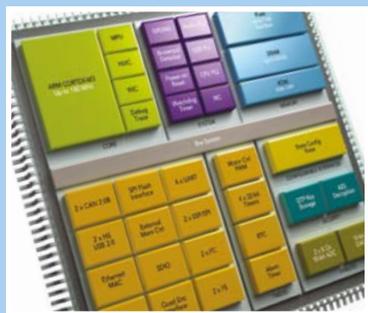


JETZT GANZ NEU!

März 2015 | Nr. 531
www.elektor-magazine.de

Elektor

LEARN • DESIGN • SHARE



ARM-Controller
für Einsteiger (2)
GPIOs und U(S)ART



OTA Overdrive
Ge/Si-Soundeffekte
für Gitarren

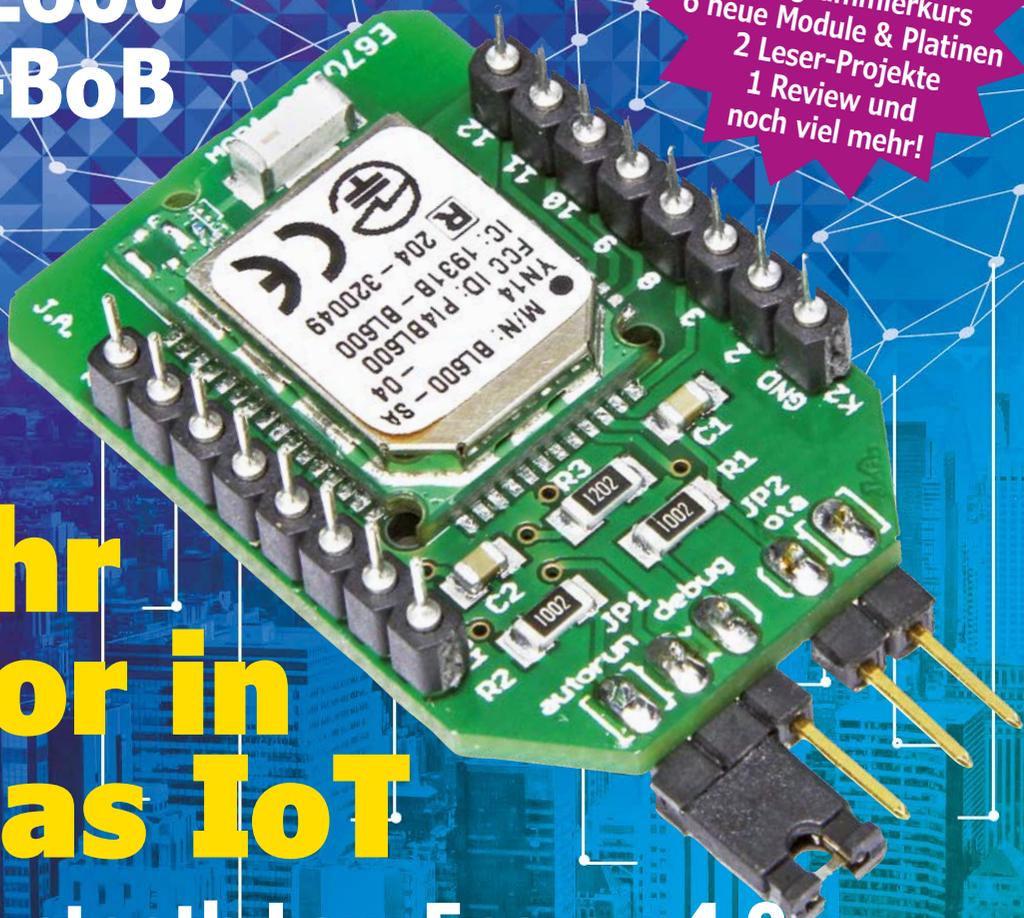


Drahtlos
Nachrichten senden
mit ZigBee

BL600
e-BoB

Ihr
Tor in
das IoT

Bluetooth Low Energy 4.0



Diese Ausgabe:
4 Labor-Projekte
1 Programmierkurs
6 neue Module & Platinen
2 Leser-Projekte
1 Review und
noch viel mehr!

Platino-Transistortester • Multiswitch für Funkfernsteuerung • 3D-Touchpad am RPi • ARM CMSIS Entwickler-Wettbewerb • Q & A: Pegelwandlung • Modul für Bluetooth Low Energy • Germanium-Soundeffekte für Gitarren • Anti-Diebstahl-Etiketten: Zugangskontrolle mit Bascom • CMOS-IR-Sender • Elektor ZigTexter • Web-Recherche: Bewegende Elektronik • DesignSpark Tipps & Tricks • Retronik: Röhrenvoltmeter HP 400H



Wo ist Ihr Fahrzeug? Ihr Paket? Ihre Maschine? Finden Sie es mit TraceME!

Das neue Modell TM-203

TM-203 ist die neueste Ergänzung unserer TraceME-Produkt-Reihe.

Besondere Features:

- Sehr kleiner GPS-Tracker mit allen Features (87 x 22 x 7 mm)
- Wiegt nur 15,5 g, inkl. GPS-, Mobilfunk- und HF-Antennen
- Besonders niedriger Stromverbrauch, bis hinab zu 3 μ A
- Positionsbestimmung via LBS sogar innerhalb von Gebäuden
- Portabel oder extern anschließbar zur Integration der Sensoren
- On-Board-Sensoren für Kompass, Temperatur und Beschleunigung
- Weltweite Abdeckung: Quad-Band-GSM/GPRS - Glonass/GPS – WLAN
- Entspricht zusätzlichen Standards von Versicherern (z.B. SCM und Insert)
- Entspricht den Sicherheits-Standards der Automobil-Industrie (E-mark)



Wir möchten Sie gerne zu einem Besuch auf unserer Webseite einladen. Lassen Sie sich von den Möglichkeiten inspirieren, die KCS-TraceME-Produkte für Ihr Projekt bringen können. Ob Sie an Personal Tracking, der Ortsbestimmung von Fahrzeugen, dem Objektschutz oder fortschrittlichen M2M-Lösungen interessiert sind – KCS TraceME hat die Lösung für Sie!

Wir bieten GPS-Tracker mit GPS/GPRS und erweiterter I/O. Damit können Sie eine breite Palette an Objekten, Maschinen oder Fahrzeugen aus der Ferne verfolgen oder aufspüren. KCS TraceME bietet aktuell die flexibelsten und anpassungsfähigsten Track-n-Trace-Lösungen. Unsere Kunden setzen TraceME-Hardware für die unterschiedlichsten Aufgaben ein. Wir bieten echte Allround-Lösungen, die andere Produkte in den meisten Aspekten übertreffen.

- KCS-TraceME-Produkte gibt es in vielen Ausführungen (Key fob, OWM, Alu- und kundenspezifische Gehäuse)
- GPRS – UMTS – SMS – GSM – WLAN – RFID – E-Mail
- Voll konfigurierbar mit Administrations-Tool
- Event-gesteuert, kann kundenspezifischen Code verarbeiten, fernkonfigurierbar
- Verbindet M2M mit jedem anderen Gerät
- G-Schock-Erkennung, Temperatur, Drehung, Bewegung, iButton, Handy, Kamera
- Die kompletten und detaillierten Optionen finden Sie auf unserer Webseite!

Sprechen Sie mit uns! Wir diskutieren gerne mit Ihnen über Ihre Ideen!

Anfragen von OEMs & Distributoren willkommen! www.Trace.ME

Alle erwähnten Markenzeichen gehören den jeweiligen Eigentümern

Impressum

46. Jahrgang, Nr. 531 März 2015
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:

Margriet Debeij (verantwortlich)
Tel. 02 41/88 909-13 / Fax 02 41/88 909-77
Mobil: +31 6 510 530 39
E-Mail: margriet.debeij@eimworld.com

Julia Grotenrath

Tel. 02 41/88 909-16 / Fax 02 41/88 909-77
E-Mail: julia.grotenrath@eimworld.com

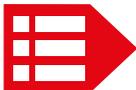
Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 45 ab
01.01.2015

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 eingegangene 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.

© 2015 elektor international media b.v.
Druck: Senefelder Misset, Doetinchem (NL)
ISSN 0932-5468



Lernen, Entwerfen, Teilen

Unser Magazin gibt es schon fast ein halbes Jahrhundert in deutscher Sprache, worauf wir zu Recht stolz sein können. Das Herz von Elektor waren dabei durchweg die Projekte, die von unseren Lesern und unserem Labor stammen. Zu unserer Philosophie gehört dabei, dass die genutzte Hardware und Software grundsätzlich offen liegt. Neben einem Nachbau im Format 1:1 lassen sich die Projekte daher auch immer als Quelle für eigene Entwürfe und (neue) Anwendungen verwenden. Insofern war Elektor schon immer ein Vorreiter der Open-Source- und Maker-Bewegung, die heutzutage immer mehr technisch Interessierte in ihren Bann zieht, darunter viele junge Leute. Wir alle hoffen natürlich, dass sich dadurch in Zukunft noch mehr Menschen dafür gewinnen lassen, analoge und digitale Schaltungen zu bauen und zu entwickeln.

Die Auffrischung unseres Heftes steht deshalb unter dem Motto „Lernen, Entwerfen, Teilen“. Da wir eine internationale Zeitschrift mit Lesern in aller Welt sind, die über Ländergrenzen hinweg gemeinsam entwickeln (auch hierauf können wir stolz sein), haben wir für die Titel der neuen Rubriken die englischen Begriffe „Learn, Design, Share“ gewählt. Die Projekte – die natürlich auch weiterhin das Herz unseres Magazins ausmachen – finden Sie in der Rubrik „Design“. Zur Rubrik „Learn“ gehören Kurse sowie Tipps und Tricks; hier nehmen wir auch neue (Entwicklungs-)Tools unter die Lupe. In der Rubrik „Share“ berichten wir über Wissenswertes aus unserem Labor, neue Ideen auf unserer Online-Plattform Elektor-Labs.com, Updates zu bereits veröffentlichten Projekten und vieles andere mehr. Noch ein Wort zum neuen Layout: Hier haben wir unter anderem den vielfachen Leserwunsch berücksichtigt, wieder zu einer kompakteren, nüchtern technischen Aufmachung zurückzukehren. Wenn Ihnen all dies gefällt oder nicht gefällt: Schreiben Sie mir doch unter redaktion@elektor.de!

Jens Nickel

Chefredakteur Elektor



Unser Team

Chefredakteur:	Jens Nickel (v.i.S.d.P.) (redaktion@elektor.de)
Ständige Mitarbeiter:	Dr. Thomas Scherer, Rolf Gerstendorf
Leserservice:	Ralf Schmiedel
Korrekturen:	Malte Fischer
Internationale Redaktion:	Harry Baggen, Jan Buiting, Jaime González-Arintero, Denis Meyer
Elektor-Labor:	Thijs Beckers, Ton Giesberts, Luc Lemmens, Jan Visser, Clemens Valens
Grafik & Layout:	Giel Dols

- 3 Impressum
- 6 Das Elektor-Netzwerk
- 26 Dateiformate für Platinen
Das Rennen um das Format der Zukunft
- 58 GestIC & 3D-TouchPad Kurs (3)
3D-Touchpad am Rpi
- 66 ARM CMSIS Entwickler-Wettbewerb
10.000 \$ zu gewinnen – 400 kostenlose Boards
- 90 Hexadoku
Sudoku für Elektroniker

LEARN

DESIGN

SHARE

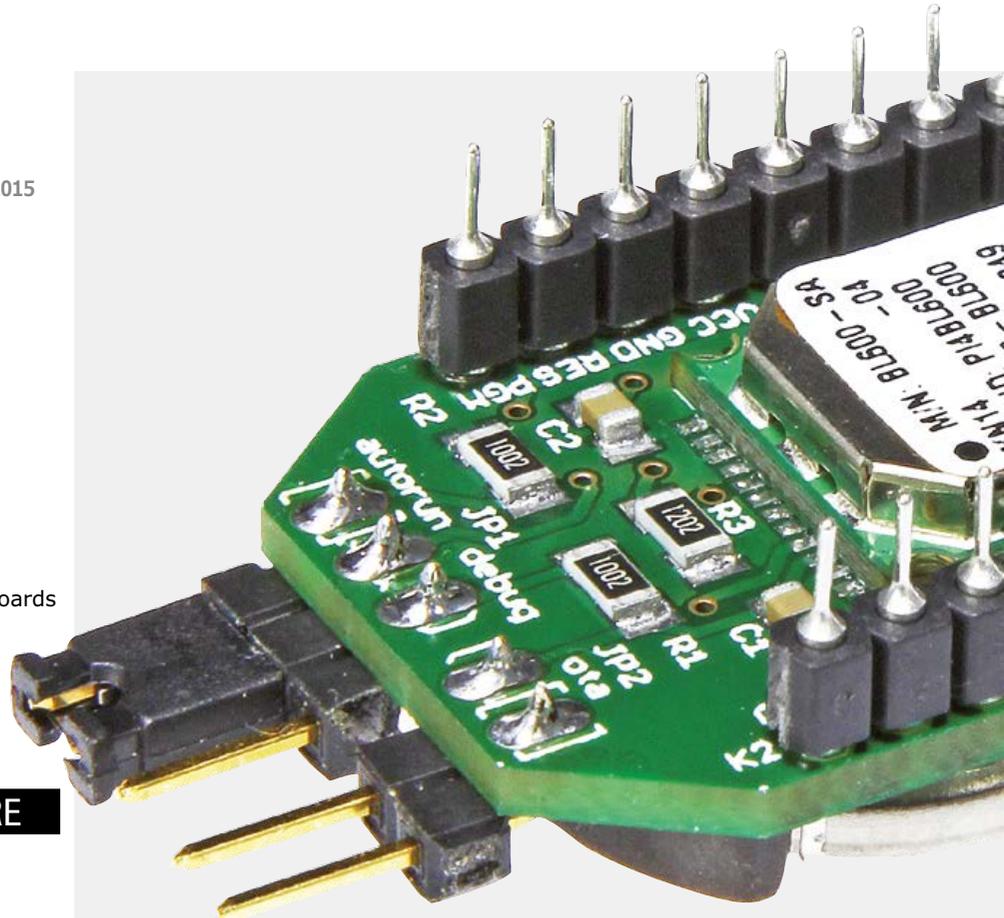
- 10 Von 8 auf 32 bit:
ARM-Controller für Einsteiger (2)
Die GPIOs und der U(S)ART
- 16 Q & A
(Fast) alles, was Sie schon immer über
Pegelwandlung wissen wollten
- 18 DesignSpark Tipps & Tricks
Kupferflächen anlegen
- 20 MultiSIM Blue
Entwerfen, Simulieren und Layouten zum Nulltarif
- 23 Seltsame Bauteile
Das Klystron
- 24 Tipps und Tricks
Von Lesern für Leser
- 28 Upgrade SD-Karte
Für Raspberry Pi B+

LEARN

DESIGN

SHARE

- 31 Design
- 32 Willkommen im Elektor-Labor
- 34 e-BoB BL600 Modul
für Bluetooth Low Energy
Eine Plattform für die drahtlose Kommunikation
- 40 OTA-Overdrive
Germanium-Soundeffekte für Gitarren
- 50 Multiswitch für Funkfernsteuerung
Fünf Schaltfunktionen über einen Kanal

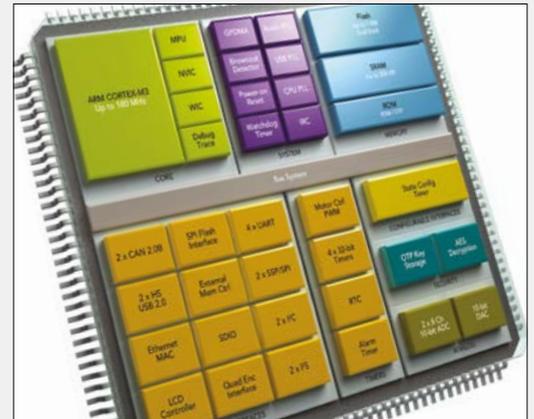


Von 8 auf
32 bit:

ARM- Controller für Einsteiger

Die GPIOs und der U(S)ART

10



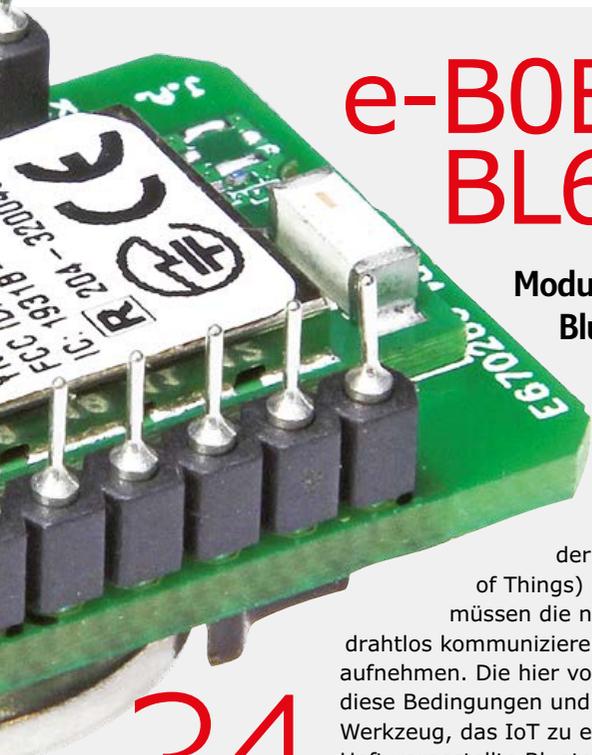
OTA-Overdrive

Germanium-Soundeffekte für Gitarren



Der OTA-Overdrive ist ein Effektgerät für Gitarren, das die Eigenschaften gepaarter Silizium- und Germaniumdioden nutzt. Gesteuert von so genannten OTAs (Transkonduktanzverstärkern) entstehen Klangeffekte mit charakteristischen Färbungen.

40

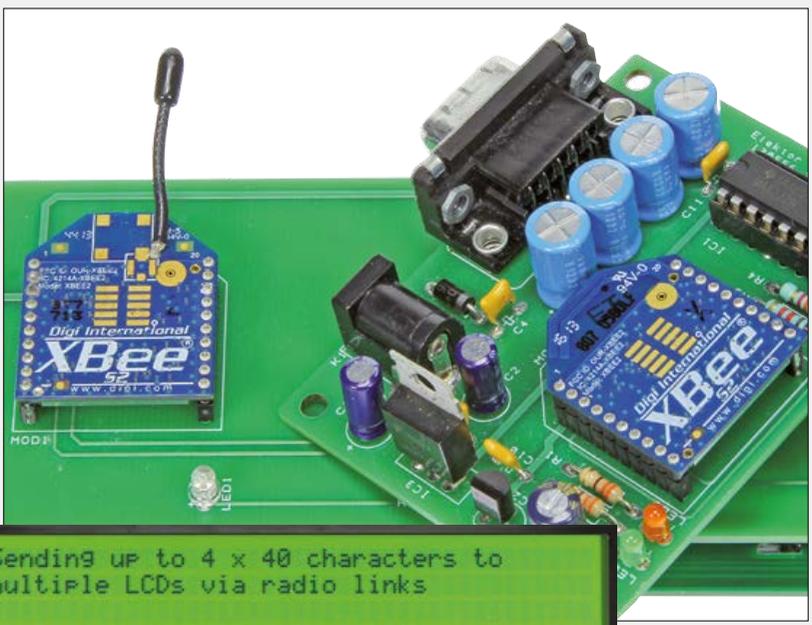


e-B0B BL600

**Modul für
Bluetooth Low Energy**

Damit sich das Internet der Dinge (oder Internet of Things) entwickeln kann, müssen die notwendigen Schaltungen drahtlos kommunizieren und nur wenig Strom aufnehmen. Die hier vorgestellte Schaltung erfüllt diese Bedingungen und ist daher ein perfektes Werkzeug, das IoT zu erkunden. Das im letzten Heft vorgestellte Bluetooth-Modul BL600 wurde dabei auf eine kleine Platine gesetzt, damit der Einsatz in eigenen Anwendungen leichter fällt.

34



```
Sending up to 4 x 40 characters to  
multiple LCDs via radio links
```

Elektor ZigTexter

Nachrichten senden per Zigbee

Mit diesem flexiblen System kann man per Funk Textnachrichten an Verwandte, Nachbarn, Kunden, Besucher, Kollegen und viele andere mehr schicken. Das Ganze funktioniert via ZigBee; eine Nachrichtenverwaltung ist auch integriert.

70

- 54 **Anti-Diebstahl-Etiketten**
Zugangskontrolle mit Bascom
- 60 **Platino-Transistortester**
Testet Funktion und Verstärkungsfaktor
- 68 **CMOS-IR-Sender**
Infrarotsignale einfach erzeugen
- 70 **Elektor ZigTexter**
Nachrichten senden per ZigBee

LEARN | **DESIGN** | **SHARE**

- 77 **Share**
- 78 **Aus dem Labor**
Acht Zinnen
- 80 **Retronik**
Restaurierung des Röhrenvoltmeters HP 400H
- 84 **Web-Recherche**
Bewegende Elektronik
- 86 **Elektor-labs.com**
I have a Dream
- 87 **Projekt 2.0**
Korrekturen, Updates, Erweiterungen
- 88 **Elektor World News**

Vorschau

RS232-Datenlogger

Eine nützliche kleine Schaltung, mit der man die Kommunikation von TTL-UART/RS232/RS485-Verbindungen mitloggen kann. Über USB werden die Zeichen samt Zeitstempel an einen PC übermittelt.

Induktiver AM-Sender mit Arduino

Mit Hilfe eines Arduino Uno, des Elektor Extension-Shields und einigen weiteren Bauteilen kann man seinen eigenen Mittelwellen-Sender realisieren.

Kellerlüftung

Eine Schaltung auf Basis unserer Mikrocontroller-Plattform Platino, die hilft, Feuchteprobleme im Keller zu bekämpfen.

Änderungen vorbehalten.
Elektor April 2015 erscheint am 25. März 2015.
Verkaufsstellen findet man unter www.pressekaufen.de.

Das Elektor

Elektor durchbricht die Schranken einer Zeitschrift und wird zur Community aktiver E-Ingenieure - vom Anfänger bis zum Profi - begierig, überraschende Elektronik zu lernen, zu entwickeln, zu teilen.

56

Länder

233492

Mitglieder

10

Experten &



Das Elektor-Labor

Lernen, entwickeln, teilen!

Das Technik-Kreativzentrum von Elektor (hier geht es von der Schaltungsskizze bis zum Platinenlayout) steht Ihnen weit offen und ist über eine eigene Webseite erreichbar. Elektor-Labs.com ist dort, wo Projekte, groß, klein, analog, digital, new- oder old-school skizziert, gebaut, diskutiert, getestet und für den Nachbau und Ihre Anwendung optimiert werden.

www.elektor-labs.com



Elektor-Community

Werden Sie Mitglied in GREEN oder GOLD!

Die Mitgliedschaft in der Elektor-Community ist der sicherste Weg, klassische Elektronik sowie die Welt der Mikrocontroller zu genießen, ob Sie nun Anfänger oder Profi sind. Mit direktem Zugang zu Elektor-Labs.com, Foren, Rabatten, dem wöchentlichen Newsletter, Online-Projekten im 14-Tage-Rhythmus, Artikel-Archiven, Suchmaschinen und Hintergrundberichten. Mit der GREEN- und GOLD-Mitgliedschaft sitzen Sie stets in der ersten Reihe. Werden Sie GREEN-Mitglied, wenn Sie die Zeitschrift von vorne bis hinten nur online erhalten möchten oder GOLD-Mitglied, wenn Sie zusätzlich noch in der gedruckten Ausgabe der Zeitschrift blättern wollen.

www.elektor.de/mitgliedschaft



Elektor Web-Shop

Füllen Sie Ihren Warenkorb!

Produkte und Dienstleistungen aus dem Elektor-Labor, der Zeitschrift und ausgewählten Geschäftspartnern von Elektor finden Sie hier. Der hell erleuchtete Online-Shop steht Ihnen durchgehend 24/7/365 offen und bietet Bestell- und Zahlungsmöglichkeiten für Kunden auf der ganzen Welt: Ali Babas Höhle der Elektronik!

www.elektor.de



Elektor – das Magazin

Fast 1024 Seiten überraschende Elektronik im Jahr

Wenn Sie lieber Elektronik beherrschen als sich von ihr beherrschen lassen, lesen Sie Elektors Flaggschiff, die vom internationalen Redaktionsteam zusammengestellte Zeitschrift. Ob online oder auf Papier, jede Ausgabe ist vollgepackt mit Elektronik!

www.elektor-magazine.de

Netzwerk

21

Autoren

463

Literatur

209651

Monatliche Besucher

14:32

FEBRUARY 10 2015

Drucktermin



Elektor.POST

Die wöchentliche E-Inspiration

Niemals monostabil, bietet der wöchentliche Newsletter Elektor.POST das Triggersignal für ein Wochenende voller Tech-Klatsch und Tech-Talk. Und jede zweite Woche ein Extra-Projekt.

www.elektor.de/newsletter



Elektor Academy

Reiten Sie auf der Lernkurve!

Webinare, Seminare, Kurse, Präsentationen, Workshops, Vorträge, innerbetriebliche Schulungen, DVDs und Demos sind nur einige der Methoden von Elektor, um das Wort der Elektronik im Hobby- und im Profi-Bereich zu verbreiten.

www.elektor.de/events



Elektor TV

Auch auf der Matscheibe

Unsere Filmkulissen sind noch nicht kinotauglich - aber Sie können sich auf einen Kameraraschwenk verlassen, wenn irgendetwas zu summen, zu booten, zu blinken oder zu qualmen beginnt im Labor oder irgendeiner Veranstaltung, die unsere Moderatoren für video-kompatibel halten. Schauen Sie ab jetzt Elektor TV!

www.youtube.com/ElektorIM



Elektor-Platinenservice

Boards für Sie...

Vergessen Sie Chemikalien und bestellen Sie eine fertige Leiterplatte, um darauf Ihr Projekt zu verwirklichen. Schnelle Lieferzeiten, hervorragende Qualität, weltweiter Versand.

www.elektorpcbsevice.com



Elektor-Bücher & DVDs

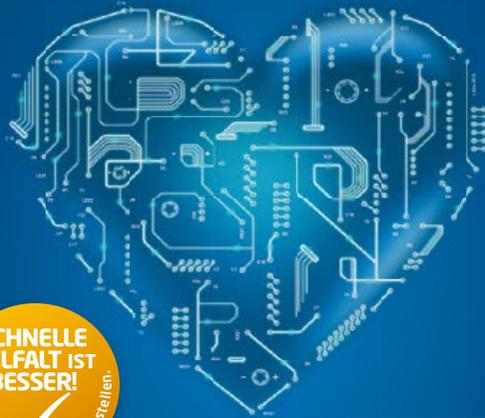
Powerpacks mit E-Informationen

Es ist schwer, einen Bereich der Elektronik zu finden, der nicht durch unsere Bücher und DVDs kompetent behandelt wird. Vom Nachschlagewerk zum Programmierkurs, von 8 bit zu ARM, von der Antenne zur Zenerdiode; es ist alles da.

www.elektor.de

WIR LIEBEN, WAS WIR MACHEN.

LEITERPLATTEN MIT LEIB UND SEELE.



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

LEITON
RECHNEN SIE MIT BESTEM SERVICE

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

www.leiton.de

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

25 Jahre **Beta**

LAYOUT

create:electronics

Entwickeln, Bestücken, Löten



Reflow-Kit V3

Raspberry Pi B+



€ 39,90*

ERSA Lötstation
i-CON NANO



€ 198,00*

Festspannungs-
Schaltnetzteil
13,8 V / 23 A



€ 106,80*

* inkl. MwSt. und zzgl. Versandkosten

www.beta-eSTORE.com

eSTORE
Beta LAYOUT



HAMMOND
MANUFACTURING®

Gehäuse für
Raspberry Pi, Arduino und
viele andere
Einplatinencomputer

- Gehäuse
- Plattform

+ 44 1256 812812

sales@hammondmfg.eu /1593HAM.htm



Sie haben die Wahl.

- Gehäuse für jeden Rundumschutz
- Plattform für jeden Rundumzugriff
- Designspezifische Ausführungen für alle beliebten Modelle
- Alle Details unter hammondmfg.com



/1593HAMEGG.htm



LEARN

DESIGN

SHARE



Von Jens Nickel

Man lernt nie aus ...

Ja, ich stehe gern dazu: Meine ersten Sporen als Redakteur habe ich mir bei einer schwäbischen Zeitschrift für Fertighäuser verdient, mit jungen Familien als Zielgruppe. Am Anfang hatte ich kaum eine Ahnung vom Bauen. Dennoch habe ich mich damals schnell

ins Thema eingearbeitet, kannte bald alle halbwegs wichtigen Firmen. Das Schicksal führte mich dann weiter ins Rheinland, zu einer (Fach-)zeitschrift für Solaranlagen. Hier ging es technisch etwas weiter in die Tiefe, weil zu unseren Lesern auch Profis gehörten. Doch auch dort konnte ich rasch überall mitreden, bei der Energiepolitik, der Wafer-Herstellung und Wechselrichtern.

Nun bin ich fast 10 Jahre bei Elektor – und was soll ich sagen? Auf Messen stehe ich an manchen Ständen immer noch wie ein kleiner Junge und mache große Augen, was es da zu sehen gibt. Bisweilen schreibe ich mir ein paar Keywords auf und werfe schon abends im Hotel einmal Google an. Und einiges, was mir bisher noch fremd war, muss ich – so bald es mir die Zeit erlaubt – auch unbedingt einmal selbst ausprobieren. Sicher geht es Ihnen wie mir. Das oft zitierte „Learning by Doing“ gilt gerade in der Elektronik auf wunderbare Weise. Beim Tüfteln und Experimentieren verbreitert man nicht nur sein Wissen, sondern hat (meist) auch eine Menge Spaß. Mit unseren Artikeln, Büchern und Seminaren wollen wir bei Elektor ein wenig dazu beitragen. In der Rubrik „Learn“ unseres (internationalen) Magazins bündeln wir in Zukunft alles, was Ihnen hilft, die Elektronik besser zu verstehen. Und auch einmal erste Schritte zu wagen in Teilgebiete, die bisher noch *terra incognita* für Sie waren.

Auf zwei (neue) Unter-Rubriken möchte ich besonders hinweisen, denn hier können und sollen Sie auch selbst beitragen!

Tipps & Tricks

Sie haben eine clevere Lösung für etwas wirklich Fummeliges? Wenden ein Bauteil oder Werkzeug auf ungewöhnliche Weise an? Haben eine Idee, wie man ein Problem einfacher oder besser angehen könnte, als das bisher (auch in Elektor gelöst wurde)? Oder haben einfach ein paar Erfahrungen gemacht, die Sie anderen Lesern mitteilen möchten? Dann schreiben Sie uns unter redaktion@elektor.de, in Deutsch oder Englisch.

Q & A

Was Sie schon immer über ... wissen wollten! In Form von Fragen, die von Experten beantwortet werden, greifen wir knifflige Probleme auf, die Elektronikern im Alltag immer wieder begegnen. In dieser Ausgabe steht die „Pegelwandlung“ auf dem Programm; Ihre Vorschläge für die nächsten Ausgaben nehmen wir gerne entgegen.



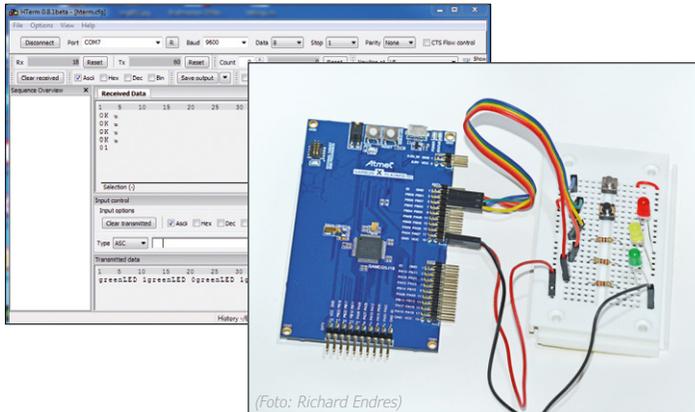
Auf meinem Schreibtisch ...

... liegt schon seit ein paar Wochen das SAM-D20-Board, das wir in unserem ARM-Kurs verwenden. Als Viacheslav (der Autor) mir den ersten Teil schickte, juckte es mich gleich in den Fingern, auch selbst einmal die LED auf dem Board zu schalten. Klar, dass ich dafür unsere EFL-Lib

verwenden wollte, denn dort gab es ja schon ein paar Module für eine Fernsteuerung über UART und dergleichen mehr. Ich verbrachte etwas Zeit mit dem Studium des Atmel Software Frameworks und entschied mich schließlich dafür, die Aufrufe dort nicht zu entwirren, sondern die nötigen Funktionen für das EFL-Controllerfile (zum Ansprechen einzelner Pins) einfach auf das ASF aufzusetzen. Dann ging alles recht zügig: Mit der in der Septemerausgabe verwendeten Software-I²C-Library, einem kleinen Stück Lochrasterplatine und den nötigen Steckern verwirklichte ich einen EEC/Gnublin-Anschluss, über den ich I²C-Kommandos absetzen konnte. Unten auf dem Foto sieht man das bekannte Gnublin-Relais-Modul am SAM-D20-Board. Inzwischen habe ich noch die in dieser Ausgabe vorgestellten UART-Funktionen in das Controllerfile integriert. Mit Hilfe der schon vorhandenen EFL-Library-Module kann ich die Relais nun vom PC aus schalten. In der nächsten Ausgabe geht es weiter, denn dann kommt das Thema Hardware-I²C an die Reihe.

Von 8 auf 32 bit: ARM-Controller für Einsteiger (2)

Die GPIOs und der U(S)ART



Von Viacheslav Gromov (D)

In der ersten Folge dieses Kurses haben wir die Installation der Entwicklungsumgebung so ausführlich beschrieben, dass wenig Raum für die Praxis blieb. Das soll sich jetzt ändern! Zuerst kümmern wir uns um die GPIO-Pins, dann kommt die serielle Schnittstelle zum Einsatz. Vom PC aus werden wir über das ARM-Board eine kleine Schaltung auf einem Steckboard steuern.

In der ersten Folge ging es zwar auch schon um die GPIO-Pins, es wurden allerdings bei weitem nicht alle Möglichkeiten und Befehle behandelt. Deswegen gehen wir hier ausführlicher auf die Welt der digitalen Ein- und Ausgänge ein.

Das zweite Projekt dieser Folge baut auf dem ersten auf und setzt eine sehr wichtige Schnittstelle, den USART, in Betrieb.

Das Atmel Software Framework

Das Atmel Software Framework (ASF) ist ein hilfreiches Tool im Atmel Studio, das wir schon vom ersten Teil her kennen. Der grobe Aufbau des ASFs ist in **Bild 1** zu sehen. Man erkennt, dass das ASF alle Software-Layer unterstützt, von der Register-Ebene bis zum Anwendungscode. Der Umstieg innerhalb der Controller-Familie beziehungsweise der Boards fällt leicht, da nur die unteren Ebenen angepasst werden

müssen. In **Bild 2** sind die Dateipfade des Ordners ASF, der sich in jedem neu erstellten ASF-Projekt befindet, dargestellt. Der „common“-Ordner enthält von Mikrocontroller und Board unabhängige Dateien, während diese in „sam0“ spezifisch für SAM-Cortex-M0+-Controller sind. „common2“ enthält Dateien, die eine Gruppe von Mikrocontrollern unterstützen. Unter „config“ finden sich wichtige Konfigurationsdateien, zum Beispiel für die Taktversorgung [1][2].

Jetzt geht's aber los! Erstellen Sie zunächst (wie in der letzten Folge gezeigt) für unser Board ein neues *ASF Board Project* mit dem Namen „The second Project“. Dann klicken Sie in der oberen Symbolleiste auf das Icon *ASF Wizard* und wählen das neu erstellte Projekt in dem nun angezeigten Fenster oben aus (**Bild 3**). Links sehen Sie alle möglichen Bibliotheken des ASFs für unseren Mikrocontroller. Für das Projekt wird nur eine zusätz-

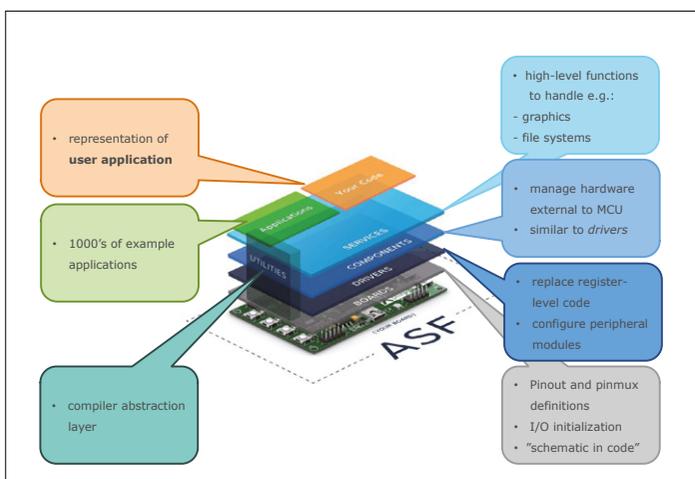


Bild 1. Auf diesem Bild sieht man die einzelnen Bestandteile des Atmel Software Frameworks (alle Screenshots und Blockdiagramme: Atmel).

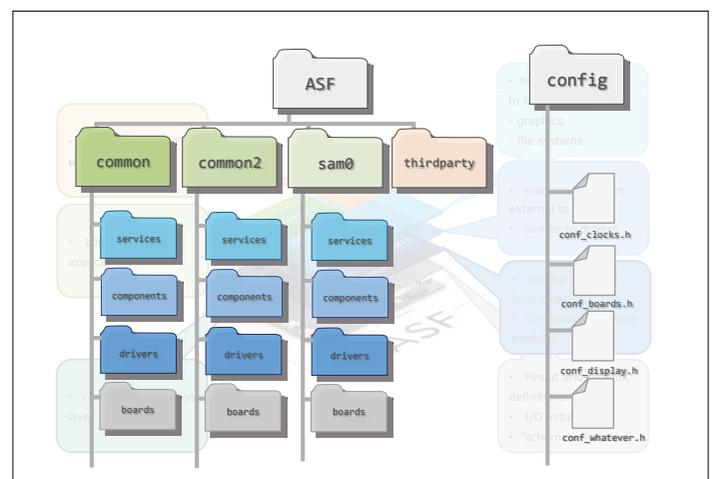


Bild 2. Die verschiedenen Pfade unter dem Ordner ASF.

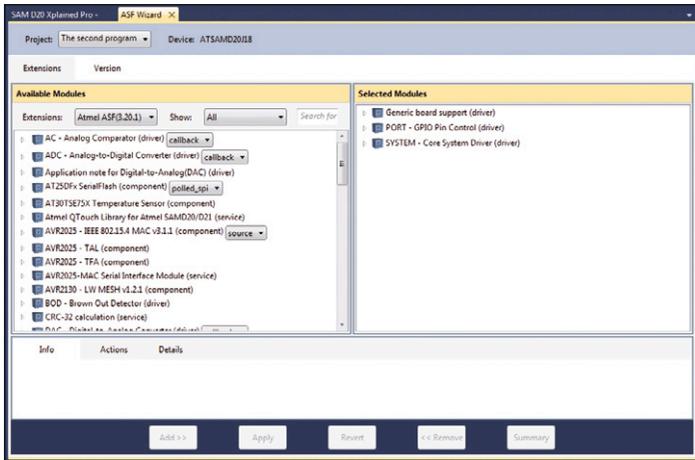


Bild 3. Das ASF-Wizard enthält viele gut gemachte Bibliotheken, zu denen es auch meist Beispielprogramme gibt.

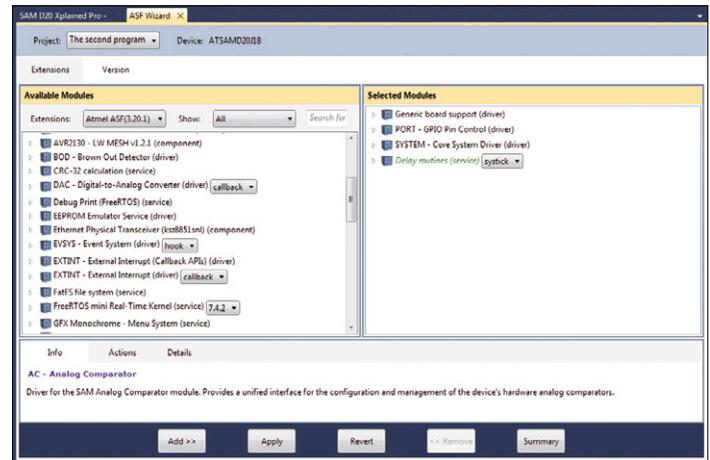


Bild 4. Die Delay-Bibliothek ist nun der Auswahl, aber noch nicht dem Projektverzeichnis hinzugefügt.

liche Delay-Bibliothek (in der Systick-Variante!) gebraucht. Mit „Add>>“ fügen Sie diese Bibliothek den schon voreingestellten Bibliotheken für die CPU, die Taktversorgung, die Ports und so weiter hinzu (**Bild 4**). Sie können die Bibliothek anklicken und unten in der Kurzbeschreibung lesen, dass diese die Delay-Befehle auf Basis des 24-bit-SysTick-Timers zur Verfügung stellt. Um die Bibliothek in das Projektverzeichnis zu laden, müssen Sie auf „Apply“ klicken. Schließlich erscheint ein Fenster wie in **Bild 5**, das eine Zusammenfassung des Vorgangs anzeigt. Kurz nach der Bestätigung mit „OK“ ist die Bibliothek in unser Projekt eingebunden. Die entsprechenden Dateien finden sich jetzt unter „src/ASF/common2/services/delay“.

Die meisten ASF-Bibliotheken sind sehr gut dokumentiert. Wenn Sie nun statt des Solution-Explorers oben rechts den ASF-Explorer öffnen (**Bild 6**), können Sie auf jede der eingebundenen ASF-Bibliotheken klicken. Es öffnet sich eine Übersicht, in der unter anderem die API-Dokumentation und oft noch ein nützlicher Quick Start Guide zu finden ist.

Die Ports

Zwischendurch ein wenig Theorie: **Bild 7** zeigt grob den Aufbau des Port-Peripheriemoduls, das für die GPIO-Pins zuständig ist. Rechts in der Mitte sind die einzelnen GPIO-Pins dargestellt. Ein Port kann bis zu 32 Pins besitzen, da der ARM Cortex-M0+ selbstverständlich 32-bit-Zugriffe beherrscht. Die Pins sind an einen Multiplexer angeschlossen, der diese je nach Konfiguration der Control- und Statusregister (links oben) an verschiedene Peripherielemente schalten kann. Über die Control- und Statusregister können den Pins aber auch direkt Pegel zugewiesen werden (digitaler Ausgang). Fünf Register sind dabei besonders wichtig, die, ähnlich wie bei 8-bit Mikrocontrollern, über die Datenrichtung (Input/Output), die Pull-Widerstände (Pull-up/Pull-down), das Aktivieren der Input-Funktion und die Werte des Eingangs (1/0) oder des Ausgangs (1/0) entscheiden. Die Bits der jeweiligen Pins können einzeln oder registerweise als Gruppe angesprochen werden. Zwar muss man die Arbeitsweise der Register beim Programmieren nicht im Detail kennen, aber man sollte zumindest über ihre grundsätzlichen Funktionen informiert sein.

Man kann auch nur die Pull-Widerstände aktivieren, ohne einen Ein- oder Ausgang zu konfigurieren. Damit verleiht man einem

GPIO-Pin einen hochohmigen festen Pegel. Ungewöhnlich ist, dass man einen GPIO-Pin gleichzeitig als Output und Input konfigurieren kann (output with readback). Diese ganzen besonderen Funktionen stellt man durch bestimmte Kombinationen der fünf Register ein.

Die CPU kann bei Bedarf mit dem *Single Cycle I/O-Bus* sehr schnell auf die Ports zugreifen. Mehr Informationen dazu finden Sie im Datenblatt [3] ab Seite 287.

Die GPIO-Ansteuerung

Beginnen wir mit dem ersten Projekt. Wir haben direkt auf dem Board nur eine LED und einen Taster zur Verfügung, aber mit einer kleinen Zusatzschaltung (**Bild 8**) erweitern wir unsere Möglichkeiten schnell. Die in diesem Kurs vorgestellten Schaltungen lassen sich gut auf einem Steckbrett aufbauen, zur Verbindung mit den Extension-Headern des SAM-Boards können wir die überall erhältlichen und bewährten Raspberry-Pi-Kabel verwenden (**Bild 9**).

Den Code in **Listing 1** können Sie von der Webseite zu diesem Projekt herunterladen [7]. Er beginnt mit dem Einbinden von „asf.h“, danach werden für die Pins symbolische Konstanten (define) definiert. Vor der Main-Routine befindet sich eine Funktion, die die Pins konfiguriert (siehe die Application Note [4]). Dort wird zuerst mit dem Schlüsselwort struct eine Struktur des Typs port_config namens config_port_pins

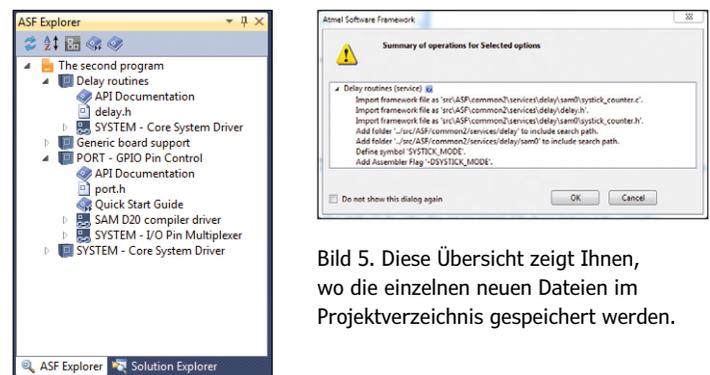


Bild 5. Diese Übersicht zeigt Ihnen, wo die einzelnen neuen Dateien im Projektverzeichnis gespeichert werden.

Bild 6. Der ASF-Explorer zeigt auch Dokumentation zu den einzelnen Bibliotheken.

Listing 1. Einfache Ansteuerung der GPIOs.

```
#include <asf.h>

#define LEDG PIN_PB00 //define the pins
#define SW1 PIN_PB06
#define SW2 PIN_PB07

void configure_port_pins(void);

void configure_port_pins(void) //setup of the configuration of the pins
{
    struct port_config config_port_pin;
    port_get_config_defaults(&config_port_pin);

    config_port_pin.direction = PORT_PIN_DIR_OUTPUT;
    port_pin_set_config(LEDG, &config_port_pin); //PB00 (green LED) as output
    port_group_set_config(&PORTB, 6, &config_port_pin); //PB01 (yellow LED) and PB02 (red LED) as output

    config_port_pin.direction = PORT_PIN_DIR_INPUT;
    config_port_pin.input_pull = PORT_PIN_PULL_DOWN;
    port_pin_set_config(SW1, &config_port_pin); //PB06 (SW1) as input with pull down

    config_port_pin.input_pull = PORT_PIN_PULL_UP;
    port_pin_set_config(SW2, &config_port_pin); //PB07 (SW2) as input with pull-up
}

int main (void)
{
    system_init(); //initialization
    delay_init();
    configure_port_pins(); //configuration of the pins

    while (1) {
        if (port_pin_get_input_level(SW1) == 1) //if PB06 (SW1) is high, green LED is blinking
        {
            port_pin_toggle_output_level(LEDG);
            delay_s(0.5);
            port_pin_toggle_output_level(LEDG);
            delay_s(0.5);
        }
        if (port_pin_get_input_level(SW2) == 0) //if PB07 (SW2) is low, yellow and red LEDs are blinking
        {
            port_group_set_output_level(&PORTB, 6, 6);
            delay_ms(500);
            port_group_set_output_level(&PORTB, 6, 0);
            delay_ms(500);
        }
    }
}
```

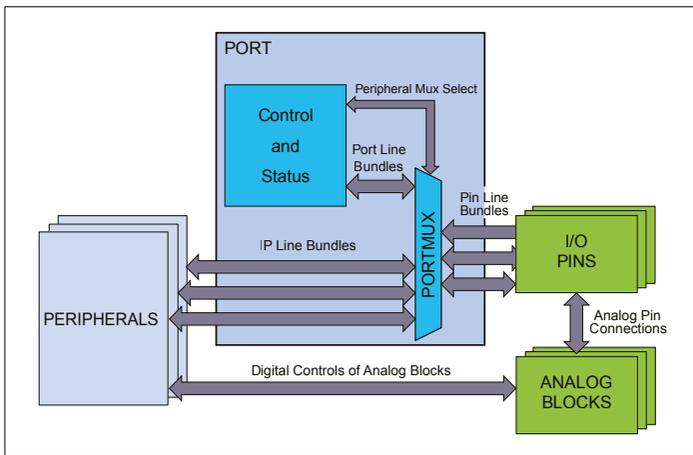


Bild 7. Hier sind ein Port-Peripherielement und seine möglichen Anschlüsse und Funktionen zu sehen.

erzeugt. Die Struktur enthält verschiedene Variablen, welche die einzelnen GPIO-Einstellungen speichern. Auf die einzelnen Variablen einer Struktur kann man mit dem Punktoperator zugreifen. Wenn man einer Funktion platzsparend das ganze Bündel von Einstellungen mitgeben will, muss man nur einen Zeiger (Speicherplatz-Adresse) auf eine solche Struktur als Parameter übermitteln. Über Strukturen und Zeiger der Programmiersprache C finden Sie viele Infos im Internet. Ein fundiertes Wissen ist hier wichtig, da dieser Mechanismus bei vielen Bibliotheken (nicht nur der ASF) verwendet wird, um Funktionen von Mikrocontrollern zu steuern.

Nachdem die Struktur erzeugt ist, wird sie per Befehl `port_get_config_defaults(&config_port_pins)` mit Default-Einstellungen (Eingang mit Pull-up) initialisiert. Diese beiden Schritte sind für die meisten ASF-Bibliotheken typisch. Danach folgt die eigentliche, von der Anwendung abhängige Konfiguration. Hier wird mit dem nächsten Befehl die Variable `direction` innerhalb der Struktur mit der Konstanten `PORT_PIN_DIR_OUTPUT` gefüllt. Mit dem nachfolgenden Befehl wird einer der Pins als Ausgang eingestellt: `port_pin_set_config(LEDG, &config_port_pin)`. Wie zu sehen, wird dieser Funktion nur der Pin (hier die symbolische Konstante) und ein Zeiger auf die Konfigurations-Struktur übergeben. Um die Struktur und die damit verbundenen Einstellungen gleich zwei GPIO-Pins zuzuweisen, verwendet man den Befehl `port_group_set_config(&PORTB, 6, &config_port_pin)`. Hier wird übergeben: ein Zeiger auf den Port, dann die Maske der zu konfigurierenden GPIO-Pins und am Ende der Zeiger auf die Konfigurations-Struktur. Da in unserem Fall die gelbe und die rote LED an die Pins PB01 und PB02 angeschlossen werden sollen, lautet die Maske 6, da bei diesem Wert in der binären Schreibweise die Stellen 2 und 3 jeweils Eins sind (die erste Stelle ist für den PB00 zuständig). Nun brauchen wir noch zwei GPIO-Pins als Eingänge (Input) für die beiden Taster. Hier soll ein Eingang mit internem Pull-up, der andere mit einem Pull-down-Widerstand eingestellt werden. Zunächst muss die Struktur-Variablen `direction` mit `PORT_PIN_DIR_INPUT` gefüllt werden, danach die Variable `input_pull` mit der symbolischen Konstanten `PORT_PIN_PULL_DOWN`. Bei der Zuweisung an den GPIO-Pin PB06 (SW1) wird so der Pull-down-Widerstand aktiviert. Danach stellen wir die Struktur auf „Pull-up“ um und weisen sie dem Pin PB07 (SW2) zu. In der Main-Routine erfolgt der schon bekannte Befehl

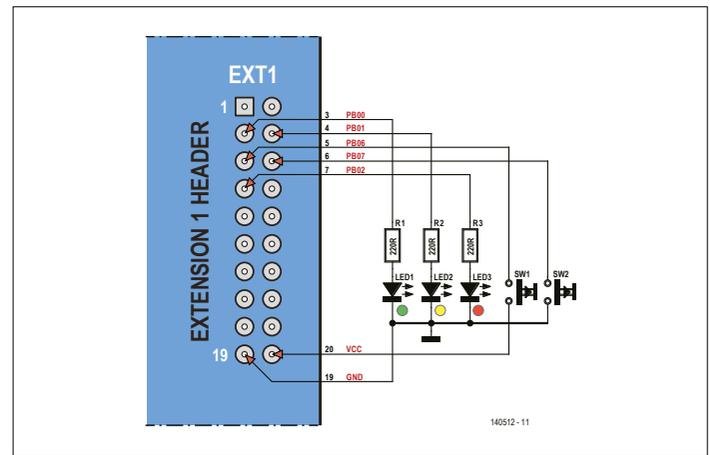


Bild 8. An den ersten Erweiterungs-Steckverbinder werden ein paar Taster und LEDs angeschlossen.

`system_init()` und dann der Befehl `delay_init()`, der eine Initialisierung des SysTick-Timers für die Delay-Funktion bewirkt. Der Befehl `configure_port_pins` ruft die eben beschriebene Konfigurations-Funktion auf. Nun kommt endlich die leicht verständliche Endschleife. Sie besteht aus zwei if-Blöcken, bei denen mit den `port_pin_get_input_level()`-Befehlen die Pegel an den beiden GPIO-Pins (mit den Tastern) abgefragt werden. Im ersten Block wird immer nur ein GPIO-Pin (LED) mit dem einfachen Befehl `port_pin_set_output_level()` ein- und nach einer Verzögerung von 0,5 Sekunden wieder ausgeschaltet. Danach wird wieder eine halbe Sekunde gewartet. Der zweite Block ist ähnlich, allerdings wirkt sich der Befehl `port_group_set_output_level()` auf zwei Ausgangs-Pins gleichzeitig aus. Diese Funktion, die den Pegel gleich an mehreren Portpins setzt, benötigt nicht nur die Maske der zu konfigurierenden Pins, sondern auch eine Maske des gewünschten Zustands. Sie können den Code mit dem „Start Debugging and Break“-Symbol (Alt+F5) in der Symbolleiste debuggen. Nach dem fehlerfreien Kompilieren öffnet sich die Debug-Ansicht (**Bild 10**). Nun kann man das Programm mit „Step Over“ (F10) Befehl für Befehl durchlaufen und ausprobieren. Hiermit lassen sich eventuelle Programmierfehler aufspüren. Rechts findet man alle Werte der wichtigen Register, darunter die Inhalte der verschiedenen Speicher und links davon lokale Variablen (bei uns nicht vorhanden). Mit dem schon bekannten „Start without

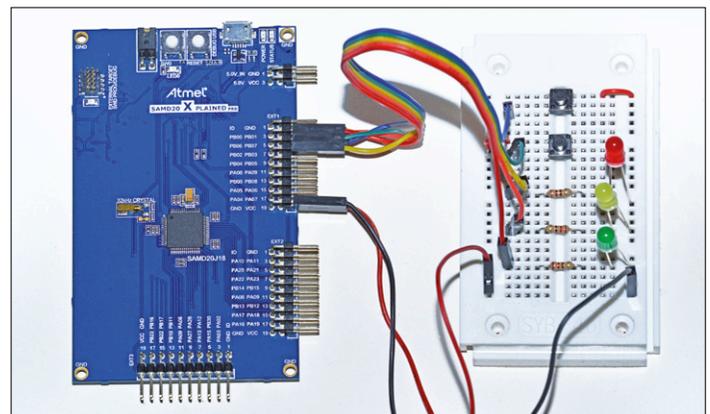


Bild 9. Dieser Aufbau bietet viel Flexibilität für eigene Änderungen oder Erweiterungen (Foto: Richard Endres).

Debugging“-Symbol können Sie alternativ das Programm wie üblich ausprobieren. Beim Drücken beider Taster entsteht übrigens ein Wechselblinker.

Das SERCOM

Die SERCOMs des SAM D20 sind sehr vielfältig, sie können als verschiedene serielle Schnittstellen beziehungsweise Datenbusse konfiguriert werden. Die Pads (Anschlüsse für Takt- und Datensignale) lassen sich an beliebige GPIO-Pins multiplexen. Das SERCOM kann auch im Schlafmodus weiterarbeiten. Im

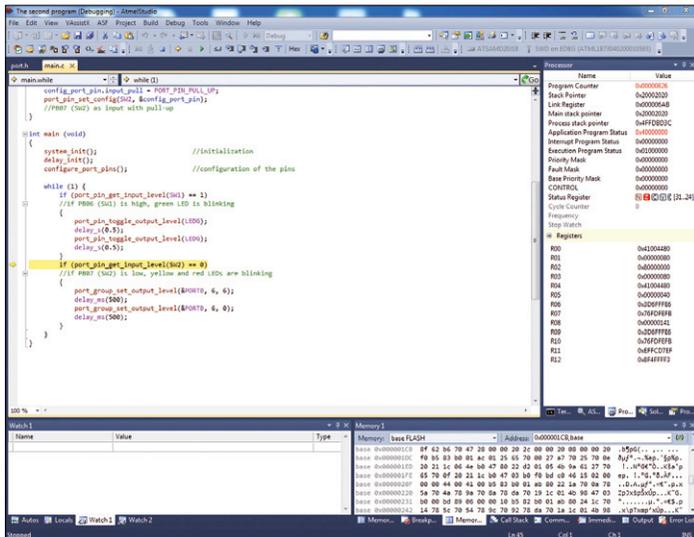


Bild 10. So sieht das Debug-Fenster aus.

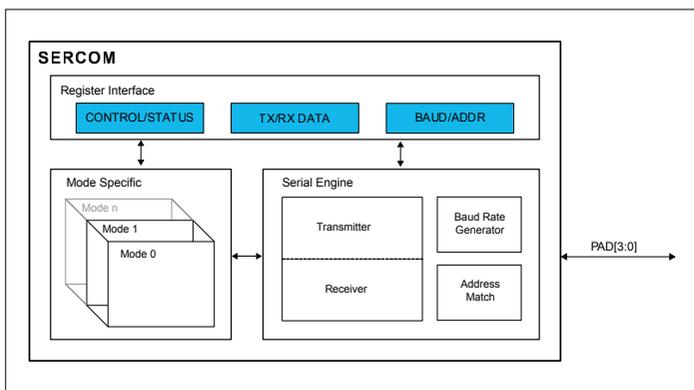


Bild 11. Das SERCOM ist sehr flexibel.

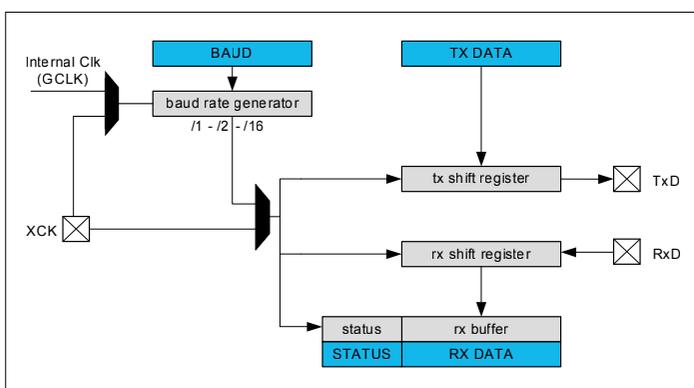


Bild 12. Hier ist das SERCOM als USART konfiguriert dargestellt.

