

elektor

CAN-Tester



(Mobile) Netzwerke testen, analysieren, reparieren, simulieren



- Windmesser ohne Mechanik | **USB-Akkutester** | Entwickeln mit Embedded Linux | **Multikanal-Temperatur-Logger** | Bidirektionaler Audio-Selektor
- LCR-Meter optimiert | Seriell programmierbare LEDs
- Retronik: Kondensator-Tester ● **Neues aus dem Labor**



The background of the advertisement is 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 text '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. 315' below it. Below the main title, there is a red banner with the text 'per LAN'. The cover also shows a smartphone displaying a colorful bar chart and a photograph of a green printed circuit board (PCB) with various electronic components. At the bottom of the cover, there is a list of articles with bullet points.

**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



**AB SOFORT
ERHÄLTlich**

**DISPLAY
LEICHT
GEMACHT**

EVE EMBEDDED VIDEO ENGINE

EINE REVOLUTIONÄRE
LÖSUNG FÜR
HOCHQUALITATIVE
MENSCH-MASCHINE-
SCHNITTSTELLEN
ZUM GÜNSTIGEN PREIS

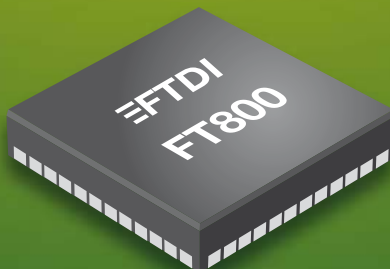


**ENTWICKLUNGS-TOOLS
AB**

\$35



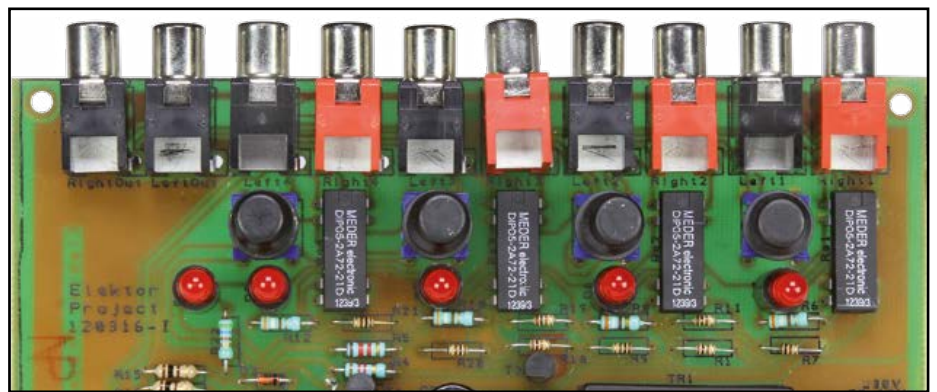
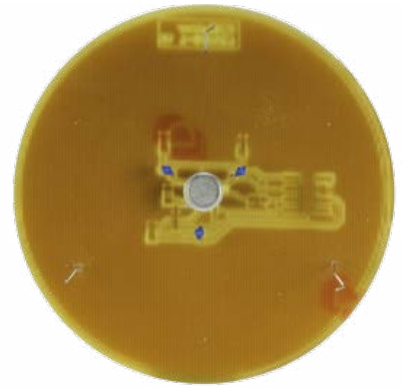
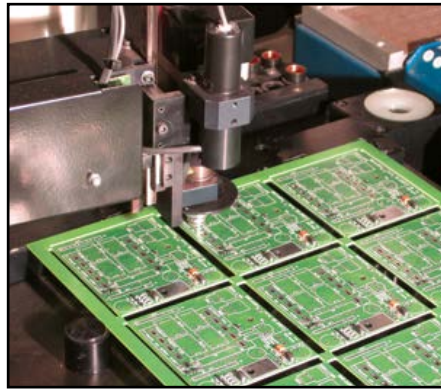
DISPLAY AUDIO TOUCH



EVE-DEMOS
ONLINE ANSEHEN



FTDICHIP.COM



Community

6 Impressum

10 Elektor World

Neues aus der Elektor-Community

Industry

8 Aktuell

Neue Produkte



Projects

12 CAN-Tester

Der CAN-Bus wurde für die Datenübermittlung in Motorfahrzeugen entwickelt, lässt sich aber auch zur Hausautomatisierung und vielem mehr einsetzen. Mit dem hier vorgestellten CAN-Tester lassen sich CAN-Netzwerke analysieren und reparieren. Auch Simulationen und Versuche zu Lehrzwecken sind durchführbar.

20 Windmesser ohne Mechanik

Zum Messen der Windrichtung und Windgeschwindigkeit werden überwiegend noch mechanische Geber eingesetzt, die einem hohen Verschleiß ausgesetzt sind. Dieser Beitrag zeigt, wie mit wenig Aufwand ein vollelektronischer Windmesser aufgebaut werden kann.

26 USB-Akkutester

Das Testen eines Akkus ist eine Aufgabe, vor die ein Elektroniker gar nicht so selten gestellt ist. Statt einer aufwändigen Stand-Alone-Lösung könnte man hier gut

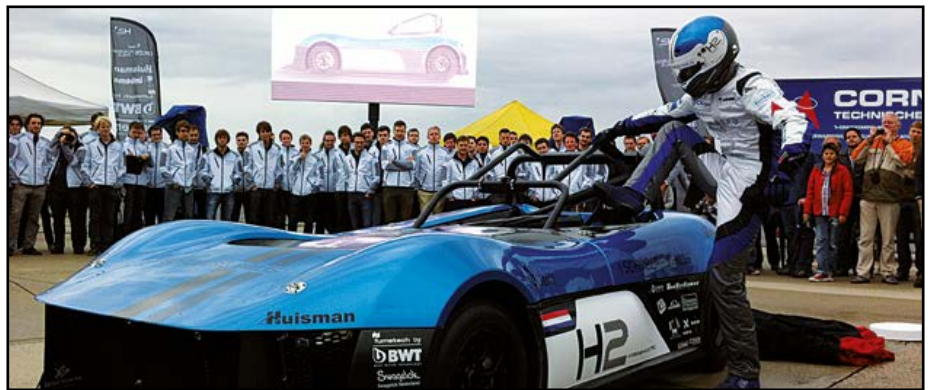
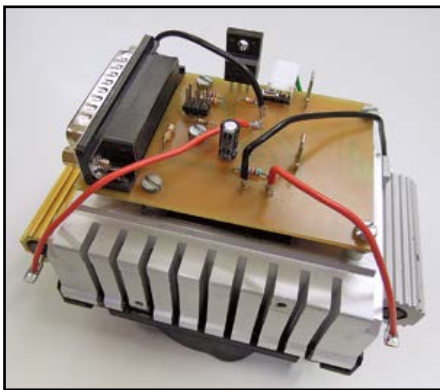
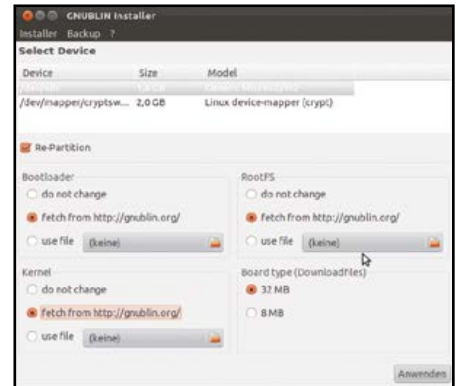
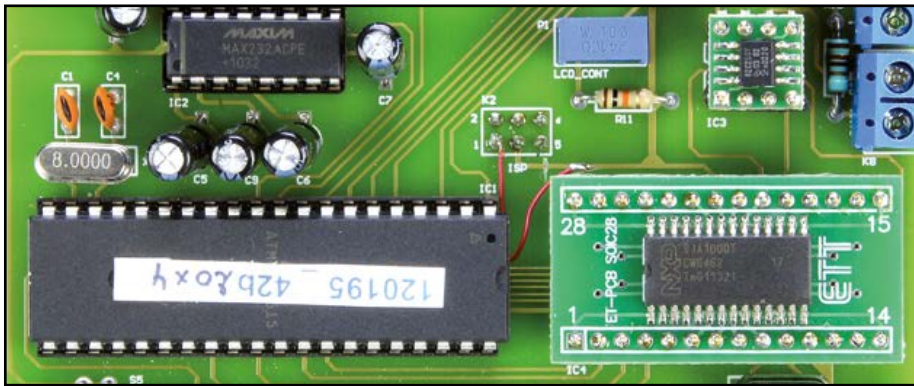
die Intelligenz eines PCs nutzen. Das ist nicht schwer, denn eine universelle PC-Anbindung wurde mit dem USB-IQ24-Kabel schon in Elektor vorgestellt. Fehlt nur noch das hier vorgestellte „Akku-Interface“...

32 Entwickeln mit Embedded Linux

Seit dem Start unserer Linux-Serie hat sich einiges getan. Das GnuBlin/Elektor-Linux-Board liegt mittlerweile in einer zweiten Version vor; darüber hinaus wurde das Dateisystem auf der Speicherkarte verbessert. Zeit, nochmal die grundlegenden Handgriffe zu wiederholen. Und das machen wir natürlich anhand des spannendsten Themas für alle User: Dem Entwickeln eigener Anwendungen.

40 Multikanal-Temperatur-Logger

Dieser Logger kann bis zu sechs Temperaturwerte über einen bestimmten Zeitraum in eine CSV-Datei auf eine SD-Karte schreiben. Neben einer PC-Steuerung ist auch eine lokale Kontrolle mit Tastatur und LCD möglich. Die Hauptdarsteller in diesem Projekt sind der digitale Temperatur-



sensor DS18S20, eine Echtzeituhr DS1338 und ein Mikrocontroller PIC18F4520.

56 Bidirektionaler Stereo-Audio-Selektor

Gerade für Einsteiger ist dieses Projekt wie geschaffen. Der bidirektionale Audio-Vierfach-Umschalter ist flexibel und ausbaufähig, er lässt sich an das vorhandene Audio-Equipment anpassen, und es ist fast garantiert, dass er auf Anhieb funktioniert.

62 Seriell programmierbare LEDs

Das kleine Modul wurde entwickelt, um bis zu fünf LEDs über die serielle PC-Schnittstelle zu steuern. Es können bis zu 250 dieser Module an der RS232-Schnittstelle eines PCs angeschlossen und adressiert werden, für die Beleuchtung von Modellhäusern und viele weitere Anwendungen.

66 LCR-Meter 2013

Nach Erscheinen der LCR-Meter-Serie haben mehrere hundert Leser dieses hochpräzise Messgerät aufgebaut. In diesem Nachtrag geht es um das Beseitigen von zwei noch verbliebenen Unvollkommenheiten.

● Labs

48 Open End

Viele Leute haben interessante Ideen, wissen aber nicht, wie man sie in funktionierende elektronische Schaltungen umsetzt. Anderen fehlen die Fähigkeiten und/oder die Zeit, um ein Projekt abzuschließen. Wir zeigen einige auf Elektor.Labs gepostete Projekte, die auf ihre Vollendung warten.

50 PCB Prototyper

Der PCB-Prototyper von Elektor ist eine professionelle Platinenfräsmaschine, die Platinen mit Isolationsabständen bis hinunter zu 100 µm erstellen kann. Man kann auch sehr gut mit Platinenformen experimentieren...

52 DesignSpark: Dateien für die Platinenherstellung

In dieser Folge geht es um die Erzeugung von Gerber-Dateien und BOM-Informationen aus der Platine, die in der letzten Folge layoutet wurde.

● Tech The Future

70 Forze VI: Motor-Racing mit Wasserstoff

Am 9. September dieses Jahres wurde Forze VI vorgestellt, das erste mit Wasserstoff betriebene Automobil für den Motorsport.

● Magazine

72 Retronik

Kondensator-Tester Heathkit IT-28

78 Hexadoku

Sudoku für Elektroniker

82 Vorschau

Nächsten Monat in Elektor

Impressum

44. Jahrgang, Nr. 515 November 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 – Entwickeln Sie mit!

Das Internet of Things (IOT) ist in aller Munde, doch ein allgemein gebräuchliches und einfach anzuwendendes Protokoll lässt noch auf sich warten. Unser vielfacher Autor (und Web-Experte) Benedikt Sauter hatte die Idee, hier die gesammelte Elektronik-Community zur Hilfe zu rufen. Die besten Ideen und Vorschläge würden dann in eine Spezifikation einfließen, die in Elektor und auch Benedikts Zeitschrift „Embedded Projects Journal“ vorgestellt wird. Auf der Veranstaltung ElektorLive – bei Redaktionsschluss sind es noch wenige Tage bis dahin – wollen wir eine Roadmap für so ein Unterfangen festlegen. Mit im Boot sollen auch Hard- und Softwareentwickler von anderen Unternehmen sein, welche die Spezifikation in ihren Produkten umsetzen. Dann gibt es gleich von Anfang an diverse Schaltungen, Firmware-Bibliotheken und Apps auf dem Markt, die sich gegenseitig verstehen können. Ein paar Vorgaben stehen schon fest: Wir möchten das kompakte JSON-Format zur Codierung von Sensorwerten, Alarm-, Status- und weiteren Meldungen einsetzen. Und wir möchten Anfragen und Kommandos bequem in der Adresszeile des Browsers eingeben können, denn so ein Standardprogramm hat ja jeder auf dem PC, Tablet oder Smartphone schon installiert. Ein paar „Use-Cases“ soll es auch geben, die stellvertretend für die Anwendungsbeispiele stehen, die wir mit dem Protokoll abdecken wollen.

Wie steuern wir übers Netzwerk ein Board, das selbst ein SPI-Interface anbietet und noch einige digitale Ein- und Ausgänge? Wie kann man ein paar Temperatur- und Lichtsensoren sowie einige Jalousiemotoren in einer beispielhaften Wohnung ansprechen? Und schließlich schwebt uns noch ein komplexeres Szenario vor, bei der sich ein paar Geräte (mit den von ihnen beherrschten Funktionen) erst einmal bei einer Steuerzentrale anmelden müssen.

Was fällt Ihnen dazu ein? Schreiben Sie uns unter redaktion@elektor.de und/oder sauter@embedded-projects.net !

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, Thijs Beckers, Jan Buiting, Eduardo Corral, Wisse Hettinga, Denis Meyer, Clemens Valens

Elektor-Labor:

Thijs Beckers, Ton Giesberts, Luc Lemmens, Mart Schroijen, Tim Uiterwijk, Jan Visser, 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
zkoks@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



audio  PRESS



Die Elektor-Community



Unsere Partner und Sponsoren



Altium

www.go.altium.com/elektor 31



Batronix

www.batronix.com/go/28 75



Beta Layout

www.beta-prototypes.com 65



CadSoft

www.cadsoft.de 39



FTDI

www.ftdichip.com 3



Intelligent Soc s.l.

www.solutions.com 61



LeitOn

www.leiton.de 61



Linx Technologies

www.linxtechnologies.com 9



Reichelt

www.reichelt.de 84



Schaeffer AG

www.schaeffer-ag.de 59

Sie möchten Partner werden?

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

Extra-Artikel warten auf Abruf!

Noch nicht alle wissen davon: Allen Abo-Mitgliedern von Elektor (gleichgültig ob Gold oder Green) steht alle 14 Tage ein neuer Extra-Artikel zur Verfügung. Hierzu gehören durch das Elektor-Labor geprüfte Extra-Projekte und weitere interessante Praxis-Artikel, zum Beispiel über den Anschluss eigener Elektronik an den Mini-Computer Raspberry Pi. Hier ein kleiner Auszug der bisher abrufbaren Extra-Artikel:

- Akku-Lebensversicherung
- Universeller Datensammler
- ParkHilfe
- USB-Stick als Tastatur
- Arduino-Strahlungsmesser
- Rezepte für Raspberry Pi
- LED-Uhr mit AVR
- Universeller Rechteckgenerator

Die PDFs lassen sich von folgender Seite downloaden:

www.elektor-magazine.de/post

Als Abo-Mitglied können Sie sich hier ganz einfach mit der uns bekannten E-Mail-Adresse und Ihrer Kundennummer als Passwort (Beispiel: DE123456) einloggen. Falls Sie uns noch keine E-Mail-Adresse mitge-



teilt haben, sollten Sie dies gleich tun mit einer E-Mail an service@elektor.de (bitte Kundennummer angeben oder die Lieferanschrift für die gedruckte Elektor).

Viel Spaß beim Lesen und Nachbauen!

PICs mit 16-bit-ADC

Microchip hat eine besondere Mikrocontroller-Serie angekündigt. Diese Chips haben eine analoge Signalverarbeitung schon auf dem Chip integriert. Besonders beeindruckend ist der integrierte Präzisions-ADC mit 16 bit Auflösung. Hinzu kommt noch ein ADC, der bei 12 bit Auflösung auf eine Sample-Rate von immerhin 10 MSamples/s

kommt. Außerdem stehen noch ein DAC und zwei Opamps zur Verfügung. Durch die sparsame XLP-Technologie sinkt der Stromverbrauch, wodurch die Chips ideal für eine Batterieversorgung geeignet sind. Die integrierten analogen Komponenten reduzieren nicht nur den Bauteilaufwand und somit den Preis einer Lösung, sondern sorgen neben geringer Stromaufnahme auch für geringes Rauschen. Die Serie PIC24FJ128GC010 kann außerdem ein LCD mit bis zu 472 Segmenten ansteuern. Die integrierte USB-Schnittstelle kann voll vom Anwender für die Applikation genutzt werden. Sogar eine Bedienung mit kapazitiver Sensortechnik wird per integriertem mTouch-Peripheriebaustein unterstützt.

Für die Serie PIC24FJ128GC010 gibt es Microchips „Starter Kit for PIC24F Intelligent Integrated Analog“ (DM240015), das eine Zeit lang zum Einführungspreis von 90 Dollar angeboten wird. Hier wird besonders auf die speziellen analogen Fähigkeiten Wert gelegt. Das Kit enthält alles, was man für die Entwicklung eines tragbaren analogen Prototypen benötigt, denn man muss nur noch die benötigten Sensoren hinzufügen.

Die Typen PIC24FJ128GC010 (128 KB Flash) und PIC24FJ64GC010 (64 KB Flash) sind im 100-poligen TQFP- und 121-poligen BGA-Gehäuse lieferbar. Die Typen PIC24FJ128GC006 (128 KB Flash) und PIC24FJ64GC006 (64 KB Flash) gibt es im kleineren 64-poligen TQFP- und QFN-Gehäuse.

www.microchip.com/wwwproducts/Devices.aspx?product=PIC24FJ128GC010

PIC® MCUs with Intelligent Analog



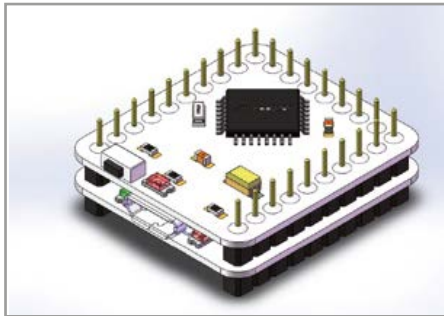
Microduino: Arduino geschrumpft

Microduino Studio ist eine amerikanisch/chinesische Firma, die eine Modul-Serie mit der Bezeichnung „Microduino“ entwickelt hat. Softwaremäßig ist Microduino zu 100 % mit den konventionellen Arduino-Boards sowie deren Erweiterungs-Platinen (Shields) kompatibel. Shields können über eine Adapterplatine angeschlossen werden.

Das Besondere an Microduino ist naheliegenderweise das Format: Die Module messen lediglich 1" x 1,1" (25,4 x 28 mm). Jedes Modul hat 27 Buchsen/Pin-Kombinationen, mit denen man mehrere Module stapeln kann. Laut den Entwicklern dieses Systems ist Microduino sehr preiswert, da beim Basis-Modul auf einen USB-Anschluss verzichtet wurde, der ja nur zur Programmierung des Controllers notwendig ist.

Microduino Studio hat mittlerweile schon 20 Module entwickelt, die für die Serienproduktion bereit stehen. Hierfür wurde ein Kickstarter-Projekt aufgelegt, um das nötige Kapital zur Produktion dieser Module zusammen zu bekommen.

www.microduino.net



4 Kanäle zum Preis von 2

Rigol stellt vier neue Mid-Range-Oszilloskope mit großem 7"-Farbbildschirm vor. Die Hochleistungs-Digital-Oszilloskope der Serie DS1000Z bieten Bandbreiten von 70 und 100 MHz, eine Abtastrate von 1 GSamples/s und vier analoge Kanäle mit einem guten Preis/Leistungsverhältnis.

Alle Geräte verfügen über einen großen 7"-Farbbildschirm. Die „UltraVision“-Technologie

aus der DS6000-Serie mit bis zu 1 GSamples/s Abtastrate und bis zu 12 MSamples Speichertiefe erlaubt es somit, sehr einfach lange Signalaufzeichnungen mit höherer zeitlicher Auflösung zu realisieren. Mit einer „Waveform Capture Rate“ von 30.000 wfms/s kann der Anwender sehr schnelle Signalfolgen erfassen, darstellen und auswerten. Mit



dem auf 256 Helligkeitsstufen einstellbaren Display lassen sich seltene Ereignisse finden; die optionale, hardwarebasierte Echtzeit-Wellenformaufzeichnung und -wiedergabe und die Analyse-Funktion sind ein leistungsfähiges Debug-Tool, um Anomalien aufzuspüren.

Die kleinste vertikale Skalierung beträgt 1 mV/Div bei einer Auflösung von 8 bit. Ein Dual-XY-Mode sowie vielfältige Triggermöglichkeiten (Edge, Pulse, Video, Slope, Pattern und Optional Runt, Setuphold, Windows und Nth-Edge) runden die Features ab. Ein Bus-Decoding und Bus-Trigger für RS232/UART, I²C, SPI sind ebenfalls optional erhältlich. Die Version DG1000Z-S verfügt über einen eingebauten arbiträren Waveform-Generator (2 Kanäle, 25 MHz). Alle Geräte gibt es mit 3 Jahren Garantie.

www.rigol.com/prodserv/DS1000Z/

RF Quiz

5. What is the free space loss (in dBms) of wifi at 2,000 feet?

$$20 \log_{10}()$$

~~$$20 \log_{10}()$$~~

$$20 \log_{10} \left(\frac{1}{?} \right)$$

~~$$20 \log_{10} \left(\frac{1}{?} \right)$$~~

Just call
Linux ☺

If only RF could
be so easy.

Linx
TECHNOLOGIES

Wireless made simple®

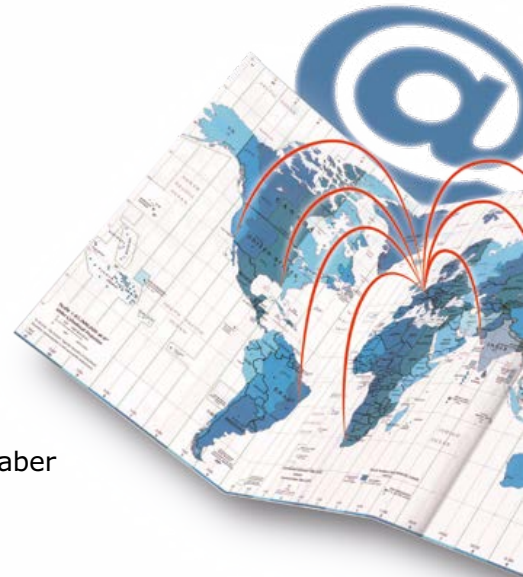
RF Modules
Remote Controls
Antennas
RF Connectors
Custom Designs

www.linxtechnologies.com

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...



Lasst das Hirn denken...

...und die Software die Arbeit machen. Hier am MOSI (Museum of Science and Industry) in Manchester (UK) hat sich eine Gruppe von 20 Entwicklern aus etlichen Unternehmen eingefunden, um die neue CAD-Software *DesignSpark Mechanical* bis an ihre Grenzen zu treiben. Die Herausforderung besteht darin, innerhalb von 48 Stunden etwas „Überlebenswichtiges“ zu entwickeln und es zu „3D-drucken“! Keine leichte Aufgabe für Menschen, die normalerweise anderes tun, als diesen Planeten zu retten, aber die Ideen sind doch sehr interessant.



Bitte recht freundlich!

Die Jungs, die hier in Halifax (UK) lächeln, gehören zum Entwickler-Team von Flowcode. Sie haben gerade die Arbeiten an Flowcode Version 6 abgeschlossen. Wo andere Programmiersprachen Ihnen blinkende LEDs oder einen Signalpegel präsentieren, gestattet Flowcode 6 Ihnen, eine komplette 3D-Welt zu programmieren und zu simulieren. Typische 3D-CAD-Programmdesigns lassen sich importieren und zum Leben erwecken. So können Sie Ihre 3D-Druckerentwürfe simulieren und bedienen, bevor Sie mit der eigentlichen Produktion beginnen. Damit überbrückt die neue Version von Flowcode die Kluft zwischen Elektronik-Programmierung und der Simulation der realen Welt. Flowcode ist im Elektor Store zu finden: www.elektor.de/Flowcode.



Ein Startpunkt des „Internet of Things“

Es ist eine kühne, aber nicht unplausible Idee, dass eines Tages viele alltägliche Geräte Sensoren zur Kommunikation über Internet-ähnliche Strukturen besitzen. Consumer-Produkte von Autos bis zu Haushaltsgeräten könnten in lokalen und/oder globalen Netzwerken verbunden sein. Die Konsequenzen sowohl für jeden einzelnen als auch für die Geschäftswelt wären enorm.

Nach der Marketing-Firma ABI Research werden bis 2020 mehr als 30 Milliarden Geräte drahtlos über das sogenannte Internet of Things (IoT) verbunden sein. Die Zeitschrift *Circuit Cellar* hat eine Liste von Online-Ressourcen zusammengestellt, um Menschen und Unternehmen auf dem Stand der Entwicklung zu halten.

Egal, ob Sie für einen Workshop in Italien drahtlose Sensor-Netzwerke suchen, Kontakte zu Innovatoren der Branche oder Informationen über neue Anwendungen im IoT, Sie werden wahrscheinlich viele hilfreiche Informationen online in den „Internet of Things (IoT) Resources“ unter www.circuitcellar.com/featured/iot-resources finden. Diese Liste ist auf Wachstum angelegt ist. Wenn Sie etwas dazu beitragen möchten, kontaktieren Sie CJ Abate und Mary Wilson unter editor@circuitcellar.com.



Klingt gar nicht so schlecht!

In der Audio-Welt gibt Elektor International Media *audioXpress*, *Voice Coil*, *Loudspeaker Industry Sourcebook*, *World Tube Directory* und vieles mehr heraus. Diese Zeitschriften wurden in den USA von Edward T. Dell (1923-2013) gegründet und bieten seit über 35 Jahren Do-it-yourself-Audio-Enthusiasten sowie den Entwicklungsprofis der Audioindustrie großartige Artikel, Projekte, Tipps und Technologien.

Überzeugt, dass die Arbeit von Audio-Enthusiasten auch als exzellentes Vorbild für Design und Qualität in der Industrie dienen könne, startete Ed Dell mit *The Audio Amateur* im Jahr 1970 eine Zeitschrift, die sich ausschließlich dem Audio-Selbstbau widmete. Zehn Jahre später kam eine zweite Zeitschrift namens *Speaker Builder* hinzu und mit der dritten Veröffentlichung, *Glass Audio*, reagierte Ed Dell auf das zunehmende Interesse an der Röhrenaudio-Technik. 1996 wurde *Audio Amateur* in *Audio Electronics* umbenannt und im Jahr 2000 die drei Zeitschriften in einer einzigen, monatlich erscheinenden Zeitschrift namens *audioXpress* kombiniert.

2011 verkaufte Ed Dell seinen Verlag an Elektor International Media. Eine neue Redaktion, von kompetenten Autoren aus dem Elektor-Netzwerk verstärkt, arbeitet derzeit an einem Redesign der Zeitschrift in einem Format, das an der globalen Audio-Community orientiert ist und auch die industrielle Forschung und Entwicklung in vielen neuen Anwendungsbereichen umfasst.

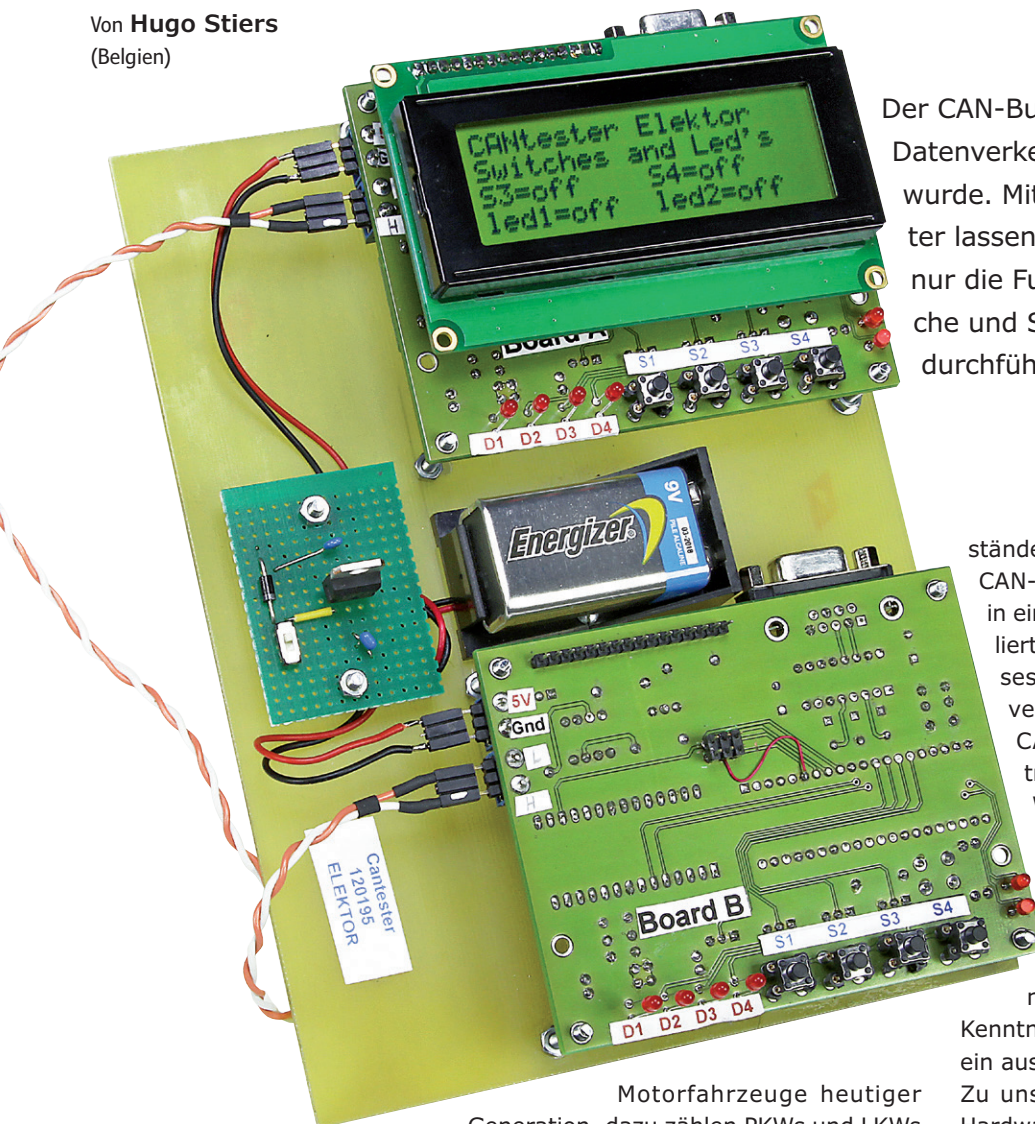
Die neue *audioXpress*, das neue grafische Layout von Print- und Online-Medien sowie der regelmäßige Newsletter an (zurzeit) über 30.000 Mitglieder wird auf der AES Convention in New York (17. bis 20. Oktober) vorgestellt. *audioXpress* ist auch in den „sozialen“ Medien vertreten, sowohl bei Twitter (@audioXP_editor) als auch bei Facebook (facebook.com/audioxpresscommunity). Lesen Sie mehr dazu auf www.audioxpress.com.



CAN-Tester

Mit erweitertem Funktionsumfang

Von **Hugo Stiers**
(Belgien)



Der CAN-Bus ist ein Bus-System, das für den Datenverkehr in Motorfahrzeugen entwickelt wurde. Mit dem hier vorgestellten CAN-Tester lassen sich im Fall eines Fehlers nicht nur die Funktionen überprüfen, auch Versuche und Simulationen zu Lehrzwecken sind durchführbar.

stände. Die Adern des CAN-Busses werden mit CAN-High und CAN-Low bezeichnet. Oft sind in einem Fahrzeug mehrere CAN-Busse installiert. Ein wesentliches Merkmal des CAN-Busses ist seine Zuverlässigkeit in störintensiver Umgebung. Trotzdem können auch in CAN-Bus-Systemen Fehlfunktionen auftreten, die das Verhalten beeinträchtigen. Wegen der Komplexität des CAN-Bus-Protokolls ist es nicht immer einfach, den Ursachen auf den Grund zu gehen. Hier kann unser CAN-Bus-Tester wertvolle Hilfestellung leisten. Auch wenn es darum geht, Einblicke in die Zusammenhänge zu gewinnen oder vorhandene Kenntnisse zu vertiefen, ist der CAN-Bus-Tester ein ausgezeichnetes Lehrmittel.

Motorfahrzeuge heutiger Generation, dazu zählen PKWs und LKWs ebenso wie fahrbare landwirtschaftliche Maschinen, sind mit mobilen Datennetzwerken vergleichbar. Die diversen, an Bord befindlichen Steuer- und Regelaggregate tauschen betriebsbezogene Daten über Bus-Systeme aus, um das Fahrverhalten, die Sicherheit und die Wirtschaftlichkeit zu optimieren. Im Automobilbau hat sich in diesem Bereich der CAN-Bus etabliert (CAN = *Controller Area Network*). Der CAN-Bus besteht physisch aus einer zweiadrigen, verdrehten Leitung, an den Leitungsenden befinden sich Abschlusswider-

Zu unserem CAN-Tester gehören zwei in der Hardware identische Platinen, A und B genannt, die sich jedoch in der Software unterscheiden. Sowohl Platine A als auch Platine B kann ein alphanumerisches LC-Display steuern. Die Platinen tauschen gegenseitig Daten nach dem CAN-Bus-Protokoll aus, sie sind auch mit vorhandenen CAN-Bus-Systemen koppelbar.

Unser CAN-Tester bietet folgende Möglichkeiten:

- Testkonfiguration mit den Platinen A und B, für 29-bit- oder 11-bit-IDs,
- Lesen von CAN-Bus-Daten und Darstellen auf dem LC-Display,

- Betrachten und Speichern von CAN-Bus-Daten auf dem PC über ein Terminalprogramm,
- Durchführen diverser Tests, bedienbar über Drucktaster und LEDs,
- Simulieren von CAN-Bus-Daten.

Mikrocontroller ein Intel- oder Motorola-Typ ist. Hier handelt es sich um einen Intel-Typ, deshalb liegt MODE auf logisch 1.

Aus Sicht des ATmega8515 ist der SJA1000 eine Erweiterung seines externen RAM. Deshalb muss in den Einstellungen des BASCOM-Compilers die Option *External Access Enable* aktiviert werden (siehe „Programmiereinstellungen“).

Der Transceiver PCA82C250 hat die Aufgabe, die vom SJA1000 mit TTL-Niveau ausgegebenen Daten in das differentielle CAN-Bus-Format umzusetzen. Die Abschlusswiderstände der miteinander verdrehten CAN-Bus-Leitungen CanH und CanL haben den Wert 120 Ω . In der Gegenrichtung setzt der Transceiver die empfangenen CAN-Bus-Signale in TTL-Signale um, sie steuern Eingang RXD des SJA1000.

Die Taktfrequenz des ATmega8515 beträgt 8 MHz, beim SJA1000 beträgt sie 16 MHz. Die Übertragungsgeschwindigkeit der RS232-Verbindung zum PC ist auf 57600 Baud festgelegt.

Auf der Platine befinden sich vier Jumper (K3...K6), die Port D des ATmega8515 entweder mit den LEDs oder den Drucktastern verbinden. Das LC-Display wird im 4-bit-Modus gesteuert, es ist mit Port B des Mikrocontrollers verbunden. Der Display-Kontrast lässt sich mit Trimpoti P1 einstellen.

Der MAX232 transferiert die TTL-Signale des CAN-Testers in RS232-Signale für den COM-Port des PCs, und umgekehrt. Mit Jumper K9 kann der Abschlusswiderstand des CAN-Busses zugeschaltet oder abgetrennt werden. Über den 6-poligen ISP-Steckverbinder ist der Mikrocontroller auf der Platine programmierbar. Ein geeigneter Programmierer ist der STK500 von Atmel.

Die stabilisierte Betriebsspannung 5 V kann von einem geeigneten Steckernetzteil geliefert werden. Eine 9-V-Batterie mit nachgeschaltetem 5-V-Spannungsregler ist eine brauchbare Alternative. Der Strombedarf des CAN-Testers ist so gering, dass für den Kurzzeitbetrieb eine Batterie genügt.

Software

Die Firmware des CAN-Testers wurde mit der Demo-Version von BASCOM entwickelt. In den ATmega8515 wurde sie mit dem Programmierer STK500 von Atmel geladen. Grundlage waren einige kurze Programmbeispiele in BASCOM (vom Drittanbieter Lawicel), die Daten-Frames senden

und empfangen. Der SJA1000 wird von der Software im *PELICAN*-Modus konfiguriert. In diesem Modus ist das Senden und Empfangen von 11-bit- und 29-bit-Identifiern möglich.

Global betrachtet besteht die Software aus sieben Komponenten:

1. Zuerst werden den Registern des SJA1000 Adressen zugewiesen, denn für den ATmega8515 stellt der SJA1000 eine Erweiterung seines externen RAMs dar.
2. Ein 29 bit langer Identifier wird zu einem *Long* (4 Byte) erweitert, aus einem 11 bit langen Identifier wird ein *Word* (2 Byte).
3. Die Schleife *Do* enthält die Aktionen, die das Programm ausführt. Aufgerufen werden die Subroutinen *Transcantest1*, *Transcantest2* und *Receivecantest1*.
4. Die Subroutine *Initjsa* initialisiert den SJA1000, hier wird unter anderem die Bitgeschwindigkeit festgelegt.
5. Die Subroutinen *Transcantest1* und *Transcantest2* senden die Daten-Frames.
6. Die Subroutine *Receivecantest1* ist für den Empfang von Daten-Frames zuständig. Die empfangenen Daten werden an den ATmega8515 weitergegeben.
7. Die Display-Steuerung setzt Daten im 4-bit-Modus auf das LC-Display.

Die Bitgeschwindigkeit des SJA1000 ist nach Standard J1939 auf 250 Kbit/s eingestellt. Unter den Vorgaben, die von der Taktfrequenz 16 MHz des SJA1000 gesetzt werden, sind auch andere Bitgeschwindigkeiten möglich. Mit einem so genannten „Bitrate Calculator“ aus dem Internet lassen sich für den CAN-Bus-Controller SJA1000 die Werte für die Register *tmg_0* und *tmg_1* berechnen. Umfassende Informationen zu den Registern und Parametern des SJA1000 können dem Datenblatt und den *Application Notes* des Herstellers entnommen werden. In einem englischsprachigen, von [1] herunterladbaren Word-Dokument ist die CAN-Tester-Software einschließlich kurzer Erläuterungen dokumentiert.

