wielders

Grafik & Layout:

Giel Dols



Germany

Ferdinand te Walvaart
+49 241 88 909-17
f.tewalvaart@elektor.de



United Kingdom

Wisse Hettinga
+31 46 4389428
w.hettinga@elektor.com



Netherlands

Harry Baggen
+31 46 4389429
h.baggen@elektor.nl



France

Denis Meyer
+31 46 4389435
d.meyer@elektor.fr



USA

Hugo Van haecke
+1 860-289-0800
h.vanhaecke@elektor.com



Spain

Eduardo Corral
+34 91 101 93 95
e.corral@elektor.es



Italy

Maurizio del Corso
+39 2.66504755
m.delcorso@inware.it



Sweden

Wisse Hettinga
+31 46 4389428
w.hettinga@elektor.com



Brazil

João Martins
+31 46 4389444
j.martins@elektor.com



Portugal

João Martins
+31 46 4389444
j.martins@elektor.com



India

Sunil D. Malekar
+91 9833168815
ts@elektor.in



Russia

Nataliya Melnikova
+7 (965) 395 33 36
Elektor.Russia@gmail.com



Turkey

Zeynep Köksal
+90 532 277 48 26
zkoksall@beti.com.tr



South Africa

Johan Dijk
+31 6 1589 4245
j.dijk@elektor.com



China

Cees Baay
+86 21 6445 2811
CeesBaay@gmail.com

Unser Netzwerk



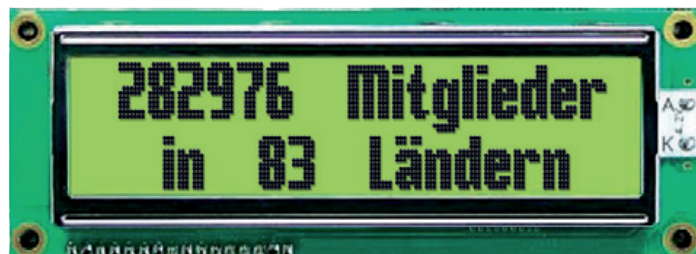
VOICE COIL



audioXpress



Die Elektor-Community



Unsere Partner und Sponsoren



Batronix

www.batronix.com/go/29 31



Becker & Müller

www.becker-mueller.de 11



Beta Layout

www.pcb-pool.com 2



CadSoft

www.cadsoft.de 33



Circuit Design

www.circuitdesign.de 33



Conrad

www.conrad.biz 41



Fernschule Weber

www.fernschule-weber.de 49



Intelligent Soc s.l.

www.soclutions.com 41



LeitOn

www.leiton.de 51



LinX Technologies

www.linxtechnologies.com 23



Microchip

www.microchip.com/get/eumplabx 3



Pico

www.picotech.com/PS27223



Reichelt

www.reichelt.de 84



Schaeffer AG

www.schaeffer-ag.de 51



WIZnet

www.wiznet.eu 41

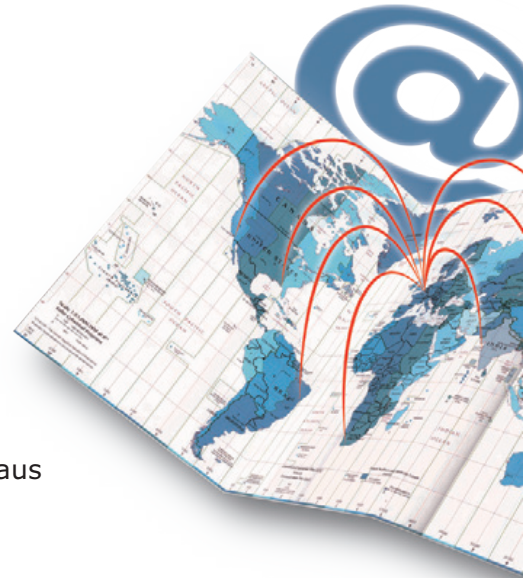
Sie möchten Partner werden?

Kontaktieren Sie uns bitte unter service@id-medienservice.de (Tel. 0511/616595-0).

Elektor World

Zusammengestellt von
Wisse Hettinga

Jeden Tag, jede Stunde, jede Minute,
ja, in jedem Augenblick schaffen,
optimieren, rekonstruieren und entwickeln
Ingenieure und Enthusiasten neue Elektronik.
Hauptsächlich zum Spaß, aber manchmal wird aus
Spaß (beruflicher) Ernst...



Erzählen Sie uns etwas Neues!



Jedes Jahr lädt Elektor freie Autoren, Projektentwickler und regelmäßige Mitarbeiter ein, um am runden Tisch die neuesten Trends und Technologien in der Elektronik zu diskutieren. In diesem Jahr kamen mehr als 50 Experten in Hanau bei Frankfurt am Main zusammen. In einem elektronischen „Roundabout“ (drei Folien - 3 Minuten Redezeit) präsentierte eine Reihe von Autoren ihre Arbeit, Ideen und Vorschläge. Die einzige Bedingung von Elektor war: Wir haben genug von Arduino und Raspberry Pi gehört - bitte, erzählen Sie uns etwas Neues! Und das taten sie.

Clouds – wie wir sie kennen

Giles Harrison, Professor für Atmosphärenphysik des meteorologischen Seminars der University of Reading (UK), begann gleich mit einem „spannungsgeladenen“ Thema: Die Elektrizität der Atmosphäre. Ein tieferes Verständnis davon, sagte Giles seinem Publikum, kann helfen, die Bildung von Wolken und Gewittern vorherzusagen. Seine Abteilung startet Ballons mit allen Arten von Geräten in kleinen Nutzlastboxen, genannt „Pandora“. Seine Frage war: Können Sie helfen, die Büchse der Pandora mit neuen Sensoren zu füllen?

Erfahren Sie mehr darüber bei www.met.reading.ac.uk/~swshargi/.



Drucken in 3D!

Macher auf der ganzen Welt sind verrückt nach den neuesten 3D-Druck- und Laserschneideverfahren. Professor Miguel Sanchez von der Universität Valencia ist ein begeisterter Erbauer großer CNC-Maschinen. Er berichtete in seiner Präsentation von seiner Leidenschaft für 3D-Druck und CNC-Ausrüstung. Als exzellenter Kenner der Technik forderte er das Auditorium auf, auch in diese Materie namens 3D-Technik und CNC-Bearbeitung einzusteigen.



Sicher ist sicher

Merken Sie sich diesen Namen: Nico Maas. Klingt Niederländisch, ist aber 100%-ig Deutsch. Dieser Student hat uns gezeigt, warum neue MCU- und SOC- (system on chip) Technologien zusammengeführt werden sollten. Aber noch wichtiger ist, dass er die Notwendigkeit für sicherere Plattformen betont – in einer Zeit, da Arduinos sogar in lebenswichtigen Prozessen eingesetzt werden, gewinnen Sicherheitsaspekte immer mehr an Bedeutung.

Und mehr

Franz-Peter Zantis führte uns zurück zu den Grundlagen des guten alten Visual Basic. Er erklärte, dass viele Menschen an einfachen, stressfreien Lösungen interessiert wären, etwas, das man leicht mit Visual Basic erreichen kann. Bart Huyskens wiederum ist dieser Typ von Lehrer, den wir uns immer als Schüler gewünscht hatten. Er arbeitet sehr hart daran, Studenten in Belgien für Technik zu begeistern. Und Elbert Jan Van Veldhuizen zeigte uns die Möglichkeiten eines Universal-PIC12F1840-Mini-Boards - einer sehr vielseitigen Lösung.

The Gate

Menno van der Veen ist ein bekannter Entwickler und Autor auf dem Gebiet des Röhren-Audioequipments. Viele Elektor-Leser haben seine berühmten Entwürfe gelesen, gekauft, gebaut und geliebt. Abgesehen von Mennos Liebe zu Elektronik und Audio ist er auch ein Kamin-Philosoph. Er überraschte das Auditorium von Professoren und unabhängigen Entwicklern mit tief sinnigen Gedanken darüber, was Menschen motiviert und sie zu neuen Taten antreibt. In seinem Gleichnis, genannt The Gate, forderte er seine Zuhörer auf, bei der Entscheidungsfindung noch einen Schritt weiter zu gehen und nicht in der Komfort-Zone zu verharren. Menno bat ausdrücklich darum, bei den Präsentationen der Letzte zu sein - ein würdiges Ende eines interessanten Nachmittags!



Neuer Elektor-Shop – Credits jetzt verbrauchen!

Sechs Jahre, welche die Website des Elektor-Shops inzwischen „live“ ist, sind im Internetzeitalter eine lange Zeit. Daher kommt nun eine Neuauflage. Ab 1.1.2014 findet man unter der bekannten Adresse www.elektor.de einen neuen Online-Shop mit einer frischen Aufmachung, einer einfacheren Bedienung und neuen Funktionen wie einer verbesserten Suche nach Produkten. Nicht zuletzt wird die neue Shop-Site auf Tablets und Smartphones viel besser als bisher dargestellt.

Wegfallen wird das System der Credits, mit denen man bisher Elektor-Hefte, Specials und einzelne Artikel in digitaler Form erwerben konnte. Leser, die noch Credits besitzen, sollten diese bis Jahresende verbrauchen. Für Gelegenheitsleser und neue Abo-Mitglieder bietet es sich an, noch ein paar interessante ältere Artikel herunterzuladen,

denn ab nächstem Jahr wird es nur noch eine begrenzte Auswahl von Heft-Artikeln (als Shop-Produkt) einzeln zu kaufen geben.

Schon seit einiger Zeit ist unsere Magazine-Site unter www.elektor-magazine.de erste Anlaufstelle für alle Downloads zu Elektor-Projekten, wie zum Beispiel Software und Platinen-PDFs. Schnell zur jeweiligen Projektseite kommt man über den Deeplink www.elektor-magazine.de/xxxxxx, wobei xxxxxx die sechsstellige Artikelnummer ist, die man immer am Ende des Artikeltexts findet. Der neue Elektor-Shop wird diese Projektseiten nicht mehr enthalten. Doch die alten Links www.elektor.de/xxxxxx bleiben gültig, hier wird eine Umleitung zur Magazine-Site programmiert.

Mehr über den neuen Elektor-Shop und dessen neue Funktionen lesen Sie im nächsten Heft (Januar/Februar 2014)!

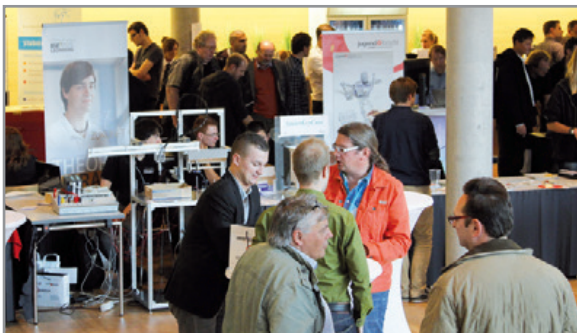
Elektor Live! - Elektronik zum Anfassen



Am 12. Oktober fand der Seminar- und Ausstellungstag „Elektor Live!“ zum zweiten Mal statt. Manch einer der 450 Elektroniker, die in Hanau zusammenkamen, hatte eine mehrstündige Autofahrt auf sich genommen. Und die hatte sich gelohnt, so die einhellige Meinung der Teilnehmer von Seminaren wie „Android“, „Raspberry Pi Grundlagen“ oder „ARM Cortex M0 Mikrocontroller“. Und dass nicht nur die Mikrocontrollerfans auf ihre Kosten kamen, beweist das Seminar „Röhrenverstärker“ – Experte Menno van der Veen lieferte hier sicher eines der Highlights des Tages ab. Abgerundet wurde das Programm durch handfeste Elektronik-Themen wie Layout-Design und SMD-Löten.



Gegenüber dem letzten Jahr wurde die begleitende Ausstellung weiter ausgebaut. An knapp 30 Ständen konnte man sich über neue Trends und Produkte aus der Elektronikwelt informieren. Einige Aussteller wie Atmel, der bekannte Messgerätehersteller Pico Technology, Embedded-Tool-Entwickler Segger und der Bestückungs-Spezialist Factronix waren zum ersten Mal dabei. Am Stand von WizNet gab es neue TCP/IP-Chips und Netzwerk-Module zu sehen. Das Unternehmen Fabbmatic hatte eine große Auswahl von 3D-Druckern mitgebracht, die man in Aktion erleben konnte. Platinendienstleister und Toolhersteller wie LPKF, Beta Layout und Eurocircuits zeigten Lötöfen, Bestückungsmaschinen und vieles mehr; Cadsoft (Eagle) und das Ingenieurbüro Friedrich (Target 3001!) informierten über die neuesten Versionen ihrer Designsoftware.



In diesem Jahr waren außerdem noch mehr Startup-Unternehmen und auch private Initiativen dabei. Der Hackerspace aus dem nahen Frankfurt am Main hatte unter anderem eine per Internet steuerbare LED-Lampe und einen ungewöhnlichen Selbstbau-Plotter mitgebracht. Das Startup Tibots zeigte Roboterspinnen, die ganz ohne Mikrocontroller auskommen. Dicht umlagert war auch der Stand der Firma Luvago, an dem die Brüder David und Jonas Eickhoff mit interessanten Demos aus dem Bereich Hausautomatisierung aufwarten konnten.

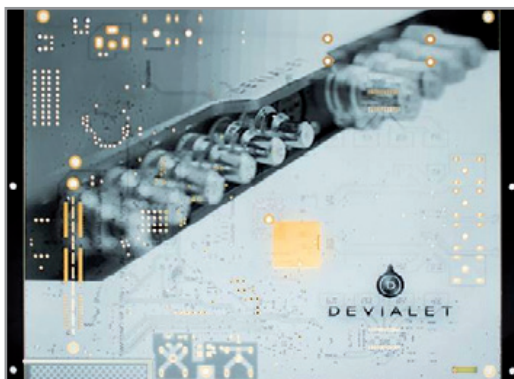
Am Ende des Tages gab es nicht nur bei den Teilnehmern, Dozenten und Ausstellern zufriedene Mienen. Auch die Elektor-Mitarbeiter zogen eine positive, persönliche Bilanz. Viele interessante Gespräche mit Lesern, Autoren und anderen Gleichgesinnten hatten die anstrengenden Vorbereitungen mehr als aufgewogen.

Bilder auf Platinen

Wozu dient die Personalisierung von Platinen? Es geht darum, die Produkte unter Markengesichtspunkten unverwechselbar zu kennzeichnen. Ingenieurbüros finden es sinnvoll, dass ihre Kunden sofort sehen, woher die Elektronik stammt und wer sie entwickelt hat. Dieser Ansatz macht Sinn, denn Entwickler erhalten auf diesem Weg durchaus Kontakte, die sie auf anderen Kanälen nicht erreichen würden.

Es gibt drei konventionelle Wege, Platinen zu personalisieren: Das Unterbringen eines einfachen Logos, die Verwendung einer speziellen Farbe bei der Lötstoppmaske oder eine spezielle Platinenform. Alle diese Möglichkeiten unterliegen Beschränkungen. Aus diesen Gründen hat Eurocircuits mit PCB PIXture die Möglichkeiten der Personalisierung erweitert. Mit PCB PIXture wird es möglich, eine Pixelgrafik auf die Platinen aufzubringen. Hierzu wurde eine Software entwickelt, die gängige Bildformate in die passende Pixelstruktur umrechnet und in die Formate DPF oder „extended Gerber“ umwandelt, wie sie in der Platinenherstellung gängig sind. Das Software-Tool kann grafische Layer mit anderen Platinen-Layern kombinieren. Mit der Lösung von Eurocircuits kann man daher Bilder in die Platinen-Daten integrieren, indem ein extra „Image Layer“ erzeugt wird, der zum Beispiel als Layer für eine Lötstoppmaske gedruckt werden kann.

Das „PCB PIXture“ wird als doppelte Lötstoppmaske auf die Platine aufgebracht. Die erste Maske ist dabei eine konventionelle weiße Schicht, auf die eine zweite schwarze Schicht aufgebracht wird, die das Bild aus der PIXture-Datei enthält. Diese Bedruckung hat keinerlei Einfluss auf die Loteigenschaften der Platine, da auch die schwarze Schicht aus konventionellem Lötstopplack besteht.



Updates und Korrekturen

Modulare Funkverbindung mit Manchester-Code (1)

Elektor 09/2013, S. 46 (120049)

In die Schaltpläne des Senders und des Empfängers haben sich Fehler eingeschlichen. Senderschaltung (120049-11): R2 und R6 müssen wie in der Stückliste angegeben den Wert 180 Ohm, nicht wie in Bild 4 angegeben 100 Ohm haben. Zudem ist Pin 5 des LC-Displays (R/W) mit GND zu verbinden.

Empfängerschaltung (120049-12): R8 und R9 müssen wie in der Stückliste angegeben den Wert 180 Ohm, nicht wie in Bild 6 angegeben 100 Ohm haben. Auch hier ist Pin 5 des LC-Displays (R/W) mit GND zu verbinden.

Die Stücklisten und Platinen sind korrekt und nicht von den Fehlern betroffen.

In der Software für den Empfänger (RX) ist der Oszillator fehlerhaft für „Low Power Crystal (LP)“ anstatt für „High Speed Crystal/Resonator (HS)“ konfiguriert. Die Software für den Sender ist korrekt. Auf der Webseite zum Artikel steht die korrigierte Empfänger-Software (Quellcode und HEX) zum Download zur Verfügung.

Entwickeln mit Embedded Linux

Elektor 11/2013, S. 32 (130298)

Vor oder nach der Installation von Eclipse muss man Java installieren. Fehlt dieses, kommt es beim Aufruf von Eclipse in der virtuellen Maschine von Elektor zu einer entsprechenden Fehlermeldung. Zur Behebung dieses Fehlers gibt man dann folgende Befehlszeile ein:

```
sudo apt-get install openjdk-7-jre icedtea-7-plugin
```



WOW! Schon da!

**punktgenau
plangenau
preisgenau!**

**Die schnellen
Leiterplatten-
Spezialisten
mit über
25 Jahren Erfahrung!**

**BECKER
MÜLLER** 
www.becker-mueller.de
Mit Online-Kalkulator!

Propelleruhr

Mit ultra-stylishem Ziffernblatt

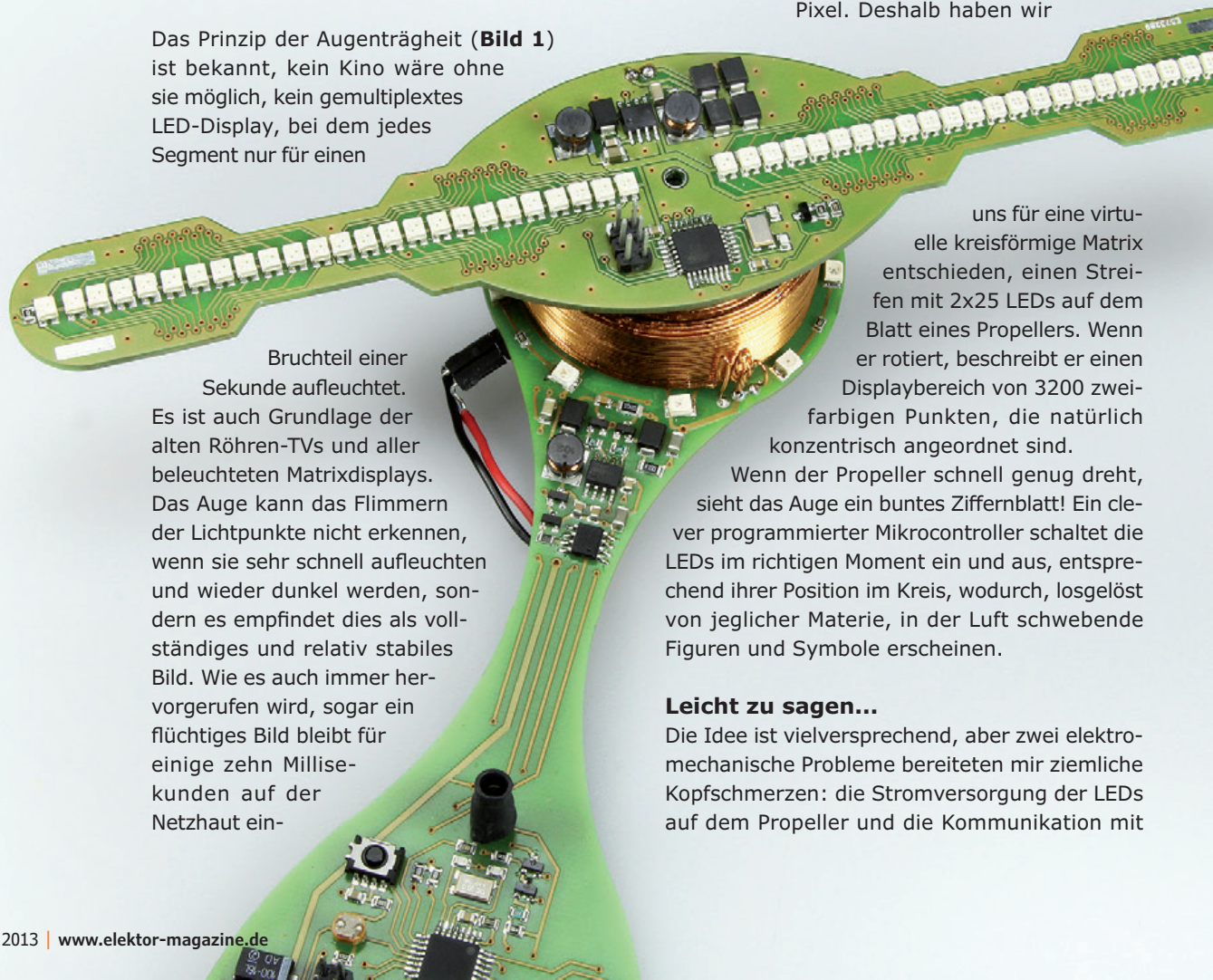
Elektronik ist am schönsten, wenn sie Physik, Mechanik und Software mit Phantasie, Ästhetik und Präzision kombiniert. Diese Uhr wurde zwar entwickelt, um Zeit und Datum anzuzeigen. Doch sie wurde auch entworfen, um Ausrufe der Bewunderung von Besuchern zu provozieren!

von David Ardouin
(Frankreich)

Im Internet findet man mit Stichworten wie „Propelleruhr“ oder „mechanical sweep display“ eine Reihe von Projekten nach dem hier vorgestellten Prinzip, aber nicht viele von ihnen haben das Stadium des Laboraufbaus verlassen. Hier möchte ich Ihnen nicht nur zeigen, wie so etwas funktioniert, sondern wie man das Prinzip in eine hochwertige Uhr verwandelt, die Ihren Gästen erstaunte „Oohs“ und „Aahs“ entlockt.

Das Prinzip der Augenträgheit (**Bild 1**) ist bekannt, kein Kino wäre ohne sie möglich, kein gemultiplextes LED-Display, bei dem jedes Segment nur für einen

gestempelt. Alles, was man tun muss, ist, das Bild oft genug zu aktualisieren, um den Eindruck von Stabilität oder „glatter“ Bewegung zu vermitteln. Das Problem liegt hier eher in der Anzahl der Punkte. Je mehr es gibt, desto teurer wird die Hardware und desto schwieriger ist es, sie zu steuern. Bei einer statischen Displaymatrix steigen die Kosten schnell ins „Unermessliche“, sobald wir mehr zeigen wollen als nur ein paar Pixel. Deshalb haben wir



Bruchteil einer Sekunde aufleuchtet. Es ist auch Grundlage der alten Röhren-TVs und aller beleuchteten Matrixdisplays. Das Auge kann das Flimmern der Lichtpunkte nicht erkennen, wenn sie sehr schnell aufleuchten und wieder dunkel werden, sondern es empfindet dies als vollständiges und relativ stabiles Bild. Wie es auch immer hervorgerufen wird, sogar ein flüchtiges Bild bleibt für einige zehn Millisekunden auf der Netzhaut ein-

uns für eine virtuelle kreisförmige Matrix entschieden, einen Streifen mit 2x25 LEDs auf dem Blatt eines Propellers. Wenn er rotiert, beschreibt er einen Displaybereich von 3200 zweifarbigen Punkten, die natürlich konzentrisch angeordnet sind.

Wenn der Propeller schnell genug dreht, sieht das Auge ein buntes Ziffernblatt! Ein clever programmierter Mikrocontroller schaltet die LEDs im richtigen Moment ein und aus, entsprechend ihrer Position im Kreis, wodurch, losgelöst von jeglicher Materie, in der Luft schwebende Figuren und Symbole erscheinen.

Leicht zu sagen...

Die Idee ist vielversprechend, aber zwei elektromechanische Probleme bereiteten mir ziemliche Kopfschmerzen: die Stromversorgung der LEDs auf dem Propeller und die Kommunikation mit

dem Mikrocontroller des Propellers. Eine Batterie würde nicht lange halten, und Schleifringe oder Bürsten kommen nicht in Frage, weil sie sehr schnell verschleiben und auch ziemlich laut sein würden. So entschied ich mich, die Induktion eines **speziell angefertigten Transformators** zu nutzen, um die Energie vom feststehenden zum rotierenden Teil zu übertragen.

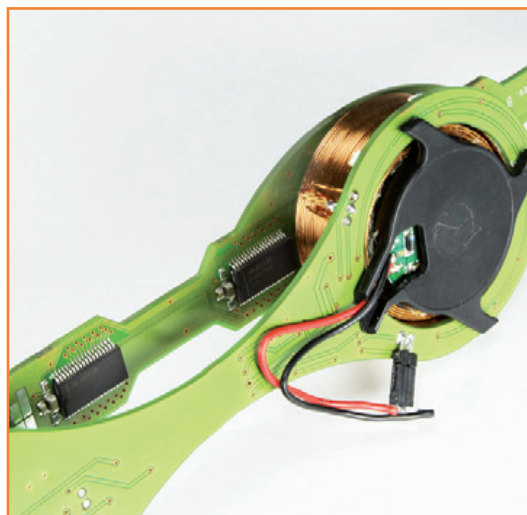
Die Wahl des Propellermotors ist von entscheidender Bedeutung, da er leise zu sein hat, schnell, einfach zu versorgen und so langlebig wie möglich. Offensichtlich eignen sich gewöhnliche alte Motoren mit Kohlebürsten nicht. Ein nahezu unhörbarer und strapazierfähiger bürstenloser Motor einer Festplatte wäre sehr verlockend, aber sein Metallgehäuse erwies sich als unvereinbar mit der Induktionsversorgung. So entschied ich mich für einen Computer-Lüfter, der einfach mit Spannung zu versorgen, dabei zuverlässig und ruhig, kräftig genug und aus nicht abschirmendem Kunststoff ist.

Es bleibt nun die heikle Frage der Kommunikation mit dem Controller. Alle Bedienelemente befinden sich auf der stationären Basiseinheit, am Propeller sind nur die Teile angebracht, die unbedingt für die Ansteuerung der LEDs notwendig sind. Nur so konnte die bewegte Masse reduziert und damit übermäßige Vibration, Abnutzung und Lärm vermieden werden. Um drahtlos zwischen Basiseinheit und Propeller zu kommunizieren, gebrauchte ich eine Infrarot-Verbindung, die von einem festen Ring von IR-Sendediode zu einem Photodetektor auf dem Propellerblatt reicht. Nach vielen vergeblichen Versuchen und mehreren Generationen von Prototypen mündete dies in einer Elektronik, deren Blockschaltung in **Bild 2** zu sehen ist. Die beiden wichtigsten Komponenten in diesem Projekt sind in der Mitte des Diagramms zu sehen: Tr1, der auf dem Motor M sitzt. Über den Trafo werden die LEDs und ihre Treiberschaltung versorgt. Sie nehmen sich gegenüber der Basiseinheit oder der LED-Ansteuerung unscheinbar aus, aber wir werden dennoch sehr viel über sie reden.

Ein magischer Propeller

Ich werde mit dem zweiblättrigen Propeller beginnen, da dies zweifellos der faszinierendste Teil der Geschichte ist. Der Algorithmus, nach dem dieses „schwereleose“ Display arbeitet, ist erstaunlich einfach. Der Propeller ermittelt seine Winkelposition durch einen Fototransistor am Ende eines

Blatts. Dieser wird bei jeder Umdrehung von einer Infrarot-LED auf der Basiseinheit beleuchtet. Auf diese Weise erhält der Mikrocontroller auf dem Blatt einen kurzen Impuls bei jeder Umdrehung. Ein interner Zähler misst die Zeit zwischen zwei Impulsen, also die Dauer einer Umdrehung. Der gelesene Wert wird durch 128 geteilt, entsprechend der Zahl der „Speichen“ des kreisförmigen Bildes. Dieses Ergebnis wird dann einem zweiten Zähler zugeführt, der den Programmablauf 128 Mal pro Umdrehung unterbricht. Eine Matrix von 128 Bytes, in der jedes Bit dem Zustand einer LED entspricht, wäre ausreichend, um den Zustand von 8 LEDs an jeder Stelle zu speichern.



So viel zur Theorie. Klingt einfach, nicht wahr? Alles wird mit den wenigen Programmzeilen in den Interrupts erledigt und dies bei nur geringen Anforderungen an die Prozessor-Ressourcen. Dank dieser ständigen Messung der tatsächlichen Dauer einer Umdrehung bleibt die Anzeige spektakulär stabil, unabhängig von der Drehzahl.

In der Praxis ist es doch schon ein wenig komplizierter, aus drei Gründen. Erstens hat jede Spalte zwei Farben und wird gleich von 25 LEDs gebildet (**Bild 3a**), so dass die Matrix nicht 128, sondern 768 Bytes zählt. Zweitens berechnet, um eine Stabilität des Displays zu erreichen, der Prozessor die Dauer der aktuellen Umdrehung aus der Beschleunigung des Propellers, der er wiederum durch einen Vergleich der beiden vorangegangenen Umdrehungen ableitet. Drittens hatte ich aus den Experimenten gelernt, dass ich unbedingt ein Flackern des Displays vermeiden



Bild 1.
Die Augenträgheit ermöglicht Bilder wie diese.

So funktioniert's:

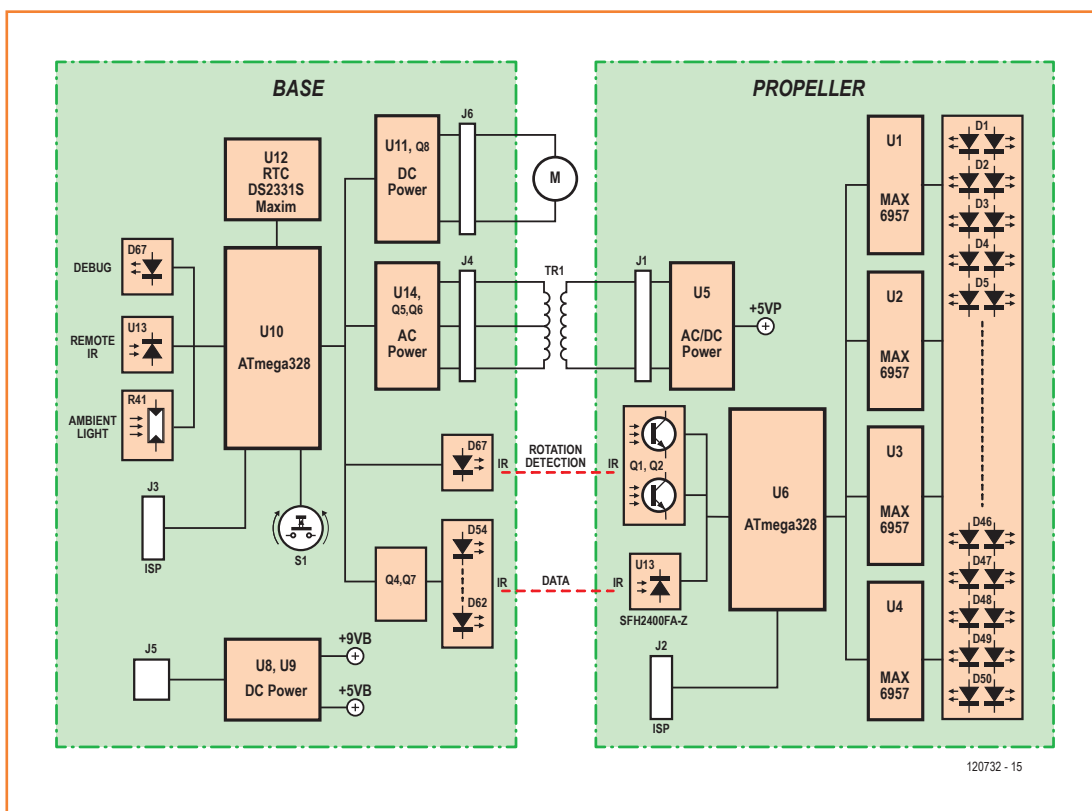
1. Die Uhr verfügt über zwei ATmega328-Mikrocontroller, einer in der festen Basisstation und der andere auf dem Zwei-Blatt-Propeller.
2. Der Propeller-Mikrocontroller steuert 2x25 LEDs und zeigt dank der Augenträgheit ein kreisförmiges Bild mit 3200 Punkten.
3. Der Propeller ist auf die Nabe eines Lüftermotors geklebt und dreht sich mit ihm.
4. Der Stator dieses Motors ist mit der Basis-Einheit verklebt.
5. Die elektrische Energie wird von der Basis zum Propeller drahtlos übertragen. Der Transformator besteht aus zwei konzentrischen Windungen um den Motor, dessen Lüfterflügel abgeschnitten wurden.
6. Die Transformator-Primärwicklung (Außenwicklung) ist mit der Basis verklebt, die sekundäre (Innenwicklung) mit der Motornabe.
7. Die Displaydaten an den Propeller-Mikrocontroller werden von einem Ring von IR-Sendern auf der Basis-Einheit durch ein Infrarot-Signal zu einer sich darüber drehenden Photodiode übermittelt.
8. Der Propeller ist unhörbar, da er relativ langsam dreht. Das Bild, das durch die Augenträgheit entsteht, ist stabil, weil einerseits die beiden Blätter abwechselnd das gleiche Fragment erzeugen und andererseits der Mikrocontroller das Bild der Drehzahl des Propellers anpasst.
9. Praktisch alle Aufgaben werden von vier Interrupts gesteuert.
10. Ein einziger Drehencoder mit Taster wird an der Basiseinheit verwendet, um alle Einstellungen vorzunehmen: Standby, Zeit- und Datum-Einstellung, Helligkeit und Drehzahl zur Tag- und Nachtzeit, Sprachauswahl und Display-Modus (61 mögliche Konfigurationen!).

musste. Dazu wäre eigentlich eine ziemlich hohe Geschwindigkeit erforderlich, aber eine höhere Geschwindigkeit bedeutet auch mehr Lärm. Also habe ich die Anzeige verdoppelt: Beide Blätter des Propellers emittieren dieselben Lichtsignale, allerdings mit einer Verzögerung von einer halben Umdrehung, also 64 Speicher. Je stabiler das Display, desto angenehmer ist es für das Auge, auch bei einer relativ niedrigen Geschwindigkeit in der Größenordnung von 1500 Upm.

Bei dieser Geschwindigkeit ist der Propeller fast unhörbar!

Die Hauptaufgabe des Propeller-Mikrocontrollers ist es, die Punktmatrix mit stets anderen Daten zu füllen. So muss der Controller die auf der seriellen Schnittstelle über die Infrarot- Verbindung empfangenen Sequenzen decodieren und die Display-Tabelle mit den Daten für eine der beiden möglichen Schriften (5×7 oder 6×10 Pixel) füllen. Er erledigt auch das Umschalten der Zei-

Bild 2.
Blockschaltbild der Uhr, aufgeteilt auf die beiden Platinen für Basisgerät und Propeller. Dazwischen die drei wesentlichen Mechanismen Motor, Transformator und der (unsichtbare, aber unverzichtbare) Infrarot-Link.



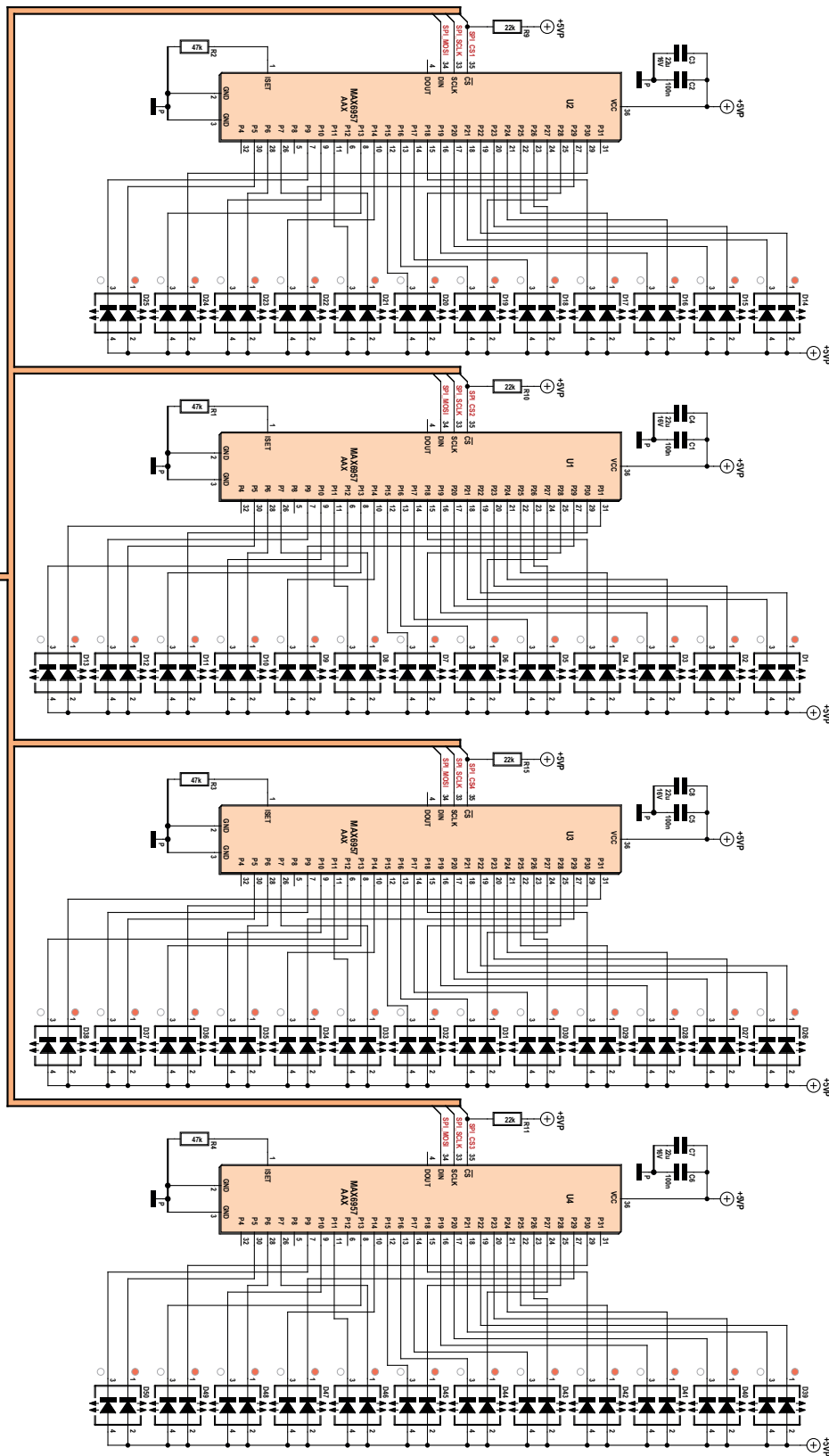


Bild 3a.
Die „sichtbarste“ Hälfte
der Propellerschaltung: 50
zweifarbige LEDs und ihre
vier Treiber.

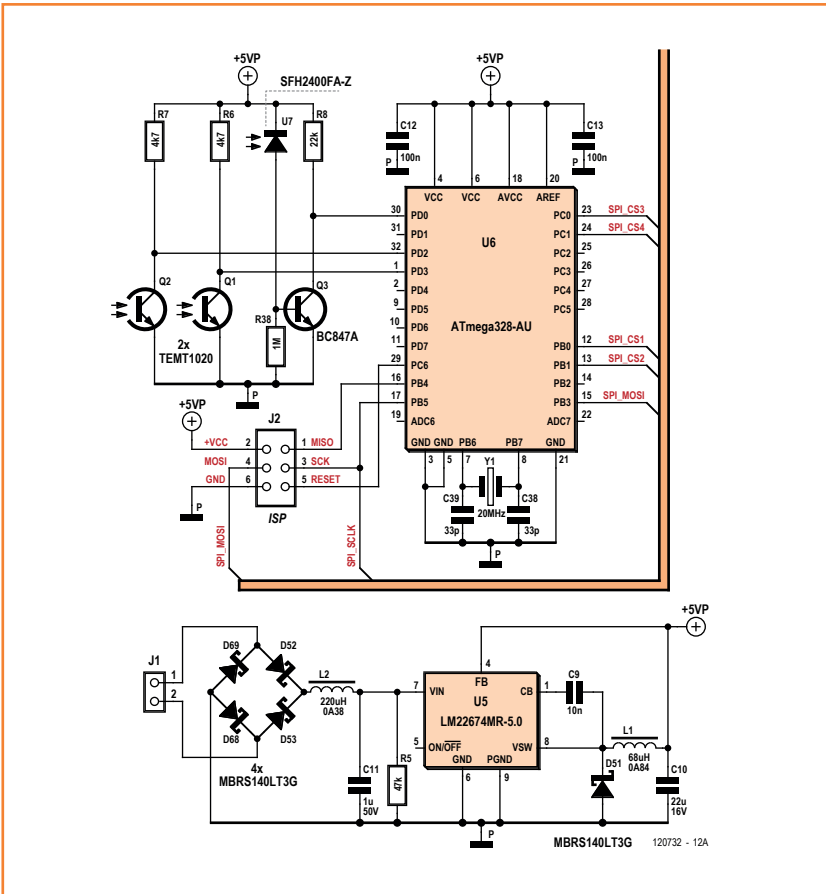


Bild 3b.
Die aktive Hälfte der
Propellerschaltung mit
der Stromversorgung des
Mikrocontrollers und des
Fotodetektors.

chen, abhängig davon, ob sie sich im oberen oder unteren Halbkreis des Displays befinden. Der Mikrocontroller steuert auch die Helligkeit der LEDs und erzeugt die Zeiger der Uhr im analogen Modus zusammen mit der Sekundenanzeige (Bild 1).

Elektronik für den Propeller

Die 25 LEDs pro Propellerblatt machen es möglich, drei Zeilen mit acht Pixel hohen Zeichen anzuzeigen. Die letzte dient der Sekundenanzeige am äußeren Rand des Kreises. Ich habe mich für rot/weiße zweifarbige LEDs entschieden. Die MAX6957 verwenden Konstantstromquellen, so dass die Nennarbeitsspannung dieser LEDs unwichtig ist. Damit sind Sie in der Lage, andere LED-Typen zu wählen mit Farben, die Sie lieber mögen, solange die Anschlussbelegung kompatibel ist. Die Treiber U1...U4 sind sehr handlich, sie steuern bis zu 28 Ausgänge mit Hilfe eines einfachen SPI (Serial Peripheral Interface). Der Strom für jeden Ausgang kann auf bis zu 20 mA eingestellt werden, perfekt für die Steuerung der Helligkeit der Anzeige. Mit modernen High-Bright-

ness-LEDs (über 100 mcd) ist die Leistung mehr als ausreichend für den Innenbereich.