Blockschaltbild (**Bild 11**) erkennt man oben die wichtigsten Registergruppen zum Konfigurieren des SERCOMs, zum Einstellen der Baudrate oder der Adresse und natürlich die Sende- und Empfangsregister. Unter den Registern sind die verschiedenen Modi dargestellt (I²C, SPI und USART) sowie der eigentliche Block, der Daten und Adressen empfängt, sendet und vergleicht. Ein als USART konfiguriertes SERCOM ist sehr flexibel, es kann pro Frame 5 bis 9 Datenbits und 1 oder 2 Stoppbits senden und empfangen, je nach Einstellung mit LSB oder MSB zuerst. Im synchronen Modus wird ein dritter Pin mit dem Takt XCK eingesetzt. Für das Taktsignal gibt es verschiedene interne und externe Quellen, die bis zu 1/16 geteilt werden können. Der USART ist natürlich dazu fähig, bei verschiedenen Ereignissen (zum Beispiel beim Empfang eines Bytes) einen Interrupt auszulösen. Das Empfangssignal wird digital gefiltert. Der vereinfachte Aufbau ist in **Bild 12** mit Taktquelle und Baudraten-Teiler links und Sende-, Empfangs- und Statusregistern rechts dargestellt. Eine ausführlichere Beschreibung finden Sie unter [3] ab Seite 336.

Der USART kommt ins Spiel...

Unser zweites Projekt soll den Umgang mit dem USART im asynchronen Modus (also eigentlich UART) demonstrieren. Zur Erinnerung: Wir benötigen hierzu nichts weiter als das bereits gesteckte USB-Kabel und ein Terminalprogramm auf dem PC, denn der EDBG-Baustein auf dem Board ist mit einem SERCOM des Controllers verbunden und setzt die UART-Signale auf USB um. Auch den nötigen Windows-Treiber haben wir bereits im ersten Teil der Serie auf dem PC installiert.

Erstellen Sie bitte wie zuvor ein neues Projekt namens „The first project with UART“ und fügen Sie diesem Projekt mit dem ASF Wizard wie oben beschrieben die SERCOM-USART-Bibliothek hinzu (**Bild 13**). Achten Sie darauf, dass die Callback- und nicht die Polled-Variante ausgewählt ist. Dank der Callback-Bibliothek muss man sich nicht direkt mit UART-Interrupts herumschlagen. Man teilt dem ASF einfach mit, welche selbst definierte Funktion aufgerufen werden soll, falls x Zeichen über den UART eingegangen sind. Eine andere selbst geschriebene Callback-Funktion kann man aufrufen lassen, wenn y Zeichen verschickt worden sind.

Den Code unseres ersten UART-Projekts finden Sie auf der Webseite zu diesem Artikel [7]. Zu Beginn des Programms wird eine Struktur des Typs `usart_module` namens `usart_instance` erzeugt, mit der sich dann später der jeweilige U(S)ART aufrufen lässt.

Anschließend folgt unsere Callback-Funktion namens `usart_read_callback`, die immer nach dem Empfang des `string1` (10 Zeichen) aufgerufen wird. Hierin wird diese Zeichenkette über die `strcmp`-Funktion mit zwei möglichen ASCII-Befehlen verglichen, und bei Übereinstimmung jeweils die grüne LED ein- oder ausgeschaltet (für `strcmp` muss die `string.h`-Bibliothek eingebunden sein). Gleichzeitig geben wir ein OK mit Zeilenumbruch aus. Um diese Zeichen zu verschicken, benötigen wir nur den Befehl `usart_write_buffer_job(&usart_instance, (uint8_t *)string5, 4)`. Dieser benötigt dazu nur drei Parameter – einen Zeiger auf die USART-Instanz-Struktur, einen Zeiger auf den zu übertragenden String und die Größe des zu übertragenden Strings (hier sind es vier Zeichen: „OK<LF>“). Wenn man im Terminalprogramm die Zeichenkette „SW1 status“ eingibt, dann fragt das Programm den Zustand des Tasters

SW1 ab, der dann mit dem Befehl `usart_write_job(&usart_instance, XX)` ausgegeben wird ($XX = 48$ oder 49). Neben dem Zeiger auf die USART-Instanz-Struktur benötigt diese Funktion zum Ausgeben eines einzelnen Zeichens nur noch den ASCII-Wert, in diesem Fall 49 für die Eins und 48 für die Null.

Danach folgt noch unsere Callback-Interrupt-Routine `usart_write_callback`, die nach jedem vollständigen Abarbeiten eines Sende-Jobs aufgerufen wird. Sie ändert jedes Mal den Zustand der Pins der gelben und der roten LED.

In der Konfigurations-Funktion `configure_usart` wird zuerst eine USART-Konfigurations-Struktur des Typs `usart_config` namens `config_usart` erzeugt und mit Voreinstellungen initialisiert. Anschließend werden die Baudrate und die Pins des USARTs eingestellt, in unserem Fall die Pins, die an den EDBG angeschlossen sind. Schließlich wird der für den EDBG zuständige SERCOM beziehungsweise USART initialisiert, wobei ein Zeiger auf die Konfigurations-Struktur übergeben wird. Ab jetzt besitzt man über die Instanz-Struktur `usart_instance` Zugriff auf den USART. Die folgende Funktion registriert und aktiviert die Callback-Funktionen.

In der Main-Routine werden schließlich die schon besprochenen Konfigurations- und Initialisations-Funktionen aufgerufen und die globalen Interrupts zugelassen. In der While-Schleife befindet sich nur der Befehl `usart_read_buffer_job(&usart_instance, (uint8_t *)string1, sizeof(string1))`, der im Hintergrund genau zehn Zeichen empfängt (Größe von `string1`); danach wird die Callback-Funktion aufgerufen.

Wie Sie sehen können, lassen sich mit Hilfe der ASF-Bibliothek sowohl ganze Strings als auch einzelne Zeichen sehr einfach im Hintergrund und ohne „Blockierung“ des Programms verschicken und empfangen. Dies ist der Vorteil der Callback-Variante mit Interrupts gegenüber der Polled-Variante, die immer in einer While-Schleife warten muss, bis der Befehl ausgeführt ist. Falls Sie sich bei der Callback-Variante nicht auf eine feste Anzahl zu empfangener Zeichen festlegen wollen (was durchaus günstig ist), können Sie einen etwas aufwändigeren Weg wählen. Lassen Sie die Callback-Funktion nach jedem empfangenen Zeichen aufrufen. Dort wird dieses Zeichen in einem Puffer abgelegt, anschließend gleich der nächste Empfangs-Job angestoßen, der wieder nur auf ein Zeichen wartet. Den Puffer kann man dann wiederholt auswerten und so feststellen, ob ein bestimmter String eingegangen ist.

Wichtig: Im Terminalprogramm müssen die richtige Baudrate (9600 Baud) und der richtige COM-Port eingestellt sein. Sie müssen außerdem einstellen, dass bei einem Versenden einer Zeichenkette kein `<CR>` oder `<LF>` mitgegeben wird. Der EDBG-Baustein verlangt auch, dass das DTR-Signal der (virtuellen) seriellen Schnittstelle gesetzt ist, was man ebenfalls im

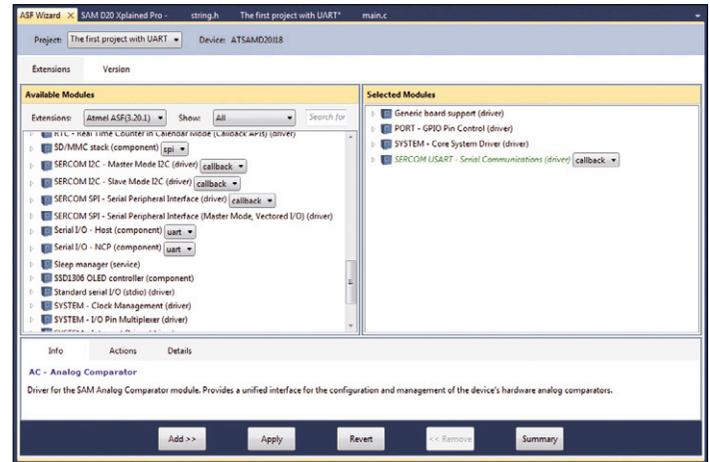


Bild 13. Die benötigte USART-Bibliothek ist nun im ASF-Wizard ausgewählt und muss nur noch mit „Apply“ dem Projektverzeichnis hinzugefügt werden.

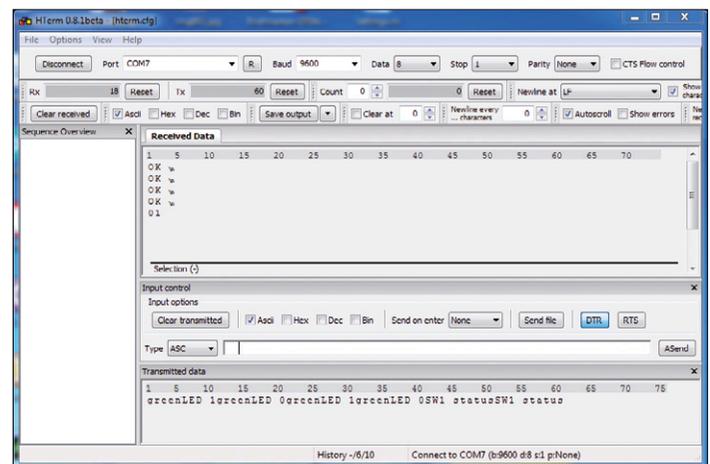


Bild 14. Das Programm kann man in einem Terminalprogramm ausprobieren. Hier die nötigen Einstellungen in Hterm.

Terminalprogramm einstellen muss. Der Screenshot in **Bild 14** zeigt die Einstellung in Hterm.

Gratulation! Spätestens jetzt können Sie eigene Projekte mit einem Cortex-M0+-Controller wagen. Stöbern Sie ausgiebig in den verschiedenen ASF-Bibliotheken und den sehr hilfreichen Manuals. Sie finden eine 400-seitige Dokumentation der Bibliotheken unter [6].

(140512)

Weblinks

- [1] <http://asf.atmel.com>
- [2] www.atmel.com/images/doc8432.pdf
- [3] www.atmel.com/Images/atmel-42129-sam-d20_datasheet.pdf
- [4] www.atmel.com/Images/Atmel-42113-SAM-D20-D21-Port-Driver-PORT_Application-Note_AT03248.pdf
- [5] www.atmel.com/Images/Atmel-42118-SAM-D20-Serial-USART-Driver-SERCOM-USART_Application-Note_AT03256.pdf
- [6] www.atmel.com/Images/Atmel-42139-ASF-Manual-SAM-D20_Application-Note_AT03665.pdf
- [7] www.elektor-magazine.de/140512

Q&A

(Fast) alles, was Sie schon immer wissen wollten über...

Pegel-Wandlung



Mitwirkende: **Burkhard Kainka, Malte Fischer, Luc Lemmens, Clemens Valens**
Zusammengestellt von **Jaime González-Arintero**

5, 3,3, 2,5, 1,8, 1,5, 1,2 Volt...im Laufe der technischen Entwicklung haben die Halbleiterhersteller auf immer niedrigere Spannungen gesetzt, um die Leistungsaufnahme auf ein Minimum zu reduzieren. Wie bei Menschen, die nicht die gleiche Sprache sprechen, können nicht alle Logikbauteile miteinander kommunizieren. Es gibt zwar spezielle „Übersetzer“-ICs im Handel, aber es geht auch wesentlich unkomplizierter. Bei einem solchen weiten Thema kann diese kurze Zusammenstellung nur die Spitze des Eisbergs behandeln. Aber wenn Sie noch eine Frage (Q wie Question) haben, geben wir unser Bestes, um Ihnen eine Antwort (A) zukommen zu lassen!

Q Welche Spannungen werden als logische 1 betrachtet (in der Regel: High), welche als logische 0 (in der Regel: Low)?

A Jede Logikfamilie besitzt bestimmte Schwellwertspannungen, die präzise festlegen, was logisch High und logisch Low ist.

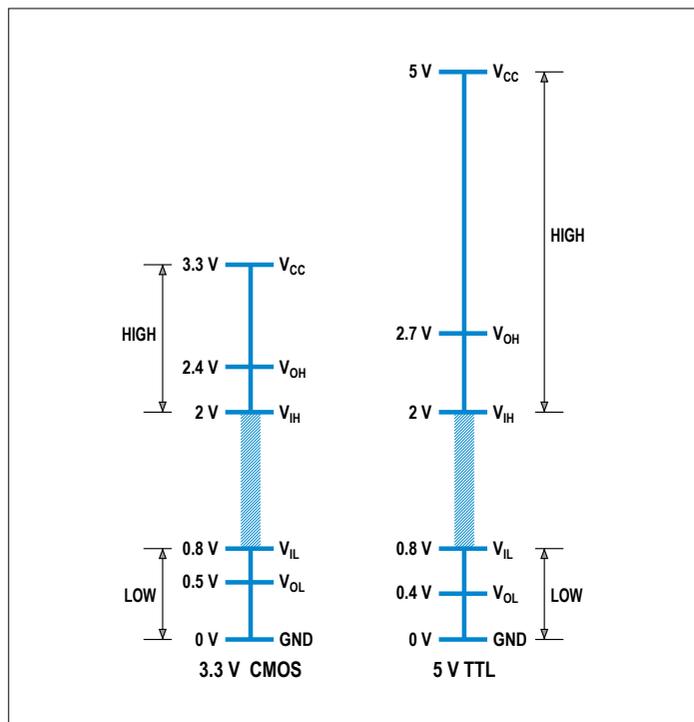


Bild 1. Logisch High, Low oder floating?

Das betrifft sowohl Ein- als auch Ausgangssignale. Für 5-V-TTL-Bausteine wird jeder Eingangspegel von mehr als 2 V als High (V_{IH}) gelesen und jeder unter 0,8 V als Low (V_{IL}). Die Ausgangswerte sind etwas restriktiver: 2,7 V ist die minimale Spannung, die für einen Ausgang als High (V_{OH}) vorgesehen ist. Für ein Low (V_{OL}) muss die Spannung unter 0,4 V liegen. **Bild 1** zeigt diese Schwellwerte deutlich. Bei 3,3-V-CMOS-Logik sind die Pegel fast die gleichen, nur die Höchstspannung ist natürlich niedriger. Bei einigen Mikrocontrollern differieren die Schwellspannungen zugunsten niedrigerer Rauschempfindlichkeit etwas, ein bekanntes Beispiel ist der beliebte ATmega328.

Aber Vorsicht ist geboten: Wenn ein Pin ein Eingangssignal mit einem Pegel zwischen diesen Schwellenwerten (also weder High noch Low) „empfängt“, so ist das Verhalten „nicht definiert“. Es könnte sich ein Schwebezustand einstellen, der Pegel könnte als High oder als Low oder abwechselnd als High oder Low interpretiert werden. Das Hauptproblem solcher „floating states“ ist, dass die Eingangsschaltungen zu viel Strom aufnehmen. Ein typisches Resultat solch nicht definierter Eingangspegel bei einem Prozessor im Sleep-Modus ist eine zu hohe, nicht dem Datenblatt entsprechenden Stromaufnahme. Und über einem solchen Fehler kann man schon graue Haare bekommen!

Q Sind Mikrocontroller-Eingänge tolerant gegenüber zu hohen Pegeln (beispielsweise 5 V bei einem 3,3-V-Mikrocontroller)?

A Das hängt stark von Hersteller/Familie/Typ des Controllers ab. Es ist immer empfehlenswert, das Datenblatt zu konsultieren. Wenn ja (wie bei einigen Low-power-Mikrocontrollern), ist die Anzahl der 5-V-toleranten I/Os klar ausgewiesen.

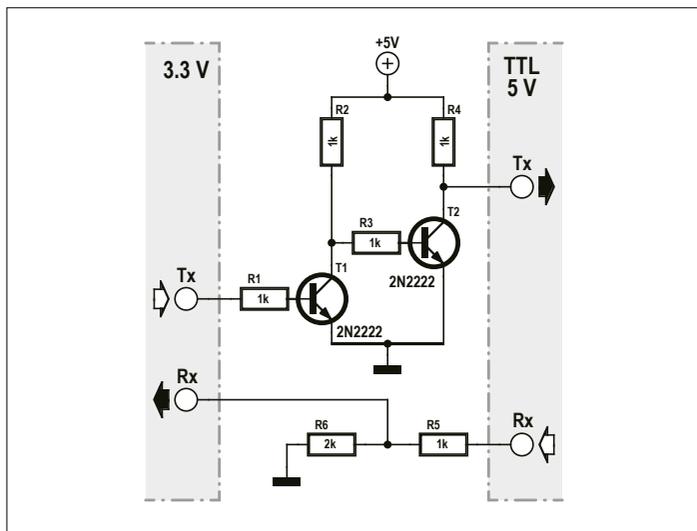


Bild 2. Logikpegel-Wandlung von 3,3 V auf 5 V. Einfach, aber effektiv.

Q Was ist mit der Pegelwandlung von einem 3,3-V-Bauteil zu 5 V (TTL)? Und umgekehrt? Sind ein paar Widerstände ausreichend, um das Problem zu lösen?

A Manchmal möchte man eine Reihe von „klassischen“ TTL-ICs mit 5-V-Pegel an einen 3,3-V-Controller anschließen. Die Absenkung der Spannung auf der RX-Leitung ist kinderleicht mit einem einfachen Spannungsteiler vorzunehmen. Für TX jedoch muss die Spannung erhöht werden, damit man auf der sicheren Seite ist. Dies kann durch eine sehr einfache Schaltung aus zwei NPN-Transistoren (nur einer würde das Signal invertieren) und ein paar Widerständen geschehen. Bild 2 zeigt eine passende Schaltung. Es ist zwar nicht die eleganteste Lösung, aber wirklich einfach, kostengünstig und den Zweck erfüllend.

Für eine unidirektionale Verschiebung von 5 V auf 3,3 V (und nicht umgekehrt) ist auch eine einfache Lösung mit einer 3,3-V-Zenerdiode wie der 1N5226 und einem Widerstand denkbar. Die Spannung wird dadurch auf einen Wert etwas unterhalb der Zener-Spannung reduziert. Bild 3 zeigt diese Schaltung, die Spannung am Ausgang liegt bei etwa 3 V und sicher unterhalb von 3,3 V.

Beachten Sie, dass einige Lösungen nicht mit Hochgeschwindigkeitssignalen funktionieren - es kommt immer auf die Situation an.

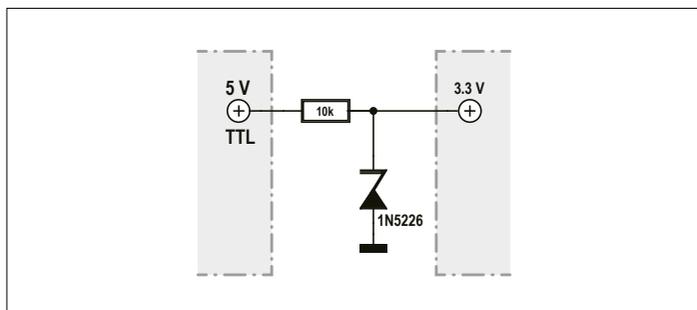


Bild 3. Einseitige Wandlung von 5 V (TTL) auf 3,3 V.

Q Brauchen wir eine Pegelwandlung bei einer Verbindung über I²C?

A Durch die Open-collector-Konfiguration von I²C entfällt in vielen Fällen die Notwendigkeit einer Pegelwandlung, wenn einfach die Pull-up-Widerstände der SDA- und der SCL-Leitung an 3,3 V angeschlossen werden. Allerdings sollten Sie dazu immer die Datenblätter aller beteiligten Bauteile überprüfen. Zum Beispiel fordern einige 5-V-Bauteile mit I²C-Interface eine V_{IH} (minimale High-Eingangsspannung) von $0,7 \times V_{DD}$, in diesem Fall also 3,5 V. 3,3 V wären also zu niedrig, um eine zuverlässige I²C-Kommunikation zu garantieren. Eine Application Note von NXP Semiconductors [1] zeigt, wie mit nur zwei FETs und vier Widerständen (zwei für jeden Spannungspegel) der Bus in einen 3,3-V- und einen 5-V-Abschnitt aufgeteilt wird.

Q Beim Einsatz von Level-shifting-ICs wie dem TXB0108 läuft auch nicht immer alles glatt. Manchmal verhalten sich die ICs nicht wie erwartet oder haben Probleme mit anderen, sie umgebenden Komponenten. Warum?

A Einige Level-Shifter-ICs besitzen Pull-up-Widerstände an ihren I/Os, die den Rest des Systems (zum Beispiel I²C-ICs) stören können. Es gibt viele verschiedene Arten von integrierten Spannungspegelumsetzern, mit einer unterschiedlichen Anzahl von Kanälen, mono- und bi-direktional, automatisch oder geschaltet (die Richtung wird an einem Select-Pin eingestellt) und so weiter. Es gibt keine feste Regel für die von diesen ICs eingesetzten Pull-up-Widerstände. Sie sollten immer das Datenblatt studieren.

(140560)

Weblink

[1] <http://j.mp/AN10441>

Blieben Sie dran!

In der nächsten Ausgabe von Q & A geht es um:

Überspannungs- und Überstromschutz

Anzeige

NAGY ist ein international bekannter Hersteller von physikalischen / elektronischen Meßgeräten. Wir suchen einen erfahrenen

Elektroniker (m/w)

Qualifikation als Techniker oder Meister oder FH-Abschluss wäre von Vorteil, jedoch keine Bedingung.

Aufgabengebiet: Entwicklung von elektronischen Schaltungen (analog und digital), Konstruktion von Messgeräten. Sie sollen die Betreuung und Leitung eines Teams übernehmen und unser Prüffeld unterstützen.

Ihr Profil: Sie beschäftigen sich seit vielen Jahren begeistert mit elektronischen Geräten, beruflich oder in Ihrer Freizeit. Unternehmerisches Denken, Durchsetzungsfähigkeit.

Interessante, abwechslungsreiche Tätigkeit, attraktive, leistungsgerechte Vergütung.

NAGY Messsysteme GmbH, 71126 Gäufelden.
Bewerbung bitte per E-Mail an: bw22@nagy-instruments.de

Copper Pours

Kupferflächen anlegen

Von **Neil Gruending** (Kanada)

Unter dem englischen Begriff „Copper Pours“ versteht man Flächen auf Platinen, die mit Kupfer ausgefüllt sind. Nachfolgend lesen Sie, wie man diese Copper Pours in DesignSpark erzeugt.

Als ich kürzlich gerade mit dem Hacktor-Projekt [1] beschäftigt war, musste ich einige Flächen auf der Platine mit Kupfer ausfüllen, um gute Masseflächen zu erhalten. Diesen Vorgang bezeichnet man im Englischen kurz und klar mit „pouring copper“ (Kupfer gießen), und die gefüllten Flächen nennt man folgerichtig „copper pours“. Jetzt geht es darum, wie man das in DesignSpark verwirklicht.

Kupfer gießen

Der erste Schritt für eine gefüllte Fläche ist es, eine Begrenzung der Fläche zu zeichnen, die dann ausgefüllt werden soll. Hierzu dient das Menü *Pour Area* unter *Add* → *Copper*. Ich verwende normalerweise das Polygon-Tool, doch kann man genauso gut ein Rechteck oder einen Kreis anlegen. Wenn man diese Fläche füllen will, klickt man die gewünschte Begrenzung an und wählt *Pour Copper* – schon erscheint das zugehörige Fenster wie in **Bild 1**.

Hier kann man das Netz für die Füllung und die anderen Parameter für die Feinheiten auswählen. Die meisten Optionen betreffen die thermische Anbindung per „Spoke“ (Minileiterbahn), damit das Löten einfacher wird, da nicht so viel Wärme abgeführt wird (siehe **Bild 2**). Die Parameter *Spoke Width* und *Isolation Gap* definieren die Breite und Länge der Verbindung eines Pads mit der Kupferfläche. Normalerweise nutzt man solche

Thermals auch bei den Löchern für bedrahtete Bauteile. Ich ziehe es manchmal vor, das Kupfer ohne *Thermals* direkt bis an die Löcher heranzuführen.

Der Parameter *Min. Copper Area* legt fest, wie groß eine Kupferfläche mindestens sein muss, damit eine Kupferfüllung erfolgt. Wenn *Remove* bei *Isolated Islands* angehakt ist, wird DesignSpark isolierte Kupferflächen, die mit nichts verbunden sind, automatisch löschen.

Einstellungen beim Kupferguss

Ein einfaches Beispiel, bei dem eine Massefläche rund um die Pads eines Headers mit dem Rastermaß 0,1“ realisiert werden soll, demonstriert die Details (siehe **Bild 3**). Das Kupfer hat zwar Verbindung mit allen Pads, die eine Masseverbindung haben, aber warum ist das Kupfer nicht zwischen die Pads geflossen? Es dürfte klar sein, dass dafür einfach nicht genug Platz zwischen den Pads war.

Der Grund hierfür ist, dass DesignSpark die Kupferfüllung als Folge von Linien realisiert, damit das Ergebnis gut im Gerber-Format exportiert werden kann. Der Vorgang entspricht dabei dem Verlegen von Leiterbahnen mit einer definierten Breite. Und wenn so eine Bahn nicht zwischen zwei Pads passt, dann stoppt der Vorgang. Glücklicherweise lässt sich die für die Füllung verwendete Leiterbahnbreite einstellen, und man kann sie so wählen, dass sie zwischen den Pads hindurch passt. Als Standard wurde eine Breite von 0,3048 mm genutzt, als ich die Begrenzung zeichnete. Das ist ziemlich breit. Wenn man die Begrenzung anklickt, dann kann man ihre Eigenschaften ändern. Ich habe die Breite auf 0,1 mm reduziert. Das Ergebnis sieht man in **Bild 4**. Den besten Wert findet man durch Ausprobieren, doch muss man nach jeder Änderung der Breite eine neue Füllung veranlassen. Im Prinzip macht man die Breite genau so groß, dass sie noch zwischen den Pads hindurch passt. Zu schmale Linien können später bei der Fertigung Probleme bereiten.

Man kann den Abstand der Kupferfläche zu anderen Objekten im Tab *Spacings* im Fenster *Design Technology* einstellen. Für das Beispiel mit dem Header ist dies bei Pin 3 relevant, der keine Verbindung mit Masse hat. Dieser Parameter legt fest, wie nahe das Kupfer anderen Objekten wie z.B. den Rändern der Platine kommt.

Keepout

Mit DesignSpark kann man auch Bereiche (Keepouts) festlegen, die beim Füllen ausgespart werden. Auch diese Bereiche werden mit den Tools für die Füllung angelegt. Man assoziiert sie lediglich nicht mit einem Netz und füllt sie nicht. Stattdessen führt ein Rechtsklick auf deren Begrenzung zu den Eigenschaften, in denen man die Option *Pour Keepout* aktiviert. Ab da wird DesignSpark diese Fläche inklusive der eingestellten Abstände aussparen.

Geordnete Füllung

Man kann Kupferflächen auch manuell füllen, wenn nur eine Fläche pro Layer nötig ist oder sich Flächen nicht überschnei-

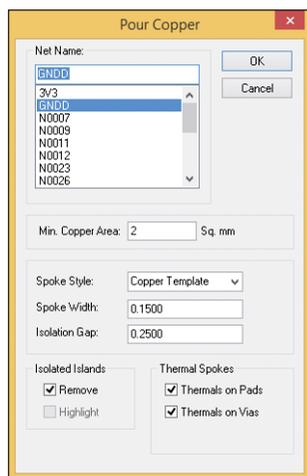


Bild 1. Copper-Pour-Fenster.

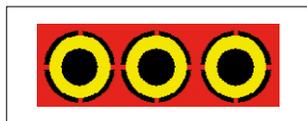


Bild 2. Thermals.

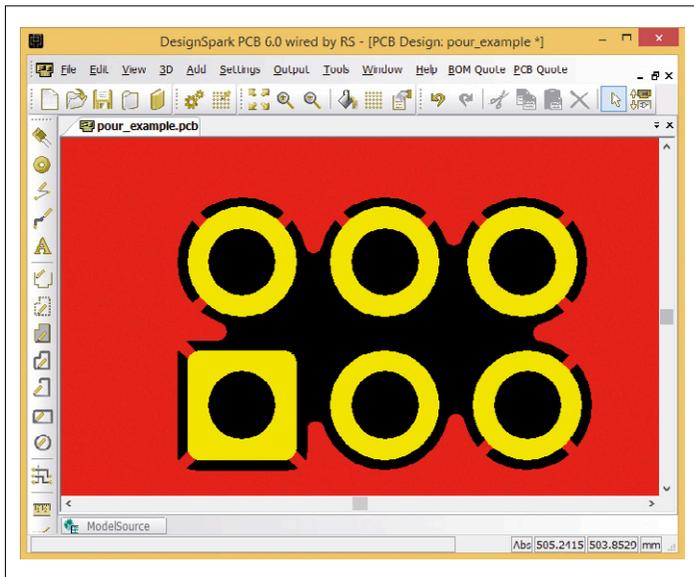
Advertorial für **DESIGNSPARK**

Bild 3. Der erste Füllversuch.

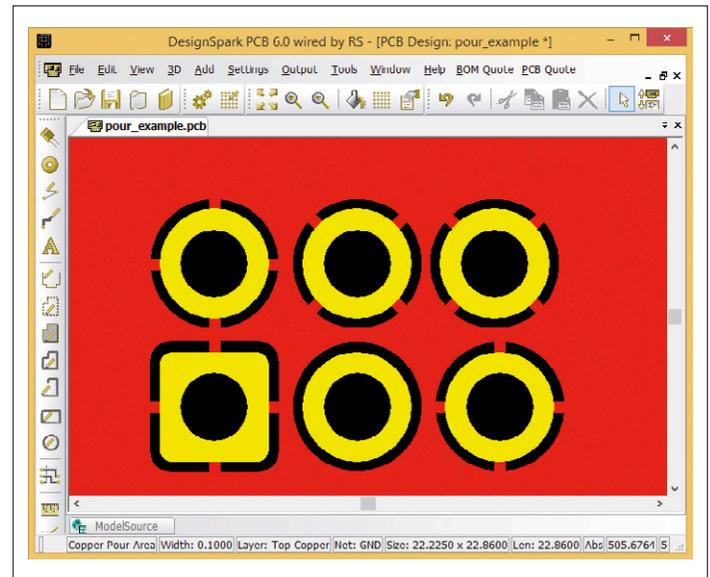


Bild 4. Die korrekte Füllung.

den. Bei Überschneidungen zählt nämlich die Reihenfolge, in denen die Flächen gefüllt werden. Zur Veranschaulichung dient eine modifizierte Version des Header-Beispiels, das schon eine gefüllte Fläche enthält (**Bild 5**). Wenn diese kleine Fläche um das Pad zuerst gefüllt wird, dann wird die größere Fläche wie gewünscht um die kleinere Fläche mit Abstand und *Thermals* herumfließen. Füllt man die große Fläche zuerst, fließt sie auch um dieses Pad und man keine Chance mehr, die kleine Fläche wie gewünscht später zu füllen.

Zum Glück ist es möglich, die Füllreihenfolge für die Flächen vorab festzulegen. Wenn DesignSpark dann die Flächen füllt, werden zuerst die Flächen mit der Nummer 0 (dem Standard) gefüllt. Anschließend kommen dann die Flächen mit 1 etc. an die Reihe. Man kann also mehrere Fläche mit der gleichen Zahl versehen und so die Flächen in Gruppen zusammenfassen. Diese Zahl gibt man wieder über das Copper-Pour-Eigenschaften-Fenster an.

DesignSpark folgt dieser Füllreihenfolge nur, wenn man die ganze Platine neu via Befehl *Pour Copper* ohne die Auswahl bestimmter Flächen neu füllt. Bei ausgewählter Fläche wird lediglich diese neu gefüllt.

Füllungen löschen

Normalerweise füllt man Kupferflächen erst, wenn die Platine fertig geroutet ist. Doch was, wenn man später eine Änderung machen möchte? Wenn man versucht, eine Leiterbahn durch eine gefüllte Kupferfläche zu verlegen, dann hagelt es DRC-Fehlermeldungen und dann muss man alle betroffenen Flächen neu füllen. Besser löscht man die Füllungen zuvor per Befehl *Clear Copper*. Wie beim Befehl *Pour Copper* bezieht sich das Kommando dann auf die ausgewählten Flächen. Ohne Auswahl werden alle Flächen gelöscht. Die Begrenzungen der Flächen bleiben erhalten. Jetzt kann man die Platine ohne Provoka-

tion von DRC-Fehlern ändern und die Flächen anschließend neu füllen.

Fazit

In diesem Beitrag ging es um die Füllung von Kupferflächen in DesignSpark. In der nächsten Folge geht es um weitere Layout-Tools.

(140526)

Weblink

[1] <http://goo.gl/GCOZDe>

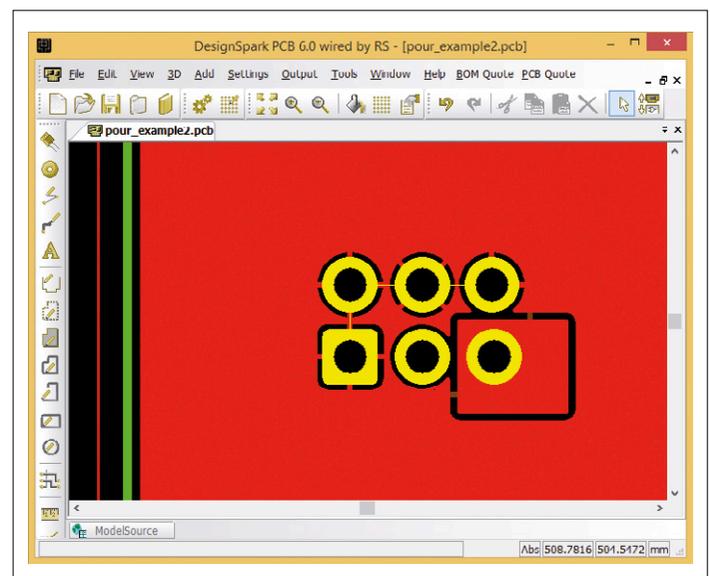
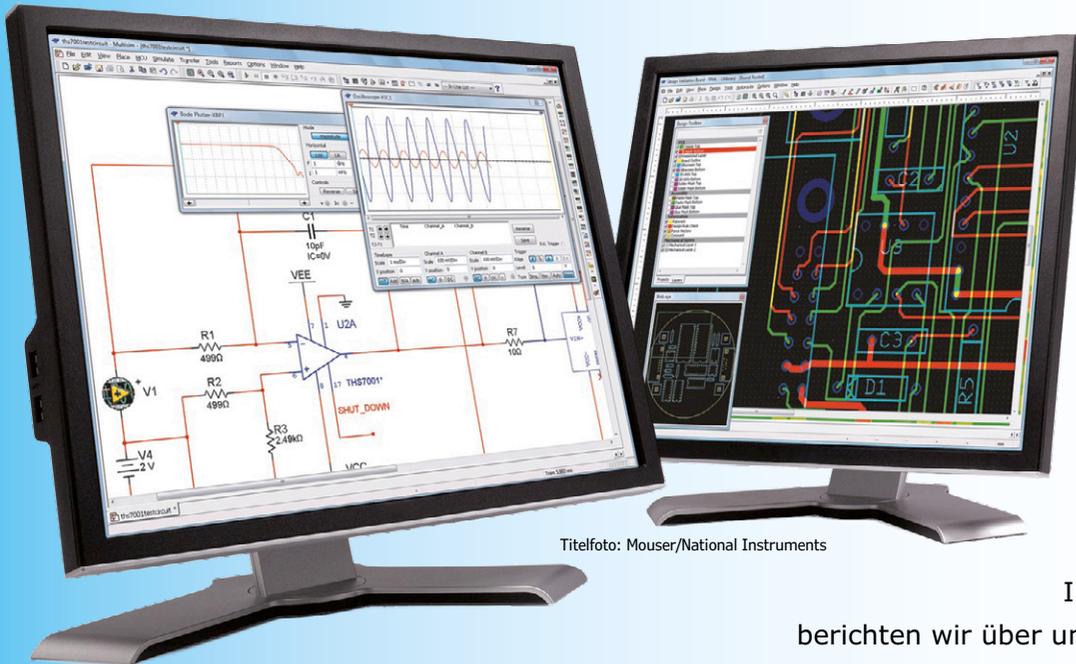


Bild 5. Flächen mit Überschneidungen.

MultiSIM Blue

Entwerfen, Simulieren und Layouten zum Nulltarif



Titelfoto: Mouser/National Instruments

Von **Harry Baggen** (Redaktion NL)

Bauteile-Distributor Mouser hat ebenso wie die Mitstreiter Farnell und RS Components kostenlose Programme im Angebot, die für den Schaltungsentwurf und das Layouten von Platinen entwickelt wurden. Mouser schenkt seinen Kunden eine modifizierte Version des bekannten MultiSIM von National Instruments. An dieser Stelle berichten wir über unsere ersten Erfahrungen.

Schon seit Jahren strengen sich die großen Bauteile-Distributoren an, ihre Klientel mit kostenlosen Programmpaketen zu ködern und bei der Stange zu halten. Vorreiter war Farnell, die Software war eine eingeschränkte Version des CAD-Programms

Cadsoft Eagle. RS Components zog nach mit dem Programm DesignSpark PCB, später folgte dort noch ein Programm für den 3D-Entwurf mit dem Namen DesignSpark Mechanical. Der dritte große Player auf dieser Bühne ist Mouser, der seit einigen Monaten eine modifizierte Version von MultiSIM als kostenlose Beigabe bereithält. MultiSIM aus der Schmiede von National Instruments ist eine umfangreiche Software-Suite mit beachtlichen Fähigkeiten sowie einem beachtlichen Preis, falls der Kunde die Vollversion erwirbt. Wir waren gespannt, in welchem Maß die Mouser-Version von MultiSIM (verglichen mit der Vollversion) in ihrer Funktionalität verschlankt ist. Zum Nulltarif konnten wir natürlich nicht den vollen Leistungsumfang erwarten.

Ein Vergleich all der genannten kostenlosen Programme ergab, dass das gravierendste Handicap der Gratis-Version von Eagle die Einschränkung des Platinenformats auf eine halbe Europakarte ist. Bei DesignSpark gibt es zwar keine faktische Einschränkung, doch der Anwender muss mit dem Programm in engster Tuchfühlung sein, um den vollen Leistungsumfang nutzen zu können. Die einschneidendste Beschränkung der verschlankten Version von MultiSIM dürfte die maximale Anzahl der Bauelemente auf 65 sein. Ganz nett fanden wir, dass das Programm die Bauteile auf Wunsch unmittelbar bei Mouser bestellt. Sehr gut gefallen hat uns, dass das Programm fähig ist, die entworfene Schaltung zu simulieren.

Installation

Wer MultiSIM Blue downloaden möchte, gelangt von Mouser über einen Link zu National Instruments (NI). Dort muss sich der Besucher einloggen oder ein neues NI-Konto eröffnen.

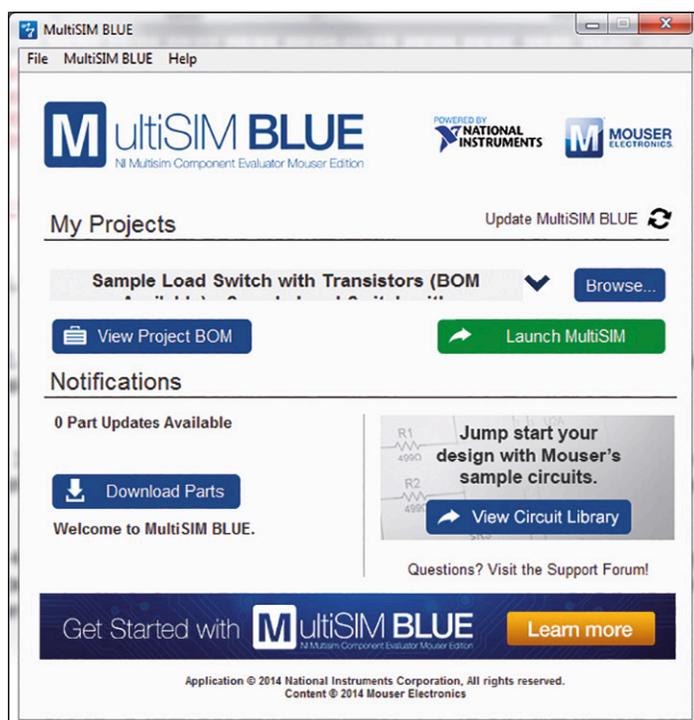


Bild 1. Das Startfenster weist auf das Zusammengehen von Mouser und NI hin.

Wir waren gespannt, in welchem Maß die Mouser-Version von MultiSIM (verglichen mit der Vollversion) in ihrer Funktionalität verschlankt ist.

Der Download-Link erscheint erst, nachdem diese Formalität erfüllt ist. Heruntergeladen wird ein Loader, der nur geringen Umfang hat, er lädt seinerseits das 775 MB große Programmpaket herunter.

Wenn das geschafft ist, beginnt die Installation. Das Programmpaket besteht aus einer Vielzahl von Komponenten, es vergeht geraume Zeit, bis sie installiert sind. Jetzt ist gute Gelegenheit, verdienstermaßen eine Kaffeepause einzulegen. Uns fiel auf, dass ein Passus in der zu akzeptierenden Lizenz den Einsatz für Lehrzwecke untersagt. Vermutlich möchte NI unterbinden, dass die Version bei Hochschullehrern und Studierenden Einzug hält, denn für diese Zielgruppe hat NI spezielle, nicht kostenlose Versionen und Lizenzen herausgebracht. Weiter fiel uns auf, dass die Lizenz von MultiSIM Blue Mitte 2017 ausläuft, während die Lizenz des integrierten Ultiboard (Platinenlayout-Software) in der kostenlosen Version nur ein Jahr gültig ist. Möglicherweise liegt dies an Vereinbarungen, die Mouser und NI miteinander getroffen haben. Falls die Ultiboard-Komponente nach dem Lizenzablauf nicht mehr läuft, muss der Anwender nach dieser Zeit auf ein anderes Layout-Programm umsteigen.

Erste Bekanntschaft

Ist die Installation abgeschlossen und der Rechner neu gestartet, steht der Bekanntschaft mit MultiSIM Blue nichts mehr im Weg. Zuerst erscheint ein Menüfenster mit diversen Optionen (Bild 1), dort können die Stücklisten vorangegangener Projekte betrachtet werden (BOM = Bill Of Materials), und es gibt die Möglichkeit, neu aufgenommene Bauteile von der Mouser-Datenbank herunterzuladen. Außerdem sind Schaltungsbeispiele abrufbar, ferner kann der so genannte MultiSIM Component Evaluator (Version 13.0) gestartet werden.

Wir haben zuerst unsere Datenbank auf den neuesten Stand

gebracht, was etwas länger als eine halbe Stunde dauerte. Während dieser Zeit schritt ein Fortschrittsbalken ungewohnt ruckweise voran, doch das war ohne Bedeutung. Nach dem Update hatte unsere Datenbank einen Umfang von annähernd 100.000 Komponenten. Doch das ist längst nicht alles, was Mouser in seinem Sortiment führt, die Datenbank wird bei Mouser kontinuierlich gepflegt und ausgebaut.

Nach einem Klick auf den grünen Launch-Button erscheint das Fenster für den Schaltungsentwurf (Bild 2). Wer bereits mit ähnlicher Software gearbeitet hat, findet hier ein weitgehend bekanntes Terrain vor. Trotzdem bedarf es einiger Zeit der Einarbeitung, denn viele Funktionen und Bedienelemente dürften vom Gewohnten abweichen. In seiner äußeren Erscheinung ist das Entwurfsfenster mit anderen Programmen vergleichbar. Wir haben bei unserer ersten Bekanntschaft mit MultiSIM Blue wiederholt die integrierte Hilfe aufgerufen. Die Hilfe ist allgemein gehalten, sie scheint unterschiedslos in allen MultiSIM-Versionen eingebaut zu sein. Gelegentlich geht die Hilfe auf Versionsunterschiede ein, doch das ist eher verwirrend.

Näher betrachtet

Bei MultiSIM sind die Komponenten in zwei getrennten Datenbanken erfasst: Die allgemeine Datenbank und die Datenbank mit Komponenten von Mouser. Die Mouser-Datenbank enthält umfangreiche Informationen zu den Komponenten und natürlich die Mouser-Bestellnummern, sie hat jedoch auch Nachteile. Wenn der Anwender einen Widerstand in seinem Entwurf platzieren möchte, muss er zuvor Art und Hersteller auswählen. Die Liste ist lang, es fehlt an unterstützenden Orientierungshilfen. Nach einer Anlaufphase kennt der Anwender zwar den von ihm bevorzugten Standard-Typ, doch die Suche bleibt ihm trotzdem nicht erspart. Wenn ein Entwurf nur simuliert werden

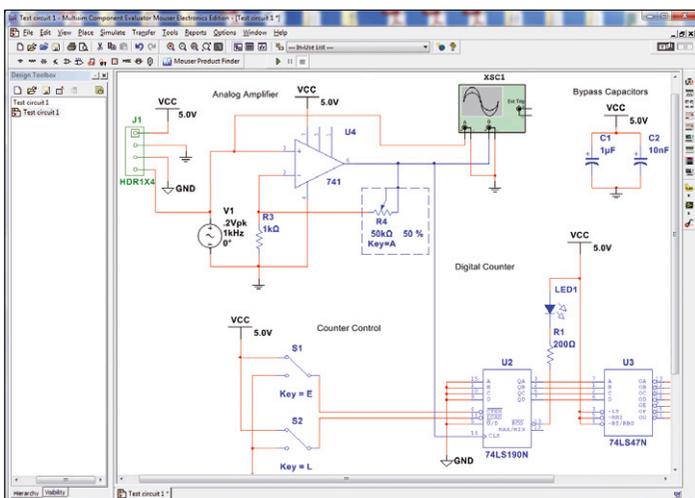


Bild 2. Fenster für den Schaltungsentwurf. Der Schalter rechts oben startet die Simulation.

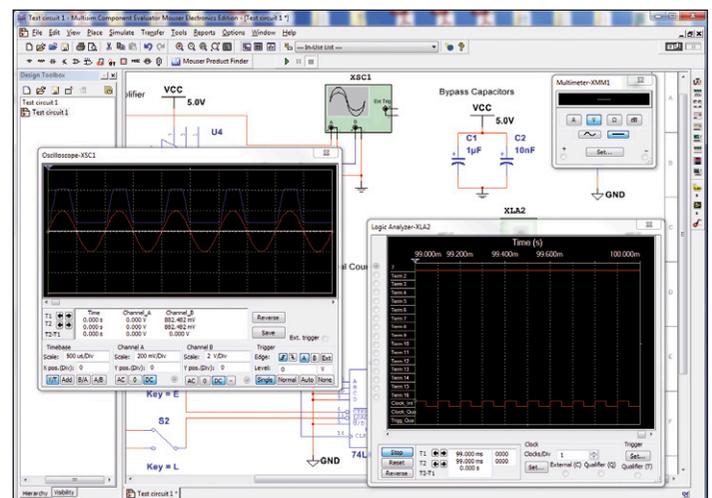


Bild 3. Für die Simulation stehen virtuelle Messgeräte bereit.

MultiSIM Blue ist ein leistungsstarkes CAD-Paket mit eingebautem Simulator, ein Feature, das wir bei den Mitbewerbern vermissen.

soll, ist die allgemeine Datenbank die zweckmäßigere Wahl. Nachteilig ist bei der Datenbank von Mouser auch, dass die Auswahl eingengt ist. Einerseits erscheint die Anzahl der Komponenten, die bei 100.000 liegt, enorm hoch, doch bei näherer Betrachtung enthält sie beispielsweise nur Mikrocontroller von Microchip. Dazu gehören nicht weniger als 4287 unterschiedliche Typen.

Das Herausragende an MultiSIM ist, wie schon erwähnt, die Fähigkeit, Entwürfe zu simulieren. MultiSIM basiert auf Electronics Workbench, es war ursprünglich lediglich ein Simulator, der später durch den Platinen-Layouter Ultiboard ergänzt

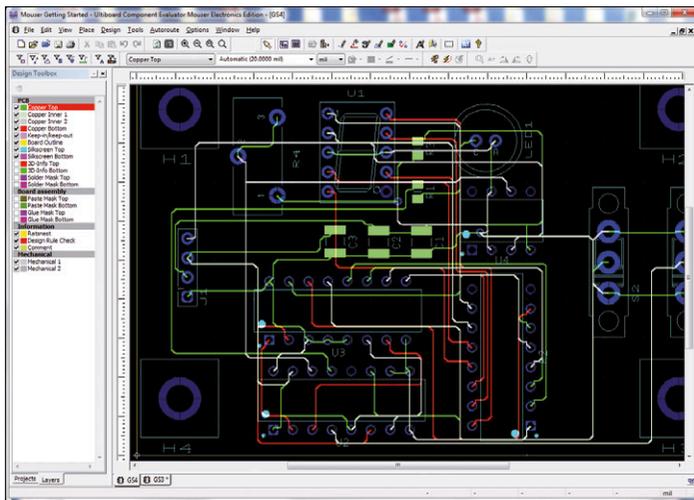


Bild 4. Die Platine wird in dem separaten Ultiboard-Fenster layoutet.

wurde. Der Simulator in MultiSIM ist übersichtlich und ohne Schnörkel gestaltet. Der Anwender kann unkompliziert diverse virtuelle Messgeräte einbinden und sie durch Doppelklicken zoomen. Die Bedienoberflächen der Messgeräte (siehe **Bild 3**) sind den realen Vorbildern nachempfunden, dies gilt auch für die Bedienung. Auch interaktive Funktionen sind vorhanden, beispielsweise stellbare Schalter, LEDs, die aufleuchten, sowie Displays, auf denen alphanumerische Zeichen erscheinen. Der Simulator gehört zu den so genannten Mixed-Mode-Simulatoren, er kann miteinander kombinierte analoge und digitale Schaltungen simulieren.

Ultiboard

Nachdem der Entwurf erstellt und eventuell simuliert wurde, wird die zugehörige Netzliste dem Platinen-Layouter übergeben. Dann startet in einem separaten Fenster der Ultiboard Component Evaluator (**Bild 4**), und alle Komponenten werden mit den zugehörigen Verbindungsleitungen neben den Umrissen einer Platine angeordnet. Der Anwender kann die Komponenten platzieren und selbst versuchen, die optimale Konfiguration herauszufinden. Die Alternative ist die automati-

sche Platzierung, bei der die Software diese Arbeit übernimmt. Anschließend sorgt der Autorouter dafür, dass die Leiterbahnen optimal verlegt werden.

Ultiboard hat zahlreiche Möglichkeiten und Fähigkeiten zu bieten, doch auch hier gilt, dass einiges anders ist als bei anderen Platinenlayout-Programmen. Die Autoplatzier- und Autorouter-Funktionen scheinen absolut sauber zu funktionieren, zumindest bei unseren nicht allzu komplexen Entwürfen. Auch ein 3D-Viewer ist in Ultiboard integriert. Mit ihm lässt sich die virtuelle bestückte Platine aus allen Blickwinkeln betrachten, vorausgesetzt die physischen Abmessungen der Komponenten sind in der Datenbank enthalten.

Eine wichtige Funktion, die in der „Light“-Version MultiSIM Blue fehlt, ist die Vorwärts- und Rückwärtsverknüpfung der Daten zwischen CAD- und Layout-Programm. Wenn in der Schaltung beispielsweise ein Widerstand 0,25 W gegen einen 1-W-Typ ausgetauscht wird, muss dies von Hand auf der Platine nachvollzogen werden. Das ist nicht nur mühsam, sondern auch fehlerträchtig! Die Version MultiSIM Blue ist deshalb vornehmlich für Projekte geeignet, die nur begrenzten Umfang haben.

Nachdem das Platinenlayout für gut befunden wurde, können die Gerber-Dateien für den Platinenhersteller erzeugt werden. Mit der generierten BOM (Stückliste) lässt sich nun die Zeit zurückholen, die beim Schaltungsentwurf mit Mouser-Komponenten zusätzlich investiert werden musste. Nach dem Speichern der BOM und einem weiteren Mausklick im Startfenster erscheint die Liste zusammen mit den Mouser-Preisen, sie kann im Warenkorb des Browsers abgelegt werden.

Fazit

MultiSIM Blue ist ein leistungsstarkes CAD-Paket mit eingebautem Simulator, ein Feature, das wir bei den Mitbewerbern vermissen. Die Kopplung mit der Datenbank von Mouser ist eine gute Idee, auch das Erstellen der Stückliste (BOM) und einer Bestellübersicht hat uns gefallen. Allerdings muss die Mouser-Datenbank zeitnah ausgebaut werden, hier sind uns einige Defizite aufgefallen. Mit den meisten Einschränkungen der kostenlosen Version MultiSIM Blue wie der begrenzten Anzahl der Bauelemente kann der Anwender leben, solange das Projekt nicht zu umfangreich ist. Als Manko betrachten wir den fehlenden gegenseitigen Datenaustausch zwischen dem CAD-Teil und dem Platinen-Layouter. Modifikationen der Schaltung müssen mühsam von Hand auf die Platine übertragen werden, und umgekehrt. Wenn dieses Manko behoben wäre, könnte MultiSIM Blue mit der Konkurrenz, zum Beispiel Eagle und DesignSpark, auf Augenhöhe sein.

(140314)gd

Weblink

www.mouser.de/multisimblue/

in Zusammenarbeit mit

DESIGNSPARK

Klystrone

Seltsame Bauteile (13)

Von **Neil Gruending** (Kanada)

Vor ein paar Monaten haben wir einen Blick auf Magnetronen geworfen und gesehen, wie sie Mikrowellen erzeugen. Magnetronen funktionieren gut als Hochleistungs-Mikrowellenquelle, aber sie können in der Regel kein Mikrowellensignal verstärken/steuern. Ein Klystron schon. Klystrone sind zwar ungewöhnlich, aber sie besetzen eine sehr wichtige Nische in Hochleistungs-Mikrowellenanwendungen wie Radar, Kommunikation und sogar in der Atomphysik.

Ein Klystron ist eine Vakuumröhre, die über einen Mikrowellen-HF-Eingang die Geschwindigkeit der Elektronen, die durch die Röhre fließen, beeinflusst. **Bild 1** zeigt

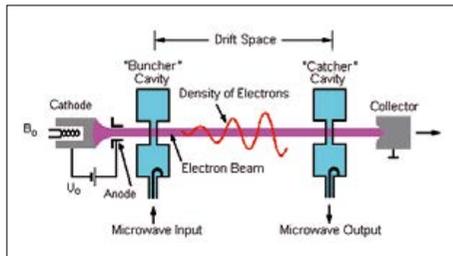


Bild 1. Funktionsweise eines Klystrons. Quelle: Charly Whisky in der englischen Wikipedia [2].

ein vereinfachtes Klystron mit zwei Hohlraumresonatoren, einen für die Eingabe und einen für die Ausgabe. Durch eine sehr hohe Spannung wird ein Elektronenstrahl zwischen Kathode und Anode erzeugt. Die Elektronen werden dann im ersten Hohlraumresonator (Steuerkammer, Buncher) je nach angelegtem Mikrowellensignal entweder beschleunigt oder verlangsamt. Die Elektronen wandern dann durch den Drift Raum, der lang genug ist, dass schnelle Elektronen die vorher gesandten langsamen einfangen und sich so zu Gruppen (Bunch) sammeln. Bevor diese Gruppen wieder auseinanderfließen können, sorgt der Auskoppelresonator (Catcher) dafür, dass die Elektronengruppen absorbiert und in die Mikrowellen-Ausgangsleiter übertragen werden. Alle Elektronen, die nicht vom Catcher abgefangen werden, gelangen zum Kollektor und werden als Wärme abgeleitet. Moderne Klystrone besitzen Elektromagneten, die den Strahl konzentrieren und mehr als zwei Hohlraumresonatoren, um die Leistungsfähigkeit der Röhre zu erhöhen. Eine andere Art sind die Reflexklystrone, die nur einen Resonanzraum besitzen, der aber gleichzeitig den Elektronenstrahl moduliert und absorbiert. Reflexklystrone wurden früher als Oszillator eingesetzt, eine Aufgabe, die heute bis auf Ausnahmen von modernen Halbleitern übernommen wird. Große Radarsysteme und Mikrowellensender mit hoher Leistung verwenden große Klystrone wie in **Bild 2**, von



Bild 2. Ein Klystron. Quelle: Enoch Lau in der englischen Wikipedia [2].

denen einige mit mehreren zehn Megawatt aufwarten können. Aber manchmal ist auch das nicht genug. So arbeitet beispielsweise an der Stanford University ein linearer Teilchenbeschleuniger, der von Tausenden von 75-MW-Klystronen versorgt wird. Solche Systeme sind natürlich außerhalb der Reichweite von Hobbyisten, aber zum Glück gibt es die 2K25-Klystrone!

2K25-Klystrone mit geringer Leistung sind leicht verfügbar und viel praktischer für unsere Experimente. Sie sind im Prinzip Reflexklystrone und wurden in der Regel als lokaler Oszillator in 3-cm-Radarempfängern (9,6 GHz) verwendet. Es wurden zwei Versionen produziert. Bei einer war die Oszillationsfrequenz mit

denen einige mit mehreren zehn Megawatt aufwarten können. Aber manchmal ist auch das nicht genug. So arbeitet beispielsweise an der Stanford University ein linearer Teilchenbeschleuniger, der von Tausenden von 75-MW-Klystronen versorgt wird. Solche Systeme sind natürlich außerhalb der Reichweite von Hobbyisten, aber zum Glück gibt es die 2K25-Klystrone!

2K25-Klystrone mit geringer Leistung sind leicht verfügbar und viel praktischer für unsere Experimente. Sie sind im Prinzip Reflexklystrone und wurden in der Regel als lokaler Oszillator in 3-cm-Radarempfängern (9,6 GHz) verwendet. Es wurden zwei Versionen produziert. Bei einer war die Oszillationsfrequenz mit

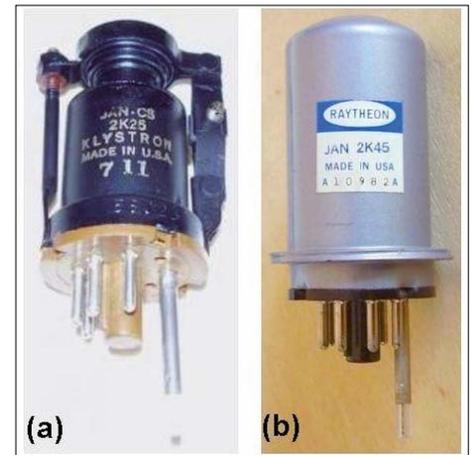


Bild 3. Zwei Klystrone (2K25).

Quelle: www.slac.stanford.edu/cgi-wrap/getdoc/slac-pub-7731.pdf.

einer Schraube abstimmbar (**Bild 3a**), eine besaß eine Abstimmendiode (**Bild 3b**). Das Beste an ihnen ist aber, dass es eine Menge von Informationen im Netz gibt, wie sie zu benutzen sind. Also, was hält Sie ab, es mal zu versuchen?

(140535)

[1] <https://de.wikipedia.org/wiki/Klystron>

[2] <https://en.wikipedia.org/wiki/Klystron>

Tipps und Tricks

Von Lesern für Leser



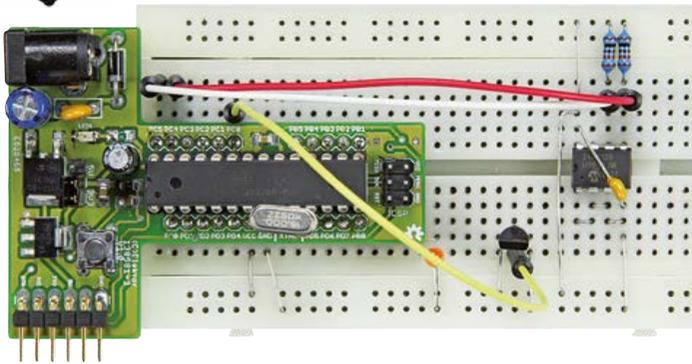
Zusammengestellt von **Ralf Schmiedel**

Immer wieder erreichen uns Leser-Mails, die für die Widrigkeiten des Elektronikerlebens clevere Lösungen vorschlagen. Auch interessante Ideen für neue Projekte sind darunter. Eine Auswahl wollen wir in dieser Rubrik in lockerer Folge veröffentlichen.



