

elektor

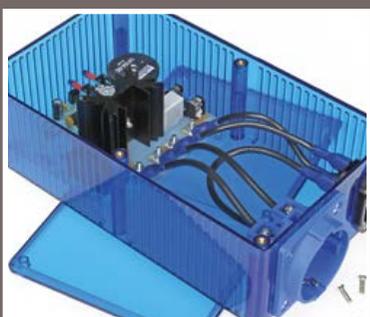
LEARN • DESIGN • SHARE



Upgrade SD-Karte für
Raspberry Pi 2



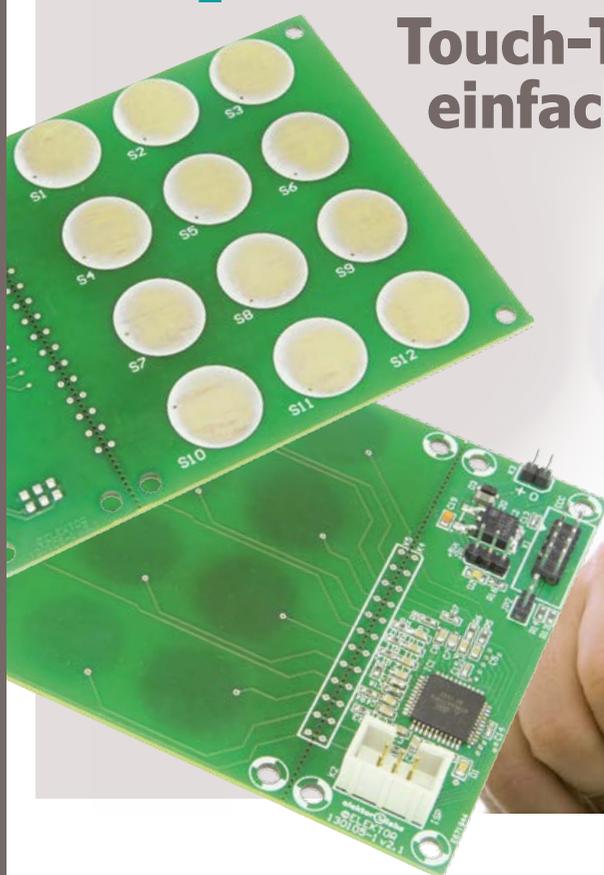
Fernsteuerung
für Überwachungs-
kameras



IR-Dimmer
Für Lampen und
Heizungen

Kapazitives Keypad

Touch-Technologie
einfach integriert



Raumklima-Controller • Datenschnüffler 2.0 für Märklin Digital • **ARM-Controller für Einsteiger: ADC und DAC** • **SmartScope: Multiplattform-Messgerät** • **Bluetooth-Low-Energy-Modul: Temperatur auf dem Smartphone** • **Elektrisierende Malerei** • **Bemerkenswerte Bauteile: MIDI-Keyboard-Scanner** • **DesignSpark Mechanical CAD Tipps & Tricks** • **Retronik: Digi-Disco** • **Web-Recherche: Die Evolution des Taschenrechners**

Diese Ausgabe:
3 Labor-Projekte
2 Leser-Projekte
5 neue Module & Platinen
2 Programmierkurse
1 Review und
noch viel mehr!



KCS TraceME

2G 3G 4G LBS

LoRa™ BLE M2M

Iridium Sensor



Bluetooth®

iBeacon™

SMS

Glonass GPRS

RF GPS

Internet of Things



LoRa™ für das Internet of Things

KCS hat ihre erfolgreiche Produktlinie TraceME mit einem leistungsfähigen Modul erweitert, das für weltweite Mobilität im Zeitalter des Internet of Things sorgt. Die neueste Entwicklung des GPS/GPRS-Track-and-Trace-Moduls der TraceME-Reihe kombiniert auf Basisstationen basierende Positionierung mit der Technologie LoRa™.

Diese Technologie macht „smart objects“ noch smarter, da LoRa™ energiesparende Weitbereichs-Kommunikation für viele (M2M-) Anwendungen ermöglicht. Es wird dabei GPRS/SMS sowie optional 3G, WLAN, Bluetooth LE, ANT/ANT+ und iBeacon™ providerunabhängig mit existierenden Netzwerken und mobilen Apps. Weitere Varianten im oberen und mittleren sowie Budget-Segment werden in Bälde folgen.

Diebstahlsschutz mit HF-Technik

Die TraceME-Produktlinie von KCS bietet nun ein intelligentes, ortsbasiertes Positionssystem als Diebstahlsschutz für den häuslichen Bereich. Es handelt sich um eine HF-Lösung mit einem intelligenten Algorithmus zur Messung der Laufzeit der gesendeten proprietären Signale. Besonders hervorzuheben sind: Geringe Abmessungen (nur 46x21x6,5mm), niedriges Gewicht (nur 7 g für die voll bestückte Platine) und eine Lebensdauer der Batterie von mehr als 10 Jahren. Ein „Listen before talk“-Algorithmus macht es praktisch unmöglich das Modul zu lokalisieren, das wertvolle Fahrzeuge oder andere Vermögenswerte schützt. Das Modul unterstützt GPRS/SMS und optional 3G, WLAN, Bluetooth LE, ANT/ANT+ sowie iBeacon und erlaubt die einfache Integration in bestehende Funknetzwerke und mobile Apps.

www.Trace.ME

Alle erwähnten Markenzeichen gehören den jeweiligen Eigentümern

Impressum

46. Jahrgang, Nr. 534 Juni 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

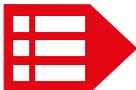
Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 45 ab
01.01.2015

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

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



Neue Website für die Leser

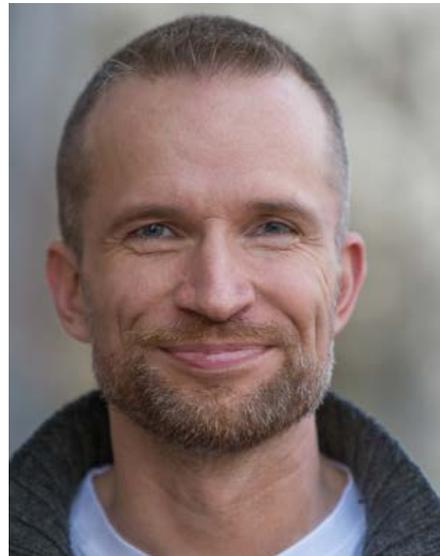
Unser neuer Webshop unter www.elektor.de hat sich inzwischen etabliert, mit einem stetigen Zustrom neuer Produkte (der 10%-Rabatt, den unsere Abo-Mitglieder hier bekommen, wird dadurch immer wertvoller). Nun war es Zeit, auch den Webauftritt zu aktualisieren, der zu unserem Magazin gehört.

Unter www.elektormagazine.de ist der „Content“ unseres Verlags zu finden. Also all das, was unsere Autoren, unsere freien Mitarbeiter, meine Kollegen und ich für Sie ausgewählt, geschrieben, gezeichnet, fotografiert, getestet, bearbeitet und in eine leicht nachvollziehbare Form gebracht haben.

Wie immer liegt beim Start einer neuen Website so mancher Stolperstein im Weg, so dass wir das Ganze bisher noch „Beta-Version“ nennen wollen. Das zugehörige Content-Management-System wurde für unseren Verlag maßgeschneidert, und in einer solchen Software schlummert natürlich der eine oder andere Bug. Doch können wir Ihnen einige neue interessante Features bieten: So werden die Platinen und Module, die zu einem Artikel gehören, nun direkt mit Foto und einer kurzen Beschreibung angezeigt. Darüber hinaus passt sich die Darstellung automatisch an die diversen Bildschirmauflösungen von Smartphone, Tablet und PC-Monitor an.

Auf der Homepage finden Sie jetzt die News unseres Newsletters, die Sie kommentieren können, wenn Sie sich über Facebook anmelden. Unter „Zeitschrift“ kann man sich wie gewohnt zu einer bestimmten Ausgabe und dann zu einem Artikel durchklicken. Dort sind wie bisher alle Downloads (zum Beispiel Software) und die Produkte zu finden. Direkt zu einem bestimmten Zeitschriftenartikel gelangt man über den Shortlink www.elektormagazine.de/xxxxxx, wobei xxxxxx die sechsstellige Artikelnummer darstellt, die Sie am Ende eines Artikeltexts in unserer Zeitschrift finden. Die bisherigen URLs mit dem Bindestrich bleiben ebenso gültig: Auch www.elektor-magazine.de bzw. www.elektor-magazine.de/xxxxxx führen zum Ziel.

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 News
- 28 **Business Report:**
Näherkommen mit Sensoren
- 80 Elektor World News
- 82 **Hexadoku**
Sudoku für Elektroniker

LEARN

DESIGN

SHARE

- 9 Willkommen bei LEARN
- 10 **Von 8 auf 32 bit:**
ARM-Controller für Einsteiger (5)
Die analoge Welt
- 15 **Bemerkenswerte Bauteile**
Doepfer E510 MIDI-Keyboard-Scanner
- 16 **SmartScope: Multiplattform-Messgerät**
USB-Oszilloskop mit Charakter
- 20 **DesignSpark Mechanical CAD**
Tipps & Tricks (2)
Bemaßung eines 3D-Modells
- 22 **Upgrade SD-Karte für RaspPi**

LEARN

DESIGN

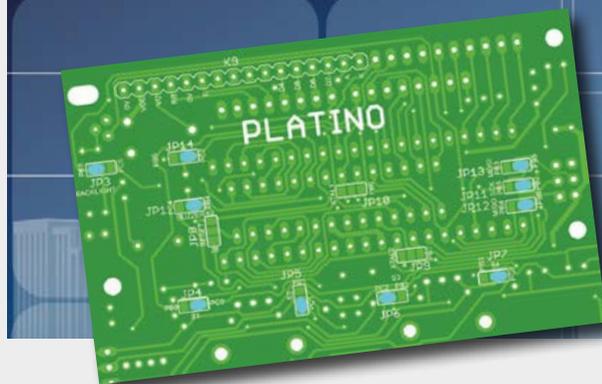
SHARE

- 32 Willkommen bei DESIGN
- 33 **Lernender IR-gesteuerter Dimmer**
Für Lampen und Heizungen bis 1000 W.
- 38 **Kapazitives Keypad mit 12 Tasten**
Dank des UART-Interfaces und eines einfachen ASCII-Protokolls lässt sich die Touch-Technologie einfach in eigene Projekte integrieren. Der Artikel behandelt aber auch das Design von eigener berührungsempfindlicher Hardware und der passenden Software.
- 45 **Datenschnüffler 2.0 für Märklin Digital**
Hier kommt eine Neuauflage des Datenloggers für die beliebte Modelleisenbahn-Steuerung. Die Impulspakete werden übersichtlich auf dem PC-Monitor angezeigt.



33

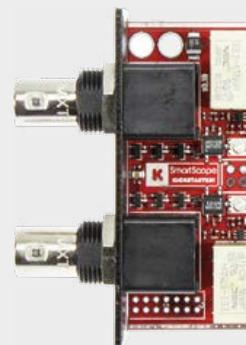
FERNSTEUERUNG FÜR ÜBERWACHUNGSKAMERAS MIT PLATINO UND DEM EINFACHEN PELCO-D-PROTOKOLL



48

SMARTSCOPE: MULTIPLATTFORM-MESSGERÄT USB-OSZILLOSKOP MIT CHARAKTER

Moderne Oszilloskope, die den PC für die Datenaufbereitung und Darstellung auf dem Bildschirm nutzen, sind meistens für Windows oder Linux konzipiert. Das SmartScope geht einen universelleren Weg: Während die Benutzeroberfläche überall identisch ist, arbeitet es auch mit Android, iPad oder OS X zusammen. Erprobt haben wir das SmartScope an einem Windows-PC und einem Tablet.

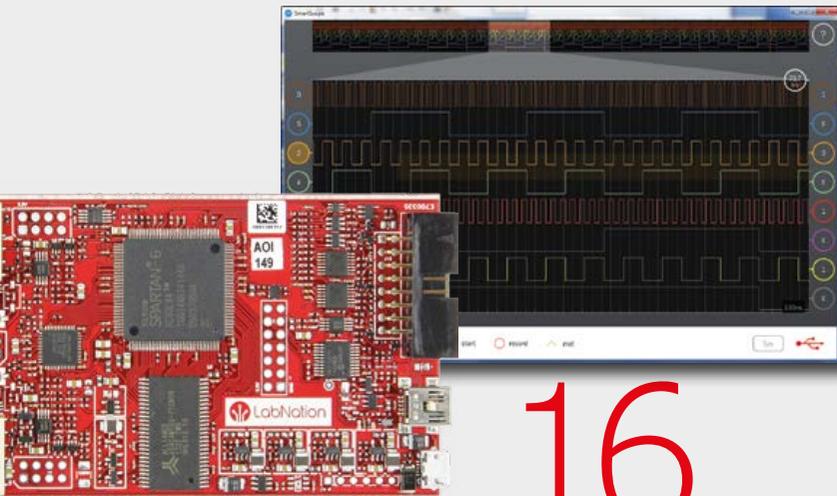




IR-GESTEUERTER DIMMER MIT LERNFUNKTION

FÜR LAMPEN UND HEIZUNGEN

Dieser IR-gesteuerte Dimmer arbeitet mit einem Triac. In der Standardkonfiguration eignet er sich für elektrische Heizlüfter und Glühlampen bis zu 1.000 W. Der in diesem Projekt verwendete PIC-Mikrocontroller ist in der Lage, die Codes fast beliebiger Fernbedienungen zu lernen.



16

- 48 **Pan - Tilt - Zoom:**
Steuerung für Überwachungskameras
Viele Überwachungskameras nutzen das einfache Pelco-D-Protokoll auf RS485-Basis.
- 54 **Raumklima-Controller**
Misst Temperatur und Luftfeuchte
- 59 **e-BoB BL600 (4)**
Temperatur-Sensor am I²C-Port

LEARN

DESIGN

SHARE

- 70 **Willkommen bei SHARE**
- 71 **Retronik**
Digi-Disco (1978)
- 74 **Aus dem Labor**
Elektrisierende Malerei
- 76 **Web-Recherche**
Die Evolution des Taschenrechners
- 78 **Elektor-Labs.com**

Vorschau

Sommer-Doppel-Ausgabe Mit besonders vielen Projekten!

Für das Juli/August-Heft haben wir wieder eine schöne Auswahl an großen und kleinen Projekten zusammengestellt.

Aus dem Inhalt:

- Midi-Analyzer
- Arduino als I²C-Slave
- Raspberry-Pi-Wobbler
- Geräusch-Ampel
- Stromversorgung für das IoT
- Steuerung mit Windows Apps
- VFD-Shield für Arduino
- Analoge Robotersteuerung
- 4093-Sirene
- Lego-LEDs ansteuern

Änderungen vorbehalten.

Elektor Juli/August 2015 erscheint am 24. Juni 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.

57

Länder

246803

Mitglieder

10

Experten &



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 – 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



Elektor TV

Auch auf der Mattscheibe

Unsere Filmkulissen sind noch nicht kinotauglich - aber Sie können sich auf einen Kameraschwenk 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.elektorpcbservice.com



Das Elektor-Labor

Lernen, entwickeln, teilen!

Das Technik-Kreativzentrum von Elektor (hier geht es von der Schaltungs-skizze 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 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

-Netzwerk



Autoren

Literatur

Monatliche Besucher

Drucktermin



Elektor-Community

Werden Sie GREEN oder GOLD-Mitglied!

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 E-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

Treten Sie dem weltweit größten Elektroniker-Netzwerk bei!



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

GOLD 127,50 €/Jahr

- ✓ 10x Elektor jährlich (Print)
- ✓ 10x Elektor jährlich (Digital)
- ✓ Zugang zum Elektor-Archiv
- ✓ 10% Rabatt auf Shop-Produkte
- ✓ Zugang zu Elektor-Labs
- ✓ Elektor-Jahrgangs-DVD
- ✓ Exklusive Top-Angebote
- ✓ 26 neue Projekte jährlich

www.elektor.de/gold-mitglied

GREEN 92,50 €/Jahr

Empfehlung

- ✗ 10x Elektor jährlich (Print)
- ✓ 10x Elektor jährlich (Digital)
- ✓ Zugang zum Elektor-Archiv
- ✓ 10% Rabatt auf Shop-Produkte
- ✓ Zugang zu Elektor-Labs
- ✓ Elektor-Jahrgangs-DVD
- ✓ Exklusive Top-Angebote
- ✓ 26 neue Projekte jährlich

www.elektor.de/green-mitglied

GRATIS

- ✗ 10x Elektor jährlich (Print)
- ✗ 10x Elektor jährlich (Digital)
- ✗ Zugang zum Elektor-Archiv
- ✗ 10% Rabatt auf Shop-Produkte
- ✗ Zugang zu Elektor-Labs
- ✗ Elektor-Jahrgangs-DVD
- ✓ Exklusive Top-Angebote
- ✓ 26 neue Projekte jährlich

www.elektor.de/newsletter

WAS BEDEUTET FLEXIBLE AUFLÖSUNG?

Die PicoScope Oszilloskope mit flexibler Auflösung erlauben Ihnen das Umkonfigurieren der Hardware entweder zur Steigerung der Abtastrate oder der Auflösung.

Erstmals können Sie die Hardware eines Oszilloskop in einen schnellen 8-bit-Modus versetzen, um digitale Signale zu betrachten, oder in einen hochauflösenden 16-bit-Modus für präzises analoges Arbeiten.

Egal ob Sie schnelle digitale Signale erfassen und decodieren oder Verzerrungen in sensiblen analogen Signalen betrachten möchten:

Die flexible Auflösung ermöglicht Ihnen beides mit ein und demselben Oszilloskop.

8, 12, 14 oder 16 bits



Die Oszilloskope der PicoScope 5000 Serie haben eine revolutionäre Hardware-Architektur, bei der viele hochauflösende AD-Wandler den Eingangskanälen in verschiedenen, zeit-interleaved und parallelen Kombinationen zugeteilt werden können. So wird entweder die Abtastrate auf bis zu 1 GS/s bei 8 bit oder die Auflösung bis 16 bits bei 62,5 MS/s gesteigert.

Die umfangreiche, enthaltene Software umfasst standardmäßig serielles Bus-Decoding und Analyse (CAN, LIN, RS232, I2C, I2S, SPI, FlexRay), segmentierten Speicher, Maskentests, Spektrum-Analyse sowie ein Software Development Kit (SDK), mit kostenfreien Software-Updates. Fünf Jahre Gewährleistung.

www.picotech.com/PS414

Frontplatten

- UV- und Digitaldruck
- Lasergravur
- Befestigungsbolzen

UV-Druck auf Acryl
und Aluminium

NEU!

Kostenlose Panel-
designersoftware
TARGET 300!



www.front-panel.de

25 Jahre **Beta**
LAYOUT
create electronics

Transceiver

für Industriefernsteuerungen
weltweit!



STD-302N-R

434 MHz: EU
869 MHz: EU
419 MHz: China
429 MHz: Japan
447 MHz: Korea
458 MHz: UK
335 MHz: Indien



LMD-400-R

458 - 462,5 MHz: USA
438 - 442 MHz: Skandinavien
458 - 462 MHz: Deutschland



STD-503

2,4 GHz: weltweit



Mehr Informationen:

Vertrieb durch:

Reimesch
Kommunikationssysteme GmbH

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

Vertrieb durch:

CIRCUIT DESIGN GmbH

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

Willkommen bei **LEARN**

SHARE

DESIGN

LEARN



Von **Jens Nickel**

Programmieren lernen

In der letzten Ausgabe hatte ich Sie nach Ihrer Meinung gefragt: Brauchen wir ein weiteres Mikrocontroller-board, speziell für Hochschule, Schule und Ausbildung? Es haben mich bisher schon einige Mails zum Thema erreicht, vielen Dank dafür! Wie (fast) immer gehen die Meinungen

deutlich auseinander, doch eine knappe Mehrheit konnte ich für ein (Hoch-)Schul-Board ausmachen – wobei die Hardware hier selbstverständlich durch eine gute Anleitung und interessante Softwarebeispiele vervollständigt werden sollte. In einer Mail wurde dazu geraten, auf jeden Fall einen Programmierer auf dem Board zu integrieren, so dass man nicht mit einem Extra-Tool hantieren muss. Bei den „Contra“-Mails gab es Anregungen, welche bereits vorhandenen Boards sich speziell

für die Ausbildung eignen könnten. Einer unserer deutschen Leser machte mich auf den Banana Pi aufmerksam – bei Gelegenheit werde ich mir diesen einmal genauer ansehen.

Natürlich führt das zu der Frage, was „Programmieren lernen“ heute bedeutet. Soll man sich dabei überhaupt noch mit Registern beschäftigen und vielleicht auch gerade deswegen mit einem 8-bitter anfangen? Oder doch lieber Bibliotheks-Frameworks nutzen und damit schneller zum Ziel kommen? Gehört die Zukunft vielleicht sowieso der Embedded-Programmierung von kräftigen ARM-Prozessoren unter Linux oder einem anderen Betriebssystem?

Ich bin ja selbst ein Fan von modularen Bibliotheken und 32 KB Flash sollten's mindestens sein, wenn ich für ein Projekt einen Controller auswählen muss. Aber dennoch hat es mir Spaß gemacht, in diesen Tagen den ersten Teil einer kleinen Serie über Assembler-Programmierung zu bearbeiten. Der Held der Story ist dabei ein PIC mit gerade einmal 1024 Worten Programmspeicher (in der nächsten Ausgabe geht's los).

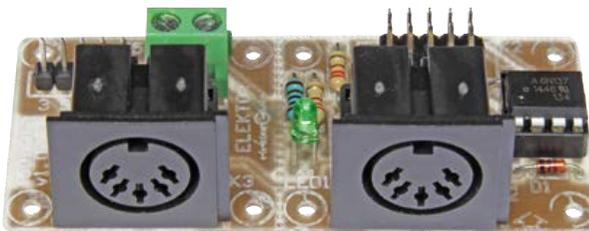
Was denken Sie? Schreiben Sie mir unter redaktion@elektor.de!

Midi

Die kleine Midi-Platine im J2B-Synthesizer und ein Midi-Analyzer-Vorschlag auf Elektor-Labs.com reizte mich, unserem Labor ein kleines Midi-Eingangs/Ausgangs-Modul vorzuschlagen. Natürlich sollte dieses mit einem ECC ausgerüstet und somit etwa an unser Extension-Shield anschließbar sein, so dass ein Arduino um einen Midi-Ein-/Ausgang erweitert werden konnte. Kollege Ton Giesberts hatte das Modul (die Schaltung ist überschaubar) als bald geroutet; Jan Visser (ebenfalls aus dem Elektor-Labor) fräste uns im Keller unseres Hauses zwei Platinen. Als bald stand Hedwig Hennekens, welche die Labor-Projekte koordiniert, bei mir am Schreibtisch mit den Worten: „So, jetzt musst du uns aber auch Software schreiben...!“

Eine gute Gelegenheit, um endlich auch daheim Atmel Studio zu installieren und mir dort einen kleinen Bastel-Platz einzurichten (äh, ich meine natürlich einen Platz für professionelle Softwareent-

wicklung). Eine glückliche Fügung war, dass ich mich auch ein wenig in der Produktion von elektronischer Musik versuche. Ok, eine erste CD-Veröffentlichung dürfte noch etwas auf sich warten lassen, aber immerhin verfüge ich über ein Controller-Keyboard von Arturia, das selbstverständlich mit einem Midi-Ausgang ausgerüstet ist.



Eine kleine Midi-Analyzer-Software war schnell geschrieben, denn die Grundzüge des Midi-Protokolls hat man sehr schnell erlernt. Um die verschiedenen Parameter (Channel, Note On/Off, Notenwert bzw. Controllernummer, Anschlagstärke bzw. Controllerwert) an unterschiedlichen Positionen auf dem Display des Extension-Shields darstellen zu können, habe ich unsere EFL-Display-Library um eine zusätzliche Abstraktionsebene erweitert. Das macht die Programmierung noch komfortabler. Den Midi-Analyzer haben wir für das nächste Heft eingeplant. Bleiben Sie dran! ◀

(150217)

Die analoge Welt

Von 8 auf 32 bit: ARM-Controller für Einsteiger (5)

Von Viacheslav Gromov (D)

Da wir bisher sehr viele digitale Peripherielemente in diesem Kurs behandelt haben, wird es nun Zeit für „Analoges“. Zu diesem Thema fallen einem 8-bit-MCU-Kenner sofort mindestens zwei Peripherielemente ein: ADC und AC. Sie sollen nun, wie auch ein DAC, genau unter die Lupe genommen werden.

Unser SAM D20 verfügt über einen leistungsstarken Analog-Digital-Wandler (ADC) mit einer Auflösung von wahlweise 8, 10 oder 12 bit, dessen Aufbau im **Bild 1** zu sehen ist. Wie bei 8-bit-Mikrocontrollern gilt die Faustregel: Je kleiner die Auflösung, desto kürzer die Wandlungszeit. Der ADC des SAM D20 schafft bis zu 350.000 Wandlungen in einer Sekunde. Im Oversampling-Modus kann er sogar eine Auflösung von 16 bit erzielen. Er verfügt über 32 analoge Eingänge, davon sind zehn als mögliche Quellen für den negativen und 25 für den positiven Anschluss gedacht. Manche können also

beides und manche sind für interne Quellen wie zum Beispiel den DAC oder einen Temperatursensor geeignet. Wie man im Blockschaltbild erkennen kann, braucht der ADC immer einen positiven und einen negativen Anschluss, damit er die Spannungsdifferenz zwischen diesen beiden Anschlüssen messen beziehungsweise in einen digitalen Wert umwandeln kann. Ein negativer Anschluss kann natürlich auch GND sein. Der ADC benötigt auch eine Referenz-Spannungsquelle, von denen verschiedene zur Verfügung stehen. Wenn die Referenz 1 V beträgt, ist für den ADC die höchste messbare Spannung

auch 1 V. Diese Spannung löst der ADC dann zum Beispiel mit 12 bit über den Daumen gepeilt in 0,0002-V-Schritte auf. Er beherrscht aber noch mehr Funktionen wie etwa die Verstärkung eines Signals um den Faktor 0,5...16 oder den Fenstermodus zur Überwachung der gemessenen Werte innerhalb ausgewählter Grenzen. Wenn diese Grenzen erreicht werden, löst er einen der vielen möglichen Interrupts aus. Der ADC kann nach dem Start-Befehl grundsätzlich Einzelmessungen oder permanente Messungen durchführen. Weitere wichtige Daten zum ADC finden Sie im Datenblatt ab Seite 481.

Erste Versuche mit dem ADC

Da der ADC ein wichtiges Peripherielement ist, wollen wir ihn natürlich auch in der Praxis ausprobieren. Bauen Sie dazu die kleine Schaltung mit dem analogen Temperatursensor LM335 wie in **Bild 2** auf. Die beiden Bauteile können problemlos fliegend zusammengelötet werden (**Bild 3**). Machen Sie die Kabel aber nicht zu lang, sonst könnten sie das Messergebnis verfälschen!

Dieser Temperatursensor ist einfach zu beschalten und besitzt eine zufriedenstellende Linearität [1]. Wir wollen die Temperatur mit dem ADC messen und die Messwerte im Sekundentakt an der virtuellen seriellen Schnittstelle (UART) am Computer ausgeben. Diese Aufgabe wurde in dem Projekt „ADC Test1“ gelöst, das (wie gewohnt im zu diesem Artikel gehörenden Ordner) unter [2] zu finden ist. Hier finden Sie auch die Listings zu diesem Kurs in einem Extra-Dokument.

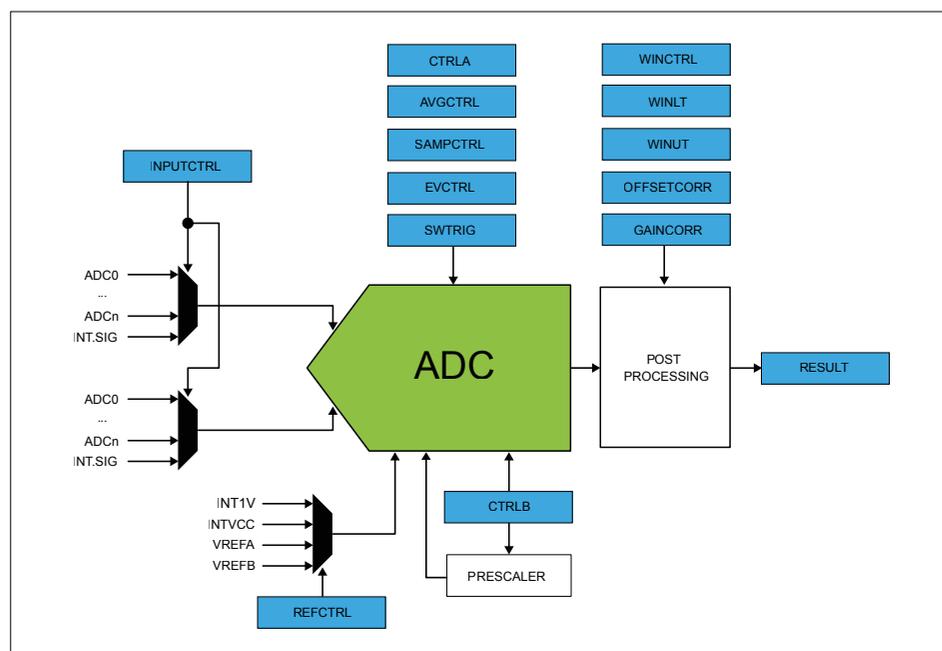


Bild 1. Prinzipieller Aufbau des Analog/Digital-Wandlers.

Am Anfang der Main-Datei stechen vor allem die Befehle zur Erzeugung der Instanz-Strukturen sowohl für den U(S)ART als auch für den ADC, die Funktionsprototypen, die Deklaration verschiedener Variablen sowie die uns schon vertraute Konfigurations-Funktion für den U(S)ART mit 9600 Baud am EDBG ins Auge. Danach folgt schon, wie im **Listing 1** [2] zu sehen, die Konfigurations-Funktion des ADCs. Hier wird ASF-üblich mit `struct` eine Konfigurations-Struktur `config_adc` erzeugt, deren Variablen dann mit Einstellungen in Form von symbolischen Konstanten gefüllt werden. Die Variablen `positive_input` und `negative_input` wählen die Quellen für den positiven (AIN0, PB00) beziehungsweise negativen Eingang (Masse, GND). Danach wird in der Struktur-Variablen `reference` AREFB (PA04) als Referenzquelle ausgewählt. Hier ist AREFB an VCC angeschlossen, sodass die Spannung 3,3 V beträgt. Diese 3,3 V werden bei jeder Messung mit 12 bit aufgelöst, wie es die Struktur-Variable `resolution` vorgibt. Der Verstärkungsfaktor in der Struktur-Variablen `gain_factor` ist auf x1 eingestellt, sodass die Eingangsspannung nicht verstärkt, sondern sofort 1:1 aufgelöst wird. Danach deaktivieren wir nur noch die Teilung des ADC-Ergebnisses sowie den Window-Modus mit den Variablen `divide_result` und `window_mode`. Am Ende der ganzen Funktion werden die in der Konfigurations-Struktur gespeicherten Einstellungen an den ADC übergeben und aktiviert. Ab jetzt kann der ADC unter der Instanz-Struktur `adc_instance` aufgerufen werden.

In der Main-Funktion werden sowohl die MCU initialisiert als auch die eben besprochenen Funktionen aufgerufen. Es folgt in einer Endlosschleife der Kern des Programm (**Listing 2** [2]); wir beginnen mit einer ADC-Einzelmessung durch `adc_start_conversion(&adc_instance)` samt Angabe der Instanz-Struktur. Dann wird in einer While-Schleife gewartet, solange der ADC noch beschäftigt ist und beim Befehl zum Auslesen des ADC-Messergebnisses `adc_read(&adc_instance, &daten)` STATUS_BUSY ausgibt. Dieser Befehl speichert dann den Messwert in der Variablen „daten“, auf die auch der Pointer in diesem Befehl zeigt. Mit der nachfolgenden Rechnung `volt = daten * 0.000805` wird der Messwert in Volt umgerechnet (0,000805 ergibt sich aus 3,3 V/4095). Dies ist der kleinste „Schritt“, den der ADC im 12-bit-Modus auflösen kann.

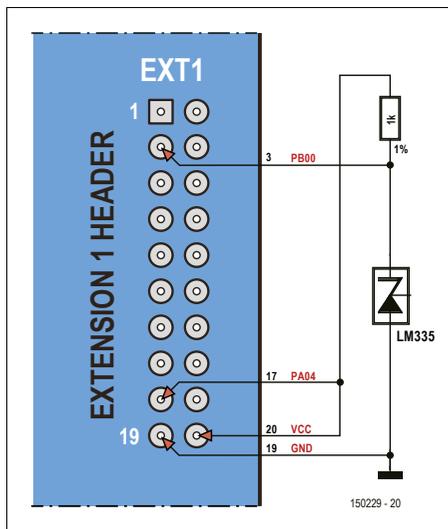


Bild 2. Der analoge Temperatursensor mit Widerstand.

Der Befehl `temperature = 25 + (volt - 2.945) / 0.01` rechnet die gemessene Spannung am LM335 in einen Temperaturwert um. Erst wird der gemessenen Spannung 2,945 V abgezogen, da bei diesem Spannungswert die Temperatur 25°C betragen sollte. Das ist unser Startwert. Danach wird der Rest immer durch 10 mV entsprechend 1 C geteilt. Dann werden 25°C wieder hinzugerechnet. Hier kann man später den gemessenen Temperaturwert justieren.

Die nächsten zwei Befehle wandeln den Float-Temperaturwert in ein Array im ASCII-Format zur Versendung per UART



Bild 3. Zwei Bauteile – fliegender Aufbau.

um. Dazu wird der Wert erstmal mit 100 multipliziert, damit die zwei Nachkommastellen vor das Komma rutschen und danach mit dem `sprintf`-Befehl (ähnlich dem `print`-Befehl bei anderen IDEs) in den String `temperature_buffer` umformatiert. In der nachfolgenden For-Schleife werden sukzessive (i wird in jedem Durchlauf um 1 erhöht) die vier Zeichen mit dem Befehl `usart_write_wait(&usart_instance, temperature_buffer[i])` per UART versandt. Die If-Abfragen davor legen fest, wann das Komma verschickt werden muss: Wenn der Wert größer oder gleich 1000

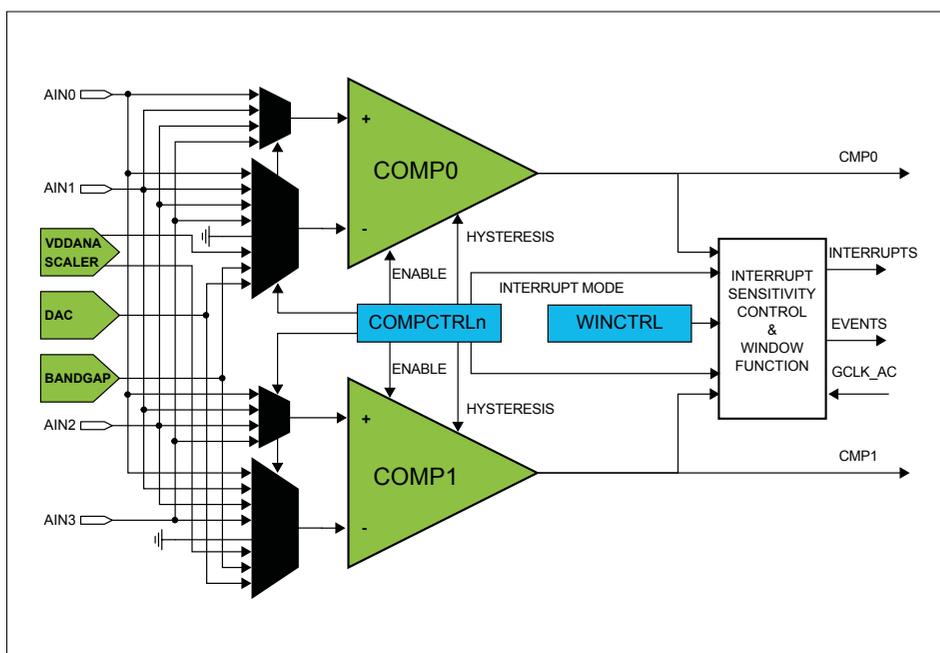


Bild 4. Aufbau der analogen Komparatoren.

ist, wird das Komma (ASCII 44) nach dem zweiten Zeichen, falls der Wert kleiner als 1000 ist (und damit lediglich eine Ziffer vor dem Komma haben muss) schon nach dem ersten Zeichen versandt. Die letzte If-Abfrage in der For-Schleife schickt nach dem letzten Zeichen noch ein „Line Feed“ (ASCII 10), damit der nächste Temperaturwert in einer neuen Zeile angezeigt wird. Am Ende der Endlosschleife wird schließlich mit `delay_s(1)` eine Sekunde lang gewartet, damit die Werte nur im Sekundenabstand verschickt werden. In dieses Projekt wurde mit dem ASF-Wizard sowohl die U(S)ART- als auch die ADC-Bibliothek der Einfachheit halber und zu Demonstrationszwecken in der Polled-Variante eingebunden. Da man bei der Polled-Variante warten muss, bis das Zeichen gesendet wurde und der entsprechende Befehl dann den `STATUS_OK` ausgibt, sind die USART-Sendebefehle in While-Schleifen zu finden. Übertragen Sie das Programm auf das Board und nehmen Sie per Terminalprogramm Kontakt auf (DTR-Signal nicht vergessen!). Wegen der vielen Einflüsse kann der gemessene Wert um einige wenige Grad von der tatsächlichen Temperatur abweichen bzw. schwanken [3].

Der analoge Komparator

Der SAM D20 besitzt zwei analoge Komparatoren, die zwei Spannungen miteinander vergleichen und als Ergebnis feststellen, ob die Differenz positiv (der erste Kanal ist höher als der zweite) oder negativ (der zweite Kanal ist höher als der erste) ist. Der Aufbau der ACs ist im **Bild 4** dargestellt. Hier sieht man, wie viele verschiedene Quellen diese Komparatoren haben und dass sie wie beim ADC auch im Window-Modus zusammenarbeiten können. Die analogen Komparatoren können Interrupts oder Events auslösen, es lässt sich zudem eine Hysterese zur Vermeidung von Rausch-Störungen einstellen. Außerdem verfügt man über ein digitales Filter zur Filterung des Eingangssignals, so dass der AC wenig rauschempfindlich ist. Generell kann dieser AC wie auch der ADC dauerhaft messen oder nur (stromsparend) Einzelmessungen durchführen. Weitere wichtige Daten zum AC finden Sie ab Seite 521 im Datenblatt.

Der AC in Betrieb

Nun wollen wir ein kurzes Projekt zum analogen Komparator umsetzen. Die LED0 auf dem SAM D20-Xplained-Pro-Board

sollte leuchten, wenn die Spannung an Poti P1 höher ist als die an P2 und sollte verlöschen, wenn es sich umgekehrt verhält. Dazu schließt man zwei Potis wie in **Bild 5** an, am besten wie in **Bild 6** zu sehen auf einem Steckbrett. Die Potis sind als Spannungsteiler geschaltet, sodass an jedem der Komparatoreingänge eine Spannung von 0...3,3 V anliegt.

Der Code zum Projekt „First step with AC“ ist relativ einfach zu verstehen. Es wurde die Callback-Variante der AC-ASF-Bibliothek im ASF-Wizard ausgesucht.

Am Anfang der Main-Datei werden wie immer die `Asf.h`-Datei eingebunden und die Funktionsprototypen angegeben. Danach erstellt man die Instanz-Struktur `ac_instance` des Typs `ac_module`. Und schon kommen wir zur ersten kleinen Funktion mit den drei Befehlen:

```
struct ac_config config_ac;

ac_get_config_defaults(&config_ac);
ac_init(&ac_instance, AC,
&config_ac);
```

Wie Sie mit schon geübtem Auge erkennen, wird hier nichts anderes gemacht als eine Konfigurations-Struktur erzeugt, die mit Voreinstellungen gefüllt und gleich danach schon an den gesamten AC-Block übergeben wird. Später lässt sich der Komparator unter der Instanz-Struktur `ac_instance` aufrufen. Die Voreinstellung besteht eigentlich nur aus der Zuweisung der Taktquelle (GCLK-Generator 0), die ja bekanntlich auch die CPU versorgt und deswegen nicht noch extra aktiviert werden muss.

Die größte und auch wichtige Konfigurations-Funktion des einzelnen Kanals 0 sowie der dafür benötigten Eingang-Pins (**Listing 3** [2]) ist schon komplizierter. Den zweiten Kanal benötigen wir für unser Projekt nicht, da wir nur zwei Spannungen vergleichen wollen. Wie Sie im Listing sehen können, wird zuerst die Konfigurations-Struktur `config_ac_chan` mit `struct` erzeugt und mit `ac_chan_get_config_defaults(&config_ac_chan)` mit Voreinstellungen initialisiert. Danach werden mehrere Variablen dieser Struktur mit Hilfe des Punktoperators mit Einstellungen gefüllt. Als erstes wird die Variable `sample_mode` mit der Einstellung für `single shot` gefüllt, sodass der AC bei Aufruf nur eine Einzelmessung durchführt. Dann werden der positive Anschluss an `AIN0` (PA04) und der negative Eingang auf

den `AIN1` (PA05) intern angeschlossen. Es sind andere Pins als bei `AIN0` und `AIN1` des ADCs; verwechseln Sie sie also nicht! Danach wird das sogenannte „Majority-of-five-Filter“ zur digitalen Filterung der Eingangssignale aktiviert. In der Variablen `interrupt_selection` wird gespeichert, wann ein Interrupt ausgelöst wird. In unserem Fall beladen wir die Variable mit der symbolischen Konstanten `AC_CHAN_INTERRUPT_SELECTION_END_OF_COMPARE`. Der Callback sollte also nach jeder AC-Messung ausgelöst werden. Weiter unten in der Funktion werden die beiden Eingang-Pins `PA04` und `PA05` genauer eingestellt, zuerst die jeweilige Konfigurations-Struktur `acx_pin_conf` (`x = 0/1`) für den Pin erstellt und danach die Variablen der Struktur `direction` und `mux_position` mit `SYSTEM_PINMUX_PIN_DIR_INPUT` beziehungsweise `MUX_PA0xB_AC_AINx` geladen. Die erste Variable ist, wie schon der Name verrät, für die Richtung (Eingang/Ausgang) des Pins zuständig und wird immer mit Hilfe der oben gezeigten symbolischen Konstanten mit der Einstellung für einen Eingang gefüllt. Die zweite Variable ist die Einstellung des Pins. Im oberen Code-Stück wird also die für den `PA04` (`AIN0`) und im unteren Code-Stück die für `PA05` (`AIN1`) zuständige symbolische Konstante der jeweiligen Struktur-Variablen zugewiesen. Am Ende beider Code-Blöcke werden schließlich die in den Konfigurations-Strukturen gespeicherten Einstellungen jeweils an den dazugehörigen Pin übergeben. Der dafür zuständige Befehl `system_pinmux_pin_set_config(PIN_PA0xB_AC_AINx, &acx_pin_conf)` benötigt nur noch die passende symbolische Konstante sowie die zuständige Konfigurations-Struktur. Nach diesen beiden Blöcken ist die Übergabe- sowie die Aktivierungs-Funktion zu sehen, mit denen die in der Konfigurations-Struktur `config_ac_chan` ganz oben in der Funktion vorgenommenen Einstellungen an den gesamten Kanal 0 übergeben werden. Dabei ist auch noch einmal die Instanz-Struktur `ac_instance` angegeben.

Nun ist auch schon die Callback-Funktion namens `callback_function_ac` an der Reihe. Sie stellt die Callback-ISR bei jedem nach der AC-Messung ausgelöstem Interrupt dar. In der ISR befindet sich auch der wichtigste Teil des Programms. Es ist nichts anderes als eine Switch-Fallunterscheidung, die je nach Messergebnis die LED0 auf dem Xplained-Pro-Board

ein- oder ausschaltet. So sieht der Inhalt dieser Fallunterscheidung aus:

```
case 10: port_pin_set_output_
level(LED_0_PIN, 1);
    break;
case 12: port_pin_set_output_
level(LED_0_PIN, 0);
    break;
```

In dieser Abfrage wird mit dem Befehl `ac_chan_get_status(&ac_instance, AC_CHAN_CHANNEL_0)` das in der letzten Messung ermittelte Ergebnis interpretiert. Dieser Befehl gibt eine Bit-Maske von den Kanal-Flags aus: 10, wenn die Spannung am P1 (AIN0) höher ist als an P2 und 12, wenn es sich umgekehrt verhält. Im zweiten Fall wird LED0 eingeschaltet, die ja low-aktiv ist. Der Vorteil der On-board-LED besteht darin, dass man nicht erst den dazugehörigen Pin konfigurieren muss, da dies schon automatisch geschehen ist.

Nach der Switch-Fallunterscheidung in der ISR wird die nächste Messung mit dem Befehl `ac_chan_trigger_single_shot(&ac_instance, AC_CHAN_CHANNEL_0)` getriggert, der lediglich einen Pointer auf die Instanz-Struktur des ACs sowie die symbolische Konstante für den zu verwendeten Kanal benötigt. Die nächste und letzte Funktion vor der Main-Schleife heißt `configure_ac_callback`, die den Interrupt (Callback) registriert und aktiviert. Beide Befehle sind wie üblich nach dem ASF-Muster aufgebaut. Der erste Befehl zum Registrieren des Callbacks benötigt einen Pointer auf die Instanz-Struktur des ganzen ACs, den Namen der Callback-ISR und die Art des Interrupts (hier: `AC_CALLBACK_COMPARATOR_0`), der zweite das Gleiche, nur ohne den Namen der Callback-ISR.

Nun kommen wir zur lang ersehnten Main-Funktion, in der zuerst die MCU initialisiert und alle gerade besprochenen Konfigurations-Funktionen aufgerufen werden. Danach folgen der Befehl `ac_enable(&ac_instance)`, der den gesamten AC-Block aktiviert, und direkt danach der Befehl zum Starten einer ersten Messung des analogen Komparators. Die Endlosschleife bleibt ansonsten leer, da ab dieser Stelle immer am Ende der Messung die besprochene ISR aufgerufen wird, an deren Ende schon die nächste Messung gestartet wird. Der Kern des Programms läuft also sozusagen in einer Interrupt-Endlosschleife ab,

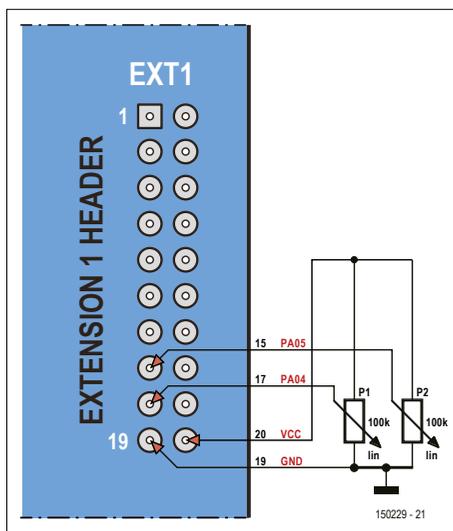


Bild 5. Die Schaltung mit zwei Potis zum Ausprobieren der analogen Komparatoren.

die lediglich am Anfang einmalig aufgerufen werden muss.

Sie können nun das Projekt selbst auf das Board, an das schon die Potis angeschlossen sind, mit „Start without Debugging“ übertragen [4].

Der DAC

Bei 8-bit-Mikrocontrollern ist ein Digital-to-Analog-Converter (DAC) nicht so oft zu finden. DACs wandeln einen digitalen Wert in eine analoge Spannung um, sie stellen also genau das Gegenteil zum ADC dar. Meist werden DACs in Audio-Anwendung gebraucht. Unser SAM D20 besitzt einen DAC, dessen Blockschaltung in **Bild 7** dargestellt ist. Der DAC des SAM D20 verfügt nur über einen Kanal, hat aber eine befriedigend hohe Auflösung von 10 bit und eine maximale Sampling-Rate von 350 ksp/s.

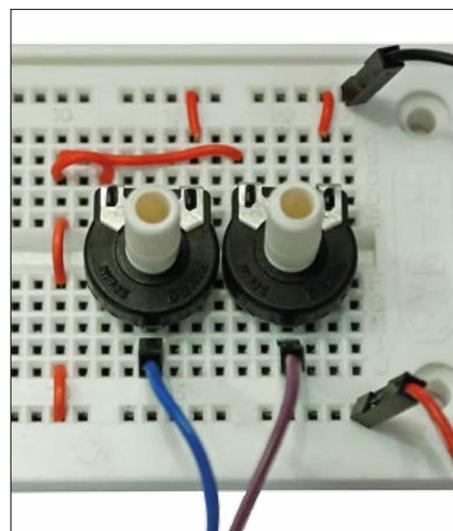


Bild 6. Die beiden Trimpotentiometer auf dem Steckboard.

