

NEU!
Skype-Mikrofonsystem

G3078 E Mai 2011

(D) € 7,40 • CHF 14,30 • (A, B, L) € 8,20

+ Gratis-Software für professionelle Frontplatten

www.elektor.de

Elektor

Elektor-Proton-Roboter

**Vielseitige Lern- und
 Experimentierplattform**



Audio-DSP-Kurs

Teil 1: Audiosignalverarbeitung mit einem DSP

**Wie sinnvoll sind
 Elektronik-Apps für Tablets
 und Smartphones?**



+ Alles über Nixie-Röhren

+ VGA-Karte für Mikrocontroller



Abonnieren Sie jetzt die führende US-amerikanische Fachzeitschrift für Mikrocontroller-Anwendungen und Embedded Systems!



Wählen Sie unter

www.elektor.de/cc-abo

Ihr gewünschtes
Abonnement aus!

12 Original-Ausgaben jährlich für nur

Digital: 38 US-Dollar

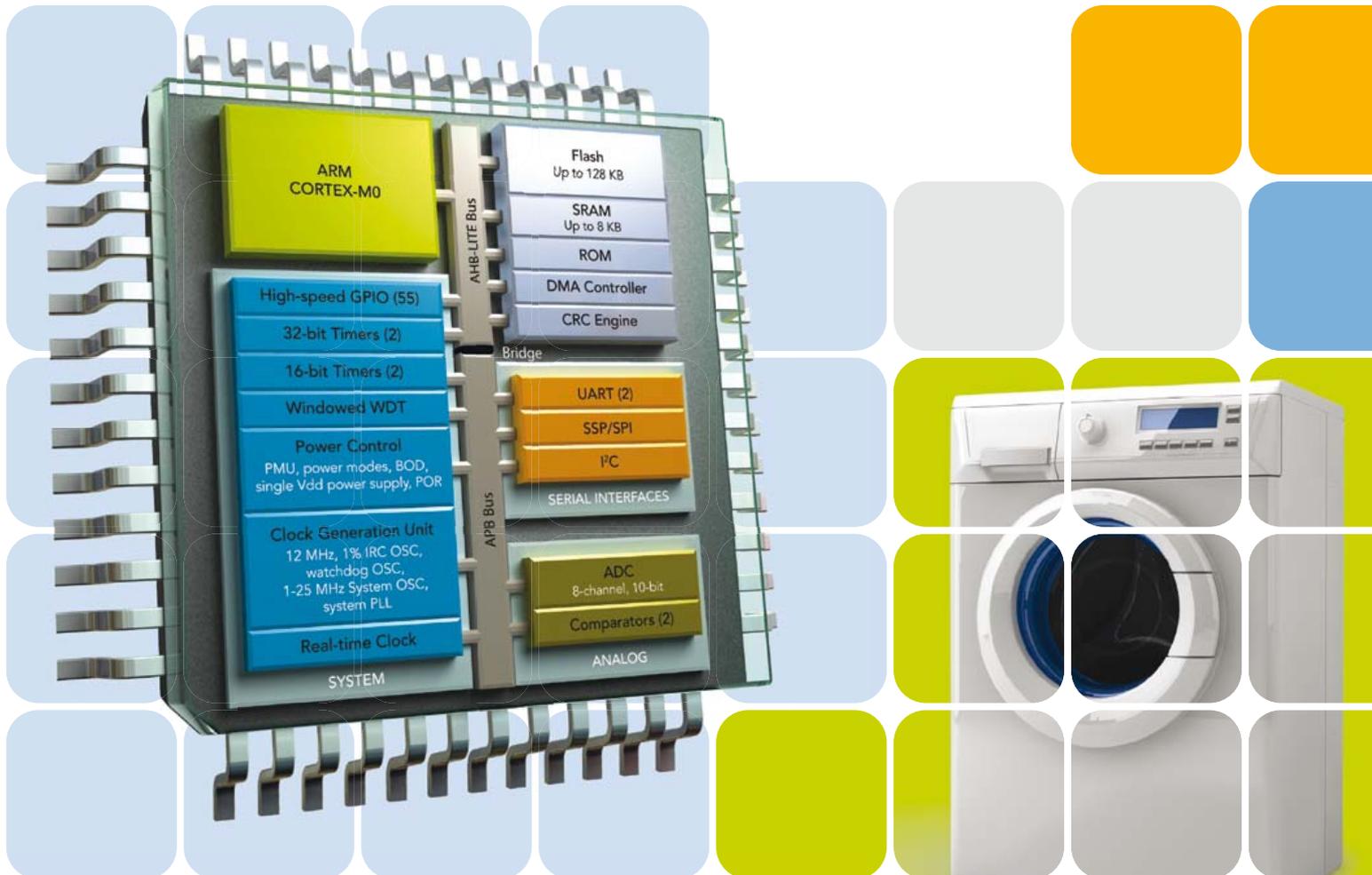
Print: 63 US-Dollar

Digital + Print: 90 US-Dollar

**CIRCUIT
CELLAR®**
THE MAGAZINE FOR COMPUTER APPLICATIONS

LPC1200

Cortex-M0 – A simple choice



- ▶ Up to 128 KB Flash with 512 Byte page erase and 8 KB SRAM
- ▶ Industry's first ROM-based divide library for Cortex™-M0, offering fast and deterministic execution for 32-bit division
- ▶ Unique configurable peripherals suited to energy efficient applications
- ▶ Supported by LPCXpresso tool chain for easy development and migration

www.nxp.com/cortex-m0



800 km sind möglich...

Man nehme:

1 x Smart fortwo

(auch gebraucht erhältlich)

1 x Umbausatz mit Elektromotor

(BLDC, 25-30 kW)

1 x Akkupack 600 Ah/120 V (72 kWh,
NCA-Zellen, z.B. Sony, Panasonic)

Dieses Kochrezept für ein Elektroauto mit 800 km Reichweite stammt nicht von mir, sondern von Sven Bauer, Mitbegründer und Geschäftsführer des BMZ Batterien-Montage-Zentrums in Karlstein bei Frankfurt. Der international anerkannte Batterie-Experte ist auch Initiator der batteryuniversity.eu, und sein gar nicht so geheimes Rezept hat er mir auf dem „Entwicklerforum Akkutechnologien“ in Aschaffenburg verraten (siehe Bericht auf Seite 10 dieser Ausgabe).