Elko misst Strom

Siehe hierzu: T-Board 28: Übung in lowest Power, Elektor 12/2014, S. 28 (140413)



Liebe Elektor-Redaktion,

eine sehr elegante Möglichkeit, die geringe Stromaufnahme eines Mikroprozessors zu messen, ist die Entladung eines Kondensators, der als Spannungsquelle verwendet wird.

Man nimmt einen geeigneten Kondensator 100 µF...2000 µF und bestimmt die Kapazität bestmöglich. Den Kondensator lädt man auf 3,3 V auf und misst die Spannung mit einem Oszilloskop. Bei jeder Aktivität des Mikrocontrollers sinkt die Spannung ab und man kann am Verlauf der Spannung sehen, wie hoch der Strombedarf war.

Die Methode kann man bis zu einem Minimum der Betriebsspannung von ca. 2,7 V einsetzen.

Es gilt: $I = C \cdot \Delta(U) / \Delta(t)$

Mit einem Multimeter und einer Stoppuhr lassen sich $\Delta(U)$ und $\Delta(t)$ bestimmen (gegebenenfalls ist die Selbstentladung des Kondensators zu berücksichtigen). Das klappt wirklich hervorragend, schafft Klarheit, wann genau Strom fließt und kostet fast kein Geld.

Sven Guttke

Hallo Herr Guttke,

in der Tat eine elegante Methode den tatsächlichen und ggf. stark schwankenden Verbrauch einer Low-Power-Mikrocontrolleranwendung

zu messen. Denn es wird ja die tatsächliche Ladungsentnahme aus dem Elko ermittelt und damit über den Strom integriert. Die genaue Kapazität lässt sich mit vielen Multimetern messen.

Ralf Schmiedel

TIP OF THE MONTH



Tastköpfe

Tastköpfe (Probes) sollten immer pfleglich behandelt werden, da sie sehr dünne Halbleiter verwenden. An den Kabeln aufgehängte Tastköpfe sollten nicht den Boden berühren, nicht herunterfallen oder mit korrodierenden Flüssigkeiten in Berührung kommen.



Die meisten Tastköpfe scheinen zwar recht robust zu sein, aber dann fallen sie plötzlich aus, oder - was noch schlimmer ist - führen zu sporadischen Fehlmessungen.

Tastköpfe sollten auch immer mit dem Gerät betrieben werden, auf das sie abgeglichen wurden, ein wahlloses Tauschen kann ebenfalls zu Fehlern führen.

Hanan Boasson



Lumen statt Lux

Siehe hierzu: Luxmeter 1 lx bis 100 klx,
Elektor 10/2014, S. 10 (130109)

Liebes Elektor-Team,

ich habe den Artikel zum Luxmeter mit einigem Interesse gelesen. Besonders Ihr Hinweis auf die Einheit „Chinesisches Lumen“, welche so dehnbar zu sein scheint wie die „Chinesische Amperestunde“. Unglücklicherweise beschreiben sie danach nur ein Luxmeter, was nach der obigen Ankündigung etwas enttäuschend ist.

Wirklich interessant wäre ein bezahlbares Lumen-Messgerät, da es das meines Wissens nirgends zu kaufen gibt.

Es gibt 2 Möglichkeiten für die Lumenmessung:

1. Integrierende Sphäre
2. Goniometer

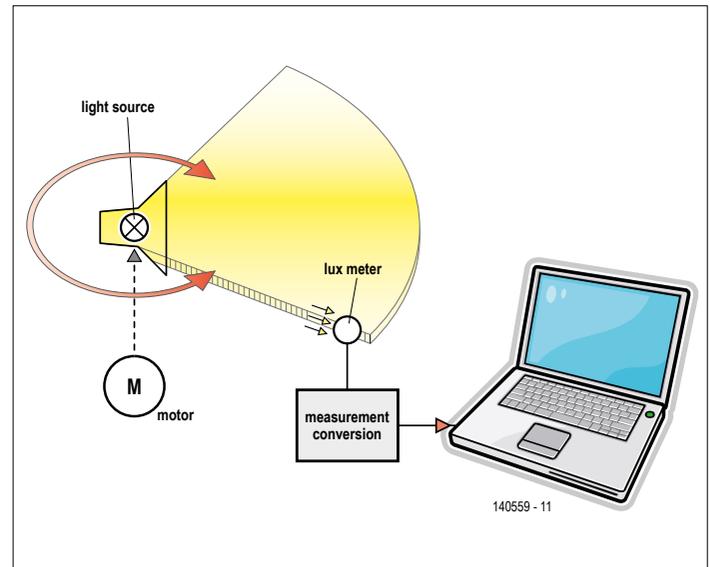
Beide sind typischerweise mit einem Spektrometer gekoppelt, um präzise Ergebnisse zu erzielen. Der Ansatz mit der integrierenden Sphäre (Ulbricht-Kugel) kostet mindestens 30.000 €, eine goniometer-basierte Lösung wird kaum billiger sein. Aber es gibt einen vereinfachten Goniometer-Ansatz, der geradezu danach verlangt, als Do-it-yourself-Projekt rea-



lisiert zu werden.

Die Idee ist, dass viele Lichtquellen ungefähr symmetrisch sind. Um eine vollsphärische Messung zu erhalten, ist es ausreichend, ein lineares Profil quer zur Hauptachse zu messen. Dazu reicht nur eine rotierende Achse aus, wobei praktischerweise die Lichtquelle gedreht wird. Ein Spektrometer misst die Intensität für eine Anzahl von Punkten über einen 180°-Halbkreis, um ein vollständiges Profil zu erhalten. Für jeden Schritt wird die Illuminanz E in lux gemessen, und zusammen mit der Oberfläche A dieses sphärischen „Streifens“ in m^2 (die Formel findet sich auf Wikipedia) abgespeichert. Der Beleuchtungsfluss $Q = E * A$ kann dann für diesen Winkelschritt berechnet werden. Aufsummieren aller Messungen des Halbkreises gibt den gesamten Lichtstrom in Lumen.

Die Lichtquelle kann man durch einen einfachen Schrittmotor im Voltage-Mode (also ohne großen Schaltungsaufwand) und ohne Mikroschritte rotieren lassen. Hierzu reichen ein Brückentreiber und ein paar Ausgänge eines Mikrocontrollers aus.



Noch ein Wort zum Spektrometer. Das „Lumen“ ist eine physiologisch gewichtete Größe des Gesamt-Radiant-Flusses (in W). Die Wichtung wird vorgenommen, um die Empfindlichkeit der Augen zu berücksichtigen – daher ist das Lumen nur für menschliche Augen von Bedeutung.

Damit die Lumen- oder Luxmessung präzise ist, muss die Gewichtungsfunktion (V-Lambda-Kurve, CIE 1931 Definition, siehe Wikipedia) angewandt werden. Aus diesem Grunde nutzen die meisten Messsysteme Spektrometer, weil mit einer bekannten Spektralverteilung das Lux- oder Lumenmaß berechnet werden kann.

Wenn man das nicht tut, wird die Messung stark verfälscht. Schauen Sie sich bitte „Fig. 5 – Relative Spektrale Sensitivität über der Wellenlänge“ für den Fotosensor, den Sie empfehlen an, in:

www.vishay.com/docs/81519/bpw21r.pdf

Man sieht, dass die Sensor-Empfindlichkeit bei 450 nm ungefähr 10 x höher ist als beim menschlichen Auge, und da weiße LEDs typischerweise mit blauem Licht dieser Wellenlänge gepumpt werden, kann es zu dramatischen Fehlmessungen bei LEDs kommen.

Weiteres erklärt diese Application Note von Osram:

<http://bit.ly/1z0gTOT>

Besonders für präzise Messungen hat der SFH5711 die richtige spektrale Empfindlichkeit:

<http://bit.ly/14LJGtK>

Er hat zusätzlich einen logarithmischen Ausgang, welcher das Auslesen über einen hohen Dynamikbereich (3..80 klx) vereinfacht.

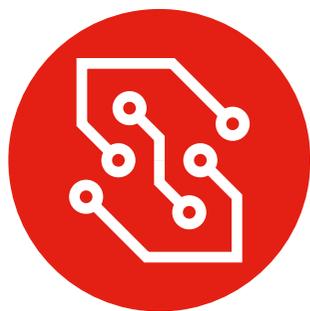
Martin Melzer

Hinweis der Redaktion: Herr Melzer bezieht sich in seiner Originalmail an uns unter anderem auf den LightSpion von Viso Systems:

www.visosystems.com/products/lightspion.

Viso Systems weist auf der eigenen Website darauf hin, ein Patent für ihr Lumen-Messgerät angemeldet zu haben, welches das beschriebene Verfahren nutzt.

(140559)



Dateiformate für Platinen

Das Rennen um das Format der Zukunft

Von **Robert Huxel**, Technical Marketing Manager bei Altium Europe GmbH

Für eine Industrie mit schnellen Veränderungen, die sich am Puls des technischen Fortschritts wähnt, wird die Platine als zentraler Aspekt der Herstellung elektronischer Systeme erstaunlich konservativ angegangen.

Besonders wichtig ist, dass die aus der Entwicklung resultierenden Daten zu einer fehlerfrei herstellbaren Platine führen. Die Datenaustauschformate für die Produktion haben sich über größere Zeiträume entwickelt. Von daher ist es nicht überraschend, dass es heute keine universelle oder „Standard“-Spezifikation eines Informationspakets gibt, das man für die Produktion verwenden könnte. Es gab immer und gibt immer noch die Notwendigkeit größerer manueller Eingriffe in den Prozess, mit dem der Hersteller seine eigene Verifikation der Fehlerfreiheit und Produzierbarkeit der Daten durchführt, die ihm übergeben wurden. Eine störungsarme und konsistente Zusammenarbeit zwischen Entwicklung und Herstellung beruht daher normalerweise auf eingespielten persönlichen Kontakten. Ein Wechsel des Fertigers kann dabei richtig Schwierigkeiten bereiten.

Es mehren sich aber die Stimmen, die mit diesem Procedere nicht mehr zufrieden sind. Sie fordern, dass die Industrie einen neuen und schlanken Standard benötigt, um Platinen so fehlerfrei und eindeutig definieren zu können, dass man damit einen automatisierten Herstellungsprozess für die immer komplexeren Platinen ansteuern kann. Wie so oft in der Elektronikindustrie führt die Notwendigkeit eines Standards gleich zur Ausarbeitung mehrerer konkurrierender Vorschläge. In diesem Fall haben wir es je nach Sichtweise mit bis zu drei Initiativen zu tun. Und für diese Industrie ebenfalls typisch gibt es einen philosophischen Graben zwischen denen, die einen Standard von Grund auf neu erstellen wollen, und jenen, die eine Evolution und eher eine Erweiterung plus Verbesserungen dessen bevorzugen, was sich schon bewährt hat.

Die Kandidaten

Die Fraktion mit der Ansicht „wenn etwas (meistens) funktioniert, vermeide große Umbrüche und erweitere das Bestehende, um Problemen zu begegnen“ präferiert das Gerber-Format. Dieses Format wird aktuell von Ucamco verwaltet. Die neueste Version des bereits Etablierten kombiniert neue Eigenschaften des weit verbreiteten Extended-Gerber-Formats zum Format „Gerber X2“ (**Bild 1**). Zentral für diesen Fortschritt ist die Erhöhung der in die grundlegenden Dateien eingebetteten

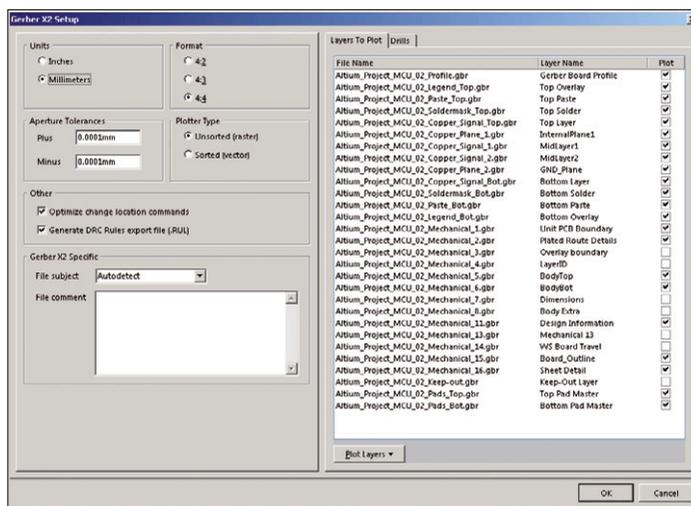


Bild 1. Konfigurationsdialog für Gerber X2 in Altium Designer.

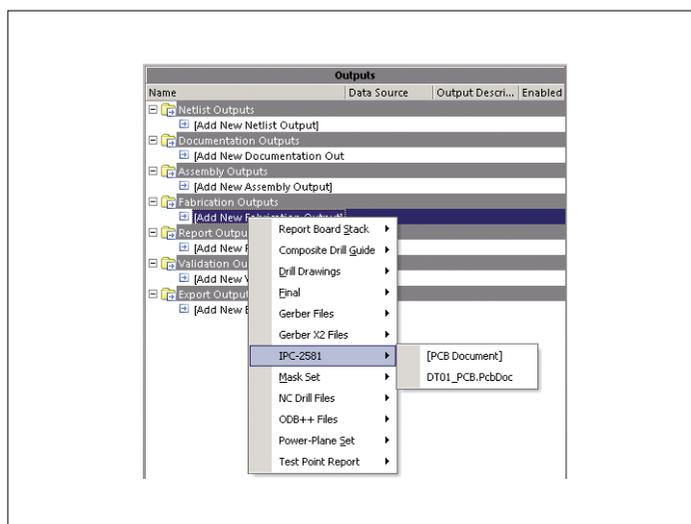


Bild 2. Einfach zwischen IPC-2581 und Gerber X2 auswählen.

Informationen zum Zeichnen, die nun auch Attribute enthalten. Diese können angeben, welcher Objekt-Typ beschrieben wird. Von hier aus können Aspekte wie Verbindungen automatisch abgeleitet werden. Einer der wichtigsten Ansprüche an dieses Upgrade - passend zum Konservatismus dieser Fraktion - ist die Rückwärtskompatibilität mit der etablierten Praxis. Wenn die Zusatzinfos nicht benötigt werden, kann die verwendete Software diese einfach ignorieren, und es ändert sich dann nichts.

Für jeden Ingenieur, der stetige Optimierung präferiert, gibt es einen, der auf das Prinzip „Neuanfang mit weißem Blatt“ setzt. Das oppositionelle Lager zieht einen datenzentrischen Ansatz vor, der alle Information in einem einzigen Datensatz ablegt - im Gegensatz zum geometriezentrierten Gerber-Ansatz.

Dieser radikale Ansatz nennt sich ODB++. Das doppelte Pluszeichen indiziert, dass auch dieses Format eine Entwicklungsgeschichte hat. Das Format stammt ursprünglich von Valor. Nach dem Kauf der Firma wird es nun von Mentor Graphics betreut.

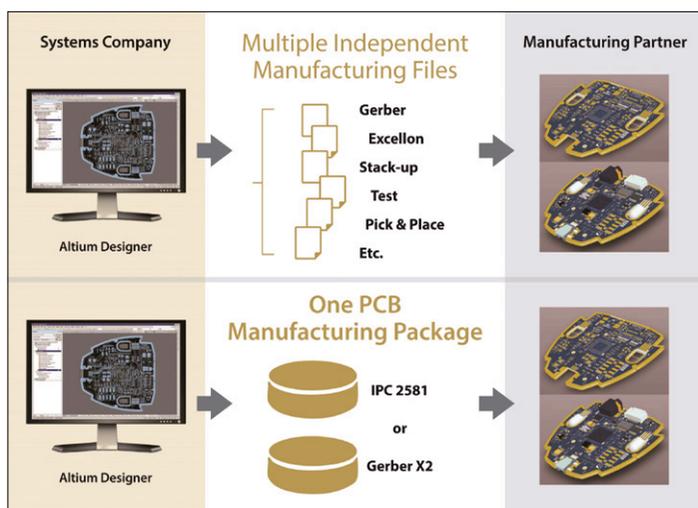


Bild 3. Die Ausgabe der Platinendaten verkürzt sich auf einen simplen Klick am Ende der Entwicklung.

Im dritten Lager sammeln sich Fans des IPC-2581-Formats (**Bild 2**). Dieses Format basiert auf XML (e**X**tended **M**arkup **L**anguage). Wie bei anderen XML-nutzenden Bereichen stellen die Befürworter hier heraus, dass ein konsistentes Source-Format gewährleistet ist, von dem andere Datensätze (hier für Bilder und CNC-Dateien) abgeleitet werden können. Demnach handelt es sich um eine gute Basis für einen neuen Standard eines Platinen-CAD/CAM-Interfaces. IPC-2581 wird von einem eigenen Konsortium verwaltet, in dem Cadence Design Systems die treibende Kraft ist.

Akzeptanz

Anwender sind häufig sehr vorsichtig bei der Übernahme von als proprietär geltenden Formaten. Schnell entstehen daher so genannte „Format-Kriege“, die zum Hinterfragen der Rollen prominenter beteiligter Firmen führen. ODB++ wird von Mentor als „offener“ Standard geführt, was alle Aspekte für Anwender und Konkurrenten zugänglich macht. Cadence betont, dass sie

lediglich einer der wichtigen Teilnehmer eines unabhängigen Konsortiums wären.

All diese Formate begegnen den Anforderungen von Hochleistungsplatinen für die Entwicklungen von heute und morgen. Sie behandeln z.B. fixe und flexible Abschnitte auf der gleichen Platine oder die Identifikation von Leiterbahnen gleicher Impedanz und anderes mehr.

Was ist nun die wahrscheinliche Folge eines Strategiewechsels? Zunächst müssen Entwickler wie Hersteller die gleichen Standards akzeptieren und die Kosten der Anschaffung der entsprechenden Tools tragen. Dann stellt sich die Frage, ob der Markt Produkte anbietet, die ein „Plug and Play“ ermöglichen oder ob mit Schulungen auf beiden Seiten zu rechnen ist. Vereinfacht gesagt müssen die OEM sicherstellen, dass ihre CAD-Software ein Format der nächsten Generation ausgeben kann, das von ihrem jeweiligen Fertiger akzeptiert wird. Änderungen sind an dieser Stelle aber selten einfach. Abgesehen von Problemen des Formats selbst und dessen Interpretation durch die Beteiligten haben Änderungen im Prozess der Platinenentwicklung noch andere Folgen.

Strukturänderungen

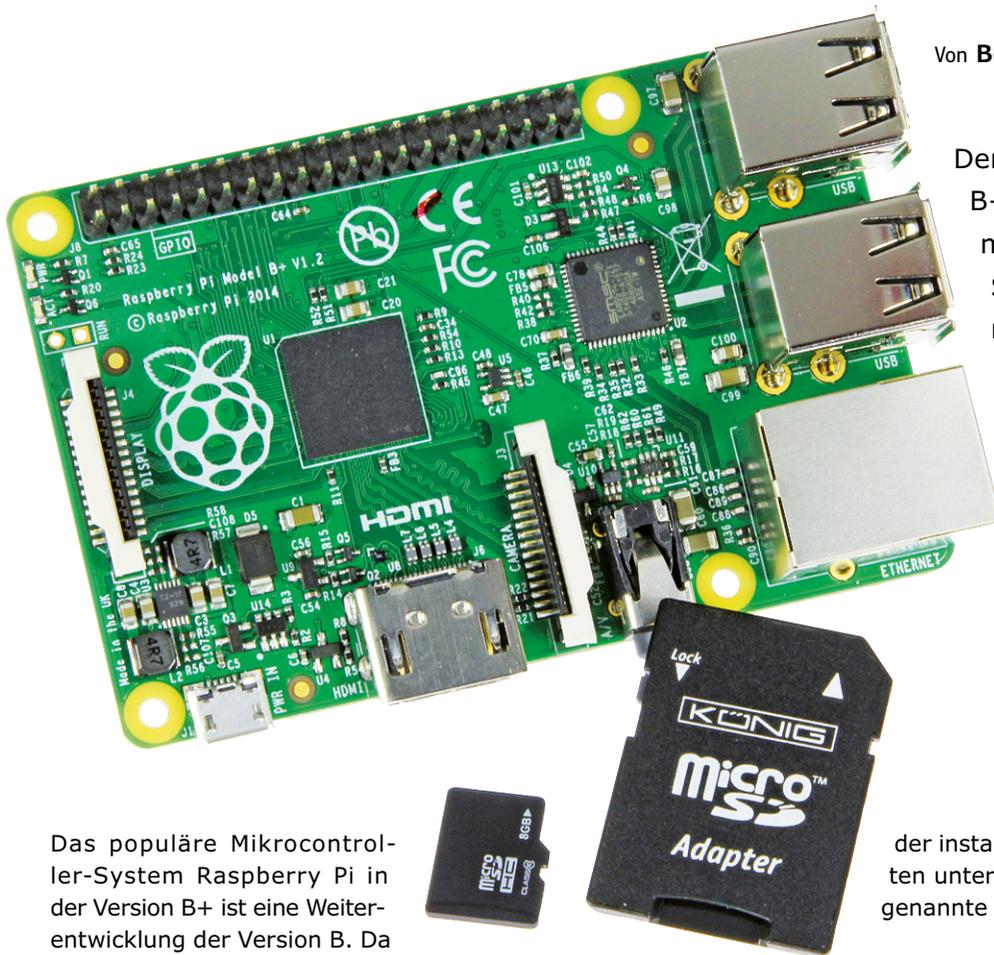
Heute kann ein Entwickler ein leistungsfähiges Software-Paket nutzen, das ihn in allen Phasen seines Projekts (von der Schaltplanerstellung über die 3D-Struktur des Produkts bis zum Platinen-Layout) unterstützt. Gerade bei hohen Frequenzen sowie dichten und bezüglich der Signalqualität kritischen Projekten ist es besonders wichtig, dass der Entwickler auch die Platinen-Geometrie im Auge behält. In diesem Prozess sollte der Export der Daten zur Platinenherstellung lediglich noch einen Klick benötigen (**Bild 3**).

Daraus folgt wiederum, dass die Standardisierung sehr weit getrieben werden muss, damit das Vertrauen in den nachfolgenden Prozess der automatischen Interpretation der Daten gewährleistet werden kann. Faktoren wie Time-to-Market erzeugen Druck auf weiterentwickelte Standards, um die Aufmerksamkeit des Entwicklers nach dem Erzeugen der Ausgabedaten für neue Aufgaben frei machen. Der Hersteller kann sich dann nicht mehr darauf ausruhen, dass bei Problemen in der Herstellung jederzeit ein expliziter mit Platinen befasster Ingenieur beim Auftraggeber verfügbar ist. Aus diesen Gründen ist es unwahrscheinlich, dass sich der Konservatismus dieser Industrie so schnell legen wird.

Es ist auch unwahrscheinlich, dass eines der konkurrierenden Formate schnell eine dominante Rolle bekommen wird. Da weder der datenzentrische noch der geometrische Ansatz prinzipielle Beschränkungen mit sich bringt, ist es denkbar, dass dieser Format-Krieg wie so viele andere vor ihm ausgetragen wird, nämlich in Form eines länger dauernden Schönheitswettbewerbs, bei dem die Hersteller von Tools mehrere Formate unterstützen müssen. Zumindest so lange, bis sich dann möglicherweise doch noch langsam ein Sieger herauschält, wenn das überhaupt je gelingt.

(140525)

Upgrade SD-Karte Für Raspberry Pi B+



Von **Bert van Dam** (NL)

Der Raspberry Pi in der neuen Version B+ besitzt eine Steckfassung für micro-SD-Karten. Die Standard-SD-Karte der Version B passt mechanisch nicht. Auch die Software beider Versionen ist nicht vollständig kompatibel, Version B+ startet nicht mit der Software von Version B. Wir zeigen hier, wie sich dieses Problem lösen lässt.

Das populäre Mikrocontroller-System Raspberry Pi in der Version B+ ist eine Weiterentwicklung der Version B. Da einige Hardware-Komponenten geändert oder ausgetauscht wurden, muss die Software an die Änderungen angepasst werden. Nach dem Download der aktuellen Linux-Version von der Raspberry-Pi-Website [1] und der Installation auf der micro-SD-Karte arbeitet zwar auch die Version B+ problemlos. Doch inzwischen haben viele Nutzer ihr individuelles System konfiguriert und eigene Software entwickelt.

Die nötigen Anpassungen zeigen wir an einem Beispiel. Bis vor kurzem konnte zum Elektor-Buch „Raspberry Pi – 45 Experimente mit Hard- und Software“ von Bert van Dam [2] eine SD-Karte mit Software für das Modell B mitbestellt werden (Hinweis: Inzwischen wurde dieses Angebot durch eine micro-SD-Karte mit Adapter ersetzt; die Software lässt sich mit der Version B und Version B+ betreiben). Bevor die Software auf der SD-Karte der Version B auf eine micro-SD-Karte für die Version B+ übernommen werden kann, muss sie upgedatet werden. Dazu sind grundsätzlich zwei Schritte nötig.

Der erste Schritt betrifft das Betriebssystem, er ist bei allen SD-Karten mit Debian Wheezy identisch. Als zweiter Schritt müssen die Programme und Dateien angepasst werden, die auf der neuen Version nicht lauffähig sind. Dieser Schritt hängt von

der installierten Software ab, er ist bei allen SD-Karten unterschiedlich. An dieser Stelle nehmen wir die genannte SD-Karte als Beispiel.

Was brauchen Sie, um das Upgrade durchzuführen? Den ursprünglichen Raspberry Pi Version B, eine Online-Verbindung mit dem Internet sowie ein stabiles Netzteil, das 5 V und 1 A liefert. Für die Version B+ müssen Sie eine micro-SD-Karte 4 GB, Klasse 4 oder höher, mit SD-Kartenadapter bereithalten.

Vorbereitung

Mit dem Programm *DiskImager* legen Sie auf Ihrem Windows-PC ein Image Ihrer SD-Karte an. Das Programm finden Sie auf unserer Projektseite [3] zum freien Download. Die micro-SD-Karte stecken Sie mit dem SD-Kartenadapter in den Leser, anschließend kopieren Sie mit dem *DiskImager* das gespeicherte Image auf die micro-SD-Karte.

Stecken Sie jetzt die micro-SD-Karte einschließlich SD-Kartenadapter in den Raspberry Pi Version B und verbinden Sie ihn mit dem Internet. Verwenden Sie ein sicheres Datenkabel (kein WLAN!), da die Verbindung während des Upgrades nicht gestört werden darf. Sie können Tastatur und Bildschirm benutzen, doch noch einfacher ist es, „headless“ zu arbeiten. Das bedeutet, dass Sie auf dem PC über das Programm Putty (ebenfalls auf [3]) den Raspberry Pi bedienen. Sie müssen nichts von Hand tippen, die Eingaben können Sie aus dem Download auf unserer Projektseite kopieren.

Starten Sie Putty und geben Sie die IP-Adresse Ihres Raspberry Pi ein. Falls Sie die IP-Adresse nicht kennen, müssen Sie sich in Ihren Router einloggen. Dort finden Sie eine Liste aller angeschlossenen Geräte, darunter ist auch der Raspberry Pi. Vergewissern Sie sich, dass Port 20 eingetragen ist, bei „SSH“ muss der Haken gesetzt sein. Klicken Sie auf *Open*. Gegebenenfalls meldet Putty, dass Sie diese IP-Adresse noch nie verwendet haben und dass die Adresse korrekt ist. Wenn Sie auf *Ok* klicken, werden Sie mit Ihrem Raspberry Pi verbunden und nach einem Namen und Passwort gefragt. Geben Sie folgende Default-Werte ein:

```
Name pi
Passwort raspberry
```

Beachten Sie, dass sich der Bildschirm während der Passwort-eingabe inaktiv verhält. Platzhalter, beispielsweise Sternchen, werden nicht angezeigt.

Konvertierung – Schritt 1

Diesen Schritt können Sie bei allen SD-Karten durchführen, auf denen Debian Wheezy installiert ist. Loggen Sie sich über Putty in den Raspberry Pi ein und geben Sie folgendes Kommando:

```
sudo apt-get update
```

Das vorstehende Kommando können Sie ebenso wie alle übrigen Kommandos aus der Textdatei *commands.txt* über die Windows-Zwischenablage in das Fenster von Putty kopieren. Die Datei gehört ebenfalls zum Download [3]. Drücken Sie anschließend *Enter*.

Mit dem Kommando werden Tabellen auf dem Raspberry Pi aktualisiert, die Adressen bestimmter Dateien und Programme im Internet enthalten. Die Aktualisierung kann einige Minuten dauern. Geben Sie anschließend folgendes Kommando ein, so dass der Upgrade durchgeführt wird:

```
sudo apt-get upgrade
```

Beantworten Sie jede Frage mit *Y (Yes)*. Der Vorgang dauert ungewöhnlich lange, Sie müssen mit etwa 45 Minuten rechnen. Während dieser Zeit ist der Strombedarf hoch, ein schwaches Netzteil kann die Ursache sein, dass der Prozess abbricht. Das Netzteil muss 1 A im Dauerbetrieb liefern. Nach dem Upgrade starten Sie den Raspberry Pi neu, geben Sie jetzt folgendes Kommando ein:

```
sudo reboot
```

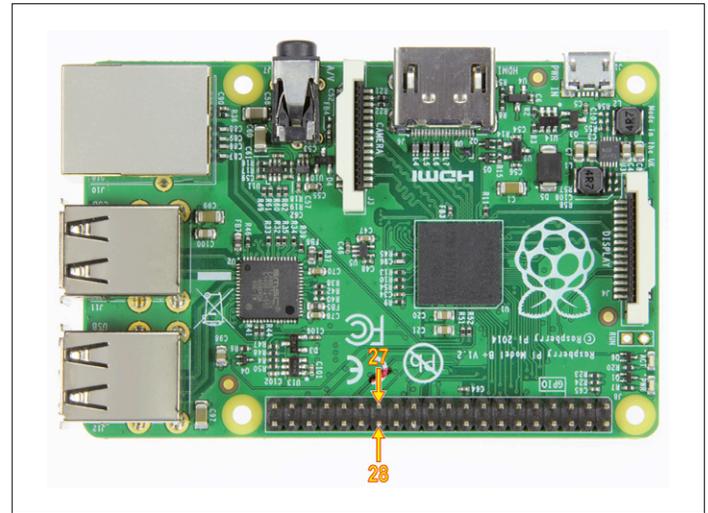


Bild 1. Die GPIO-Leiste ist bei der Version B+ länger, so dass zwei Kontakte im Weg sein können.

Wenn Sie mit dem Raspberry Pi über Putty verbunden sind, bricht in diesem Moment die Verbindung ab. Warten Sie, bis der Raspberry Pi neu gestartet ist und loggen Sie sich wieder ein. Die Konvertierung ist jetzt abgeschlossen, das Betriebssystem auf der micro-SD-Karte ist zum Raspberry Pi B+ kompatibel. Von der übrigen Software auf der Karte dürfte einiges noch lauffähig sein, anderes muss angepasst werden (siehe Schritt 2). Wir empfehlen Ihnen, die installierten Programme gründlich auf ihre Funktionsfähigkeit zu testen und gegebenenfalls zu modifizieren.

Konvertierung – Schritt 2

Als Beispiel wollen wir die Schritte zeigen, die zum vollständigen Anpassen der selbst erstellten micro-SD-Karte nötig sind, damit die Software des Buchs „Raspberry Pi – 45 Experimente mit Hard- und Software“ läuft. Was nicht erwähnt ist, bedarf keiner Anpassung. Die im Buch beschriebenen Quellcodes sind auf der micro-SD-Karte auch nach der Konvertierung noch vorhanden.

1. Extra-Pins

Wenn Sie Ihre Hardware am Raspberry Pi über Kontaktleisten anschließen, werden die Kontaktleisten an der Version B+ möglicherweise nicht mehr passen. Der GPIO-Anschluss ist im Vergleich zur Version B länger, allerdings sind die ersten 26 Pins identisch. Die beiden folgenden Pins (siehe **Bild 1**) können dann im Weg stehen. Ob dies zutrifft, hängt vom Typ

Anzeige

SMD NAGLER
Ihr Spezialist für Bestückung von
Prototypen und Kleinserien

SMD-Nagler
Abraham-Wolf-Str. 42
70597 Stuttgart

Tel. 0711 12390019
Fax 0711 7653146
kontakt@smd-nagler.de
www.smd-nagler.de

PCB JOKER

LEITERPLATTEN
DISCOUNT
FÜR PRAGMATIKER

100% Made in Germany
www.pcb-joker.com
PCB Joker GmbH

LC Design
Ihr Partner
für
Displayapplikationen

LC DESIGN

LC Design
Johann-Knecht-Str.28
63785 Obernburg

Tel. 06022 614430
Fax 06022 614431
Mail: info@lc-design.de
Webseite: www.lc-design.de

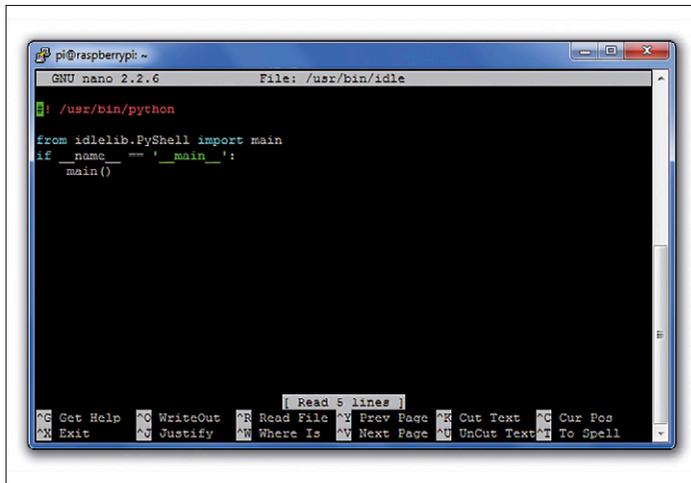


Bild 2. Die (nicht korrekte) Datei *Idle*, geöffnet in Putty. Der Text wird durch den Text in Listing 1 ersetzt.

der Kontaktleiste ab. Einige Kontaktleisten mit Lötanschlüssen passen ohne Modifikation auf ihr Gegenstück. Die neuen Anschlüsse haben die Bezeichnungen ID_SD (Pin 27) und ID_SC (Pin 28), sie sind exklusiv für ein *Pi-Plate I²C ID EEPROM*

Listing 1.

```
#!/usr/bin/env python

# Launch IdleX
import sys

def show_error():
    if sys.version < '3':
        import Tkinter as tk
        import tkMessageBox as messagebox
    else:
        import tkinter as tk
        import tkinter.messagebox as messagebox

    root = tk.Tk()
    root.withdraw()
    messagebox.showerror(title='IdleX Error',
        message=('Unable to locate "idlexlib".\n' +
            'Make sure it is located in the same
            directory ' +
            'as "idlexlib" or run setup.py to install
            IdleX.\n' +
            ' python setup.py install --user'))

try:
    import idlexlib
except ImportError:
    show_error()
    sys.exit(-1)

from idlexlib.idlexMain import main
main()
```

bestimmt. Zukünftig kann der Raspberry Pi angeschlossene Pi-Plates (Erweiterungsmodule) an den Daten im *ID EEPROM* erkennen. Wenn Pi-Plates niemals zum Einsatz kommen, können die Pins 27 und 28 entfernt oder zurückgebogen werden. Eine andere Lösung ist die Montage längerer Steckverbinder.

2. Tastatur

Während des Upgrades werden die Tastatureinstellungen überschrieben. Mit dem Kommando

```
sudo raspi-config
```

rufen Sie das Einstellungsmenü auf, und bei *internationalization options* können Sie das Tastaturlayout Ihres Landes wählen. Die neue Einstellung ist erst wirksam, nachdem der Raspberry Pi mit `sudo reboot` neu gestartet wurde.

3. Sound

Nach dem Upgrade kann der *amixer* auf *mute* (stumm) stehen, so dass der Sound blockiert ist. Mit dem Kommando

```
amixer set PCM unmute
```

beheben Sie diese Blockade.

4. IdleX

Während des Upgrades wurde die Datei *Idle* überschrieben, so dass nicht *IdleX*, sondern *Idle* gestartet wird. Öffnen Sie *Idle* im Nano-Texteditor mit folgendem Kommando:

```
sudo nano /usr/bin/idle
```

In **Bild 2** steht die Schreibmarke vor dem Inhalt der Datei. Drücken Sie die DEL-Taste und halten Sie die Taste gedrückt, bis der gesamte Text gelöscht ist. Kopieren Sie den Text aus **Listing 1** hinein, das Listing gehört ebenfalls zum Download auf der Projektseite [3]. Wenn Sie nicht mit einem Windows-PC und Putty arbeiten, sondern unmittelbar mit Bildschirm und Tastatur, müssen Sie den Text fehlerfrei von Hand übertragen. Zum Scrollen benutzen Sie nicht die Maus, sondern die Pfeiltasten. Speichern Sie die Datei mit `Ctrl-O`, `Enter`, `Ctrl-X`.

Das war's!

Die neue micro-SD-Karte ist nun für den Einsatz mit dem Raspberry Pi B+ gerüstet. Fahren Sie den Raspberry Pi B herunter mit dem Kommando:

```
sudo shutdown -h now
```

Entnehmen Sie die micro-SD-Karte dem Adapter, setzen Sie die Karte in den Raspberry Pi B+ und schalten Sie die Betriebsspannung ein. Wir wünschen Ihnen viel Erfolg!

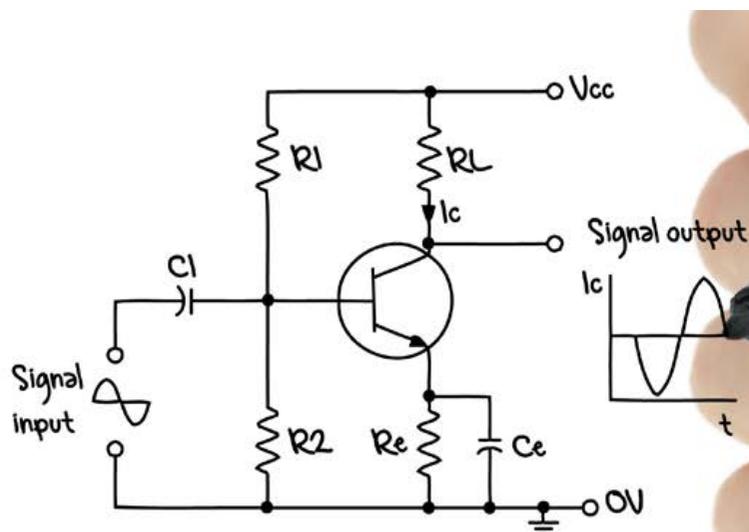
(140342)gd

Weblinks

[1] www.raspberrypi.org/downloads

[2] www.elektor.de/rpi-buch

[3] www.elektor-magazine.de/140342



LEARN DESIGN SHARE



Inspiziert vom Design

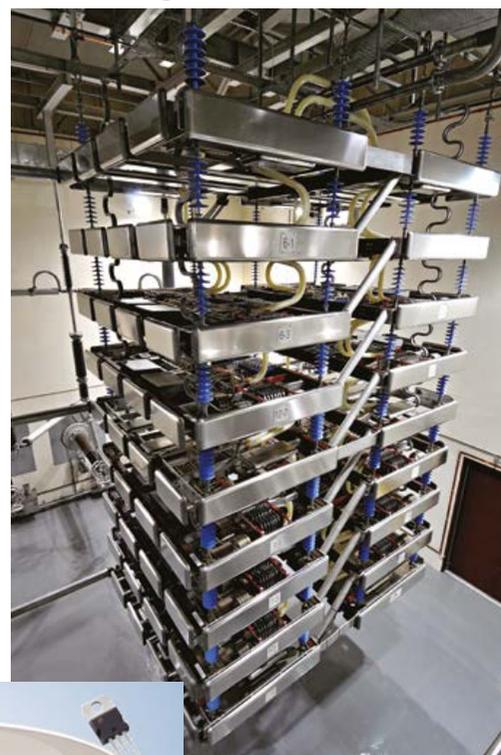
Die folgenden Seiten tragen einen design-Kopf. Dieser so markierte Abschnitt zeigt Ihnen Elektronik-Designs, die Sie als Leser reproduzieren und ohne viel Kopfzerbrechen verstehen können. Es geht um

eine Reihe von ausgearbeiteten Projekten mit Texten, die Theorie, Bau und Test abdecken. Dazu kommen Schaltpläne, Platinenlayouts und meist auch Projektsoftware. Die Entwürfe können einfach nachgebaut oder als Inspirationsquelle verwendet werden.

Wenn Sie das Wort „Design“ im Wörterbuch nachschlagen, finden Sie einige Definitionen, die Eigenwilligkeit und Zielstrebigkeit gemeinsam haben. Eigenwilligkeit hat einen negativen Beigeschmack, Zielstrebigkeit nicht. Design polarisiert und ist wie ein Kondensator geladen – mit Ideen. Es ist aber ein besonderer Kondensator, weil er nur die guten Ideen bewahrt. Oder, um genauer zu sein, er speichert die Ideen, die der Designer als erhaltenswert einstuft, denn Designs können gut oder schlecht sein. Oder hässlich. Die beliebte Arduino-Plattform wurde auch in Italien entworfen und von Künstlern und Designern angeregt. Es ist ein vom Design inspirierter Entwurf. Von der Elektronik her und aus Software-Sicht ist die Plattform kein besonders gutes Design. Dennoch ist sie sehr erfolgreich. Arduino ist *Il buono, il brutto, il cattivo* (Der Gute, der Böse und der Hässliche, Originaltitel des Films Zwei glorreiche Halunken) der Elektrotechnik, die Tausenden von Menschen Spaß an Spaghetti-Elektronik bereitet. Jetzt habe ich mich auch inspirieren lassen, ich arbeite nun an einer Arduino-gesteuerten Mundharmonika.

Design-Herausforderungen

Dies ist ein Thyristor oder, um genauer zu sein, eine Gruppe von Thyristorverteilern. Konstruktionen wie diese werden verwendet, um Wechselstrom in Gleichstrom und umgekehrt in sogenannten Hochspannungsgleichstrom-Übertragungssystemen (HGÜ) umzuwandeln. Abgesehen von den Effizienzvorteilen im Vergleich zu Dreiphasendrehstromnetzen ermöglicht die HGÜ-Technologie die Verbindung von Wechselstromnetzen, die bei unterschiedlichen Frequenzen arbeiten. Das Foto zeigt einen H400-Verteiler (der Firma Alstom Grid) als Teil eines 400-MW-Strom-



netzes. Er ist etwa 13 m hoch. Im Inneren befinden sich mehrere 150 mm durchmessende Thyristoren, die in Reihe geschaltet bis zu 400 kVDC handhaben können. Snubber mit Kondensatoren und Widerständen sind

ebenfalls innerhalb der Thyristorverteiler vorhanden, um die Leistungsfähigkeit zu erhöhen. Zwei dieser Gruppen, in Reihe geschaltet, sind für ein 800-kV-HGÜ-System nötig. Der dargestellte Thyristor (Beispiel, nicht Teil des H400) ist ein T1503NH von Infineon, der für 8.000 VRRM mit einem durchschnittlichen Durchlassstrom von über 2000 A spezifiziert ist. Das Bauteil kommt mit Spitzenströmen von bis zu 57.000 A klar!

Willkommen im Elektor-Labor

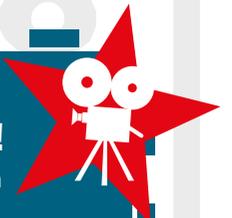
Das Elektor-Labor ist der Ort, wo Projekte - groß, klein, analog, digital, new- oder old-school - skizziert, gebaut, diskutiert, getestet und für den Nachbau und Ihre Anwendung optimiert werden.

Unsere Geschichte

Die Ursprünge des Elektor-Labors gehen zurück auf die frühen 1970er-Jahre. Löten und Schreiben war damals noch ein Ein-Mann-Schreibtisch-Job. Über die Jahre waren Mitarbeiter des Labors nicht nur Zeugen der Ankunft der Transistoren, der ICs, der Mikrocontroller und der SMDs, sondern sie setzten diese Bauteile auch sofort in der Praxis ein.

Unser Angebot: Werden Sie berühmt!

Die meisten Ingenieure und angehenden Autoren sind einfach zu bescheiden. Sie sehen nicht den Reiz und die Schönheit einer auf einen Bierdeckel gekritzelt Idee, die später zu Hause ausgearbeitet wird. Lassen Sie sich vom Elektor-Labor helfen, ihr Projekt zu perfektionieren, überlassen Sie den Redakteuren Text und Grafik und ernten die Früchte Ihrer Arbeit in Form Ihres Namens, gedruckt in der Design-Rubrik von Elektor. Sicher, wir freuen uns, mit Ihnen über eine Vergütung zu verhandeln, aber Ruhm und Ehre im Land der Elektronik erlangen Sie vor allem, wenn Ihr Name der langen Liste der erfolgreichen E-Autoren hinzugefügt wird. Unsere „Wie werde ich berühmt“-Formel gilt auch für Buchautoren, Blogger und Video-Regisseure. Ob Jugendlischer oder Student: Eine Veröffentlichung in Elektor ist DER Booster für einen tollen Job!



Unsere Einrichtungen

Wir sind prächtig in drei geräumigen Zimmern im Elektor-Castle untergebracht, wo wir vergeblich versuchen, unsere Computer-Schreibtische frei von Lötspitzern und Prototyp-Verkabelungen zu halten. Wir haben Wasser, Netzspannung und Kaffee in der Nähe. Platinenfräsen, Prototypenmontage, SMD-Nachbearbeitung, Audio-Tests, Pizzabacken und mechanische Arbeiten sind in die umgebauten Keller verlagert.

Elektor-Labs.com – unsere Website

Verwenden Sie diesen hoch-bidirektionalen Online-Port, um Ihr Projekt vorzustellen. Folgen Sie den Aktivitäten anderer Leser. Erfahren Sie mehr über andere coole Projekte, erstellen Sie Beiträge und tauschen Sie sich mit anderen Enthusiasten aus. Bemerkenswert aufregende Projekte eignen sich für das Post-Engineering im realen Elektor-Labor und vielleicht zur glorreichen Veröffentlichung in der Zeitschrift Elektor. Stellen Sie Ihr Projekt auf unserer Website vor und Sie haben die Chance, es auch in gedruckter Form zu sehen.

354

Project Proposals

42

Projects in Progress

154

Projects Finished

550

Projects Total

Unsere Produkte

Unsere Produkte sind in der Elektor-Zeitschrift, auf Elektor-Labs.com und im Elektor-Shop zu sehen. Das Sortiment umfasst Notizen für die Redaktion, Fotos von Prototypen, Platinen inklusive SMD-Vorbestückung, Layout-Dateien, Projekt-Software, programmierte Bauteile, Semi-Kits, Tools, Module, Videos und weitere Infos.

Unsere Webinare

Die geschätzteren unserer Labor-Ingenieure machen nicht beim Test von Prototypen halt, sie sind froh, Probleme der, Einblicke in die, aktuelle Informationen über die und Entwicklungstricks aus der Elektronik vor der Live-Kamera auf Elektor-TV zu diskutieren. Die Webinare aus dem Elektor-Labor sind kostenlos zu erreichen und extrem unterhaltsam. Sie werden in Elektor.POST angekündigt und live aus dem Elektor-Castle in den Niederlanden übertragen. Machen Sie mit!

Unsere Experten und Entwickler

Neben den erfahrenen Support-Mitarbeitern und qualifizierten Ingenieuren mit einer Gesamtberufserfahrung von etwa 200 Jahren hat das Labor Zugang zu einem riesigen Netzwerk von Experten für eine Beratung, kritische Ratschläge und Unterstützung bei speziellen Aufgaben.

Unser Maßstab

Alle Projekte und Produkte, die unser Labor verlassen, erfüllen einen hohen technischen Standard. In der Praxis werden Prototypen von Projekten, die in der Zeitschrift mit Labor-Projekt gekennzeichnet sind, einer strengen Prüfung mit unseren zertifizierten, kalibrierten Testgeräten unterworfen. Stücklisten und Schaltpläne müssen perfekt passen, Kits sind auf Vollständigkeit geprüft. Wir sind ROHS-kompatibel, bleifrei und entsprechen in unserem Labor den Normen für elektrische Sicherheit. Sollten trotz aller Sorgfalt technische Fehler erkannt werden, publizieren wir dies unmittelbar.

e-BoB BL600

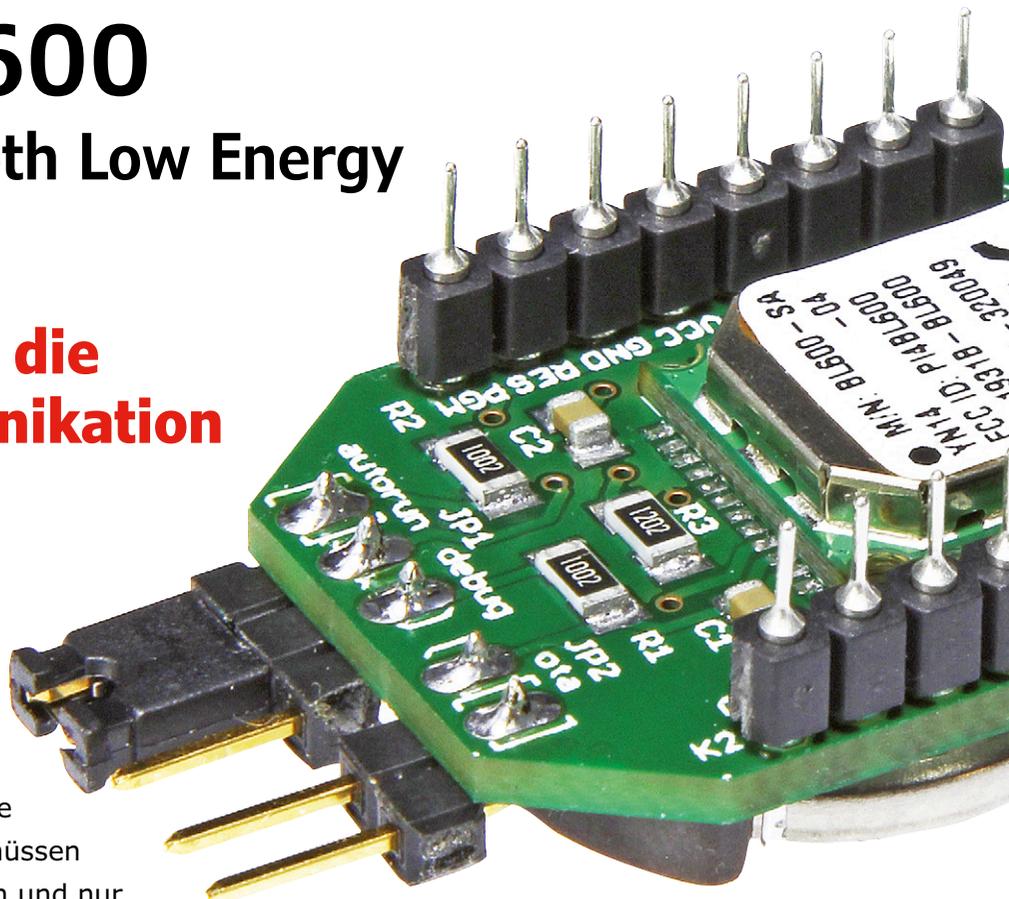
Modul für Bluetooth Low Energy

1. Teil

Eine Plattform für die drahtlose Kommunikation

Von **Jennifer Aubinais** (Frankreich)
elektor@aubinais.net

Damit sich das *Internet der Dinge* (oder *Internet of Things*) entwickeln kann, sind gewisse Bedingungen zu erfüllen. Die für diese „Things“ notwendigen Schaltungen müssen insbesondere drahtlos kommunizieren und nur wenig Strom aufnehmen. Die hier vorgestellte Schaltung erfüllt diese Bedingungen und ist daher ein perfektes Werkzeug, das IoT zu erkunden. Das im letzten Heft vorgestellte Bluetooth-Modul BL600 haben wir auf eine kleine Platine gesetzt, damit der Einsatz in eigenen Anwendungen leichter fällt.



Ich hatte bereits in der Elektor-Winteraushgabe Januar/Februar 2015 [1] das Vergnügen, ein **drahtloses Außenthermometer** vorzustellen, welches mit einem BL600 von *Laird Technologies* arbeitet (**Bild 1**). Mittels einer iOS- oder And-

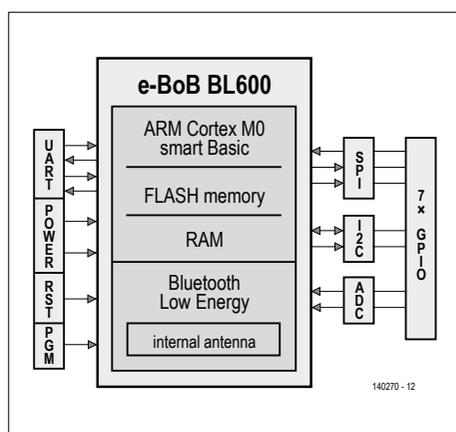


Bild 1. Das Modul *Bluetooth Low Energy* BL600 ist ein ideales Werkzeug zur Kommunikation eines Smartphones mit eigener Elektronik.

roid-App wird auf dem Smartphone die über *Bluetooth Low Energy* drahtlos eingelesene Temperatur angezeigt. Um das Modul kennenzulernen empfehle ich die Lektüre dieses Artikels, er zeigt die Grundlagen auf, die hier übernommen werden.

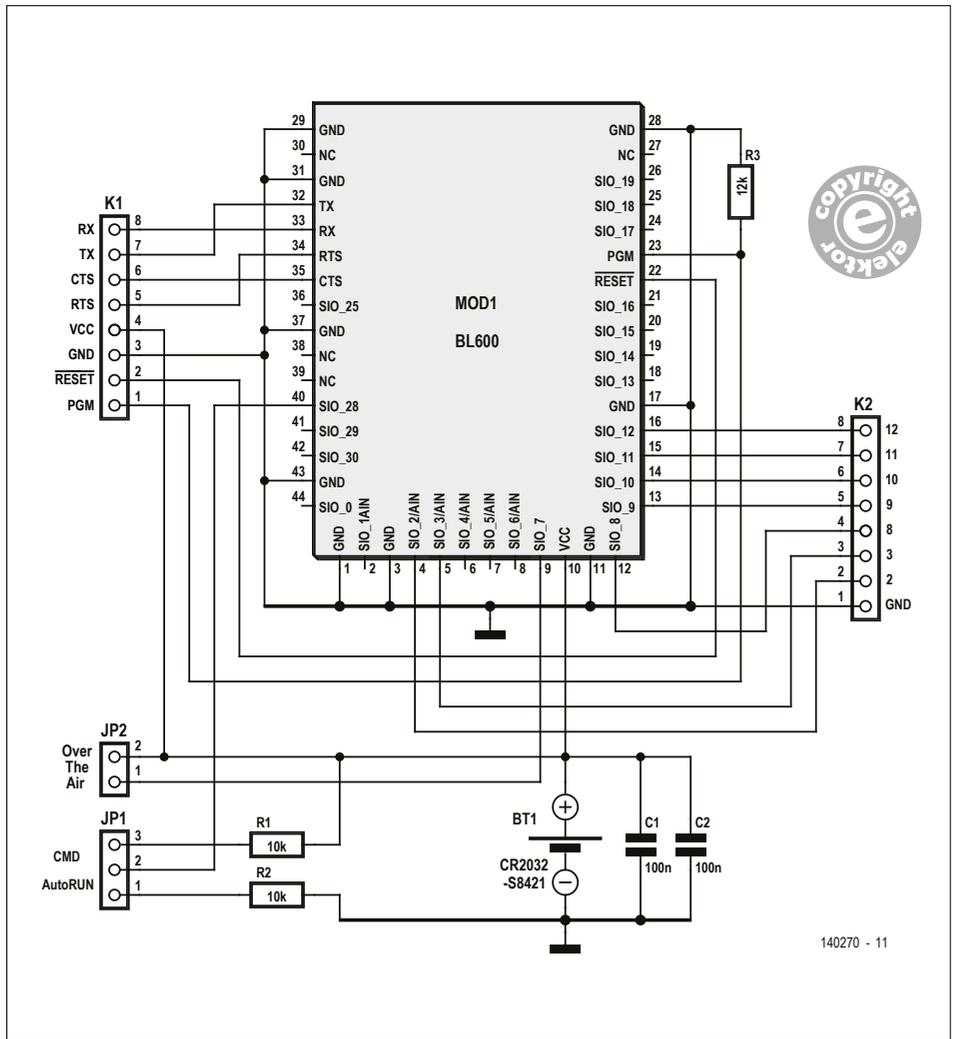
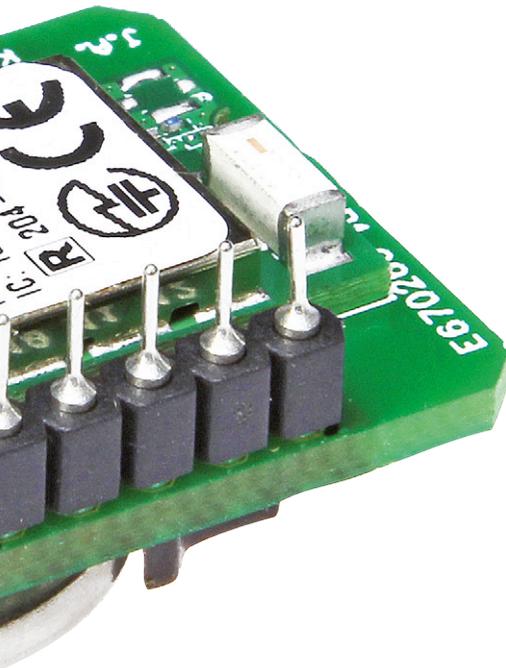
Der BL600 eröffnet eine neue Ära der drahtlosen Kommunikation mit verbundenen Objekten; dank geringer Stromaufnahme und hoher Miniaturisierung. Wobei letztere auch Probleme aufwirft, wenn man dieses Bauteil *per Hand* einlöten will. Dieses Problem ist auch dem Hersteller bekannt, so dass er einen Kniff bereithält, um das Modul auf den Zehntelmillimeter genau einzupassen. Dies ist im Artikel des letzten Heftes beschrieben. Um aber dem Leser diese heikle Operation zu ersparen, wird die Thermometer-Platine mit bereits bestücktem Modul im Elektor-Shop angeboten. Sehr bequem! In diesem Zusammenhang empfehle ich auch das von **elektor.labs** auf Youtube eingestellte Video [3], welches zeigt, wie

einfach man eine BT-Verbindung zwischen einem Thermometer und einem Smartphone aufbauen kann (im Video mit Android, iOS ist genauso einfach). Dasselbe Prinzip kann man in unzähligen anderen Anwendungen einsetzen.

Adapterkarte

Das BL600 ist quasi universell einsetzbar und weitere Anwendungen werden bei Elektor folgen, deshalb haben wir uns entschlossen, eine Adapterkarte, ein *Breakout Board*, anzubieten. Trotz seiner geringen Größe erlaubt Ihnen dieser neue e-BoB von Elektor, alle wesentlichen Signale des BL600 zu erreichen; dabei ist er von Hand zu löten.

Das Schaltbild (**Bild 2**) zeigt die beiden Verbinder K1 und K2 sowie die Jumper JP1 und JP2, welche am Rand der Karte zu finden sind (**Bild 3**). Wegen der geringen Platinengröße konnten nicht alle Anschlüsse herausgeführt werden (es fehlen: 2, 6 bis 8, 18 bis 21, 24 bis 26, 36, 41, 42, 44). Aber die ADC-, I²C- und SPI-



140270 - 11

Pins sind alle erreichbar (wir kommen in anderen Artikeln darauf zurück).