Aufbau

Das Platinenlayout, das für den CAN-Tester entworfen wurde, gibt **Bild 2** wieder. Die Platine ist beidseitig mit Bauelementen bestückt. Anhand des Komponentenaufdrucks dürfte die Montage der Bauelemente nicht schwierig sein. Auf der Lötseite befinden sich die LEDs D1...D6, die Druck-

taster S1...S4 sowie die 16-polige Kontaktleiste für das LC-Display. Ursprünglich war die Schaltung für bedrahtete Komponenten konzipiert worden, doch inzwischen sind der SJA1000T und der PCA82C250 nur noch in SMD-Versionen auf dem Markt. Damit die bereits fertiggestellte Platine verwendbar bleibt, wurden zwei Adapterplatinen hinzugefügt, die zum Beispiel bei [2] erhältlich sind. Dem programmierten Mikrocontroller, den

der Elektor-Shop für den CAN-Tester bereithält, liegen diese Adapterplatinen bei.

Die Montage eines LC-Displays ist nicht zwingend notwendig.

Die Verbindung mit dem COM-Port des PCs stellt eine 9-polige Sub-D-Buchsenleiste her. Für den Anschluss an einen USB-Port ist ein Kabel mit integriertem RS232/USB-Schnittstellenwandler notwendig.



Stückliste (für jede Platine!)

Widerstände:

R1,R2,R5...R8 = 1 k

R4,R11 = 10 k

R3,R9,R10 = 120 Ω

R12 = 330 Ω

P1 = Trimpoti 10 k (z. B. Bourns 3386P-1-103LF, Farnell 9355030)

Kondensatoren:

C1...C4 = 22 p

C5...C9 = 1 μ /63 V stehend

Halbleiter:

D1...D6 = LED 3 mm, rot

IC1 = ATmega8515-16PC (programmiert, 120195-42a für Platine A und 120195-42b für Platine B)

IC2 = MAX232ACPE

IC3 = PCA82C250 (8-Pin DIP) oder PCA82C250T (SO8, Adapterplatine erforderlich)

IC4 = SJA1000 (28-Pin DIP) oder SJA1000T (SO28, Adapterplatine erforderlich)

Außerdem:

X1 = Quarz 8 MHz

X2 = Quarz 16 MHz

LCD1 = LC-Display 4 · 20 Zeichen (Elektor-Shop 120061-73)

K1 = Stiftkontaktleiste 1 · 16-polig, Raster 2,54 mm

K2 = Stiftkontaktleiste 2 · 3-polig, Raster 2,54 mm

K3...K6 = Stiftkontaktleiste 1 · 3-polig, Raster 2,54 mm, mit Jumper

K7 = Sub-D-Buchsenleiste 9-polig, abgewinkelt für Platinenmontage

K8,K10 = Schraubklemmverbinder 2-polig, Raster 5,08 mm

K9 = Stiftkontaktleiste 2-polig, Raster 2,54 mm, mit Jumper

S1...S5 = Minidrucktaster mit Arbeitskontakt (z. B. TE Connectivity 3-1437565-0, Farnell 2060813)

Platine 120195-1, siehe [1]

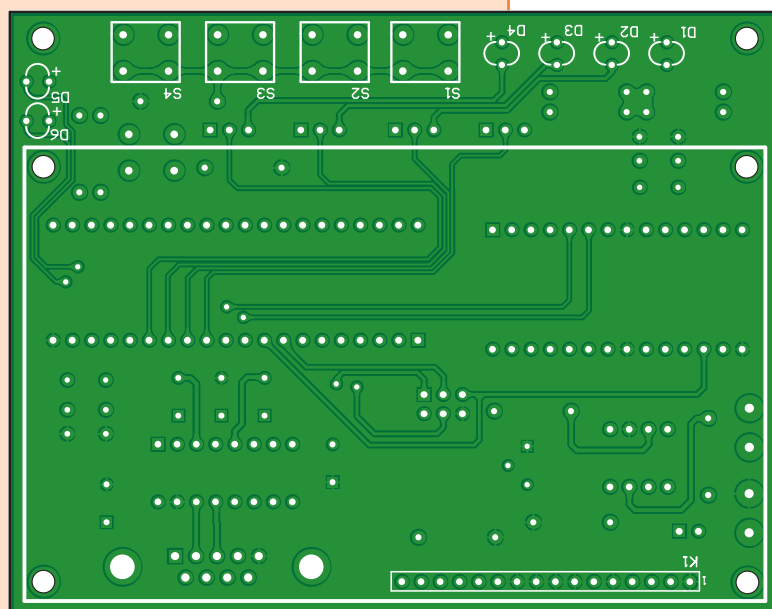
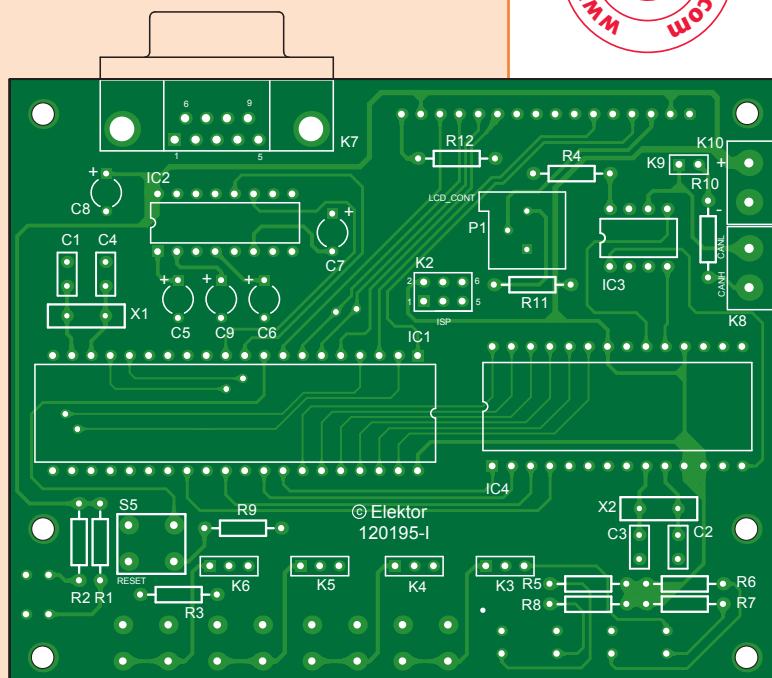
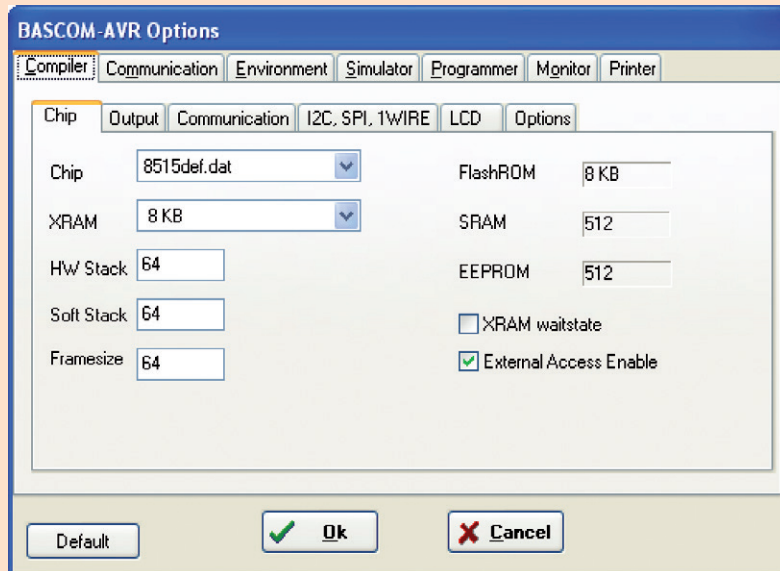


Bild 2.

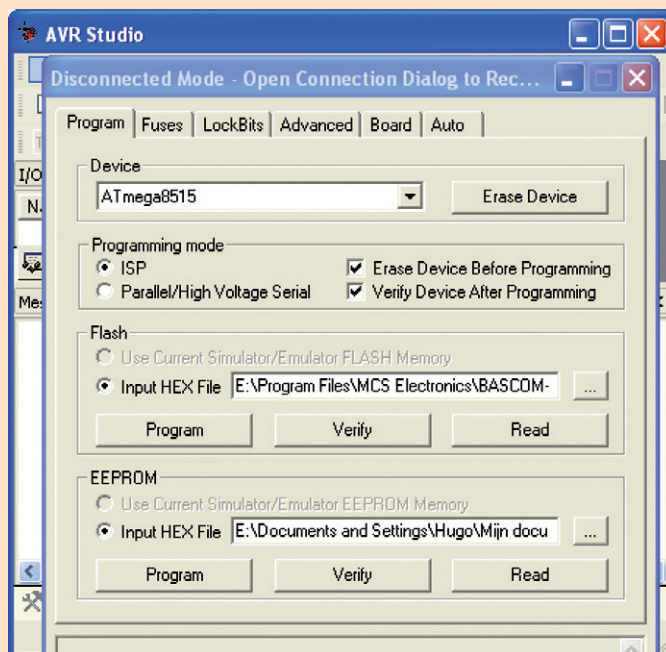
Auf einer Platinenseite befinden sich die LEDs, die Drucktaster und das LC-Display, auf der anderen Seite haben die übrigen Bauelemente ihren Platz.

Programmiereinstellungen

Im BASCOM-Compiler muss unter *OPTIONS/Compiler/C* die Option *External Access Enable* aktiviert werden.



AVR Studio 4 ist für den STK500 wie folgt einzustellen:



- Boot Flash section size = 128; Boot start address = \$0F80; BOOTZ = 11
- Brown-out detection level at VCC = 2,7 V; (BODLEVEL = 1)
- Ext. Crystal/Resonator High Freq.; Start-up time: 16 K CK+64 ms; (CKSL = 1111 SUT = 11)

Wie gewohnt steht die Mikrocontroller-Firmware auf der Elektor-Projektseite [1] zum kostenlosen Download bereit. Abhängig von der Anwendung muss der Mikrocontroller mit unterschiedlichen Firmware-Versionen programmiert werden. Um Verwechslungen vorzubeugen, liefert der Elektor-Shop nur programmierte Mikrocontroller für die Anwendung 4 (Bestellnummern 120195-42a und b).

CAN-Tester-Anwendungen

Die nachfolgende Übersicht beschreibt in Kurzform unterschiedliche Anwendungen, gleichzeitig gibt sie Auskunft über die benötigten Firmware-Versionen.

Anwendung 1: Die Platinen A und B senden und empfangen selbstständig Informationen über den CAN-Bus.

Firmware: 120195-40a (Platine A ohne LCD)
 120195-40b (Platine B ohne LCD)
 120195-41a (Platine A mit LCD)
 120195-41b (Platine B mit LCD)

Die Platinen tauschen Daten-Frames miteinander aus, die 29-bit-IDs enthalten. Ein Daten-Frame besteht aus acht Daten-Bytes, davon wird hier nur ein Daten-Byte genutzt. Platine A sendet Daten-Frames, die ausschließlich an Platine B adressiert sind, und Platine B sendet Daten-Frames die ausschließlich an Platine A adressiert sind. Diese Zuordnung gilt beidseitig auch für den Empfang von Daten-Frames.

Gesendete Daten-Bytes erscheinen an Port D des Mikrocontrollers, sie werden mit vier LEDs visualisiert, die paarweise aufleuchten. Das Flackern signalisiert, dass zwischen den Platinen kontinuierlich Daten ausgetauscht werden. In dieser Konfiguration lässt sich eine CAN-Bus-Verkabelung auf einfache Weise testen. Platine A wird mit dem Anfang und Platine B mit dem Ende des Leitungsabschnitts verbunden, der getestet werden soll. Dabei müssen eventuell im CAN-Netzwerk vorhandene Abschlusswiderstände berücksichtigt werden. Auf den Platinen befinden sich Abschlusswiderstände 120 Ω , die durch Entfernen von Jumper K9 abtrennbar sind. Die Impedanz einer CAN-Bus-Leitung beträgt grundsätzlich 60 Ω .

Die vorstehende Konfiguration ist geeignet, folgende Fehler aufzuspüren:

Sicherheit hat Vorrang!

An erster Stelle steht, dass Sie wissen, was Sie tun. Wenn der CAN-Tester mit einem Fahrzeug verbunden ist und Daten auf den CAN-Bus des Fahrzeugs setzt, lässt sich nicht ausschließen, dass beispielsweise der Motor startet!

Nehmen Sie sich Zeit für alle Aspekte der Sicherheit. Befolgen Sie unbedingt die Weisungen des Fahrzeugherstellers, beugen Sie Unfällen vor und bringen Sie niemals Personen in Gefahr!

- Unterbrechung von Leitung CanH,
- Unterbrechung von Leitung CanL,
- Vertauschung von CanH und CanL,
- Kurzschluss zwischen CanH und CanL,
- Feuchtigkeit im Kabel oder in den Steckern.

Wenn diese Fehler auftreten oder bereits vorhanden sind, stellen die LEDs das Blinken sofort ein oder sie bleiben dunkel, nach der Fehlerbeseitigung setzen sie ihre Aktivität fort. Sporadische Wackelkontakte in Kabeln oder Steckern lassen sich aufspüren, indem verdächtige Komponenten mechanisch beansprucht werden.

Der CAN-Tester erfüllt seine Aufgabe optimal in nicht aktiven CAN-Netzwerken, denn hier belegt nur der CAN-Tester den CAN-Bus. In aktiven CAN-Netzwerken ist der CAN-Tester ebenfalls einsetzbar. Die LEDs blinken jedoch träger, weil gleichzeitig anderer Datenverkehr über den CAN-Bus stattfindet. Wenn die LEDs blinken, bedeutet dies, dass die von den CAN-Tester-Platinen

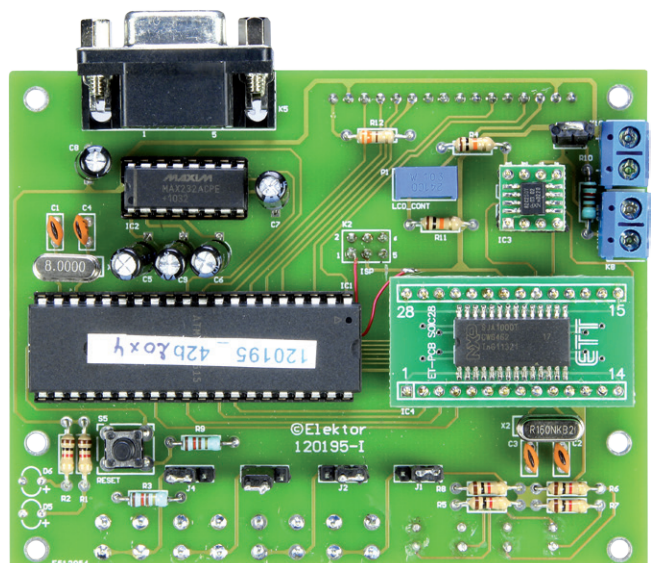
generierten Daten-Frames zwischen fremden Daten-Frames übertragen werden.

Anwendung 2: Einzelne CAN-Tester-Platine mit LC-Display liest Daten aus (beispielsweise Status der Handbremse, Kilometerstand).

Firmware: 120195-44a (Platine mit LCD, Handbremse)
 120195-44b (Platine mit LCD, Kilometerstand)
 120195-45a (Platine mit LCD, Gaspedal)

Bei dieser Anwendung werden Daten-Frames vom CAN-Tester lediglich empfangen, sie werden interpretiert und im Klartext auf dem LC-Display ausgegeben. Als Beispiele wurden der Status der Handbremse und des Gaspedals eines LKWs sowie der Kilometerstand gewählt.

Die Beispiele demonstrieren, wie empfangene Daten in ein auf dem Display lesbares Format umgesetzt werden können. Das kann für die Diagnose nützlich sein, zum Beispiel wenn die Daten



eines bestimmten Sensors während einer Probefahrt beobachtet werden sollen.

Wenn bei Schulungen oder Demonstrationen kein Fahrzeug mit CAN-Bus verfügbar ist, lässt sich ein bordeigener CAN-Bus von der zweiten CAN-Tester-Platine simulieren. Zum Simulieren von Daten-Frames kann auch *Tiny-CAN View* dienen (siehe „Auto-CANtroller“, Elektor 4/2009), eine Alternative ist der „CAN-Explorer“ (Elektor 3/2008).

Anwendung 3: Daten mit dem Programm „Hyperterminal“ auf dem PC darstellen (Übertragungsgeschwindigkeit 57600 Baud).

Das ist mit allen Firmware-Versionen möglich. Sämtliche Programme enthalten ein Modul, das die Inhalte von Daten-Frames und andere Informationen über die RS232-Schnittstelle an den PC ausgibt. Die Datenausgabe ist sowohl für gesendete als auch empfangene Daten-Frames möglich. Mit dem „Hyperterminal“, das als Zubehör zu Windows gehört, können diese Daten auch abgespeichert werden. Die im Mikrocontroller befindliche Firmware gibt vor jeder Aktion ihre Versionsnummer aus. Dies beugt Verwechslungen vor, falls im Versuchsbetrieb mehrere Mikrocontroller mit unterschiedlichen Firmware-Versionen zum Einsatz kommen.

Anwendung 4: CAN-Tester-Betrieb mit Drucktastern und LEDs.

Firmware: 120195-42a (Platine A mit LCD)

120195-42b (Platine B mit oder ohne LCD)

Für diese Anwendung werden zwei Platinen benötigt, bezeichnet mit A und B. Die Daten-Frames haben Identifier der Länge 29 bit, die Übertragungsgeschwindigkeit beträgt 250 Kbit/s (Standard J1939). In diesem Beispiel wird der CAN-Tester über zwei Drucktaster und zwei LEDs bedient.

Die Jumper müssen wie folgt gesteckt werden:

- Portleitungen D4 und D5 mit den Tastern verbinden, Jumper K5 in Position 1-2 und K6 in Position 1-2.
- Portleitungen D2 und D3 mit den LEDs verbinden, Jumper K3 in Position 2-3 und K4 in Position 2-3.

Beide CAN-Tester-Platinen (A und B) können Informationen senden und empfangen.

Platine A:

Beim Drücken und Loslassen eines oder beider

Drucktaster wird ein Daten-Frame gesendet. Das Daten-Frame hat zur Folge, dass auf Platine B eine oder beide LEDs aufleuchten. In diesem Fall wird nur ein Daten-Byte gesendet, der Identifier lautet in hexadezimaler Schreibweise 0C1F134A. Platine A empfängt nur Daten-Frames von Platine B, die aus einem Daten-Byte mit dem Identifier 0C1F1315 bestehen. Das empfangene Daten-Byte steuert das Verhalten der LEDs.

Platine B:

Beim Drücken und Loslassen eines oder beider Drucktaster wird ein Daten-Frame gesendet. Das Daten-Frame hat zur Folge, dass auf Platine A eine oder beide LEDs aufleuchten. In diesem Fall wird nur ein Daten-Byte gesendet, der Identifier lautet in hexadezimaler Schreibweise 0C1F1315. Platine B empfängt nur Daten-Frames von Platine A, die aus einem Daten-Byte mit dem Identifier 0C1F134A bestehen. Das empfangene Daten-Byte steuert das Verhalten der LEDs.

Beim Empfang von Daten-Frames muss der Identifier mit dem in der Firmware festgelegten Identifier übereinstimmen, anderenfalls werden die Daten nicht über Port D ausgegeben. Platine A akzeptiert ausschließlich die Daten-Frames von Platine B, und umgekehrt. Auf dem LC-Display erscheint der Status der Drucktaster und der LEDs.

Der CAN-Tester ist in dieser Anwendung für unterschiedliche Zwecke einsetzbar. Auch hiermit lässt sich die Verkabelung eines CAN-Netzwerks überprüfen. Beim Drücken der Taster auf Platine A müssen die LEDs auf Platine B den Tasterdrücken folgen. Natürlich gilt dies auch umgekehrt. Außer in passiven CAN-Netzwerken wurde die beschriebene Konfiguration auch in aktiven CAN-Netzwerken mit Erfolg erprobt, allerdings verlaufen hier die Reaktionen träger. Beim Testen eines aktiven CAN-Netzwerks dürfen die vom CAN-Tester verwendeten Identifier nicht mit den Identifier übereinstimmen, die das CAN-Netzwerk benutzt.

Anwendung 5: Der CAN-Tester als Simulator von Daten-Frames.

Firmware: 120195-43a (Platine A mit LCD, siehe Dokumentation 120195-W)

120195-43b1 (Platine B mit LCD, siehe Dokumentation 120195-W)

Mit dieser Firmware ist das Simulieren von Daten-Frames möglich. Eine Platine wird so pro-

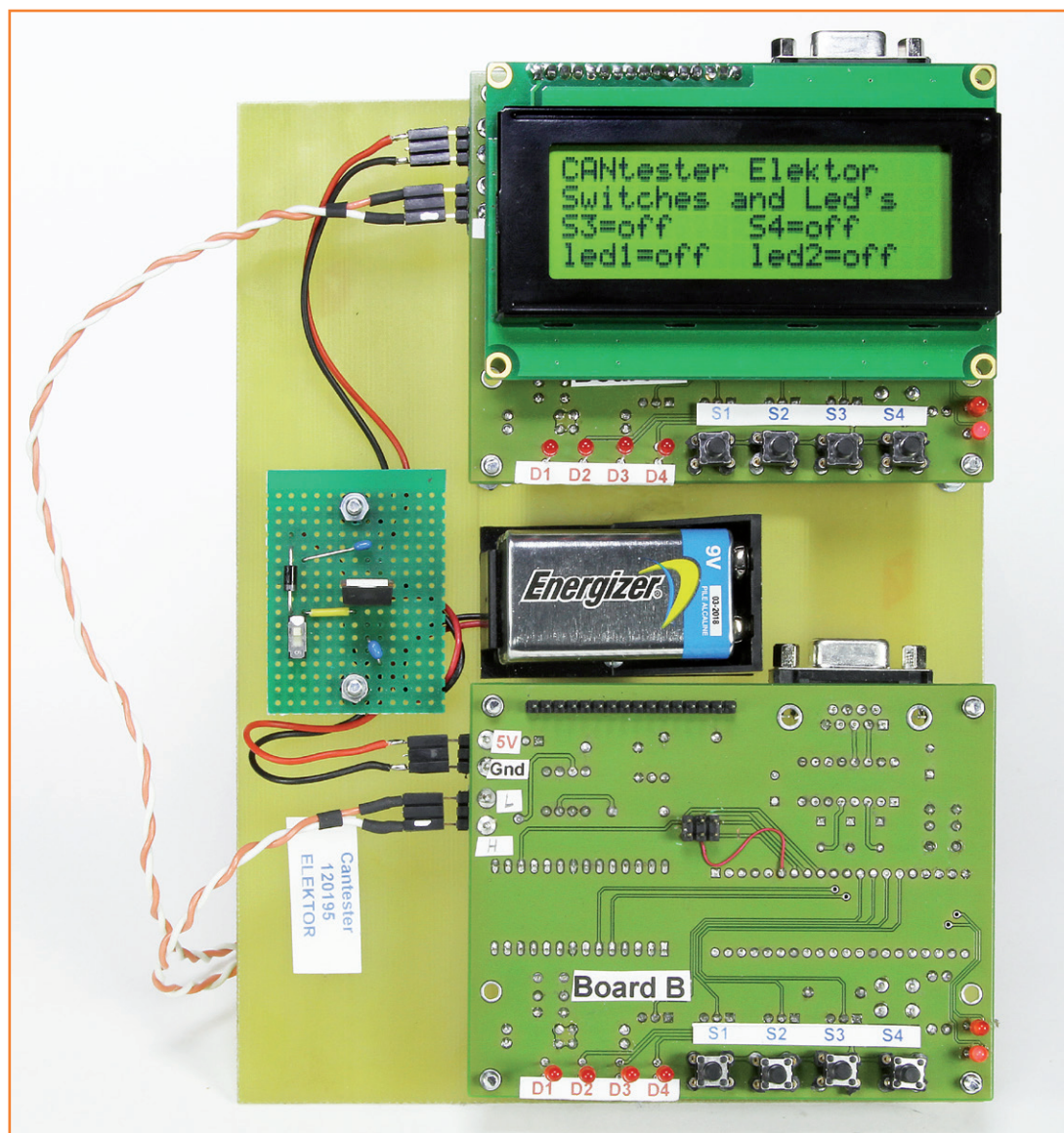


Bild 3.
Testanordnung für
die Konfiguration 4.
Eine 9-V-Batterie stellt
zusammen mit einem
Spannungsregler 7805 die
Betriebsspannung bereit.

grammiert, dass sie Informationen sendet. Die andere Platine gibt die Informationen auf dem LC-Display oder auf dem PC über das „Hyperterminal“-Programm aus. Die Informationen können unendlich oft mit fester Wiederholfrequenz (*repetition time*) auf den CAN-Bus gesetzt werden. Denkbar ist auch, dass das Bedienen der Drucktaster diese Aktivität auslöst. Mit der Firmware 120195-43a werden die Informationen gesendet, mit der Firmware 120195-43b1 werden sie empfangen. Beispiele und Erfahrungsberichte enthält ein PDF-Dokument im Internet [3]. Zum Testen der Platinen bieten sich auch hier *Tiny-CAN View* oder der *CAN-Explorer* an (siehe oben).

Zum Schluss

Dieser CAN-Tester muss stets mit einer zweiten CAN-Tester-Platine, dem CAN-Netzwerk eines Fahrzeugs oder einem anderen Testwerkzeug wie *Tiny-CAN View* oder dem *CAN-Explorer* von Elektor verbunden sein. Wir wünschen viel Erfolg beim Testen und Experimentieren mit dem CAN-Bus.

(120195)gd

Weblinks

- [1] www.elektor.de/120195
- [2] www.futurlec.com/SMD_Adapters.shtml
- [3] www.fms-standard.com/download/fms_document_ver02.00vers_11_11_2010.pdf

Windrichtungsmesser ohne Mechanik

Von Bas Schmidt (NL)

Wärmebewegungen messen mit drei NTCs



Mit den heutigen elektronischen Sensoren ist das Messen der Umweltgrößen Temperatur, Luftdruck und Luftfeuchte vergleichsweise unkompliziert. Zum Messen der Windrichtung und Windgeschwindigkeit werden jedoch noch überwiegend mechanische Geber eingesetzt, die einem wesentlich höheren Verschleiß ausgesetzt sind. Dieser Beitrag zeigt, wie mit wenig Aufwand ein vollelektronischer Windrichtungsmesser aufgebaut werden kann.

Im Verlauf zurückliegender Jahre hat Elektor bereits einige Projekte veröffentlicht, die das Messen und Aufzeichnen meteorologischer Daten zum Thema hatten. Die hochpräzisen und gleichzeitig preiswerten elektronischen Sensoren neuer Generation vereinfachen das Messen von Temperatur, Luftdruck und Luftfeuchte erheblich. Hinzu kommt, dass viele Sensoren inzwischen mit einer I²C-Schnittstelle ausgestattet sind, die das Initialisieren und Lesen der Sensor-Register mit einfachen Mikrocontrollern erleichtert. Eine elektronische Wetterstation ist jedoch erst voll-

ständig, wenn sie auch die Windrichtung und Windgeschwindigkeit erfasst.

Alternatives Konzept

Die gebräuchlichen Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsgeber arbeiten mit mechanischen Windschaufeln und Windfahnen. Die Stellung der Windfahne zeigt die Windrichtung an, sie kann mit einem Potentiometer oder einem Dreh-Encoder in eine proportionale analoge oder digitale Größe umgesetzt werden. Die Windgeschwindigkeit ist aus der Drehzahl der Windschaufel-Achse oder aus

dem Strom eines angetriebenen Dynamos ableitbar. Aus der Sicht des Elektronikers gestalten sich elektromechanische Lösungen eher mühsam, oft sind die nötigen Werkzeuge aus dem Sortiment der Mechanik nicht vorhanden. Da elektromechanische Systeme sämtlichen Witterungslagen und Umwelteinflüssen permanent ausgesetzt ist, werden an die mechanische Solidität und Stabilität hohe Anforderungen gestellt. Nicht nur Regen, Schnee, Hagel und natürlich auch der Wind fordern ihren Tribut, auch Sand, Feinstaub, Laub, Spinnweben und Vogelexkremente setzen der Mechanik erheblich zu. Wesentlich eleganter ist eine vollelektronische Lösung, die ohne bewegliche mechanische Komponenten auskommt. Für den Windrichtungsmesser bietet die Mess- und Regeltechnik den thermischen Durchflussmesser als Vorbild an. Dieser Sensor misst die Menge eines Gases oder Gasgemischs, das durch ein Rohr strömt. Das Messprinzip besteht darin, dass ein Heizelement im Sensor-Kopf das durchströmende Gas erwärmt und ein im Sensor befindliches Präzisionsthermometer die Temperatur misst. Ein nach diesem Prinzip arbeitender Windrichtungssensor, der die Windrichtung über den Vollkreis 360° erfasst, kann wie folgt aussehen: Auf einer Grundplatte werden ein Heizelement umgeben von drei Temperatur-Sensoren montiert, in einem Winkel von jeweils 120° zueinander. Die gemessenen Temperaturen werden von einem Mikrocontroller ausgewertet. **Bild 1** zeigt den ersten Versuchsaufbau des Autors auf einem Holzbrett.

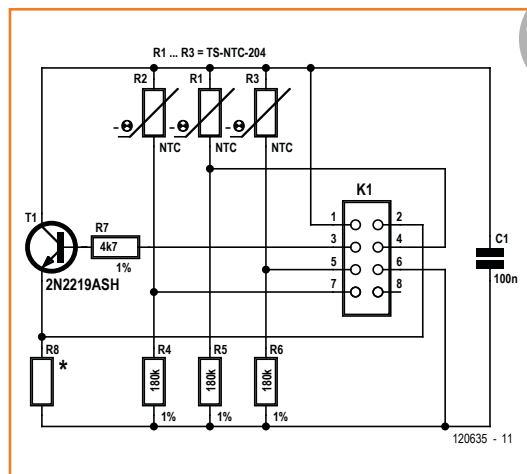


Bild 1.
Der erste Versuchsaufbau auf einem runden Holzbrett.

reflektiert und im Spalt zwischen den Scheiben einschließt. Versuchsweise kann die Konstruktion auf den Kopf gestellt werden, die aufsteigende Wärme wird dann von der Scheibe mit dem Transistor und den NTCs im Spalt gehalten. Der Transistor 2N2219A wurde gewählt, weil er in einem runden Metallgehäuse TO39 untergebracht ist. Das Gehäuse TO3 hat zwar einen günstigeren Durchmesser, doch die ovale Grundplatte verursacht eine nicht homogene Wärmeabgabe. Mit der niedrigen Betriebsspannung 3,3 V ist zwar eine niedrige Verstärkung verbunden, es wird jedoch viel Wärme produziert. Ein Widerstand 4,7 kΩ zwischen einem digitalen 5-V-Ausgang und der Basis des Transistors hat zur Folge, dass der Transistor ungefähr 0,5 W in Wärme umsetzt. Die Praxis hat gezeigt, dass die Temperatur um ungefähr 30 °C über die Umgebungstemperatur ansteigt. Im Spalt zwischen den Scheiben entsteht eine „Wärmewolke“, die vom Wind verformt wird. Die Verformung der Wärmeverteilung wird mit den NTC-Widerständen gemessen. Die NTCs sind über Widerstände (180 kΩ) mit der Betriebsspannung verbunden, so dass an den NTCs im

Windrichtungssensor

Beim Versuchsaufbau ist das Wärmeelement ein Transistor des Typs 2N2219A, er befindet sich im Zentrum einer kreisrunden Platine. Umgeben wird der Transistor von drei NTC-Widerständen CON-TS-NTC-204 des Herstellers Hygrosens. Eine Faustregel aus der Sensortechnik besagt, dass hier der Abstand vom Scheibenrand zu den Sensoren das Fünffache des Abstands betragen muss, den die Sensoren zum Wärmeelement haben. Damit werden Messfehler infolge von Verwirbelungen vermieden. Nach der Montage der Komponenten kann die gesamte Konstruktion mit einem Schutzlack überzogen werden, so dass sie nach außen versiegelt ist. Ein wichtiges Konstruktionselement ist das „Dach“, die zweite Scheibe, die sich über der Scheibe mit dem Transistor und den NTCs befindet. Diese Scheibe ist auf der Unterseite mit Alufolie kaschiert, so dass sie die aufsteigende Wärme



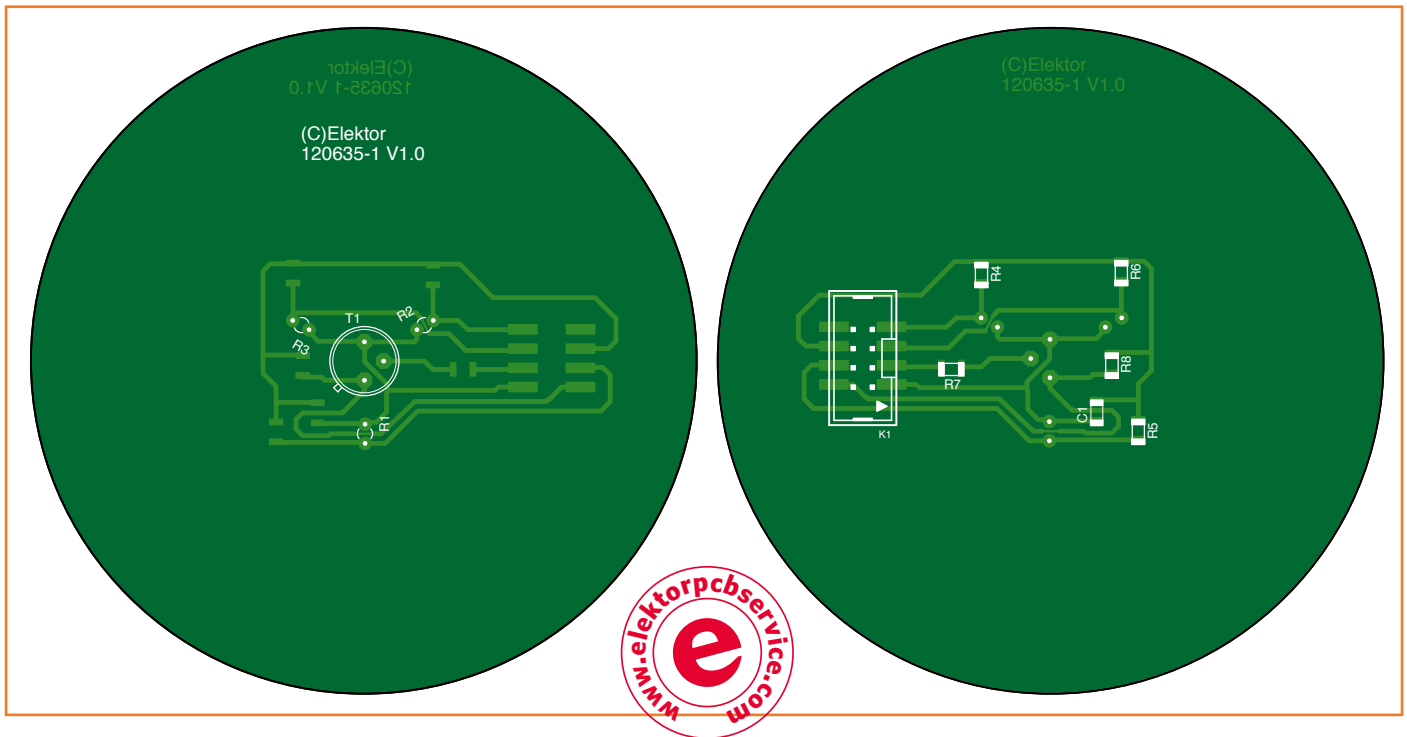


Bild 3.
Runde Platine für den
Windrichtungsmesser. Der
Steckverbinder wird auf der
Kupferseite montiert.

Stückliste

R1...R3 = NTC 200 k, Hygrosens CON-TS-NTC-204
(Conrad 502369)
R4,R5,R6 = 180 k (SMD 0805)
R7 = 4k7 (SMD 0805)

R8 = 0 Ω , siehe Text (SMD 0603)
C1 = 100 n (SMD 0805)
T1 = 2N2219A (TO-39)
K1 = Stiftkontaktleiste 2 · 4-polig, Raster 2,54 mm
Platine 120635-1, siehe [1]

Mittel die halbe Betriebsspannung abfällt. Die NTC-Spannungen steuern unmittelbar die analogen Eingänge eines Mikroprozessors, eine Vorverstärkung ist nicht erforderlich. **Bild 2** zeigt die beschriebene Schaltung.

Messungen im Labor haben ergeben, dass die NTCs in dieser Konfiguration ungefähr 20 % der abgegebenen Wärme erfassen. Auf der Platine in **Bild 3** werden der Transistor und die NTCs auf der Bestückungsseite montiert. Zwischen der Platinoberfläche und diesen Bauelementen muss ein Abstand von etwa 0,5 cm eingehalten werden. Der Steckverbinder für die Kopplung mit dem Auswertesystem befindet sich zusammen mit den SMD-Widerständen und dem SMD-Kondensator auf der Kupferseite. Durch diese räumliche Konstellation wird vermieden, dass hervorstehende Teile die Windströmung stören. Der Emitterwiderstand des Transistors wurde hinzugefügt, um den Transistorstrom beeinflussen zu können. Beim Musteraufbau wurde der Emitterwiderstand durch eine Drahtbrücke ersetzt.

Messsignal-Auswertung

Die Software für die Messsignal-Auswertung wurde vom Autor für einen *mbed*-Mikrocontroller des Typs LPC1768 von NXP entwickelt. Diese Software steht ebenso wie die Software für den „USB-Wetterlogger“ aus Elektor September 2011 zum kostenlosen Download auf der Projektseite [1] bereit. Für das Verständnis der Messsignal-Auswertung ist es hilfreich, das *mbed*-Listing zur Hand zu haben.

Windrichtung

Nachdem das Wärmeelement eingeschaltet ist (digitaler Ausgang hoch) und die Soll-Temperatur erreicht hat, werden zwölf Messungen innerhalb eines fünf Sekunden langen Intervalls durchgeführt. Der Mikrocontroller setzt die Messwerte 0,0...3,3 V in den Wertebereich 0,00...1,00 um. Wenn die Temperatur zunimmt, steigt auch die Ausgangsspannung an. Aus den drei Messwerten wird der größte Wert ermittelt, von diesem Wert werden die übrigen Messwerte einzeln subtra-

hiert. Die resultierenden Werte sind Vektoren, die in die Windrichtung zeigen.

Die Vektoren haben einen gemeinsamen Ursprung, der gleichzeitig der Nullpunkt des Koordinatensystems ist. Einem der drei NTCs wird die Windrichtung Nord zugewiesen, dieser Windrichtung entspricht der positive Zweig der Y-Achse. Die drei Vektoren (einer hat die Länge 0) können mit goniometrischen Funktionen in ihre X- und Y-Komponenten zerlegt werden. Da hier die NTCs in Winkeln von 120° angeordnet sind, genügt die Multiplikation mit den Konstanten $\sin 30^\circ = 0,500$ und $\cos 30^\circ = 0,866$. Das Multiplizieren der Vektoren mit diesen Werten ergibt unter Beachtung der Vorzeichen ihre X- und Y-Komponenten. Anschließend werden die drei X- und Y-Werte addiert, so dass ein Summenvektor entsteht. Nach Durchführen der zwölf Messungen wird ein gemeinsamer Summenvektor durch Addieren aller X- und Y-Werte gebildet. Die Ergebnisse werden im mbed-Programm den Variablen `v_x_s` und `v_y_s` zugewiesen.