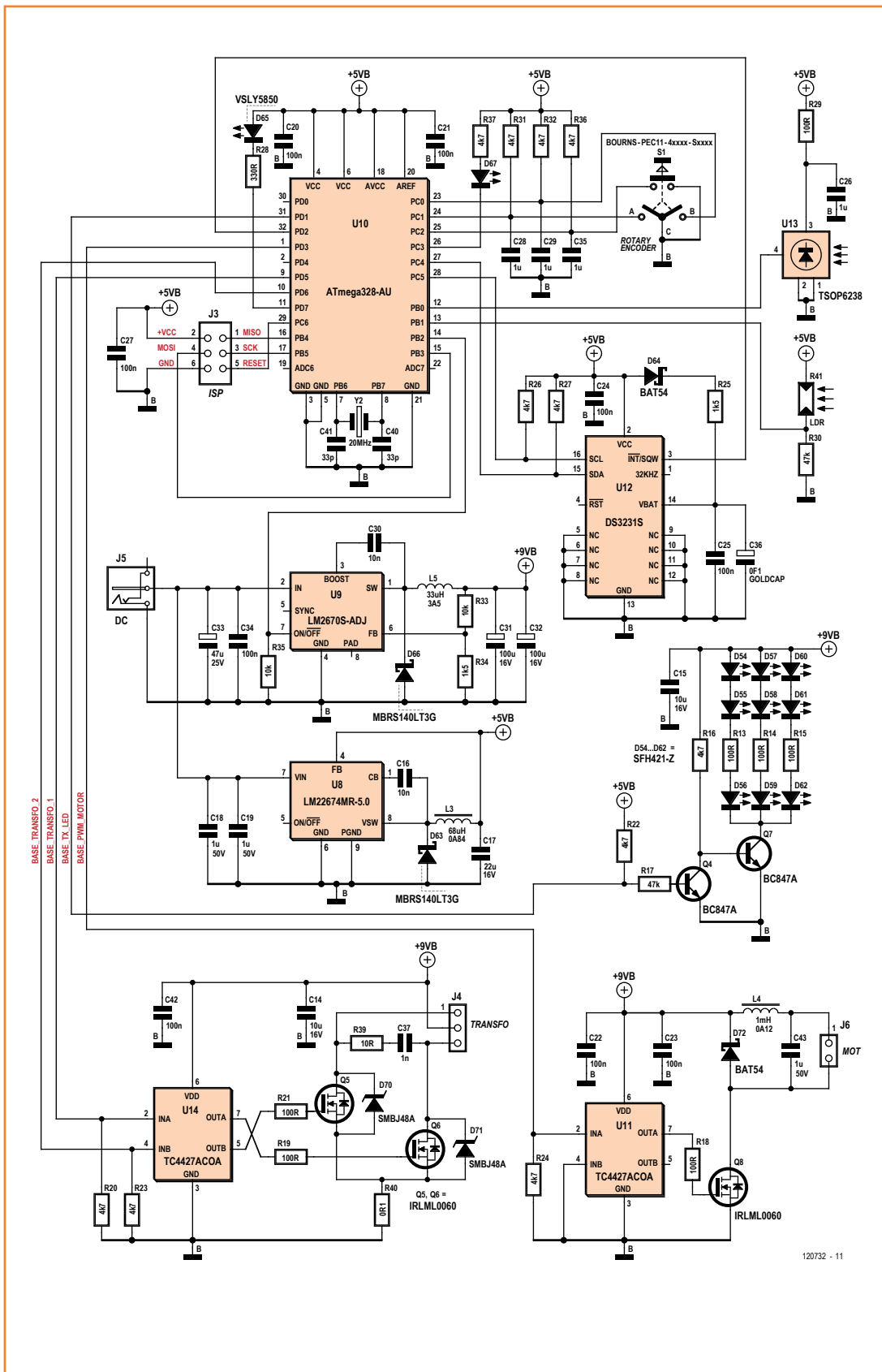
Als Mikrocontroller habe ich den ATmega328 (**Bild 3b**) gewählt, vor allem, weil er mindestens 1 KB RAM zur Speicherung der Display-Matrix bereitstellt. Er wird mit 20 MHz getaktet, um eine so schnell wie mögliche SPI-Verbindung zum Aktualisieren der LEDs zu realisieren.

Damit die Infrarot-Verbindung zwischen Basis und Propeller während der gesamten 360°-Drehung des Propellers aufrechterhalten werden kann, habe ich eine schnelle Weitwinkel-Photodiode (SFH2400) gewählt. Die FA-Version dieser Diode bietet auch eine Filterung des sichtbaren Lichts, das kann auf keinen Fall schaden. Beleuchtet durch eine Infrarot- Lichtquelle liefert diese Diode einen Strom von einigen Mikroampere, der verstärkt und von Q3 invertiert wird. Damit wird ein Ausgangspegel erreicht, der direkt kompatibel mit dem RX-Eingang des USART U6 ist.

Die Winkelstellung des Propellers wird durch die Fototransistoren Q1 und Q2 am Ende jedes Blattes ermittelt, jedes Mal, wenn sie die fixe LED passieren. Die Versorgungsspannung bezieht die Propellerelektronik von der Sekundärwicklung des Transformators Tr1 (dazu später mehr) über J1. Die vier Dioden D52, D53, D68 und D69 stellen einen gewöhnlichen Brückengleichrichter dar, L2 und C11 ein Filter. Im Leerlauf liegt die Spannung hier in der Größenordnung von 15 V, U5 regelt diese Spannung auf +5 V für die folgenden Bauteile herunter.

Software für den Propeller

Die Funktionsweise der Software wird verständlich, sobald man das Prinzip des „fließenden“ Displays begriffen hat. Nach der Initialisierung der Peripherie (intern und SPI) geht das Programm in den Wait-Zustand. Alles wird von vier Interrupts gesteuert. Wenn eine serielle Sequenz empfangen wird, speichert die Software die empfangenen Bytes, decodiert sie und führt die entsprechenden Aktionen aus (Füllen der Matrix mit neuen Werten, Aktualisierung der Zeit oder Einstellen des gesamten LED-Stroms). Während eines externen Interrupts (von Q1 oder Q2 ausgelöst) wird der Wert im Counter 1 gelesen - dies entspricht der Dauer einer Umdrehung. Geteilt durch 128 wird dieser Wert in den Counter 0 geladen und der Display-Zeiger neu initialisiert. Erreicht der Zähler das Maximum, ohne zurückgesetzt zu werden, ist



120732 - 11

Bild 4.
Schaltung der Basiseinheit.
Der Motor und der
Transformator sind nur in
Bild 2 eingezeichnet.

Listing 1. Kommunikationsprotokoll zwischen Basiseinheit und Propeller

```
Command : [DISPLAY_TYPE] : 0x00
Data    : [ANA/NUM, DATEEN, TEMPEN, MDCOL, MDEN, SECCOL, SECRNG1, SECRNG0] :
    - ANANUM : Display format [0: Analog, 1: Numeric]
    - DATEEN : Display date [0: Disabled, 1: Enabled]
    - TEMPEN : Display temperature [0: Disabled, 1: Enabled]
    - MDCOL : Minutes dots color [0: Color 1, 1: Color 2]
    - MDEN : Display minutes dots [0: Disabled, 1: Enabled]
    - SECCOL : Seconds ring color [0: Color 1, 1: Color 2]
    - SECRNG : Seconds ring type [00: Disabled, 01: Elapsed Seconds, 10: Full ring, 11: Fixed ring]

Command : [LUM_POWER] : 0x01
Data    : [UNUSED, UNUSED, UNUSED, UNUSED, LUMPWR3, LUMPWR2, LUMPWR1, LUMPWR0]
    - UNUSED : Unused [0000]
    - LUMPWR : Luminous Intensity [0000: Minimum to 1111: Full power]

Command : [TIME] : 0x02
Data    : [HMCOL, UNUSED, UNUSED, HOURS4, HOURS3, HOURS2, HOURS1, HOURS0]
    - HMCOL : Hands color (Analog mode), Hours text color (numeric mode) [0: Color 1, 1: Color 2]
    - UNUSED : Unused [00]
    - HOURS : Current hour [0x00 to 0x17]
    [UNUSED, UNUSED, MINUT5, MINUT4, MINUT3, MINUT2, MINUT1, MINUT0]
    - UNUSED : Unused [00]
    - MINUT : Current minute [0x00 to 0x3B]
    [UNUSED, UNUSED, SECON5, SECON4, SECON3, SECON2, SECON1, SECON0]
    - UNUSED : Unused [00]
    - SECON : Current second [0x00 to 0x3B]

Command : [DATE] : 0x03
Data    : [DATCOL, UNUSED, LANG1, LANG0, MONTH3, MONTH2, MONTH1, MONTH0]
    - DATCOL : Date text color [0: Color 1, 1: Color 2]
    - UNUSED : Unused [0]
    - LANG : Display language [00: Eng, 01: Fr, 10: Ger, 11: Undefined]
    - MONTH : Current month [0x00 to 0x0B]
    [DAYWK2, DAYWK1, DAYWK0, DATE4, DATE3, DATE2, DATE1, DATE0]
    - DAYWK : Day of week [000: Monday to 110: Sunday]
    - DATE : Current date [0x00 to 0x1E]

Command : [TEMPERATURE] : 0x04
Data    : [TEMPCOL, UNUSED, TEMP6, TEMP5, TEMP4, TEMP3, TEMP2, TEMP1]
    - TEMPCOL : Temperature text color [0: Color 1, 1: Color 2]
    - UNUSED : Unused [0]
    - TEMP : Integer portion of temperature
    [TEMPFRAC1, TEMPFRAC0, UNUSED, UNUSED, UNUSED, UNUSED, UNUSED, UNUSED]
    - TEMPFRAC : Fractional portion of temperature
    - UNUSED : Unused [000000]

Command : [DISPLAY_TEXT] : 0x05
Data    : [TXTCOL, TXTCLR, TXTSIZE, UNUSED, UNUSED, UNUSED, SECT1, SECT0]
    - TXTCOL : Text color [0: Color 1, 1: Color 2]
    - TXTCLR : Clear sector prior to write new data [0: Keep previous text, 1: Clear then write]
    - TXTSIZE : Text font [0: FONT_6x7, 1: FONT_8x16]
    - UNUSED : Unused [000]
    - SECT : Sector number [0x00 to 0x03]
    [UNUSED, TXT6, TXT5, TXT4, TXT3, TXT2, TXT1, TXT0]
    - UNUSED : Unused [0]
    - TXT : ASCII Character to display [0x30 to 0x3A, 0x41 to 0x5A, 0x61 to 0x7A]
    [TXT]
    - Max 10 ASCII Characters in FONT_6x7 or 8 chars in FONT_8x16

Command : [TEST_FRAME] : 0x06
No Data

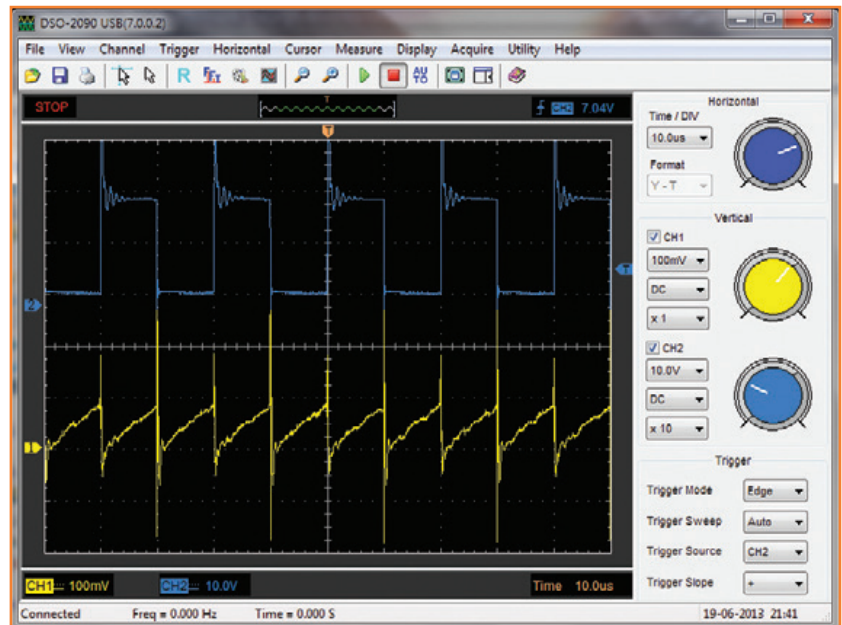
Command : [CHRISTMAS_TREE] : 0x07
Data    : [UNUSED, UNUSED, UNUSED, UNUSED, UNUSED, UNUSED, UNUSED, TREEEN]
    - UNUSED : Unused [00000000]
    - TREEEN : Christmas Tree [0: Disabled, 1: Enabled]
```


die Drehzahl zu niedrig, so dass die LEDs deaktiviert werden. Andernfalls, während des periodischen Interrupts durch Counter 0 (also 128 Mal pro Umdrehung), wird der Pointer der Displaymatrix inkrementiert und der entsprechende Wert an die LED-Ansteuerschaltungen gesendet. Wenn die Zeit im Analog-Modus angezeigt werden soll, übernimmt die Software auch die Darstellung der Zeiger und des Sekundenpunkts am Rand (siehe **Listing 2** mit dem Pseudo-Code für den Propeller).

Drahtlose Energieübertragung

Die grundlegende Funktion der Basiseinheit (**Bild 4**) ist es, die Energie auf den Propeller zu übertragen. Der speziell gewickelte Transformator um die Motornabe ist konzentrisch zur Drehachse. Die primäre Windung auf der Außenseite ist fix an der Basiseinheit befestigt und bewegt sich nicht. Die sekundäre mit einem etwas kleineren Durchmesser ist in der Mitte der primären um den Motor positioniert, dreht sich also mit dem Propeller. Die Wechselspannung, die an die Primärwicklung über U14, Q5 und Q6 gelegt wird, bewirkt einen magnetischen Fluss konzentrisch zur Drehachse, der wiederum eine alternierende Spannung in der Sekundärspule induziert. Der Transformator ist in einer Gegentakt-Konfiguration geschaltet: Die Primärwicklung besteht aus zwei Hälften, die an Q5 und Q6 angeschlossen sind, die abwechselnd von einem Rechtecksignal mit einer Frequenz von 50 kHz von den Mikrocontroller-Ausgängen Counter 0, OC0A und OC0B angesteuert werden.

Dank des Windungsverhältnisses von 1:1,73 erhalten wir auf der Sekundärseite eine Rechteckspannung zwischen -15 V und +15 V, die gleichgerichtet, geglättet und auf +5 V heruntergeregt wird. Die Bedämpfungsschaltung R39 und C37, unterstützt von den „Transzorb“-Dioden D70 und D71 (eine Art sehr schneller Zenerdioden), begrenzt Spannungsspitzen an den Transistoranschlüssen beim Schalten. Um ein sauberes Schalten zu gewährleisten, stellt Treiber U14 den Transistoren einen Strom zur Verfügung, der deutlich höher ausfällt als dies bei einem einfachen Mikrocontroller-Ausgang der Fall wäre. Über Widerstand R40 wird der Strom abgebildet (**Bild 5**), man kann hier eine dreieckige Spannungsform feststellen. Die Amplitude erreicht knapp 100 mV, was etwas weniger als 1 A entspricht. In diesem Konverter gibt es zu jedem



Zeitpunkt immer einen leitenden Transistor. Wenn diese Bedingung nicht erfüllt wäre, würde der Strom absinken und schließlich „ausbrennen“. Es ist also sehr wichtig, dass Sie das Programm nicht stoppen, zum Beispiel durch das Anschließen eines Programmier-/Debugging-Tools. Wenn Sie dies dennoch wagen möchten, stellen Sie sicher, dass Ihr Tool die Counter auch im Pause-Zustand weiter laufen lässt, sonst dürfte der erste Haltepunkt „tödlich“ sein. Diese Option ist im Konfigurationsmenü des Debugging-Tools unter AVR Studio 4 oder Atmel Studio 6 verfügbar.

Der Propeller dreht sich

Jetzt haben wir die Mittel einer drahtlosen Energieversorgung zum Propeller, nur muss er auch schnell genug drehen, um die erhoffte Wirkung zu erzielen. Kraft und Geschwindigkeit eines PC-Lüftermotors sind perfekt für die zu bewegend Masse. Leise, beinahe unhörbar ist das Ding! Und all dies für so wenig Geld! Die Drehzahl wird über einen anderen PWM-Ausgang von U10, Treiber U11 und Schalttransistor Q8 eingestellt. Die PWM-Frequenz beträgt ebenfalls 50 kHz. Zusammen mit D72, L4 und C43 stellt dies einen Step-down-Konverter dar, der, abhängig vom Tastverhältnis des PWM, den Motor mit einer Spannung von 0...9 V versorgt. Wenn Sie vertraut sind mit dieser Art von Stromversorgung, werden Sie die ungewöhnliche Position des Transistors bemerken: Er ist massebezogen und auf

Bild 5. Spannung auf einer der Primärwicklungen (blau) des Transformators TR1 und über R40 (gelb).

Listing 2. Pseudocode für die Propelleruhr

```
void main(void)
{
    do
    {
        switch(stateMachine)
        {
            case INIT:
            {
                //Initialise variables, microcontroller's registers, interrupts, LED drivers, USART
                stateMachine = IDLE;
            }
            case IDLE:
            {
                //All time critical operations occur in external and timer interrupts
                //New serial frame received ?
                if (g_u8_frameReceived == 1)
                    //Process incoming frame : Decode, fill new display matrix, update hands position
            }
        }
    }
    while(1);
}

//Interrupt called once per revolution
#pragma vector = INT1_vect
__interrupt void MCU_Int1Interrupt(void)
{
    //Set column index for hand 0 at 32+64
    u8_columnIndexHand0 = 32;
    //read Timer 1 value
    u16_revolutionPeriod = TCNT1;
    //divide Timer 1 value by 128, and set Timer 0 period with this value
    OCR0A = (u8)((u16_revolutionPeriod >> 7)-1);
    //reset and enable timer 1
    MCU_EnableTimer1();
    //Update display variable
    MCU_UpdateColumn();
    //Update LED status
    LED_Update();
}

//Interrupt called 128 times per revolution
#pragma vector = TIMER0_COMPA_vect
__interrupt void MCU_ColumnInterrupt(void)
{
    //Increment index
    u8_columnIndexHand0++;
    //Update display variable
    MCU_UpdateColumn();
    //Update LED status
    LED_Update();
}

//This function updates display bytes from display matrix
void MCU_UpdateColumn(void)
{
    //Update display variable for hand 0
    g_currentColumn.hand0OuterWhite = g_u8_displayOuterWhite[u8_columnIndexHand0];
    g_currentColumn.hand0OuterRed = g_u8_displayOuterRed[u8_columnIndexHand0];
    g_currentColumn.hand0MiddleWhite = g_u8_displayMiddleWhite[u8_columnIndexHand0];
    g_currentColumn.hand0MiddleRed = g_u8_displayMiddleRed[u8_columnIndexHand0];
    g_currentColumn.hand0InnerWhite = g_u8_displayInnerWhite[u8_columnIndexHand0];
    g_currentColumn.hand0InnerRed = g_u8_displayInnerRed[u8_columnIndexHand0];
}
```

diese Weise einfacher anzusteuern. Allerdings liegt der Ausgang nicht mehr direkt an der negativen Spannung, aber das ist in diesem besonderen Fall kein Problem.

Der Propeller kommuniziert

Nun haben wir nur noch die Aufgabe, die Daten drahtlos zu übertragen, die im Propellerdisplay angezeigt werden sollen. Im rotierenden Teil befindet sich eine IR-Fotodiode, die immer auf den auf der Basiseinheit montierten Ring der neun IR-LEDs D54...D62 mit breitem Abstrahlwinkel schaut. Diese LEDs werden gemeinsam versorgt und vom UART-Ausgang des ATmegas moduliert. Der nötige Strom durch die LEDs fließt über Schalttransistor Q7. Wegen der Invertierung durch Q4 entspricht ein logisches High am TX-Anschluss dem „dunklen“ Zustand der LEDs. Die Wahl von schnellen Dioden zum Senden und Empfangen gewährleistet die erforderliche Datenrate von 19.200 Baud. Bei dieser Geschwindigkeit ist die Zuverlässigkeit der Kommunikation beeindruckend. Die Paketierung der übermittelten Daten bietet eine bessere Immunität gegen alle kurzen Störungen des Kommunikationskanals. Jede Sequenz beginnt mit dem ASCII-Zeichen DLE (Data Link Escape, 0x10), gefolgt von einem STX (Start of Text, 0x02). Dann kommen maximal 66 Nutzbytes. Die Paketsequenz endet mit einem zweiten DLE-Byte, gefolgt von einem ETX (End of Text, 0x03). Nun könnte ein 0x10-Byte innerhalb der Nutzdaten enthalten sein. Um Verwechslungen zu vermeiden, wird das Byte automatisch zwei Mal gesendet und entsprechend beim Empfang behandelt. Der Empfänger bewertet nur komplette Sequenzen (**Bild 6**).

Das Kommunikationsprotokoll für diese Bytes ist spezifisch für den Propeller. Eine vollständige Liste der verfügbaren Befehle ist in **Listing 1** angegeben. Jede übertragene Sequenz beginnt mit dem Paar DLE/STX, dann weiter mit einem Befehlsbyte, das zwischen 0 und 5 liegt. Die folgenden Bytes sind die Parameter für den Befehl, deren Länge variieren kann. Schließlich endet die Sequenz mit dem Paar DLE/ETX, was die Verarbeitung der empfangenen Daten auslöst. Für die Anzeige von Text wird das Anzeigefeld in vier Sektoren (**Bild 7**) unterteilt. Bis zu zehn alphanumerische Zeichen können in jeder Zone in der kleinsten Schriftgröße angezeigt werden. Ein zweiter Satz von Zeichen, etwas größer, ergibt ein Maximum von acht Symbolen. In diesem Fall

DLE	STX	'A'	'B'	'C'	'D'	'E'	DLE	ETX
0x10	0x02	0x41	0x42	0x43	0x44	0x45	0x10	0x03

sind nur die Sektoren Null und Eins verfügbar. Alle Symbole werden durch Bytes codiert, bei der ein gesetztes Bit einem Aufleuchten einer LED entspricht, Bit 0 liegt am oberen Rand des Zeichens. Im unteren Halbkreis der Anzeige stellt die Software die Symbole um 180° gedreht dar. Das Bit 0 der Symbolcodierung bestimmt hier nicht mehr das Aufleuchten einer LED am äußeren Rand, sondern am inneren Rand des leuchtenden Zeichens.

Mikrocontroller und Peripherie

Genau wie beim Propeller arbeitet auch in der Basiseinheit ein Mikrocontroller des Typs ATmega328. Zwei Drittel des 32 kB großen Programmspeichers sind noch frei (für zukünftige Anwendungen...). Um die Helligkeit des Displays einzustellen, wird das Umgebungslicht von LDR R41 erfasst. Die Infrarot-LED D65 strahlt ihr Licht in einem sehr schmalen Winkel ab und ist so hervorragend für den Positionsdetektor des Propellers geeignet. Wird diese LED deaktiviert, erlischt das Propeller-Display unmittelbar. S1 ist ein Drehencoder mit integriertem Taster, was die gesamte Mensch/Maschine-Schnittstelle darstellt, einschließlich der Navigation in einem Konfigurationsmenü und der Anpassungen der Einstellungen. D67 ist eine einfache orangefarbene LED, die im Sekundentakt blinkt. Sie können diese auch weglassen, wenn das Geblinke stört.

Bild 6.
Beispiel für die Sequenz „ABCDE“.

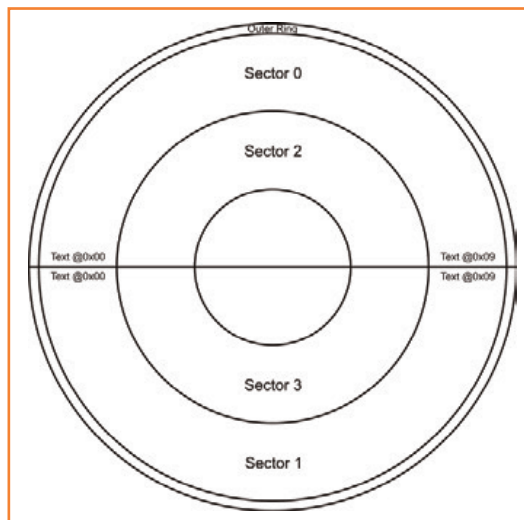
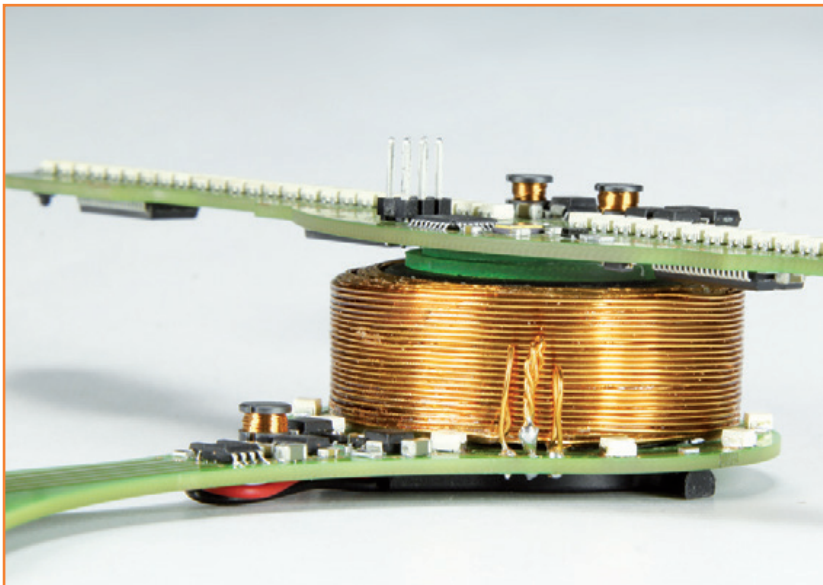


Bild 7.
Display-Sektoren.

Die Echtzeituhr von Maxim DS3232 (U12) berechnet die Zeit und das Datum mit einem maximalen Fehler von 2 ppm (entsprechend 30 Sekunden pro Jahr) dank der thermischen Kompensation des integrierten Oszillators. Auch ohne Spannungsversorgung läuft die Uhr mehrere Tage weiter durch die Energie im Super-Kondensator C36. Wenn Sie die Uhr wieder einschalten, erscheint deshalb immer die aktuelle Zeit. Die Spannungsversorgung der Basiseinheit sorgt für zwei Spannungen. Für die Logik werden +5 V bereitgestellt (nur ein paar Milliampere). Eine stärkere Stromversorgung von +9 V ist für den Transformator, den Motor und die Infrarot-LEDs zuständig. Der Leistungsteil kann abgeschaltet werden, um die Energiereserven im Standby-Modus zu schonen.



Fernbedienung

Ich habe die Uhr noch mit einem Infrarot-Fernbedienungsempfänger (U13) ausgestattet, der den Mikrocontroller über seine Input-Capture-Funktion anspricht. Dieser Receiver enthält einen Demodulator für 38-kHz-Signale bei einer IR-Wellenlänge von 950 nm. Sie können aber auch andere Typen einsetzen, je nach der Fernbedienung, die Sie verwenden möchten. Ich nutze die schöne weiße Fernbedienung eines Apple-MP3-Players [3]. Mit ihren nur sechs Tasten ist sie ideal für die Steuerung unserer Uhr. Sie versendet die Daten nach dem NEC-Protokoll, das eine logische Null durch einen 562 μ s langen 38-kHz-Burst und einer Pause derselben Länge darstellt. Eine logische Eins weist einen identischen Burst

auf, es folgt aber eine dreifach so lange Pause (also 1,62 ms). Jeder Druck auf eine der Tasten bewirkt, dass vier Bytes gesendet werden; die ersten beiden identifizieren das Empfangsgerät, die letzten beiden stehen für die gedrückte Taste.

Software der Basiseinheit

Die *State machine* in **Bild 8** gibt eine Vorstellung vom Vorgehen der Software der Basiseinheit. Mit Counter 0 und Counter 2 werden die Signale für die induktive Energieübertragung erzeugt, während Counter 1 für die Decodierung der Fernsteuersequenzen zuständig ist. Um das Programm zu takten, habe ich das 1.024-kHz-Signal von U12 verwendet, womit ein Interrupt-Eingang angesteuert wird. Mit jeder Sekunde, die vergeht, wird die Echtzeituhr gelesen und der Wert an das Propellerdisplay übergeben. Das System bewertet die Umgebungshelligkeit (gemittelt über fünf Messungen) und stellt – wenn nötig – die Helligkeit des Displays nach. Der Drehencoder wird ebenfalls über einen Interrupt ausgelesen, nicht ohne softwaremäßige Tastenentprellung.

Tempus fugit

Der Moment ist gekommen, auf die Pause-Taste zu drücken. Ich hoffe, ich habe Ihr Interesse geweckt und lade Sie ein, in der nächsten Elektor-Ausgabe alles über den mechanischen Aufbau der Propelleruhr zu erfahren. Um die Frustration aufgrund dieses *tempus interruptus* zu verringern, zeige ich Ihnen schon einmal ein Foto des Prototyps. Ich plane auch, eine Auswahl der Unterlagen über die Propelleruhr auf der Elektor-Website [1, 2] zur Verfügung zu stellen. Ich bin sicher, dass Sie die paar Wochen warten können, ich habe an diesem Projekt schließlich über sechs Jahre „herumperfektiert“!

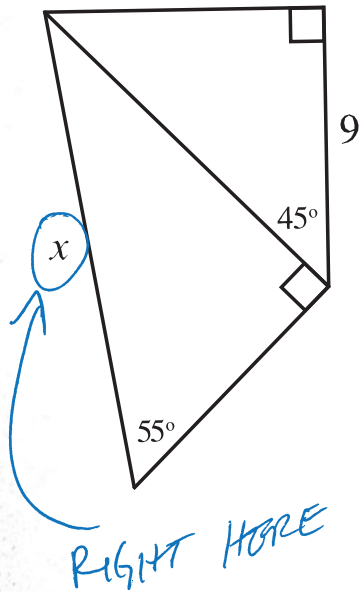
(120732)

Weblinks

- [1] 120732 – Propeller Clock – Montage.pdf
- [2] Downloadbare Software inklusive Sourcecode: www.elektor-magazine.de/120732
- [3] Fernbedienung für Apple Universal Dock: <http://store.apple.com/de/product/MC746LL/A/apple-universal-dock?fnode=72>

Trigonometry Quiz

4. Find x below
(5 points):



+5
very funny!

If only RF could
be so easy.

Linx
TECHNOLOGIES

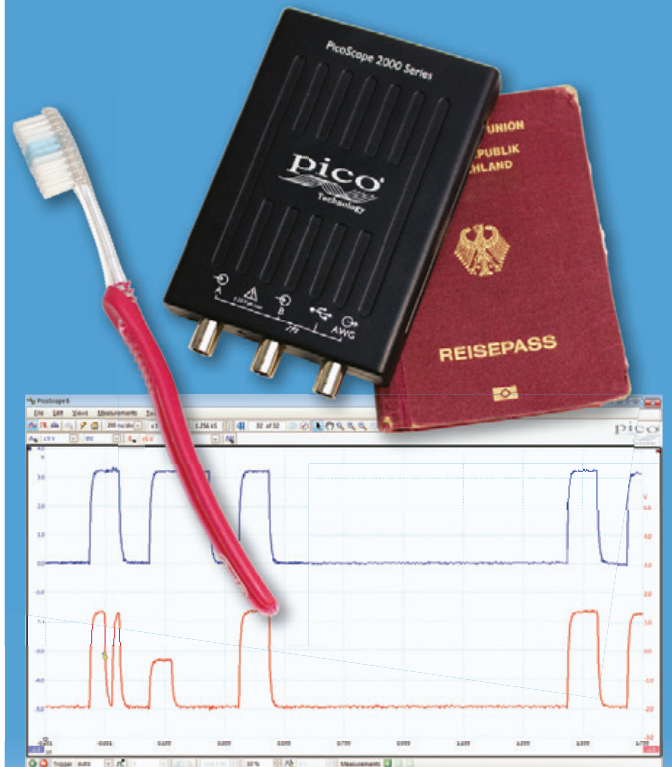
Wireless made simple®

RF Modules
Remote Controls
Antennas
RF Connectors
Custom Designs

www.linxtechnologies.com

pico
Technology

Reiseutensilien



PC Oszilloskope
bis zu 200 MHz

SPI von £159 I²C
SPECTRUM ANALYZER

AWG 1 GS/s
PERSISTENCE DISPLAY

Serial decoding
MATH CHANNELS Mask tests
Advanced triggers

MEASUREMENTS & STATISTICS
COLOR PERSISTENCE I²S LIN

www.picotech.com/PS272

Erweiterungsplatine für das FPGA-Board

Mit Display, Sensoren, GPS, Taster, LEDs und mehr

Eigenschaften

- GPS-Empfänger
- Temperatursensor
- Drucksensor
- RGB-Farbsensor
- LCD mit 2 x 16 Zeichen
- 4 Taster
- 4 LEDs
- Drehimpulsgeber
- 7 externe digitale Erweiterungspins
- 3 externe Analogeingänge

Von **Andreas Mokraß, Dominik Riepl, Christian Winkler** und **Prof. Dr. Thomas Fuhrmann (D)**

In Elektor Dezember 2012 wurde das Elektor FPGA-Board veröffentlicht. Damit kann man die tollen Möglichkeiten solcher programmierbarer Logikchips sehr einfach in eigenen Projekten nutzen. Das Board hat zahlreiche Anschlüsse für mögliche Erweiterungskomponenten, jedoch ist noch keine Peripherie integriert. Diesem Manko wird nun abgeholfen.

Das FPGA-Board ist auch für die universitäre Ausbildung interessant. Das gilt insbesondere dann, wenn man damit nicht nur lernt und lehrt, sondern es konstruktiv und ganz praktisch erweitern kann. Im Rahmen eines studentischen Projektes an der Ostbayerischen Technischen Hochschule Regensburg wurde deshalb ein Erweiterungsboard entwickelt, auf dem zahlreiche ausgewählte Peripheriebauteile vorhanden sind, die mit dem FPGA in VHDL angesteuert werden können.

Board-Konzept

Bild 1 zeigt das Blockschaltbild des Boards. Peripheriebauteile werden direkt an das FPGA angeschlossen. Dabei handelt es sich um Verbindungen von Tastern und Drehimpulsgeber direkt mit den Signalleitungen - ohne zusätzliches Protokoll. LCD, GPS-Modul und A/D-Wandler erhalten ihren Anschluss hingegen über je eine digitale Schnittstelle plus Protokoll. Die sieben noch nicht verwendeten Pins des FPGA-Boards werden direkt auf einen Stecker geführt und stehen so für zusätzliche Erweiterungen zur Verfügung.

Die analogen Sensoren werden über die acht gemultiplexten Eingänge eines A/D-Wandlers angeschlossen. Vorgesehen sind ein RGB-Farbsensor (je ein Kanal für die Farben Rot, Grün und

Blau), ein Drucksensor und ein Temperatursensor. Die drei restlichen Analogeingänge sind ebenfalls per Stecker zugänglich, so dass zusätzliche analoge Signale erfasst werden können.

Hinweis: Im Artikel werden sowohl die Pin-Bezeichnungen des FPGA-Chips als auch die des Elektor-FPGA-Boards verwendet.

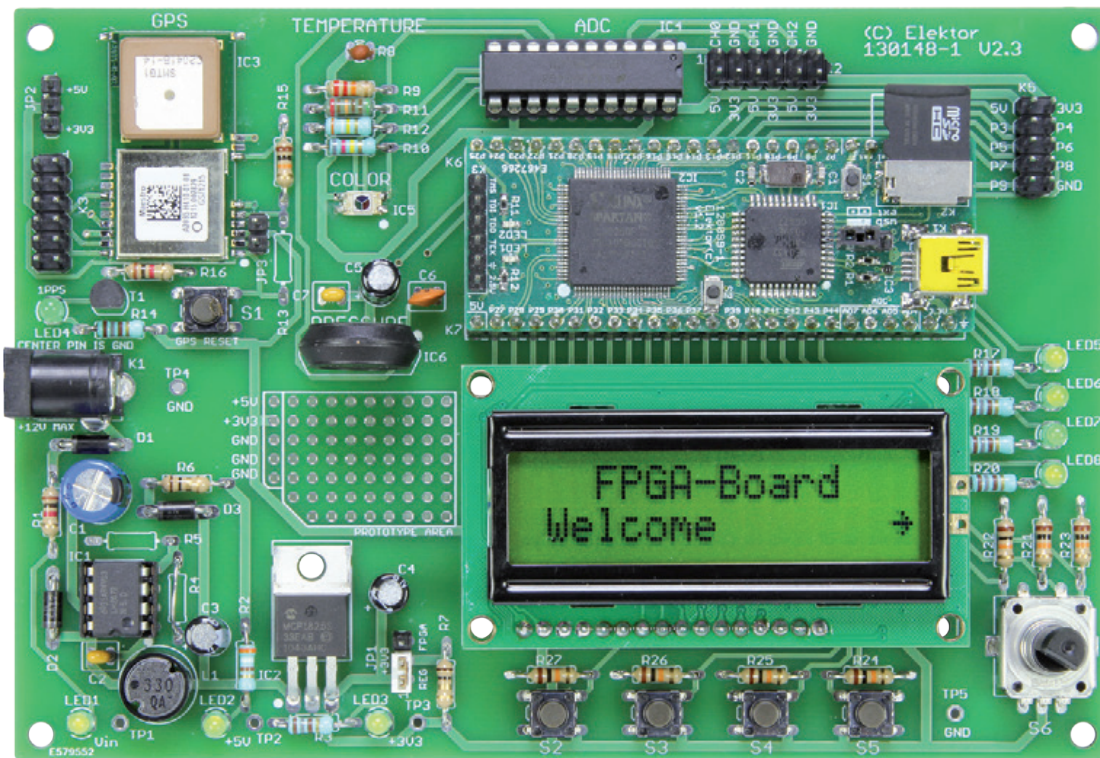
Erweiterungsplatine + FPGA-Board

Der Schaltungsteil ohne Stromversorgung ist in **Bild 2** zu sehen. Die FPGA-Pins des Sockels wurden nach den Funktionen des Peripherie-Boards gruppiert, um eine strukturierte Pin-Zuordnung zu erreichen und damit ein einfaches Layout zu ermöglichen. Der erste Teil der Pin-Bezeichnung ist die Baugruppe, zu welcher der Pin führt. Danach folgen Funktionsbezeichnung und Funktionsnummer. Auf der Erweiterungsplatine befinden sich zwei einreihige Sockelleisten, auf die das FPGA-Board gesteckt wird.

Digitale IOs

Nicht verwendete IO-Pins des FPGA-Boards sind extern über den Stecker K5 zugänglich. Zusätzlich ist der Stecker mit 5 V an Pin 1, mit 3,3 V an Pin 2 und Masse an Pin 10 belegt.

Die FPGA-Pins 48, 49, 53, 54, 57, 58 und 60



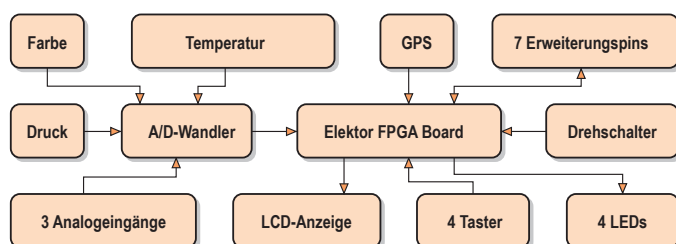
stehen ohne weitere Schutzbeschaltung via K5 zur Verfügung. Der Anwender muss daher beim Betrieb und bei Experimenten die nötige Sorgfalt walten lassen. Der maximale Eingangsspannungsbereich der IO-Pins reicht von -0,5 V bis 0,5 V über der Versorgungsspannung des FPGAs. Es wurden keine zusätzlichen ESD-Schutzmaßnahmen getroffen, was bei der Anwendung berücksichtigt werden sollte.

Die grundlegenden Ein- und Ausgabemöglichkeiten via LEDs, Taster und Drehimpulsgeber sind auf dem Erweiterungs-Board schon vorhanden. Man kann sie sehr leicht per VHDL ansteuern und so schnell die grundsätzliche Funktion des Systems prüfen.

LEDs

Auf der Platine sind mit LED5...LED8 vier grüne Leuchtdioden vorhanden, die via VHDL vom FPGA angesprochen werden. Bei den LEDs handelt es sich um bedrahtete Ausführungen, deren Anoden über je einen 180-Ω-Vorwiderstand an +3,3 V und deren Kathoden an den FPGA-Pins liegen. Durch die LEDs fließt bei diesem Widerstandswert ein Strom von etwa 5 mA. Die LEDs sind daher hell und gut sichtbar, aber nicht zu grell.

Aufgrund dieser Verschaltung ist die Ansteuerung der LEDs „low active“. Bei einem Low-Pegel (logisch „0“) am FPGA-Pin leuchtet daher die LED und bei einem High-Pegel ist sie dunkel. Die LEDs sind mit den Pins 14...16 und 44 des



130148 - 11

Bild 1.
Blockschaltbild.

FPGA-Boards und daher mit den Pins 24, 61, 62 und 65 des FPGA-Chips verbunden.

Taster und Drehimpulsgeber

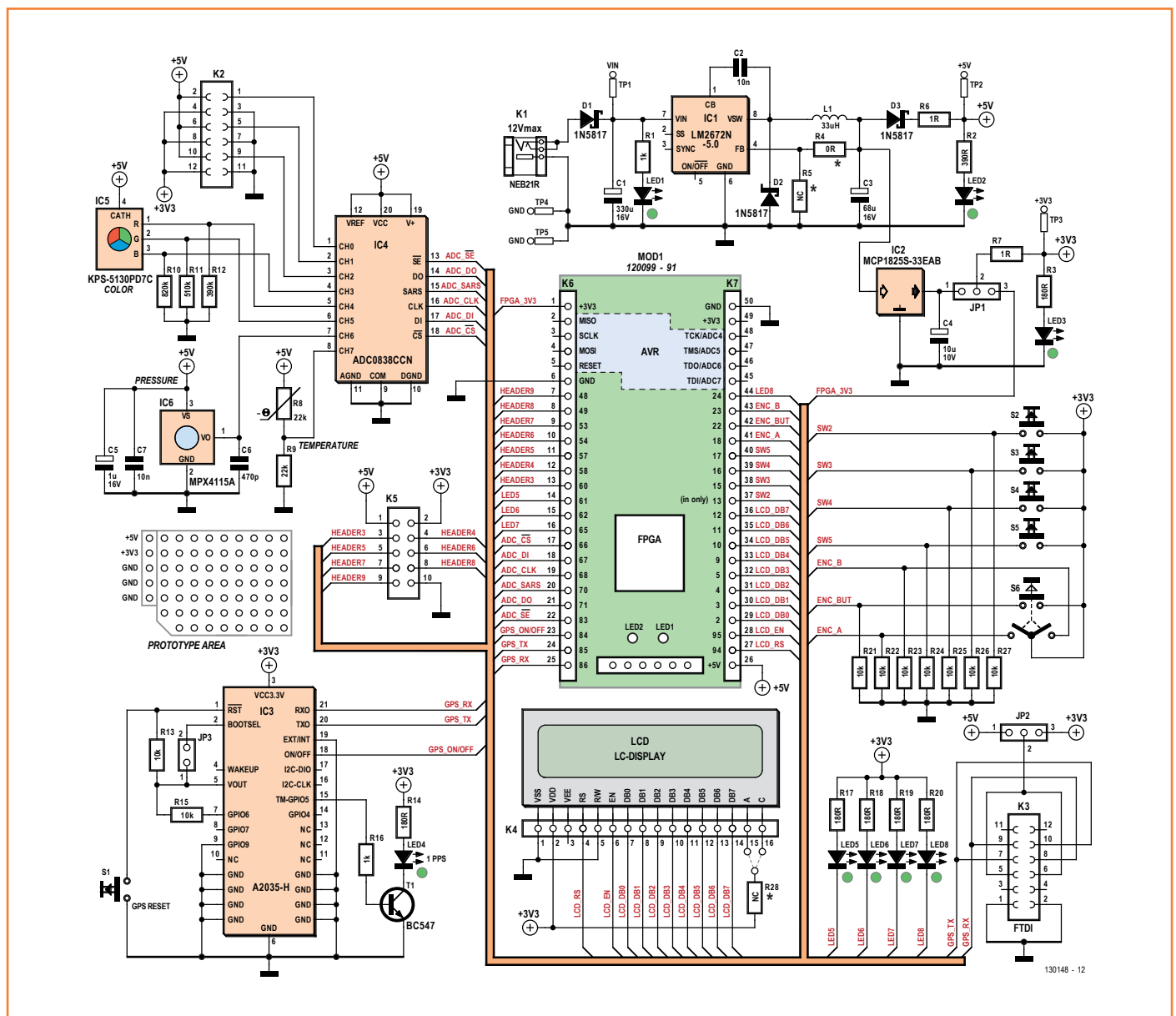
Manuelle Eingaben erfolgen über Taster. Diese sind auf dem Board unterhalb des Displays angeordnet, so dass man bei Bedarf sehr gut eine Menüsteuerung implementieren kann, ohne bei der Bedienung die Anzeige mit den Fingern abzudecken.