Bild 2. Wie es sich für eine gute Adapterkarte gehört, enthält das Schaltbild nur sehr wenige Bauteile: das Modul BL600 selbst, Widerstände und Stützkondensatoren. Die Hauptsache sind natürlich die Stiftleisten im Rastermaß 2,54 mm, über die man die wesentlichen Anschlüsse erreicht.

Anschlüsse des BoB

Wie es sich für eine gute Adapterkarte gehört, thront das Modul zwischen zwei Kontaktreihen im Rastermaß 2,54 mm und zwei Jumpern. Die MOD1-Signale sind wie folgt angeordnet:



- Der serielle Port (K1) wird für das Laden eines Programms in den BL600 genutzt. Er kann auch als Dialogschnittstelle zwischen Modul und Mikrocontroller dienen. Wobei der BL600 jedoch genügend Ein-/Ausgänge besitzt und die Programmiersprache *SmartBASIC* mächtig genug ist, dass das Modul auch ohne µC läuft. Verpassen Sie nicht die nächsten Ausgaben, dort wird die Sprache

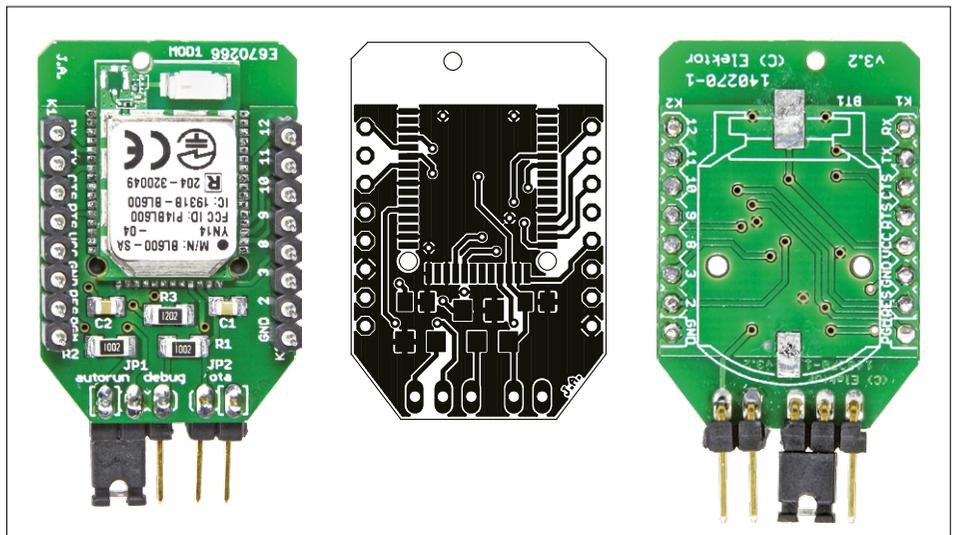


Bild 3. Das Modul ist bestückt und einsatzbereit im Elektor-Shop erhältlich. K1 und K2 werden einzeln mitgeliefert. K1 und K2 werden auf der Vorder- oder Rückseite bestückt, je nachdem, ob Sie einen Batteriehälter oder eine Knopfzelle verwenden (optional, nicht im Lieferumfang).

Bluetooth Low Energy, Bluetooth Smart

Bluetooth ist ein Standard zur bidirektionalen Kommunikation über Funk (UHF) auf kurze Entfernungen (10 m), hauptsächlich gedacht für tragbare Geräte (Rechner, Telefone usw.) und deren Peripherie: Tastaturen, Mäuse, Kopfhörer, Earphones usw. In der Version Bluetooth 4.0, genannt BLE für *Bluetooth Low Energy*, ist die Stromaufnahme deutlich geringer als bei den Vorgängern 2.0 und 1.0. Durch die weite Verbreitung von BLE in der aktuellen Smartphone-Generation können viele neue Geräte angesprochen werden: Uhren, Gesundheits- oder Fitness-Accessoires, Fernbedienungen, Spielzeuge, Alarmanlagen usw. Es erschließen sich auch völlig neue Einsatzgebiete.

Bluetooth Low Energy wetteifert mit den Vorgängerversionen nicht um Höchstgeschwindigkeit: der Durchsatz beträgt 0,3 Mbps (verglichen mit 1 Mbps bei Bluetooth 1.0). Das Ziel ist eben die geringe Stromaufnahme in Ruhe (5 μ A) und während einer Übertragung (10 mA). Die Maßnahmen zur Strom einsparung erlauben es, BLE-Module mit AAA-Zellen oder selbst mit Knopfzellen (z.B.: CR2032) zu betreiben.

Es gibt für BLE verschiedene Anwendungsprofile, namentlich für medizinische Zwecke, z.B. Körpertemperatur, Blutdruck (BL), Herzrhythmus (HRP) uvm. Für BLE wurde GATT (Generic Attribute Profile) definiert, welches die Anwendungsprogrammierung mittels einheitlicher Begriffe vereinfacht:

- **Client:** Gerät, welches GATT-Commands und GATT-Abfragen senden und Antworten empfangen kann (z.B. ein Smartphone)
- **Server:** empfängt GATT-Commands und GATT-Abfragen und liefert Antworten (Temperatursensor)
- **Peripheral:** ein Peripheriegerät zeigt seine Anwesenheit anderen Geräten an.
- **Central:** nur dieses Gerät kann eine Aufforderung zum Verbindungsaufbau ausgeben und eine Verbindung herstellen

Der Begriff **Service** vereint mehrere Eigenschaften zu einer Funktion, z.B. liefert *Health Thermometer* den eigentlichen Temperaturwert und den zeitlichen Abstand zwischen zwei Messungen. **Characteristic** ist ein zwischen Client und Server ausgetauschter Wert, z.B. eine Batteriespannung. Der **Descriptor** liefert Informationen zu einer *Characteristic*, z.B. Maßeinheit (Grad Celsius). All dies erleichtert die Programmierung.

Der BL600 kennt noch weitere Services: **BPM** (Blutdruck), **HRM** (Herzrhythmus), **HTM** (Körpertemperatur), **Proximity**, **Batch** (*Send file*), **Serial** (UART-Interface oder VSP alias VCP) und **OTA** (*Over The Air*). Die beiden letztgenannten werden in unserer Beispiel-App eingesetzt (s. Abschnitt Inbetriebnahme des e-BoB).

BLE nutzt das 2,4-GHz-Band und läuft auf dem iPhone 4S mit iOS 5, auf Android 4.3 und Windows Phone 8, aber es arbeitet nicht mit Bluetooth 2.0 zusammen. Es gibt nur 37 Kanäle (gegenüber 79 beim klassischen Bluetooth) und es werden nur drei (anstatt 32) genutzt, um den Verbindungsaufbau merklich zu beschleunigen. Module mancher Hersteller kombinieren diese beiden Technologien: *Bluetooth Smart Ready* bedeutet Kompatibilität mit beiden Modi, *Bluetooth Smart* nur mit *Bluetooth Low Energy* (s. **Tabelle 1**).

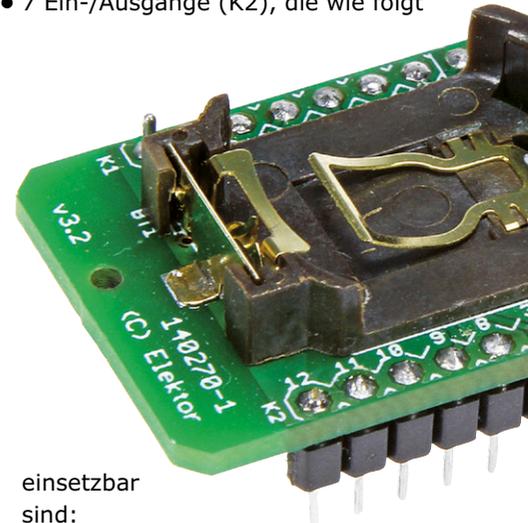
Zusammenfassend sind dies die Vorteile von BLE:

- verminderte Stromaufnahme (Batterie-Lebensdauer Monate bzw. Jahre)
- geringere Gehäusegröße und Preis der Module
- Kompatibilität mit aktuellen Smartphones
- einfache Programmierung

	version	
	2.0	4.0
 Bluetooth [®]	×	
 Bluetooth [®] SMART		×
 Bluetooth [®] SMART READY	×	×

vorgestellt, die wirklich ihren Namen verdient!

- Anschlüsse der Versorgungsspannung (3,3 V) (K1). Das BL600-Modul benötigt in Bereitschaft nicht mehr als 5 μ A (!), man kann es also auch mit einer Knopfzelle (BT1) vom Typ CR2032 betreiben, deren Halter unter der Leiterplatte angeordnet ist. Deshalb sind K1 und K2 auf der anderen Seite zu bestücken, falls der Batteriehalter eingesetzt wird.
- RESET wird an einen Mikrotaster gelegt.
- Anschluss PGM (in der Dokumentation von Laird Technologies als *Not Connected* bezeichnet [4]), für ein eventuelles Update des Programms (wofür ein J-LINK-Programmer erforderlich ist).
- 7 Ein-/Ausgänge (K2), die wie folgt



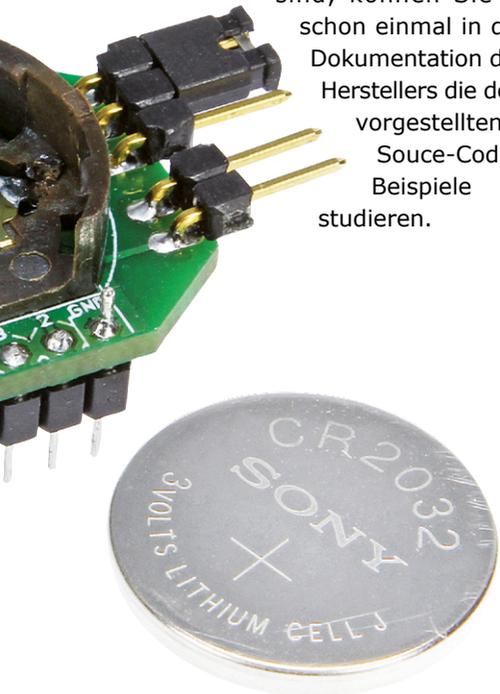
einsetzbar sind:

- 2 Analog-Eingänge mit je 10 bit (Pins 2 und 3)
- I²C-Port (Pins 8 und 9)
- SPI-Port (Pins 10, 11 und 12)
- Mit Jumper JP1 *autorun/cmd* (von der Autorin auch bezeichnet als *autorun/debug*) wählt man zwischen den beiden folgenden Modi:
- AT-Modus (z.B. für das Kommando AT&F 1, wodurch das Modul komplett initialisiert wird),
- *autorun* führt nach Kaltstart oder manuellem RESET automatisch das Programm \$*autorun*\$ aus.
- Jumper JP2 *ota* (*Over The Air*) erlaubt das Laden eines (bereits kompilierten) Programms via Funkverbindung mittels einer App von Laird Technologies. Dies wird weiter unten besprochen.

Neben MOD1 besitzt dieses e-BoB drei Widerstände und zwei Stützkondensatoren.

Falls Sie die Platine nach dem von Elektor vorgeschlagenem Design selbst anfertigen wollen, dann beachten Sie, dass die drei Löcher am Rand des BL600 für drei Schrauben vorgesehen sind, mittels derer man das Modul mit größter Präzision ausrichten kann, bevor es (in einem Reflow-Ofen) verlötet wird. Das Vorgehen wird in meinem Artikel über das Drahtlos-Thermometer beschrieben [1].

Ich empfehle den Artikel auch, weil man einen Eindruck erhält, wie einfach es ist, das BL600-Modul in Betrieb zu nehmen. Dort werden jedoch nicht alle Merkmale der Sprache behandelt, in den folgenden Artikeln zum BL600 und seinem e-BoB werden wir ausführlicher auf sie zurückkommen. Falls Sie neugierig geworden sind, können Sie ja schon einmal in der Dokumentation des Herstellers die dort vorgestellten Source-Code-Beispiele studieren.



Inbetriebnahme des e-BoB

Dann darf ich Ihnen jetzt ein erstes Beispiel zur Kommunikation zwischen Ihrem Android-Phone und einer Schaltung mit dem e-BoB vorstellen. Schön, aber was wollen wir ansteuern? Eine Uhr vielleicht? Das würden wohl viele Entwickler so machen, aber um den ersten Anlauf zu vereinfachen, soll der angesteuerte Gegenstand etwas ganz naheliegenderes sein... der PC! Ist das nicht ein Objekt, welches wir alle in Reichweite haben? Wir gehen in mehreren Schritten vor, die aus **Bild 4** hervorgehen. Der neue e-BoB BL600 von Elektor bietet viele Möglichkeiten. Wir werden zunächst

Bluetooth 4.0
Die Revolution der Funksensoren

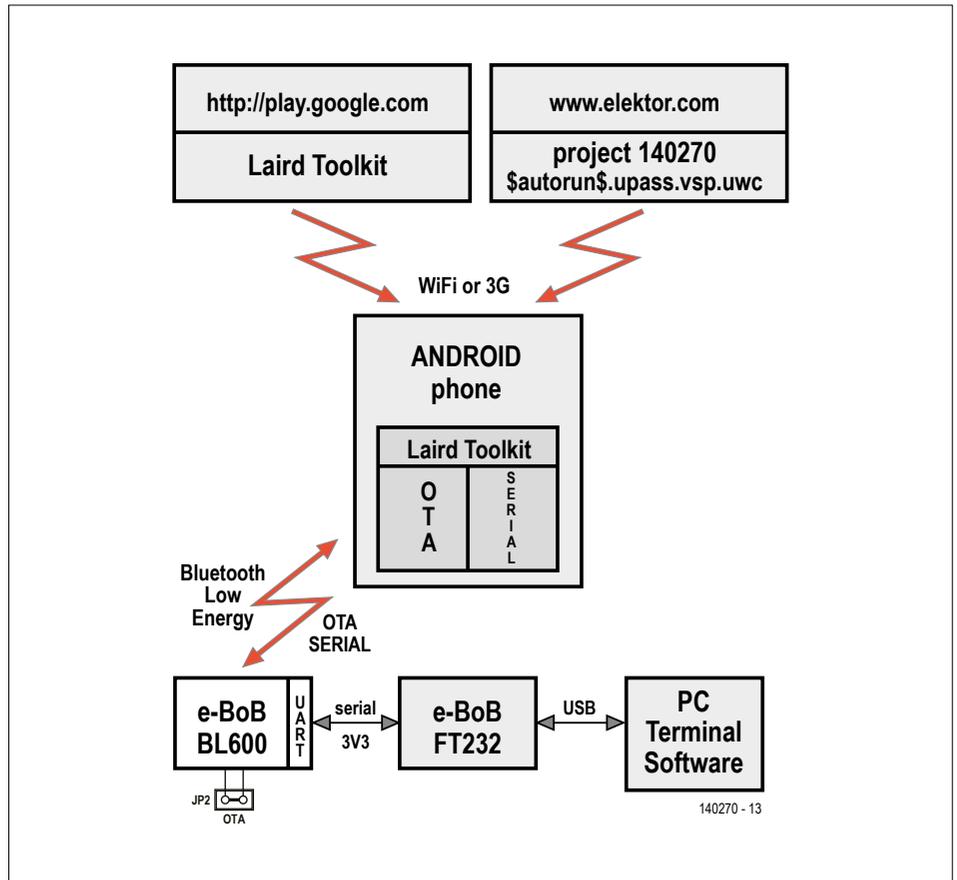


Bild 4. Die hier vorgestellte Beispiel-App hat zwei Funktionen. Zunächst wird mittels OTA (over the air) von einem Android-Phone über Funk ein Programm übertragen, welches der e-BoB nach dem Kaltstart ausführt. Danach kann unser Smartphone mittels dieses UART-Programms via BLE mit anderer Elektronik kommunizieren, in diesem Falle mit einem PC.

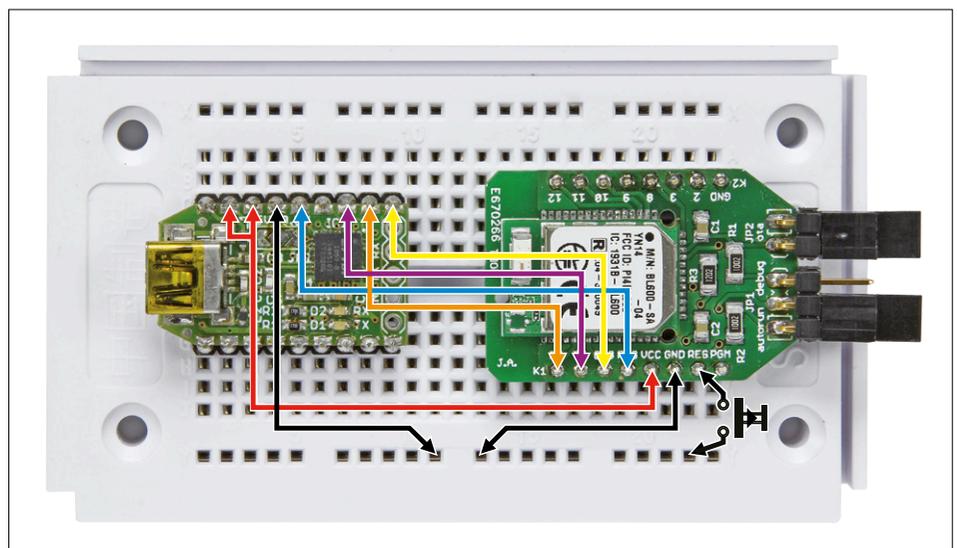


Bild 5. Verbindung des e-BoB BL600 und des (e-)BoB FT232, für die Anwendung in Bild 4.

das Programm vom Smartphone aus drahtlos (!) über OTA laden; *Over The Air* ist eine Standardfunktion von *Bluetooth Low Energy*, welche wir hier einsetzen.

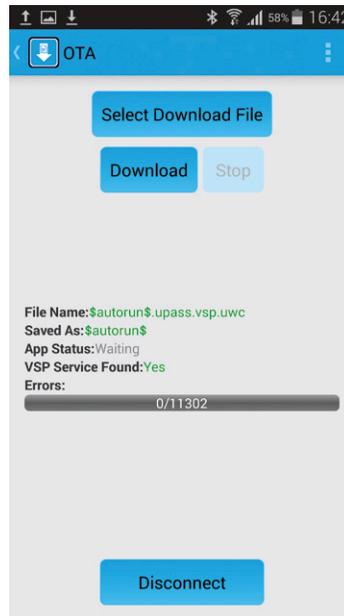
Sobald das Kommunikations-Programm vom Smartphone auf den e-BoB geladen ist, können wir zwischen dem Android-Phone und dem PC (über das UART-Interface des Moduls) Daten austauschen.

Um es einfach zu halten, beginnen wir mit einem Beispiel des Herstellers [5], nämlich mit dem Programm zur UART-Kommunikation (bzw. vSP / Virtual Serial Port) `upass.vsp.sb`. Source-Code sowie Art und Weise des Kompilierens bleiben erst einmal links liegen. Wir gehen direkt zur fertig kompilierten, ausführbaren Version, welche Sie auf der Elektor-Website [6] als Datei `$autorun$.upass.vsp.uwc` vorfinden. Es hat gleich zwei Vorteile, dass die Datei fertig kompiliert ist und `$autorun$.xxx` genannt wird: erstens kann damit der Dienst *Over The Air* von BLE zum Senden des Programms vom Smartphone zum BL600 genutzt werden (s. **Kasten** zu BLE) und zweitens wird das Programm nach dem Laden automatisch beim Kaltstart und nach jedem Reset ausgeführt.

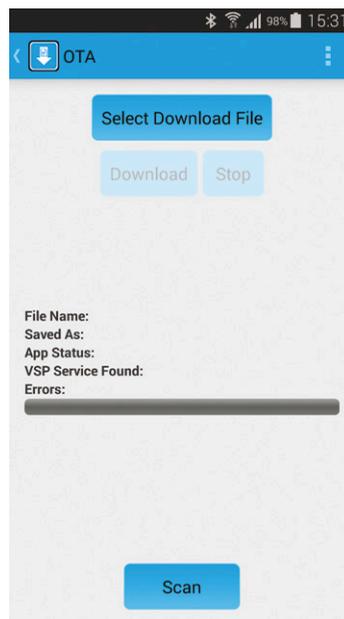
Zum Anschluss des e-BoB an den USB-Port meines PCs habe ich das USB-Seriell-Interface BOB-FT232 von Elektor benutzt [7]. Der Versuchsaufbau auf einem Steckbrett wird in **Bild 5** gezeigt. Jetzt brauchen wir für das Smartphone aber noch ein Programm, welches die Bluetooth-Dienste OTA und Serial nutzen kann. Auch dieses stammt von Laird Technologies, es ist die App *Laird BL600 Toolkit* für Android. Wir beginnen mit dem...

1. Schritt: Laden des UART-Programms in den e-BOB

Dabei dient der BOB-FT232 nur zur Versorgung unseres e-BoB BL600. Stecken Sie auf diesem den Jumper JP2 OTA und stellen Sie JP1 auf die Position `autoRUN`. Laden Sie nun von der Elektor-Website [6] die kompilierte Datei `$autorun$.upass.vsp.uwc` auf Ihr Android-Phone. Laden Sie dann von der Website von Laird [7] die App *Laird BL600 Toolkit*, starten Sie sie und wählen die Option OTA (*Over The Air*). Danach klicken Sie auf *Select Download File...*



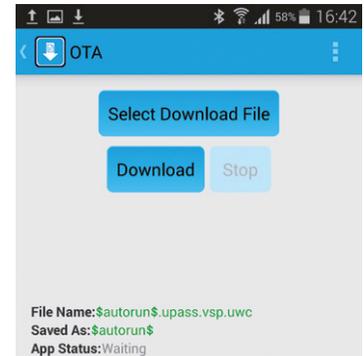
...und suchen Sie auf Ihrem Phone die Datei `$autorun$.upass.vsp.uwc`. Starten Sie *Scan...*



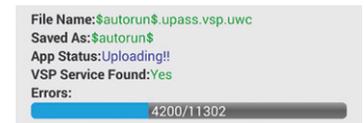
...und wählen Sie dann *LAIRD BL600*.



Falls nichts angezeigt wird, führen Sie einen RESET durch und starten *Download...*



Während der Übertragung vom Smartphone zum e-BoB schreitet der Ladebalken fort.



Fertig! Jetzt muss nur noch die OTA-Verbindung beendet (*Disconnect*), ein manueller Reset durchgeführt und die OTA-App verlassen werden.

2. Schritt: Test der Kommunikation

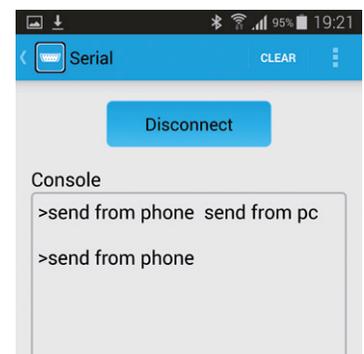
Ich benutze das Gratis-Programm *Free Serial port Terminal*, aber auch jedes andere Terminalprogramm erfüllt seinen Zweck. Auf dem Phone muss die App *Laird BL600 Toolkit* gestartet werden, wählen Sie das Tool *Serial*, danach *Scan*. Bauen Sie dann eine Verbindung zum Modul auf.

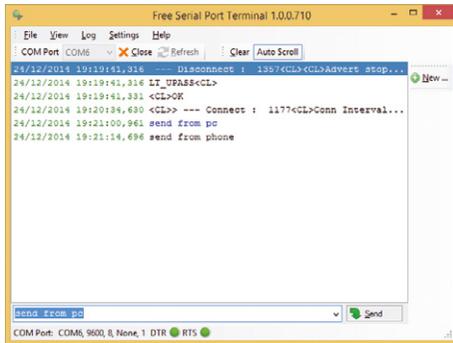
Name: LT_UPASS	RSSI:
Address: C2:CB:9E:91:78:FF	-56 db

Ihr Android-Phone ist jetzt bereit, über das BL600-Modul auf dem e-BoB mit dem PC zu kommunizieren.

Über diese Funktionen werden Texte ausgetauscht:

- vom Phone zum e-BOB und dem PC:
send from phone
- vom PC und dem e-BOB, zum Phone:
send from pc





Dieser Datenaustausch zwischen Smartphone und PC ist sicherlich nichts Bahnbrechendes, aber ist diese einfache Anwendung nicht eine überzeugende Demonstration der Fähigkeiten unseres e-BoBs? Jetzt sind Sie an der Reihe, dies in Ihren Projekten einzusetzen! Elektor wird dem BL600-Modul weitere Artikel in den nächsten Heften widmen. Bleiben Sie dran. Ich habe ein Video vom letzten Sommer online gestellt [8], dies zeigt eine ferngesteuerte Anwendung mit einer Vorgängerversion des e-BoB. Ich hoffe, dass ich auch bei Ihnen einige Projektideen zu *Bluetooth Low Energy* angeregt habe, die auf Android- oder iOS-Phones laufen. Dank an Laird Technologies, dass die Quelltexte zu den Android-Programmen und zum iOS-Programm online verfügbar sind (eine Apple-Entwickler-Lizenz ist nicht kostenlos).

140270

Stückliste

Widerstände :

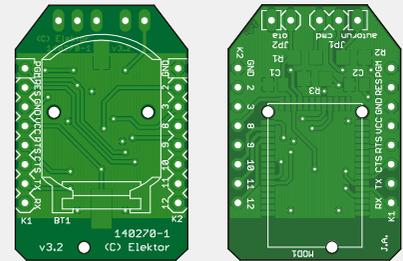
(5% 250 mW 1206)
R1,R2 = 10 k
R3 = 12 k

Kondensatoren:

(25 V 0805)
C1,C2 = 100 n

Außerdem:

MOD1 = Modul BL600-SA Bluetooth
Low-Energy (Laird Technologies)
K1,K2 = 8x1-Stiftleiste (2,54 mm) (1668581)
JP1 = 3x1-Stiftleiste
JP2 = 2x1-Stiftleiste
2 Jumper (2,54 mm)
Batteriehalter S8421-45R (Option) (2115305)

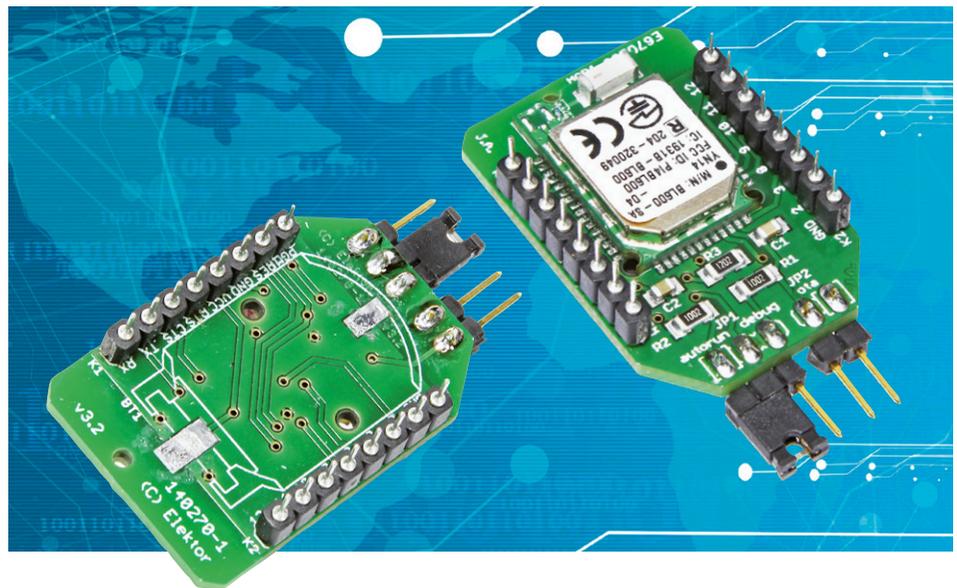


Batterie CR2032 (Option)
Platine 140270-1

e-BoB BL600 bestückt 140270-91

(K1 & K2 werden als Einzelteile geliefert)

(Farnell Best.-Nr. in Klammern)



Themenauswahl für die nächsten Folgen dieser Serie rund um den e-BoB BL600:

- eine Kette von Ein- und Ausgängen
- Handler/Events
- das Programm Red Green Blue
- Low Energy, 5 μ A
- Der I²C-Port
- Der SPI-Port
- Bluetooth-Kommunikation
- Erläuterungen zum Programm des Drahtlos-Thermometers
- Wie schreibt man ein Android-Programm
- Wie schreibt man ein iOS-Programm (*hmm... die Apple-Lizenz ist leider nicht umsonst*)

Weblinks

- [1] Drahtloses Thermometer mit Bluetooth Low Energy (Elektor 1-2/2015, S. 36)
www.elektor-magazine.de/140190
- [2] Drahtlos-Thermometer mit BL600 im Elektor-Shop
www.elektor.de/bluetooth-thermometer
- [3] Video auf elektor.labs über das Thermometer mit dem BL600:
<http://youtu.be/WZSQZGUgXJI>
- [4] Dokumentation von Laird Technologies über den BL600
www.lairdtech.com/Products/
- [5] Source-Code
https://laird-ews-support.desk.com/?b_id=1945#software
- [6] www.elektor.de/140270
- [7] Interface USB-seriell: BOB-FT232R von Elektor
www.elektor.de/ft232r-usb-serial-bridge-bob-110553-91
- [8] Weitere Beispiele von BL600-Anwendungen
www.youtube.com/watch?v=SxwaVIOKk8
- [9] Webseite der Autorin: www.aubinais.net



OTA-Overdrive

Germanium-Soundeffekte für Gitarren

Entwurf: **A. J. Köhler** (D)

Text: **Harry Baggen** (Redaktion NL)

Der OTA-Overdrive ist ein Effektgerät für Gitarren, das die Eigenschaften gepaarter Silizium- und Germaniumdioden nutzt. Gesteuert von so genannten OTAs (Transkonduktanzverstärkern) entstehen Klangeffekte mit charakteristischen Färbungen.

Gitarristen haben die Wahl unter unzähligen Klangeffekt-Boxen, und die kursierenden Schaltungsvorschläge für den Selbstbau sind unüberschaubar. Dieser Thematik hat sich der Autor schon seit vielen Jahren verschrieben, er hat käufliche Geräte analysiert und zahlreiche Schaltungsvorschläge erprobt. Aus den Aktivitäten ging ein eigenes Projekt hervor, das wir an dieser Stelle vorstellen. Die Entwicklung ist noch nicht abgeschlossen, der Autor arbeitet mit Hochdruck an Modifikationen und Ergänzungen. Über den Fortgang seiner Arbeiten berichtet er auf unserer Website Elektor.Labs [1]. Dort wartet auf den interessierten Leser

weiterer, vertiefender Lesestoff.

Das Projekt OTA-Overdrive gehört zur Kategorie jener Projekte, die (fast) niemals vollendet sind und den Konstrukteur über Jahre in ihrem Bann halten können. Wir haben uns entschlossen, eine Momentaufnahme zu erstellen, die den aktuellen Stand wiedergibt. Den Schaltungsentwurf hat das Elektor-Labor für die Veröffentlichung optimiert, er wurde an marktgängige Komponenten angepasst und intensiv getestet. In dieser halbfinalen Version darf das Projekt stabil und nachbausicher genannt werden. Freunde des Forschens und Experimentierens finden bei Elektor.Labs eine Fülle

von Ratschlägen für Modifikationen und den Einsatz alternativer Komponenten. An dieser Stelle beschreiben wir die von uns aufgebaute und erprobte Version.

Stromsteuerung mit OTAs

Gitarrensignale lassen sich mit Dioden in ihrer Form verändern, indem sie das Signal begrenzen. Meistens werden zwei Dioden antiparallel geschaltet, so dass das resultierende Signal symmetrisch ist. Diese Methode wird in zahllosen Varianten angewandt. Eine vom Autor entwickelte Variante beruht darauf, dass die Dioden nicht von Spannungen, sondern von Strömen gesteuert werden. Das Ergebnis sind

einzigartige Klangeffekte mit weichem, ins Ohr gehendem Charakter. Es wurden unterschiedliche Dioden-Typen erprobt, darunter Silizium-Dioden, Germanium-Dioden sowie Leuchtdioden (LEDs) in unterschiedlichen Farben. Germanium-Dioden sind als klangformende Elemente besonders attraktiv, weil sie die erwünschten spezifischen Eigenschaften haben. Der OTA-Overdrive ist zu den genannten Dioden-Typen kompatibel, so dass einem versuchsweisen Austausch nichts im Weg steht. Die Klangeffekte „Silizium“ und „Germanium“ sind bereits eingebaut, sie sind mit einem Schalter wählbar.

Die Dioden werden von so genannten OTAs symmetrisch stromgesteuert. Der OTA (*Operational Transconductance Amplifier*) ist mit dem Opamp (*Operational Amplifier*) eng verwandt. Der wesentliche Unterschied besteht darin, dass der Ausgang nicht eine Spannung, sondern einen Strom liefert. Der Ausgangsstrom ist zu der an den Signaleingängen liegenden Differenzspannung proportional. Über weitere Eingänge lassen sich die Transkonduktanz (vergleichbar mit der Verstärkung) und die Vorströme der Eingänge einstellen.

OTAs kamen um das Jahr 1970 auf den Markt, sie fanden schnell Eingang in die Schaltungstechnik. Etwa seit Beginn des gegenwärtigen Jahrhunderts ist es ruhig um diese Bauelemente geworden, so dass die meisten Hersteller die Pro-

Die Dioden werden von so genannten OTAs symmetrisch stromgesteuert.

duktion aufgaben. Ein noch gängiger Typ ist der LM13700, ein zweifacher OTA von Texas Instruments. Der Autor hat auch andere OTA-Typen erprobt, doch sie sind entweder nicht mehr lieferbar oder nur noch vereinzelt erhältlich.

Die Schaltung

Global betrachtet besteht die Schaltung (Bild 1) aus drei Gruppen. Der erste Schaltungsteil ist der Eingangsverstärker mit Puffer und Vorverstärker, zur zweiten Gruppe gehören die Overdrive-Stufe mit den OTAs und Dioden, den dritten Teil bilden die Ausgangsstufen mit der Toneinstellung.

Der Puffer am Eingang ist mit einem n-Kanal-JFET BF545A (T1) aufgebaut. Er bewirkt, dass das Gitarrensinal nur gering belastet wird, die Eingangsimpedanz beträgt etwa 1 MΩ. Die nachfolgende Verstärkerstufe mit dem Low-Power-Opamp TLC271 (IC4) verstärkt das gepufferte Signal ungefähr zweifach, die Verstärkung lässt sich mit R6 anpassen. Über den Vorspannungseingang des Opamps (Anschluss 8) sind einige Eigenschaften des OTA-Overdrive beeinflussbar. Der hier eingestellte mittlere Wert ist ein guter Kom-

promiss zwischen der Opamp-Geschwindigkeit und niedrigem Strombedarf.

Das Signal gelangt über den Fußschalterkontakt S1.C (*Effect On/Off*) zu den beiden OTAs IC3.A und IC3.B, die für die Steuerung der Klangeffekt-Dioden zuständig sind. Wenn S1 in Schalterstellung FS steht, ist der Ausgang von IC4 unmittelbar mit dem Ausgangspuffer IC5.B verbunden, so dass die Klangeffektschaltung umgangen wird.

Die Push-Pull-Schaltung mit IC3.A und IC3.B wird über R13 und R18 gesteuert. Die Symmetrie des Signals kann mit Poti P1 (*Symmetry*) beeinflusst werden, indem über R11 und R17 eine variable Gleichspannung an die zweiten OTA-Eingänge gelegt wird. Die Trimpoties P7 und P8 sind für den Nullabgleich der OTAs bestimmt. Zwischen den OTA-Ausgängen liegen zwei mal zwei antiparallel geschaltete Dioden in Reihe mit Widerständen, ein Silizium-Dioden-Paar (D3/D4) und ein Germanium-Dioden-Paar (D1/D2). Das Paar D3/D4 kann auch aus zwei roten LEDs bestehen. Für optimale Klangeffekte müssen die einzelnen Exemplare der Dioden-Paare identische Eigenschaften haben, wir kommen noch darauf zurück. Schalter S2 (Si/Ge) schal-

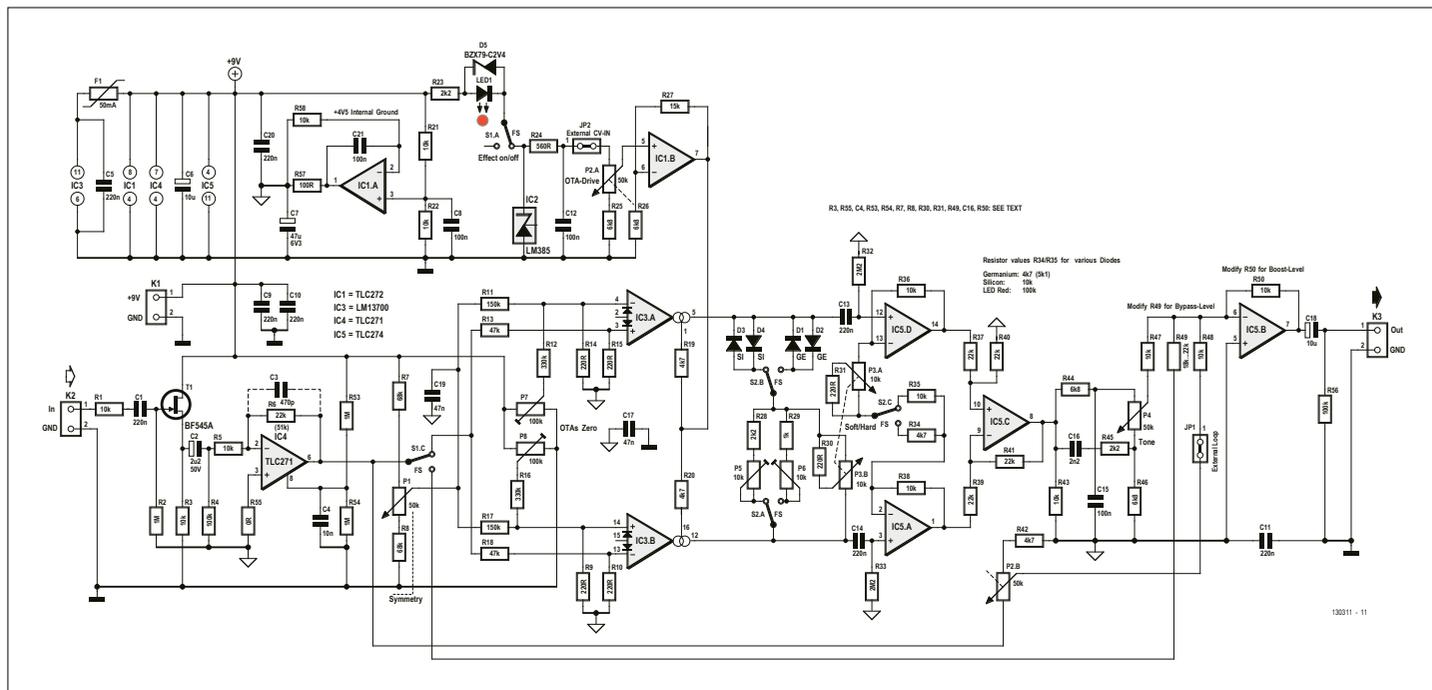


Bild 1. Die klangbestimmenden Bauelemente dieser Overdrive-Box sind vier Dioden und zwei OTAs.

tet zwischen den Dioden-Paaren um. Die Ausgangsspannung zwischen den OTA-Ausgängen, und damit auch der Arbeitspunkt der Dioden, wird mit P5 und P6 eingestellt. Die Verstärkung der OTAs, von der die Intensität des Klangeffekts abhängt, lässt sich mit Strömen einstellen, die in die

Anschlüsse 1 und 16 der OTAs fließen. Den Strom für beide OTAs liefert Opamp IC1.B. Damit das Abfallen der Batteriespannung ohne Einfluss bleibt, liegt der Eingang von IC1.B an der Referenzspannungsquelle IC2. IC2 ist über R23 und LED1 mit der 9-V-Batterie verbunden. An

der LED fällt im Betrieb die stabile Gleichspannung 2,5 V ab. Abhängig von Poti P2.A (OTA-Drive) stellt der Opamp eine Gleichspannung bereit, die einen Gleichstrom durch die Widerstände R19 und R20 zur Folge hat. LED1 dient gleichzeitig als Betriebsspannungsanzeige, die parallel

Stückliste

Widerstände:

(SMD1206, 0,25 W/1 %, soweit nicht anders angegeben)
 R1,R3,R5,R21,R22,R35,R36,R38,R43,R47,R48
 ,R50,R58 = 10 k
 R2,R53,R54 = 1 M
 R4,R56 = 100 k
 R6,R37,R39,R40,R41,R49 = 22 Ω
 R7,R8 = 68 k
 R9,R10,R14,R15,R30,R31 = 220 Ω
 R11,R17 = 150 k
 R12,R16 = 330 k
 R13,R18 = 47 k
 R19,R20,R34,R42 = 4k7
 R23,R28,R45 = 2k2
 R24 = 560 Ω
 R25,R26,R44,R46 = 6k8
 R27 = 15 k
 R29 = 1 k
 R32,R33 = 2M2
 R51,R52 = nicht vorhanden
 R55 = 0 Ω
 R57 = 100 Ω
 P1,P4 = Poti 50 k linear, Raster 5 mm
 P2 = Poti 50 k Stereo linear, Raster 5 mm
 P3 = Poti 10 k Stereo linear, Raster 5 mm
 P5,P6 = Trimpoti 10 k liegend, Raster 2,54 mm (Vishay Sfernice T73YP103KT20)
 P7,P8 = Trimpoti 100 k liegend, Raster 2,54 mm (Bourns 3362P-1-104LF)

Kondensatoren:

C1,C5,C9,C10,C11,C13,C14,C20 = 220 n/50 V, 10 %, X7R, SMD1206
 C2 = 2 μ 2/100 V, 20 %, Raster 2,5 mm, Durchmesser max. 6,3 mm
 C3 = 470 p/50 V, 10 %, X7R, SMD1206
 C4 = 10 n/50 V, 10 %, X7R, SMD1206
 C6,C18 = 10 μ /100 V, 20 %, Raster 2,5 mm, Durchmesser max. 6,3 mm
 C7 = 47 μ /35 V, 20 %, Raster 2,5 mm, Durchmesser max. 6,3 mm
 C8,C12,C15,C21 = 100 n/50 V, 10 %, X7R, SMD1206
 C16 = 2n2/50 V, 10 %, X7R, SMD1206
 C17,C19 = 47 n/50 V, 10 %, X7R, SMD1206

Halbleiter:

D1,D2 = OA90 (oder D9B/OA191/MD276/D311/1N60/OA1161)
 D3,D4 = 1N914A, DO-35
 D5 = BZX79-C2V4, DO-35
 LED1 = LED rot 3 mm, bedrahtet
 T1 = BF545A, SMD SOT-23
 IC1 = TLC272CD, SMD SOIC-8
 IC2 = LM385Z-2.5, TO-92
 IC3 = LM13700M/NOPB, SMD SOIC-16
 IC4 = TLC271CD, SMD SOIC-8
 IC5 = TLC274CD, SMD SOIC-14

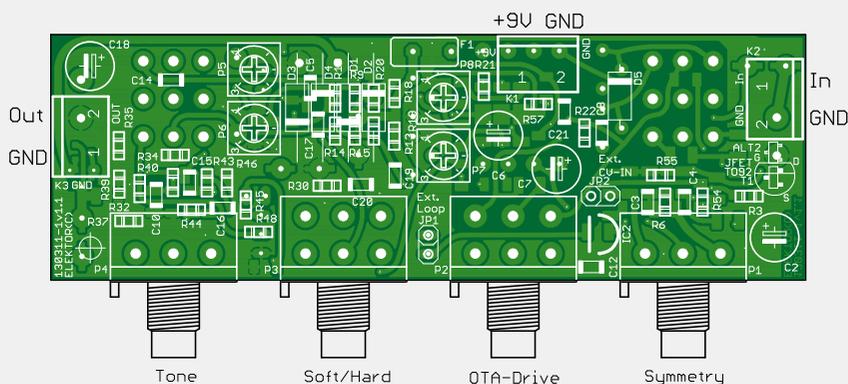
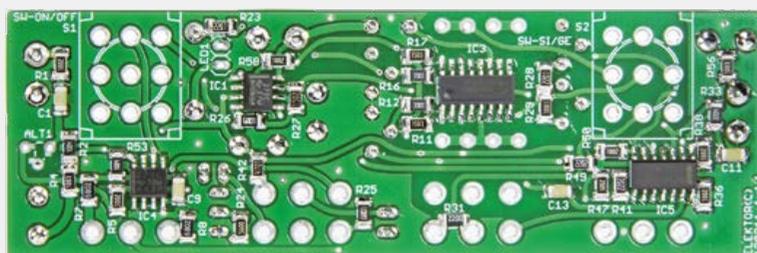
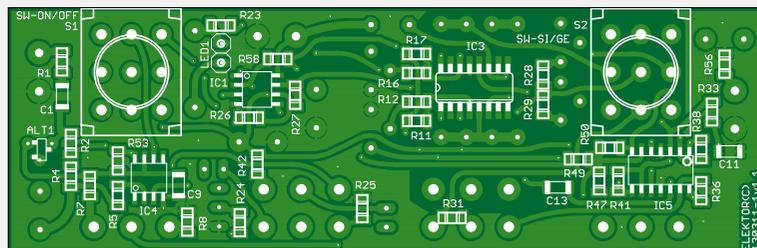
Außerdem:

K1,K2,K3 = Kabelschraubklemme 2-polig,

Raster 5,08 mm
 JP1,JP2,LED1 = 2x1-Stiftleiste, Raster 2,54 mm
 S1,S2 = Fußschalter mit 3 Umschaltkontakten (3PDT), für Platinenmontage, Raster 4 · 5 mm (UK-electronic.de, Nr. 102-000-1 für Platinenmontage oder 102-000 mit Lötanschlüssen)
 Anschluss-Clip für 9-V-Batterie
 K2,K3 = Klinckenbusche 6,3 mm mono, für Frontplattenmontage

Bild 2. Auf der Platine werden in der Mehrzahl SMDs montiert, auch die Potis und Schalter haben dort Platz.

F1 = Multifuse-Sicherung 50 mA, radial (Bourns MF-R005-0)
 Platine 130311-1 [2]



geschaltete Zenerdiode D5 überbrückt die LED, falls sie im rauen Bühnenbetrieb ausfällt.

Parallel zum Ändern des Vorstroms mit P2.A passt P2.B den Anteil des originalen, unverzerrten Signals am Eingang der Ausgangsstufe an.

Das Signal an den klangformenden Dioden-Widerstand-Kombinationen wird von IC5.D und IC5.A gepuffert, außerdem wird die Verstärkung über Kontakt S2.C des Schalters S2 an das aktive Dioden-Paar angepasst. Anschließend werden die Ausgangssignale der beiden Opamps durch IC5.C voneinander subtrahiert, so dass ein asymmetrisches Signal übrig bleibt. Dieses Signal durchläuft die passive Diskanteinstellung (*Tone*), die mit R43...R46, C15, C16 und P4 aufgebaut ist. Zum Schluss wird das Signal mit dem von P2.B abgeschwächten originalen Gitarrensinal am Eingang von IC5.B gemischt. Wenn Schalter S1 in Stellung FS steht, ist das Signal der Klangformungsstufe blockiert. Zum Eingang von IC5.B gelangt dann nur das unverformte Gitarrensinal, das Opamp IC4 liefert. Damit sind die Wege der Signale beschrieben, übrig bleibt nur noch Opamp IC1.A. Dieser Opamp stellt eine virtuelle Masse mit dem Potential der halben Betriebsspannung her. Die Schaltung wird von nur einer 9-V-Batterie versorgt, durch die virtuelle Masse können die Signal-Opamps trotzdem (pseudo-)symmetrisch betrieben werden. Die Stromaufnahme des OTA-Overdrive beträgt nur einige mA, so dass die 9-V-Batterie lange durchhält.

Gepaarte Dioden

Um optimale Effekte zu erzielen, müssen die klangbestimmenden, antiparallel geschalteten Dioden möglichst identische Eigenschaften haben. Der Autor hat mehrere hundert Germanium-Dioden des Typs OA91 bei gleicher Umgebungstemperatur (!) getestet. In einem solchen Test werden die Spannungsabfälle am Prüfling bei den Strömen 1 mA und 50 μ A gemessen (Verhältnis 1:20). Dazu sind nur eine stabile Spannungsquelle, zum Beispiel 15 V, und zwei Widerstände, hier 15 k und 270 k nötig. Das Ziel ist, zwei Dioden zu finden, an denen bei beiden Strömen möglichst übereinstimmende Spannungen abfallen.

Aufbau

Für den OTA-Overdrive wurde eine Platine entworfen, auf der auch die Potis und Fuß-



Bild 3. Das Foto zeigt einen Prototyp, hier sind die Fußschalter über Leitungen angeschlossen.

schalter ihren Platz haben. Im Nachhinein erscheint es uns praktikabler, die Potis auf der Platine zu montieren und die Schalter mit der Platine über kurze Leitungen zu verbinden. Auf diese Weise lässt sich der Aufbau unkompliziert in einem Gehäuse unterbringen.

Die Platine in **Bild 2** wird in der Mehrzahl mit SMDs bestückt, außerdem sind einige bedrahtete Komponenten vorhanden. Die SMD-Montage erfordert ein geeignetes Lötgerät und etwas Lötterfahrung.

Das Foto in **Bild 3** zeigt einen im Labor aufgebauten Prototyp, der sich von der Endversion unterscheidet. Beginnen Sie die Montage der Komponenten mit den SMDs, die mehr als zwei Anschlüsse haben. Die Potis und Fußschalter werden zuletzt montiert. Das Platinenlayout ist zwar so gestaltet, dass auch die Fußschalter auf der Platine montiert werden können. Das Foto macht jedoch deutlich, dass wir zum Anschließen Leitungen verwendet haben. Die Leitungen müssen möglichst kurz sein, jedoch so lang, dass die Fußschalter in der oberen Wand des metallenen Gehäuses verschraubt werden können. Nach der Schaltermontage wird die Platine so in das Gehäuse geschoben, dass die Achsen der darauf montierten Potis durch die zugehörigen Bohrungen in der Gehäusewand nach außen ragen. Ein wichtiger Hinweis, der unbedingt zu beachten ist, betrifft die Montage der Dioden auf der Platine. Hier ist beim Löten besondere Vorsicht geboten, denn insbesondere Germaniumdioden (Punktkontaktdioden!) verändern spontan ihre Eigenschaften, wenn sie zu hohen Temperaturen ausgesetzt sind. Die Dioden sollen ungefähr 1 cm Abstand von der Platinenoberfläche haben. Während des Lötvorgangs



Bild 4. So werden die Platine, die Schalter und die Batterie in einem stabilen Metallgehäuse untergebracht.

können die Dioden-Körper durch ein umwickeltes, feuchtes Textilband gekühlt werden, oder die Dioden-Körper werden zur Wärmeableitung vorsichtig mit einer geeigneten Zange umfasst.

Bevor die Platine in das Gehäuse gesetzt werden kann, müssen noch einige Einstellungen vorgenommen werden. Bringen Sie P1 in Mittelstellung und stellen Sie P7 und P8 ohne Eingangssignal so ein, dass an den Ausgängen der beiden OTAs die Spannung +4,5 V liegt. Die Einstellung von P5 und P6 nehmen Sie nach Gehör vor. Stellen Sie diese Trimpoties so ein, dass das Umschalten von S2 (Si/Ge) den gewünschten Effekt hat.

Als Gehäuse haben wir einen stabilen Typ aus Aluminium von Hammond gewählt, die Typenbezeichnung lautet 1590TBK. In dieses Gehäuse passen die Platine mit den Potis und Schaltern sowie die Batterie bequem hinein. Der OTA-Overdrive kann auf dem Boden liegen und vom Gitarristen mit dem Fuß bedient werden, ohne dass das Gehäuse Schaden nimmt.

Befestigen Sie die 9-V-Batterie mit doppelseitigem Klebeband im Gehäusedeckel, der hier als Boden dient. Für den Signaleingang und Signalausgang bringen Sie in einer Seitenwand des Gehäuses zwei 6,3-mm-Klinkenbuchsen an. Dort werden die Gitarre und die Verstärkeranlage angeschlossen.

Wir wünschen Ihnen viel Freude und angenehmen Hörgenuss mit dem OTA-Overdrive!

(130311)gd

Weblinks

- [1] www.elektor-labs.com/9130703401
- [2] www.elektor-magazine.de/130311



Willkommen in Ihrem **E-SHOP**

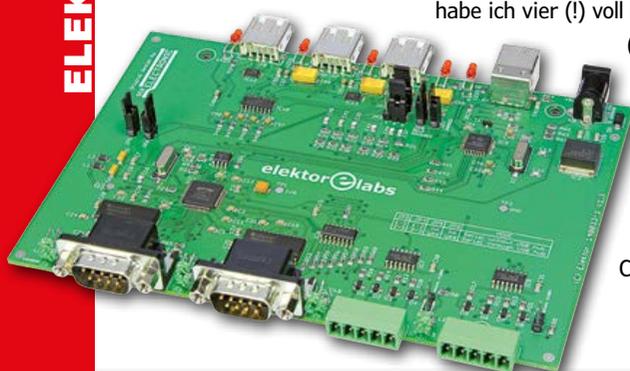
ELEKTOR EMPFIEHLT

Im Elektor-Labor habe ich viel mit Mikrocontrollern zu tun. Die eleganteste Art mit diesen Chips zu kommunizieren besteht nach wie vor in der Verwendung der guten alten seriellen Schnittstelle. Unglücklicherweise besitzt der PC, an dem ich für gewöhnlich Firmware entwickle, keine seriellen Ports mehr. Ich muss daher auf einen USB/Seriell-Wandler ausweichen. Manche Anwendungen benötigen aber mehr als einen seriellen Port und das führt dann zu ordentlich Kabelsalat auf dem Schreibtisch. Darüber hinaus hat mein PC sowieso zu wenig USB-Ports. Darum habe ich kurzerhand den Elektor-USB-Hub mit „Legacy Serial Ports“ entwickelt. Jetzt



habe ich vier (!) voll konfigurierbare serielle Schnittstellen (RS-232 und RS-485) an meinem PC und dazu noch weitere drei USB-Ports – denn ein richtiger USB-Hub ist eingebaut. Ab jetzt brauche ich nur noch ein einziges Kabel zwischen PC und der Hardware.

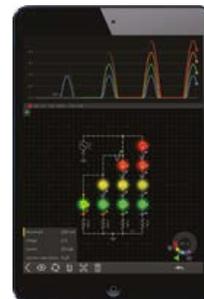
Clemens Valens, Elektor Labs



www.elektor.de/usb-hub

Elektor-Bestseller

1. EveryCircuit (Jahreslizenz)
www.elektor.de/everycircuit



2. Raspberry Pi (Mod. A+)
www.elektor.de/rpi-a-plus

3. Oszilloskope und Analysatoren
www.elektor.de/oszi-buch

4. Android Open Accessory
www.elektor.de/aoa-buch

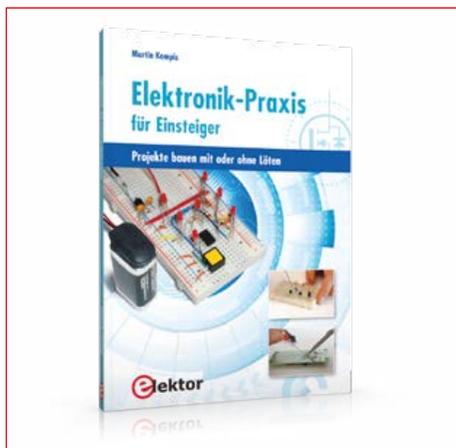
5. Arduino Uno R3
www.elektor.de/arduino-uno

6. Elektronik-Praxis für Einsteiger
www.elektor.de/epe-buch

7. T-Board 28
www.elektor.de/t-board-28

8. Arduino-Extension-Shield
www.elektor.de/arduino-extension-shield

Elektronik-Praxis für Einsteiger

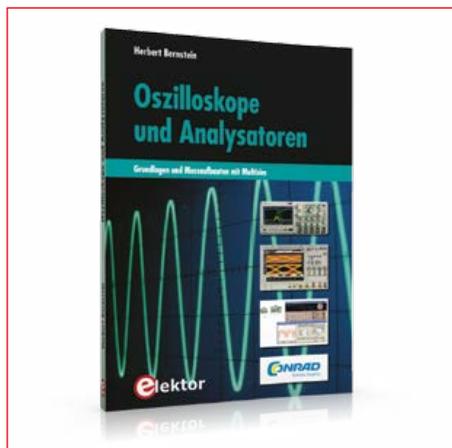


Wenn Sie nachbausichere Schaltungen suchen, die mit wenigen elektronischen Bauteilen auskommen, problemlos funktionieren und Spaß machen – dann liegen Sie mit diesem Buch richtig. Hier finden Sie beispielsweise Radioempfänger für UKW, LW und MW, eine akustische Illusion, ein Mini-Oszilloskop zur grafischen Anzeige von Spannungsverläufen, elektronische Orgeln, einen elektronischen Würfel mit Mikrocontroller und weitere funktionssichere Schaltungen.

Mitgliederpreis: € 32,80 • CHF 34.95

www.elektor.de/elektronik-praxis-einsteiger

Oszilloskope und Analysatoren



Dieses Fachbuch beinhaltet alles über analoge Oszilloskope, digitale Speicheroszilloskope, Logikanalysatoren, Bode-Plotter, Spektrum- und Netzwerkanalysatoren mit praxisorientierten Fakten. Der Autor hat auch für die komplexen Vorgänge der elektronischen Messtechnik praktische kurze Erklärungen und zeigt viele Anwendungen aus der Messpraxis. Im Wesentlichen basiert das gesamte Buch auf der Simulation mit Multisim.

Mitgliederpreis: € 42,00 • CHF 44.95

www.elektor.de/oszilloskope-und-analysatoren

Arduino Extension Shield



Da der günstige und einsteigerfreundliche Arduino Uno leider so gut wie keine Peripherie mitbringt, wurde dieses kompakte Shield entwickelt, das Anfängern mit einem Text-Display, LEDs und Tastern eine gute Basis für erste Schritte bietet. Über zwei weitere Erweiterungssteckverbinder lassen sich Relais-, Funk- und viele weitere Module anschließen.

Mitgliederpreis: € 26,96 • CHF 28.95

www.elektor.de/arduino-extension-shield



Die Mikrocontrollertechnologie ist eines der wichtigsten Gebiete der modernen Elektronik. Mikrocontroller haben sich in den letzten Jahren in allen Bereichen der modernen Technik etabliert. Der vorliegende Kurs gibt eine umfassende Einführung in die faszinierende Welt der Controllertechnik.

Nach grundlegenden Betrachtungen zur Controllertechnologie wird bereits im ersten Teil des Kurses auf die praktische Umsetzung des Stoffes eingegangen. Als Basis dafür dient das moderne Entwicklungsboard XMEGA-A3BU Xplained.

Der zweite Teil beschäftigt sich detailliert mit der Programmierung des Controllers. Hier kommt die Sprache „C“ zum Einsatz, da diese in der Firmware-Entwicklung eine dominierende Stellung einnimmt. Im dritten Teil des Kurses wird schließlich auf die hardwarenahe Programmierung eingegangen.

Praxiskurs AVR-XMEGA-Mikrocontroller

Angebot nur gültig bis 23.03.2015!

AKTION:

-20% auf alle CDs/DVDs!

J2B-Synthesizer

NEU!