Im Blockdiagramm links erkennt man zahlreiche Register, die meisten für die Konfiguration des DACs, auf die wir aber nicht tiefer eingehen. Dazu gesagt werden muss lediglich, dass das Daten-Register mit dem 10-bit-Wert für die anstehende Umwandlung auch noch ein gleichgroßes Buffer-Register hat. Diese beiden fungieren dann bei Bedarf nach dem First-In-First-Out (FIFO) Prinzip. Es werden also stets die aktuellen Daten zuerst verarbeitet. Falls der DAC einen Befehl zur Umwandlung eines digitalen in einen analogen Wert bekommen hat, das DATA-Register aber leer ist, kann zum Beispiel ein EMPTY-Event ausgelöst werden. Umgekehrt kann ein anderer Baustein in der MCU, zum Beispiel der Timer, ein START-Event auslösen, damit der DAC eine Umwandlung beginnt.

Im Blockschaltbild sind zahlreiche Refe-

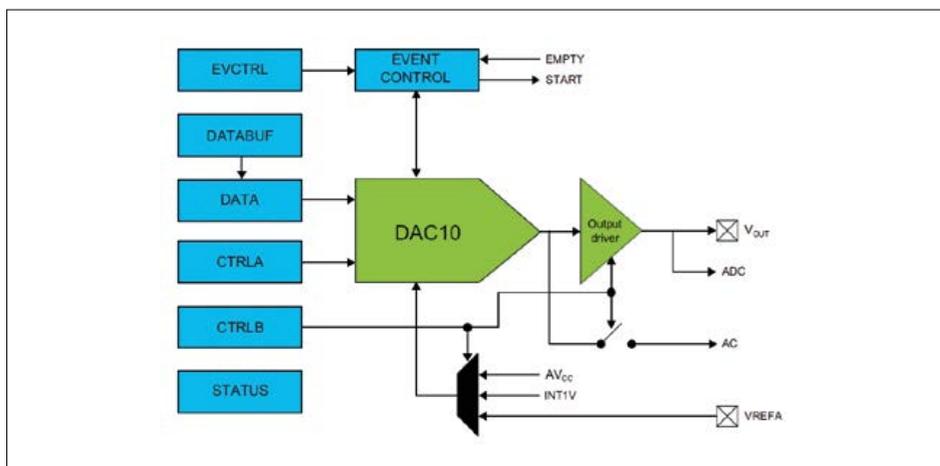


Bild 7. So sieht der ganze DAC-Block aus.

Videos zum Kurs

Der Autor dieses ARM-Kurses berichtet in Videos (in deutscher Sprache) über die ganze SAM-Familie, die Erweiterungsboards und die Software. Sie finden die Videos auf dem Elektor-YouTube-Channel www.youtube.com/elektorde.

renzquellen und Ausgangs-Optionen zu sehen. Wie beim ADC kann man in der Software die externe Spannungs-Referenz, die Versorgungsspannung (AVCC) oder die interne genaue 1-V-Referenzspannung auswählen. Der umgewandelte Spannungswert kann an dem externen VOUT-Pin (PA02), einem ADC-Eingang (mit einem optionalen internen Verstärker dazwischen) sowie am analogen Komparator ausgegeben werden. Der DAC kann wie die meisten anderen Peripheriebausteine des SAM D20 von verschiedenen Quellen mit einer Taktfrequenz versehen werden, sodass bei einem Lese- oder Schreibvorgang sein Takt mit dem des internen Datenbus synchronisiert werden muss. Näheres steht im Datenblatt ab Seite 550.

Damit Sie dieses ARM-typische Peripherieelement näher kennenlernen, wurde ein kleines Beispielprogramm mit der Polled-Version der ASF-DAC-Bibliothek entworfen, das ein Sinussignal mit 3,3 V Amplitude und einer Frequenz von ungefähr 500 Hz erzeugt. Sie können wie in **Bild 8** einen Piezo-Schallgeber anschlie-

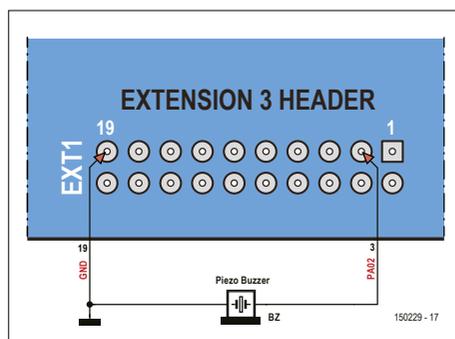


Bild 8. Die Schaltung besteht lediglich aus dem Board und dem Piezo-Schallgeber.

ben oder mit einem Oszilloskop das saubere Sinus-Signal betrachten. Da der Piezo-Signalgeber wegen der niedrigen Amplitude sehr leise ist, sollte man ihn auf einen Resonanzkörper kleben.

Nun aber zum Code in der Main-Datei! Nach dem Einbinden von `asf.h` und der Funktionsprototypen folgt das Deklarieren der Variable `i`, die später für die For-Schleife gebraucht wird, und die Deklaration und Initialisierung eines Arrays „sinus“, das mit 360 Sinuskurven-Werten (die der praktische Online-Sinuskurven-Generator [5] liefert) gefüllt ist. Der niedrigste Wert beträgt 0 und der höchste 1023, damit die 10-bit-Auflösung des DACs voll ausgeschöpft wird.

Die folgenden beiden Konfigurations-Funktionen des DACs (Instanz-Struktur `dac_instance` des Typs `dac_module`) in **Listing 4** [2] konfigurieren den gesamten DAC-Block nach dem üblichen Muster: Zuerst wird die Konfigurations-Struktur namens `config_dac` erzeugt, danach mit den Standard-Einstellungen gefüllt und nachfolgend die gewünschten Einstellungen mit dem Punktoperator in die Struktur-Variablen gefüllt. In unserem Fall erhält der DAC den Takt vom GCLK-Generator 0, der Ausgang des DACs wird auf den Ausgangs-Pin PA02 geleitet und die Versorgungsspannung von 3,3 V wird mit dem Befehl `config_dac.reference = DAC_REFERENCE_AVCC`; als Referenzspannung ausgewählt. Anschließend werden die in der Konfigurations-Struktur vorgenommenen Einstellungen mit dem Befehl `dac_init(&dac_instance, DAC, &config_dac)` an den DAC übergeben.

Die zweite Konfigurations-Funktion ist noch einfacher zu verstehen. Hier wird der DAC-Kanal 0 mit der vorher erzeugten

Konfigurations-Struktur `config_dac_chan` separat konfiguriert, indem die Voreinstellungen geladen und die Struktur mit dem Befehl

```
dac_chan_set_config(&dac_instance,
DAC_CHANNEL_0, &config_dac_chan);
```

an den Kanal übergeben wird.

In der Main-Funktion werden nach der Initialisierung der ganzen MCU und des SysTick-Timers für die Delay-Funktion die beiden Konfigurations-Funktionen aufgerufen und schließlich der gesamte DAC mit dem Befehl `dac_enable(&dac_instance)` aktiviert.

Die Endlosschleife ist zwar der Kern des ganzen Programms, enthält aber lediglich eine For-Schleife, in der mit der Funktion `dac_chan_write(&dac_instance, DAC_CHANNEL_0, sinus[i])` jeder in dem Array „sinus“ gespeicherte Wert ohne Verzögerung in einen Spannungswert umgewandelt wird. Nach dem Kompilieren und der Übertragung des Programms „500Hz with DAC“ erhält man ein sauberes Sinus-Signal von 500 Hz am Ausgang. Wieso nicht höher, obwohl sich im Programm doch kein einziger Delay-Befehl befindet? Ganz einfach – der DAC braucht halt seine Zeit, um den Befehl auszuführen. Bei einer höheren Taktfrequenz oder weniger Sinus-Werten im Array können Sie viel höhere Ausgangs-Frequenzen erreichen. Wenn Sie innerhalb der For-Schleife einen Delay-Befehl erteilen, können Sie die Frequenz verringern. Mit dem DAC lässt sich also trefflich komponieren. Oder zum Beispiel eine analoge Schaltung testen [6].

Mit diesem Kurs-Teil haben wir in der ganz wichtigen analogen Welt des SAM D20 Fuß gefasst, ab der nächsten Ausgabe geht es schon um ein größeres Projekt mit SPI. Sie dürfen also gespannt sein! ◀

(150229)

Weblinks

[1] www.ti.com/lit/ds/symlink/lm235.pdf

[2] www.elektor-magazine.de/150229

[3] www.atmel.com/images/atmel-42109-sam-d20-analog-to-digital-converter-driver-adc_application-note_at03243.pdf

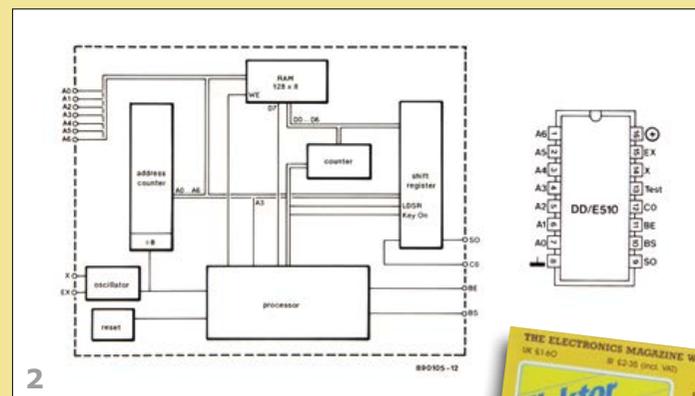
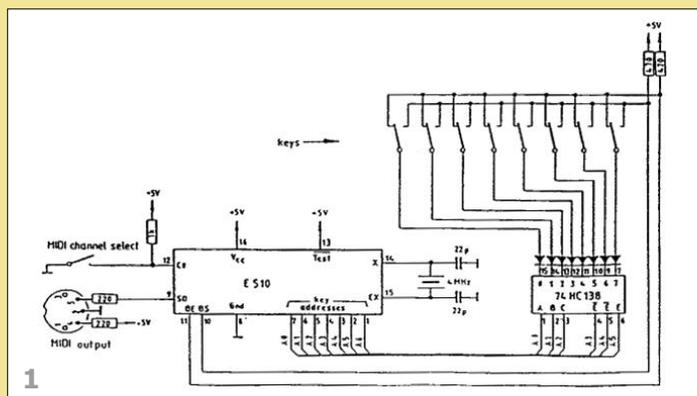
[4] www.atmel.com/Images/Atmel-42106-SAM-D20-Analog-Comparator-Driver_Application-Note_AT03242.pdf

[5] www.daycounter.com/Calculators/Sine-Generator-Calculator.phtml

[6] www.atmel.com/Images/Atmel-42110-SAM-D20-Digital-to-Analog-Driver-DAC_Application-Note_AT03244.pdf

Doepfer E510: MIDI-Keyboard-Scanner

Bemerkenswerte Bauteile



Von Neil Gruending (Kanada)

Die Elektronik in Musik-Tastaturen muss eine Menge Tasten abtasten, damit sie weiß, welche Noten gespielt werden. Einfache Ausführungen erkennen nur, ob Tasten gedrückt werden oder nicht, fortgeschrittenere stellen auch fest, wie schnell eine Taste gedrückt wird, um die Klangtreue zu erhöhen, zum Beispiel das Keyboard-IC E510 von Doepfer Musikelektronik aus dem Jahre 1988. Es wurde gemeinsam mit dem bekannten deutschen Hersteller von Elektronischen Orgeln, Dr. Böhm, entwickelt und vom Halbleiter-Hersteller Elmos als ASIC hergestellt. Nicht zuletzt dank der von Dieter Döpfer geschriebenen Elektor-Artikel [1] wurde der E510 zu einem Meilenstein in der Selbstbau-Musikelektronik.

Keyboard-Tasten besitzen in der Regel einen einpoligen Wechselschalter (SPDT) pro Taste, um die Kosten gering zu halten. Der Ruhekontakt ist geschlossen, wenn die Taste nicht betätigt wird, der Arbeitskontakt schließt, wenn die Taste gedrückt ist. So lässt sich nicht nur ermitteln, dass eine Taste gedrückt wird, sondern aus der Zeitspanne zwischen Ruhe- und Arbeitskontakt auch, wie schnell dies geschieht. Aus der zusätzlichen Geschwindigkeitsinformation lässt sich berechnen, wie laut eine Note gespielt wird, also die Anschlagdynamik. **Bild 1** zeigt eine Keyboardschaltung und wie sie mit dem E510-Chip verbunden ist. Eine typische Topologie der 80er Jahre!

Der E510, dessen Blockschaltbild und Anschlussbelegung in **Bild 2** darstellt ist, kann bis zu 128 Tasten auf diese Weise überwachen. Der E510 tastet jede Taste einzeln ab, indem er zunächst die Adresse der Taste (0...127) auf seine Adress-Ausgangspins legt. Dann sorgt ein 3-nach-8-Dekoder 74HC138 dafür, dass nur eine Taste zu einem bestimmten Zeitpunkt freigegeben ist. Die nicht freigegebenen Tasten erhalten eine logische 1 vom Decoder, eine aktive Taste eine logische 0. Die Dioden isolieren die Tasten voneinander. Der E510 ermittelt über seine Pins BE (NC) und BS (Schließer) den Zustand des Wechselschalters. Öffnet sich der BE-Kontakt, zählt der E510 von 127 herunter, bis der BS-Anschluss schließt. Dieser Vor-

gang wird für alle verbleibenden Tasten wiederholt.

Sobald der E510 fertig ist mit der Abtastung einer Taste, schiebt er das Ergebnis in ein großes Schieberegister, das es dann im MIDI-kompatiblen Format wieder herauschiebt. Der MIDI-Datenstrom wird vom Musik-Prozessor gelesen, der so weiß, welche Note zu spielen ist. Abtastraten und Zeitauflösung werden von der Eingangstaktfrequenz bestimmt. Bei einem typischen 4-MHz-Quarz und einer Ausgangsdatenrate von 31250 Baud beträgt die Auflösung der Velocity etwa 256 μ s.

Sie werden den E510 in einer Vielzahl von Tastaturen wie der Doepfer MMK2 finden. Aber leider ist das IC nicht mehr verfügbar, denn heutzutage wird solche Funktionalität in einem Mikroprozessor oder CPLD untergebracht. Ein ASIC wie der E510 wird wirklich nicht mehr benötigt. Tatsächlich gibt es Versuche, den E510 bei älteren Tastaturen durch moderne Controllertechnik zu imitieren. Der veraltete E510-Chip aber hat in der Elektor-Hall-of-Fame seinen verdienten Ruheplatz erhalten. Dieter Döpfer ist übrigens noch immer mit dem Bau elektronischer Musikinstrumente beschäftigt [3]. Chapeau! **◀**

(150228)

[1] Mini-MIDI-Keyboard,
Elektor November 1988 und MIDI-Master-Keyboard,
Elektor April 1990 (auf Elektor-DVD 1980-1989).

[2] www.cedos.com/datasheets/E510.pdf

[3] www.doepfer.de



Steuern Sie weitere Bemerkenswerte Bauteile hinzu: Mailen Sie an neil@gruending.net!





SmartScope: Multiplattform-Messgerät

USB-Oszilloskop mit Charakter

Von Harry Baggen (Redaktion NL)

Neuzeitliche Oszilloskope, die den PC für die Datenaufbereitung und Darstellung auf dem Bildschirm nutzen, sind meistens für Windows oder Linux konzipiert. Das SmartScope geht einen universelleren Weg: Während die Benutzeroberfläche überall identisch ist, arbeitet es auch mit Android, iPad oder OS X zusammen. Erprobt haben wir das SmartScope an einem Windows-PC und einem Tablet.

Entstehung

Weil der Niederländer *Riemer Grootjans* mit markteingeführten USB-Oszilloskopen nur bedingt zufrieden war, fasste er den Entschluss, ein eigenes, innovatives Produkt zu entwickeln. Angestrebt waren Eigenschaften wie Vielseitigkeit, Mobilität, Ausbaufähigkeit und intuitive Bedienung. Zusammen mit Freunden wurde das Unternehmen *LabNation* gegründet. Die Entwicklung und Aufnahme der Produktion erforderten Kapital, es wurde durch Crowdfunding über *kickstarter.com* beschafft. Innerhalb eines Monats war die Kapitaldecke für das Projekt auf mehr als 300.000 \$ gewachsen. Die folgenden Monate waren ausgefüllt von umfangreicher Arbeit. Die Eckpfeiler der Hardware waren zwar schon vor der Crowdfunding-Aktion entwickelt, doch es stand noch die Frage im Raum, ob in die Hardware ein Sample-Puffer integriert werden soll. Schließlich wurde die ursprüngliche Konstruktion kurzerhand verworfen, in kürzester Zeit wurde etwas Neues aufgestellt. Viele schlaflose Nächte

kostete es, bis Ende August 2014 die Produktion anlaufen konnten. Vier Monate später war jeder Geldgeber im Besitz seines SmartScopes.

Hardware

Wegen der elektrischen Abschirmung ist die Hardware in einem Metallgehäuse untergebracht. Die analogen Eingänge befinden sich auf der Vorderseite, sie sind über zwei Standard-BNC-Buchsen zugänglich. Der 16-polige Steckverbinder auf der Rückseite fasst die acht digitalen Eingänge des Logic-Analysers, vier digitale Ausgänge sowie den Ausgang des internen Arbitrary Waveform Generators (AWG) zusammen. Außerdem haben auf der Rückseite eine Mini- und eine Mikro-USB-Buchse ihren Platz. Die Mini-USB-Buchse stellt die Verbindung mit einem Tablet, Smartphone oder Laptop her, während an die Mikro-USB-Buchse eine externe Stromversorgung angeschlossen werden kann. Diese Buchse ist auch zum Koppeln mehrerer Smart-

Scopes vorgesehen, dieses Feature ist jedoch noch nicht implementiert. Das SmartScope arbeitet regulär mit zwei Kanälen.

Auf der Platine prangt ein FPGA Spartan 6 von Xilinx. Dieser FPGA übernimmt die meisten internen Aufgaben im SmartScope, wie beispielsweise das Verarbeiten der anfallenden Messdaten und das Steuern des AWG. Die Eingangssignale werden von einem A/D-Wandler konvertiert, der 100 Megasamples pro Sekunde und Kanal bei einer Auflösung von 8 bit leistet. Ein RAM-Baustein bietet eine Pufferkapazität von 4 Megasamples pro Kanal. Die Kommunikation mit einem angebenen Computer über USB wird von einem Mikrocontroller aus der PIC-Familie abgewickelt. Nahe den Eingängen befinden sich einige Relais und Opamps, sie sind für die Umschaltung der Eingangsbereiche und die AC/DC-Umschaltung zuständig.

Die Bandbreite des analogen Eingangsteils beträgt 45 MHz. Gemessen an der Sample-Frequenz 100 Megasamples/Sekunde erscheint die Bandbreite hoch, doch sie wurde so gewählt, um die Eingangssignale möglichst wenig abzuschwächen. Der nutzbare Frequenzbereich verläuft laut Hersteller von 10 Hz bis 20 MHz.

Software

Zu den wichtigsten Zielen der Entwickler gehörte eine Software, die unter allen gängigen Betriebssystemen mit identischer Benutzeroberfläche läuft. Dieses Ziel wurde voll erreicht. Soweit bekannt, ist das SmartScope das einzige Scope, das unter praktisch allen Betriebssystemen lauffähig ist: Windows 7/8, Linux, OS X, iOS (jailbroken) und Android 4.0+. Folglich läuft das SmartScope sowohl auf PCs oder Laptops als auch auf Tablets oder Smartphones.

Auch bei der Bedienung der meisten USB-Oszilloskope fühlten sich die Entwickler eingeeengt. Die Benutzeroberfläche ist meistens eine Imitation der Hardware-Oszilloskope, wie sie bereits seit den fünfziger Jahren des letzten Jahrhunderts existieren. Häufig wird das Bedienfeld einschließlich der Drehknöpfe auf dem Bildschirm simuliert, oder es werden Pulldown-Menüs für die Wahl der diversen Einstellungen angeboten. Das entspricht jedoch nicht mehr dem Stand der Zeit, und es ist auch nur wenig intuitiv.

Die Software des SmartScope, so war das Ziel, muss sich dem Stil der Zeit anpassen und mit den modernen Touchscreens zusammenarbeiten. Auf den ersten Blick erschien dieses Ziel schnell erreichbar, trotzdem kostete es viel Zeit und Mühe, bis eine passable Lösung gefunden war. Das Ergebnis ist eine Benutzeroberfläche, die einen an die erste Begegnung mit einem Tablet oder Smartphone erinnert. Zuerst ist der Umgang mit dem Gerät ein wenig eigenartig, doch der Benutzer gewöhnt sich schnell daran, und schließlich möchte er schon kaum mehr zum Althergebrachten zurückkehren. Mit dem SmartScope verhält es sich sehr ähnlich.

Möglichkeiten

Wir haben die SmartScope-Software auf einem Windows-PC und einem Android-Tablet installiert. Android-Geräte müssen mindestens mit der Version 4.0 laufen, und ferner muss ein USB-Host-Support vorhanden sein. Die Software-Versionen für die diversen Plattformen sind auf der Website von LabNation [1] verfügbar, die Android-App steht auch bei Google Play bereit. Tablets benötigen für die Verbindung mit dem



Bild 1. Das SmartScope arbeitet ausgezeichnet mit einem Tablet zusammen.

SmartScope zusätzlich ein Micro-USB-OTG-Kabel. Tablet und SmartScope bilden zusammen ein leistungsstarkes, mobiles und unabhängiges Team, zumal das SmartScope vom Tablet mit Strom versorgt werden kann.

Nach dem Start der Software wird zuerst die „Firmware“ in den FPGA des SmartScopes geladen, was etwa eine Sekunde dauert. Das hat den Vorteil, dass die Version immer aktuell ist, einen Bootlader oder einen Flash-Speicher kennt das SmartScope nicht. Nach der Initialisierung startet das SmartScope stets, wie **Bild 2** zeigt, im Oszilloskop-Modus. Der Bildschirminhalt sieht auf unseren beiden Systemen tatsächlich identisch aus. Links befindet sich ein Hauptmenü mit sämtlichen Einstellungen, und unten sind Bedienelemente angeordnet, die häufig benötigt werden. Die übrige Bildschirmfläche nimmt das Oszilloskop-Fenster mit einer Skalierung ein, hier werden die Messsignale dargestellt. Im Oszilloskop-Modus sind dies die beiden analogen Eingangssignale, im Modus als Logic Analyser die acht digitalen Eingangssignale. Bei Aktivierung eines von zwei eingebauten seriellen Decodern werden auch die berechneten Daten dargestellt.

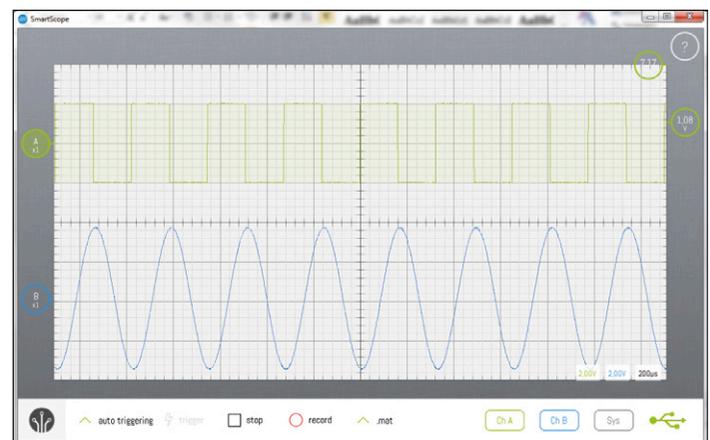


Bild 2. Im Modus als Oszilloskop erscheinen nur wenige Bedienelemente auf dem Bildschirm, Schnittstelle sind der Touchscreen oder die Maus.



Bild 3. Der Inhalt des Hardware-Puffers kann oben auf dem Bildschirm sichtbar gemacht werden, danach ist das Zoomen eines Teilabschnitts möglich.

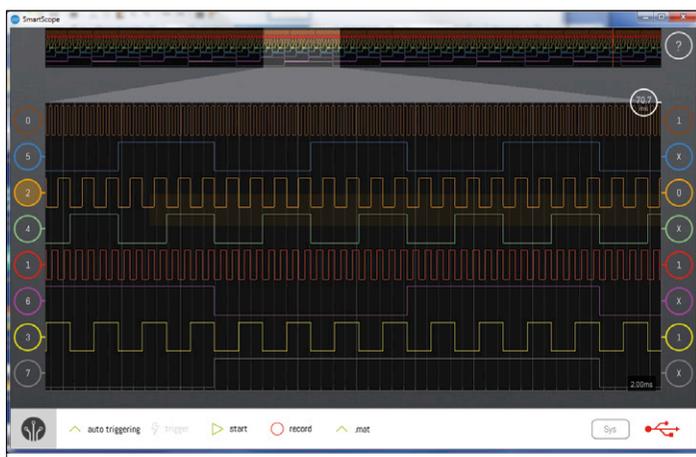


Bild 4. Das SmartScope als Logic Analyser mit acht Kanälen zeigt einen Ausschnitt aus vier Millionen Messwerten. Der Hintergrund ist dunkel eingestellt.



Bild 5. Die Signale eines I²C-Bus wurden zuerst vom eingebauten I²C-Decoder verarbeitet, anschließend hat sie ein zweiter Decoder in ein leicht lesbares Format umgesetzt.

Bis hierher deckt sich die Funktionalität ungefähr mit dem, was der durchschnittliche Anwender gewohnt ist. Was jedoch auffällt, ist das Fehlen diverser Bedienelemente und Einstellungen. Das liegt daran, dass hier fast alles durch Berühren des Touchscreens oder Klicken mit der Maus geschieht. Natürlich erfordert diese Art der Bedienung ein nicht unwesentliches Maß an Umgewöhnung, zum Beispiel wenn die Eingangssignal-Abschwächung auf dem Touchscreen mit zwei Fingern durch „Pinch“- und „Stretch“-Bewegungen verändert werden muss. Links neben dem Raster befindet sich bei jedem Signal eine in gleicher Farbe umrandete Schaltfläche, hinter der sich diverse Funktionen verbergen. Wird eine Schaltfläche berührt oder angeklickt, erscheint ein kleines Menü mit den Punkten „DC/AC-Kopplung“, „Triggerung“, „Tastkopf-Abschwächung“ und „Verbergen des Signals“. Auch auf der rechten Seite ist bei jedem Signal eine solche Schaltfläche vorhanden. Im zugehörigen Menü sind Parameter wie der zu triggernde Kanal und die Triggerflanke wählbar. Ferner kann eine „Messbox“ aufgerufen werden, die alle wichtigen Daten und Einstellungen eines Signals enthält. Wird sie nicht mehr benötigt, lässt sie sich aus dem Bild schieben oder wegklicken.

Wenn am oberen Bildschirmrand der Hardware-Speicherpuffer aufgerufen wird, stellt das SmartScope zuerst den gesamten, 4 Megasamples umfassenden Inhalt dar. Mit den Fingern oder der Maus lässt sich das interessierende Teilstück schnell herauszoomen.

Die Einstellungen für den AWG sind links in einem Menü zusammengefasst. Gegenwärtig kann der Anwender aus standardisierten Schwingungsformen wählen oder eine eigene Signalform als CSV-Datei erstellen, auf die über Dropbox oder lokal zugegriffen werden kann.

Eine Besonderheit sind die digitalen Decoder, die zum Lieferumfang der Software gehören. In dieser Preisklasse ist dies eher ungewöhnlich, normalerweise kostet dieses Feature einen Aufpreis. Die Decoder entwirren digitale Inhalte diverser digitaler Formate und stellen beispielsweise Adressen und Daten unmittelbar auf dem Bildschirm dar. Zurzeit sind Decoder für I²C, 3- und 4-Wire, SPI und UART integriert, die Liste wird erweitert. Ferner können Anwender unkompliziert eigene Decoder erstellen und sie der SmartScope-Community zur Verfügung stellen. Ein Decoder hat das Format einer DLL-Datei, sie muss lediglich im Systemordner gespeichert werden. Das Einbinden ist ohne Unterschied auf allen Plattformen identisch.

In der Praxis

Wir haben uns zuerst mit der PC-Version beschäftigt und dabei festgestellt, dass das Umdenken nicht immer ganz einfach ist. Am Anfang mussten wir häufig das Hilfe-Menü aufrufen, oder wir haben versucht, die eine oder andere Funktion intuitiv zu finden. Beim Tablet war die Einarbeitungszeit kürzer, hier wurde spürbar, dass die Software für die Bedienung über den Touchscreen konzipiert ist. Die grundlegenden Schritte und Abläufe hatten wir nach nur wenigen Minuten buchstäblich im Griff, und das Erproben der Möglichkeiten gestaltete sich unkomplizierter und entspannter.

In beiden Versionen reagiert das SmartScope sehr schnell, es stellt sich bald das Gefühl ein, mit einem konventionellen Oszilloskop zu arbeiten. Die für USB-Oszilloskope typische Verzögerung, mit der Signaländerungen auf dem Bildschirm



Der Hardware-Puffer ist in dieser Preisklasse konkurrenzlos

erscheinen, ist hier auf ein nicht wahrnehmbares Maß reduziert. Die Entwickler von LabNation haben hier gute Arbeit geleistet. Auch die Skalen von Zeit und Amplitude können mit den Fingern durch Pinch- und Stretch-Bewegungen oder mit dem Mausrad verändert werden. Die Skalenteilung passt sich selbsttätig an, sie springt zum nächsten runden Wert. Es ist sogar möglich, für die beiden analogen Eingangssignale unterschiedliche Skalenteilungen einzustellen.

Als ausgesprochen praktisch haben wir die Panoramaleiste empfunden, die oben auf dem Bildschirm eingeblendet werden kann. Die Leiste stellt stilisiert die 4 Millionen Samples dar, die im Hardware-Puffer gespeichert sind. Daraus lässt sich durch Berühren oder mit der Maus ein Teilbereich selektieren, der dann im Hauptfenster erscheint. Der Inhalt des Hardware-Puffers kann auch permanent in einer Datei gespeichert werden. Der Signalgenerator (AWG) generiert die geläufigen Schwingungsformen, wobei diverse Parameter einstellbar sind. Leider fallen die virtuellen Schiebe-Potis recht klein aus, so dass es etwas mühsam ist, insbesondere Frequenzen präzise einzustellen. Eine andere, vielleicht numerische Eingabemethode würde uns besser gefallen. Das Erstellen individueller Schwingungsformen über CSV-Dateien halten wir für wenig anwenderfreundlich. Die Entwickler haben jedoch versichert, dass auch dies ein Thema beim Ausbau der Software sein wird.

Im Modus als Logic Analyser ist das SmartScope ebenso problemlos bedienbar wie als Oszilloskop. Die Funktion eines Stand-alone-Geräts als Logic Analyser wird in der Praxis selten genutzt, weil die Handhabung oft schwierig ist. Das SmartScope macht hier eine rühmliche Ausnahme. Durch Berühren oder Klicken der rechten Schaltflächen wird ein 8-bit-Triggerwort eingestellt, das ist fast schon alles. Auch hier sind noch Erweiterungen der Software zu erwarten.

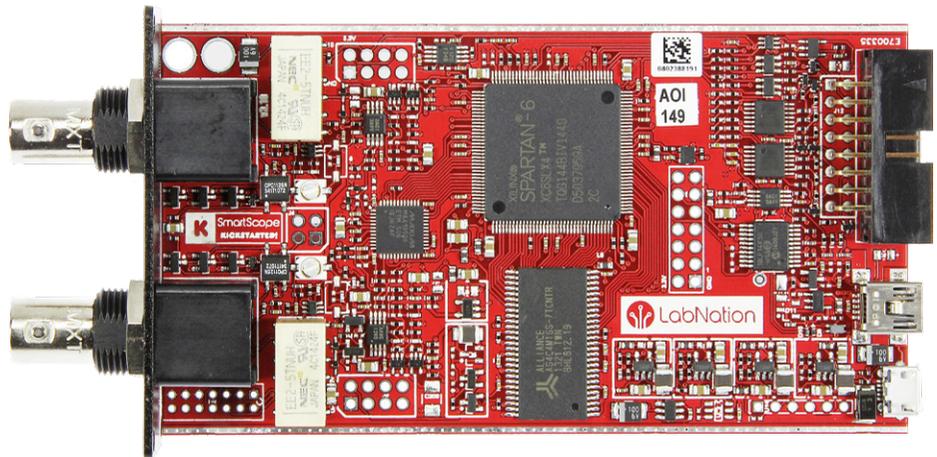
Die digitalen Decoder des SmartScopes können sowohl bei analogen als auch digitalen Signalen eingesetzt werden, um diverse Protokolle zu entschlüsseln. Schon ein kurzer Test an einem I²C-Bus hat uns von dem Nutzen der Decoder überzeugt. Auf dem Bildschirm werden Daten oder Adressen im Klartext angezeigt, ohne mühsame Überlegungen anstellen zu müssen. Sogar das Hintereinanderschalten von zwei Decodern ist möglich. Der zweite Decoder verarbeitet dann die Ergebnisse des ersten Decoders. In **Bild 5** ist ein Beispiel dargestellt, bei dem die Daten des Hardware-Puffers zuerst den I²C-Decoder durchlaufen und dann von einem individuellen Decoder in Daten umgesetzt werden, die bequem lesbar sind.

Unser Fazit

Das SmartScope unterscheidet sich hinsichtlich seiner Eigenschaften und Möglichkeiten auf den ersten Blick nur wenig von

vergleichbaren Produkten seiner Preisklasse. Es kann jedoch mit Besonderheiten aufwarten, die in diesem Segment bisher einmalig sind. Dazu gehören der integrierte Hardware-Puffer und die im Lieferumfang enthaltenen digitalen Decoder. Punkten kann das SmartScope natürlich auch durch seine Ausstattung, seine Vielseitigkeit und seine Konnektivität. Zwei analoge Eingänge, acht digitale Eingänge, vier programmierbare digitale Ausgänge und der Signalgenerator (AWG) sind die wichtigsten Merkmale. An Zubehör werden zwei Tastköpfe, diverse Anschlusskabel für die digitalen Eingänge und Ausgänge sowie für den AWG, Testclips und ein USB-Kabel mitgeliefert. Wir können dem SmartScope ein ungewöhnlich hohes PreisLeistungsverhältnis bescheinigen, eigentlich ist dieses „smarte“ Messgerät mehr wert als die rund 230 €, die es kostet.

Das Konzept der Software ist ungewöhnlich, denn sie läuft mit identischer Funktionalität auf fast allen Plattformen. Die Arbeit mit dem Gerät erfordert eine kurze Zeit der Gewöhnung, die Bedienung nach Art eines Smartphone oder Tablet ist vielleicht



nicht jedermanns Geschmack. Wir sind überzeugt, dass auch hier die Entwicklung bei LabNation fortschreitet, so dass möglichst keine Wünsche offen bleiben. Wir haben den Eindruck, dass LabNation hoch motiviert ist, die Software zu ergänzen und auszubauen.

Ein ebenso leistungsstarkes wie flexibles Duo sind das SmartScope und ein Laptop (oder Tablet) mit Touchscreen, hier kann eine Maus nicht mithalten. Wir haben uns für die Anschaffung eines SmartScopes zusammen mit einem Touchscreen-Laptop entschieden, denn Laptops sind auch sonst unsere ständigen Begleiter. ◀

(150153)gd

Das SmartScope ist auch im Elektor-Store auf www.elektor.de erhältlich.

Weblinks

[1] www.elektor.de/labnation-smartscope

DesignSpark Mechanical CAD Tipps & Tricks (2)

Bemaßung eines 3D-Modells

Von Neil Gruending (Kanada)

In der ersten Folge dieser Reihe wurde demonstriert, wie man einen Steckverbinder zu einer Platine hinzufügt und dann das Gehäuse passend dazu modifiziert. Jetzt geht es um die Bemaßung von Gehäuse samt Ausbruch für den Steckverbinder.

Anmerkungen

Bevor man das Modell bemaßen kann, muss man die Maße irgendwo platzieren können. Bei DesignSpark Mechanical geht dies mit den so genannten *Annotation Planes*, bei denen es sich um flache Ebenen handelt, auf denen Dokumentationsinformationen wie eben Maße abgelegt werden. Diese *Annotation Planes* verhalten sich wie normale Ebenen, denn sie können an Kanten, Linien, Achsen oder einer Kombination aus allen dreien angefügt werden. Der einfachste Weg zur Erstellung einer *Annotation Plane* ist, auf das Dimension-Tool im Menü-Tab *Investigate* zu klicken und hier das Gehäuse samt Ausbruch für den Steckverbinder wie in **Bild 1** auszuwählen.

Das *Dimension-Tool* wird dann die Linie oder Gestalt unter dem Cursor mit der verknüpften *Plane* als Linienrechteck hervorheben um klar zu machen, worum es geht. In diesem Beispiel sieht man die Ebene mit der ausgewählten Form, doch da das Gehäuse schräge Seiten hat, hat diese Ebene einen kleinen Winkel relativ zur Z-Achse. In manchen Fällen geht das in Ordnung. Wenn man aber rechtwinklig stehende Ebenen möchte, muss man zuvor die entsprechende Achse auswählen.

Mit dem *Axis-Tool* im Menü-Tab *Insert* erstellt man eine Achse

für die *Annotation Plane*. In diesem Beispiel würde man dann auf die obere innere Kante des Ausbruchs klicken und eine Linie mit Strichpunktmuster hinzufügen, die dann für die *Annotation Plane* genutzt werden kann (siehe **Bild 2**). Jetzt ist die *Annotation Plane* parallel mit der Z-Achse, die zur Bemaßung des Modells verwendet werden kann.

Bemaßung

Jetzt können einige *Dimensions* (= Bemaßungen) zur gerade erstellten *Annotation Plane* hinzugefügt und mit dem *Dimension-Tool* fertig bearbeitet werden. Für mich geht das am Einfachsten in Frontansicht, weshalb ich das Modell durch einen Klick auf *Plan View* im Menü *Orient* so rotiert habe, wie in **Bild 3** zu sehen. Dann werden mit dem *Dimension-Tool* die abgebildeten linearen Bemaßungen hinzugefügt.

Das Hinzufügen von Maßen mit dem *Dimension-Tool* ist sehr einfach, da man in der Regel lediglich auf die beiden Elemente klicken muss, die man bemaßen will. Als Elemente fungieren dabei alle Punkte, Linien oder Formen. Wenn die Elemente zueinander parallel sind, wird das *Dimension-Tool* eine lineare Bemaßung für den Abstand erzeugen. Andernfalls wird der

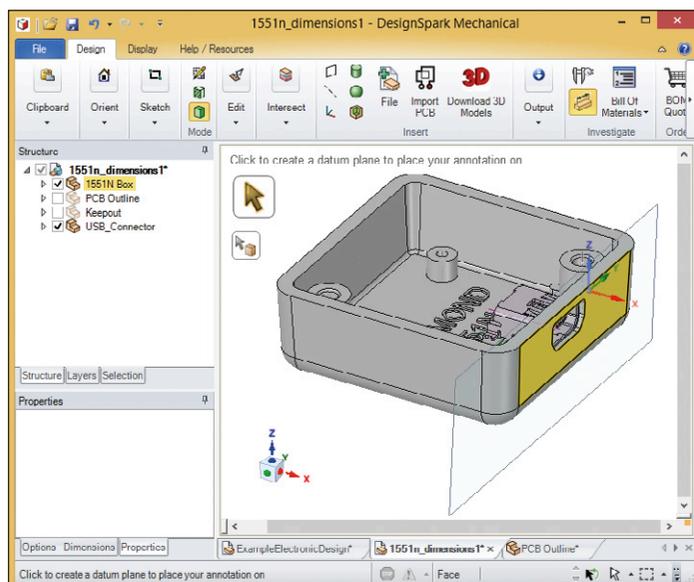


Bild 1. Ebene mit dem Ausbruch für den Steckverbinder.

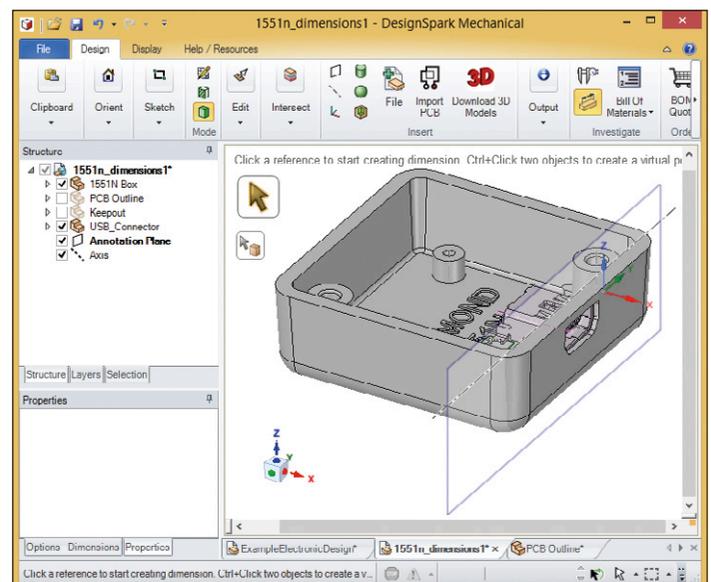


Bild 2. Annotation Plane mit dem Ausbruch.

Advertorial für **DESIGNSPARK**

Winkel dazwischen gemessen. Wenn die Bemaßung erzeugt wurde, kann man diese mit der Maus platzieren. Das *Dimension-Tool* ist dabei immer noch aktiv und verändert nach Bedarf die Maßlinien und Pfeile, wenn man die Bemaßung verschiebt. Eine andere nette Sache des Tools ist, dass es potentielle Maße anzeigt, während man die Maus über Elemente bewegt.

Man kann auch radiale Maße erstellen und benötigt dazu lediglich einen Messpunkt. Der Trick dabei ist, dass man oben, unten, links oder rechts auf den Kreisbogen klickt. Andernfalls nimmt das *Dimension-Tool* an, dass man den Abstand zwischen zwei Punkten haben möchte. Es ist auch möglich, einen Kreisbogen zu vermessen, indem man die CTRL- bzw. Strg-Taste drückt, während man mit der Maus darauf klickt. Man kann diese Taste auch während des Ziehens einer Bemaßung gedrückt halten. Die untere linke Ecke von Bild 3 zeigt bei aktivem *Dimension-Tool* die Optionen. Man kann die Maß- und Referenz-Orientierungen für das Anlegen neuer Bemaßungen mit dem *Dimension-Tool* angeben. Die Standardeinstellungen stehen alle auf „automatisch“, doch manchmal ist es sinnvoll, die Orientierungen manuell festzulegen – gerade bei einer großen Anzahl an Bemaßungen.

Maße bearbeiten

Die *Dimensions* eines Modells sind intelligente Objekte. Das bedeutet, dass man sie jederzeit durch Anklicken editieren kann. Wenn man z.B. auf einen Bemaßungstext klickt, wird er wie in **Bild 4** hervorgehoben. Man kann die Größe des Texts durch Ziehen an einem der kleinen Kreise verändern. Wenn man die Maus über den Inhalt des gestrichelten Rechtecks bewegt, kann man sogar den Text verschieben.

Ein Rechtsklick auf ein Maß generiert wie in **Bild 5** eine schwebende Toolbar. Hier kann man Notizen zu einem Maß hinzufügen oder die Toleranz ändern, ein Feld hinzufügen oder Symbole in den Maßtext einfügen. Andere Aspekte wie den Pfeil-Typ ändert man im Fenster *Properties*.

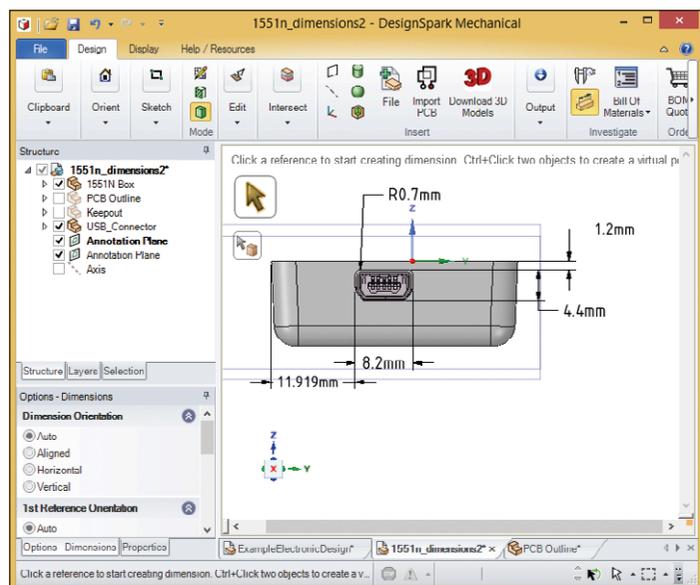


Bild 3. Bemaßter Ausbruch.

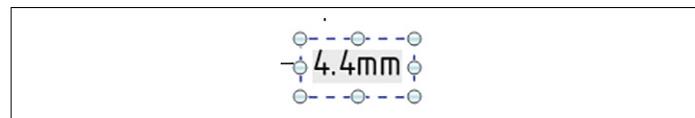


Bild 4. Ändern des Bemaßungstexts.

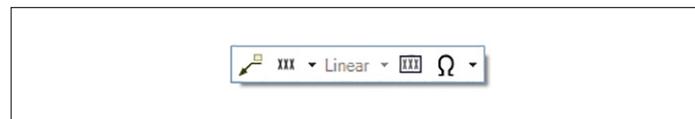


Bild 5. Dimension-Toolbar.

Normalerweise sind alle Maße in Millimetern angegeben. Wenn man die Maßeinheiten ändern möchte, geht man in das Menü *File*, wählt *DesignSpark Options* und klickt dann auf *Units*. Hier kann man die Einheiten für Länge, Winkel, Masse etc. und außerdem die Messgenauigkeit festlegen.

Annotation Planes

Wenn man die Bemaßungen zur *Annotation Plane* hinzugefügt hat, sollte das Ergebnis etwa wie in **Bild 6** aussehen. Da alle Bemaßungen auf einer Ebene liegen, kann man diese sehr einfach als Gruppe manipulieren. Um z.B. die Anzeige aller Bemaßungen zu deaktivieren braucht man lediglich den Haken im *Structure*-Fenster bei *Annotation Plane* zu entfernen.

Fazit

Das *Dimension-Tool* von DesignSpark Mechanical ist ein leistungsfähiges Werkzeug um ein Modell zu bemaßen. Seine flexiblen Möglichkeiten wurden hier lediglich angerissen. Probieren Sie es einfach aus. Sie kommen schnell hinter all seine Fähigkeiten! ◀

(150218)

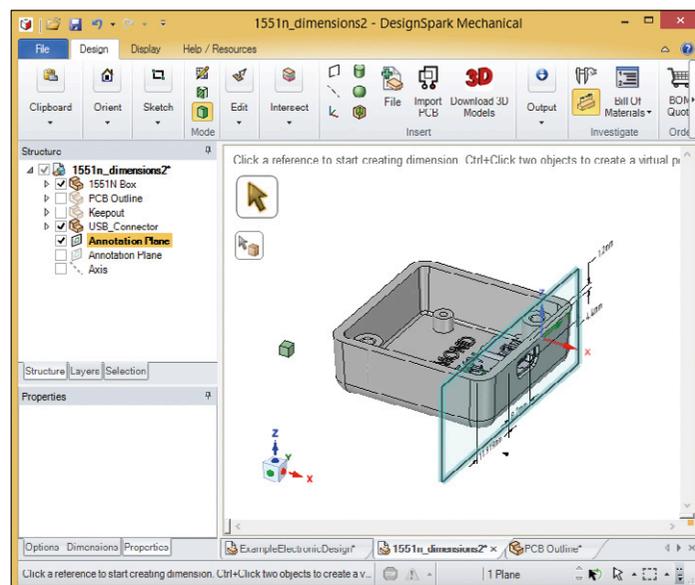


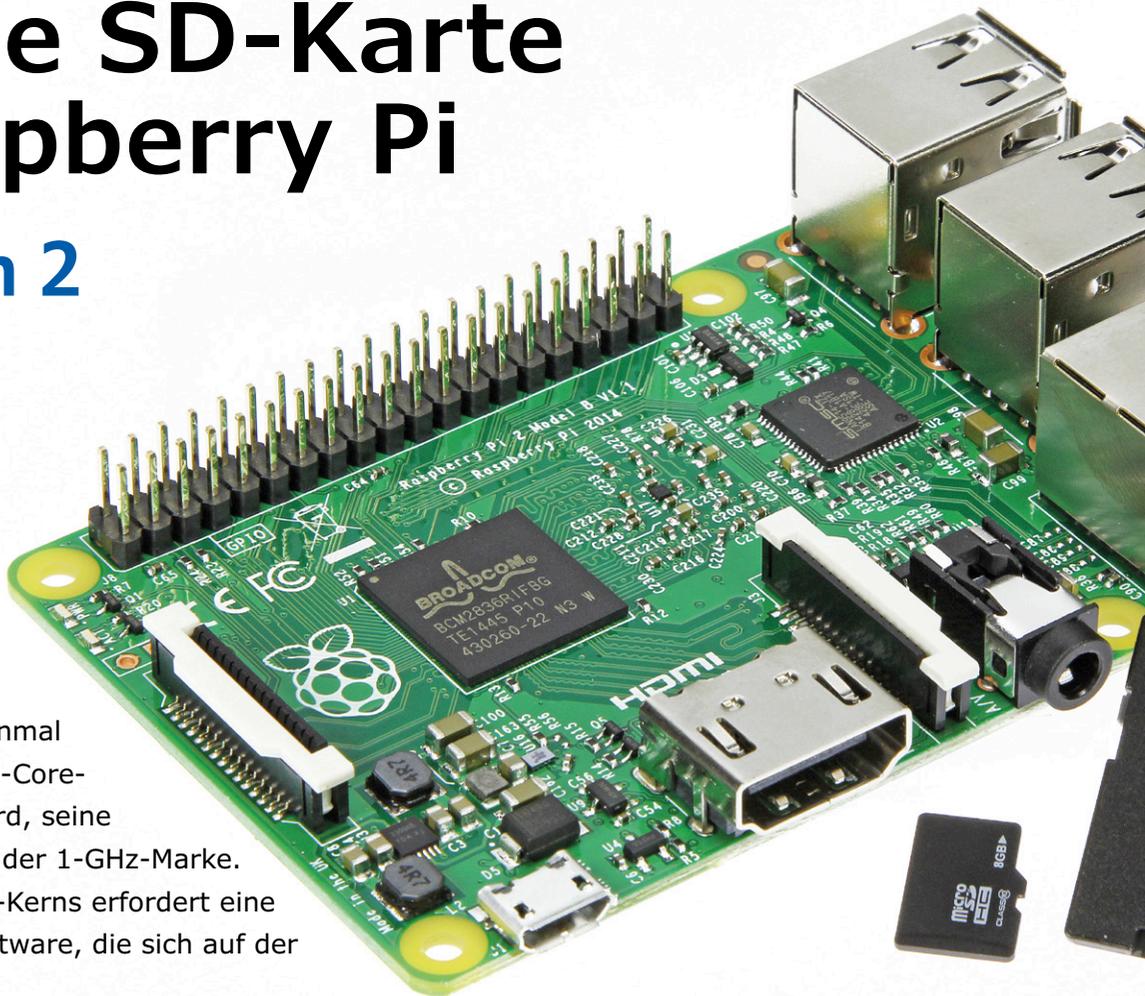
Bild 6. Annotation Plane mit allen Bemaßungen.