Die FPGA-Eingänge für die Taster und den Drehimpulsgeber sind über 10-k Ω -Pull-Down -Widerstände mit Masse verbunden. Bei einem nicht

betätigten Taster wird vom FPGA also eine „0“ am jeweiligen Pin eingelesen und bei Tastendruck entsprechend eine logische „1“. Die vier Taster sind mit den Pins 13 sowie 15...17 des FPGAs verbunden.

Der für S6 verwendete Drehimpulsgeber gibt 24 Impulse pro Umdrehung aus. Diese Impulse ergeben einen inkrementellen Gray-Code und sind mit den Pins 18 und 23 des FPGAs verbunden. Zusätzlich besitzt der verwendete Drehimpulsgeber einen Drucktaster. Wird der Knopf gedrückt, so schließt der Taster, und am FPGA-Pin 22 liegt eine logische „1“.

Bild 2.
Schaltplan.



Display

In der Konzeptphase für das Erweiterungsboard wurden die Vor- und Nachteile zahlreicher möglicher Displays miteinander verglichen. Aufgrund des geringeren Aufwands bei der Ansteuerung wurde ein schwarz/weißes Text-Display anstelle eines Grafik-Displays gewählt. Ein kleines Display mit nur wenigen darstellbaren Zeichen schränkt die Benutzbarkeit aber stark ein, weshalb mindestens zwei Zeilen als notwendig angesehen wurden. Der im Display integrierte Controller samt Speicher vereinfacht die Ansteuerung deutlich: Es müssen lediglich die anzuzeigenden Zeichen gesendet werden.

Aufgrund dieser Kriterien entschied sich die Projektgruppe für ein monochromes alphanumerisches Display mit zwei Zeilen zu je 16 Zeichen, das mit dem klassischen LCD-Controller HD44780 von Hitachi kompatibel ist. Das Display benötigt kein komplexes Protokoll zur Ansteuerung und kann gesendete ASCII-Zeichen direkt verarbeiten. Das Display ist auf der Platine unterhalb des FPGA-Boards aber direkt oberhalb der Taster angebracht, so dass eine Zuordnung in der Bedienung zwischen Displayanzeige und Taster möglich ist. Das Display wird auf die Evaluationsplatine aufgesteckt und ist somit ohne Probleme wiederverwendbar oder austauschbar.

Das Display ist direkt an das FPGA angeschlossen. Dabei werden folgende Leitungen benutzt:

- Register Select (RS) an Pin 94 des FPGAs;
- Enable (EN) an Pin 95 des FPGAs;
- Data Bus mit 8 Leitungen an den Pins 2...5 und 9...12 des FPGAs.

Das verwendete LCD hat keine Hintergrundbeleuchtung. Falls Sie ein kompatibles Display mit Hintergrundbeleuchtung einsetzen wollen, dann bestücken Sie R28 und eine Drahtbrücke. R28 kann so bestückt werden, dass damit entweder Pin 15 oder 16 an +3,3 V von K4 gelegt werden kann. Der dann übrige Anschluss (Pin 16 oder 15 von K4) kann nun per Drahtbrücke auf Masse gelegt werden. Die Bestückung hängt von der Polarität der LED im Display ab.

A/D-Wandler

Zu den wesentlichen Peripherieelementen des Erweiterungsboards gehören die verbauten Umweltsensoren. Diese haben analoge Ausgänge und ihre Signale werden daher über einen A/D-Wandler in das FPGA eingespeist.

IC4 ist ein A/D-Wandler des Typs AD0838CCN

von Texas Instruments. Es handelt sich um eine Version mit 8 bit Auflösung und serielltem Ausgang in einem DIP20-Gehäuse. Der ADC arbeitet nach dem Prinzip der sukzessiven Approximation. Jedes Bit wird dabei direkt nach seiner Festlegung - noch während des Wandlungsvorgangs - an den Datenausgang gelegt, unabhängig vom Selektionssignal SE. Nach acht Takten ist die Konversion erledigt. In Abhängigkeit vom Status des Steuereingangs SE wird das Wort nochmals beginnend mit dem LSB via Data Out ausgegeben.

Die Wandlungszeit beträgt 32 μ s/S, was einer maximalen Wandlungsrate von 32 kS/s entspricht. Das IC arbeitet mit einer 5-V-Versorgung. Der Wandler besitzt acht analoge Eingänge, die entweder als separate unidirektionale, massebezogene Eingänge oder paarweise kombiniert zur Messung differentieller Spannungen eingesetzt werden können. Die Konfiguration wird durch das Senden eines Steuerwortes an den Wandler vor jeder Wandlung festgelegt. Nach der Wandlung werden die Daten seriell und synchron zu einem vom FPGA angelegten Takt zurückgegeben.

Der Takt für den Wandler wird durch das FPGA an Pin 68 bereitgestellt und muss zwischen 10 kHz und 400 kHz liegen. Mit jeder steigenden Taktflanke werden die seriellen Steuerdaten des FPGAs vom Wandler übernommen. Der Wandler gibt bei jeder fallenden Taktflanke ein neues Bit des gewandelten Wertes aus, das mit der steigenden Flanke vom FPGA übernommen werden kann.

ADC-Verbindung mit dem FPGA:

- Chip Select : FPGA-Pin 66;
- Data In: FPGA-Pin 67;
- SAR STATUS: FPGA-Pin 70;
- SE: FPGA-Pin 83;
- Data Out: FPGA-Pin 71.

Drucksensor

IC6 ist ein atmosphärischer Drucksensor vom Typ MPX4115A von Freescale Semiconductor, der mit einer Versorgungsspannung von 5 V betrieben wird. Der Ausgang liefert Spannungen von ca. 0,25 V bis 4,75 V bei Raumtemperatur (25 °C). Bei steigendem Druck steigt die Ausgangsspannung. Diese Spannung steht dem FPGA über einen ADC digitalisiert zur Verfügung. Bei 0,25 V am Ausgang herrscht ein Druck <15 kPa. Eine Spannung von 4,75 V ist das Resultat eines Luftdrucks von >115 kPa.

Die Ausgangsspannung des Sensors entspricht der Übertragungsfunktion:

$$V_{\text{out}} = V_{\text{in}} * (0,009 * P - 0,095) \pm (\text{Error} * \text{Temperaturfaktor} * 0,009 * V_{\text{in}})$$

mit:

$$V_{\text{in}} = 5 \text{ V} \pm 0,25 \text{ V};$$

P = Druck in Kilopascal; Error = $\pm 1,5 \text{ kPa}$

RGB-Sensor

Der RGB-Sensor KPS-5130PD7C von Kingbright (IC5) dient zur Erfassung von Helligkeit und Lichtfarbe. Hierzu sind drei Fotodioden mit rotem, grünem und blauem Farbfilter im Sensor untergebracht.

Fotodioden werden in Sperrrichtung betrieben. Beim so genannten Photoeffekt werden am PN-Übergang der Diode durch einfallendes Licht (Photonen) freie Ladungsträger (Elektronen) erzeugt, was einen Strom fließen lässt. Bei Dunkelheit ist dieser Sperrstrom äußerst gering. Der Sperrstrom steigt proportional zur Beleuchtung an. Der Strom führt an einem in Reihe geschal-

teten Widerstand zu einem Spannungsabfall, der vom A/D-Wandler erfasst wird. Diese Spannung ist in sehr guter Näherung proportional zur Beleuchtung. Aus den Verhältnissen der Spannungen der drei Fotodioden kann die Farbe des Lichts berechnet werden.

Die Empfindlichkeit der Fotodioden stellt man über den Wert des Serienwiderstandes ein. Je größer der Widerstand, desto größer die Spannung bei gegebenem Lichteinfall, und desto empfindlicher ist die Helligkeitsmessung. Dafür geht die Spannung schon bei geringerer Helligkeit in die Sättigung. Die Empfindlichkeit ist für jede Farbe aufgrund der Empfindlichkeitskurve des Halbleitermaterials und der Farbfilter unterschiedlich. Laut Datenblatt beträgt sie:

- Rot: 0,33 A/W
- Grün: 0,25 A/W
- Blau: 0,18 A/W

Aufgrund der unterschiedlichen Empfindlichkeiten der Fotodioden und der großen Bandbreite der Maximalhelligkeiten unterschiedlicher Umgebungen kann es notwendig sein, die Größe der Serienwiderstände anzupassen. Bei praktischen Versuchen ergaben sich im Labor folgende Werte: R12 = 390 k Ω (rot), R11 = 510 k Ω (grün) und R10 = 820 k Ω (blau).

Temperatursensor

Als Temperatursensor wurde ein NTC-Widerstand bzw. Heißleiter eingesetzt. NTCs sind mit unterschiedlichen Widerstandswerten erhältlich und besitzen einen hohen Widerstandsgradienten in Abhängigkeit der Temperatur. Der NTC R8 bildet zusammen mit dem Widerstand R9 einen Spannungsteiler, dessen Spannung durch den A/D-Wandler gemessen wird. Die Spannung beträgt an R9 rechnerisch bei 0 °C etwa 1 V und bei 50 °C rund 3,75 V.

Analoge Erweiterungspins

Drei analoge Eingänge des A/D-Wandlers werden nicht durch Sensoren belegt. Sie stehen zusammen mit den Versorgungsleitungen +5 V, +3,3V und Masse an K2 zur Verfügung. Hier kann man weitere analoge Sensoren oder externe Spannungen anschließen und deren digitalisierte Werte im FPGA weiterverarbeiten.

GPS

Beim GPS-Empfänger handelt es sich um das Modul A2035-H von Maestro Wireless Solutions.

GPS-Probleme

Für unseren Prototypen im Elektor-Labor haben wir zwei GPS-Module gekauft. Modul 1 funktionierte prima, doch das zweite Modul wollte nicht. Im Manual wird extra zweifach darauf hingewiesen, dass es wichtig ist, das Modul sauber zu starten und zu stoppen, wenn man die Zerstörung des Flash-Inhalts vermeiden möchte. Die Frage war, ob das bei unserem Modul nicht beachtet wurde. Mit einem Oszilloskop konnte man sehen, dass an TX Daten herauskamen.

Aus diesem Grund haben wir das Modul mit Hilfe eines USB/Seriell-Konverters an einen PC angeschlossen (**Bild 3**) und ein Terminal-Programm (Tera Term) gestartet. Nach einem Reset und Einschalten des Moduls empfangen wir ein NMEA-Datagramm „\$PSRF150,1*3E“ und dann nichts mehr. In der Support-Ecke der Maestro-Webseite fanden wir dann einen kurzen Artikel, der sich mit diesem Problem beschäftigt. Demnach kann so etwas in seltenen Fällen passieren. Selten? Exakt 50 % unserer Module sind betroffen ;-).

An der gleichen Stelle der Webseite steht allerdings das Tool SiRFFlash und das Update „GSD4e_4.1.2-P5Maestro.s“ nebst Anleitung für unser Modul zur Verfügung. Man schließt dann das Modul entweder direkt an einen PC an oder nutzt die Update-Funktion des Erweiterungs-Boards (man stecke JP3 und verbinde ein FTDI-Kabel mit den ungeraden Pins von K3; JP2 wird abgezogen, siehe **Bild 2**).

Nun wird das Tool entpackt und wenn man sich an das Manual hält, sind die Probleme alsbald verschwunden. Bei unserem Modul funktionierte das.

Bug: <http://support.maestro-wireless.com/knowledgebase.php?article=6>

Neuprogrammierung: <http://support.maestro-wireless.com/knowledgebase.php?article=13>

Es basiert auf dem GPS-Empfänger A2100-A und einer keramischen GPS-Patch-Antenne, so dass keine weiteren externen Komponenten nötig sind. Der Empfänger besitzt 48 parallele Kanäle zur Auswertung von Satellitendaten mit hoher Empfindlichkeit. Damit kann er unter idealen Bedingungen die Position bis auf 2,5 m genau feststellen.

Der GPS-Empfänger besitzt eine serielle UART-Schnittstelle, über welche die Daten im Standard-Format NMEA 0183 gesendet werden. Der GPS-Empfänger ist mit drei Leitungen an das FPGA-Board angebunden. Mit dem Eingang „On/Off“, der mit FPGA-Pin 84 verbunden ist, kann der GPS-Empfänger durch das FPGA-Board ein- oder ausgeschaltet werden. Zur Vermeidung von Datenverlusten durch Verlust des Flash-Speichereintrags sollte das GPS vor dem Trennen von einer Spannungsquelle von Hand ausgeschaltet werden. Der serielle Eingang RX0 des GPS-Empfängers ist mit dem FPGA-Pin 86 verbunden. Über diesen bekommt der Empfänger die benötigten Steuerdaten. Das Modul ist schon vorkonfiguriert und muss nicht noch extra konfiguriert werden. Beim Einschalten läuft das Board mit 4.800 Bd, 8 Datenbits, keiner Parität und einem Stopp-Bit. Der serielle Ausgang TX0 des GPS-Moduls ist mit dem FPGA-Pin 85 verbunden. Dieser Ausgang kann als UART oder SPI betrieben werden. Durch einen 10-k Ω -Widerstand zwischen GPIO6 (Pin 7 des GPS-Moduls) und Vout (Pin 5) wird beim Modul der UART-Modus eingestellt. Über Pin 15 (TM_GPIO5) wird ein Impuls pro Sekunde (1 p/s) gesendet, um anzuzeigen dass genügend Satelliten für die Positionsbestimmung empfangen werden. Da der Impuls vom GPS nicht dazu ausreicht, die LED leuchten zu lassen, wird dieser per Transistor T1 soweit verstärkt, dass die LED leuchtet, sobald sie das 1-p/s-Signal erhält. Bei Verwendung eines anderen GPS-Moduls oder wenn das Board einen richtigen seriellen Port benötigt, sollte K3 genutzt werden. K3 ist kompatibel zu einem Standard-FTDI-Kabel belegt. Dabei sind die ungeraden Pins 7 und 9 mit dem jeweiligen geraden Gegenstück 10 und 8 durchverbunden. Bei Verwendung der ungeraden Pins ist die Verbindung „straight through“. Bei Verwendung der geraden Pins sind die RX- und TX-Leitung vertauscht. Das ist sehr nützlich, wenn man das GPS-Modul an einem PC ausprobieren oder die Firmware updaten möchte. Für Letzteres muss zusätzlich JP3 gesteckt werden.

Mit JP2 kann man auswählen, ob man ein an

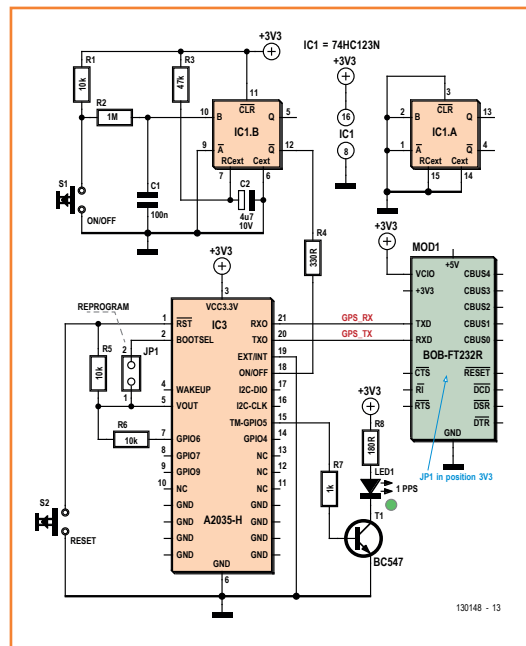


Bild 3.
So verbindet man das GPS-Modul zum Update der Firmware mit einem PC.

K3 angeschlossenes externes GPS-Modul mit 5 V oder 3,3 V versorgen möchte. Man sollte K3 aber nicht dazu verwenden, um hier die Spannungsversorgung für das Board anzulegen. Wenn man also ein FTDI-Kabel anschließt, sollte man zuvor JP2 abziehen.

Versorgung

Zur Versorgung des Erweiterungsboards sind die Spannungen +5 V und +3,3 V nötig. FPGA-Board, A/D-Wandler und die analogen Sensoren werden mit 5 V versorgt. Display, Taster, LEDs und der GPS-Empfänger benötigen 3,3 V. Zur Versorgung des Erweiterungsboards sind sowohl im 5-V- als auch im 3,3-V-Zweig jeweils knapp 100 mA erforderlich.

Die Boards werden von außen durch eine Spannung im Bereich von 7 V bis 12 V über ein externes Netzteil versorgt. Das Netzteil wird an K1 angeschlossen. Achtung: Der Außenleiter ist positiv und der Innenleiter führt Masse.

Die Schottky-Diode D1 verhindert Schäden bei Verpolung der externen Spannungsversorgung. Würde man einen Linearregler für die Erzeugung von +5 V verwenden, so würde bei einer externen Spannung von 12 V eine Verlustleistung von etwa 1,6 W auf der kleinen Platinenfläche dieses Bereichs entstehen (eventuelle Erweiterungen über die Erweiterungspins nicht berücksichtigt). Dadurch würden sich Spannungsregler und die umliegende Platine stark erwärmen, was der Zuverlässigkeit abträglich ist.

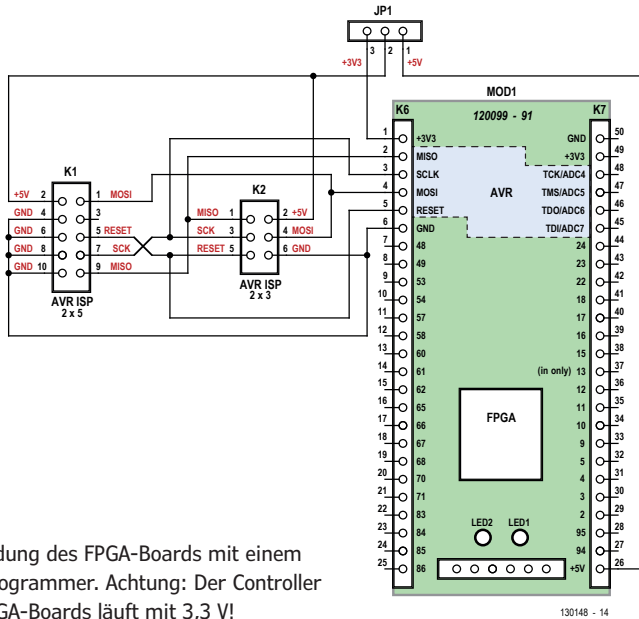


Bild 4.
Verbindung des FPGA-Boards mit einem AVR-Programmer. Achtung: Der Controller des FPGA-Boards läuft mit 3,3 V!

Aus diesen Gründen wurde ein Schaltregler mit hoher Effizienz vorgesehen, wodurch die Verlustleistung im Vergleich zu einem Linearregler deutlich reduziert wird. Das eingesetzte IC LM2672N-5.0 (IC1) besitzt einen weiten Eingangsspannungsbereich von +6,5 V bis +40 V und kann am 5-V-Ausgang einen Strom von bis zu 1 A liefern. Aus den erzeugten +5 V generiert der Low-Drop-Linearregler IC2 die notwendigen +3,3 V. Da die Spannungsdifferenz somit nur 1,6 V beträgt, resultiert eine Verlustleistung von nur etwa 160 mW. So kann man sich hier einen aufwendigeren Schaltregler sparen. Zu seiner Verwendung steckt man einen Jumper auf die Pins 1 und 2 von JP1. Mit R6 und R7 kann man den Strom beider Versorgungsspannungen auf einfache Art messen.

Vergessen Sie nicht den Jumper JP1 auf dem FPGA-Modul abzuziehen, wenn das System von einem externen Netzteil versorgt wird. Man sollte hier aufpassen, denn es gibt sowohl auf dem FPGA- als auch auf dem Erweiterungsboard einen JP1.

Neue Firmware für das FPGA-Board

Der Elektor-Leser „ruudje“ hat auf der Elektor.Labs-Webseite eine neue Firmware für das FPGA-Board zur Verfügung gestellt. Die neue Firmware sorgt dafür, dass das FPGA-Board viel schneller bootet. Außerdem sind nun unterschiedliche Namen der .exe-Dateien möglich und ein serieller Port wurde hinzugefügt.

Zur Programmierung des FPGA-Boards verwendet man den sechspoligen ISP-Steckverbinder, direkt vor der SD-Karte (die ersten 6 Pins). Vermutlich müssen Sie sich zur Verbindung mit einem AVR-Programmer einen Adapter bauen (siehe **Bild 4**). Man sollte im Auge behalten, dass der ATmega32U4 ein 3,3-V-Typ ist und man einen kompatiblen Programmer benötigt. Wir verwendeten AVRDUDE in Kombination mit einem AVR-ISP-MK2-Programmer von Olimex (wir mussten also einen 10/6-Pin-Adapter bauen). Hier die Kommandozeile für AVRDUDE:

```
avrdude -c avrispmkII -P usb -p m32u4 -u -U  
flash:w:FPGA_board_Config.hex
```

Nachdem die neue Firmware erfolgreich „gebrannt“ wurde, kann man die Sache einmal ausprobieren. Hierzu verbindet man das FPGA-Board mit dem PC. Wenn es zuvor funktionierte, dann sollten sich auch jetzt ohne Probleme die Massenspeicher-Treiber installieren. Andernfalls sollten Sie sich den Originalartikel zur Hand nehmen. Auch wenn das Board als Massenspeicher eingebunden ist,

wird Windows ein unbekanntes Gerät entdecken. Mit dem Windows Device Manager installiert man dann den Treiber, der in der INF-Datei des Downloads zu diesem Artikel steckt. Der Treiber steckt im Verzeichnis „FPGA_board_Config_v1_0“ und der Device Manager findet darin schon das, was er braucht. Nach einer Weile sollte eine Meldung erscheinen, die darüber informiert, dass ein Kommunikations-Port installiert wurde. Per Device Manager kann man dessen Port-Nummer feststellen.

Man kann das Board nun seriell mit einem Terminal-Programm wie Tera Term ansprechen. Man richtet das Terminalprogramm so ein, dass es die vom Board belegte Port-Nummer nutzt. Mit dem Befehl STATUS sieht man, ob alles gut funktioniert. Als Antwort sollte dieser Text erscheinen:

```
Startup configuration file = config.bin
FPGA configuration result = Successfully
configured
Sd card type              = SD version 2, 1875MB
```

Das war schon alles!

Der Beitrag von ruudje: www.elektor-labs.com/9130903536

Dateien: www.elektor-magazine.com/pub/Elektor%20Labs/120099_fpqa

Bei Anwendungen mit niedrigem Stromverbrauch kann man das System auch direkt via USB-Anschluss auf dem FPGA-Modul versorgen. In diesem Fall muss der Jumper bei JP1 des Erweiterungs-Boards auf die Pins 2 und 3 gesteckt sein. Zusätzlich muss dann beim FPGA-Modul JP1 gesteckt sein. Die Diode D3 trennt dann den 5-V-Regler ab.

Die Existenz von D3 erniedrigt die von IC1 kommenden 5 V um deren Spannungsabfall von etwa 0,3 V. Wenn man Wert auf exakte 5 V legt, kann man für IC1 auch den IC-Typ LM2672N-ADJ einsetzen und die Ausgangsspannung durch passende Werte für R4 und R5 korrigieren. In diesem Fall eignen sich 5,1 k Ω für R4 und 1,5 k Ω für R5 (beide 1 %). Der Regler liefert nun 5,3 V, um den Spannungsabfall an D3 zu kompensieren. LED1 zeigt an, ob die externe Spannung vorhanden ist. LED2 indiziert das Vorhandensein von +5 V und LED3 entsprechend +3,3 V.

Aufbau und Test

Die Bestückung des Boards ist recht einfach. Zuerst die kleinen und dann die großen Bauteile. Die Bestückung von IC2 bis IC6, des FPGA-Boards und des Displays sollte man noch aufschieben. Als Erstes sollte man nämlich den 5-V-Regler überprüfen. Wenn die Ausgangsspannung stimmt, dann kann man IC2 bestücken und schauen, ob die erwünschten 3,3 V aus ihm herauskommen. Stimmen beide Spannungen, können die fehlenden Teile bestückt werden. Man beachte dabei die kleine Delle, die Pin 1 des Drucksensors IC6 indiziert.

Es ist sinnvoll, das GPS-Modul IC3 zunächst mit dünnen Drähtchen anzuschließen und zu testen, bevor es fest verlötet wird, denn es ist sehr schwer wieder auszulöten. Wenn man die Massepads unter dem IC ebenfalls verlöten möchte (man muss es nicht), dann nutzt man dazu die kleinen Löcher, die extra hierfür in der Platine

Anzeige

BATRONIX

FÜHRENDE PROGRAMMIER- UND MESSLÖSUNGEN

Neu im Lieferprogramm:

Berührungslos Bauteiltemperaturen messen



UNI-T UT300B Infrarot Thermometer

Berührungslose Temperaturmessung mit zuschaltbarem Laserpunkt. Geeignet von -18 °C bis +380 °C.

€ 24,50
inkl. MwSt.

Unsere Messtechnik Empfehlungen für Sie:

Rigol DS1102E Oszilloskop

100 MHz, 1 GSa/s, 1 Mpts, Bestseller, FFT, USB, LAN, automatische Messungen, 3 Jahre Garantie

€ 387,94
inkl. MwSt.

Rigol DS2072 Oszilloskop

3 Modelle (70 - 200 MHz), 2 GSa/s, 14 Mpts, Bestseller, 9" Farb-TFT, FFT, USB, LAN / LXI, automatische Messungen, serielle Bustrigger (RS232/UART, I²C und SPI), 3 Jahre Garantie

€ 844,90
inkl. MwSt.

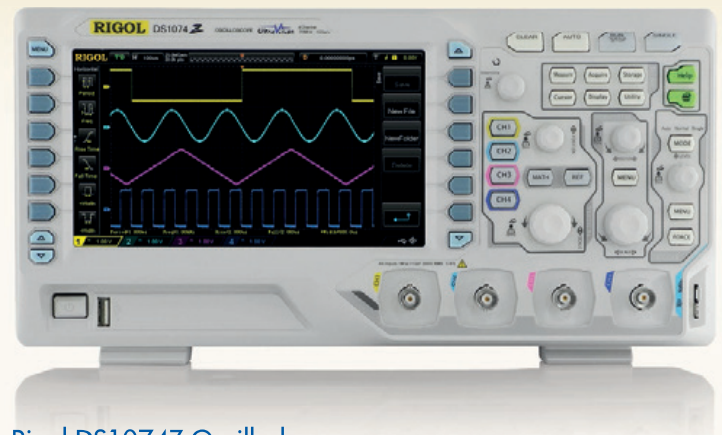
Rigol DSA815 Spektrum Analyser

9 kHz bis 1.5 GHz, intuitive Bedienung, unschlagbares Preis-Leistungs-Verhältnis, 3 Jahre Garantie

€ 1259,02
inkl. MwSt.

Neu im Angebot:

4 Kanal Oszilloskope zum 2 Kanal Preis!



Rigol DS1074Z Oszilloskop

4 Kanäle, 70-100 MHz, 1 GSa/s, 12 Mpts Speicher, FFT, USB, LAN, großes Display, professionelle Mess- & Analysefunktionen, optional mit eingebautem Funktionsgenerator, 3 Jahre Garantie, inkl. kostenlosem Versand in der EU.

ab
€ 535,50
inkl. MwSt.

Batronix Elektronik - Ihr Messtechnik Partner

- ✓ Kompetente Beratung
- ✓ 30 Tage testen
- ✓ Lieferung auf Rechnung
- ✓ Geld zurück Garantie

Jetzt Neuheiten ansehen und Angebote nutzen:

www.batronix.com/go/29

NEU

vorgesehen sind. Eine kleine Heißluft-Station kann diese Arbeit sehr erleichtern.

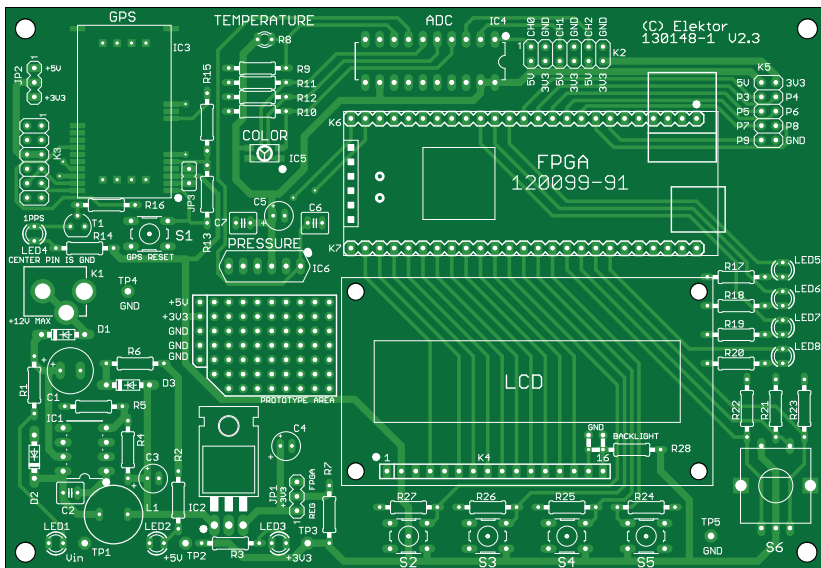
Der Farbsensor hat keine eindeutige Markierung für Pin 1. Das rote Segment sollte in Richtung FPGA-Modul zeigen und das blaue Segment in Richtung NTC (R8). Nach Bestückung kann man die Verbindungen mit einem Durchgangstester überprüfen. Zwischen der 5-V-Schiene (Kathoden) und jedem Ausgang (Anode) sollte eine Diodenstrecke zu messen sein.

Für einen schnellen Test des Erweiterungsboards steht ein fertig kompiliertes Executable für das FPGA-Board zur Verfügung. Um es zu installieren, muss man es lediglich auf die SD-Karte kopieren und einstecken. Wenn man nun das System einschaltet, sollte nach einigen Sekunden die Mel-

dung „Welcome“ in der ersten Zeile des Displays erscheinen. Ein kleiner Pfeil oberhalb von S5 weist darauf hin, dass man mit einem Druck auf S5 weiter kommt. Hiermit gelangt man in ein kleines menügesteuertes Programm, das mit den Tasten S2...S4 bedient wird. Ein Spielchen gefällig? Beachten Sie bitte, dass das GPS-Modul unter schlechten Bedingungen mehrere Stunden benötigen kann, bis es eine Position erkennt. Zum Ausprobieren aktiviert man GPS im Menü. Dann sollten LED7 und LED8 blinken. Wenn nicht, läuft oder funktioniert GPS nicht. Wenn die LED4 blinkt, ist das GPS-Modul zufrieden, zeigt aber zuvor die Zeit an.

Um die Sensoren via ADC-Menü auszulesen, betätigt man S4 (REF). Der A/D-Wandler liest die Werte nicht kontinuierlich ein. Jeder Druck auf S4 löst eine Messung aus. Die Temperaturmessung sollte für Raumtemperatur Werte um 0x7C ergeben. Der Luftdruck liefert Werte um 0xD0 bei normalem Wetter. Der Farbsensor liefert niedrige Werte, wenn man ihn nicht kräftig beleuchtet.

75% der wahren Größe



Fortsetzung folgt...

In diesem Artikel wurden die eingesetzten Bauteile und deren Ansteuerung beschrieben. Dabei wurde darauf geachtet, dass die Ansteuerung per VHDL nicht zu kompliziert ist.

Im einem zweiten Artikel wird die grundlegende Ansteuerung mit VHDL erklärt.

(130148)

Weblinks

[1] www.elektor.de/130148

Stückliste

Widerstände:

(alle Widerstände ¼ W, außer R6,R7)

R1,R16 = 1 k
R2 = 390 Ω
R3,R14,R17..R20 = 180 Ω
R4 = 0 Ω*
R5,R28 = nicht bestückt*
R6,R7 = 1 Ω, 0,5 W
R8 = NTC 22 kΩ, Typ ND03P00223J
R9 = 22 k
R10 = 820 k
R11 = 510 k
R12 = 390 k
R13,R15,R21..R27 = 10 k

Kondensatoren:

C1 = 330 µ/16 V, Elko
C2,C7 = 10 n, keramisch

C3 = 68 µ/16 V, Elko
C4 = 10 µ/10 V, Elko
C5 = 1 µ/16 V, Elko
C6 = 470 p/50 V, keramisch

Induktivitäten:

L1 = 33 µH/1,4 A

Halbleiter:

LED1..LED8 = LED, grün, 3 mm
D1..D3 = 1N5817, Schottky
T1 = BC547
IC1 = LM2672N-5.0, Schaltregler
IC2 = MCP1825S-33EAB, Low-Drop-Spannungsregler
IC3 = A2035-H, GPS-Modul (Farnell 2281693)
IC4 = ADC0838CCN/NOPB, ADC
IC5 = KPS-5130PD7C, Farbsensor

IC6 = MPX4115A, Drucksensor

Außerdem:

LCD = LCD 2 x 16 Zeichen, HD44780-kompatibel (Farnell 1847939)
S1..S5 = Taster, 6x6 mm
S6 = Drehimpulsgeber Typ EC12E, 24 P/U, mit Taster
K1 = Netzteilbuchse mit Zentral-Pin
K2, K3 = Stiftleiste 2x6-polig
K4 = Stiftleiste 16-polig
K5 = Stiftleiste 2x5-polig
1x8-pol. IC-Fassung für IC1, (optional)
1x20-pol. IC-Fassung für IC4, optional
SIL-Buchse 16-pol. für LCD
JP1, JP2 = 3x1 Stiftleiste
JP3 = 2x1 Stiftleiste
K6,K7 = SIL-Buchse 25-pol. für FPGA-Board Platine EPS #130148-1 rev2.3

Workshop-DVD

Rückkopplung in Audioverstärkern

NEU!

Der erfolgreiche Audioentwickler und Fachbuchautor Jan Didden behandelt in diesem neuen Workshop die verschiedenen Aspekte der Rückkopplung in Audioverstärkern. Der Schwerpunkt liegt dabei in der einfachen Darstellung und Erklärung der Zusammenhänge – auch wenn beides nicht ganz ohne Mathematik zu erreichen ist. Außerdem erläutert der Autor die Vorteile, die man durch die Rückkopplung und ihren kleinen Bruder – die Fehlerkorrektur – erreichen kann. Aber auch die Grenzen und die Nachteile werden aufgezeigt. Der Workshop ist empfehlenswert für Audioentwickler und ambitionierte Hobby-Elektroniker.



DVD-Inhalt:

- 135 Minuten Videomaterial
- Gesamte Präsentation als PDF
- Komplettes Verstärker-Design
- Über 100 Seiten zusätzliche PDFs

ISBN 978-3-89576-275-8

€ 29,80
CHF 37,00

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



Ideen, die
FUNKtionieren!

Sie haben die Ideen, wir die Lösung. Auch im stark frequentierten 2,4 GHz-Band ist eine zuverlässige Kommunikation möglich: dank DSSS-Modulation und zwei True-Diversity-Empfängereinheiten im Low-Power-Funktransceiver **STD-502-R** von Circuit Design. Niedriger Stromverbrauch und Batteriebetrieb machen das Modul ideal für Anwendungen, bei denen es auf Zuverlässigkeit bei großer Reichweite ankommt. STD-502-R erfüllt die EU-Norm EN 300440, die japanische Norm ARIB STD-T66 und die US-Norm FCC Part 15.247.



Nutzen Sie unsere Technologie
und Kompetenz für Ihre Ideen.



Vertrieb durch:

Reimesch
Kommunikationssysteme GmbH

Friedrich-Ebert-Str. · D-51429 Bergisch Gladbach
Tel.: 0 22 04 / 58 47 51 · Fax: 0 22 04 / 58 47 67
www.reimesch.de · kontakt@reimesch.de

Vertrieb durch:

CIRCUIT DESIGN GmbH

Schleißheimer Str. 263 · D-80809 München
Tel.: +49 / 89 / 35 82 83-60 · Fax: +49 / 89 / 35 82 83-66
www.circuitdesign.de · info@circuitdesign.de

CADSOFT FEIERT 25. GEBURTSTAG!

Feiern Sie mit und nehmen Sie an
unserem Jubiläumsquiz* teil:



oder unter http://www.element14.com/community/community/knode/cadsoft_eagle

*Teilnahmebedingungen unter www.cadsoft.de

www.cadsoft.de

EAGLE

V6

25 Jahre CadSoft



1988 - 2013

Intelligenter Netzwerk-Tester

Ethernet auf Herz und Nieren prüfen



Die Fehlersuche in TCP/IP-Netzwerken kann sehr umständlich sein. Dieses kleine Gerät führt einen automatischen Test jedes drahtgebundenen Netzwerks in verschiedenen Betriebsebenen durch.

Von
Jeremy Bentham
(UK)

Weil ich mich angeblich „mit Netzwerken auskenne“, werde ich häufig zur Fehlersuche in eben solchen gebeten. Stets gehe ich dann die gleichen Schritte durch, Überprüfung der Netzwerkverkabelung, Router-Kommunikation, DHCP-Negotiation, ADSL-Kommunikation, Internet-Verbindung und so weiter und so fort. Diese Schritte sind Netzwerk-Neulingen, die sich mit den Launen der Betriebssysteme und der Netzwerk-Konfigurationen nicht so gut auskennen, schwer zu beschreiben. So habe ich ein kleines Gerät entwickelt, das den Testprozess automatisiert und die Ergebnisse auf einer kleinen, leicht verständlichen Anzeige darstellt.

Die Schaltung prüft übliche Heim- und Büro-Netzwerke auf Knopfdruck und zeigt mit einer rot-gelb-grünen Anzeige den Netzwerk-Status und eventuelle Störungen an. Das Design ist wirklich

einfach, es enthält einen Mikrocontroller, eine Ethernet-Schnittstelle, einen Taster zum Starten des Tests und Status-LEDs, die den Zustand des Netzes zeigen. Sie können nicht erwarten, dass dieses Low-Cost-Gerät nun alles testet, es ist aber dennoch viel mehr als ein einfacher Kabel-Tester:

- Low-Level: ist das Kabel angeschlossen? (rote LED)
- Medium-Level: Gibt es eine Verbindung zu einem Internet-Gateway? (gelbe LED)
- High-Level: gibt es eine Verbindung zum Internet? (grüne LED)

Wo ist der Ethernet-Controller geblieben?

Die Schaltung bietet eine bahnbrechende Funktion, eine Ethernet-Schnittstelle ohne Ethernet-Controller. Dies hat verschiedene Vorteile:

- Einfacheres Hardware-Design
- Deutlich geringere Stromaufnahme
- Einfachere Gerätetreiber
- Kein verdecktes „Black-Box“-Design

Das Weglassen des Ethernet-Controllers bereitet aber auch Probleme. Mikrocontrollern fehlt nämlich oft die notwendige Hardware, um ein serielles Protokoll zu implementieren, und es ist nicht ungewöhnlich für die Software, I/O-Leitungen direkt zu treiben und so den gleichen Effekt zu erzielen: ein Prozess, der als „Bit-bashing“ oder „Bit-banging“ bekannt ist. Software-Treiber für RS232, I²C, SPI und sogar Low-Speed-USB sind leicht zugänglich, aber die viel höhere Datenrate von Ethernet (10 Mbit/s) stellt eine große Herausforderung dar.

Die Daten sind Manchester-codiert.

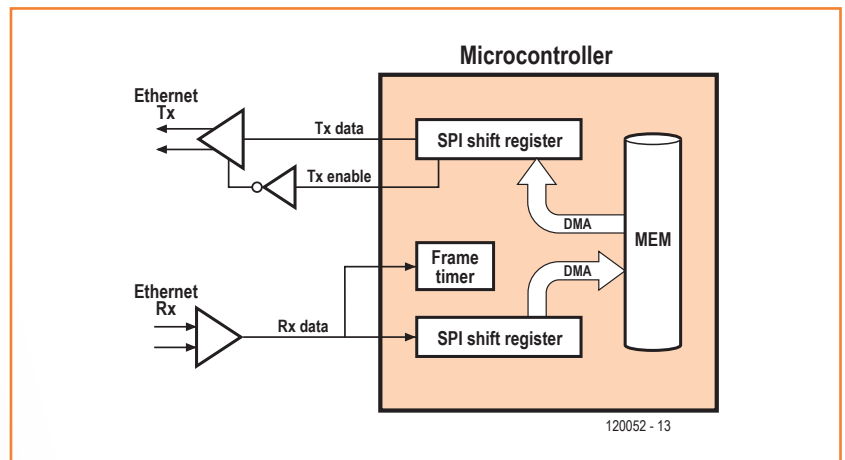
Die Software muss rohe Frame-Daten vorbereiten, mit einem Minimum von zwei Samples pro Bit, so dass die minimale Sendedatenrate 20 Mbit/s beträgt. Der Empfang erfordert eine noch höhere Rate. Um in Abwesenheit jeglicher spezieller Hardware auf das eintreffende Signal einzurasten, ist es notwendig, die Daten viel schneller einzulesen, um eine Flankenerkennung in der Software durchzuführen. Also brauchen wir einen Mikrocontroller mit Schieberegistern, die mindestens die vierfache Bitrate verarbeiten können. Hier wird mit 48 Mbit/s getaktet und mit einem Teilungsalgorithmus die richtige Datenrate erzeugt.

Es macht keinen Sinn, Daten zu lesen, wenn sie nicht im Speicher abgelegt werden können, und auch eine einfache Lesen-Speichern-Inkrementieren-Schleife kann für die eingehenden 6 MByte/s zu langsam sein. Glücklicherweise gibt es eine Mikrocontroller-Familie, die dies ermöglicht, die ARM-basierte SAM7-Serie. Die Standard-ARM-Architektur wäre dazu nicht in der Lage, aber Atmel hat einigen seiner Chips eine schnelle Daten-Handling-Hardware mit Turbolader spendiert, insbesondere DMA (Direct Memory Access), um Daten zu und von den Schieberegistern ohne CPU-Eingriff zu übertragen.