Mitgliederpreis (frei Haus): € 33,00 • CHF 34.95
www.elektor.de/praxiskurs-avr-xmega

INTEL Edison: Kit für Arduino

AVR

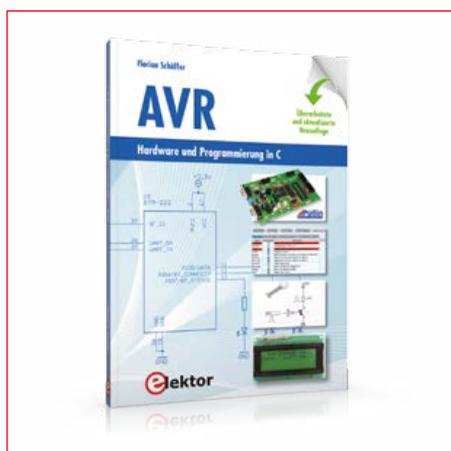
Franzis Raspberry Pi Maker Kit



Das Intel-Edison-Kit für Arduino ist eine Erweiterungskarte, die bezüglich Hardware und Software mit Arduino-Shields für Uno R3 pinkompatibel ist. Die digitalen Pins 0...13 (sowie die Pins für AREF und GND), die analogen Eingänge 0...5, der Header für Strom, der ICSP-Header und die UART-Pins (0 und 1) sind alle an der exakt gleichen Position wie beim originalen Arduino 1.0.

Mitgliederpreis: € 107,96 • CHF 113.95

www.elektor.de/intel-edison-kit-arduino



Der Autor führt Einsteiger und auch Fortgeschrittene gekonnt und professionell in eine hochinteressante Thematik ein. Auch wer seine Elektronik- und Programmierkenntnisse weiter ausbauen und vertiefen möchte, hat dazu gute Möglichkeiten. Nach Einführung und Vorstellung der notwendigen Entwicklungsumgebung werden Projekte vorgestellt, die schrittweise zum Ziel führen.

Mitgliederpreis: € 34,80 • CHF 36.95

www.elektor.de/avr-buch



Sie haben bereits einen Raspberry Pi im Einsatz und vielleicht auch schon ein erstes Elektronik-Projekt umgesetzt? Dann sind Sie hier richtig: Dieses Lernpaket bietet alles, um mehr als nur einfache Projekte umzusetzen: 62 Bauteile sowie ein 160-seitiges, farbiges Handbuch. Nachdem Sie die 20 detailliert beschriebenen Projekte umgesetzt haben, sind Sie bereit für die Welt der Maker.

Mitgliederpreis: € 71,96 • CHF 75.95

www.elektor.de/franzis-raspberry-pi-maker-kit



Von Wiggert Peerdeman

Ich habe schon Vieles aus dem Elektor-Webshop gekauft. Darunter waren ein Fledermaus-Detektor und etliche Downloads der Zeitschrift. Doch als das nützlichste Produkt für mich hat sich der TV-Simulator herausgestellt. Dieses Projekt setze ich im Alltag am häufigsten ein. Ich verreise gerne. Da meine Wohnung während meiner Abwesenheit unbeaufsichtigt ist, habe ich nach etwas gesucht, das den Eindruck erweckt, dass ich doch zuhause wäre. Genau für diesen Zweck ist der **TV-Simulator** gedacht, und ich habe ihn mir deshalb auch zugelegt. Das war nicht nur ein gutes und nützliches Projekt, sondern auch sehr einfach aufzubauen. Die Platine war schon mit den SMD-Bauteilen bestückt, sodass ich nur noch die LEDs und einige bedrahtete Bauelemente auf der Rückseite der Platine bestücken musste. Anschließend steckte ich die Elektronik in ein passendes Gehäuse, faltete ein passendes Stück Papier dazu und der Simulator war einsatzbereit. Nach dem Einschalten verglich ich den Simulator mit meinem Fernseher, um von außen zu sehen, wie das wirkt. Es sieht von außen tatsächlich so aus, als wäre der Fernseher eingeschaltet! Bis heute hat es mir schon ein paar mal treue Dienste geleistet. Der Simulator beruhigt wirklich, wenn ich in Ferien bin oder an einem Abend niemand zuhause ist.

Lesen Sie diesen Bericht

und mehr unter

www.elektor.com/tv-simulator

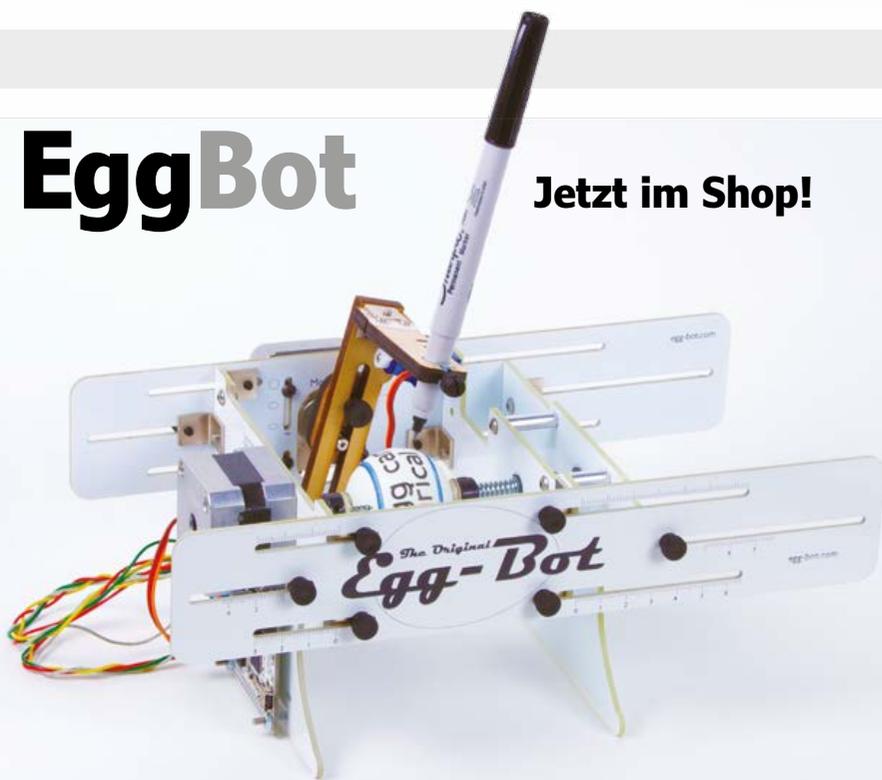
Wenn Sie uns einen ähnlichen Bericht über ein Elektor-Produkt schicken, der in Elektor veröffentlicht wird, erhalten Sie als Dankeschön einen 100-EUR-Gutscheincode, den Sie im Elektor-Shop einlösen können.

Mehr Infos gibt's unter www.elektor.de/review.

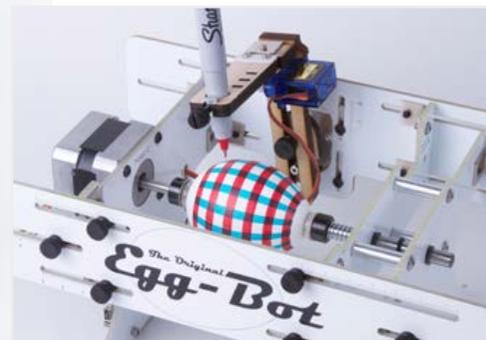


EggBot

Jetzt im Shop!



Der EggBot ist ein kompakter, einfacher **Open-Source-Kunstroboter**, mit dem sich kugelförmige oder ovale Objekte wie Eier, Golfbälle, Glühlampen kreativ bemalen lassen.



Mitgliederpreis: € 179,96 • CHF 188.95

www.elektor.de/eggbot



Fehlt in Ihrer Sammlung die eine oder andere Elektor-Jahrgangs-CD/DVD bzw. Elektor-10-Jahres-DVD noch? Dann vervollständigen Sie sie jetzt! Jede Elektor-Jahrgangs-CD/DVD enthält den kompletten Jahrgang im durchsuchbaren und druckbaren PDF-Format (jetzt NEU: Elektor-DVD 2014). Die sehr beliebten 10-Jahres-DVDs (70-79, 80-89, 90-99 und 2000-2009) beinhalten ein komplettes Jahrzehnt zum günstigen Preis! Die einzelnen Artikel sind chronologisch nach Erscheinungsdatum (Monat/Jahr) geordnet sowie in alphabetischer Reihenfolge gegliedert. Ein Gesamt-Index ermöglicht die Suche über die ganze DVD hinweg.

Selbstverständlich sind auch unsere Workshop-DVDs und Schaltungs-CDs einen näheren Blick wert.

Praxiskurs
AVR-XMEGA-
Mikrocontroller

Angebot nur
gültig bis
23.03.2015!

AKTION:

**-20% auf alle
CDs/DVDs!**

J²B-
Synthesizer

NEU!



**Dieses Angebot ist nur gültig bis 31.03.2015
und nur solange der Vorrat reicht!**

www.elektor.de/cd-dvds

µC verstehen und anwenden



Mit diesem Buch erweitert der Leser seine Mikrocontroller-Kenntnisse auf Grund eigener Erfahrungen und Erfolgsergebnisse und wird dazu noch ganz nebenbei in die Welt des Arduino und seiner Entwicklungsumgebung eingeführt. Am Ende dieses Lehrgangs stellen Begriffe wie I/O, Speicherplatz, Interrupts, Kommunikationsstandards, A/D-Konverter (und vieles mehr) keine Geheimnisse mehr dar und der Leser ist in der Lage, auch andere Mikrocontroller zu programmieren.

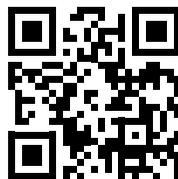
Mitgliederpreis: € 42,00 • CHF 44.95

www.elektor.de/mcu-verstehen-anwenden

Mystery Product

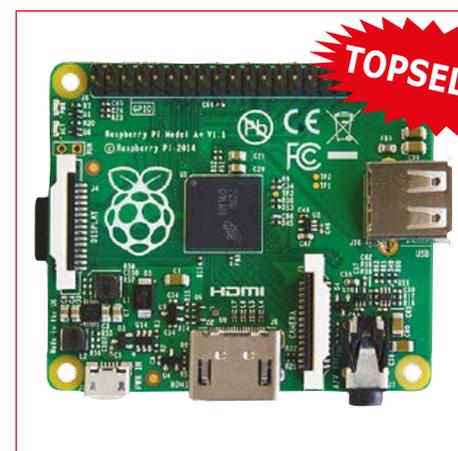


We dare you ...



www.elektor.de/mystery

Raspberry Pi (Mod. A+)



Die kleinste und billigste Version des sehr erfolgreichen Einplatinenrechners Raspberry Pi wurde komplett überarbeitet. Die neue Version mit dem Zusatz „+“ zeichnet sich durch geringeren Stromverbrauch, bessere Tonqualität, mehr GPIO-Pins und zusätzliche USB-Anschlüsse aus. Die Gesamtgröße der Platine ist ebenfalls geschrumpft.

Mitgliederpreis: € 20,25 • CHF 21.95

www.elektor.de/raspberry-pi-model-a-plus

- ✓ **BL600-eBoB**
Platine: 140270-1
Modul: 140270-91
 - ✓ **OTA-Overdrive**
Platine: 130311-1
 - ✓ **Multiswitch für Funkfernsteuerung**
Platine: 140088-1
 - ✓ **Platino-Transistortester**
Platine: 130544-1
 - ✓ **Elektor ZigTexter**
Platine: 130556-1
Progr. Mikrocontroller: 130556-41
 - ✓ **Atmel SAM D20 Xplained Pro**
Modul
- www.elektor.de/neu-im-heft

elektor•post: Neuigkeiten & Angebote aus erster Hand



Über 100.000 Elektronik-Profis, ambitionierte Entwickler und anspruchsvolle Anwender lesen regelmäßig unseren Gratis-Newsletter „Elektor.POST“ – die wöchentliche Online-Ausgabe von Elektor! Unsere Web-Redakteure halten Sie jeden Freitagmorgen mit neuesten und interessanten Meldungen, Downloads, Tipps & Trends aus der Welt der Elektronik auf dem Laufenden. Des Weiteren werden Sie schnell und umfassend über aktuelle Elektor-Projekte sowie über das umfangreiche Elektor-Sortiment und spezielle Produkt-Angebote als Erster informiert.

- Alle 2 Wochen ein Schaltungsprojekt frisch aus dem Labor (Wert je 2,50 €)
- Top-Angebote aus dem Elektor-Shop
- 5-EUR-Gutscheincode für Ihre nächste Bestellung

JETZT ANMELDEN UND VORTEILE SICHERN:
www.elektor.de/newsletter

Funkempfängerkompodium

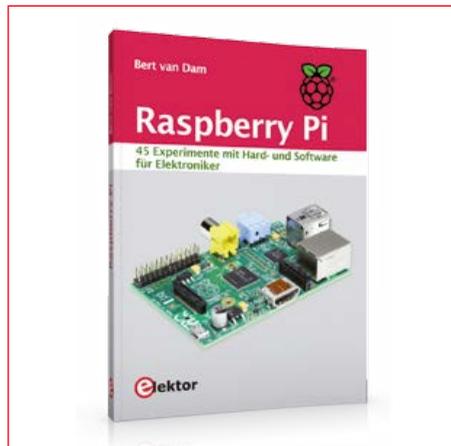


Wollten Sie schon immer wissen, wie sich die klassische Funkempfängertechnik fortentwickelt hat? Wie funktionieren professionelle Funkempfänger heute und was können sie leisten? Welche Empfangssysteme und Techniken stehen heute zur Verfügung? Möchten Sie auch ausgefallene Anwendungen von Empfängern kennenlernen und wissen, wie ein SDR nun wirklich funktioniert und was der letzte Stand der entsprechenden Technik kann? In diesem Buch findet man die Antworten!

Mitgliederpreis: € 49,00 • CHF 51.95

www.elektor.de/funkempfangerkompodium

Raspberry Pi



Dieses Buch beschreibt 45 spannende und interessante Projekte mit dem Raspberry Pi, wie z. B. ein Wechselblinklicht, eine Motorregelung, ein digitales Thermometer. Aber auch kompliziertere Projekte werden vorgestellt. Sie können dieses Buch als Projektbuch verwenden und die Projekte nachbauen, um sie dann in der Praxis einzusetzen. Durch die ausführliche Beschreibung mit Schaltplänen und Fotos gestaltet sich der Aufbau auf dem Steckbrett recht einfach.

Mitgliederpreis: € 39,80 • CHF 41.95

www.elektor.de/rpi-buch

Microchip Hillstar Development Kit + 3D-Touchpad



Dieses Vorteilspaket besteht aus dem Hillstar Development Kit MGC3130 und einem 3D-TouchPad von Microchip. Im Kit enthalten sind das Modul MGC3130, ein I²C/USB-Modul, eine vierlagige Referenzelektrode (aktive Fläche 95 x 60 mm), ein „Hand Brick“ (Bausatz aus vier Schaumblöcken und einer Kupferfolie) sowie ein USB-Kabel für den Anschluss an einen PC. Das Kit erlaubt die Parametrisierung des MGC3130 und der damit verbundenen Gestentechnik.

Mitgliederpreis: € 112,50 • CHF 118.95

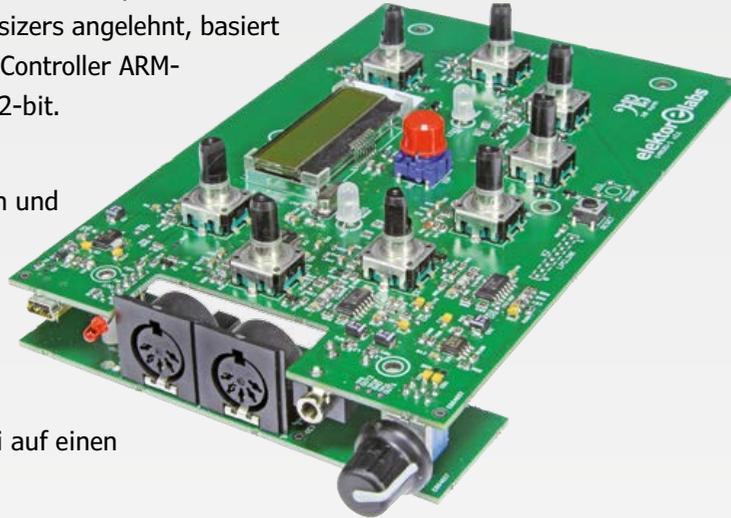
www.elektor.de/microchip-bundle



J²B-Synthesizer

Der J²B-Synthesizer ist ein monophoner 9-bit-Synthesizer, der voll via MIDI steuerbar ist und originale Klänge mit Biss produziert. Der J²B-Synthesizer ist an das ATmegatron von Soulsby Synthesizers angelehnt, basiert allerdings auf dem leistungsfähigen Controller ARM-Cortex-M0+ des Typs LPC1347 mit 32-bit.

Die Software wurde in C geschrieben und ist Teil eines gut dokumentierten Eclipse/LPCXpresso-Projekts als Open Source. Man kann sie nach eigenen Wünschen verändern. Die Übertragung neuer Firmware ist so einfach wie das Kopieren einer Datei auf einen USB-Stick.



Das Projekt ist zu 100% Open Source und Open Hardware. Alle notwendigen Dateien zur Hardware, Software und der Mechanik stehen frei zur Verfügung.



Mitgliederpreis: € 112,46 • CHF 131.95

www.elektor.de/j2b-synthesizer

Praxiskurs
AVR-XMEGA-
Mikrocontroller

Angebot nur
gültig bis
23.03.2015!

AKTION:

-20% auf alle
CDs/DVDs!

J²B-
Synthesizer

NEU!

**Großer Frühjahrsputz
im Elektor-Lager**

**Attraktive Rabatte
auf ausgewählte Produkte**

**ALLES MUSS
RAUS**

www.elektor.de

0% 0% 0% 0% 0%

SALE

Bis zu **70%**

Nur im
März

JETZT SPAREN



Entwurf: **Sunil Malekar** (Elektor-Labor) Text: **Harry Baggen** (Redaktion NL)

Proportionale Funkfernsteuerungen sind im Modellbau beliebt. Doch außer Fahrtrichtung und Geschwindigkeit lassen sich oft nur wenige weitere Funktionen steuern. Da kommt dieser Multiswitch gelegen, er erweitert die Anlage um fünf Schaltfunktionen und belegt nur einen Kanal. Auf der Seite des Empfängers werden die Funktionen von Relais geschaltet.

Modellautos, Modellboote und Modellflugzeuge werden meistens mit rechteckförmigen, pulsbreitenmodulierten Signalen gesteuert. Der Sender überträgt die Signale zum Empfänger, er stellt abhängig von der Anzahl der Kanäle mehrere Aus-

gangssignale bereit. Die Ausgangssignale steuern die im Modell installierten Aggregate und Einrichtungen, insbesondere die Servos, die das Modell auf Kurs halten. Die Periode der pulsbreitenmodulierten Rechtecksignale beträgt 20 ms, die

Breite der Impulse kann stufenlos zwischen 1 ms und 2 ms variieren. In der Pulsbreite steckt die Information für die proportionale mechanische Stellung des Servo-Hebels. Der in der Mitte des Variationsbereichs liegende Wert 1,5 ms ent-

in Zusammenarbeit mit

DESIGNSPARK

Multiswitch für Funkfernsteuerung

Fünf Schaltfunktionen über einen Kanal



spricht der Mittelstellung. Mit dem Steuerhebel am Sender wird die Impulsbreite des Signals variiert.

Das Prinzip der proportionalen Steuerung eignet sich für das stufenlose Stellen von Servos und Fahrgeschwindigkeiten, das Bedienen von Schaltfunktionen ist jedoch nur bedingt möglich. Hierzu sind gesonderte Kanäle nötig, sie werden vom Sender jedoch nicht immer angeboten.

Modellboote und Modelllastwagen sind oft mit zusätzlichen Funktionen wie Licht, Hupe oder Anhängerkupplung ausgestattet, die ebenfalls aus der Ferne bedient werden sollen. Für diesen Zweck wurde

der hier beschriebene Multiswitch entworfen, mit dem über nur einen Kanal fünf Funktionen gesteuert werden können. Von der Stellung eines Einstellhebels oder Einstellknopfs hängt ab, welche Funktion geschaltet wird. Das gleichzeitige Bedienen mehrerer Funktionen ist allerdings nicht möglich.

Der Multiswitch ist mit einem aus Logik-Gattern bestehenden Oszillator und einem Dezimalzähler mit zehn Ausgängen aufgebaut. Sobald vom Sender ein Impuls empfangen wird, gibt ein Gatter den Oszillator für die Dauer des Impulses frei, der einen Dezimalzähler

taktet. Abhängig von der Breite des empfangenen Impulses geht ein bestimmter Zählerausgang auf hohe Spannung. Fünf Zählerausgänge steuern über Treiber fünf Relais, die dazwischen liegenden Ausgänge sind nicht angeschlossen. Hat der Impuls eine Breite, bei der ein nicht beschalteter Zählerausgang aktiviert wird, bleiben sämtliche Relais stromlos, alle Funktionen sind abgeschaltet.

Schaltung

Die Schaltung des Multiswitch ist in **Bild 1** dargestellt. Wie schon erwähnt, liegt die Breite der vom Empfänger kommenden

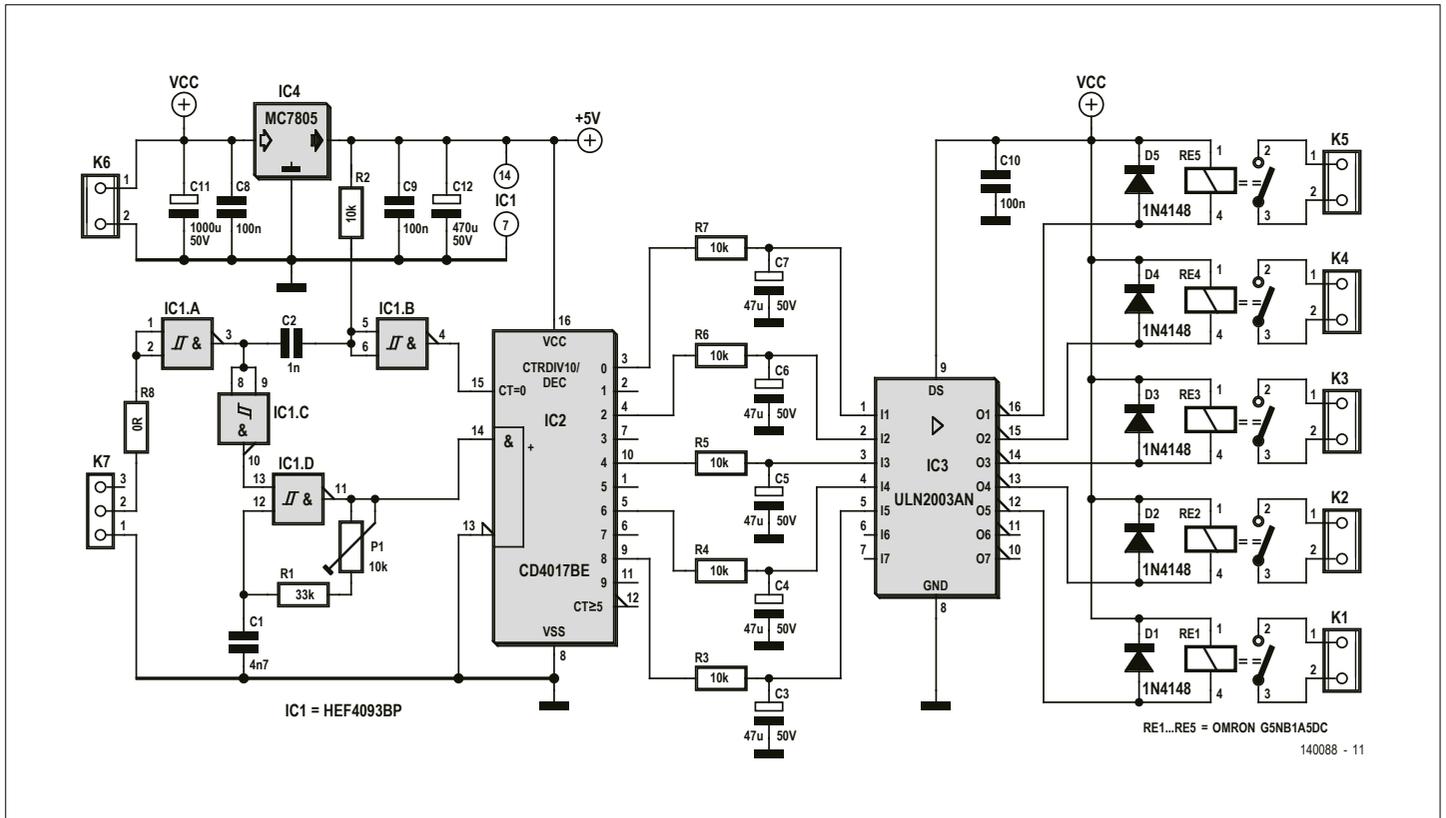


Bild 1. Der Multiswitch verwendet einen Dezimalzähler, dieser „misst“ die Breite des steuernden Rechtecksignals.

Impulse zwischen 1 ms und 2 ms, die Impulse wiederholen sich im Abstand von 20 ms. Ein am Eingang K7 eintreffender Impuls wird von Gatter IC1.A invertiert und gepuffert. RC-Glied C2/R2 formt aus der ansteigenden Flanke einen Nadelimpuls, der über Schmitt-Trigger IC1.B den Zähler (IC2) rücksetzt. Gleichzeitig wird über IC1.C der Rechteckoszillator IC1.D gestartet. Die Frequenz beträgt 5 kHz, sie ist mit P1 auf diesen Wert einstellbar. Das Oszillatorsignal lässt Zähler IC2 im Abstand von 0,2 ms hochzählen, solange bis der Oszillator stoppt. Die Zählerausgänge liegen der Reihe nach auf hoher Spannung, Ausgang 0 ist nach 0 ms hoch, Ausgang 2 nach 0,4 ms, und so weiter. Da zehn Ausgänge vorhanden sind, könnten zehn Schaltausgänge realisiert werden. Hier ist jedoch nur jeder zweite Ausgang belegt, die dazwischen liegenden

Ausgänge sind für die Nullstellungen reserviert, in denen kein Relais aktiv ist.

Der Oszillator IC1.D taktet den Zähler nur so lange, wie das Eingangssignal am Eingang K7 hoch ist. Mit der Rückflanke des am Eingang liegenden Impulses stoppt der Oszillator, so dass der Zähler anhält. Der zu diesem Zeitpunkt aktive Zählerausgang behält seinen Zustand bei, bis der nächste Impuls am Eingang ein-

trifft. Haben der nächste und die weiteren Impulse gleiche Breite, bleibt dieser Ausgang aktiv, abgesehen von kurzen Unterbrechungen im Abstand von 20 ms während des Zählvorgangs. Die RC-Glieder R3/C3...R7/C7, die den Zählerausgängen nachgeschaltet sind, überbrücken die kurzen Unterbrechungen, so dass sie sich nicht auf das eingeschaltete Relais auswirken.

Auf die RC-Glieder folgt ein Treiber-Baustein ULN2003, in dem sieben Power-Darlington-Stufen integriert sind. Die Treiber liefern genügend Strom,



um die Relais RE1...RE5 zu schalten. Da die Treiber invertieren, liegen die Relaiswicklungen zwischen den Treiber- ausgängen und der Betriebsspannung. Den Relaiswicklungen sind so genannte Freilaufdioden parallel geschaltet, sie unterdrücken die Gegen-EMK, die beim Abschalten der Relaiswicklungen auftritt. Über die Kabelklemmen K1...K5 werden die Verbraucher (Lampen, Sirenen, Innenbeleuchtung) geschaltet. Mit der Betriebsspannung 5 V wird die Schaltung über einen Spannungsregler 7805 (IC4) versorgt. Die Kondensatoren am Eingang und Ausgang des Spannungsreglers tragen zur Stabilität bei. Die Eingangsspannung darf im Bereich 7...20 V liegen, der Strombedarf beträgt ohne eingeschaltetes Relais nur wenige mA.

Aufbau

Die Platine für den Multiswitch (**Bild 2**) bietet genügend Platz für die Bauelemente, so dass der Aufbau nicht schwierig ist. Der Einbau in ein Modellfahrzeug durchschnittlicher Größe (Auto, Boot, Flugzeug) dürfte ebenfalls unkompliziert sein. Vorhanden sind auf der Platine ausschließlich bedrahtete Bauelemente, SMDs kommen nicht vor. Wenn IC1...IC3 in Fassungen montiert werden, sind sie bei Bedarf schnell ausgewechselt. Mit dem Empfängerausgang wird der Multiswitch wie ein gewöhnlicher Servo verbunden. Klemme K6 ist der Anschluss für die Fahrzeugspannung; der Stecker mit dem Steuersignal wird auf K7 gesteckt. Es kann nicht schaden, zuvor zu prüfen, ob die Anschlussreihenfolge stimmt. Die

Stückliste

Widerstände:

R1 = 33 k
R2..R7 = 10 k
R8 = 0 Ω (Drahtbrücke)
P1 = 10 k Trimpoti, liegend

Kondensatoren:

C1 = 4n7, Raster 2,54 mm
C2 = 1 n, Raster 2,54 mm
C3..C7 = 47 µ/50 V, Raster 2,54 mm
C8..C10 = 100 n, Raster 5,08 mm
C11 = 1000 µ/50 V, Raster 7,5 mm
C12 = 470 µ/50 V, Raster 5,08 mm

Halbleiter:

D1..D5 = 1N4148
IC1 = HEF4093BP
IC2 = CD4017BE
IC3 = ULN2003AN
IC4 = MC7805

Außerdem:

K1..K6 = Kabelschraubklemme 2-polig, Raster 3,5 mm
K7 = Stiftkontaktleiste 3-polig, Raster 2,54 mm
RE1..RE5 = Relais mit Umschaltkontakt, Wicklungsspannung 5 V, Schaltstrom 5 A (z. B. Omron G5NB1A5DC)
Platine 140088-1, siehe [1]

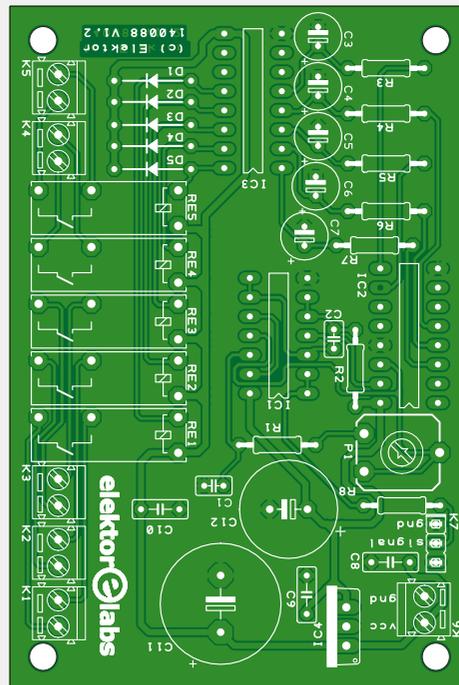


Bild 2. Auf der Platine haben die ausnahmslos bedrahteten Komponenten genügend Platz.

Klemmen K1...K5 sind die Schaltausgänge, die mit den Verbrauchern verbunden werden.

Das Einstellen des Oszillators erfordert keinen großen Aufwand. Trimpoti P1 steht richtig, wenn alle Kanäle beim Bedienen des Steuerhebels an der Fernbedienung korrekt schalten. Zwischen den schaltenden Hebelstellungen müs-

sen Bereiche liegen, in denen sämtliche Relais abgeschaltet sind. Eine Hilfe können Markierungen auf der Fernbedienung neben dem Steuerhebel sein, die in Höhe der Schaltpositionen angebracht werden.

(140088)gd

Weblink

[1] www.elektor-magazine.de/140088

Anzeige

Professionelle Qualität zu attraktiven Preisen!

Mini-PCs

Es ist Zeit für Ihr Projekt!



Mehr als 150 Artikel
Alles an Boards, Komponenten und Zubehör
finden Sie auf www.reichelt.de

Preise in € inkl. gesetzl. MwSt., zzgl. Versandkosten | reichelt elektronik, Elektronikring 1, 26452 Sande (D)

reichelt.de

elektronik



Made in UK

RASPBERRY PI B+
28,50



über 45 Jahre Erfahrung

24-Stunden-Versand

mehr als 50.000 Produkte



@reichelt_el



reichelt.de

Anti-Diebstahl-Etiketten

Zugangskontrolle mit Bascom

Von Burkhard Kainka

Wie wir in unserem jüngsten Mikrocontrollerkurs bewiesen haben, formen der Arduino Uno, das Elektor Extension-Shield und Bascom ein starkes Team, mit dem sich die unterschiedlichsten Anwendungen verwirklichen lassen. Hier kommt eine berührungslose Zugangskontrolle: Ein cleveres Programm wertet die Resonanz von Anti-Diebstahl-Etiketten aus.

Beim Besuch im Kaufhaus stößt man immer wieder auf diese seltsamen Anti-Diebstahl-Etiketten, die nach dem Bezahlen einer Spezialbehandlung bedürfen, damit man ohne Alarm durch den Ausgang kommt. Vielleicht geht es Ihnen



Bild 1. Ein AM-Etikett und sein Innenleben mit zwei Resonatoren und einem (kürzeren) Magnetstreifen.

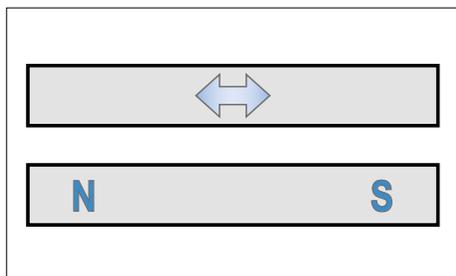


Bild 2. Prinzip des AM-Etiketts.

auch so, und Sie haben viele dieser Etiketten aufgehoben. Vielleicht kann man sie ja noch mal gebrauchen... Im Internet erfährt man, wie diese „akustomagnetischen Etiketten“ funktionieren. Und damit ist es tatsächlich nicht mehr schwierig, sie selbst einzusetzen. Das akustomagnetische Etikett (AM-Etikett) besteht aus zwei oder mehr Metallstreifen (**Bild 1**). Ein weichmagnetischer Streifen definierter Länge (manchmal auch zwei) hat eine mechanische Resonanz bei 58 kHz. Der Streifen besteht aus einem ganz besonderen, amorphen Metall, das man auch als metallisches Glas bezeichnet. Damit diese Resonanz mit einem äußeren magnetischen Wechselfeld koppeln kann, muss der Resonator vormagnetisiert werden. Dazu dient ein zweiter Streifen aus einem hartmagnetischen Material, der magnetisiert wird (**Bild 2**). In diesem Zustand antwortet der Resonator auf ein magnetisches 58-kHz-Feld, lässt sich zu Schwingungen anregen und strahlt selbst ein

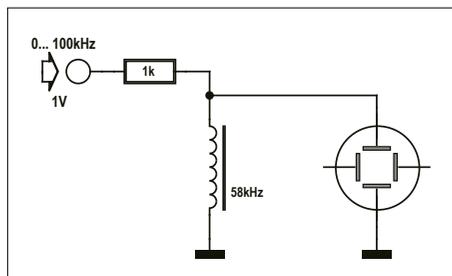


Bild 3. Resonanzmessung mit Signalgenerator und Oszilloskop.

Wechselfeld ab, das man empfangen kann, um einen Diebstahlalarm auszulösen. An der Kasse des Kaufhauses gibt es aber eine Einrichtung zum Entmagnetisieren, deshalb bleibt der Alarm im Normalfall still.

Scharf gemacht

In diesem entschärften Zustand nimmt man das Etikett mit nach Hause. Nun ist es aber gar nicht schwierig, den alten Zustand wieder herzustellen. Man zieht das Etikett einfach über einen starken Magneten, und schon ist die schöne Resonanz wieder da. Mit einem Signalgenerator, einer Drahtspule mit ca. 100 Windungen und einem Oszilloskop ist der Effekt leicht nachzuweisen (**Bild 3**). Man findet eine typische Resonanzüberhöhung bei 58 kHz. Ein entmagnetisiertes Etikett zeigt dagegen fast keine Reaktion. Die mechanischen Schwingungen sorgen übrigens auch für eine gewisse Schall-Abstrahlung, die man mit einem Ultraschall-detektor hören kann.

Mit dieser Erkenntnis kann man sich nun eigene Anwendungen ausdenken. Wie wäre es z.B. mit einem elektronischen Schloss, das man mit dem Etikett öffnen kann? Am einfachsten verwirklicht man so ein Projekt mit einem Mikrocontroller, z.B. dem Arduino Uno. Zuerst denkt man vielleicht an einen gesteuerten DDS-Generator und einen aufwendigen Messgleichrichter, der vom Controller ausgelesen wird. Aber es geht viel einfa-



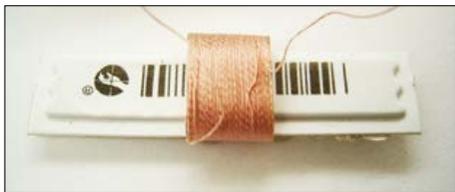


Bild 5. Die Mittelwellen-Spule.

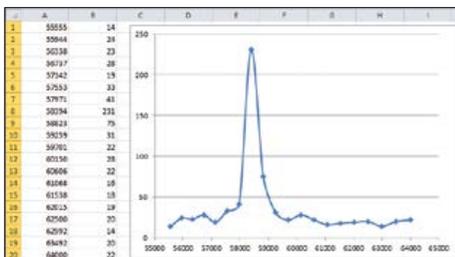


Bild 6. Resonanzkurve.

cher. Einen ausreichend genau steuerbaren Oszillator bringt der ATmega328 in Form seines Timer-Ausgangs OCC1A mit.

Und ein Messgleichrichter erübrigt sich, wenn man eine Wechselspannung bis ca. 0,3 Vs direkt an einen Analogeingang legt, genügend oft misst und die Ergebnisse mittelt. Da alle negativen Spannungen als Null gemessen werden, ergibt sich ein fast idealer Messgleichrichter. Die ganze Schaltung (**Bild 4**) kann z.B. mit dem Arduino Uno und dem Elektor Extension-Shield [1] aufgebaut werden. Dann hat man gleich die passende LCD-Anzeige und kann die Messergebnisse bequem darstellen. Das Schaltsignal des elektronischen Schlosses erscheint an PC2 und wird damit an der LED2 des Shields angezeigt. Zusätzlich braucht man nur einen Widerstand und eine passende Spule. Die verwendete Spule (**Bild 5**) ist eine Mittelwellenspule für einen 10-mm-Ferritstab, die – etwas plattgedrückt – genau zur Größe des Etiketts passt. Dieselbe Spule hat schon einmal bei Elektor einen Job übernommen, und zwar im Preselektor für den Elektor-SDR [2]. Man kann aber auch eine eigene Spule mit etwa 80 bis 100 Windungen CuL 0,2 wickeln oder ein

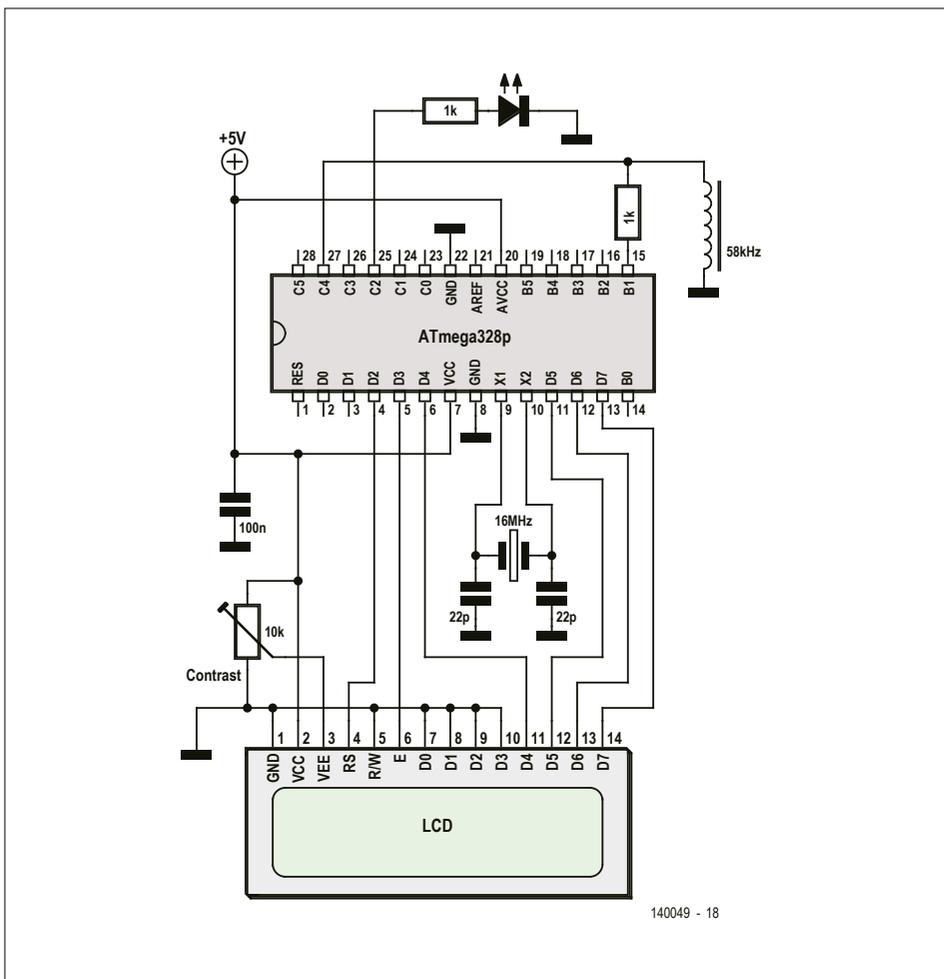


Bild 4. Auswertung mit dem ATmega328.

Anzeige

You CAN get it...

Hardware und Software für CAN-Bus-Anwendungen...

Besuchen Sie uns in Halle 1, Stand 606

embedded world 2015 Exhibition & Conference ... It's a smarter world



NEU

PCAN-USB FD

CAN-FD-Adapter für USB 2.0 mit galvanischer Trennung.

285 €



NEU

PCAN-GPS

Programmierbares Sensormodul mit CAN-Anbindung zur Positions- und Lagebestimmung. Entwicklungspaket inkl. Library und Programmierbeispielen.

240 €



PCAN-ExpressCard 34

CAN-Interface für den ExpressCard/34-Schacht mit galvanischer Trennung bis 300 V.

260 €

Alle Preise verstehen sich zzgl. MwSt., Porto und Verpackung. Irrtümer und technische Änderungen vorbehalten.

www.peak-system.com

PEAK System

Otto-Röhm-Str. 69
64293 Darmstadt
Germany
Tel.: +49 6151 8173-20
Fax: +49 6151 8173-29
info@peak-system.com

Listing 1. Messung der Resonanzfrequenz.

```

'-----
'UNO_AMetikett.BAS  58 kHz
'-----
$regfile = "m328pdef.dat"          'ATmega328p
$crystal = 16000000                '16 MHz
$baud = 9600
$hwstack = 32
$swstack = 32
$framesize = 64

Dim D As Long
Dim F As Long
Dim N As Byte
Dim U As Word
Dim Um As Word
Dim Ux(50) As Word
Dim I As Word

Led1 Alias Portc.2
Led2 Alias Portb.2
S1 Alias Pinc.0
S2 Alias Pinc.1
Portc.0 = 1                        'Pullup
Portc.1 = 1
Config Led1 = Output
Config Led2 = Output

Config Lcdpin = Pin , Db4 = Portd.4 , Db5 = Portd.5
      , Db6 = Portd.6 , Db7 = Portd.7 , E = Portd.3 ,
      Rs = Portd.2
Config Lcd = 16 * 2
Cls
Cursor Off

Config Timer1 = Pwm , Prescale = 1 , Pwm = 10 ,
      Compare A Pwm = Clear Up

Tccr1a = &B10000010      'Phase-correct PWM, Top=ICR1
Tccr1b = &B00010001      'Prescaler=1

Config Adc = Single , Prescaler = Auto , Reference =
      Internal_1.1
Start Adc

Do
  For I = 1 To 20
    D = 145 - I
    F = 16000000 / D
    F = F / 2
    Print F ;
    Print " ";
    Print Chr(9);

    ' Locate 1 , 1
    ' Lcd F
    ' Lcd " Hz      "
    Icr1 = D
    Ocr1a = D / 2
    Waitms 10
    Um = 0
    For N = 1 To 64
      U = Getadc(4)
      Um = Um + U
    Next N
    Um = Um / 32
    Ux(i) = Um
    Print Um
    ' Locate 2 , 1
    ' Lcd Um
    ' Lcd " mV     "
    ' Waitms 500
  Next I
  Max(ux(1) , Um , I)
  D = 145 - I
  F = 16000000 / D
  F = F / 2
  Locate 1 , 1
  Lcd F
  Lcd " Hz      "
  Icr1 = D
  Ocr1a = D / 2
  Locate 2 , 1
  Lcd Um
  Lcd " mV     "
  If F > 57000 And F < 59000 And Um > 50 Then
    Waitms 50
    For N = 1 To 255
      U = Getadc(4)
      Um = Um + U
    Next N
    Um = Um / 127
    If Um > 50 Then Led1 = 1
    Lcd F
    Lcd " Hz      "
    Icr1 = D
    Ocr1a = D / 2
    Locate 2 , 1
    Lcd Um
    Lcd " mV     "
  Else
    Led1 = 0
  End If
  Waitms 1000
Loop

```

altes Radio schlachten. Wichtig ist nur, dass die Spule kapazitätsarm und mit ungefähr der passenden Induktivität gewickelt wird und nicht selbst schon eine Resonanz im fraglichen Bereich hat.

Software

Die Software (**Listing 1**) ist in Bascom geschrieben und verwendet den Timer 1. Das Programm erzeugt eine Serie von 20 aufsteigenden Frequenzen um den fraglichen Bereich bei 58 kHz herum. Bei jeder Frequenz werden 64 Messwerte von ADC4 gemessen und gemittelt. Die Ergebnisse werden in einem Array gespeichert. Während der Messung werden die Frequenz und die gemessene Schwingungsamplitude über die serielle Schnittstelle an den PC gesendet, sodass man die Resonanzkurve auswerten kann (**Bild 6**). Wer möchte, kann auch die auskommentierten Ausgaben zum LCD reaktivieren, um das Ganze auf dem Display zu verfolgen. Nach der Messung sucht das Programm im Messwerte-Array nach dem Maximum der Amplitude und der zugehörigen Frequenz. Die Resonanzfrequenz wird noch einmal eingestellt, damit man das Ergebnis bei Bedarf auch mit einem Oszilloskop ansehen kann. Die gefundenen Messwerte werden auf dem LCD angezeigt. Nun lässt sich die Entscheidung treffen, ob der Schlüssel anerkannt wird oder nicht. Wenn die Resonanzfrequenz zwischen 57 kHz und 59 kHz lag und eine gewisse Amplitude überschritten wurde, öffnet sich das Schloss und die rote LED geht an. Die Messung wird dann wiederholt und kommt zum gleichen Ergebnis, solange das Etikett noch in der Spule steckt.

Ein Schlüssel ist nur nützlich, solange ihn sonst keiner kennt oder hat. Wenn man im engeren Umfeld der einzige Vollblut-Elektroniker ist, kann man dieses Schloss getrost einsetzen. Wenn es aber um wirklich wichtige Dinge geht, stört es doch ein wenig, dass so viele potenzielle Schlüssel im Umlauf sind. Aber da kann man was machen. Schneiden Sie den Resonanzstreifen einfach etwas kürzer, und schon haben sie eine höhere Resonanzfrequenz. So könnte man sogar ein Schloss mit mehreren Funktionen bauen, die durch verschiedene Schlüssel ausgelöst werden.

(140477)

Weblinks

[1] www.elektor-magazine.de/140009

[2] www.elektor-magazine.de/090615

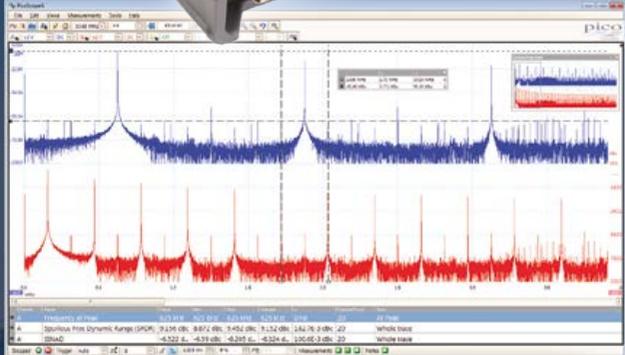




DIE NEUE PICOSCOPE 3000 SERIE

Bis zu 200 MHz Analog-Bandbreite
Tiefer Pufferspeicher bis 512 MS
MSO-Modelle mit 16 Digital-Kanälen
2 oder 4 Analog-Kanäle
1 GS/s Echtzeit-Sampling





Standardmäßig inklusive seriellen Bus-Decoding und Analyse (CAN, LIN, RS232, I2C, I2S, SPI, FlexRay), segmentiertem Speicher, Maskentest, Spektrum-Analyse und Software Development Kit (SDK), mit freien Software-Updates und fünf Jahren Gewährleistung.

www.picotech.com/PS413

GestIC & 3D-TouchPad Kurs (3)

3D-Touchpad am RPi

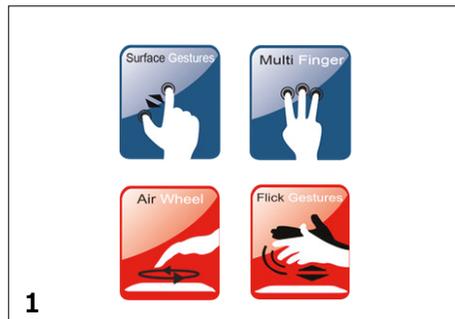
Von **Thomas Lindner** und **Hung Nguyen** (Microchip GestIC® Team, Deutschland), feat. **Tux der Pinguin**



Im dritten und letzten Kursteil erkunden wir das 3D-Touchpad an einem Raspberry Pi. Wir installieren das Software Develop-

ment Kit (SDK) und spielen am Ende wieder das 2048-Spiel - jetzt mit einem abgestimmten 3D-Touchpad.

sen die Funktionen darauf abstimmen und alle vier Flicking-Gesten den Pfeiltasten zuordnen.



1

Ohne Treiber-Installation

Das 3D-Touchpad im Elektor-Paket [1] verbindet 2D- und 3D-Funktionen in einem PC-Peripheriegerät. Es wird vom PC als Standard-HID erkannt und kann ohne Installation eines Treibers verwendet werden. Unterstützte Betriebssysteme (OS) sind Windows 7/8, MAC OS und verschiedene Linux-Distributionen. In unserem Fall nutzen wir Raspbian, das den notwendigen HID-Stack besitzt.

Vergesst den Windows-PC!

Das 3D-Touchpad wird durch die Software des 3DTouchPad-GUIs und des 3DTouchpad-SDKs unterstützt. Beide Suiten können als Windows-Installer für Win7/8 [2] heruntergeladen werden. Die Installer entpacken die Software in einem Windows-Ordner.

Das Windows-Programm **3DTouchPad-GUI** visualisiert 2D/3D-Signale und ermöglicht die Aktualisierung der 3DTouchpad-Firmware.

Die **3DTouchPad-SDK** bietet ein Framework, um das 3DTouchPad durch eine API-Schnittstelle zu steuern; es enthält Beispielanwendungen für Windows und Linux. Die Ordnerstruktur des installierten SDKs sieht so aus:

3DTouchPad SDK 0.9

- api
- apps
- doc
- utilities
- readme.html

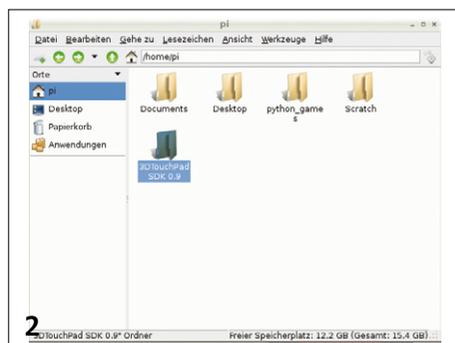
Der komplette Ordner wird in das Home-Verzeichnis des Raspberry Pi kopiert, wie in **Bild 2** zu sehen.

Die Applikationsbeispiele

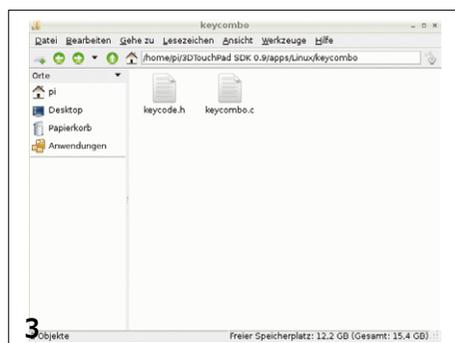
Wenn man die Ordner erforscht, so fällt in „apps“ eine Linux-Sektion auf (**Bild 3**). Das ist es, was uns interessiert. Sie enthält eine vordefinierte Make-Datei (**Bild 4**), die mit dem richtigen Linux-Paket eine komplette Anwendung aufbauen kann.

Um die notwendigen Pakete auf dem RPi zu installieren, verbinden Sie den RPi mit dem Internet und geben folgende Zeilen im Terminal ein:

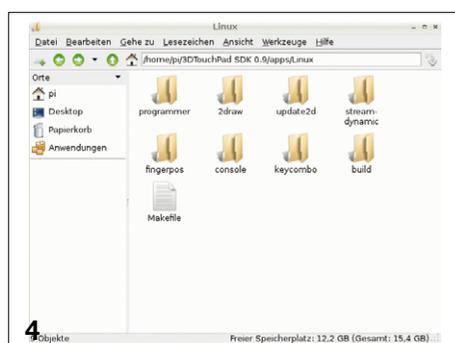
```
sudo apt-get install build-essential libncurses5-dev
sudo apt-get install libudev-dev
```



2



3



4

Let's go!

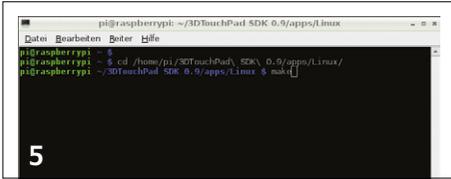
Verbinden Sie das 3D-Touchpad mit der USB-Buchse des RPi und verwenden Sie das Pad als „mausartiges“ Standard-Gerät. Sie können den Mauszeiger bewegen und einen Linksklick durch Tippen auf die Oberfläche simulieren. Ein Tippen mit zwei Fingern entspricht einem Rechtsklick, ein Doppeltipp öffnet Anwendungen. Es gibt auch Besonderheiten zu entdecken, etwa diese (auch in **Bild 1** dargestellt):

- mit zwei Fingern scrollen (zum Beispiel im Browser);
- mit Zoom/Pinch-Gesten (vier Finger) zum Beispiel eine Karte vergrößern/verkleinern;
- Wischgesten, um Dateien zu verschieben oder Text in einem Dokument zu markieren.

Darüber hinaus gibt es 3D-Gesten:

- Schnelle Links/Rechts-Kombination (Flicking), um die linke/rechte Pfeiltaste zu simulieren;
- AirWheel für kontinuierliches 3D-Scrollen (zum Beispiel im Browser);
- Mit einer Doppel-Flick-Geste von Norden nach Süden Anwendungen schließen (nicht in Linux).

Wir wollen das 3D-Touchpad verwenden, um das 2048-Spiel zu spielen. Wir müs-



Gehen Sie in das Verzeichnis apps/Linux und starten „make“:

```
cd apps/Linux
make
```

Der Bildschirm sollte wie in **Bild 5** aussehen. Sie könnten als root weitermachen, aber wir wollen allen Benutzern Lese- und Schreibzugriff auf die 3DTouchPad-Gerätedateien gewähren. Die erforderlichen Befehlszeilen sehen wie folgt aus (der vollständige Befehlssatz ist unter [3] zu finden):

```
sudo sh -c ,echo
„SUBSYSTEMS==\“usb\“,
ATTRS{idVendor}==\“04d8\“,
ATTRS{idProduct}==\“09d3\“,
SYMLINK+=\“hmi2d\“,
GROUP=\“plugdev\“, MODE=\“0666\““
>> /etc/udev/rules.d/99-hmi.rules‘
```

Um die neuen Regeln zu aktivieren, starten Sie das Linux-System neu. Danach trennen und verbinden Sie das 3DTouchPad am USB-Anschluss, um sicherzustellen, dass die Einstellungen wirklich aktualisiert werden. Jetzt können Sie die Beispielanwendungen im folgenden Verzeichnis ausführen:

```
cd apps/Linux/build/bin
./nameofapp
```

Probieren Sie die Anwendungen aus, die in der HTML-Dokumentation des SDK-Pakets beschrieben werden. Hier wollen wir mit der Keycombo-Applikation weitermachen.

Spiele Sie 2048! Oder etwas anderes!

Wie eingangs gesagt, müssen für das 2048-Spiel die Flick-Gesten den vier Pfeiltasten zugeordnet werden. Das kann mit der Keycombo-Applikation geschehen, wie sie in **Bild 6** in Aktion zu sehen ist. Um Flicks nur den Pfeiltasten zuzuordnen, ändern Sie die key_combo_map in den Zeilen 35 bis 54 in der Datei „key_combo.c“ (weitere Befehle finden Sie unter „keycode.h“).

```
key_combo_entry_t key_combo_map[] = {
    { hmi2d_param_outkeyFlickL_send, { hmi2d_event_on_single,
    key_left } },
    { hmi2d_param_outkeyFlickR_send, { hmi2d_event_on_single,
    key_right } },
    { hmi2d_param_outkeyFlickU_send, { hmi2d_event_on_single,
    key_up } },
    { hmi2d_param_outkeyFlickD_send, { hmi2d_event_on_single,
    key_down } },
    { hmi2d_param_outkeySwipe1FL_send, { hmi2d_event_on_single,
    0 } },
    { hmi2d_param_outkeySwipe1FR_send, { hmi2d_event_on_single,
    0 } },
    { hmi2d_param_outkeySwipe1FU_send, { hmi2d_event_on_single,
    0 } },
    { hmi2d_param_outkeySwipe1FD_send, { hmi2d_event_on_single,
    0 } },
    { hmi2d_param_outkeyApproach_send, { hmi2d_event_on_single,
    0 } }
};
```

keycombo.c kann von [3] heruntergeladen werden.

Zum Kompilieren der App geht es wieder zur Konsole. Sie wechseln in den Ordner „\apps\Linux“ und geben „make“ ein, um die Anwendungen aufzubauen. Starten Sie die App in „\apps\Linux\build\bin“ wie folgt:

```
./keycombo
```

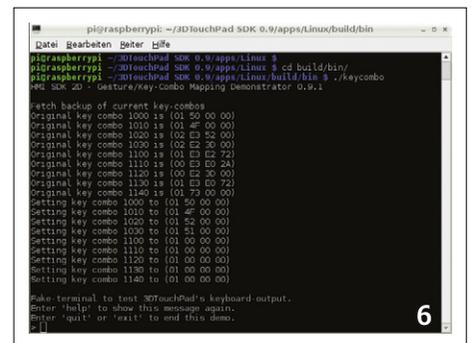
Nun starten Sie das 2048-Spiel aus dem ersten Teil - es kann mit den GPIO-Eingängen oder mit den Pfeiltasten gespielt werden, und - dank unserer neuen Gesten-Zuordnung - jetzt auch mit 3D-Handgesten: eine „embedded choreography“ (**Bild 7**). Alternativ können Sie andere Anwendungen starten, die über Pfeiltasten gesteuert werden. Jetzt funktioniert das auch mit 3D-Gesten! Wenn Sie fertig sind, gehen Sie zurück zur Konsole und geben Sie „quit“ ein, um das Standard-Mapping des 3D-TouchPads wieder herzustellen.