Abhängig davon, ob `v_x_s` und `v_y_s` positiv oder negativ sind, lässt sich bestimmen, aus welchem Quadranten der Wind weht (Nord bis Ost, Ost bis Süd, Süd bis West oder West bis Nord). Zum Bestimmen des Winkels im Quadranten dient die Arcustangens-Funktion, in **Bild 4** ist dies grafisch dargestellt. In die Berechnung werden die Startwerte 4, 8, 12 und 16 eingeführt, so dass sich Zahlenwerte zwischen 0 und 15 ergeben. Im Uhrzeigersinn zugeordnet ist Sektor 0 die Richtung Nordnordost und Sektor 15 die Richtung Nordnordwest. Die Sektor-Werte dienen als Zeiger auf acht Text-Strings, die im Klartext die Windrichtung beschreiben (jeder der acht Text-Strings tritt zweimal auf): N, NO, O, SO, S, SW, W oder NW.

Windgeschwindigkeit

Es liegt nahe, aus dem Summenvektor nicht nur die Windrichtung, sondern auch die Windgeschwindigkeit abzuleiten. Maßgebliche Größe ist nicht der Winkel, sondern die Länge des Vektors. Die Länge lässt sich berechnen, indem die Wurzel aus $(v_{x_s} * v_{x_s} + v_{y_s} * v_{y_s})$ gebildet wird.

Die Praxis hat gezeigt, dass dieser Weg für die Windstärken 1 bis 4 der Beaufort-Skala (siehe **Tabelle 1**) zu brauchbaren Ergebnissen führt. Ungefähr ab Windstärke 5 versagt die Methode, denn die Annahme, dass längere Summenvektoren gleichbedeutend mit höheren Windgeschwindigkeiten sind, trifft nicht mehr zu. Starker Wind

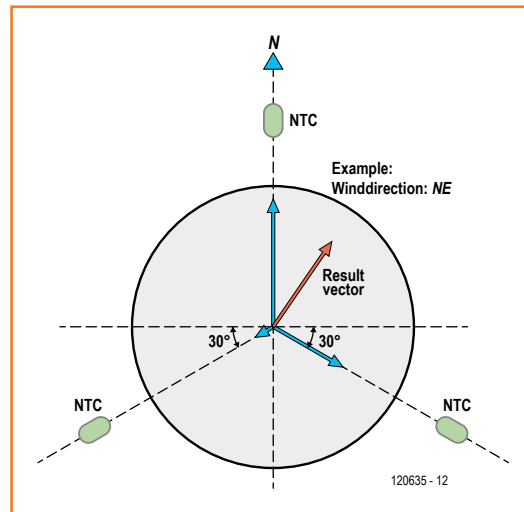


Bild 4.
Grafik zur Berechnung der Windrichtung.

transportiert so viel Wärme aus der Messanordnung, dass die Differenzen der analogen Werte mit höheren Windstärken kleiner werden. Das Bestimmen der Windrichtung ist davon nicht betroffen, nur die Länge des Summenvektors ist zweideutig. Entweder deutet sie auf eine sehr niedrige oder sehr hohe Windstärke hin.

Aus diesem Grund wurde ein anderer Weg beschritten: Die Wärmemessung mit drei NTCs wird zu einer einzigen Messung zusammengefasst. Es werden nacheinander zwei Messprozeduren durchgeführt, einmal mit „kalten“ Sen-



Bild 5.
Über der Platine des Windrichtungssensors wird in ungefähr 2 cm Abstand eine gleich große, runde Scheibe montiert, die mit Alufolie kaschiert ist. Hier besteht die Scheibe zur Anschauung aus Acrylglas.

soren (steuernder digitaler Ausgang = 0) und ein zweites Mal mit „heißen“ Sensoren (digitaler Ausgang = 1). Hohe Messwertdifferenzen zwischen den heißen und kalten Phasen bedeuten, dass die in der Messanordnung zurückbleibende Wärmemenge groß ist. Dieser Effekt resultiert aus einer niedrigen Windstärke. Die nach der beschriebenen Methode errechneten Werte lassen sich unkompliziert der Beaufort-Skala zuordnen.

Test und Kalibrierung

Ein Prototyp des Windrichtungsmessers wurde auf der niederländischen Nordseeinsel Ameland erprobt. Während ausgiebiger Tests wehte der Wind aus allen Richtungen, die Windstärke variierte von 1 bis 8 auf der Beaufort-Skala. Die gemessene Windrichtung wurde mit den Angaben von Wetter-Websites im Internet verglichen. Es wurde berücksichtigt, dass sich die tatsächliche Windrichtung und Windgeschwindigkeit innerhalb von Minuten drehen und ändern kann.

Kalibrieren der NTCs

Nach Herstellerangaben sind die NTCs ohne Kalibrierung gegeneinander austauschbar. Kleine

Unterschiede der Abstände vom heizenden Transistor sowie andere mechanische Toleranzen können jedoch eine einmalige gemeinsame Kalibrierung notwendig machen. Dazu dienen die drei Korrekturwerte `Corr_v1`, `Corr_v2` und `Corr_v3` im mbed-Programm. Um die drei Werte zu ermitteln (ein Wert ist stets 0), müssen die Auskommentierungen (Kommentarzeichen: `//`) in den Programmzeilen 44 und 65 vorübergehend entfernt werden. Das Programm gibt dann die gemessenen analogen Werte als Spannungen aus. Die Messanordnung wird in eine windfreie Umgebung gebracht, also in einen geschlossenen Raum ohne Belüftung. Jede Luftbewegung, beispielsweise durch Umhergehen oder auch spontanes Husten, ist zu vermeiden. Die ermittelten Korrekturwerte dürfen um ungefähr 0,02 V differieren. Das Ausprobieren unterschiedlicher Korrekturwerte führt in aller Regel zum Ziel.

Einstellen von `B_numerator` und `B_offset`

Die Differenz (Variable `vv`) zwischen der „kalten“ Messung (Variable `vk`) und der „heißen“ Messung (Variable `vh`) wird in den Algorithmus eingeführt, der die Messwerte in die Beaufort-Skala umsetzt

Tabelle 1. Beaufort-Skala

Windstärke	Bezeichnung	Geschwindigkeit in km/h	Geschwindigkeit in m/s	Wirkung auf dem Land
0	Windstille, Flaute	0-1	0-0,2	Rauch steigt senkrecht oder fast senkrecht empor
1	leiser Zug	1-5	0,3-1,5	Rauch treibt leicht ab, Windflügel und Windfahnen unbewegt
2	leichte Brise	6-11	1,6-3,3	Blätter rascheln, Wind im Gesicht spürbar, Windfahnen zeigen Windrichtung an
3	schwache Brise	12-19	3,4-5,4	Blätter und dünne Zweige bewegen sich, Wimpel werden gestreckt
4	mäßige Brise	20-28	5,5-7,9	Zweige bewegen sich, loses Papier wird vom Boden gehoben
5	frische Brise	29-38	8,0-10,7	Größere Zweige und Bäume bewegen sich, Wind deutlich hörbar
6	starker Wind	39-49	10,8-13,8	dicke Äste bewegen sich, hörbares Pfeifen an Drahtseilen
7	steifer Wind	50-61	13,9-17,1	Bäume schwanken, Widerstand beim Gehen gegen den Wind
8	stürmischer Wind	62-74	17,2-20,7	Große Bäume werden bewegt, Fensterläden werden geöffnet, Zweige brechen von Bäumen, erhebliche Behinderung beim Gehen
9	Sturm	75-88	20,8-24,4	Äste brechen, kleinere Schäden an Häusern, Ziegel und Rauchhauben werden von Dächern gehoben, Gartenmöbel werden umgeworfen, erhebliche Behinderung beim Gehen
10	schwerer Sturm	89-102	24,5-28,4	Bäume werden entwurzelt, Baumstämme brechen, Gartenmöbel werden weggeweht, größere Schäden an Häusern
11	orkanartiger Sturm	103-117	28,5-32,6	Schwere Schäden an Wäldern, Dächer werden abgedeckt, Autos werden aus der Spur geworfen, dicke Mauern werden beschädigt, Gehen ist unmöglich
12	Orkan	>117	>32,7	Schwerste Sturmschäden und Verwüstungen, Dächer werden abgedeckt, Zäune werden umgeworfen, Straßenbeleuchtungs- und Ampelmaste schwanken stark oder brechen

Quelle: Wikipedia

$(B_numerator / vv + B_offset)$.

Der Wert für B_numerator kann ebenso wie die Kalibrierwerte der NTCs durch Messen in windfreier Umgebung gefunden werden. Die Programmzeilen 44 und 65 des mbed-Programms geben die Werte der Variablen vk und vh aus. Die letzten Werte eines fünfminütigen Messzyklus werden notiert, anschließend werden die Werte voneinander subtrahiert ($vv = vh - vk$). Der Messzyklus wird mehrfach wiederholt, aus den Ergebnissen der Subtraktionen wird der Mittelwert gebildet. Dies ist der Wert von B_numerator. Die Methode hat den Nachteil, dass die Windstärke rechnerisch nicht unter 1 auf der Beaufort-Skala liegen kann. Doch das ist hinnehmbar, die Windstärke 0 lässt sich von der Windstärke 1 kaum unterscheiden.

B_offset kann abhängig von der subjektiven Einschätzung der Windstärke etwas höher oder niedriger gesetzt werden. Zu beachten ist noch, dass mbed die Beaufort-Werte im Format „%1.0F“ ausgibt, wobei die Ziffern hinter dem Komma wegfallen. Wenn B_offset auf den Wert +0,5 gesetzt wird, gibt mbed bei dem berechneten Wert 2,6 den Wert 3 anstelle von 2 aus.

Firmware

Für den realen Einsatz hat das Elektor-Labor den Windrichtungsmesser mit dem „USB-Wetterlogger“ vom September 2011 gekoppelt und passende Firmware für den dort verwendeten ATmega168 geschrieben. Die Daten des Windrichtungsmessers werden jedoch (noch) nicht wie beim originalen Entwurf im EEPROM gespeichert. Diese Funktionalität ist jedoch leicht implementierbar, denn der Quellcode kann frei von der Projektseite heruntergeladen werden. Der programmierte Mikrocontroller ist im Elektor-Shop erhältlich (Bestellnummer 120635-41).

Aus **Tabelle 2** geht hervor, an welche Anschlüsse des Mikrocontrollers die Signale des 10-poligen Steckverbinders K1 gelegt werden müssen.

Die Messwerte der drei NTC-Widerstände werden gelesen, verarbeitet und auf dem Display angezeigt. Außerdem schaltet der ATmega168 wie schon oben beschrieben das Heizelement ein (Transistor 2N2219A).

Nach dem Start erscheinen auf dem LC-Display der Projektname und ein Copyright-Vermerk. Während der anschließenden Messung wird die Messschleife zyklisch durchlaufen. Den Anfang bildet eine ungefähr fünf Minuten lange Periode, in der das Heizelement abkühlt. Die Tests im Elek-

tor-Labor haben gezeigt, dass eine gewisse Zeit vergeht, bis die NTCs in der „kalten“ Messphase stabile Werte liefern. Möglicherweise genügen kürzere Abkühlzeiten, dies hängt stark von den Konstruktionsdetails des Windrichtungssensors ab. Während der Abkühlphase zeigt das Display die Restdauer an („Count down xxx“).

Danach folgen in Abständen von fünf Sekunden zwölf Messungen bei abgeschaltetem Heizelement, dies ist die „kalte“ Messphase. Die Messwerte werden auf dem Display angezeigt, die Wiedergabe auf dem PC-Bildschirm in Tabellenform ist jedoch wesentlich übersichtlicher. Für die Verbindung mit dem PC ist ein Schnittstellenwandler-Kabel (RS232/USB) nötig, auf dem PC muss ein Terminalprogramm wie das „Hyperterminal“ laufen.

Jetzt folgt die Phase, in der das Heizelement eingeschaltet ist. Diese „heiße“ Phase beginnt mit drei Minuten Aufwärmzeit, die Restdauer erscheint auf dem Display. Auch jetzt folgen zwölf Messungen im Fünf-Sekunden-Abstand, die Ergebnisse werden ebenfalls auf dem Display angezeigt.

Zum Schluss werden aus den 24 Messwerten die Windrichtung und die Windgeschwindigkeit berechnet. Wenn das getan ist, geben das Display und der PC zuerst die Windrichtung („Direction“) und dann die Windgeschwindigkeit („Speed“) aus.

(120635)gd

Weblinks

- [1] www.elektor.de/120635
- [2] www.elektor-projects.com/project/wind-direction-and-speed-instrument-120635-i.12480.html

Tabelle 2. Anschlussbelegung des Steckverbinders K1.

Steckverbinder Windmesser	ATmega168 des Datenloggers
Pin 1 (+U _B)	+U _B
Pin 2 (Emitter T1)	nicht verwendet
Pin 3 (Basis T1)	Pin 13 (PD7)
Pin 4 (NTC1)	Pin 25 (ADC2/PC2)
Pin 5 (NTC3)	Pin 23 (ADC0/PC0)
Pin 6 (GND)	GND
Pin 7 (NTC2)	Pin 24 (ADC1/PC1)
Pin 8 (NC)	NC

USB-Akkutester

Akkus via USB-IO24-Kabel prüfen

Von Joachim Schröder (D) & Tim Uiterwijk (NL)

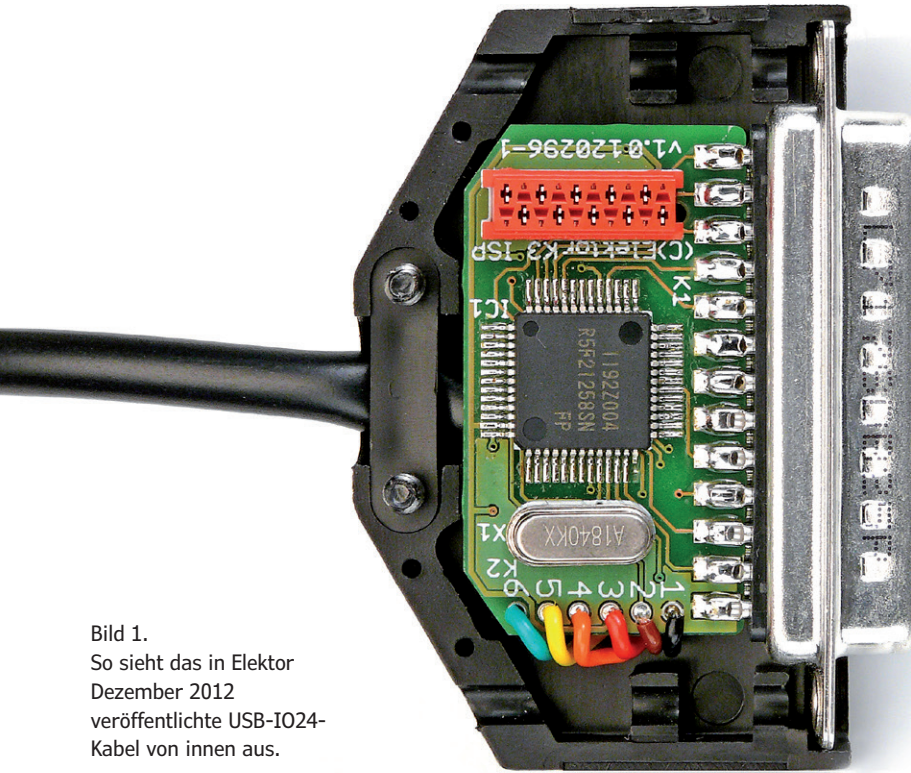


Bild 1.
So sieht das in Elektor
Dezember 2012
veröffentlichte USB-IO24-
Kabel von innen aus.

Das Testen eines Akkus ist eine Aufgabe, vor die ein Elektroniker gar nicht so selten gestellt ist. Statt einer aufwändigen Stand-Alone-Lösung könnte man hier gut die Intelligenz eines PCs nutzen. Das ist nicht schwer, denn eine universelle PC-Anbindung wurde mit dem USB-IO24-Kabel schon in Elektor vorgestellt. Fehlt nur noch das hier vorgestellte „Akku-Interface“...

Als in Elektor 12/2012 mit dem USB-IO-24-Kabel [1] eine universelle und einfach zu nutzende Möglichkeit zum Messen und Steuern externer Geräte vom PC aus vorgestellt wurde, entschied sich Joachim Schröder dazu, das Praktische mit dem Nützlichen zu verbinden und für dieses Kabel eine Art Akku-Interface zu entwickeln, mit dem man per PC ganz elegant Akkus testen kann. Das Resultat seiner Entwicklung stellte er dann auf der Projekt-Plattform Elektor-Projects [2] vor, wo es auf Zuspruch stieß und gute Bewertungen erhielt. Prompt wurde das Projekt von Elektor geprüft und mit Unterstützung von Tim Uiterwijk aus dem Elektor-Labor nun veröffentlicht.

Das Kabel

Die Bezeichnung „Kabel“ ist angesichts der Fähigkeiten eigentlich eine kleine Untertreibung für das unter [1] beschriebene Projekt – auf der anderen

Seite ist es doch passend, denn wie man in **Bild 1** sehen kann, passt (fast) die komplette Elektronik in das Gehäuse eines 25-poligen Sub-D-Steckers. Für die praktische Anwendung ergibt sich so ein universell einsetzbares Interface-Kabel, dessen eine Seite in eine USB-Buchse eines PCs gesteckt wird und an dessen anderer Seite sich ein Steckverbinder befindet, an den dann beliebige externe Hardware angeschlossen werden kann.

Der Charme dieser Lösung ist der, dass man mit dem Kabel viele externe Apparate steuern und/oder deren Werte messen kann, die man nicht jeden Tag benötigt. Man hat dann nicht zig verschiedene Kabel am PC stecken und eben so viele belegte virtuelle COM-Ports, was für Ordnung unterm Schreibtisch und im OS sorgt. Außerdem ist es leicht, Software für dieses Kabel zu schreiben. Was es mit diesem Kabel auf sich hat und was es kann, das ist im Kasten „USB-IO24-

Kabel“ aufgeführt. Einen Teil des Kabels kann man sich selber bauen: Über [1] kann man eine leere Platine, einen fertig programmierten Mikrocontroller oder aber eine fertig bestückte und getestete Platine bestellen. Auch das Basis-USB-Kabel für dieses Kabel – mit integriertem USB/Seriell-Wandler des Typs FT232R – kann man dort oder über andere Quellen beziehen.

Eigenschaften:

- Messung von Kapazität und Innenwiderstand
- Eingebaute Akku-Regenerierung
- Geeignet für 12-V-Bleiakkus
- Maximaler Entladestrom 8 A
- Simple Schaltung dank USB-IO24-Kabel

Der Grundaufbau des USB-IO24-Kabels ist folgender: Das fertige FTDI-Kabel mit USB-Stecker auf der einen und I/O-Ende auf der anderen Seite wandelt den USB-Daten-Strom in serielle Bitfolgen, die vom entsprechend programmierten Mikrocontroller im daran angeschlossenen Sub-D-Gehäuse in das verwandelt werden, was für den Anschluss externer Hardware üblicherweise erforderlich ist: digitale I/O-Pins, analoge Eingänge, PWM-Ausgänge etc. Man braucht dahinter nur wenige Bauelemente, um die verschiedensten „intelligenten“ Projekte zu realisieren.

Akku-Interface

Um einen Akku zu testen, muss man ein paar wichtige Parameter messen. Rein elektrisch gesehen muss man den fließenden (Entlade-) Strom und die Akkuspaltung messen können. Sehr sinnvoll ist es weiterhin, den Entladestrom nicht nur zu messen, sondern auch einstellen

und „regeln“ zu können. Da beim Entladen von Akkus zum Teil ordentlich Energie verheizt wird, empfiehlt sich zudem Besseres als eine nur passive Kühlung. Hierzu ist ein gesteuerter Lüfter notwendig. Insgesamt müssen also zwei analoge Signale (Strom und Spannung) gemessen und zwei quasi-analoge Signale (für Strom und Lüfter-Drehzahl) vom USB-IO24-Kabel ausgegeben werden.

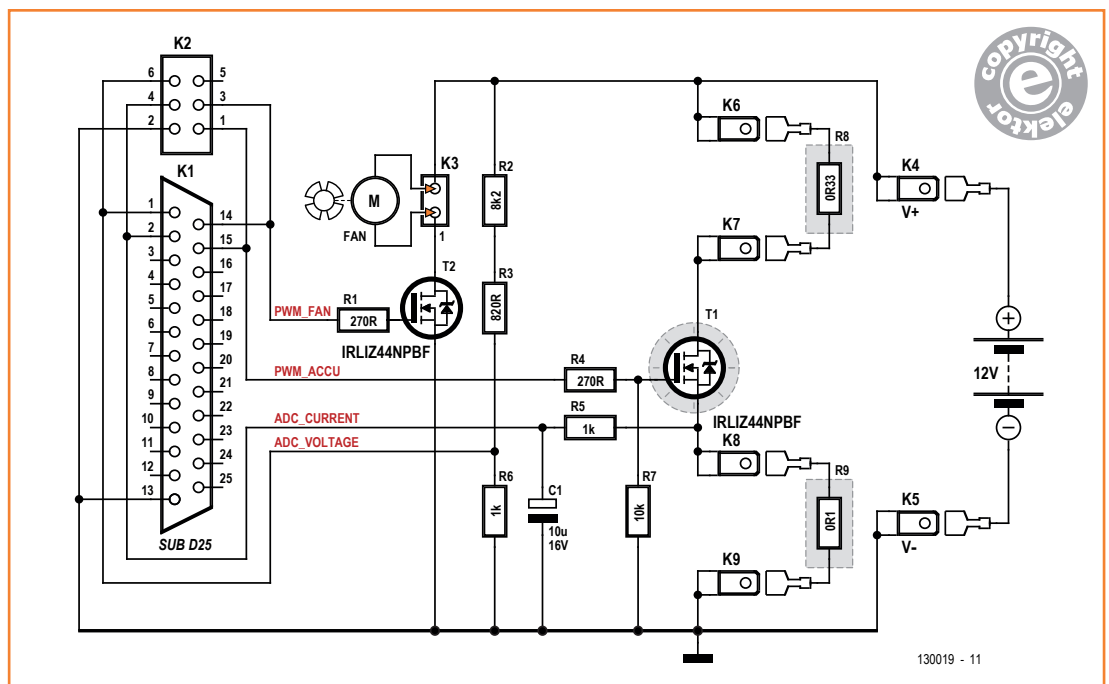
Die Aufgabe der an das Kabel angeschlossenen Schaltung ist es dann, die Spannung und den Strom des Akkus so vorzubehandeln, dass die resultierenden Spannungen mit dem Messbereich der analogen Eingänge des USB-IO24-Kabels kompatibel sind. Hinzu kommt noch die Umsetzung der PWM-Ausgänge dahingehend, dass damit ein bestimmter Strom und eine bestimmte Lüfterdrehzahl eingestellt werden kann.

USB-IO24-Kabel

Das in Elektor Dezember 2012 veröffentlichte Kabel besteht wesentlich aus einer kleinen doppelseitigen Platine, die genau auf den Einbau in ein 25-poliges Sub-D-Gehäuse zurechtgeschnitten ist. Auf dieser Platine befindet sich ein Mikrocontroller des Typs R8C/25 von Renesas, der in dieser Anwendung serielle Daten entgegennimmt und zurückliefert, wodurch dann an den Pins des Sub-D-Steckers all die typischen analogen und digitalen Signale zur Verfügung stehen, mit denen man externe Hardware steuern und überwachen kann. Am anderen Ende des Kabels steckt ein Exemplar des allseits bekannten und breit eingesetzten „USB/TTL-Chips“ von FTDI. Dieser Chip wandelt die USB-Kommunikation in TTL-kompatible serielle Signale um, und der in modernen Windows-Systemen automatisch installierte Treiber stellt dort dann einen virtuellen COM-Port zur Verfügung, durch den die Programmierung passender Software recht einfach ist. Die USB-Seite des Kabels ist fertig vergossen, sodass sich der Bau des kompletten Kabels auf die kleine Platine im SUB-D-Gehäuse und den Anschluss des fertigen USB-Kabels beschränkt.

Das USB-IO24-Kabel bietet entweder bis zu 24 digitale I/O-Pins oder bis zu je acht analoge Eingänge, PWM-Ausgänge und RC-Servo-Signale mit je 10 bit Auflösung plus vier 16-bit-Zähler-Eingänge. Im zugehörigen Artikel [1], den man auch nachträglich als PDF beziehen kann, ist nicht nur der Aufbau, die Inbetriebnahme und die Programmierung beschrieben, sondern es gibt auch Beispiele von Anwendungen samt Demo-Code. Die Lektüre lohnt sich, wenn man genau wissen möchte, was damit möglich ist.

Bild 2.
Außer dem USB-IO24-Kabel sind nur noch wenige Bauteile notwendig, um damit einen vollwertigen und PC-gesteuerten Akkutester zu realisieren.



Die Anpassungen oder zu neudeutsch „das Interfacing“ dieser Signale übernimmt die von Joachim Schröder entwickelte Schaltung von **Bild 2:**

Zunächst wird die Spannung des an die Flachstecker K4 und K5 angeschlossenen Akkus über den Spannungsteiler aus R2, R3 und R6 auf für den analogen Eingang des Kabels passende Werte herunter geteilt. Aus dessen Messbereich von 0...5 V ergibt sich eine maximal messbare Klemmenspannung von 50 V. Dank der Auflösung von 10 bit können noch Unterschiede von 50 mV erfasst werden. Dieser Messbereich eignet sich daher gut für 12-V-Auto-Akkus. Unter Umständen eignet er sich auch für die typischen Pedelec-Akkus mit ihren 36 V Nennspannung, doch dazu später mehr. Für eine bessere Auflösung und niedrigere Maximalspannungen kann man nach Bedarf den Spannungsteiler anpassen.

Zur Strommessung wird direkt der Spannungsabfall über dem Shunt R9 erfasst. Da der aus dem Akku fließende Strom nicht kontinuierlich, sondern per PWM gesteuert wird, erfolgt zunächst eine Glättung der an R9 abfallenden impulsförmigen Spannung durch den Tiefpass aus R5 und C1 (Grenzfrequenz 16 Hz), bevor sie an den ADC-Eingang Pin 2 von K1 gelangt.

Der so genannte Logic-Level-MOSFET T1, der direkt mit 5-V-Logik-Signalen angesteuert werden kann, wird über R4 vom PWM-Ausgang an

Pin 15 von K1 gesteuert. Über das Puls/Pausen-Verhältnis des PWM-Signals kann so einfach der mittlere Entladestrom eingestellt werden. Auf gleiche Weise wird der mittlere Strom des Lüfters und damit dessen Drehzahl mit T2 eingestellt. R7 dient übrigens dazu, dass T1 bei abgezogenem K1 sicher sperrt, denn ein voll durchgeschalteter T1 würde einen Autoakku fast mit 30 A belasten und in R8, R9 und T1 eine Verlustleistung von zusammen rund 400 W entstehen lassen, was nicht lange gut gehen würde. Beim Lüfter fließt nicht viel Strom, weshalb bei T2 auf einen Gate-Ableitwiderstand verzichtet werden kann. Der zusätzliche sechspolige Pinheader K2 ist dafür da, die vier in dieser Schaltung verwendeten Signale samt Masse zusammenzufassen. Man kann hier prima ein Multimeter oder ein Oszilloskop anschließen und schauen, ob sich das tut, was man erwartet. K2 ist daher nicht unbedingt notwendig und kann auch weggelassen werden.

Aufbau

Für diesen Akkutester wurde eine passende Platine (**Bild 3**) entwickelt, deren Layout-Datei wie immer von der Elektor-Webseite zu diesem Artikel [3] kostenlos heruntergeladen werden kann. Die Bestückung ist dank der wenigen bedrahteten Teile eigentlich recht simpel und fast nicht der Rede wert, wenn da nicht die Abwärme zu berücksichtigen wäre, die eine Kühlung notwen-

Stückliste

Widerstände:

R1, R4 = 270 Ω , 1/4 W
R2 = 8k2, 1/4 W
R3 = 820 Ω , 1/4 W
R5, R6 = 1 k, 1/4 W
R7 = 10 k, 1/4 W
R8 = 0,33 Ω /50 W*
R9 = 0,1 Ω /25 W*



Kondensatoren:

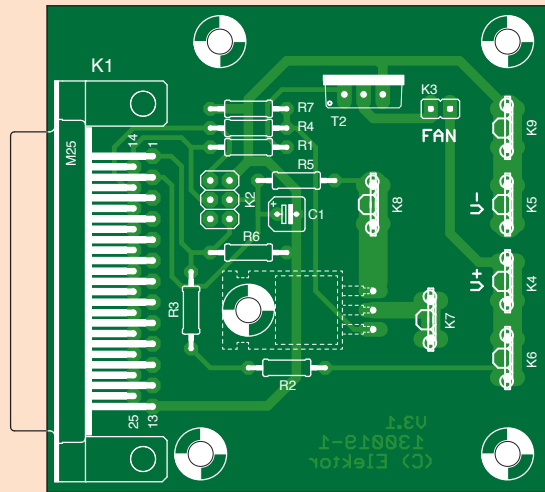
C1 = 10 μ /16 V, Elko stehend, RM 1/10"

Halbleiter:

T1, T2 = IRLIZ44NPBF

Außerdem:

K1 = DSub-25-Steckverbinder männlich, für Platinenmontage
K2 = 6-pol. Stiftleiste 2x3, RM 1/10"*
K3 = 2-pol. Stiftleiste, RM 1/10"
K4..K9 = Flachstecker 6,3 mm, stehend, für Platinenmontage
Platine 130019-1 [3]
USB-IO24-Kabel



* siehe Text

Bild 3.
Die Platine mit den zusätzlich zum USB-IO24-Kabel notwendigen Bauteilen.

dig macht. Beim Prototypen wurde die bestückte Platine schlicht auf einen alten CPU-Kühler geschraubt, der schon mit einem passenden Lüfter ausgestattet war (siehe **Bild 4**).

Durch den Lüfter fließt nicht viel Strom und bei T2 kann man daher gut auf eine Kühlung verzichten. Ganz anders verhält es sich bei T1: Hier muss gekühlt werden. Aus diesem Grund ist T1 auf der Lötseite der Platine bestückt und seine Beinchen sind so hochgebogen, dass sie mit der auf dem Kühlkörper verschraubten Platine verlötet werden können (siehe **Bild 5**). Also erst unter T1 eine Isolierscheibe mit Wärmeleitpaste, dann eine M3-Schraube von oben durch das Loch in der Platine schieben, Abstandshülse drauf und dann Beinchen passend hochbiegen und Platine einfädeln und verlöten. Dann die Platine und T1 festschrauben.

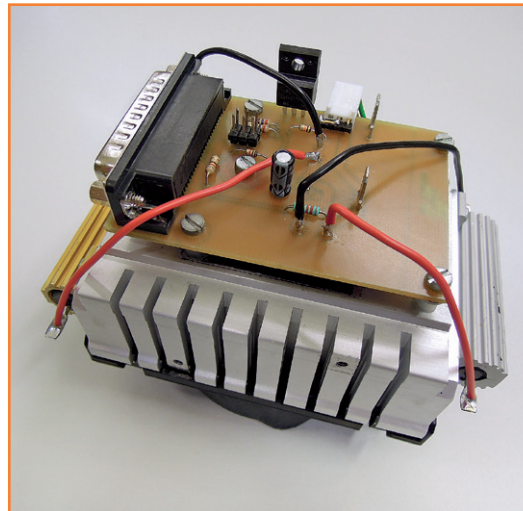


Bild 4.
Der Prototyp des Akkutesters. Die Platine, T1, R8 und R9 sind mit einem alten CPU-Kühlkörper verschraubt.

Die Verlustleistung ist auch der Grund, weshalb bei höheren Entladeströmen vor allem für R8 und auch für R9 „normale“ Lastwiderstände in der bekannten 5-W-Ausführung nicht ausreichend sind. Wenn man von einem maximalen Entladestrom von 8 A ausgeht, fallen an R8 über 20 W Verlustleistung an. Selbst bei R9 muss man dann noch mit 6,4 W rechnen. Beim Prototypen wurden Hochlast-Drahtwiderstände im Metallgehäuse (siehe Stückliste) verwendet und diese einfach seitlich an den Kühlkörper geschraubt.

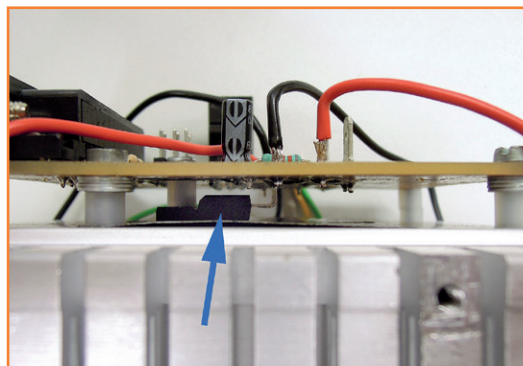


Bild 5.
T1 wird mit einer Abstandshülse unterhalb der Platine auf den Kühlkörper geschraubt (blauer Pfeil).



Bild 6.
Screenshot der zum
Akkutester gehörigen
Software.

Test & Betrieb

Hat man die Platine bestückt, kontrolliert und mit dem Kühlkörper zu einer Einheit verschraubt, wird das USB-IO24-Kabel in den Computer und mit der anderen Seite in das Modul des Akkutesters gesteckt. Beim ersten Anschluss wird das USB-Kabel bei Windows-Systemen einen Treiber installieren wollen, was bei modernen Versionen und einer Verbindung zum Internet nicht mehr als ein paar Klicks erfordert. Zum Test des Testers muss nun noch die Software auf den PC. Der Source-Code samt ausführbarer „KapTester.exe“ steht komplett unter [3] zum Download zur Verfügung.

Bild 6 zeigt einen Screenshot von KapTester im normalen Betrieb, angeschlossen an einen 12-V-Akku. Zum Test kann man zunächst über K2 kleine Spannungen von 0...5 V an die analogen Eingänge legen. KapTester sollte dann das Zehnfache der an Pin 4 angelegten Spannung anzeigen und beim Strom ergibt sich eine Anzeige von 10 A pro an Pin 6 angelegtem Volt. Entsprechend sollte mit einem Multimeter an den Pins 1 und 3 eine der angezeigten PWM entsprechende Spannung zu messen sein. Mit den abgebildeten Werten von 166 und 1.023 für die PWM sollten sich Spannungen von etwa 0,8 V und 5 V einstellen. Ist die Anzeige des Multimeters nicht stabil, kann man wie in der Schaltung einen Tiefpass aus einem 1-k Ω -Widerstand und einem 10- μ F-Kondensator vorschalten.

Stimmt alles soweit, kann man einmal einen Akku anschließen. Beim ersten Mal empfiehlt es sich, den Akku nicht direkt zu verbinden, sondern sicherheitshalber eine Glühlampe für das Auto mit 20...55 W in Serie zu schalten. Geht dann etwas schief, geht nur ein Licht an.

Die Schaltung ist mit der angegebenen Dimensionierung und einem CPU-Kühlkörper für einen

maximalen Entladestrom von bis zu 8 A ausgelegt, denn so kommen im schlimmsten Fall gerade knapp über 100 W an Abwärme zusammen. Gibt man den gewünschten Entladestrom sowie eine realistische Ladeschlussspannung an und klickt auf Start, beginnt die Messung. Die Software stellt dann automatisch den angegebenen Strom ein und protokolliert Spannung und Stromentnahme. Letzteres aufsummiert ergibt die Kapazität. Der Verlauf der Entladespannung wird als Diagramm über der Zeit dargestellt. Bei Erreichen der Ladeschlussspannung wird die Messung beendet. Neben der Kapazität kann noch der Innenwiderstand als relevanter Parameter gemessen werden. Hierzu wird zunächst die Spannung vor der folgenden Belastung gemessen. Anschließend wird die PWM kurz auf den Wert 1.023 und damit auf den maximal möglichen Strom (bei einem 12-V-Akku knapp über 30 A) eingestellt. Dabei werden wieder Spannung und Strom gemessen. Anschließend wird noch einmal die Leerlaufspannung des Akkus gemessen. Der Innenwiderstand ergibt sich dann nach der Formel:

$$R_i = ((U_{\text{vor}} + U_{\text{nach}}) / 2 - U_{\text{Last}}) / I_{\text{Last}}$$

Kein weiterer Parameter sondern eine nützliche Zusatzfunktion ist der Akku-Refresh. Hierzu wird alle 10 s ein hoher Stromimpuls generiert, der eventuelle Sulfatierungen bei Bleiakkus lösen soll. Die Höhe des Stromimpulses kann in Form eines PWM-Werts eingegeben werden.

Mehr...

Die Schaltung ist mit der Software auf Bleiakkus mit 12 V Nennspannung und Lastströme von maximal 8 A ausgelegt. Ohne etwas an der Schaltung zu ändern kann man sowohl Akkus mit höheren Spannungen anschließen als auch größere Entladeströme generieren. Dabei gilt es allerdings nicht nur die entstehende Verlustleistung im Auge zu behalten und gegebenenfalls besser zu kühlen. Man muss auch in die Software eingreifen und die Einstellbereiche etc. anpassen, wofür dann dringend der Artikel zum USB-IO24-Kabel zu Rate gezogen werden sollte.

Mit 0,1 Ω bei R9 würden theoretisch Ströme bis zu 50 A messbar sein. Die fließen aber wegen des Gesamtwiderstands aus R8, R9 und T1 sowieso nur bei Akkus, die eine höhere Spannung aufweisen. Reizt man die Belastbarkeit von R8 mit 50 W komplett aus, ist die Grenze bei etwa 12 A, die aber schon bei einem 12-V-Akku eine bes-

sere Kühlung erfordert. Notfalls muss man also stärker belastbare Widerstände verwenden und dann auch die Hochstrom führenden Leiterbahnen auf der Platine verstärken. Der vorgeschlagene FET für T1 ist bei 20 A langsam am Ende seiner Kräfte.

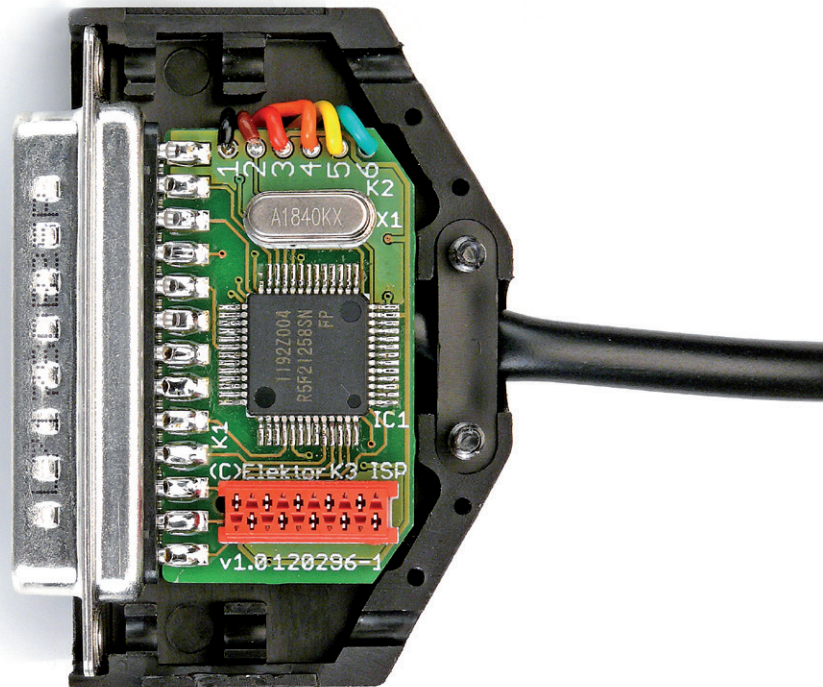
Möchte man Akkus für Elektro-Fahrräder testen, dann hat man es in der Regel mit Lithium-Akkus zu tun, die eine Nennspannung von 24 V oder 36 V aufweisen. Hierfür ist die Schaltung mit einer Ausnahme direkt verwendbar. Der Messbereich reicht ja bis 50 V. Die Ausnahme ist der Lüfter. Hier muss man dann entweder einen Lüfter mit der passenden Spannung einsetzen, mit Vorwiderständen arbeiten oder den handelsüblichen 12-V-Lüfter nicht direkt vom Akku, sondern von einem extra Netzteil versorgen. Für 48-V-Akkus ist der Akkutester nicht geeignet, da nicht nur der Messbereich überschritten würde, sondern auch T1 und T2 für diesen Zweck nicht spannungsfest genug sind.