Trotz dieser Beschleunigung hat es der Mikrocontroller bei Ethernet-Übertragungen immer noch sehr schwer. Die internen Datenbusse sind gesättigt, so dass der Prozessor in dieser Zeit nur im Leerlauf arbeiten kann. Allerdings ist diese Situation bei Netzwerk-Schnittstellen nicht un-

Eigenschaften

- Low-Level-Ethernet-Schnittstelle
- Internet Protocol (IP) und User Datagram Protocol (UDP)
- Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP), Client
- Internet Control Message Protocol (ICMP), Echo Request (Ping), Client und Server
- Address Resolution Protocol (ARP), Client und Server
- Domain Name System (DNS), Client



wöhnlich. Es gibt eine kurze Zeit der hektischen Aktivität bei der Übertragung, eine relativ lange Wartezeit für die Antwort und dann noch eine Zeit intensiver Aktivität bei der Decodierung der eingehenden Nachricht.

Wie immer versuchen wir uns an einer gerechten Aufteilung zwischen der Hard- und Software-Komplexität. An diesem Projekt ist erstaunlich, dass ein kleiner Mikrocontroller, der lächerliche 100 mW verheizt, so ein Leistungsniveau erreichen kann.

Hardware

Das Blockschaltbild (**Bild 1**) zeigt die Hauptelemente der einfachen Schaltung. Die Schieberegister des Serial Peripheral Interface (SPI) behandeln den Netzwerkverkehr mit DMA-Controller für die Datenübertragung zu und von den Speichern. Transceiver-ICs agieren als Puffer zwischen dem Netzwerk und dem Prozessor, wobei der Sendepuffer durch den Chip-Select-Ausgang der SPI-Schnittstelle gesteuert wird. Der Frame-Timer löst das schwierige Problem der Detektion des Frameendes. Der Controller könnte dies nicht ohne Störung des eingehenden Datenstroms erledigen, so dass ein Mikro-

Bild 1 .
Das Blockschaltbild zeigt, wie einfach die Hardware aufgebaut ist.

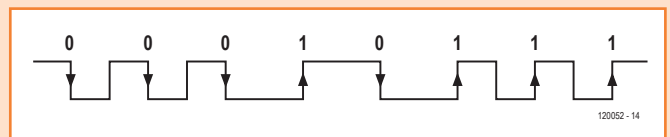
Ein Blick auf den Schaltplan offenbart wenig Einschüchterndes, er ist nicht allzu kompliziert (siehe **Bild 2**). Nur der Mikrocontroller (IC1) weist eine Menge von Pins auf und nimmt viel Platz (im Schaltplan, nicht auf der Platine) ein. Es gibt mehrere pinkompatible Controller der Atmel-SAM7-Reihe, sie unterscheiden sich vor allem hin-

sichtlich der Speichergröße. AT91SAM7S128, 256 und 512 wurden getestet, kleinere Controller wie AT91SAM7S32 oder 64 eignen sich nicht aufgrund der Anforderungen der Ethernet-Übertragung. Das Design enthält auch einige optionale Features: Die Programmierung der CPU ist über JTAG (K4) oder USB (K3) möglich. Wenn man USB verwendet, kann K4 weggelassen werden. IC3 ist ein optionales 256-Kbit-EEPROM zum Speichern von Konfigurationsdaten, wird aber in der

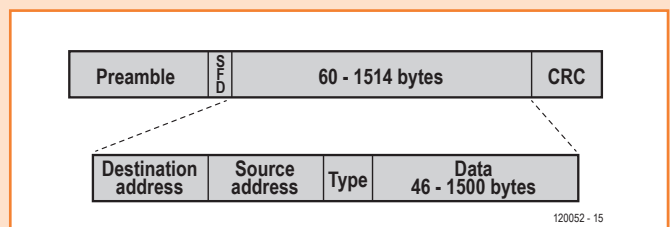
Ethernet

Wir verwenden 10BaseT-Ethernet. Die 10 bezieht sich auf die Bitrate in Mbit/s, das „T“ bezeichnet ein Twisted-Pair-Kabel. Obwohl nach modernen Begriffen schneckenlangsam, ist diese Geschwindigkeit mehr als ausreichend zur Prüfung von Netzwerken. Selbst die schnellsten Ethernet-Hubs können auf diese niedrige Geschwindigkeit umstellen. Die Hardware arbeitet mit zwei Twisted Pairs (Transmit und Receive) an einem RJ45-Stecker. Sie sind normalerweise über einen Trafo gekoppelt, um Probleme mit Masseschleifen zu vermeiden. Wenn ein Ethernet-Knoten am Hub angeschlossen wird, meldet er sich mit den Impulsen des Link-Integrity-Tests (LIT) auf der Sendeleitung. Dabei handelt es sich um einfache Impulse von 100...200 ns Länge, die sich alle 16 ms wiederholen, somit die „Link“-LED am Hub aktivieren und die Netzwerkschnittstelle freigeben. Muster dieser Impulse können auch gesendet werden, um die Kommunikation zwischen dem Gerät und dem Hub zu ermöglichen, ein Prozess namens Auto-Negotiation (die aktuelle Software macht aber hiervon keinen Gebrauch). Ein Ethernet-Frame enthält bitweise Daten sowie zusätzliche Informationen, die zur Synchronisation von Sender und Empfänger erforderlich sind. Es gibt zwei Synchronisationselemente, bit-sync und byte-sync. Jedes Bit ist synchronisiert durch mindestens eine Flanke in der Bit-Zeit; 0- und 1-Werte sind entweder durch ein oder zwei Flanken innerhalb der Bit-Zeit markiert. Dies nennt man Manchester-Codierung. Das Codiervorgang kann verschiedene Formen annehmen, Ethernet verwendet ein Non-Return-to-Zero-Verfahren (NRZ), wobei eine einzelne Flanke pro Bit-Zeit einen Daten-Übergang (0-zu-1 oder 1-zu-0) und zwei Flanken einen konstanten Datenwert (alle 0 oder alle 1) anzeigen. Byte-Synchronisation wird durch das Senden einer Präambel und eines Start-of-Frame-Delimiters (ein Byte, das den Beginn der Daten markiert) erreicht. Am Ende des Frames steht ein vier Byte breiter Cyclic Redundancy Check (CRC), der die Integrität überprüft. Jeder Rahmen umfasst eine „Nutzlast“ von 60...1514 Byte. Wenn weniger als 60 Byte Daten erforderlich sind, muss auf die minimale Länge aufgefüllt werden, um die Hardware-Timing-Spezifikationen

einzuhalten. Die Nutzlast beinhaltet sechs Byte breite Quell- und Ziel-Adressen, ein Zwei-Byte-Feld, das über die Art der folgenden Daten informiert und die bis zu 1500 Bytes an Frame-Daten. Dies alles ist in einem Internet-Protokoll-Frame (IP) verpackt, der untersten Ebene des TCP/IP-Stacks. Ein letztes Geheimnis des Internets: Woher weiß das Netzwerk, wohin die Daten zu senden sind, zu einem lokalen System oder zu einer weit entfernten Adresse? Der Trick ist, dass ein Knoten für eine bestimmte Adresse nur festzustellen muss, ob das Ziel lokal oder entfernt (remote) ist. Ist es lokal, schickt er die Daten direkt über das aktuelle Netzwerk („Subnet“ in IP-Sprache) an den Empfänger, ist

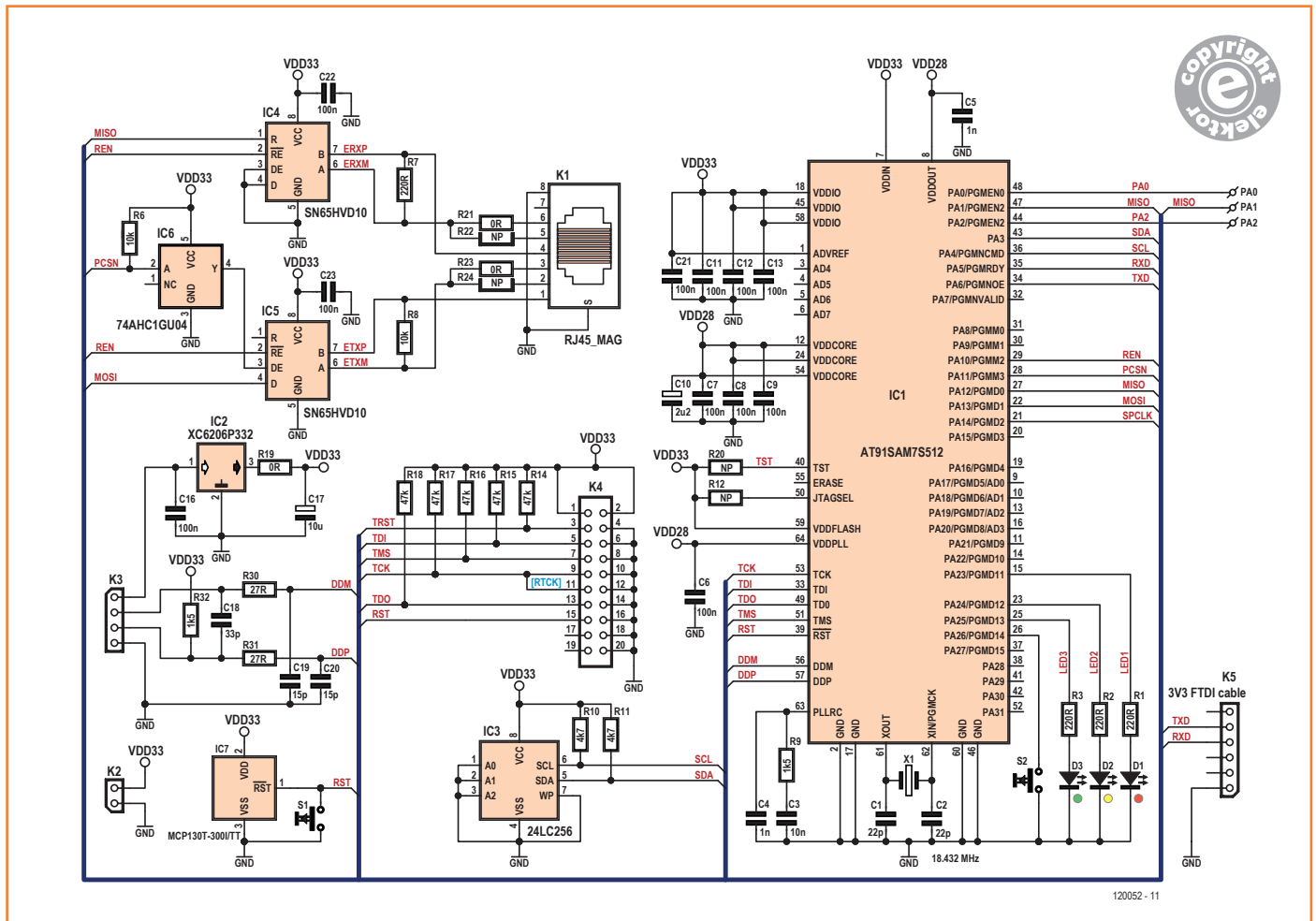


NRZ Manchester-Codierung



Byte-Format des Ethernet-Frames.

das Ziel dagegen entfernt, leitet er die Daten zu einem Router, der weiß, wie sie an ihren Bestimmungsort zu verschicken sind. Dies erklärt eine kritische Situation der TCP/IP-Vernetzung. Zwei benachbarte Systeme können sich weigern, miteinander zu kommunizieren, da die Netzwerkkonfiguration ihnen sagt, sie seien „remote“ voneinander entfernt. So landet Ihr lokaler Netzwerkverkehr im Internet und sucht eine ferne Heimat, wobei das eigentliche Ziel nur ein paar Meter entfernt ist.



aktuellen Software nicht eingesetzt. K1 ist ein Ethernet-Anschluss mit integriertem Trafo, R21... R24 sind eine Kombination aus Null-Ohm-Widerständen und nicht platzierten Teilen (NP), die Möglichkeiten für alternative Belegungen eröffnen. Es gibt aber sehr wenig Standardisierung bei diesen Bauteilen, also studieren Sie aufmerksam die Datenblätter, wenn Sie solche Alternativen erwägen.

IC4 und IC5 sind Transceiver, die die Netzwerkschnittstelle puffern. Sie wandeln die auf Masse bezogenen SPI-Signale in differenzielle für das Netzwerk um. Der Sender IC5 wird vom SPI-Chip-Select-Ausgang aktiviert, Inverter IC6 korrigiert die Polarität. Schließlich stellt IC7 eine Spannungs-Überwachung dar, die den Mikrocontroller im Reset hält, bis die Systemspannung das korrekte Niveau erreicht hat und stabil ist.

Alle Kondensatoren entkoppeln oder puffern die Versorgungsspannung mit Ausnahme von C1 und

C2, die den Takt für IC1 stabilisieren, und C18... C20, die ein Tiefpassfilter bilden, damit die Datensignale der USB-Spezifikation entsprechen. R9/ C3/C4 sind erforderlich, um die interne Phasenregelschleife (PLL) des Mikrocontrollers zu stabilisieren, die die Quarzfrequenz zum gewünschten CPU-Takt skaliert.

S1 setzt den Mikrocontroller zurück, S2 startet die Testsequenz. Über K3 wird der Mikrocontroller mit einem PC verbunden. Die korrekte Bele-

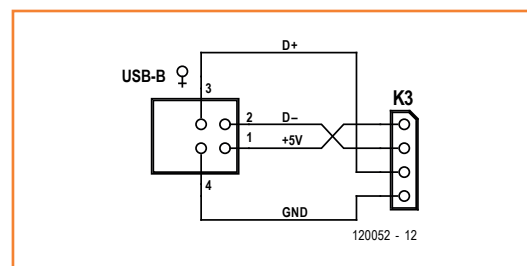


Bild 2.
Der Mikrocontroller mit einer Unmenge von Pins.

Bild 3.
So kann eine USB-Schnittstelle am Mikrocontroller realisiert werden.

Stückliste

Widerstände:

(alle 0603)

R1,R2,R3,R7 = 220 Ω , 1%
 R6,R8 = 10 k, 1%
 R9,R32 = 1k5, 1%
 R10,R11 = 4k7, 1%
 R12,R19,R20,R21,R22,R23,R24 =
 0 Ω , nicht montiert, siehe Text
 R14,R15,R16,R17,R18 = 47 k,
 1%
 R30,R31 = 27 Ω , 1%

Kondensatoren:

(0603, wenn nicht anders
 angegeben)

C1,C2 = 22 p, 5%
 C3 = 10 n, 10%
 C4,C5 = 1 n, 10%
 C6,C7,C8,C9,C11,C12,C13,C16,
 C21,C22,C23 = 100 n, 20%
 C10 = 2 μ 2, 6V3, 10%, 0805
 C17 = 10 μ , 6V3, 20%, 0805
 C18 = 33 p, 5%
 C19,C20 = 15 p, 5%

Halbleiter:

D1 = LED 3 mm, rot, low current
 D2 = LED 3 mm, gelb, low
 current
 D3 = LED 3 mm, grün, low
 current
 IC1 = AT91SAM7S512
 IC2 = XC6206P332
 IC3 = 24LC256
 IC4,IC5 = 65HVD10
 IC6 = 74AHC1GU04
 IC7 = MCP130

Außerdem:

K1 = RJ45-Verbinders mit integrier-
 tem Trafo (Stewart Connector Typ
 SI-60002-F)
 K2 = 2-poliger Pfcstenverbinder, 0,1''
 K3 = 4-poliger Pfcstenverbinder, 0,1''

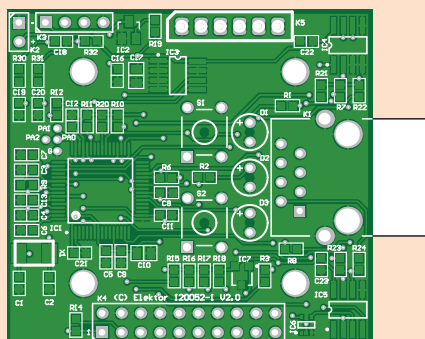
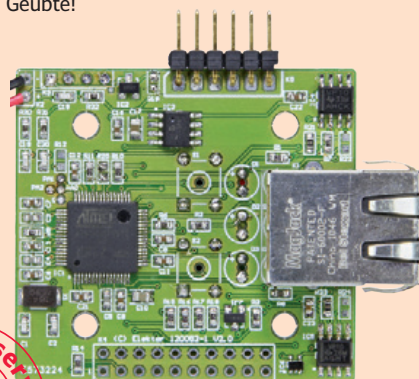


Bild 4. Es ist eine Herausforderung, ein 64-poliges LQFP-Gehäuse mit einem Rastermaß von 0,5 mm zu montieren. Nur für Geübte!



K4 = 2x10-poliger Pfcstenverbinder,
 0,1''

K5 = 6-poliger Pfcstenverbinder, 0,1''

S1,S2 = Taster, rechteckig 6 mm

X1 = 18,432 MHz Quarz, 5x3,2 mm²

Gehäuse Hammond 1593PGY

FTDI-Kabel 3V3

Platine 120052-1

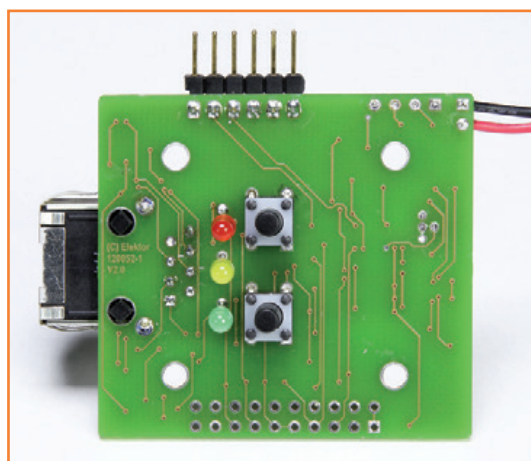


Bild 5.

Die Schaltung ist mit den auf der Bodenseite montierten Schaltern und LEDs in einem kleinen Gehäuse untergebracht.

gung ist in **Bild 3** zu sehen. Die ungepufferten seriellen Leitungen auf K5 bieten eine einfache Möglichkeit, Diagnoseinformationen von der CPU zum PC zu übertragen. Dies geschieht mit 38.400 Baud über ein 3,3-V-FTDI-Seriell-zu-USB-Kabel.

Es gibt drei verschiedene Möglichkeiten, die Schaltung zu versorgen:

1. via USB. Stellen Sie sicher, dass R19 (0 Ohm) montiert und keine (Batterie-) Versorgung an K2 angeschlossen ist.
2. über das FTDI-Kabel. R19 muss montiert und kein USB-Kabel angeschlossen sein. Legen Sie eine Drahtbrücke von Pin 3 von K5 zu Pin 1 von K3, über K1 darf keine Versorgung erfolgen. Bitte beachten Sie, dass bei den 3,3-V-FTDI-Kabeln am VDD-Pin 5 V anliegen, hängen Sie das Kabel nicht direkt an die 3,3-V-Versorgung des Testers!
3. Batterieversorgung. Mit zwei 1,5-V-AA-Zellen ist der Tester bereit für einen „Feldeinsatz“. In diesem Fall wird R19 nicht montiert, so dass es keine Rolle spielt, ob am USB- und/oder FTDI-Steckverbinder ebenfalls Spannung anliegt. Die Stromaufnahme beträgt etwa 50 mA, zwei AA-Zellen halten also viele Betriebsstunden. Sobald die Batteriespannung unter 3,0 V fällt, setzt IC7 den ARM-Controller zurück.

Die Bauteile, die in dieser Schaltung verwendet werden, sind zu moderaten Kosten leicht erhältlich. Das Löten des Mikrocontrollers in seinem 64-poligen-LQFP-Gehäuse mit einem Rastermaß von 0,5 mm dürfte die Fähigkeiten der meisten Hobby-Elektroniker überschreiten. Rat und Hilfe bieten die Lektüre des Elektor-Buchs *LabWorX 2: Mastering Surface Mount Technology* [1] und ein Stück feine Entlötlitze, die unvermeidliche Lötbrücken zwischen den Pins entfernt.

Die Platine in **Bild 4** wurde einem Hammond-Gehäuse angemessen. Schalter und LEDs werden auf der Unterseite der Platine (siehe **Bild 5**) montiert, was einige Bohrungen im Gehäuse erforderlich macht. Alternativ können Sie alle Komponenten bequemerweise auf der Oberseite der Platine montieren und das Gehäuse schlichtweg weglassen.

Programmierung und Test

Es gibt zwei Möglichkeiten, das Gerät zu programmieren. Die übliche Weise für ARM-Prozessoren ist die JTAG-Schnittstelle K4 und ein geeigneter USB-JTAG-Adapter (zum Beispiel J-Link-ARM).

Wenn mit einer geeigneten Entwicklungsumgebung verwendet, liefert diese Methode eine ausgezeichnete Source-Level-Debug-Funktion. Dies ist allerdings nicht gerade billig.

Eine preiswerte Alternative ist das spezielle Software-Tool von Atmel mit dem Namen SAM-BA (SAM Boot Assistant) zur Programmierung der Firmware über USB. Dieses Programm steht (in Versionen für Windows und Linux) kostenlos zum Download auf der Atmel-Website zur Verfügung. Wir haben nur V2.12 für Windows verwendet. Der Mikrocontroller verfügt über einen Bootloader, der aktiviert wird, indem man PA0, PA1, PA2 und TST beim Einschalten auf High legt und etwa zehn Sekunden wartet. Dann schalten Sie die Versorgungsspannung ab, lassen die Anschlüsse wieder „los“ und schalten ein. Danach können Sie SAM-BA auf dem PC starten und die Firmware in den Flash-Speicher des Mikrocontrollers übertragen.

Auf der Platine sind diese vier Pins des Controllers herausgeführt. TST ist direkt über einen Null-Ohm-Widerstand R20 mit VDD verbun-



Bild 6.
Programmieren mit SAM-BA ist sehr einfach.

den, die drei Portpins sind direkt neben dem AT91SAM7S zugänglich und können über Drahtbrücken mit VDD verbunden werden. Das ganze Modul kann durch Kurzschließen von R19 über den USB mit Strom versorgt werden, so dass kein externes Netzteil während der Programmierung erforderlich ist.

Schließen Sie ein USB-Kabel an K3 und einen freien Port am Computer an. Windows wird nun anmerken, dass das USB-Gerät nicht erkannt wird. Darüber lassen Sie sich aber erst einmal keine grauen Haare wachsen. Warten Sie etwa 10 Sekunden (oder ein paar mehr) und ziehen

Diagnostik

Die Software überträgt die Diagnosewerte über die serielle Verbindung K5 mit 38.400 Baud. Hier ein Beispiel:

ETHERLEAN v0.34

```
00:0B:75:01:02:03->FF:FF:FF:FF:FF:FF IP len 278 0.0.0.0->255.255.255.255 DHCP
00:24:FE:C8:9B:75->00:0B:75:01:02:03 IP len 576 10.1.1.100->10.1.1.221 DHCP
00:0B:75:01:02:03->FF:FF:FF:FF:FF:FF IP len 278 10.1.1.221->255.255.255.255 DHCP
00:24:FE:C8:9B:75->00:0B:75:01:02:03 IP len 576 10.1.1.100->10.1.1.221 DHCP
DHCP ACK: my IP 10.1.1.221 router 10.1.1.100 DNS 10.1.1.100

00:0B:75:01:02:03->FF:FF:FF:FF:FF:FF ARP REQ 10.1.1.221->10.1.1.100
00:24:FE:C8:9B:75->00:0B:75:01:02:03 ARP RSP 10.1.1.100->10.1.1.221

00:0B:75:01:02:03->00:24:FE:C8:9B:75 IP len 61 10.1.1.221->10.1.1.100 DNS
00:24:FE:C8:9B:75->00:0B:75:01:02:03 IP len 157 10.1.1.100->10.1.1.221 DNS
DNS: www.elektor.com 92.52.84.11
```

Die DHCP-Transaktionen zeigen die Anforderung zur Zuweisung einer IP-Adresse, die mit 10.1.1.221 vom Server gegeben wird, ebenso die Adresse zur Kontaktierung des Internets (über einen Router an 10.1.1.100) und zur Auflösung von Hostnamen (über einen DNS-Server bei 10.1.1.100). Das Gerät verwendet das Address Resolution Protocol (ARP), um eine Hardware-Adresse 10.1.1.100 zu finden und wählt dann durch eine DNS-Anfrage die Adresse der bekannten Web-Site www.elektor.com. Der DNS-Server gibt die Antwort 92.52.84.11 und zeigt damit, dass alles mit Ethernet, DHCP und DNS in Ordnung ist, die häufigsten Fehler bei einem Netzwerk-Ausfall.

Es ist interessant, die Protokoll-Transfers mit einer

Monitor-Software auf einem PC zu beobachten. Ein gutes Monitor-Programm ist das kostenlose Wireshark, das den Netzwerkverkehr erstaunlich detailliert darstellen kann. Moderne Ethernet-Hubs (Switches) verschicken allerdings die Netzwerkdaten intelligent über ihre Ports und sehen keinen Grund, den gesamten Datenverkehr zu einem beobachtenden PC zu senden. Es gibt zwei Lösungen für dieses Problem, entweder einen teuren „Managed“-Schalter, der so konfiguriert ist, dass der gesamte Datenverkehr über einen bestimmten Anschluss geleitet wird, oder man verwendet einen alten, völlig unintelligenten Ethernet-Hub, der den gesamten Datenverkehr auf alle Ports kopiert.

Sie das USB-Kabel heraus. Entfernen Sie die Verbindungen der drei Port-Anschlüsse und TST. R19 bleibt bis nachher kurzgeschlossen. Schließen Sie nun das USB-Kabel wieder an, nun sollte Windows das Gerät als „AT91 USB to serial converter“ erkennen und die entsprechenden Treiber installieren. Wenn Sie SAM-BA starten, wählen Sie den richtigen Mikrocontroller, in diesem Fall „AT91SAM7S256-ek“ (**Bild 6**). Klicken Sie auf „connect“, um die Kommunikation mit dem Netzwerk-Tester zu starten. Dann wählen Sie die Binär-Datei für den Mikrocontroller und klicken auf „program“. Die Firmware wird in den Flash-Speicher des ARM-Prozessors geladen. Jetzt muss der Prozessor zurückgesetzt werden, entweder durch Aus- und Einschalten oder durch Drücken der Reset-Taste S1. D1 sollte im 2...3-s-Takt blinken und damit die Funktion des Controllers signalisieren.

Schön wäre es, die Diagnoseinformationen über den USB zu übertragen, aber der Code ist auch so schon recht komplex. Die Verbindung von USB-Treiber zum Ethernet-Code ist eine zu große Herausforderung für den Autor. Stattdessen überträgt die Software die knappen, aber sehr informativen Nachrichten über die serielle Verbindung K5 mit 38.400 Baud (siehe Kasten Diagnostik).

Software

Netzwerk-Software ist mehrschichtig. Bei der Übertragung durchlaufen die Daten nach unten durch mehrere Schichten und jede dieser Schicht fügt eine Kapselung mit Kopf- und/oder Trailer-Daten hinzu, bis alles über das Netzwerk gesendet wird. Bei der Ankunft am Ziel werden die Daten „entkapselt“, die Daten reisen wieder durch die Schichten, bis sie an der Spitze in ihrer ursprünglichen Form auftauchen. Dies wirft die Frage auf: Warum all diese Schichten, warum sendet man die Daten nicht, wie sie sind? Nun, erstens, wenn Sie über das Internet kommunizieren, müssen Sie auch nach den Regeln spielen, die die Familie der TCP/IP-Protokollen vorschreibt. Und zweitens hat jede Schicht eine bestimmte Funktion, zum Beispiel:

- Ethernet ist ein Low-Level-Verkehr mit 6-Byte-Hardware-Adressen (MAC)
- IP bietet logische 4-Byte-Adressen, die den MAC-Adressen zugeordnet sind
- ARP stellt einen Mechanismus zum Übersetzen der MAC- in IP-Adressen dar
- ICMP erlaubt Senden und Empfangen von

Low-Level-Diagnosemeldungen (Pings)

- DHCP gestattet dem Computer, eine Netzwerk-Identität mit nur einer MAC-Adresse zu schaffen
- DNS stellt eine Methode zur Umrechnung des Domain-Namens in eine IP-Adresse dar.

Durch die Verwendung der TCP/IP-Protokolle können zwei Computer an gegenüberliegenden Seiten der Erde so leicht miteinander kommunizieren, als wären sie mit dem gleichen Netzwerk-Hub verbunden. So etwas ist aber nur auf Kosten beträchtlicher Komplexität zu erhalten. Es gibt viele Bücher über TCP (einschließlich des mittlerweile vergriffenen „TCP/IP Lean...“ des Autors), weniger gut dokumentiert ist das Verfahren zum Erzeugen und Decodieren von Ethernet-Frames. Einen Überblick finden Sie im Kasten „Ethernet“. Trotz der Einfachheit des Testers brauchen wir eine erhebliche Menge von Software für das Handling der Low-Level-Ethernet-Schnittstelle, die übergeordneten TCP/IP-Funktionen und die Benutzerschnittstelle (Taste und LEDs). Es gibt kein Betriebssystem, keinen Echtzeit-Kernel Third-Party-TCP/IP-Stack, die ganze Software ist „handgeschrieben“ oder vom „TCP/IP Lean“-Code des Autors abgeleitet. Die Software, die kostenlos auf [2] zur Verfügung steht, ist in C geschrieben und verwendet die Entwicklungsumgebung IAR EWARM. Der Code ist so klein, dass die kostenlose „Kickstart“-Version verwendet werden kann; wenn es die Zeit erlaubt, möchte der Autor den Quellcode noch für die GNU-Toolchain anpassen. Die Software wird unter einer Open-Source-Lizenz veröffentlicht.

(120052)

Webinks

[1] www.elektor.com/labworx

[2] www.elektor-magazine.de/120052

Über den Autor

Jeremy Bentham ist ein Embedded-System-Entwickler, der professionell Hardware, Software und Platinenlayouts erstellt. Er schrieb das Buch „TCP/IP Lean; Web Servers for Embedded Systems“, ein sehr beliebtes Buch, das sogar ins Chinesische übersetzt wurde. Heute liegt der Schwerpunkt seiner Arbeit in der Hard- und Softwareberatung.

**GLAUBST DU
DASS VOICE-ÜBER IP
ANWENDUNGEN
SCHWIERIG SIND?**



MIT SOLUTIONS
EBEN WIR KÖNNEN
DAS MACHEN



ISLOA11E/SE

Beschallungssystem über IP
basierten schmalbandigen

ISLOA12E/SE

Beschallungssystem über IP
basierten Breitband

ISLOA15E/SE

IP Wechselsprechanlage
P2P für Schmal- und
Breitbandtelekommunikation

Transparent und sicher
verfügbare Lösungen

www.solutions.com



WIZnet.eu
Hardwired TCP/IP – Chips & Module

embedded world
Exhibition & Conference
... it's a smarter world



NEW

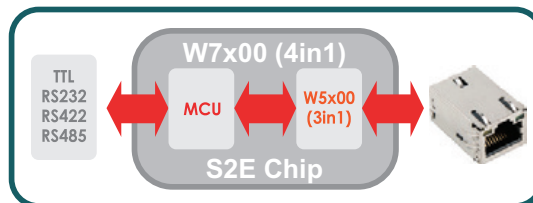
IOcP4IoT

Internet Offload co-Processor
für das Internet-der-Dinge



Serial-zu-Ethernet (S2E)
Chips & Module

W7100A-S2E
100pin / 64pin



WIZ1xxSR (S2E Module)

WIZnet Europe GmbH

Ludwig-Erhard-Str.30-34 / 65760 Eschborn

www.wiznet.eu +49-6196-9540-270 info@wiznet.eu

TECHNIK + SERVICE = CONRAD

✓ EINZIGARTIGES PRODUKTPORTFOLIO

- ✓ +400.000 Produkte aus den unterschiedlichsten Sortimenten
- ✓ Exklusive Eigenmarken

✓ ZUVERLÄSSIGER KUNDENSERVICE

- ✓ Preisgekrönte Logistik: 24 Stunden Standardlieferung
- ✓ Kostenloser Kundenservice: 24/7 B2B Hotline, TechSupport, Außendienst, Sonderbeschaffung, Angebotsservice

✓ SERVICES ZUR EFFIZIENZSTEIGERUNG

- ✓ Schnelle PCB Services: PCB Produktion & Bestückung, SMD-Schablonen Produktion, KOSTENLOSE CAD-Software Target3001!
- ✓ Leistungsstarke Produkt-Services
- ✓ Individuelle eProcurement-Lösungen

TARGET
3001!

www.conrad.biz

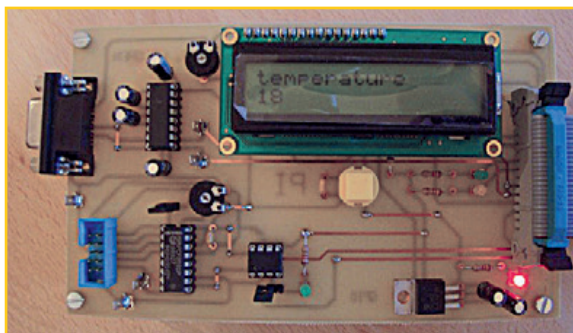
CONRAD
Business Supplies

Auf der RPi-Welle



Von **Clemens Valens**
(Elektor-Labor)

Der Raspberry Pi (RPi) könnte sich einmal als Wendepunkt der Elektronik-Geschichte erweisen. Das RPi-Team hat gezeigt, dass es für „normale“ Ingenieure möglich ist, Systeme zu entwickeln, die mit Produkten großer Unternehmen konkurrieren können. Aufgrund des attraktiven Preises und seiner beeindruckenden Fähigkeiten wurden über eine Million RPis in einem Jahr verkauft. Es ist kein Wunder, dass auch auf Elektor.Labs viele RPi-basierte Projekte auftauchen.

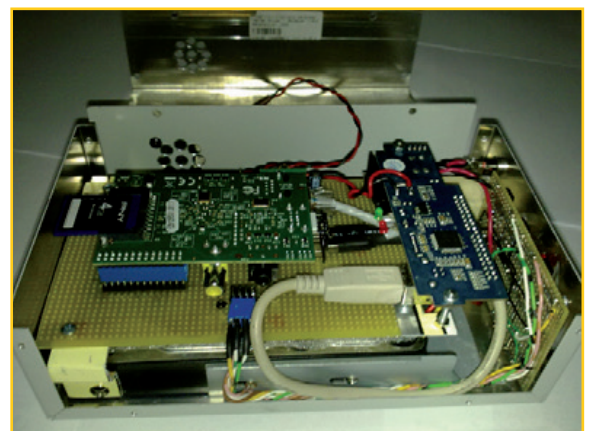


Zu Beginn

OP ale, Elektor-Lesern durch sein ausgezeichnetes Wetterballon-Projekt in Elektor.Post #17 (siehe unten) bekannt, stellt eine Add-on-Karte für den RPi vor. Aber da dieser OP im richtigen Leben Lehrer ist, schrieb er auch drei detaillierte „RPi How-To“-Artikel voller kommentierter Screenshots und Fotografien. Auch wenn sie in Französisch geschrieben sind, sollten Sie sich das mal ansehen! Und wenn Sie wirklich nicht verstehen, wovon der OP spricht, kontaktieren Sie ihn über seine Projekt-Website. Er (oder möglicherweise jemand anderes) wird sich freuen, Ihnen zu helfen.
www.elektor-labs.com/node/3084

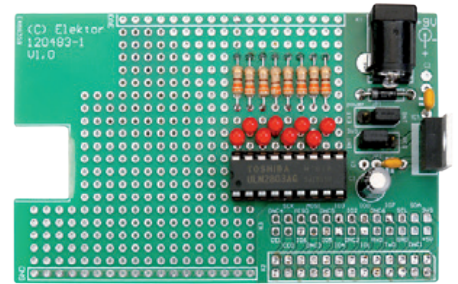
Niemals wieder Datenverlust

Nach Murphys Gesetz gibt es zwei Arten von Computer-Nutzern: diejenigen, die Daten verloren haben und diejenigen, die Daten verlieren werden. Um dieses eherne Gesetz zu durchbrechen, hat OP **Antoni** ein Network Attached Storage (NAS) geschaffen in Form einer 2 Terabyte großen USB-Festplatte und eines Raspberry Pi, der die Festplatte mit dem Heim-Ethernet verbindet. Eine USB-Festplatte samt RPi ist viel billiger als eine mit Ethernet-Anschluss, und deshalb ist dies eine kostengünstige Erlösung aller Sorgen um die Datensicherheit. Der OP gibt detaillierte Anweisungen zum Konfigurieren und Einrichten des Systems. Jetzt haben Sie keine Entschuldigung mehr, wenn bei Ihnen wichtige Daten verschwinden!
www.elektor-labs.com/node/2892

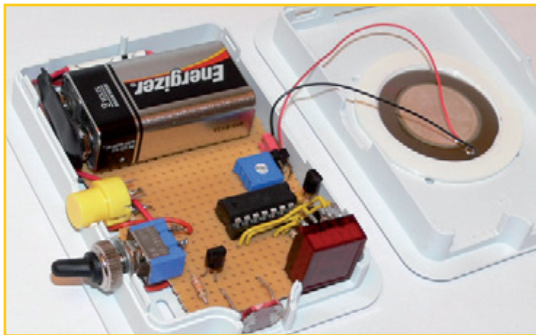


Prototyping-Board

Dieses RPi-Prototyping-Board bietet eine kräftigere 3,3-V-Gleichstromversorgung als der On-Board-Regler des RPi. Jetzt stehen bis zu 800 mA für Ihre Experimente zur Verfügung. Darüber hinaus bietet das Prototyping-Board einen einfacheren Zugriff auf die Signale des RPi-Expansion-Anschlusses. Ein spezieller Verbinder greift die RPi-Signale ab, so dass Sie sie leicht in Ihren eigenen Schaltungen nutzen können. Dieses Projekt wurde in der März-Ausgabe 2013 von Elektor veröffentlicht; die Platine ist im Elektor-Store erhältlich. www.elektor-labs.com/node/2703



www.elektor-labs.com



Wachhund für den Kühlschrank

Kurz nachdem der RPi vorgestellt wurde, warfen Unternehmen Unmengen von RPi-Gehäusen auf den Markt, vor allem für diejenigen, die RPi nur als Media-Center verwenden wollen. Diese Gehäuse sind ziemlich billig und einige sogar schön anzusehen. Das brachte OP **joergt** auf die Idee, sie für seine 8-bit-AVR-Projekte zu verwenden. Dieses Beispiel zeigt ein gut aussehendes Kühlschrank-Überwachungssystem in einem RPi-Gehäuse. Nun, das ist es, was ich Out-of-the-box-Denken nennen würde!

www.elektor-labs.com/node/3596

Fünf coole Projekte

Universal Display Extension

www.elektor-labs.com/node/3602

LP Gas Fuel Injection for Single Cylinder Engines

www.elektor-labs.com/node/3585

MOS6581-based Chiptunes Player

www.elektor-labs.com/node/3575

Embedded Chip-8 Video Game System

www.elektor-labs.com/node/3555

Using Your Hand as a Mouse

www.elektor-labs.com/node/3489



elektor  post

Mehr in .POST

Wenn Sie Interesse an RaspberryPi-Projekten haben und Elektor-Mitglied sind, haben Sie Zugriff auf sechs weitere RPi-Artikel. Hyperlinks auf diese Artikel wurden an jedes Mitglied geschickt, das unseren wöchentlichen Newsletter Elektor.POST erhält. Wenn Sie den Newsletter verpasst haben, finden Sie die Artikel im Archiv auf der Website Elektor-magazine.com. Als Elektor-Mitglied haben Sie Zugang zu dieser Website und können diese Artikel herunterladen. Ihre Anmeldedaten für Elektor-magazine.com sind die gleichen wie für Elektor.Labs. Wussten Sie, dass in den letzten Monaten mit unserem Newsletter Elektor.POST rund zwanzig zusätzliche Projekte für unsere Mitglieder ausgesendet wurden? Sie haben sie nicht empfangen oder versehentlich gelöscht? Macht nichts, sie sind alle auf unserer Website www.elektor-magazine.de/post verfügbar.

Melden Sie sich auf www.elektor.de bei Elektor.POST an, dann verpassen Sie nie wieder ein kostenloses Projekt!



DesignSpark Tipps & Tricks Nach dem Layout

Von **Neil Gruending**
(Kanada)

Mit DesignSpark lassen sich online Preise sowohl für die Bauteile als auch für die Platine selbst abfragen. Auf diese Weise kann man bequem eruieren, wie viel das eigene Projekt kosten würde. Diese Tools sparen Zeit und mühseliges Puzzeln.

Edit details	☒ Ignore row	☐ Accept	☐ Accept
4	Requested		
Man Part No.	NPN MMBT3904	MMBT3904LT1G	MMBT3904LT1G
Manufacturer		ON Semiconductor	ON Semiconductor
RS Stock No.		545-0343	545-0343P
Unit Quantity	2	50	50
RoHS		☒ RoHS	☒ RoHS
View full product details			

Bild 1.
Übereinstimmungen der generischen Bezeichnung „NPN MMBT3904“ mit den Artikelnummern von RS Components.

In der letzten Folge wurde gezeigt, wie man eine BOM (**B**ill **O**f **M**aterials = Stückliste) erstellt. Mit der generierten Tabelle kann man in Handarbeit die für das Projekt benötigten Bauteile bestellen. Manche Lieferanten bieten den Service eine BOM-Datei hochzuladen, um die Bestellung auf einen Rutsch zu erledigen. DesignSpark vereinfacht selbst diesen Schritt noch und kann sich automatisch mit dem Distributor RS Components verbinden. Das funktioniert zwar noch nicht weltweit, doch ist dies in Arbeit. Für diesen Artikel habe ich mich als wohnhaft im United Kingdom (Settings -> Preferences-Menü) eingeloggt, da es von Kanada aus noch nicht funktionierte.

Bauteilbestellung

Ich war gespannt, was passiert, als ich auf „BOM Quote“ klickte, da die Bauteile des Projekts keine RS-Artikelnummern aufwiesen. Nach dem Klick startet DesignSpark den BOM-Report mit den schon bekannten Feldern: Reference Designa-

Bild 2.
Die Artikelnummern von RS Components für 0805-SMD-Widerstände mit 3,6 kΩ und 3,9 kΩ.

Edit details	☒ Ignore row	☐ Accept	☐ Accept
2	Requested		
Man Part No.	0805 100 5%	RS-0805-3k6-5%-0.125W	RS-0805-3k9-5%-0.125W
Manufacturer		Viking Tech Corpor...	Viking Tech Corpor...
RS Stock No.		713-6982	713-6985
Unit Quantity	1	1	1
RoHS		☒ RoHS	☒ RoHS
Description	Resistor	0805 Resistor, 0.1...	0805 Resistor, 0.1...
Price		£8.63	£8.63
Units		1 Reel of 5000	1 Reel of 5000
Goods Price		£8.63	£8.63
Availability		In stock for next w...	In stock for next w...

tor, Quantity, Component Name, Component Value, Package Name, Manufacturer, Manufacturer Part Number, RS Part Number und Component Description. Man beachte, dass es sich bei Package Name um ein Feld im Schaltplan-Symbol handelt und nicht um den Namen des Bauteil-Layouts. Als Nächstes loggt sich DesignSpark mit der eigenen ModelSource ID in die RS-Webseite ein, damit die BOM hochgeladen werden kann. Die Webseite versucht die Felder in der BOM mit den bei RS verfügbaren Bauteilen abzugleichen. Ohne RS-Artikelnummer in der BOM werden die passendsten Bauteile vorgeschlagen.

Bild 1 zeigt die Vorschläge für den Transistor MMBT3904. Die Webseite nutzt also die Bauteilbezeichnung „NPN MMBT3904“ als Suchbegriff und schlägt zwei passende Treffer vor. Wenn man auf „View full product details“ klickt, expandiert die Tabelle und zeigt weitere Details wie z.B. die Preise an. Hier wurde der erste Vorschlag akzeptiert, da die Bauteilbezeichnung stimmt.