Upgrade SD-Karte für Raspberry Pi

Aus 1 mach 2

Von **Bert van Dam** (NL)

Mit Erscheinen des Raspberry Pi in der zweiten Modellversion hat die Leistungsstärke dieser beliebten Plattform noch einmal zugelegt. Jetzt ist ein Quad-Core-Mikroprozessor das Zugpferd, seine Geschwindigkeit liegt nahe der 1-GHz-Marke. Der Wechsel des Hardware-Kerns erfordert eine Anpassung der System-Software, die sich auf der Micro-SD-Karte befindet.



Untätig sind sie nicht, die Entwickler des Raspberry Pi: Nach der Version B+ kam in vergleichsweise kurzer Zeit das Modell 2 auf den Markt. Das neue Flaggschiff hat einen Mikroprozessor Cortex A7 Quad Core an Bord. Ein solcher Prozessor kann, stark vereinfacht gesagt, vier Tasks voneinander unabhängig zur gleichen Zeit ausführen. Typische Beispiele sind das Verarbeiten der Signale, die von der Maus kommen, das Steuern der Internet-Anbindung oder das Verwalten der SD-Speicherkarte. Sowohl die Aufgabenverteilung als auch die von 700 MHz auf 900 MHz gesteigerte Geschwindigkeit tragen zu einer durchschnittlich siebenfachen Beschleunigung bei, wenn das neue Modell 2 dem Modell 1 gegenüber gestellt wird. Wie sich dies real auswirkt, hängt jedoch auch von der Anwendung ab. Eine weitere wichtige Neuerung ist die Verdopplung des Arbeitsspeichers, so dass Anwendungen größeren Umfangs lauffähig sind. Der schnelle Quad-Core-Mikroprozessor und der verdoppelte Speicherumfang ebnen den Weg, dass auf dem Raspberry Pi Modell 2 das kommende Windows 10 lauffähig ist.

Die zur Raspberry-Pi-Familie gehörenden Modelle sind untereinander abwärtskompatibel, so dass ältere Anwendungen auch auf neuen Modellen laufen. Das ist durchaus nicht selbstverständlich, da der Cortex A7 Quad Core des neuen Modells einer anderen Welt angehört als der ARM1176JZ-F der zuvor erschienenen Modelle. Die Entwickler haben eine Upgrade-Prozedur ersonnen, die bereits existierende Software an das neue

Modell 2 anpasst. Damit behält die bisher geleistete Programmierarbeit ungeachtet der Hardware-Weiterentwicklung ihre Aktualität.

Lohnt der Umstieg?

Wenn Sie den Einstieg in die Welt des Raspberry Pi erst planen, sollten Sie das neueste, leistungsstärkste Modell 2B anschaffen. Wie sich dieses Modell von anderen Plattform-Mitgliedern unterscheidet, geht aus **Tabelle 1** hervor. Falls Sie einen Raspberry Pi bereits Ihr Eigen nennen, sollte entscheidend sein, ob das vorhandene System die von Ihnen gestellten Anforderungen erfüllt. Sind Sie nie an Leistungsgrenzen gestoßen, ist es kaum sinnvoll, in ein leistungsstärkeres Modell zu investieren. Einem als zu langsam empfundenen Tempo können Sie mutmaßlich abhelfen, indem Sie auf Modell 2 umsteigen.

Von Modell 1 nach Modell 2

Das Upgrade besteht aus zwei Schritten. Der erste Schritt betrifft das Betriebssystem, er ist für alle SD-Karten mit Debian Wheezy identisch. Der zweite Schritt ist das Anpassen der Dateien und Programme, die nach dem ersten Schritt nicht mehr lauffähig sind. Dieser Schritt unterscheidet sich abhängig von der SD-Karte, wir werden ihn an einem Beispiel demonstrieren. Auf der aktuellen Version V4 der Micro-SD-Karte, die im Elektor-Store erhältlich ist, wurden die Anpassungen bereits vorgenommen.

Was brauchen Sie für das Upgrade? Den ursprünglichen Raspberry Pi, Modell 1 (beispielsweise B oder B+), eine Internet-Verbindung, den Download von unserer Projektseite [1] sowie ein stabiles Netzteil, das 5 V und 1 A liefert. Für das Modell 2 müssen Sie eine Micro-SD-Karte 4 GB, Klasse 4 oder höher, mit SD-Kartenadapter bereithalten.

Vorbereitung

Legen Sie mit dem *DiskImager* ein Image Ihrer SD-Karte an, das Programm gehört zum Download [1]. Falls beim Start die Fehlermeldung *Error 1* auftritt, ignorieren Sie die Meldung. Mit dem Image können Sie notfalls den ursprünglichen Zustand wiederherstellen. Verbinden Sie den Raspberry Pi Modell 1 mit dem Internet. Nehmen Sie ein Datenkabel (kein WLAN!), da die Verbindung während des Upgrades nicht abbrechen 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 [1]) den Raspberry Pi bedienen. Sie müssen nichts von Hand tippen, die Eingaben können Sie aus dem Download 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 der angeschlossenen Geräte, darunter auch den Raspberry Pi. Vergewissern Sie sich, dass Port 22 eingetragen ist, bei „SSH“ muss der Haken gesetzt sein. Klicken Sie auf *Open*. Putty meldet jetzt, dass die IP-Adresse korrekt ist. Wenn Sie auf *Ok* klicken, werden Sie mit Ihrem Raspberry Pi verbunden und nach Namen und Passwort gefragt. Geben Sie folgende Zugangsdaten ein:

Name	pi
Passwort	raspberrypi

Beachten Sie, dass sich der Bildschirm während der Passworteingabe 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, gefolgt von folgendem Kommando:

```
sudo apt-get update
```

Mit diesem Kommando werden Tabellen auf dem Raspberry Pi aktualisiert, die Adressen bestimmter Dateien und Programme im Internet enthalten. Die Aktualisierung kann einige Minuten dauern. Danach geben Sie das Kommando zum Start des Upgrades ein:

```
sudo apt-get upgrade
```

Beantworten Sie jede Frage mit Y (Yes). Der Upgrade-Vorgang ist relativ zeitaufwendig, er kann etwa 30 Minuten dauern.

Während dieser Zeit ist der Strombedarf des Raspberry Pi hoch, ein schwaches Netzteil kann die Ursache sein, dass der Prozess abbricht. Im Dauerbetrieb muss das Netzteil klaglos 1 A liefern können. Nach dem Update starten Sie den Raspberry Pi neu, indem Sie folgendes Kommando eingeben:

```
sudo reboot
```

Wenn Sie mit dem Raspberry Pi über Putty verbunden sind, bricht in diesem Moment die Verbindung ab. Warten Sie, bis der Raspberry Pi gebootet ist, starten Sie Putty neu und loggen Sie sich wieder ein. Die Konvertierung ist jetzt abgeschlossen, das Betriebssystem ist zum Raspberry Pi Modell 2 kompatibel. Von der übrigen Software dürfte einiges noch lauffähig sein, anderes muss angepasst werden. Wir empfehlen Ihnen, die installierten Programme gründlich zu testen und gegebenenfalls zu modifizieren.

Konvertierung – Schritt 2

Den zweiten Schritt wollen wir exemplarisch an der Software zeigen, die zum Buch „Raspberry Pi – 45 Experimente mit Hard- und Software“ gehört. Was hier nicht erwähnt ist, bedarf keiner Anpassung. Übrigens sind die im Buch beschriebenen Quellcodes auf der Micro-SD-Karte auch nach der Konvertierung vorhanden.

1. Extra-Pins

Wenn Sie Ihre Hardware am Raspberry Pi über Kontaktleisten anschließen, werden die Leisten am Modell 2 möglicherweise nicht mehr passen. Der GPIO-Anschluss ist ab der Version B+ länger, allerdings sind die ersten 26 Pins bei allen Versionen identisch. Die beiden nächsten Pins können im Weg stehen, wenn Sie eine 26-polige Leiste auf die neue 40-polige Leiste stecken wollen. Die Pins 27 (ID_SD) und 28 (ID_SC) sind exklusiv für ein *Pi-Plate I²C EEPROM* bestimmt. Zukünftig kann der Raspberry Pi die angeschlossenen *Pi-Plates* (Erweiterungsmodule) an den Daten erkennen, die im *ID EEPROM* stehen. Wenn *Pi-Plates* niemals zum Einsatz kommen, können Sie die Pins 27 und 28 entfernen oder beiseite biegen (siehe **Bild 1**). Eine etwas elegantere Lösung ist die Montage längerer Steckverbinder.

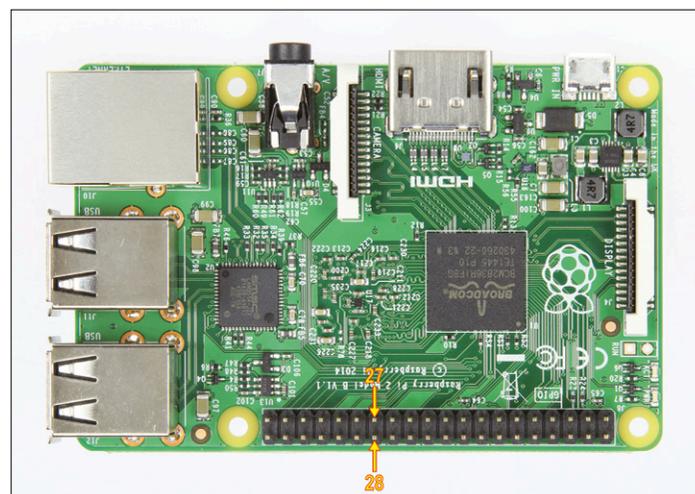


Bild 1. Ebenso wie Modell B+ hat Modell 2 eine lange Kontaktleiste, so dass die Pins 27 und 28 manchmal im Weg sind.

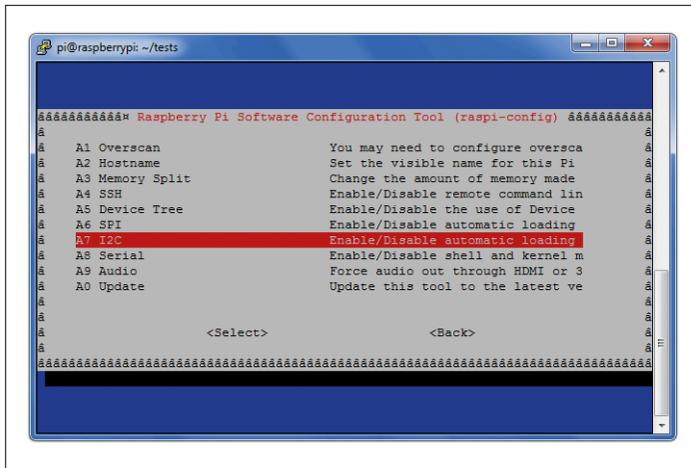


Bild 2. Die Option „A7 I2C“ befindet sich unter den erweiterten Optionen des neuen Konfigurationsmenüs.

2. 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.

3. I²C

Das Upgrade hat zur Folge, dass der I²C-Bus nicht mehr arbeitet, hier müssen neue Einstellungen vorgenommen werden. Rufen Sie das Konfigurationsmenü auf, indem Sie folgendes Kommando eingeben:

```
sudo raspi-config
```

Wählen Sie *8 Advanced Options* und gehen Sie zu *A7 I2C* (siehe **Bild 2**). Wählen Sie anschließend *Yes (Enable)* und *OK*, danach *Yes (loaded by default)* und *OK*, und zum Schluss *Finish*. *Reboot* beantworten Sie an dieser Stelle mit *No*.

Laden Sie die Konfigurationsdatei *modules* mit folgendem Kommando in den Nano-Editor:

```
sudo nano /etc/modules
```

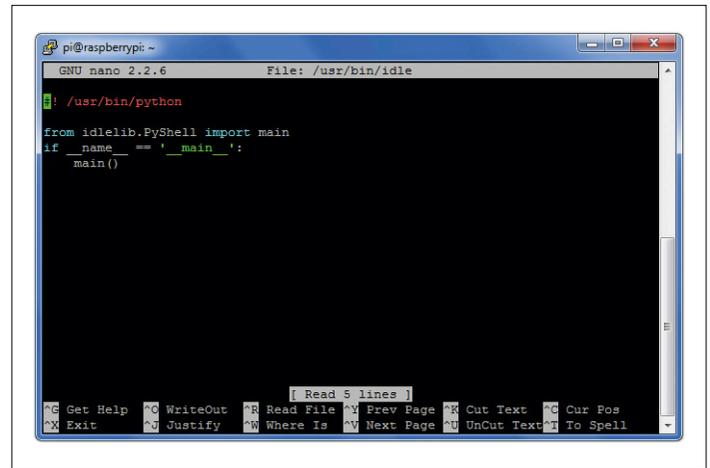


Bild 3. Die (nicht korrekte) Datei *Idle*, geöffnet in Putty. Der Text wird durch den Text in der Datei *idlex.txt* ersetzt.

Fügen Sie folgende Zeile hinzu:

```
i2c-bcm2708
```

Im Nano-Editor können Sie nicht mit der Maus navigieren, benutzen Sie die Pfeiltasten. Die Datei hat jetzt diesen Inhalt:

```
# /etc/modules: kernel modules to load at boot time.
#
# This file contains the names of kernel modules
# that should be loaded at boot time, one per line.
# Lines beginning with “#” are ignored.
# Parameters can be specified after the module name.
```

```
i2c-bcm2708
```

```
snd-bcm2835
```

```
i2c-dev
```

Schließen Sie den Nano-Editor, indem Sie *Strg-O*, *Enter* und *Strg-Z* eingeben. Starten Sie jetzt den Raspberry Pi neu, so dass die Modifikationen wirksam werden:

```
sudo reboot
```

Tabelle 1. Modelle der Raspberry-Pi-Plattform.

Modell	A	B	B+	2 B
Mikroprozessor	ARM1176JZ-F	ARM1176JZ-F	ARM1176JZ-F	Cortex A7
Geschwindigkeit	700 MHz	700 MHz	700 MHz	900 MHz
Kerne	1	1	1	4
USB-Buchsen	1	2	4	4
Anschlusskontakte	26	26	40	40
GPIO-Leitungen	8	8	17	17
SD-Karte	Standard	Standard	Micro	Micro
Speicher	256 MB	512 MB	512 MB	1 GB
Ethernet 10/100	0 ¹	1	1	1
Strombedarf	500 mA	700 mA	600 mA	1000 mA
Videosignal PAL/NTSC ²	RCA-Buchse	Klinke 3,5 mm	Klinke 3,5 mm	Klinke 3,5 mm

¹ Internet-Anbindung nur mit WLAN-USB-Adapter möglich. Auch einsetzbar auf den anderen Modellen.

² Empfohlen werden ein Monitor oder TV-Gerät mit HDMI-Eingang für Bild und Ton.

4. SPI

Auch die SPI-Einstellung muss korrigiert werden. Rufen Sie das Konfigurationsmenü auf:

```
sudo raspi-config
```

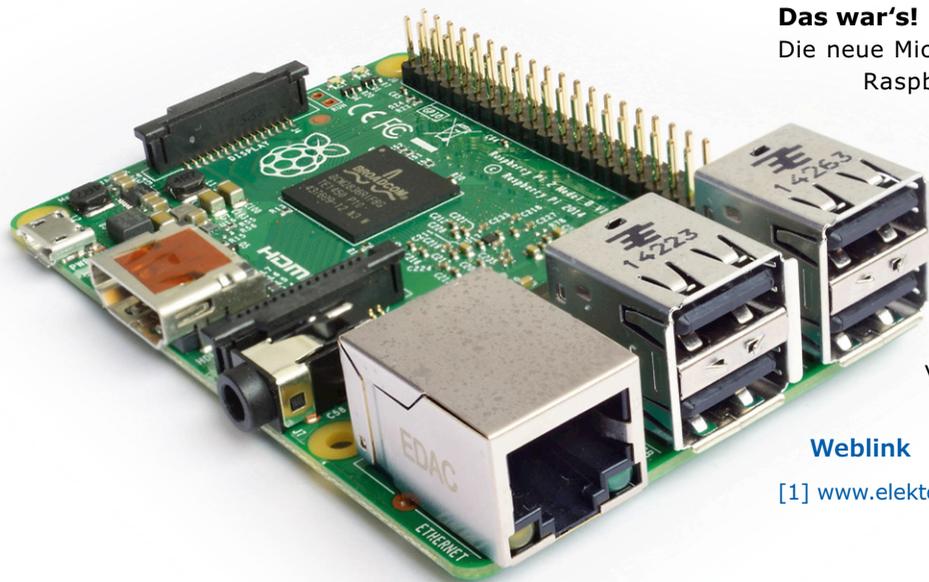
Gehen Sie zur Auswahl 8 (*Advanced Options*), wählen Sie A6 (*SPI*), dann *Yes (enable)* und schließlich *OK*. Danach folgen *Yes (loaded by default)*, *OK* und *Finish*. Starten Sie den Raspberry Pi neu mit *Yes* bei *Reboot*. Sie müssen nun die neue Version der SPI-Software installieren. Laden Sie die Software von der Projektseite [1] und kopieren Sie den Ordner *py-spidev-master* mit sämtlichem Inhalt auf den Raspberry Pi. Dazu können Sie das Programm *WinSCP* verwenden, das ebenfalls zum Download gehört. Gehen Sie in Putty mit folgenden Kommandos zu diesem Ordner:

```
cd
```

```
cd py-spidev-master
```

Die neue Version wird mit folgendem Kommando installiert:

```
sudo python setup.py install
```



5. IdleX

Wenn Sie das Upgrade mit einer Micro-SD-Karte ausführen, die zu einem Raspberry Pi Version B+ gehört, entfällt dieser Schritt. Anderenfalls müssen Sie auch *IdleX* anpassen.

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

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

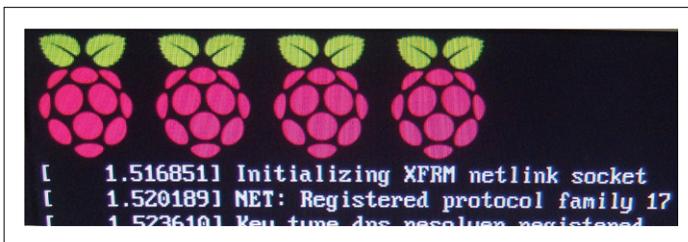


Bild 4. Die vier stilisierten Himbeeren stehen symbolhaft für die vier Mikroprozessor-Kerne und die gesteigerte Geschwindigkeit.

In **Bild 3** 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 Inhalt der Datei *idlex.txt*, er gehört ebenfalls zum Download von der Projektseite [1]. 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.

Das war's!

Die neue Micro-SD-Karte ist nun für den Einsatz mit dem Raspberry Pi Modell 2B gerüstet. Fahren Sie den Raspberry Pi 2B herunter mit dem Kommando:

```
sudo shutdown -h now
```

Entnehmen Sie die Micro-SD-Karte dem Adapter, schieben Sie die Karte in den Raspberry Pi 2B und schalten Sie die Betriebsspannung ein. Auf dem Bildschirm erscheinen die vier Himbeeren (**Bild 4**) als Zeichen dafür, dass Ihr Raspberry Pi 2B mit vier Kernen arbeitet.

(150212)gd

Weblink

[1] www.elektor-magazine.de/150212

Der Autor

Bert van Dam ist freiberuflicher Autor von praxisorientierten Fachbüchern, Lehrmaterialien und Zeitschriftenbeiträgen, in denen es vorwiegend um PIC- und ARM-Mikrocontroller, Arduino, Piccolino, Raspberry Pi, Intel Edison sowie Artificial Intelligence geht. Die Programmiersprachen JAL, C, Python, Flowcode und Assembler stehen ebenfalls im Blickfeld seiner Publikationen.

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

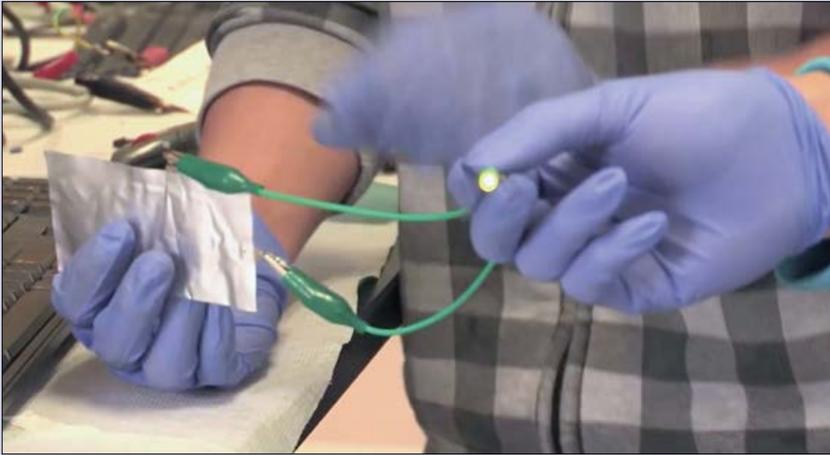
LC Design
Johann-Knecht-Str.28
63785 Obernburg

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

Wollen Sie sich auch ein Jahr lang in unserer Zeitschrift präsentieren? Bitte kontaktieren Sie dann Frau Grotenrath (julia.grotenrath@eimworld.com)

Ultraschneller stabiler Alu-Ionen-Akku

Diese Technologie könnte vielleicht der lang erwartete Durchbruch in Sachen leichter, sicherer, dauerhafter und preiswerter Akkus sein: Ein schnellladefähiger Akku mit Aluminium als Anode, Graphit als Kathode und einem wasserfreien Elektrolyten, der sehr viele Ladezyklen mitmacht. Wissenschaftlern der Stanford Universität in den USA gelang die Konstruktion eines Akku-Typs, der fast alle bisherigen Probleme auf einen Schlag löst. Die Verwendung von Aluminium statt Lithium bringt zwar aufgrund der „schlechteren Position“ in der elektrochemischen Spannungsreihe eine niedrigere Zellenspannung von etwa 2 V gegenüber den typischen 3,6 V (LiPo) bzw. 3,2 V (LiFePo), bietet dafür aber einen entscheidenden



Vorteil: ein Aluminium-Atom verfügt über gleich drei Valenzelektronen statt nur einem. Außerdem ist Aluminium sehr viel leichter und preiswerter. Außerdem entfällt das Feuerrisiko, da Aluminium bei Kontakt mit Sauerstoff nicht brennt.

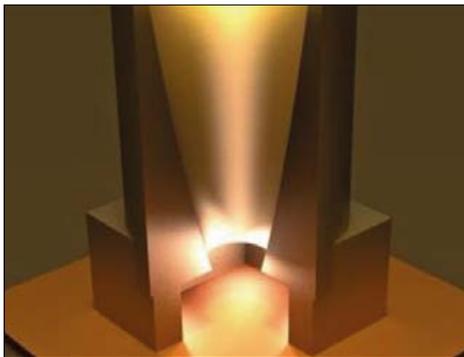
Bisherige Aluakkus waren schon nach etwa 100 Ladezyklen am Ende. Durch Graphit als Kathode erzielten die Forscher aber exzellente 7.500 Ladezyklen. Ein kleiner Nachteil von Aluminium ist seine Korrosionsanfälligkeit. Aus diesem Grund wurde ein sogenannter ionischer Elektrolyt verwendet, bei dem es sich um ein Salz handelt, das bei normalen Temperaturen flüssig ist. Dieses Material ist zwar etwas teurer, bietet aber dank der Wasserfreiheit den Vorteil, dass es nicht ausgast.

<http://goo.gl/vFY6ME>

3D-Lichtfalle steigert Solarzellen-Wirkungsgrad

Forschern der Universität Utrecht gelang zusammen mit Partnern der Bau von Lichtfallen in 3D-Drucktechnik, welche die Lichtausbeute von Solarzellen erhöhen. Als weiterer Vorteil ergibt sich, dass die verwendeten Solarzellen dünner sein können und weniger Licht direkt absorbieren müssen, ohne sich im Wirkungsgrad entscheidend zu verschlechtern. Bei modernen Dünnschicht-Solarzellen geht etwa 20 % des Lichts dadurch verloren, dass es nicht absorbiert, sondern reflektiert wird. Mit der Lichtfalle, die aus

einem Parabolspiegel plus einer Lichtkammer besteht, wird ein großer Teil der von der Solarzelle reflektierten Lichts wieder auf sie zurückgelenkt und geht so nicht verloren. Messergebnisse brachten eine Steigerung der Energieausbeute um etwa



12 % für organische Solarzellen. Die Grundidee für solche Lichtfallen ist zwar nicht neu, doch ihre Realisierung ist recht komplex. Die Spiegelgeometrie muss nämlich gut sein, damit sich der Vorteil nicht in einen Verlust verwandelt. Die Lösung der Forscher war, die Lego-Grundkonstruktion mit Kunststoff aus einem 3D-Drucker zu überarbeiten und die resultierenden verbesserten Flächen zu versilbern. Ist das Licht einmal durch das kleine Loch in der Mitte des Parabolspiegels gelangt, kann es kaum mehr zurück.

<http://goo.gl/BRGR1s>

Mobilfunkzellen für Straßenbeleuchtung

Da die Nachfrage nach Internetverbindungen via Mobilfunk stetig steigt und kleine Zellen als zentrales Element zur Gewährleistung von Langzeitstabilität für städtische Netzwerke hoher Leistung betrachtet werden, bietet TTP nun eine Lösung für kleine Zellen an, die direkt an den Masten für Straßenbeleuchtung angebracht werden kann. Die Mitbenutzung von Masten für Beleuchtungszwecke ermöglicht tausende möglicher Standorte und erfordert hierfür lediglich Verhandlungen mit einer kommunalen Verwaltung. Der neue eNodeB von TTP passt in den Standardsockel für Solarzellen einer modernen Straßenlampe und erlaubt so die schnellstmögliche Installation ohne Änderungen an der Beleuchtung oder der Stromversorgung.

Aufgrund der kompakten Abmessungen ergeben sich auch nur minimale Pla-



nungsaufwendungen. Der eNodeB-Prototyp von TTP basiert auf Freescales QorIQ-Qonverge-Prozessor BSC9131 und war zum ersten Mal auf dem Messestand von Freescale beim letzten *Mobile World Congress* zu sehen. Zur Lösung gehört auch eine LTE-Access-Point-Software von ip.access. Die Reichweite der Mikrozellen beträgt etwa 50 Meter. Dabei werden bis zu 32 gleichzeitig aktive Mobilgeräte mit Download-Raten von bis zu 100 Mbit/s unterstützt.

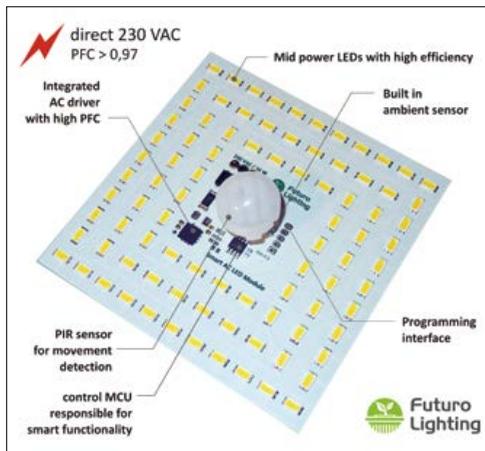
www.ttp.com

ESC Boston, 6. bis 7. Mai ... NXP LPC Expresso Entwicklungs-Boards ... NXP + Freescale = breitere & optimierte Produktpalette ... Farnell/element14 kündigt Gizmo 2 an ... CAN: flexible Transceiver von Microchip ... Neue Picoamperemeter von Saelig ... Toradex: SoC-Erweiterung der nächsten Generation ... FlowPaw von DSPRobotics ... iFixit nimmt Galaxy S6 auseinander ...

Smart-LED-Modul mit 12 W

Die slowakische Firma FuturoLighting hat ein neues LED-Modul vorgestellt, das direkt am 230-V-Netz betrieben werden kann. Das Modul enthält einen Wechselspannungs-LED-Treiber mit dem hohen PFC >0,97. Das Modul ist dimmbar und die Standby-Funktion benötigt <0,5 W. Es wird in mehreren Varianten gefertigt: Basis-Ausführung, per Triac dimmbar, analog dimmbar und als Smart-Modul. Die Abmessungen betragen 100 x 100 mm. Die Basis-Version ist nur 5 mm hoch, und das Smart-Modul trägt 25 mm auf.

Laut der Firma handelt es sich um die erste LED-Beleuchtung mit integriertem Treiber, Bewegungsmelder und Smart-Funktionen. In der Praxis verhalten sich diese Lösungen elektrisch wie eine Glühlampe bzw. wie eine ohmsche Last. Die Smart-Version bietet viele Funktionen wie eine einstellbare Verzögerungszeit und eine einstellbare Standby-Helligkeit von 0 bis 80 %, die direkt am Modul programmiert werden kann.



www.futurolighting.eu

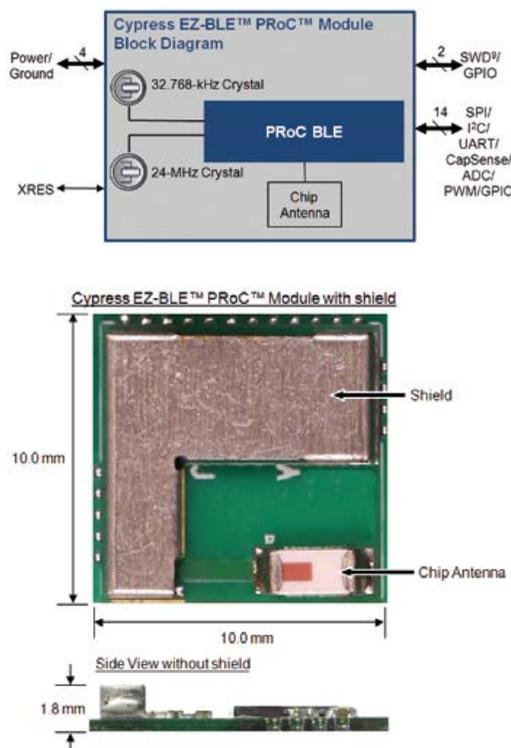
BLE-Kit von Cypress

Das EZ-BLE PRoC-Modul verbindet einen ARM-Cortex-M0-Core mit PRoC-BLE und bietet zwei Quarze, eine integrierte Antenne, Metallabschirmung und einige passive Bauteile im kompakten Format von 10x10x1,8 mm. Kunden können bei Bedarf das Bluetooth-Logo auf ihren Produkten anbringen, indem sie die QDID (Qualification Design Identification) 67366 von Cypress beziehen und eine einzigartige Seriennummer bei der Bluetooth SIG beantragen. Das Modul ist kompatibel zu zwei Funkstandards in den USA, Kanada, Japan, Korea und Europa.

Cypress hat den BLE-Protokoll-Stack (Bluetooth Low Energy) und die Profilkonfiguration in eine lizenzfreie GUI-basierte BLE-Komponente integriert, die mit der IDE PSoC-Creator per drag-and-drop für eigene Projekte genutzt werden kann. Der PSoC-Creator ermöglicht die komplette Entwicklung mit einem einzigen Tool.

Das BLE Pioneer Development Kit kostet nur 49 \$ und erlaubt die Verwendung der BLE-Devices von Cypress zu geringen Kosten, wobei diese Lösung weitgehend dem populären Kit PSoC 4 entspricht. Der Lieferumfang umfasst ein BLE-USB-Dongle, der zum Master-Emulation-Tool CySmart passt und der den Windows-PC des Entwicklers in eine BLE-Debug-Umgebung verwandelt. Das EZ-BLE PRoC-Modul kann schnell und einfach mit dem EZ-BLE PRoC-Modul Evaluations-Board verwendet werden.

<http://goo.gl/ftYs3P>



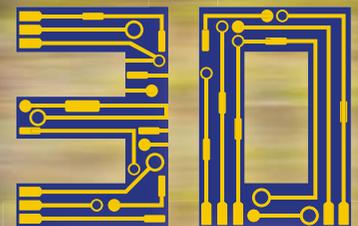
SurfLight mit IR-Strahlern von Vishay ... XJTAG goes Dynamic ... Dual-Frequenz NFC/EPC von EM Microelectronic ... 60V/4A-LED-Treiber von Linear Technology ... Yugo Systems - Debugging FPGAs ... 45 GHz Optical Modulation-Analyser von Tektronix ...

**BECKER
MÜLLER**



**WOW!
Schon da!**

Zu Ihrem Vorteil aktualisiert!
Online-Kalkulator



**30
JAHRE
LEITERPLATTEN
SPEZIALISTEN**

JUBILÄUMS-AKTION

Mai bis August 2015

**10 % Rabatt
auf alle PCB-MIX
Multilayerbestellungen**

**Becker & Müller
Schaltungsdruck GmbH
Tel.: +49 (0)7832 9180-0
www.becker-mueller.de**

Mensch und Maschine: Näherkommen mit Sensoren

Genauere Entfernungsmessung nach menschlichem Vorbild

Von **Yuji Hamatake** (Sharp Devices Europa)

Alles um uns herum wird immer schneller immer automatisierter und intelligenter. Für ausgefeilte Funktionen ist für Maschinen eine verbesserte Wahrnehmung ihrer Umgebung zwingend erforderlich.

Sensoren zur Entfernungsmessung sind für viele Anwendungsfelder (vom automatischen Toilettenpapierspender bis hin zum autonomen Roboter) erforderlich, und die Anforderungen bezüglich Reaktionszeiten und Präzision steigen mit schwieriger werdenden Aufgaben. Es ist abzusehen, dass man beim Streben nach natürlicheren Mensch-Maschine-Interaktionen von der menschlichen Biologie lernen kann.

Stereoskopisches bzw. binokulares Sehen ist eine wichtige menschliche Fähigkeit, über die sich beim Sehen mit beiden Augen die Tiefenwahrnehmung ergibt. Und es ist kein Zufall, dass technische Lösungen für präzise Entfernungsmessungen im Grunde auf die gleichen Prinzipien setzen. Das Grundprinzip beruht auf der Triangulation, nach der die Entfernung eines unbekanntes Punktes aus der bekannten Entfernung zweier anderer Punkte und ihren beiden Winkeln zum gesuchten Punkt errechnet werden kann.

Jemand zu Hause?

Viele aktuell verwendete photoelektrische Sensoren basieren auf viel simpleren Verfahren ohne Triangulation. In der Regel wird (infrarotes) Licht ausgesendet und dessen Reflexion gemessen. Sender und Empfänger gibt es als komplette Module und auch als getrennte Einheiten zum Aufbau einer Lichtschranke. Im einfachsten Fall empfangen so genannte Retroreflektive Sensoren das von ihnen ausgesendete und von einem expliziten Reflektor zurückgespiegelte Licht. In beiden Varianten wird lediglich erkannt, ob der Lichtstrahl von einem Objekt unterbrochen wird oder nicht.

Diffuse Reflexions-Näherungssensoren nutzen die Reflexivität von Objekten in ihrer Umgebung. Sind keine Objekte im Erfassungsbereich, wird kein ausreichendes Licht reflektiert. Wenn



aber ein Objekt in den sensiblen Bereich des Sensors kommt, wird es einen Teil des ausgesendeten Lichts zum Fotodetektor reflektieren, worüber seine Präsenz registriert wird.

Von den drei hier beschriebenen photoelektrischen Sensoren eignet sich lediglich der letzte mit der diffusen Reflexion für kleine oder portable Geräte, bei denen keine geteilte retroreflektive Lösung geeignet ist. Dies trifft z.B. auf berührungslose Wasserhähne in Restaurants zu.

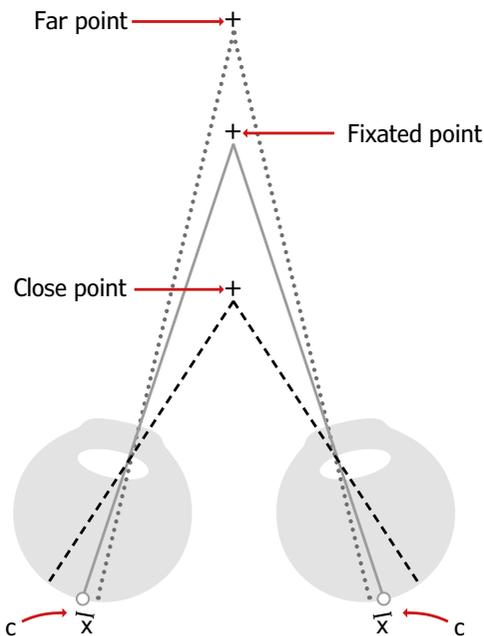
Doch die Abschätzung der Objektentfernung durch den Anteil an reflektiertem Licht kann Probleme machen. Diffuse Reflexion ist nämlich mit prinzipiellen Schwierigkeiten behaftet, und die nennen sich Farbe und Oberflächenstruktur. Beide Aspekte haben großen Einfluss darauf, wieviel Licht reflektiert wird. Und da gerade einfache Sensoren die Farbe des Objekts nicht erkennen können, ist die Genauigkeit der Entfernungsmessung simpler Lösungen oft recht begrenzt.

Der richtige Winkel

Wenn sich angestrahlte Objekte nähern, ändert sich nicht nur die Intensität des reflektierten Lichts, sondern auch dessen Einfallswinkel. Dies gilt dann, wenn die Reflexion an einer anderen Stelle als der des Senders gemessen wird. Die Berechnung des Winkels, bei der das Licht am vom Sender entfernten Empfänger eintrifft, würde mit etwas trigonometrischer Rechnerei auf Basis der Regeln zur Triangulation die Entfernung von Sender und Empfänger ergeben. Doch auch die besseren Sensoren, wie sie z.B. von Sharp hergestellt werden, verzichten auf Trigonometrie, obwohl die zugrunde liegenden Prinzipien ziemlich ähnlich sind.

Stattdessen kommen zwei Linsen zum Einsatz, eine beim Sender und eine beim Empfänger. Hinter der Linse des Empfängers steckt ein sogenannter PSD (Position Sensitive Detector), der

Stereopsis aids human depth perception by detecting distances of objects projected onto the retina.



In Sharp distance measuring sensors, a position sensitive detector (PSD) functions as the light receiving surface.

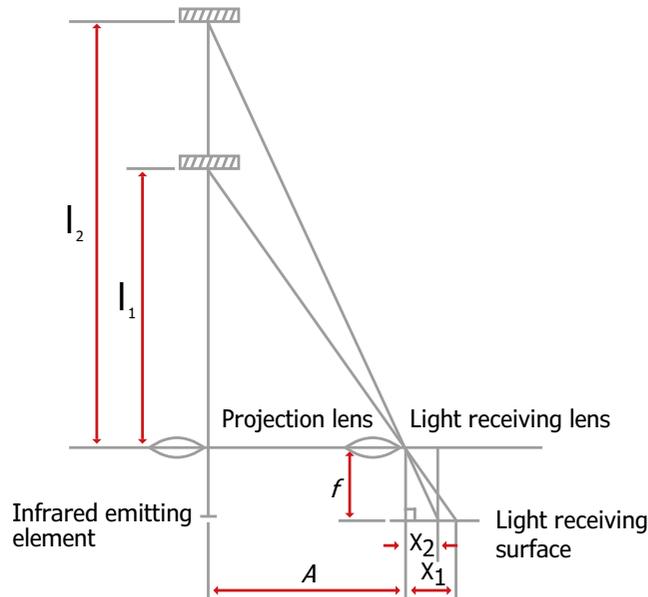


image: Sharp Devices Europe

die Intensität der ankommenden IR-Strahlung mit Hilfe eines linearen Arrays aus Fotodioden erfasst. Bei den analogen Entfernungssensoren von Sharp korreliert das Ausgangssignal mit dem Winkel des ankommenden Lichts und liefert daher eine proportionale Spannung, die nach folgender Formel zur Entfernungsmessung genutzt werden kann:

$$\Delta x = x1 - x2 = \left(\frac{1}{l1} - \frac{2}{l2} \right) \cdot A \cdot f$$

Genau der richtige Sensor

Die Anforderungen an konkrete Anwendungen variieren beträchtlich. Es ist daher wichtig, genau den richtigen Sensor auszuwählen. Diese Auswahl bezieht sich auf Parameter wie die Art des Ausgangssignals (digital vs. analog), der minimalen erkannten Entfernung und dem wirksamen Entfernungsbereich. Nicht zu vergessen sind Aspekte wie Kosten und der zur Verfügung stehende Platz. Da Sharp in diesem Feld eine ganz besonders umfangreiche Palette unterschiedlicher Sensoren im Programm hat, ist hier für fast jede Anwendung und jeden Entwickler das Passende dabei. Mit über einem Dutzend verschiedenen Sensoren, die einen Entfernungsbereich von nur 1,5 cm bis hin zu 5,5 m abdecken, können diese Sensoren in unterschiedlichen industriellen Anwendungsfeldern vor allem auch aufgrund ihrer sprichwörtlichen Genauigkeit überzeugen.

Typische Einsatzgebiete reichen von der Dokumentenverarbeitung über den Sanitärbereich oder die Robotik bis hin zur Consumer-Elektronik, Spielkonsolen und darüber hinaus. Mit den preiswerten und zuverlässigen Sensoren ist es sehr leicht möglich, die zunehmende Vielfalt an Mensch-Maschine-Interaktionen immer ergonomischer und intuitiver zu gestalten. ◀

(150238)

Anzeige

SIE DESIGNEN – WIR FERTIGEN

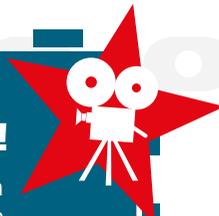
Frontplatten in Profiqualität
 Ab einem Stück und zu einem fairen Preis!
 Einfach unseren kostenlosen Frontplatten Designer auf www.schaeffer-ag.de herunterladen, Frontplatte entwerfen und direkt bestellen.

www.schaeffer-ag.de

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.

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 gekritzelten 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 Jugendlicher oder Student: Eine Veröffentlichung in Elektor ist DER Booster für einen tollen Job!

Unsere Geschichte

Die Ursprünge des Elektor-Labors gehen zurück auf die frühen 1970er-Jahre. Lötten 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.

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, Pizzabackofen und mechanische Arbeiten sind in die umgebauten Keller verlagert.

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.



361

Project Proposals

49

Projects in Progress

162

Projects Finished

572

Projects Total

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.

Unsere Webinare

Die geschickteren 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.

elektor labs

Sharing Electronics Projects

Home [Proposals](#) [In Progress](#) [Finished](#)

Search

Log In

Laden Sie Ihre eigenen Projekte hoch!

Auf unserer Webseite Elektor-Labs.com können Sie Ihre eigenen Projekte vorstellen und mit tausenden anderer Elektroniker weltweit teilen. Sie können auf dieser Seite auch den Aktivitäten anderer Elektroniker folgen, sie kommentieren und so den Projekten zur Fertigstellung verhelfen. Und das schönste ist, dass die besten Projekte in unserem „echten“ Elektor-Labor nachbearbeitet, getestet und schließlich in der Elektor-Zeitschrift veröffentlicht werden.

Wer kann, wer darf?

Jeder kann Projekte auf Elektor-Labs.com ansehen. Aber nur Mitglieder dürfen sich auf der Webseite einloggen, um dort eigene Projekte vorzustellen und andere zu kommentieren.

Möchten Sie, dass auch Ihr Projekt in vier Sprachen in der Zeitschrift Elektor veröffentlicht und von zehntausenden Elektronikern auf der ganzen Welt studiert wird? Dann werden Sie grünes oder goldenes Mitglied (www.elektor.de/mitgliedschaft) und loggen Sie sich als Mitglied unserer Elektor-Community ein!



Lassen Sie sich von Optionen nicht aufhalten!

Mögen Sie Optionen? Ich schon, aber im Rahmen des Zumutbaren. Im Allgemeinen möchten Menschen eine Auswahl, etwa beim Kauf eines Autos oder einer Tafel Schokolade. Die erste Ebene ist in der Regel die Wahl zwischen verschiedenen Marken und dann geht es um die Wahl zwischen verschiedenen Produkten dieser Marke. Marketing und Designabteilungen lieben Wahlmöglichkeiten, Produktion, Logistik und After-Sales-Management sind weniger begeistert, weil Wahlmöglichkeiten zusätzliche Produktangaben und Lagerkapazität erfordern, Bedienungsanleitungen dicker machen und die Zahl der Service-Anfragen erhöhen.

Das einzige Produkt, wo Wahlmöglichkeiten meist umsonst zu haben sind, ist Software. Für Programmierer ist das Hinzufügen von Optionen so selbstverständlich wie das Atmen. Ein Kontrollkästchen hier, ein Optionsfeld dort und schon kann es losgehen. Ob jemand die Optionen jemals benötigt, ist nicht so wichtig. Und wenn es zu viele Optionen sind, versteckt man sie hinter dem Tab „Erweitert“ des „Einstellungen“-Dialogfelds. MS Word 2010, mit dem ich gerade diese Kolumne schreibe, bietet mehr als 150 Optionen auf der „Erweiterte Optionen“-Seite. Optionen, die ich bisher nicht einmal kannte und die ich noch nie benötigte.

Die Zeitschrift Elektor hat auch Optionen. Die DESIGN-Rubrik bietet in diesem Monat wieder eine Auswahl an interessanten Projekten. Es liegt an Ihnen, ob Sie eins, mehrere oder gar keins realisieren. Wie immer Sie sich entscheiden, jeder Artikel, der ein Projekt beschreibt, sollte spannender Lesestoff sein. So sollten Optionen funktionieren!

Ein flexibles Design bietet viele Möglichkeiten, aber zu viele Optionen führen unweigerlich in die Irre. Dies ist meiner automatischen Nummernschilderkennung (ALPR) für Raspberry Pi (2 Modell B)

davon recht unverstänglich. Sind die Standardwerte gut für mich oder sind sie es nicht? Ich habe keine Ahnung. Spielt es eine Rolle? Ich weiß es nicht. Nach einigen zehn Stunden Zahlenreiterei stürzte das ganze Projekt mit einem Kompilierungsfehler ab. Auch wenn alles gut gegangen wäre, hätte ich mich

passiert. Die Installation von *OpenALPR*, der Basis, auf der mein Projekt beruhte, erwies sich als Mission Impossible, und zwar wegen eines Problems mit einer Bibliothek mit dem Namen *OpenCV*. Diese Bibliothek muss zuerst konfiguriert werden, aber sie bietet eine sechsstufige Liste mit je 25 Optionen, 150 insgesamt, und die meisten

The Harder Way (Compile all dependencies manually)

1. Make sure that dependencies and required tools are installed
 - sudo apt-get install libpng12-dev libjpeg62-dev libtiff4-dev zlib1g-dev
 - sudo apt-get install build-essential
 - sudo apt-get install autoconf automake libtool
 - sudo apt-get install git-core
 - sudo apt-get install cmake
2. install opencv (tutorial)
 - http://docs.opencv.org2.4/docs/tutorial/introduction/linux_install/linux_install.html
3. download and install leptonica and tesseract-ocr
 - tesseract-ocr requires leptonica and at least one language package.
 - <http://www.leptonica.org/source/leptonica-1.70.tar.gz>
 - <https://tesseract-ocr.googlecode.com/files/tesseract-ocr-3.02.02.tar.gz>
 - move the downloaded tarballs to some directory. I will assume that they are located at /usr/local/src/opencv/.
4. unpack the tarballs
 - tar xf /usr/local/src/opencv/tesseract-ocr-3.02.02.tar.gz

noch durch die Konfigurationsmöglichkeiten von zwei anderen Bibliotheken (*Tesseract* und *Leptonica*) und natürlich durch die von *OpenALPR* selbst kämpfen müssen. Entwickler, aufgemerkt: Das Hinzufügen von Optionen ist keine Option. ◀

(150026-I)

Lernender IR-gesteuerter Dimmer

Für Lampen und Heizungen

Originalentwurf: **Juan Canton** (Mexico)

Nachbearbeitung: **Ton Giesberts** (Elektor Labs)

Text: **Jan Buiting**



Dieser IR-gesteuerte Dimmer arbeitet mit einem Triac. In der Standardkonfiguration eignet er sich für elektrische Heizlüfter und Glühlampen bis zu 1.000 W. Der in diesem Projekt verwendete PIC-Mikrocontroller ist in der Lage, die Codes fast beliebiger Fernbedienungen zu lernen. Resultat ist ein Luxus-Dimmer, den man vom Sofa aus bedienen kann.