Wenn man die Schaltung samt Software also an eigene Zwecke anpassen will, dann sollte man schon genau wissen, was man da tut. Insbesondere die Verlustleistung ist etwas, worauf man achten sollte. Möchte man aber nur gewöhnliche 12-V-Bleiakkus testen, muss man nur etwas löten und kommt dank der fertigen Exe-Datei ganz ohne Programmierung aus.

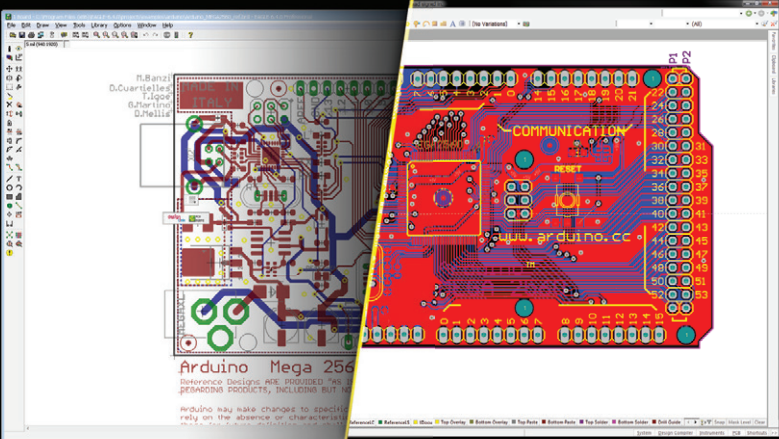
(130019)

Weblinks:

- [1] www.elektor.de/120296
- [2] www.elektor-projects.com/project/battery-tester-with-usb-io-24-cable-130019-i.12920.html
- [3] www.elektor.de/130019



Anzeige



Willkommen bei

Altium

Designer

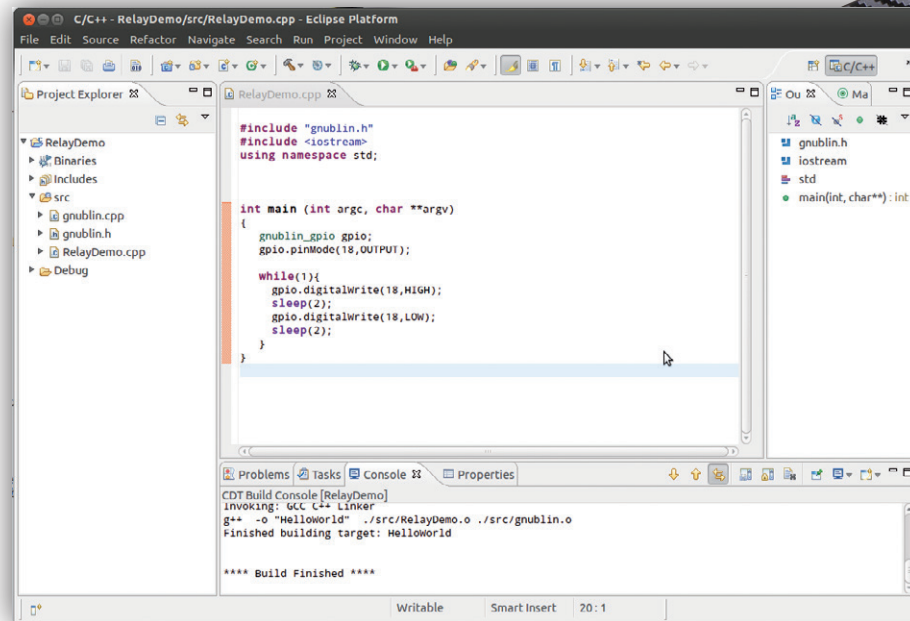
Jetzt den neuen EAGLE Importer
in **Altium Designer 14** testen

go.altium.com/elektor

Entwickeln mit Embedded Linux

C++ mit Eclipse

Von **Benedikt Sauter**
[1]



Seit dem Start unserer Linux-Serie hat sich einiges getan. Das Gnublin/Elektor-Linux-Board liegt mittlerweile in einer zweiten Version vor; darüber hinaus wurde das Dateisystem auf der Speicherkarte verbessert. Zeit, nochmal die grundlegenden Handgriffe zu wiederholen. Und das machen wir natürlich anhand des spannendsten Themas für alle User: Dem Entwickeln eigener Anwendungen.

Zuallererst wollen wir uns nochmal den grundlegenden Aufbau unseres Embedded-Linux-Betriebssystems ins Gedächtnis zurückrufen. Der Bootloader kopiert den Kernel von der SD-Karte in den Arbeitsspeicher und startet ihn. Der Kernel bietet als „Hauptfirmware“ die Betriebssystemfunktionen wie Scheduler, Treiber usw. an. Und schließlich gibt es noch den Verzeichnisbaum, in dem alle Anwendungen, Benutzerdaten, Logdateien usw. gespeichert sind und werden.

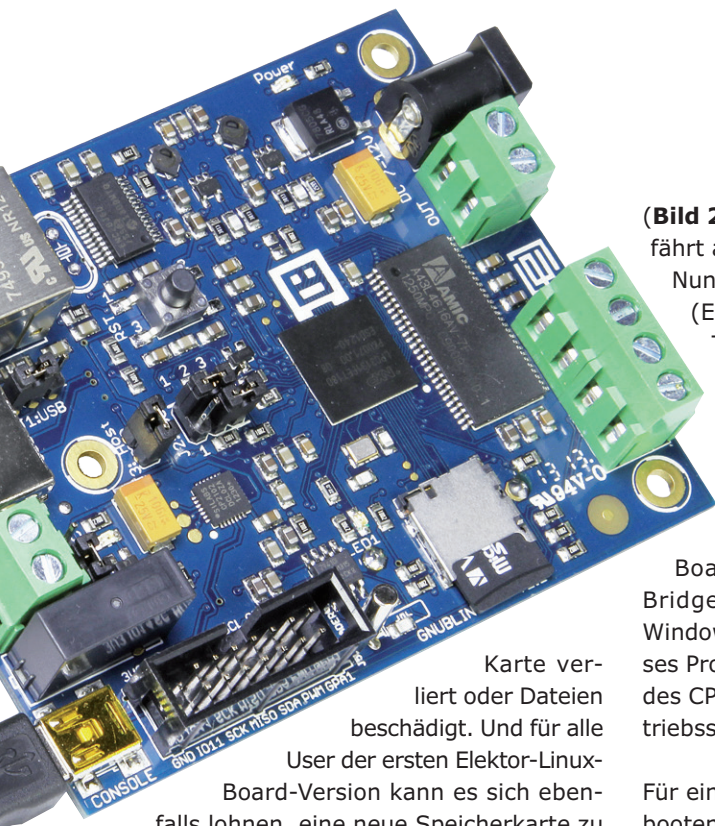
Beim Starten werden nacheinander verschiedene Programme aus dem Verzeichnisbaum aufgerufen. Eine eigene Anwendung muss daher in diesen Baum kopiert und ebenfalls mit in den Startvorgang integriert werden. Wenn man die Anwen-

dung auf der SD-Karte an eine passende Stelle kopiert, muss man natürlich peinlich genau darauf achten, dass man alle anderen Strukturen so lässt wie sie waren.

Die Anwendung kann man entweder mit einem Linux-PC und einem SD-Kartenleser (**Bild 1**) auf die Karte übertragen. Oder man verbindet sich von einem PC aus mit einem laufenden Linux-Board per Netzwerk und überspielt die Datei.

Mit Linux für Linux entwickeln

Das Elektor-Linux-Board wird mit einer SD-Karte ausgeliefert, die den Bootloader, den Kernel und das Dateisystem bereits enthält [2]. Es kann natürlich immer einmal passieren, dass man die



(Bild 2) wird das Board mit Strom versorgt und fährt automatisch hoch.

Nun ruft man auf dem Linux-PC eine Konsole (Eingabeaufforderung) auf und startet das Terminal-Programm Picocom mit folgender Befehlszeile:

```
sudo picocom -b 115200 /dev/
ttyUSB0
```

Damit verbindet sich der PC mit dem Board über das USB-Kabel und den USB-Bridge-Chip CP2102. Verwendet man einen Windows-PC mit Virtual Box, so muss man dieses Programm so einstellen, dass es die Signale des CP2102 nach „innen“ an das Linux-Gastbetriebssystem weitergibt.

Für einen ersten Test sollte man das Board neu booten lassen (Resetknopf drücken); den Bootvorgang des Boards bekommt man auf dem PC angezeigt. Am Schluss erscheint die Gnu-

Karte verliert oder Dateien beschädigt. Und für alle User der ersten Elektor-Linux-Board-Version kann es sich ebenfalls lohnen, eine neue Speicherkarte zu erstellen. Denn das neue Dateisystem ist viel weniger anfällig, etwa bei einem Stromausfall (siehe Kasten).

Zum Erstellen eigener SD-Karten haben wir ein grafisches Tool entwickelt, den GnuBLIN-Installer. Wie man damit arbeitet, ist im Textkasten beschrieben.

Der GnuBLIN-Installer ist ein Programm, das nur auf einem Linux-PC läuft. Aber auch wenn man diesen nicht benötigt, empfiehlt es sich immer, einen Linux-PC zur Entwicklung von Embedded-Linux-Anwendungen zu verwenden. Unsere Empfehlung ist dabei Ubuntu, weil wir die GnuBLIN-Distribution für das Board ebenfalls mit Ubuntu entwickelt haben und es im Internet viele Anleitungen für Anfänger gibt.

Im dritten Teil der Linux-Serie [3] haben wir das Installieren von Ubuntu auf einem PC bereits beschrieben. Dort ist auch gezeigt, wie man das VirtualBox-Image nutzt, das der Autor speziell für Elektor-Leser generiert hat, und das man von der Elektor-Website [3] herunterladen kann. Linux läuft dann in einer virtuellen Maschine und man muss das Betriebssystem nicht selbst installieren.

Erster Test

Zur Erinnerung seien nochmal ein paar erste Embedded-Linux-Schritte beschrieben, mit denen man sein Board (und eventuell eine neue Speicherkarte) testen sollte. Nach dem Anstecken eines mit einem PC verbundenen USB-Kabels



Bild 1.
Ein Kartenleser für Mikro-SD-Karten.

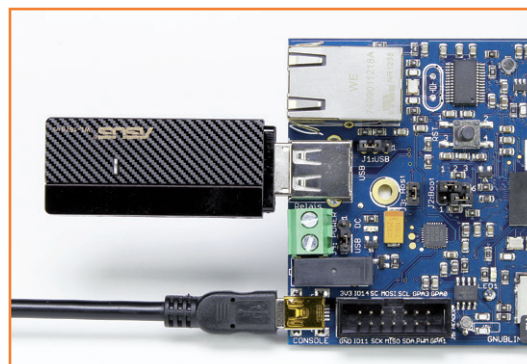


Bild 2.
Verbindung zum PC, über USB und WLAN.

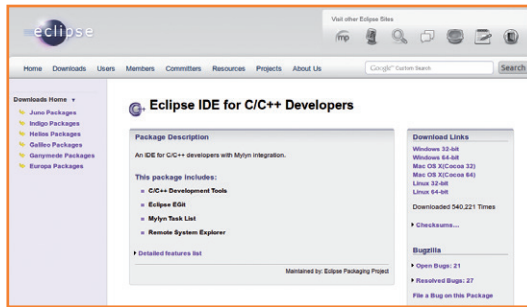


Bild 3.
Download der
Entwicklungsumgebung
Eclipse.

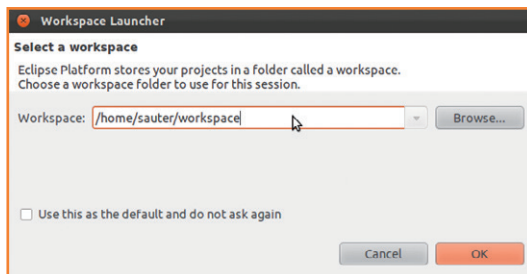


Bild 4.
Hier wählt man aus, wo die
eigenen Projekte abgelegt
werden.

lin-Eingabeaufforderung, hier geben wir „root“ ein. Anfänger sollten sich nun (noch einmal) mit den wichtigsten Linux-Befehlen wie `cd`, `mkdir` und `cat` vertraut machen. Für ein kleines Erfolgserlebnis zum Schluss schaltet man die LED auf dem Board ein und wieder aus, so wie in Teil 2 der Linux-Serie beschrieben [4]. Am Schluss muss man das Board mit „halt“ korrekt herunterfahren. Nach Abstecken des Boards beendet der Linux-PC das Terminalprogramm

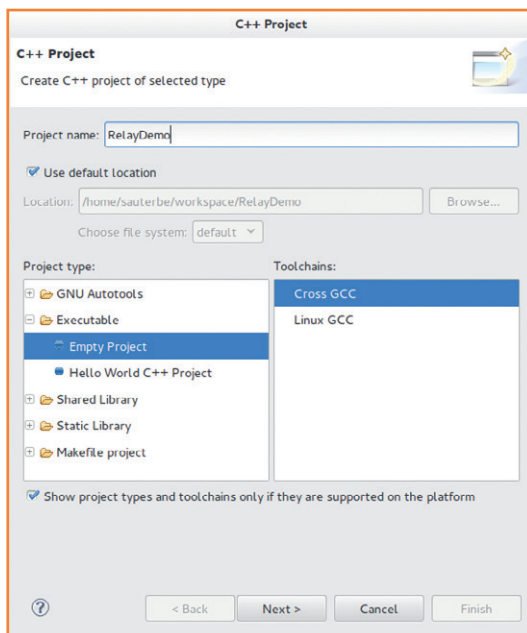


Bild 5.
Unser erstes C++-Projekt.

automatisch und wir bekommen wieder die Eingabeaufforderung des PCs zu sehen.

Die Entwicklungsumgebung

Zum Entwickeln eigener Anwendungen müssen wir nun auf dem PC den Compiler und die Entwicklungsumgebung installieren. Als erstes öffnen wir dort eine Konsole und geben folgendes Kommando ein:

```
wget http://gnublin.org/downloads/eldk-eglibc-i686-arm-toolchain-qte-5.2.1.tar.bz2
```

Nach dem Herunterladen entpacken wir das Archiv direkt in das Dateisystem des Entwicklungs-Computers:

```
sudo tar xjf eldk-eglibc-i686-arm-toolchain-qte-5.2.1.tar.bz2 -C /
```

Dieser Befehl extrahiert den Inhalt des tar-Archivs und der Cross-Compiler wird in das Verzeichnis /opt/eldk-5.2.1/ kopiert; ein Vorgang, der etwas Zeit in Anspruch nimmt. Der Befehl benötigt root-Rechte, da das Archiv nach / entpackt wird. Wer die vorgefertigte virtuelle Maschine verwendet, muss als Passwort „elektor“ eingeben.

Im nächsten Schritt laden wir die aktuelle Version „Juno“ von Eclipse herunter [5]. Nur diese (aber nicht die neueste Eclipse-Version „Kepler“) enthält die „cdt tools“, die eine Erweiterung von Eclipse für die C/C++ Entwicklung sind. Wir verwenden die Linux-32-Bit oder Linux-64-Bit-Version (**Bild 3**).

Nach dem Download liegt ein tar.gz-Archiv im Download-Ordner von Ubuntu. Dieses Archiv entpacken wir mit den nachfolgenden Befehlen in das Home-Verzeichnis:

```
cd ~/Downloads
```

```
tar -vxfz eclipse-cpp-juno-SR2-linux-gtk.tar.gz -C ~/
```

Um Eclipse komfortabel über die Konsole starten zu können, muss man in seinem Home-Verzeichnis die Datei „.bashrc“ ändern. Wir rufen die Datei mit dem Editor nano auf:

```
nano ~/.bashrc
```


und fügen folgendes unten in einer neuen Zeile ein:

```
export PATH=$PATH:~/eclipse
```

Dann speichert man die Datei mit Strg-o und beendet den Editor mit Strg-x. Es empfiehlt sich, die Ubuntu-Konsole nun zu schließen und neu zu öffnen.

Ab da lässt sich Eclipse ganz einfach per

```
eclipse
```

starten. Nach dem Start wird man sofort nach einem Pfad für den Workspace gefragt, wo man eigene Projekte ablegen möchte. Der vorgeschlagene Standardpfad passt meistens schon (**Bild 4**).

Ein erstes Projekt

Nun beginnen wir mit einer ersten kleinen Anwendung. Dazu klickt man im Eclipse-Hauptmenü auf Datei//File -> Neu//New -> C++-Projekt//Project und wählt anschließend Executable -> Hello World C++ Programm sowie den „Cross GCC“ (siehe **Bild 5**) aus. Wir nennen unser erstes Projekt „RelayDemo“.

Anschließend öffnet sich das in **Bild 6** gezeigte Fenster; hier stellt man folgenden Cross-Compiler-Pfad ein:

```
Prefix: arm-linux-gnueabi-
Pfad: /opt/eldk-5.2.1/armv5te/
sysroots/i686-eldk-linux/usr/bin/
armv5te-linux-gnueabi
```

Im nächsten Schritt binden wir die GnuBlin-C++-Bibliothek in unser Projekt ein, mit der sich Peripherie auf dem Linux-Board und den Erweiterungsplatinen [2] ganz einfach ansprechen lässt. Dafür lädt man sich am besten den Git-Ordner herunter, der eine Kopie des Softwarearchivs darstellt. Später kann man dann ganz einfach auch Updates herunterladen.

Zuerst muss man sich die Versionsverwaltungsoftware Git installieren:

```
sudo apt-get install git
```

Jetzt sucht man einen Ordner auf, wo man den Quelltext der C++-API ablegen möchte. Dann lädt man den Sourcecode aus dem Internet herunter:

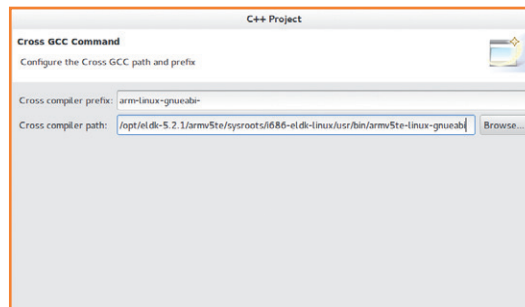


Bild 6.
Angabe des Cross-Compilers
für unser Embedded-Linux-
System.

```
git clone https://github.com/
embeddedprojects/gnublin-api
```

Die beiden Dateien „gnublin.cpp“ und „gnublin.h“ muss man anschließend in sein Eclipse-Projekt importieren. Es wird dabei eine Kopie der Dateien im Projektordner erstellt. Dafür klickt man mit der rechten Maustaste auf den src-Ordner des Projektes (links im „Project Explorer“). Man wählt den Menüpunkt „Import“, anschließend „General“ und „File System“. Im nun aufgehenden Fenster (siehe **Bild 7**) ist zuerst das Verzeichnis auszuwählen, von dem importiert werden soll; in unserem Fall ist das der Ordner „gnublin-api“. Von den nun angezeigten Dateien in diesem Ordner wählt man die beiden Files „gnublin.cpp“ und „gnublin.h“ aus.

Möchte man die API später updaten, so muss man über die Konsole in den lokalen Ordner „gnublin-api“ gehen und dort das Kommando

```
git pull
```

eingeben.

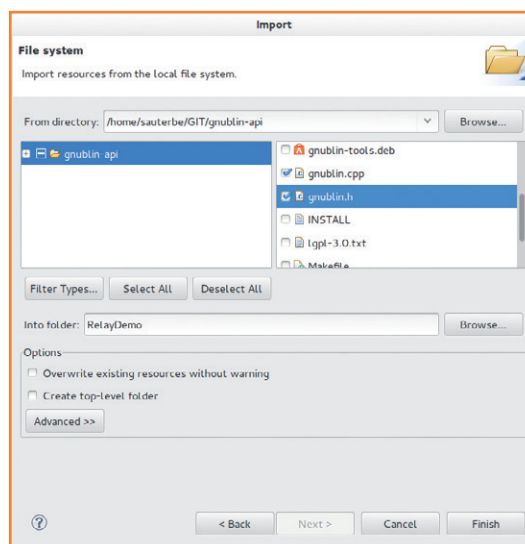


Bild 7.
Die Dateien gnublin.cpp
und gnublin.h enthalten
Funktionen, welche die
Entwicklung eigener Projekte
sehr einfach machen.

Listing 1: Relais-Demo.

```
#include "gnublin.h"

int main (int argc, char **argv)
{
    gnublin_gpio gpio;

    gpio.pinMode(18,OUTPUT);

    while(1){

        gpio.digitalWrite(18,HIGH);

        sleep(2);

        gpio.digitalWrite(18,LOW);

        sleep(2);

    }
}
```

Netzwerk-Verbindung

In das Quellcodefenster mit dem Hauptprogramm geben wir nun das **Listing 1** ein. Danach kann man das Programm mit einem Klick auf das kleine Hammer-Icon übersetzen. Ob das Übersetzen geklappt hat sieht man im unteren Statusfenster. Dort sollten keine Errors oder Warnings erscheinen.

Im Ordner ~/workspace/RelayDemo/Debug findet man jetzt die Datei RelayDemo. Das ist die ausführbare Datei, die auf das Linux-Board muss. Natürlich könnten wir jetzt die SD-Karte in einen Kartenleser am PC stecken und die Anwendung so überspielen. Größere Programme verlangen normalerweise aber einige Tests und Programmänderungen, wodurch wir schnell zum Karten-Jockey werden würden. Viel besser ist es, das Programm per Netzwerk zu übertragen.

Zuerst müssen wir auf dem Linux-Board einmalig eine Netzwerkverbindung einrichten. Man kann die Verbindung per RJ45-Kabel herstellen, was wir bereits in der letzten Ausgabe beschrieben haben [6]; weitere Infos bekommt man unter [7]. Noch einfacher geht es mit WLAN, wenn man einen der von uns empfohlenen WLAN-Sticks [8] benutzt, zum Beispiel den Asus WL-167g V3 (siehe Bild 2).

Zuerst verbinden wir uns wieder über picocom mit dem Board und rufen auf dem Board das Programm

```
gnublin-wlan -s namenetzwerk -k
wlanpasswort -t dhcp
```

auf. Der Name des Netzwerks und das Passwort müssen ohne Leer- und Sonderzeichen angegeben werden.

Soll die Netzwerkverbindung später beim Hochfahren automatisch eingerichtet werden, so kann man die Angaben in die Datei „/etc/rc.local“ aufnehmen. Man öffnet die Datei mit nano und trägt den obigen Befehl vor „exit0“ ein (siehe **Bild 8**). Für einen Test, ob das Board nun im Netzwerk ist, empfiehlt sich wieder das bereits in früheren Artikeln beschriebene Ping:

```
ping www.google.de
```

Falls es mit dem gnublin-wlan-Tool nicht geklappt hat (beim mit WPA verschlüsselten Elektor-Gäste-WLAN war das so), empfiehlt sich der Weg, der im Gnublin-Wiki unter „Für Anfänger über Terminal“ beschrieben ist [8].

SSH-Konsole öffnen

Ist man im Netzwerk, dann sollte man per Eingabe von ifconfig die IP-Adresse des Boards ermitteln.

Jetzt wollen wir uns über das Netzwerk vom PC aus mit dem Board verbinden und nutzen dabei SSH. Einmalig muss man noch ein Passwort vergeben. Auf dem Linux-Board geben wir den Befehl ein:

```
passwd
```

Danach gibt man zwei Mal das gleiche Passwort ein. Ist dies geschehen, dann kann man sich vom Entwicklungsrechner aus mit dem Board verbinden (statt 192.168.0.190 muss man die IP-Adresse des Boards angeben):

```
ssh root@192.168.0.190
```

Einmalig muss man „yes“ eingeben und den Fingerprint des Boards bestätigen. Anschließend gibt man das soeben vergebene Passwort ein und hat nun schon eine Linux-Konsole zur Verfügung, mit

Eigene SD-Karte erstellen

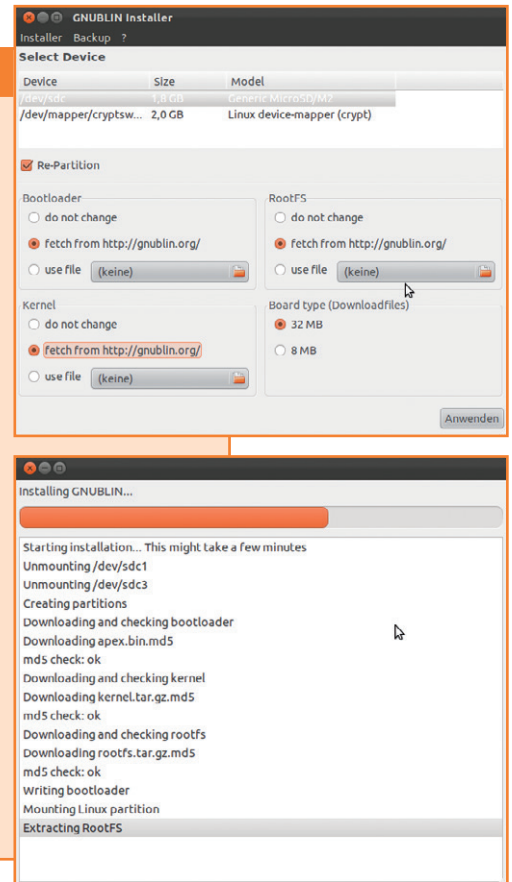
Eine neue SD-Karte erstellt man sich am besten mit dem Tool „Gnublin-Installer“. Man benötigt nur einen Linux-PC, auf dem das Programm installiert werden kann, eine Internetverbindung (damit die notwendigen Image-Dateien heruntergeladen werden können) und einen SD-Karten-Leser.

Statt des Linux-PCs kann auch eine virtuelle Maschine zum Einsatz kommen, die Distribution sollte in jedem Fall Ubuntu oder Debian sein. Zuerst geht man auf die Internetseite [11] und lädt sich das entsprechende Paket amd64 (für 64-bit-Systeme) bzw. x386 (für 32 Bit) herunter. Nach einem Doppelklick auf das Paket sollte die Paketverwaltung aufgehen.

Ist der Installer installiert, kann man ihn mit „root“-Rechten auf der Konsole starten (dabei muss die gewünschte SD-Karte schon im Kartenleser stecken):

```
sudo gnublin-installer
```

Jetzt wählt man die SD-Karte in der „Select-Device“-Liste aus, und entscheidet sich bei allen Optionen für „fetch from http://gnublin.org“. Später kann man hier eigene Images angeben. Nach einem Klick auf „Apply“ vergeht etwas Zeit, je nach der Schreibgeschwindigkeit der SD-Karte. Was genau passiert, kann dem Logging-Fenster entnommen werden.



der man auf dem Board Befehle absetzen kann.

./RelayDemo

Programm übertragen

Anschließend gehen wir auf unserem Entwicklungscomputer in den Ordner, in dem sich das übersetzte Programm befindet ...

```
cd ~/workspace/RelayDemo/Debug
```

... und kopieren von dort aus die ausführbare Datei auf das Linux-Board mit dem Befehl ...

```
scp RelayDemo root@192.168.0.190:/root
```

... der wieder das von uns vergebene SSH-Passwort erfordert. Nun befindet sich die Datei im Dateisystem des Linux-Boards.

Wir verbinden uns nun wieder über eine Konsole mit dem Board und gehen dort zuerst einmal in das Verzeichnis, in dem sich unser Programm befindet:

```
cd /root
```

Das Programm starten wir schließlich mit:

Man hört das Relais auf dem Linux-Board jetzt jede Sekunde schalten.

Möchte man beim Übertragen des Programms nicht jedes Mal das SSH-Passwort angeben müssen, so kann man einmalig einen Schlüssel zwischen dem Entwicklungscomputer und dem Linux-Board austauschen. Wie das funktioniert ist unter [9] nachzulesen.

Auto-Start

Um eine Anwendung beim Hochfahren des Boards

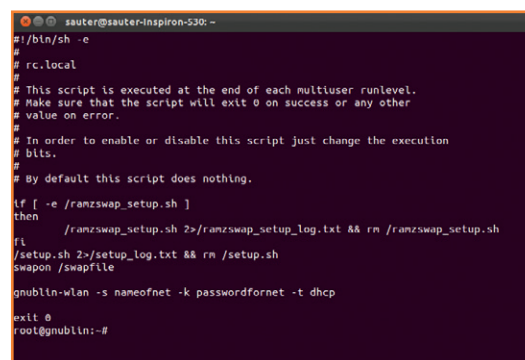


Bild 8.

In die Datei „/etc/rc.local“ kann man Aufrufe von Programmen eintragen, die beim Start ausgeführt werden sollen.

Bild 9.
Über die Prozess-ID lassen
sich Anwendungen im
Hintergrund beenden.

starten zu lassen, gibt es zwei Wege. Den schnellen, nicht so schönen, oder den etwas aufwändigeren, aber eleganten.

Der einfache Weg ist, den Befehl zum Aufruf des Programms in die Datei „/etc/rc.local“ einzufügen, vor der Zeile „exit 0“ (wie oben beim Tool gnuvlin-wlan). Da das Programm im Hintergrund gestartet werden muss, setzt man ein Kaufmanns-Und-Zeichen ans Ende der Befehlszeile:

```
/root/RelayDemo &
```

Wichtig ist, dass man den absoluten Pfad zum Programm angibt. Möchte man das Programm wieder beenden, muss man die Prozess-ID herausfinden. Dies macht man, indem man bei laufendem Programm den Befehl ...

```
ps ax
```

... auf der Konsole eingibt. In der nun erscheinenden Liste sieht man irgendwo das Programm RelayDemo. Am Anfang jeder Zeile steht eine Nummer; das ist die Prozess-ID.

Mit ...

kill Prozess-ID

... kann man den Prozess beenden (siehe **Bild 9**). Der ausführlichere Weg führt über das Anlegen eines Start-/Stopp-Skripts. Dann kann man das Programm jederzeit bequem von der Kommandozeile aus starten und stoppen. Wie dies gemacht wird ist im Wiki [10] beschrieben.

(130298)

Weblinks

- [1] sauter@embedded-projects.net
- [2] www.elektor.de/gnublin
- [3] www.elektor.de/120180
- [4] www.elektor.de/120146
- [5] www.eclipse.org/downloads/packages/eclipse-ide-cc-developers/junosr2
- [6] www.elektor.de/130214
- [7] <http://wiki.gnublin.org/index.php/GNUBLIN-LAN>
- [8] <http://wiki.gnublin.org/index.php/WLAN>
- [9] http://wiki.gnublin.org/index.php/Administration_per_SSH
- [10] http://wiki.gnublin.org/index.php/Anwendung_automatisch_starten
- [11] http://wiki.gnublin.org/index.php/Gnublin_Installer

Kein defektes Dateisystem mehr!

Eine Linux-Anwendung muss prinzipiell genauso sicher starten wie ein Programm, das in Flashspeicher programmiert wurde, auch nach einem Stromausfall. Bei der SD-Karte für die ersten Versionen des Elektor-Linux-Boards wurde „ext2“ als Dateisystem benutzt, das sehr anfällig bei einem Stromausfall war. Die neueste Version des Elektor-Linux-Boards wird mit einem „ext4“-Dateisystem ausgeliefert. Bei einem Stromausfall – oder wenn man die

Betriebsspannung vom Board trennt, ohne es heruntergefahren zu haben – startet das System wie beim ersten Mal.

Für alle User der alten Speicherkarten kann es daher ratsam sein, sich mit dem Gnuvlin-Installer eine neue SD-Karte zu erstellen (siehe Kasten). Das geht für alle Elektor-Linux-Boards, unabhängig ob mit 8 oder 32 MB Speicher.

HOLEN SIE SICH DIE NEUESTE VERSION!

EAGLE

Neue Funktionen der Version 6.4

- Simulation Ihres EAGLE Schaltplans in LTspice IV
- Anzeige und Suchfunktion für Attribute im ADD- und REPLACE-Dialog
- Import von Designdaten aus P-CAD, Altium und Protel über das Zwischenformat ACCEL ASCII
- Verbesserte Benutzerführung und Voreinstellungen (Tooltips, Shortcuts)



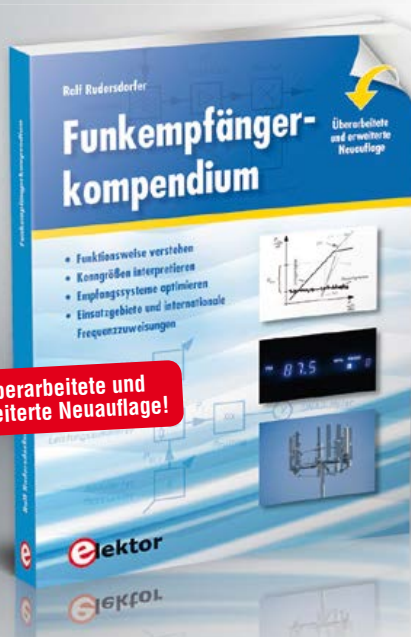
www.cadsoft.de

25 Jahre CadSoft



Funkempfängerkompendium

Die Fibel für alle Amateurfunker



Überarbeitete und erweiterte Neuauflage!

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

Multikanal-Temperatur-Logger

Von **Ihab F. Riad**
(Sudan)

Dieses Projekt kann bis zu sechs Temperaturwerte über einen bestimmten Zeitraum in eine CSV-Datei auf eine SD-Karte schreiben. Neben einer PC-Steuerung ist auch eine lokale Kontrolle mit Tastatur und LCD möglich.

Features

- Max. sechs DS18S20 1-Wire-Temperatursensoren
- basiert auf einem PIC18F4520-Mikrocontroller
- Minimales Logging-Intervall 1 s
- Schreibt CSV-Daten mit Zeitstempel auf SD/MMC-Karte
- Lokale Steuerung mit LCD und Keypad
- Echtzeituhr on-board

Die Hauptdarsteller in diesem Projekt sind der digitale Temperatursensor DS18S20, eine Echtzeituhr DS1338 und ein Mikrocontroller PIC18F4520. Dank seiner Temperaturauflösung von $\pm 0,5$ °C und einer zeitlichen von 1 s ist dieser Datenlogger prädestiniert zur Umweltüberwachung, etwa zur Protokollierung der lokalen Temperatur in bestimmten Höhen über dem Boden.

Die Sensoren

Sie können bis zu sechs DS18S20-Temperatursensoren einsetzen, um ebenso viele Temperaturwerte an verschiedenen Standorten zu erfassen. Wenn Sie nur zwei oder drei Sensoren brauchen, so ist das auch in Ordnung.



Ein Blick auf den Schaltplan in **Bild 1** zeigt, dass die Sensoren an den Anschlüssen K3...K8 ein 1-Wire-System nutzen (mit der Versorgungsspannung sind es dann doch drei Drähte). Im Gegensatz zu einigen früheren Projekten wie Thermo-Snake [1] werden die DS18S20 hier im Standard-1-Wire-Modus anstatt im „parasitären“ Modus verwendet. Anstatt an einem gemeinsamen Bus ist hier jeder der DS18S20-Sensoren (DQ, data in/out) über ein zugehöriges Widerstands-Netzwerk (R22/R28 und so weiter) mit einer Portleitung (RA0...RA5) des PICs verbunden.

Ein DS18S20 besitzt wie jedes 1-Wire-Bauteil von Dallas Semiconductors eine einzigartige

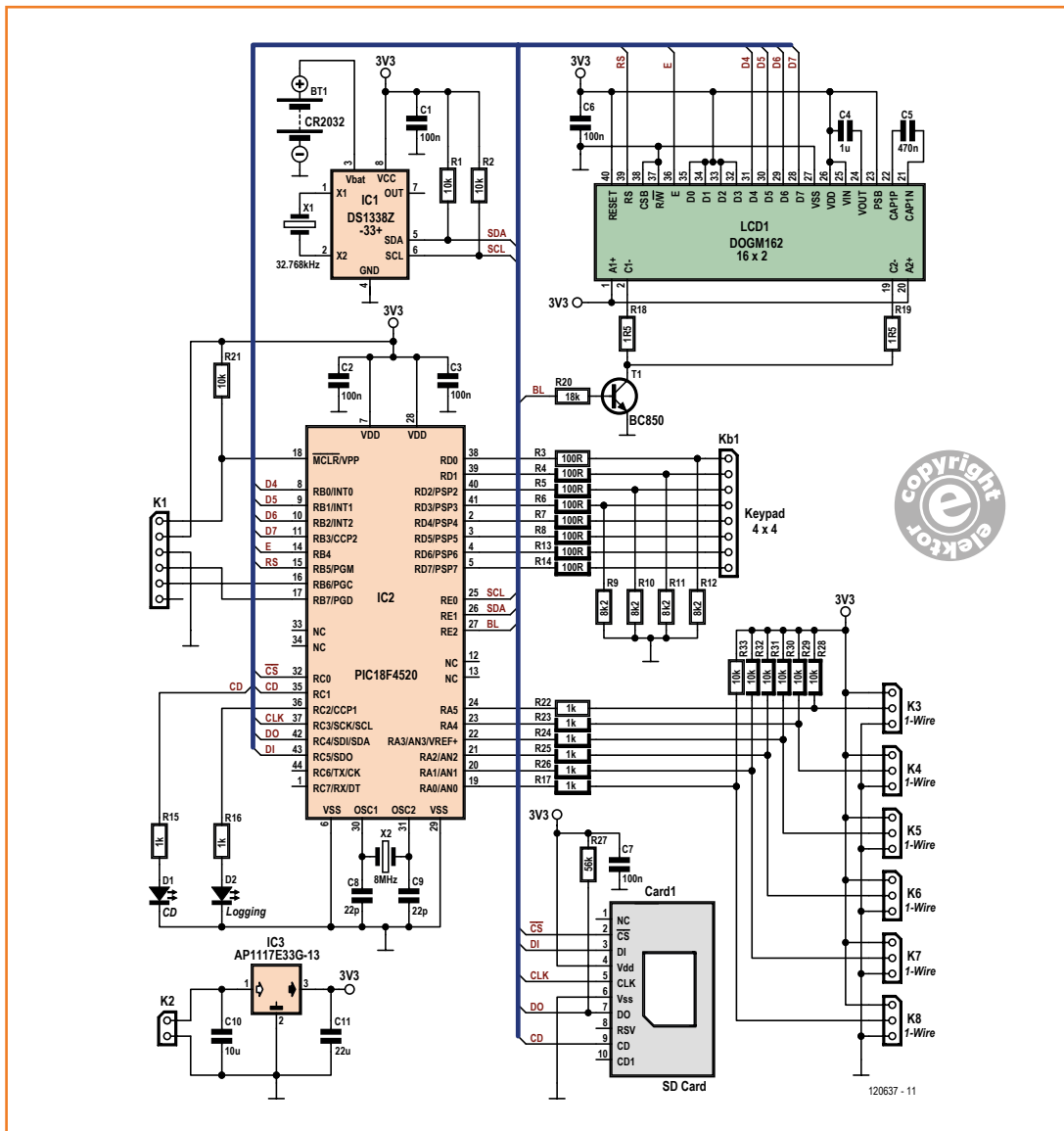


Bild 1.
Schaltung des Mehrkanal-
Temperaturloggers. Die
meiste Intelligenz steckt im
PIC18F4520.