Bild 2 zeigt ein weiteres Beispiel. Hier wurde nichts Passendes gefunden, was zu einer Reihe von Optionen führt, um ein passendes Bauteil zu finden. Wenn man bei RS registriert ist, kann man auf „Edit details“ klicken, um die Bauteilbezeichnung zu überarbeiten. Das muss man aber jedes Mal machen, wenn man eine BOM hochlädt, die dieses Bauteil enthält. Eleganter ist es, die Bauteil-Infos direkt in den Libraries von DesignSpark zu editieren.

Die Manufacturer Part Number „0805 100 5%“, die von der Webseite gesucht wurde, entspricht ja der Bauteilbezeichnung für R3 – die folglich geändert werden sollte. Hierzu startet man den Library Manager und klickt sich zum Bauteil „100R“ der Widerstands-Library durch. Mit der Schaltfläche

„Rename“ ändert man den Eintrag in „0805 100r 5%“. Anschließend liest man in DesignSpark die Parameter für R3 neu von der Library ein. Normalerweise nutzt man hierzu den Befehl „Update Components -> All Components“ im Tools-Menü oder einen Rechtsklick auf R3 und anschließender Auswahl von „Update Components“. Doch da der Bauteilname geändert wurde, muss man zuvor R3 durch das geänderte Bauteil ersetzen. Hierzu geht man in die „Component Properties“ und klickt auf „Change“ (siehe **Bild 3**).

Jetzt öffnet sich das Fenster „Change Components“, womit man den geänderten Widerstand aus der Library auswählen kann. Wenn man jetzt nochmal auf „BOM Quote“ klickt, erkennt die RS-Webseite den korrigierten Widerstand „100r“. Einige Bauteile wie die LED sind nur schwer rein aufgrund der Bauteilbezeichnung zu finden. Hier kann man den richtigen Wert in das Feld „RS Part Number“ eintragen. Dann braucht das Bauteil nur ein Update und man muss es nicht gänzlich austauschen. Nachdem diese Anpassungen erledigt sind, kann man die Bauteile in den Warenkorb übernehmen und schauen, wie hoch die Gesamtkosten aller Bauteile sind. Jetzt könnte man direkt bestellen.

Platine - Preisanfrage

Für das Projekt wurde ja eine Platine erstellt. Mit DesignSpark kann man hierfür eine Preisabfrage durchführen. Dabei überprüft DesignSpark via DRC (**Design Rule Check**), dass die Platine auch hergestellt werden kann. Bei mir gab es Probleme mit dem verwendeten Browser Chrome, sodass ich auf den Internet Explorer ausweichen musste. Wenn man für die Platine des Beispiel-Projekts einen Preis erfragen will, gibt es ein Problem. Die Platine misst nämlich 20 x 20 mm - das minimale Format für DesignSpark liegt bei 30 x 30 mm. Selbst wenn man den Fehler ignoriert, wird die angefragte Webseite Probleme machen. Man muss die Platine vervielfältigen, damit die Größenanforderungen erfüllt werden.

Das „Panelizing“ einer Platine erzeugt mehrfache Kopien der Platine auf einer zu fertigenden Gesamtplatine. Ähnlich werden die für die Produktion geeigneten großen Panels beim Hersteller erstellt. Anschließend müssen die kleinen Platinen aus dem Panel gesägt oder gefräst werden. Beim Beispiel-Projekt genügt eine Vervielfachung, so dass sich bei einem Abstand der

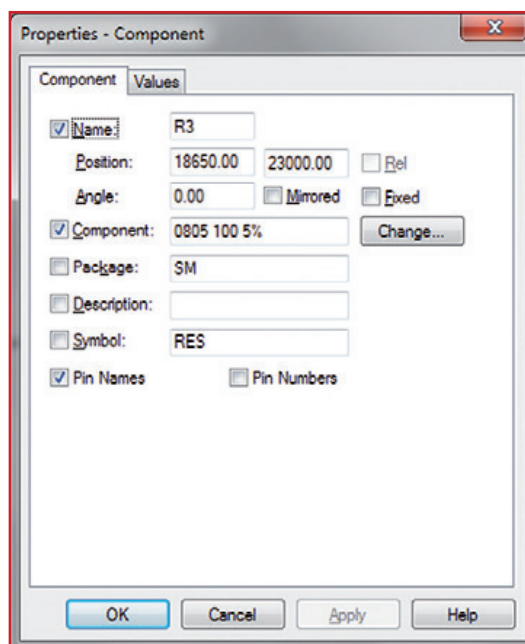


Bild 3.
Das Fenster zur Umbenennung von Bauteilen.

Teilplatinen von 3 mm zum Aussägen quadratische 43 x 43 mm ergeben.

DesignSpark kann das Panelizing automatisch vornehmen, doch man kann es auch manuell erledigen, indem man die Platine auswählt und per Copy & Paste vervielfacht. Man muss dann aber aufpassen, dass man die Leiterbahnen für +5 V und GND nicht verbindet, wenn DesignSpark danach fragt. Unglücklicherweise inkrementiert DesignSpark aber alle Bauteilnummern, damit es keine Konflikte gibt. Dies könnte man manuell korrigieren, doch das ist nicht so einfach, da DesignSpark erwartet, dass alle Bauteile einzigartige Reference Designators aufweisen. Eine Methode wäre die Vergabe eines Suffix für jede Sub-Platine: R1 könnte jeweils in R1A, R1B, R1C und R1D umbenannt werden.

DesignSpark kann jetzt den Preis für die Gesamtplatine abfragen, doch muss man zuvor in Erfahrung bringen, ob der Hersteller auch solche panelisierte Platinen akzeptiert (natürlich kann man aber auch selbst sägen).

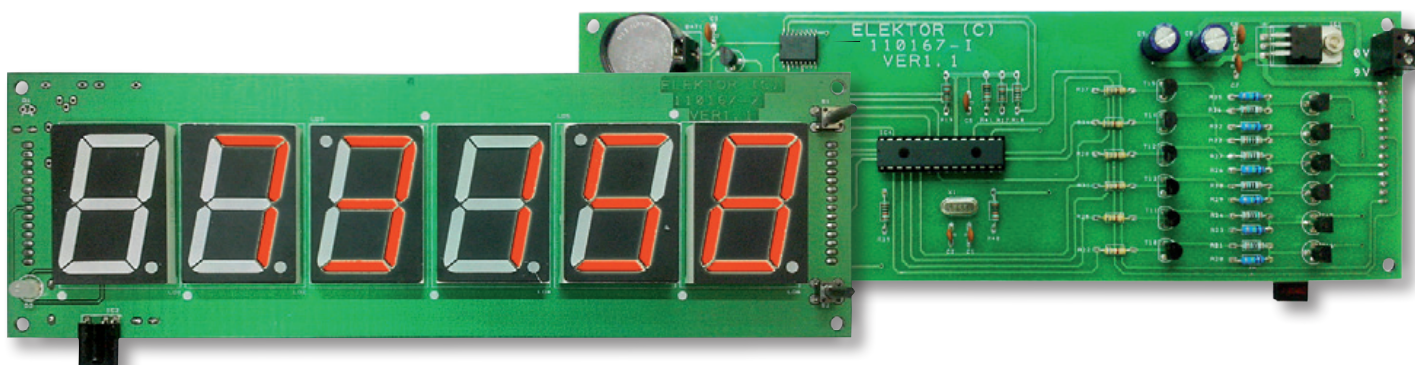
Fazit

In dieser Folge wurde gezeigt, wie man mit Hilfe von DesignSpark die Kosten für Bauteile und Platine abschätzt. In der nächsten Folge demonstrieren wir, wie man mit DesignSpark ein dreidimensionales Bild der (bestückten) Platine rendert.

(130247)

Genaue Digitalwanduhr

Maximale Abweichung: 0,000202943 %



Von **Niras C.V.** (Indien)

Das zentrale Bauelement dieses Projekts kommt von Maxim: Das IC DS3231 wird vom Hersteller als „extrem genaue I²C-RTC (**R**eal **T**ime **C**lock) mit integriertem temperaturkompensiertem Quarzoszillator und Quarz“ angepriesen. Laut Maxim führt die Integration von Oszillator samt Quarz zu einer erhöhten Langzeitstabilität. Garantiert wird ein Fehler von weniger als 64 s pro Jahr im Temperaturbereich von 0...40 °C. Der Chip hat auch einen Batterieanschluss, wodurch die Uhr bei Stromausfall weiterlaufen kann.

Schaltung

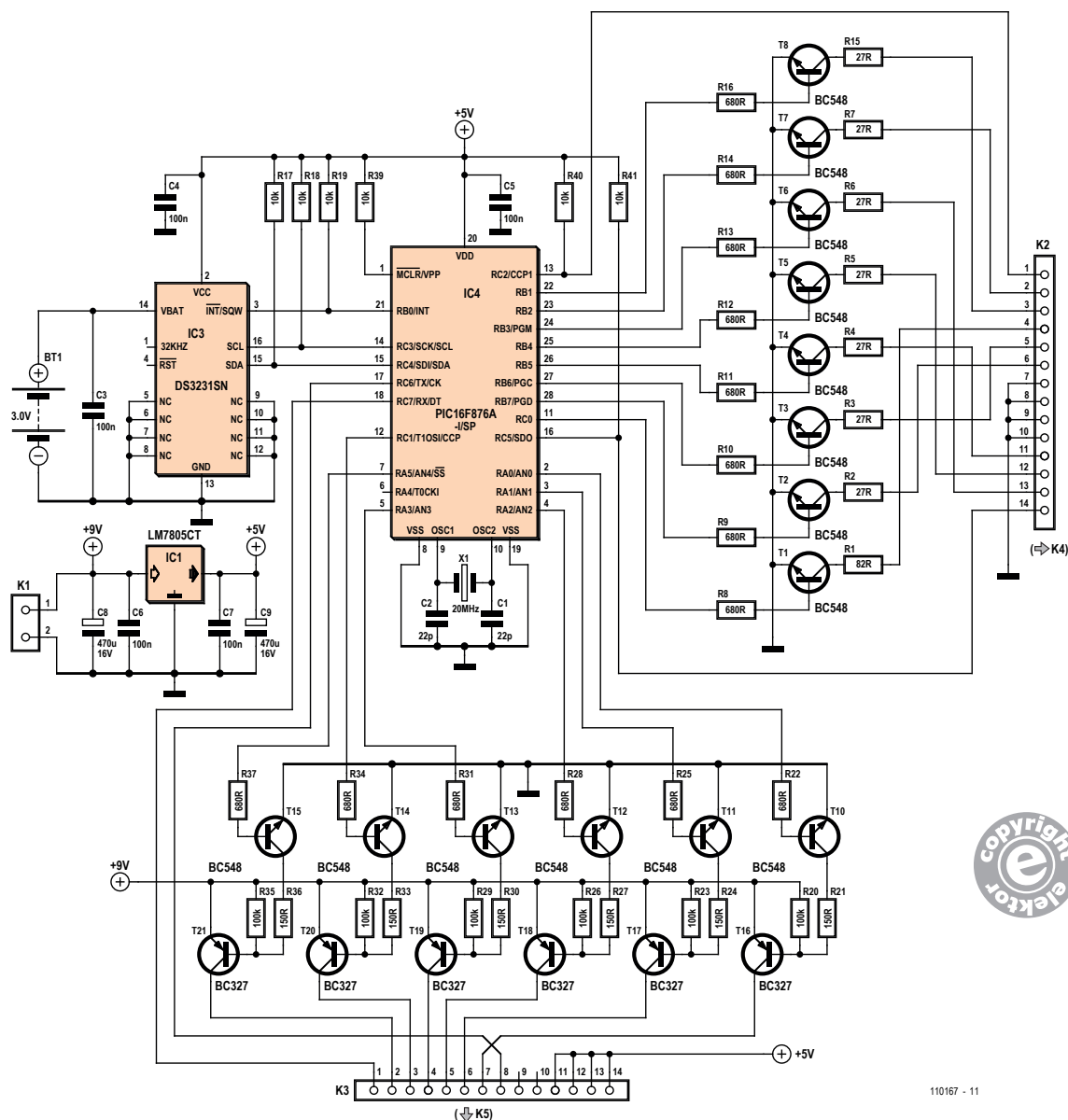
So genau ein DS3231 auch sein mag: Ohne zusätzliche Bauteile kann das IC nichts. Wie in **Bild 1** zu sehen, sind mit IC4 noch ein Mikrocontroller des Typs PIC16F876A und einige Sie-

bensegment-LED-Displays (dazu später mehr) vorgesehen. Dank I²C-Port des Mikrocontrollers ist der Anschluss der RTC (IC3) sehr einfach. Für den Takt des Mikrocontrollers ist ein 20-MHz-Quarz zuständig. C1 und C2 sind die beiden Ballast-Cs für X1. IC4 muss für diesen Oszillatortyp noch die passenden Werte in seine „config settings“ geschrieben bekommen.

Mit den PIC-Ausgängen RA0..RA3, RA5 und RC1 werden über die Treibertransistoren T10...T21 die einzelnen Displays und damit die Ziffern der Anzeige selektiert. Die Kombination eines NPN-mit einem PNP-Transistor pro Ziffer hat nicht nur eine Stromverstärkung, sondern auch eine Pegelwandlung zur Folge, womit die gemeinsamen Anoden der sechs Displays jeweils individuell an eine Spannung von 9 V gelegt werden können. Der Mikrocontroller und die RTC werden mit den vom Spannungsregler IC1 stabilisierten 5 V

Eigenschaften

- Mikrocontroller PIC16F876A
- Präzisions-RTC DS3231SN von Maxim
- LED-Display mit 38 mm hohen Ziffern
- Maximale Abweichung von 64 Sekunden/Jahr
- Optionale IR-Fernsteuerung
- Betrieb an unstabilisierten 9V @ 500 mA
- Freier C-Source-Code
- Layout-Dateien im Format von DesignSpark



110167 - 11

betrieben. Für die Anzeige genügen unstabilisierte 9 V. Die höhere Betriebsspannung erlaubt den Einsatz größerer Display-Typen. Geeignet sind Ausführungen mit in Serie geschalteten LEDs und einem Spannungsabfall von bis zu 6,8 V pro Segment. Die PIC-Ausgänge RB1...RB7 und RC0 steuern über die Treiber-Transistoren T1...T8 die acht LED-Segmente aller Displays gemeinsam an. Für eine ausreichende Helligkeit der Anzeige ist ein Steckernetzteil mit einer unstabilisierten Gleichspannung von 9 V bei einer Belastbarkeit von 500 mA völlig ausreichend. Hinzu kommt noch die Stützbatterie BT1 des Typs CR2030 für

die RTC. Beim Prototypen betrug die Stromaufnahme 320 mA.

Für eine Uhr mit umschaltbarer 24/12-Anzeige werden sechs Siebensegment-LED-Displays und zwei Taster benötigt. Der Anzeige- und Bedienteil der Schaltung ist **Bild 2** zu sehen. Dank der hellroten Displays mit einer Höhe von 1,5'' (38 mm) kann man die Zeit auch noch aus größeren Distanzen gut ablesen. Die Displays werden mit 1 kHz gemultiplext. Der mittlere Strom reicht dennoch für eine helle Anzeige aus. Die individuellen Segmente „a“ bis „g“ und die Dezimalpunkte „dp“ der Displays LD2..LD5 sind miteinander verbunden

Bild 1.
Schaltung der eigentlichen Uhr ohne Anzeige. Über K3 werden die gemeinsamen Anoden der Displays angesteuert und über K2 die Segmente.

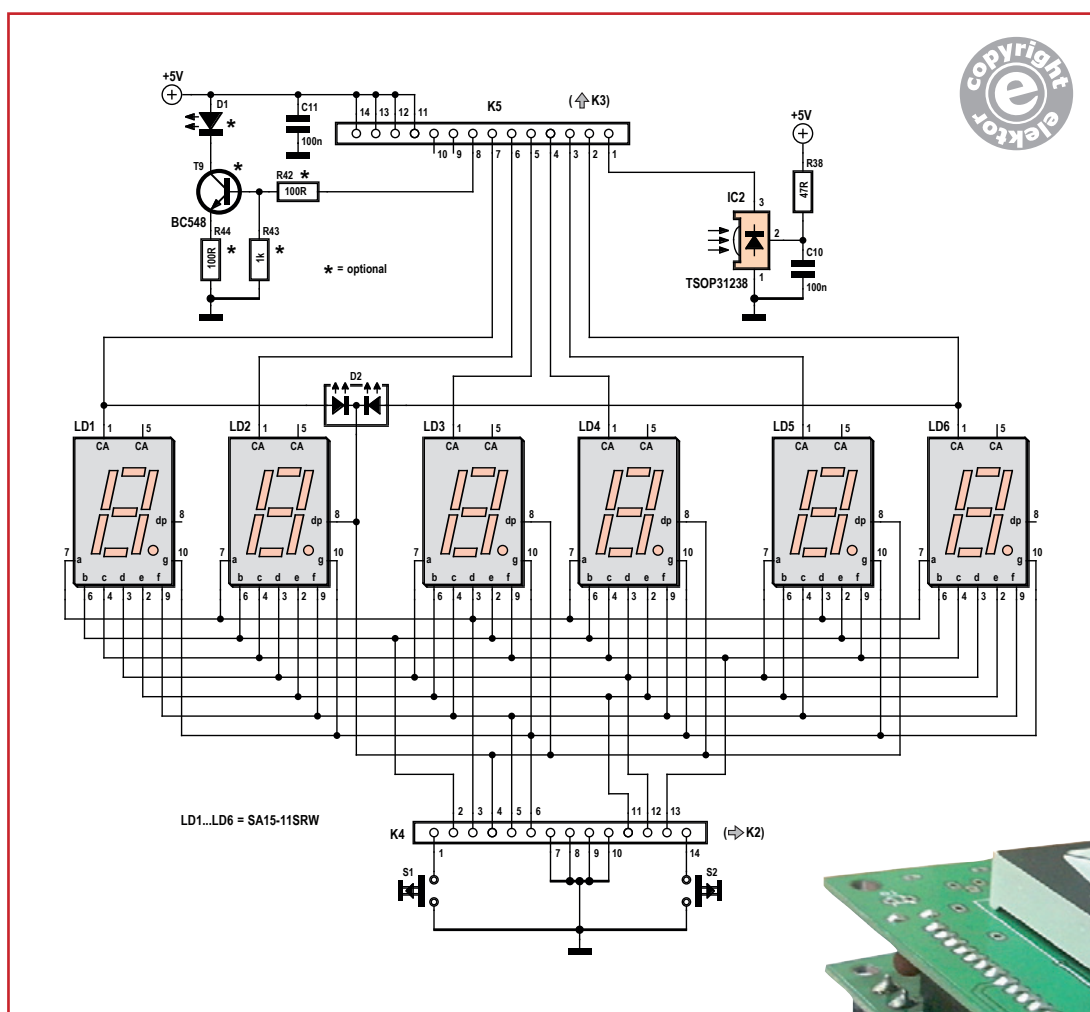


Bild 2.
Schaltung des Display/
Bedienteils. LD3 und LD5
werden verkehrt herum
bestückt, was bei Platine
und Software berücksichtigt
wurde. Hierdurch
entstehen die trennenden
Doppelpunkte zwischen
Stunden:Minuten: Sekunden.

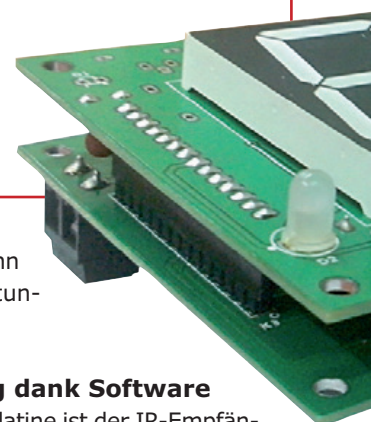
und an K4 gelegt. LD3 und LD5 werden übrigens verkehrt herum bestückt, damit sie die Anzeige von schrägen Doppelpunkten „:“ erlauben, die als Trennzeichen zwischen Stunden, Minuten und Sekunden (*hh:mm:ss*) dienen. Die Leiterbahnen der Platine sind dafür ausgelegt; man muss beim Bestücken also genau auf die Position des Dezimalpunkts achten. Die Displays werden über ihre CA-Anschlüsse (**C**ommon **A**node) im Multiplexverfahren angesteuert. Alle sechs CA-Pins sind auf K5 gelegt, der mit K3 auf der eigentlichen Uhrenplatine verbunden wird. Die Taster S1 und S2 zur Bedienung der Uhr sind via K4 angeschlossen, der mit K2 der anderen Platine verbunden wird. Die Helligkeit der Anzeige kann vom Anwender über einen Wert eingestellt werden, der im Mikrocontroller gespeichert wird. Diese Funktion kann über das Flag „DisplayOn“ im Code aktiviert werden. Auf der Display-Platine ist auch noch die zweifarbige LED D2 zur Anzeige von AM (grün) oder PM

(rot) vorgesehen, wenn sich die Uhr im 12-Stunden-Modus befindet.

IR-Fernsteuerung dank Software

IC2 auf der Anzeige-Platine ist der IR-Empfänger TSOP31238, der 38-kHz-Signale im RC5-Format empfängt und dem Mikrocontroller zur Verfügung stellt. Die über den Treiber T9 angesteuerte LED D1 kann infrarote Signale senden. Der Code hierzu ist aber noch nicht implementiert. Wenn Sie diese Funktion nicht benötigen, können Sie D1, T9 sowie R42...R44 einfach weglassen. Im Laufe der Projektentwicklung wurden folgende Optimierungen vorgenommen:

Dank der Quarz-Frequenz von 20 MHz kann der PIC das RC5-Protokoll ohne Hänger abarbeiten. Das RC5-Protokoll wird in einer Interrupt-Routine verarbeitet. Der Mikrocontroller reagiert auf den Status von Pin RC7 und prüft das empfangene



Signal bezüglich RC5.

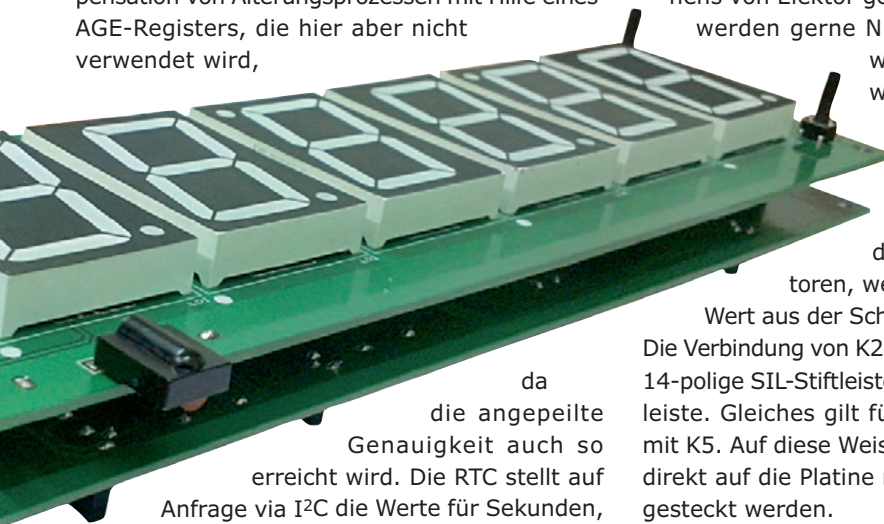
Bei der RC5-Verarbeitung werden Adressen und Befehle aus den Daten extrahiert.

Beim Empfang der Befehle 16 oder 17 (Adressen und andere Befehle werden ignoriert) wird eine Betätigung der Taster S1 bzw. S2 simuliert. Eine Watchdog-Funktion fängt mögliche Probleme ab.

Dank IR-Empfänger und zugehörigem Code kann die Uhr mit einer RC5-kompatiblen Fernbedienung bedient werden (vor Kindern geheim halten ;-)).

RTC – die eigentliche Uhr

Was der Chip DS3231 kann, wurde ja eingangs schon erwähnt. Die Temperaturkompensation des eingebauten 32-kHz-Quarzes erfolgt dadurch, dass der Temperatursensor des Chips ausgelesen wird und aufgrund der Messung ein Wert für die nötige Kapazität aus einer Tabelle entnommen und in die „Capacitance Selection Register“ geschrieben wird. Hinzu käme noch eine Kompensation von Alterungsprozessen mit Hilfe eines AGE-Registers, die hier aber nicht verwendet wird,



da die angepeilte Genauigkeit auch so erreicht wird. Die RTC stellt auf Anfrage via I²C die Werte für Sekunden, Minuten, Stunden, Tag, Monat und Jahr zur Verfügung. Das IC überwacht sogar die eigene Stromversorgung, um bei Spannungsausfall automatisch auf die „Notstromversorgung“ per Batterie umzuschalten. Beim ersten Einschalten initialisiert der Mikro-

controller die RTC durch das Schreiben von 0x00 in ihr Control-Register dahingehend, dass sie ein 1-Hz-Signal an Pin INT/SQW liefert. Dieses Signal gelangt an den externen Interrupt-Eingang (INT) des Mikrocontrollers, wodurch das INTF-Flag des PICs bei jeder abfallenden Signalfanke an RB0/INT gesetzt wird. Dadurch wird dann das Auslesen der Zeit-Register der RTC getriggert. Man kann diese Abfragen auch am im 1-Hz-Rythmus blinkenden Doppelpunkt erkennen.

Aufbau

Entsprechend der Aufteilung der Schaltungen in einen Teil mit der eigentlichen Elektronik und einen Anzeige-/Bedienteil sind auch zwei Platinen vorgesehen, deren Bestückungspläne in **Bild 3** zu sehen sind. Die Bestückung ist einfach, da nur „normale“ bedrahtete Bauteile eingesetzt werden. Trotzdem muss man aufmerksam sein. Auf zwei Fehler sei besonders hingewiesen, die mindestens 2^x_{yz} Leute im Laufe des 0x35-jährigen Bestehens von Elektor gemacht haben: Zum einen

werden gerne NPN- mit PNP-Transistoren wie BC548 und BC327 verwechselt, denn sie sehen ja ziemlich gleich aus. Zum anderen stecken gerne unpassende „Ersatztypen“ in den Löchern für die beiden 22-pF-Kondensatoren, weil eben der „nächstbeste“

Wert aus der Schublade gekramt wurde.

Die Verbindung von K2 mit K4 geschieht über eine 14-polige SIL-Stiftleiste plus passender Buchsenleiste. Gleiches gilt für die Verbindung von K3 mit K5. Auf diese Weise kann das Display-Board direkt auf die Platine mit RTC + Mikrocontroller gesteckt werden.

Betrieb

Die beiden Taster reichen für alle Funktionen aus. Drückt man S1 länger als eine Sekunde, gelangt man in den Modus für die Zeiteinstellung. Die Ziffern werden durch einen kurzen Druck auf

Anzeige

Fernstudium Roboter-Technik

Aus- und Weiterbildung zum Roboter-Experten für Industrie, Handel und Handwerk. Kostengünstiges und praxisgerechtes Studium ohne Vorkenntnisse. Beginn jederzeit. **Inklusive Roboterbausätze.**

**Teststudium
ohne Risiko!**

FERNSCHULE WEBER
Neerstedter Str. 8 - Abt.F03
26197 Großenkneten
Telefon 0 44 87 / 263



www.fernschule-weber.de



Stückliste

Bauteile für beide Platinen

Widerstände:

(5%, 0,25 W)

R1 = 82 Ω

R2..R7,R15 = 27 Ω

R8..R14,R16,R22,R25,R28,R31,R34,R37 = 680 Ω

R17,R18,R19,R39,R40,R41 = 10 k

R20,R23,R26,R29,R32,R35 = 100 k

R21,R24,R27,R30,R33,R36 = 150 Ω

R38 = 47 Ω

R42,R44 = 100 Ω (optional, siehe Text)

R43 = 1 k (optional, siehe Text)

Kondensatoren:

C1,C2 = 22 p, keramisch

C3..C7,C10,C11 = 100 n

C8,C9 = 470 μ /16 V, radial

Halbleiter:

D1 = IR-LED

D2 = LED, zweifarbig, z.B. Kingbright L-93WEGW

IC1 = LM7805CT

IC2 = TSOP31238 (Vishay)

IC3 = DS3231SN (Maxim)

IC4 = PIC16F876A-I/SP, programmiert, EPS# 110167-41

LD1..LD6 = SA15-11SRWA, 7-Segment-Display, CA (Kingbright)

T1..T15 = BC548

T16..T21 = BC327

Außerdem:

BT1 = 3V-Batterie CR2030, mit Halter

K1 = 2-pol. Schraubklemme für Platinenmontage, RM 0,2"

K2/K4, K3/K5 = 14-pol. SIL-Steckverbinderpaar (Stift- + Buchsenleiste)

S1, S2 = Taster für Platinenmontage, z.B. Alps SKHHA010

X1 = Quarz, 20 MHz

Platine # 110167-1 (Elektronik)

Platine # 110167-2 (Anzeige)

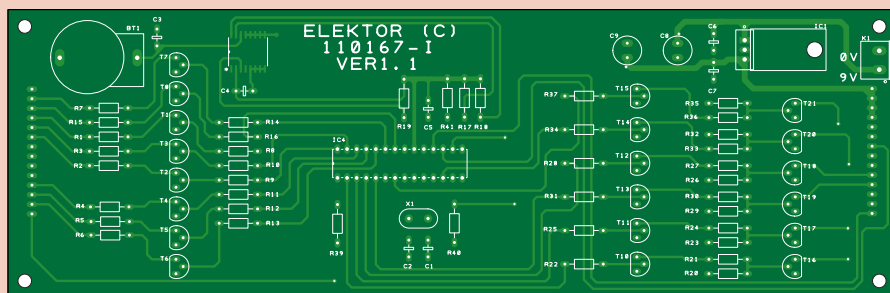
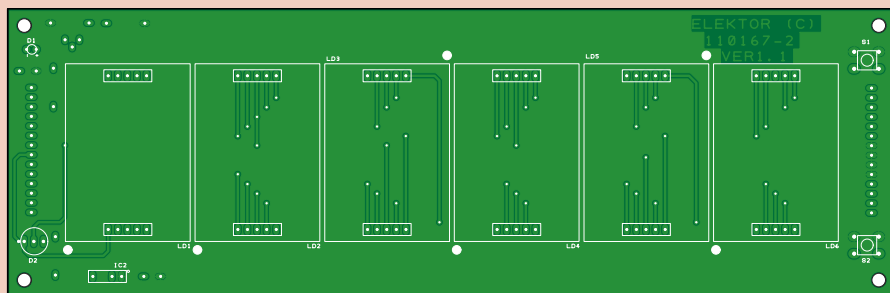


Bild 3. Die beiden Platinen für Uhrelektronik und Anzeige wurden mit DesignSpark entwickelt. Die abgebildeten Platinen sind aufgrund ihrer Größe auf 50 % verkleinert. Vorgesehen sind die 38 mm hohen LED-Displays SA15-11SRWA von Kingbright.



S1 in der Folge Sekunden, Minuten, Stunden, 24/12h-Modus und Ende ausgewählt. Die ausgewählten Ziffern blinken und man kann ihren Wert durch Betätigung von S2 inkrementieren. Nach dem Maximalwert kommt als Überlauf wieder die 0. Bei den Sekunden aber führt ein Druck auf S2 zum Löschen (00) der Sekunden – waren aber schon 30 Sekunden angezeigt, wird gleichzeitig der Minutenwert inkrementiert. Außerhalb des Modus für die Zeiteinstellung führt ein Druck auf S2 zur Anzeige der Temperatur in $^{\circ}\text{C}$ mit einem Fehler von ± 3 $^{\circ}\text{C}$ und einer Auflösung von 0,1 $^{\circ}\text{C}$. Ist es sehr kalt, erscheint ein führendes Minuszeichen.

Fazit

Mit der hier vorgestellten Schaltung kann man sich eine genaue Wanduhr mit ordentlich großer Anzeige bauen. Es sind auch Zusatzfunktionen wie ein Alarm oder die Synchronisation mit der

Zeit eines PCs über IR-Fernsteuersignale denkbar. Die Platinen-Layouts und die zugehörigen Gerber-Dateien wurden vom Elektor-Labor in Indien mit DesignSpark entwickelt. Die Dateien sind wie immer frei unter [1] zugänglich. An gleicher Stelle steht auch der PIC-Source-Code in C zum Download zur Verfügung.

Das Projekt stellt eine Einladung an alle Interessierten dar, die Software nach Gutdünken zu verändern und weitere Funktionen einzubauen. Ein Beispiel hierfür wäre die schon erwähnte Einstellung der Display-Helligkeit über Taster. Es wäre schön, wenn solche Änderungen auch den Weg zum Autor fänden. Die Seite www.elektor-labs.com ist prädestiniert für solche Zwecke.

(110167)

Weblink

[1] www.elektor-magazine.com/110167

FRONTPLATTEN & GEHÄUSE

Kostengünstige Einzelstücke und Kleinserien

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

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

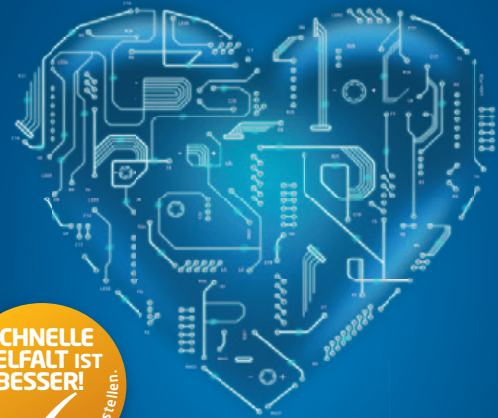


Preisbeispiel: 34,90 €
zzgl. Ust./Versand

Schaeffer AG · Nahmitzer Damm 32 · D-12277 Berlin · Tel +49 (0)30 805 86 95-0
Fax +49 (0)30 805 86 95-33 · Web info@schaeffer-ag.de · www.schaeffer-ag.de

WIR LIEBEN, WAS WIR MACHEN.

LEITERPLATTEN MIT LEIB UND SEELE.



**SCHELLE
VIELFALT IST
BESSER!**
Online kalkulieren. Online bestellen.

LEITON
RECHNEN SIE MIT BESTEM SERVICE

Mit ganzem Herzen bei der Sache. Die Fertigung hochwertiger Leiterplatten betreiben wir tagtäglich mit größtem Engagement und Leidenschaft. Herzblut inklusive. Damit haben wir uns nach der Gründung 2004 in kürzester Zeit am Markt etabliert. Heute ist das dynamische Team mit langjähriger Branchenerfahrung flexibel und servicestark genug, um auch Ihre ausgefallenen Wünsche erfüllen zu können. **Wir lieben was wir tun** und freuen uns jeden Tag erneut über die Aufgaben, die Sie uns stellen. Lassen Sie sich von einer großen Auswahl an Lösungen begeistern. Was Sie nicht selbst online kalkulieren können, lösen wir gerne **persönlich für Sie**. Das bedeutet: Sie können bei Leiton immer mit bestem Service rechnen.

www.leiton.de

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

Funkempfängerkompendium

Der professionelle Ratgeber für Funkamateure



Wollten Sie schon immer wissen, wie sich die klassische Funkempfängertechnik fortentwickelt hat? Wie funktionieren professionelle Funkempfänger heute und was können sie leisten? Wie ist es der modernen Funküberwachung und den Nachrichtendiensten möglich, gleich ganze Frequenzbänder in kürzester Zeit auszuforschen? Welche Empfangssysteme und Techniken stehen heute zur Verfügung? Möchten Sie auch ausgefallene Anwendungen von Empfängern kennenlernen und wissen, wie ein SDR (Digitalempfänger) nun wirklich funktioniert und was der letzte Stand der entsprechenden Technik kann?

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

397 Seiten (geb.) • Format 17 x 23,5 cm
ISBN 978-3-89576-276-5

€ 49,00
CHF 60,80

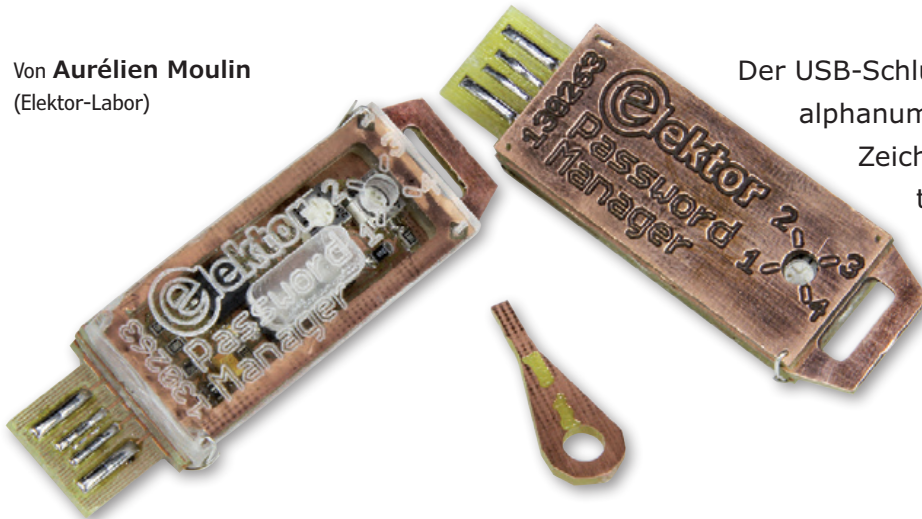
Weitere Infos & Bestellung unter www.elektor.de/shop

USB-Schlüssel

Password-Manager auf dem Stick

Von **Aurélien Moulin**
(Elektor-Labor)

Der USB-Schlüssel speichert und verwaltet vier alphanumerische Passwörter, Länge bis 30 Zeichen, und übergibt sie dem Host-System. Das auszugebende Passwort ist auf dem Schlüssel wählbar. Der Password-Manager simuliert eine konventionelle Eingabe auf der Tastatur.



Elektor.POST, ein Leserservice von Elektor, versorgt die Elektor-Community seit etwa einem Jahr mit Projekten, die nicht in der Printausgabe stehen. Das Projekt 10 (siehe [1]) war ein Tastatur-Emulator in Gestalt eines USB-Sticks mit einem Mikrocontroller ATtiny85. Der Mikrocontroller „tippt“ das geheime, dort zuvor abgelegte Passwort ein, wenn auf der Tastatur eine (nicht unbedingt geheime) Zeichenfolge gedrückt wird. Projekt 10 stützt sich auf die exzellente Software-Bibliothek „V-USB“ von Objective Development [6], die auf AVR-Mikrocontrollern einen USB-Port der Version 1.1 (*Low Speed*) emuliert. Beim Projekt 10 wurde zwar das gesteckte Ziel erreicht, doch die Realisierung war nicht völlig problemlos. Deshalb haben wir den ursprünglichen Entwurf überarbeitet, das Ergebnis ist der hier vorgestellte USB-Schlüssel.

Ein USB-Stick, der beim Einstecken ein gespeichertes Passwort ausgibt, hat die Funktion eines Schlüssels: Wenn er in das Schloss, die USB-Buchse gesteckt wird, öffnet sich eine Tür, das ist hier das Computersystem. Weil ein einziges Passwort meistens nicht reicht, muss der Schlüssel mehrere Passwörter speichern können. Außerdem soll der Schlüssel so konzipiert sein, dass ein Passwort schnell geändert oder ausgetauscht werden kann, ohne dass der Mikrocontroller neu programmiert werden muss. Der Benutzer soll in der Lage sein, die Passwörter über den PC zu verwalten.

Neuer Schlüssel

Beim Überarbeiten des Elektor.POST-Projekts 10 haben wir die Gelegenheit genutzt, die Eigenschaften zu erweitern und den Aufwand zu minimieren. Die Abmessungen wurden durch den Einsatz von SMD-Bauelementen reduziert, und die Kombination aus Löt punktraster-Platine und USB-A-Stecker wurde durch eine robustere Lösung ersetzt. Der USB-Stecker ist nun Bestandteil der Platine. Ferner haben wir den Mikrocontroller gewechselt, die „Schlüsselrolle“ hat nun ein ATtiny45 mit 4 KB Flash-Speicher, 256 Byte RAM und 256 Byte EEPROM.

Weil wir im Handel kein Gehäuse finden konnten, das unseren Vorstellungen entspricht, haben wir ein Gehäuse aus Platinenmaterial angefertigt. Wie das Foto zeigt, besteht das Gehäuse aus gleichflächigen Platinenabschnitten, die aufeinander gestapelt sind. Der Stapel wird von einem verzinnten Draht zusammengehalten, den wir durch Bohrungen gesteckt und verlötet haben. Diese Konstruktion werden wir später noch einmal betrachten. Zunächst wollen wir uns der Schaltung (**Bild 1**) und der Software zuwenden.

Ergonomie

Die erste Version des USB-Schlüssels konnte ein einziges Passwort speichern. Das Passwort wurde im Format simulierter Tastaturanschläge ausgegeben, sobald bestimmte reale Tastatur-

taster in festgelegter Reihenfolge gedrückt wurden. Das konnten beispielsweise zuerst Num Lock, dann gleichzeitig Num Lock und Caps Lock, gefolgt von Num Lock sein. Die neue Version, so war das Ziel, soll vier Passwörter speichern, und der Benutzer soll das aktive Passwort auf dem Schlüssel auswählen. Ein zweifacher DIP-Schalter kam nicht in Betracht, denn am Mikrocontroller war nur noch ein Anschluss frei. Zufällig war dies der Eingang ADC0 des internen A/D-Wandlers. Diesen Eingang haben wir mit Trimpoti P1 als Spannungsteiler beschaltet. Der Mikrocontroller erkennt an der abgegriffenen Spannung, welches Passwort aktiv sein soll. Das Passwort hängt folglich von der Einstellung des Trimpotis ab: Unterschieden werden linker Anschlag, links von der Mitte, rechts von der Mitte und rechter Anschlag. Ausgegeben wird das gewählte Passwort, sobald der Schlüssel im Schloss (im USB-Port) steckt. Der Aufruf des Passworts durch festgelegte Tastaturanschläge ist ebenfalls möglich.

Da Eingang ADC0 auch der Reset-Eingang des Mikrocontrollers ist, muss die Reset-Funktion deaktiviert werden, indem das Fuse-Bit RSTDISABLE auf 1 gesetzt wird. Trimpoti P2 dient zur Grundeinstellung der Spannungsbereiche, an denen der interne 10-bit-A/D-Wandler die vier Passwörter unterscheidet. Die Toleranz von R5 beträgt 1 %, während herkömmliche Trimpotis Toleranzen in der Größenordnung von 20 % aufweisen. Da niedriger tolerierte Einstellpotis kostspielig sind, wird hier die Exemplarstreuung von P1 mit P2 korrigiert. Die vier Spannungsbereiche sind in der Firmware fest implementiert, die Werte der Komponenten sind daran angepasst. Weitere Modifizierungen wurden an der ursprünglichen Schaltung nicht vorgenommen.

Die einseitige Platine (**Bild 2**) haben wir mit dem vielgelobten *Elektor PCB Prototyper* [2] angefertigt. Nebenbei erwähnt: Ein Workshop-Beitrag zu dieser beachtenswerten Platinenfräsmaschine ist in der Elektor-Ausgabe vom November 2013 erschienen [3]. Da nur eine Platinenfläche bearbeitet werden muss, hält sich der Arbeitsaufwand in Grenzen. Sogar eine Öse haben wir in die Platine geätzt, mit der Öse kann der Schlüssel an einen Schlüsselbund gehängt werden. Die Zunge, die auf der Platine den USB-Stecker nachbildet, passt auch in weniger leicht zugängliche USB-Buchsen.