Die anfänglichen Kriterien für das Projekt „Vielzweck-Dimmer mit Fernsteuerung für am Netz betriebene Lampen“ wurden vom Autor wie folgt festgelegt:

- Betrieb an Netzen mit 50 oder 60 Hz,
- Betrieb an Netzen mit 117 oder 230 V,
- Betrieb mit einem einzigen Taster,
- Einstellung der Helligkeit normaler Glüh- und Halogenlampen oder von elektrischen Heizgeräten kleiner Leistung sowie
- die Fähigkeit zum Lernen von acht Codes von IR-Fernbedienungen.

Der Autor machte sich dann mit diesen Zielen an die Entwicklung einer Schaltung und stellte sie auf elektor-labs.com ein. Anschließend wurde sie von Elektor für die Veröffentlichung überarbeitet. Die Verwandlung der originalen Schaltung von Juan in das fertige Projekt wurde von Ton detailliert beschrieben und ist auf der Elektor-Labs-Webseite [1] nachzulesen. Im Prinzip wurde die Schaltung von einem in Serie geschalteten Dimmer in ein Exemplar mit 115/230-V-Eingang und einem Dimmer-Ausgang verwandelt. Die Lernfähigkeit als wichtigste Eigenschaft blieb aber komplett erhalten.

Zur Schaltung

Das Ergebnis der Mühe ist in **Bild 1** zu besichtigen: Eine typische moderne Schaltung mit Mikrocontroller und nur wenig

Externem drumherum. Der PIC erledigt eben viele Dinge in Software. Dem Eingeweihten verraten aber Bauteile wie der Triac und IR-Decoder, das es sich um „etwas mit Netzspannung, Watt und Fernbedienung“ handeln muss. Die Schaltung lässt sich einfach nachvollziehen, wenn man sich die sechs Teilfunktionen getrennt anschaut.

Netzteil

Was wird benötigt? Kurz: $V_{CC} = 5\text{ V}$ sowie $I_{Last} = 4\text{ mA}$, was vom 115/230-Netz mit akzeptablen Verlusten abgezweigt wird. Kosten und Platzanforderungen führten dazu, dass auf einen Trafo samt Gleichrichter und Siebelko verzichtet wurde.

Zur Spannungsreduktion vom Netzniveau auf die gewünschten 5 V wird gerne ein Vorwiderstand genommen. Man kennt ja die Stromaufnahme von etwa 4 mA. Wegen der Einweggleichrichtung muss man aber schon da vom Doppelten ausgehen. Bei einer Netzspannung von 230 V ergibt sich dann folgender Widerstand:

$$R = (V_{\text{Netz}} - V_{CC}) / 2 I_{\text{Last}}$$

$$R = 225\text{ V} / 8\text{ mA}$$

$$R = 28.125\ \Omega$$

Damit werden verheizt:

$$P = I^2 * R = 1,8\text{ W}$$

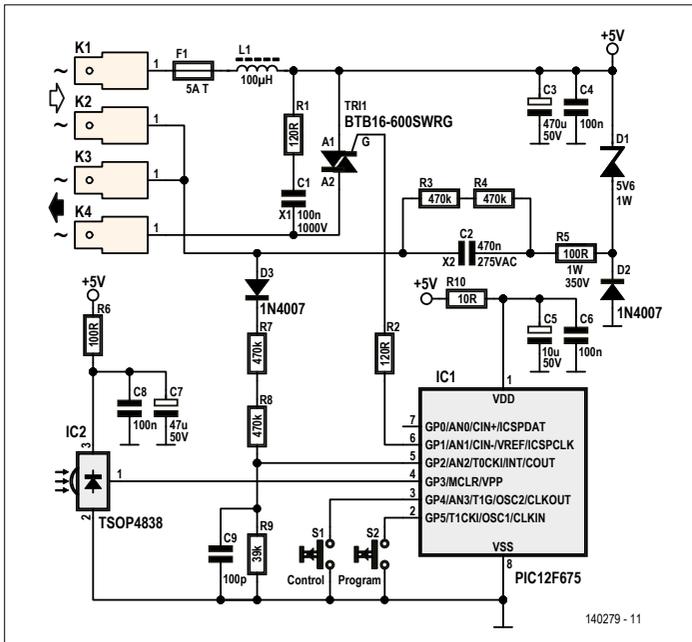


Bild 1. Schaltung des lernenden Dimmers für Glühlampen und kleine Heizgeräte.

Bei einem 115-V-Netz werden mit einem Widerstand mit 13.750Ω immerhin noch $0,88 \text{ W}$ verheizt. Das scheint zwar auf den ersten Blick tolerabel, doch wenn so eine Schaltung in Serie mit der Last geschaltet wird, dann bleibt bei hoher Hel-

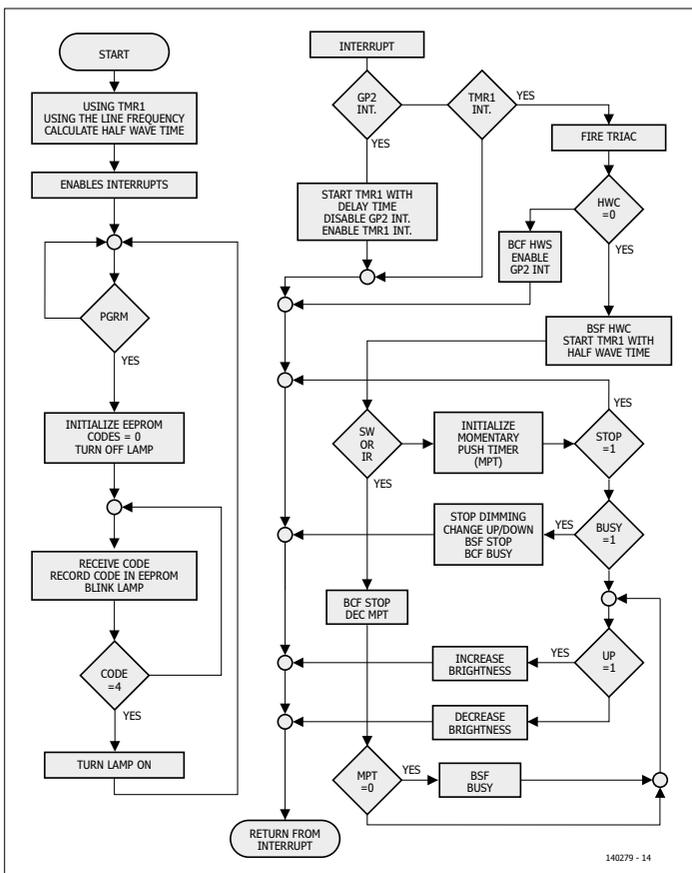


Bild 2. Flußdiagramm. Die Software wurde in PIC-Assembler geschrieben.

ligkeit einfach nicht genug Spannung für die Versorgung der Schaltung übrig, was sich bei 115-V-Netzen noch deutlicher bemerkbar macht.

Eine Alternative dazu ist die Verwendung einer Kombination aus Widerstand (R), Kapazität (C) und einem Begrenzungselement plus Gleichrichter. Mit R , $C2$ und $D1/D2$ ergibt sich genug Strom (8 mA an 5 V), denn die 470 nF für $C2$ lassen in allen Fällen ausreichend Strom durch, um auch noch den Triac sicher zu zünden, was wegen der nur wenige μs dauernden Zündimpulse eh kein großes Problem darstellt.

Neben dem elementaren Vorkondensator $C2$ besteht die Stromversorgung noch aus den Bauelementen $R3+R4$, $D1$, $D2$, $C3$ und $C4$. Ihre Funktion ist sehr einfach: Die Reaktanz X_c von $C2$ begrenzt zusammen mit $R5$ den durch die Gleichrichtung/Begrenzung $D1$ fließenden Strom. Die Z-Diode $D1$ begrenzt die Versorgung gleichzeitig auf $5,6 \text{ V}$. $D2$ dient als Gleichrichter und reduziert gleichzeitig durch seine Flussspannung die Versorgung auf 5 V . $C3$ siebt die ansonsten pulsierende Gleichspannung und $C4$ entfernt HF und Störungen.

Die Netzspannung liegt an den Klemmen $K1$ und $K2$. An $K3$ und $K4$ wird die Last angeschlossen. Die Netzseite ist durch $F1$ mit 5 A abgesichert (10 A bei einem 115-V -Netz); um Störungen durch das Schalten des Triacs vom Netz fern zu halten ist noch die Drossel $L1$ vorgesehen.

Nulldurchgangsdetektor

Die Schaltung aus $D3$, $R7+R8$ sowie $R9||C9$ ist eher ein Halbwellengleichrichter als ein Nulldurchgangsdetektor. In der Folge wird damit lediglich die zeitliche Position einer Halbwelle erfasst und die Software des Mikrocontrollers berechnet daraus dann die richtigen Zündzeitpunkte für beide Halbwellen.

Triggerschaltung

Sowohl die $A1$ -Elektrode des Triacs als auch die $+5\text{-V}$ -Schiene der Versorgung sind direkt mit der Netzspannung verbunden. Um den Triac zu zünden wird sein Gate über $R2$ an Masse gelegt. Diese Beschaltung nutzt den Umstand, dass der Mikrocontroller mehr Strom gegen Masse als gegen V_{CC} schalten kann. Der Triac wird also mit negativen Gate-Strömen gegenüber $A1$ angesteuert, was bei den meisten Triacs mit geringeren Strömen möglich ist.

Snubber

Kondensator $C1$ (hier ein Exemplar des Typs $X1$ verwenden) und Widerstand $R1$ bilden ein so genanntes Snubber-Netzwerk, das Fehlzündungen des Triacs verhindern soll. Bei Letzterem handelt es sich um den Typ $BTB16-600SWRG$, einem so genannten „digitalen Triac“ mit dem Kürzel $SWRG$, der einen relativ niedrigen Zündstrom von minimal 10 mA aufweist. Sein Nachteil ist, dass er das Snubber-Netzwerk benötigt.

IR-Empfänger

Der IR-Empfänger $IC2$ ist ein komplettes Modul, das die Signale der meisten IR-Fernbedienungen extrahieren kann. Wir haben dies mit etlichen RC5-kompatiblen Exemplaren getestet. Wenn sich der Mikrocontroller im Lernmodus (später mehr dazu) befindet, empfängt er den Code und speichert ihn in seinem internen EEPROM. Wenn er diesen Code dann im Normalbetrieb erkennt, reagiert $IC1$ genau so als ob Taster $S1$ betätigt worden wäre. Dadurch kann der Dimmer auch fernbedient werden.

Filter

Wie schon erwähnt verfügt die Schaltung über ein Bauteil, das Netzstörungen durch das Schalten des Triacs verhindert. Spule L1 ist entweder ein Fertigprodukt von Murata oder kann auch selbst durch zehn Windungen CuL ($\varnothing = 0,6 \text{ mm} = \text{AWG } 22$) auf einem Ringkern ($\varnothing = 25 \text{ mm}$) gewickelt werden. Wenn man keine Erfahrung mit dem Wickeln von Netzdrosseln hat, sollte man besser die Fertigschule kaufen.

Aufgrund möglicher Schwankungen der Netzspannung muss die 5-V-Versorgung ordentlich gefiltert werden. Für den Mikrocontroller erledigen das R10, C5 sowie C6 und für das IR-Modul R6, C7 und C8.

Hier endet die Beschreibung der Hardware.

Software

Ein guter Weg zum Verständnis dessen, was sich softwaretechnisch im Inneren des PICs abspielt, ist das Flussdiagramm von **Bild 2**.

Sobald die Versorgungsspannung anliegt geht es los. Vorab noch: Immer wenn von Helligkeit die Rede ist, kann man dies auch durch Heizleistung ersetzen, wenn ein Heizgerät angeschlossen ist. Der Mikrocontroller detektiert, ob die Netzfrequenz 50 oder 60 Hz beträgt. Das ist wichtig, denn Elektor wird auf der ganzen Welt gelesen. Dabei wird die angeschlossene Last komplett abgeschaltet. Ab da wird auf einen Tastendruck von S1 gewartet. Ein kurzer Druck auf S1 erhöht die Helligkeit langsam bis zum Maximum.

Wird S1 gedrückt gehalten, erhöht sich die Helligkeit, bis S1 wieder losgelassen wird.

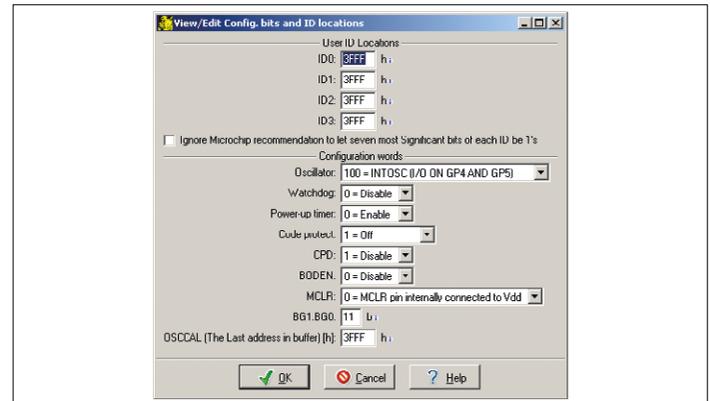


Bild 3. Einstellungen für die Fuses zum Brennen des PICs.

Wenn S1 kurz gedrückt wird, während die Lampe voll oder teilweise leuchtet, wird die angeschlossene Lampe dunkel. Wird S1 gedrückt gehalten, während die Lampe voll oder teilweise leuchtet, erniedrigt sich die Helligkeit, bis S1 wieder losgelassen wird.

Wie bei allen in Elektor veröffentlichten Projekten steht auch hier der Source-Code auf der Webseite für dieses Projekt [2] zur Verfügung. Die Konfiguration für den Mikrocontroller entnimmt man **Bild 3**. Die Software wurde in Assembler geschrieben - ein Teil des Programms findet sich in **Listing 1**. Die Software im Archiv 140279-11.zip enthält sowohl eine Softwareversion für vier Codes als auch eine, die mit acht Codes klarkommt.

Anzeige



Distance
Measuring Sensors



Dust
Sensors

[SENSORS]



Gesture
Sensors



Solid State
Relays

Elektronik in einer neuen Dimension – Sensorlösungen von Sharp bereichern nicht nur mobile Geräte, Unterhaltungselektronik und Haushaltsapparate, sie erweitern u. a. auch die Funktionalität von Luftreinigern, Klima- und Sanitäranlagen, Laptops oder Robotern. Ermöglichen Sie Handy-Nutzern

den Komfort der berührungslosen Bedienung: Integrieren Sie Sharps weltweit ersten All-in-one Gesten-, Umgebungslicht- und Annäherungssensor. Kontaktieren Sie noch heute Sharp Devices Europe für weitere Informationen zum innovativen Sensorenportfolio: sharpsde@sharp.eu

Listing 1. Programm-Ausschnitt (PI-Assembler)

```

;#####
GET_PULSE  BTFSS REC_SW
            GOTO  RUN
            CLRF  TMR0
GET_P0     BTFSC TMR0,5
            GOTO  GET_P1
            BTFSS IR_SIGN  ;WAIT FOR HIGH ON "IR_SIGN" PIN
            GOTO  GET_P0
GET_P1     CLRF  TMR0
GET_P2     BTFSC TMR0,5
            GOTO  GET_P3
            BTFSC IR_SIGN  ;WAIT FOR LOW ON "IR_SIGN" PIN
            GOTO  GET_P2
GET_P3     MOVFW TMR0  ;GET PULSE TIME
            MOVWF INDF
            MOVLWB'00001111'
            ANDWF INDF
            CLRF  TMR0
GET_P4     BTFSC TMR0,5
            GOTO  MS3A
            BTFSS IR_SIGN  ;WAIT FOR HIGH ON "IR_SIGN" PIN
            GOTO  GET_P4
MS3A      CLRF  TMR0
MS4       BTFSC TMR0,5
            GOTO  MS4A
            BTFSC IR_SIGN  ;WAIT FOR LOW ON "IR_SIGN" PIN
            GOTO  MS4
MS4A     MOVLWB'00001111' ;GET PULSE TIME
            ANDWF TMR0
            SWAPF TMR0,W
            ADDWF INDF
            RETURN
;#####
END_IR    MOVLW IR_TIMEOUT
            MOVWF WAIT_IR
            MOVLW .158
            MOVWF TMR0
            BCF  INTCON,T0IF
            BTFSS IR_SIGN
            GOTO  END_IR
            BTFSS INTCON,T0IF
            GOTO  $ -3
            DECFSZ WAIT_IR
            GOTO  $ -8
            RETURN
;#####

```

Weitere Hinweise zur Sicherheit und Bauteileauswahl entnimmt man der Elektor-Labs-Webseite [1].

Codes lernen

Es ist sehr einfach, den Dimmer mit den nötigen Codes zu versorgen. Zuvor stellt man zunächst einmal die Helligkeit mit S1 auf Maximum. Für das Lernen geht man wie folgt vor: S2 (Program) wird für 2 s betätigt. Zum Zeichen dass der Lernmodus aktiviert ist, wird die Lampe zweimal ein- und ausgeschaltet.

Nun entfernt man sich etwa 3 m mit der Fernbedienung und betätigt die Taste, die man nutzen möchte. Erkennt der Dimmer den Code und speichert ihn, dann signalisiert er das durch Aus- und wieder Einschalten der Lampe.

Schritt 2 wird sieben weitere Mal durchgeführt. Wenn alle acht Codes gespeichert sind, schaltet sich die Lampe ein und bleibt hell als Signal des Endes der Programmierung.

Die Software-Version DIMMER_8 unterstützt acht Codes. Das ist insbesondere bei RC5-Fernbedienungen sinnvoll, die bei der gleichen Taste nicht immer den gleichen Code senden. Der vom Elektor-Shop unter der Nummer 140279-41 erhältliche fertig programmierte PIC unterstützt 8 Codes.

Auf allen vier oder acht Speicherplätzen kann man auch den gleichen Code ablegen. Nachdem der Dimmer die Codes gelernt hat, wirken diese wie das Betätigen von S1.

Aufbau

Die Schaltung ist direkt mit dem Lichtnetz verbunden. Hier empfiehlt sich große Vorsicht bei der elektrischen Sicherheit. An Sicherheit wurde bei Elektor schon beim Platinen-Layout gedacht (**Bild 4**). Der Prototyp wurde in ein elektrisch isolierendes aber transparentes Gehäuse eingebaut. Die Löcher dienen lediglich dazu, den Strom hinein und wieder hinaus zu lassen. Die kurzen verwendeten Drahtstücke haben einen Querschnitt von 2,5 mm² (etwa AWG 13), wodurch es bei der maximalen Last von 1 kW keine Probleme geben dürfte. Der Triac ist für eine maximale Last von 16 A ausgelegt. Eine Last von 2 kW ist mit einem größeren Kühlkörper als abgebildet und in der Stückliste angegeben locker drin.

Die beiden Taster werden durch Kunststoff-Pins betätigt, die über zwei kleine Löcher an der kurzen Seite des Dimmers zugänglich sind. Auch hier werden die nötigen Sicherheitsabstände für 230 V eingehalten.

Die Erde ist im Schaltplan nicht angegeben und auf der Platine nicht vorhanden. Sie muss vom IEC-kompatiblen Eingang strikt zur Ausgangsbuchse durchverbunden werden.

Damit man für den optischen Empfänger kein Loch ins Gehäuse bohren muss und so die Sicherheit beeinträchtigt, haben wir als Gehäuse schlicht ein blau-transparentes Kunststoffgehäuse des Typs 1591ETBU von Hammond eingesetzt, das recht günstig ist (<14 € bei Farnell). Das IR-Signal wird zwar durch den Kunststoff etwas abgeschwächt, aber die Reichweite beträgt dennoch gut 5 m.

Die Platine wird mit M3-Schrauben aus Nylon bei 4 mm Abstand mit dem Gehäuseboden verschraubt. Diesen Abstand erreicht man mit zwei M3-Muttern auf jeder Schraube, die die Funktion der Abstandshalter übernehmen.

Als Eingang eignet sich am besten eine Kaltgerätebuchse. Als Ausgang wurde im Elektor-Prototyp eine normale Steckdose verbaut. Seine hellblaue Farbe passt prima zum transparenten

Weblinks

- [1] Projekt-Geschichte: www.elektor-labs.com/project/ir-remote-control-learning-dimmer-or-heat-control-140279-i.14109.html
- [2] Projekt-Software: www.elektor-magazine.com/140279

Blau des Gehäuses. Die Kosten für das Hammond-Gehäuse und die Netzbuchsen sind gering im Vergleich zur damit möglichen Sicherheit. Außerdem sieht das Ergebnis recht professionell aus. Schutz vor Spritzwasser bietet die Schuko-Steckdose mit Deckel (Nummer 824-5630 bei RS).

Wenn bei vollem Abdimmen noch ein leichtes Flackern zu sehen sein sollte, kann man R7+R8 auf je 220 k Ω reduzieren. Auch eine größere Kapazität für C9 kann helfen (<10 nF). Ein größerer Wert wird den Zündzeitpunkt weiter verschieben. ◀



Noch ein ernstes Schlusswort zur Sicherheit: **Beitreiben Sie und arbeiten Sie mit dieser Schaltung niemals, wenn sie nicht in einem isolierenden Gehäuse eingebaut ist. Bitte berücksichtigen Sie alle Sicherheitsregularien, die für Netzspannung in Ihrem Land gelten.**

(140279)

Stückliste

Widerstände:

(alle 5 %)

R1 = 120 Ω , 5 W
 R2 = 120 Ω , 0,25 W, 250 V
 R3,R4,R7,R8 = 470 k, 0,25 W, 250 V
 R5 = 100 Ω , 1 W, 350 V
 R6 = 100 Ω , 0,25 W, 250 V
 R9 = 39 k, 0,25 W, 250 V
 R10 = 10 Ω , 0,25 W, 250 V

Kondensatoren:

(20 % oder wie angegeben)

C1 = 100 n, 1000 V, X1, RM 15 mm
 C2 = 470 n, 275 V, X2, RM 22,5 mm
 C3 = 470 μ , 50 V, \varnothing 13mm, RM 5 mm
 C4,C6,C8 = 100 n, 50 V, 10 %, keramisch
 X7R, RM 0,2" (5,08 mm)
 C5 = 10 μ , 50 V, \varnothing 5 mm, RM 2 mm
 C7 = 47 μ , 50 V, \varnothing 6,3 mm, 0,1" (2,54 mm)
 C9 = 100 p, 100 V, 5 %, keramisch COG/NPO,
 RM 0,2" (5,08 mm)

Spulen:

L1 = 100 μ , 7,8 A, 10 %, R(DC) = 0,04 Ω ,
 Murata Type 1410478C

Halbleiter:

D1 = 1N4734A, Z-Diode 5V6, 1 W
 D2,D3 = 1N4007, 1000V, 1 A
 TRI1 = BTB16-600SWRG
 IC1 = PIC12F675, programmiert, Elektor Shop
 # 140279-41
 IC2 = TSOP4838

Außerdem:

K1-K4 = RM 0,25" (6,35 mm), Faston,
 schraubbar, Loch 3,3 mm
 S1,S2 = Taster 6x6 mm für Platinenmontage,
 Alps SKHHNKA010 (Mouser # 688-SKHHNK)
 HS1 = Kühlkörper für Platinenmontage, Fi-
 scher Type SK 129 38,1 STS, 6,5 $^{\circ}$ C/W. Für
 max. 1250 W
 F1 = Sicherungshalter 20x5 mm, 500 V, 10 A
 F1 = 5A-Sicherung, träge, 5x20 mm
 Platine 140279-1 v2.0
 Gehäuse: Hammond Typ 1591ETBU

Nicht auf Platine: Steckdose DIN 49440, 16 A,
 250 V, IP20, (Schuko) RS # 824-5627

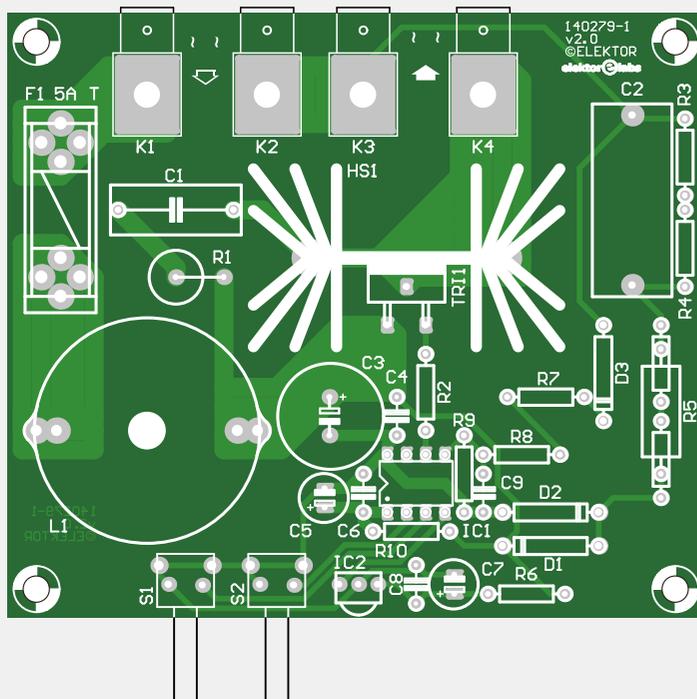
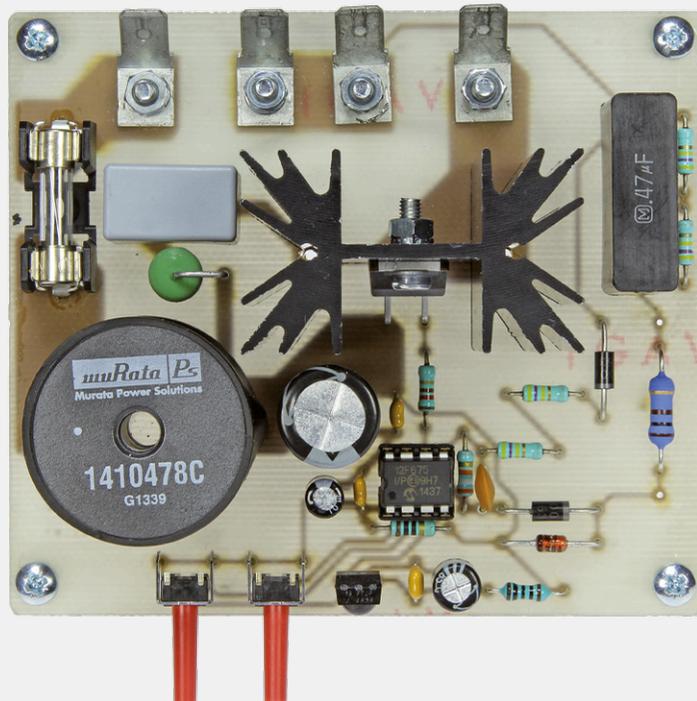
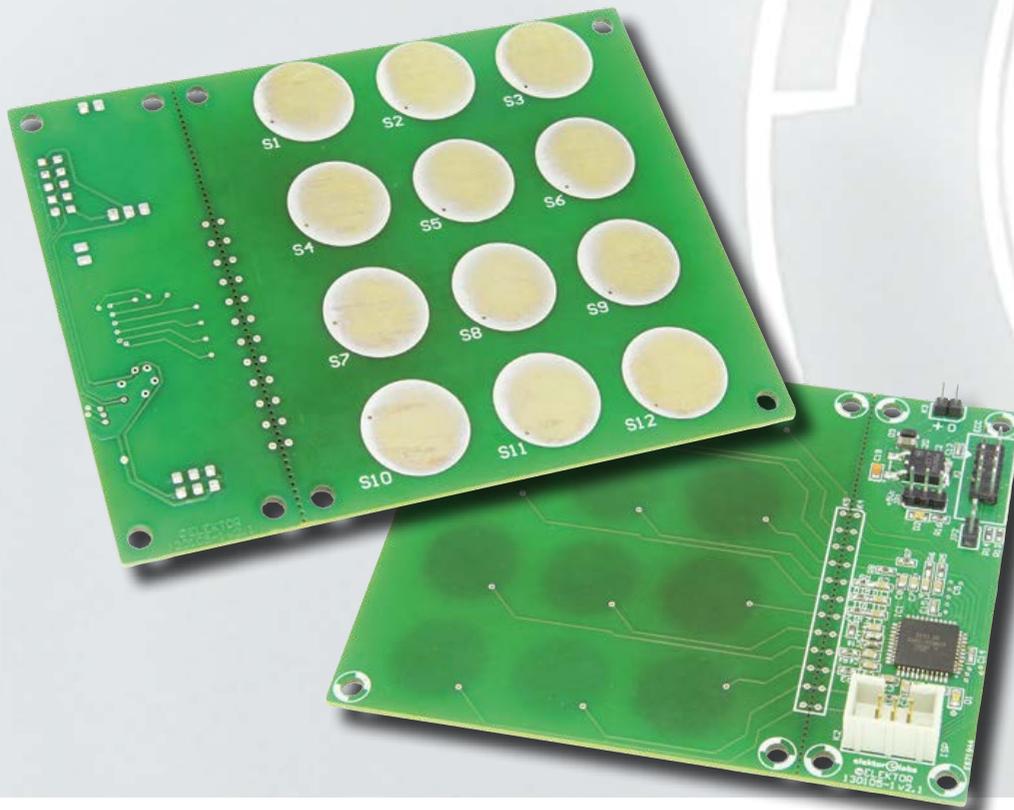


Bild 4. Die einseitige Platine des Dimmers wurde speziell für größte elektrische Sicherheit entwickelt.

Kapazitives Keypad mit 12 Tasten

Touch-Technologie einfach integriert



„Jetzt mit Touch-Control, das Ende der klobigen Schalter. Unmittelbares und geräuschloses Umschalten mit der Fingerspitze! Berühren Sie einfach die sanft beleuchtete Oberfläche.“ So oder so ähnlich klangen die Werbesprüche in den High-End A/V/TV-Katalogen Mitte der 1970er Jahre. Einer der Autoren (Clemens Valens) hat hier ganz besondere Erinnerungen: „In meiner Studentenbude stand ein alter Farbfernseher mit Touch-Control, aufgegabelt vom Sperrmüll. Er schaltete spontan und eigenständig die Kanäle um, wenn das Wetter feucht war und vor allem, wenn mein Lieblingsfußballclub drauf und dran war, das Führungstor zu erzielen.“

Glücklicherweise sind all diese anfälligen statischen Tipptasten am Fernseher, Verstärker und Plattenspieler wieder in Vergessenheit geraten, doch das Konzept der Touch-Tasten ist wieder aufgetaucht. Cypress und Atmel beschäftigen sich seit

mindestens zwanzig Jahren damit und sehr wahrscheinlich ist das Steuerrad des iPods Grund für den gegenwärtigen Hype um die aktuellen Touch-Sensoren. Doch im Vergleich zu den Modellen vor 40 Jahren arbeiten moderne Touch-Tasten dank Mikrocontrollern und cleverer Software zuverlässig.

Funktionsprinzipien

Es gibt mehrere Arten von berührungsempfindlichen Sensoren (und eine Touch-Taste ist nichts anderes als ein Sensor): optische, magnetische, induktive und kapazitive. Am populärsten ist jedoch ganz klar der kapazitive Berührungssensor. Alle Arten von kapazitiven Sensoren, die in den letzten Jahren entwickelt wurden, haben eines gemeinsam: Sie erkennen an einer Änderung der Zeitkonstante einer RC-Schaltung mit einem variablen Kondensator, dass sich ein Objekt (wie eine Fingerspitze) in unmittelbarer Nähe befindet. Das Ergebnis kann

eine absolute oder relative Änderung der Frequenz eines Oszillators oder eine Veränderung der Ladezeit eines Referenzkondensators sein. Der Hauptunterschied zu den Old-School-Touch-Tasten, die häufig auf im menschlichen Körper induziertem Rauschen/Netzbrummen basierten, muss man moderne Touch-Sensoren nicht **berühren**, sondern sich nur **annähern**. Deshalb ist dabei von berührungsloser Erfassung die Rede. Aufgrund dieser Eigenschaft können die Tasten unter Glas (Kochfelder, ideal für die Reinigung) oder versteckt montiert werden, um die Ästhetik eines Geräts zu erhöhen. 40 Jahre später, eine neue Ergonomie! Eigentlich ist ein kapazitiver Sensor nur eine kleine Fläche eines leitenden Materials (wenn sich der Sensor auf einer Platine befindet ist das Kupfer). Es sind aber auch Sensoren mit zwei Elektroden möglich. Die Einzelelektrode (Eigenkapazitäts-sensor, self-capacitance sensor) eignet sich für Tasten oder Knöpfe, während der

Von **Ton Giesberts & Clemens Valens** (Elektor-Labor)

Abgeleitet aus einem Projektvorschlag von **Simon Tewes**

Dieses neue, fertig erhältliche ECC-Erweiterungsmodul besitzt 12 kapazitive Tasten. Wie immer lässt es sich über eine UART-Verbindung und ein einfaches ASCII-Protokoll leicht in eigene Projekte integrieren. Das Modul eignet sich aber auch gut, um die moderne Touch-Technologie kennenzulernen. In diesem Artikel wird auch beschrieben, wie man eigene Touch-Designs umsetzen kann.



Zweielektroden-Sensor (Gegenkapazitäts-sensor, mutual-capacitance sensor) ideal ist für die Positionserfassung. Gegenkapazitätssensoren sollten nicht direkt berührt werden. Das Arbeitsprinzip beider Konfigurationen ist fast identisch (**Bild 1**), aber Gegenkapazitätssensoren bieten eine höhere Präzision. Abhängig vom System (massebezogen oder schwebend) ist die von der Fingerspitze hervorgerufene Änderung der Sensorkapazität negativ oder positiv.

In Systemen mit Eigenkapazitätssensoren wird der Sensor mit unbekannter Kapazität auf ein bekanntes Potential geladen. Die (unbekannte) Ladung, die sich daraus ergibt, wird in einem Abtastkondensator mit festem Wert gesammelt. Dieser Vorgang wird mehrmals wiederholt, bis die Spannung über dem Abtastkondensator einen vorgegebenen Pegel erreicht (**Bild 2**). Die Anzahl der benötigten Ladezyklen ist dann das Maß für die Sensorka-

pazität. Wird ein Finger in der Nähe des Sensors gebracht, erhöht sich die erforderliche Anzahl von Ladezyklen. Gegenkapazitätssensoren arbeiten ebenfalls auf

diese Weise, nur ist in solchen Systemen der Sensorkondensator besser definiert, so dass eine bessere Kontrolle über den Sensor möglich ist.

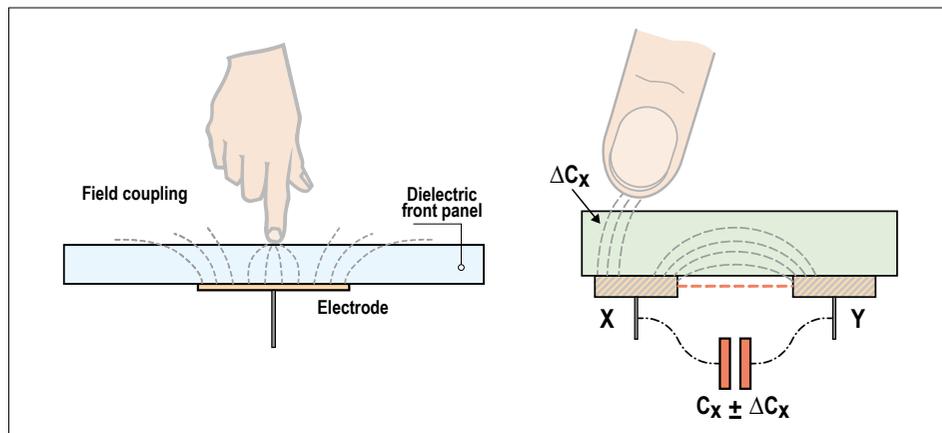


Bild 1. Funktionsprinzip eines kapazitiven Sensors, links mit Eigenkapazität und rechts mit Gegenkapazität. In einem geerdeten System ist die Kapazitätsänderung negativ, in einem schwebenden positiv.

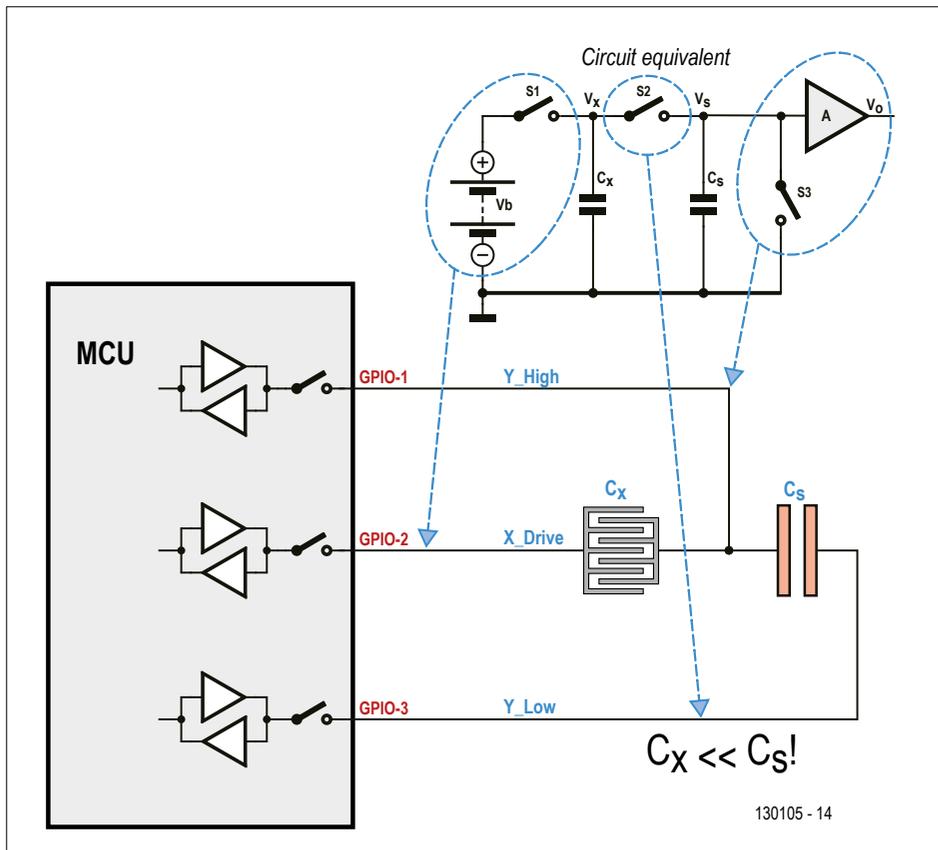


Bild 2. Der Controller schließt erst S2 und S3, um die Schaltung zurückzusetzen. Dann öffnet er alle Schalter. Ein Impuls an S1 lädt C_x auf, ein Impuls an S2 überträgt die Ladung zu C_s . Diese Impulssequenz wird wiederholt, bis die Ladung auf C_s den Referenzpegel erreicht. Die Anzahl der nötigen Ladungstransfer-Zyklen hängt vom Finger in der unmittelbaren Nähe des Sensor-Kondensators C_x ab.

Einige Einschränkungen

Berührungslose Sensoren bieten viel Freiheit im Entwurf und alle Arten von Formen sind möglich. Es können auch

Sensoren gruppiert werden, um einen Schieber, ein Rad oder ein Pad zu simulieren. Die Position eines Objekts und die damit verbundenen Kapazitätsänderungen

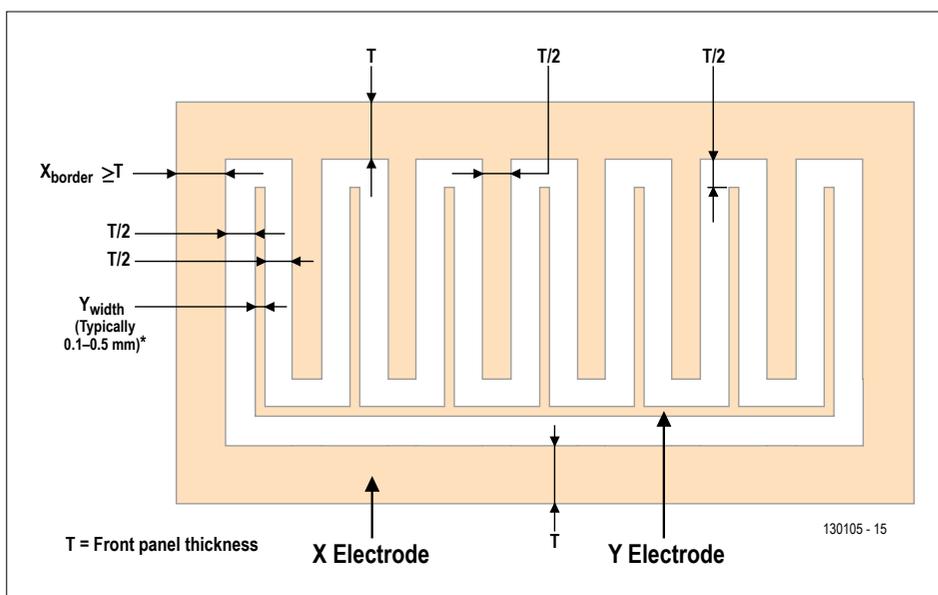


Bild 3. Gegenkapazitätssensoren schränken die Entwurfsmöglichkeiten mehr ein als Eigenkapazitätssensoren.

gen können mit eindrucksvoller Genauigkeit berechnet werden. Viel Freiheit bedeutet aber nicht, dass Sie tun können, was Ihnen so einfällt, denn es gibt ein paar Einschränkungen.

Erstens ist das Material (Panel) oberhalb des Sensors besonders bei Gegenkapazitätssensoren wichtig, weil es Teil des Messkondensators ist. In einem solchen System müssen Luftspalte und -blasen zwischen Panel und Sensor(en) vermieden werden. Eigenkapazitätssensoren sind da nicht so zimperlich.

Die Empfindlichkeit kapazitiver Sensoren wird durch nahe Masseflächen und Leiterbahnen beeinflusst, so dass die Platine mit großer Sorgfalt entworfen werden muss. Dies hat aber auch positive Aspekte, man kann Massebahnen dazu verwenden, um die Empfindlichkeit in bestimmten Bereichen einzuschränken oder die Störanfälligkeit zu vermindern.

Gegenkapazitätssensoren bestehen aus zwei Elektroden, einer Drive- oder X-Elektrode und einer Empfangs- oder Y-Elektrode. Die Elektroden-„Finger“ werden in der Regel ineinander verschrankt, um eine größtmögliche Kopplungslänge zu erhalten. Je mehr „Finger“, desto besser ist das Signal-Rausch-Verhältnis (SNR) des Sensors. Normalerweise umgibt die X-Elektrode die Y-Elektrode. Die Y-Elektrode soll so dünn wie möglich sein, ohne dabei einen zu großen Widerstand aufzuweisen, der die Sensorzeitkonstante beeinträchtigen würde. Die Breite der X-Elektrode ist im Wesentlichen durch die Dicke des darüber liegenden Panels bestimmt. Dies gilt auch für den Abstand zwischen X- und Y-Elektroden (**Bild 3**).

Eigenkapazitätssensoren können beliebig geformt sein, aber dies ist normalerweise gar nicht erwünscht. Die Form beeinflusst die Empfindlichkeit des Sensors und es gibt eigentlich keinen Grund, wie in den 70er-Jahren zum Beispiel kreisförmige Sensoren in der Größe einer Fingerkuppe anzulegen.

Genauere Berechnungen und die Theorie kapazitiver Touch-Sensoren finden Sie in den Application-Notes aller Halbleiterhersteller, die sich mit kapazitiven Touch-Lösungen beschäftigen.

Do it yourself!

Mit dem Basiswissen über kapazitive Tastsensoren bewaffnet, können Sie eine kapazitive Tastatur entwerfen, die als Experimentierplattform dienen oder einfach als Tastatur in einem selbst kon-

zipierten Gerät eingebaut werden kann. Wir könnten mit der Theorie eine funktionierende Software ganz in Eigenregie erstellen, aber wir haben uns entschieden, so viel wie möglich von der Arbeit anderer zu profitieren (share!). Atmels QTouch-Technologie stellt eine gute Basis dar, weil sie viele AVR-Mikrocontroller unterstützt und eine Menge Dokumentation zur Verfügung steht. Seltsamerweise finden sich recht wenige QTouch-Projekte im Internet, so dass wir uns ein wenig einsam da draußen fühlten. QTouch behandelt sowohl Eigen- als auch Gegenkapazitätssensoren. Wir haben uns für Eigenkapazitätssensoren entschieden, weil sie leichter zu entwerfen und zu nutzen sind und ihnen keine komplizierten mechanischen Beschränkungen innewohnen. Außerdem wollen wir ja nur Tasten und keine solchen Dinge wie Slider oder Ähnliches entwerfen. Wenn man sich entscheidet, Bibliotheken eines Drittanbieters zu nutzen, sollte man zuerst die Anforderungen an eine Implementierung studieren. Wir taten es und entdeckten, dass die QTouch-Bibliothek eine Reihe von Beschränkungen in der Verdrahtung der Port-Pins aufweist. Vor

allem benötigt man zwei Pins pro Sensor (als Kanal bezeichnet), außerdem können Sie die Sensoren nicht anschließen, wo sie wollen, sondern nur an Port-Pins mit QTouch-Funktionalität. Ein Tastenfeld mit zwölf Tasten, wie es uns vorschwebte, erforderte 24 QTouch-kompatible Port-Pins. Dies entspricht drei 8-bit-Ports auf einem AVR. Wir brauchten auch eine Kommunikationsschnittstelle zum Senden der Tastendrücke an das Hostsystem und bestimmt noch einige andere I/O, so dass wir uns für einen AVR mit vier vollen 8-bit-Ports entschieden. Da wir nicht so sicher waren, wie die Schaltung die Sensoren beeinflussen würde, haben wir sie so klein wie möglich und abseits der Touchflächen geplant und uns für einen Controller im 44-poligen SMD-Gehäuse entschieden, einen ATmega324PA-AU. Atmel unterstützt QTouch mit einem Tool namens *QTouch Studio*, das die Port-Pins den Sensoren zuordnet und beim Test sehr hilfreich ist. Leider funktioniert das QTouch-Studio nach unserer Erfahrung nur unter Windows XP (es kann aber inzwischen eine neue Version geben). Obwohl der vom Studio produzierte Kon-

figurationscode nicht makellos war, half das Tool uns doch beim Hardware-Entwurf. Wie in **Bild 4** zu sehen, wird Port A für die Tasten S9...S12 eingesetzt, alle anderen Tasten sind mit einer Leitung an Port C und mit der anderen an Port D gekoppelt. Dies ist ein Kompromiss, der zwar den UART unbrauchbar macht (er ist nur an Port D verfügbar), aber den Programmierschluss an Port B freihält. Aus Mangel an Erfahrung zogen wir es vor, den Programmier/Debug-Port entfernt von den Sensoren zu halten. Die serielle Kommunikation kann leicht per Software-UART umgesetzt werden. Jeder der Sensoren verfügt über einen 1-k Ω -Vorwiderstand (Wert nicht kritisch) und einen 22-nF-Abtastkondensator. Hier ist eine gute Qualität nötig, X7R, mindestens aber X5R. Verwenden Sie keine Y5R-Typen! Wir haben 0603-SMDs eingekauft, die kompakt und dennoch leicht handhabbar sind. Nach den Atmel-Konventionen nennen wir das Signal an PA1 *SNSK* (SeNSEKey), das Signal an PA0 *SNS* (SeNSE). Bei den anderen Sensoren verhält es sich natürlich genauso. K1 steht für den Anschluss der Tastatur

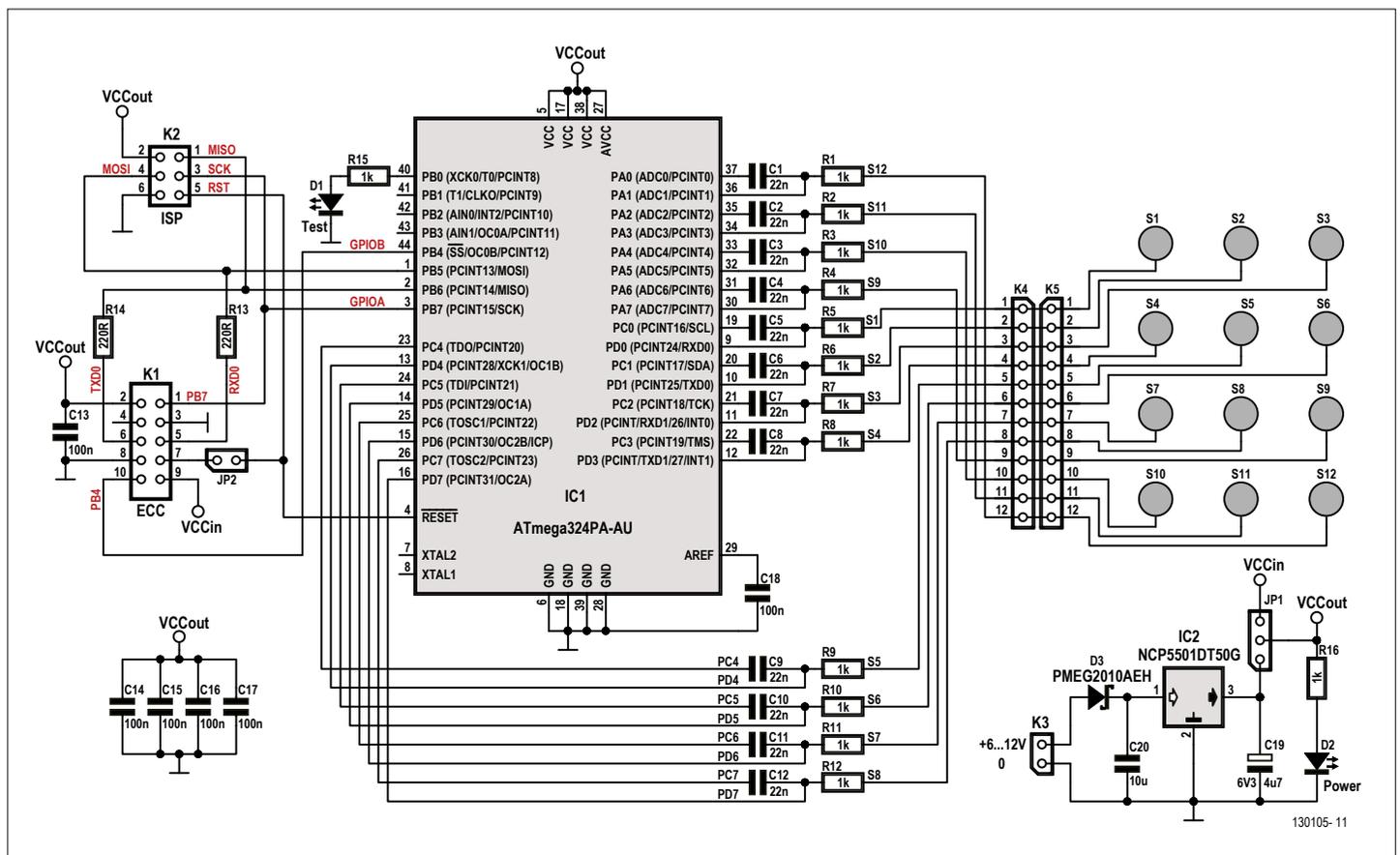


Bild 4. Schaltung unserer kapazitiven Tastatur mit 3x4=12 Tasten inklusive Steuerelektronik. Nicht ein einziger dicker 10-M Ω -Widerstand in Sicht!

an ein Host-System zur Verfügung. Dieser Steckverbinder ist mit den ECC-Anschlüssen auf anderen Elektor-Platinen wie zum Beispiel dem Elektor Extension-Shield für Arduino [4] kompatibel, mehr über den ECC findet man unter [5]. Dank des Spannungsreglers IC2 kann das Bedienteil von einer externen Stromquelle (6...12 V) an K3 versorgt werden. Dazu müssen die Pins 1 und 2 von JP1 mit einem Jumper verbunden werden. Es ist auch möglich, die Schaltung über K1 mit Energie zu versorgen (Jumper JP1 auf 2-3). K4 und K5 sind keine echten Verbinder, sondern nur Leiterbahn-pads. Sie können sie verwenden, wenn Sie den Controller vom Touchteil räumlich trennen wollen. LED D1 steht für die Fehlersuche oder für Signalzwecke zur Verfügung. Wenn

LED D2 leuchtet, wird die Schaltung mit Betriebsspannung versorgt. JP2 kann kurzgeschlossen werden, wenn ein externes Reset-Signal an K1 zur Verfügung steht.