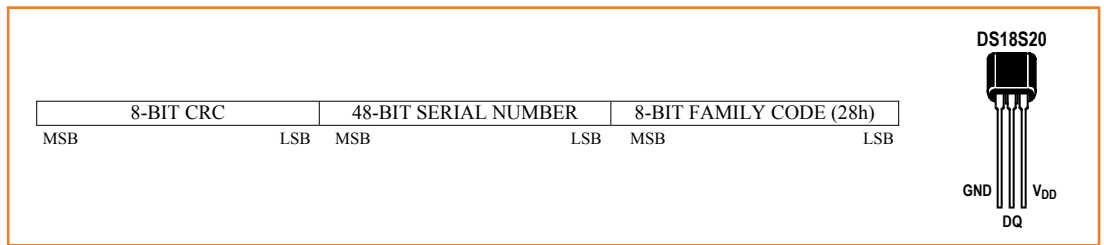
64-Bit-Kennung im ROM. Das Bauteil sendet Nachrichten in dem in **Bild 2** gezeigten Format.

Im Schaltplan

Die Echtzeituhr IC1 sorgt für die Zeitstempel der aufgezeichneten Daten. Es handelt sich um ein IC mit den I2C-Busleitungen SDA und SCL. Der DS1338 benötigt einen herkömmlichen 32,768-kHz-Uhrenquarz und wird entweder von einer 3,0-V-Knopfzelle (BT1) oder mit 3,3 V versorgt, wenn das Board unter Strom steht. Ein handelsüblicher 4x4-Ziffernblock ist an den Mikrocontroller-Portleitungen RD0...RD7 über Verbinders Kb1 angeschlossen, um Uhrzeit/Datum und das Aufzeichnungsintervall einzustellen. Über

die Tastatur lässt sich auch die Protokollierung starten und stoppen. Die aktuelle Uhrzeit, das Datum und der aktuelle Temperaturwert einer der Sensoren wird in einem 2x16-Zeichen-LC-Display DOGM162 angezeigt. Die LCD-Hintergrundbeleuchtung (BL) wird von der Portleitung RE2 über T1 gesteuert. Alle protokollierten Daten werden auch auf eine SD/MMC-Karte an Anschluss Card1 geschrieben. Alle Lese/Schreib-Zugriffe und die Steuerung der SD-Karte laufen über fünf Leitungen des Mikrocontroller-Ports RC. Die Karte kann herausgenommen und in einen Kartenleser, der an einem PC angeschlossen ist, gesteckt werden. Dort können Sie dann in Ihrem liebsten Statistik- oder Grafik-

Bild 2.
1-Wire-Übertragungsformat
und Anschlussbelegung des
1-Wire-Temperatursensors
DS18S20 von Dallas.



programm, das CSV-Dateien (Comma Separated Value) lesen kann, die buntesten Grafiken entwerfen und diese Ihren Kollegen und Freunden präsentieren.

Dank der internen Fuse-Einstellungen kann der Mikrocontroller von einem externen 8-MHz-Quarz X2 getaktet werden. Mit aktivierter interner PLL beträgt die CLK des PICs tatsächlich 32 MHz. Der Quarz wird von den üblichen zwei 22-pF-Keramik-Lastkondensatoren flankiert. Ein Wort nur zu diesen beiden scheinbar armseligen Kleinteilen. Setzt man aus Versehen die falschen Werte ein, läuft der Mikrocontroller überraschenderweise mit einer anderen Geschwindigkeit und nichts läuft mehr wie vorgesehen.

Verbinder K1 ist das Gateway zum Programmiergerät Microchip PICKit. Zwei LEDs informieren über den Programmstatus: D2 zeigt, dass gerade protokolliert wird, D1 leuchtet, wenn die Karte

erkannt ist. Der Low-Drop-Regler IC3 sorgt für die 3,3-V-Versorgungsspannung für die gesamte Schaltung. Die maximale Eingangsspannung beträgt etwa 18 V (muss man aber nicht ausprobieren), die minimale etwa 4,6 V. Vier AA-Batterien á 1,5 V in Reihe sollten eine lange Zeit ausreichend Energie liefern.

Historische Applikationen

Die erste Einheit wurde vom Verfasser im Rahmen eines Master-Ingenieur-Studiengangs gebaut, um den Temperaturverlauf an verschiedenen Punkten in einer Betonplatte direkt nach dem Gießen und während der Härtung zu überwachen. Das Gerät war noch ziemlich primitiv und bestand aus nicht mehr als einer Tastatur und dem LCD. Die Protokollierung wurde manuell alle paar Stunden für ein paar Tage vorgenommen.

Ein Mitarbeiter des Elektor-Labors schlug vor, vier Sensoren auf einen Stab in Abständen von

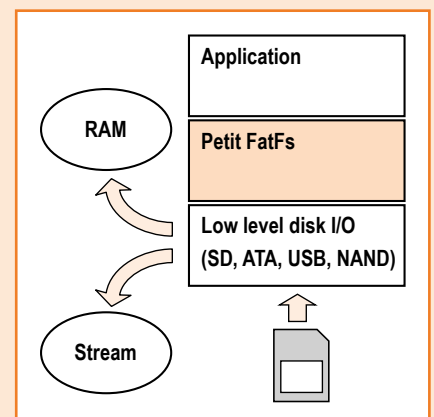
Petit FAT Fs

Die Bibliothek Petit FAT File System (Petit FatFs) ist in Übereinstimmung mit ANSI-C geschrieben und vollständig vom Disk-I/O-Layer (also zum Beispiel der Ansteuerung einer SD-Karte) getrennt. Die Library kann in kleinen Mikrocontrollern mit einem kleinen Speicher verwendet werden, selbst wenn das RAM kleiner als eine Sektorgröße ist. Hier einige Eigenschaften:

- Sehr kleiner RAM-Bedarf (44 Bytes Arbeitsbereich + Stack);
- Sehr kleiner Speicherbedarf für den Code (2...4 KB);
- Unterstützt FAT32;
- Single-Volume und Single-File;
- Datei-Schreibfunktion mit einigen Einschränkungen.

Als Application-Interface bietet Petit FatFs die folgenden Funktionen: pf_mount (mount/unmount Volumen); pf_open (eine Datei öffnen); pf_read (Datei lesen); pf_write (Datei schreiben); pf_lseek (Lese/Schreib-Zeiger bewegen); pf_opendir (öffnet ein Verzeichnis) und pf_readdir (einen Verzeichnis-Eintrag lesen).

PetitFat Fs ist vollständig vom Disk-I/O-Layer getrennt; es werden drei Lower-Layer-Funktionen benötigt, um den physischen Datenträger zu initialisieren, zu lesen und zu beschreiben. Diese Low-Level-Disk-I/O-Funktionen müssen vom Benutzer implementiert werden; Funktionsgerüste sind im Download enthalten [4].



30 cm über dem Boden anzubringen und zwei Sensoren im Boden zu platzieren. Dies ermöglicht einen guten Eindruck von den Temperaturwerten in Ihrem Garten.

Der ursprüngliche Code wurde mit PIC MIKROC von MikroElektronika geschrieben, Test und Debugging mit Hilfe eines Easypic6-Entwicklungs-Board des gleichen Herstellers ausgeführt, mit dem RTC2-Modul und dem MMC/SD-Board. Der ursprüngliche Versuchsaufbau des Autors ist in **Bild 3** zu sehen. Während der Bearbeitung des Projekts im Elektor-Labor wurde eine neue Software in einer Microchip MPLAB X-Umgebung und einem C18-Compiler entwickelt.

Das Lesen und Schreiben der SD-Karte wird mit Hilfe von Petit FatFs, einem Teil des FatFs-Moduls für 8-bit-Mikrocontroller vorgenommen (siehe **Kasten**). Das 1-Wire-Protokoll wurde mit Hilfe einer C18-Bibliothek [2] umgesetzt. Alle PIC-Quellcode-Dateien für das Projekt wurden in einem Zip-Archiv-Datei verpackt, das unter [3] zum kostenlosen Download zur Verfügung steht.

Das Log

Der Temperatur-Logger erwartet eine Datei namens TempLog.csv auf der SD-Karte. Der Logger ist nicht in der Lage, eine neue Datei zu erstellen oder die Größe der Datei einzustellen.

Zu Beginn einer neuen Log-Session wird diese Datei geöffnet und ab dem ersten Datensatz überschrieben. Daher bleiben einige alte Messwerte bestehen, wenn die neue Session weniger Messungen enthält als die vorherige. Es wird daher empfohlen, den PC zu verwenden, um vor einer neuen Log-Session eine neue, leere Datei auf die SD-Karte zu schreiben. Diese leere Datei ist im freien Software-Download von der Elektor-Website [3] enthalten, kann aber auch leicht selbst erstellt werden, siehe (für Windows) [4]. Kurz gesagt, um eine neue Protokolldatei zu erstellen, geben Sie ein:

```
fsutil file createnew\<[driveletter]:<file size in bytes>
```

Die Standard-Größe unserer Datei ist 5 MB, aber Sie können die Größe Ihren Wünschen anpassen. Im LCD stammt T(emperatur)0 vom Sensor an K8, der am nächsten an der Anzeige platziert ist, dann folgt T1 an K7 und so weiter bis zu T7 an K3 an der unteren Seite der Platine.

Für jede neue Messung wird eine neue Zeile/Datensatz in die TempLog.csv-Datei geschrieben. Spalten 1 und 2 enthalten jeweils Datum und Zeit. In den nächsten Spalten erscheinen die gemessenen Temperaturen in der Reihenfolge der angeschlossenen Sensoren (wie oben beschrieben). Zum Beispiel, wenn nur ein Sen-



Bild 3.
Wie das Projekt im Hause des Autors mit der EasyPIC6-Entwicklungsumgebung und einigen Add-ons entstand.

Tastenfunktionen

Das Keyboard ist im Grunde eine DTMF-Telefontastatur mit den Zahlen 0-9, den Buchstaben A-D, der Raute (#) und dem Sternchen (*). Die wichtigsten Funktionen sind im Folgenden zusammengefasst.

- A:** Aufzeichnungsintervall einstellen
 0-9: Nummer ändern (schreitet automatisch fort)
 D: Einstellungsmenü verlassen
 Beachten Sie, dass nach jeder Einheit (Stunde, Minute, Sekunde) nur diese Einheit bestätigt wird – nicht der Rest.
- B:** Start/Stopp Aufzeichnung (LED zeigt Aufzeichnungsvorgang an)
- C:** Uhr einstellen
 0-9: Nummer ändern (schreitet automatisch fort)
 D: Einstellungsmenü verlassen
 Beachten Sie, dass nach jeder Einheit (Stunde, Minute, Sekunde) nur diese Einheit bestätigt wird – nicht der Rest.

0 – 5: Wählt den Sensor, der im Display angezeigt werden soll

Display-Codes:

Start:

C	L	K	:		wd	wd		d	d		mo	mo		y	y
R	E/U	S/N						h	h		mi	mi		s	s

Home (x = Sensornummer):

T	x	:			wd	wd		d	d		mo	mo		y	y
(-)	T	T	.	T				h	h		mi	mi		s	s

Zeit einstellen:

S	e	t			wd	wd		d	d		mo	mo		y	y
t	i	m	e					h	H		mi	mi		s	s

Aufzeichnungsintervall einstellen:

S	e	t		l	o	g		i	n	t	e	r	v	a	l
h	:	h	h		m	:	m	m		s	:	s	s		

sor angeschlossen ist, erscheint sein gemessener Wert in der dritten Spalte, unabhängig davon, an welchem Verbinder er angeschlossen oder angesteckt ist.

Aufbau

Die vom Elektor-Labor für das Projekt entworfene Platine ist in **Bild 4** zu sehen, zusammen mit der Stückliste. Das Board wird in Form und Abmessungen vom LCD und der huckepack montierten Tastatur bestimmt. Ätzer@home finden das Platinenlayout im PDF auf [3]. Abgesehen von einer Anzahl von Stift- und Buchsenleisten (mit gedrehten Pins) sowie einem Knopfzellen-Halter

sind auf dem Board meist SMD-Bauteile zu finden. Davon dürfte der PIC-Mikrocontroller am lästigsten zu verlöten sein, aber wenn Sie cool and calm vorgehen, kann man auch diese Arbeit leicht erledigen. Methoden, wie man „mit der Hand“ solche mehrbeinigen Teilchen erfolgreich verlötet, wurden schon vielfach beschrieben. Die Tastatur ist auf vier 15...20 mm langen Abstandshaltern über dem Clip der Batteriehalterung montiert. Das LC-Display ist ein fragiles Gerät und muss entsprechend behandelt und montiert werden. Keine Gewalt!

(120637)

Stückliste

Widerstände

(SMD 0805)

R1,R2,R21,R28,R29,R30,R31,R32,R33 = 10 k, 5% 125 mW

R3,R4,R5,R6,R7,R8,R13,R14 = 100 Ω , 5% 125 mW
R9,R10,R11,R12 = 8k2, 5% 125 mW

R15,R16,R17,R22,R23,R24,R25,R26 = 1 k, 5% 125 mW

R18,R19 = 1 Ω 5, 5% 100 mW

R20 = 18 k, 5% 125 mW

R27 = 56 k, 5% 125 mW

Kondensatoren

(SMD 0805)

C1,C2,C3,C6,C7 = 100 n, 50 V 20%

C4 = 1 μ , 16 V

C5 = 470 n, 25 V

C8,C9 = 22 p, 50 V 5%

C10 = 10 μ

C11 = 22 μ , 10 V

Halbleiter

D1,D2 = LED, 3 mm, low current

T1 = BC850, NPN 45 V-Transistor, SOT-23

IC1 = DS1338Z33+, RTC, SOIC8

IC2 = PIC18F4520-I/PT, 8-bit-Mikrocontroller, programmiert, Elektor 120637-41

IC3 = AP1117E33G, LDO-Regler, 3V3, SOT223

IC4,IC5,IC6,IC7,IC8,IC9 = DS18S20, 1-Wire-Temperatursensor, TO92 (nicht auf der Platine)

Außerdem

Kb1 = MCAK1604NBWB, Keypad, 4x4-Matrix, Multicomp

X1 = 32,768 kHz Quarz, 12p5 Last, 20 ppm,

4,1x1,5mm², Abracon ABS09-32.768KHZ-T

X2 = 8 MHz Quarz, 18 p Last, 20 ppm, 5x 3,2 mm²,
Abracon ABM3-8.000MHZ-D2Y-T

Card1 = uSD (micro SD)-Buchse, Hirose
DM3AT-SF-PEJM5(40)

BT1 = CR2032, mit Platinen-Batteriehalter

LCD1 = DOGM162W-A 2x16-Zeichen LCD

Backlight EA LED55x31-G

K1 = 6-polige Stiftleiste, gewinkelt, 2,54 mm

K2 = 2-polige Stiftleiste, gewinkelt, 2,54 mm

K3,K4,K5,K6,K7,K8 = 3-polige Stiftleiste oder -buchse, gewinkelt, 2,54 mm

Buchsenleiste 2,54 mm, gedrehte Pins, zur Montage von LCD und Keypad
Platine 120637-1

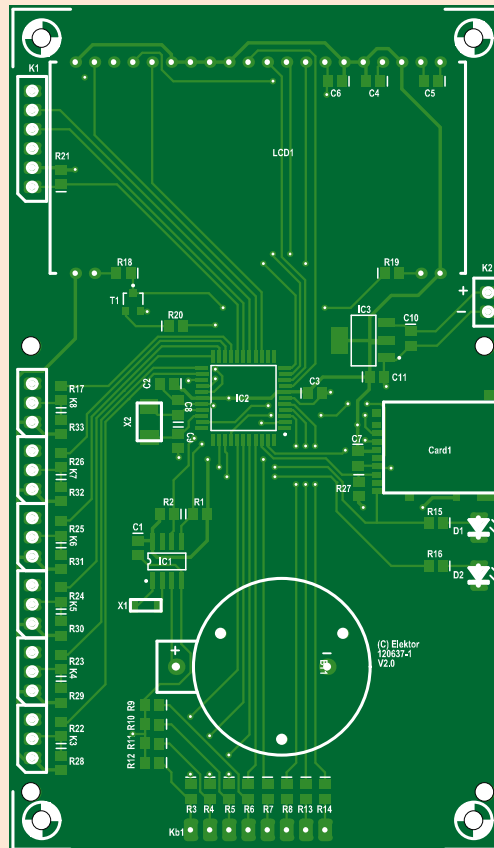


Bild 4.

Auf der Platine für dieses Projekt sind vor allem SMD-Bausteine zu finden.

Weblinks

- [1] Thermo-Snake, Elektor Juni 2008,
www.elektor.de/070122
- [2] 1-Wire-Protokoll:
<http://psychoul.com/electronics/1-wire-one-wire-c18-library-2> und <https://de.wikipedia.org/wiki/1-Wire>
- [3] www.elektor.de/120637
- [4] Datei der Größe xx erstellen:
www.creative-tools.de/skripte/dummy-dateien-erstellen-zu-testzwecken/
- [5] PetitFat Fs:
http://elm-chan.org/fsw/ff/00index_p.html



Entwickeln und Lernen

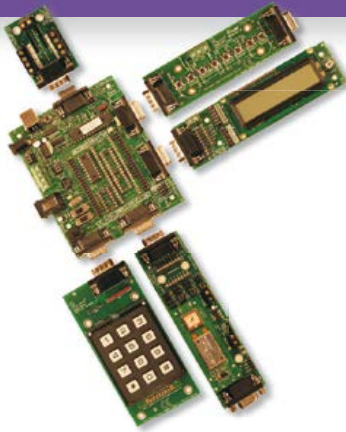
FLOWCODE6



Flowcode 6 ist eine der weltweit besten grafischen Programmiersprachen für Mikrocontroller (PIC, AVR, ARM und dsPIC/PIC24).

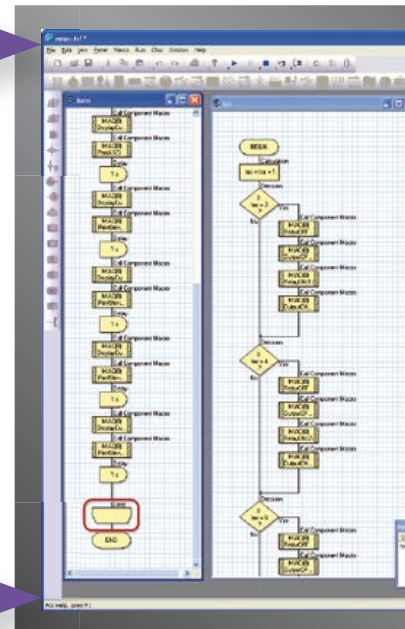
Der große Vorteil von Flowcode ist, dass man mit nur wenig (oder gar keiner) Programmiererfahrung in der Lage ist, komplexe elektronische Systeme in Minutenschnelle zu erstellen.

... für Elektronik



E-blocks sind kleine Schaltungen auf Platinen, die für sogenannte Embedded-Systeme typische Elektronik enthalten. Es gibt mittlerweile mehr als 50 unterschiedliche Platinen. Die Module reichen von einfachen LED-Boards bis zu komplexeren Einheiten wie Programmern, Bluetooth oder TCP/IP.

E-blocks können einfach zusammengesteckt werden, um damit eine große Bandbreite an Systemen zu Lernzwecken oder für die Ausbildung im Fach Elektronik zu realisieren. Außerdem ist Rapid Prototyping komplexer elektronischer Systeme möglich. Das Angebot wird ergänzt durch Sensoren, Software, Anwendungsinfos und Curricula.



... für Industrie-Steuerungen



Ein MIAC (**M**atrix **I**ndustrial **A**utomotive **C**ontroller) ist eine Steuerungseinheit für den industriellen Bereich, der die Steuerung einer breiten Palette von elektronischen Systemen im Bereich Sensorik, Überwachung und Automotive erlaubt. Intern arbeitet ein MIAC mit leistungsfähigen Mikrocontrollern der PIC18-Serie und verfügt über USB. Das Modul kann mit Flowcode, C oder Assembler programmiert werden. Flowcode ist zudem mit dem Industriestandard CAN-Bus ausgestattet, über den mehrere MIACs vernetzt werden können.

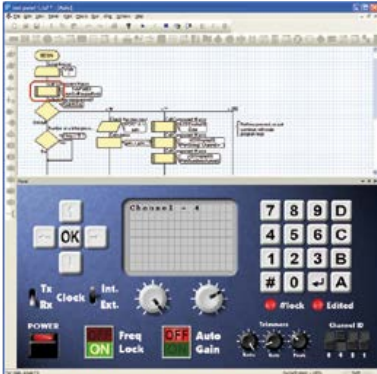
FlowKit

Das FlowKit-Modul ermöglicht In-Circuit-Debugging für Flowcode-Anwendungen in PIC- und AVR-Projekten:

- Start, Stopp, Pause und Schritt für Flowcode-Programme in Echtzeit
- Anzeige der Programm-Variablen
- Ändern von Variablenwerten
- In-Circuit-Debugging für Formula Flowcode Buggy, ECIO- und MIAC-Projekte



mit Flowcode 6 ...



NEU in Flowcode 6:

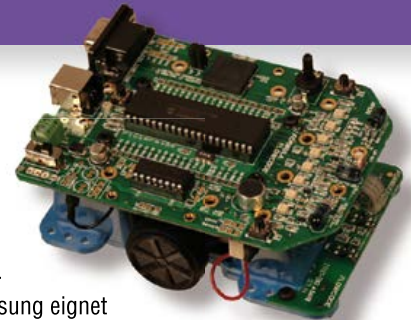
- Bauteile selbst entwickeln und in die eigene Bauteilbibliothek übernehmen
- Bauteilbibliothek stark erweitert
- Mechanische Bauteile wie Schalter, Anzeigen und Displays
- Dashboard-Bauteile selbst entwickeln
- Verbesserte und schnellere Simulation
- API (Application Programming Interface)
- Dashboard-HMI-Bauteile
- Entwurfsumgebung für 3D-Objekte
- Entwicklung von Bauteilen mit Laser-Cutter und 3D-Drucker
- Simulation und Darstellung von elektro-mechanischen Systemen
- Zugriff auf externe Geräte via DLL-Unterstützung
- Anzeige von Kurven und Daten mit Software-Oszilloskop
- Bessere Integration mit E-blocks-Hardware

... für Roboter

Beim Formula Flowcode Buggy handelt es sich um ein preiswertes Roboter-Fahrzeug für Lernzwecke und zum Einsatz in der Aus- und Weiterbildung.

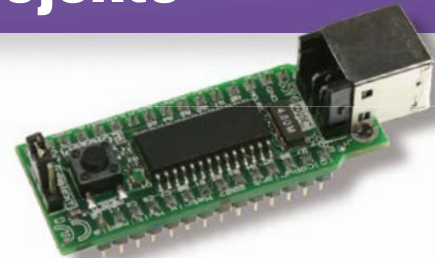
Entsprechend programmiert kann man damit auch auf Robotik-Events glänzen.

Das Vehikel lässt sich direkt via USB programmieren und ist mit Linien-Sensoren, Distanz-Sensoren, 8 LEDs, Mikrofon, Lautsprecher und einem E-blocks-Erweiterungs-Port ausgestattet. Die Lösung eignet sich für einen weiten Bereich an Robotik-Experimenten von der einfachen Linienverfolgung bis zum Entkommen aus einem Labyrinth. Via Erweiterungs-Port kann man Displays, Bluetooth- und Zigbee-Funk oder gar GPS anschließen.



... für USB-Projekte

ECIO-Module enthalten leistungsfähige via USB-programmierbare Mikrocontroller im Format von DIL-ICs mit 28 oder 40 Pins (0,6"). Technisch basieren sie auf Mikrocontrollern der PIC18- oder ARM7-Serien. ECIO-Module eignen sich perfekt für eigene Projekte wie auch für den Unterricht, da sich damit komplette Lösungen realisieren lassen. ECIO-Module können mit Flowcode, C oder Assembler programmiert werden. Neue USB-Routinen in Flowcode bieten sich zum extrem schnellen Prototypenaufbau für USB-Projekte an und unterstützen USB-HID, USB-Slave und USB-Serial-Bus (nur PIC). Eigene Projekte können durch integrierte ECIO-Module um USB-Programmierbarkeit ergänzt werden.



Weitere Produkte und Infos zu E-blocks finden Sie unter
www.elektor.de/eblocks

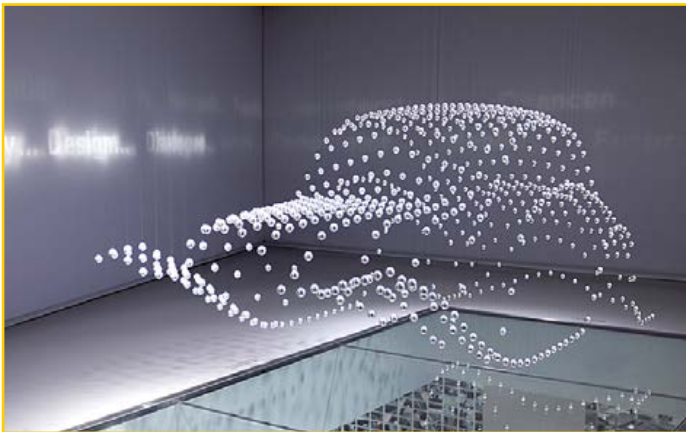
Open End



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

Viele Leute haben interessante Ideen, wissen aber nicht, wie man sie in funktionierende elektronische Schaltungen umsetzt. Anderen fehlen die Fähigkeiten und/oder die Zeit, um ein Projekt abzuschließen. Hier einige auf Elektor.Labs gepostete Projekte, die auf ihre Vollendung warten. Können Sie helfen?

Elektronische Skulptur



Original Poster (OP) snap will eine elektronische Skulptur bauen, die in der Lage ist, Figuren in 3D durch etwa 50 individuell nach oben und unten bewegte Kugeln an Saiten zu bilden. Es gibt dazu einige nette Videos auf YouTube zu sehen, geben Sie einmal „BMW kinetic sculpture“ ein. Das Auf- und Abwickeln der Saiten kann mit kleinen Motoren geschehen, aber wie wollen Sie fünfzig davon synchronisiert steuern, ohne zu viel Geld oder Zeit einzusetzen? Auch das Gewicht ist ein wichtiger Faktor. Der OP sucht Hilfe! Haben Sie Erfahrungen mit einem ähnlichen Projekt oder sind firm in Elektronik, Motortechnik und Mechanik? Wenn ja, dann schreiben Sie gleich einen Beitrag unter www.elektor-labs.com/node/3450.

Photo: BMW Welt

Fünf tolle Projekte

Outdoor Solar Wireless Wi-Fi/3G Webcam
www.elektor-labs.com/node/3538

All-You-Can-Eat Bluetooth
www.elektor-labs.com/node/3032

PWM-Controller für LED-Lampe
www.elektor-labs.com/node/3537

RS-485-Sniffer
www.elektor-labs.com/node/3522

Freundliche Mausefalle
www.elektor-labs.com/node/3433





GMR-Stromsensor

Strom mit einem Multimeter messen ist einfach, mit einem Oszilloskop ein wenig komplizierter. Selbstverständlich können Sie spezielle Stromsensoren kaufen, aber sie sind in der Regel teuer, weshalb OP Roland-

Sautner beschlossen hat, einen eigenen zu entwerfen. Gewöhnliche Stromzangen verwenden Hall-Effekt-Sensoren und AC-Trafos, um Gleich- und Wechselströme zu messen, aber der OP wollte den Effekt des Riesenmagnetowiderstands (GMR) nutzen. Warum? Weil in den Abgründen seines Labors ein KMZ51-Magnetfeldsensor herumlag und er es als Schande empfand, diesen nicht einzusetzen. Der OP kam mit seiner Idee ziemlich weit, stieß aber schließlich auf einige Probleme, die vor allem mit der Mechanik zusammenhingen. Können Sie helfen, das Design in eine funktionierende Sonde zu verwandeln? Posten Sie Ihre Ideen und Anregungen unter www.elektor-labs.com/node/3423.

Photo: Agilent

Frequenz-Inverter

Ein solches Projekt interessiert mich sehr, aber ich bin nie dazu gekommen, eine Schaltung zu bauen. Aber ich bin nicht allein, wie ich am Post von OP PappaBaer sah. Ein Frequenzumrichter oder, um korrekt zu sein, ein Antrieb mit variabler Frequenz (VFD), steuert die Drehzahl eines Wechselstrommotors (meist drei Phasen). Elektor hat ein solches Gerät schon 1994/1995 veröffentlicht. Das Projekt war sehr erfolgreich bis zur Wiedergeburt in Retronik im Jahr 2006, sah aber nie einen Nachfolger. Die Bauteile der ursprünglichen Schaltung sind jetzt nur schwer zu finden oder sogar überholt, so dass ein Redesign sehr angebracht wäre. Diesmal natürlich mit Open-Source-Software. Haben Sie sich schon einmal an einem solchen Projekt beteiligt?

Wenn ja, bitte besuchen Sie uns auf www.elektor-labs.com/node/3484.

Photo: Wikipedia



www.elektor-labs.com



Anhängerbeleuchtung

Eines der interessantesten Eigenschaften von Elektor Labs ist die wilde thematische Vielfalt der Projekte. So versucht der OP PLEG54 einen Adapter für alte Fahrzeuge (mit 7-poliger Anhänger-Steckdose) zu entwerfen, der es diesen ermöglicht, moderne Anhänger mit Rückfahrscheinwerfer oder anderen Zusatzlampen zu illuminieren. Dafür ist die ECE-Regelung R48 zuständig. ECE ist eine Arbeitsgruppe der Abteilung Land-

verkehr der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UNECE), die ein einheitliches System von Vorschriften für Fahrzeuge schafft, um den internationalen Handel zu erleichtern. Verordnung R48 betrifft die Installation von Beleuchtungs- und Signaleinrichtungen. Die UN entscheidet also, welche Lampen und Reflektoren wo an Ihrem Auto oder Anhänger angebracht sein müssen. Alles sehr interessant, wichtiger ist aber, dass der OP feststeckt und etwas Hilfe gebrauchen kann (www.elektor-labs.com/node/3360).

Photo: Wikipedia

Hinweis: OP steht für Original-Poster, die Person, die ein Online-Projekt oder eine Diskussion startet. OPs, die ihr Projekt in der Zeitschrift Elektor sehen möchten, sollten (regelmäßig) ihre E-Mail-Box checken, deren Adresse sie verwenden, um bei Elektor.Labs einzuloggen.

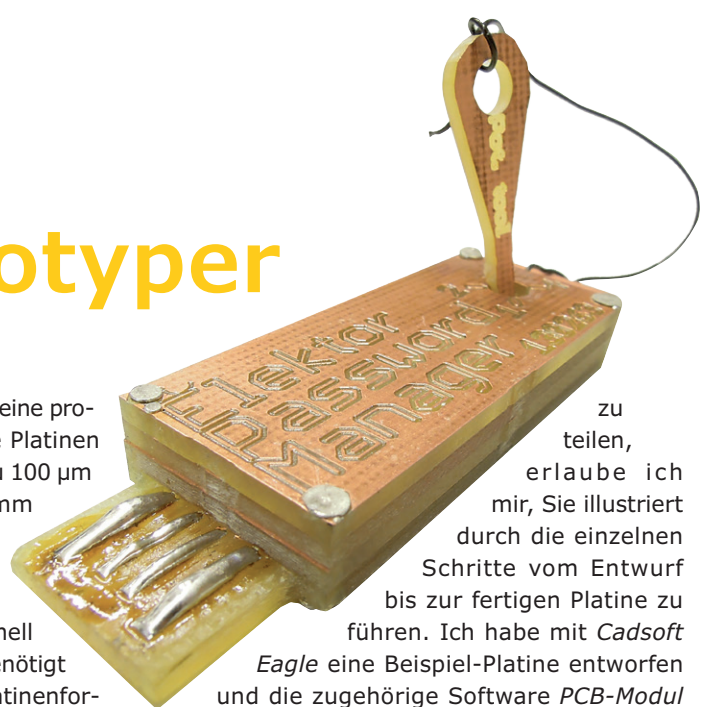
Denn das ist unsere einzige Möglichkeit, Kontakt mit dem OP aufzunehmen.

PCB Prototyper

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

Der PCB-Prototyper [1] von Elektor ist eine professionelle Platinenfräsmaschine, die Platinen mit Isolationsabständen bis hinunter zu 100 µm und so kleine Bohrlöcher wie 0,2 mm (0,008“) Durchmesser erstellen kann. Hier im Elektor-Labor, im Keller, um genau zu sein, verwenden wir unsere PCB-Prototyper-Maschine, wenn schnell mal eine Platine für einen Prototyp benötigt wird. Man kann auch sehr gut mit Platinenformen experimentieren. Inspiriert durch unseren TAPIR [2] haben wir beim PCB-Prototyper das Potenzial zur Herstellung kundenspezifischer Platinenformen entdeckt. Nach ein wenig Gefummel konnten wir die Maschine überzeugen, die gewünschten Formen zu produzieren. Zu unserer großen Zufriedenheit hat sie auch eine etwas spezielle Art von „Multilayer“-Platine gemeistert (siehe Foto).

Begierig, unsere positiven Erfahrungen mit Ihnen

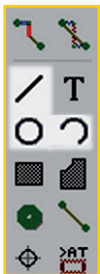


zu teilen, erlaube ich mir, Sie illustriert durch die einzelnen Schritte vom Entwurf bis zur fertigen Platine zu führen. Ich habe mit *Cadsoft Eagle* eine Beispiel-Platine entworfen und die zugehörige Software *PCB-Modul* benutzt, um den PCB-Prototyper zu steuern. Wenn Sie - wie ich - an der weit verbreiteten CAD-Software interessiert sind, lernen Sie „to fly like an eagle“ und ergattern Sie das Buch [3].

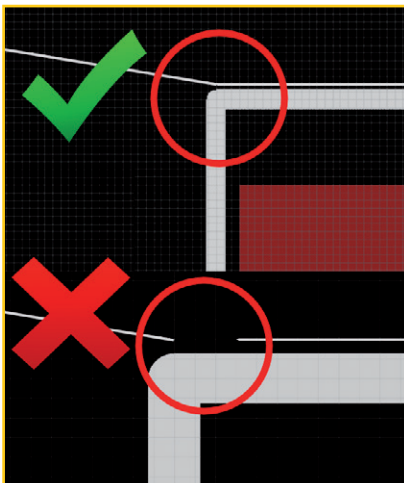
(130128)

Weblinks

- [1] www.elektor.de/PCBprototyper
- [2] www.elektor.com/tapir
- [3] www.elektor.com/eagle



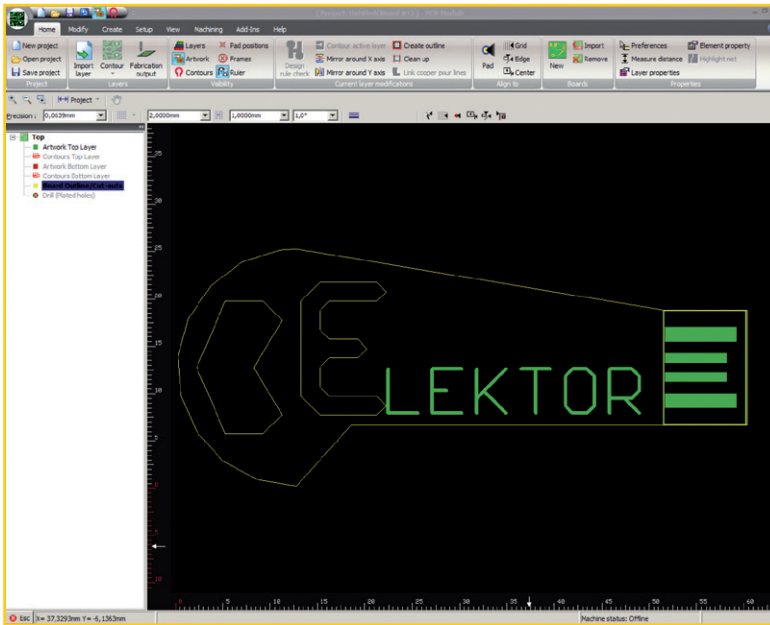
1 In Eagle wählen Sie *wire tool*, um Linien zu ziehen oder das *arc tool*, um Bögen zu zeichnen. Achten Sie darauf, den Layer *20 Dimension* zu wählen und die Breite auf 0 einzustellen. Jetzt skizzieren Sie Ihren Entwurf.



2 Stellen Sie sicher, dass die Linien geschlossene Polygone bilden, so dass jede Form einen Innen- und einen Außenbereich besitzt.

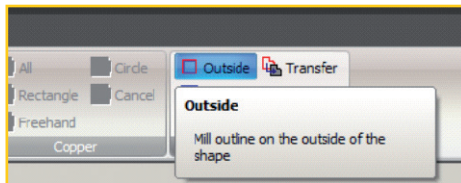
3 Der grüne Bereich ist nicht Teil der Platine und muss abgeschnitten werden. Helle rote Bereiche werden aus dem Innenbereich der Leiterplatte ausgeschnitten. Exportieren Sie Ihren Entwurf mit dem CAM-Prozessor. Selektieren Sie *GERBER_RS274X* und wählen Sie nur den *Dimension*-Layer. Klicken Sie auf *File*, um das Ergebnis zu sichern (nennen Sie es „Dimension“), und dann auf *Process Job*. Wiederholen Sie diesen Vorgang für den Top-Layer (selektieren Sie *Top*, *Pads*, *Vias* und vergessen Sie nicht, Ihre Datei vor der Verarbeitung des Jobs umzubenennen). Um die Bohrdatei statt *GERBER_RS274X* zu erstellen, wählen Sie *EXCELLON* und wiederholen den Vorgang. Dies schließt die Arbeit in Eagle ab.





Wählen Sie nun das *Inside-Tool* und wenden Sie es auf die beiden Formen an, die aus der Platine geschnitten werden sollen. Beachten Sie, dass das „E“ nicht korrekt ausgefüllt ist. Dies erfordert etwas manuelle Feinabstimmung. Löschen Sie den letzten Trace (*Strg+Z*).

Sie starten die Software *PCB Module* und öffnen ein neues Projekt. Klicken Sie auf *Import Layer*, wählen Sie Ihren Top-Layer und importieren Sie diesen. Importieren Sie einen zweiten Layer und wählen Sie Ihre Datei „Dimension“. Importieren Sie diese Datei in *Board Outline/Cut-outs*. Importieren Sie, wenn gewünscht, auch die Bohrdatei.



Sie können versuchen, dies in Eagle (mit einem Wireframe für die Form des Zeichens) zu korrigieren, aber das bedeutet, dass Sie die gesamte CAM-Verarbeitung wiederholen müssen. Stattdessen erledigen wir das Problem kurz und schmerzlos, indem wir ein Polygon zeichnen (das Tool versteckt auf dem *Create-Tab*), das in etwa der Mitte der Linien des Zeichens folgt. Setzen Sie das Polygon mit dem *Inside-Tool* auf *inline*.

Jetzt definieren wir die Inlines und Outlines (diese Begriffe werden in *PCB Modul* verwendet). Klicken Sie auf den Tab *Modify* und wählen das *Outside-Tool*.