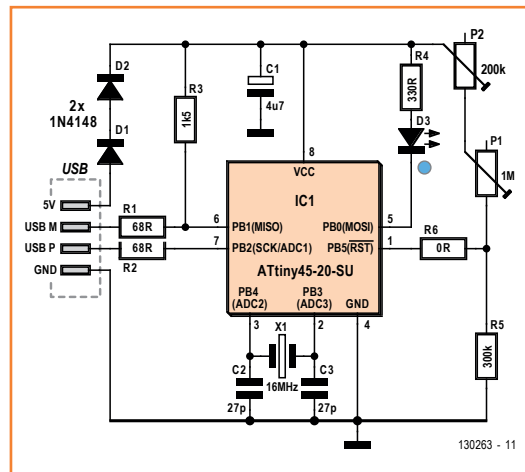


Bild 1.
Schaltung des USB-Schlüssels. Das Passwort ist mit Trimpoti P1 wählbar.

Stückliste (alle SMD)

Widerstände (1 %)

R1, R2 = 68 Ω
R3 = 1,5 k
R4 = 330 Ω
R5 = 300 k
R6 = 0 Ω
P1 = Trimpoti 1 M
P2 = Trimpoti 200 k

Kondensatoren

C1 = 4,7 μ/25 V
C2, C3 = 27 p/100 V, keramisch
5 %

Halbleiter

D1, D2 = 1N4148
D3 = LED blau, SMD
IC1 = ATtiny45-20SU, programmiert

Außerdem

X1 = Quarz, 16 MHz

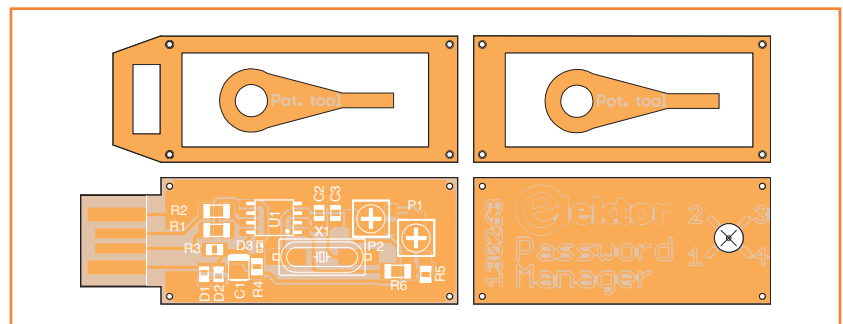


Bild 2.
Die Platine für den USB-Schlüssel fällt aus dem gewohnten Rahmen.

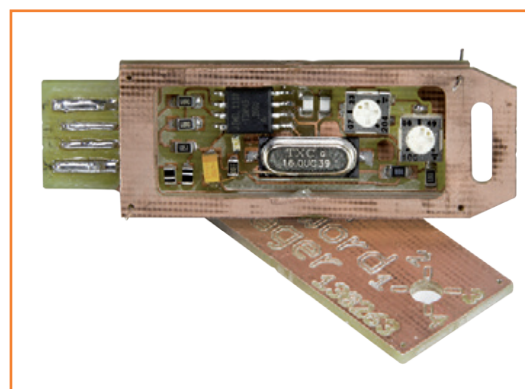
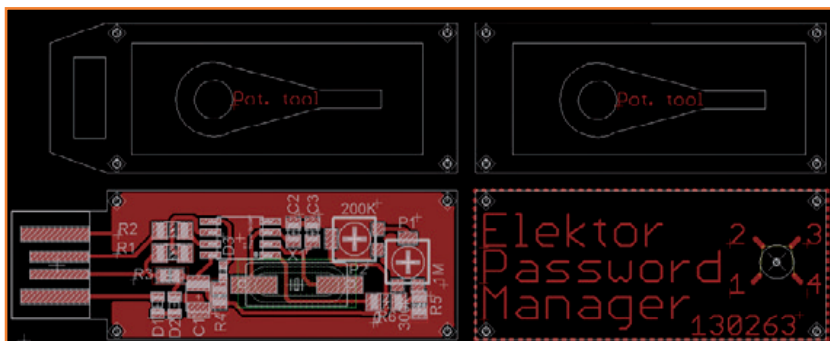


Bild 3.
Einige Teile der Platine dienen als Schlüsselgehäuse.

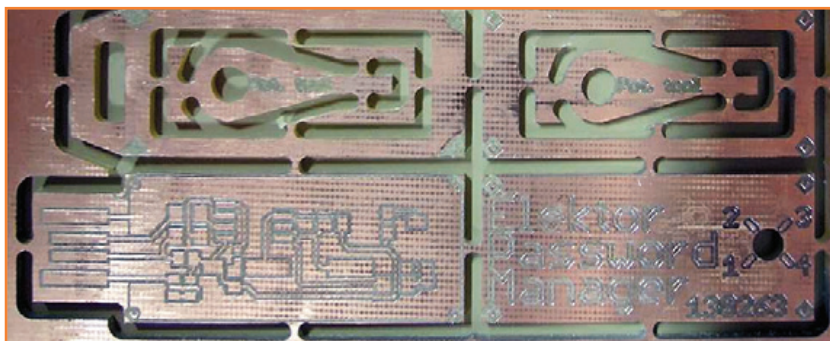


Die Platinenteile oben in **Bild 3** sind die Gehäusewände. Da in der Mitte noch Fläche frei war, haben wir dort einen kleinen Schraubendreher ausgefräst. Wenn die „Klinge“ etwas flacher gefeilt wird, kann mit dem Schraubendreher das Trimpoti bedient werden.

Es dürfte nicht alltäglich sein, dass der *Elektor PCB Prototyper* einen Schraubendreher aus Platinenmaterial anfertigt. Der Umgang mit dem hoch funktionalen Programm *PCB Module*, das diese Fräsmaschine steuert, ist nicht unbedingt selbsterklärend. Deswegen haben wir die Dokumentation um dieses Kapitel erweitert. Außerdem haben wir eine detaillierte Arbeitsanweisung vom Platinenentwurf in *Eagle* bis zum Fräsen der Platine unter *PCB Module* erstellt.

Noch ein Wort zu den so genannten *Breakouts*, das sind Platinenteile, die nach dem Fräsen ab- oder ausgebrochen werden: Die Dimensionierung der Trenndurchbrüche stellt einen Kompromiss zwischen verbleibender mechanischer Stabilität und unkomplizierter Handhabung beim Trennen dar. Die Platine muss mindestens so stabil bleiben, dass sie nicht unter den Kräften des Fräskopfes bricht. Breite Durchbrüche setzen die Stabilität herab, doch sie erfordern wenig Nachbear-

Bild 4.
Die Platine und die
Gehäuseteile, bevor sie
voneinander getrennt
werden.



beitung von Hand. Die Verbindungsstege müssen in jedem Fall ohne Werkzeug durchzubrechen sein. Wie unser Kompromiss aussieht, ist aus **Bild 4** ersichtlich.

Software

Die Software besteht aus zwei Komponenten: Die Firmware für den Mikrocontroller ATtiny45 und das PC-Programm zum Verwalten der Passwörter. Die Daten werden asynchron nach einem Protokoll übertragen, das die Lock-Tasten einer PC-Standard-Tastatur nutzt, Num Lock, Caps Lock und Scroll Lock. Außer einem elementaren Treiber, der den USB-Stick als Tastatur erkennt, sind keine Treiber nötig.

Weil zuverlässige Kommunikation langsam ist, liegt hier die Geschwindigkeit unter zehn Baud. Das Tempo genügt, denn es sind nur wenige Daten zu übertragen, und Passwörter werden nur selten geändert. Die Kommunikation beschränkt sich auf das Lesen und Speichern der aktuellen und vorangegangenen Zustände der LEDs, die zu den Lock-Tastern gehören. Zuerst befindet sich der Mikrocontroller im Read-Modus, er wartet auf eine gültige Tasten-Kombination. Sobald eine solche Information eintrifft, gibt er das eingestellte Passwort aus, anschließend kehrt er in den Read-Modus zurück. Der Write-Modus ist nach einer speziellen, vom Host gesendeten Tasten-Kombination zugänglich. Die empfangenen Bits werden gepackt in Bytes im internen EEPROM abgelegt. Die Firmware erkennt das Ende übergebener Zeichenketten an einem Abschluss-Byte. Nachdem vier Passwörter empfangen und gespeichert wurden, ist wieder der Read-Modus aktiv. Das Lesen und Schreiben der Passwörter findet verdeckt statt.

In **Bild 5** ist hexadezimal der Inhalt des EEPROMs mit den vier Passwörtern „Password1“, „Password2“, „Password3“ und „Password4“ gelistet. Am Schluss jedes Eintrags steht als Abschluss-Byte „00“.

Firmware

Die Firmware liest den vom A/D-Wandler gemessenen Spannungswert, vergleicht ihn mit den festgelegten Referenzwerten und ermittelt daraus das aktive Passwort. Sobald eine Verbindung mit dem Host hergestellt wird, gibt die Firmware das aktive Passwort so aus, als ob es über die Tastatur eingetippt wurde.

Bei der ursprünglichen Version, dem Projekt 10 von Elektor.POST, traten zunächst Komplikationen

* astucieux néologisme formé sur grappe, dans le sens de « groupe d'éléments réunis »

auf. Während erster Tests gingen Passwörter aus dem EEPROM verloren, das Schreiben war nicht mehr möglich. Bei bestimmten Musteraufbauten trat dieses Phänomen erst in Erscheinung, nachdem sich die Platine im Gehäuse befand. Waren parasitäre Kapazitäten oder etwa EMS für den Datenschwund verantwortlich? Eine zusätzliche Massefläche und eine Masseverbindung mit dem Quarzgehäuse brachte keine Änderung. Nun geriet der A/D-Wandler in Verdacht, denn er arbeitet mit der eigenen Taktfrequenz 125 kHz. Damit das Initialisieren und Lesen des A/D-Wandlers getrennt vom übrigen Programm abläuft, insbesondere unabhängig vom Lesen und Schreiben des EEPROMs, haben wir in die Firmware an einigen strategischen Stellen 10 ms lange Verzögerungen eingebaut. Das Problem der verlorenen Passwörter war damit behoben.

Hostprogramm

Das Programm *Elektor Password Manager* wurde in C# geschrieben [5], es ist auf der Seite des Host für die Kommunikation mit dem USB-Schlüssel zuständig. Die Aufgaben beschränken sich auf das Lesen und Speichern der Passwörter im EEPROM des Mikrocontrollers. Wie **Bild 6** zeigt, ist die Benutzeroberfläche einfach, aber zweckmäßig gestaltet.

Die Passwörter werden gelesen, indem das Programm die zugehörigen Tastenkombinationen simuliert. Beim Speichern werden zuerst die Passwörter geprüft, die der Anwender eingegeben hat. Zeichenketten, die ungültige Zeichen enthalten oder die zulässige Länge überschreiten, werden abgewiesen. Wurde ein Passwort für korrekt befunden, werden die Zeichen in Bits umgesetzt und in Signalen zum Schlüssel gesendet, die den Tastaturanschlägen Caps Lock, Scroll Lock und Num Lock entsprechen. Am Schluss jedes Bytes folgt ein Synchronisationssignal.

Achtung: Wegen der länderspezifischen Unterschiede bei PC-Tastaturen (beispielsweise QWERTZ, QWERTY, AZERTY) akzeptiert das Programm ausschließlich alphanumerische Zeichen. Weitere Zeichen sind nur erlaubt, wenn die Software anpasst wird. Die Beschränkung der Zeichen gilt sowohl für das Lesen als auch das Schreiben. Um den Gebrauch sicherer Passwörter zu erleichtern, haben wir am Programmende einen Zufallsgenerator eingebaut, der willkürliche Zeichenketten vorgegebener Länge generiert. Ferner gibt es eine interaktive Hilfe für das Festlegen der

Einstellgrenzen von Trimpoti P1, ergänzt durch Hinweise und Illustrationen.

Alle Files, die zur Herstellung der Platine mit dem *PCB Prototyper* nötig sind, findet man ebenfalls auf unserer Site [5].

Passwortsicherheit

Die gespeicherten Passwörter können bis 30 Zeichen lang sein. Da 62 alphanumerische Zeichen existieren (Groß- und Kleinbuchstaben sowie Ziffern), muss ein Hacker 62^n Möglichkeiten ausprobieren, um das Passwort mit Sicherheit zu treffen.

```

1 :1000000050617373776F72643400FFFFFFFFF6F
2 :10001000FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF0
3 :1000200050617373776F72643300FFFFFFFFF50
4 :10003000FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFD0
5 :1000400050617373776F72643200FFFFFFFFF31
6 :10005000FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFB0
7 :1000600050617373776F72643100FFFFFFFFF12
8 :10007000FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF90
9 :10008000FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF80
10 :10009000FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF70
11 :1000A000FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF60
12 :1000B000FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF50
13 :1000C000FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF40
14 :1000D000FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF30
15 :1000E000FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF20
16 :1000F000FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFD0
17 :00000001FF

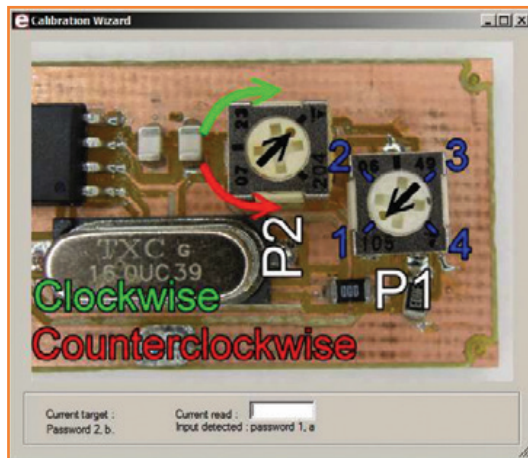
```

Bild 5.
Hexdump des EEPROM-Inhalts mit vier Passwörtern.



Bild 6.
Benutzeroberfläche des PC-Programms.

Bild 7.
Grafische Hilfe zum Einstellen
der Bereichsgrenzen von
Trimpoti P1 mit
Trimpoti P2.



Dabei ist n die Länge des Passworts. Mit anderen Worten: Lange Passwörter sind um Potenzen sicherer als kurze Passwörter! Die unbedingte Mindestlänge beträgt acht Zeichen, wir empfehlen mindestens zwölf Zeichen zu verwenden. Der USB-Schlüssel hat nicht nur den Vorteil, dass der Anwender die Passwörter nicht im Kopf behalten muss. Zur Sicherheit trägt wesentlich bei, dass die Passwörter aus 30 völlig willkürlich aneinandergereihten Zeichen bestehen können. Diese Zeichenketten stehen nicht in einem Wörterbuch, und sie lassen sich nicht aus Gesetzmäßigkeiten oder Statistiken kombinieren.

Falls der USB-Schlüssel verloren geht, sind die gespeicherten Passwörter nicht mehr sicher. Die Gefahr lässt sich durch folgende Maßnahmen mindern, sie wurden allerdings noch nicht realisiert und getestet:

Verschlüsselung des EEPROM-Inhalts. Bisher werden die Passwörter als ASCII-Zeichen gespeichert, sie sind unschwer auszulesen.

Implementieren einer Lock-Sicherung in die Firmware, die das Auslesen des EEPROM-Inhalts verhindert.

Automatisches Löschen des EEPROM-Inhalts bei ungültigen Tastatureingaben.

Automatisches Löschen des EEPROM-Inhalts, wenn ein Unkundiger das Trimpoti verstellt. Statt unter vier Passwörtern zu wählen, kann Stellung 1 die reguläre Passwortausgabe und Stellung 2 das Löschen aller Daten aktivieren. Zum Schluss seien noch zwei Schutzmaßnahmen auf der Seite der Hardware genannt: Ein Fotosensor kann das Öffnen des Gehäuses erkennen und das Löschen des EEPROM-Inhalts auslösen, oder der USB-Schlüssel wird vollständig in Epoxidharz eingegossen.

Auch die ausgeklügeltsten Maßnahmen können keinen absoluten Schutz garantieren. Der USB-Schlüssel schützt den Anwender jedoch vor Vergesslichkeit sowie vor Keyloggern zwischen PC-Tastatur und Rechnersystem. Gegen Trojaner, die Passwörter auf der Ebene der Software abfangen, ist er leider machtlos.

(130263)gd

Weblinks

- [1] Elektor.POST, Projekt 10:
USB-Stick als Tastatur
(exklusiv für Elektor-Abonnenten)
www.elektor-magazine.de/post
und www.elektor-labs.com/120583
- [2] www.elektor.com/PCBprototyper
- [3] PCB Prototyper Master Class
www.elektor-magazine.de/130128
- [4] Tutorial des Programms PCB MODULE
www.elektor-magazine.de/130263
- [5] Programm und Quelltext in C# des Elektor Password Manager
Files für den PCB Prototyper
www.elektor-magazine.de/130263
- [6] www.obdev.at/products/vusb/index.html

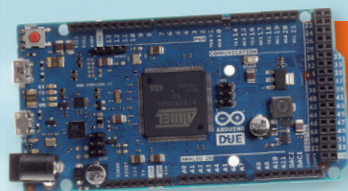
So funktioniert's:

1. Fahren Sie den Computer hoch und laden Sie das PC-Programm [5] herunter.
2. Stellen Sie Ihre Tastatur auf EN/US ein.
3. Starten Sie das Programm.
4. Stecken Sie den Schlüssel in eine USB-Buchse.
5. Geben Sie 1, 2, 3 oder 4 Passwörter ein und klicken Sie auf „Write“.
6. Warten Sie bis das Speichern beendet ist, klicken Sie dann auf „Hardware sicher entfernen“ und ziehen Sie den USB-Schlüssel ab.
7. Stellen Sie das gewünschte Passwort mit dem Trimpoti ein.
8. Wählen Sie das Eingabefeld für das Passwort aus (etwa auf einem Login-Formular einer Website).
9. Stecken Sie den Schlüssel in eine USB-Buchse – und das Passwort erscheint im Eingabefeld.
10. Ziehen Sie den USB-Schlüssel wieder ab.

Arduino

Elektor ist offizieller Arduino™-Vertriebspartner!

GOLD- und GREEN-Mitglieder erhalten 10% Rabatt!

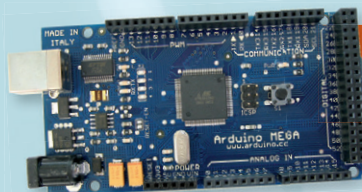


ARDUINO DUE

ARM Cortex-M3 32-Bit-Prozessor

Eigenschaften	
Mikrocontroller:	AT91SAM3X8E
Betriebsspannung:	3,3 V
Externes NT (empfohlen):	7-12 V
Externes NT (Grenzwerte):	6-20 V
Digitale I/O-Pins:	54 (davon 12 als PWM)
PWM-Kanäle:	12
Analoge Eingänge:	12
Analoge Ausgänge:	2 (DAC)
Strom pro I/O-Pin:	130 mA (max.)
3,3-V-Belastbarkeit:	0,8 A (max.)
5-V-Belastbarkeit:	0,8 A (max.)
Flashspeicher:	512 KB
SRAM:	96 KB
Taktrate:	84 MHz

€ 52,90 • CHF 65,60

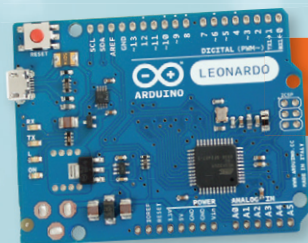


Arduino Mega 2560

Nachfolger des Arduino Mega

Eigenschaften	
Mikrocontroller:	ATmega2560
Betriebsspannung:	5 V
Externes NT (empfohlen):	7-12 V
Externes NT (Grenzwerte):	6-20 V
Digitale I/O-Pins:	54 (davon 15 als PWM)
Analoge Eingänge:	16
Strom pro I/O-Pin:	40 mA (max.)
3,3-V-Belastbarkeit:	50 mA (max.)
Flashspeicher:	256 KB (davon 8 KB für Bootloader)
SRAM:	8 KB
EEPROM:	4 KB
Taktrate:	16 MHz

€ 52,90 • CHF 65,60



ARDUINO LEONARDO

Mit integrierter USB-Schnittstelle

Eigenschaften	
Mikrocontroller:	ATmega32u4
Betriebsspannung:	5 V
Externes NT (empfohlen):	7-12 V
Externes NT (Grenzwerte):	6-20 V
Digitale I/O-Pins:	20 (davon 7 als PWM)
PWM-Kanäle:	7
Analoge Eingänge:	12
Strom pro I/O-Pin:	40 mA (max.)
3,3-V-Belastbarkeit:	50 mA (max.)
Flashspeicher:	32 KB (davon 4 KB für Bootloader)
SRAM:	2,5 KB (ATmega32u4)
EEPROM:	1 KB (ATmega32u4)
Taktrate:	16 MHz

€ 24,90 • CHF 30,90



Arduino Uno Rev. 3

Der Topseller schlechthin!

Eigenschaften	
Mikrocontroller:	ATmega328
Betriebsspannung:	5 V
Externes NT (empfohlen):	7-12 V
Externes NT (Grenzwerte):	6-20 V
Digitale I/O-Pins:	14 (davon 6 als PWM)
PWM-Kanäle:	6
Analoge Eingänge:	6
Strom pro I/O-Pin:	40 mA (max.)
3,3-V-Belastbarkeit:	50 mA (max.)
Flashspeicher:	32 KB (davon 0,5 KB für Bootloader)
SRAM:	2 KB (ATmega328)
EEPROM:	1 KB (ATmega328)
Taktrate:	16 MHz

€ 27,50 • CHF 34,10



ARDUINO ETHERNET

Mit WIZnet-Ethernet-Schnittstelle

Eigenschaften	
Mikrocontroller:	ATmega328
Betriebsspannung:	5 V
Externes NT (empfohlen):	7-12 V
Externes NT (Grenzwerte):	6-20 V
Digitale I/O-Pins:	14 (davon 4 als PWM)
PWM-Kanäle:	6
Analoge Eingänge:	6
Strom pro I/O-Pin:	40 mA (max.)
3,3-V-Belastbarkeit:	50 mA (max.)
Flashspeicher:	32 KB (davon 0,5 KB für Bootloader)
SRAM:	2 KB (ATmega328)
EEPROM:	1 KB (ATmega328)
Taktrate:	16 MHz
Embedded Ethernet-Controller W5100 TCP/IP	
PoE-gerechter magnetischer Anschluss	
microSD-Karte (mit aktivem Spannungsconverter)	

€ 53,90 • CHF 66,90



ARDUINO YÚN

WLAN und Linux für die Cloud

Eigenschaften AVR-Controller	
Mikrocontroller:	ATmega32u4
Betriebsspannung:	5 V
Externes NT:	5 V
Digitale I/O-Pins:	20
PWM-Kanäle:	7
Analoge Eingänge:	12
Strom pro I/O-Pin:	40 mA (max.)
3,3-V-Belastbarkeit:	50 mA (max.)
Flashspeicher:	32 KB (davon 4 KB für Bootloader)
SRAM:	2,5 KB
EEPROM:	1 KB
Taktrate:	16 MHz

Eigenschaften Linux-Prozessor	
Mikroprozessor:	Atheros AR9331
Architektur:	MIPS @400MHz
Betriebsspannung:	3,3 V
Ethernet:	IEEE 802.3 10/100Mbit/s
WLAN:	IEEE 802.11b/g/n
USB:	2.0 Typ A
Kartenleser:	microSD
RAM:	64 MB DDR2
Flashspeicher:	16 MB
802.3af-PoE-kompatibel	

€ 69,95 • CHF 86,80



Mehr Infos & Bestellung unter www.elektor.de/arduino

Joule Robbin' Hood

LED-Licht aus (fast) leeren Batterien



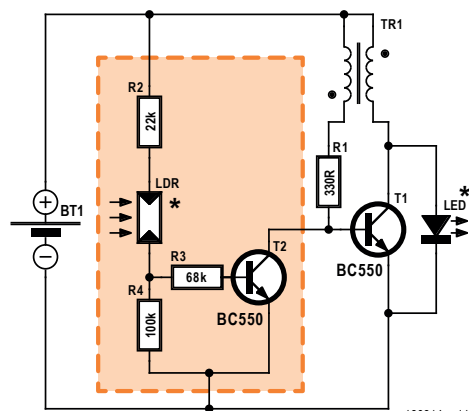
Von Rolf Blijleven (NL)

Wenn batteriebetriebene Geräte signalisieren, dass ihre Energiequellen erschöpft sind, ist das Aus noch längst nicht gekommen. In den Zellen steckt ein Bodensatz, den es zu nutzen gilt. Das schafft der „Joule Thief“ [1], eine simple Schaltung, die ausgepowerte Batterien bis zum Letzten ausquetscht. Hier schlagen wir eine Variante vor.

Ein „Joule Thief“ ist ein Energiewandler, der aus leergesagten Batterien das letzte Quäntchen Energie herausholt. In der Schaltung (**Bild 1**) ist er der Teil, der *außerhalb* der Umrandung liegt. Trafo TR1 besteht aus zwei Spulen, gewickelt auf einen Ferrit-Ringkern. Auf den Ringkern werden zwei Mal 20 Windungen lackisolierter Kupferdraht gewickelt ($\varnothing 0,15$ mm) und

antiparallel geschaltet. Der Ringkern soll einen Innendurchmesser von 5...8 mm haben und etwa 5 mm hoch sein. Schaltungstechnisch ist der „Joule Thief“ ein Oszillator. Die Amplitude des generierten Signals ist so hoch, dass der Transistor bei jeder Schwingung durchschaltet und die LED aufleuchtet.

Die Idee für diese Variante entstand, als in einem TV-Magazin für Gartenfreunde über die Trends im Gewächshausbau berichtet wurde. Wie in vielen Bereichen der Beleuchtungstechnik halten auch dort die LEDs verstärkt Einzug. Grünpflanzen bedürfen der Beleuchtung mit rotem und blauem Licht, grünes Licht reflektieren sie, deshalb erscheinen sie dem Auge grün. Blaues Licht fördert das Wachstum von Stängeln und Blättern, während rotes Licht das Blühen unterstützt. Der „Joule Thief“ als ökonomische Energiequelle für die Pflanzenbeleuchtung wird zum „Joule Robbin' Hood“: Was er den (energie)reichen Batterien nimmt, gibt er an die (licht)armen Pflanzen weiter. Auf der Website des Autors [2] ist nachzulesen, dass der Erfolg nicht ausgeblieben ist. Der umrandete Teil der Schaltung sorgt dafür, dass „Joule Robbin' Hood“ nur im Dunkeln aktiv



130314 - 11

Bild 1.
„Joule Robbin' Hood“ ist ein
erweiterter „Joule Thief“.

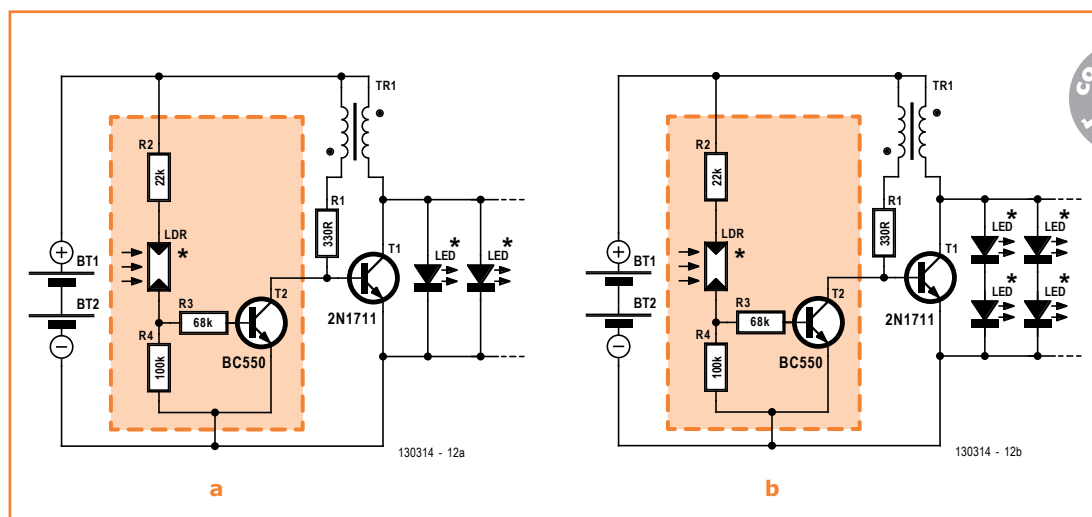


Bild 2.
Schaltung mit parallelen
einzelnen LEDs (a) und
mit parallelen LED-
Zweiergruppen (b).

ist. Zusammen mit Widerstand R4 bilden der LDR (Dunkelwiderstand 100 k Ω) und Widerstand R2 einen Spannungsteiler. Ist der LDR beleuchtet, zieht sein niedriger Widerstand die Spannung am Verbindungspunkt zu R3 in positive Richtung. T2 wird leitend, so dass T1 sperrt. Im Dunkeln hat der LDR hohen Widerstand, jetzt sperrt T2 und T1 leitet. Die LED wird abgeschaltet und die Batterie wird geschont, weil eine andere Beleuchtung vorhanden ist.

Zum Schluss noch ein wichtiger Hinweis:

Der direkte Blick in ultrahelle LEDs ist zu vermeiden, er kann zu Schädigungen der Augen führen!

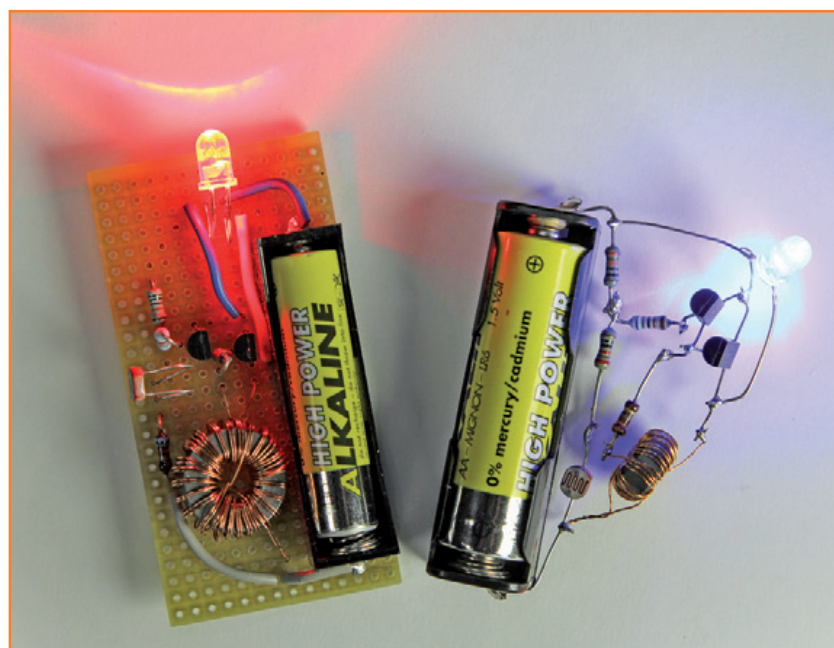
(130314)gd

Weblinks

- [1] http://en.wikipedia.org/wiki/Joule_thief
- [2] <http://rolfblijleven.blogspot.nl/2013/04/led-groeilamp-op-bijna-lege-batterijen.html>
(niederländisch)

Experimente des Autors haben ergeben, dass an der Reihenschaltung zwei fast leerer Batterien mit einem leistungsstärkeren Transistor für T1 (beispielsweise 2N1711) bis zu zehn LEDs mehrere Tage betrieben werden können (**Bild 2a**). Wenn Gruppen aus zwei in Reihe geschalteten LEDs parallel geschaltet werden (**Bild 2b**), ist eigentlich eine deutlich kürzere Betriebszeit als beim Parallelschalten einzelner LEDs zu erwarten. Die Betriebszeit und die Helligkeit unterscheiden sich jedoch nur unwesentlich. Daher können für die Pflanzenbeleuchtung paarweise eine blaue und rote LED in Reihe geschaltet werden, von diesen Zweiergruppen werden beispielsweise vier Exemplare parallel geschaltet. Nebenbei vereinfacht diese Konfiguration die LED-Verdrahtung.

Die LEDs müssen vom Typ „Ultrahell“ sein: Für Rot ist beispielsweise der Typ Sloan L5-R52U (Distrelec 75-052-48) und für Blau der Typ Kingbright L-7113QBC-G (Distrelec 75-503-86, Farnell 2080007) die richtige Wahl. Die Schaltung kann frei verdrahtet oder auch auf einer kleinen Löt punktraster-Platine aufgebaut werden.



Arduino Yún

Das Beste zweier Welten?



Quelle: www.arduino.cc

Von **Clemens Valens**
(Elektor.Labs)

Die Cloud bietet Zugriff auf alle Daten, egal wo man ist. Doch eine Verbindung mit der Cloud erfordert einen Internet-Zugang, vorzugsweise per Funk. Hier kommt Arduino Yún ins Spiel. Yún ist chinesisch und bedeutet Wolke. Das Board hat schon WLAN an Bord. Doch Yún kann mehr als nur WLAN — hier läuft auch Linux. Arduino unter Linux? Linux auf Arduino? Wie funktioniert das?

Was steckt auf dem Board?

Kurze Antwort: Vieles.

Zunächst zum Bekannten: Arduino. Wie alle Arduino-Varianten basiert auch Yún auf einem Mikrocontroller von Atmel. In diesem Fall auf dem ATmega32u4 der bewährten 8-bit-AVR-Familie. Dadurch hat man es praktisch mit einem Arduino Leonardo zu tun. Yún verfügt lediglich noch über einen Linux-Coprozessor – auf einem WLAN/Ethernet/USB/SD-Card-Shield.

Das Multifunktions-Shield basiert auf einem AR9331-Chip von Atheros. Hier muss man der Dokumentation vertrauen, denn auf der Metallabdeckung ist kein Aufdruck zu erkennen. Laut Datenblatt handelt es sich bei diesem Chip um ein hochintegriertes SoC (**S**ystem **o**n **C**hip) mit IEEE 802.11n 1x1 2.4 GHz für WLAN-Access-Points und Router-Anwendungen. Das SoC selbst

basiert auf einem 32-bittigen MIPS-24K-Prozessor, was beweist, dass man nicht immer und überall einen ARM-Controller braucht. SoC und Leonardo tauschen sich seriell aus.

Das SoC bietet zwar WLAN, kann aber auch ohne Funk per Ethernet ans Netz. Außerdem kann es auf den Chip AU6350 von Alcor Micro zugreifen, der einen USB-2.0-Hub samt Multimedia-Card-Controller beherbergt und auf der Unterseite des Boards steckt (siehe **Bild 1**). Dieser Chip dient Yún als USB-Host-Connector und microSD-Card-Interface. AU6350 und AR9331 kommunizieren via USB miteinander.

Summa summarum kombiniert Arduino Yún auf einer einzigen Platine im Format von Arduino Uno (53 x 69 mm) gleich drei Controller, WLAN, die vier Arduino-Erweiterungsstecker für Shields, Ethernet, eine USB-A-Buchse, eine Micro-USB-B-

Buchse, einen microSD-Card-Slot, etliche LEDs und drei Reset-Taster.

Bruch mit Traditionen

Alle bisherigen Arduino-Boards haben italienische oder englische Namen. Yún ist chinesisch. Das ist nicht nur kosmetisch gemeint. Yún unterscheidet sich von anderen Arduino-Boards in diversen Punkten:

- Yún ähnelt nur noch entfernt den einfachen und leicht zu bauenden Boards des Typs Uno etc. Die einzigen bedrahteten Bauelemente sind die Steckverbinder. Alle anderen Bauteile sind so klein, dass man sie kaum identifizieren kann. Die Reparatur eines defekten Boards kann zum Alptraum werden.
- Vielleicht nur ein Versehen, aber Yún scheint das erste Arduino-Board zu sein, bei dem (noch?) kein Platinen-Layout veröffentlicht ist. Möglicherweise ein Bruch mit der Open-Hardware-Tradition. Immerhin ist die Schaltung als PDF-Datei verfügbar. Doch zur Platine konnte ich keine Informationen finden. Es handelt sich wahrscheinlich um eine Platine mit vier Lagen (oder mehr), was die Herstellung und nicht zuletzt auch die Bestückung nicht wirklich leicht macht.
- Es gibt keinen Anschluss für ein externes Netzteil — Yún wird ausschließlich über USB mit 5 V versorgt.
- Die Steckverbinder für Arduino-Shields sind üblicherweise detailliert beschriftet. Man weiß so, wo welches Signal liegt. Auf der Platine von Yún ist dafür kein Platz.
- Die Yún-Platine beherbergt drei Mini-Reset-Taster: je einer für WLAN, Yún und Leonardo. Man muss also aufpassen, was man drückt. Man beachte, dass Leonardo und damit auch Yún im Vergleich mit Uno oder ähnlichen Boards ein unterschiedliches Reset-Verhalten zeigen. Um einen Sketch auf Yún neu zu starten muss man den Reset-Taster zweimal betätigen!
- Yún kann über WLAN und Ethernet programmiert werden, wenn das Board korrekt aufgesetzt wurde.
- Die Entwicklung wurde wohl nicht vom Arduino-Team, sondern von einer Bostoner Firma namens „Dog Hunter“ vorgenommen, die sich auf Heimautomatisierung spezialisiert hat. Sie werden vermutlich einen deutlich ansteigenden Traffic auf ihrer noch unfertigen Webseite zu verzeichnen haben.

Technische Daten

Arduino Leonardo (ATmega32U4) mit

- 20 digitalen I/O-Pins, davon 7 als PWM-Ausgänge und 12 als Analogeingänge nutzbar
- 16-MHz-Quarz
- Micro-USB-Buchse
- ICSP-Header

Atheros AR9331 mit Linino, eine OpenWRT-basierte Linux-Distribution mit

- Ethernet
- WLAN
- USB-A-Buchse
- microSD-Card-Slot
- 3 Reset-Taster

- Yún wird in Taiwan und nicht in Italien gefertigt.

Während des Schreibens von und der Recherche zu diesem Artikel hat Intel das Galileo-Board vorgestellt. Diese Arduino-Variante basiert auf einem 32-bittigen Pentium-Quark-SoC des Typs X1000 – eine ganz neue Richtung für Arduino. Außerdem ist Arduino Tre mit einem ARM-Cortex-A8-Core angekündigt. Der Chip Sitara AM3359AZCZ100 läuft mit 1 GHz und stammt von Texas Instru-

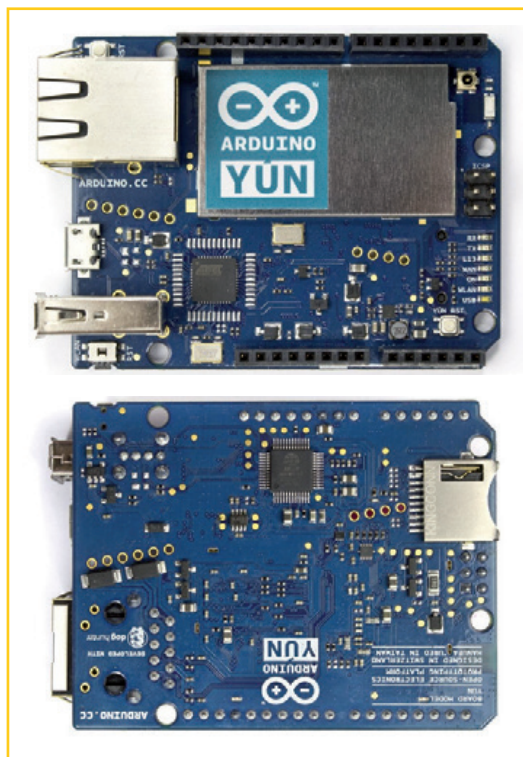


Bild 1.
Auf der Rückseite der Arduino-Yún-Platine sieht man den microSD-Card-Slot und den Chip AU6350, der einen USB-2.0-Hub mit einem Multimedia-Card-Controller kombiniert (Quelle: www.arduino.cc).

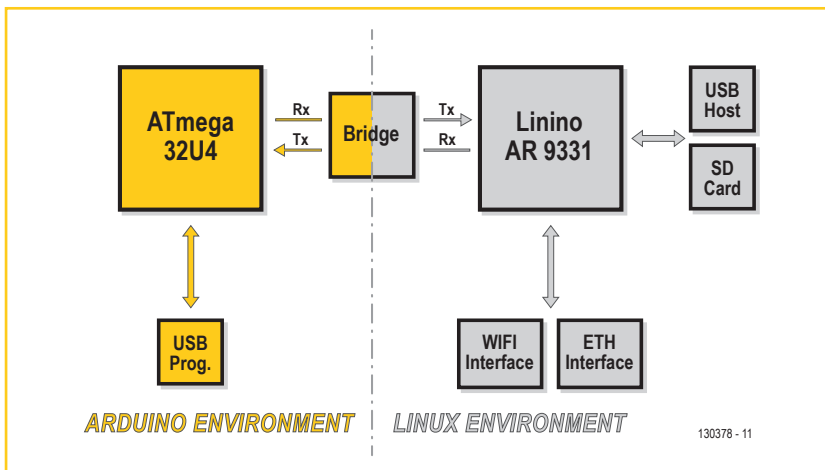


Bild 2.
Überblick über die
Subsysteme von Arduino
Yún und ihre Verbindungen.

ments. Hoffentlich fliegt das Arduino-Universum unter dem Druck von Kompilationen und Diversifikationen nicht völlig auseinander.

Der Einstieg

Das Abschneiden alter Zöpfe ist eine Sache – eine andere ist, ob sich dies auf die Einfachheit der Bedienung auswirkt. Schauen Sie selbst: Zunächst braucht man ein Micro-USB-B-Kabel zum Anschluss des Boards. Ich habe unzählige Mini-USB-Kabel, aber nur ein einziges Micro-USB-Kabel, um damit mein Handy zu laden. Bevor Sie also alles nach dem passenden Kabel umpflügen, können Sie gut vorher den Download der Arduino-IDE 1.5.4 oder neuer (ich habe Version 1.5.4 r2) starten. Diese 134 MB werden dringend benötigt. Die Software will vor dem Anschluss des Boards installiert sein.

Nun steckt man das Board an den PC. Unter OSX oder Linux Ubuntu 10.0.4 aufwärts sollte alles direkt funktionieren. Unter Windows könnten noch ein, zwei Treiber nach Installation verlangen. Zum Glück gibt es einen Windows-Installer, der die nötigen Treiber automatisch installieren kann. Wer es lieber von Hand macht: Die Treiber befinden sich im Verzeichnis „drivers“ der IDE-Distribution. Nach Anschluss und Treiberinstallation sollte das Board funktionieren. Bei mir leuchtete zwar brav die grüne LED, aber die rote LED L13 begann wild zu blinken. Mit einem WLAN-fähigen PC kann man nun nachschauen, ob sich ein neues Netzwerk namens „Arduino Yun-XXXXXXXXXXXX“ (jedes X steht für ein hexadezimalen Zeichen) zeigt. Man könnte nun versucht sein, einen Sketch auf das Board zu laden. Der „Guide to the Arduino Yún“ (ab hier „Manual“ genannt) von der Ardui-

no-Webseite [1] empfiehlt allerdings, zuvor das WLAN-Netzwerk zu konfigurieren. Los geht's: Verbinden Sie ihren PC mit dem Yún-WLAN-Netzwerk und starten einen Browser. Nun „192.168.140.1“ eingeben (die vorgeschlagene URL <http://arduino.local> tat es bei mir nicht). Eine sich aufbauende Seite sollte nach einem Passwort fragen. Das Standard-Passwort ist „arduino“. Eingeben und auf „Log in“ klicken. Auf der jetzt ladenden Begrüßungsseite auf „Configure“ klicken. Nun die Zeitzone wählen und das künftige WLAN-Netzwerk festlegen sowie dessen Passwort eingeben. Ich habe das Standard-Passwort nicht verändert, da ich die vielen neuen Passwörter gleich wieder vergesse. Außerdem habe ich noch das „REST API“ (mit dem man Arduino-Port-Befehle als URLs schicken kann, später mehr dazu) aktiviert. Ob Sie das wollen, müssen Sie selbst entscheiden. Abschließend noch ein Klick auf „Configure & Restart“.