Fazit

Jetzt haben wir erfolgreich eine vollwertige Touch- und Gestensteuerung auf einem Mikrocontrollersystem (RPI) implementiert und das nerdige 2048 gespielt. Es ist an der Zeit, unseren GestIC-Kurs zu schließen. Das kleine Entwicklerteam ist dankbar für alle Berichte von den Erfahrungen, die Sie als Besitzer und Anwender des Elektor/Microchip Hillstar Pakets gemacht haben – positiven wie negativen! (140536)

Weblinks

- [1] Microchip Hillstar Development Kit + 3D-Touchpad: www.elektor.de/microchip-dm160218-hillstar-development-kit-and-dm160225-3d-touchpad
- [2] 3D TouchPad GUI und SDK: www.microchip.com/3DTouchPad
- [3] Keycombo-C-Code; Datei für den Schreibzugriff: www.elektor-magazine.com/140536



Platino-Transistortester

Testet Funktion und Verstärkungsfaktor

Von **Sunil Malekar** (Elektor-Labor Indien) und **Luc Lemmens** (Elektor-Labor)

Dieser einfache Transistortester auf Platino-Basis testet zweifelhafte und/oder nicht gekennzeichnete Transistoren auf Funktion und ermittelt den Verstärkungsfaktor, damit auch Transistorpärchen ausgemessen werden können. Das Gerät ist für NPN- und PNP-Bipolartransistoren sowie für n- und p-Kanal-MOSFETs geeignet.

Die einen sagen, es wäre ihnen zu mühsam, Markierungen auf Transistoren zu lesen und ihre Eigenschaften in Datenblättern herauszufinden. Andere behaupten, dass dies der einzige richtige Weg durch das Land des dreibeinigen Siliziums

wäre. So oder so, ein handlicher Transistortester kann immer hilfreich sein, vor allem, wenn es um schnelle Funktionstests, thermische/mechanische Stress tests und „Matching“ (beliebt in Audiophilen-Kreisen) geht.

Wie die beiden anderen Platino-Labor(-mess)geräte (Funktionsgenerator und Experimentiernetzgerät) basiert der Transistortester auf dem AVR-Mikrocontroller-Board Platino [1]. Das Gerät identifiziert nicht nur die Anschlüsse des Prüflings (Basis, Kollektor, Emitter, Gate, Source, Drain), sondern auch die Struktur (PNP/NPN; n/p-Kanal), die Technologie (bipolar/MOSFET) und natürlich die fundamentale elektrische Eigenschaft h_{fe} , den Verstärkungsfaktor. Platino bietet von Haus aus Anschluss für eine analoge Testschaltung, eine Anzeige (LCD) und einen Taster. Der Rest wird von der Firmware des AVR-Controllers ausgeführt.

Technische Daten

- Prüft bipolare NPN/PNP-Transistoren und n/p-Kanal-MOSFETs
- Möglicher Verstärkungsfaktor: ca. 5...999
- Auto-Identifikation von bipolar/MOSFET, P/N, C/B/E-Anschlüsse, MOSFET-Gate
- Identifiziert defekte oder Nicht-Transistoren
- Mikrocontroller ATmega32 auf Elektor-Platino
- Bascom AVR-Software (frei)
- 20x4-LC-Display
- Optional: Steuerung und Auslesen über serielles Terminal
- Versorgungsspannung: 12...18 VDC

Vor ein paar Jahren

Der Transistortester wurde inspiriert von und entworfen um den *SC Analyzer 2005* von Michel Waleczek [2]. Wer sich für den theoretischen Background hinter dem „blinden“ Transistorentest interessiert, sollte sich den Artikel herunterladen und zu Gemüte führen (kostenlos für alle Elektor-Mitglieder). Mit „blindem“ Test meinen wir, dass wir den Prüfling bar jeglicher Kenntnisse von Typ, Technologie, Polarität oder gar einer Ahnung vom Verstärkungsfaktor in die Testfassung stecken und schwupp – erscheint das Testergebnis im Display – und dies natürlich, ohne dass Transistor oder Prüfschaltung dabei in die Brüche gehen würden.

Wie machen sie das bloß?

Zugegeben, die folgenden Beschreibungen gelten nur für „normale“ Transistoren, die Galaxie von Spezialtypen angefangen vom Darlington über UJTs, Thyristoren, HF-Germanium-Transistoren, Diode-protected-Transistoren bis

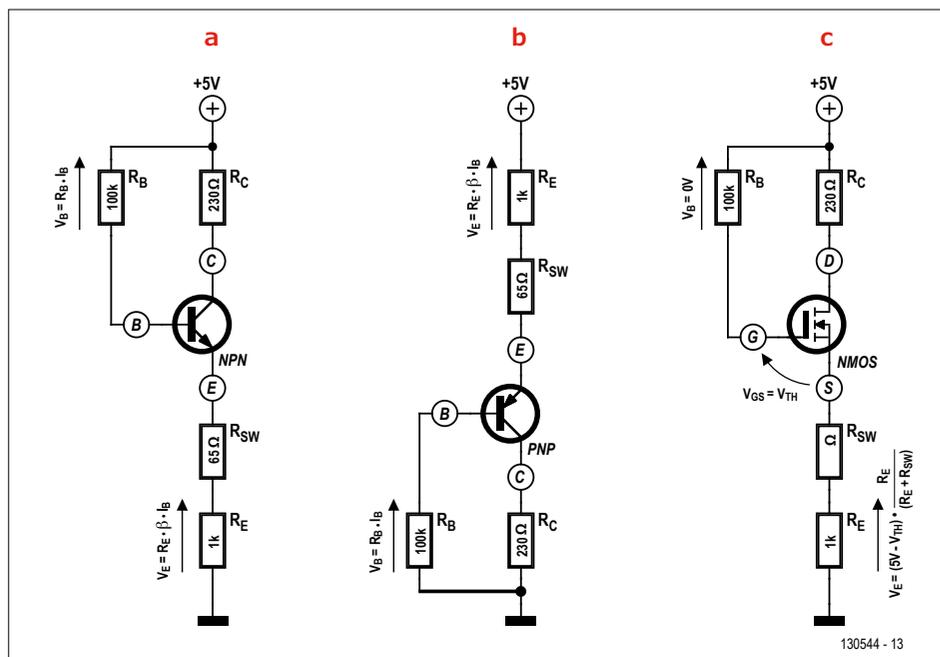
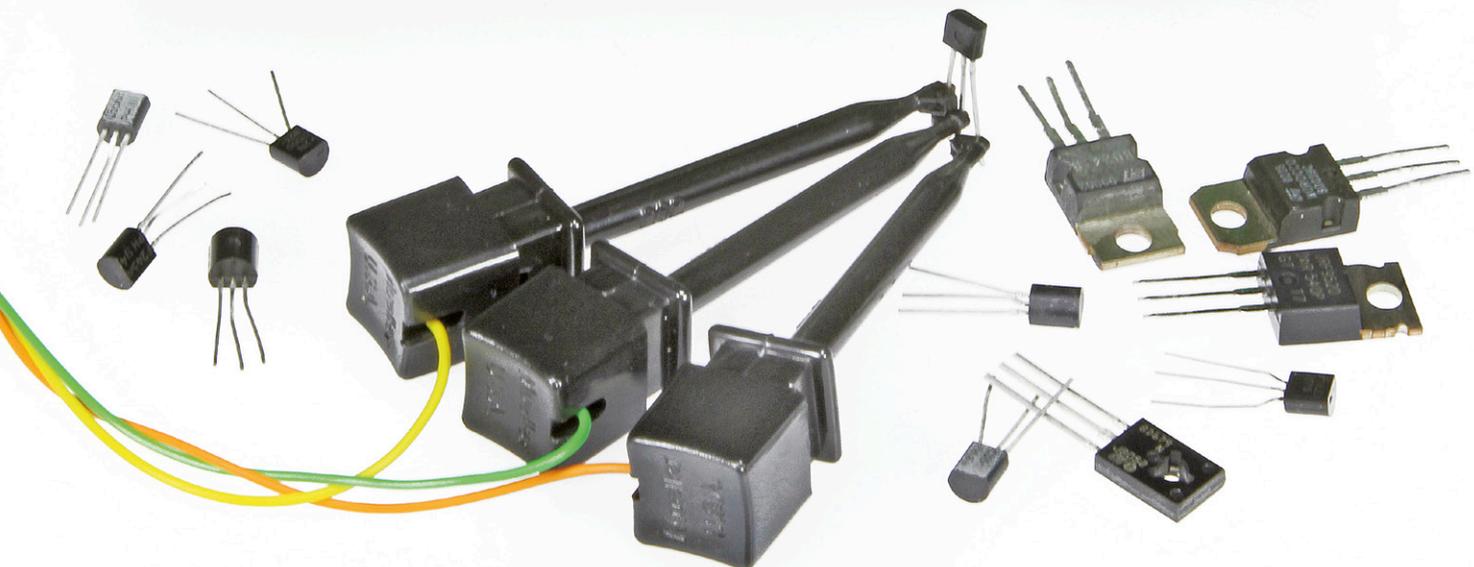
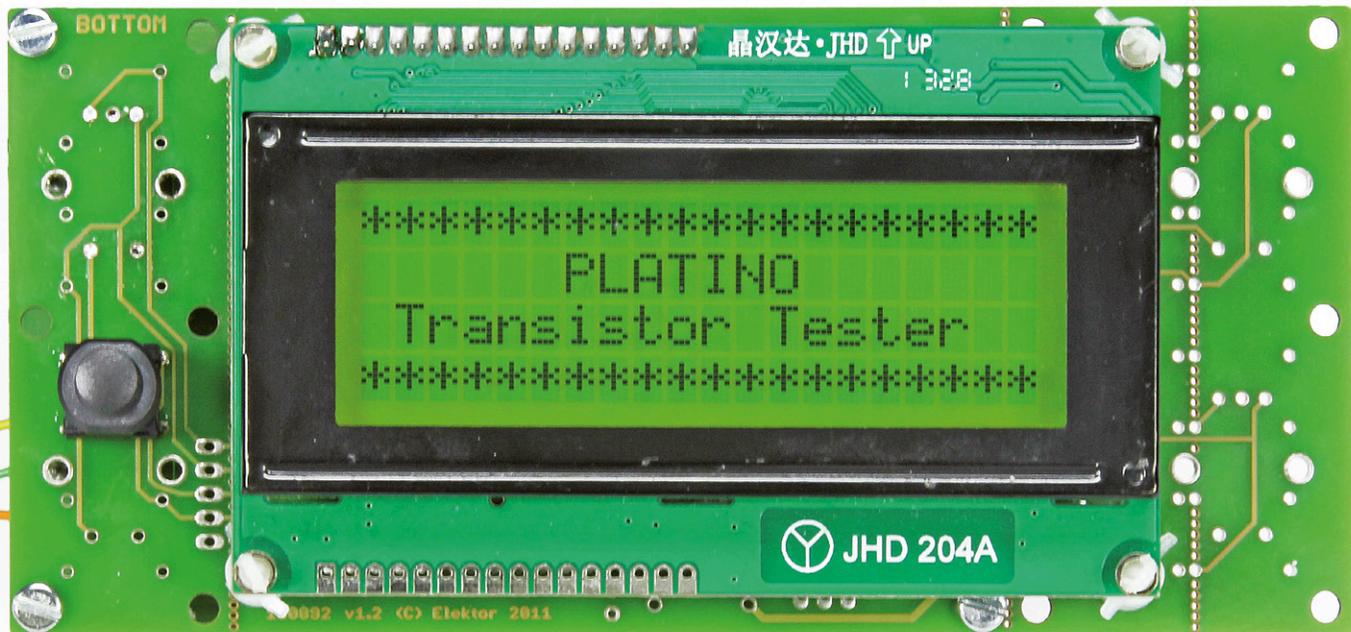


Bild 1. Konfiguration zur Messung der Stromverstärkung h_{fe} (β) für einen Transistor und der Schwellspannung eines MOSFETs.



hin zu Logik-MOSFETs bleibt außen vor. Die Bestimmung der Anschlüsse und die beschriebene Testmethode funktioniert nur bei den paar zehntausend „normalen“ Transistortypen.

NPN oder PNP?

Zwei der drei Transistoranschlüsse E (Emitter), B (Basis) und C (Kollektor) liegen über 100- Ω -Widerstände auf Massepotential, während der verbleibende Anschluss über 5,6 k Ω auf +5 V gezogen wird. Der Spannungsabfall über diesem Widerstand wird gemessen und gespeichert. Die Anschlüsse werden anschließend vom Mikrocontroller zweimal getauscht und die Spannungsabfälle über den 5,6-k Ω -Widerstand ermittelt, so dass am Ende drei Messwerte im Speicher stehen. **Tabelle 1** zeigt die Werte,

die theoretisch für NPN- und PNP-Transistoren gemessen werden sollten. Das Minuszeichen entspricht einer Verbindung über 100 Ω nach Masse, Plus bedeutet eine Verbindung mit +5 V über 5,6 k Ω . Ein NPN-Transistor liefert zwei Werte von etwa 5 V und einen von etwa 0,7 V, während bei einem PNP-Transistor einmal 5 V und zweimal 0,7 V gemessen wird.

Mit diesem ersten Test lässt sich auch der Basisanschluss des Transistors ermitteln, es ist die Leitung, die zu den beiden anderen einen unterschiedlichen Messwert aufweist.

Verstärkungsfaktor?

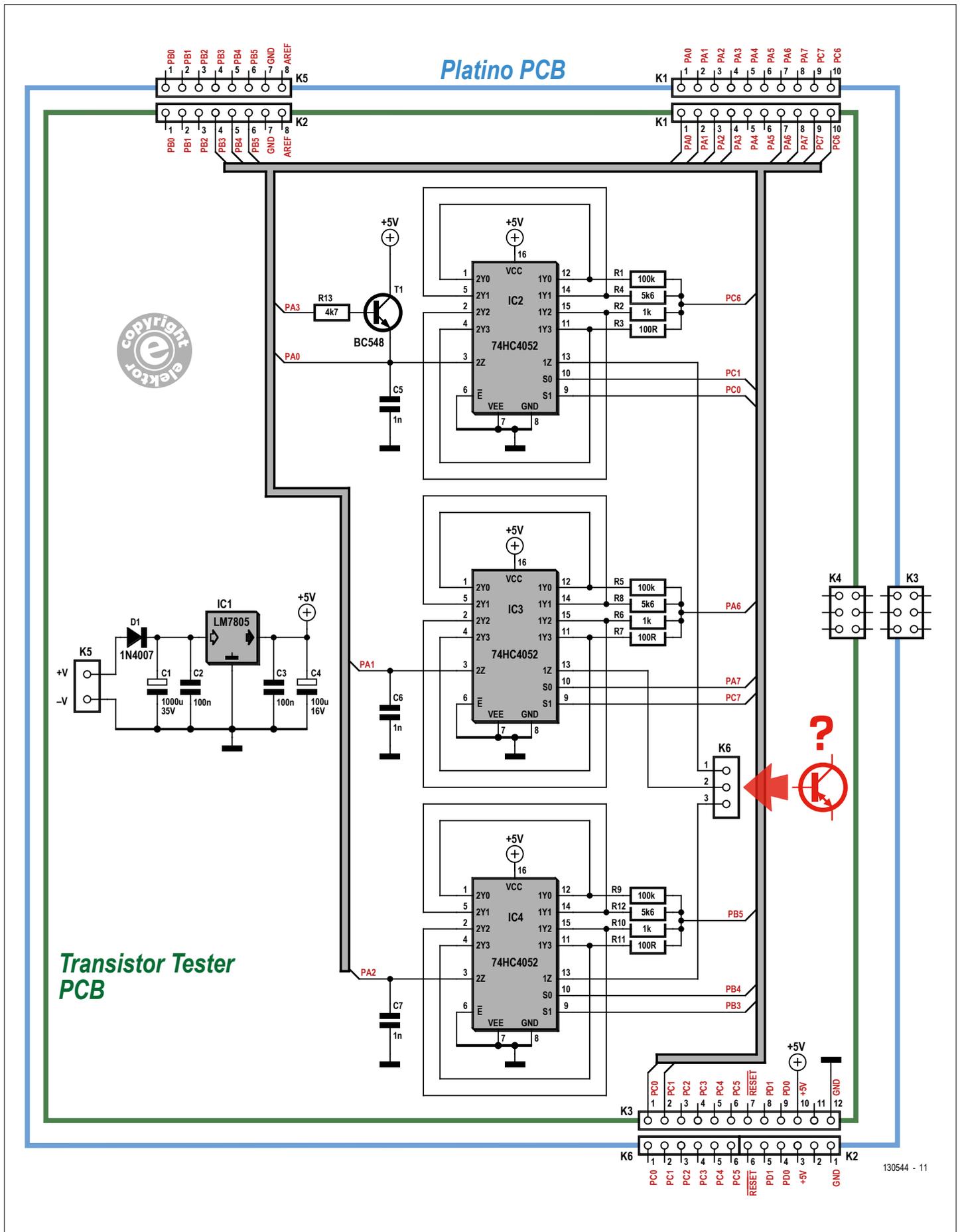
Dieser NPN/PNP-Test gibt aber keinen Aufschluss über Emitter und Kollektor. Dazu werden die Stromverstärkungen der beiden möglichen Kombinationen gemessen

und verglichen: Der höhere Wert vertritt endgültig, wo der Emitter und wo der Kollektor ist.

Wenn die gemessenen Spannungen nicht der Tabelle 1 entsprechen, muss es sich um ein anderes Bauteil handeln, einen MOSFET oder eine Diode. Um zu ermitteln, ob es sich um einen MOSFET handelt,

Tabelle 1. Der Messzyklus und seine Ergebnisse

Type	E	B	C	Messwert
NPN	-	-	+	5 V
	+	-	-	5 V
	-	+	-	0.7 V
PNP	-	-	+	0.7 V
	+	-	-	0.7 V
	-	+	-	5 V



130544 - 11

Bild 2. Schaltung des Transistortesters. Falls Sie den Platino vermissen: Er versteckt sich in der blauen Umrandung!

delt, wird die Stromverstärkung in ähnlicher Weise für alle sechs möglichen Konfigurationen gemessen.

Um nach der Basis auch die beiden anderen Leitungen zu identifizieren, wird der Transistor in Kollektorschaltung geschaltet, wenn es ein Bipolartransistor ist, oder in einer Sourcefolger-Konfiguration, wenn es ein MOSFET ist (**Bild 1**). Der Stromverstärkungsfaktor des Transistors wird durch U_B und U_E bestimmt. Die Formeln dafür sind:

$$V_E = R_E \times (H_{FE} + 1) \times (V_B \div R_B)$$

$$H_{FE} = [(V_E \times R_B) \div (V_B \times R_E)] - 1$$

Man beachte, dass manchmal das Symbol β anstelle von h_{FE} verwendet wird. Als Verstärkung ist hier ein Bereich von etwa 5...999 möglich. Einen n-Kanal-MOSFET erkennt man daran, dass (im Gegensatz zum Basisstrom des bipolaren Transistors) nahezu kein Strom durch den Steueranschluss, das Gate, fließt. In diesem Fall entspricht die Schwellenspannung $U_{CC} - U_E$ (einen NMOS vorausgesetzt). Leider werden JFETs nicht vom Testgerät unterstützt.

Schaltungsbeschreibung

Unser Transistortester besteht aus Hard- und Software in inniger Zusammenarbeit. Zunächst wollen wir uns um die Hardware kümmern (**Bild 2**), die sich auf einer auf den Platino gesteckten Platine befindet. Wir sehen die drei doppelten analogen 4-nach-1-Multiplexer 74HC4052 in CMOS-Technologie IC2...IC4. Am gemeinsamen Kontakt 1Z eines Multiplexer-ICs ist einer der drei Beinchen des Transistors an K6 angeschlossen. Der Multiplexer verbindet 1Z nach Vorgabe der Software (Logikpegel an S0 und S1) mit einem der Multiplexer-Ausgänge 1Y0...1Y3. Die Software sorgt auch für ein bestimmtes Spannungspotential am Knoten der Widerstände, den Leitungen PC6, PA6

Tabelle 2. Jumper auf dem Platino

JP3:	PC5
JP4:	PB0
JP5:	PB1
JP6:	PB2
JP14:	PC7



Helden unserer Kindheit: 2N3055, BC547, OC75, BC107, BF451, AC127, 2N406, BC550C, BD137, TIP2955, 2N1613, 2N2219A und Ihre?

Listing 1. Ausschnitt aus dem BASCOM-AVR-Programm.

```
cls
locate 1,1
'Transistor type and base/gate pin determined
'Now calculate transistor parameter and display results
Select case T_type
  case 1: 'NPN
    HFE_cal ' (T_type, base_pin, C_pin, E_pin,beta)

    lcd "Type : N-P-N"
    Locate 2,1
    LCD "C = ";c_pin; " B = ";base_pin;" E = "; e_pin
    Locate 3,1
    LCD "Hfe=";beta

  case 2: 'PNP
    HFE_cal ' (T_type, base_pin, C_pin, E_pin,beta)
    lcd "Type : P-N-P"
    Locate 2,1
    LCD "C = ";c_pin; " B = ";base_pin;" E = "; e_pin
    Locate 3,1
    LCD "Hfe=";beta

  Case 5: 'NMOS
    call cal_Vgs(Vt)
    lcd "Type : NMOS"
    Locate 2,1
    LCD "D = ";c_pin; " G = ";base_pin;" S = "; e_pin
    Locate 3,1

    lcd "Vth = ";fusing(Vt,"#.#");" V"

  CASE 6: 'PMOS
    Call cal_Vgs(Vt)
    lcd "Type : PMOS"
    Locate 2,1
    LCD "D = ";c_pin; " G = ";base_pin;" S = "; e_pin
    Locate 3,1
    LCD "Vth = -";fusing(Vt,"#.#");" V"

end select
```

Tabelle 3. Verbindung Platino zum Tester

Pin-Belegung	Funktion
PA0, PA1, PA2:	Transistoranschlüsse zur Spannungsmessung
PA7, PB3, PB4, PC0, PC1, PC7:	Multiplexer Select-Leitungen
PA6,PB5,PC6:	Digitale Ausgänge für Pull-up/down-Widerstände
PB0-PB2:	Encoder mit Drucktaster
PC5:	LCD-Hintergrundbeleuchtung

und PB5. Man sieht sofort, dass so eine von der Software gesteuerte Beschaltung des Transistors wie in Bild 1 möglich ist. Während ein Beinchen über 5,6 k Ω (R4, R8, R12) mit V_{CC} verbunden ist, werden die beiden anderen Transistoranschlüsse über die 100- Ω -Widerstände R3, R7, R11 auf Masse gelegt. Der zweite Multiplexer in jedem IC ist parallel zum ersten angeschlossen. So gelangt das Spannungspotential am jeweiligen Transistorbeinchen über die 2Z-Pins und die Leitungen PA0...PA2 zum Analog/Digital-Wandler des Mikrocontrollers. Und die Software weiß nach den drei Messkonfigurationen durch den Vergleich der Spannungen genau Bescheid, wo die Basis des Transistors ist. Die Software nimmt die NPN/PNP/NMOS/PMOS-Bestimmung auf Grundlage der Tabelle 1 vor. Transistor T1 ist für die Kalibrierung erforderlich (siehe Kasten).

Die Spannungsversorgung ist herkömmlich aufgebaut. Die unstabilierte Eingangsgleichspannung von 12...18 V eines (Stecker-)Netzteils an K5 wird von IC1 auf +5 V stabilisiert und zur Versorgung der Schaltung und des Mikrocontrollers herangezogen. D1 dient als Verpolschutzdiode.

Platino

Der Platino wurde ausgiebig in verschiedenen vergangenen Veröffentlichungen diskutiert. Es handelt sich um einen ATmega32-Mikrocontroller auf einer kleinen Platine, optimiert für den Anschluss und die leichte Programmierung mit allen AVR-Tools. Platino verfügt standardmäßig über ein LCD, einen Drehregler und Drucktasten. Platino muss wie in **Tabelle 2** zusammengefasst konfiguriert werden. Stecken Sie auch die Jumper richtig! Eine Zusammenfassung der I/Os und der ADC-Anschlüsse ist in **Tabelle 3**

angegeben.

Ein 20x4-LCD-Display und der einzige Drucktaster ermöglichen eine einfache Benutzerinteraktion. Nur wenn Sie die Daten seriell zu einem Terminalprogramm auf dem PC schicken möchten, ist das FTDI USB-zu-Seriell-BOB-Modul erforderlich. Von diesem Punkt an ist es zur Erstellung von Tabellen und automatisierten Testberichten ein leichter Weg, nicht wahr?

Die Platine des Transistortesters wird auf den Platino gesteckt und elektrisch über dessen Stiftleisten K1, K5, K2/K6 verbunden.

Software

Die Firmware für das Projekt wurde in BASCOM AVR für den ATmega32 geschrieben. Die Platino-Platine wurde auch als Entwicklungsplattform für dieses Projekt genutzt. Wenn Sie Ihr Wissen über BAS-

Stückliste

Widerstände:

(5%, 250 mW)
R1,R5,R9 = 100 k
R2,R6,R10 = 1 k
R3,R7,R11 = 100 Ω
R4,R8,R12 = 5k6
R13 = 4k7

Kondensatoren:

C1 = 1000 μ 35 V radial
C2,C3 = 100 n
C4 = 100 μ 16 V
C5,C6,C7 = 1 n

Halbleiter:

IC1 = MC7805
IC2,IC3,IC4 = 74HC4052
D1 = 1N4007
T1 = BC548

Außerdem:

K1,K2,K3 = einreihige Stiftleiste, auf Länge abgeschnitten
K4 = zweireihige Buchsenleiste, auf Länge abgeschnitten
K5 = 2-polige Platinenanschlussklemme, Raster 5 mm
K6 = 3-polige Platinenanschlussklemme, Raster 5 mm
3 DIP-16 IC-Fassungen
Platine 130544-1

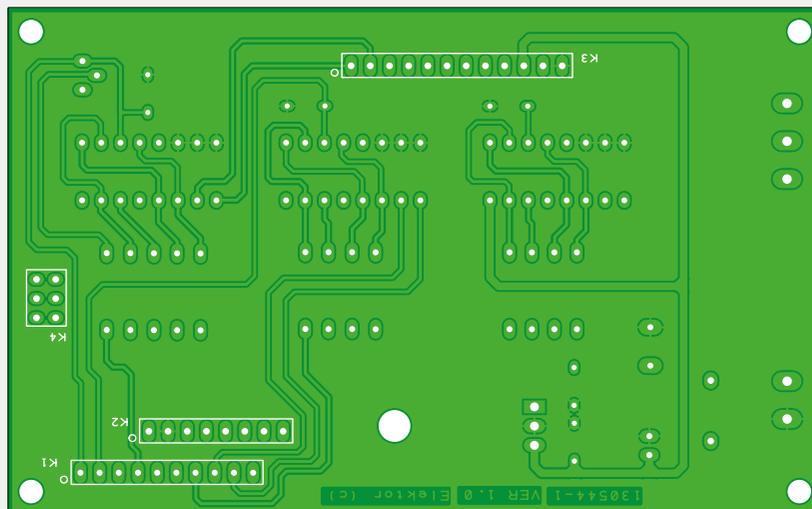
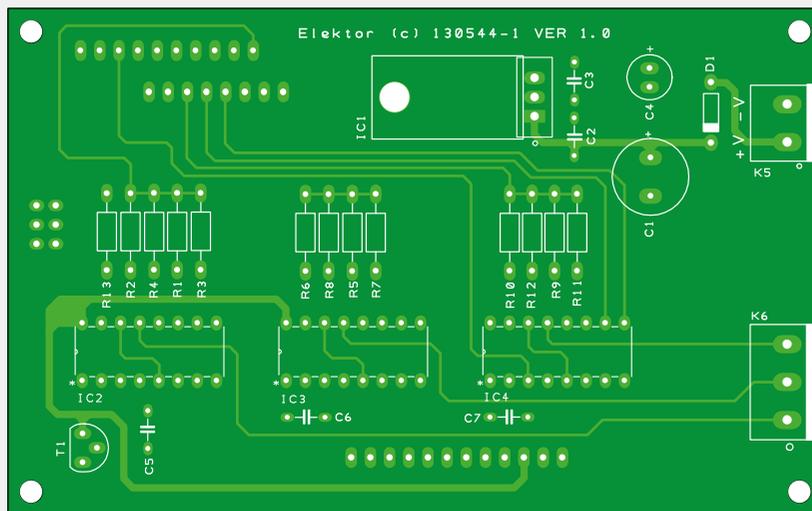


Bild 3. Platinenlayout für den Transistortester. Das Board wird nach Fertigstellung einfach auf den Platino gesteckt.

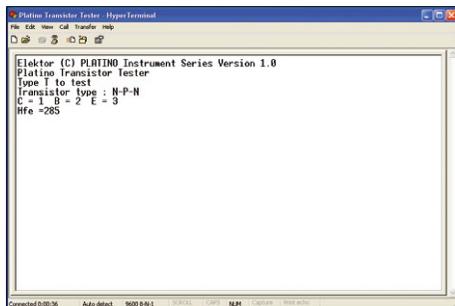


Bild 4. Der Tester kann über ein Terminal mit Ihrem PC kommunizieren.

COM AVR vertiefen wollen, verbringen Sie täglich eine halbe Stunde im Kurs „Mikrocontroller für Einsteiger“, der in Elektor ab April 2014 zu finden war [3]. Die Software besteht aus drei Hauptmodulen. Die Projektsoftware finden Sie unter [4], ein Schnipsel Code ist in **Listung 1** zu sehen.

Display-Abschnitt

Der Code-Abschnitt für das Display sorgt für die Anzeige des Transistortyps, seiner CBE-Pinbelegung und des h_{FE} in Kollektorschaltung.

Test-Abschnitt

In diesem Abschnitt werden die Spannungen über den Widerständen jeder Leitung in dreifacher Ausfertigung ermittelt. Dazu werden die Multiplexer entsprechend geschaltet. Nach dem Lesen der Spannungen wird festgestellt, ob es sich um einen PNP/NPN/NMOS/PMOS-Transistor handelt.

Verstärkungsfaktor

Hier werden die ADCs des Platino genutzt. Nachdem der Basis-Anschluss bekannt ist, werden die Verstärkungsfaktoren bei zwei Messungen (mit vertauschtem angenommenem Emmitter und Kollektor) verglichen. Die Konfiguration der Kollektorschaltung, die den größeren h_{FE} ergibt, gibt Aufschluss darüber, welcher Anschluss Kollektor und welcher Emmitter ist.

Weblinks

- [1] Platino: Elektor Oktober 2011, www.elektor-magazine.de/100892
- [2] SC-Analyser2005: Elektor April 2005, www.elektor-magazine.de/030451
- [3] Mikrocontroller für Einsteiger: Elektor April bis November 2014.
Teil 1: www.elektor-magazine.de/120574
- [4] Projektsoftware: www.elektor-magazine.de/130544

Konstruktion

Zunächst wird das Platino-Board mit seiner LCD-Anzeige, dem Taster, dem ATmega32 und allen anderen Komponenten aufgebaut und mit den Jumpfern gemäß **Tabelle 2** ausgestattet.

Auf dem Add-on-Board finden sich nur bedrahtete Bauteile, es ist großzügig ausgelegt und besitzt auf seiner Rückseite Buchsenleisten zum Aufstecken und zur elektrischen Kontaktaufnahme mit dem Platino. Der Bau sollte mit Hilfe der Stückliste, des Bestückungsplans in **Bild 3** und den Fotos kein Problem sein. Damit das Gerät schön professionell aussieht, bauen Sie es in ein Gehäuse ein und staten Sie es auf der Vorderseite mit einer ZIF-Fassung für den Prüfling aus. Wenn Sie den Tester an Ihren Computer koppeln möchten, schließen Sie das USB-Seriell-BOB-Modul von Elektor an. Im Terminal erscheinen dann Meldungen wie in **Bild 4**. Die Baudrate beträgt 9600. Wer die Software des Transistortesters selber im Platino unterbringen möchte, findet in **Bild 5** die richtigen Fuse-Einstellungen.

Testen 1-2-2N...

Schalten Sie das Gerät ein, indem Sie eine Spannung von 12...18 VDC an K5 anschließen. Verbinden Sie einen Transistor mit dem Anschluss K6 über irgendwelche Prüfkabel. Drücken Sie den Taster oder, wenn eine Verbindung zu einem seriellen Terminal besteht, die Taste „T“. Einige Ergebnisse (hier sind zwei unvorsichtige Transistoren beteiligt) zeigt die Fotostory aus dem Elektor-Labor in **Bild 6**.

(130544)

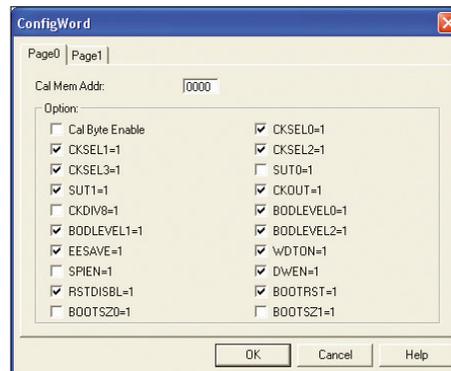


Bild 5. Fuse-Einstellungen für den ATmega32 auf dem Platino-Board.

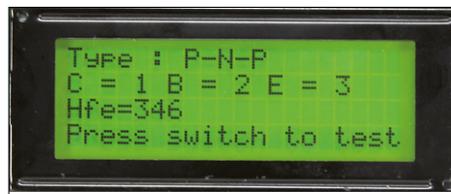
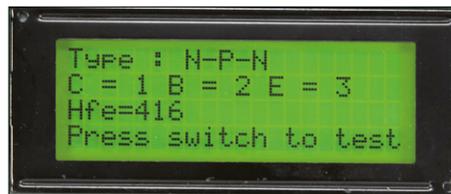
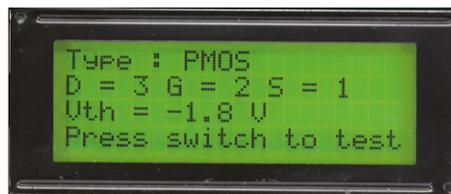


Bild 6. Der Test mit einem bipolaren Transistor und einem MOSFET, beides für uns unbekannte Objekte (die Wahrheit!), mit plausiblen Messergebnissen.

ARM CMSIS Entwickler-Wettbewerb



10.000 \$ zu gewinnen – 400 kostenlose Entwicklungsboards

ARM und die Controllerhersteller ST, NXP, Freescale und Infineon rufen zusammen mit Elektor zu einem Entwickler-Wettbewerb auf. Verwirklichen Sie Ihre Schnittstellen-Applikation mit der CMSIS-Driver-Bibliothek von ARM, wählen Sie dazu unter vier gut ausgestatteten Entwicklungs-Boards! ARM/Keil unterstützt die Teilnehmer für 6 Monate mit einer kostenlosen Lizenz der mächtigen MDK-ARM-Entwicklungsumgebung.

Die ARM-Controller der Cortex-M-Serie sind leistungsstark, vielseitig – und für den Preis von 8-bit-Controllern zu haben. Halbleiterfirmen wie NXP, Freescale, Infineon und ST haben die Kerne von der britischen Prozessorschmiede lizenziert und bieten Controller und gut ausgestattete Entwicklungsboards an. Auf Softwareseite gehören natürlich leistungsfähige Entwicklungsumgebungen mit integrierten Compilern, Bibliotheken und Beispielprogrammen dazu.

Eines der wichtigsten Zutaten für den Erfolg sind Low-Level-Treiber, die den Zugriff auf Interfaces wie U(S)ART, I2C und USB stark vereinfachen. Ein zeitraubendes Studium des Datenblattes, um die entsprechenden Register herauszusuchen, ist nicht mehr nötig; stattdessen können Entwickler auf gut dokumentierte Funktionen in der Programmiersprache C zugreifen. Eine clevere Idee von ARM ist hier der CMSIS-Driver-Standard, der die Treiber-Funktionen herstellerübergreifend vereinheitlicht. Der Lernaufwand für Entwickler, die mit verschiedenen ARM-Controllern arbeiten, sinkt dadurch beträchtlich. Firmware lässt sich dann auch erheblich einfacher von einem Controller zum anderen portieren.

Mehr Infos findet man unter www.keil.com/cmsis-driver.

Insgesamt 10.000 \$ zu gewinnen

ARM und die Controllerhersteller ST, NXP, Freescale und Infineon rufen zusammen mit Elektor zu einem Entwicklerwettbewerb auf.

Verwirklichen Sie Ihre Applikation mit der CMSIS-Driver-Bibliothek, wählen Sie dazu unter vier unterschiedlich ausgestatteten Boards von vier verschiedenen Herstellern! ARM/Keil unterstützt die Teilnehmer mit einer kostenlosen Lizenz der MDK-Professional ARM-Entwicklungsumgebung, die sechs Monate lang gültig ist.

Bis zum **30. Juni 2015** muss Ihr Projekt bei uns eingegangen sein – eine Bedingung ist, dass die Software unter der sehr einfachen BSD 3-Clause Open-Source-Lizenz veröffentlicht wird. Unter allen Einsendungen wird eine Jury aus Experten die besten Projekte aussuchen. Neben einer cleveren, nützlichen und vorzugsweise innovativen Projekt-Idee machen Entwickler hier auch mit der Qualität des Codes Punkte. Die Software sollte – unter Ausnutzung der CMSIS-Driver-Library – wartungsfreundlich und einfach portierbar sein. Dabei sollten die Teilnehmer von möglichst vielen Features des jeweiligen Boards Gebrauch machen, und dabei möglichst wenig zusätzliche – kostenträchtige – Elektronik verwenden müssen.

Zu gewinnen gibt es:

1. Preis: 5000 US-\$ in bar
2. Preis: 3000 US-\$ in bar
3. Preis: 1000 US-\$ in bar
4. Preis: 500 US-\$ in bar
5. Preis: 500 US-\$ in bar



Melden Sie sich gleich jetzt mit einer Idee an – hier warten 400 gut ausgestattete Entwicklungsboards auf die Teilnehmer!

Registrierung, Teilnahmebedingungen und weitere Infos:

<http://arm-contest.elektor.de>

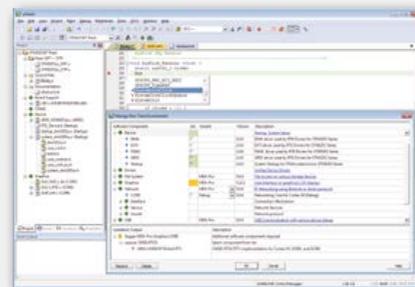
Beispielprojekte und Video-Tutorial zum MDK-ARM:

www.keil.com/contest

(140384)

MDK-ARM von ARM/Keil

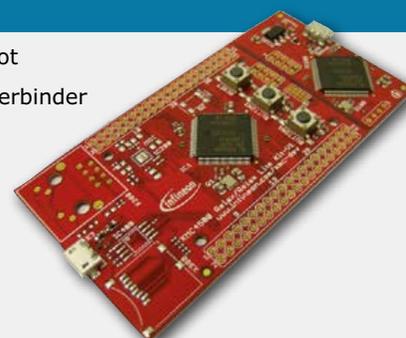
- Unterstützung von Cortex-M, Cortex-R4, ARM7- und ARM9-Controllern
- ARM-C/C++-Compiler in Industrie-Qualität
- µVision4-IDE für Codeentwicklung, Debugging und Simulation
- Keil RTX RTOS (mit Quellcode!)
- TCP/IP-Netzwerk-Stack
- USB-Device- und USB-Host-Stacks
- GUI-Bibliothek
- Umfangreiche Sammlung von Beispielprojekten



www.keil.com/mdk5

XMC4500 Relax Kit von Infineon

- XMC4500 Controller (Cortex M4, 1 MB Flash, 160 KB RAM)
- USB-Port
- 2 User-LEDs
- 2 User-Taster
- 32 Mbit Quad-SPI-Flash
- Quarz für RTC
- Ethernet-Interface
- Micro-SD-Karten-Slot
- Erweiterungssteckverbinder mit CAN, DAC u.a.



www.infineon.com/relaxkit

Freescal Freedom Development Platform

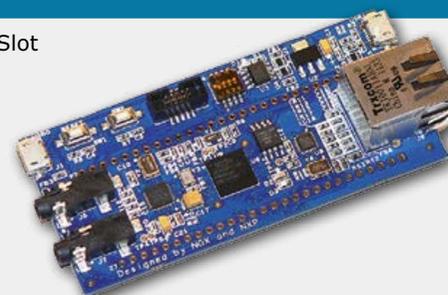
- MK64FN1M0VLL12 MCU (Cortex M4, 1 MB Flash, 256 KB RAM)
- USB-OTG-Port
- RGB-LED
- 2 User-Taster
- FXOS8700CQ Accelerometer/Magnetometer
- Ethernet-Interface
- SDHC-Slot
- Arduino-kompatible Steckverbinder



www.freescale.com/webapp/sps/site/prod_summary.jsp?code=FRDM-K64F

LPC4330-Xplorer-Board von NXP

- LPC4330 (Cortex M0/M4, Flash extern, 264 KB RAM)
- 2 USB-Ports
- 2 User-LEDs
- 1 User-Taster
- On-board-Audio-Codec and Audio-Anschlüsse
- 32 Mbit Quad-SPI-Flash
- Ethernet-Interface
- Micro-SD-Karten-Slot
- Erweiterungssteckverbinder



www.nxp.com/demoboard/OM13027.html

Discovery kit for STM32 von ST

- STM32F429ZIT6 (Cortex M4, 2 MB Flash, 256 KB RAM)
- USB-OTG-Port
- 2 User-LEDs
- 1 User-Taster
- 2,4"-QVGA-TFT-LCD mit Touch-Funktion
- 64 Mbit SDRAM
- L3GD20, Bewegungssensor und 3-Achsen-Gyroskop
- Erweiterungssteckverbinder



www.st.com/web/catalog/tools/FM116/SC959/SS1532/PF259090

CMOS-IR-Sender

Infrarotsignale einfach erzeugen

Von Viacheslav Gromov (D)

Fast jede Steuerung lässt sich elegant mit einem Mikrocontroller erledigen - auch die Generierung von Infrarotsignalen. Manchmal geht es aber noch einfacher, nämlich mit althergebrachter CMOS-Logik. Ein Beispiel dafür ist die hier vorgestellte Schaltung eines IR-Störersenders, der gängige Fernbedienungen (nicht nur) auf der Basis des weit verbreiteten Code-Protokolls RC5 lahmlegt. Ein „IR-Nachbrenner“ sorgt für höhere Reichweiten. Und mit einem IR-Add-on für Mikrocontroller kann dieser auf einfache Weise IR-Signale auf die Reise schicken. Der RC5-Code für IR-Fernbedienungen ist einfach und sehr verbreitet. Die vorgesehenen 14 Bits pro Datenwort (Start-, Toggle-, Adress- und Kommando-Bits) werden in einem Abstand von 113,778 ms (Anfänge von zwei Datenworten) übertragen. Die Länge eines Bits beträgt 1,778 ms. Die Daten werden auf

ein Rechteck-Trägersignal mit einer Frequenz von typischerweise 36, 38, 40 oder 42 kHz aufmoduliert. Um z.B. die Fernbedienung eines Fernsehers zu stören, muss man einfach die betreffende Trägerfrequenz mit einem Rechteck-Signal (Frequenz $1/1,778 \text{ ms} \approx 560 \text{ Hz}$) modulieren. Der Empfänger des Fernsehers kann dann das Signal der Fernbedienung nicht mehr aus dem nun entstehenden IR-Signalgemisch herausfiltern. Vorausgesetzt wird natürlich eine ausreichende IR-Leistung des Störersenders. Die hier vorgestellte Schaltung funktioniert genau so und kann bis etwa zum Abstand von 3 m mit einer IR-Fernbedienung mithalten, was die Sendeleistung angeht. Die zweite Schaltung ist das erwähnte IR-Add-on für Mikrocontroller. Hier wird ein Trägersignal erzeugt, das über einen Eingang von einem Mikrocontroller gesteuert = ausgetastet werden kann. Auf diese Weise kann der angeschlossene Mikrocontroller einen beliebigen Code (also nicht nur RC5) senden, ohne dass hierfür ein Extra-Timer nötig wäre – das spart Ressourcen und Code. Außerdem gibt es für eine erhöhte Reichweite einen Nachbrenner, der die IR-LEDs mit besonders hohen Impulsströmen beaufschlagt.

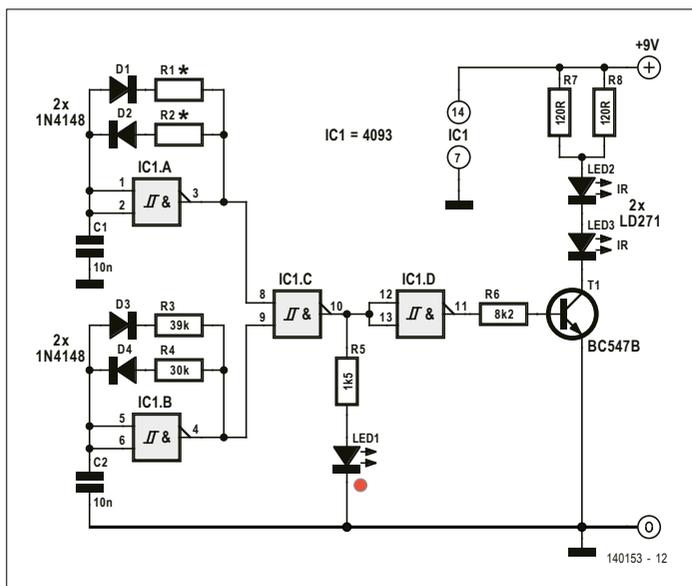


Bild 1. Ein IR-Störersender in CMOS-Technik.

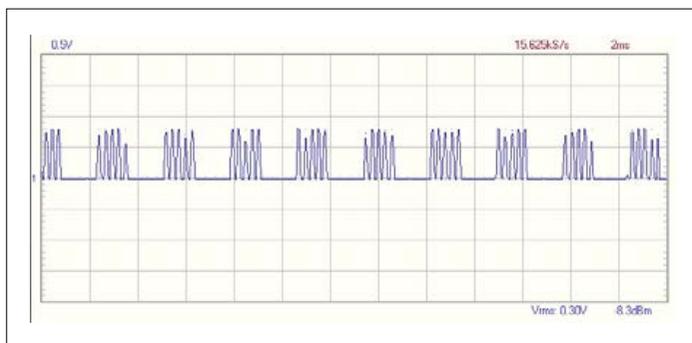


Bild 2. Oszilloskop-Screenshot des modulierten Ausgangssignals (an der Basis von T1).

Der Störersender

Das schon erläuterte Konzept der Störung einer RC5-IR-Datenübertragung wurde kurzerhand mit einem CMOS-Logik-IC umgesetzt: Ein 4093 enthält vier NAND-Gatter mit Schmitt-Trigger-Eingängen. Die Schaltung in **Bild 1** ist sehr einfach: Es gibt zwei unabhängige RC-Rechteck-Oszillatoren. Die Teilschaltung um IC1.A generiert die Trägerfrequenz und der Oszillator um IC1.B die Pseudo-Daten in Form eines Rechtecksignals von ca. 560 Hz. Bei beiden Oszillatoren kompensieren (über zwei Dioden) unterschiedliche Widerstände für das Laden und Entladen des Kondensators die nicht symmetrische Lage der Hysterese-Schaltpunkte der Schmitt-Trigger-Eingänge, sodass ein symmetrisches Puls/Pausen-Verhältnis von etwa 50 % entsteht. Dies spielt erfahrungsgemäß für viele Empfangsbausteine eine Rolle. Beide Rechtecksignale werden in einem dritten Gatter (IC1.C) digital zusammengemischt. Das Mischsignal wird auch an die LED1 gelegt, die den einwandfreien Betrieb signalisiert. Da damit der Ausgang von IC1.C belastet wird, wird das Signal vom restlichen Gatter IC1.D regeneriert. Mit diesem sauberen getasteten Rechtecksignal wird über R6 dann T1 angesteuert. Die beiden in Serie geschalteten IR-Sende-LEDs LED2 und LED3 werden über R7 und R8 mit einem Spitzenstrom von rund 100 mA betrieben. Wegen des Tastverhältnisses von $50\% * 50\% = 25\%$ liegt die Verlustleistung an R7 + R8 unter 200 mW. Für R7 und R8 reichen also normale Widerstände mit 1/4-W-Belastbarkeit. Das resultierende Sendesignal an der Basis von T1 sollte dem Oszillogramm von **Bild 2** entsprechen.

IR-Nachbrenner

Wenn eine höhere Sendereichweite und damit eine höhere Sendeleistung erforderlich ist, kann man die IR-Endstufe von Bild 1 rund um T1 durch die IR-LED-Treiberschaltung von **Bild 3**

ersetzen. T1 und T2 bilden einen Darlington, der über R8 gut 500 mA Spitzenstrom durch die IR-Dioden fließen läßt. Diese LEDs vertragen laut Datenblatt [1] einen maximalen Dauerstrom von 130 mA. Mit 500 mA bei einem Duty-Cycle von 25 % wird dieser Grenzwert gut ausgereizt. Eine 9-V-Alkali-Batterie ist da in vier Stunden leergesaugt.

Der Oszillator für die MCU

Die Generierung von IR-Signalen ist mit Mikrocontrollern zwar einfach, aber doch ziemlich ressourcenfressend, da für das Timing des RC5-Codes und für die Trägerfrequenz je ein Timer erforderlich ist und bei einfachen Controllern damit beide Timer belegt sind. Erzeugt man die Trägerfrequenz aber extern durch Hardware, ist zumindest ein Timer wieder frei und auch der Code für die Trägerfrequenz entfällt. **Bild 4** zeigt so eine Zusatzschaltung mit Trägergenerierung durch ein CMOS-Gatter. Genau genommen ist es eine Teilschaltung von Bild 1. Der Oszillator für die Trägerfrequenz wird einfach über T2 ausgetastet. Ein High-Signal von 3,3...5 V am Schaltungseingang stoppt die Erzeugung der Trägerfrequenz. IC1.B dient lediglich der Invertierung des Signals, da sonst bei ausgetastetem Träger die Sende-LEDs dauerhaft mit Strom durchflossen wären, was der versorgenden 9-V-Batterie nicht gut bekommt und außerdem manche IR-Empfänger irritieren dürfte.

Die Trägerfrequenz kann von einem Mikrocontroller mit einem beliebigen Übertragungsprotokoll moduliert werden. Bei Bedarf können sogar gleich zwei solche Schaltungen mit einem 4093-Baustein aufgebaut werden, denn es wird ja nur ein halbes IC pro Schaltung benutzt.

Trägerfrequenz

In der **Tabelle 1** sind die einzelnen Werte von R1 für gängige Trägerfrequenzen enthalten. Mit diesen kann man die Frequenz des Senders der des Empfängers anpassen. R2 ist generell 2,2 kΩ. Damit variiert zwar das Tastverhältnis abhängig von der Trägerfrequenz etwas, doch spielt diese kleine Abweichung von den idealen 50 % beim Träger keine große Rolle. Nur bei Frequenzen außerhalb dieser Tabelle sollte auch ein entsprechend kleinerer oder größerer Wert für R2 gewählt werden. Wichtig sind auch die Toleranzen der frequenzbestimmenden Bauteile. Insbesondere für C1 (und C2 in Bild 1) sollten Exemplare mit kleinen Toleranzen gewählt werden. Die Widerstände R1 und R2 (sowie R3 und R4 in Bild 1) sollten Metallfilm-Exemplare sein. Ganz generell empfiehlt sich der Check der Trägerfrequenz mit einem Oszilloskop oder einem Frequenzzähler, um sicherzustellen, dass man die gewünschte Frequenz einigermaßen genau getroffen hat. Sehr trennscharf sind IR-Empfänger für gewöhnlich nicht, aber eine Frequenzabweichung von unter 1 kHz sollte man dennoch anstreben.

Inbetriebnahme

Die drei Schaltungen sind so einfach, dass man sie problemlos auf einer Lochrasterplatine aufbauen kann. Es sind ja schließlich keine SMD-Bauteile notwendig ;-).

Wenn Sie die Schaltung von Bild 1 in Betrieb nehmen, können Sie an der roten LED sehen, welchen Zustand die Schaltung hat: Wenn die rote LED nur schwach oder überhaupt nicht leuchtet, dann stimmt bei mindestens einem der beiden Oszillatoren etwas nicht. Leuchtet sie hingegen hell und konstant, dann dürfte soweit alles in Ordnung sein.

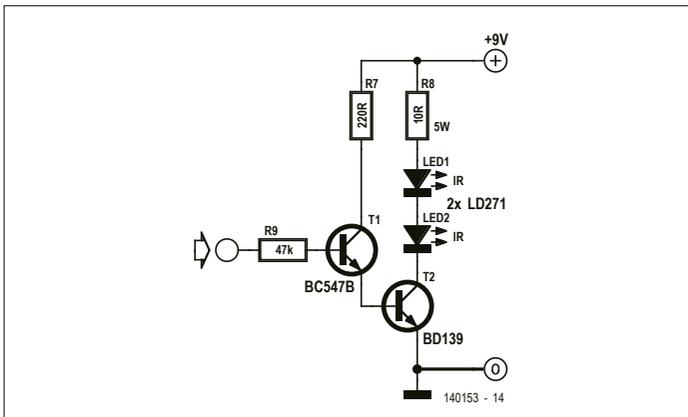


Bild 3. Diese Treiberschaltung erzielt mit mehr Strom eine höhere IR-Sendeleistung. Achtung: Die LEDs und R8 werden warm!

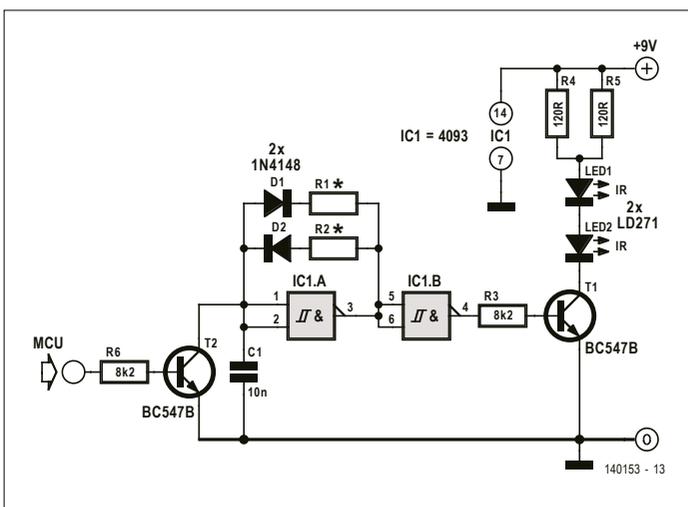


Bild 4. Der IR-Aufsatz für Mikrocontroller erlaubt diesem das Senden von IR-Signalen, ohne einen Timer für die Trägerfrequenz zu opfern.

Wenn Sie nicht wissen, welche Trägerfrequenz sich für den Empfänger Ihres Fernsehers eignet, können Sie zuerst einmal 36 kHz oder 38 kHz ausprobieren, denn dies sind die beiden am häufigsten vorkommenden Trägerfrequenzen. Übrigens funktioniert die Schaltung vielfach auch dann noch ganz gut, wenn man volle 2 kHz daneben liegt. Kommentare und Verbesserungsvorschläge zum Projekt kann man auf Elektor-Labs.com [2] einbringen.

(140153)

Web Links:

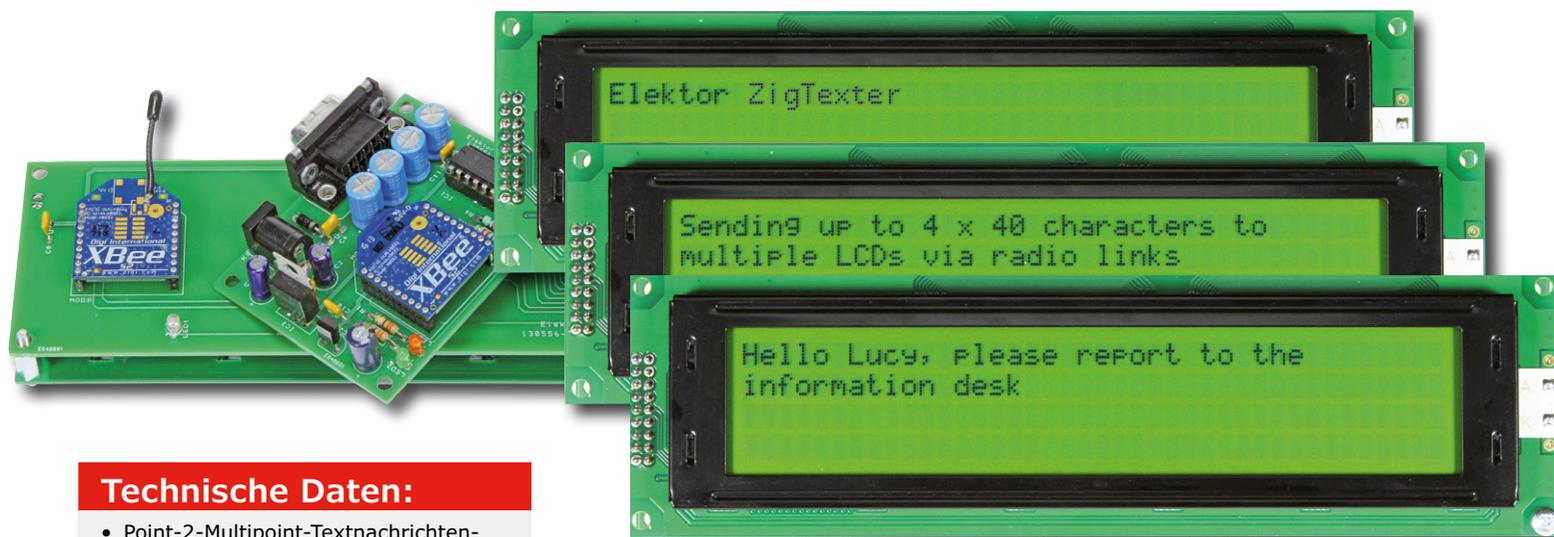
[1] <http://goo.gl/vKDR2Y>

[2] www.elektor-labs.com/node/3835

Tabelle 1. Frequenzabhängige Werte für R1 bei R2 = 2,2 kΩ	
Trägerfrequenz	Widerstand R1
36 kHz	5,1 kΩ
38 kHz	4,7 kΩ
40 kHz	4,3 kΩ
42 kHz	3,9 kΩ

Elektor ZigTexter

Nachrichten senden per ZigBee



Technische Daten:

- Point-2-Multipoint-Textnachrichten-System auf ZigBee-Basis
- LCD mit 4 Zeilen zu je 40 Zeichen
- Spannungsversorgung: 8...12 V Gleichspannung
- Software für den Mikrocontroller ATtiny2313 in C
- Sender-Software für Windows in C#
- Direkte Nachrichtenübermittlung
- Integrierte zeitgesteuerte Nachrichtenverwaltung

Vom **Elektor-Labor Indien, Luc Lemmens & Clemens Valens** (Elektor.Labs)

Mit diesem flexiblen System kann man per Funk Textnachrichten an Verwandte, Nachbarn, Kunden, Besucher, Kollegen und viele andere mehr schicken. Das Ganze funktioniert via ZigBee; eine Nachrichtenverwaltung ist auch integriert.

Der englische Begriff „broadcasting“ bezieht sich auf das Senden an viele Empfänger gleichzeitig. Radio- und TV-Sender machen das so. Der technische Begriff Broadcasting meint typischerweise das Senden in Netzwerken, um z.B. eine Statusinformation allen Teilnehmern bekannt zu machen. Das Gegenteil ist der Begriff „narrowcasting“.