Der Controller läuft mit seinem internen Oszillator, da es auf zeitliche Präzision nicht so ankommt. Dies spart den Quarz! Die Platine in **Bild 5** wurde so entworfen, dass sich die Sensoren auf der einen, die Bauteile auf der anderen Seite befinden. Dies erleichtert die Montage der Platine im Gehäuse. Die Leiterbahnen von den Sensoren zu den Reihenwiderständen sind aus gutem Grund so dünn wie möglich und so weit wie möglich von anderen Leiterbahnen und Sensoren entfernt. Diese Leiterbahnen sind nämlich Teil der Sen-

soren und damit berührungsempfindlich. Die Anzahl der Durchgangslöcher in diesen Leiterbahnen (Vias) wurde auf ein Minimum reduziert.

Einrichten der Software

Die QTouch-Dokumentation ist reichlich dick und auch reichlich verwirrend. Atmels Website vermittelt zudem den Eindruck, QTouch sei ein alter Hut, während das QTouch-Studio fast jede Woche aktualisiert wird. Wir haben es installiert, waren aber lange nicht in der Lage, herauszufinden, wie man es benutzt. Obwohl dies wahrscheinlich mehr über unsere Geduld als über das Produkt aussagt, bleibt die Tatsache, dass wir letztendlich doch überprüfen konnten, ob/dass unsere Sensorkonfiguration korrekt war. Wer wird

Bild 5. Die doppelseitige Leiterplatte berücksichtigt alle Parameter und Anforderungen für kapazitive Sensoren im Stile des Jahres 2015.

Stückliste

Widerstände:

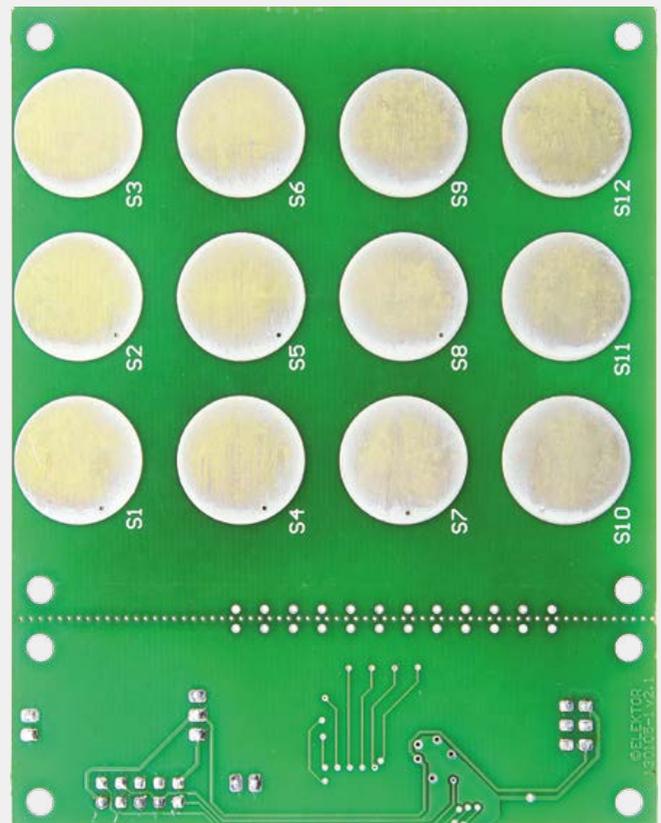
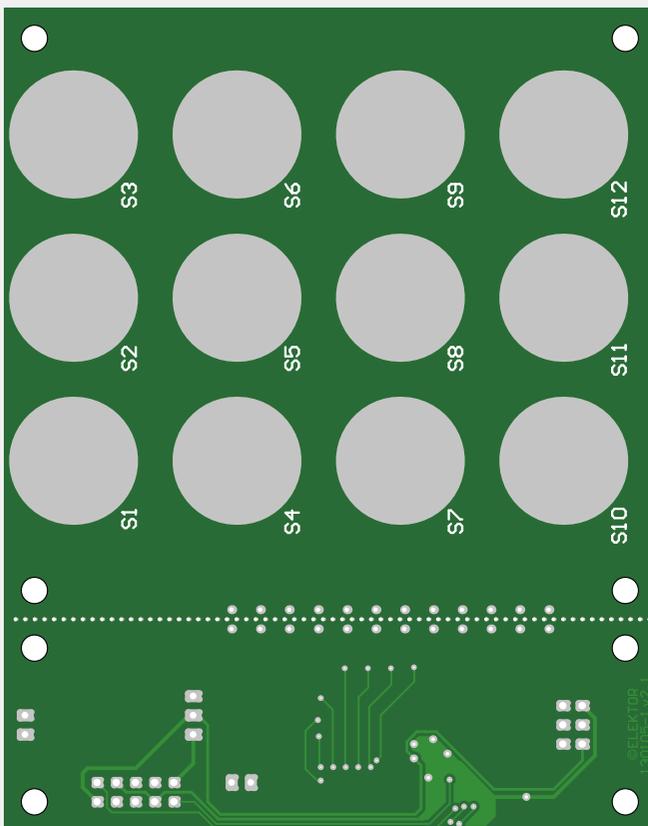
alle 5%, 0,1W, SMD 0603
R1...R12, R15, R16 = 1 k
R13, R14 = 220 Ω

Kondensatoren:

C1...C12 = 22 n, 10%, 50 V, X7R, SMD 0603
C13...C18 = 100 n, 5%, 16 V, X7R, SMD 0603
C19 = 4 μ 7, 10%, 6,3V, SMD Gehäuse R (0805), Tantal
C20 = 10 μ , 10% 25 V, X5R, SMD 1206

Halbleiter:

D1, D2 = LED, SMD 0805
D3 = PMEG2010AEH, SMD SOD-123F
IC1 = ATmega324PA-AU, SMD TQFP-44, programmiert, Elektor-Shop 130105-41



denn gleich an die Decke gehen? Greifen Sie lieber zu folgender übersichtlicher Arbeitsliste, um QTouch zu installieren:

1. Laden Sie die QTouch Library-Paket von der Atmel Website [1] herunter.
2. Extrahieren Sie und öffnen Sie die Excel-Tabelle „Library_Selection_Guide.xls“.
3. Wählen Sie das zweite Blatt QTouch (wir haben mit QMatrix nichts zu tun und mit ATtiny auch nicht).
4. Wählen Sie den Controller ATmega324PA.
5. Wählen Sie „Max Num Channels“ (12 bei uns, ein Kanal pro Sensor).
6. Wählen Sie „Max Num Rotors/Sliders“ (0, wir haben keine).
7. Wählen Sie „Toolchain“ (GCC, weil wir das Atmel-Studio benutzen).
8. Nun bleibt nur eine Bibliothek übrig (*libavr5g1-12qt-k-0rs.a*). Entpacken Sie

sie aus dem Download und kopieren Sie sie in Ihren Projektarbeitsbereich. Sie benötigen auch einige andere Dateien aus dem QTouch-Paket:

- touch_config.h;
- touch_api.h;
- qt_asm_tiny_mega.S;
- qt_asm_avr.h.

Die Auswahl der I/O-Ports ist der nächste Schritt. Sie können es so machen wie in unserem Schaltbild, aber natürlich auch andere Ports wählen.

Jeder QTouch-Kanal (Taste) belegt GPIO-Pins für die SNS- und SNSK-Signale. Jeder 8-bit-Port kann prinzipiell vier 2-Pin-Kanäle steuern, was aber nur bei einem Port möglich ist. Die verbleibenden Kanäle müssen über zwei Ports so verteilt werden, dass jeder Portpin je einen Anschluss des Kanals steuert. Innerhalb

eines Ports können die Pins aber frei verteilt werden. Verwenden Sie einfach aufeinanderfolgende Portpins, um Probleme mit den Bit-Masken in der Software zu vermeiden. Wir verwendeten Port A als 4-Kanal-Anschluss (S9...S12) und Port C und D zusammen, um die acht übrigen Kanäle (S1...S8) abzuhandeln.

Das QTouch-Studio kann helfen, die Masken zu definieren und erzeugt auch ein wenig C-Quellcode für das Projekt, der aber dann doch leider ziemlich fehlerhaft ist und korrigiert werden muss.

Sobald Sie wissen, wie die Kanäle an den Portpins angeschlossen sind, sollten Sie die Datei touch_config.h entsprechend bearbeiten. Finden Sie den richtigen Abschnitt in der Datei (0 Rotors, 0 Sliders) und tragen Sie ein (die angegebenen Werte entsprechen unserem Schaltbild):

IC2 = NCP5501DT50G, SMD DPAK 3

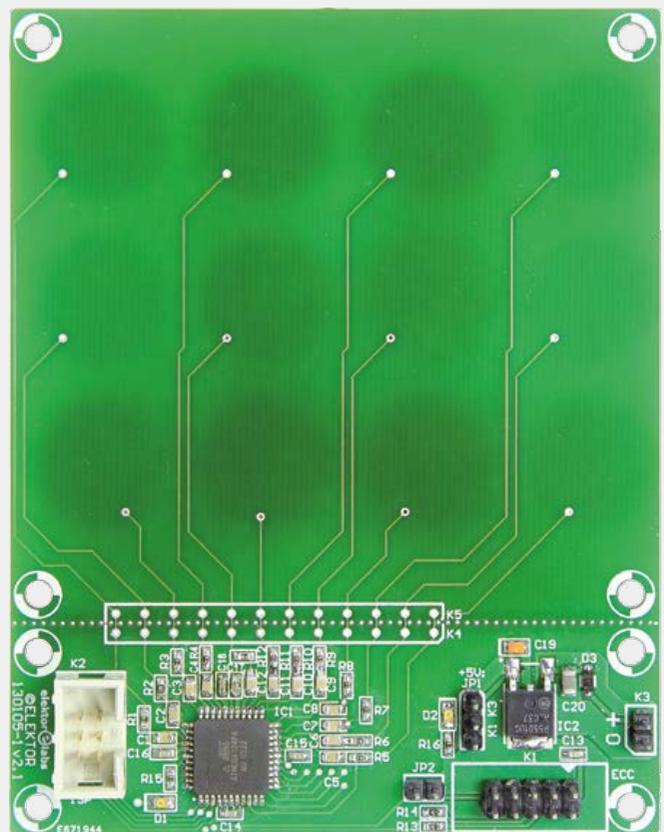
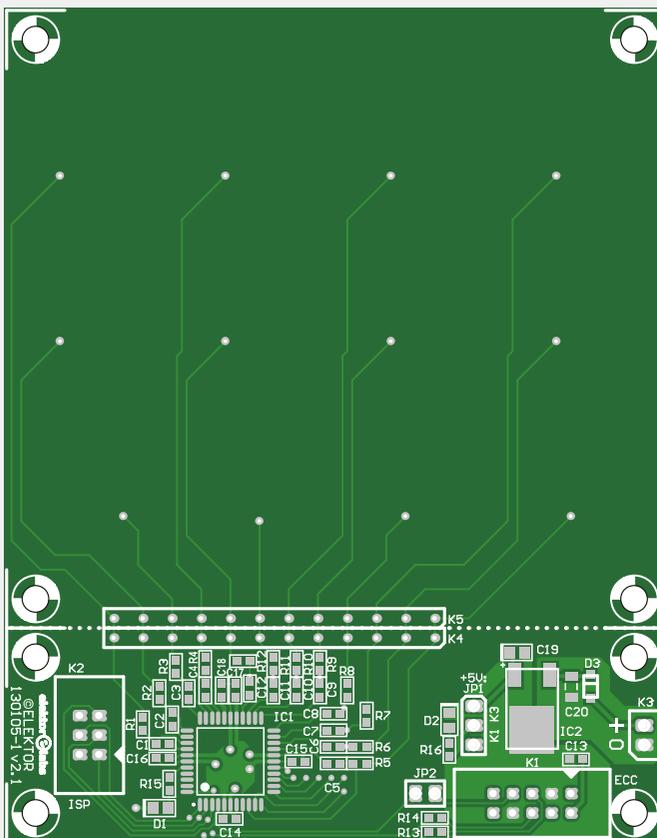
Außerdem:

- K1 = 2x5-polige Stiftleiste, 0,1"
- K2 = 2x3-polige Stiftleiste, gerade, 0,1"
- K3, JP2 = 2-polige Stiftleiste, 0,1"

- K4, K5 = nicht montiert, offen lassen
- JP1 = 3-polige Stiftleiste, 0,1"
- Jumper, 0,1" für JP1 und JP2

Fertig bestückte Platine 130105-91 vom Elektor-Shop

alternativ Leerplatine 130105-1 v2.1 vom Elektor-Shop





Reichlich und reichlich verwirrend: Die QTouch-Dokumentation

- QT_NUM_CHANNELS -> 12
- NUMBER_OF_PORTS -> 2
- SNS1 -> A
- SNSK1 -> A
- SNS2 -> C
- SNSK2 -> D

Weil sowohl SNS1 als auch SNSK1 Port A verwenden, definieren wir `_SNS1_SNSK1_SAME_PORT_`.

Alle anderen Parameter, insbesondere die Port-Masken, behalten ihren Standardwert, da wir nur aufeinanderfolgende Pins einsetzen.

Wir haben die Mikrocontroller-Software für das Projekt in der Archivdatei 130105-11.zip zusammengefasst, die Sie kostenlos herunterladen können [2].

In der Bibliothek

Bevor Sie fortfahren, stellen Sie sicher, dass Ihr Atmel-Studio-Projekt korrekt kompiliert werden kann und die QTouch-Bibliothek und alle Dateien durch die Toolchain gefunden werden können. Die QTouch-Dokumentation schweigt sich über die Taktrate des Controllers aus. Die Beispiele scheinen für 4 MHz bestimmt, aber der Code ist nicht konsistent. Es ist nicht klar, ob die Taktfrequenz überhaupt von Bedeutung ist. Um Probleme zu vermeiden, lassen wir den Controller auf 4 MHz laufen, indem wir das Prescale-Register CLKPR entsprechend einstellen. Die Bibliothek muss sowohl global als auch für jede(n) Taste/Kanal initialisiert werden:

- Tragen Sie die Struktur `qt_config_data` ein (Standardwerte klappten bei uns prima);
- Für jeden Kanal `qt_enable_key` aufrufen (Beispielwerte waren geeignet für uns);
- `qt_init_sensing` aufrufen.

Jetzt sind Sie auf einen ersten Probelauf vorbereitet. Achten Sie darauf, regelmäßig `qt_measure_sensors` zu starten. Ein Timer, der alle 25 ms startet, ist geeignet, also verwenden wir `Timer1`. Überprüfen Sie den zurückgegebenen Wert. Wenn Flag `QTLIB_BURST_AGAIN` gesetzt

wird, müssen Sie `qt_measure_sensors` erneut aufrufen.

Wenn die Flags `QTLIB_NO_ACTIVITY` und `QTLIB_BURST_AGAIN` gelöscht werden, können Sie die Bibliothek auf aktive Tasten überprüfen. Der beste Weg dazu ist die Überprüfung des Arrays `qt_measure_data.qt_touch_status.sensor_states`. Es ist zwar möglich, mehrere Tastendrücke auf einmal zu erkennen, aber unsere Firmware zieht einen Tastendruck zu einem Zeitpunkt vor. Die aktive Taste wird an der seriellen Schnittstelle durch den ASCII-String „Sxx“ gekennzeichnet, wobei „xx“ selbstredend die Taste von „00“ bis „12“ kennzeichnet. Key-Up Ereignisse (also das Loslassen einer Taste) werden nicht gesendet.

Da Port D von den QTouch-Kanälen belegt ist, steht er für eine serielle Schnittstelle nicht zur Verfügung. Deshalb wird eine serielle Schnittstelle mit 9600 Baud (kein Parity, 8 Datenbits, 1 Stoppbit) durch die Software erzeugt.

Experimente mit Tricks und Kniffen

Wenn Sie mit verschiedenen Panel-Materialien (Glas, Holz, Acryl, etc.) experimentieren möchten, sollten Sie jedes Mal, wenn Sie etwas geändert haben, neu starten, sonst funktioniert das System nicht richtig.

Statt mit `qt_measure_data.qt_touch_status.sensor_states` die Tastenzustände zu überprüfen, können Sie auch `qt_get_sensor_delta` aufrufen. Diese Funktion gibt detailliertere Informationen, aber es ist dazu eine sehr gute Kenntnis der Hardware erforderlich. Eine Änderung der Hardware hat immer Einfluss auf die Deltawerte. Die Werte kön-

nen sehr hoch (kein Panel) oder sehr niedrig sein (dickes Panel). Berücksichtigen Sie die Bandbreite dieser Werte bei Ihrer Konfiguration!

Ein `qt_filter_callback` kann durchgeführt werden, um Kanalmessungen zu filtern, bevor sie verarbeitet werden. Wir haben dazu eine Mittelung über vier Samples aufgenommen.

Eine Änderung der Standardwerte der Struktur `qt_config_data` hat erstaunlicherweise kaum eine Wirkung. Nur die Erhöhung der Integrationsgrenze hat einen merklichen Einfluss, da es das System deutlich verlangsamt. Die folgenden Befehle (abgeschlossen mit `<Enter>`) können zum Keypad geschickt werden, um mit diesen Werten zu experimentieren ([i|I] bedeutet, dass sowohl i als auch I gesendet werden kann):

- [i|I] Integrations-Grenzwert (DI) erkennen (Standard = 4)
- [n|N] negative Driftrate (Standard = 20 [x 200 ms])
- [p|P] positive Driftrate (Standard = 5 [x 200 ms])
- [h|H] Drift-Haltezeit (Standard = 20 [x 200 ms])
- [m|M] maximale Einschaltdauer (Standard = 0 [x 200 ms])
- [r|R] Neukalibrierungsschwelle (Standard = RECAL_50 = 1)
- [d|D] Positive Neukalibrierungsverzögerung `DEF_QT_POS_RECAL_DELAY` (Standard = 3)

Studieren Sie das QTouch-Benutzerhandbuch [3], um weitere Informationen zu diesen Parametern zu erhalten. ◀

(130105-1)

Weblinks

- [1] Atmel QTouch Library: www.atmel.com/tools/qtouchlibrary.aspx
- [2] Projekt-Software: www.elektor-magazine.de/130105
- [3] Atmel QTouch User manual: www.atmel.com/images/doc8207.pdf
- [4] www.elektor-magazine.de/140009
- [5] www.elektor-magazine.de/130023



Datenschnüffler 2.0 für Märklin Digital

Impulspakete auf dem PC-Monitor



Von Nils Körber DHØHAN (D)

Egal ob Sie nun DELTA-Control, Control Unit, Digital Railrunner, EDiTS Pro oder eine andere Modellbahnsteuerung benutzen: Auf der Schiene wirken sich die Signale im „Motorola-Format“ ziemlich gleich aus. Zum Test und zur Fehlersuche kann es nützlich sein, die digitalen Impulse einmal live auf dem PC-Monitor anzuschauen. Unser Datenschnüffler hilft!

Kommt Ihnen diese Überschrift bekannt vor? Wenn ja, dann haben Sie ein gutes Gedächtnis: Der Datenschnüffler wurde schon einmal in Elektor (Heft 3/2002 [1]) veröffentlicht. Die damalige Software verträgt sich aber nicht mehr mit modernen PCs und aktuellen Windows-Versionen. Deshalb gibt es hier eine Aktualisierung.

Hintergrundwissen und Konzept

Das Protokoll der Märklin-Digitalsteuerung wurde schon häufig beschrieben (zum Beispiel in Elektor 5/99 [2]). Deshalb zur Theorie nur so viel: Die Daten werden in Impulspaketen aus 18 Einzelimpulsen beziehungsweise neun Impulspaaren übertragen. Die Spannungspegel auf der Schiene betragen dabei etwa -15 V und $+15\text{ V}$, die genauen Werte schwanken je nach

Steuergerät und Belastung durch angeschlossene Verbraucher. Je nach Zusammenhang wird ein Einzelimpuls als Bit und ein Impulspaar aus 2 Einzelimpulsen als so genanntes Trit (trinäres Bit) interpretiert. Der zugehörige logische Wert verbirgt sich im Tastverhältnis der Signale respektive in der jeweiligen Impulsbreite. Im digitalen Datenstrom auf der Schiene sehen Bits und Trits so aus:

Bit „0“

$26\ \mu\text{s}$ auf $+15\text{ V}$, $182\ \mu\text{s}$ auf -15 V

Bit „1“

$182\ \mu\text{s}$ auf $+15\text{ V}$, $26\ \mu\text{s}$ auf -15 V

Trit „0“

26 μ s auf +15 V, 182 μ s auf -15 V
 26 μ s auf +15 V, 182 μ s auf -15 V

Trit „1“

182 μ s auf +15 V, 26 μ s auf -15 V
 182 μ s auf +15 V, 26 μ s auf -15 V

Trit „offen“

182 μ s auf +15 V, 26 μ s auf -15 V
 26 μ s auf +15 V, 182 μ s auf -15 V

Ein komplettes Impulspaket besteht dabei im alten Motorola-Format aus vier Tritts für die Lokadresse, einem Tritt für die Funktion *function* und vier Tritts für die Geschwindigkeit inklusive Richtungswechsel. Im neuen Motorola-Format werden die

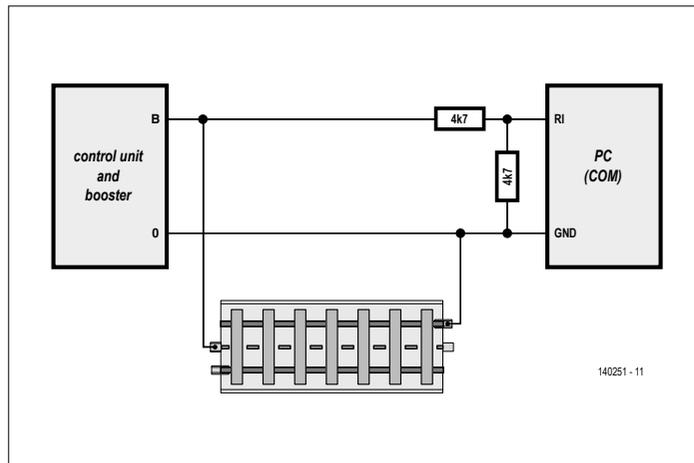


Bild 1. So werden Booster/Steuergerät und PC miteinander verbunden.

vier letzten Tritts durch acht Bits für die Geschwindigkeit, Richtungsinformation und die Funktionen f1, f2, f3 und f4 ersetzt. Die Impulspakete beider Formate sind damit gleich lang, nämlich etwa 3,75 ms.

Für den Datenschnüffler wird das an den Schienen anliegende Ausgangssignal des Boosters über eine Pegelanpassung an die serielle Schnittstelle des PCs angeschlossen. Das Datenschnüffler-Programm tastet dann während der Messzeit von einigen Sekunden in ganz kurzen Abständen die anliegenden Pegel ab (sampling) und speichert sie. Nach Ende der Messung werden die Messwerte ausgewertet und können detailliert am Bildschirm angezeigt werden.

Die Qualität der Messung steht und fällt mit der Höhe und Konstanz der Abtastrate. Hierbei müssen bestimmte Dinge beachtet werden (dazu mehr im Abschnitt Software). Bei konstanter Abtastrate sollten mindestens zwei Abtastungen in eine kurze

Impulsbreite von 26 μ s fallen, um ein vernünftiges Messergebnis zu erhalten. Dadurch ergibt sich als Anforderung eine minimale Abtastrate (sampling rate) von etwa 83,5 kHz. Diese Abtastrate ist mit modernen PCs auch unter Windows erreichbar. Auf dem PC des Autors mit Intel Pentium und 2 GHz Taktfrequenz wurde unter Windows 7 eine Abtastrate von circa 160 kHz erreicht. Höhere CPU-Taktfrequenzen ergeben höhere Abtastraten und bessere Messergebnisse.

Die Hardware: ein Spannungsteiler

Das an den Schienen anliegende Signal wird an die serielle Schnittstelle des PCs angeschlossen. Weil dort auch schon mal Spannungen über 15 V anliegen können, sorgt ein Spannungsteiler (**Bild 1**) aus zwei Widerständen zu je 4,7 k Ω dafür, dass die ankommenden Pegel sicher im spezifizierten Bereich der Norm RS232C/V.28 liegen.

An der seriellen Schnittstelle werden die Anschlüsse RI (Ring Indicator) und GND (Ground, Erde) benutzt. Am 25-poligen Sub-D-Stecker liegt RI auf Pin 22 und GND auf Pin 7, während am 9-poligen Sub-D-Stecker RI den Pin 9 und GND den Pin 5 belegt. Die zweiadrige Leitung zum PC darf ruhig etwas länger ausfallen, aber die richtige Polung muss beachtet werden. Anschluss B führt im Märklin-Schema zum Punktkontakt-Mittelleiter. Bitte außerdem beachten: Durch die Verbindung zum PC ist der Fahrstromkreis der Modellbahn nicht mehr potentialfrei, sondern über den GND-Anschluss mit Erde verbunden. Sollte das nicht zu anderen Schaltungserweiterungen Ihrer Anlage passen, so sind diese vorher vom Fahrstromkreis zu trennen.

Software

Das Datenschnüffler-Programm 2.0 wurde mit dem kostenlosen Microsoft Visual Basic 2008 Express erstellt. Für den Zugriff auf die serielle Schnittstelle wird die durch den bekannten Autor Burkhard Kainka erstellte Dynamic Link Library RSCOM.dll verwendet, die auch einzeln aus dem Internet heruntergeladen werden kann.

Bedienoberfläche

Die Bedienoberfläche in **Bild 2** gliedert sich in fünf Bereiche:

• Einstellungen

Sind COM2 oder COM1 verfügbar, öffnet der Datenschnüffler die serielle Schnittstelle beim Start automatisch. Anderenfalls wird die Nummer hier eingetragen und mit dem Knopf *COM-Port öffnen* die Schnittstelle geöffnet. Außerdem kann die Anzahl der Abtastungen für die Messung festgelegt werden.

• Messung

Der Knopf *Starten* startet die Messung. Der Knopf *Starten Realtime* startet ebenfalls die Messung, vermindert aber durch Ausschalten einiger Interrupts während der Messung Störungen durch andere Windows-Prozesse und steigert so die Messqualität und die Abtastrate. Während der Messung zeigt die CheckBox *Schnüffler ist aktiv* einen Haken. Zwischen den Mes-



sungen zeigt die CheckBox RI mit zyklischer Abtastung den Pegel am RI-Anschluss.

• Auswertung

Die verschiedenen Knöpfe dienen der Steuerung der Detail-Anzeige. Zusätzlich wird die Nummer der ersten dort angezeigten Abtastung eingeblendet. Eine Besonderheit ist der Knopf *nächstes Impulspaket*: Dieser Knopf setzt die Detail-Anzeige auf (genauer: kurz vor) den Anfang des nächsten Impulspaketes und wertet dann dieses Impulspaket inhaltlich aus. Das Ergebnis der Auswertung wird dann als Text über der Detail-Anzeige eingeblendet.

• Übersicht-Anzeige

Hier wird die gesamte Messung dargestellt, wobei die Abtastungen zu Blöcken zusammengefasst sind. Befindet sich innerhalb eines Blocks eine 1 (entsprechend 15-V-Pegel), so wird der Block angezeigt. Zusätzlich wird ein roter Strich dort eingeblendet, wo aktuell die Detail-Anzeige beginnt.

• Detail-Anzeige

Die Detail-Anzeige zeigt in vier PictureBox-Steuer-elementen die Werte der einzelnen Abtastungen an. Die erste angezeigte Abtastung kann über die Knöpfe im Bedienbereich *Auswertung* gesteuert werden. Es sind so immer 3088 Abtastungen sichtbar. Das Bild 2 zeigt ein Impulspaket im alten Motorola-Format für Lok Nummer 78. Die gezeigten Datenbits 0000111100 beziehungsweise Datentritts 00110 bedeuten *function ist aus* und *Geschwindigkeit ist 6*. Die Anzeige beginnt in diesem Fall bei Abtastung 3303 von insgesamt 200.000 Abtastungen.

Besonderheiten und Systemanforderungen

Damit die Messungen zuverlässig sind, sollte im Regelfall der Knopf *Starten Realtime* benutzt werden. Dieser verringert die Störungen durch andere Windows-Prozesse. Während der Messung sollten auch möglichst alle anderen Aktionen unterbleiben, die den PC beschäftigen, etwa das Bewegen der Maus.

Das Datenschnüffler-Programm ist als VB2008-Setup verfügbar. Auf dem Rechner braucht kein Visual Basic installiert zu sein, es reicht das Microsoft .NET-Framework, das auf modernen Rechnern ohnehin installiert ist. Zusätzlich benötigen Sie die RSCOM.dll [3], die Sie einfach im Datenschnüffler-Arbeitsordner oder im Windows-Systemordner (z.B. C:\Windows\System32) bereitstellen. Wenn Ihr System die RSCOM.dll dann nicht gleich erkennt, müssen Sie die RSCOM.dll zusätzlich von Hand registrieren.

Wenn Sie das Programm genauer ansehen und ggf. ändern wollen, installieren Sie zusätzlich Visual Basic 2008 Express Edition oder höher und öffnen Sie damit das VB2008-Projekt. Die Datenschnüffler-Software (Quellcode und kompiliertes Programm) kann von der Elektor-Magazine-Website kostenlos heruntergeladen werden [4].

Der Datenschnüffler benötigt einen PC mit freier serieller

Die Qualität der Messung steht und fällt mit der Abtastrate

Schnittstelle, vorzugsweise COM1 oder COM2. Als Alternative können Sie auch einen der handelsüblichen „Adapter USB 2.0 auf Seriell RS232“ benutzen, die schon für unter 10 Euro erhältlich sind. Eingebaute Schnittstellen sind aber wegen der deutlich höheren Abtastraten die bessere Wahl.

Als Betriebssysteme eignen sich Microsoft Windows XP, Vista, 7 oder 8.

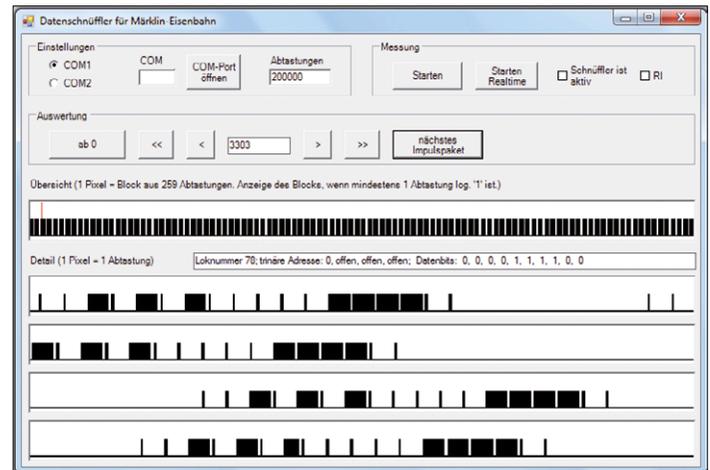


Bild 2. Die Bedienoberfläche des Datenschnüffler-Programms.

Wichtig: Der Fahrstromkreis der Eisenbahn beziehungsweise der Ausgang des Steuergerätes/Boosters muss entweder potenzielfrei gegen Erde oder über den Schienenleiter (nicht mit dem Mittelleiter!) mit Erde verbunden sein. ◀

(140251)

Weblinks & Literatur:

- [1] Datenschnüffler für Märklin Digital, Elektor 3/2002
- [2] Digitale Modellbahnsteuerung, Elektor 5/1999
- [3] RSCOM.dll: www.elektronik-labor.de/RS232/RSCOM.zip
- [4] www.elektor-magazine.de/140251
- [5] Homepage des Autors: www.koerber-home.de



Pan - Tilt - Zoom

Steuerung für Überwachungskameras

Platino lernt Pelco-D und bewegt Kameras...

Von Grégory Ester (F)

Wenn es um das Dokumentieren von Ereignissen geht, können Bilder aus Überwachungskameras aussagekräftige Zeugen sein. Leider sind die Positionen und Aufnahmewinkel meistens fixiert, die Bildqualität ist oft nur mäßig. Besser verwertbare Informationen liefern bewegliche, aus der Ferne bedienbare Kameras. Hier zeigen wir, dass unser Platino Kameras steuern kann, indem er das verbreitete Protokoll Pelco-D lernt.

Die meisten motorbewegten Dome-Überwachungskameras drehen in horizontaler Ebene (*Pan*) und in vertikalem Winkel (*Tilt*). Mit dem *Zoom* ist die Brennweite variierbar, so dass Details der beobachteten Objekte vergrößert dargestellt werden können. Die Funktionen *Pan*, *Tilt* und *Zoom* haben dazu geführt, dass solche Kameras PTZ-Kameras genannt werden.

Eine weitere Einstellung ist die Blende (*Aperture, Iris*), sie bestimmt, wie viel Licht durch das Objektiv zum lichtempfindlichen Element gelangt. Gleichzeitig hat die Blende Einfluss auf die Schärfentiefe (*Focal Depth*) der fotografischen Abbildung. In diesem Beitrag geht es um *Pelco-D*, ein Protokoll für die Steuerung von PTZ-Kameras. Dazu haben wir für unser Platino-Board zwei Programme geschrieben und sie zusammen mit zwei PTZ-Dome-Kameras getestet: Eine herkömmliche analoge Kamera und eine IP-Kamera, die netzwerktauglich ist. Die wichtigsten Kamera-Daten sind in **Tabelle 1** aufgelistet.

Pelco-D

PTZ-Kameras werden üblicherweise mit Tastatur und Joystick bedient, **Bild 1** zeigt hierzu ein Beispiel. Außerdem existiert die Kommandosprache *Pelco-D*, die von der kalifornischen *Pelco Corporation* entwickelt wurde. Die Überwachungssysteme des Buckingham Palace in London, der Freiheitsstatue in New York und des Kai-

serpalastes in Peking stammen von Pelco, so dass hier Maßstäbe gesetzt wurden.

Die Basis von Pelco-D ist das Master-Slave-Konzept, bei dem ein *Master* hierarchisch mehrere *Slaves* verwaltet. Hier ist die Steuerzentrale der Master, während die Kameras den Rang der Slaves haben. Ein Master kann bis 255 Slaves verwalten, wobei jeder Slave eine unverwechselbare Adresse zwischen 1 und 255 hat. Die Kommunikation zwischen Master und Slaves ist gleichzeitig nur mit einem einzigen Slave möglich, diese Kommunikationsform heißt *Unicast*. Das Pendant wäre *Broadcast*, hier sendet eine Quelle an alle, die empfangsbereit sind.

Physisch findet die Kommunikation über einen seriellen Zweidraht-RS485-Bus statt, wobei die Geschwindigkeit 2400 Baud, 4800 Baud oder 9600 Baud betragen kann. Den 8 bit breiten Datenwörtern in der Reihenfolge vom LSB zum MSB geht ein Startbit voran. Dann folgt ein Stoppbit, ein Paritätsbit ist nicht



Bild 1. PTZ-Kameras werden meistens mit einer Tastatur und einem Joystick gesteuert.



vorhanden. Ebenso wie in monarchischen Residenzen beginnt stets der Master mit der Kommunikation, die Slaves haben nur zu antworten, wenn sie angesprochen werden. Slaves können mit Slaves nicht kommunizieren, dies sieht das Protokoll nicht vor. Ein Kommando in Pelco-D besteht aus sieben Bytes, die Struktur dieses Frames geht aus **Tabelle 2** hervor. Den Anfang macht stets das SYNC-Byte, das den Start des Frames signalisiert, dann folgen

ein Adress-Byte und Kommando-Bytes. Schlusslicht ist das Checksummen-Byte CKSM, es ist die Summe aus dem zweiten bis sechsten Byte.

Die Bytes DATA1 und DATA2 können separate Informationen in zwei Bytes enthalten, oder sie bilden ein 16 bit breites Wort, wobei DATA1 das MSB und DATA2 das LSB ist. Wenn beispielsweise DATA1 = \$12 und DATA2 = \$34 sind, dann hat das Wort den Wert \$1234. Das Zeichen „\$“ kennzeichnet hier die hexadezimalen Zahlen.

Die Checksumme ist die Summe der Bytes 2 bis 6 modulo 256. Mit „modulo“ wird der bei einer ganzzahligen Division übrig bleibende Rest bezeichnet. Das Verfahren läuft darauf hinaus, dass die unteren (rechts stehenden) acht Bit jeder Summe zum nächsten Byte addiert werden, bis alle Bytes durchlaufen sind. Die unteren (rechts stehenden) acht Bit des letzten Ergebnisses sind das Endergebnis. Ein Beispiel: Byte 2 = 0000 1010 (10, \$0A), Byte 3 = 1000 1000 (136, \$88),

Byte 4 = 1001 0000 (144, \$90), Byte 5 = 0000 0000 (0, \$00) und Byte 6 = 0010 0000 (32, \$20). Die Checksumme ist dann $10 + 136 + 144 + 0 + 32 = 322$. Gebildet werden muss jetzt noch $322 \text{ modulo } 256 = \text{dezimal } 66 \text{ oder hexadezimal } \42 .

Binär ist die Rechnung wie folgt durchführbar:

```
0000 1010 (Byte 2)
1000 1000 + (Byte 3)
1001 0010 (= $92),
```

das Ergebnis ist nicht größer als 8 bit

```
1001 0000 + (Byte 4)
1 0010 0010 (= $122),
dieses Ergebnis erfordert 9 bit
```

Die Modulo-256-Rechnung schneidet das MSB ab, so dass der Rest 0010 0010 (= \$22) beträgt. Dieser Rest wird zum nächsten Byte addiert.

```
0010 0010 (= $22)
0000 0000 + (Byte 5 ist 0)
0010 0010 (= $22),
die Summe ist nicht größer als 8 bit
0010 0000 + (Byte 6)
0100 0010 (= $42),
auch diese Summe ist nicht größer als 8 bit
```

Die Checksumme in CKSM ist folglich \$42.

Steuerkommandos

In Pelco-D sind die Kommandos in zwei Kategorien unterteilt. Bei den Bewegungen *Pan*, *Tilt*, *Zoom*, *Iris* und *Focus* ist Bit 0 von Byte CMND2 stets 0, bei den erweiterten Kommandos ist dieses Bit stets 1.

Wie die bewegungsbezogenen Kommandos bitweise zusammengesetzt sind, geht aus den **Tabellen 3** und **4** hervor. Jeder Bit-Position ist eine Funktion zugeordnet, eine 1 aktiviert die Funktion, und eine 0 deaktiviert sie. Mit DATA1 ist die Geschwindigkeit der horizontalen Bewegung *Pan* von 0 (langsam) bis 63 (\$3F, schnell) einstellbar. Der Wert 64 (\$40) hat die Bedeutung *Turbo*. In Pelco-D können Bewegungen gestoppt werden, ohne den zuvor eingestellten Wert ändern zu müssen. Die Bewegung *Pan* wird gestoppt,

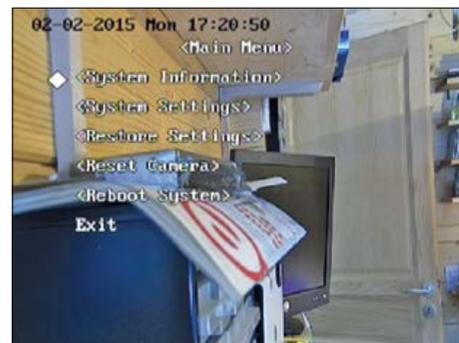


Bild 2. Das Menü wird dem laufenden Kamerabild als On Screen Display (OSD) überlagert.

Tabelle 1. Kurzdaten der IP-Kamera und der analogen Kamera, mit diesen Kameras wurde die Pelco-D-Steuerung getestet. Beide Kameras können mit der Firmware platino-pelco_camera_osd_setup konfiguriert werden. Die IP-Kamera lässt sich außerdem mit der Firmware platino-pelco_2df7274-a_query steuern

IP-Kamera, 1.3 Megapixel	
Typ-Bezeichnung	2DF7274-A
Brennweite	4,3...86 mm
Optischer Zoom	86 / 4,3 = 20
Firmware-Version	V5.2.4 build 141009
Analoge Kamera 650TVL	
Typ-Bezeichnung	SD6C23E-H
Brennweite	3,9...89,7 mm
Optischer Zoom	89,7 / 3,9 = 23
Firmware-Version	V1.03.8.RHAHDV

Tabelle 2. Das Protokoll Pelco-D operiert mit Frames, die sieben Bytes lang sind.

Byte	Name	Inhalt
1	SYNC	255 (hexadezimal \$FF), steht am Anfang jedes Frames
2	ADDR	1 ... 255, Kamera-Adresse
3	CMND1	Kommando in zwei Bytes
4	CMND2	
5	DATA1	Daten in zwei Bytes
6	DATA2	
7	CKSM	Checksumme der Bytes 2 ... 6

Tabelle 3. Kommandos bezogen auf Bewegungen, Bit 0 von CMND2 ist 0. Den Bits sind Funktionen zugeordnet, sie werden mit 1 aktiviert und mit 0 deaktiviert.

CMND1							
Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
Sense	0	0	Auto Scan / Manual Scan	Camera On/ Camera Off	Iris Close	Iris Open	Focus Near
CMND2							
Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
Focus Far	Zoom Wide	Zoom Tele	Down	Up	Left	Right	0

Tabelle 4. Beispiele bewegungsbezogener Kommandos für Kamera 12 (\$0C).

	SYNC	ADDR	CMND1	CMND2	DATA1	DATA2	CKSUM
Pan Right, Geschw. \$25	\$FF	\$0C	\$00	\$02	\$25	\$00	\$33
Motion Stop	\$FF	\$0C	\$00	\$00	\$00	\$00	\$33
Tilt Up, Geschw. \$20	\$FF	\$0C	\$00	\$08	\$00	\$20	\$34
Motion Stop	\$FF	\$0C	\$00	\$00	\$00	\$00	\$33
Zoom Out (Wide)	\$FF	\$0C	\$00	\$40	\$00	\$00	\$4C

indem die Bits *Left* und *Right* von CMND2 den Wert 0 erhalten, während das Byte DATA1 unverändert bleibt.

Die horizontale Drehgeschwindigkeit liegt bei den meisten Kameras im Bereich 0,1...80 °/s, eine von uns getestete Kamera drehte bis 160 °/s.

DATA2 ist für die vertikale Winkelgeschwindigkeit *Tilt* zuständig, sie lässt sich von 0 (langsam) bis 63 (\$3F, schnell) einstellen, hier gibt es keinen *Turbo*-Wert. Um die vertikale Bewegung zu stoppen, werden die Bits *Up* und *Down* auf 0 gesetzt, jetzt bleibt das Byte DATA2 unverändert. Die vertikale Winkelgeschwindigkeit *Tilt* variiert meistens im Bereich 0,1...40 °/s, bei der Testkamera lag die obere Geschwindigkeitsgrenze bei 120 °/s.

Die meisten Geräte, bei denen Pelco-D implementiert ist, stoppen bei Bewegungen selbsttätig nach spätestens 15 s (*Runaway Protect*). Kommandos für Bewegungen, die länger dauern sollen, müssen deshalb im Abstand von etwa 5 s wiederholt werden.

In **Tabelle 4** sind Beispiele für Kommandos angegeben, die sich auf die Bewegungen *Pan*, *Tilt* und *Zoom* beziehen.

Voreinstellungen

Bei Pelco-D-kompatiblen PTZ-Kameras sind diverse Voreinstellungen möglich, sie sind über ein *On-Screen-Display* (OSD) zugänglich, das dem Kamerabild überlagert werden kann (**Bild 2**). In dieses Menü gelangt der Benutzer mit dem Steuerkommando *Preset 95*, es ist in **Tabelle 5** aufgeschlüsselt. Da dieses Kommando zu den erweiterten Steuer-

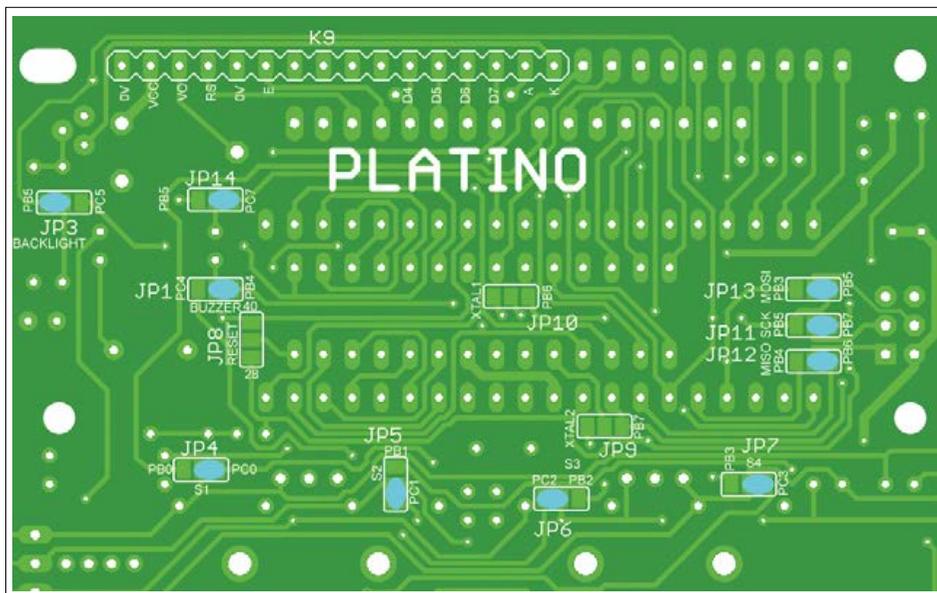


Bild 3. Lötbrücken, die auf dem Platino für die Kamerasteuerung angebracht werden müssen. JP8, JP9 und JP10 haben hier keine Funktion (Platino-Stückliste downloadbar unter [1]).

kommandos gehört, ist Bit 0 von Byte CMND2 jetzt 1. Nachdem das Hauptmenü in das Bild eingeblendet ist, können Untermenüs durchlaufen werden, Werte sind änderbar, Optionen lassen sich aktivieren (*On/Off*) oder annullieren (*Cancel*) sowie einiges mehr. Die Kommandos, die im regulären Betrieb die Kamera bewegen, dienen jetzt zum Navigieren auf dem Bildschirm.