Nun nochmals den PC mit dem WLAN von Yún verbinden und die Arduino-IDE starten. In der Liste des Menüs „Tools->Board“ Yún auswählen. Unter „Tools->Port“ in der letzten Option „Arduino at xxx.xxx.xxx.xxx (Arduino Yún)“ eingeben. Die vier x-Gruppen stehen für die IP-Adresse von Yún. Bei mir war das „192.168.2.6“.

Jetzt kann man einen Sketch testen. Ein Beispiel wäre „Blink“ oder „BlinkWithoutDelay“. Nun ein Klick auf „Upload“. Nach Kompilierung wird man nach einem Passwort gefragt. Man gibt das zuvor festgelegte ein – bei mir also „arduino“. Dann folgt der Sketch-Upload und das Board startet neu. Unter Windows wird man die Signaltöne für das Abmelden und neu Anmelden am USB hören können. Jetzt wird der Sketch ausgeführt. Nicht bei jedem Sketch-Upload muss das Passwort wieder eingegeben werden. Es reicht einmal bei Beginn der Programmierung.

War doch ganz einfach, oder? Dafür, dass das Board über WLAN angebunden ist. Und ganz schön praktisch. Man kann das Gleiche auch via Ethernet durchführen. Sie können das gerne als kleine Übung ausprobieren.

Linux

Bis jetzt hat man ein Leonardo-Board vor sich, das man bequem via WLAN oder über Ethernet per Kabel programmieren kann. Doch dies dürfte kaum der Grund sein, warum Sie sich ein Yún-Board anschaffen. Vermutlich interessiert Sie Linux. In der Schaltung von Yún findet sich die Signalbezeichnung „Hornet“. Wenn man diesen

Begriff zusammen mit „AR9331“ googelt, landet man bei „OpenWRT“, einem Open-Source-Projekt, mit dem kommerzielle Netzwerk-Router in kleine Linux-Computer verwandelt werden. Auf dem Atheros-SoC läuft die OpenWRT-basierte Linux-Distribution „Linino“.

Auch Linino kann per Funk konfiguriert werden. Man gibt dazu die IP-Adresse von Yún im Browser ein und nach dem Log-in klickt man auf „advanced configuration panel (luci)“. Dies öffnet eine Status-Seite zur Änderung aller möglichen Parameter. Oben befindet sich ein schwarzes Menü mit vielen Optionen. Nehmen Sie sich die Zeit und schauen Sie sich gründlich um. Auf der Seite mit dem Kernel-Log kann man sehen, was sich beim Booten getan hat. Mit „System->Software“ kann man Software installieren oder löschen. Mit „System->Startup“ kann man schauen, was beim Booten geladen wurde. Hier kann man sogar Befehle eingeben, die am Ende des Boot-Vorgangs abgearbeitet werden. Ein Klick auf „Arduino Web Panel“ unten auf diesen Seiten führt wieder zurück zur Homepage von Yún.

Brücken

Laut Manual hat man per Browser einen Zugriff auf die Arduino-Pins (oder Ports), indem man die richtige URL eingibt (und das „REST API“ aktiv ist). Eine Beispiel-URL (das erste „arduino“ ersetzt man durch den Namen des eigenen Boards):

```
http://arduino.local/arduino/digital/13/1
```

Dies setzt den digitalen Ausgangs-Pin 13 genau so wie die Arduino-API-Funktion:

```
digitalWrite(13,1);
```

Man kann die Sache auch anders herum drehen und sogar Linino durch einen Sketch steuern. Hierzu dient die Arduino-Library „Bridge“. Sie ermöglicht den Zugriff auf USB, Ethernet, WLAN und SD-Card per Sketch oder Script und kommuniziert mit den Web-Diensten des Linux-Moduls (**Bild 2**).

Um die Bridge besser kennen zu lernen empfiehlt sich der Sketch mit den Konsolen-Beispielen aus dem Manual. Wenn man das kompiliert und auf das Board überträgt, kann man sogar den seriellen Monitor der Arduino-IDE zur Kommunikation mit dem Board verwenden – ganz wie bei einem „normalen“ Arduino-Board. Nach Empfang der

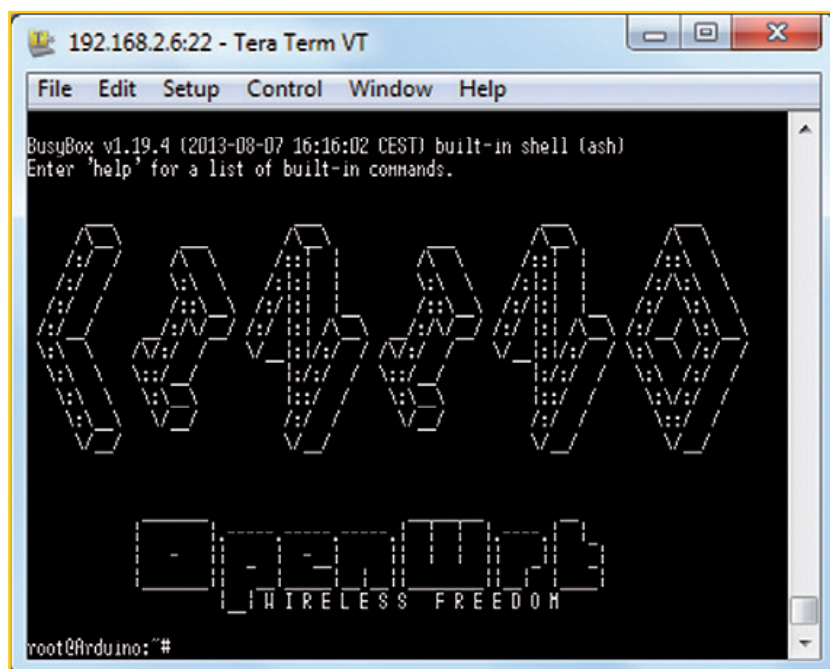
Begrüßung genügt die Eingabe „H“, um die LED L13 leuchten zu lassen. Ein „L“, und sie erlischt. Um die Sache noch etwas zu komplizieren, kann man auch Tera Term oder PuTTY ausprobieren. Mit Tera Term geht das so:

Im Dialog „New Connection“ wählt man TCP/IP; für den Host gibt man die IP-Adresse von Yún ein. Als Service eignet sich SSH und der Port ist 22. Nun ein Klick auf „OK“. Jetzt könnte eine Warnung kommen, dass der Host nicht im Cache steht oder Ähnliches. Man erlaubt Tera Term schlicht alles, was es will. Das nun erscheinende neue Dialog-Fenster verlangt die Eingabe eines User-Namens, hier „root“, und eines Passworts (das für das Board, bei mir also „arduino“). Wenn alles geklappt hat, sollte der Bildschirm wie in **Bild 3** aussehen, was eine erfolgreiche Verbindung bedeutet.

Nach dem Prompt „root@Arduino~#“ gibt man „telnet localhost 6571“ ein und haut auf die Enter-Taste. Nichts passiert. Nichts? Probieren Sie einfach mal die beiden Großbuchstaben „H“ und „L“ aus. Und wieder reagiert die LED L13. Toll, nicht wahr?

Im Manual findet sich noch ein Beispiel-Sketch, der ein kleines Linux-Programm namens „curl“ ausführt. Bevor man das ausprobiert, sollte man sich das Resultat in der Linux-Konsole anschauen. Nach dem Prompt tippt man:

Bild 3.
Willkommen bei der Linino-Command-Shell.



Raspberry Pi

Wen man sich Arduino Yún anschaut, dann denkt man unwillkürlich an RPi (Raspberry Pi), das Linux-Board für 35 \$. Was unterscheidet sie? RPi gibt es schon ein ganzes Jahr, und es hat sich eine große Community entwickelt. Es gibt viele RPi/Arduino-Projekte, die im Prinzip das Gleiche können wie ein Yún-Board. RPi hat kein integriertes WLAN, aber ein preiswerter USB-Stick bügelt die Scharte aus. Dafür unterstützt RPi Grafik-Displays - Yún nicht. RPi erfordert Linux-Wissen, was für Yún so nicht nötig ist. Für RPi braucht es im Gegensatz zu Yún keinen Host-PC, um damit Anwendungen zu entwickeln. Noch wichtiger: RPi kostet etwa die Hälfte von Yúns Preis.

```
curl http://arduino.cc/asciilogo.txt
```

Nach Eingabe von Enter wartet man einige Sekunden. Dann sollte das Arduino-Logo in ASCII-Grafik zu sehen sein (**Bild 4**). Dies zeigt, dass alles, was mit der Linux-Konsole möglich ist, auch via Arduino-Sketch geht.

Um ganz ehrlich zu sein: Ich habe das Beispiel ausprobiert. Es kompilierte fehlerfrei und auch die Übertragung klappte. Allein die Grafik zeigte sich nicht. Irgendetwas muss ich da übersehen haben.

Einsamkeitsgefühle?

Ich weiß nicht, wie es Ihnen geht. Bei mir jedenfalls blieb ein merkwürdiges Gefühl zurück. Auf

der einen Seite habe ich die bekannte, einfache Arduino-IDE auf meinem PC und auf der anderen Seite habe ich vom selben PC aus per Browser Zugriff auf ein Web-Interface mit tonnenweise Linux-Optionen. Beide Wege zielen auf das kleine blaue Board, das neben meinem PC liegt.

Das Manual fängt mit Python und diversen Linux-Konzepten an, mit denen ich mich nicht ganz so gut auskenne. Ich fühlte mich da schon etwas verloren. Warum sollte ich mit einem kleinen Mikrocontroller ein Linux-Script ausführen lassen, wenn ich dieses Script auch gleich direkt auf dem Linux-System des Boards laufen lassen kann? Was für einen Zusatznutzen bringt das Arduino-Interface für Linux-Programmierer? Arduino richtet sich hauptsächlich an Menschen mit begrenzter Programmiererfahrung. Hier aber muss man mit Linux per Kommandozeile umgehen können.

Das ist natürlich eine Frage der Sichtweise. Anfänger können den ganzen Linux-Kram erst einmal ignorieren und zunächst schlicht mit Arduino spielen. Per „REST API“ kann man Arduino via Web-Applikation durch URLs steuern, die im eigenen Sketch bearbeitet werden. Dank der Temboo-Library [2] kann man sehr leicht einen Arduino-Sketch an Twitter, Dropbox, Gmail, MySQL und viele andere Web-Dienste anbinden. Für Abenteuerlustige eignet sich Spacebrew [3], ein Software-Toolkit, das auf Websockets basiert, mit dem man interaktive Dinge verbinden kann.

Wenn man mit der Cloud-Unterstützung von Yún umgehen kann, geht noch mehr. Man kann dann eigene Programme und Utilities in das Linux-Modul packen und so die Möglichkeiten fast beliebig erweitern.

Steile Lernkurve

Arduino Yún ist eigentlich nichts für Anfänger. Schon die Verbindung mit der Arduino-IDE ist nicht ganz Plug 'n' Play. Und wenn man soweit ist, hat man es mit Client-Server-Web-Anwendungen zu tun. Wenn man das packt, dann ist Yún ein vielseitiges Tool für kreative Applikationen.

(130378)

Weblinks

- [1] Manual für Arduino Yún:
<http://arduino.cc/en/Guide/ArduinoYun>
- [2] Temboo: <https://temboo.com/arduino>
- [3] Spacebrew: <http://docs.spacebrew.cc>

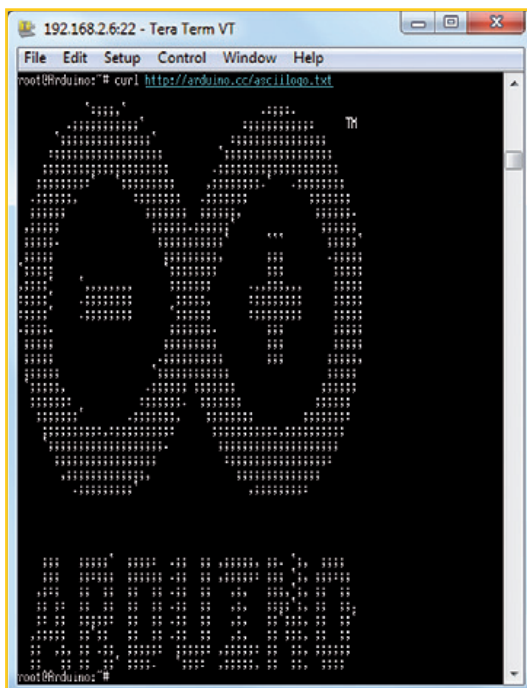


Bild 4.
Das Arduino-Logo in ASCII-Grafik via „curl“.

3-tägiges Seminar: ‚Embedded Linux in Theorie und Praxis‘

Der Einstieg in ein so mächtiges Werkzeug wie Linux ist nicht trivial! Ziel des Kurses ist es, Ihnen grundlegende Embedded-Linux-Konzepte sowie die Handhabung von Linux zu vermitteln. Was sind z. B. Vor- und Nachteile? Sie werden Ihren eigenen Bootloader und Kernel cross-kompilieren, diverse Programme auf einem PC erstellen/cross-kompilieren und auf einem eingebetteten System ausführen und debuggen. Eine Kombination aus Theorie und praktischen Übungen wird es Ihnen ermöglichen, das neu erworbene Wissen bei Eigenentwicklungen einzusetzen. Nach dem Kurs sind Sie wahrscheinlich noch kein Embedded-Linux-Experte, aber hoffentlich in der Lage sein, sich selbständig zurechtzufinden

Veranstaltungsort/-termin: Zürich (CH), 09.12 – 11.12.2013
Referent: Robert Berger
Teilnahmegebühr: 1.898,00 € (inkl. MwSt.)

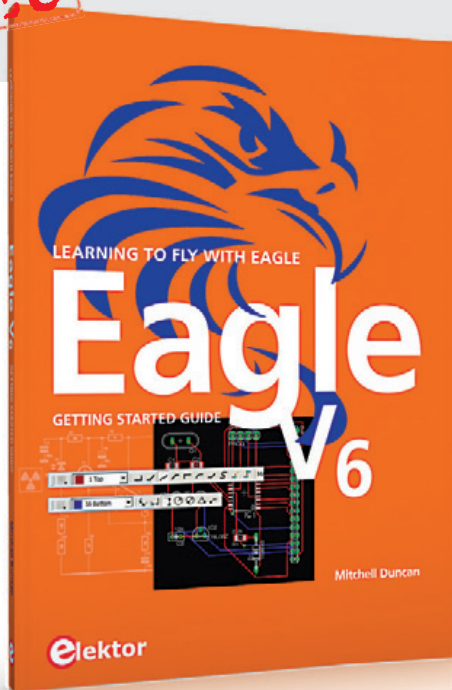


2-tägiges Seminar: ‚Linux Debugging – ein Crash-Kurs‘

Diese 2-tägige Schulung beinhaltet praktische Übungen kominiert mit Theorie, um einige grundlegende Konzepte der Debugging / Tracing / Profilieren Embedded GNU / Linux zu illustrieren. Hands-on-Sessions werden auf Ubuntu durchgeführt. Der gesamte Workshop ist konzipiert, um Sie schnell „up-to-speed“ zu bringen. Erfinden Sie das Rad nicht neu, sondern lernen Sie von einem erfahrenen Trainer und nehmen Sie dieses Wissen mit nach Hause, um diese neu erworbene Fähigkeit bei eigenen Entwicklungen effektiv zu nutzen.

Veranstaltungsorte/-termine: München, 12.12. + 13.12.2013
Referent: Robert Berger
Teilnahmegebühr: 995,00 € (inkl. MwSt.)

NEU



EAGLE V6

Neues Fachbuch in englischer Originalsprache

EAGLE ist ein anwenderfreundliches, leistungsfähiges und preiswertes Software-Paket für die Entwicklung von Platinen. Es bietet einen vergleichbaren Leistungsumfang wie andere Pakete zu einem attraktiveren Preis. Für Einsteiger und Hobbyisten steht sogar eine kostenlose Version von EAGLE zur Verfügung.

Ein weiterer Vorteil ist die Plattform-Unabhängigkeit: EAGLE gibt es für die wichtigsten Betriebssysteme wie Microsoft Windows (XP, Vista oder Windows 7); Linux (ab Kernel Version 2.6) und Apple OS X (ab Version 10.6). EAGLE läuft auf jeder Hardware, die von diesen Betriebssystemen unterstützt wird.

Dieses neue (englischsprachige) Buch enthält eine solide Einführung in die Fähigkeiten von EAGLE und eignet sich sowohl für Einsteiger als auch für Profis mit Erfahrung im Platinen-Design, die sich in EAGLE einarbeiten wollen, da sie das CAD-Paket wechseln.

206 Seiten, inkl. Software-CD · Format 17 x 23,5 cm (kart.)

ISBN 978-1-907920-20-2

€ 34,50 · CHF 42,80

Langzeit-Timer ohne Elko

Weg des höchsten Widerstands



Ein Zeitgeber, der eine Pumpe im Fünf-Minuten-Takt für kurze Intervalle einschaltet, ist mit zwei Timer-ICs des bekannten Typs 555 schnell aufgebaut. Wegen der langen Schaltperiode müsste ein Elko die Zeit mitbestimmen, doch Elkos haben spezifische Unzulänglichkeiten. Höhere Präzision ist mit einem Folienkondensator und einem 1-G Ω -Widerstand erreichbar.

Von
Albert van Dalen
(NL)

Der Zeitgeber wurde für eine Vakuumpumpe entworfen, die im Abstand von fünf Minuten für kurze Dauer eingeschaltet werden muss. Die kurzen Pumpenläufe haben den Zweck, geringe Vakuumverluste auszugleichen. Solche Zeitsteuerungen lassen sich ohne viel Aufwand mit den bekannten Timer-ICs 555 oder 556 realisieren, sie gehören schon lange zum Standard. Das Besondere an der hier vorgestellten Version ist die Eigenschaft, dass die Schaltung ohne Elektrolytkondensatoren als zeitbestimmende Komponenten auskommt. Elkos haben den Nachteil, dass wesentlich höhere Leckströme als bei Folienkondensatoren fließen. Andererseits haben Folienkondensatoren deutlich niedrigere Kapazitäten als Elkos, wenn die Baugrößen vergleichbar sind. Um einen Langzeit-Timer mit einem Folienkondensator vertretbarer Größe zu realisieren, muss die zweite zeitbestimmende Komponente, der Widerstand, möglichst hochohmig sein. Widerstände mit dem Wert 1 G Ω (ein Gigaohm!) sind zwar nicht alltäglich, doch es gibt sie für weniger als einen Euro im Handel.

Elkolose Schaltung

Das Ergebnis der Überlegungen ist aus **Bild 1** ersichtlich. Dort sind zwei Timer in Reihe geschaltet: IC1A arbeitet als astabile Kippstufe mit einer Periode von ungefähr 270 s. Zeitbestimmend sind hier die Bauelemente R1, R2 und C1. Weil R1 den Wert 1 G Ω hat, genügt für C1 ein Kondensator mit der Kapazität 390 nF. IC1B ist eine monostabile Kippstufe, sie erzeugt mit den für R3 und C2 angegebenen Werten einen etwa 7 s

langen, positiven Impuls, wenn sie am Eingang von einer negativen Flanke getriggert wird. Die negative Flanke ist die Rückflanke des Signals, das Timer IC1A liefert. Solange IC1B gekippt ist, schaltet MOSFET T1 die Vakuumpumpe ein (max. 12 V/10 A).

Die Timer-Funktion kann mit Schalter S1 bei Bedarf aktiviert werden, oder sie wird über Brücke JP1 permanent eingeschaltet. Mit Drucktaster S2 lässt sich die Pumpe von Hand starten, sie läuft so lange, wie der Taster gedrückt wird. Widerstand R4 und Zenerdiode D1 begrenzen die Betriebsspannung, so dass Spannungsspitzen oder geringe Überspannungen das Timer-IC nicht beschädigen können.

Solide Platine

Für die Schaltung wurde eine einseitige Platine mit den Abmessungen 58,2 · 43,6 mm entworfen, **Bild 2** zeigt das Layout. Der Aufbau ist unkompliziert, es sind nur bedrahtete Bauelemente vorhanden. Einen Teil der Platinenfläche belegen die Sicherungshalter und die Flachstecker für die Anschlusskabel. Die Leiterbahnen sind für Arbeitsströme bis 10 A ausgelegt, die Sicherungshalter vertragen sogar 15 A.

Solange der Strom durch den MOSFET T1 unter 10 A liegt, muss dieser nicht gekühlt werden. Der MOSFET soll nicht auf der Platine aufliegen, sondern in einem Abstand von einigen Millimetern „schweben“. Da das Platinenmaterial wärmedämmend wirkt, würde der Kontakt mit der

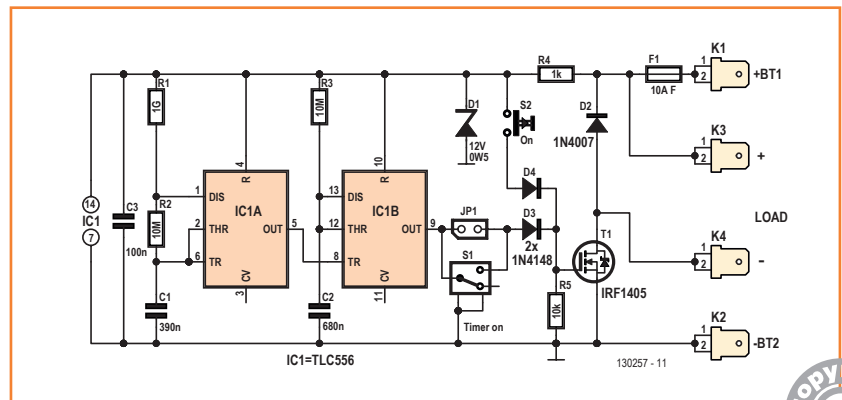
Platine die Wärmeabfuhr behindern. Angenommen der Strom durch den MOSFET beträgt konstant 10 A. In diesem Fall steigt die Gehäusetemperatur bei Gate-Source-Spannungen größer 10 V um etwa 40 °C über die Umgebungstemperatur. Obwohl dieses Temperaturgefälle vergleichsweise hoch ist, bewegt sich die MOSFET-Temperatur im sicheren Bereich. Der MOSFET kann auch vertikal montiert werden, am thermischen Verhalten ändert dies jedoch wenig.

Schalter S1 hat seinen Platz am Platinenrand. Wenn die Schaltung in einem Gehäuse untergebracht wird, ist S1 durch einen Gehäusedurchbruch von außen bedienbar. JP1 (ein Jumper oder eine Drahtbrücke) schließt die Anschlüsse von S1 kurz, falls die Timer-Funktion permanent eingeschaltet sein soll.

Praktische Seite

Die Periode der astabilen Kippstufe mit IC1A war beim Laboraufbau um deutlich mehr als 20 % länger als der berechnete Wert $C1 \cdot (R1 + 2 \cdot R2) \cdot \ln 2 = 275,7 \text{ s}$. Auch beim Berücksichtigen aller Toleranzen führt dies zu dem Schluss, dass Leckwiderstände vorhanden sein müssen. Der gemeinsame Ruhestrom des Threshold- und Trigger-Eingangs (typisch 20 pA) fällt nicht ins Gewicht, verantwortlich dürften Verunreinigungen auf der Platine und am 1-GΩ-Widerstand sein. Die Gegenmaßnahme besteht darin, den Widerstand beim Lötten mit Vorsicht zu behandeln und anschließend die Platine zu säubern. Wird der Widerstandskörper fest angefasst, können sich dort Ausscheidungen der Haut ablagern. Deshalb sollen nur die Teile der Anschlussdrähte berührt werden, die nach der Montage abgekniffen werden. Im eingebauten Zustand darf der Widerstandskörper die Platine nicht berühren.

Der Strombedarf hängt weitgehend von der Betriebsspannung ab, er liegt bei 12 V in der Nähe von 300 µA. Höhere Spannungen haben zur Folge, dass die Zenerdiode D1 leitet und der Strom deutlich ansteigt. Bei 13,6 V wurde bereits eine Stromaufnahme von 1,7 mA gemessen. Dies fällt beim Betrieb an leistungsstarken Netzteilen kaum ins Gewicht, kann aber für mobile Anwendungen von Bedeutung sein. Eine Zenerdiode mit der Spannung 14 V oder 15 V löst das Problem. Das Zweifach-Timer-IC TLC556C verträgt Betriebsspannungen bis 18 V.



Wenn die Betriebsspannung wesentlich niedriger als 10 V liegt, sinkt die Grenze des Stroms, der ohne Kühlung von T1 geschaltet werden kann. Weil bei niedriger Gate-Source-Spannung der Durchlasswiderstand steigt, nimmt die Verlustleistung erheblich zu. In diesem Fall kommt T1 nicht ohne Kühlung aus.

(130257)gd

Bild 1. Die Schaltung mit dem Zweifach-Timer-IC 556 ist Standard. Vom Üblichen weicht R1 ab, ein Widerstand mit dem Wert 1 GΩ.

Weblink

[1] www.elektor-magazine.de/130257

Stückliste

Widerstände:

R1 = 1 G, 0,25 W, 10 %
(RGP0207CHK1G0, TE Connectivity)
R2, R3 = 10 M
R4 = 1 k
R5 = 10 k

Kondensatoren:

C1 = 390 n, Raster 5/7,5 mm
C2 = 680 n, Raster 5/7,5 mm
C3 = 100 n, Raster 5/7,5 mm

Halbleiter:

D1 = Zenerdiode 12 V/0,5 W
D2 = 1N4007
D3, D4 = 1N4148
T1 = IRF1405ZPBF
IC1 = TLC556CN (DIP14)

Außerdem:

K1...K4 = Flachstecker für Platinenmontage, Raster 5,08 mm
JP1 = Stiftkontaktleiste 2-polig, Raster 2,54 mm
S1 = Schiebe-Umschalter abgewinkelt (C&K Components OS102011MA1QN1)
S2 = Drucktaster mit Arbeitskontakt, 12 V/50 mA, 6 · 6 mm
F1 = Sicherungshalter für Platinenmontage, 15 A (Cooper Bussmann 1A3399-10-R, 2 Stück)
F1 = Sicherung 10 AF, 5 · 20 mm
Platine 130257-1, siehe [1]

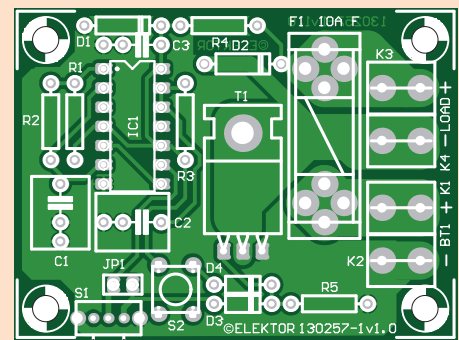


Bild 2. Auf der einseitigen Platine sind die Kupferbahnen des geschalteten Stroms so ausgelegt, dass bis zu 10 A fließen können.



Der Tropfstein der Weisen

**Mehr als ein
Programmiertool mit
nettem Interface**

Von **Clemens Valens**
(Elektor.LABS)

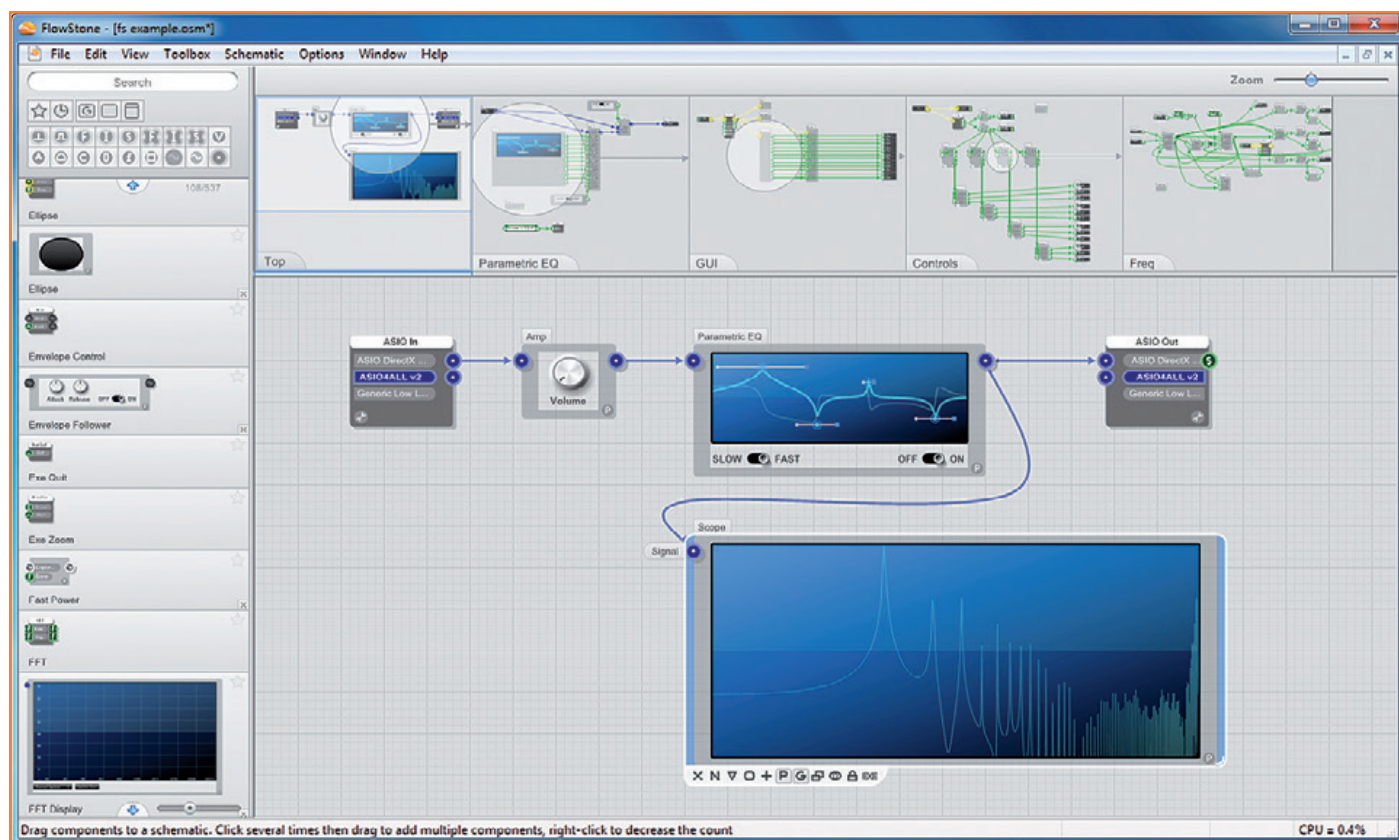
Visuelles Programmieren bedeutet, Programme durch grafische Funktionen zu erstellen statt durch die Eingabe von Text. In vielen visuellen Programmiersprachen (VPL) werden dabei Bildschirmobjekte durch Pfeile, Linien oder Bögen in logische Relation zueinander gesetzt. Eine hochinteressante VPL ist FlowStone.

Ein Flowstone ist eine blattähnliche Ablagerung von Calcit durch langsam fließendes oder tropfendes Wasser in einer Höhle, auf Deutsch Sintervorhang oder Sinterfahne oder einfach gesagt: Tropfstein. Ähnlich wie bei einem solchen Tropfstein stapelt auch das Programm FlowStone Lagen von Funktionen übereinander, durch die der Datenfluss realisiert wird. Ok, die Analogie mag etwas weit hergeholt sein, aber trifft doch irgendwie...

Es begann vor etwa zehn Jahren mit SynthMaker, einer Audio-Programmierapplikation, mit der der Anwender virtuelle Instrumente, Effekte und Controller-Plugins ohne Programmierkenntnisse realisieren konnte. Diese Instrumente und Effekte wurden dann benutzt, um zum Beispiel mit *Virtual Studio Technology (VST)*-kompatibler Aufnahme-Software Musik zu machen. Nach ein paar Jahren entwickelte SynthMaker eine kleine Schwester namens FlowStone. Die kleine Schwester erwies sich als sehr anspruchsvoll und begann, ihre ältere Schwester bis zur Version 3 im November 2012 zu absorbieren.

In FlowStone wird ein Programm auf einem 1024 x 1024 Einheiten großen Gitter (schematic) gezeichnet. Funktions-Objekte, so genannte Components, sind auf dem Gitter platziert. Komponenten besitzen Anschlüsse zum Empfang und/oder Senden von Daten. Die Verbindungen zwischen den Komponenten - die Links - sind durch Linien angedeutet, die normalerweise von einem Ausgang (start) zu einem Eingang (end) führen. Es gibt mehrere Arten von Verbindern für unterschiedliche Datentypen, jede mit eigenem Symbol und Farbe. Schematics werden schnell (zu) komplex. Deshalb lassen sich Teilschaltungen in Module verwandeln und wie Komponenten behandeln. Ein Modul kann mit einem grafischen Bedienfeld mit Knöpfen, Tasten und anderen Steuerelementen versehen werden. Sobald die Anwendung fertig ist, kann sie als Stand-alone-Anwendung exportiert werden, die dann ohne FlowStone auf dem PC läuft.

Die FlowStone-Benutzeroberfläche ist ziemlich einfach zu bedienen. Man hat sich viel Mühe gegeben, Komponenten leicht zugänglich zu machen.



Auch die Navigation durch das Design verläuft schnell und problemlos. Die Komponenten-Bibliothek, die Toolbox, kann auf verschiedenen Wegen mit einem entsprechenden Filter durchsiebt werden. Wenn man eine Komponente nicht findet, kann man auch davon ausgehen, dass sie tatsächlich nicht existiert.

Das Schematic-Gitter ist ziemlich groß, aber in einem speziellen Navigations-Fenster kann man schnell durch das Design scrollen und es verschieben. Es gibt auch eine Miniaturansicht/Zoom-Ansicht, die gleichzeitig einen Über- und einen detaillierten Blick auf das Design ermöglicht. Der erfahrene FlowStone-Anwender wird durch eine Unzahl von Shortcuts unterstützt. Darüber hinaus gibt es eine sehr umfangreiche und ausführliche Bedienungsanleitung zum Download.

Beim Rundgang durch die Toolbox werden Ihnen eine Menge von Audio- und Signalverarbeitungs-komponenten auffallen, aber es gibt auch allgemeine Funktionen wie Textverarbeitung oder Zeichentools. Hochinteressant sind auch die exter-

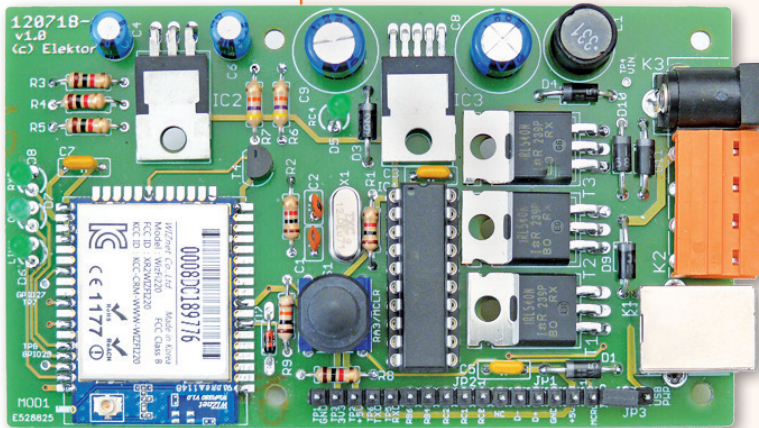
nen Hardware-Komponenten, die zum Beispiel Schnittstellen zu Wiimote (Fernbedienung einer Wii-Spielkonsole), dem X10-Protokoll zur Hausautomation oder zu Phidgets (Low-Cost-USB Bausteine für MSR-Aufgaben) zur Verfügung stellen. Es gibt auch spezielle FlowStone-Hardware wie das FlowBoard-DAQ mit acht analogen Eingängen sowie je 16 digitalen Ein- und Ausgängen. FlowStone unterstützt auch die Kommunikation über HID-Geräte (siehe Kasten).

Tatsächlich ist es sehr einfach, ein Design zu entwerfen. Ziehen Sie einfach per Drag-and-Drop Komponenten aus der Toolbox auf das Schematic-Gitter. Wenn Sie mit der Maus eine Komponente direkt an der anderen platzieren, verbinden sich kompatible Ein- und Ausgänge automatisch, was die „Verdrahtungsarbeit“ sehr beschleunigt. Wenn Sie eine Komponente auswählen, erscheint ein kurzer Hilfetext zu den Anschlüssen.

Manuelles Verbinden beginnt immer an einem Ausgang und endet an einem Eingang. Normalerweise befinden sich die Ausgänge auf der rechten

Bild 1.
Das FlowStone-Gitter zeigt eine einfache Audiotbearbeitung mit einem parametrischen Equalizer und einer Anzeige für die FFT des resultierenden Signals.

Steuern Sie Ihre eigene Hardware!



Die neueste Version von FlowStone kann mit HID-Geräten kommunizieren. Sie können Ihr eigenes HID-Board entwickeln und mit FlowStone steuern. Der Elektor WLAN-Controller [2] zum Beispiel ist ein solches Board. Weil es einen Bootloader besitzt, ist es eine perfekte Plattform für die Entwicklung von Anwendungen, die von FlowStone gesteuert werden. Erstellen Sie eine Musik-Anwendung wie einen Synthesizer oder ein kompliziertes Sound-Bearbeitungstool und benutzen Sie das WLAN-Board, um begleitende Lichteffekte zu erstellen oder einen Roboter zum Tanz aufzufordern. Oder nutzen Sie FlowStone für Ihre wissenschaftliche Hi-Tech-Datenerfassung/verarbeitung. Ich habe es ausprobiert und es funktioniert gut. Um Ihnen einen Eindruck meines C18-Projekts zu vermitteln, laden Sie es (natürlich kostenlos) von [3] herunter.

Seite und die Eingänge auf der linken Seite der Komponente. Beim Verbinden stehen nur die mit den jeweiligen Anschlüssen kompatiblen Datentypen zur Verfügung.

Verbindungen müssen nicht immer gezogen werden, sie können auch „drahtlos“ sein, ähnlich wie zum Beispiel Netz-Labels in Layoutprogrammen. Es gibt nur einen kleinen Unterschied: Solche drahtlosen Ausgänge können sich nur auf Module beziehen, die sich auf einer niedrigeren Stufe in der Hierarchie befinden.

Die von FlowStone erkannten mehr als 30 Datentypen lassen sich drei Kategorien aufteilen (devisa est in partes tres): Streams, Events und Getriggerte. Streams sind kontinuierlich fließende Datenströme wie Audio- oder Video-Samples, Getriggerte und Events sind Signale, die durch Ereignisse ausgelöst werden. Der Unterschied dieser beiden Typen liegt darin, dass getriggerte Typen nur andeuten, dass etwas geschehen ist, während Events daraufhin Daten produzieren (können). Es sind auch Ereignisse möglich, die nur zu vom Programmierer festgelegten Zeiten auftreten. Interessanterweise gibt es zwei Arten von Streams, monophone (mono) und polyphone (poly). Sie verhalten sich völlig unterschiedlich. In der Bedienungsanleitung heißt es dazu: „Poly ist nur für Audio-Anwendungen gedacht, bei denen Tonsignale von MIDI generiert werden. Wenn Sie kein Audio erzeugen, können Sie Poly komplett vergessen.“

Obwohl FlowStone eine grafische Programmiersprache ist, kann man Programmteile auch „klassisch“ in der Programmiersprache Ruby schreiben. Dies ist natürlich gegen die grafischen Programmier-Regeln, aber man kann gewisse Funktionen vielleicht leichter durch einen Algorithmus beschreiben als sie zu zeichnen.

Leider können wir hier nicht weiter und tiefergehend auf FlowStone eingehen. Sie können FlowStone aber über die kostenlose Demo-Version [1] besser kennenlernen. Wenn Sie die neueste Version der Digital Audio Workstation (DAW) FL Studio ihr Eigen nennen, so haben Sie FlowStone bereits „im Kasten“ (ältere Versionen von FL Studio werden mit SynthMaker ausgeliefert).

(130064)

Weblinks

- [1] FlowStone:
www.dsprobotics.com/flowstone.html
- [2] WLAN-Controller-Board:
www.elektor.de/120718
- [3] Downloads für diesen Artikel:
www.elektor.de/130064

Lesen Sie die neue Elektor ein Jahr lang in der ultimativen GOLD-Mitgliedschaft und profitieren Sie von allen Premium-Vorteilen!



Die Elektor-GOLD-Jahresmitgliedschaft bietet Ihnen folgende Leistungen/Vorteile:

- Sie erhalten **10 Elektor-Hefte** (8 Einzelhefte + 2 Doppelausgaben Januar/Februar und Juli/August) pünktlich und zuverlässig frei Haus.
- **Extra:** Jedes Heft steht Ihnen außerdem als PDF zum sofortigen Download unter www.elektor-magazine.de (für PC/Notebook) oder via App (für Tablet) bereit.
- **Neu & Exklusiv:** Sie erhalten alle 2 Wochen per E-Mail ein neues Extra-Schaltungsprojekt (frisch aus dem Elektor-Labor).
- **Neu & Exklusiv:** Wir gewähren Ihnen bei jeder Online-Bestellung 10% Rabatt auf alle unsere Webshop-Produkte – dauerhaft!
- **Neu & Exklusiv:** Der Online-Zugang zum neuen Community-Bereich www.elektor-labs.com bietet Ihnen zusätzliche Bauprojekte und Schaltungsideen.
- **Extra:** Die neue Elektor-Jahrgangs-DVD (Wert: 27,50 €) ist bereits im Mitgliedsbeitrag inbegriffen. Diese DVD schicken wir Ihnen sofort nach Erscheinen automatisch zu.
- **Extra:** Top-Wunschprämie (im Wert von 30 €) gibts als Dankeschön GRATIS obendrauf!

UMWELTSCHONEND – GÜNSTIG – GREEN

Möchten Sie Elektor lieber im elektronischen Format beziehen? Dann ist die neue GREEN-Mitgliedschaft ideal für Sie! Die GREEN-Mitgliedschaft bietet (abgesehen von den 10 Printausgaben) alle Leistungen und Vorteile der GOLD-Mitgliedschaft.



Jetzt Mitglied werden unter www.elektor.de/mitglied!

Tonfrequenzspektrometer nach Freystedt (1935)

Restauration eines Meilensteins der elektroakustischen Messtechnik

Von
Dr. Götz Corinth
(D)

Gegenüber den früheren zeitaufwendigen mechanischen, optischen oder grafisch-mathematischen Methoden brachte die Elektrotechnik ab den 1930er Jahren große Fortschritte in Sachen Schallanalyse. Mit Filterschaltungen konnte man individuelle Frequenzen oder Frequenzbänder hervorheben oder unterdrücken. Das Suchtonverfahren ermöglicht höchste Auflösungen bei konstanter absoluter Bandbreite, allerdings auf Kosten des Analysetempos.

Vor die Eingänge eines mehrkanaligen Schleifenoszillographen geschaltete Bandpässe ermöglichten die parallele Darstellung mehrerer Frequenzbereiche. Eine visuelle Beurteilung in Echtzeit war damit allerdings problematisch.