Stellen Sie sich vor, Sie hätten ein Restaurant, das ein spezielles Tagesgericht anbietet. Sie haben eine bestimmte Menge, vielleicht 100 Portionen vorbereitet, bevor Sie die Türen für die hungrigen Gäste öffnen. Statt nun dieses Gericht mit Kreide auf eine Tafel zu schreiben, wo es nicht von allen Gästen gesehen wird, könnten Sie an jedem Tisch ein Display haben, das darüber informiert, was heute angeboten wird. Sie könnten dabei außerdem einen Zähler vorsehen, der die Anzahl noch vorhandener Portionen anzeigt oder angibt, wie viele Portionen der Koch noch zubereiten kann, bis ihm die Zutaten ausgehen. So eine Lösung erspart nicht nur dem Personal

samt Chef einigen Stress - es ist auch eine kleine Besonderheit, die sich herumspricht. Dies ist ein Beispiel von vielen denkbaren Anwendungen, für die man ein solches Textfunksystem sinnvoll einsetzen kann.

Keine Kabel

Ein System für Text-Broadcasting bzw. ein Point-2-Multipoint-System ist gar nicht so schwer aufzusetzen, denn es gibt heutzutage Massen an preiswerten Funkmodulen für solche Zwecke. Man benötigt lediglich einen Sender und ein paar Empfänger, die alle auf dem gleichen Funkkanal operieren. Sendeleistung, Modulationsart und Frequenz sollten in dem Land, wo es eingesetzt wird, natürlich legal sein. Das verwendete Protokoll ist nicht so wichtig. Wenn Sender und Empfänger eine serielle Funkübertragung hinbekommen, reicht das völlig aus. In diesem Projekt werden ZigBee-Module für 2,4 GHz eingesetzt. Ein Funkmodem (= wireless UART) für 868/915 MHz tut es genau so gut.

ZigBee, Textfunk, ZB, ItripleE

Noch vor wenigen Jahren gab es einen ZigBee-Hype, der sang- und klanglos verebbte. Trotzdem ist ZigBee nicht abgeschrieben - ganz im Gegenteil. ZigBee ist heute in vielen smarten Stromzählern und vielfach in der Heimautomatisierung zu finden. Fast alle Mikrocontroller-Hersteller setzen auf ZigBee. Diese Technik ist aus folgenden Gründen interessant:

- Stromsparend, wichtig für batteriebetriebene Geräte.
- Netzwerkfähigkeit, relevant für den Aufbau intelligenter Funknetze.
- Robustes Protokoll, essentiell für zuverlässige Kommunikation.
- Weltweit zugelassen, erleichtert den praktischen Einsatz.

Bei dem für dieses Projekt ausgesuchten Funkmodul handelt es sich um das XB24-Z7WIT-004, ein Exemplar aus der bekannten XBee-ZB-Familie von Digi. Diese Familie bietet viele interessante Eigenschaften, die im vorliegenden Fall gar nicht alle genutzt werden. Doch gibt

es so Spielraum für zukünftige Erweiterungen. In diesem Projekt wird weder einer der vier analogen Eingänge mit einem Sensor verbunden noch einer der digitalen I/O-Pins mit LEDs oder Relais. Ein weiterer Vorteil von XBee-Modulen ist, dass man sie bei Bedarf durch andere pin-kompatible Module ersetzen kann, wenn man z.B. die Reichweite von typisch 40 m für den Heimbereich auf mögliche 120 m für Outdoor-Anwendungen erhöhen möchte. Beim Austausch eines XBee-Moduls mit einem anderen gibt es aber zu beachten, dass nicht alle kompatibel sind. Es gibt nämlich zwei Familien: XBee (Serie 1) und XBee ZB (Serien 2 und 2B). Beide unterscheiden sich etwas in den Communication-Stacks. Module der Serie 1 funken nach IEEE 802.15.4, was ähnlich aber nicht identisch mit ZigBee ist, da Letzteres eine Erweiterung von IEEE 802.15.4 darstellt. Ein weiterer möglicher Fallstrick ist, dass ZigBee nicht zwingend im 2,4-GHz-Band funkt. Es gibt auch Module mit Frequenzen in den Bändern 868 MHz oder 915 MHz. Bevor man bestellt, sollte man also überprüfen, ob alle Module auf der gleichen Frequenz funken. Noch ein wichtiger Punkt sollte klar sein: ein ZigBee-System benötigt mindestens zwei Module. Das scheint zwar naheliegend, doch es geht darum, dass für ZigBee zwingend ein sogenannter *Coordinator* und ein oder mehrere *Router* oder *End Points* erforderlich sind. Zum Glück kann jedes XBee-Modul all diese Rollen übernehmen, sodass man keine unterschiedlichen Module kaufen muss. Man muss lediglich beachten, dass in diesem Projekt **zwei unterschiedliche** XBee-Konfigurations-Dateien (Profile) erforderlich sind. Sie sind jetzt gewarnt. Fragen Sie also nicht uns, wenn es deswegen nicht klappt ;-).

System-Überblick

Die Übersicht von **Bild 1** enthält einen Sender (Tx), der drei Empfänger (Rx) bedient. Selbstverständlich kann man so viele Empfänger verwenden, wie man lustig ist. Sicherlich nicht unbegrenzt viele, da mit der Zahl der Netzknoten auch der Protokoll-Overhead wächst. Tausend Knoten sollten aber kein Problem sein; und das sollte selbst für sehr große Restaurants reichen sowie auch für dicke Bankkonten belastend sein – je nachdem, welche Grenze zuerst erreicht ist.

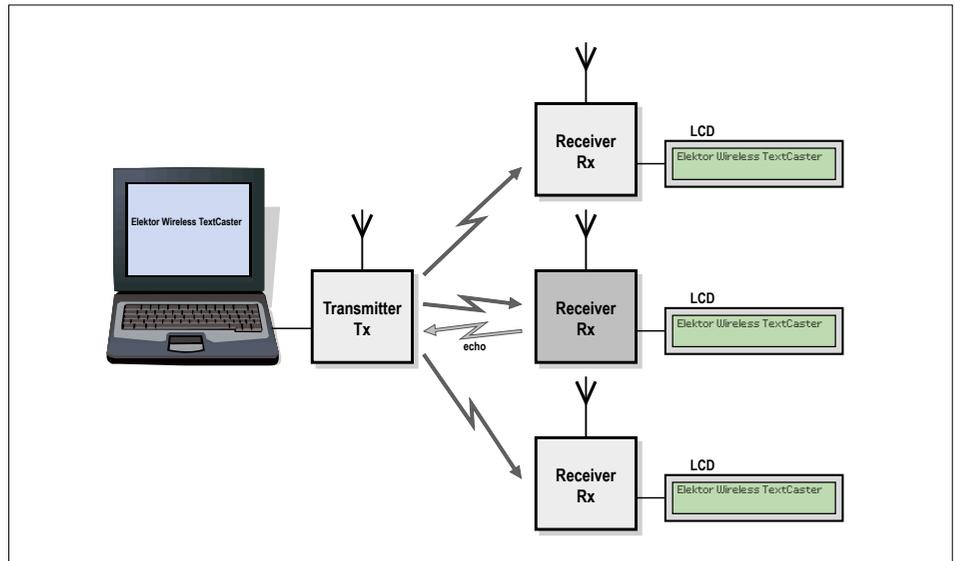


Bild 1. Prinzipaufbau des Elektor ZigTexter-Textfunksystems. Der Empfänger mit aktivem Echo ist in der Mitte.

In Bild 1 hat ein Knoten eine andere Farbe und zudem geht ein mit „echo“ beschrifteter Blitz zurück an den Sender. Dieser Knoten schickt die empfangenen Daten zur Kontrolle wieder an den Sender zurück. Dieses Modul sollte an dem am schlechtesten mit Funk versorgten Punkt angebracht werden. Wenn dieses Modul dann korrekt empfängt, können das die anderen Module auch. Das Elektor ZigTexter Textfunksystem unterstützt genau einen Sender und einen Empfänger mit Echo – unabhängig von der Gesamtzahl an Knoten. Man könnte

sich sogar das Echo sparen, aber dann ist die Überprüfung der Kommunikation nicht mehr möglich. Außerdem spart das trotzdem kein Geld, denn dieser Knoten entspricht bis auf einen Jumper exakt den anderen Empfängern.

Empfänger

Beim angesprochenen Jumper handelt es sich um JP1 in **Bild 2**, der Schaltung des Empfängers (Rx). Steckt er auf den Pins 2 und 3, dann ist das Echo eingeschaltet - auf den Pins 1 und 2 hingegen ausgeschaltet. Der Mikrocontroller IC1

Friedliche Koexistenz von ZigBee und anderen Funkdiensten



Im 2,4-GHz-Band tummeln sich für gewöhnlich auch Bluetooth (IEEE 802.15.1) und häusliche WLANs (IEEE 802.11). Diese Dienste sind Teil der Standard-Familie IEEE 802, die von der Gruppe IEEE 802 überwacht wird. Die Dokumentation der ZigBee-Alliance meint: „Die Gruppe IEEE 802 evaluiert ihre Standards kontinuierlich, um Mehrdeutigkeiten zu vermeiden, und arbeitet an der Verbesserung des Standards bezüglich der Stabilität und langfristigem Erfolg. Um als Standard IEEE 802 angenommen zu werden müssen die Funkstandards nach IEEE 802 ein Coexistence Assurance Document entwickeln und einen Plan als Teil des Standards vorlegen, damit alle 802-Funkstandards im gleichen Bereich funktionieren und koexistieren können.“ Das ist natürlich keine Garantie, dass alles immer störungsfrei funktioniert, doch man darf als Entwickler und Nutzer dadurch wenigstens optimistisch sein.

Quelle: <https://docs.ZigBee.org/ZigBee-docs/dcn/07/docs-07-5219-02-0mcg-ZigBee-und-wireless-radio-Frequenz-coexistence.pdf>

liest den Pegel von Pin 2 beim Programmstart ein und konfiguriert entsprechend die Betriebsart.

Der Mikrocontroller zeigt auf einem LCD die empfangenen Textnachrichten an und steuert außerdem via RxD und TxD das XBee-Modul. Der Pegel von TxD wird über einen Spannungsteiler auf 3,6 V reduziert, was problemlos vom mit 3,3 V betriebenen XBee-Modul verarbeitet werden kann. Der mit 5 V versorgte Mikrocontroller hat keine Schwierigkeiten mit dem niedrigen Pegel an RxD.

Neben dem Datenempfang muss der Rx-Kno-

ten also auch das XBee-Modul steuern, gerade beim Einschalten. Ein weiterer Grund für die bidirektionale Datenverbindung von Controller und ZigBee-Modul ist die Möglichkeit, als Echo-Empfänger zu fungieren.

Die mit Pin 15 des XBee-Moduls verbundene LED1 informiert über den Netzwerk-Status. Sie blinkt mit etwa 1 Hz, wenn der Empfänger erfolgreich einem Netzwerk bei-

getreten ist – andernfalls leuchtet sie permanent.

Das LCD kann vier Zeilen zu je 40 Zeichen anzeigen. Es wird von gleich zwei HD44780-kompatiblen Chips angesteuert, von denen jedes 80 Zeichen in Form der zwei Zeilen EN1 und EN2 verarbeiten kann. In der Software wird das LCD wie zwei getrennte Displays mit je 2 Zeilen zu 40 Zeichen behandelt. Man könnte also problemlos statt einem 160-Zeilen-Display auch zwei Stück mit je 80 Zeichen einsetzen. Ein Empfänger kann also zwei kleinere Displays ansteuern, z.B. Rücken an Rücken verschraubt.

Der Kontrast der Anzeige wird mit P1 eingestellt, und die Hintergrundbeleuchtung wird mit der Verbindung der Pins von K2 aktiviert.

Als Mikrocontroller dient ein 20-poliger ATtiny2313. Mehr Leistung oder mehr Pins wären überflüssig. Ein kleineres Exemplar wäre möglich, solange ausreichend I/O-Pins vorhanden sind. Im Gegensatz

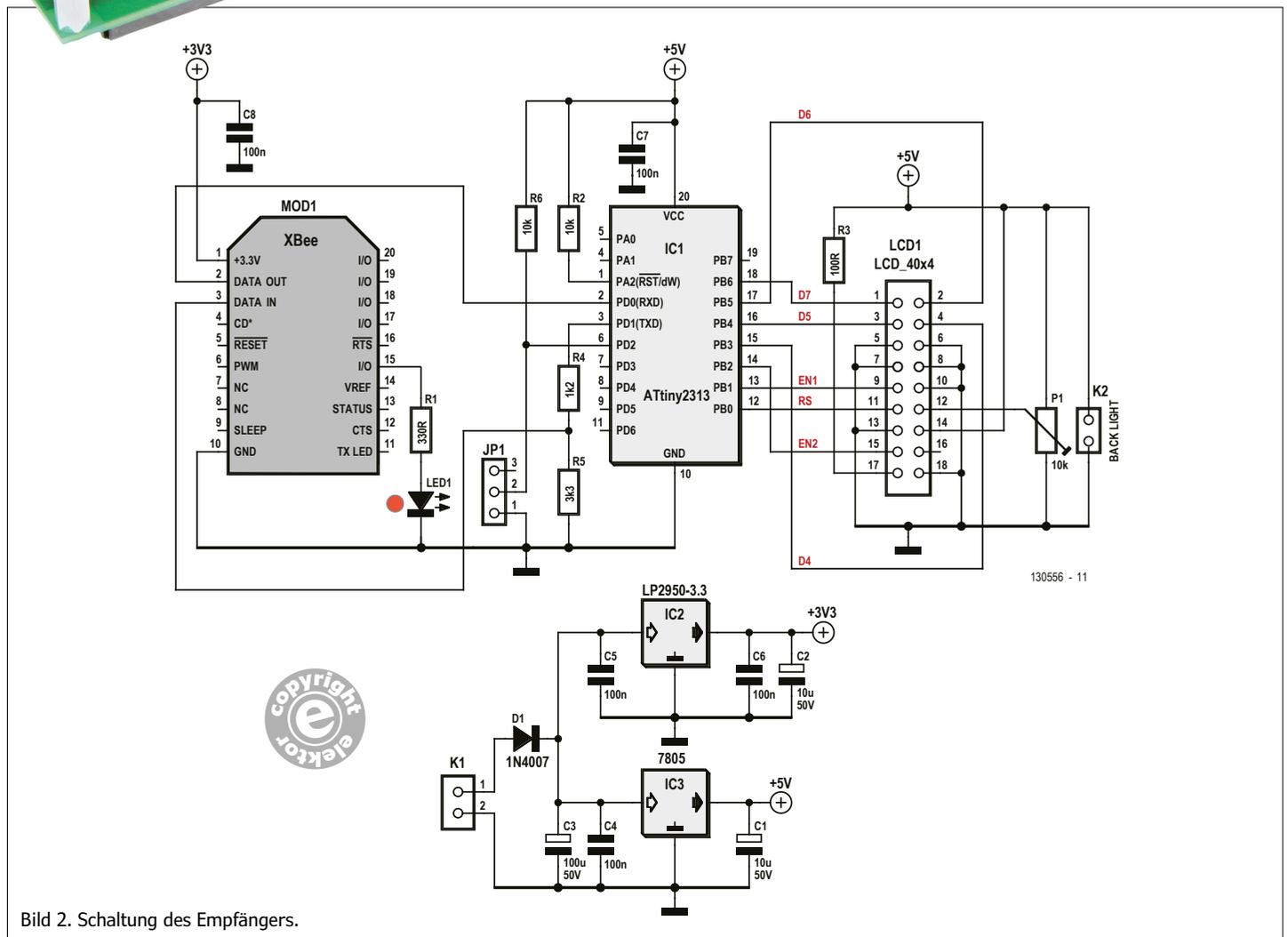


Bild 2. Schaltung des Empfängers.

zu kleineren ATTinys verfügt der Typ 2313 über einen Hardware-U(S)ART, was die Programmierung sehr vereinfacht. Dieser funktioniert gut mit dem internen Oszillator, ein extra Quarz ist überflüssig. Der Empfänger benötigt 3,3 V für das XBee-Modul und 5 V für das LCD. Der Mikrocontroller arbeitet mit beiden Spannungen und wird hier mit 5 V versorgt. Wegen der Verwendung eines 7805 (IC3) mit Verpolungsschutz D1 beträgt die minimale Eingangsspannung 8 V. Eine 9-V-Blockbatterie ist gut geeignet. Wenn Sie ein Display für 3,3 V auftreiben, kann man sich IC3 sparen und alles mit 3,3 V betreiben. Dann kann man die komplette Schaltung auch mit einem preiswerten 5-V-Netzteil versorgen.

Sender

Die Schaltung des Senders (Tx) wird in **Bild 3** gezeigt. Gegenüber dem Empfänger ist quasi das LCD durch K2 ersetzt. Es handelt

sich um eine Sub-D-Buchse des Typs DE-9 (nicht wie oft geschrieben DB-9). Statt des Mikrocontrollers sieht man einen RS232-Pegelwandler (IC1) in Standardbeschaltung. Die Funktion von LED1 ist im **Kasten RSSI** beschrieben. Die Stromversorgung entspricht der des Empfängers. Hier werden die 5 V lediglich zur Versorgung des MAX232N benötigt. Ersetzt man diesen Chip durch den Typ MAX3232EEPE+ im 16-poligen DIL-Gehäuse, kann man alles mit 3,3 V betreiben. Dann kann man auch einfach ein USB/Seriell-Konverter-Kabel verwenden, das mit 3,3-V-Pegeln arbeitet, und IC1, IC2 und IC3 entfallen. Gut geeignet ist z.B. der FTDI-

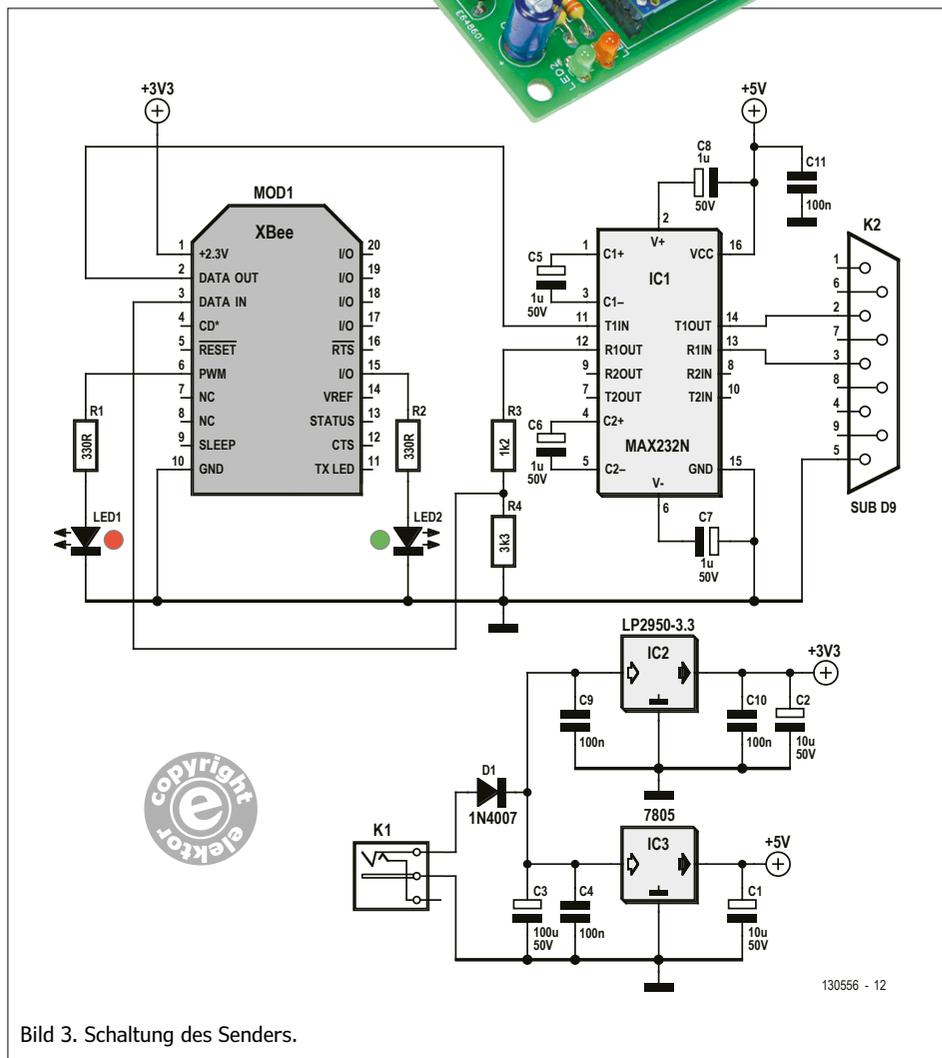
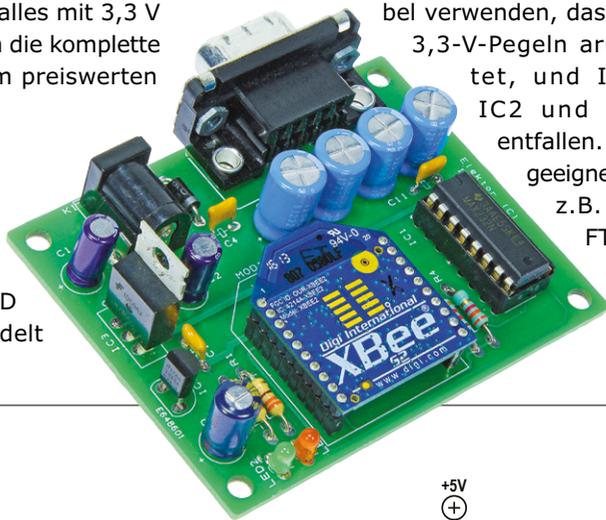


Bild 3. Schaltung des Senders.

BOB von Elektor mit der Bestellnummer 110553-91, denn das 3,3-V-Kabel von FTDI hat einen Versorgungspin, der 5 V liefert. Wenn man möchte, kann man den kompletten Sender auch gleich durch das Funk-T-Board mit der Bestellnummer 140374-1 in Kombination mit einem 3,3-V-FTDI-Kabel ersetzen.

Empfänger-Software

Die Firmware für den Empfänger wurde in C unter Atmel Studio 6.2 ohne ASF (Atmel Software Framework) geschrieben. Folglich ist sowohl der Umgang mit als auch das Verstehen des Projekts ganz einfach. Die komplette Software kann man unter [3] herunterladen. Die Hauptschleife steckt in der Datei „130556-zigtexter.c“. Sie initialisiert zunächst die Ports des Mikrocontrollers und die Peripherie. Die Übertragungsrates wird auf 9.600 Bd eingestellt. Wenn der USART bereit ist, kann der Controller das XBee-Modul initialisieren. Das Modul startet im Modus Datenüber-

RSSI

Anders als das Empfänger-Modul besitzt der Sender eine extra LED an Pin 6 (Bild 3), zur Anzeige der Feldstärke des letzten empfangenen Pakets. Ihre Helligkeit hängt von einem PWM-Signal ab, dessen Duty-Cycle wiederum dem RSSI (Received Signal Strength Indicator) wie folgt entspricht:

$$RSSI = (PWM + 5928) / 41$$

PWM ist ein Maß für den Duty-Cycle, nämlich die Zahl der Schritte mit einem Maximum von 2400. Das Maximum entspricht bei einem Takt von 12 MHz einer Zeit von 200 µs. Bei einem Duty-Cycle von 50 % beträgt die PWM = 1.200. Das ergibt ein RSSI von:

$$RSSI = (1200 + 5928) / 41 \approx 174$$

Diesen Wert wandelt man folgendermaßen in dBm: Ein dezimaler Wert von 174 entspricht 0xAE. Interpretiert man dies als Zweierkomplement eines vorzeichenbehafteten Bytes, ergibt sich ein dezimaler Wert von -82 dBm.



130556 - 12

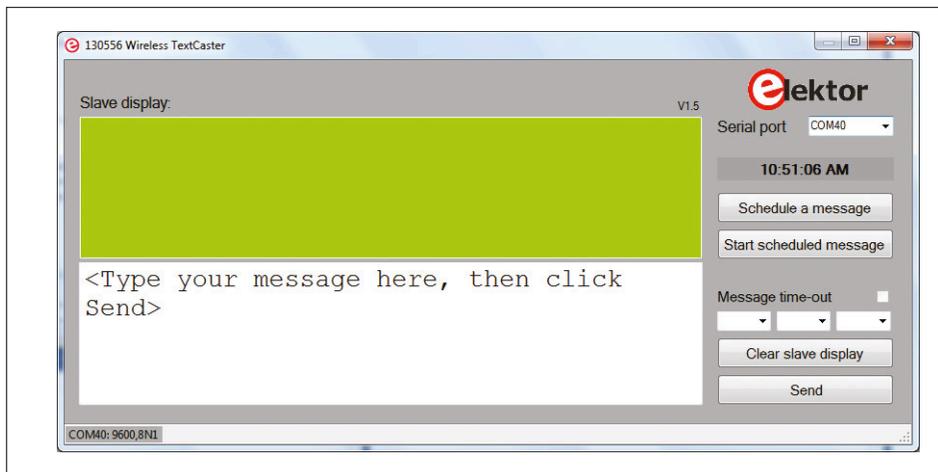


Bild 4. Die PC-Applikation für das Senden und Verwalten von Textnachrichten.

tragung. Um es in den Command-Mode zu versetzen, muss man ihm den String „+++“ (ohne CR oder LF) schicken - die Standard-Methode, um ein (Funk-)Modem in den Befehlsmodus zu versetzen. Ab jetzt können normale AT-Befehle an das Modul gesendet werden. Es braucht jetzt nur noch den Befehl „DL“, um die Zieladresse des Moduls auf Broadcasting einzustellen. Die 64-bit-Broadcast-Adresse ist:

```
0x0000 0000 0000 ffff
```

Mit dem DL-Befehl setzt man lediglich die unteren 32 Bits, mit DH die höherwertigen 32 Bits. Da man diese eh auf Null setzen müsste, braucht man den DH-Befehl gar nicht erst abzuschicken. Das Modul unterstützt viele Befehle, die auf der Webseite von Digi [1] beschrieben sind. Die Konfiguration der anderen XBee-Parameter wird nur einmal mit dem Utility XCTU vorgenommen (siehe den Abschnitt **XBee-Konfiguration**).

Um in den Data-Transmission-Mode zu gelangen muss man lediglich kurz war-

ten: Das Modul schaltet automatisch in diesen Modus, wenn es für drei Sekunden keine AT-Befehle mehr bekommt. In dieser Wartezeit zeigt die Firmware eine Begrüßungsmeldung.

Wenn irgendwo auf dem Display „(echo)“ zu lesen ist, befindet sich das Modul im Modus Echo-Empfänger. Danken Sie daran, dass nur ein Modul im Netz Echos senden darf. Nach jeder Veränderung von JP1 muss man das Modul kurz stromlos machen.

Nach 3 s befindet sich die Firmware in der Hauptschleife und wartet auf einlaufende Daten. Die Begrüßungsmeldung bleibt so lange sichtbar, bis sie von neu ankommenden Daten überschrieben wird.

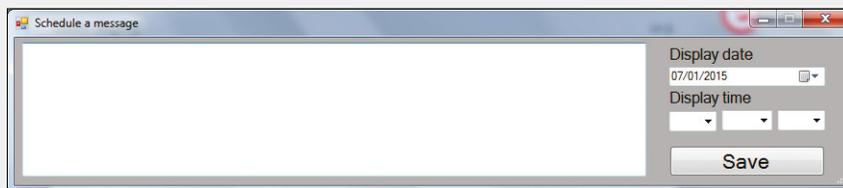
Das Format für zu sendenden Text ist einfach: 160 Zeichen mit einem Wert von $\geq 0x20$ (Leerzeichen, dezimal 32). Wird ein Zeichen mit einem Wert von $< 0x20$ geschickt, löscht dies das Display und stellt den Cursor nach links oben. Das ist der einzige Befehl hierfür. Die Positionierung der darzustellenden Zeichen an der richtigen Stelle obliegt dem Sender. Wenn die Meldung länger als 160 Zeichen ist, wird der Text einfach ab der aktuellen Position ohne Scrolling ausgegeben. Bei gewähltem Echo werden lediglich die dargestellten Zeichen zurückgeschickt. Das Befehls-Byte wird nicht zurückgegeben.

Der LCD-Treiber nutzt High-Level-Funktionen (`lcd_puts`, `lcd_clear`, `lcd_goto_xy`) und präsentiert dem Anwender ein Display aus vier Zeilen mit je 40 Zeichen. Eine Ebene tiefer wird das LCD wie zwei getrennte Displays behandelt. Das bedeutet, dass man beim Befehl `lcd_puts` zur Ausgabe eines Zeichens an der aktuellen Cursor-Position auch das Display (1 oder 2) spezifizieren muss.

Der USART-Treiber kommt ohne Interrupts oder Datenpuffer aus. Die Hauptschleife wird zur Vermeidung von Datenverlusten kurz gehalten. Das LCD wird in den Modus „4 bit read-only“ geschaltet, sodass für die Übertragung von einem Byte zwei Schreibzyklen durchlaufen werden müssen. Dabei muss vor dem Schreiben des höheren Nibble gewartet werden, bis das erste Nibble verdaut ist. Die hierzu gebrauchte Verzögerung beträgt 50 μ s und ist pro Byte zweimal erforderlich. Das passt aber noch locker in die Zeit der Übertragung von einem Byte, die bei 9.600 Bd rund 1 ms beträgt. Wenn ihr Display Probleme machen sollte, verlängern Sie die 50 μ s ein bisschen.

Message Scheduling

Ein Klick auf die Schaltfläche „Schedule a message“ öffnet das beschriebene Fenster, wo man Text eingeben und eine Zeit (Auflösung 1 min) sowie ein Datum festlegen kann, an dem die Nachricht verschickt wird. Für jede Nachricht klickt man auf „Save“. Die letzte gesendete Nachricht bleibt so lange auf einem Empfänger-Display stehen, bis sie von einer neuen überschrieben wird. Wenn man daher eine angezeigte Nachricht nach einer bestimmten Zeit löschen möchte, kann man entweder eine leere Nachricht oder aber die Spezialnachricht „reset“ (klein geschrieben) verschicken lassen. Nachdem alle zu versendenden Nachrichten eingegeben sind, schließt man das Fenster und klickt auf



Das Eingabefenster der Nachrichtenverwaltung.

„Start scheduled message“ um die automatische Nachrichtenverwaltung zu aktivieren. Wenn dieses Verzeichnis noch nicht existiert, wird es angelegt. Die Datei (im Text-Format) kann man auch mit anderer Software editieren. Wenn man die Nachrichten archivieren will, sollte man diese Datei aus diesem Ordner an einen sicheren Platz kopieren. Wenn man dann diese Nachrichten noch einmal senden will, braucht man nur ihr Datum zu ändern. Dieses Feature legt die temporäre Datei `Display1.csv` im Verzeichnis `C:\Elektor` an.

Sender-Software

Zum Umgang mit und dem Versenden von Textnachrichten wurde eine Anwendung in C# unter Microsoft Visual Studio 2010 Express erstellt. **Bild 4** zeigt das aktive Programm. Diese freie Software kann jederzeit verändert werden. Zunächst muss man den COM-Port auswählen, an den der Sender angeschlossen ist, und dann kann man schon senden. Hierzu gibt man den Text in das untere Fenster ein und klickt auf „Send“. Dabei wird das untere Fenster für eine neue Eingabe gelöscht. Wenn im System ein Empfänger mit aktivem Echo ist, erscheint das Echo im grünen oberen Fenster. Ohne Echo bleibt es leer.

Der Text sollte auch bei den Empfängern angekommen sein.

Die Fenster sind mehrzeilig ausgeführt, mit automatischem Zeilenumbruch an Wortgrenzen. Beim Senden von Text werden vom Sender entsprechende Leerzeichen eingefügt, damit der Umbruch auf Empfängerseite mit dem des Senders übereinstimmt. Das Ziel war weitgehendes WYSIWYG (What You See Is What You Get). Wenn man also nicht genau weiß, was man tut, sollte man die Fenstergröße und die Fonts nicht ändern. Sonst war es das mit dem ausgetüftelten WYSIWYG. Das soll Sie natürlich nicht daran hindern, die Fenster an ein spezielles Display anzupassen.

Man kann auch ein Timeout für Nachrichten im AM/PM-Format verschicken (Feld Message Time-out). Nach Ablauf dieser Zeit erhalten die Displays einen Löschruf. Man kann ein Löschen auch manuell via Schaltfläche „Clear slave display“ auslösen.

Zum „Message Scheduling“ gibt es einen extra **Kasten**.

XBee-Konfiguration

Alle XBee-Module benötigen eine einmalige Grundkonfiguration. Hierfür benötigt man je nach Version ein spezielles Utility von Digi: X-CTU, XCTU oder XCTU Next Generation. Dabei handelt es sich gemessen an der Aufgabe um ein über-

Stückliste

Empfänger

Widerstände:

(Standard: 5 %, 250 mW)

R1 = 330 Ω
 R2,R6 = 10 k
 R3 = 100 Ω
 R4 = 1k2
 R5 = 3k3
 P1 = 10 k, Trimpoti

Kondensatoren:

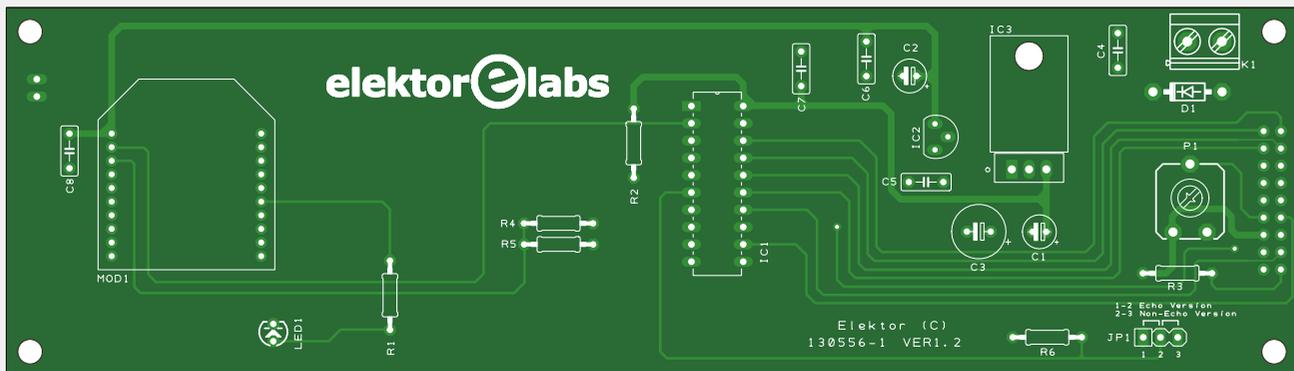
C1, C2 = 10 μ / 50 V, radial, RM 2 mm
 C3 = 100 μ / 50 V, radial, RM 3,5 mm
 C4..C8 = 100 n, RM 5 mm

Halbleiter:

LED1 = LED, rot, 3 mm
 D1 = 1N4007
 IC1 = ATtiny2313-20PU, programmiert, Elektor Nr. 130556-41
 IC2 = LP2950-ACZ3.3
 IC3 = 7805

Außerdem:

K1 = 2-pol. Schraubklemme für Platinenmontage, RM 0,2"
 K2 = 2x1-Stiftleiste, RM 0,1"
 MOD1 = XBee-Modul XB24-Z7WIT-004
 2x 10x1-Buchsenleiste für XBee-Modul
 LCD1 = LCD, alphanumerisch, 4 x 40 Zeichen
 2x 9x1-Buchsenleiste für LCD
 Platine Nr. 130556-1 v. 1.2



PCB 90% der wahren Größe

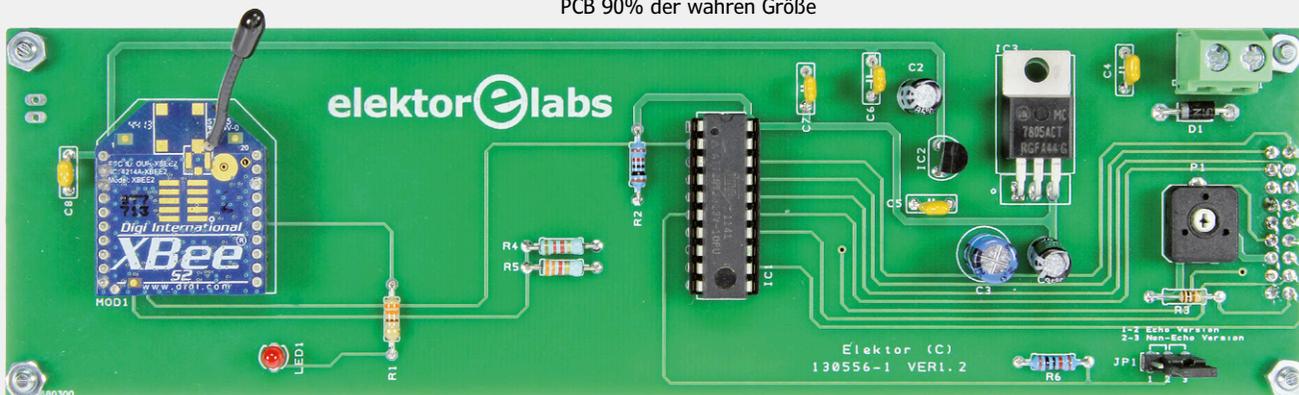




Bild 6. Frühstück ist fertig!

Weblinks

- [1] XBee-AT-Befehle:
http://examples.digi.com/wp-content/uploads/2012/07/XBee_ZB_ZigBee_AT_Commands.pdf
- [2] XCTU: www.digi.com/support/productdetail?pid=3352&type=utilities
- [3] Projekt-Dateien: www.elektor-magazine.de/130556
- [4] Platinen-Dateien unter RS DesignShare:
www.rs-online.com/designspark/designshare/eng/projects/192

trieben großes Tool – eine Folge moderner Entwicklungssysteme. Es sind zwei Konfigurationsprofile als Dateien vorbereitet, die in die Module übertragen werden: eines für die Empfänger und eines für den Sender [3]. Wenn man nicht OS X bzw. Windows 7 oder neuer verwendet, sollte man die Version XCTU 5.2.8.6 herunterladen. **Bild 5** zeigt diese Version.

Man startet XCTU und verbindet das zu konfigurierende XBee-Modul mit einer freien seriellen Schnittstelle. Diese wird in XCTU unter dem Tab „PC Settings“ eingegeben. Dann wird im Tab „Modem Configuration“ in der Gruppe „Profile“ die Schaltfläche „Load“ betätigt. Man lädt nun entweder „130556_Client_ZigBee.pro“ oder „130556_Server_ZigBee.pro“, die man zuvor von [3] bezogen hat. Der Sender benötigt das Server-Profil – es kann davon nur eines pro Netzwerk geben. Nach dem Laden des Profils zeigt XCTU „Modem: XBee XB24-ZB“ sowie zusätz-

Stückliste

Sender

Widerstände:

(Standard: 5 %, 250 mW)
R1,R2 = 330 Ω
R3 = 1k2
R4 = 3k3

Kondensatoren:

C1,C2,C5..C8 = 10 µ / 50 V, radial, RM 2 mm
C3 = 100 µ / 50 V, radial, RM 3,5 mm
C4,C9..C11 = 100 n, RM 5 mm

Halbleiter:

LED1 = LED, rot, 3 mm
LED2 = LED, grün, 3 mm
IC1 = MAX232N
D1 = 1N4007
IC2 = LP2950-ACZ3.3
IC3 = 7805

Außerdem:

K1 = Netzteil-Buchse für Platinenmontage
K2 = 9-pol. Sub-D-Buchse für Platinenmontage
MOD1 = XBee-Modul XB24-Z7WIT-004
2x 10x1-Buchsenleiste für XBee-Modul
Platine Nr. 130556-2 v. 1.2

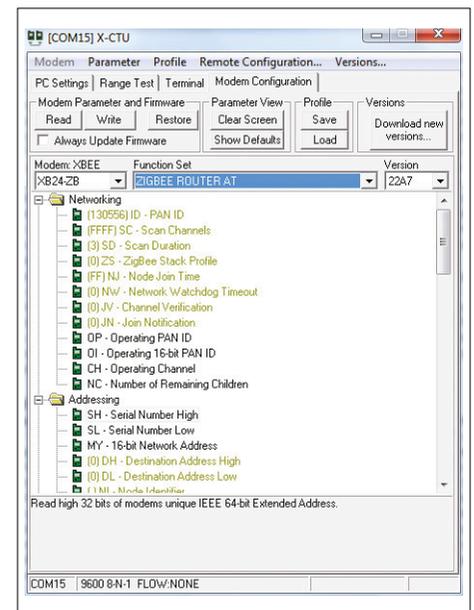
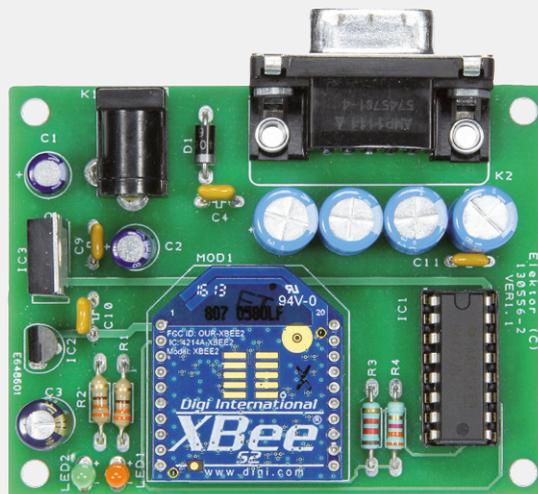
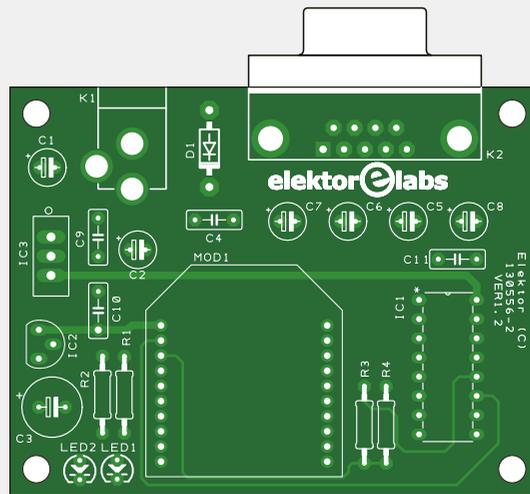


Bild 5. Das Utility XCTU von Digi für die Grundkonfiguration der XBee-Module.

lich „ZIGBEE COORDINATOR AT“ (Sender) oder „ZIGBEE ROUTER AT“ (Empfänger an). Jetzt folgt ein Klick auf „Write“ in der Gruppe „Modem Parameter and Firmware“. Dieses Procedere muss für jedes Modul vorgenommen werden. Jetzt ist das Textfunksystem aus Sender und diversen Empfängern bereit fürs Ausprobieren!

(130556-1)



LEARN

DESIGN

SHARE



Von **Jaime González-Arintero** jaime.glez.arintero@eimworld.com

Willkommen, Schaltungs-Wanderer!

Wir versuchen, aus jeder Ausgabe von Elektor etwas Besonderes zu machen. Aber wie Sie vielleicht bemerken, ist diese etwas sehr Besonderes, weil wir eine Menge Dinge in der Struktur Ihrer Zeitschrift geändert haben. Irgendwann wurde uns klar, dass es drei grundlegende Tätigkeiten im Leben eines jeden Elektronik-Enthusiasten gibt: Lernen, Entwerfen, Teilen. „Learn, Design, Share“ soll unser brandneues Motto werden! Sie lernen etwas Neues und haben das Bedürfnis, etwas zu entwerfen. Manche Dinge sind zu gut, um im Dunkeln gehalten zu werden, so dass Sie sie teilen möchten. Sie lernen auch, während Sie entwerfen, Sie teilen, während Sie lernen oder entwerfen sogar, während Sie teilen. Die Reihenfolge der Tätigkeiten bestimmt nicht das Ergebnis - lassen Sie

Ihre Kreativität entscheiden! Der Austausch von Wissen und Ideen war schon immer die Basis des menschlichen Fortschritts. In der Elektronik bringt dieser Austausch in der Regel Projekte in Rekordzeit zum Erwachen. Sie sehen so die Dinge aus unterschiedlichen Perspektiven, was die Aufgabe vereinfacht und Communities zusammenhält. Teilen ist nicht nur Zuwendung, sondern eine effiziente und möglicherweise die intelligenteste Art zu arbeiten. Jetzt, mehr als je zuvor, können Sie Ihre Projekte, Ideen, Entwürfe oder Tipps teilen. Hier, in der SHARE-Rubrik sind wir immer ganz Ohr.



„Wanderer, es gibt keinen Weg, der Weg entsteht beim Gehen.“ - Antonio Machado

Was geht?

So viele neue Abschnitte hier...

Projekt 2.0

Irren ist menschlich...

Programmierer nennen sie „Patches“, aber da wir keine Möglichkeit haben, die Printausgabe von Elektor einfach zu updaten, müssen wir regelmäßig einen Abschnitt mit Korrekturen und Updates veröffentlichen. Projekt 2.0 ist eine der brandneuen Rubriken und Ihr Input ist dabei immer und mehr als willkommen. Ingenieure lieben Updates und Verbesserungen genauso wie das ursprüngliche Produkt. Sehen Sie einen Fehler oder haben etwas zu verbessern? Dann lassen Sie es uns wissen!

Aus dem Labor

Was köchelt denn da?

Glauben Sie mir, das Elektor-Labor ist an sich kein gefährlicher Ort, solange Jan Visser darauf verzichtet, Pizza in einem SMD-Ofen zu backen oder LEDs in einer improvisierten Wurst-Schaltung erstrahlen zu lassen (eine allzu wahre Begebenheit). In solchen Fällen berichtet unser Hochrisiko-Spezialreporter Thijs Beckers, was vor sich geht. In jeder Ausgabe können Sie ein amüsantes oder zündendes Stück praktischer Elektrotechnik erwarten. Vielleicht erkennen Sie sich auch selbst?

Web-Recherche

Ist es nicht das, was wir alle täglich tun?

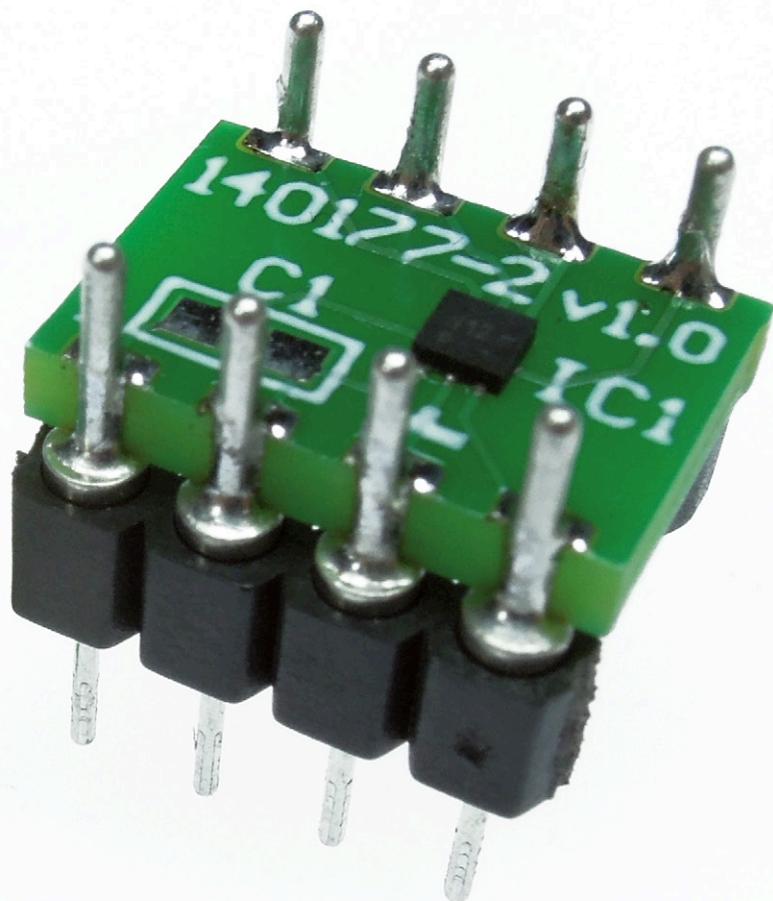
Im Internet sind wir täglich großen Mengen an Informationen ausgesetzt. Doch wie in allen Dingen von Interesse bleibt das Interessante meist in irgendwelchen dunklen Ecken versteckt. Allerdings wird unser niederländischer Redakteur Harry Baggen die besten Seiten zusammenstellen und sie im Heft ins Rampenlicht stellen. Ein Muss für jeden Elektronik-Freak!

Kennen Sie Links, die es wert sind, gefunden zu werden? Lassen Sie es uns wissen!

Acht Zinnen

Von Thijs Beckers (Elektor-Labor)

Natürlich dreht es sich hier nicht um die Zinnen des beeindruckenden Limbricht Castle, des Elektor-Hauptquartiers in den Niederlanden und der Heimatbasis des Elektor-Labors. Der Titel ist nämlich, so das Wörterbuch, die deutsche Übersetzung des Begriffs „castellation“.



Solche Castellations bezeichnen in der Elektronik Durchkontaktierungen oder „Thru“-Löcher in Leiterplatten, die genau in der Mitte durchgeschnitten sind und quasi halbe Löcher darstellen. Kurz gesagt, verzinnte (!) Kupferbahnen am Rand der Leiterplatte. Ein anderer Begriff dafür lautet *PTH on edge*, wobei PTH für *Plated Through Hole* steht. Auch der Ausdruck *Plated Half-holes* wird gebraucht. Castellations werden für verschiedene Zwecke verwendet, zum Beispiel, um zwei nebeneinander liegende Platinen

zu verbinden, etwa wenn ein vorgefertigtes Modul an einem größeren Mainboard befestigt werden soll. Gleichzeitig erhält man eine bequeme Kontrollstelle, um elektrische Verbindungen und Signale zu überprüfen. Diese Methode hat auch einen erheblich dünneren Aufbau des Geräts zur Folge als wenn man Mehrfachsteckverbindungen einsetzen würde. Die Castellation-Technik kann auch verwendet werden, wenn Pins an der Seite einer Leiterplatte angebracht werden müssen, wie beispielsweise bei unserem

Renner *FT232R USB/Seriell Bridge/BOB* [1], sehr zum Erstaunen derjenigen, die sich über die schlecht zugeschnittene Platine beschwert hatten. Jetzt wird diese Technik noch einmal in einem Elektor-Projekt angewendet. Die Hauptgründe für die „Zinnen“ in diesem Projekt:

- Platzersparnis. Diese Lösung ermöglicht die kleinstmögliche Platine mit einem NXP NTAG-IC. Darüber hinaus kann die Platine bequem direkt auf der Hauptplatine festgelötet werden.
- Funktion. Für eine optimale Leistung muss die Antenne so weit wie möglich von leitenden Oberflächen (Kupferflächen und -bahnen) entfernt sein.

Die Herstellung von Castellations erfordert zusätzliche Aufmerksamkeit des Platinenherstellers, da bei der Herstellung der Leiterplatte zusätzliche Schritte nötig sind. Nach der *Direct metallization* und dem *dry film imaging* der äußeren Lagen ist ein zusätzlicher Arbeitsgang in der Bohr-Abteilung erforderlich. Um eine einwandfreie Fertigung zu gewährleisten, muss in der Datenaufbereitung besonderes Augenmerk auf das Setup der Dateien

Über den Autor:

Thijs kam 2005 zu Elektor, als neuer Redakteur des niederländischen Teams, kurz nachdem er sein Elektrotechnik-Studium mit dem Bachelor abgeschlossen hatte. Nach einiger Zeit wechselte er zur englischsprachigen Redaktion, teilweise war er schon damals für das Elektor-Labor tätig. Seit über einem Jahr arbeitet er voll dort; Thijs ist dafür verantwortlich, dass die Elektor-Kits und Module qualitativ hochwertig produziert werden. Natürlich zählt er die Elektronik auch zu seinen Hobbys, wobei sein Fokus auf dem Audibereich und der Reparatur älterer Geräte liegt. Er ist aber auch leidenschaftlicher (E-)Drummer in einer Hardrockband.

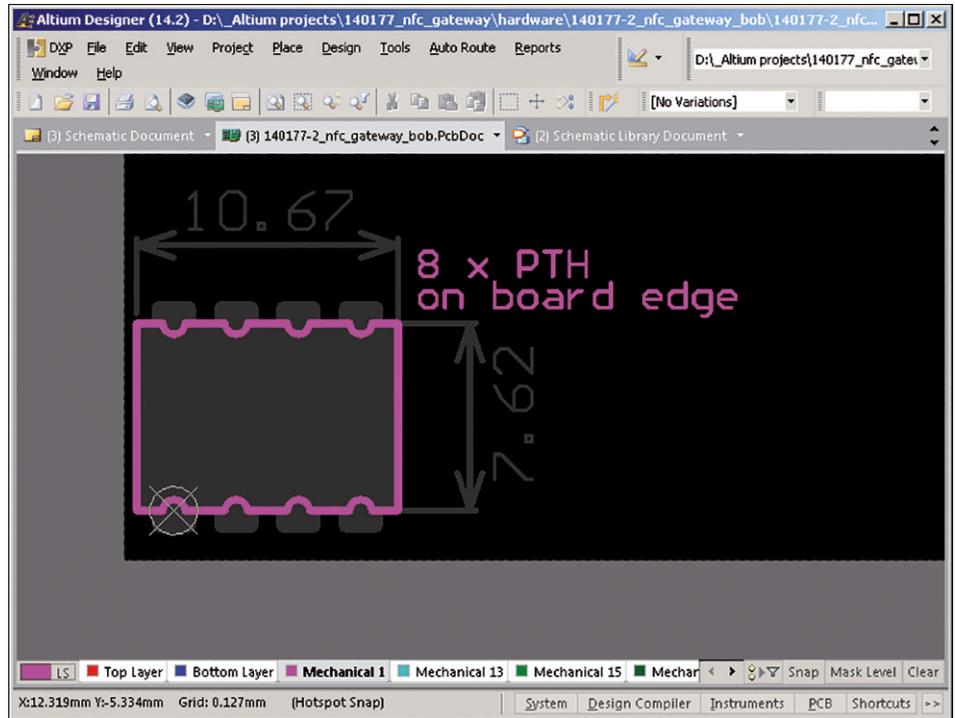


für die Produktionsmaschinen gelegt werden. Und natürlich müssen die Entwickler ihre Wünsche angeben, bevor der Herstellungsprozess beginnen kann. Das Elektor-Labor arbeitet eng mit der Firma Eurocircuits zusammen, die auch unsere Prototyp-Platinen produziert. Damit bei der Prototyp-Platine in Größe eines 8-poligen DIPs (siehe **Foto**) alles korrekt abläuft, haben wir folgende Richtlinien beim Hochladen der Dateien beachtet:

- Geben Sie den Rand der Platine als separaten Layer an (im Altium Designer verwenden wir Mechanical 1 für die Umrandung, siehe **Screenshot**). Er muss in den *Copper layers* stehen, damit er korrekt positioniert wird. Ja, es sieht aus wie ein riesiger Kurzschluss, aber die Mitarbeiter von Eurocircuits erkennen dies als Anweisungen für Castellations und entfernen den Kurzschluss vor der Produktion.
- Stellen Sie bei der Bestellung der Leiterplatte sicher, dass die Option *PTH on the board edge* angekreuzt ist (siehe Screenshot).
- Schicken Sie eine separate Textdatei mit dem Hinweis, dass die Platine mit Castellations ausgestattet ist.

Hinzu kommen folgende Empfehlungen:

- Wählen Sie die höchstmögliche Lochgröße, mindestens aber 0,80 mm.
- Wählen Sie das größtmögliche Pad bei beiden Außenlayern, um eine gute Anbindung an die Leiterbahnen zu gewährleisten.
- Wenn möglich, sollte man auch in den Innenlagen Pads setzen, um das „halbe Loch“ besser zu verankern. Damit verhindert man auch die Gratbildung während der Produktion.
- Sorgen Sie dafür, dass es genügend freien Platz am Platinenrand gibt, damit die Platine während der Herstellung sicher im Produktionsrahmen fixiert werden kann. Sollen alle vier Ränder mit Castellations versehen werden, stellt das den Platinenhersteller vor besondere Probleme. Hier ist es sehr sinnvoll, persönlichen Kontakt mit dem Platinenhersteller aufzunehmen, um Probleme diskutieren zu können.
- Alle Oberflächenmaterialien sind möglich, aber für kleinere Platinen empfiehlt sich Gold-über-Nickel!



Wenn Sie sich an diese Richtlinien halten, sollten Sie in der Lage sein, perfekte Leiterplatten-Dateien (Gerber-Dateien) für Castellations-Platinen zu entwerfen.

Nur falls Sie sich wundern: Ja, das IC auf dem Foto ist nur 1,6x1,6 mm² groß und nur 0,5 mm hoch! Und ja, gelötet

haben wir es selbst, mit unserem EG-Reflow-Mate [2].

(140527)

Weblinks:

[1] www.elektor.de/110553-91

[2] www.elektor.de/ec-reflow-mate

Quantity: 10 PCBs
Board surface / Order surface: 0.80 dm² / 8.00 dm²

Prices	Net	Gross*
Single PCB	€ 13.77	€ 16.66
Total boards	€ 137.67	€ 166.58
Express transport	€ 0.00	€ 0.00
Total	€ 137.67	€ 166.58

* The gross prices include 21.00% VAT.

Useful documents:
[PCB Calculator user guide](#)
[PCB design guidelines](#)

Alternatives (Customized matrix):

Quantity	Working days	Net	Gross*
10 PCBs	7 working days	€ 13.77	€ 16.66
20 PCBs	7 working days	€ 9.18	€ 11.11
30 PCBs	7 working days	€ 7.38	€ 8.94
10 PCBs	6 working days	€ 17.20	€ 20.81
20 PCBs	6 working days	€ 11.48	€ 13.89
30 PCBs	6 working days	€ 9.24	€ 11.18

* The gross prices include 21.00% VAT.
The transport costs and total price are calculated and shown in the summary according to the selection.

Restaurierung des Röhrenvoltmeters HP 400H (1)

Von **Chuck Hansen** (USA)

Nur wenige Jahre nachdem Hewlett-Packard mit dem Tongenerator 200A [1] sein erstes Produkt auf den Markt brachte, entstand nicht nur ein Bedarf zum genauen Messen der Signale dieses Tongenerators, sondern auch der Signale, die beim Überprüfen von Audioelektronik am Ausgang anliegen.



Bilder von Steve Byan. Das HP 400H ist das Gerät mit dem roten Aufkleber.

Die damaligen passiven Voltmeter nutzten Drehspulinstrumente, bei denen sich eine hochohmige Spule aus sehr dünnem Draht in einem starken Magnetfeld bewegt. Die vom durch die Spule fließenden Strom erzeugte Kraft arbeitet gegen eine mechanische Feder, weshalb der Drehwinkel proportional zum *Strom* ist. Wichtig für ein Messgerät ist, die zu messende Schaltung durch die Messung so wenig wie möglich zu beeinflussen. Ein Drehspulvoltmeter benötigt also einen kleinen Strom zur Messung. Es braucht daher noch einen Vorwiderstand, damit die Auslenkung der Spule und des Zeigers proportional zur angelegten Spannung wird. Rückwirkungsarm ist daher ein empfindliches Instrument mit einem entsprechend hochohmigen Vorwiderstand. Ein Maß für die Empfindlichkeit ist der Parameter „Ohm pro Volt“, was dem Widerstand des Messgeräts geteilt durch die Spannung für Vollausschlag entspricht. Ein Instrument mit der Empfindlichkeit von 1.000 Ω/V benötigt nach Georg Simon Ohm einen Strom von 1 mA für einen vollen Ausschlag des Zeigers. Drehspulinstrumente mit Magnetfeld arbeiten nur mit Gleichstrom. Zur Mes-

sung von Wechselspannungen braucht es noch einen Gleichrichter, damit sich die Spule in nur eine Richtung dreht. Doch es gibt auch Dreheiseninstrumente, bei denen eine fixe Spule einen ebenfalls fixen Eisenzylinder magnetisiert. In diesem befindet sich ein beweglicher Eisenkern (an dem der Zeiger befestigt ist). Dieser wird vom anderen Eisenzylinder wegen des gleich gepolten Magnetfelds abgestoßen. Die Zeigerauslenkung ist nicht linear und daher wird die Anzeige kleiner Werte komprimiert. Ein Dreheiseninstrument verarbeitet zwar Wechselspannung direkt, doch seine Impedanz ist aufgrund der Induktivität frequenzabhängig. Elektrostatische Voltmeter nutzen die gegenseitige Anziehung von unterschiedlich geladenen Platten, um einen Zeiger zu bewegen. Voltmeter dieses Typs arbeiten nur bei höheren Spannungen, brauchen so gut wie keinen Strom und funktionieren auch ohne Gleichrichtung mit Wechselspannung.