Die Kamera antwortet

Die Antwort auf ein Kommando kann einer von drei Kategorien angehören:

- *General Response* (4 Bytes)
- *Extended Response* (7 Bytes)
- *Query Response* (18 Bytes)

Von den Kameras, die wir getestet haben, gab die analoge Kamera SD6C23E-H generell keine Antworten zurück, die Antworten der Kamera 2DF7274-A gehör-

Tabelle 6. Format einer erweiterten Antwort (Extended Response), verteilt auf sieben Bytes

1	2	3	4	5	6	7
SYNC	ADDR	RESP1	RESP2	DATA1	DATA2	CKSM

Tabelle 5. Preset 95 einer Kamera wird mit einem erweiterten Steuerkommando aufgerufen, Bit 0 von CMND2 ist 1. Auch hier ist Kamera 12 (\$0C) adressiert. Die Kamera antwortet, indem sie das OSD-Menü ins Videobild einblendet.

	SYNC	ADDR	CMND1	CMND2	DATA1	DATA2	CKSUM
binär	1111 1111	0000 1100	0000 0000	0000 0111	0000 0000	0101 1111	01110010
hexadezimal	\$FF	\$0C	\$00	\$07	\$00	\$5F	\$72
dezimal	255	12	00	07	00	95	114

Tabelle 7. Konversation zwischen dem Master und Kamera 12 (\$0C). Der Master sendet Kommandos und Anfragen (Requests), die Kamera antwortet.

	SYNC	ADDR	CMND1/RESP1	CMND2/RESP2	DATA1	DATA2	CKSM
Kommando Pan Right	\$FF	\$0C	\$00	\$02	\$25	\$00	\$33
Kommando Motion Stop	\$FF	\$0C	\$00	\$00	\$00	\$00	\$0C
Request Pan Position	\$FF	\$0C	\$00	\$51	\$00	\$00	\$5D
Antwort empfangen (\$7452 = 297,78°)	\$FF	\$0C	\$00	\$59	\$74	\$52	\$2B
Request Tilt Position	\$FF	\$0C	\$00	\$53	\$00	\$00	\$5F
Antwort empfangen (\$0868 = 21,52°)	\$FF	\$0C	\$00	\$5B	\$08	\$68	\$4C

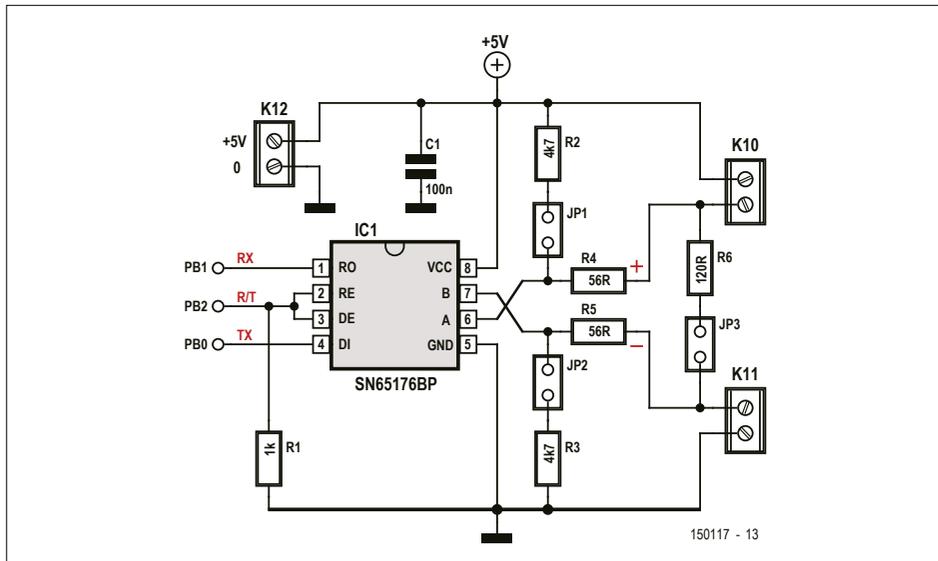


Bild 4. Schaltung des RS485-Schnittstellenwandlers.

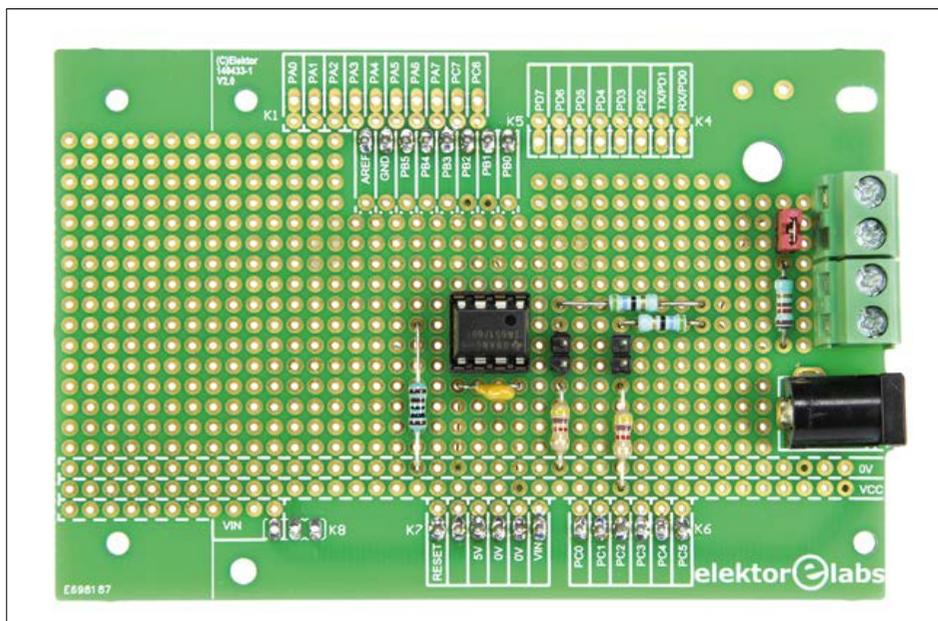


Bild 5. Der RS485-Schnittstellenwandler, aufgebaut auf einer Erweiterungsplatine.

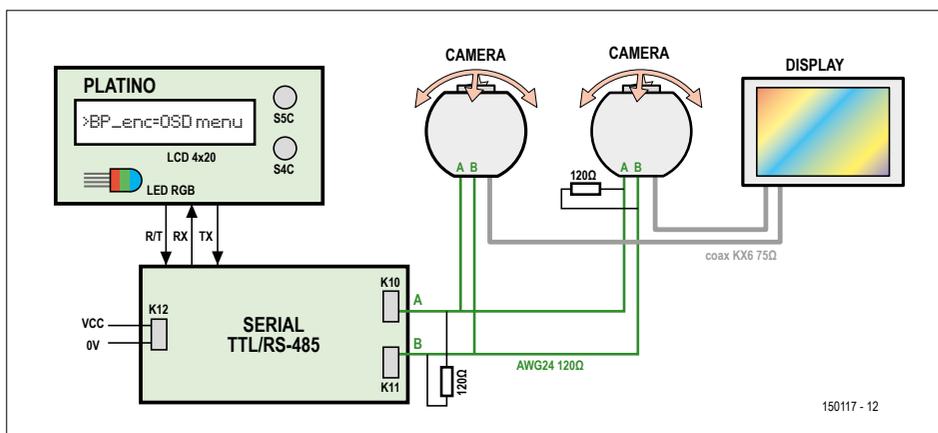


Bild 6. Das Kamerasteuerungssystem in der Gesamtsicht. Bei langen RS485-Leitungen ist ein Abschlusswiderstand wichtig.

ten ausschließlich zur Kategorie *Extended Response*. Wir betrachten deshalb hier nur diese Kategorie.

In **Tabelle 6** ist das Format der Antworten der Kategorie *Extended Response* (7 Bytes) dargestellt. **Tabelle 7** enthält Beispiele für Bewegungs- und Steuerkommandos, die von der Kamera beantwortet werden.

Platino in Aktion

Wir haben das Protokoll Pelco-D auf einem Platino-Board implementiert, das durch einen Dreh-Encoder mit integriertem Drucktaster sowie einen separaten Drucktaster ergänzt ist. Mit dieser Konfiguration sind vier Aktionen möglich: Drehen nach links und rechts, Drücken des Encoder-Tasters (S5C beim Platino) und Drücken des separaten Drucktasters (S4C beim Platino). Die Benutzeroberfläche besteht aus einer RGB-LED und einem vierzeiligen alphanumerischen LC-Display (4 · 20 Zeichen).

Auf dem Platino müssen die in **Bild 3** eingetragenen Lötbrücken angebracht werden. Weitere Informationen zum Platino enthält der originale Beitrag, der im Oktober 2011 in Elektor erschien [2]. Die Platino-Bauteile für die Pelco-D-Kamerasteuerung sind in der „Stückliste Platino“ gelistet, die man im Download-Ordner zu diesem Projekt [1] findet. Der Platino muss nicht voll ausgebaut werden.

Stückliste RS485 Schnittstelle

Widerstände (5 %/0,25 W, 10 mm):

- R1 = 1 k
- R2,R3 = 4k7
- R4,R5 = 56 Ω
- R6 = 120 Ω

Kondensatoren:

- C1 = 100 n, Raster 5 mm

Halbleiter:

- IC1 = SN65176BP

Außerdem:

- K5 = Stiftleiste 8-polig, Raster 2,54 mm
- K6,K7 = Stiftleiste 6-polig, Raster 2,54 mm
- K8 = Stiftleiste 3-polig, Raster 2,54 mm
- K10,K11 = Kabelschraubklemme 2-polig, Raster 2,54 mm
- K12 = Stromversorgungsbuchse (z. B. Farnell 1217037)
- JP1,JP2,JP3 = Stiftleiste 2-polig, Raster 2,54 mm
- Platine 140433-1



Bild 7. Drehen der Kamera nach Rechts (*Pan Right*).

Ohne RS485-Schnittstelle kann der Platino nicht mit PTZ-Kameras kommunizieren. Benötigt wird ein Schnittstellenwandler, der das asymmetrische TTL-Signal des Platinos in ein differentielles Signal nach RS485-Standard umsetzt. Den Schnittstellenwandler haben wir, wie **Bild 4** und **5** zeigen, als Erweiterung für den Platino aufgebaut. Das RS485-Signal ist an einer Kabelschraubklemme verfügbar.

Wie die Komponenten der Pelco-D-Kamerasteuerung zusammengeschaltet werden, ist in **Bild 6** dargestellt. Auf der Seite des Platino geht Signal R/T auf 1, anschließend werden die Daten im TTL-Format über TX gesendet. Sobald R/T auf 0 geht, sind die Bytes auswertbar, die von der PTZ-Kamera als Antwort zurückgegeben werden. Der Platino einschließlich RS485-Schnittstelle wird über die RS485-Erweiterungsplatine mit Strom versorgt. Physisch ist der RS485-Bus ein Twisted-Pair-Kabel vom Typ AWG24.

Zweimal Firmware

Für die Pelco-D-Kamerasteuerung haben wir zwei Firmware-Programme geschrieben [1]:

- `Platino-pelco_camera_osd_setup.bas` stellt den Zugang zum On-Screen-Display der Kamera her. Bei der Kamera 2DF7274-A können hier beispielsweise die IP-Adresse 192.168.1.112 sowie Datum und Zeit eingestellt werden.
- `Platino-pelco_2df7274-a_query.bas` steuert die Kamera und liest Informationen zur horizontalen und vertikalen Position der IP-Kamera aus.

Das erstgenannte Programm wird an anderer Stelle in diesem Beitrag beschrieben, für das zweite Programm gilt folgende Gebrauchsanweisung: Zuerst wird die Firmware in den Platino geladen, anschließend muss der Platino neu gestartet werden. In der unter-

JVSG – CCTV

Das Protokoll Pelco-D gehört zum Lehrinhalt einiger berufsbildenden Einrichtungen in Frankreich. Zum Beispiel kooperiert das französische Institut ECA mit dem Unternehmen Videocom 2000, das sich auf die Entwicklung von Videoüberwachungssystemen spezialisiert hat.

Auch bei Sainte Famille, einer anderen französischen Bildungseinrichtung, steht die Schulung und Unterweisung von Sicherheitspersonal für den Sach- und Personenschutz oben auf dem Lehrplan. Hier können die angehenden Sicherheitsfachleute eine zentrale Videoleitstelle und eine ausgedehnte Infrastruktur für Lehr- und Lernzwecke nutzen. Ein Focus liegt auf der effizienten räumlichen Planung und Gestaltung von Vi-



deosicherheitssystemen, wobei Theorie und Praxis Hand in Hand arbeiten. Zu Übungszwecken überwachen gegenwärtig 37 Kameras das Institutsgelände. Für die Planung und Ausführung wird die Software JVSG – CCTV eingesetzt, mit ihr kristallisieren die Studierenden die optimalen Kamerapositionen zum lückenlosen Erfassen des Areals heraus.

ten Zeile des LC-Displays erscheinen die aktuellen Werte von *Pan* und *Tilt* in Grad. Durch Drücken von Taster S4C werden die Funktionen *Pan*, *Tilt* und *Zoom* der IP-Kamera durchlaufen. In Stellung *Pan* lässt sich die Kamera mit dem Dreh-Encoder horizontal drehen (*Pan Right* und *Pan Left*, siehe **Bild 7**). Bei *Tilt* schwenkt die Kamera aufwärts und abwärts (*Tilt Up* und *Tilt Down*), und bei *Zoom* zoomt die Kamera hinein und hinaus (*Wide* und *Tele*). Die RGB-LED leuchtet rot bei *Pan*, grün bei *Tilt* und blau bei *Zoom*. Beim Drücken des Tasters im Dreh-Encoder stoppt die Aktion (*Motion Stop*), in der unteren Display-Zeile erscheinen dann die neuen Positionen.

Zum Schluss

Mit diesem Projekt haben wir ein überwiegend didaktisches Ziel verfolgt. Das Projekt soll zeigen, wie sich die Steuerung von PTZ-Überwachungskameras auf dem Platino mit Pelco-D realisieren lässt. Entstanden ist eine vollwertige, praxistaugliche Kamerasteuerung, die durch den Open-Source-Code der Firmware frei modifizierbar und ausbaufähig ist. ◀

(150117)gd

Weblinks

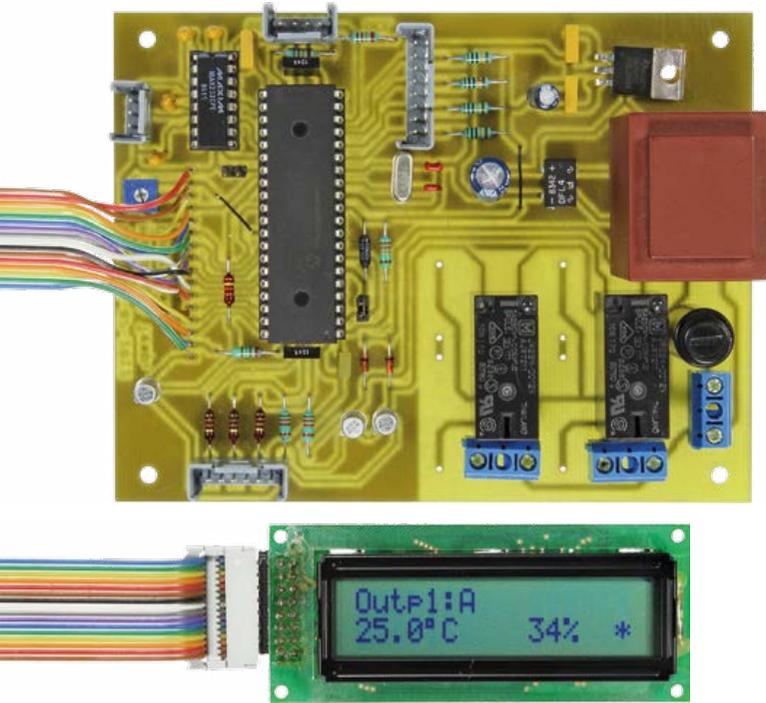
- [1] Projektseite:
www.elektor-magazine.de/150117
- [2] Platino:
www.elektor-magazine.de/100892

Einstellungen der Kamera

Mit `Platino-pelco_camera_osd_setup.bas` bekommt man Zugang zum OSD-Setup-Menü der Kamera. Die vierte Zeile auf dem Platino-Display zeigt die aktuelle Funktion des Drehencoders (mit dem Taster S4C kann man scrollen). Betätigt man den Taster des Drehencoders, dann erscheint das OSD-Menü der Kamera auf dem Bildschirm, und man kann navigieren. Zum Beispiel lassen sich nun die Bytes der IP-Adresse anpassen. Das genaue Vorgehen ist in einem Dokument beschrieben, das man im Download-Ordner [1] findet.



Raumklima-Controller



Misst Temperatur und Luftfeuchte

Von Goswin Visschers (NL)

Der Raumklima-Controller schaltet abhängig von der gemessenen Luftfeuchte und Raumtemperatur zwei Verbraucher, zum Beispiel einen Lüfter und eine elektrische Badheizung. Über eine Reihe von Einstellungen ist das Anpassen an die Raumeigenschaften möglich. Die Messdaten werden über eine serielle Schnittstelle ausgegeben, so dass sie auch für andere Zwecke nutzbar sind.

Am Anfang des Projekts stand die Idee, eine Lüftersteuerung in ein Bad einzubauen. Zuerst wurde vor der Absaugöffnung des Lüftungsschachts ein Feuchtesensor installiert. Die wasserdampfhaltige Luft, die durch Baden oder Duschen entsteht, strömt am Feuchtesensor vorbei in den Lüftungsschacht. Ein Mikrocontroller wertet die gemessene Luftfeuchte aus, er aktiviert ein Relais, sobald die Luftfeuchte einen voreingestellten Wert überschrei-

tet. Mit dem Relais wird der im Schacht eingebaute Lüfter geschaltet. Der Lüfter läuft eine halbe Stunde, er wird durch eine Zeitschaltung wieder außer Betrieb gesetzt. Die konstante Einschaltdauer verhindert, dass der Mikrocontroller den Lüfter unkontrolliert in kurzen Zeitabständen schaltet, falls die Luftfeuchte um den eingestellten Grenzwert pendelt. Die Erfahrung zeigt, dass Bäder in der Regel nach einer halben

Stunde genügend durchlüftet sind, längere Einschaltintervalle würden nutzlos elektrische Energie kosten.

Beim Entwickeln der Lüftersteuerung wurde bald deutlich, dass sich über das simple Schalten hinaus mehr Funktionalität in das System einbauen lässt. Mit der zweiten Version der Mikrocontroller-Software kann der Stromkreis wahlweise beim Über- oder Unterschreiten des Grenzwerts geschaltet werden. Auch die Hysterese, also die Differenz zwischen der Einschaltschwelle und der Ausschaltschwelle, ist mit dieser Version einstellbar. Analog gilt dies auch für den zweiten Stromkreis, auch hier sind die obere und untere Schaltschwelle variabel. Ursprünglich war der zweite Stromkreis hinzugefügt worden, weil eine einzelne Ausgangsleitung des Mikrocontrollers noch nicht belegt war. Über das zweite Relais kann der Mikrocontroller unabhängig vom ersten Stromkreis einen zweiten Verbraucher schalten. Das kann beispielsweise eine elektrische Raumheizung sein.

Hardware

Bild 1 zeigt die Schaltung des Raumklima-Controllers. Der Mikrocontroller ist ein PIC16F887 (IC1) aus der PIC-Familie von Microchip. Um den Mikrocon-

Eigenschaften

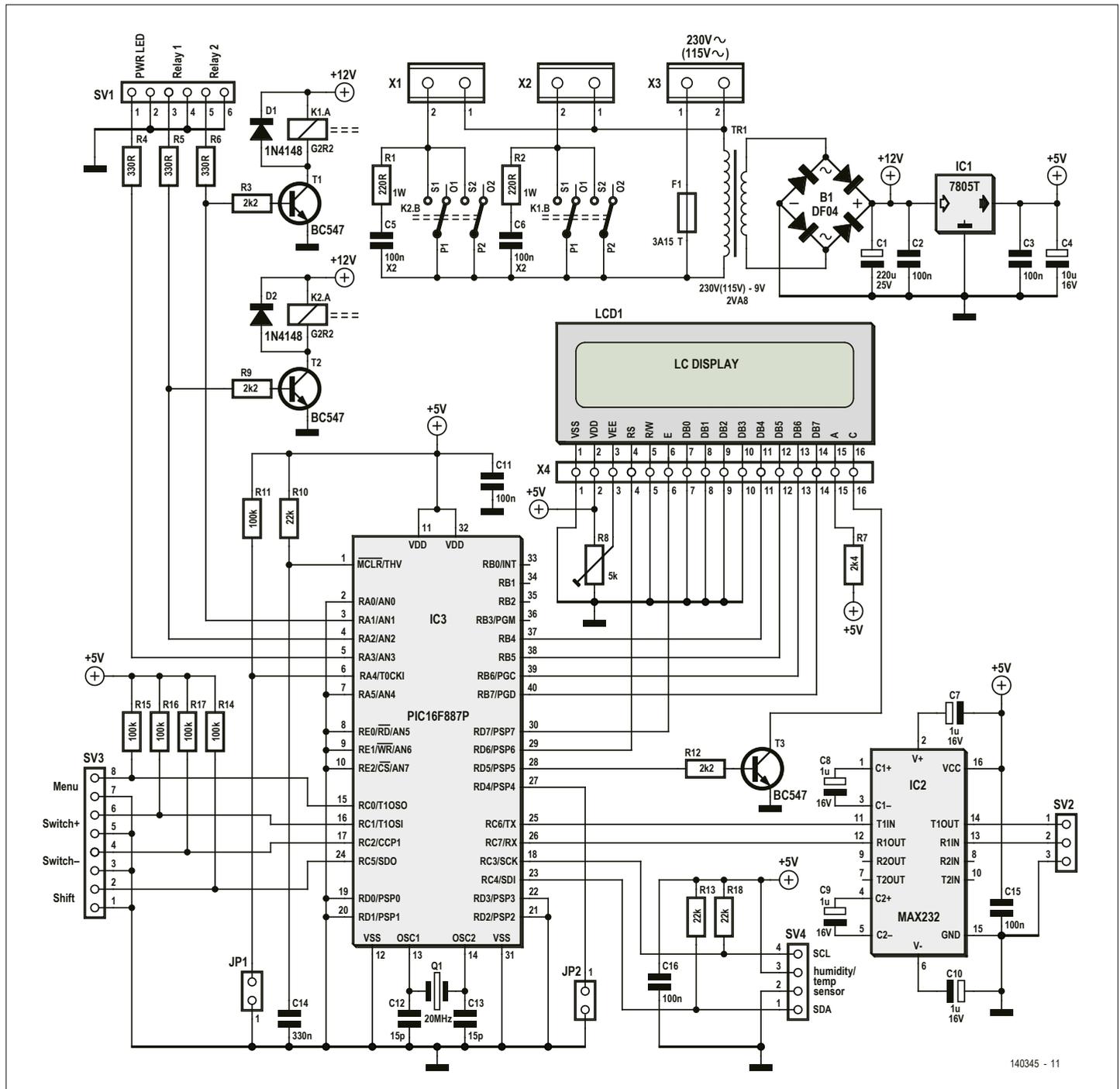
- Temperaturbereich: $-40...+125$ °C, Auflösung 0,1 °C
- Luftfeuchtebereich: 0...99 %, Auflösung 1 %
- Temperatur-Hysterese: max. 5 °C, Auflösung 0,1 °C
- Luftfeuchte-Hysterese: max. 10 %, Auflösung 1 %
- Schalten der Ausgänge beim Über- oder Unterschreiten der Vorgabe-Temperatur und/oder Über- oder Unterschreiten der Vorgabe-Luftfeuchte
- Nachlaufzeit nach Durchlaufen der Schaltschwelle: 1...99 Minuten (für jeden Ausgang einzeln einstellbar)
- Selbsttätiges Einschalten nach 1...99 h (für jeden Ausgang einzeln einstellbar), Ausschalten nach der Nachlaufzeit
- Selbsttätiges Einschalten eines oder beider Ausgänge, 1...99 Minuten nach Einschalten der Netzspannung
- RS232-Schnittstelle: Lesen von Temperatur, Luftfeuchte und Status der Ausgänge, Fernschalten der Ausgänge

troller gruppieren sich der kombinierte Feuchte- und Temperatur-Sensor, das zweizeilige LC-Display, vier Bedientaster, der RS232-Schnittstellenwandler und die Schaltertransistoren für die Relais und die Display-Hintergrundbeleuchtung.

Das LC-Display wird im 4-bit-Modus betrieben. Die vier nicht benutzten Datenleitungen müssen an Masse liegen, anderenfalls kann die Initialisierung fehlerhaft sein. Der Kontrast des Displays lässt sich mit Trimpoti R8 einstellen.

Die Display-Hintergrundbeleuchtung steuert der Mikrocontroller über Transistor T3. Beim Drücken eines Bedientasters wird die Beleuchtung für fünf Sekunden eingeschaltet, sie schaltet sich selbst aus. Die Schwellenwerte der Luftfeuchte und Temperatur werden mit den vier Drucktastern eingestellt, die über Steckverbinder SV3 mit dem Mikrocontroller verbunden sind. Bei offenen Tasterkontakten ziehen die Pullup-Widerstände R14... R17 die Eingänge RC0, RC1, RC2 und RC5 nach +5 V.

Mit Jumper JP1 lässt sich der Mikrocontroller so konfigurieren, dass er nur ein Relais steuert, das zweite Relais muss nicht vorhanden sein. Wenn nur ein Stromkreis geschaltet werden soll, wird Jumper JP1 aufgesteckt. Das hat zur Folge, dass die Einstellungen, die sich auf den zweiten Stromkreis beziehen, vom Mikrocontroller ausgeblendet werden. Die Bedienung wird vereinfacht, bei Einstellungsänderungen werden die nicht zutreffenden Menüeinträge übergangen. Jumper JP2 hat bisher noch keine Funktion.



140345 - 11

Bild 1. Der kombinierte Feuchte- und Temperatur-Sensor ist mit dem Mikrocontroller über I²C verbunden.

Serielle Schnittstelle

Status-Information

Software-Version 2.0s sendet im Abstand von 2 s (nach jeder Messung) einen String mit den aktuellen Messwerten und dem Status der Ausgänge über die serielle Schnittstelle. Die Daten werden mit den Parametern 9600,8,n,1 übertragen, sie haben folgendes Format:

```
T:23.3°C H:44% O1:0 O2:0[CR][LF]
```

Der String hat konstante Länge. Wenn die Temperatur negativ ist oder +99 °C übersteigt, entfällt das Leerzeichen nach dem „C“. Bei der Luftfeuchte erscheint ein Leerzeichen nach dem Zeichen „&“, wenn sie weniger als 10 % beträgt.

Die Werte bei „O1“ und „O2“ geben an, ob der Ausgang eingeschaltet („1“) oder ausgeschaltet ist („0“).

Fernschalten

Ein Ausgang, der bei „OutputX ON set: “ auf „RS232“ gesetzt wurde, ist über RS232 fernschaltbar. Das Kommando hat das Format:

```
OX=S[CR][LF]
```

X = Nummer des Ausgangs, der Wert ist 1 oder 2

S = Status des Ausgangs, der Wert ist 0 oder 1

Beispiel:

```
O1=1[CR][LF]
```

Hiermit wird Ausgang 1 eingeschaltet. Nach dem Kommando kann die Ausführung mit der Status-Information überprüft werden, die periodisch im Abstand von 2 s gesendet wird.

Menüstruktur

Übersicht über die Einstellungen bei Version 2.0 (für Version 2.0s gelten zusätzlich die rot gekennzeichneten Punkte):

Wahl des Schaltmodus für Relais 1 (& = UND, + = ODER):

Output1 ON set: [T high | T low | Hum high | Hum low | T high & Hum high | T high & Hum low | T low & Hum high | T low & Hum low | T high +Hum high | T high + Hum low | T low + Hum high | T low + Hum low | ON | OFF | **RS232**]

Wahl des Schaltmodus für Relais 2 (& = UND, + = ODER):

Output2 ON set: [T high | T low | Hum high | Hum low | T high & Hum high | T high & Hum low | T low & Hum high | T low & Hum low | T high +Hum high | T high + Hum low | T low + Hum high | T low + Hum low | ON | OFF | **RS232**]

Einstellen des Temperatur-Schwellenwerts, bei dem ein Ausgang ein- oder ausgeschaltet wird:

T thres Outp1: [-40...125]

T thres Outp2: [-40...125]

Einstellen des Luftfeuchte-Schwellenwerts, bei dem ein Ausgang ein- oder ausgeschaltet wird:

Hum thres outp1: [0..99]

Hum thres outp2: [0..99]

Einstellen der Temperatur-Hysterese für beide Ausgänge (nicht vorhanden bei Version 2.0s):

T hysteresis: [0..5°C]

Einstellen der Luftfeuchte-Hysterese für beide Ausgänge (nicht vorhanden bei Version 2.0s):

Hum hysteresis: [0..10%]

Einstellen der längsten nicht aktiven Zeit eines Ausgangs:

Outp1 nonactive interval: [OFF..99 Hours]

Outp2 nonactive interval: [OFF..99 Hours]

Einstellen der Nachlaufzeit und der aktiven Zeit eines Ausgangs nach einem nicht aktiven Intervall:

Outp1 threshold act time: [0...99 Min]

Outp2 threshold act time: [0...99 Min]

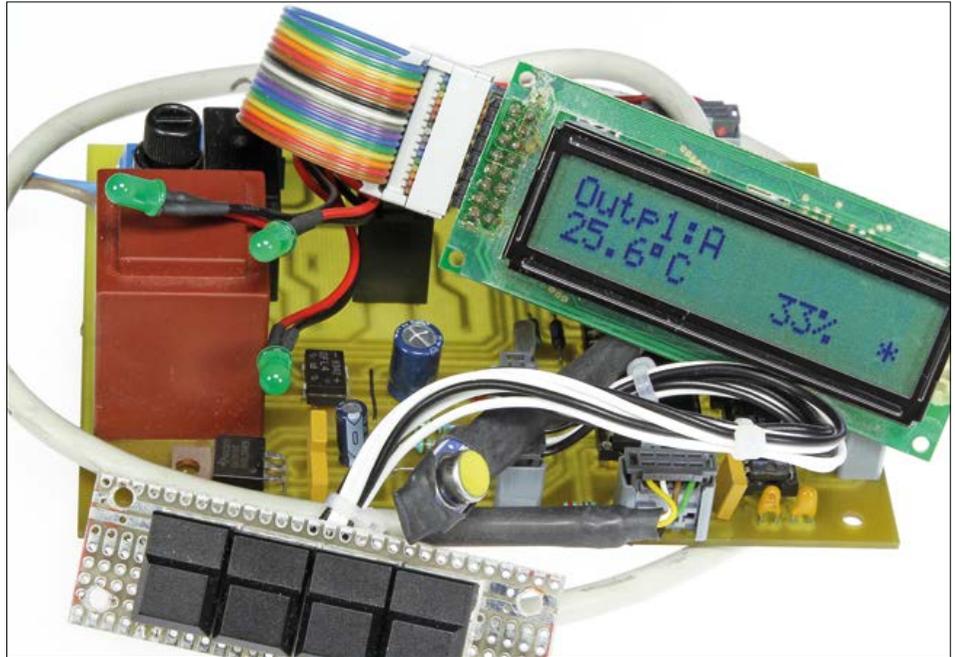
Einstellen der aktiven Zeit eines Ausgangs nach dem Einschalten des Raumklima-Controllers:

Outp1 power on act time: [OFF..99 Minutes]

Outp2 power on act time: [OFF..99 Minutes]

Steckverbinder SV4 ist der Anschluss für den kombinierten Feuchte- und Temperatur-Sensor Hygrochip HYT221 von Innovative Sensor Technology (IST). Mit dem Mikrocontroller kommuniziert der Sensor über den I²C-Bus, die I²C-Adresse des Sensors lautet 0x28. Das Verbindungskabel zum Sensor muss abgeschirmt sein. Da die Busgeschwindigkeit 100 kHz beträgt, kann die Kabellänge bis etwa 1 m betragen. Die Busgeschwindigkeit ist eine konstante Größe, sie lässt sich nicht herabsetzen, um längere Distanzen mit ungeschirmten Kabeln zu überbrücken.

Störspitzen auf der Betriebsspannung werden von Kondensator C16 gemindert, der parallel an Steckverbinder SV4 liegt. Der Mikrocontroller schaltet die Relaiswicklungen über die Transistoren T1 und T2, sie liegen an der ungestabilisierten Betriebsspannung +12 V. Die RC-Glieder R1/C5 und R2/C6 parallel zu den Relaiskontakten dämpfen Spannungsspitzen, die beim Abschalten induktiver Lasten auftreten. Wenn ein Lüftermotor abgeschaltet wird, entsteht ein hoher Spannungsimpuls, der einen zwischen den Kontakten überspringenden Funken verursacht. Der Funke verkürzt nicht nur die Lebensdauer der Relaiskontakte, er kann auch zu Störungen beim Betrieb des Mikrocontrollers führen. Die RC-Glieder haben den Nachteil, dass auch bei offenen Kontakten ein geringer Strom durch die Verbraucher fließt. Deshalb wird empfohlen, die RC-Glieder nur zu montieren, wenn sich die zu schaltenden Verbraucher induktiv verhalten. Über die RS232-Schnittstelle kann ein gekoppeltes System nicht nur Messdaten abfragen, der Raumklima-Controller lässt sich auch über diese Schnittstelle steuern. Die Anpassung der Signale über-



nimmt ein Schnittstellenwandler MAX232 (IC2). Wenn am gekoppelten Rechner eine RS232-Schnittstelle fehlt, kann ein RS232/USB-Adapterkabel die Verbindung über USB herstellen.

Die drei LEDs, die an Steckverbinder SV1 angeschlossen sind, dienen zur Kontrolle des Betriebszustands. Die PWR-LED blinkt im Sekundenabstand, wenn der Raumklima-Controller eingeschaltet ist, während die übrigen LEDs die Schaltzustände der Relais signalisieren.

Die Stromversorgung ist nach bewährtem Muster mit Trafo TR1, Gleichrichter B1 und Siebelko C1 aufgebaut. Ein 7805 stabilisiert die Spannung auf +5 V, unterstützt von C2, C3 und C4. Die Netzspannungsleitung, angeschlossen an Klemme X3, wird von einer Sicherung 3,15 A (träge) geschützt.

Zweimal Software

Das Mikrocontroller-Programm wurde in mikroC, Version 6.4, unter einer Volllizenz geschrieben. Leider reicht die Kapazität des Programmspeichers im PIC16F887 nicht aus, um alle gewünschten Features unterzubringen. Deshalb existiert die Software in zwei Versionen:

- Version 2.0 macht von der RS232-Schnittstelle *keinen* Gebrauch. Stattdessen lassen sich die Temperatur- und die Luftfeuchte-Hysterese voneinander unabhängig einstellen.
 - Version 2.0s unterstützt die RS232-Schnittstelle, es fehlen die Einstellungen für die Hysteresen der Luftfeuchte und der Temperatur.
- Auf der Projektseite [1] sind beide Software-Versionen als gemeinsamer Download verfügbar.

Anzeige



HAMMOND
MANUFACTURING

Gehäuse für
Raspberry Pi, Arduino und
viele andere
Einplatinencomputer

- Gehäuse
- Plattform

+ 44 1256 812812

sales@hammondmfg.com /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

Aufbau

Der Autor hat für den Raumklima-Controller eine Platine entworfen, auf der sämtliche Bauelemente einschließlich Netztrafo ihren Platz haben. Das Platinenlayout (**Bild 2**) kann von der Projektseite [1] heruntergeladen werden. Die Bauelemente sind ausnahmslos bedrahtet, so dass der Schaltungsaufbau unproblematisch ist.

Das LC-Display wird über ein 16-adriges Flachkabel an Steckverbinder X4 angeschlossen. Für den kombinierten Feuchte- und Temperatursensor ist ein vieradriges, abgeschirmtes Kabel nötig, es darf bis 1 m lang sein und wird mit Steckverbinder SV4 verbunden. Die vier Bedientaster können auf einem Stück Löt-punkttraster-Platine montiert werden, ihr Anschluss ist Steckverbinder SV3. Wenn die serielle Schnittstelle genutzt werden soll (und Software Version 2.0s zum Einsatz kommt), ist SV2 der Anschluss für die 9-polige D-Sub-Kontaktleiste. Übrig

bleiben noch die drei Kontroll-LEDs, ihre Leitungen liegen auf Steckverbinder SV1. Wenn die Verbraucher an den Klemmen X1 und X2 und das Netzkabel an Klemme X3 angeschlossen sind, ist der Raumklima-Controller einsatzbereit. Die Platine und alle Netzspannung führenden Teile müssen nach den einschlägigen Regeln isoliert werden, das Berühren kann lebensgefährlich sein! Für die Montage in Feuchträumen wie zum Beispiel im Bad gelten besondere Sicherheitsvorschriften, sie sind unbedingt einzuhalten.

Nach der ersten Inbetriebnahme wird zuerst der Display-Kontrast mit Trimpoti R8 auf sein Optimum eingestellt, anschließend können die Schwellenwerte für Luftfeuchte und Temperatur zusammen mit den Schaltzeiten eingegeben werden.

Bedienung

Mit den vier Drucktastern werden sämtliche Einstellungen vorgenommen. Der

Menü-Taster führt durch die diversen Einstellungen, die Taster „+“ und „-“ erhöhen oder verringern die angezeigten Werte. Sprünge sind möglich, indem der Taster „Shift“ zusammen mit den Tastern „+“ oder „-“ gedrückt wird.

Der Raumklima-Controller speichert die eingestellten Werte beim Drücken des Tasters „Menü“. Dies muss innerhalb von 5 s geschehen, sonst wird der geänderte Wert verworfen, und die Anzeige kehrt zum aktuellen Wert zurück.

Auch im Dunkeln ist das Display ablesbar. Wenn Taster „Shift“ gedrückt wird, schaltet der Mikrocontroller die Hintergrundbeleuchtung für 5 s ein. Eine Übersicht über sämtliche Einstellungen ist unter „Menüstruktur“ zusammengefasst. ◀

(140345)gd

Weblink

[1] www.elektor-magazine.de/140345

Stückliste

Widerstände:

R1,R2 = 220 Ω/1 W
R3,R9,R12 = 2kΩ
R4,R5,R6 = 330 Ω
R7 = 2k4
R8 = Trimpoti 5 k, liegend
R10,R13,R18 = 22 k
R11,R14...R17 = 100 k

Kondensatoren:

C1 = 220 µ/25 V stehend
C2,C3,C11,C15,C16 = 100 n
C4 = 10 µ/16 V stehend
C5,C6 = 100 n/400 V, Klasse 2
C7..C10 = 1 µ/16 V stehend
C12,C13 = 15 p
C14 = 330 n

Halbleiter:

D1,D2 = 1N4148
B1 = Brückengleichrichter DF04 (280 V/1 A)
3 LEDs 3 mm, für SV1
T1..T3 = BC547
IC1 = 7805T
IC3 = PIC16F887P
IC2 = MAX232

Außerdem:

TR1 = Netztrafo für Platinenmontage 9 V/2,8 VA (z. B. Weiss EI 30/23 BV85/341)
Q1 = Quarz 20 MHz
X1..X3 = Kabelschraubklemme 2-polig, Raster 10,16 mm
K1,K2 = Kartenrelais 12 V, 2 Umschaltkontakte 250 V/5 A (z. B. Panasonic JW2SN-DC12V)
JP1,JP2 = Stiftleiste 2-polig, Raster 2,54 mm

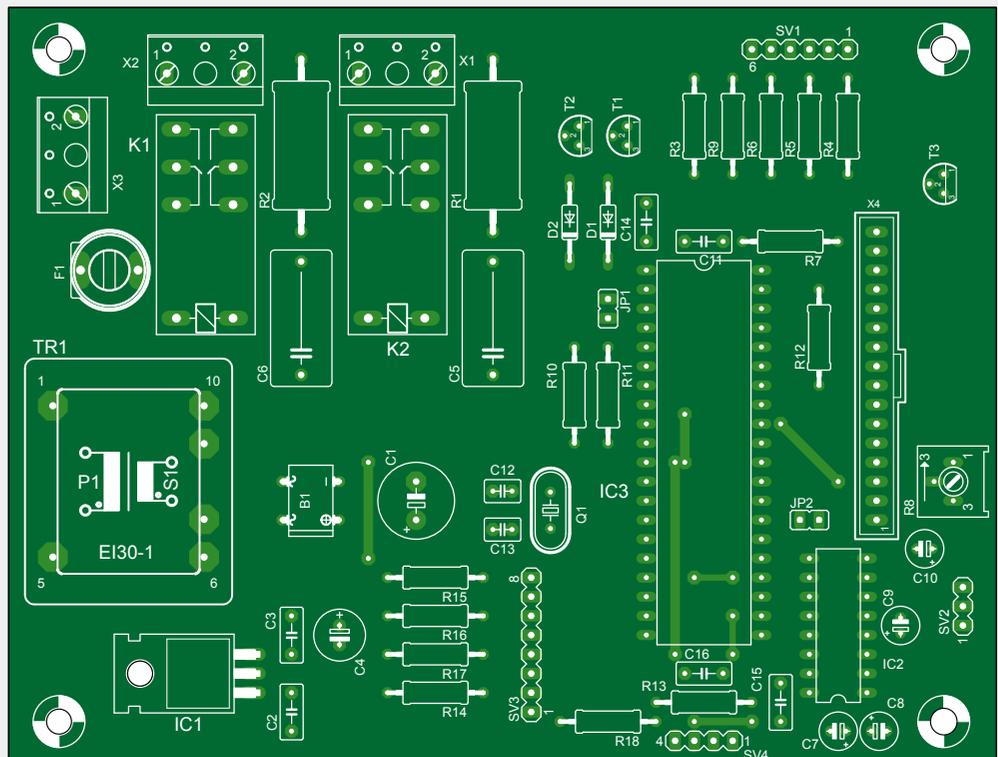


Bild 2. Die Platine führt Netzspannung, die Sicherheits-Regeln müssen unbedingt eingehalten werden!

SV1 = Stiftleiste 6-polig, Raster 2,54 mm
SV2 = Stiftleiste 3-polig, Raster 2,54 mm
SV3 = Stiftleiste 8-polig, Raster 2,54 mm
SV4 = Stiftleiste 4-polig, Raster 2,54 mm
X4 = Stiftleiste 16-polig, Raster 2,54 mm

LC-Display 2 · 16 Zeichen (z. B. Gleichmann GE-C1602B-YYH-JT/R, Conrad 183043)
F1 = Sicherung 3,15 AT, mit Halter HYT221 (IST, Feuchte- und Temperatur-Sensor mit I²C, Conrad 505671)

e-BoB BL600

Teil 4

Temperatur-Sensor am I²C-Port

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

Unser kleines Modul zur drahtlosen Kommunikation besitzt lediglich sieben Ein-/Ausgänge, aber der I²C-Port verleiht ihm ungeahnte Erweiterungsmöglichkeiten. Wir setzen ihn ein zur Kommunikation mit verschiedensten Sensoren, AD- und DA-Wandlern usw. Hier wird auch erstmals für den Austausch der Daten der neue *Service Health Thermometer* von *Bluetooth Low Energy* verwandt (statt des UART-Services aus den vorhergehenden Folgen).

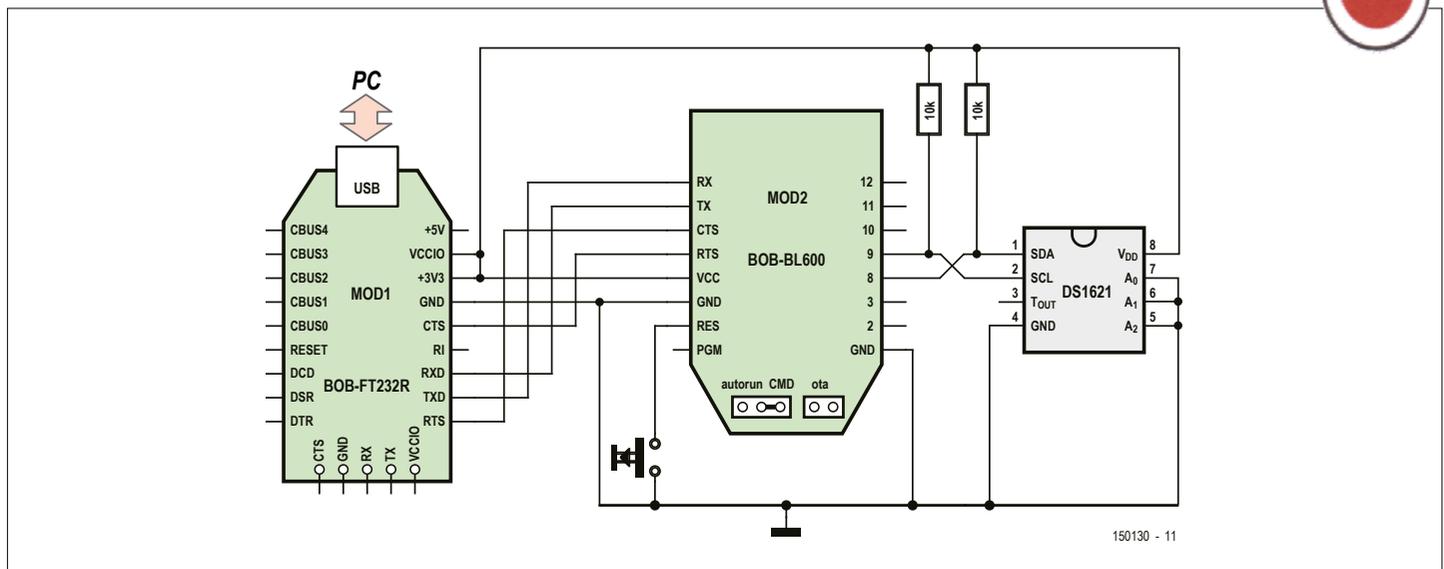


Bild 1. Schaltbild des Drahtlos-Thermometers mit Sensor DS1621, der mit dem BL600 via I²C kommuniziert. Die Inbetriebnahme des e-BoB FT232 wurde in den vorhergehenden Artikeln beschrieben.

Im letzten Heft haben wir gelernt, die Events von *smart-BASIC* einzusetzen. Heute behandeln wir den I²C-Port des BL600 und schließen dort den Temperatur-Sensor DS1621 [1] von *Maxim Integrated* an. Es mag überraschen, dass ein Bluetooth-Modul via I²C kommuniziert... nun ja, Sie werden mit dem Modul noch weitere Überraschungen erleben, denn es birgt noch viele Möglichkeiten, wie in den folgenden Artikeln gezeigt wird. Dieses Mal messen wir die Temperatur und zeigen

sie auf einem Smartphone an, sei es unter Android mit einer App (downloadbar von *Google Play* [2]), sei es unter iOS mit einer App zum Download von *Apple Store* [7] oder auch mit einem kleinen Stück Source-Code, downloadbar bei *Elektor* [6].

Achtung: Der Einsatz der Tools und Befehle, auf die hier eingegangen wird, wurde in den vorangegangenen Folgen [3] detailliert erklärt, man sollte auch sie gelesen haben.

Listing 1

```

DIM rc, handle, txt$
rc=I2cOpen(100000,0,handle)
IF rc!= 0 THEN
    SPRINT #txt$,INTEGER.H'rc
    DbgMsg("Failed to open I2C interface with error
code 0x" + Right$(txt$,4))
    PRINT "\nDO RESET"
    STOP
ELSE
    DbgMsgVal("\nI2C open success \nHandle is
",handle)
ENDIF

```

Listing 2

```

DIM x, nSlaveAddr, nRegAddr, nRegVal, txt2$
nSlaveAddr = 0x48 : nRegAddr = 0xAC : nRegVal =
0xAA
rc = I2cWriteReg8(nSlaveAddr, nRegAddr, nRegVal)
IF rc!= 0 THEN
    SPRINT #txt$,INTEGER.H'rc
    DbgMsg("Failed to Write to slave/register " +
Right$(txt$,4))
ELSE
    SPRINT #txt$,INTEGER.H'nRegVal
    SPRINT #txt2$,INTEGER.H'nRegAddr
    DbgMsg("0x" + Right$(txt$,2) + " written
successfully to register 0x" + Right$(txt2$,2))
ENDIF

```



Bild 2. Der Aufbau auf einem Steckbrett.