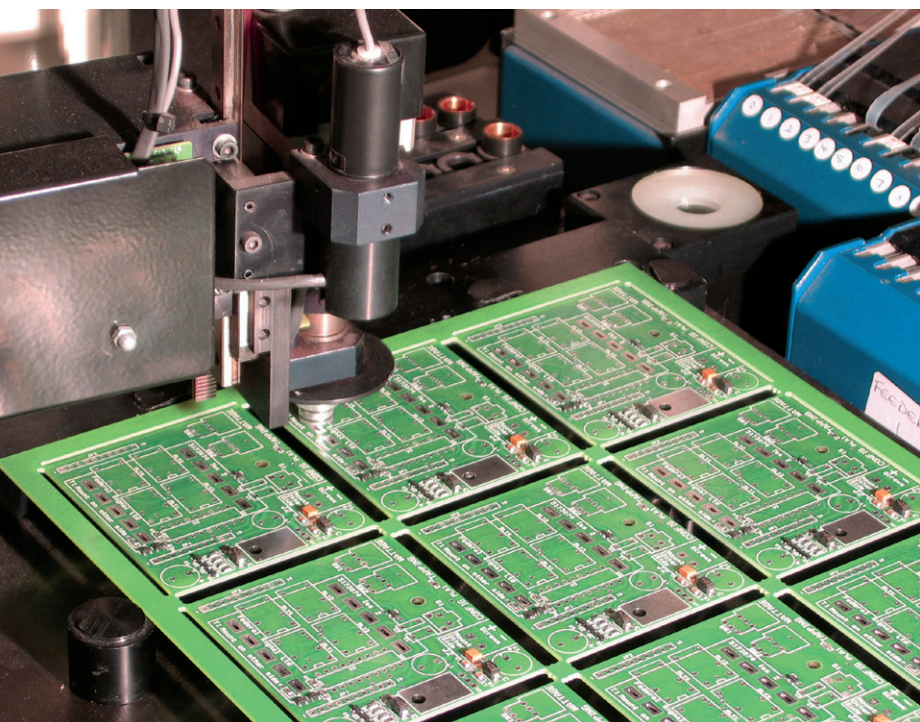
Bewegen Sie den Mauszeiger über die globale Form. Die Farbe ändert sich von gelb zu weiß, was anzeigt, welches Polygon als Umriss gesetzt wird. Durch Klicken auf den Umriss bestätigt man dies.

Jetzt müssen wir einige *Break-out tabs* hinzufügen. Dazu verwenden Sie das Tool *Break-out tabs* vom Tab *Create* und klicken Sie auf einen geraden Teil der Kontur. Die Software zentriert automatisch den Ausbruch. Die Standardgröße beträgt 2 mm (0,08"), aber Sie können den Wert Ihren Wünschen anpassen. Wie ein properes Endergebnis aussieht, sehen Sie hier. Ihr Design ist nun für die üblichen Verarbeitungsstufen (Kontur; Werkzeugliste; Bearbeitung) bereit.



DesignSpark Tipps & Tricks

Dateien für die Platinenherstellung



Von **Neil Gruending** (Kanada)

In dieser Folge geht es um die Erzeugung von Gerber-Dateien und BOM-Informationen aus der Platine, die in der letzten Folge layoutet wurde. DesignSpark unterstützt die Erstellung dieser Dateien sehr gut – wenn man alles richtig konfiguriert hat.

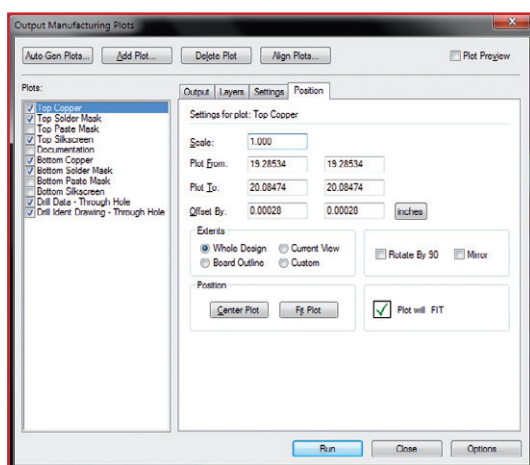
Gerber

Für die Produktion von Platinen bilden Gerber-Dateien die Grundlage. Das Gerber-Format ist eine Art Vektorformat speziell für Platinen,

wobei unterschiedliche „Pens“ (Stifte mit unterschiedlichen Durchmessern) eingesetzt werden. Gerber-Dateien sind dazu gedacht, einen Fotoplotter als Teil der Platinenfertigung zu steuern. DesignSpark kann Gerber-Dateien mit dem Fenster „Output Manufacturing Plots“ erstellen, das sich durch das Menü „Output->Manufacturing Plots“ öffnet. Für unsere Platine sind Haken bei „Top Copper“, „Top Solder Mask“, „Top Silk-screen“, „Bottom Copper“, „Bottom Solder Mask“, „Drill Data“ und „Drill Ident Drawing“ notwendig (siehe **Bild 1**).

Klickt man rechts unten auf „Options“, öffnet sich ein Fenster, indem man alle Einstellungen für Gerber-, Bohr- und PDF-Ausgaben ändern kann. Ich nutze üblicherweise RS-274-X für die Apertur-Informationen der Gerber-Dateien. Außerdem exportiere ich alles in metrischen Einheiten mit vier Nachkommastellen (siehe **Bild 2**). Ein Klick auf „RS-274-X“ passt die gelisteten

Bild 1.
Ebenen, die in der erstellten Gerber-Datei berücksichtigt werden.



Optionen für die integrierte Apertur-Tabelle an. Ein Klick auf „RS-274-D“ deaktiviert die Ausgabe-Optionen.

Platinenhersteller benötigen auch eine Drill- oder NC-Datei (von **N**umerical **C**ontrolled), um zu wissen, wo welche Löcher in der Platine gebohrt werden sollen. Es sind mehrere Ausgabeformate dafür möglich, wobei ich das metrische Excellon-Format mit vier Dezimalstellen bevorzuge (siehe **Bild 3**).

Nachdem nun die Ausgabe-Formate konfiguriert sind, muss man die Umrandung der Platine angeben, damit alle Ausgaben und dementsprechenden Prozesse bei der Fertigung genau aufeinander bezogen sind. Hierzu klickt man auf den Tab „Layers“ für jeden Plot im Fenster „Output Manufacturing Plots“ und doppelklickt „[Board Outline]“, damit in der jeweiligen Spalte ein „Y“ angezeigt wird.

Nachdem der Platinenumriss bei den Plots für alle Layer angegeben wurde, klickt man auf „Run“ und alle Ausgabe-Dateien werden in einem Rutsch erstellt. Anschließend gibt DesignSpark einen Report im Notepad aus, sodass man überprüfen kann, ob dabei Fehler aufgetreten sind. Die Gerber-Dateien sind mit der Extension „.GBR“ und die Drill-Dateien mit der Extension „.DRL“ versehen. Um ganz sicher zu gehen, lade ich alle Gerber- und Drill-Dateien noch in einen 3rd-Party Gerber-Viewer wie ViewMate [1], um optisch zu überprüfen, ob nicht doch noch Fehler vorhanden sind. Bei der Platine dieses Projekts zum Beispiel hatte ich falsche Skalierungsfaktoren bei der Gerber-Ausgabe angegeben, was im Gerber Viewer sofort auffiel und dann schnell behoben war.

Stückliste

Die Stückliste, englisch BOM (**B**ill **O**f **M**aterials) enthält alle Informationen der Bauelemente für die Fertigung. DesignSpark kann BOM-Dateien via Menü „Output“ ausgeben (siehe **Bild 4**). Dabei wird eine BOM-Datei mit folgenden Feldern erstellt:

- Ref Name: Die Bezeichnung des Bauteils
- Qty: Die Anzahl der Bauteile (immer 1)
- Component: Das Feld für den Namen des Bauteils
- Value: Das Feld mit dem Wert des Bauteils
- Package: Der „Fußabdruck“ des Bauteils für die Platine
- Manufacturer: Feld für den Hersteller des Bauteils

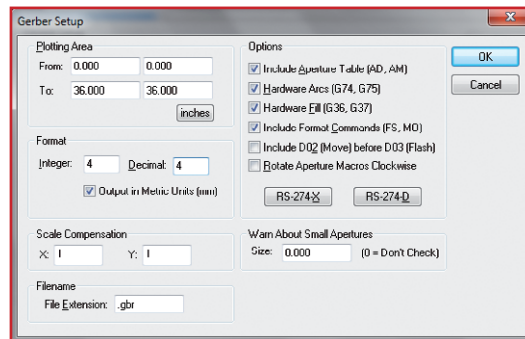


Bild 2.
Einstellung von metrischen Einheiten mit vier Nachkommastellen.

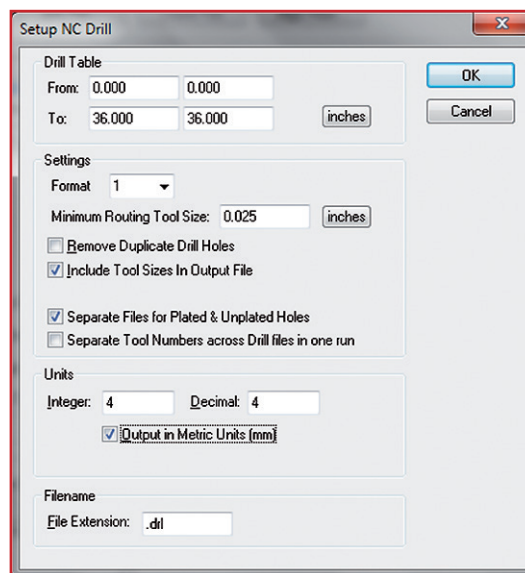


Bild 3.
Auch die Bohrdaten werden metrisch mit vier Nachkommastellen erzeugt.

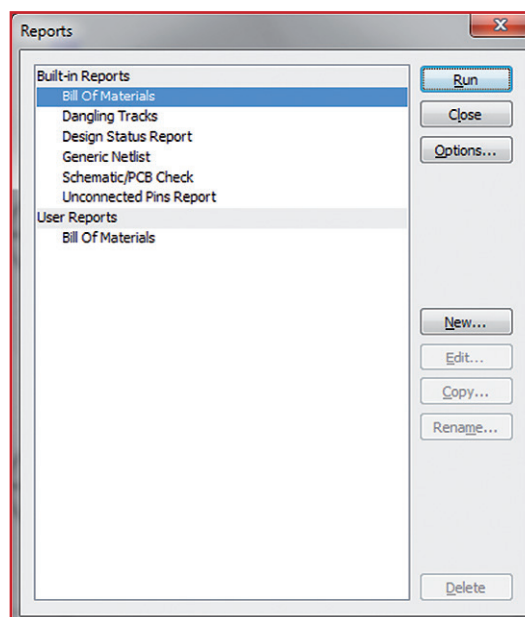


Bild 4.
Auswahl der Stückliste.



- MPN: Die Hersteller-Teilenummer des Bauteils
- RS Part Number: Die RS-Artikeldnummer des Bauteils
- Description: Feld für eine Beschreibung des Bauteils

Die BOM-Standardeinstellung passt, wenn man nur eine Variante pro Bauteil hat. Ich wollte aber auch alternative Teilenummern etc. hinzufügen, die dann auch in den BOM-Dateien zu finden sein sollten. Außerdem wollte ich dies gruppiert haben, statt einer Zeile pro Bauteil. Ich ziehe es nämlich

vor, direkt lesen zu können, dass zwei „1 K“-Widerstände vorhanden sind, statt die gleichartigen Bauteile mühsam von Hand zusammen zu suchen. Leider kann DesignSpark nicht gleichzeitig Bauteile gruppieren und deren Bezeichnungen im gleichen Report angeben. Folglich muss ich zwei eigene BOM-Dateien erstellen – eine gruppiert für die Bestellung der Bauteile und eine weitere mit den Bezeichnungen zur einfacheren Bestückung der Platine.

Der erste Schritt zur Genese eines neuen Reports ist, auf „New“ zu klicken. Im nun erscheinenden Dialog kann man dem Report einen Namen geben und den Inhalt des Reports editieren. Das sieht dann so aus wie in **Bild 5**.

In der ersten Zeile steht der Text „Component Report“ gefolgt vom Standard-Report-Header von DesignSpark, einer Leerzeile und der Liste aller Bauteile. Der zu editierende Teil ist die „Component List“. Bei der Stückliste zur Bauteilbestellung habe ich die Spalten so editiert: Qty, Description, Manufacturer 1, Manufacturer 1 Part Number, Manufacturer 2, Manufacturer 2 Part Number, Manufacturer 3 und Manufacturer 3 Part Number. Die Stückliste zur Bestückung ist ganz ähnlich, bis auf die Einbeziehung der „Ref Names“ in DesignSpark. **Bild 6** zeigt die Konfiguration der Stückliste für die Bestückung.

Um eigene Spalten wie „Manufacturer 1“ zum Report hinzuzufügen, muss man „Value“ aus der Dropdown-Box „Field“ auswählen. Im nun aktivierten Eingabefeld für „Values“ kann man ein oder mehrere Bauteilfelder für diese Spalte festlegen. Das Feld „Caption“ entspricht dem Spalten-Titel im ausgegebenen Report. Es ist zudem wichtig, die BOM-Dateien von der Platine und nicht von der Schaltung zu erzeugen.

Fazit

In dieser Folge wurde erläutert, wie man Gerber-, Drill- und BOM-Dateien mit DesignSpark erzeugt, mit denen man Platinen von Herstellern fertigen lassen kann. In der nächsten Folge geht es um die Verwendung der in DesignSpark eingebauten Tools für die Online-Bestellung.

(130240)

Weblink

[1] www.pentalogix.com/viewmate.php

Bild 5.
Editier-Optionen des BOM-Report-Generators.

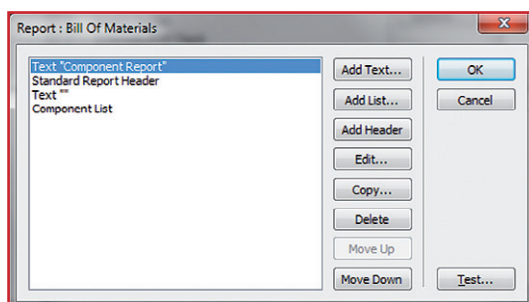
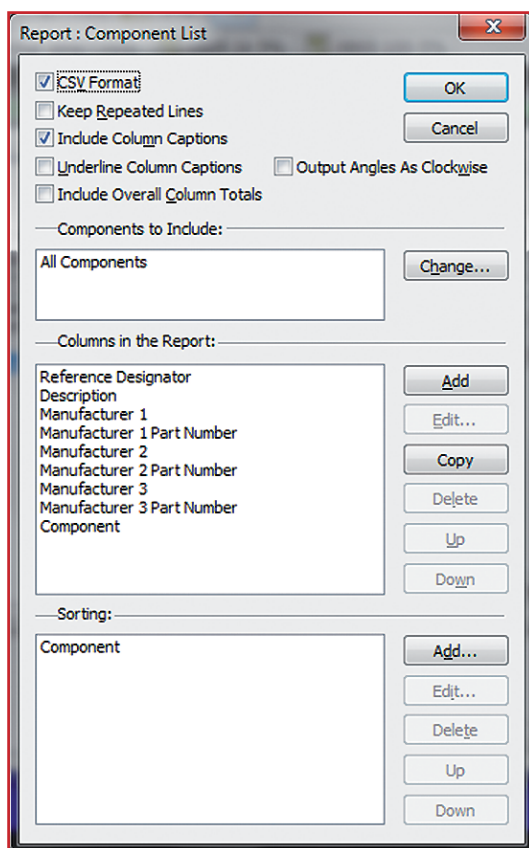


Bild 6.
Eine Möglichkeit für die Erstellung einer angepassten Stückliste.



Von den Machern von Elektor!

elektor

5 | 2014

[D] 17,50 €

[A] 20,00 €

[L] 20,00 €

[B] 20,00 €

CHF 30,00

LEDs 5

Special Project

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

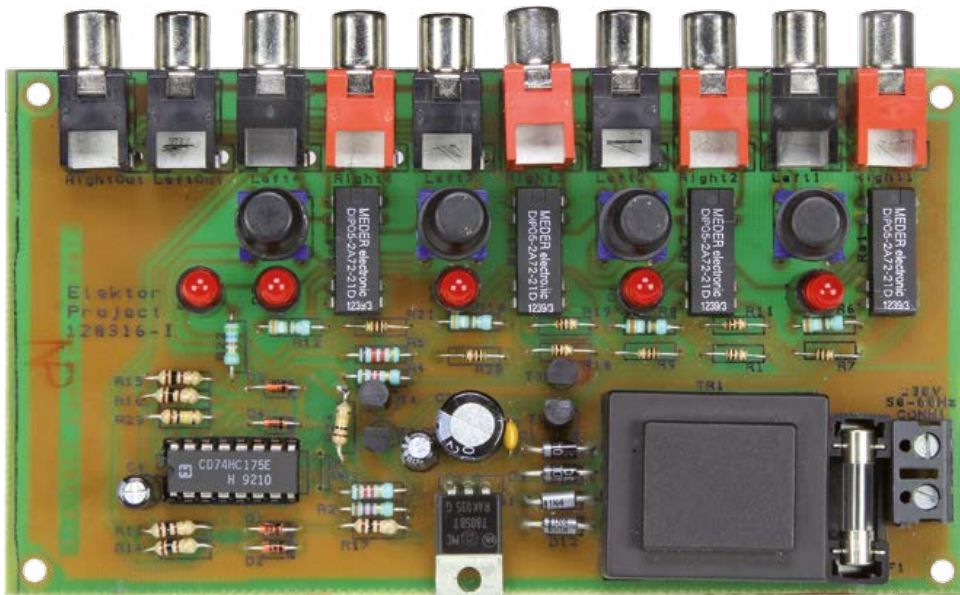


**Jetzt neu
am Kiosk!**

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

Bidirektionaler Stereo-Audio-Selektor

4 → 1 oder 1 → 4



Vor einiger Zeit hatten wir unsere Leser eingeladen*, eigene Projekte in Elektor zu veröffentlichen. Ein Beitrag soll nicht zu lang und zu komplex sein, und ideal ist, wenn es um ein Thema geht, das in Elektor nicht mehr so häufig behandelt wird. Zum Beispiel Audio! Hier ist ein Leserbeitrag, auf den beides zutrifft: Ein kleines, unkompliziertes Audio-Projekt.

Von **Olivier Croiset** (F)

In einer Zeit, in der hochkomplexe elektronische Chips zum Alltag gehören, mag eine simple Audio-Schaltung wenig attraktiv erscheinen. Doch oft ist gerade das Einfache das Geniale. Hinzu kommt, dass jeder einmal klein anfängt, und dafür ist der Stereo-Audio-Selektor wie geschaffen. Für den Newcomer, der sich zum ersten Mal auf das weite Terrain der Elektronik vorwagen möchte, bietet der Stereo-Audio-Selektor einen guten Start. Dieser bidirektionale Audio-Vierfach-Umschalter ist flexibel und ausbaufähig, er lässt sich an das vorhandene Audio-Equipment anpassen, und es ist fast garantiert, dass er auf Anhieb funktioniert.

Die Idee entstand aus der Not: Der Eingangswahlschalter meines teuren Receivers war mechanisch verschlissen und musste ausgetauscht werden. Das kann wirklich zum Problem werden, denn anscheinend setzen die Hersteller alles daran,

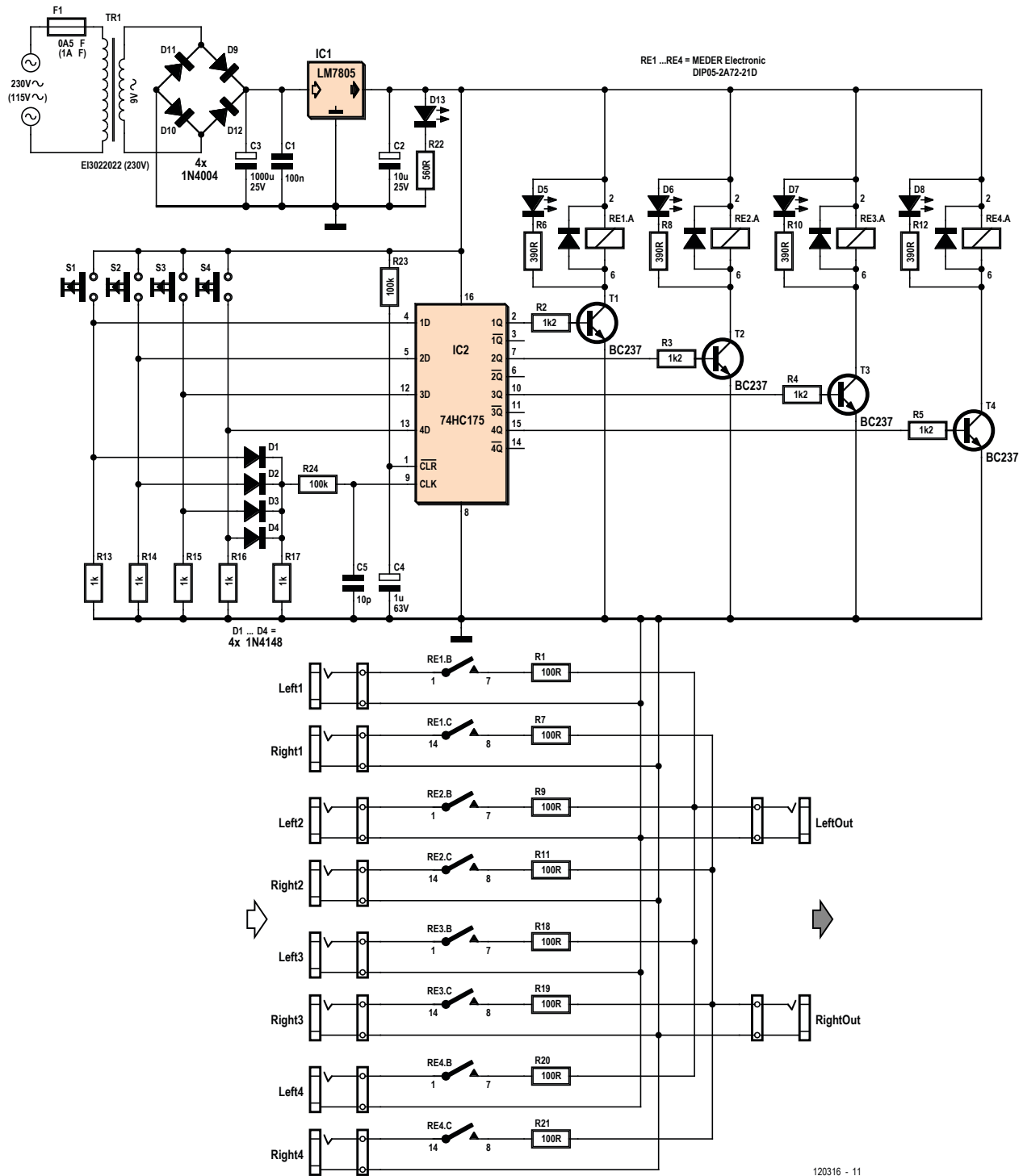
in ihre Produkte exotische mechanische Komponenten einzubauen. Als Ersatzteil war der Schalter nicht erhältlich. Mein Stereo-Audio-Selektor sollte das Problem lösen. Außerdem konnte er dazu beitragen, die Anzahl der Audio-Kabel zu verringern.

Ohne Mikrocontroller!

Die Schaltung in **Bild 1** ist die Version, die das Elektor-Labor aus meinem ursprünglich mit *DesignSpark PCB* gezeichneten Entwurf erstellt hat. Die vier Drucktaster S1...S4 sind über die Dioden D1...D4 zu einer logischen ODER-Verknüpfung zusammengeschaltet. Wenn S1, S2, S3 oder S4 gedrückt und losgelassen werden, gelangt über Widerstand R24 ein positiv gerichteter Impuls zum Eingang CLK von IC2, einem 74HC175. Der Logikbaustein 74HC175 ist ein vierfaches, positiv flankengetriggertes D-Flipflop.

* Diese Einladung gilt weiterhin! Ihre Entwicklungen sind willkommen. Bitte laden Sie Ihren Beitrag auf die Website unserer Community hoch: www.elektor-labs.com.

Wenn Sie ein Projekt vorstellen, das unsere Redaktion veröffentlichen möchte, nehmen wir mit Ihnen Kontakt auf. Ihr Beitrag muss nicht perfekt sein, wir helfen Ihnen gern!



120316 - 11

Bild 1. Die Audio-Signalwege sind in beiden Richtungen durchgängig. Entweder werden vier Eingangssignale wahlweise auf einen Ausgang geschaltet, oder ein Eingangssignal steuert wahlweise vier Ausgänge.

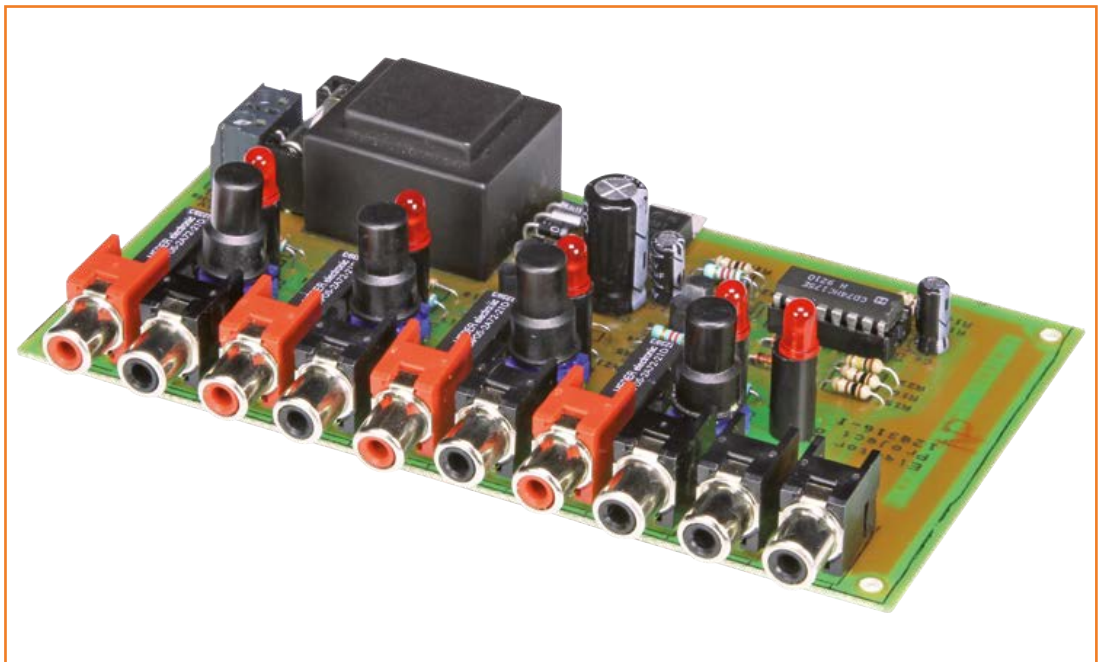


Bild 2.
Die schwarzen Cinch-Buchsen gehören zum Audio-Ausgang, die roten Cinch-Buchsen sind die Eingänge der rechten Kanäle. Die LEDs werden auf Abstandshaltern montiert, damit sie gut sichtbar sind.

Positiv flankengetriggert bedeutet, dass die logischen Zustände an den D-Eingängen (Anschlüsse 4, 5, 12 und 13) von den zugehörigen Ausgängen (Anschlüsse 2, 7, 10 und 15) übernommen werden, sobald das Signal CLK von logisch 0 nach logisch 1 wechselt. Beim Wechsel in die umgekehrte Richtung, von 1 nach 0, behalten die Ausgangssignale ihre Zustände bei. Erst wenn erneut ein Taster gedrückt wird, so dass an Eingang CLK die nächste positive Signalfanke erscheint, werden die dann an den Eingängen liegenden Signalzustände von den Ausgängen übernommen. Geht durch Drücken eines Tasters S1...S4 ein Ausgang von IC2 auf logisch 1, dann fließt über den nachgeschalteten Widerstand (R2...R5) ein Strom zur Basis des Transistors (T1...T4). Dieser Transistor wird leitend, so dass das im Kollektorkreis liegende Relais (Re1...Re4) anzieht. Die Kontakte des eingeschalteten Relais stellen eine Verbindung zwischen dem zugehörigen Audio-Eingang und dem Audio-Ausgang her. Natürlich in Stereo, für den linken und rechten Kanal sind separate Relaiskontakte, Leitungswege und Buchsen vorhanden.

Die LEDs D5...D8, die den Relais-Wicklungen über Strombegrenzungswiderstände (R6, R8, R10, R12) parallel geschaltet sind, signalisieren die durchgeschaltete Audio-Quelle. Die ebenfalls parallel liegenden, jedoch entgegengesetzt gepolten Dioden sind so genannte Freilaufdioden.

Diese Dioden, die bereits in den Relais eingebaut sind, schützen die steuernden Transistoren vor Spannungsspitzen. Für den Transistor gefährliche Spitzen treten möglicherweise auf, wenn der Transistor das Relais abschaltet.

Die Audio-Eingänge und der Audio-Ausgang können ihre Funktionen tauschen, denn die Audio-Signalwege sind in beiden Richtungen durchgängig, also bidirektional. Entweder werden vier Signalquellen wahlweise auf einen Signalausgang geschaltet, oder umgekehrt wird eine Signalquelle wahlweise auf vier Signalausgänge geschaltet. In der Schaltung, wie sie Bild 1 zeigt, steuern die Ausgänge Q des Vierfach-D-Flipflops 74HC175 die Transistoren T1...T4. Das hat zur Folge, dass stets nur ein Relais gleichzeitig anzieht und nur ein Signalweg durchgeschaltet ist. Wenn die Ausgänge **Q/** diese Funktion übernehmen, ist das Schaltverhalten umgekehrt: Drei Relais ziehen gleichzeitig an und schalten drei Signalwege durch, während ein Relais abgeschaltet bleibt. Die Platine aus dem Elektor-Labor ist nur für die erste Variante ausgelegt.

So weit, so gut. Was aber geschieht, wenn mehrere Taster gleichzeitig gedrückt werden? Die Antwort ist einfach: Nichts! Das liegt daran, dass die Flipflops des 74HC175 (IC2) erst dann die Signalzustände ihrer Ausgänge ändern, wenn die letzte gedrückte Taste losgelassen wird! Die nächste Frage: Welche Signalquelle ist durchgeschaltet,

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

Schaeffer AG

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.

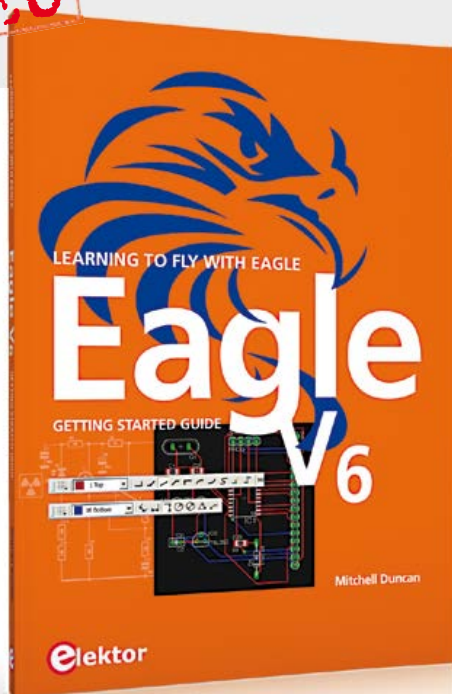
- Automatische Preisberechnung
- Lieferung innerhalb von 5–8 Tagen
- 24-Stunden-Service bei Bedarf



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

Schaeffer AG · Nahmitzer Damm 32 · D-12277 Berlin · Tel +49 (0)30 8058695-0
Fax +49 (0)30 8058695-33 · Web info@schaeffer-ag.de · www.schaeffer-ag.de

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.)

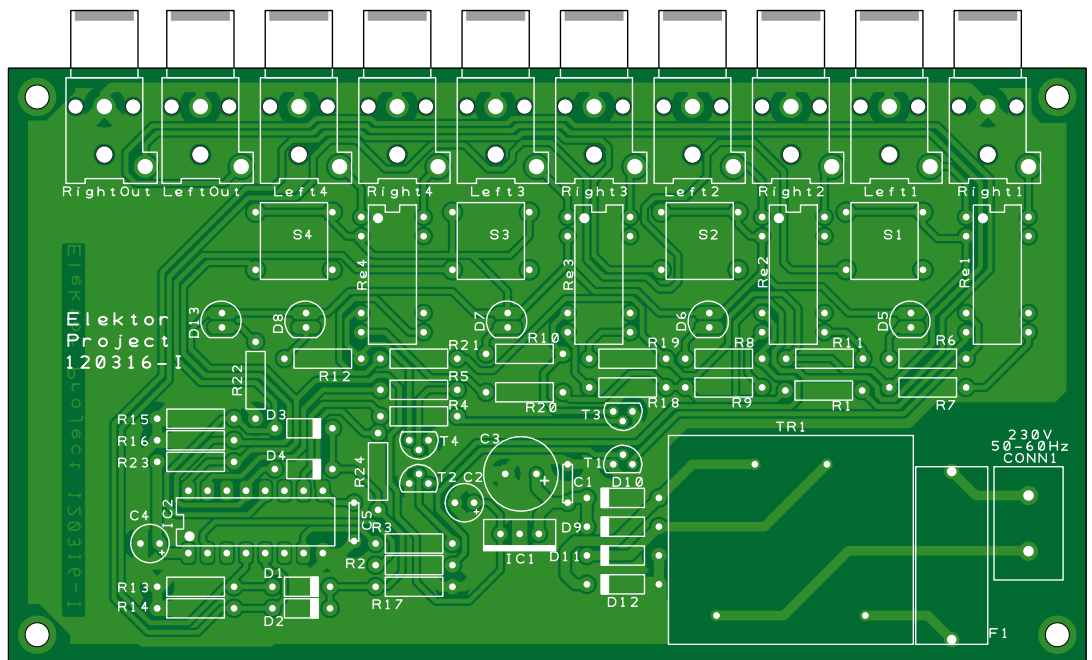
ISBN 978-1-907920-20-2

€ 34,50 · CHF 42,80

elektor

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

Bild 3.
Platine des Elektor-Labors
für den Stereo-Audio-
Selektor. Einen Kühlkörper
braucht Spannungsregler
IC1 nicht, es ist jedoch Platz
vorhanden.



wenn die Betriebsspannung angelegt wird? Antwort: Keine! Unmittelbar nach dem Einschalten ist Rücksetzeingang **CLR/** von IC2 so lange auf niedriger Spannung, bis C4 über R23 aufgeladen ist. Dies hat zur Folge, dass die vier Flipflops ausnahmslos rückgesetzt werden und kein Relais eingeschaltet ist. Außer LED D13, das ist die Einschaltkontrolle, leuchtet keine weitere LED.

Platine und Stromversorgung

Das Elektor-Labor hat für meinen Stereo-Audio-Selektor eine professionelle Platine entworfen, layoutet mit *Design Spark*. Ursprünglich hatte ich die Absicht, die Schaltung auf zwei Platinen zu verteilen. Die Relais und die Audio-Buchsen würden ihren Platz auf einer Platine haben, die

Drucktaster und LEDs auf der anderen. Mit einem Stück Bandkabel wollte ich beide Platinen verbinden, ähnlich einer drahtgebundenen Fernbedienung. Beide Varianten haben Vor- und Nachteile, die noch gegeneinander abzuwägen sind. Aus der Schaltung in Bild 1 geht hervor, dass der Stereo-Audio-Selektor eine eigene Stromversorgung mit Netztrafo, Gleichrichter und Spannungsregler besitzt. Der Netztrafo und die dorthin führenden Leitungen müssen von den Leitungen der Audio-Signale so viel Abstand haben, dass die Audio-Signale nicht gestört werden können. Natürlich kann die Schaltung auch an einem Steckernetzteil oder sogar an einer Batterie betrieben werden.

(120316)gd

Stückliste

Widerstände (1/4 W, 1 %):

R1,R7,R9,R11,R18...R21 = 100 Ω
R2...R5 = 1,2 k
R6, R8,R10,R12 = 390 Ω
R13...R17 = 1 k
R22 = 560 Ω
R23,R24 = 100 k

Kondensatoren:

C1 = 0,1 μ /100 V, keramisch
C2 = 10 μ /100 V, Elko
C3 = 1000 μ /25 V, Elko
C4 = 1 μ /63 V, Elko
C5 = 10 p/100 V, keramisch

Halbleiter:

D1...D4 = 1N4148
D5...D8,D13 = LED 5 mm, gelb
D9...D12 = 1N4004

Außerdem:

F1 = Sicherung 500 mA, flink
TR1 = Netztrafo 9 V, 2 VA
S1...S4 = Drucktaster (Schließer)
IC1 = LM7805CT
IC2 = CD74HC175E
Re1...Re4 = DIL-Relais für Platinenmontage (z. B. ME-
DER DIP05-2A72-21D)
K1...K10 = Cinch-Buchse, abgewinkelt für
Platinenmontage

GLAUBST DU DASS VOICE-ÜBER IP ANWENDUNGEN SCHWIERIG SIND?






MIT SOCLUTIONS EBEN WIR KÖNNTEN DAS MACHEN

ISL0A11E/SE
Beschallungssystem über IP basierten schmalbandigen

ISL0A12E/SE
Beschallungssystem über IP basierten Breitband

ISL0A15E/SE
IP Wechselsprechanlage P2P für Schmal- und Breitbandtelekommunikation

Transparent und sicher verfügbare Lösungen

www.soclutions.com

MIT FLEXIBILITÄT MEHR BEWEGEN.

FLEXIBLE LEITERPLATTEN ONLINE BESTELLEN.

STARR FLEX 4
4 Lagen auf Anfrage möglich



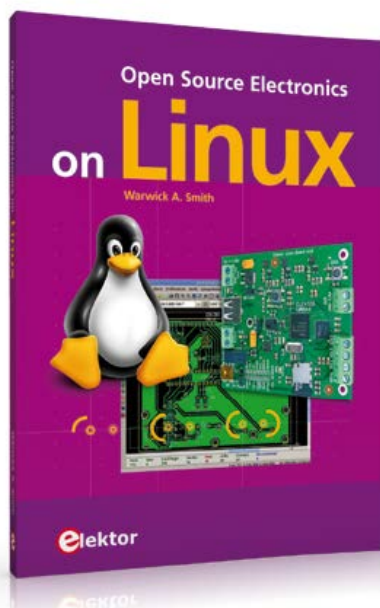
LEITON
RECHNEN SIE MIT BESTEM SERVICE

Erfolgreich ist, wer flexibel auf neue Marktanforderungen reagiert. Gefragt sind heute kompakte, komplexe sowie sehr leichte Aufbauten, welche dynamische Biegebelastbarkeit aufweisen und dabei höchste Zuverlässigkeit der elektrischen Verbindungen bieten. Die Lösung lautet **flexible Leiterplatten von LeitOn**. Damit sparen Sie gleich dreimal: **Platzersparnis** durch optimales Anpassen der Baugruppen an die Gehäuse, **Gewichtersparnis** aufgrund sehr dünner Folien sowie **Kostensparnis** wegen der Reduktion von Steckverbindungen. Und Sie gewinnen **mehr Flexibilität** dank persönlicher Beratung am Telefon, einem kompetenten Außendienst und Angeboten auch per E-Mail in Windeseile. Sie können bei LeitOn immer mit bestem Service rechnen.

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

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

Seriell programmierbare LEDs

Modellbauhaus-Beleuchtung und mehr

Von Kurt Zerzawy (Schweiz)

Das kleine Modul wurde entwickelt, um bis zu fünf LEDs in einem Modellbauhaus individuell über die serielle PC-Schnittstelle zu steuern. Es können bis zu 250 dieser Module an der RS232-Schnittstelle eines PCs angeschlossen und adressiert werden, bei-
nahe ausreichend für eine Kleinstadt!

ein 128 Byte kleines EEPROM sowie einen (für die serielle Kommunikation essentiellen) Timer/Komparator. In dem EEPROM wird die Adresse des Moduls gespeichert. Alle Anschlüsse (abgesehen von den Versorgungsspannungspins) können als I/Os definiert werden, als Taktgeber lässt sich ein interner Oszillator nutzen. Das Datenblatt des Controllers steht unter [1] zur Verfügung. Die fünf LEDs werden über die Platinenanschlussklemmen K1 und K2 an den I/Os GP0...GP2, GP4 und GP5 angeschlossen. Die gemeinsame Kathode der LEDs liegt an Pin 3 von K1. Die 1-k Ω -Widerstände begrenzen den Strom durch die LEDs, der Wert ist ein wenig von der LED-Farbe und dem Hersteller abhängig. Die Durchlassspannung liegt etwa zwischen 1,9 V und 2,5 V, der resultierende Strom etwa zwischen 2 mA und 2,5 mA. Wie Sie sehen, müssen Low-current-LEDs eingesetzt werden, die ihre volle Leuchtkraft schon bei rund 2 mA erreichen. Die LEDs werden über die serielle Schnittstelle (Pin 1 von K3) ein- und ausgeschaltet. Es handelt sich im Prinzip um eine RS232-Schnittstelle, allerdings wird nur eine Datenleitung (RXD) gebraucht. Hier können alle Module parallel geschaltet werden. Da ein PC üblicherweise +/-12 V an der RS232-Schnittstelle verwendet,

Zu einer Modelleisenbahn gehören natürlich auch (beleuchtete) Gebäude. Und noch natürlicher ist es, wenn diese Beleuchtung nicht statisch ist, sondern sich während des laufenden Betriebs ändert. Mal ist dieses Fenster dunkel und das andere hell, mal verlöscht hier ein Licht und eine Lampe leuchtet auf. Ganz wie in echt!