Röhrenvoltmeter (RVM)

Sowohl die Empfindlichkeit als auch der Eingangswiderstand eines Voltmeters kann deutlich erhöht werden, wenn der

nötige Strom für die Anzeige von einem Verstärker statt der Prüfspitze stammt. Ein Verstärker zwischen Eingang und Instrument hat zwei entscheidende Vorteile: Zum einen kann ein robusteres Drehspulinstrument verwendet werden, da seine Empfindlichkeit nicht so hoch zu sein braucht. Zum anderen kann der Eingangswiderstand massiv gesteigert werden, was die zu messende Schaltung viel geringer belastet. Bei verstärkten Voltmetern liegt der Eingangswiderstand üblicherweise zwischen 1 und 20 M Ω – unabhängig vom gewählten Messbereich.

Das Konzept von Röhrenvoltmetern – englisch abgekürzt VTVM = **V**acuum **T**ube **V**olt-**M**eter – wurde während des ersten Weltkriegs vom britischen Pionier R. A. Heising entwickelt, um genau diesen störenden Einfluss passiver Voltmeter auf die zu messende Schaltung zu reduzieren. Das erste praxistaugliche RVM wurde 1922 von E. B. Moullin an der University of Cambridge entwickelt und von der Cambridge Scientific Instrument Company vermarktet.

Der Amerikaner Harold Black erfand 1927 die Gegenkopplung, als er sich mit Telefonieverstärkern beschäftigte. Seine Erfindung verbesserte die Stabilität und vor allem die Linearität von Verstärkern, was sie für Messaufgaben erst prädestinierte. Der englische Ingenieur Alan Blumlein erfand 1936 den Differenzverstärker auf Röhrenbasis. Damit waren alle Bestandteile verfügbar, die man für ein praxisge-

EST[®] 2004

www.elektor.tv



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).

rechtes RVM benötigt. Außerdem waren diese Geräte gut abzulesen, da dank Gegenkopplung eine sehr lineare Skala möglich war.

RVM-Pluspunkte

Ein RVM hat eine sehr viel höhere Empfindlichkeit als klassische elektromechanische Instrumente. Jedes Voltmeter hat einen Eingangswiderstand, der aus dem Spannungsteiler für die verschiedenen Messbereiche resultiert und der Messfehler produziert. Das ist noch kein Problem, wenn man z.B. die Netzspannung misst, denn diese ist sehr niederohmig. Anders sieht die Sache aus, wenn man Spannungen in Röhrenschaltungen messen will, weil diese oft eine Quellimpedanz von einigen hundert k Ω haben. Unempfindliche Messgeräte machen hier beträchtliche Messfehler. Ich habe schon Röhrenschaltungen gesehen, in denen der Hersteller und der Typ des verwendeten Voltmeters angegeben war, sodass die Messungen eindeutig repliziert werden konnten.

Ein weiterer Vorteil eines RVM ist, dass auch Wechselspannungen gut gemessen werden können, die den hohen Gleichspannungen in Röhrenschaltungen überlagert sind. Selbst kleine Wechselspannungen können so über den die Gleichspannung abtrennenden Eingangskondensator erfasst werden (und dies über einen weiten Frequenzbereich).

Weiter verträgt ein RVM auch kürzere Überlastungen. Die Spezifikationen für das Modell HP 400A behaupten „gelegentliche Überlastungen um den Faktor 100 beschädigen das Messgerät nicht“. Voltmeter mit Halbleitern sind wesentlich kritischer, was zu hohe Eingangsspannungen angeht.



Bild 1. HP400A, das Original.

HPs RVM-Geschichte

Bei ihrer Markteinführung boten die RVMs von HP eine besonders hohe Zuverlässigkeit. Die Messgeräte hatten Skalen mit dem Effektivwert der Wechselspannung sowie dem dB-Pegel bezogen auf 1 mW an 600 Ω (heutige Einheit dBm).

Das erste Modell 400A (Bild 1) wurde 1941 von Dave Packard entwickelt. Es kam 1942 auf den Markt und wurde noch bis 1958 gefertigt. Es stand vor allem für Stabilität, denn es war eines der ersten RVMs, das keinen Nullabgleich benötigte und auch keinen für Drift. Mit seiner hohen Eingangsimpedanz und einer Bandbreite von über 1 MHz wurde es quasi zum Industriestandard. Diese guten Eigenschaften hatte es vor allem der Gegenkopplung zu verdanken.

Die 400er-Serie stellte den Verstärker-Ausgang an Bananenbuchsen zur Verfügung. Hier lagen 0,15 V für Vollausschlag an. Die Quellimpedanz betrug nur 50 Ω . Dieser niederohmige Ausgang konnte gut ein Oszilloskop ansteuern, sodass man die zu messende Schaltung nicht mit dem üblichen Eingangswiderstand von 1 M Ω zusätzlich belasten musste.

Die Eingangsstufe war ein Kathodenfolger mit einer Eingangsimpedanz von 1 M Ω , gefolgt von einem schaltbaren Abschwächer für die Messbereiche. Am Eingang war noch eine zusätzliche Abschwächung von 1.000:1 platziert. Die Ausgangsstufe sorgt für eine Vollweggleichrichtung und treibt ein Instrument mit 1 mA. Der Frequenzgang des Breitbandverstärkers ist von 10 cps zu 1 Mcps [2] bemerkenswert flach. Dank der Gegenkopplung ist der Verstärker sehr stabil. Außerdem wird die Messgenauigkeit so nicht von Schwankungen der Netzspannung und den Röhreneigenschaften beeinflusst. Man kann



Bild 2. HP 400H, die Frontplatte.

das RVM auch gut als Breitbandverstärker einsetzen.

Familienbild der Serie HP 400

Das Modell **HP 400A** hat als Wechselspannungsvoltmeter neun Messbereiche zwischen 30 mV und 300 V bezogen auf Vollausschlag. Die Messgenauigkeit lag im Bereich von 10 cps bis 100 kcps bei $\pm 3\%$ - im ganzen Frequenzbereich bis 1 Mcps waren es noch gute $\pm 5\%$. Eine Schwankung der Netzspannung zwischen 105 und 125 V oder das Auswechseln der Röhren veränderte die Messungen nur um 3 % (bis 100 kcps). Die Eingangsimpedanz für Spannungen ≤ 30 V lag bei guten 1 M Ω parallel mit 16 μF [2] - im

Alte Werbung für das HP 400A

Dieser Auszug aus dem HP-Katalog beschreibt seine Eigenschaften:

Das Röhrenvoltmeter HP Model 400A, eine Neuentwicklung aus den HP-Laboratorien, besitzt alle wichtigen wünschenswerten Eigenschaften. Es ist eines der besten Geräte, da seine Genauigkeit unerreicht ist, bei einer extremen Unempfindlichkeit über einen weiten Frequenzbereich. Eine der herausragenden Eigenschaften des HP 400A ist, dass die Spannungsanzeige proportional zum Mittelwert der vollen (Sinus-)Welle ist. Diesen Vorteil bietet kaum ein anderes elektronisches Messgerät von heute. Wechselspannungen von nur 0,005 bis zu 300 V können einfach und direkt ohne Vorsichtsmaßnahmen in einem Frequenzbereich von 10 bis 1.000.000 Umdrehungen gemessen werden. Die Genauigkeit der Messungen ist garantiert, da die hohe Eingangsimpedanz die zu messende Schaltung nicht beeinträchtigt. Außerdem bleibt der Abgleichfehler unter allen Bedingungen kleiner 3 % bis zu 100 kc und weniger als 5 % bis zu einer Megaumdrehung.

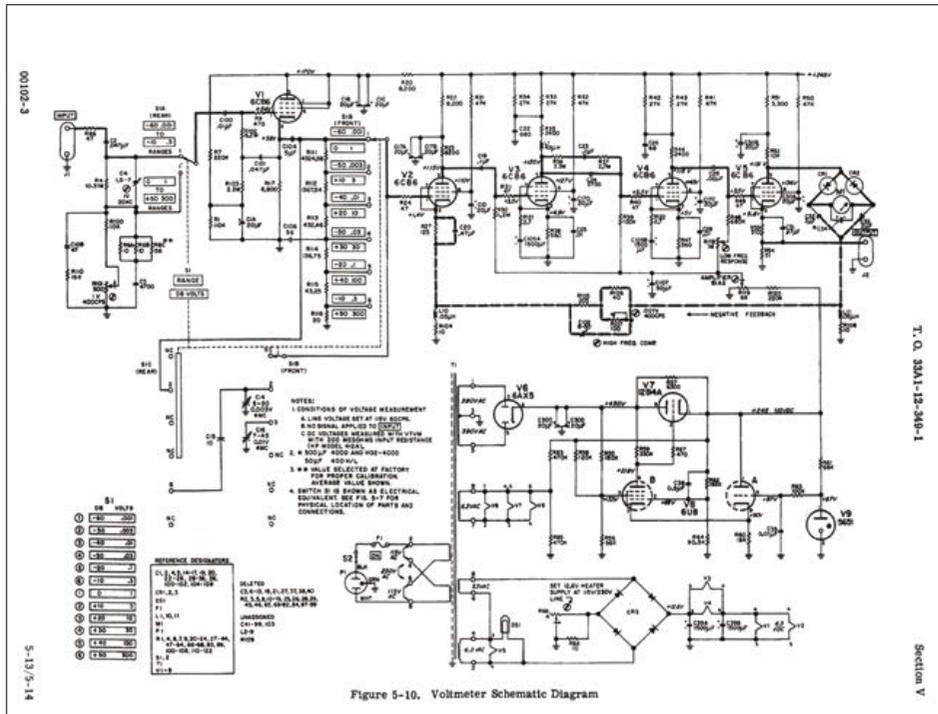


Bild 3. HP 400H, die Schaltung.

100-V-Bereich waren es 3 M Ω und im 300-V-Bereich 2,4 M Ω . Da das Ausgangssignal auf Buchsen rechts oben zugänglich war, konnte man das Gerät auch als Verstärker benutzen.

Das Modell **HP 400B** hat dieselbe geneigte Front wie das 400A und auch die gleichen neun Messbereiche. Seine Bandbreite ist allerdings auf 2 cps bis 100 kcps beschränkt. Dafür beträgt die Eingangsimpedanz bei 100 cps gute 9 M Ω und liegt selbst bei 100 kcps immer noch bei 4 M Ω . Es wurde von 1950 bis 1952 gebaut.

Das Modell **HP 400C** hat wiederum die gleiche schräge Frontplatte wie die Modelle 400A und 400B. Es verfügt über zwölf Messbereiche von 1 mV bis 300 V. Die Bandbreite reicht von 10 cps bis zu 2 Mcps. Es wurde von 1950 bis 1952 gefertigt.

Das Modell **HP 400D** erschien ebenfalls 1955. Es hat ein hohes Gehäuse, aber mit dem kleineren Instrument der Modelle 400A und 400B. Es verfügt ebenfalls über zwölf Messbereiche von 1 mV bis 300 V. Die Bandbreite reicht von 10 cps bis zu 4 Mcps. Weiter gibt es zwölf Dezibel-Bereiche -72 bis +52 dBm. Für von 600 Ω abweichende Impedanzen gibt es eine dB-Umrechnungstabelle. Die Eingangsimpedanz beträgt 10 M Ω parallel zu <15 μ F von 1 V bis 300 V bzw. 25 μ F von 1 mV zu 300 mV. Es gab das Gerät auch zur

Rack-Montage als Modell **400DR**.

Die Modelle **HP 400E**, **HP 400F** und **HP 400G** sind kleine Transistorvoltmeter mit einer Spiegelskala zur Verminderung von Parallaxe-Fehlern. Sie haben eine Eingangsimpedanz von 10 M Ω . Die Modelle **400EL** und **400FL** haben lineare dB-Skalen und logarithmische Spannungsbereiche. Beim 400E gibt es zwölf Messbereiche von 1 mV bis 300 V. Das Modell **400F** hat 14 Messbereiche von 0,1 mV bis 300 V. Beim Typ **400G** schließlich handelt es sich um ein reines Dezibel-Messgerät mit acht Messbereichen von -80 bis +60 dBm.

Dieser Retronik-Artikel dreht sich hauptsächlich um das Modell **HP 400H**. Außer einem größeren Instrument mit Spiegelskala hat es die gleichen Eigenschaften wie das Modell 400D. Es ist zudem genauer als die Modelle 400D und 400L (**Bild 2**). Auch hier gab es eine Rack-Version unter der Bezeichnung **400HR**.

Die Schaltung von HP 400H

Die aus dem *HP 400H Operating and Service Manual* entnommene Schaltung sieht man in **Bild 3**. Das Manual behandelt auch die Modelle 400D und 400L.

Das Eingangssignal gelangt über den zum Abtrennen der Gleichspannung nötigen Kondensator C2 auf den Eingangsabschwächer, der mit C4 frequenzkorrigiert ist. Bei den Messbereichen von 1 mV bis

300 mV gelangt das Signal direkt auf das Gitter des Kathodenfolgers V1. S1A schaltet im Verhältnis 1:1000 um, sodass die Eingangsspannung auch bei Spannungen ≥ 1 V niemals den Wert von 300 mV überschreitet. Die Eingangsstufe sorgt für eine über alle zwölf Messbereiche konstante Eingangsimpedanz von 10 M Ω . Mit drei Trimmkondensatoren wird die Umschaltung der Messbereiche frequenzkorrigiert und ermöglicht so einen flachen Frequenzgang bis 4 Mcps.

Der Umschalter S1B wird von der Kathode von V1 mit ihrer 0,95-fachen Verstärkung versorgt. Die Spannungsteiler sorgen dafür, dass die nachfolgende Verstärkerstufe nie mehr als 1 mV am Eingang erhält.

Die folgende vierstufige Spannungsverstärkung nutzt die Röhren V2...V5. Diese Stufe bietet eine Verstärkung von 55 bis 60 dB und eine Gegenkopplung von 55 dB bei mittleren Frequenzen. Die Gleichrichtung und das Instrument selbst sind Teile der Gegenkopplung (die gepunktete Linie zwischen der Gleichrichter-Brücke und der Kathode von V2). Etliche Spulen, Trimpotis und Trimm-Kondensatoren stellen den Arbeitspunkt, die Gegenkopplung und die Frequenzkorrektur für einen stabilen Betrieb zwischen 10 cps bis 4 Mcps ein. Die Vollweggleichrichtung ist als Brücke ausgeführt, in deren Mitte das Instrument platziert ist. Damit ist der fließende Strom proportional zum Effektivwert der Anodenwechselspannung von V5.

Die Versorgungsspannungen werden von V6 bis V9 bereitgestellt. Die Hochspannungswicklung des Trafos führt zum Vollweggleichrichter V6. C30C und C30D sieben die Anodenspannung. Bei V9 handelt es sich um eine Kaltkathoden-Glimmlampe als Spannungsreferenz für 87 V, die direkt mit dem Gitter von V8A verbunden sind. V8B und V7 dienen als Linearregler und reduzieren die unstabilierten 450 V auf eine stabilisierte Anodenspannung von 245 V. Die Heizungen von V1..V4 werden serien-parallel-geschaltet über einen Selen-Brückengleichrichter versorgt. Die Heizspannung wird noch mit C39A und C39B gesiebt. Die Versorgung der Heizungen mit Gleichstrom vermindert eingestreutes Brummen. Nur die letzte Verstärker-Röhre V5 wird direkt von Wechselspannung geheizt. Die Spannungsregler V6...V8 werden getrennt davon mit Wechselstrom beheizt.

Mein HP 400H kam zusammen mit allerlei elektronischem Equipment für die Ausrüstung des Testlabors der Firma, für die ich arbeite. Das Gehäuse hat ein paar Gebrauchsspuren, der Ledergriff war vergammelt und die dunkelgraue Farbe an einigen Stellen abgegangen. Seltsam war, dass das gelbe Kalibrierungssiegel noch intakt, aber kein Datum der Kalibrierung zu sehen war. Außerdem gab es noch zwei Papieraufkleber. Auf dem oberen war „Property of AT&T“ und auf der Frontplatte „ENG LAB“ zu lesen.

Wie bei allen Messgeräten mit hohen Gehäusen von HP kann man das Chassis leicht abziehen, wenn man die zwei Schrauben über dem Netzkabel löst. Natürlich waren die Kreuzschlitze vermurkst und ich brauchte zum Lösen eine Zange. Es war trotzdem schwierig, weil auch noch die Enden der Gewinde beschädigt waren, wie wenn einmal falsche Schrauben eingedreht worden wären.

Innen sah es nach der originalen Röhrenbestückung aus, da die meisten Exemplare mit HP-Logos versehen waren. Es gab noch eine Leckspur, die vermutlich vom Kondensator C105 stammt, der rechts neben der Oktal-Gleichrichter-Röhre V6 sitzt. Die Spur führt an V3 vorbei bis zum großen Netztrafo auf der Unterseite des Gehäuses (**Bild 4**). Rechts oben sieht man festgebackenen Staub vermutlich von der Überhitzung des Chassis in der Nähe von V9 und V7.

Da sich innen durch die lange Lagerung auch Staub befand, habe ich alle Röhren entnommen, um sie zu säubern, denn Staub ist nicht gut für die Wärmeabfuhr. Beim Entnehmen der Glimmröhre V9 brach diese sauber an der Basis ab (**Bild 5**). Dies erklärt auch den weißen Belag oben. V9 dient ja als 87-V-Spannungsreferenz und ohne diese steigt die Anodenspannung von den angepeilten 245 V Richtung volle 450 V. Damit ist auch klar, dass vermutlich sowohl der Sieb-Elko C30 stärker belastet und auch alle 6CB6-Röhren für wie weiß wie lange überlastet wurden.

Ein weiterer Hinweis auf einen kaskadierten Fehler war die Farbe des Sockels des Längsreglers V7: Statt hellbraun wie bei anderen Röhren war er dunkelbraun. Im Lichte dieser schon sichtbaren Probleme beschloss ich, das Gerät nicht einzuschalten, bis der Apparat näher untersucht war. Zunächst habe ich das Chassis mit Isopropyl-Alkohol (IPA) und Wattestäbchen gereinigt.

Glücklicherweise sind sowohl die Röhre 5651A und als auch C30 mit seinen $4 \times 20 \mu\text{F}$ von Lieferanten für antike Elektronik noch erhältlich. Der Kondensator vertrug mit 475 V sogar ein bisschen mehr. Die anderen 450-V-Kondensatoren in der Schaltung waren ja durch Serienwiderstände geschützt.

Auf der linken Seite waren keine weiteren überhitzten Teile zu sehen (**Bild 6**). Wenn ich aber einen Selengleichrichter sehe, macht mir das Sorgen. Mit CR3 wird die Gleichspannung für die Heizungen der vier Eingangsröhren erzeugt. Dieses Exemplar sah aber noch ganz gut aus. Auch der Sieb-Elko C39 mit seinen $3 \times 1.500 \mu\text{F}$ (bei 15 V) sah gut aus. Laut dem Schaltplan wurde nur C39A und C39B genutzt. Doch bei meinem Exemplar war C39C mit dem negativen Anschluss von CR3 verbunden. Das war vermutlich eine spätere Änderung, die noch nicht ins Manual eingeflossen war. Die Kollegen aus unserem Kalibrations-Labor waren immer fleißig dabei, die vom Hersteller empfohlenen Updates vorzunehmen.

In der nächsten Folge geht es weiter mit ersten Tests – und der Entdeckung neuer Probleme.

(140534)

Literatur & Hinweise

- [1] Hewlett Packard Modell 200AB Audio-Oszillator. Retronik, Elektor März 2014, S. 78..82.
- [2] Hinweis: Sie sehen hier elektrische Einheiten, die im Zeitalter von Röhrenvoltmetern üblich waren. Die Frequenz wurde in cps (Umdrehungen pro Sekunde) statt in Hz angegeben und die Parallel-Kapazität des Eingangs in μF statt heute üblicher pF.



Bild 4. Leck- und Überhitzungsspuren.



Bild 5. Gereinigtes Chassis mit an der Basis abgebrochener V9.



Bild 6. HP 400H, Chassis linke Seite.

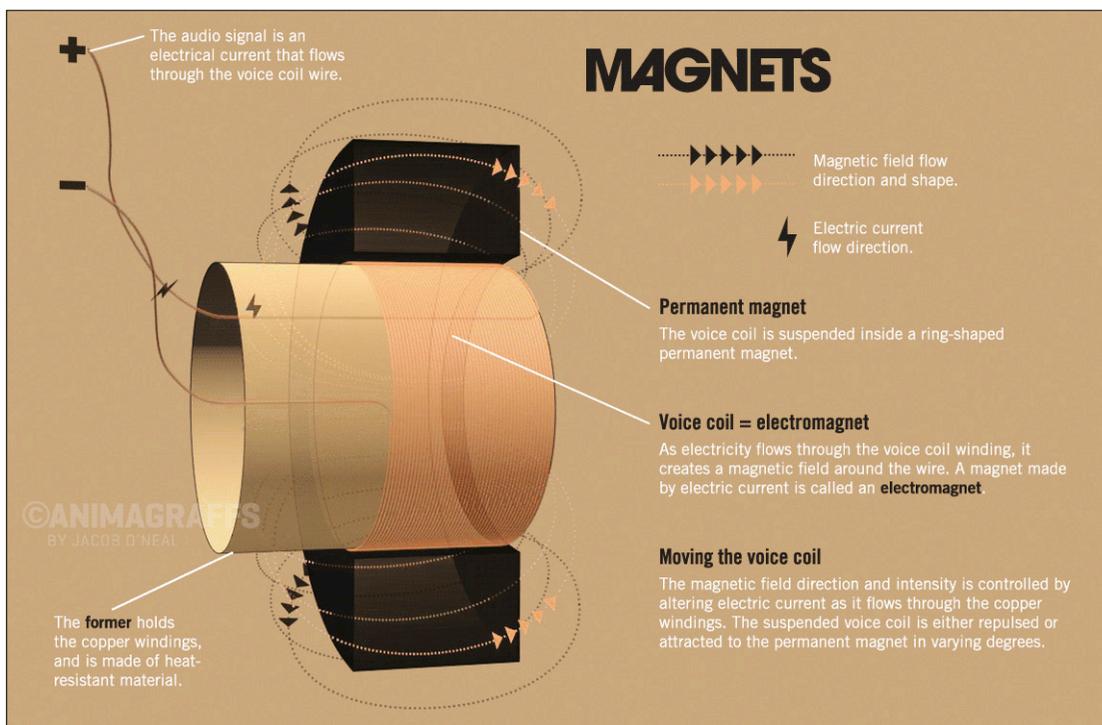
Über den Autor



Chuck Hansen ist ein Elektroingenieur und hält fünf Patente. Er arbeitet als Berater in der Luftfahrtindustrie. Er hat bisher zwei Bücher über Audioelektronik und insgesamt mehr als 260 Artikel für Zeitschriften verfasst. Chuck hat schon während seines Studiums Audioelektronik mit Röhren gebaut. Er liebt das Segeln und als Gitarrist den Jazz. Er optimiert gerne Gitarrenverstärker um weniger Verzerrungen und geringeres Rauschen zu erzielen. Außerdem restauriert er mit Vorliebe alte Messgeräte.

Bewegende Elektronik

Eine Animation sagt mehr als tausend Worte



Von **Harry Baggen**
(Redaktion NL)

Wer im Web nach Seiten sucht, die hilfreich die Welt der Elektronik erklären, stößt schnell auf lange Abhandlungen mit umfangreichen Texten und Grafiken. Viele Präsentationen haben sowohl informellen als auch weiterbildenden Charakter, der Leser kann dort viel hinzulernen. Leider

sind gestandene und auch angehende Elektroniker stets in Eile, die Zeit zum Lesen ist knapp und kostbar. Dem kommen bewegte Grafiken entgegen, die anschaulich vor Augen führen, was sonst nur mit vielen Worten erklärbar wäre.

Die Welt der Elektronik ist komplex, oft sind die Zusammenhänge abstrakt und schwierig. Das Vermitteln von Wissen mit bewegten Grafiken stößt da an Grenzen, hier hat es die Mechanik leichter. Bei unserer Ausschau nach Animationen, die Bezug zur Elektronik haben, sind wir trotzdem fündig geworden, und was wir fanden, wollen wir unseren Lesern nicht vorenthalten. Wir fanden Animationen, die den Mechanismus von Halbleitern veranschaulichen, die überwiegende Anzahl stellt jedoch elektrische Motoren in Aktion dar. Das Titelfoto dieses Beitrags deutet bereits auf ein gelungenes Beispiel hin.

Halbleiter

Die erste Animation [1], die wir vorstellen, will dem Betrachter die Geheimnisse des MOSFETs näher bringen (**Bild 1**). Zwar ist dort nur wenig in Bewegung, doch die interaktive Gestaltung verdient ein hohes Lob. Mit der Maus lassen sich unterschiedliche Drain-Source- und Gate-Source-Spannungen einstellen. Gezeigt wird der Elektronenfluss mit den zugehörigen Punkten auf der Kurve, die den Verlauf des Drain-Stroms abhängig von der Drain-Source-Spannung wiedergibt. Mit einem kleinen Frage- und Antwortspiel ist überprüfbar, ob der Wissensstoff verstanden wurde.

Die zweite Animation [2] ist mit der ersten verwandt, sie erklärt, wie sich die Elektronen durch die Schichten bipolarer Transistoren bewegen. Auch hier sind einige Parameter veränderlich, aufschlussreich ist insbesondere das Einstellen der Basis-Emitter-Spannung im Bereich 0...0,7 V mit einem virtuellen Potentiometer. Beim Überschreiten der Schwelle 0,6 V setzt der Elektronenfluss zwischen Emitter und Kollektor ein.

Wie in der Realität muss zuvor die Betriebsspannung eingeschaltet werden! Die begleitenden Texte erklären, worum es geht und was in der Grafik geschieht. Ergänzende Beschreibungen zu vielen einzelnen Details sind mit der Maus abrufbar.

Unser drittes Beispiel [3] ist ein Timer-IC des altbekannten Typs 555 (**Bild 2**). Einstellen lässt sich hier zwar nichts (abgesehen von der Simulationsgeschwindigkeit), doch das Innenleben wird recht plastisch vor Augen geführt. Das Laden und Entladen des zeitbestimmenden Kondensators ist ebenso nachvollziehbar wie das Kippen des internen Komparators, der bei bestimmten Spannungswerten das Flipflop umschaltet. Eine äquivalente Beschreibung mit Worten würde vermutlich einigen Umfang erfordern...

Elektromechanisches

Es verwundert kaum, dass sich die Mehrzahl der Animationen den elektrischen Motoren widmet, denn bei beiden findet Bewegung statt. Manche Websites, ein Beispiel ist [4], konzentrieren die Grafikgestaltung auf das Wesentliche, die grundlegenden Prinzipien werden trotzdem erschöpfend erklärt. Motoren für Gleich-, Wechsel- oder Drehstrom, Induktionsmotoren, Linearomotoren und auch Lautsprecher, vieles, das sich durch elektrischen Strom bewegt, wird hier dem Leser nahe gebracht. Eine gelungene Demonstration eines bürstenlosen Gleichstrommotors ist auf einer anderen Website [5] zu besichtigen. Dort wird eine vierpolige Variante mit den zugehörigen steuernden Signalen präsentiert (**Bild 3**). Schade, dass die Drehzahl nicht variabel ist, doch immerhin lässt sich die Animation anhalten, so dass der Ablauf schrittweise betrachtet werden kann.

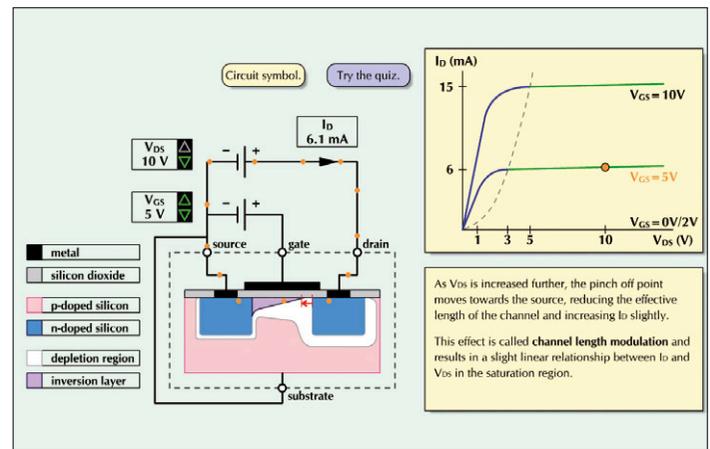
Unser Spitzenreiter

In unserer Betrachtung darf eine Website nicht fehlen, die wir für ein Juwel in dieser Kategorie halten. Gemeint sind die Arbeitsproben des Grafikdesigners Jakob O'Neal, der Künstler stellt sie unter dem Label „Animagraffs“ vor. Gezeigt wird eine Auswahl aufwendiger Animationen, die Palette reicht von der Flugzeugturbine über den Verbrennungsmotor bis zum Revolver. Uns zogen, wie könnte es anders sein, der Lautsprecher [6] und der

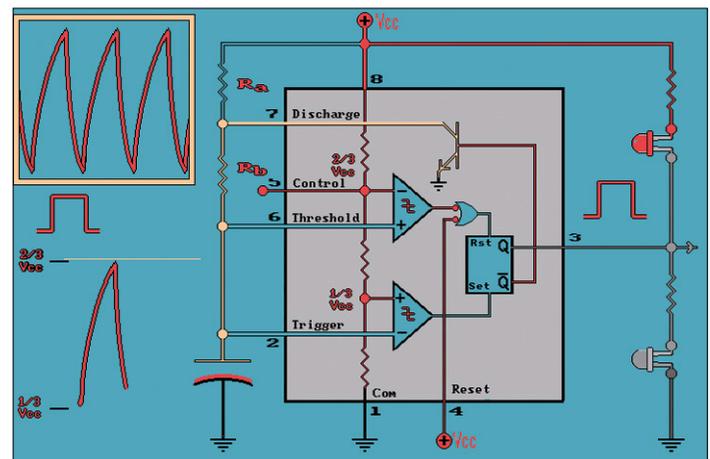
▶ Die „Animagraffs“ von Jakob O'Neal dürfen Sie nicht verpassen!

TFT-Bildschirm [7] in ihren Bann. O'Neal begnügt sich nicht mit einer in sich geschlossenen Animation zum einzelnen Thema, er stellt seine Objekte einschließlich ihrer Details unter dem Aspekt der unverstellten Transparenz dar. Der Lautsprecher bewegt nicht nur die Wicklung und den Konus, auch das Verhalten des magnetischen Felds zwischen Wicklung und Magnet wird gezeigt. Der Effekt des Konusrings bleibt ebenso wenig im Verborgenen wie die Wirkung der Konusschwingungen auf die umgebenden Luftmoleküle. Dem Betrachter des TFT-Bildschirms werden außer der Funktionsweise der zusammengebauten Einheit auch die Hintergrundbeleuchtung, die Display-Matrix und das Verhalten der Flüssigkristalle zwischen den Elektroden durch separate Animationen erklärt. Es lohnt sich, auch die Objekte zu besuchen, die nicht der Elektronik zuzurechnen sind!

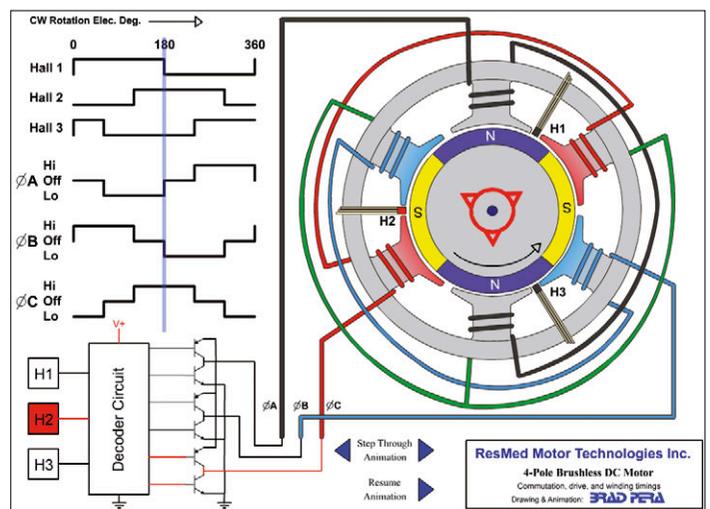
(140529)gd



1



2



3

Weblinks

- [1] www-g.eng.cam.ac.uk/mmg/teaching/linearcircuits/loader.swf?device=mosfet.swf
- [2] www.learnabout-electronics.org/Downloads/Fig316dl_bjt_operation.swf
- [3] www.williamson-labs.com/pu-aa-555-timer_med.htm
- [4] www.animations.physics.unsw.edu.au/jw/electricmotors.html#DCmotors
- [5] http://educyclopedia.karadimov.info/library/4-pole_bldc_motor.swf
- [6] <http://animagraffs.com/loudspeaker/>
- [7] <http://animagraffs.com/flat-screen-displays/>

I have a Dream

10.000 Mitglieder, Tendenz steigend

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

Seit dem Start der Webseite Elektor.Labs vor fast drei Jahren stieg die Zahl der Mitglieder stetig an und hat nun die magische Marke von 10.000 erreicht. Es geschah in wundersamer Weise zur letztjährigen Weihnacht.

Zehntausend Menschen, die dem Stern von Elektor gefolgt sind, um zu Elektor.Labs geführt zu werden, diesem Online-Stall, wo Elektronik Projekte geboren, genährt und aufgezogen werden, bevor sie die Zeitschrift Elektor (Trommelwirbel!) der Welt vorführt. Zehntausend Menschen, die - von Freude und Glück erfüllt - zu Elektor.Labs gelangten und mit sich eine beeindruckende Zahl von Opfernaben und Geschenken führten in Form von brillanten Ideen, tollen Vorschlägen, exquisiten Beiträgen, scharfen Kommentaren, wunderbar gestalteten Projekten und vielem mehr, um sie unter sich zu teilen. Alle ließen sich nieder und begannen, kleine Gegenstände aus Sand und seltenen Materialien hervorzuholen und sie gekonnt an smaragd-farbenen Platinen zu befestigen, die mit komplizierten Mustern von Edelmetallen wie Silber, Kupfer und Gold dekoriert und mit seltsam leuchtenden und summenden heißen Stäben versehen waren, die exotische Düfte und faszinierend bunte dünne Rauchfahnen verströmten. Dann, als die Menschen mit der Bildhauerei jener fragilen Kunstwerke fertig waren, verbanden sie diese sorgfältig mit der Quelle des Lebens, immer mit Rücksicht auf die Polarität und ... die Werke wirkten wie erwartet!

- Hey, Clemens! Wach auf!
- Was? Was ... Wo bin ich? Oh, es war alles nur ein Traum? Ein schöner Traum? Schade.

Nun, ich denke, „wirkt wie erwartet“ ist tatsächlich eine Illusion, aber 10 kLeute, das ist schon wahr. Posten Sie ein Projekt, dann erreichen Sie zehntausend E-Leute und mehr! Ist das nicht ein schönes Publikum?

10.000 ist eine ganze hübsche Zahl. Menschen träumen davon, dass sie tausend Stücke von irgendetwas verkaufen können, oder, warum nicht, zehntausend? Bevor sie jedoch zu Zehntausend kommen, müssen Sie zunächst an Zweitausend vorbei. Oft ist es schon ziemlich schwer, die ersten tausend Stücke zu verkaufen und dann müssen sie dies bis zur Zweitausend wiederholen. Wiederholen Sie das fünf Mal, erst dann ist die Zehntausend erreicht.

Betrachten Sie es mal so: Wenn Sie einen Kunden oder eine Anmeldung am Tag haben, an jedem Tag des Jahres, müssten Sie für mehr als 27 Jahre bis zur 10000 warten. Elektor.Labs hat diese Zahl in 1000 Tagen erreicht, also im Durchschnitt zehn neue Mitglieder jeden Tag. Das ist etwas, was nicht aufhört, mich zu überraschen. Jedes Mal, wenn ich nach den Recent Site Members auf Elektor.Labs schaue, sehe ich neue Mitglieder und ich frage mich, ob das überhaupt jemals aufhört. Natürlich wird es. Auch Michael Jackson, mehrmals als weltweit bekannteste Person gewählt, ist nicht jedem Menschen auf der Erde bekannt. Es dürfte weniger Elektor-Leser und noch weniger Elektronik-Freaks geben als Menschen, die Michael Jackson Songs mögen.

Allerdings hält mich das nicht davon ab, davon zu träumen, dass die 11k-Barriere überschritten wird. Oder vielleicht 100.000? 1.000.000? Eine Milliarde? Ein Lächeln erscheint auf meinem Gesicht. Ich liebe es, zu träumen.

(140533-1)

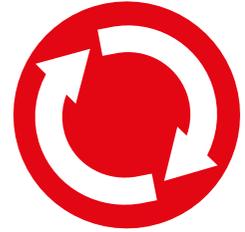
Weblink

[1] www.elektor-labs.com

The screenshot shows the Elektor.Labs website interface. At the top, there's a navigation bar with 'Home', 'Proposals', 'In Progress', and 'Finished'. Below that, a banner for '10 Editions of Elektor Magazine and Much More' is visible. The main content area is divided into three columns: 'Proposals', 'In Progress', and 'Finished'. Each column contains a grid of project thumbnails with titles like 'Electronic candle', 'MUSICAL PROGRAMMABLE BELL', '4-Channel USB to Serial Converter', 'SOUND ACTIVATED LAMP', 'Fenchelgehoerter Kellerrufung / Humidity Based...', 'Outside Temperature via Bluetooth BLE 4.0', 'Versatile Switch Mode Power Supply PWM Controller', 'OTA-Overdrive with genuine Germanium-Sound [130543]', 'Platino Soldering Station [140107]', 'New new new RGB/Digi! Arduino UNO temp versa...', 'Platino Battery Tester [130543]', 'Cool Controller Concept Co-Co-r Co [140183]', 'MiniProjekt: einfacher CMOS IR-Modulator (Simple...)', '140177 NFC Interface', 'J2B Synthesizer [140182]', 'LF Signal Generator DIL-Module with Spectral Tap...', 'Basement ventilation system - control unit [1404...]', 'Beep - a sounding logic probe/tester [140410]', 'Universal I2C bus isolator and level adapter', 'Got an idea?', 'Platino Adjustable Bench Power Supply 1.30406-1', 'WiFi for MCUs using ESP8266', 'CCCA humidity sensor BOB [140154]', 'T-Board XBee/Wireless [140374]', and 'Hello, a rather easy way in'. Each project has a star rating and a view count. On the right side, there are several sidebar sections: 'Join Elektor.Labs Now!', 'Not a member?', 'Webinars', 'Challenges', 'Featured Video', 'Join a Project', 'Popular Tags', 'Recent Site Members', and 'Recent comments'.

Projekt 2.0

Korrekturen, Updates, Erweiterungen



Zusammengestellt von **Ralf Schmiedel** und **Jaime González-Arintero**

Was wäre die Elektronik ohne Tippfehler, Bugs und falsche Pinbelegungen? Wir mögen Roboter, aber wir haben nicht vor, auch welche zu werden. Hier ist eine Rubrik nicht nur zu Fehlern in Projekten, sondern auch zu Verbesserungen, Erweiterungen und Anwendungsideen. Schreiben Sie uns unter redaktion@elektor.de!

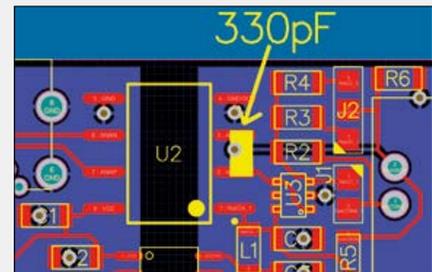
Tastkopf-Patch

Isolierter Oszi Tastkopf, Elektor 06/2014, S. 34 (130297)

Die Verstärkung des AMC1200-Isolierverstärkers ist werkseitig eigentlich fest auf 1:8 eingestellt. In der Praxis zeigte sich bei einigen Baugruppen, dass diese manchmal instabil ist und mitunter nur 1:7,6 betragen kann. Abhilfe schafft hier ein zusätzlicher Keramikkondensator von 330 pF zwischen den beiden Signaleingängen VINp (Pin 2) und VINn (Pin 3). Es kann hier ein einfacher Keramikkondensator in Bauform 1206 oder 0805 verwendet werden, der direkt zwischen die beiden Beinchen des AMC1200 gelötet wird. Die Abbildung zeigt den Patch mit angedeutetem Kondensator.

Weiterhin zeigte sich, dass der „Angstwiderstand“ R1 zur Strombegrenzung des USB Stroms im Fehlerfalle mit 10 Ohm zu großzügig bemessen wurde. Bei niedriger USB-Spannung kann die Spannung hinter dem Widerstand so weit einbrechen, dass der DC/DC-Wandler des ADuM5242 nicht mehr korrekt arbeitet und somit auch die isolierte Versorgungsspannung einbricht. Es empfiehlt sich hier, einen Widerstand von 1 Ohm zu verwenden oder den Widerstand zu überbrücken.

Erik Lins (Autor des Original-Artikels)

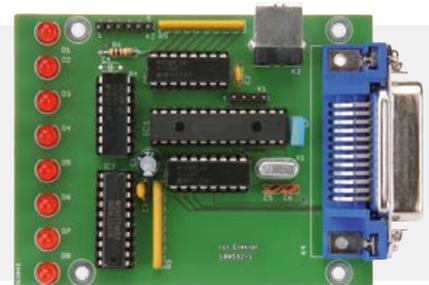


GPIO-nach-USB-Konverter

Elektor 11/2012, Seite 48 (100592)

Im englischen Elektor-Forum hilft Autor Anders Gustafsson anderen Lesern mit Updates für sein GPIO/USB-Konverter-Projekt. GPIO-Wandler sind selten und teuer, kein Wunder, dass dieses Projekt so überzeugte Anhänger hat. Anders hat eine neue Software veröffentlicht, die Sie nicht verpassen dürfen.

<http://j.mp/Gee-Whizz>



USB-Hub/UART-Konverter

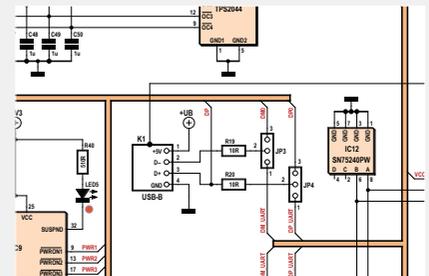
Elektor 11/2014, S. 22 (140033)

Leider stimmt die Verdrahtung im Schaltplan nicht, und zwar bei der USB-B Buchse K1. Richtig ist: USB-B Kontakt 1 (+5V) ist mit +UB verbunden. USB-B Kontakt 2 (-D) ist über R19 mit JP3 verbunden.

Bei IC8 und bei Pin 48 von IC1 muss es TXD_D anstatt TXD_C heißen.

Ein korrigierter Schaltplan steht auf www.elektor-magazine.de/140033 zum Download bereit (140033-SCH.pdf).

Platine und Fertigmodul sind von den Fehlern nicht betroffen.



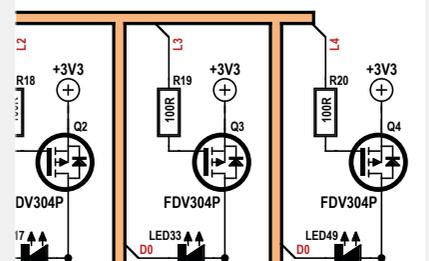
Bringt (blaues) Licht ins Dunkel

Elektor 12/2014, S. 36 (140371)

Die vier MOSFETs FDV304P wurden im Schaltplan falsch platziert. Drain und Source sind vertauscht. Das Bild zeigt die richtigen Verhältnisse.

Im Artikel steht „Der Quell- und Hexcode der Firmware ist auf der Projektseite zum freien Download verfügbar.“ Leider können wir – wegen fehlender Rechte an einer verwendeten Bibliothek – den Quellcode nicht veröffentlichen.

Wir bitten für die Fehler um Entschuldigung.



Zusammengestellt von **Beatriz Sousa**

VERRÜCKT! CRAZY X-MAS SALE

Während des letztjährigen *Crazy Christmas Sale* haben sich die Besuche und der Umsatz in unseren vier Shops verdoppelt. Kein Wunder bei insgesamt 150.000 € Rabatt und Abschlä-



gen von bis zu 58 % auf unsere beliebtesten Produkte! Es ist wahrscheinlich nicht überraschend, dass der Weihnachtsbaum mit seinen 62 LEDs das meistverkaufte Produkt war. Das neue Buch „Raspberry Pi Advanced Programming“ und die Elektor-GREEN-Mitgliedschaft waren auch unter den beliebtesten Produkten. Währenddessen schickten wir 47 frohe Botschaften an 165.000 Leser von Elektor.POST, was einer Abdeckung von 73 % entspricht.

GREEN-MITGLIEDSCHAFTEN GEFRAGT

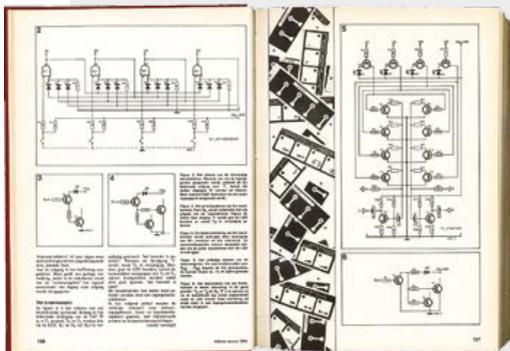
„... Ich ziehe immer noch die Elektor-Bücher in gedruckter Form vor, aber ich bin nun ein GREEN-Mitglied wegen der großartigen Projekte. Dies und 10 % Mitgliederrabatt im Elektor-Shop waren mein Hauptgrund, der Elektor-Community beizutreten. Dass ich meine Zeitschrift nun online herunterlade, ist okay und auch besser für die Umwelt ...“

So eine der Antworten bei unserer Mitgliederumfrage. Von zehn neuen Mitgliedern wählen sechs eine GREEN-Mitgliedschaft. Wie Sie Ihre Mitgliedschaft von GOLD zu GREEN ändern oder neues Mitglied der Community werden können, erfahren Sie auf www.elektor.de/mitgliedschaft.

READ ONLY MEMORY

Elektor blickt auf eine lange und reiche Geschichte zurück. In jeder Ausgabe präsentieren wir Ihnen ein Histörchen aus unseren Archiven.

Touchscreens sind sehr innovativ und aktuell? Was du nicht sagst!



Im Januar 1974 veröffentlichte Elektor die ersten Schaltpläne für das, was wir TAP nannten. TAP zeigte, wie man Schwarz-Weiß-Touchscreens für Verstärker herstellen konnte.

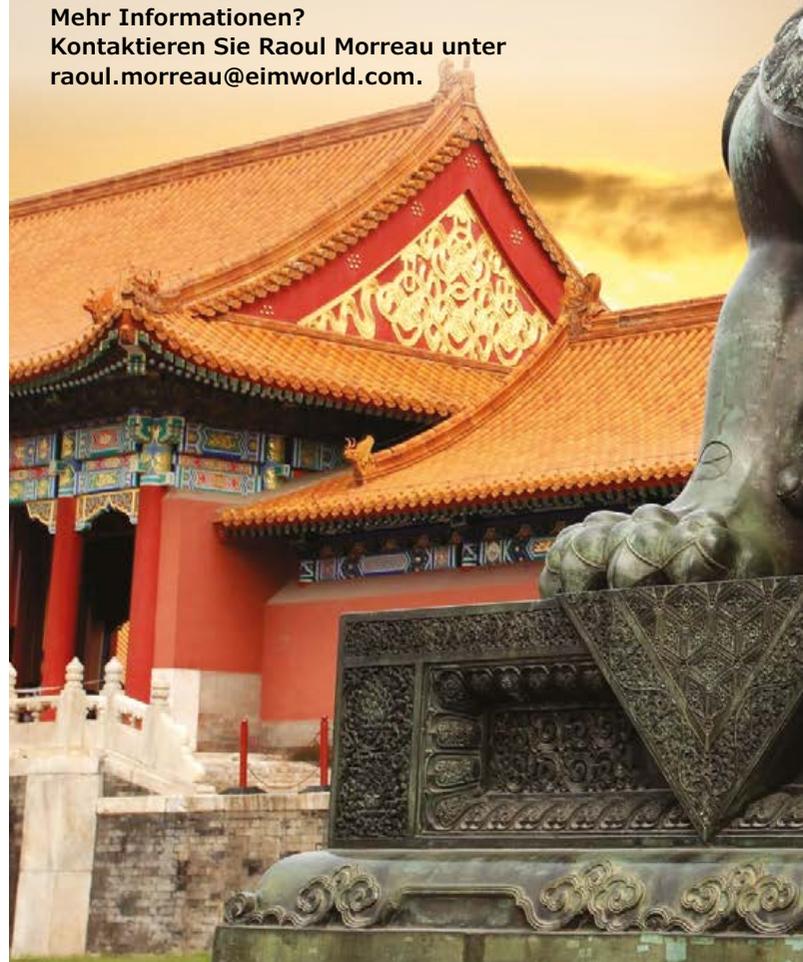
Elektor nun auch in drei asiatischen Sprachen ...

Unseren englischen wöchentlichen digitalen Newsletter Elektor.POST können nun mehr als 3.000 chinesische, japanische und koreanische Studenten, Lehrer und Ingenieure lesen. Genau die richtige Zeit, einen Herausgeber zu ernennen, der sich speziell um Asien kümmert: John Moore, seit November 2014 in unserem Tokioter Büro tätig. John ist geborener Brite, lebt und arbeitet aber seit mehr als 26 Jahren in Asien als renommierter Geschäftsführer/Herausgeber.

Das erste Ergebnis von Johns harter Arbeit ist ein Lizenzvertrag mit China Machine Press, einem der größten Verlage in China. Dieses Unternehmen wird den Vertrieb von Elektor in Peking übernehmen. Weitere Verhandlungen laufen mit Korea, Taiwan und Japan – auch hier wollen Partner eine Auswahl unserer Zeitschriften, Specials und Büchern herausgeben. Natürlich wächst auch unser Autoren-Netzwerk um Elektronik-Experten in Asien. Und wir können stolz den Erwerb der „3D Printing Projects“ von Softbank Publishing vermelden.

Mehr Informationen?

Kontaktieren Sie Raoul Morreau unter raoul.morreau@eimworld.com.



LEUTE • Dave Ridgeway tritt unserem globalen Team als Buch-Promotor bei • Nicole deutsche Team • Cumhur Cakmak produziert nun Elektor.POST auf Türkisch • Rémy „Électronique pour les débutants“ vor unter: goo.gl/PgHHHE. Mehr unter www.elektor.com Sommer-Special über DROHNEN • E-Marketeer Muhammed Söküt bereitet für das Frühjahr



Crombag verstärkt als Kundenbetreuerin das Mallard stellt ein Video über sein neues Buch *fr/debut*. • Autor Dré de Man arbeitet am eine „crazy campaign“ zum Arduino vor. . . .

EXPERTENPROFIL

Elektor arbeitet mit mehr als 1.000 Experten und Autoren bei der Produktion von Büchern, Artikeln, DVDs, Webinaren und Live-Events zusammen. In jeder Ausgabe wollen wir einen von ihnen ins Rampenlicht stellen...



Name:
Professor Dr. Dogan Ibrahim

Alter: **57 Jahre**

Ausbildung: **First Honours class in Electronic Engineering**

Veröffentlichungen: **> 66 über Mikroprozessoren, Mikrocontroller und PC-basierte Echtzeit-Systeme**

Training: **> 50 Kurzschulungen über Computer, Softwareentwicklung und verwandte Bereiche**

Wer ist Professor Dr. Dogan Ibrahim?

Ich bin 57 Jahre alt, verheiratet, zwei Kinder. Zurzeit bin ich Lehrbeauftragter an der Near East University in Nord-Zypern und halte einen Dokortitel der City University in London auf dem Gebiet der digitalen Signalverarbeitung.

Was sind Ihre Erfahrungen?

Ich habe viele Jahre Mini-Computer-Erfahrung mit der PDP11-Reihe von DEC und der VAX-Architektur. Und über 30 Jahre mit Programmiersprachen von Assembler über C# zu Python. Daneben habe ich viele Jahre mit populären Mikrocontrollern experimentiert.

Wer ist Ihr größtes Vorbild in der Elektronik?

Die Person, die in der Elektronik zu bewundern ist, ist sicherlich das Genie Thomas Edison, der als produktiver Erfinder 1.093 US- und viele europäische Patente hält.

Was werden die wichtigsten Elektronik-Entwicklungen sein?

Die Elektronik wächst so schnell, dass es schwierig ist, die Zukunft vorherzusagen. Ich denke, dass das Internet der Dinge (IoT) die nächste große Entwicklung in der Elektronik sein wird, insbesondere die auf dem Internet der Dinge basierte Robotik. Das IoT bietet Komfort und Hilfe in unserem täglichen Leben.

Über welche Themen werden Sie in Zukunft schreiben?

In die Zukunft schauen kann man nur schwer, aber ich denke, die meisten meiner zukünftigen technischen Bücher werden intelligente Systeme und ihre Anwendungen im Alltag behandeln.

Sie erhalten von Elektor £100. Was würden Sie davon kaufen? Und warum?

Mit den £100 würde ich wahrscheinlich ein Intel Edison Breakout Board kaufen. Diese kleine Platine mit der 500 MHz Atom-CPU und Cloud-Konnektivität scheint die ideale Umgebung für zukünftige IoT-Projekte sein.

Was war DIE Elektronik-Neuheit in den 70er/80er Jahren?

Ich war noch sehr jung, als der erste Taschenrechner erfunden wurde. Es war ein faszinierendes Stück Elektronik in dieser Zeit; mit einer 8-stelligen LED-Anzeige und vier Funktionen. Zuvor haben wir mit dem Rechenschieber gerechnet.

Hexadoku

Sudoku für Elektroniker

Eigentlich müssen wir Ihnen über dieses Rätsel nicht mehr viel erzählen, ist es doch seit vielen Jahren eine Institution in der Elektor. Hier kommt wieder eine neue Version. Mit etwas Glück können Sie einen von fünf Elektor-Buchgutscheinen gewinnen, wenn Sie uns die Zahlen in den grauen Kästchen zusenden.

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 einen von fünf Buchgutscheinen im Wert von 50 Euro gewinnen!

Einsenden

Schicken Sie die Lösung (die Zahlen in den grauen Kästchen) per E-Mail, Fax oder Post an:

Elektor
Redaktion
Süsterfeldstr. 25

52072 Aachen
Fax: 0241 / 88 909-77
E-Mail: hexadoku@elektor.de

Als Betreff bitte nur die Ziffern der Lösung angeben!

Einsendeschluss ist der 31. März 2015.

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

Die richtige Lösung ist: **D7085**

Einen Elektor-Buchgutschein über je 50 € haben gewonnen: Stefanie Kalkbrenner, Alfred Hoks, Joe Young, Joseph Reding und Harjeet Singh.

Herzlichen Glückwunsch!

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

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

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

Professionelle Qualität zu attraktiven Preisen!



Das passt perfekt zum Raspberry Pi 2 B & Pi B+!

Raspberry Pi OS, 8 GB microSD-Karte, vorinstalliert

- für alle Raspberry Pi Versionen inkl. SD-Karten-Adapter
- 6 verschiedene Betriebssysteme vorinstalliert



RASP OS 8GB 1.4 **9,90**

Raspberry Pi 2 B & Pi B+ Gehäuse

Kein lästiges Schrauben und Kleben mehr!



Oberteil

- CB RPP AA WHT **je 3,65**
- CB RPP AA BLK
- CB RPP AA CAR
- CB RPP AA CLR **je 4,15**

Unterteil

- CB RPP BA WHT **je 5,50**
- CB RPP BA BLK
- CB RPP BA CAR
- CB RPP BA CLR **je 6,20**

Wireless nano USB-Adapter mit bis zu 150 MBit/s

- 802.11b/g/n
- unterstützt WPS
- enthält mehrsprachigen EZmax Setup Wizard
- 3-fache Funkreichweite



EDIMAX EW-7811UN **6,90**

Micro-USB-Steckernetzteil für z.B. Raspberry-Systeme uvm.

- Eingang 240 V AC / Ausgang 5 V DC, 2 A
- Kabellänge ca. 1,40 m



NT MUSB 2 SW 1,40 m **7,95**

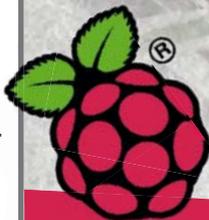
- ✓ über 45 Jahre Erfahrung
- ✓ 24-Std.-Versand
- ✓ über 50.000 Produkte
- ✓ kein Mindermengenzuschlag

Neueste Technik zum Top-Preis!



DER NEUE Raspberry Pi 2 B

Jetzt mit 900 MHz Quad-Core ARM!



38,50

RASPBERRY PI 2 B

Mehr Kraft durch vier Kerne!

Jetzt auch für Linux und Windows 10

NEU

Jetzt anfordern!
Katalog 01.1|2015
Kostenlos!



Jetzt bestellen: www.reichelt.de

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

Preisstand: 04. 02. 2015
Tagesaktuelle Preise:
www.reichelt.de

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 Produktamen 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)



Newsletter
Jetzt abonnieren & gewinnen

<http://rch.tu/news>

Sie wollen 2D-Multi-Touch & 3D-Gestenerkennung in einer PC-Peripherie vereinen?

Microchips 3DTouchPad ist die erste Entwicklungsplattform für 2D/3D-Eingabeerfassung



Microchip präsentiert mit dem 3DTouchPad ein sofort einsatzfähiges Entwicklungskit und Referenzdesign, das 2D-Tracking von bis zu zehn Fingern und 3D-Gestenerkennung unterstützt. Damit lässt sich eine fortschrittliche Eingabeerfassung für PC-Peripherie und andere Anwendungen schnell entwickeln.

Auf der Basis von Microchips GestIC®-Technologie bietet die robuste Gestenerkennung des 3DTouchPad einen Erfassungsbereich von bis zu 10 cm. Die reaktionsschnelle 2D Projected-Capacitive Multi-Touch-Sensorik unterstützt bis zu 10 Berührungspunkte und Oberflächengesten mit mehreren Fingern.

Der neue integrierte High-Voltage Capacitive-Touchscreen-Leitungstreiber MTCH65X von Microchip sorgt für robuste Projected-Capacitive Touch-Performance und unterstützt größere Sensoren sowie dickere Oberflächenmaterialien, indem der Signal-Rauschabstand (SNR) erhöht wird.

Als Plug&Play PC-Peripherie wird das 3DTouchPad über ein USB-Kabel an den PC angeschlossen. Hinzu kommen eine kostenlose grafische Benutzeroberfläche (GUI), ein Softwareentwicklungskit (SDK) und ein Application Programming Interface (API). Sofort einsatzfähige, treiberlose Funktionen erhöhen das Benutzererlebnis für Windows® 7/8.X und MacOS®.

WESENTLICHE LEISTUNGSMERKMALE:

- 3DTouchPad-Entwicklungskit für 2D/3D-Eingabeerfassung: DM160225
- MTCH65X-Leitungstreiber für 2D Projected-Capacitive Touchscreens
- GestIC®-Technik für fortschrittliche 3D-Gestenerkennung

Weitere Informationen: www.microchip.com/get/eu3DTouchPad



Microcontrollers • Digital Signal Controllers • Analog • Memory • Wireless