Was auf den ersten Blick nach Sensation aussieht, scheint technisch realistisch zu sein, wenn man einmal annimmt, dass das smart-e-Wägelchen bei sparsamer Fahrt nicht mehr als 9 kWh auf 100 km verbraucht. Zum Vergleich: Für das (allerdings dreirädrige) Twike-Elektroauto gibt der Hersteller einen Verbrauch von 4-8 kWh/100 km an.

Auch wenn es für 800 km vielleicht doch nicht ganz reichen sollte, zeigt das Beispiel, dass die unter anderem vom ADAC angezweifelte 600-km-Fahrt München-Berlin eines umgebauten Audi A2 mit der Kolibri-Batterie (Lithium-Metall-Polymer) sogar mit bewährten Lithium-Zellen aus laufender Serie möglich gewesen wäre. Dennoch ist der Nutzen solcher Demonstrationen fragwürdig. Es werden Erwartungen geweckt, die ein Elektroauto in Großserie (noch) nicht erfüllen kann. Selbst als „Experimental“ hätte ein nach obigem Rezept gestrickter Smart angesichts eines Batteriegewichts von ca. 300 kg wahrscheinlich Zulassungsprobleme und eine eher eingeschränkte Praxistauglichkeit. Das absolute Ausschlusskriterium für eine Sinnhaftigkeit des Projekts ist aber der Preis der Batterie: Sven Bauer beziffert die reinen Selbstkosten für das Akkupack auf etwa 45.000 €! Vielleicht ist unser Blick aber zu sehr aufs Auto fixiert. Mit 25 bis 30 % mehr Kapazität, hochtemperaturfesten Separatoren und der Aussicht auf langzeitstabile Kathoden wurden gerade in jüngster Zeit enorme Fortschritte erzielt, die auch dazu beitragen können, das Problem der Netzstabilisierung beim weiteren Ausbau der regenerativen Energien zu lösen.