I²C-Port und Temperatur-Sensor

Der Sensor DS1621 ist geradezu ideal, um die Schreib-/Lese-Funktionen am I²C-Port zu illustrieren: Signal SDA (Daten) an Pin 8 des e-BoB BL600 wird mit Pin 1 des DS1621 verbunden; SCK (Takt) an Pin 9 des e-BoB mit Pin 2 des DS1621 (**Bild 1**). *Laird Technologies* schreibt für den I²C-Bus Pull-Up-Widerstände vor (zwischen 4,7 und 10 k Ω). Wie in der Dokumentation des DS1621 beschrieben senden wir Befehle und lesen die verschiedenen Register aus, um die Temperatur berechnen zu können. Mittels der von *Laird Technologies* vorgestellten App *Temperature* für *Android* kann man die vom Sensor gemessenen Temperaturen als Diagramm darstellen. Das von uns bereitgestellte iOS-Programm erzeugt dasselbe auf *Apple*-Produkten.

a. I²C-Port öffnen

Als erster Schritt erfolgt das Öffnen des I²C-Ports, gefolgt von der Behandlung des Return-Codes mittels eines einfachen *if*-Statements (**Listing 1**).

Rc = I2COpen(100000,0,handle)

- nClockHz = 100000 : Taktfrequenz
- nCfgFlags = 0 : muss auf 0 gesetzt sein
- nHandle = falls der Return-Code gleich 0 ist, wird diese Variable beim Lesen, Schreiben und Schließen des I²C-Interfaces genutzt

rc = Der Return-Code muss gleich 0 sein, um fortfahren zu können. Andernfalls wird sein Wert mit der Funktion SPRINT (Option INTEGER.H) in eine hexadezimale Zeichenkette umgewandelt und als Fehlercode angezeigt (vgl. Doku *Laird Technologies*) bevor das Programm mit STOP angehalten wird.

b. Schreiben eines I²C-Bytes

Als nächster Schritt wird ein Byte für den DS1621 auf den I²C-Bus geschrieben. Wir wählen das Register Access Config (0xAC), ein Schreib-/Lese-Register, und schreiben dort z.B. 0xAA hinein (**Listing 2**).

Rc = I2CWriteReg8(nSlaveAddr,nRedAddr,nRegVal)

- nSlaveAddr = Slave-Adresse des Bausteins, zwischen 0 und 127
- nRedAddr = Register-Adresse des Bausteins
- nRedVal = 8-bit-Wert, der in das adressierte Register geschrieben wird

rc = Der Return-Code muss gleich 0 sein. Sonst wird er wieder in eine Zeichenkette umgewandelt und als Fehlercode ausgegeben (vgl. Doku von *Laird Technologies*).

Stückliste**Widerstände:**

R1, R2 = 10 k Ω

Halbleiter:

IC1 = DS1621

Verschiedenes:

K1 = Taster

MOD1 = e-BoB FT232 bestückt 110553-91 (www.elektor.de)

MOD2 = e-BoB BL600 bestückt 140270-91 (www.elektor.de)

Listing 3

```
nSlaveAddr = 0x48 : nRegAddr = 0xAA
rc = I2cReadReg8(nSlaveAddr, nRegAddr, nRegVal)
IF rc!= 0 THEN
  SPRINT #txt$,INTEGER.H'rc
  DbgMsg("Failed to Read from slave/register " +
  Right$(txt$,4))
ELSE
  SPRINT #txt$,INTEGER.H'nRegVal
  SPRINT #txt2$,INTEGER.H'nRegAddr
  DbgMsg("Value read from register 0x" +
  Right$(txt2$,2) + " is 0x" + Right$(txt$,2))
ENDIF
```

c. Lesen eines I²C-Bytes

Wir lesen das Register 0xAC, welches die oberen Bits der Temperatur hält. Weil der DS1621 nicht initialisiert wurde ergibt dies keinen brauchbaren Wert (**Listing 3**).

Rc = I2cReadReg8(nSlaveAddr, nRegAddr, nRegVal)

- nSlaveAddr = Slave-Adresse des Bausteins, zwischen 0 und 127
- nRegAddr = Register-Adresse des Bausteins
- nRegVal = 8-bit-Wert, der in das adressierte Register geschrieben wird

rc = Der Return-Code muss wieder gleich 0 sein. Sonst wird er auch hier in eine Zeichenkette umgewandelt und als Fehlercode ausgegeben (vgl. Doku).

d. I²C schließen

Der letzte Schritt ist das Schließen des I²C-Ports. Dies gleich zweimal, wie von *Laird Technologies* empfohlen.

I2cClose(handle)

- nHandle = Wert erzeugt durch I2cOpen

Die Datei demoI2C.sb kann von der Elektor-Seite heruntergeladen werden [6].

Lesen des DS1621 mit dem seriellen Port des e-BoB FT232

Der DS1621 wird hier nicht im Detail beschrieben, sondern es wird direkt ein vollständiges Programm zur Steuerung bereitgestellt, das die oben genannten Funktionen I2cOpen, I2cWriteReg8, I2cReadReg8 und I2cOpen enthält.

Das Sensor-Datenblatt empfiehlt folgende Gleichung, um die Messwerte des DS1621 in Temperaturwerte umzuwandeln:

$$TEMPERATURE = TEMP_READ - 0.25 + \frac{(COUNT_PER_C - COUNT_REMAIN)}{COUNT_PER_C}$$

Alle Werte werden mit 100 multipliziert, da der BL600 nur Integer (von 0 bis 65535) akzeptiert, wodurch Schritte von 100stel Grad Celsius erreicht werden. Für eine Anzeige in Textform muss nur noch der Dezimalpunkt korrekt gesetzt werden (**Bild 4**).

tHR = (tHR * 100 - 25) + ((slope - cRem) * 100 / slope)

Auch die Datei demoI2C.sb kann von der Elektor-Seite heruntergeladen werden [6].

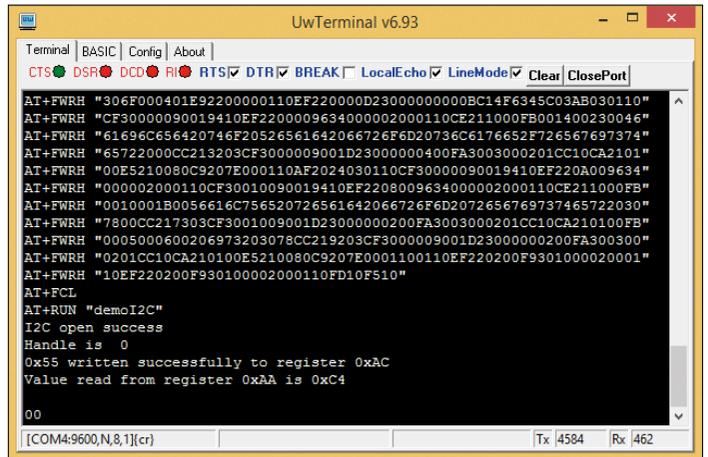


Bild 3. Das Schreiben auf den I²C-Port und das Lesen laufen korrekt ab.

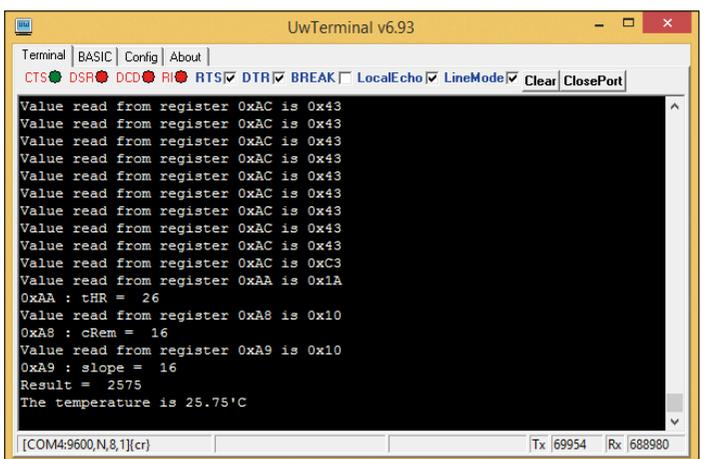


Bild 4. Anzeige der Temperatur in Grad: sobald Bit 7 des Konfigurationsregisters 0xAC auf 1 wechselt, kann man die Temperaturregister auslesen und die Berechnungen durchführen.

Listing 4

```
I2cClose(handle) //close the port
I2cClose(handle) //no harm done doing it again
```

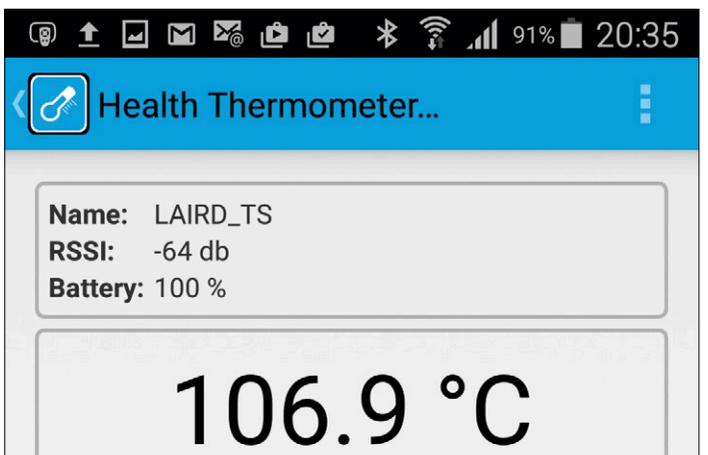


Bild 5. Nicht erschrecken, es sind keine 106,9 °C - weder bei der Autorin noch im Elektor-Labor.

Listing 5

```

FUNCTION InitI2C()
DIM rc, txt$ // DIM Handle is define in top of library
DIM rc, x, a, tC, flag, handle, txt$
rc=I2cOpen(100000,0,handle)
IF rc!= 0 THEN
    SPRINT #txt$,INTEGER.H'rc
    DbgMsg("Failed to open I2C interface with error
code 0x" + Right$(txt$,4))
    PRINT "\nD0-RESET"
    STOP
ELSE
    DbgMsgVal("\nI2C open success \nHandle is
",handle)
ENDIF
ENDFUNC rc
'-----

FUNCTION InitDS1621()
    DIM rc
    // Tout = active high; 1-shot mode
    DbgMsg("SetConfig")
    rc = SetConfig(POL | ONE_SHOT)
ENDFUNC rc
'-----

FUNCTION ConvertDS1621()
    DIM rc, tC
    DbgMsg("DS1621")
    ØØ
    DbgMsg("\nStartConversion")
    rc = StartConversion() // initiate conversion
    tC = GetHrTemp() // read high-resolution temperature
ENDFUNC tC
'-----

FUNCTION ConvertTempTxt$(tC)
    DIM rc, x, a, flag, txt$
    flag = 0
    IF (tC < 0) THEN
        tC = -tC // fix for integer division
        flag = 1 // indicate negative
    ENDIF
    SPRINT #txt$,tC
    SELECT StrLen(txt$)
    CASE 1
        txt$ = "0.0" + txt$
    CASE 2
        txt$ = "0." + txt$
    CASE 3
        txt$ = Left$(txt$,1) + "." + Right$(txt$,2)
    CASE 4
        txt$ = Left$(txt$,2) + "." + Right$(txt$,2)
    CASE ELSE
    ENDSELECT
    IF (flag == 1) THEN
        txt$ = "-" + txt$
    ENDIF
    PRINT "The temperature is "+ txt$ + "'C\n"
    for x = 0 to 40000
    next
    DOWHILE (1)
ENDFUNC txt$
'-----

FUNCTION CloseI2C()
    I2cClose(handle) //close the port
    I2cClose(handle) //no harm done doing it again
ENDFUNC 1

```

Der DS1621 im HTS-Modus (Health Thermometer Service)

Bei meinem **drahtlosen Thermometer mit Bluetooth Low Energy**, vorgestellt im Elektor-Januar/Februar-Heft 2015 [4], führte die App auf dem Smartphone die Berechnungen aus. Hier übernimmt es der BL600. Dank *Laird Technologies* ist das ganz einfach, denn der Hersteller bietet ein Programm für unseren e-BoB BL600 und eine App Temperature für *Android* an. So erhalten wir ein Drahtlos-Thermometer mit BL600 und DS1621, das die Temperatur auf Ihrem Android-Phone anzeigt.

Einsatz der Datei von *Laird Technologies*

Wir kompilieren einfach die Datei `htss.health.thermometer.sensor.sb`. Zur Funktionsprüfung starten wir die App Temperature. Sie werden feststellen, dass die angezeigte Temperatur 100 °C übersteigt. Das ist ganz normal, denn es wurde an Pin 4 des BL600 kein LM20-Sensor angeschlossen, wie im Development-Kit DVK-BL600-SA vorgesehen (**Bild 5**).

Die Datei `htss.health.thermometer.sensor.sb` ist im Downloadpaket zum Programm des BL600 enthalten [5].

Umwandlung des Programms DS1621.sb in eine Bibliothek

Erster Schritt: Kopieren des Programms DS1621.sb nach DS1621.sblib. Wir zerlegen das Hauptprogramm (main) in mehrere Funktionen (**Listing 5**), welche wir im neuen Programm aufrufen.

Modifizieren des Programms HTS

Zweiter Schritt: Ändern des Programms `htss.health.thermometer.sensor.sb` und Umbenennen in `$autorun$.htss.ds1621.sb`. Hier die Änderungen:

- DEVICENAME ändern in: JA HTS
- die zu erstellende Bibliothek hinzufügen: `ds1621.sblib`
- die folgenden Funktionen löschen: `Adc2mv`, `Mv2Temperature`
- in Funktion `HandlerTimer0` wird der Code in Rot durch den in Grün aus **Listing 6** ersetzt
- im Hauptprogramm (main) wird ebenfalls der Code in Rot durch den Code in Grün aus **Listing 7** ersetzt

Das war nicht weiter schwierig: der originale analoge LM20-Sen-

▶ Mit einem Bluetooth-Modul über I²C kommunizieren?
Es kommen noch mehr Überraschungen.

Listing 6

```
mv = Adc2Mv(GpioRead(4))
DbgMsg("\nAdc mV=")
PRINT mv
tmp = Mv2Temperature(mv)
tmp = ConvertDS1621()
tmp = tmp / 10
```

Listing 7

```
InitTempSensor()
rc = InitI2C()
rc = ConvertDS1621()
TimerStart(0, TEMPERATURE_POLL_MS, 1)
```

sor wurde ganz einfach durch einen DS1621 ersetzt. So schlägt man zwei Fliegen mit einer Klappe: der I²C-Bus wird ausgenutzt und der DS1621 ist gleichzeitig präziser.

Die Datei \$autorun\$.htss.ds1621.sb findet sich im Download-Bereich von Elektor [6].

Das Programm unter Android

Wir laden jetzt die App *HTM (Health Thermometer Per Minute)* aus dem *Laird Toolkit* herunter und starten sie. Nach dem Scan wählen wir den *DEVICENAME JA_HTS* aus, der an den e-BoB vergeben wurde. Der Graph einer Kurve erscheint in Rot; die Autorin hatte offensichtlich Spaß am Testen (siehe **Bild 6** und die Bildunterschrift).

Das iOS-Programm

Nach diesem Anwendungsbeispiel des Service HTS unter Android statt des bisher benutzten UART stellen wir auch den iOS-Entwicklern, die eine Lizenz gekauft haben, den Sourcecode eines kleinen Programms für *Apple vor (Bild 7)*. Die Datei *BLE HTS.zip* kann von Elektor heruntergeladen werden [6]. Auf der Site von *Laird Technologies* [5] finden Sie den vollständigen Sourcecode der App *Toolkit iOS* mit den Services *UART, HTS...*

Machen Sie mit!

In dieser Artikelserie haben wir das Programm *Serial* aus dem *Toolkit* von *Laird Technologies* verwendet. Dieses hat uns bisher gute Dienste geleistet, aber ist es nicht an der Zeit, Ihre *eigene* App auf Ihr Smartphone zu bringen? Im nächsten Artikel werden wir Sourcecode für Android vorstellen, der möglichst einfach gehalten ist. Mit diesem können Sie dann Ihre Kenntnisse des e-BoB BL600 vertiefen.

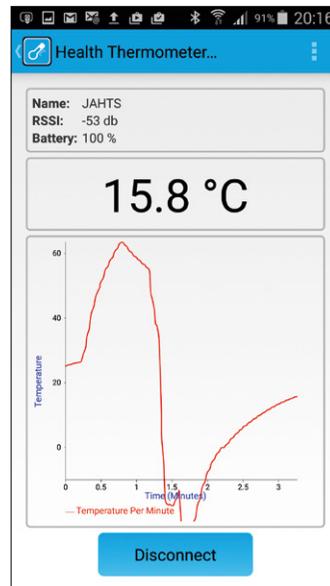


Bild 6. Der DS1621 am I²C-Bus unseres e-BoB BL600 liefert diese Kurve. Man beachte das Maximum bei über 60 °C (erzeugt mit einem Haartrockner) und das Minimum bei -20 °C (mit einem Kältespray). Der DS1621 bietet einen Messbereich von -55 °C bis +125 °C.



Bild 7. Screenshot der App BLE HTS auf dem iPhone.

Dank dieses einsatzfertigen Moduls, erhältlich im Elektor-Shop [8], wird die Bluetooth-Kommunikation zum Kinderspiel. Es werden also weitere Anwendungen gesucht. Wenn Sie Einsatzideen für das Modul haben, nach Möglichkeiten suchen oder sonst über etwas brüten, dann laden die Autorin und die ganze Elektor-Community Sie herzlich ein, diese Ideen mit uns zu teilen. Vielleicht erscheint dann ja in einer der nächsten Elektor-Ausgaben Ihr eigener Artikel. ◀

(150130)

Weblinks

- [1] www.maximintegrated.com/en/products/analog/sensors-and-sensor-interface/DS1621.html
- [2] <https://play.google.com>
- [3] Elektor April 2015
- [4] Elektor Januar/Februar 2015
- [5] https://laird-ews-support.desk.com/?b_id=1945
- [6] www.elektor-magazine.de/150130
- [7] <https://itunes.apple.com/fr/app/bl600/id594855763?mt=8>
- [8] www.elektor.de/search?q=bl600

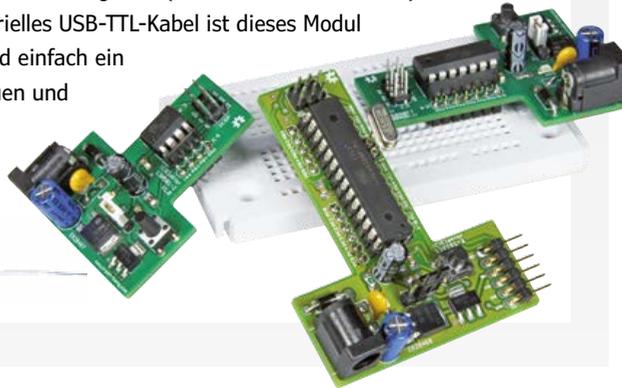


Willkommen in Ihrem **E-SHOP**

ELEKTOR EMPFIEHLT

T-boards 8/14/28

Diese Mikrocontrollerboards sind ideal, um schnell einen Prototypen auf einem Steckbrett aufzubauen. Auf der Platine befinden sich bereits ein Anschluss für ein Netzteil, Spannungsregler (3,3 V und 5 V) und ein ISP-Anschluss. Die Boards sind sofort einsatzbereit und alle I/O-Pins der Controller sind durch zwei SIL-Stiftleisten nach außen durchgeführt. Man spart eine Menge Zeit und Aufwand, da man diese Standardbauteile für jeden Entwurf nicht erneut anschließen muss. Obwohl alle drei Boards ihre eigenen Vorteile haben, ist die größte Version mein persönlicher Favorit: das T-Board 28. Mit seinem ATmega328 (inkl. Arduino-Bootloader) und einem Anschluss für ein serielles USB-TTL-Kabel ist dieses Modul perfekt geeignet, um schnell und einfach ein Mikrocontrollersystem aufzubauen und die entsprechende Software zu entwickeln. Ein absolutes Muss für jeden Elektroniker!

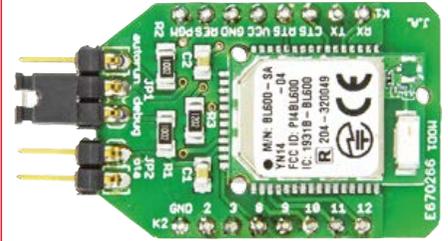


Luc Lemmens
(Elektor-Labor)

www.elektor.de/t-board-28

Elektor-Bestseller

1. e-BoB BL600
www.elektor.de/ebob-bl600



- 2. Raspberry Pi 2 (Mod. B)
www.elektor.de/rpi-2
- 3. Elektroniker-Lineal
www.elektor.de/lineal
- 4. Praxiskurs AVR-XMEGA-MCU
www.elektor.de/kurs-avr-xmega
- 6. Raspberry Pi steuert Modelleisenbahn
www.elektor.de/rpi-eisenbahn
- 6. EveryCircuit (Jahreslizenz)
www.elektor.de/everycircuit
- 7. Elektor-DVD 2014
www.elektor.de/dvd-2014
- 8. Fahrzeugdiagnose mit OBD
www.elektor.de/obd-buch

Fahrzeugdiagnose mit OBD



Streikt Ihr Auto schon wieder und Sie befürchten, dass die nächste teure Reparatur fällig wird? Vielleicht ist es aber auch nur ein kleiner Fehler, den Sie selber beheben können. Doch woher sollen Sie das bei einem modernen Fahrzeug mit all der Elektronik unter der Motorhaube wissen? Hier kann die fahrzeugeigene Diagnosefunktion helfen, den Fehler zu finden und Reparaturkosten zu senken, sodass Sie nicht bei jedem Aufblinken der Warnlampen gleich in die Werkstatt müssen.

Mitgliederpreis: 42,00 €

www.elektor.de/fahrzeugdiagnose-mit-obd

Praxiskurs AVR-XMEGA-Mikrocontroller



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.

Mitgliederpreis: 39,80 €

www.elektor.de/praxiskurs-avr-xmega

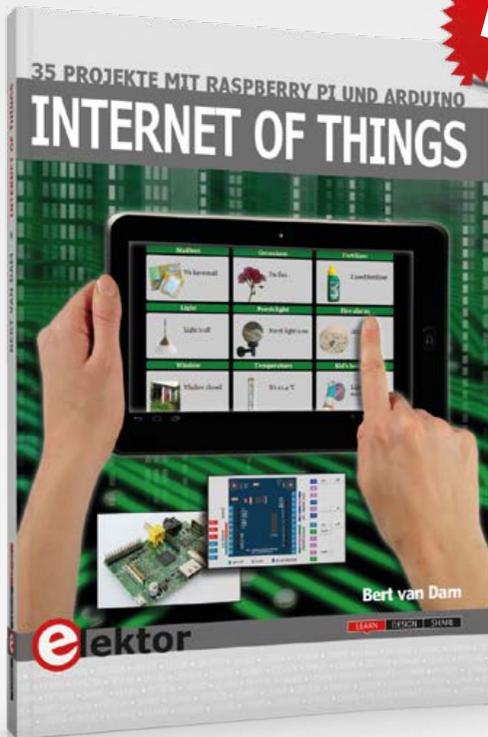
PACE-Lötstation WJS 100 inkl. LötKolben TD 100



Diese Lötstation wird seit Jahren von unseren Technikern im Elektor-Labor eingesetzt. Ausgestattet mit der exklusiven IntelliHeat™ Control Technology von PACE und einem voll programmierbaren Digitalprozessor ist es für anspruchsvolle Lötarbeiten gedacht. Die WJS 100 wird serienmäßig mit dem speziellen PACE-LötKolben TD 100 ausgeliefert. Dank ihrer 100-Watt-Leistung erhitzt die WJS 100 den LötKolben in weniger als 3 Sekunden auf die gewünschte Temperatur.

Mitgliederpreis: 385,16 €

www.elektor.de/pace-wjs-100

**NEU**

Das Internet of Things (Internet der Dinge) ist eine unumkehrbare Entwicklung. Wir möchten gerne alles im Haus mit unserem Smartphone oder Tablet erledigen – von Facebook bis Fernsehen, Lampen steuern oder die Heizungstemperatur einstellen. In diesem Buch stellen wir 35 interessante und nützliche Projekte vor, die demonstrieren, wie Sie selbst ein Internet-of-Things-System anlegen können. Wir gehen auf die Hardware ein, einer perfekten Symbiose von RPi und Arduino, und entwickeln die Software, die eine Steuerung über das Internet verwirklicht. Wir setzen dabei WLAN- und Funkverbindungen ein und vermeiden so einen Kabelsalat im Haus. Wenn Sie die Projekte aufbauen, verfügen Sie über ein vollständiges Internet-of-Things-System, mit dem Sie alles im Haus bedienen, steuern und überwachen können, zum Beispiel ob Post im Briefkasten steckt oder das Auto in der Garage steht.

Internet of Things

35 Projekte mit Raspberry Pi und Arduino

Red Pitaya

Verwandelt Ihr Smartphone, Tablet oder Ihren PC in ein umfangreiches Messinstrument!

NFC-Bundle

Breakout-Platine mit vormontiertem NT3H1201, Hauptplatine und das weltweit erste Buch mit NFC-Tag



Mitgliederpreis (frei Haus): 33,00 €
www.elektor.de/iot-buch

Arduino Sensor-Kit (37 in 1)

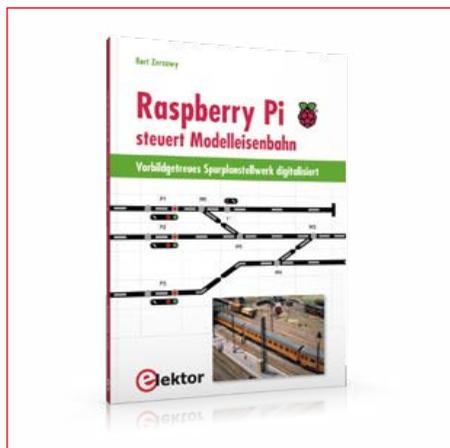


Dieses umfangreiche Sensor-Kit ist vollständig Arduino-kompatibel. Das Paket enthält alles, was Sie brauchen, um noch mehr aus dem Arduino herauszuholen. Die 37 Sensormodule werden in einer praktischen Plastikbox mit separaten Fächern geliefert.

 Mitgliederpreis: 49,46 €

www.elektor.de/arduino-sensor-kit

Raspberry Pi steuert Modelleisenbahn



In diesem Buch findet der ambitionierte Modelleisenbahner die genaue Beschreibung, wie er sich für die eigene Anlage ein vorbildgetreues Drucktastenstellwerk mit Computer-Steuerung bauen kann. Es schließt die Lücke zwischen den früher beliebten Stellwerken auf Relaisbasis und den Möglichkeiten, die kleine Rechner wie der RPi bieten. Sie lernen alle für die Planung und den Aufbau notwendigen Schritte.

 Mitgliederpreis: 34,80 €

www.elektor.de/rpi-steuert-modelleisenbahn

Larson Scanner Kit



Der Larson Scanner Kit ist nach dem berühmten US-Produzenten Glen A. Larson benannt – dem Mann, der für u. a. für die Erfolgsserien „Kampfstern Galactica“ und „Knight Rider“ verantwortlich zeichnet. Die berühmten Scanner-Lichter können Sie jetzt selbst zusammenbauen! Der Bausatz ist sehr einfach aufgebaut und beinhaltet einen programmierten Mikrocontroller, einen Batteriehalter und neun ultra-helle rote LEDs – im wahrsten Sinne des Wortes ein KIT(T)!

 Mitgliederpreis: 16,16 €

www.elektor.de/larson-scanner-kit



Normalerweise geben wir an dieser Stelle immer den "Review des Monats"-Gewinner bekannt, der einen Elektor-Wertgutschein in Höhe von 100 € erhalten hat. Jedoch haben wir diesmal einen ganz besonderen Gewinner: Max Roderer.

Max Roderer hat während unserer "Crazy Christmas"-Aktion ganze 1.000,00 Euro in bar gewonnen! Ok, wir geben zu, dass es ein wenig verwunderlich ist, im Juni-Heft einen Weihnachtsgewinner bekanntzugeben – nur lag uns erst sehr spät ein Foto des glücklichen Gewinners vor ;).

Max Roderers Name wurde unter allen Bestellern, die während der Vorweihnachtszeit im Elektor-Online-Shop eine Bestellung getätigt hatten, ausgelost. Herr Roderer hat quasi als Neu-Mitglied direkt den Vogel abgeschossen – er hatte nämlich unter anderem eine GREEN-Mitgliedschaft

in seinem Warenkorb. Als GREEN-Mitglied liest Herr Roderer jetzt jedes Elektor-Heft pünktlich und zuverlässig als PDF. Darüber hinaus hat er nun Zugriff zum gesamten Elektor-Archiv bis rückwirkend Januar 1990 und erhält automatisch 10% Rabatt auf alle Elektor-Produkte im Online-Shop.

Mehr Infos finden Sie unter www.elektor.de/green-mitglied



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.

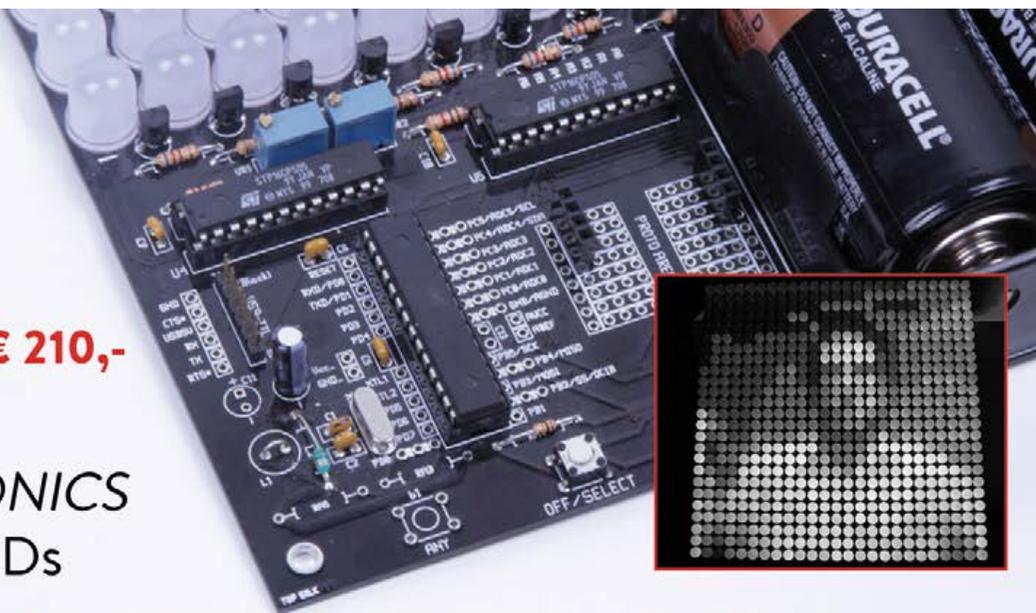
ELEKTOR.DE/PEGGY-2

NUR
249,95 €

Mitgliederpreis: € 210,-

NEU!
FUN ELECTRONICS
KIT MIT 625 LEDs

PEGGY 2: FUN LED-BOARD





Neu bei
Elektor



Red Pitaya V1.1

Beim Red Pitaya handelt es sich um ein Open-Source-Messgerät im Kreditkartenformat, das Sie individuell auf Basis Ihrer Anforderungen konfigurieren können. Hierdurch können Sie eine Vielzahl preisintensiver Messgeräte wie Oszilloskope, Funktionsgeneratoren, Spektrum-Analysatoren uvm. mit nur einem Gerät ersetzen.

Durch die nahezu unbegrenzten Möglichkeiten des Red Pitaya eignet sich die Messplattform perfekt für die Mess-, Steuerungs- und Regeltechnik aller Fachrichtungen, Forschung, Ausbildungszwecke, HF-Entwickler, Funktechnik etc.



Mitgliederpreis: 215,10 €
www.elektor.de/red-pitaya

Internet of Things

35 Projekte mit Raspberry Pi und Arduino

Red Pitaya

Verwandelt Ihr Smartphone, Tablet oder Ihren PC in ein umfangreiches Messinstrument!

NFC-Bundle

Breakout-Platine mit vormontiertem NT3H1201, Hauptplatine und das weltweit erste Buch mit NFC-Tag

Android 5



Diese Neuauflage des erfolgreichen Android-Buches bietet wieder einen praktischen Einstieg in die Entwicklung von Android-Apps und vermittelt Ihnen darüber hinaus wichtige weitergehende Aspekte der Android-Programmierung. Anhand eines durchgängigen Beispiels können Sie die vorgestellten Inhalte praktisch nachvollziehen. Darüber hinaus werden zahlreiche Tipps und Tricks vermittelt.



Mitgliederpreis: 39,90 €

www.elektor.de/android-5

Mystery Product



We dare you ...



www.elektor.de/mystery

XL741 Discrete Op-Amp Kit



Beim XL741 handelt es sich um einen kompletten Bausatz für eine diskrete Replik des historischen Opamps von der Firma Evil Mad Scientist Laboratories. Das Beste daran: Er funktioniert und man kann ihm beim Funktionieren quasi zugucken. Die überdimensionale IC-Form ist nicht nur sehr dekorativ, sondern bietet den Vorteil, dass man hier quasi in den Eingeweiden eines ICs wühlen und alle möglichen elektrischen Zustände messen kann.



Mitgliederpreis: 35,96 €

www.elektor.nl/xl741-op-amp-kit

- ✓ **Android 5**
www.elektor.de/android-5
 - ✓ **Arduino Sensor-Kit (37 in 1)**
www.elektor.de/arduino-sensor-kit
 - ✓ **Internet of Things**
www.elektor.de/iot-buch
 - ✓ **T-Board 28**
www.elektor.de/t-board-28
 - ✓ **tibo**
www.elektor.de/tibo
- www.elektor.de/neu-im-heft

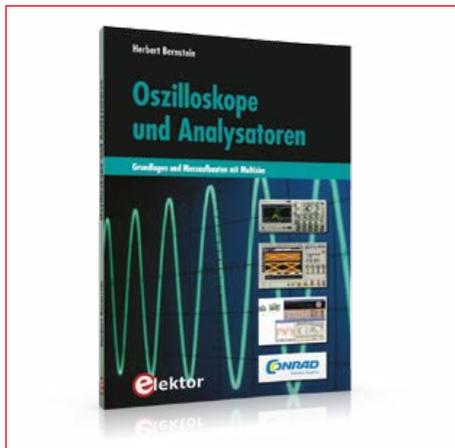
elektor•post: Neuigkeiten & Angebote aus erster Hand

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
- Gratis-PDF-Bundle im Wert von 40 €

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

Oszilloskope und Analysatoren

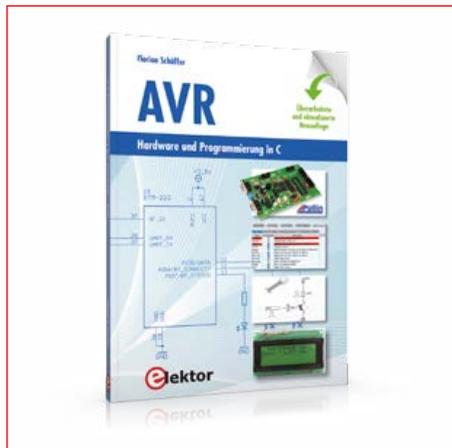


Dieses Fachbuch beinhaltet alles über analoge Oszilloskope, digitale Speicheroszilloskope, Logikanalysatoren, Bode-Plotter, Spektrum- und Netzwerkanalysatoren mit praxisorientierten Fakten. Der Autor hat auch für die komplexen Vorgänge der elektronischen Messtechnik praktische kurze Erklärungen und zeigt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

Mitgliederpreis: 42,00 €

www.elektor.de/oszilloskope-und-analysatoren

AVR



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

Mitgliederpreis: 34,80 €

www.elektor.de/avr-buch

tibo



tibo eröffnet einen neuen, spannenden und spielerischen Zugang zur faszinierenden Welt der Elektronik und kommt dabei ganz ohne Programmierung aus. Seine patentierte Sensorik ermöglicht es ihm besonders sensibel auf seine Umgebung zu reagieren und Hindernisse lediglich anhand von Helligkeitskontrasten zu erkennen.

Mitgliederpreis: 80,96 €

www.elektor.de/tibo



NFC-Bundle

Da immer mehr Geräte mit NFC (Near Field Communication) ausgestattet werden, womit zum Beispiel kleine Zahlungen getätigt werden können, hat das Elektor-Labor mit dem NFC-Gateway anhand des NT3H1201 von NXP ein Breakout-Board entwickelt. Die Hauptplatine enthält neben der Antenne auch einen ATmega328P-AU, der sich dabei um die Kommunikation mit dem NFC-Chip kümmert und auf den leicht über UART vom PC zugegriffen werden kann. Dieses vorteilhafte NFC-Bundle beinhaltet die Breakout-Platine mit vormontiertem NT3H1201, die Hauptplatine und das weltweit erste Buch mit NFC-Tag, das auf dem Markt erschienen ist.



Mitgliederpreis: 26,96 €
www.elektor.de/nfc-bundle

Internet of Things

35 Projekte mit Raspberry Pi und Arduino

Red Pitaya

Verwandelt Ihr Smartphone, Tablet oder Ihren PC in ein umfangreiches Messinstrument!

NFC-Bundle

Breakout-Platine mit vormontiertem NT3H1201, Hauptplatine und das weltweit erste Buch mit NFC-Tag

DER MONAT JUNI IST DER

FUN ELECTRONICS MONAT!

ALLE ANGEBOTE UNTER [elektor.DE/FUN](http://elektor.de/fun)

Willkommen bei **SHARE**



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

Digital? Jeder Dummkopf kann bis 1 zählen!

Vor kurzem erklärte Apple-Mitbegründer Steve Wozniak, dass „Steve Jobs und ich heute niemals einen Job bei Apple bekommen würden.“ So ist es. Wenn Sie heutzutage durch die strengen Einstellungsverfahren der meisten Ingenieurbüros kommen wollen, dürfen Sie keinen eigenwilligen Charakter haben, sondern sollten ein angepasstes Verhalten aufweisen, genauso wie so viele akademische Titel wie möglich. Dann haben Sie eine Chance, eingestellt zu werden. Einmal an den Fleischtöpfen, folgen Sie einfach die Regeln der Etikette, die vom Personalmanagement vorgeben werden, mit einem Hauch von persönlicher Mittelmäßigkeit, dann können Sie ihre Position halten. Es ist irgendwie lustig, wenn man bedenkt, dass die Geschichte der Elektronik voll ist von Genies, die eigentlich durchweg Außenseiter waren. Vor allem Analog-Entwickler. Und mein Favorit ist mit Abstand Bob Widlar.

Silicon Valley, Anfang der 1960er Jahre, wenige Jahre nach der Seifenoper mit den „Traitorous Eight“ war Fairchild Semiconductor bereits ein gut etabliertes Unternehmen. Aber nicht unbedingt erfolgreich, bis sie 1963 den Analog-Hexenmeister Bob Widlar einstellten. Obwohl es damals nicht wie die vernünftigste Entscheidung aussah: Es heißt, dass Widlar zum ersten Gespräch mit dem Chef der Forschungsabteilung halb betrunken ankam. Und beim zweiten Gespräch mit dem ehemaligen Personalchef Joe Malone machte er den Vorschlag, seine Entscheidung „nach sechs Bieren“ zu fällen. Sehen Sie? Auch Sie können es einfach beim nächsten Vorstellungsgespräch locker angehen lassen. Bei Fairchild entwickelte Widlar solch legendäre Opamps wie $\mu A702$ und $\mu A709$ und den Spannungsregler $\mu A723$. Als er um eine Gehaltserhöhung bat und diese abgelehnt wurde, verließ Widlar Fairchild zusammen mit seinem Arbeitskollegen Dave Talbert und fing 1966 bei Molectro an. Anstatt seine Entlassungspapiere zu unterschreiben, schrieb er auf das Formular: „Ich möchte REICH werden!“. Soviel zum Thema Business-Etikette.

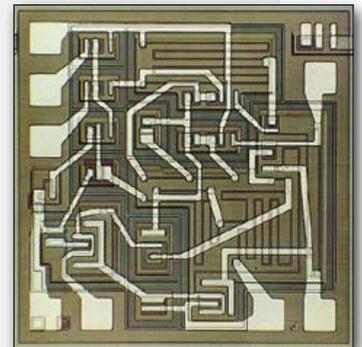
Molectro wurde schnell von National Semiconductor übernommen, wo Bob bis 1970 blieb. In diesen vier

Jahren schuf er den LM100, den ersten integrierten Linearregler, außerdem eine Reihe von verbesserten Operationsverstärkern namens LM101A sowie eine Bandgap-Spannungsreferenz mit einer Stabilität, wie sie zuvor noch nie gesehen wurde. Und natürlich noch ist in Erinnerung: Sein regelmäßiger Ein-Finger-Salut, der Tag, an dem er einen nervigen Gegensprechlautsprecher im Büro mit Kirschen bombardierte, die Anleitung, wie man mit dem „Widlarizing Hammer“ ein fehlerhaftes Bauteil kennzeichnet (kein Kommentar), der Tag, als er als Reaktion auf die jüngsten Budgetkürzungen ein Schaf in die Firmenzentrale mitbrachte, um den Rasen kostenlos zu mähen. Einige Jahre später, im Jahr 1980, gründete er gemeinsam mit seinen Kollegen Robert Swanson und Robert Dobkin eine andere Anlogschmiede: Linear Technology.

Wenn Sie solche Typen lieben, empfehle ich dringend, im Internet weiter in Widlars Leben zu stöbern. Sie werden keine Schwierigkeiten haben, umfangreiche und interessante Geschichten zu finden. Manche Leute sagen, dass analoge Entwickler in Wirklichkeit Künstler sind. Jedes neue IC ist eine Erfindung für sich, und es scheint ein angeborenes Talent erforderlich zu sein, das Hand in Hand geht mit einem außergewöhnlichen Charakter. Bob Widlar war dafür ein perfektes, einzigartiges Beispiel. Und außerdem ein Top-Ingenieur, hell yeah, er war ein Rockstar. ◀ (150220)



© Bo Lojek, History of Semiconductor Engineering, 2006



$\mu A709$ high-performance op-amp (1965), © Fairchild Camera & Instrument Corporation



© Fran Hoffart



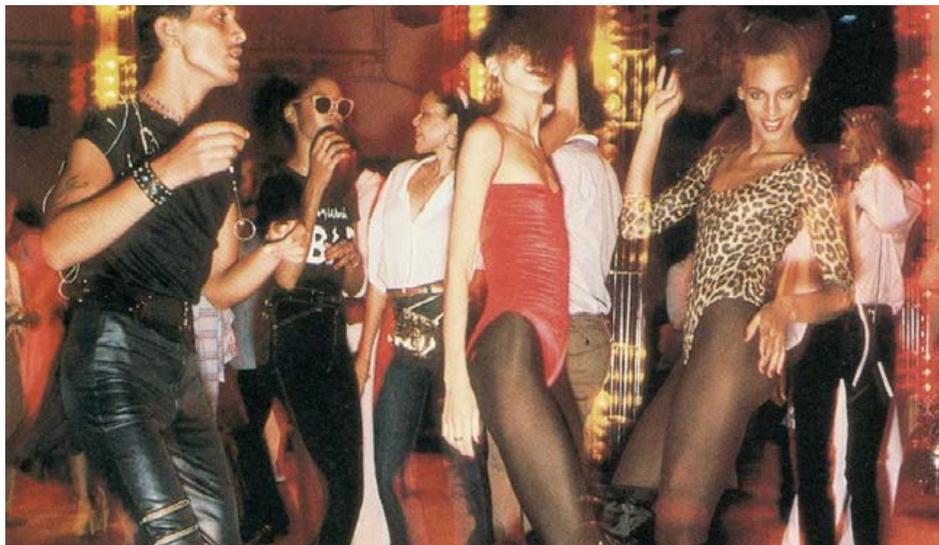
„Meine liebste Programmiersprache ist LÖTZINN.“ – Bob Pease

Digi-Disco 1978

Tanzen bis der 7406 explodiert

Von Dan Koellen (USA)

Die Sporthalle eines Gymnasiums im Frühling 1978. „Burn Baby Burn, Disco Inferno“ plärrt aus den Lautsprechern. Die Schüler tanzen zu den neuesten Disco-Hits. Ich sitze neben dem DJ auf der Bühne, checke den Klang und kämpfe mit mechanischen Schaltern, um die farbigen Lampen halbwegs im Takt der Musik leuchten zu lassen.



Genervt vom Schalten der Lampen von Hand machte ich mich an die Entwicklung von „Digi-Disco“, einer Lichtsteuerung, die Audiosignale zum Schalten der Lampen nutzen und Handarbeit überflüssig machen sollte. Nach dem Einschalten und der Einstellung sollte man bis auf das gelegentliche Ändern des Betriebsmodus keinen Finger mehr rühren müssen. Doch da ich damals ein Vollzeitstudent war, musste der Bau bis zu den Sommerferien warten.

Das Konzept

Die Steuerung sollte so automatisch wie möglich arbeiten. Logischerweise sollte die Musik selbst die Lichtmuster ansteuern. Der damalige Disco-Wahn machte Lichtbalken, die vor und zurück wanderten, sehr populär. Diese „Chaser“ genannten Lichtmuster waren also für den maximalen Effekt unbedingt erforderlich. Eine weitere Anforderung war genug Helligkeit, um eine ganze Sporthalle auszuleuchten. Da jeder „Gig“ darüber hinaus noch an einem anderen Ort stattfand, sollte man die Anlage einfach aufbauen, demontieren und lagern können.

Mikrocontroller waren damals noch nicht so verbreitet, wie sie es heute sind. Daher nahm ich mit diskreter digitaler Logik und analogen Bauteilen vorlieb. Für die digitale Logik kamen ICs der 1978 sehr populären 74XX-Reihe zum Einsatz.

Hinzu kamen noch analoge ICs und der unvermeidliche Timer 555. Ohne eBay, Amazon oder Webseiten mit Restbeständen benutzte ich schon vorhandene Bauteile oder solche, die ich in den lokalen Elektronik-Läden, von Schrotthändlern oder Versendern wie Radio Shack besorgen konnte. Bestellungen per Katalog und Post waren zwar üblich, aber unbequem und langsam. Die lokale Filiale von Radio Shack war immerhin in Fahrradreichweite. Von hier stammten Komparatoren, Gehäuse und Triacs. Man hätte auch digitale Logik der CMOS- oder 74LS-Reihe

verwenden können, aber diese ICs waren schwerer erhältlich und zudem teurer.

Das Projekt Digi-Disco setzte sich aus zwei Teilen zusammen. Ein Teil bestand aus Frontplatte mit Elektronik, wie in den **Bildern 1 und 2** zu sehen. Hier befanden sich Schalter, Knöpfe und Potis, mit denen man die Pegel, Modi und Tempi einstellen konnte, sowie die komplette Niederspannung-Steuerungselektronik. Der zweite und in **Bild 3** zu sehende Teil enthielt die Triacs zur Steuerung der Lampen und den Netzeingang. Bedien- und Leistungsteil wurden über ein Kabel mit elf Adern ver-

Retronik in elektor.tv

Das erste Retronik-Video wurde mit Hilfe von moderner Halbleitertechnik aufgezeichnet. Es steht jetzt unter www.elektor.tv zur Verfügung. Hier können Sie sehen, wie Besucher der electronica 2014 in München mit dem ElektorScope von 1976 und einem geöffneten, röhrenbestückten Signalgenerator von Rohde & Schwarz aus den 1960er konfrontiert werden. Es werden in naher Zukunft auch noch weitere Retronik-Videos und seltene Aufnahmen auf elektor.tv zu finden sein.





Bild 1. Das Bedienteil erlaubt die Konfiguration der Light-Show. Schmutz und Schrammen zeigen, dass die Anlage sehr häufig zum Einsatz kam. Der Aufdruck „PHASE“ rechts unten zeigt den Namen, unter dem wir damals lichtunterstützte Tanzmusik auflegten.

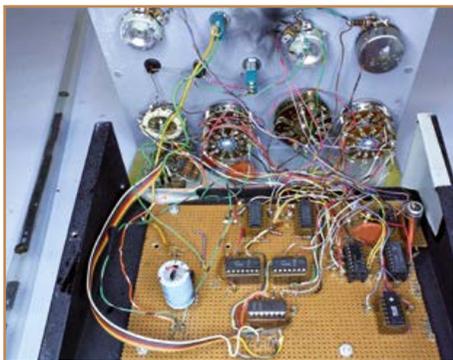


Bild 2. Die ganze Steuerelektronik wurde auf einem Stück Lochrasterplatine aufgebaut. Schwarze Schmauchspuren am Deckel oben in der Mitte künden noch vom bösen Fehler mit den 7406-Treibern. Links sieht man die Stange mit Ersatz-ICs, die bei jedem Auftritt dabei waren.



Bild 3. Der Leistungsteil enthielt die Triacs zur Lampensteuerung. Unten befinden sich die vier Buchsen zum Anschluss der Lichtbalken. Das Steuerkabel vom Bedienteil kommt von der Buchse unten links. Der Trafo sorgt für die Niederspannung des Bedienteils.

bunden. Die fertige Version konnte vier Lichtbalken ansteuern, die mit je sechs Farbspots zu je 75 W bestückt waren. Jede Lampe eines Lichtbalkens wurde einzeln geschaltet, aber dafür alle vier Lichtbalken wurden über der Bühne mit dem DJ aufgehängt. Die restlichen beiden wurden links und rechts von der Bühne auf zwei sehr große Lautsprecher des Typs „Voice of the Theater“ gesetzt, die wir für die Beschallung nutzten. Die Leistungsstufe wurde zwischen den Balken über dem DJ aufgehängt und über acht Kabel mit den Lichtbalken verbunden. Die Anlage hatte einen maximalen Energiebedarf von immerhin 1,8 kW. Bei der in den USA üblichen Netzspannung kommt man da schnell auf einen Spitzenstrom von 16 A. Damit konnte man prima eine Turnhalle ausleuchten, aber man benötigte eine extra Stromleitung nur für das Licht.