Sparen, sparen, sparen

Da die Schaltung ja nun nicht die kompliziertesten Aufgaben erfüllen und bei Bedarf auch in großer Anzahl aufgebaut werden muss, ist es sinnvoll, bei der Bauteilwahl genau auf Platzbedarf und Kosten zu achten. In der Tat besteht die Schaltung in **Bild 1** aus nicht viel mehr als einem kleinen 8-bit-Mikrocontroller mit einer Spannungsstabilisierung. Der Mikrocontroller ist ein PIC12F675P von Microchip, ein IC mit acht Beinchen in einem DIP-Gehäuse, der für weniger als 1 € erhältlich ist. Er besitzt einen Programmspeicher von 1 kB,



muss der Signalpegel auf +5 V am PIC beschränkt werden. Ein Pegelwandler, bestehend aus D1 und T1, erfüllt diese Aufgabe.

Zur Spannungsstabilisierung wird ein 78L05-Regler verwendet, der für einen maximalen Strom von 100 mA ausgelegt ist. Ihn umgeben die „üblichen Verdächtigen“, Elko C4 und die beiden 100-nF-Kondensatoren C1 und C2. Die Schaltung wird mit einer (nicht unbedingt sehr stabilen) Gleichspannung von 8...12 V versorgt. Am einfachsten verwendet man ein simples Stecker-Netzteil, das an K3 angeschlossen wird. Da die maximale Stromaufnahme eines Moduls etwa 15 mA beträgt, muss nur bei einer wirklich großen Anzahl von Modulen ein „richtiges“ Netzteil verwendet werden. Dann ist es auch sinnvoll, ein „dickes“ stabilisiertes 5-V-Netzteil einzusetzen und den Spannungsregler auf der Platine durch eine Drahtbrücke zu ersetzen.

An JP1 lässt sich ein Programmieradapter anschließen. Diesen brauchen Sie aber nur, wenn sie den PIC nicht schon vor dem Einbau programmiert haben (oder einen bereits programmierten gekauft haben). Für die Neueinstellung der Adresse des Bausteines brauchen Sie diesen Adapter aber nicht. Die Anschlussbelegung von JP1 entspricht gemäß **Tabelle 1** der des bekannten ISP-Programmieradapters Pickit2 [2]. Man muss sich dabei entscheiden, ob der PIC während des Programmiervorgangs vom Pickit2 oder über das Modul versorgt werden soll. Beides zusammen geht nicht!

Tabelle 1. Programmieradapter JP1

JP1	PIC12F675	Signal
Pin 1	Pin 4: GP3/MCLR	Vpp
Pin 2	Pin 1: VDD	+ 5 V
Pin 3	Pin 8: VSS	GND
Pin 4	Pin 7: GP0/AN0/icspdats	Data I/O
Pin 5	Pin 6: GP1/AN1/icspclock	CLK
Pin 6	–	–

Protokollführer

Über die serielle Schnittstelle werden nicht nur die LEDs geschaltet, sondern auch die Module auf eine Adresse eingestellt. Das ist ganz einfach. Wenn der Baustein noch keine Adresse hat, schaltet er beim Einschalten alle fünf LEDs kurz ein. Ist schon eine Adresse vergeben, leuchten nacheinander eine, zwei, drei, vier und fünf LEDs. Die Ansteuerung erfolgt über die serielle RS232-Schnittstelle mit 9600 Baud, keine Parität, 1 Stoppbit. Auf diese Werte stellt man das Terminalprogramm ein. In HyperTerminal (Windows) geschieht dies über Datei/Eigenschaften/Konfigurieren.

Adressierung des Moduls

Um im PIC-internen EEPROM eine Adresse abzulegen, gibt man folgende Sequenz ein:

$\mathcal{H}'$: Haus

„F“ : Hex-Adresse High-Byte: F für nicht

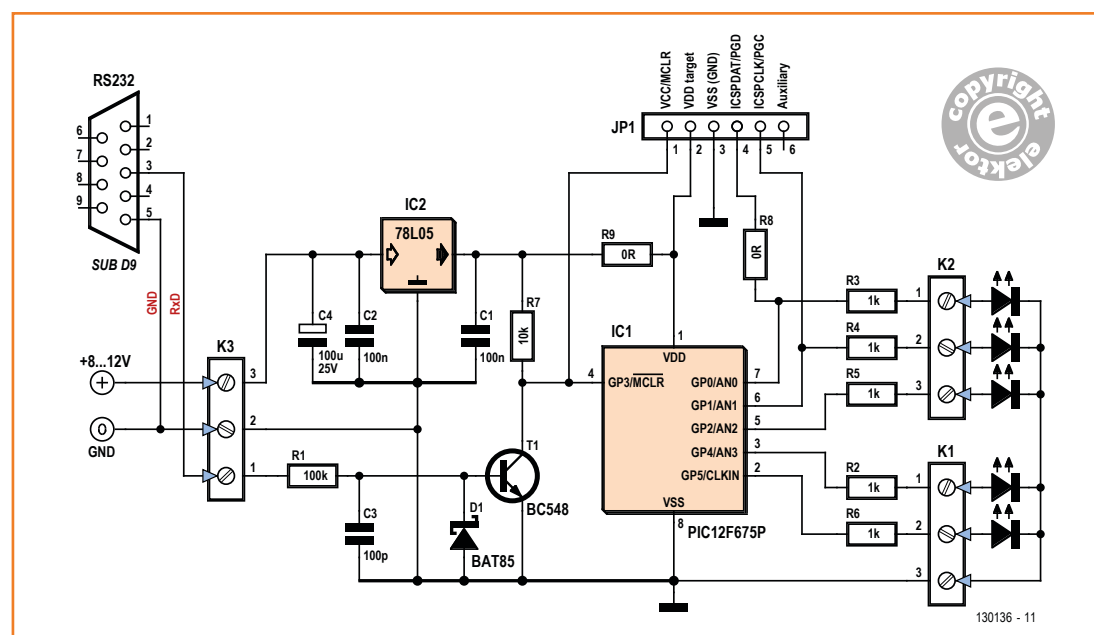


Bild 1.
Die einfache Schaltung des
LED-Steuermoduls.

Stückliste

Widerstände:

R1 = 100 k
R2...R6 = 1 k
R7 = 10 k
R8,R9 = 0 Ω

Kondensatoren:

C1,C2 = 100 n
C3 = 100 p
C4 = 100 µ, 25 V (Rubycon
25YXF100MEFC6.3X11)

Halbleiter:

D1 = BAT85
T1 = BC548
IC1 = PIC12F675-I/P (Microchip), pro-
grammiert 130136-41
IC2 = 78L05

Außerdem:

JP1 = 1x6-polige Stiftleiste

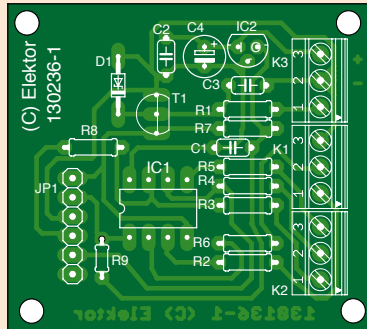


Bild 2. Nur konventionelle Bauteile und dennoch ein aufgeräumtes Layout!

K1...K3 = 3-polige
Platinenanschlussklemme
Platine 130136-1 [3]

programmierte Bausteine
,F' : Hex-Adresse Low-Byte: F für nicht
programmierte Bausteine
,P' : Befehl P für programmieren
,a'
,a'
,5': Sicherheitscode gegen unbeabsichtigtes
Programmieren
,5': Sicherheitscode gegen unbeabsichtigtes
Programmieren
,x': zu programmierende Hex-Adresse High-
Byte, x = 0-9, A-F
,y': zu programmierende Hex-Adresse Low-
Byte, y = 0-9, A-F
,CR': Carriage Return zum Abschluss

Man gibt am Terminal „HFFPaa55“ ein. Der Bau-
stein reagiert mit Einschalten aller LEDs. Danach
gibt man die gewünschte Adresse ein (xy) und
sendet CR (die Enter-Taste). Die LEDs verlöschen.
Nach einem Power-Cycle ist die Adresse program-
miert. Mit der gleichen Sequenz kann man die
Adresse des Moduls jederzeit ändern.

*Beispiel: Um ein noch nicht programmiertes Modul
auf die Adresse 23h zu programmieren, gibt man
„HFFPaa5523“ ein und drückt auf „ENTER“.*

LED-Muster einstellen

Ansteuern eines Moduls

,H' : Haus
,x': Hex-Adresse High-Byte des

anzusteuern des Hauses, x = 0-9, A-F
,y': Adresse Low-Byte des anzusteuern
Hauses, y = 0-9, A-F
,S': Befehl S für Set
,a': einzustellende LEDs High-Byte, 0-1
,b': einzustellende LEDs Low-Byte, 0-9, A-F
,CR': Carriage Return zum Abschluss

Die Eingabe lautet HxySab ENTER, wobei xy die
Adresse des Moduls angibt und nach dem S der
Hexwert der einzuschaltenden LEDs folgt. Mit
dem Bereich 00h bis 1Fh sind alle 32 möglichen
Kombinationen der fünf LEDs abgedeckt.

*Beispiel: Um die LEDs 3 und 5 von Modul 12 zu akti-
vieren, gibt man H12S14 ENTER am Terminal ein.*

Modular aufgebaut

In **Bild 2** ist die Platine eines Moduls zu sehen,
die über Elektor erhältlich ist. Da ausschließlich
Durchsteck-Bauteile verwendet werden, sollte die
Bestückung keine Probleme bereiten. Der Control-
ler darf in eine Fassung gesteckt werden. Die bei-
den 0-Ω-Widerstände R8 und R9 sind nur wegen
des Platinenlayouts erforderlich, natürlich kann
man hier einfach Drahtbrücken einsetzen.
Alle Module werden parallel angeschlossen. Da
dank R1 nur ein sehr geringer Strom aus der
RS232-Schnittstelle entnommen wird, ist diese
Parallelschaltung auch bei einer großen Anzahl
von Modulen kein Problem. Die RxD-Leitung liegt
auf Pin 3 der 9-poligen Sub-D-Buchse am PC.
Die Masse der RS232-Buchse an Pin 5 und die
Masse des (Stecker-)Netzteils werden verbunden.
Der Controller ist programmiert im Elektor-Ser-
vice unter der Nummer 130136-41 erhältlich.
Natürlich dürfen Sie den (die) Controller auch
selber programmieren, was insbesondere bei
einer größeren Stückzahl sinnvoll ist. Die Soft-
ware steht auf [3] kostenlos zur Verfügung. Im
Download-Paket enthalten sind auch CAD-Daten,
die mit dem kostenlosen CAD-Programm Design-
Spark erstellt wurden.

(130136)

Weblinks

- [1] [ww1.microchip.com/downloads/en/
DeviceDoc/41190G.pdf](http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/41190G.pdf)
- [2] www.microchip.com/pickit2
- [3] www.elektor.de/130136

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



€ 129,90*

ERSA Lötstation
i-CON NANO



€ 198,00*

*inkl. MwSt. und zzgl. Versandkosten

www.beta-eSTORE.com

Beta
LAYOUT
create : electronics

eSTORE[®] ist eine eingetragene Marke der Beta LAYOUT GmbH

PROTOTYPES

Beta LAYOUT

Entwerfen, Bestellen, Anfassen

3D-Druck online

mit neuester
Lasersinter-Technik



Ab sofort stellen wir alle 3D-Modelle
im Hi-Tech Lasersinterverfahren her.

Die Vorteile:

- Höhere Präzision
- Glattere Oberflächen
- Feinere Strukturen
- Komplexe Modelle sind realisierbar
- Flexibel bei Wandstärken von nur 0,4 mm - 2 mm

www.beta-prototypes.com

Beta
LAYOUT
create : electronics

LCR-Meter 2013

Erfahrungen, Nachträge und ein Firmware-Update

Von
Jean-Jacques Aubry,
(F)

Nach Erscheinen des mehrteiligen Beitrags, der das LCR-Meter 2013 zum Inhalt hatte, haben mehrere hundert Leser dieses hochpräzise Messgerät aufgebaut. Über das Interesse freuen sich sowohl die Anwender als auch der Autor. In diesem Nachtrag geht es zuerst um das Beseitigen von zwei noch verbliebenen Unvollkommenheiten.

Das LCR-Meter 2013 [1] bedarf in zwei Details noch einmal einer näheren Betrachtung. Beim Messen sehr niedriger Widerstandswerte scheint die Messung einzufrieren, und unter bestimmten Bedingungen ist das Ausführen der Funktion *Trim* nicht möglich. Auf den Website-Foren [2] und [3] hat der Autor diese Erscheinungen bereits diskutiert. Trotzdem wollen wir auch an dieser Stelle darauf eingehen.

Wenn der Wert des Messobjekts in Größenordnungen unter $1\ \Omega$ liegt, muss die Messspannung sehr hohen Anforderungen genügen. Deshalb stellt die Firmware die Verstärkung für die Spannungsmessung auf das Maximum ein:

- Messbereich 1 ($R_{\text{sense}} = 100\ \Omega$, Verstärkung des PGA103 = 100),
- Endverstärkung des DAC fast auf Maximum, in Stufe E oder F.

Die am Eingang liegende Offsetspannung wird ebenfalls verstärkt. Leider reicht die Kompensation, beschrieben im ersten Teil des Beitrags (März 2013), bei diesen Einstellungen nicht mehr aus. Das hat zur Folge, dass die maximale Eingangsspannung des A/D-Wandlers überschritten wird. Diese Erscheinung ist kein systematischer Fehler. Ob der Fehler Auswirkungen hat, hängt von den Offsetspannungen in U6 und U4 sowie vom Wert des Messobjekts ab.

Wenn beim Ausführen der Funktion *TRIM – OPEN-CIRCUIT* kein Messobjekt angeschlossen ist, erreicht die Verstärkung für die Strommessung ihr Maximum, mit der Frequenz 100 Hz (oder 120 Hz):

- Messbereich 8 ($R_{\text{sense}} = 100\ \text{k}\Omega$, Verstärkung des PGA103 = 100),
- Endverstärkung des DAC fast auf Maximum, in Stufe E oder F.

Unter diesen Betriebsbedingungen ist der Strommesskreis hoch empfindlich gegen Störsignale um 50 Hz (oder 60 Hz), die in die Messkabel einstreuen. Das Messergebnis kann dann so instabil werden, dass die Firmware die Anzeige auf dem Display unterdrückt. In diesem Fall wird das Ausführen von TRIM nicht bestätigt.

Zwei Probleme, zwei Lösungen

Welche Lösung die praktikablere ist, hängt von den Lötfertigkeiten des Anwenders ab.

- Die bessere Lösung ist eine Hardware-Modifizierung zusammen mit einem Soft- und Firmware-Update. Was die Hardware betrifft, muss die Schaltung rund um die Kompensation der Offsetspannung am Eingang angepasst werden. Außerdem muss die Firmware-Version 3.0.0 geladen werden, und die Software AU2011 ist ebenfalls gegen die Version 3.0.0 auszutauschen. Die Version 3.0.0 der Firmware erkennt an dem Widerstand in der Leitung von Port P2.2 (LCD_SI), dass die Hardware modifiziert wurde (siehe **Bild 1**).
- Die zweitbeste Lösung besteht darin, lediglich die neue Firmware und Software anzuwenden (Versionen 3.0.0) und auf die Hardware-Modifizierung zu verzichten.

Wir empfehlen, die neue Version der Firmware und Software sofort zu installieren. Die neue Version ist mit beiden Hardware-Versionen kompatibel.

Hardware-Modifizierung

Im ursprünglichen Entwurf wurde die Offsetspannung am Eingang dadurch kompensiert, dass dem Eingang von U6 ein Strom injiziert wurde. Die Wirksamkeit dieser Methode hängt jedoch vom

Gleichstromwiderstand des Messobjekts (*Device Under Test, DUT*) ab. In der modifizierten Schaltung (**Bild 1**) wird dem Ausgang von U5 (INA128) eine Korrekturspannung zugeführt, die Impedanz des DUT hat keinen Einfluss. Dadurch wird die Kompensation für die Spannungsmessung von der Strommessung abgekoppelt. Anschluss 5 von U5 darf nicht mit der analogen Masse verbunden sein, sondern muss über einen Widerstand an einer Spannung liegen, die von der Firmware

eingestellt werden kann.

Die Hardware-Modifizierung besteht aus vier Schritten:

- Entfernen Sie R34, damit die ursprüngliche Kompensation unwirksam ist. R42 und C35 sind nun ohne Funktion, sie können ebenfalls entfernt werden.
- Ersetzen Sie R46 durch einen Widerstand 10 Ω , am besten in der SMD-Bauform 0805. Sie können den Widerstand 10 Ω auch über

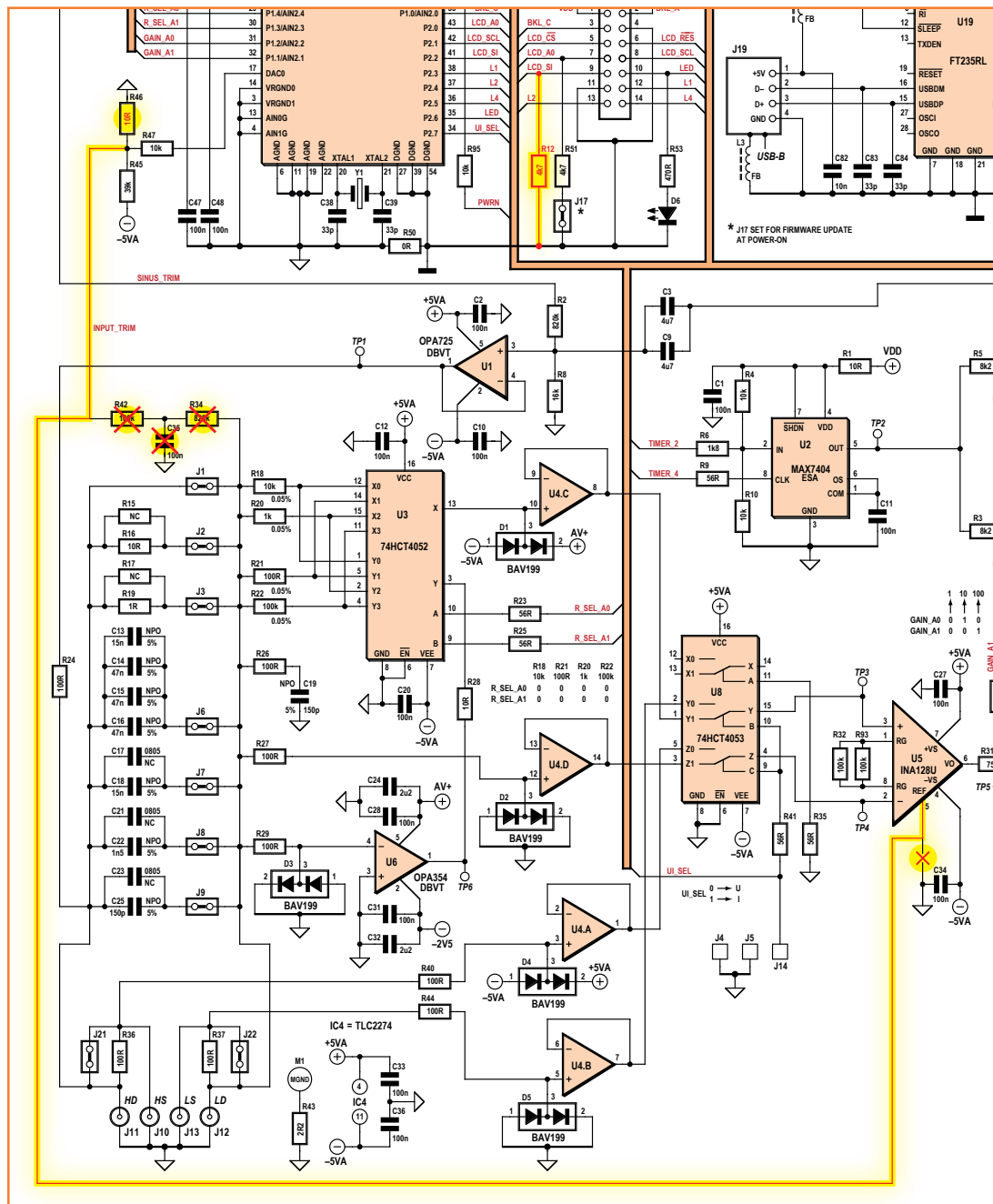
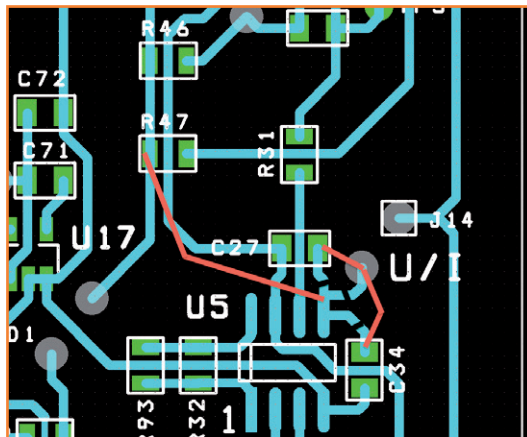


Bild 1.
Der Schaltungsausschnitt zeigt die Hardware-Modifikationen.

Bild 2.
Änderungen der Schaltung
für die Offset-Kompensation
bei U5.



- den vorhandenen 680-Ω-Widerstand löten.
- Der schwierigste Schritt: Sie müssen Anschluss 5 von U5 von seinem bisherigen Verbindungspunkt lösen und an den Verbindungspunkt von R45, R46 und R47 legen. Wenn Sie Anschluss 5 von U5 mechanisch trennen, besteht die Gefahr, dass U5 beschädigt wird. Wählen Sie deshalb die sichere

Bild 3.
Mit einem Fräswerkzeug
oder scharfem Messer
werden Leiterbahnen
durchtrennt, dann werden
Drahtverbindungen gelegt.

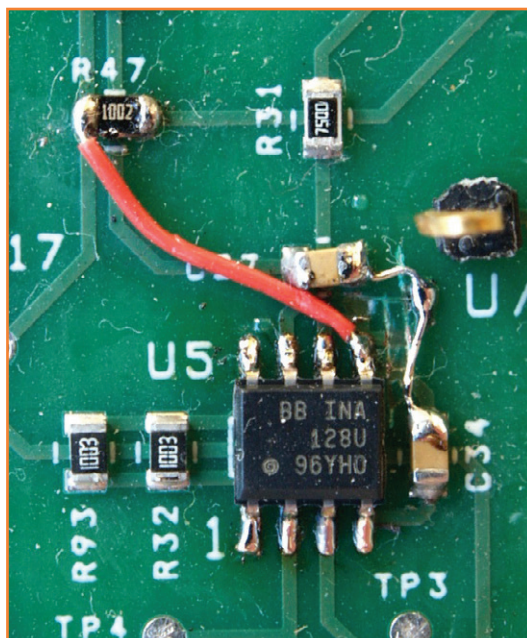
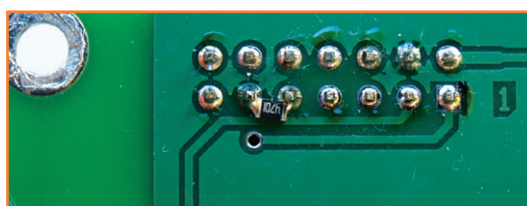


Bild 4.
Für die Firmware ist
dieser Widerstand das
Zeichen, dass die Hardware
modifiziert wurde.



Methode und trennen Sie auf der Platine drei Leiterbahnen auf: Die Leiterbahnen von U5.5 nach C27, nach C34 und zu der Durchkontaktierung, die sich neben J14 befindet (analoge Masse). Anschließend müssen Sie, wie in **Bild 3** gezeigt, C27 und C34 über Drähte mit der Durchkontaktierung verbinden. Legen Sie nun Anschluss 5 von U5 über einen Draht an den Verbindungspunkt von R45, R46 und R47.

- Löten Sie auf der Platinenunterseite einen Widerstand 4,7...10 kΩ zwischen die Anschlüsse 9 und 11 von J17 (**Bild 4**). Wie schon erwähnt, erkennt die Firmware an diesem Widerstand die Modifizierung der Hardware.

Neue Software

Die Firmware-Version 3.0.0 (Dateiname: *LCR3A_firmware_V300.hex*, siehe [4]) verbessert die Kompensation der Offsetspannung am Eingang, wenn ein Widerstand zwischen Anschluss 9 von J17 und Masse erkannt wird. Der Widerstand ist das Zeichen dafür, dass die beschriebene Hardware-Modifikation vorgenommen wurde. Die neue Firmware-Version macht eine Anpassung der Menüs im Programm AU2011 notwendig, die angepasste Version hat ebenfalls die Versionsnummer 3.0.0. Anstelle von *Input_offset_adjustment* sind nun zwei Funktionen vorhanden, sie heißen *Input_offset_I adjustment* (Klemmen kurzgeschlossen) und *Input_offset_U adjustment* (Klemmen offen).

Wenn Sie die Hardware-Modifizierung nicht durchführen wollen, bleibt noch die Begrenzung der Gesamtverstärkung im Bereich 1. Eine solche Begrenzung ist auch im Bereich 8 für den Fall vorgesehen, dass die Kompensation *TRIM - OPEN-CIRCUIT* in störintensiver Umgebung nicht gelingt.

Die Verstärkungsbegrenzung ist auch dann aktiv, wenn die Hardware-Modifizierung nicht vorgenommen wurde.

Der maximale Anfangswert ist 5 bei Geräten ohne Hardware-Modifizierung (Schritt F), bei Geräten mit Hardware-Modifizierung ist er 15. Das Gerät speichert auch diese angepassten Werte, ebenso wie alle übrigen Parameter und Einstellungen, die im Fenster *Preferences* vorgenommen werden. Für den Stand-alone-Modus sind zwei Funktionen hinzugekommen, und im PC-Modus hat das Fenster *Preferences* ein abweichendes Erscheinungsbild, falls die Option *access to adjust. menus*

aktiviert ist. **Bild 5** und **Bild 6** zeigen, wie dies aussieht.

Ferner wurde die Bedienung der PC-Software in einigen Details verbessert. Jetzt gibt es eine Funktion *Port/Close port*, was die Bedienung erleichtert, falls versehentlich der falsche Port gewählt wurde. Der korrekte Port kann dann nach einem Klick auf *Open Port* im Hauptfenster gewählt werden.

Messen hoher Impedanzen

Eine analoge Spannungs- oder Stromfilterung der Messsignale im niederfrequenten Bereich findet nicht statt, die Messsignale werden ungefiltert digitalisiert. Anschließend wird die Periode der Netzspannung mehrfach gemessen und daraus der Mittelwert gebildet. Während dieser Phase lässt sich der Einfluss von Störsignalen mindern, die in die Messleitungen einstreuen.

Das Signal am Eingang des A/D-Wandlers kann kurzzeitig den Eingangsbereich übersteigen, so dass die Messung ungültig ist. Dies kann sich insbesondere beim Messen hoher Impedanzen recht hinderlich auswirken. In diesem Fall müssen einige spezielle Regeln beachtet werden, sie gelten für die Messbereiche 7 und 8 sowie beim Ausführen von *TRIM - OPEN-CIRCUIT*.

Bauen Sie die Elektronik in ein geerdetes Metallgehäuse ein. Stahlblech bietet bei niedrigen Frequenzen eine bessere Abschirmung als Aluminium. Denken Sie an die Erdung, wenn Sie das LCR-Meter stand-alone an einem USB-Netzadapter oder im PC-Modus zusammen mit einem Laptop betreiben. Der Netzstecker eines USB-Adapters ist zweipolig, die Erdung des LCR-Meters ist ohne Schutzkontakt nicht möglich. Ein Laptop, der an seinem Akku arbeitet, ist ebenfalls nicht geerdet.

Verwenden Sie möglichst kurze Messleitungen und meiden Sie die Nähe von Netzspannung führenden Kabeln. Sie können das LCR-Meter und die Messleitungen durch eine Stahlplatte mit genügend großer Oberfläche abschirmen.

Falls sich die Störungen nicht auf das unvermeidliche Maß herabdrücken lassen, müssen Sie die Verstärkung der Messkette im Bereich 8 herabsetzen (*Max DACIndex I* im Stand-alone-Modus). Noch eine letzte Anmerkung: Inzwischen hat die Erfahrung gelehrt, dass die Version des Messkopfs mit vier BNC-Buchsen (Tonghui TH26001A oder Hameg HZ181) zu besseren Ergebnissen führt als die Version mit Kelvin-Klemmen.

(130307)gd



Bild 5.
Zwei neue Funktionen im Stand-alone-Modus.

Weblinks

- [1] LCR-Meter 2013,
Teil 1: Elektor März 2013,
www.elektor.de/110758
Teil 2: Elektor April 2013,
www.elektor.de/130022
Teil 3: Elektor Mai 2013,
www.elektor.de/130093
- [2] www.elektor.fr/forumLCR
- [3] www.elektor.com/forum/elektor-forums/fields-of-interest/test-measurement.1543743.lynkx
- [4] www.elektor.de/130093

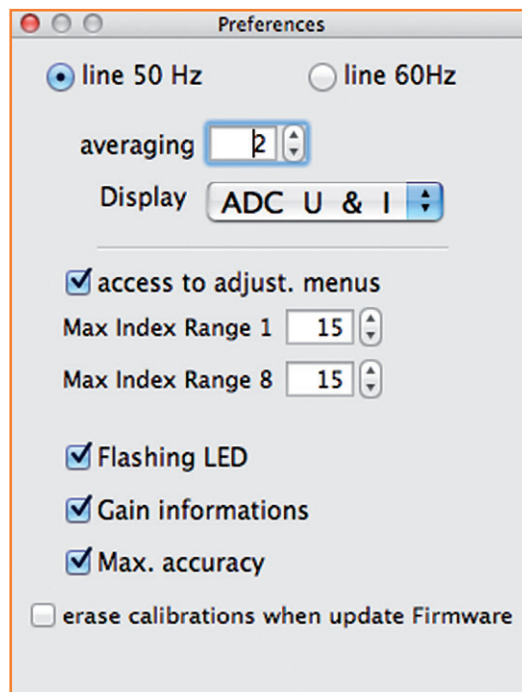


Bild 6.
Die Option *access to adjust. menus* in den Preferences des PC-Modus.

Forze VI: Motor-Racing mit Wasserstoff



Forze VI und das Team

Die Symbolik des Schauplatzes passte zu dem Ziel, das sich das Forze-Team gesetzt hat. Seinerzeit revolutionierte die beginnende Ära der Luftfahrt die Welt. Es galt damals als bahnbrechende Sensation, in 24 Stunden auf der Gegenseite unseres Planeten angekommen zu sein. Heute sind die siebzig Studenten überzeugt, dass sie einen Beitrag zu einer anderen Revolution leisten, zur Tauglichkeit sauberer, erneuerbarer Energien. Der Force-VI-Rennwagen bringt 880 kg auf die Waage, er fährt 220 km/h Spitze und beschleunigt von Null auf Hundert in vier Sekunden. Das Herz dieses Kraftpakets ist das Brennstoffzellensystem, das durch die Reaktion von Wasserstoff und Sauerstoff Energie freisetzt. Die chemische Energie wird in elektrische Energie gewandelt, sie treibt zwei Elektromotoren an, die zusammen 380 kW leisten. Die drei Kilogramm Wasserstoff, die auf zwei Tanks mit 350 bar Innendruck verteilt sind, reichen für 30 Minuten Renneinsatz bei voller Leistung aus.

Nachhaltigkeit

In einem Hangar des Flugplatzes berichtete Edgar van Os, Leiter des Forze-Teams, dass die Studie-

Von

Tessel Renzenbrink

(Redaktion Elektor TTF)

Am 9. September dieses Jahres wurde Forze VI vorgestellt, das erste mit Wasserstoff betriebene Automobil für den Motorrennsport. Ort des Geschehens war ein ehemaliger Flugplatz im niederländischen Katwijk. Die kreativen Köpfe hinter dem Projekt: Siebzig Studierende der Technischen Universität Delft.

renden nicht selten 80 Stunden in der Woche an dem Projekt arbeiten. „Wir wollen zeigen, dass nachhaltige Energien, nutzbar in großem Stil, keine Utopien sind. Unser Beitrag zur Nachhaltigkeit ist der Einsatz der Brennstoffzelle im Automobil-Rennsport. Das Projekt ist keine pubertäre Spielerei einiger junger Menschen. Damit würden wir weder die Fachwelt noch ein breites Publikum überzeugen.“

Van Os rief im Jahr 2007 das Forze-Projekt ins Leben, ohne dass Forschungsgelder flossen oder die Industrie Hilfen in Aussicht stellte. Das erste, damals noch hochgesteckte Ziel war die Konstruktion eines brennstoffzellengetriebenen Go-Karts. Ein Jahr später nahm das Go-Kart an einem so genannten Formel-Null-Rennen teil, ein Rennen für Automobile, die „null“ Emissionen in die Umwelt ausstoßen. Force I, so hieß das Go-Kart, schlug fünf Konkurrenten anderer Universitäten und errang im ersten Anlauf den ersten Platz. Seit diesem Erfolg hat Forze einige evolutionäre Entwicklungsschübe erlebt. Die Teams der Studierenden wurden von nachwachsenden Semestern abgelöst, sie bauen auf den Arbeiten ihrer Vorgänger auf. Die Entwicklung einer Brennstoffzelle

in eigener Regie begann 2010. Die neue Brennstoffzelle wurde zuerst in Force IV eingesetzt, gleichzeitig wagte das Team den Sprung vom Go-Kart zum leichten Rennwagen. Mit Force VI wurde nun der Öffentlichkeit das erste voll ausgewachsene Automobil für den Motorrennsport präsentiert.

Wasserstoff

Nach den einführenden Worten von Edgar van Os referierte Bernard Dam, Professor im Fachbereich Chemie der TU Delft über die Zukunft der Wasserstofftechnologie: „Die Erderwärmung und ihre Folgen sind wissenschaftlich belegt. Deshalb ist es zwingend notwendig, den Kohlendioxid-Ausstoß bis zum Jahr 2050, verglichen mit dem Jahr 1990, um 80 % bis 90 % zu reduzieren. Der Ausstoß der heute fahrenden und fliegenden Verkehrsmittel steht unmittelbar im Focus, die Emissionen der Industrie lassen sich ungleich schwerer in den Griff bekommen.“

Im Blickfeld eines breiten Publikums stehen heute Elektrofahrzeuge, die ihre Energie aus mitgeführten Akkus beziehen. Wenn der in den Akkus gespeicherte Strom aus erneuerbaren Energien gewonnen wird, bleibt die Umwelt von Emissionen verschont. Außerdem kann die Gesamtheit der akkubetriebenen Fahrzeuge als örtlich verteilter Energiespeicher betrachtet werden. Da Sonne und Wind keine kontinuierlichen Energielieferanten sind, ist es zwingend notwendig, elektrische Energie zu speichern.

„Leider“, sagt Professor Dam, „kann niemand vorhersehen, ob es zukünftig alltagstaugliche Akkus gibt, die das Fahrzeug mit nur einer Ladung über tausend Kilometer mit Strom versorgen.“ Die Akzeptanz elektrischer Automobile wird nicht zuletzt von der Vorstellung gebremst, schon nach kurzer Fahrt mit leeren Akkus am Straßenrand zu stranden. Hybride Systeme mit Brennstoffzellenmotoren als Zweittrieb können dazu beitragen, diese Bedenken zu zerstreuen. Mit seinen Mitarbeitern arbeitet Professor Dam an einem Verfahren, das die

kostenarme Gewinnung von Wasserstoff in großem Maßstab zum Ziel hat. Noch wird Wasserstoff überwiegend aus Erdgas gewonnen. Das hat zwei Nachteile: Zum einen wird Kohlendioxid freigesetzt, zum anderen ist der Vorrat an Erdgas begrenzt. Das Verfahren, das Dam entwickelt, heißt *Water Splitting*. Eine fotoelektrochemische Zelle wird in ein Wasserbad getaucht und anschließend der Sonnenstrahlung ausgesetzt. Die daraus resultierende chemische Reaktion spaltet das Wasser in seine chemischen Elemente Wasserstoff und Sauerstoff. Für die Forscher ist ein Meilenstein in Sicht, denn sie werden den Wirkungsgrad bald auf 5 % steigern können. Ihr erklärtes Ziel ist es, in drei Jahren an der 10-%-Marke anzukommen. Wenn das geschafft ist, wird das Verfahren wirtschaftlich sein.

Wasser

Wenn Wasserstoff und Sauerstoff in der Brennstoffzelle miteinander reagieren, ist reines Wasser das einzige Nebenprodukt. Bei Force VI beläuft sich die Menge auf einen Liter in der Minute. Das Wasser kann entweder im Fahrzeug verbleiben und mitgeführt werden, oder es wird in die Umwelt abgelassen. Beides ist nicht ideal, denn entweder führt das Fahrzeug unerwünschten Ballast mit sich, oder die Fahrbahn wird ständig benetzt. Die Folge wäre, dass die Bodenhaftung nachfolgender Fahrzeuge gemindert wird. Das Delfter Team hatte die Idee, mit dem Wasser das Bremssystem des Fahrzeugs zu kühlen, so dass das Wasser verdampft. Force VI ist ein vollwertiges Automobil für den Motorrennsport, das die benzingetriebene Konkurrenz nicht zu scheuen braucht. Während der Saison 2013 bis 2014 wird Force VI voraussichtlich an 25 Rennen teilnehmen. Ein Höhepunkt wird der Versuch sein, den Rundenrekord elektrisch angetriebener Automobile auf der Piste im niederländischen Zandvoort zu brechen. Auf dem Nürburgring will Force VI beweisen, dass es das schnellste brennstoffzellengetriebene Rennsport-Automobil auf dieser geschichtsträchtigen Strecke ist.

(130203)gd



Kondensator-Tester Heathkit IT-28

Von Dan Koellen (USA)



Vor kurzem habe ich Elektors Kapazitätsmessgerät „Pico C-Super“ [1] gebaut. Ich hatte viel Spaß dabei und war beeindruckt von dessen Präzision und Einfachheit. Frequenzzähler und Signalgenerator waren nette Zugaben. Während der Beschäftigung mit dem Messgerät erinnerte ich mich noch an einen alten Kondensator-Tester von Heathkit, der irgendwo in meinem Garagen-Labor stecken

musste. Es gelang mir, das mit IT-28 beschriftete Teil auszugraben. Abgesehen von Staub und Spinnweben schien es in gutem Zustand – vor allem wenn man bedenkt, dass dieses Gerät ein durchnässtes Opfer eines heftigen Sturms war, der das Gartenhäuschen wegblies, in dem sich der Apparat befand. Auch die originale Bauanleitung war in prima Zustand. **Bild 1** zeigt IT-28 und Pico C-Super friedlich nebeneinander.