Ernst Krempelsauer

elektor

6 Impressum

Who is who bei Elektor

8 Mailbox

Briefe, E-Mails und Ideen

10 News

Neuheiten, Nachrichten und Termine

14 Audio-DSP-Kurs (Teil 1)

Thema des ersten Teils unserer Serie ist die Architektur des Prozessors DSP56374 von Freescale.

20 Fernbedienung per Handy

Das bekannte ATM18-Mikrocontroller-Board wird hier mit einem GSM-Modul vermählt, so dass man über Klingeltöne und SMS Befehle erteilen kann.

26 Hier kommt der Bus (5)

Nach vielen theoretischen Überlegungen in den bisherigen Artikeln der Serie wollen wir nun endlich mal ein paar Bytes über reale Bus-Leitungen schicken! Zwei ATmega88-Testknoten und ein kompakter USB/RS485-Konverter bilden die Hardware, dazu kommen noch ein wenig BASCOM und Visual Basic.

32 Kleine Nixiekunde

Grundlagen und Praxistipps.

38 Entwicklungstools to go

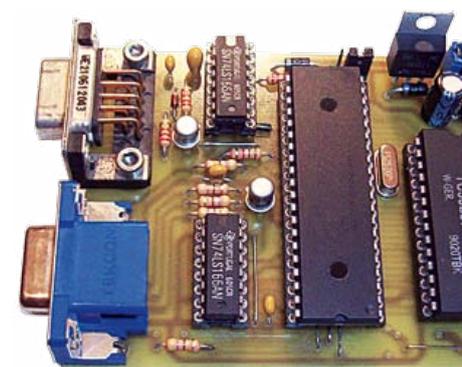
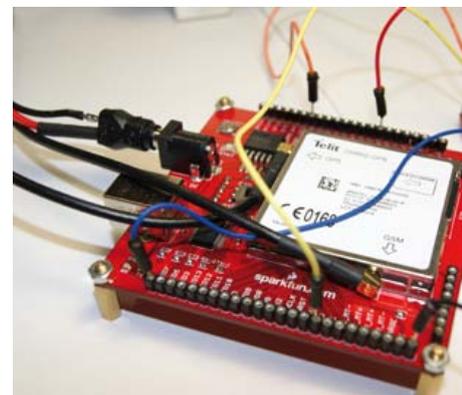
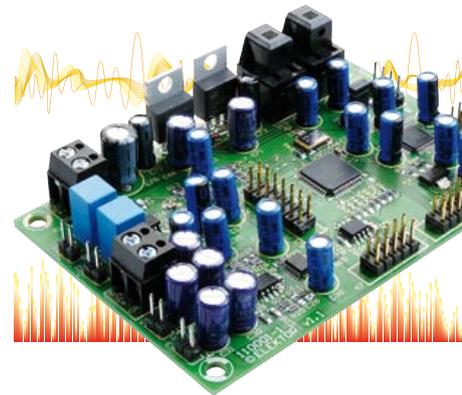
Das Angebot an Softwaretools für die Elektronikentwicklung ist ebenso umfangreich wie vielfältig. Dabei ist nicht nur der PC technischer Helfer des Elektrikers, auch im Bereich der Smartphones und Tablet-Computer existiert bereits eine Fülle von Anwendungen.

43 Labcenter

Hilfe! Ich weiß nicht weiter...
Mal eben Temperatur messen... (2)
Rauschprobleme
Skyperien

48 Der Elektor-Proton-Roboter

Nicht ganz ohne Stolz stellen wir unser neues Roboter-System Proton vor, das vielfältig ausbaufähig ist. Dabei kann man



INHALT

42. Jahrgang
Mai 2011
Nr. 485

14 Audio-DSP-Kurs

Teil 1: Audiosignalverarbeitung mit einem DSP

Die Audiosignalverarbeitung ist einer der technischen Bereiche, in denen der Übergang von der analogen zur digitalen Welt schon sehr weit fortgeschritten ist. In unserem Audio-DSP-Kurs beschäftigen wir uns mit einem digitalen Audiosignalprozessor und dessen Programmierung. Darüber hinaus stellen wir drei Anwendungen vor, die eine zwar preisgünstige, aber dennoch hochwertige Signalprozessorschaltung nutzen. Thema des ersten Teils ist die Architektur des Prozessors, die auf Geschwindigkeit optimiert ist.