Für den einfachen Auf- und Abbau waren alle Kabel zwischen Bedien- und Leistungsteil sowie den Lichtbalken steckbar ausgeführt. Es wurde auf unterschiedliche Polzahl geachtet, damit man keine Stecker in die falschen Buchsen stecken konnte. Zudem war jeder Lichtbalken bezüglich seiner Orientierung und Bestückung kodiert. Die größte Schwierigkeit bestand also darin, die farbigen Lampen in der richtigen Reihenfolge in die Balken einzusetzen.

Die Schaltung

Bild 4 zeigt die originale, von Hand gezeichnete Schaltung. Damals gab es hierfür noch keine Software, die Studenten zur Verfügung gestanden hätte. Fast die ganze Elektronik steckt im Bedienteil. Triacs und Trafo für den Leistungsteil sind rechts unten abgegrenzt.

Das Audiosignal wurde direkt vom Lautsprecherausgang des Verstärkers abgegriffen und gelangt über den „Audio-Eingang“ auf der linken Seite des Schaltplans auf einen Poti und eine Diode. Für Letzteres wurde eine Germanium-Diode des Typs 1N34A verwendet, da sie gegenüber Siliziumausführungen über eine niedrigere Durchlassspannung verfügte. Mit dem 10-k Ω -Poti konnte man die Empfindlichkeit einstellen. Nach der Diode hatte man ein gleichgerichtetes Audiosignal, das mit „A.R.“ bezeichnet ist. Das Signal war roh und ungefiltert, reichte aber gut für die Ansteuerung aus. Ich hatte damals über aktive Gleichrichtung und Filter nachgedacht, aber das erwies sich als überflüssig.

A.R. steuert zwei Schaltungsteile: Einmal die amplitudenabhängige Lampensteuerung und zudem einen Zähler. In der Mitte sieht man mit IC3 und IC4 eine Reihe LM339 (Radio Shack lieferte den Typ RS339), je vier Spannungskomparatoren. Sechs Stück holen sich ihre Referenz von einer Widerstandskaskade. Ihre Ausgänge werden dann „low“, wenn A.R. die jeweilige Referenzspannung überschreitet. Folglich nimmt die Anzahl leuchtender Lampen wie bei einem großen VU-Meter mit steigender Amplitude zu. Die Kaskade ist für eine optimale Reaktion auf das Audiosignal ausgelegt und nicht etwa für Messzwecke.

Für den Chaser-Effekt sorgt ein 555 als AMV, der den Dezimalzähler 74190 taktet. Sein BCD-Ausgang wird von einem 7442 (oberer Schaltungsteil) dekodiert. Mit jedem Steuerpuls schaltet der Zähler weiter. Als Takt dient entweder das reine 555-Signal, die von einem Komparator binär gemachte Musik oder die Mischung aus 555-Takt und Musik durch ein 7408-AND-Gatter. Der 74190 passte wunderbar, da man mit einem Eingang die Zählrichtung umschalten konnte. Außerdem verfügte er über ein Preset. Beides konnte der damals verbreitete Dezimalzähler 7490 nicht. Meine Schaltung erlaubte drei Muster: Aufwärts zählen von Kanal 1 bis 6 und dann Reset auf Kanal 1, umgekehrt runterzählen von 6 auf 1 und Sprung auf 6 oder aber kontinuierliches Auf- und Abwärtszählen. Beim 7470 handelt es sich um ein JK-Flip-Flop mit preset und clear, mit dem die Richtung des 74190 festgelegt wird, indem entweder das Signal von Ausgang 0 oder 5 an den Richtungs-Pin gelangt. Die Zählrichtung kippt bei 0 und 5, so dass der nächste Impuls in die andere Richtung zählt. Ein Preset wurde nicht genutzt.

Da A.R. gleichzeitig an der analogen Steuerung und am Zählerteil anliegt, werden die Betriebsarten dadurch festgelegt, dass die Eingänge der Treiberstufen (aus je einem AND-Gatter gefolgt von einem invertierenden Treiber 7406, in der Mitte) zwischen Zählerausgängen und Komparatoren umgeschaltet werden. Beim 7406 handelt es sich um einen Hochvolt-Treiber mit Open-Collector-Ausgang, der bis zu 40 mA gegen Masse schalten kann. Die verwendeten Triacs brauchten aber 50 mA zum Zünden. Die Treiber müssen diesen Strom bei inaktivem Triac gegen Masse abführen können. Um diesen Strom zu packen, löttete ich einfach zwei 7406-ICs

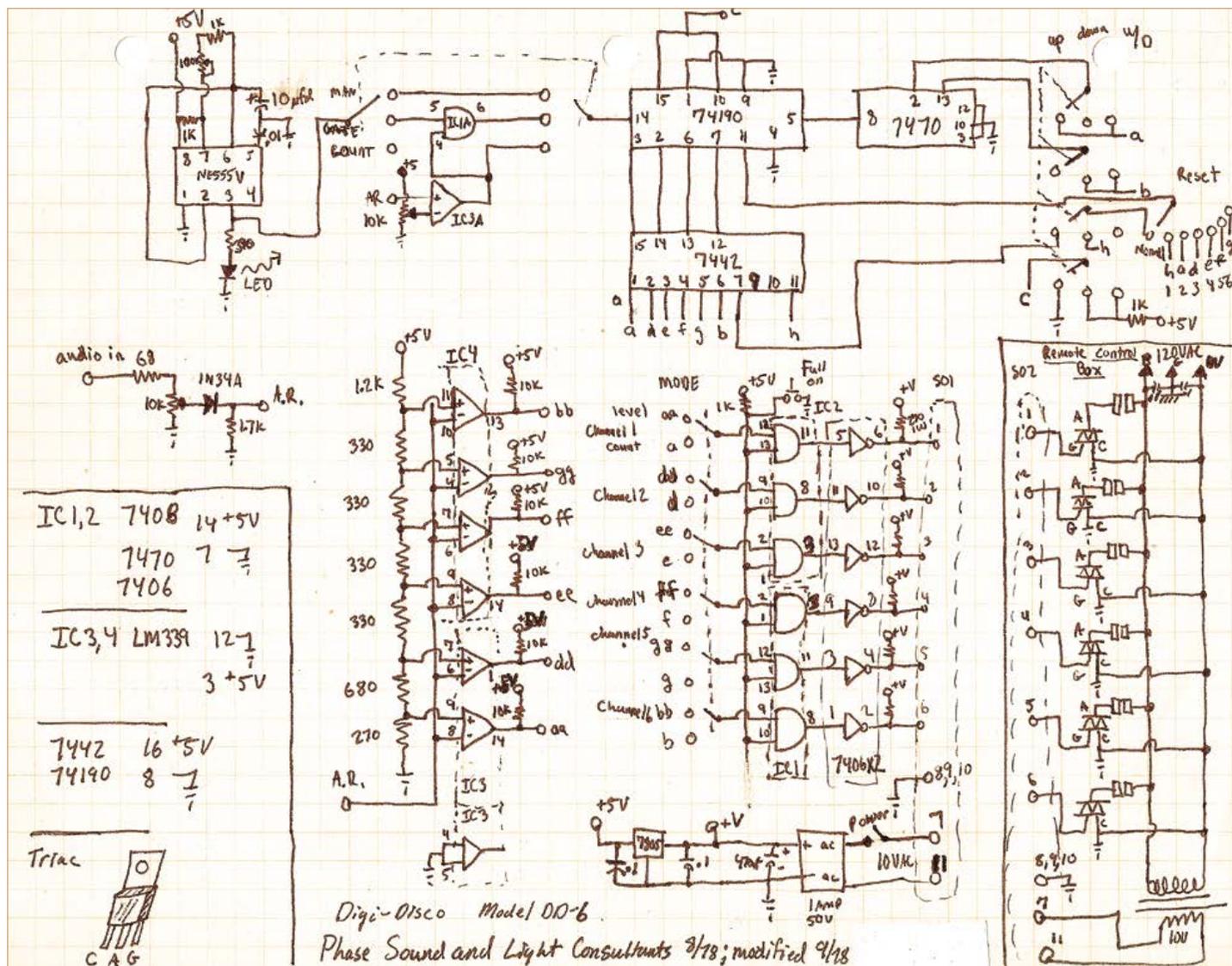


Bild 4. Das handgezeichnete Schaltbild von Digi-Disco. Damals firmierten wir unter dem Namen „Phase Sound and Light Consultants“.

aufeinander – im Schaltbild und in Bild 2 ist nur ein Treiber-IC zu sehen. Wenn der Ausgang eines 7406-Treibers „high“ war, wurde der Zündstrom für den jeweiligen Triac über das elfpolige Kabel zum Leistungsteil geleitet.

Es fällt auf, dass die Triacs nicht vom Rest elektrisch isoliert sind. Damals waren Optokoppler gerade für Studenten ziemlich teuer, aber TTL-ICs relativ preiswert. Also baute ich die Sache ohne Isolierung, obwohl mir klar war, dass ich immer einen Satz ICs dabei haben musste, um ein totes IC schnell ersetzen zu können. Für heutige Zeiten ist das kein gutes Vorbild, denn das ist nicht nur unsicher sondern auch „instabil“. Gerade die 7406-Treiber fielen während der ersten Veranstaltung mit Digi-Disco übel aus. Ich fand dann heraus, dass die Vermeidung von Songs mit vielen Verzerrungen und eine getrennte

Stromleitung für Sound und Licht Ausfälle verringerte.

Betrieb

Meine Digi-Disco funktionierte prima, was vermutlich dem stetigen Bass der damaligen Disko-Musik zu verdanken ist. Die Anlage war sehr leicht auf- und abzubauen. Bei den Veranstaltungen blieb sie die meiste Zeit in den Modi für Aufwärts- oder Abwärtszählen. Der 555 wurde auf ein gemächliches Tempo von etwa 2 Hz eingestellt. Daraus ergab sich ein quasi zufälliges Muster, das sich im Takt der Musik bewegte. Wenn der DJ sprach, war der VU-Meter-Modus angesagt, der der Stimme sehr gut folgte.

Die tanzende Jugend mochte meine Light-Show und der Begriff Digi-Disco verbreitete sich. Dies mehrte unsere Auftritte und steigerte natürlich auch das Einkommen.

Das Beste daran war aus meiner Sicht, dass ich nicht wie wild an Schaltern herumfummeln musste und die Anlage nur wenig Bedienung erforderte.

Verglichen mit Digi-Disco sind die Disco-Lights aus Elektor Februar 1984 sehr viel komplexer. Sie bieten nämlich speicherbare 32-Lichtmuster, CMOS-ICs, ein 19“-Gehäuse und Siebensegment-Anzeigen. Dieses Projekt wurde in *Retronik* im Februar 2008 gewürdigt. ◀

(140420)

**Auf der
Elektor 1980er DVD**

www.elektor.de/80-89

Nochmehr 74xx-TTL- und
40xx-CMOS-ICs!

Elektrifizierende Malerei

Von **Thijs Beckers** (Elektor-Labor)

Bare Conductive ist ein recht junges Unternehmen, das „Technologien entwickelt und produziert, die jede Oberfläche und jedes Objekt mit der digitalen Welt verbindet“. Es widmet sich der Schnittstelle von Design, Technik und Material und hat eine elektrisch leitfähige Farbe mit dem Namen Electric Paint entwickelt, mit der man Schaltungen zeichnen, Bauteile kalt löten und jede Oberfläche in einen Sensor verwandeln kann. Natürlich mussten wir das auszuprobieren! Wir bestellten ein paar Tuben und entwickelten während des Wartens auf DHL/UPS/FedEx Vorstellungen von gemalten Schaltungen auf Tassen, Tischen, Fenstern und großen Glastüren mit LEDs und ausgefallenen Sensoren. Bevor wir mit dem Zeichnen der Schaltungen anfangen, zogen wir die Farbe auf eine Spritze.

wenn Sie ein Quadrat malen, der Widerstand 55 W beträgt, wenn die Schicht 50 Mikrometer dick ist. Es spielt keine Rolle, wie groß das Quadrat ist, wenn es sich nur um ein Quadrat handelt. Solange Länge und Breite gleichermaßen geändert werden, ändert sich der Gesamtwiderstand nicht. Zurück zu unseren Messungen. Es waren nur zwei LEDs in Reihe geschaltet, was einen Spannungsabfall von etwa 5 V bedeutet. Folglich wurden die restlichen 7 V verschwendet, wobei die dabei entstehende Wärme von einer etwa 7 cm langen Farbwurst abgeführt wurde. Bei 20 mA beträgt die Verlustleistung aber nur 140 mW, so dass, keine Sorge, nichts heiß wurde.



Foto 1

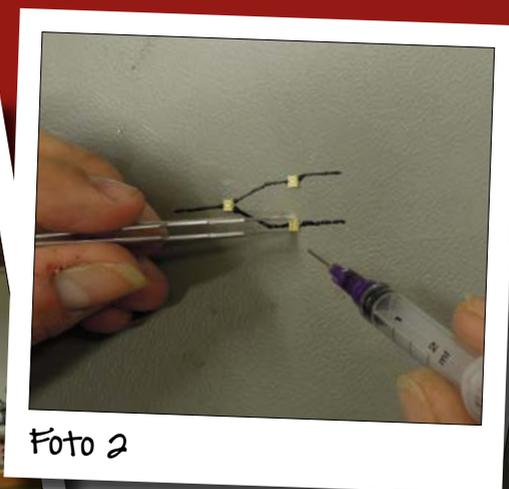


Foto 2

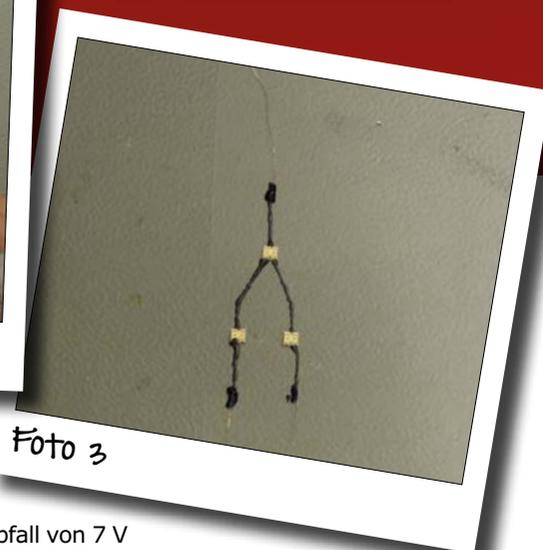


Foto 3

Wirklich notwendig war das nicht, aber wir fanden, dass sie dann besser dosierbar war (Foto 1). Wir entwarfen eine Schaltung mit drei Duo-LEDs, die wir in einer Schublade gefunden hatten, auf einer Overhead-Folie (Foto 2). Wir haben mit der Farbe ein paar dünne Käbelchen zur Spannungsversorgung angeklebt (Foto 3). Diese Verbindungen erwiesen sich als sehr empfindlich. Wir warteten eine angemessene Zeit, damit die Farbe trocknen konnte (sie leitet nicht im nassen Zustand) und hängten die Kabel an ein Labornetzgerät. Mit einer Strombegrenzung auf 20 mA drehten wir die Spannung auf. Es dauerte bis zu erstaunlichen 12 V, bevor die LEDs aufleuchteten (Foto 4).

Ok, die Farbe leitet tatsächlich Elektrizität, aber nicht gerade wie ein superleitender Nanodraht aus der Hexenküche des FZ Jülich. Das Datenblatt bescheinigt einen Oberflächenwiderstand von „55 Ω /Sq@50 Microns“. Diese etwas seltsame Angabe wird weiter unten im Datenblatt ausgearbeitet. Es bedeutet, dass,

Ein Spannungsabfall von 7 V bei 20 mA bedeutet aber auch einen Gesamtwiderstand von 350 Ω oder 50 Ω /cm.

Die empfohlene maximale Spannung, die an die Farbe angelegt werden kann, beträgt 12 V, was die Anzahl der LEDs in unserem Versuch auf zwei begrenzt. Eine Malerei auf einer großen Oberfläche mit langen Linien, etwa einer Tür, mit 100 LEDs ... nicht gerade eine glänzende Idee.

Wir haben ein paar elementare Messungen durchgeführt: Wir zogen eine Farbwurst direkt aus der Tube und haben den Widerstand gemessen: etwa 80 Ω /cm Farbe. Das sind 60 % mehr als in unserem ersten Experiment. Eine Konsistenz des Widerstands ist also nur schwer zu erreichen. Ein Kupferdraht mit einem Durchmesser von 0,5 mm (24 AWG) weist einen Widerstand von ungefähr 80 mW/m auf. Das ist ein großer Unterschied!

Zum Vergleich brachte ein Kollege eine Tube leitfähigen Kleber mit, die er vor kurzem bei eBay gekauft hatte. Nicht nur,

Im Elektor-Labor fürchten wir keine neuen Technologien und halten stets ein wachsames Auge auf den E-Markt gerichtet. So erregte letztens eine Elektrik-Farbe unsere Neugier. Obwohl kein neues Konzept, haben wir es doch auf die Schnelle getestet.



Foto 4



Foto 5



dass dieser viel besser klebte, auch die Leitfähigkeit war um den Faktor 5 besser. Der Klebstoff enthielt wahrscheinlich eine Metallverbindung als leitende Komponente, während die Electric Paint auf leitendem Kohlenstoff basiert.

Die Farbe mag es überhaupt nicht, wenn sie gefaltet wird. Weiche Rundungen sind ok, aber bei Knicken bricht sie und leitet natürlich nicht mehr. Schichtdicke und Substratmaterial spielen dabei natürlich eine große Rolle. Eine dünne Schicht verhält sich am flexibelsten. Und wie Sie sehen können, ist dünner Kunststoff nicht das beste Substrat (Foto 5). Nicht dehnbare Substrate sind sehr zu empfehlen.

Also, wie lautet unser Urteil? Wir denken, Electric Paint ist in Anwendungen einsetzbar, wo es nicht auf den Widerstand ankommt, etwa bei kapazitiven Sensor-Setups. Oder für sehr kurze Abstände, in denen der Widerstand gering bleibt. Die Farbe ist mit Seife und Wasser abwaschbar, also wenig für nasse Umgebungen geeignet. In gewisser Weise ist dies sinnvoll, da kaum ein Stromkreis wirklich Wasser mag. Aber erwarten Sie keinen Ersatz für Kupferdraht, dazu ist der Widerstand viel zu hoch. ◀

(150230)

Über den Autor

Thijs Beckers kam im Jahr 2005 als Neuling in die niederländische Elektor-Redaktion, unmittelbar nach seinem Abschluss in Elektrotechnik.

Er unterstützte eine Zeit lang die englische Redaktion und das Elektor-Labor und wurde schließlich 2014

„Vollzeit-Laborant“. Derzeit ist er für die Bestellung und die fehlerfreie Herstellung von Elektor-Kits und Modulen zuständig.

Seine persönlichen Interessen sind Elektronik-Design (mit Fokus auf Audio-Elektronik) und der Lautsprecherbau. Daneben ist er (E-)Drummer in einer Hardrockband und produziert selbst Musik.



Die Evolution des Taschenrechners

Des Rechenschiebers Untergang

Von Harry Baggen
(Redaktion NL)

Keine Folge unserer nostalgiegefärbten Rubrik „Retronik“, sondern die Neuauflage unserer Web-Recherche ist diese Reise in die geschichtsträchtige Welt der Taschenrechner. In Schule, Studium und Beruf war er für Heerscharen von Elektronikern ein unverzichtbares Utensil. Für uns Grund genug, im Netz auf historische Spurensuche zu gehen.



HEWLETT-PACKARD presents the first pocket answer machine that speaks your language

Wenn der Mensch heute etwas berechnen muss, greift er zum Smartphone. Und wenn die dort eingebauten Fähigkeiten nicht reichen, genügt der Download einer App, damit das Smartphone zum wissenschaftlichen Taschenrechner mutiert. Natürlich war das nicht immer so, die älteren Semester werden sich noch an die smartphonefreie Zeit erinnern. Vor fünf bis sechs Jahrzehnten war der Rechenschieber ein ständiger Begleiter, Ablesefehler waren kaum auszumerzen, und um die Rechengenauigkeit war es nur mäßig bestellt.

Anfang der siebziger Jahre traten die ersten elektronischen Taschenrechner auf den Plan, die praxistauglich und gleichzeitig erschwinglich waren. Bald boomte der Markt, und die Hersteller

schoben in rasantem Tempo fortlaufend neue Modelle mit erstaunlichen Fähigkeiten nach. Zuerst kamen die „wissenschaftlichen“ Funktionen, dann wurden die Taschenrechner programmierbar, und schließlich wurde die Palette mit Modellen bereichert, die auf grafischen Displays zeigten, wozu sie fähig waren.

Im Überflug

Die Geschichte der Rechenmaschine reicht weit zurück, der elektronische Taschenrechner ist nur eine der letzten Etappen. Vorreiter und Pionier war Hewlett-Packard, kurz HP genannt. HP brachte 1968 einen „preiswerten“ wissenschaftlichen Rechner auf den Markt, der erstmals voll halbleiterbestückt war. Er



Foto: International Slide Rule Museum



Foto: Wikipedia



Foto: International Slide Rule Museum

kostete rund 5000 \$, war aber noch nicht mobil einsatzfähig. Mit Zahlen gefüttert wurde der Urahn nach dem Prinzip der Umgekehrten Polnischen Notation (UPN). Dass dieses Prinzip das Rechnen mit Klammerausdrücken abschaffte, war für manche Benutzer ein Segen, für andere war es ein Fluch. Der erste „Handheld“ von HP war der HP-35, er wurde 1972 präsentiert. Damit war der Startschuss für eine Evolution gefallen, die über Jahrzehnte andauern sollte.

Ein ernstzunehmender Konkurrent im Segment der Taschenrechner war Texas Instruments. Dort begann Jack Kilby, dem die Erfindung der Integrierten Schaltung zugeschrieben wird, schon Anfang der sechziger Jahre mit der Entwicklung integrierter Bausteine für den „Handheld Calculator“. Im Jahr 1967 erschien der Prototyp eines mobilen, mit Batterien betriebenen Rechners, der allerdings lediglich die Grundrechenarten beherrschte. Ein Meilenstein der Etappe war 1971 geschafft, als TI den marktreifen „Calculator-on-a-Chip“ vorstellte. Jetzt waren sämtliche Funktionen einschließlich Tastatur- und Display-Steuerung auf einem einzigen Chip vereint. Der Chip kostete etwa 100 \$, ein Preis, der damals deutlich niedriger als der Preis eines diskret aufgebauten Rechners lag. Auch mit dem nächsten Entwicklungsschritt, dem programmierbaren Taschenrechner SR-50, hatte TI die Nase vorn. Konkurrent HP konterte diese Herausforderung mit dem ebenfalls programmierbaren HP-35, er wurde zum Erfolgsmodell.

In den folgenden Jahren traten weitere Hersteller auf den Plan, um sich ein Stück vom Kuchen abzuschneiden. Auf dem Markt der Taschenrechner hatten sich Namen aus Fernost wie Casio, Sharp, Canon und Citizen etabliert. Die achtziger und neunziger Jahre waren geprägt von einem fast unüberschaubaren Angebot. Doch übrig geblieben ist davon nur wenig. Heute bewegen sich die Preise ausgewachsener wissenschaftlicher Modelle im Bereich einiger zehn Euro. Von unbedeutenden Außenseitern abgesehen teilen sich TI und Casio den Markt.

Streifzug im Web

Wenn es um die Beliebtheit geht, kann HP haushoch punkten. Im Web tummeln sich diverse Seiten, auf denen die HP-Taschenrechner im Mittelpunkt stehen. Die Wurzeln der Entwicklung, die Daten der HP-Modelle und ihr Erscheinen, sogar Programme und Emulatoren gehören zum Fundus. Exemplarisch greifen wir das *Museum of HP Calculators* heraus [1], das kaum eine Frage offen lässt. Sogar über Seriennummern und interne Codenamen gibt das virtuelle Museum Auskunft. Die Freunde von Texas Instruments werden in einem anderen „Museum“ fündig, es nennt sich *Datamath Calculator Museum* [2]. Auch hier wird viel historischer Wissensstoff vermittelt, die Chronologie ist ein wichtiger Aspekt. Die Website wird akkurat gepflegt, auch brandaktuelle Modelle sind vertreten.

Das *Museum of Pocket Calculating Devices* [3] ist ein Ort für Taschenrechner, die irgendwie aus dem Rahmen fallen. Dazu gehören sprechende Modelle ebenso wie Astro-, Bleistift-, Lady- oder Armbanduhr-Rechner. Eine andere Abteilung widmet sich den so genannten „Pocket-Computern“, darunter befinden sich einige fast schon skurrile Modelle von Sharp und Casio.

Die Website *RSkey.org* [4] hat sich den programmierbaren Taschenrechnern verschrieben. Der Besucher wird durch weitläufige „Museumsräume“ geleitet, die nach den bekannten Marken gegliedert sind: Casio, Citizen, HP, Sharp und TI. Die Dokumentationen sind nahezu lückenlos, fast jedes Modell ver-

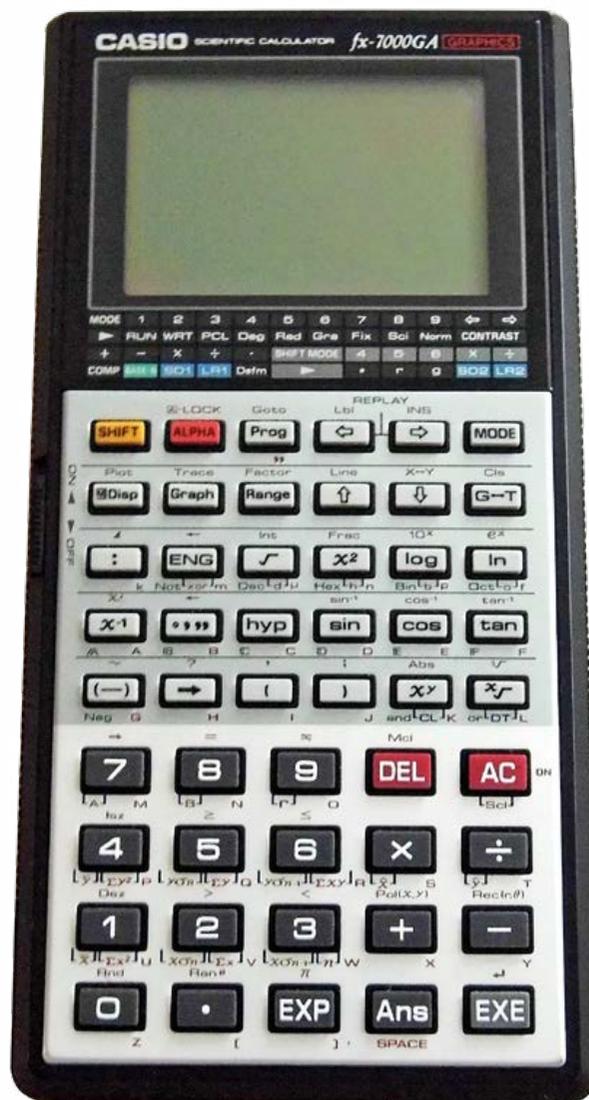


Foto: Joe Haupt, Wikimedia

fügt über eine eigene Seite, und Programmbeispiele und Listings dürfen natürlich nicht fehlen.

Das *International Slide Rule Museum* [5] pflegt vornehmlich das Andenken an den guten alten Rechenschieber. Darüber hinaus ist eine chronologische Auflistung aller Taschenrechner einschließlich der wissenschaftlichen Modelle abrufbar. Für viele Typen können originale Bedienungsanleitungen in elektronischem Format heruntergeladen werden.

Unser kurzer Streifzug ist hier beendet. Haben Sie noch irgendwo einen antiken Taschenrechner vergraben? Erwecken Sie ihn zu neuem Leben und staunen Sie, was schon damals möglich war! ◀

(150216)gd

Weblinks

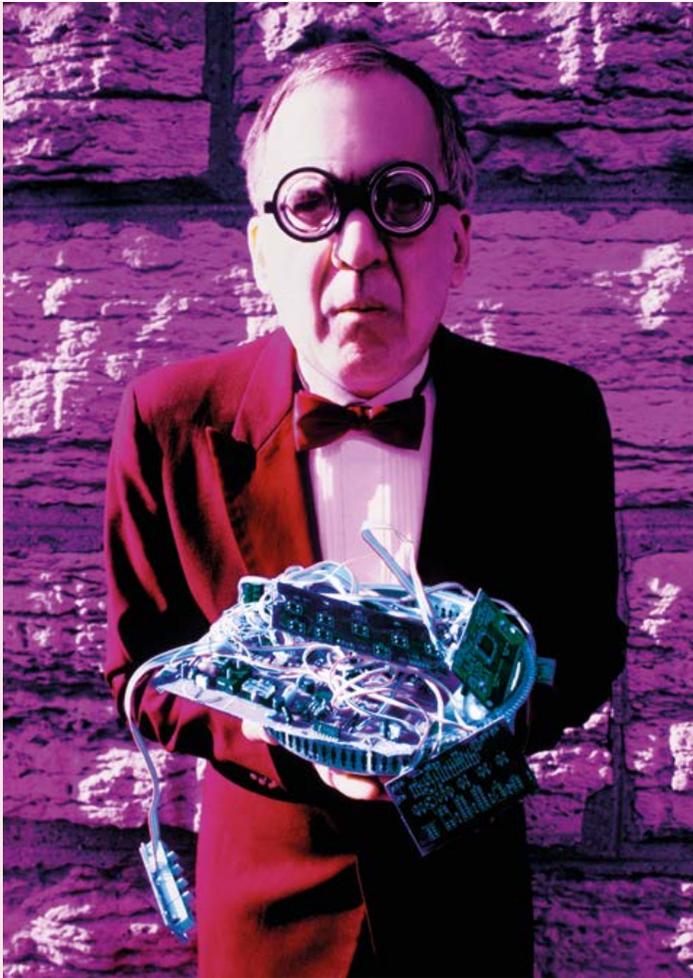
[1] www.hpmuseum.org

[2] www.datamath.org

[3] www.calculators.de

[4] www.rskey.org

[5] <http://sliderulemuseum.com/Calculators.htm>



Elektor-Labs.com

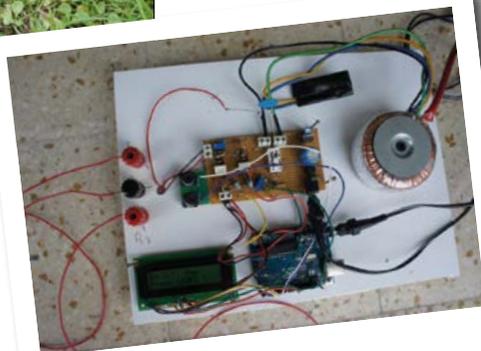
Die neuesten kreativen E-Projekte

In dieser Ausgabe erfahren wir etwas über die Messung des Erdungswiderstandes, die dezimale Zeit, eine Playlist in der Jukebox und eine Fahrt mit dem selbstgebauten E-Kart.



DIY-Megger

Erdungswiderstandstester (Megger) sind teuer und in der Regel auf den Bedarf von Elektrofachbetrieben beschränkt. In diesem Projekt prüft ein Arduino Uno den Erdungswiderstand und zeigt ihn auf einem 16x2-LCD an. Es ist nützlich, es macht Spaß, und Sie können eine Menge über eine Messung des nicht so bekannten Erdungswiderstands lernen.



<http://po.st/earthtester>

Was läuft da falsch?

Sie radeln die Landstraße entlang, die Vögel zwitschern, Sie halten den 30er-Schnitt und haben bereits 190 Kalorien am Morgen verbrannt. Dann stürzt Ihr Fahrrad-Computer ab und neue Batterien

wollen das Problem nicht lösen. Die meisten Fahrradcomputer sind ziemlich wetterfest, so dass sie nicht geöffnet werden können. Wie soll man dann herausfinden, wo der Fehler steckt? Diese einfache Testschaltung mit einem Frequenzbereich von 105..128 kHz überprüft schnell, wo es im System hakt.



<http://po.st/bikecomputer>

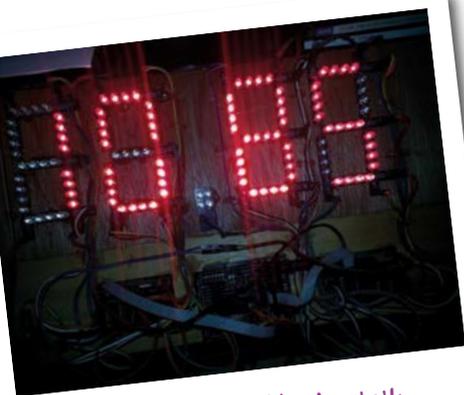
Go Kart – aber elektrisch

Elektroautos sind in aller Munde, aber was ist mit elektrischen Karts? Nehmen Sie einen bürstenlosen 48 V/10 kW-Gleichstrommotor und schon können Sie nach Herzenslust Gummi verbrennen. Das Projekt befindet sich noch in den Kinderschu-

hen, aber wenn Sie glauben, es sei eine coole Idee, warum nicht helfen? Posten Sie Ihre Ideen, Tipps und Anliegen und wir bauen etwas, das genauso gut ist wie ein Tesla (okay, okay, mehr oder weniger!).



<http://po.st/ekart>



<http://po.st/decimalclk>

Wir sehen uns um 10:55!

Das ist kein Tippfehler; es ist nur eine andere Art, die Zeit in Minuten auszudrücken. Nicht alle Uhren sind sexagesimal und in einigen Fällen ist es ganz praktisch, um Dezimal-Uhren zu verwenden, etwa bei der Abrechnung von Arbeitszeit. Um die Dinge einfacher zu machen (oder die Menschen zu verwirren) entschied der Autor, sich seine eigene Uhr bauen. Das Konvertieren von Zahlen mit verschiedenen Basen ist für uns selbstverständlich, warum sollte es bei der Uhrzeit zu schwierig sein, sich daran zu gewöhnen?

Mach mich heiß, Arduino!

Aber tu es richtig! Dieser Controller, basierend auf einem Arduino-Micro, sorgt für die perfekte Temperatur am Kopf und Druckbett Ihres 3D-Druckers. Ein OLED-Display zeigt Ihnen die aktuelle Kopftemperatur, die Solltemperatur, die Abweichung und sogar die PID-Parameter des Reglers.

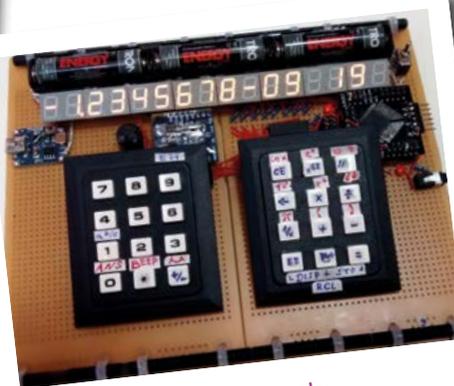


<http://po.st/3dtempctrl>

Old School ist Cool

Die Symptome sind eindeutig: Nostalgische Gefühle für das warme Licht einer 7-Segment-Anzeige, Sehnsucht nach der Eingabe großer Zahlen auf einer lauten Klappertastatur und der tiefe Drang, mit den ganzen wissenschaftlichen Funktio-

nen herumzuspielen. Die bittere Erkenntnis, dass ihr Smartphone das Verlangen in dieser Hinsicht nicht erfüllt. Herr Jens Grabner, der Entwickler des Projekts, schlägt als Therapie den Bau eines echten Retro-Rechners mit dem starken Herz eines ATmega1284P vor. Er brachte den Prototypen an unserem Messestand auf der Embedded World vorbei, so dass wir den



<http://po.st/retrocalc>

Rechner genauer begutachten konnten.

Trägerische Batterie

Wacht auf, es ist 2015! Niemand mag an einen Batteriewechsel denken! Diese kleine Platine, die perfekt in ein AAA-Batteriefach passt, wandelt die 5 V eines USB-Adapters auf 1,5 V. Sie ist besonders nützlich, wenn Sie immer noch stationäre Geräte mit Batteriebetrieb haben, aber ein für alle Mal das Batteriewechseln vergessen wollen. Schauen Sie sich das Layout an ... einfacher geht's nimmer!



<http://po.st/USB2AAA>

Musik Out of the Box



<http://po.st/musicbox>

Klingt gut, sieht gut aus ... aber die wahre Schönheit steckt in den inneren Werten, nicht wahr? Diese kleine PIC-basierte Schaltung ersetzt die Mechanik einer Vintage-Jukebox und eröffnet dem Benutzer, eine Playlist zu erstellen. Huch, werden Sie denken, seit wann hat eine Jukebox eine Playlist? Nun, wir können es Ihnen verraten: ab jetzt! ◀

(150221)

Zusammengestellt von **Beatriz Sousa**

Elektor präsentiert: **Fun Electronics**

Wir stellen Ihnen eine neue Produktkategorie in unserem Web-Shop mit dem Namen Fun Electronics vor. Es geht um Projekte, die das Kind im Elektroniker ansprechen, ein LED-Weihnachtsbaum, ein Plotter für Ostereier, ein Roboter oder eine Drohne. Aber weil wir die ernsthafteren Dinge nicht vernachlässigen wollen, entschieden wir uns für eine eigene Kategorie - Elektor.de/fun - damit jeder problemlos den Weg in diese Abteilung unseres Shops findet.

Dies ist auch ein guter Weg, Ihr Kind für Elektronik zu interessieren. Wenn Sie einen Vorschlag für einen netten Fun-Artikel haben, sollten Sie mich kontaktieren: beatriz.sousa@eimworld.com.



Elektor Select

Wir bieten einen neuen Service an, in dem wir die besten Artikel zu einem bestimmten Thema/Problem zusammenfassen und es in ein E-Book verwandeln. Das erste Thema wird Arduino sein. Wer hat Ideen für unser nächstes Thema? Schicken Sie mir eine Mail und vielleicht erscheint dann Ihr Lieblingsthema demnächst als E-Book: beatriz.sousa@eimworld.com.

READ ONLY MEMORY

Unser Magazin kann auf eine lange Geschichte zurückblicken. In diesem Kasten zeigen wir stolz Vergangenes aus alten Tagen.

Karikaturen in Elektor

Zwischen etwa 1975 und 1990 wurden die Seiten von Elektor gelegentlich von grotesken Karikaturen von Jaap Kuiper aus der hauseigenen Grafik- und Textsatz-Abteilung aufgelockert. Obwohl kein Techniker, war Jaap in der Lage, den Kern einer Schaltung überaus treffend ohne ein einziges Wort nur in einem Bild auszudrücken. Glücklicherweise haben viele Originale seiner Zeichnungen die Umzüge, Umstrukturierungen und „Ausmistungen“ des Elektor-Verlags überlebt. Die Karikaturen waren in der Regel „Unity Gain (0 dB)“, was bedeutet, dass unsere Leserschaft darüber sehr geteilter Meinung war...



> 10.000 für das

Man nimmt an, dass im Jahr 2018 mehr als die Hälfte aller elektronischen Innovationen aus Heim-Laboren kommen wird. Dies veranlasste einen Kunden neulich zu der Bemerkung: „Das ist eine gute Nachricht für euch, nicht wahr? Elektor erreicht doch die Privathaushalten und Arbeitsplätze von ääh wieviel Ingenieuren?“

Die tatsächliche Anzahl der Ingenieure unter den Mitgliedern ist abhängig davon, wie Sie sie in der Elektor-Community suchen. In 83 Ländern zählen wir fast 200.000 Mitglieder, die jeden Freitagmorgen unseren wöchentlichen Newsletter erhalten, mit Nachrichten, Video-Anleitungen, technischen Neuigkeiten, elektronischen Entwürfen, Projekten, Briefings, Wettbewerben, Aufrufen, Beiträge einzureichen, Columnen und und und. Mehr als 55.000 Elektor-GOLD- und -GREEN-Mitglieder kaufen unsere Bücher, Leiterplatten, Module und Mikrocontroller, verwenden unsere DVDs und natürlich lesen und teilen sie unsere Zeitschriften und Sonderausgaben. Nicht zu



elektor • **ACADEMY**
NEUE ELEKTOR-SEMINARE

30.06.2015 – 02.07.2015

3-tägiges Seminar:

Embedded Linux in Theorie und Praxis (Regensburg)

Elektor-Labore Business

vergessen die etwa 12.000 Prototyper, Macher und Entwickler, die als Elektor-Labs-Mitglieder registriert sind. Die Community wächst täglich. Die Zahl der Ingenieure ist nicht zu schätzen, aber zweifellos enorm! Dieser Trend des „Home-Business-Development“ veranlasste unseren deutschen Herausgeber Rolf Hähle im Jahr 2014, ein *Elektor Business-Special* zu starten. Es lief so gut, dass seine Kollegen des englischen und holländischen Teams sofort Rolfs bahnbrechendem Schritt folgten. Jetzt erklimmen wir die nächste Ebene. In diesem Sommer werden wir die erste Home-Business-Zeitschrift der Welt starten: *Elektor Business* in Deutsch, Niederländisch und Englisch, im Print- und im Digitalformat. Die Printversion wird an die Privatadressen unserer GOLD- und LABS-Mitglieder geschickt, die digitale zu privaten und geschäftlichen E-Mail-Konten. Sie steht auch im Elektor-Shop zum Download zur Verfügung. Ein neuer Service für einen neuen Trend in Innovation & Business.



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: **Bert van Dam**

Publikationen: **Elektor hat mehr als 14 seiner Bücher, einen professionellen Kurs, Hardware und zahlreiche Artikel in vielen verschiedenen Sprachen veröffentlicht.**

Warum und wie sind Sie Autor geworden?

Als Teenager hatte ich (illegalen) Zugang zu einem Großrechner und brachte mir Algol 60 bei. Das, was ich tat, habe ich auf einem Notizblock aufgezeichnet – und schon war ich vielleicht ein Autor. Ich habe auf meiner Webseite Projekte zu den Themen Robotik, künstlicher Intelligenz und Mikrocontrollern veröffentlicht, bis mich ein paar Jahre später Elektor fragte, ob ich nicht ein Buch schreiben wolle.

Auf welches Buch sind Sie am meisten stolz?

Das ist wohl „Artificial Intelligence – bring your microcontroller to life!“ Dies ist ein einzigartiges Buch. Es übersetzt komplizierte Mechanismen aus dem Bereich der künstlichen Intelligenz in einfache Programme, die leicht zu verstehen und doch erstaunliche Dinge zu tun in der Lage sind. Zum Beispiel ein kleiner Roboter, der lernt, nicht anzuecken. Das Programm hat nur ein paar Zeilen Code, ist aber faszinierend wirksam.

Was begeistert Nicht-Tech-Menschen mehr: Lego oder RPi?

Raspberry Pi ist für Leute, die mit Computern und Programmierung und ein wenig auch mit Elektronik experimentieren möchten. Der RPi ist so billig, dass Sie keine Angst haben müssen, ihn kaputtzumachen. Lego ist dagegen für Leute, die mechanische Apparate bauen und deren Betrieb automatisieren wollen. Lego ist sehr robust und zuverlässig, und wenn Ihr Design nicht funktioniert, kann man es leicht ändern. RPi und Lego dienen unterschiedlichen Bedürfnissen.

Verraten Sie uns etwas zu ihrem nächsten Buch!

Das nächste Buch heißt „Das Internet der Dinge - 35 Projekte mit dem Raspberry Pi und Wireless Arduino“. Hausautomatisierung ohne Kabel! Wir haben seit Jahrzehnten davon gesprochen, aber jetzt ist die Technologie endlich verfügbar und billig genug. Ich beschreibe den Aufbau eines sehr flexiblen Systems, das von einem Tablet, PC oder Smartphone gesteuert wird. Es gibt vielfältige Beispielprojekte wie eine „Offenes-Fenster-Erkennung“, ein Smart-Sensor, der ermittelt, ob die Kinder im Bett lesen statt schlafen, eine Klingel, die „tele“-ausgeschaltet werden kann und noch viel mehr. ◀

01.07.2015 – 02.07.2015

2-tägiges Einsteigerseminar:

C-Programmierung für Mikrocontroller (Regensburg)

Mehr Infos & Anmeldung:

www.elektor.de/events

Hexadoku

Sudoku für Elektroniker

Hier kommt wieder eine neue Version unseres Hexadokus, ein Rätsel, das direkt für logische Denker entwickelt wurde. Das Ding ist zwar ganz schön knifflig, doch einen Elektroniker kann so etwas natürlich nicht abschrecken. Wie immer könnte sich die Anstrengung auch lohnen, denn hier warten fünf schöne Elektor-Gutscheine auf die glücklichen Gewinner!

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 Gutscheinen 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 30. Juni 2015.

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

Die richtige Lösung ist: **DFBA9**

Einen Elektor-Wertgutschein über je 50 € haben gewonnen:

Gerhard Dum, Henk Borst, Martin Lorang, Dirk Dreesen und Matthijs Adriaansz.

Herzlichen Glückwunsch!

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

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

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

Maker Faire® Hannover

FAMILIEN-FESTIVAL FÜR INSPIRATION,
KREATIVITÄT & INNOVATION
DER GROSSE MAKER-TREFFPUNKT.



Ein Ort zum Wissensaustausch rund um Technik, Wissenschaft, Kunst und Handwerk

Zahlreiche kreative Ausstellungen, Erfindungen, Mitmachstationen, Experimente,
Vorträge und Workshops

Im Vordergrund steht „Anfassen und Ausprobieren“

TICKETS GIBT ES AN DER TAGESKASSE ODER UNTER
WWW.MAKERFAIREHANNOVER.COM

6. & 7. Juni 2015, 10 – 18 Uhr
Hannover Congress Centrum

präsentiert von:

Make:
make-magazin.de

Medienpartner:



Spensoren:



Kooperationspartner:



WWW.MAKERFAIREHANNOVER.COM

JETZT ABONNIEREN!

Newsletter

Erhalten Sie wöchentlich frische Informationen über

- ✓ Neuheiten
- ✓ beste Angebote
- ✓ Preisreduzierungen



Neueste Technik zum Top-Preis!

- ✓ über 45 Jahre Erfahrung
- ✓ schneller 24-Std.-Versand
- ✓ über 50.000 Produkte am Lager
- ✓ kein Mindermengenzuschlag



Messzubehör-Set

Umfassende Sammlung an Messzubehör für den Elektronikbereich

- 2x Abgreifklemme
- 2x Sicherheitskrokodilklemme
- 4x 4 mm Sicherheitsverbindungsleitungen
- 2x 4 mm Sicherheitsprüfleitungen mit Kupplung
- 2x Prüfleitungen mit 2 mm Prüfspitze
- 1x Temperatursensormessperle
- 1x Universal-Temperaturfühler



PEAKTECH 8200
38,10

Abschließbare Premium-Koffer für Messgeräte



PEAKTECH 7300	320 x 250 x 150 mm	21,95 €
PEAKTECH 7305	405 x 330 x 150 mm	26,45 €
PEAKTECH 7310	460 x 330 x 150 mm	31,95 €

Grafikmultimeter mit Bluetooth

Innovatives, professionelles und intuitiv zu bedienendes Grafikmultimeter mit vielfältiger Funktionalität



EN 61010-1
CAT III
1000 V

EN 61010-1
CAT IV
600 V



- 5,6 cm TFT-Display, 50.000 Counts
- Grundgenauigkeit: 0,01%
- Datenlogger mit Kurvendarstellung
- Bluetooth-Schnittstelle zur Kommunikation mit Smartphones (Android / iOS)
- AC/DC Strom- und Spannungsmessung bis 10 A / 1000 V
- Widerstands-, Kapazitäts-, Frequenz- und Temperaturmessung

PEAKTECH 3440
184,00



Digital-Multimeter bis 20 A AC/DC

Ideal für den Ausbildungs-/Service- und Industriebereich

EN 61010-1
CAT III
1000 V

PEAKTECH 2005
29,95

- 28 mm LCD-Anzeige, 2000 Counts
- Grundgenauigkeit: 0,5%
- HFE Transistor-Test, Data-Hold
- Temperaturmessung über Typ-K-Fühler
- AC/DC-Strom- und Spannungsmessung bis 20 A / 1000 V
- Widerstands-, Kapazitäts-, Induktivitäts- und Frequenzmessung

Digital-Speicheroszilloskop, 30 MHz

- TFT-Farbdisplay, 20 cm (8"), 800 x 600 Pixel
- 30 MHz, 2 Kanäle, 125 MS/s, 11,7 ns
- USB-, VGA-, LAN-Anschluss
- Autoset- und Autoscale-Funktion
- 20 automatische Messmodi und FFT-Funktion
- PASS/FAIL-Funktion

PEAKTECH 1265
299,00



~~316,80~~

Preise in € inkl. MwSt., zzgl. Versandkosten, Stand: 28.04.2015
reichelt elektronik GmbH & Co. KG, Elektronikring 1, 26452 Sande

Jetzt bestellen!

@reichelt_el reichelt.de

www.reichelt.de

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

Jetzt kostenlos anfordern!
Katalog 06|2015