Bild 1. Das IT-28 kommt auf ordentliche 2,2 kg und benötigt das Stromnetz. Das batteriebetriebene Pico C-Super ist dagegen ein Leichtgewicht - nicht aber bezüglich seiner Fähigkeiten. Das magische Auge ist bei abgestimmter Brücke offen.

Gute Zeiten

In den 1960ern und 70ern war die Firma Heathkit ein sehr bekannter Lieferant von Bausätzen für Geräte aller Art, darunter auch welche für den Amateurfunk und diverse Messgeräte. Auch wenn der Selbstbau damals weit verbreitet war, so war es doch richtig schwer und teuer, z.B. ein Funkgerät nur mit Hilfe einer Schaltung und lokal verfügbaren Bauteilen zu bauen. Ganz anders die Bausätze mit ihren ausführlichen Bauanleitungen und allen elektronischen und mechanischen Teilen, die per Post nach Hause kamen. Und da damals selbst kommerzielle Geräte jede Menge Handarbeit benötigten, konnte man durch Selbstbau ordentlich Geld sparen.

Von IT-11 zu IT-28

Schon 1961 gab es von Heathkit den „Capacity Checker“ IT-11 als Bausatz. Kleinere Verbesserungen führten 1968 zum Modell IT-28, das bis 1977 lieferbar war. Neu waren auch ein dreidradiges Netzkabel, eine Federhalterung für den

Tabelle 1. IT-28 Messbereiche und Referenzen für Kapazität und Widerstand

Hinweis: $\mu\text{fd} = \mu\text{F}$; $\mu\text{pfd} = \text{pF}$; $\text{nfd} = \text{nF}$; mica = Keramik, mylar = Folie

Kapazität			Widerstand		
Auswahl	Referenz	Bereich	Auswahl	Referenz	Bereich
C $\times$,0001	200 μpfd (200 pfd) mica	10 μpfd (10 pfd) bis 0,005 μfd	R $\times$ 1	200 Ω 1%	5 Ω bis 5000 Ω
C $\times$,01	,02 μfd (20 nfd) mylar	0,001 μfd (1 nfd) bis 0,5 μfd	R $\times$ 100	20 k Ω 1%	500 Ω bis 500 k Ω
C $\times$ 1	2 μfd mylar	0,1 μfd bis 50 μfd	R $\times$ 10 k Ω	2 M Ω 1%	50 k Ω bis 50 M Ω
C erweitert	2 μfd mylar + 9 k Ω 1%	20 μfd bis 1000 μfd			
Externe Referenz		Max. Verhältnis 25:1 zu externer Referenz	Externe Referenz		Max. Verhältnis 25:1 zu externer Referenz

Gleichrichter 6AX4, bessere Kondensatoren, 120-V- oder 240-V-Betrieb, eine neue Gehäusefarbe und weitere Kosmetik.

Der mit drei Röhren bestückte Typ IT-28 ist eine Wechselspannungsbrücke, die mit einem 60-Hz-Signal betrieben wird, das mit einem 1:2-Trafo aus der 6,3-V-Heizwicklung des Netztrafos abgezapft wurde (siehe **Bild 2**). Die Brücke kann auch über die Frontplatte mit einem externen Signal versorgt werden. Das Gerät ist vielfältiger als man denken würde: Man kann damit auch Widerstand, Induktivität und das Wicklungsverhältnis von Trafos messen. Kapazität und Widerstand werden gegen interne Bauteile gemessen. Induktivität und Wicklungsverhältnis benötigen externe Referenzen. Zwischen den beiden restlichen Ästen der Brücke ist ein 1-k Ω -Präzisions-Drahtwiderstand geschaltet, mit dem die Brücke balanciert wird. **Tabelle 1** zeigt die Messbereiche. Interessant ist, dass die Spreizung bei der Kapazität enorme 1:500 und beim Widerstand sogar 1:1000 beträgt.

An der Skala der Frontplatte kann man durch die Position des Balance-Potis den Wert des zu messendem Widerstands, der Kapazität, der Induktivität oder des Wicklungsverhältnisses ablesen. Das Wechselspannungspotential über der Brücke wird an das Gitter der in der Röhre 6BN8 enthaltenen Triode gelegt, wodurch sich eine Wechselspannungsverstärkung ergibt. Die beiden in dieser Röhre enthaltenen Dioden sind als Halbwellen-Spannungsverdoppler geschaltet. Die daraus resultierende Gleichspannung liegt am Steuergitter der 6E5, einem „Magischen Auge“. In Röhrenradios wurde das Magische Auge in der Regel zur Anzeige der Empfangsfeldstärke verwendet. Das leuchtende Auge schließt sich mit negativer werdender Steuerspannung. Beim Radio bedeutete ein geschlossenes Auge eine hohe Feldstärke. Hier aber steht ein möglichst offenes Auge = wenig leuchtende Fläche für eine gut abgestimmte Brücke. Die Treiberschaltung für die 6E5 ist in **Bild 3** abgebildet. Das magische Auge sitzt prominent oben auf der Frontplatte (siehe **Bild 4**).

Leckende Elkos

Zusätzlich zur Kapazitätsmessung kann man mit dem Checker auch die Leckströme von Kondensatoren bei Betriebsspannungen von 3...600 V erfassen. Dabei muss man zwischen den Kondensatortypen „ELECTROLYTIC“, „MIN.'LYTIC“ oder „PAPER/MICA“ wählen.

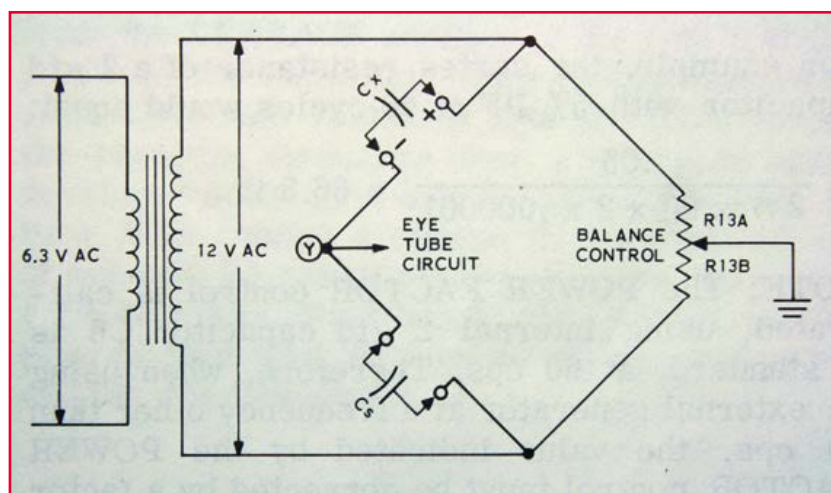


Bild 2. Die Schaltung der Brücke aus der Bauanleitung. Den Messwert liest man anhand der Position von R13 auf einer Skala der Frontplatte ab. Die Brücke ist im Gleichgewicht, wenn die Reaktanzen balanciert sind: $X_{\text{Test}} = X_{\text{Referenz}} \times (R_{13A}/R_{13B})$.

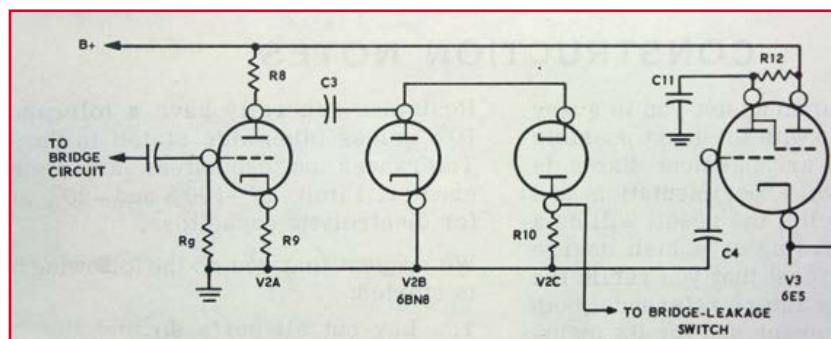


Bild 3. Die Beschaltung des Magischen Auges 6E5 aus der Bauanleitung. Die Triode der 6BN8 arbeitet als Wechselspannungsverstärker, gefolgt von einem Spannungsverdoppler mit den beiden verbleibenden Dioden der Röhre. Auf eine negative Gitterspannung reagiert die 6E5 mit geschlossenem Auge.

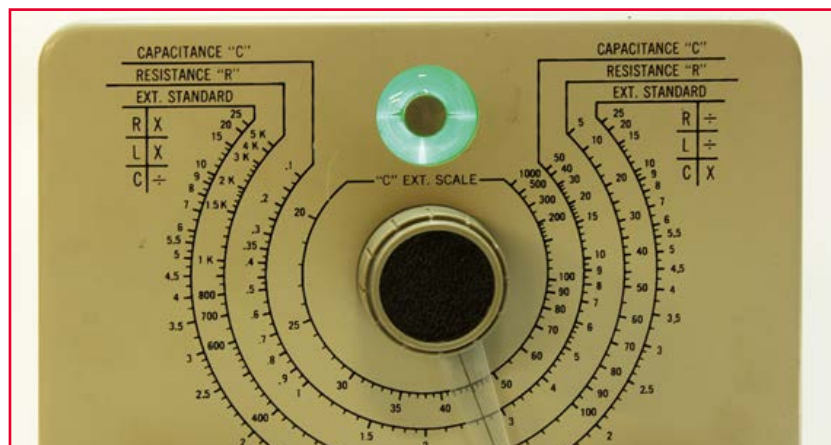


Bild 4. Nahaufnahme der Skalen und des magischen Auges.

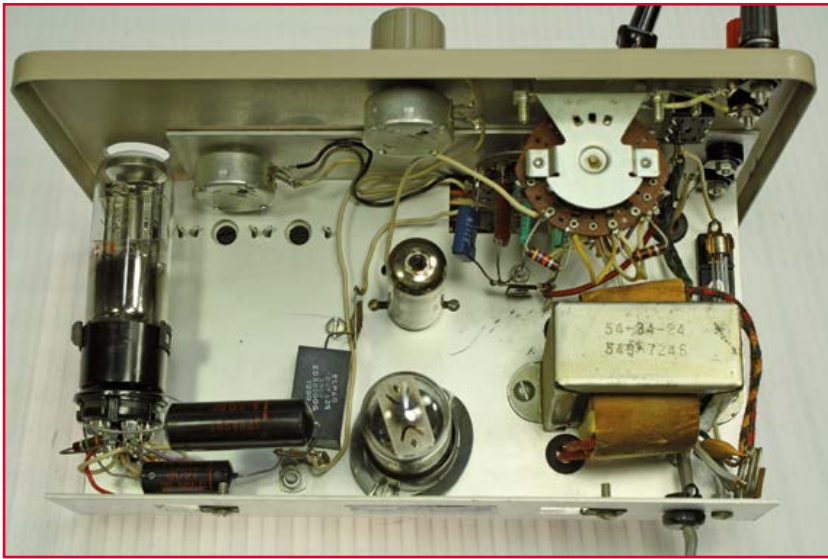


Bild 5. Die (linke) Röhrenseite. Das magische Auge 6E5 ist die hier links horizontal abgebildete Röhre. In der Mitte ist die 6BN8 und unten der Hochspannungsgleichrichter 6AX4 zu sehen. Oben rechts von der 6BN8 kann man einige Referenz-Kondensatoren und -Widerstände sehen.

Anfänglich war ich vom Begriff „MIN.'LYTIC“ verwirrt. Ich nahm an, ein Elko mit kleiner Kapazität sei gemeint. Doch die Bedienungsanleitung machte die Sache klarer:



Bild 6. Die Innenansicht der rechten Seite des IT-28. Links im Bild sieht man den Bridge/Discharge/Leakage-Schalter. Am Schalter in der Mitte fällt die Widerstandskette auf, mit der man die gewünschte Arbeitsspannung wählt. Mit den drei Pots rechts stellt man die Schwellen der Leckströme für die drei Kondensator-Typen ein.

„HINWEIS: Ein MIN.'LYTIC (miniature electrolytic) kann von einem Elko dadurch unterschieden werden, dass er eine hohe Kapazität, eine geringe Betriebsspannung und kleine Abmessungen aufweist. Miniatur-Elkos gibt es im versiegelten Keramik- oder Kunststoff-Gehäuse.“

Die Zeiten haben sich geändert. Bei den heute üblichen niedrigen Betriebsspannungen sind die MIN.'LYTIC die „normalen“ Elkos. Bei der damaligen Röhrentechnik mit Anodenspannungen von einigen hundert Volt gab es im Netzteil heute als Hochspannungs-Elkos durchgehende Kondensatoren mit hoher Betriebsspannung, aber nur einigen zehn μF Kapazität.

Leckströme eines Kondensators fließen über einen Widerstand nach Masse. Der resultierende Spannungsabfall liegt am Gitter der 6BN8-Triode. Für die Leckstromerfassung ist sie als Gleichspannungsverstärker geschaltet, dessen Ausgang direkt das Steuergitter des magischen Auges treibt. Die Dioden in der 6BN8 werden hier nicht benutzt. Anfangs ist der Ladestrom des Testkondensators hoch, weshalb das magische Auge am Anfang geschlossen ist. Bei voll geladenem Kondensator sollte der Strom durch den Widerstand null werden, wodurch sich das Auge öffnet. Bei Leckströmen aber bleibt das Auge geschlossen. Der Wert des Widerstands ist für jeden an der Frontplatte einstellbaren Kondensator-Typ unterschiedlich, so dass sich unterschiedliche Empfindlichkeiten für Leckströme ergeben.

Auch der Leistungsfaktor kann bestimmt werden, was hauptsächlich auf der Messung des effektiven Serienwiderstands ESR (Effective Series Resistance) beruht. Dazu muss man den ESR-Wert mit Hilfe einer Formel aus dem Handbuch berechnen.

Wiedergeburt

Nach äußerer Reinigung des Metallgehäuses war das IT-28 überraschend sauber (siehe **Bild 5**). Auch die Lötstellen sahen gut aus und die Verdrahtung schien in Ordnung. Es waren keine überhitzten oder zerbrochenen Bauteile etc. zu sehen. Datums-Codes auf Bauteilen indizierten das dritte Quartal 1972. Ich nehme also an, dass der Apparat Ende 1972 oder im Jahr darauf gebaut wurde. Es gab doch noch ein Problem: eine durchgebrannte Netzsicherung. Ich suchte also nach Kurzschlüssen, prüfte die Elkos auf Leckströme mit einem Ohmmeter und maß den Wert der Ableitwiderstände. Die beiden klei-

neren Referenz-Kondensatoren konnte ich mit dem Pico C-Super messen. Für die Referenzwiderstände und den 2- μ F-Kondensator genügte ein Digitalmultimeter.

Nach Ersetzen der Sicherung und einem Stoßgebet steckte ich den Stecker in Ermangelung eines Regeltrafos direkt in eine Steckdose und legte den Netzschalter um. Kein Rauch, die Sicherung blieb heil und die Röhren begannen zu glühen. Funken bei einem Schalter veranlassten mich zu einer gründlicheren Reinigung des Chassis und der Schaltkontakte. Nach dieser Reinigung (siehe **Bild 6**) war kein Lichtbogen mehr zu sehen und der Betrieb viel stabiler. Alle Röhren sahen gut aus, und als mich das Auge der 6E5 anschaute, kam mir dieses Gedicht in den Sinn:

*Alle Heizungen erleuchtet
Auch kein roter Punkt zu sehen
Keine Röhre lila leuchtet
Diese Schaltung, die wird gehen!*

Es machte Spaß, beim Durchmessen diverser Widerstände und Kondensatoren das Öffnen des magischen Auges zu beobachten. Bei kleinen Kondensatoren kann man leicht über den Punkt des sich öffnenden Auges hinwegdrehen. Das Handbuch empfiehlt bei kleinen Kondensatoren daher eine externe Messfrequenz von „1000 cps“ (1 kHz). Ich habe es nicht ausprobiert, werde es aber im Hinterkopf behalten.

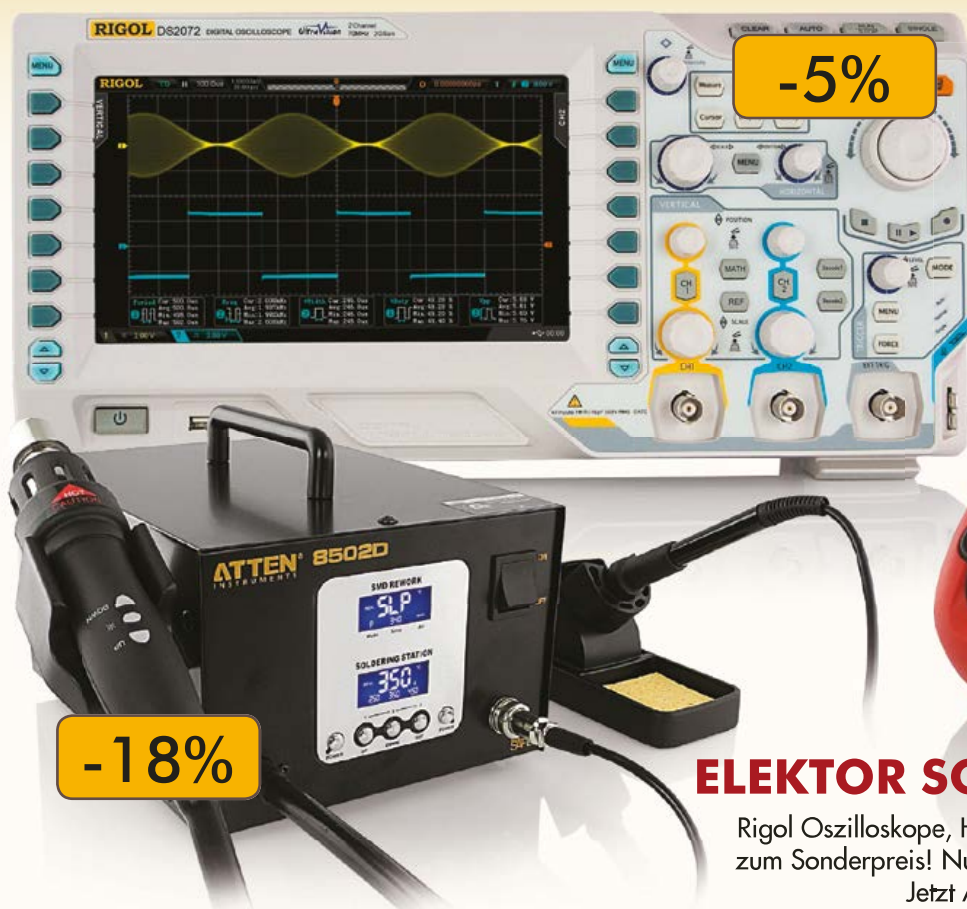
Auftritt Pico C

Da das Messgerät funktionierte, war es Zeit für eine Kalibrierung. Hierzu war dem Bausatz ein 200- Ω -Widerstand mit 1%-Genauigkeit beigelegt. Die Abgleichprozedur bestand im Messen dieses Widerstands und einer Verstellung des Zeigers (Poti-Knopf), damit er genau über der „200“ auf der Skala stand. Dabei wird implizit davon ausgegangen, dass auf diese Weise alle anderen Bereiche und auch Kondensatoren ebenfalls kalibriert werden. Ich überprüfte das mit

Anzeige

BATRONIX

FÜHRENDE PROGRAMMIER- UND MESSLÖSUNGEN



Jetzt
Angebote
nutzen!

ELEKTOR SONDERPREIS AKTION

Rigol Oszilloskope, Heißluft- & Lötstationen und UNI-T Multimeter zum Sonderpreis! Nur für Elektor Leser und bis zum 15.11.2013.
Jetzt Angebote nutzen: www.batronix.com/go/28

Tabelle 2. Messergebnisse in der Skalenmitte

Hinweis: $\mu\text{fd} = \mu\text{F}$; $\mu\mu\text{fd} = \text{pF}$; $\text{nfd} = \text{nF}$.

Bereich	DMM	Elektor Pico C-Super	Heathkit IT-28
C $\times$,0001	-	210 pF	205 $\mu\mu\text{fd}$
C $\times$,01	-	20,8 nF	,0205 μfd
C $\times$ 1	1,96 μF		2,1 μfd
R $\times$ 1	220 Ω		223 Ω
R $\times$ 100	22,6 k Ω		22700 Ω
R $\times$ 10 k	2,32 M Ω		2350 k Ω

Widerständen und Kondensatoren, die ich zuvor mit meinem DMM und dem Pico C-Super ausgemessen hatte. In der Mitte der Messbereiche (und der Skala) war die Übereinstimmung recht gut (siehe **Tabelle 2**). An den Bereichsenden nahm die Genauigkeit aber ab. Dies war zu erwarten, da die Messung ja dem Verhältnis der Widerstände zu beiden Seiten des Poti-Schleifers entspricht. Das Verhältnis ist aber nicht linear und springt an den Enden auf null oder unendlich, was sich auch auf der Skala abbildet. Messungen außerhalb eines Bereichs um die Mitte eignen sich zwar noch zur Beurteilung, ob ein Bauteil in Ordnung ist, aber genaues Messen geht anders. Störend sind auch die mehrfachen Skalen auf der Frontplatte, wobei die für Widerstand und Kondensator sogar gegenläufig sind. Dies und die Notwendigkeit der Interpolation macht eine Messung mit dem IT-28 gegenüber dem Pico C-Super oder einem DMM nicht nur schwieriger, sondern auch ungenauer. Selbst wenn die kleinste messbare Kapazität laut Handbuch 10 pF beträgt, würde ich einer Messung so nah am Skalenrand nicht trauen.

Ich hatte mehrere unbeschriftete Induktivitäten herumliegen, die ich dank des IT-28 mit einer frisch gekauften Spule als Referenz vergleichen konnte. Das war sehr praktisch, da ich gerade mit dem Software Defined Radio herumexperimentierte und zwecks Resonanz mit einem per Pico C-Super gemessenen Kondensator eben Induktivitäten messen musste.

Kondensator-Formierung

Die Kalibrierung für Leckströme bestand schlicht in der Anpassung der Schwellen, bei denen sich das magische Auge bei den verschiedenen Kondensator-Typen schließt. Ich überprüfte auch die Ladespannungen: Alle lagen innerhalb von 10 % um den eingestellten Wert. Für Leckströme, so dachte ich, müsste ein alter mit Papier umhüllter

Elko von 1962 aus meiner Sammlung sicherlich geeignet sein. Und ja: Das magische Auge blieb geschlossen, ergo ein Leckstrom! Nachdem ich zufrieden diese Messung mehrfach wiederholte, wollte aber irgendwann kein Leckstrom mehr fließen! Die Auflösung des Rätsels brachte das Internet. Ich hatte den Elko „formiert“. Das empfohlene Vorgehen beginnt bei niedrigen Spannungen in mehreren Schritten bis hin zur nominalen Spannung. Also etwas anders, als ich es gemacht habe. Durch die einstellbare Spannung eignet sich ein IT-28 aber sehr gut zum Formieren alter Elkos.

Kleiner Bruder

Auch wenn mein IT-28 eine willkommene Bereicherung meines Labors darstellt, verwende ich für Kapazitätsmessungen doch lieber Pico C-Super. Die Fähigkeit mit dem kleinen und leichten Pico C-Super selbst Kapazitäten unter 1 pF durch Kompensation der Messkabel zu erfassen sowie die hohe Auflösung und die einfache Ablesbarkeit macht es zum idealen Messgerät für Kondensatoren < 500 nF. Zudem kann man mit dem Pico C-Super auch Frequenzen und Periodendauern messen. Ich nutze den integrierten Signalgenerator sogar relativ häufig. Für Widerstandsmessungen und für Kondensatoren >500 nF kommt mein DMM zum Zuge. Wenn ich aber den Wert einer Spule oder das Wicklungsverhältnis eines unbeschrifteten Trafos bestimmen will, dann kommt das IT-28 zu Ehren. Das gilt auch für das Formieren alter Elkos oder wenn ich gerade mal wieder Lust darauf habe, mich von einem magischen Auge anzwinkern zu lassen.

(130193)

Weblink

[1] Pico C-Plus und Pico C-Super, Elektor Februar 2012, www.elektor.de/110687

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).

Seminar ‚Arduino - Programmierung und Projektentwicklung‘

Nach einer kurzen Einführung und der Inbetriebnahme des Arduino-Boards erfolgt eine systematische Einführung in verschiedene Themengebiete.

Dabei wird neben den erforderlichen theoretischen Grundlagen stets größter Wert auf eine praxisorientierte Ausrichtung gelegt. So werden wichtige Techniken wie AD-Wandlung, Timer oder Interrupts anhand von Praxisprojekten ausführlich erläutert.

Den Abschluss des Seminars bildet eine Einführung in die eigenständige Entwicklung von Projekten und Systemen. Der Seminarteilnehmer wird damit in die Lage versetzt, auch komplexe eigene Ideen in praxistaugliche Geräte umzusetzen.

Veranstaltungsort/-termin: Zürich (CH), 07.11.2013
Referent: Dr. Günter Spanner
Teilnahmegebühr: 349,00 € (inkl. MwSt)



Altium Seminar ‚Leiterplattenentwicklung – Bibliotheken intelligent aufbauen‘

Im Seminar werden deshalb verschiedene Aspekte erarbeitet, die bei der Anlage von Bibliotheken zu beachten sind. Das fängt ganz klassisch bei der Struktur an, die besagt, welche Komponenten wo abgelegt werden, damit der Entwickler später eine Chance hat, die Bauteile zu finden. Aber auch die Belange der Fertigung und des Einkaufs werden in einer guten Datensammlung berücksichtigt. Heute sind diese sicher keine Optionen, sondern feste Anforderungen.

Nicht zuletzt werden aber auch die Möglichkeiten eines aktuellen EDA Tools am Beispiel von Altium Designer beleuchtet. Hier geht es sowohl um generelle Bibliothekskonzepte, aber auch um die Realisierungsmöglichkeiten.

Veranstaltungsort/-termin: Hanau, 21.11.2013
Referent: Dipl. Ing. Christian Keller
Teilnahmegebühr: 299,00 € (inkl. MwSt)

50% Sonderrabatt für Elektor-Abomitmglieder: 149,00 € (inkl.MwSt)

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 selbstständig 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.

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

Hexadoku Sudoku für Elektroniker

Und hier ist wieder ein neues Exemplar unseres beliebten Hexadokus. 16 x 16 Kästchen – so etwas steht für ein paar schöne Stündchen Rätselspaß, den man allein, aber auch mit Freunden oder der Familie genießen kann. Wer uns die Zahlen in den grauen Kästchen zuschickt, kann wie immer auch etwas gewinnen!

Die Regeln dieses Rätsels sind ganz einfach zu verstehen: Bei einem Hexadoku werden die Hexadezimalzahlen 0 bis F verwendet, was für Elektroniker und Programmierer ja durchaus passend ist. Füllen Sie das Diagramm mit seinen 16 x 16 Kästchen so aus, dass alle Hexadezimalzahlen von 0 bis F (also 0 bis 9 und A bis F) in jeder Reihe, jeder Spalte und in jedem Fach mit 4 x 4 Kästchen (markiert durch die dickeren schwarzen Linien) **genau einmal** vorkommen. Einige Zahlen sind bereits eingetragen, was die Ausgangssituation des Rätsels bestimmt. Wer das Rätsel löst – sprich die Zahlen in den grauen Kästchen herausfindet – kann wie jeden Monat einen Hauptpreis oder einen von drei Trostpreisen gewinnen!

Mitmachen und gewinnen!

Unter allen internationalen Einsendern mit der richtigen Lösung verlosen wir einen **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 30. November 2013!

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

Die richtige Lösung ist: **569E8**.

Der Eurocircuits/Elektor-PCB-Service-Gutschein im Wert von 100 € geht an: Emil Cugini (Schweiz).

Einen Elektor-Gutschein über je 50 € haben gewonnen: Arun Annaji, Richard Fleischmann und Arno Habermann.

Herzlichen Glückwunsch!

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

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

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

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!

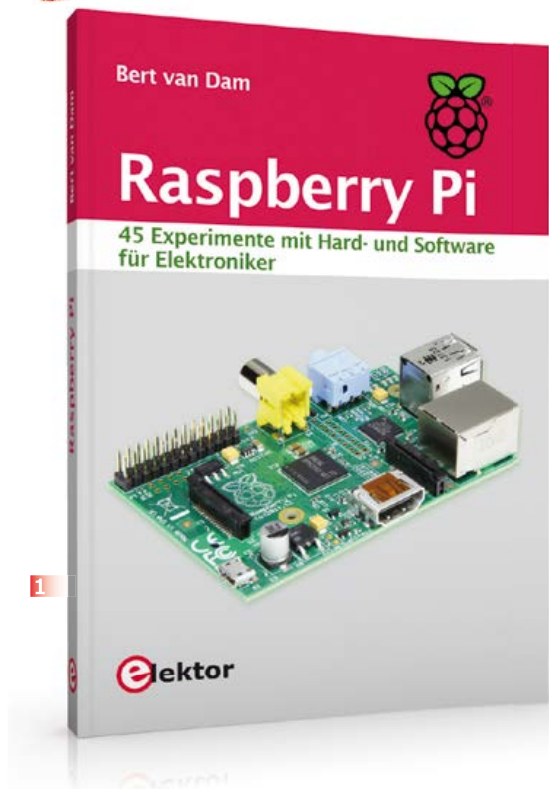
UMWELTSCHONEND – GÜNSTIG – GREEN

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!

NEU



45 Experimente mit Hard- und Software für Elektroniker

1 Raspberry Pi

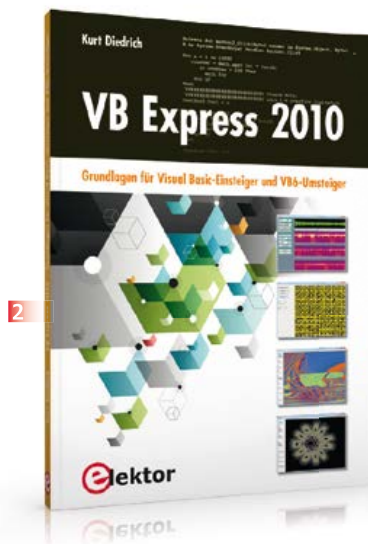
Dieses Buch beschreibt 45 spannende und interessante Projekte mit Raspberry Pi, wie zum Beispiel ein Wechselblinklicht, eine Motorregelung, Erzeugen und Verarbeiten analoger Signale, ein digitales Thermometer, ein Lichtmesser. Aber auch kompliziertere Projekte wie eine Motor-Geschwindigkeitsregelung, 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.

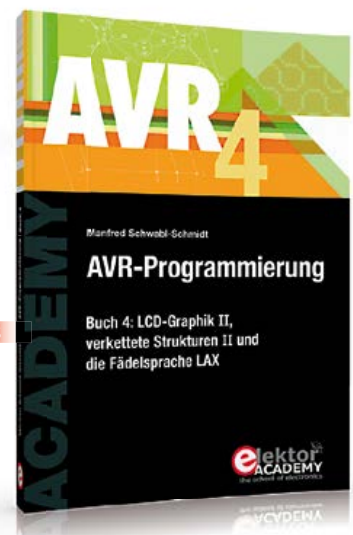
284 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-269-7
€ 34,80 • CHF 43,20

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.

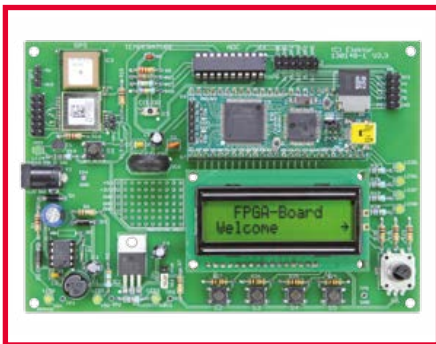
271 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-251-2
€ 29,80 • CHF 37,00

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

www.elektor.de/shop

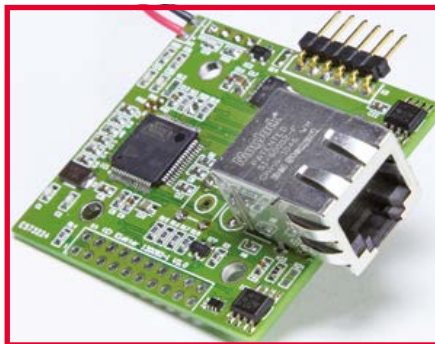
Elektor-Verlag GmbH
Süsterfeldstr. 25
52072 Aachen
Tel. +49 (0)241 88 909-0
Fax +49 (0)241 88 909-77
E-Mail: bestellung@elektor.de

●Nächsten Monat in Elektor



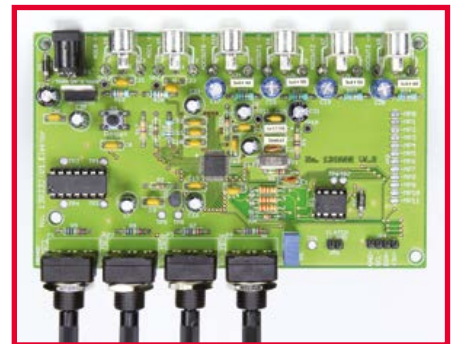
FPGA-Erweiterungsplatine

Die im Dezember 2012 in Elektor erschienene FPGA-Platine ist zu einem Renner geworden: Inzwischen haben sich mehrere tausend Leser auf die Reise in die spannende Welt der programmierbaren Logik-Bausteine begeben. Jetzt reichen wir eine Erweiterungsplatine nach, die eine mindestens ebenso spannende Zeit verspricht. Taster und LEDs, LC-Display, A/D-Wandler, RGB-Farbsensor, Drucksensor, Temperatursensor und ein GPS-Modul warten auf ihren Einsatz.



Intelligenter Netzwerktester

Nur allzu oft gestaltet sich die Störungssuche in drahtgebundenen Netzwerken mühsam und zeitraubend. Unser Ethernet-Tester wurde entworfen, um diese Arbeit abzukürzen. Ein kleiner, unscheinbarer Mikrocontroller mit zugehöriger Firmware, eine Ethernet-Buchse und drei LEDs, viel mehr bedarf es nicht. Die LEDs signalisieren, dass die Kabelverbindung steht, dass ein Internet-Gateway erreichbar ist und dass Netzwerk-Komponenten auf das Internet zugreifen können. Eine clevere Alternative zu kostspieligen käuflichen Netzwerk-Analysern!



DSP-Experimentierplatine

Digitale Signalprozessoren, kurz DSP genannt, sind universelle Alleskönner, wenn es um das Formen und Filtern von Signalen geht. Den Einstieg in diese Materie, die normalerweise Spezialisten vorbehalten ist, will unsere DSP-Experimentierplatine ebnen. Außer dem ADAU1701, einem DSP von Analog Devices, sind nur wenige weitere Komponenten nötig. Die beiden Audio-Eingänge und die vier Audio-Ausgänge sind über Cinch-Buchsen zugänglich, vier Potentiometer dienen zum Einstellen der Signal-Amplituden.

Änderungen vorbehalten! Elektor Dezember 2013 erscheint am 20. November 2013. 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!

The screenshot shows the 'elektorlabs' website with the tagline 'Sharing Electronics Projects'. The navigation bar includes links for Home, News, Proposals, In Progress, and Finished. A search bar and a 'Log in' button are also present. The main content area features three columns: 'Proposals' with an 'EDITOR'S CHOICE' badge, 'In Progress', and 'Finished' with a 'POST' badge. Each column lists projects with titles like 'OTA-Overdrive with genuine Germanium-Sound', 'Efficient Solenoid Valve', and 'Elektor.POST - No. 15 (The Hypnotizer)', along with view counts and star ratings. On the right, there's an 'About Elektor.LABS' section and a 'Create a Project' section with instructions on how to submit a proposal and a link for non-members.

[The CC Weekly <Code/> Challenge is underway!]

Each week, you'll find a new snippet of **source code** that contains one error.

>>>

```
1 #include <stdio.h>
2
3 int main (int argc, char *argv[])
4 {
5     char ch;
6     int i;
7
8     for (i = 0; i < argc; ++i) {
9         printf ("Argument #d: '%s'\n", i, *argv[i]);
10    }
11 }
```

sample code only

If you can find the error, you could be a winner!

Follow *Circuit Cellar* on Facebook and Twitter for information about each week's challenge, prizes, and winners announcements.



@circuitcellar
@editor_cc



circuitcellar

For complete details, visit
circuitcellar.com/cc_weekly_code_challenge

SPONSORED BY



- ✓ über 40 Jahre Erfahrung
- ✓ schneller 24-Std.-Versand
- ✓ über 45.000 Produkte am Lager
- ✓ kein Mindermengenaufschlag

Kundenbewertungen



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

* Quelle: Shopauskunft.de (25.09.2013)

Moderne Löttechnik

für Industrie, Handwerk und Hobby

Sicherheit am Arbeitsplatz

Lötdampfabsaugung für 350 m³ unbelastete Luft in der Stunde!

- Air Flow Control - variable Lüfterdrehzahl
- Geräuschniveau unter 50 dB
- 2 Schläuche ca. 250 cm im Lieferumfang
- 3-Fach-Filterssystem (Vorfilter/HEPA/Carbon)



HV-2 FES
489,95

TOP
Preis-Leistung



Unser Technik-Tip:

Professionelle Infrarot-Lötstation

Ideal zur Bearbeitung von SMD- und BGA-Baugruppen, z.B. an Handys und Computern – **ohne zusätzliche Spitzen, Zangen oder Düsen!**

- fokussiertes IR-Licht zur Erwärmung der Komponente
- Handheizgerät, 150 W
- Quarz IR PCB Preheater, 800 W
- Arbeitsfläche: 120 x 120 mm
- präzise Anzeige von PCB-Temperatur und Zeit
- präzise Kontrolle des Lichtstrahls (Ø 14 mm)
- portabler PCB-Werkstückhalter

STATION IR-860
799,95



Entdecken Sie unser komplettes Löttechnik-Sortiment!

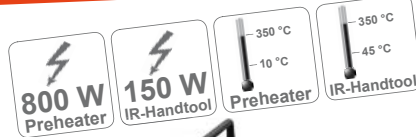
<http://rch.lt/bR>

+ Promotion-Set: + 5-teiliges Pinzettenset + Lötdampfabsauger 426-DLX + Lötzinnabroller

Digitale, ESD-geschützte Löt- & Entlötstation

- Löttemperatur: 150 bis 480°C
- Entlöttemperatur: 300 bis 450°C
- Hochwertiger NiederspannungslötKolben (32 V)
- Innenbeheizte Lötspitze
- integrierter Temperatursensor
- hohe Regelgenauigkeit, kalibrierbar
- Nullspannungs-Regelschaltung

STATION LF-8800 **259,95**



Jetzt bestellen! www.reichelt.de

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

reichelt elektronik
Ihr kompetenter Partner für

Bauelemente • Stromversorgung • Messtechnik • Werkstattbedarf
Haus- & Sicherheitstechnik • Netzwerk- & PC-Technik • TV-Technik

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: 02.10.2013 • Tagesaktuelle Preise: www.reichelt.de

Most Wanted!

Heißluft-SMD-Löt- & Entlötstation



- 320 W, ESD-geschützt
- Heißluft-Temperatur: 150 bis 500 °C
- Luft-Fördermenge einstellbar
- LCD für Soll- und Ist-Temperatur



STATION ZD-939L **69,95**

Prozessor-Lötstation



- Löttemperatur: 150 bis 480°C
- max. Ausgangsleistung: 80 W
- sehr kurze Aufheizzeit



STATION LF-1600 **59,95**

NEU!
Katalog
01/2014!

Kostenlos – Jetzt anfordern!