1934 verbesserte Erich Freystedt, damals im Zentrallabor von Siemens & Halske tätig, das Verfahren. Er verwendete 27 parallele Terzfilter vor den Eingängen und konnte damit das komplette menschliche Hörspektrum von 30 Hz

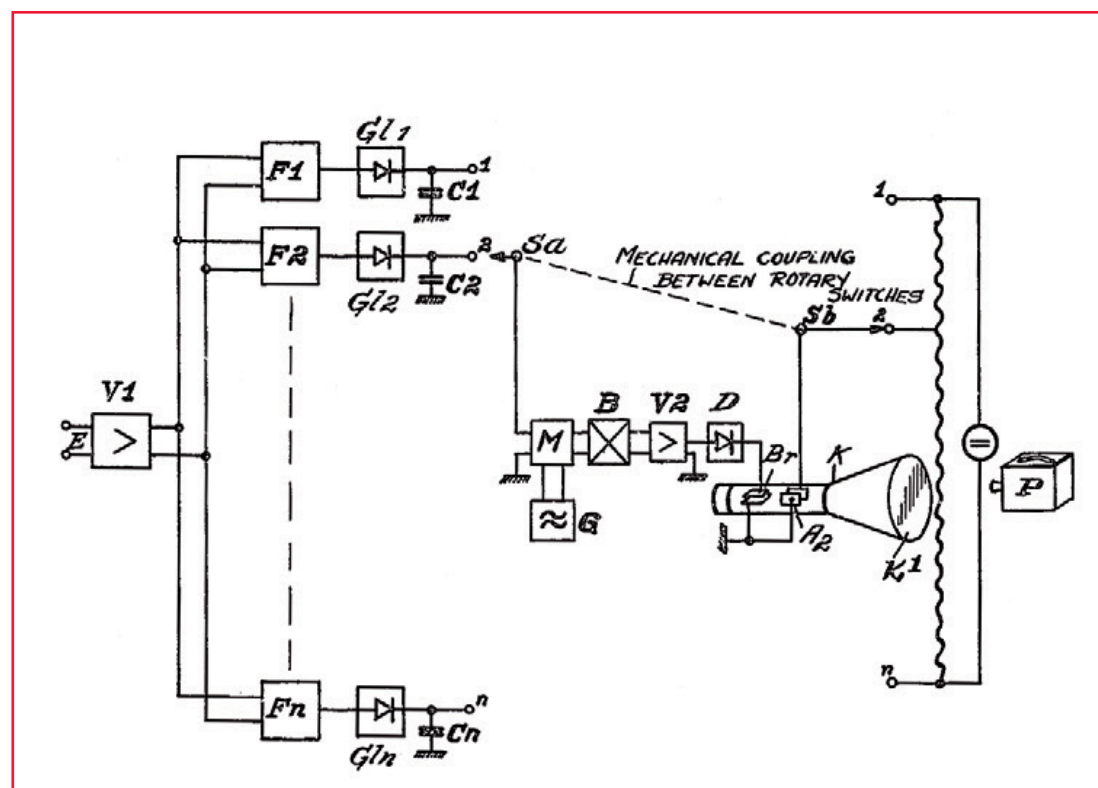


Bild 1.
Teil des Blockschaltbilds des
Tonfrequenzspektrometers.
Beachten Sie bitte die
Kamera „P“. US Patent
Office file # 2,159,790, May
1939; Z. Tech. Phys. 16
(1935), S. 294 (Freystedt).

bis 18 kHz per „Analyse mit konstanter Relativbandbreite“ abdecken. Wie in **Bild 1** zu sehen wurden diese 27 Signale zunächst gleichgerichtet und die Gleichspannungen in Kondensatoren gepuffert, worauf sie dann durch ein motorisch betriebenes Schaltwerk periodisch abgetastet und an die Vertikalablenkung einer Kathodenstrahlröhre gelegt wurden. Gleichzeitig wurde an die Horizontalablenkung eine entsprechend gestufte Gleichspannung gelegt, so dass die 27 Frequenzbereiche als Linienspektrum dargestellt wurden. Die Höhe der Linien entspricht – unter Berücksichtigung der Eigenschaften von Kondensatoren und Filtern (siehe **Bild 2**) – der Spitzenspannung ihrer Frequenzbereiche. Abhängig von der Abtastrate wird so ein laufend aktualisiertes Spektrum erzeugt, dessen zeitlicher Verlauf zusätzlich registriert werden kann.

Wo ist das Spektrometer?

Es bestand die vage, doch nicht ganz unbegründete Hoffnung, dass ein derartiges Gerät in einer großen Privatsammlung in Rüsselsheim stehen sollte. Rüsselsheim heißt Opel und Opel lässt Geräuschuntersuchungen an Automotoren vermuten, nicht wahr? Der Verdacht bestätigte sich tatsächlich: Dort stand ein Spektrometer aus dem

EST[®] 2004

Retronik ist eine monatliche Rubrik, die antiker Elektronik und legendären Elektor-Schaltungen ihre Referenz erweist. Beiträge, Vorschläge und Anfragen telegrafieren Sie bitte an Jan Buiting (editor@elektor.com).

Jahre 1937 und schien wenigstens äußerlich noch recht gut erhalten. Mit viel Mühe wurden die 85 kg Elektronik ins Labor des Autors geschafft.

Wo ist die Dokumentation?

An Unterlagen waren zunächst nur zwei wissenschaftliche Veröffentlichungen von Siemens und ATM vorhanden. Später konnte über die akustische Abteilung der PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt) ein holländischer Sammler kontaktiert werden, der alte Originalunterlagen von Siemens bereitwillig zur Verfügung stellte. Darin fand sich auch die Preisangabe von 1938: RM 5.500 - laut dem Statistischen Bundesamt würde das bezogen auf das Jahr 2000 dem stolzen Preis von etwa 25.000 € entsprechen.

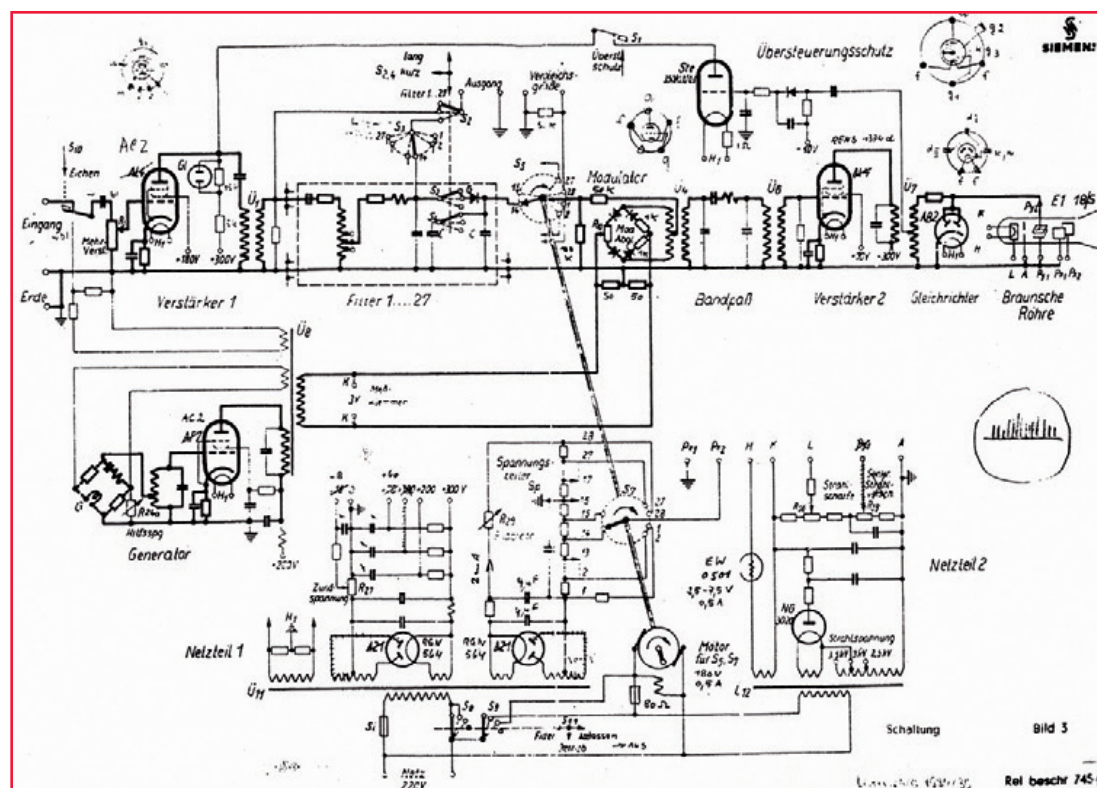


Bild 2. Detaillierte Schaltung des beschriebenen Geräts (aus Werksunterlage Rel beschr. 745 g., Siemens & Halske, 1936).

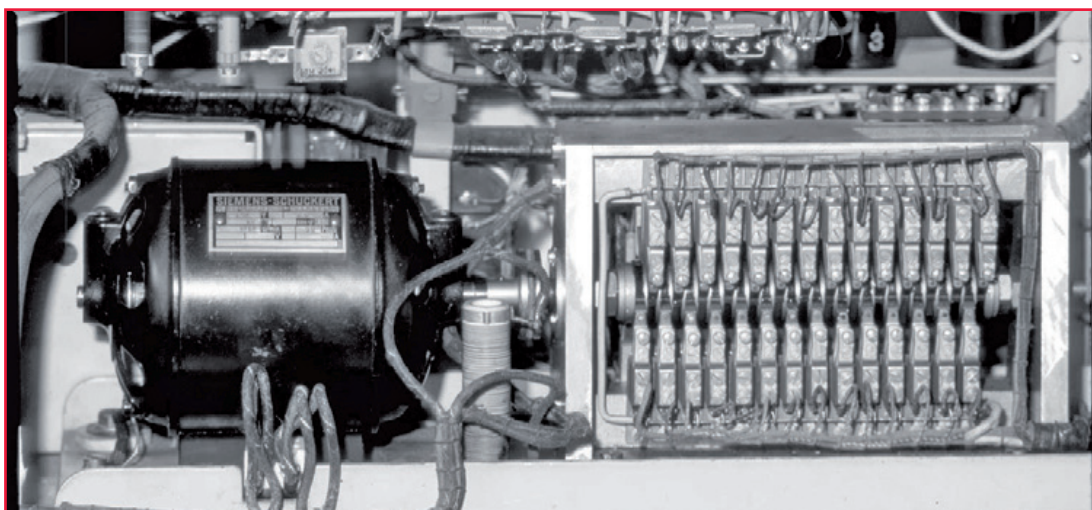


Bild 3.
Antriebsmotor und
Nockenschaltwerk mit 56
Federsätzen (Originalfoto).

Elektrische Tests, Forschung & Restaurierung

Erste vorsichtige Versuche: Der Antriebsmotor für den 2 x 27 Nockenschalter (siehe **Bild 3**) saß fest und die Hochspannung für die 18-cm-Bildröhre mit asymmetrischer Ablenkung fehlte. Die zugehörige Röhre war leider durch Korrosion der Drähte am Quetschfuß unbrauchbar geworden. Nur der NF-Teil schien noch einigermaßen funktionsfähig zu sein.

Der Hochspannungstrafo musste zweimal neu

gewickelt werden, bis er durchhielt. Die Bildröhre bekam in einer holländischen Spezialfirma ein komplett neues Innenleben und einen neuen Leuchtschirm. Der NF-Teil wurde eingehend überprüft und unsichere Bauelemente ersetzt.

Der notwendige Neuabgleich vieler Filter (siehe **Bild 4**) war arbeitsaufwendig. Viele Kondensatoren hatten an Kapazität zugenommen (vermutlich durch Schrumpfung des Isolierpapiers im Laufe von fast 70 Jahren), so dass der einfache Trick des Parallelschaltens von Zusatzkapazitäten nicht in Frage kam. Mit zwei Kapazitätsdekaden und einem computergesteuerten Wobbelmessplatz ließen sich die Sollkurven wieder einstellen (siehe **Bild 5**). Die „Sirutor“-Kupferoxydulgleichrichter zwischen Filtern und Speicherkondensatoren erwiesen sich alle als völlig intakt.

Zum Betrieb der „neuen Kathodenstrahlröhre im alten Kolben“ mussten noch die Einstellmöglichkeiten für die Hilfsspannungen überarbeitet werden. Dazu wurden eine kleine geätzte Platine und entsprechende Potentiometer eingebaut. Auf den korrekten Betrieb der Bildröhre mit einer besseren symmetrischen Ablenkung durch eine

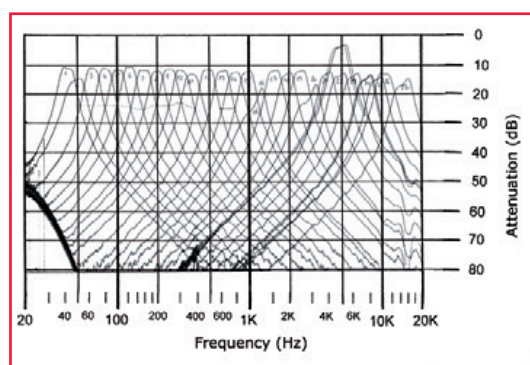


Bild 4.
Frequenzgänge der Filter
vor der Überholung
(Originalregistrierung).

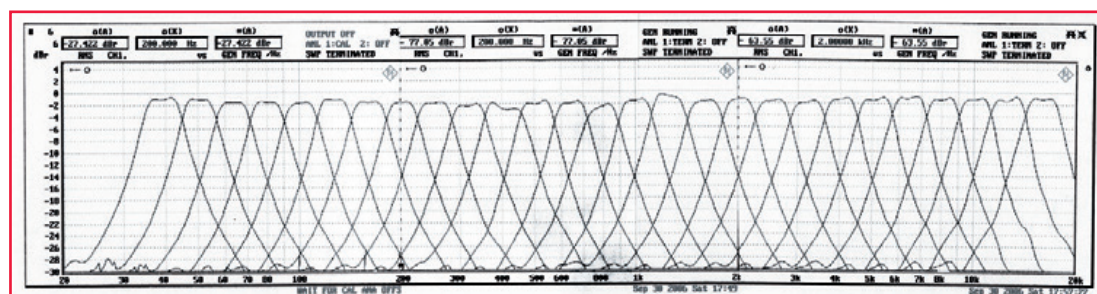


Bild 5.
Frequenzgänge der
Filter nach Neuabgleich
(Originalregistrierung).

Gegentakt-Ansteuerstufe wurde verzichtet, um keinen zu weitgehenden Eingriff in ein historisches Gerät zu machen. Trapezfehler und Astigmatismus erwiesen sich bei nicht allzu großen Ablenkungen als noch erträglich (siehe **Bild 6**).

Mechanische Arbeiten

Nachdem der Motor neue Lagerbuchsen erhalten hatte und alle 54 Federsätze mit dem Lichtblitzstroboskop justiert waren, konnte ein erstes Spektrum auf einem externen Oszilloskop angezeigt werden.

Nach der elektrischen Restaurierung wurde auch noch das Äußere durch Neulackierung des Gehäuses, Vernickelung der Metallteile und Beschriftung der Knöpfe etc. aufgearbeitet (siehe **Bild 7**).

Zuhause

Als Ergebnis der viele Wochenenden verschlingenden Restaurierungsarbeit war dann dieses Urgestein der elektroakustischen Messtechnik gerettet

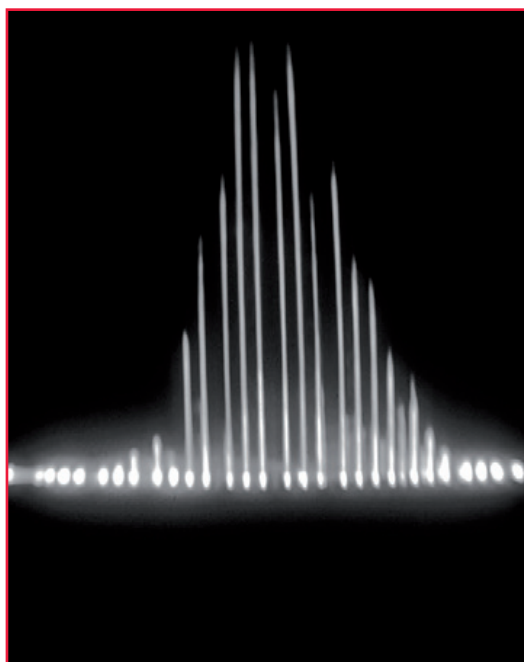
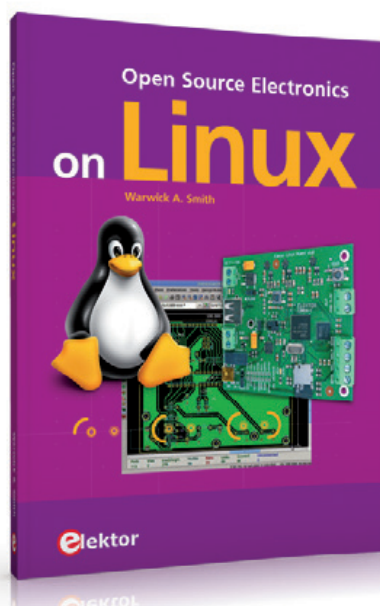


Bild 6.
Schirmbildaufnahme einer verzerrten Sinusspannung (Originalregistrierung).

Anzeige

Open Source Electronics on Linux

Neues Fachbuch in englischer Originalsprache!



Wenn Sie sich schon immer einmal mit dem stetig wachsenden Angebot an Open-Source-Software für Elektronik befassen wollten, dann ist dieses Buch genau das, was Sie suchen. Der Autor Warwick A. Smith führt Sie unter Einsatz von Linux durch die Welt der Open Source Hard- und Software. Er erläutert, wie man EDA-Tools und Software nutzt, die kostenlos ist und im Internet auf Ihren Download wartet.

Dieses neue englischsprachige Buch zeigt, wie sich Elektroniker zu Ingenieuren entwickeln können, die ihre Projekte mit aktueller Technik entwickeln und bauen. Dies ist sowohl rein unter Linux als auch in Kombination mit anderen Betriebssystemen möglich.

Alle im Buch beschriebenen Hardware-Projekte können auf einseitigen Platinen aufgebaut werden, die man auch selbst herstellen kann. Man kann aber auch mit den entsprechenden Layout-Dateien bei einem Dienstleister professionelle Platinen fertigen lassen. Es sind keine speziellen oder schwer erhältlichen Bauteile notwendig.

271 Seiten (kart.) • Format 17 x 23,5 cm • ISBN 978-1-907920-19-6

€ 34,50 • CHF 42,80



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

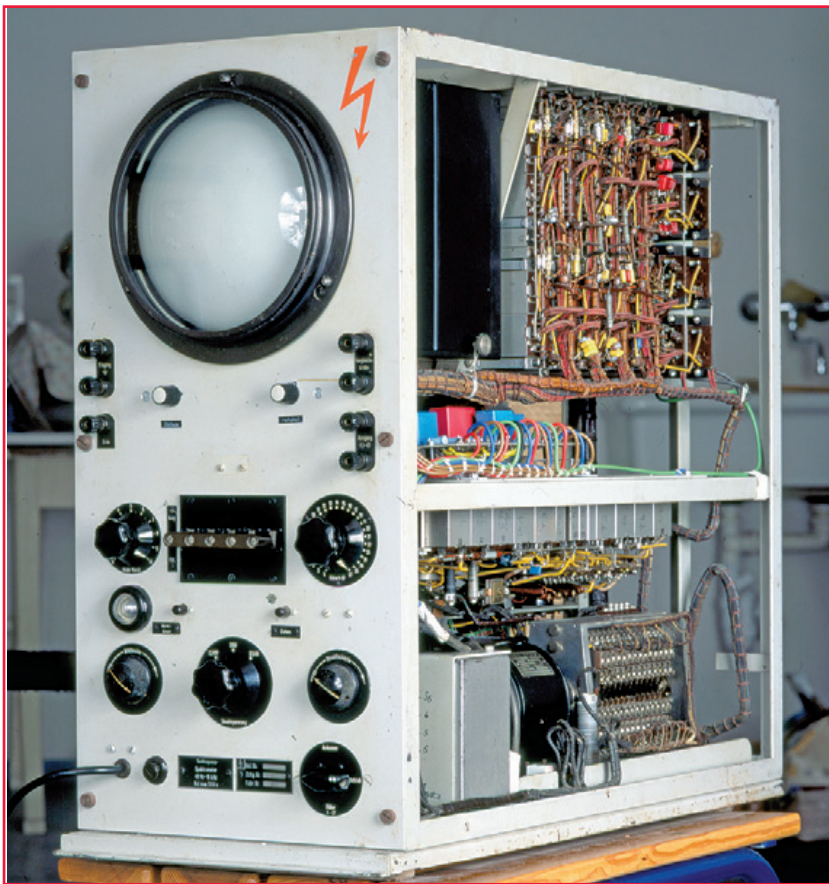
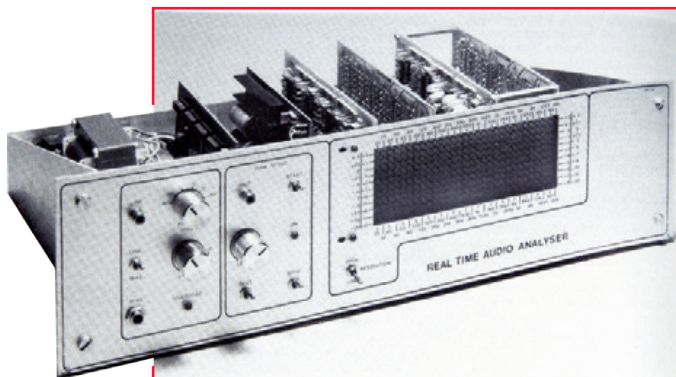


Bild 7.
Ansicht des restaurierten Tonfrequenzspektrometers. Das Gehäuse wurde abgenommen und man erkennt die 27 Sektionen der Filterbank und die motorgetriebenen Kontakte. Es waren moderne Bauteile notwendig, um die überholte und erneuerte Bildröhre an die originale Schaltung anzupassen (Originalfoto).

Bild 8.
Der fertige Prototyp des Echtzeit-Terz-Analysers von Elektor, fotografiert von einer Seite der Zeitschrift von 1984.



und wieder voll betriebsfähig. Der Autor stellte das frisch restaurierte Messgerät anlässlich einer Tagung für Akustik im Jahre 2007 ausführlich vor. Anschließend stellte er es dem originalen Herstellers Siemens als kostenlose Dauerleihegabe seiner historischen Sammlung in München zur Verfügung.

Elektor 1984

In der März-, April- und Mai-Ausgabe des Jahres 1984 erschien in Elektor eine dreiteilige Serie über einen „Echtzeit-Terz-Analyser“, den man durchaus als moderneren, verbesserten Nachfolger auf Halbleiterbasis der Siemens-Antiquität von 1935 beschreiben könnte, auch wenn er 1984 nicht die gleiche Aufmerksamkeit erregte und viel billiger war. Im guten alten Stil der Selbstbauprojekte der 80er Jahre waren hier Unmengen an diskreten Bauelementen zu finden. Allein gut 250 Präzisionswiderstände mit krummen Werten wurden benötigt. Auf eine Basisplatine musste ein halbes Dutzend Tochterplatinen montiert werden, die recht eng bestückt waren. Hinzu kam ein kräftiges Netzteil und eine farbige Anzeige aus gut 330 LEDs. Auch ein Generator für rosa Rauschen war vorgesehen.

Der originale 1984er Prototyp des Elektor-Labors wurde beim Umzug von Elektor im Jahre 2008 leider entsorgt. Zurück blieben lediglich die alten Artikel. Ganz so tragisch ist das aber gar nicht, denn fast dreißig Jahre später lässt man zum gleichen Zweck einfach ein passendes Programm namens *Audio Analyzer 2010* (oder ein ähnliches) auf dem PC laufen. Es belegt nur etwa 500 KB Platz auf der Platte und kann mehr als beide Vorläufer. Einige Elektroniker basteln sich gar mit ARM-Controllern und/oder DSPs gesteuerte versteckte Lautsprecher in ihr Auto und lassen dann einen virtuellen V8-Motor im Golf blubbern. Heute gibt es gegenüber früher fast nichts, was es nicht gibt.

Dennoch ist **Bild 8** einfach einen würdigen Blick wert, denn es zeigt, wie so ein für 1984 hochmodernes Bauteilegrab aussieht. Beeindruckend, oder etwa nicht? Und wenn irgendjemand einen solchen Analyser aus dem Jahre 1984 bei sich zuhause verstauben lässt, dann schicke der bitte ein Telegramm an Jan Buiting unter editor@elektor.com.

(130204)

The image shows a tablet displaying the cover of Elektor magazine. The cover features the magazine's logo, which consists of a red stylized 'e' inside a circle, followed by the word 'elektor' in a large, bold, sans-serif font. Above the logo, the website 'www.elektor-magazine.de' is visible. To the right of the logo, the word 'magazine' is written in a smaller font, with 'JAN 2015' and 'Nr. 101' below it. A blue banner is overlaid on the top half of the screen, and a red banner is overlaid on the bottom right. The background of the magazine cover shows a circuit board and some electronic components.

**Lesen Sie jetzt Elektor
auf Ihrem Tablet!**

**Einzelheft: nur 7,99 €
Doppelheft: nur 14,99 €**

**Elektor-Mitglieder erhalten
jede App-Ausgabe kostenlos!**

Elektor-App herunterladen:

- www.elektor.de/ios-app
- www.elektor.de/android-app

Hexadoku Sudoku für Elektroniker

Für alle diejenigen, die von unserem ganz speziellen Hexadoku niemals genug bekommen, haben wir hier eine neue Ausgabe. Einen langen Winterabend können Sie damit im wahrsten Sinne des Wortes gewinnbringend nutzen; die richtige Lösung und etwas Glück vorausgesetzt. Denn wie immer haben wir vier schöne Gutscheine vorbereitet!

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

genau einmal vorkommen. Einige Zahlen sind bereits eingetragen, was die Ausgangssituation des Rätsels bestimmt. Wer das Rätsel löst - sprich die Zahlen in den grauen Kästchen herausfindet - kann wie jeden Monat einen Hauptpreis oder einen von drei Trostpreisen gewinnen!

Mitmachen und gewinnen!

Unter allen internationalen Einsendern mit der richtigen Lösung verlosen wir einen **Eurocircuits/Elektor-PCB-Service-Gutschein im Wert von 100 €** und drei **Elektor-Bücher-Gutscheine im Wert von je 50 €**.

Einsenden

Schicken Sie die Lösung (die Zahlen in den grauen Kästchen) per E-Mail, Fax oder Post an:
Elektor - Redaktion - Süsterfeldstr. 25 - 52072 Aachen
Fax: 0241 / 88 909-77 E-Mail: hexadoku@elektor.de
Als Betreff bitte nur die Ziffern der Lösung angeben!
Einsendeschluss ist der 31. Dezember 2013!

Die Gewinner des Hexadokus aus der Oktober-Ausgabe stehen fest!

Die richtige Lösung ist: **FCDE8**.

Der Eurocircuits/Elektor-PCB-Service-Gutschein im Wert von 100 € geht an: D. Jacobs aus Mechernich.

Einen Elektor-Gutschein über je 50 € haben gewonnen: Gilbert Luyckx, Walter Mei und Esko Viiru.

Herzlichen Glückwunsch!

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

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

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

Von den Machern von Elektor!

elektor

5 | 2014

[D] 17,50 €

[A] 20,00 €

[L] 20,00 €

[B] 20,00 €

CHF 30,00

LEDs

Special Project 5

**Leuchtdioden in
Theorie, Anwendung
und Selbstbauprojekten**

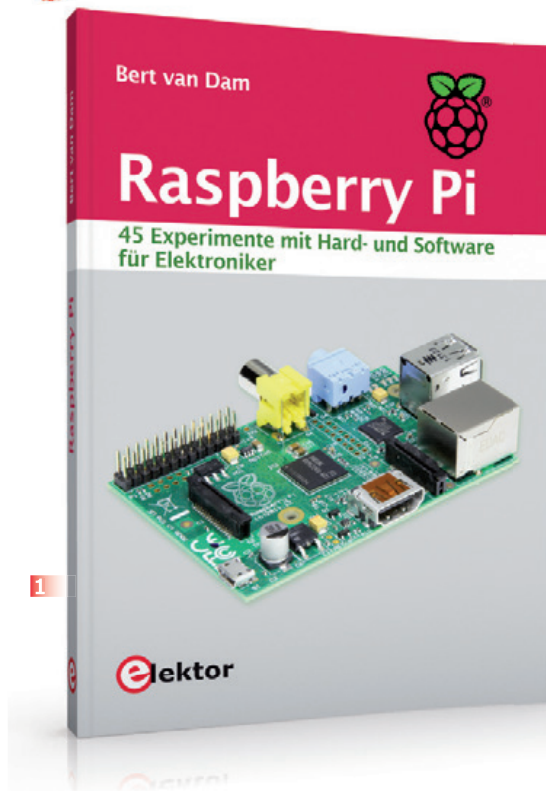
- LED-Kommunikator
- RSS-Nachrichten-Ticker
- Beleuchtungs-Steuerung
- RGB-LED-Effekte mit NXP-ARM
- Schaltungen, Tipps und Kniffe
- Treiberströme: Höher als erlaubt
- Knowhow: Matrix-Schaltungen
- Dimmungstechniken im Vergleich
- Ein IC treibt LEDs, regelt Solarzellen und lädt Batterien
- Ansteuerung von LEDs mit gepulstem Überstrom



**Jetzt neu
am Kiosk!**

Oder frei Haus unter www.elektor.de/leds5 bestellen!

NEU



45 Experimente mit Hard- und Software für Elektroniker

1 Raspberry Pi

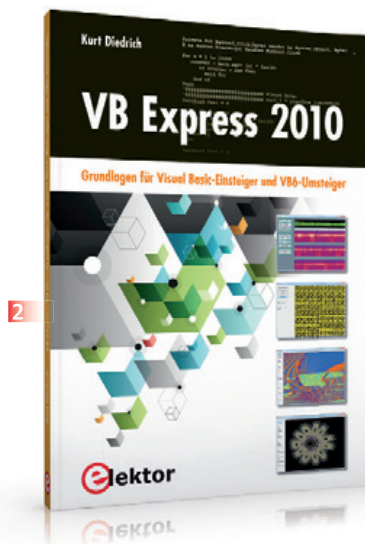
Dieses Buch beschreibt 45 spannende und interessante Projekte mit Raspberry Pi, wie zum Beispiel ein Wechselblinklicht, eine Motorregelung, Erzeugen und Verarbeiten analoger Signale, ein digitales Thermometer, ein Lichtmesser. Aber auch kompliziertere Projekte wie eine Motor-Geschwindigkeitsregelung, ein Webserver mit CGI (Common Gateway Interface) und Client-Server-Programme werden vorgestellt. Sie können dieses Buch als Projektbuch verwenden und die Projekte nachbauen, um sie dann in der Praxis einzusetzen.

271 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-273-4
€ 39,80 • CHF 49,40

Grundlagen für Visual Basic-Einsteiger und VB6-Umsteiger

2 VB Express 2010

Dieses Buch unterstützt den Anwender bei den ersten Schritten mit Visual Basic, in dem es sich auf die Werkzeuge der Toolbox und deren Eigenschaften kon-



zentriert, die zum Schreiben praktisch verwertbarer Programme notwendig sind. Zu jedem Thema findet der Leser ausführlich kommentierte Beispielprogramme, die er selbst ausprobieren kann und die sich auf das Mindeste beschränken, was zum Starten der Software notwendig ist.

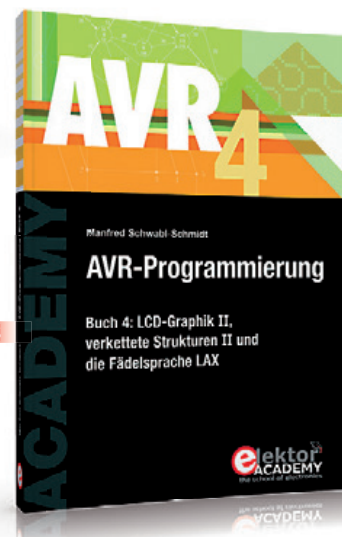
284 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-269-7
€ 34,80 • CHF 43,20

LCD-Graphik II, verkettete Strukturen II und die Fädelsprache LAX

3 AVR-Programmierung 4

In diesem neuen vierten Band der erfolgreichen Buchreihe zur Programmierung von AVR-Mikrocontrollern wird die LCD-Graphik aus Band 3 weiterentwickelt. Hinzu kommen das Füllen von Polygonen, die Zuordnung von Pixelkoordinaten zu Graphikobjekten und die Verwendung des Displays als Textfenster. Aufbauend auf der Darstellung der inneren Mechanik von Fädelsprachen im vorigen Band wird außerdem die Fädelsprache LAX vorgestellt und implementiert.

320 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-232-1
€ 46,00 • CHF 57,10



Arrays und serielle Daten

4 LabVIEW 2

Der zweite Band der LabVIEW-Lehrbuchreihe beschäftigt sich u.a. mit Arrays, Cluster und den seriellen VISA-Funktionen. Als Erstes werden vier neue zusammengesetzte Datentypen (Enum, Ring, Array, Cluster) vorgestellt und deren Verwendung wird anhand zahlreicher praktischer Beispiele und Übungen erläutert. Danach wird es praktisch: Ein 8051er-Mikrocontrollersystem dient dabei als Datenquelle und -senke für verschiedene LabVIEW-VIs.

248 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-274-1
€ 34,80 • CHF 43,20

Schaltungsprojekte für Profis

5 Arduino

Für den großen Erfolg der Arduino-Plattform lassen sich zwei Ursachen finden. Zum einen wird durch das fertige Board der Einstieg in die Hardware enorm erleichtert; der zweite Erfolgsfaktor ist die kostenlos verfügbare Programmieroberfläche. Unterstützt wird der Arduino-Anwender durch eine Fülle von Software-Bibliotheken. Die täglich wachsende Flut von Libra-



ries stellt den Einsteiger vor erste Probleme. Nach einfachen Einführungsbeispielen ist der weitere Weg nicht mehr klar erkennbar, weil oft detaillierte Projektbeschreibungen fehlen. Hier setzt dieses Buch an. Systematisch werden Projekte vorgestellt, die in verschiedene Themengebiete einführen. Dabei wird neben den erforderlichen theoretischen Grundlagen stets größter Wert auf eine praxisorientierte Ausrichtung gelegt.

270 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-257-4
€ 39,80 • CHF 49,40

30 Projekte in C für Fortgeschrittene 6 ARM-Mikrocontroller 2

Die im Buch beschriebenen Projekte mit dem mbed-Board sind für Einsteiger in C und ARM-Mikrocontroller ausgelegt. Der mbed NXP LPC1768 nutzt Cloud-Technologie, ein revolutionäres Konzept in der Software-Entwicklung.

Es bedeutet, dass man keinerlei Software auf seinem PC installieren muss, um den mbed zu programmieren. Das Einzige, was Sie brauchen, ist ein

Webbrowser mit Internetzugang und einen freien USB-Anschluss an Ihrem PC.

243 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-271-0
€ 39,80 • CHF 49,40

Kompletter Elektor-Jahrgang 2012 auf DVD 7 Elektor-DVD 2012

Die neue Elektor-Jahrgangs-DVD enthält alle Artikel des Jahrgangs 2012. Sie verfügt über eine sehr übersichtlich gestaltete Benutzeroberfläche. Mit der Elektor-DVD 2012 können Sie Platinenlayouts in perfekter Qualität drucken; diese Layouts mit einem Zeichenprogramm verändern; die Schnellsuchfunktion benutzen, mit der Sie in den einzelnen Artikeln oder im ganzen Jahrgang nach Wörtern, Bauteilen oder Titeln suchen können; Schaltbilder, Platinenlayouts, Illustrationen, Fotos und Texte exportieren.

ISBN 978-90-5381-273-0
€ 27,50 • CHF 34,10

Taschenbuch für Elektronik und Elektrotechnik 8 Formelsammlung

Diese „Formelsammlung“ beinhaltet alle wichtigen Details für Ingenieure, Techniker, Meister und Fach-

arbeiter in der Elektrotechnik und Elektronik, die in Forschung, Entwicklung und Service tätig sind. Die logische Gliederung in zehn Kapitel vereinfacht das Nachschlagen und Aufsuchen der gewünschten Themen. In den einzelnen Kapiteln finden Sie immer die notwendigen mathematischen und physikalischen Formeln sowie die wichtigsten Tabellen.

271 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-251-2
€ 29,80 • CHF 37,00

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

www.elektor.de/shop

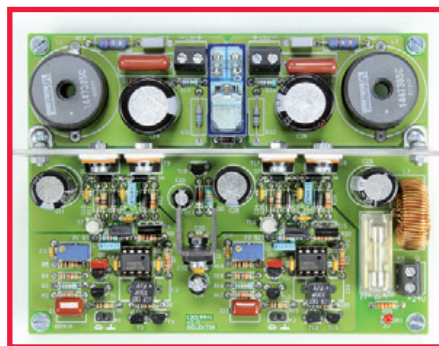
Elektor-Verlag GmbH
Süsterfeldstr. 25
52072 Aachen
Tel. +49 (0)241 88 909-0
Fax +49 (0)241 88 909-77
E-Mail: bestellung@elektor.de

●Nächsten Monat in Elektor

Die nächste Elektor-Ausgabe ist eine Doppelausgabe mit extra vielen Projekten, Ideen und Tipps!

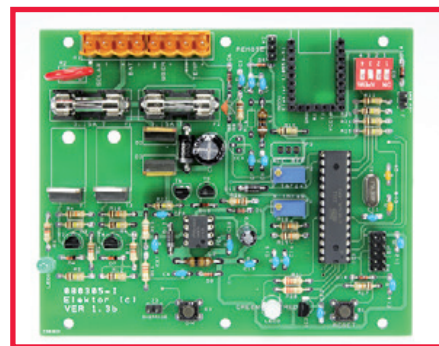
Ebenso wie zu Beginn dieses Jahrs wird die erste Ausgabe im kommenden Jahr eine doppelte Ausgabe mit extra-starkem Inhalt sein. Wir haben einen spannenden Mix aus Kurzbeiträgen, anspruchsvollen Projekten und aktueller Information vorbereitet. Die Mikrocontroller beherrschen nicht allein das Feld, auch für die Mess- und Regelungstechnik ist Platz, und die analoge Schaltungstechnik kommt ebenfalls nicht zu kurz. Außer der Klasse-D-Audio-Endstufe und dem Solarzellen-Laderegler sind folgende Themen geplant:

- RS485-Modul
- Elektronischer Regenschwamm
- Stromfühler
- Drahtlose Leistungsübertragung
- 12-V-LED-Dimmer
- DDS-Funktionsgenerator
- Universelles DSP-Board
- Library für Funkmodule



Klasse-D-Audio-Endstufe

Audio-Endverstärker der Klasse D haben längst nicht mehr den Anstrich des Exotischen. Heute lassen sie sich sowohl mit diskreten Komponenten als auch mit komplexen Bausteinen realisieren. Wir haben das Timer-IC 555, ein Veteran aus der Pionierzeit der integrierten Schaltungen, zur Basis einer solchen Audio-Endstufe gemacht. Das Ergebnis ist eine problemlos aufzubauende Audio-Endstufe in Stereo, die 2 · 6 W leistet. Das Projekt ist ein Lehrstück dafür, dass Klasse-D nicht kompliziert sein muss.



Solarzellen-Laderegler

Der Solarzellen-Laderegler wurde für den Betrieb kleiner Wetterstationen entwickelt, doch auch anderen Low-Power-Verbrauchern hilft er, die Sonnenenergie zu nutzen. Der Laderegler arbeitet mit Solar-Modulen zusammen, die 12 V abgeben und 10...50 W leisten; an andere Leistungsklassen lässt er sich anpassen. Weil hohe Wirkungsgrade nur mit Schaltreglern erreichbar sind, wird dieses Konzept auch hier angewandt. Ein Mikrocontroller überwacht den Ladeprozess, er trägt maßgeblich zur Zuverlässigkeit und Sicherheit bei.

Änderungen vorbehalten! Elektor Januar/Februar 2014 erscheint am 8. Januar 2014. Verkaufsstellen findet man unter: www.pressekaufen.de.

Rund um die Uhr und
sieben Tage die Woche

Projekte, Projekte, Projekte:
www.elektor-labs.com
Machen Sie mit!



engineering electronics embedded DISCUSS design tips tutorial software engage contests system audio business networking media data COMMUNITY social media information product news projects

Want to talk to us directly?

Share your interests and opinions!

Check out our New Social Media
Outlets for direct engagement!



CIRCUIT CELLAR / AUDIOXPRESS / ELEKTOR

Kundenbewertungen



Rund 98 % unserer Kunden sind vom reichelt-Service überzeugt*

*Quelle: Shopauskunft.de (25.09.2013)

ZU EINEM
TOP-PREIS!

INNOVATIVE
TECHNIK



3D-Drucker

Exklusiv bei reichelt:

inkl. Werkzeugpaket im Wert von 39,90 €!

Fertigen Sie Ihre eigenen Modelle, Musterstücke oder Nullserien-Produkte.

- druckt Objekte bis zu einer Größe von 20 x 20 x 20 cm
- Extrusion/Düse: 0,5 mm • Arduino™ kompatibel



<http://rch.it/ve>

Entdecken Sie den 3D-Drucker-Bausatz
und das komplette Zubehörangebot!



3D PRINTER K8200

699,00

Bausatz

Professionelle Qualität zu attraktiven Preisen!



Entfernungsmesser mit Bluetooth

CEM

Bluetooth

Präzise & kommunikativ!
Messergebnisse per Bluetooth direkt auf Ihr Tablet oder Smartphone!



- Messbereich 0,05 - 70 m
- kompatibel mit iOS und Android
- umfangreiche Dokumentationsfunktionen
- hohe Genauigkeit: ±1,5 mm
- Schutzart: IP54

CEM ILDM 150
149,00

Gratis-App im AppStore oder bei GooglePlay



(Lieferung ohne iPhone)

Das Arduino Lernpaket

70 mitreißende Projekte, die jeder programmieren kann: z.B. Mikrocontroller-Kerzenlicht, Lüftersteuerung, Speicher-oszilloskop, Alarmanlage, uvm.

- Platine Arduino Uno
- 20 Bauteile
- ausführliches Handbuch

IS 3-6456-5148-6

79,95

FRANZIS

Handbuch
und
Platine



Lernpaket Lichteffekte mit Arduino

Open-Source-Plattform zur Realisierung interessanter Lichteffekte und „Lightpainting“.

- Mikrocontroller mit Platine
- 20 LEDs
- ausführliches Handbuch & CD

bisher 49,95



IS 3-6456-5130-1

29,95

Powerprojekte

Arduino™ und C

Vielen ist mit Arduino der Einstieg in die Mikrokontrollertechnik gelungen - dieses Buch richtet sich an alle, die „Hello World“ hinter sich haben und in die Programmierung mit C einsteigen möchten.

Startklar! Inkl. Arduino-Uno-Platine, für den Direkteinstieg in die Programmierung

ARDUINO
FRANZIS

Fachbuch
und
Platine



ARDUINO BUNDLE2

59,90



NEU!
Katalog
01/2014!

Kostenlos -
Jetzt anfordern!



Jetzt bestellen: **www.reichelt.de**

Bestell-Hotline: **+49 (0)4422 955-333**

Für Verbraucher: Es gelten die gesetzlichen Widerrufsregelungen. Alle angegebenen Preise in € inklusive der gesetzlichen MwSt., ab Lager Sande, zzgl. Versandkosten für den gesamten Warenkorb. Es gelten ausschließlich unsere AGB (unter www.reichelt.de/agb, im Katalog oder auf Anforderung). Zwischenverkauf vorbehalten. Alle Produktnamen und Logos sind Eigentum der jeweiligen Hersteller. Abbildungen ähnlich. Druckfehler, Irrtümer und Preisänderungen vorbehalten. reichelt elektronik GmbH & Co. KG, Elektronikring 1, 26452 Sande (HRA 200654 Oldenburg)

Preisstand: 31. 10. 2013
Tagesaktuelle Preise:
www.reichelt.de