20 Fernbedienung per Handy

ATM18 empfängt Anrufe und SMS

Was ist praktischer als eine Fernbedienung? Es wäre doch fein, wenn man etwas zuhause steuern könnte, während man im Büro sitzt – oder umgekehrt etwas in der Firma vom Sofa aus fernschalten. In diesem Beitrag geht es um Elektronik, die genau das möglich macht. Das bekannte ATM18-Mikrocontroller-Modul erkennt dabei die eigene Handy-Nummer, und man kann sogar per SMS Befehle erteilen!

32 Kleine Nixiekunde

Aufbau und Ansteuerung

Nixie-Röhren verbreiten eine ganz besondere Atmosphäre und wecken bei vielen Elektronikern nostalgische Gefühle. Wer plant, eigene Elektronik mit den attraktiven Anzeigen auszurüsten, erhält hier Hintergrundwissen zu Aufbau und Funktion der Bauteile. Dazu kommen interessante Praxistipps zur Ansteuerung und Versorgung. Eine Kollektion von Nixie-Leserprojekten rundet den Artikel ab.

56 VGA-Grafikkarte

Neuer Nutzen für alte Bildschirme!

Bei vielen Projekten muss man große Datenmengen anzeigen, aber oft stellt die geringe Größe üblicher Displays ein Problem dar. Hier kann ein ausrangierter 14-/15-Zoll-Bildschirm die Lösung sein. Unsere VGA-Karte steuert ebendiesen an und ist zu allen Mikrocontrollern mit seriellen Port kompatibel.

zwischen diversen Sensoren und Aktoren sowie auch zwischen verschiedenen Mikrocontroller-Familien wählen.

52 Generator für Meeresrauschen

In der hektischen Zeit von heute kommen viele Menschen auch zu Hause nicht zur Ruhe. Beruhigende elektronische Klänge könnten helfen, wobei man vor allem dem Meeresrauschen eine entspannende Wirkung nachsagt.

56 VGA-Grafikkarte

Unsere Grafikkarte gibt ausrangierten Monitoren einen neuen Daseinszweck.

62 Mini-Projekt: Konferenzsystem

Ob Skype-Chat mit der Familie oder Videokonferenz im Unternehmen – in großen Räumen und mit vielen Teilnehmern leidet die Verständlichkeit. Hier stellen wir ein kleines Konferenzsystem vor, das mit bis zu vier Mikrofonen arbeitet und mit Standard-Bauteilen aufgebaut werden kann.

66 Workshop: Webcam als Nachtsicht-Kamera

Lässt sich eine modifizierte Webcam zum Sehen im Dunkeln verwenden? Etliche Webseiten behaupten: Ja, das funktioniert! Wir haben die Probe aufs Exempel gemacht.

68 Frontplatten professionell gestalten

Zu professionellen Gehäusen gehören auch Frontplatten im passendem Stil, doch leider sind diese nicht gerade leicht zu fertigen. Wir zeigen hier einen anderen Weg.

72 DMX512-Dimmer

Mit E-blocks und Flowcode 4 bauen wir hier einen DMX512-kompatiblen Dimmer.

77 Hexadoku

Sudoku für Elektroniker

78 Retronik

Speicher-Oszilloskop Tektronix 564 (1963)

84 Vorschau

Nächsten Monat in Elektor

Eine multimediale und interaktive Plattform für jeden Elektroniker - das bietet Elektor International Media. Ob Anfänger oder Fortgeschrittener, ob Student oder Professor, ob engagierter Profi oder leidenschaftlicher Hobbyist: Hier finden Sie wertvolle Informationen, Inspiration für die eigenen Entwicklungen, Unterstützung bei der Ausbildung und nicht zuletzt eine gute Portion Unterhaltung. Gedruckt und im Web. Analog und digital. In Theorie und Praxis.



**ANALOG • DIGITAL
EMBEDDED • MIKROCONTROLLER
AUDIO • MESSTECHNIK**

IMPRESSUM

42. Jahrgang, Nr. 485 Mai 2010
Erscheinungsweise: 11 x jährlich (inkl. Doppelheft Juli/August)

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

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

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

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

Internationale Chefredaktion **Wisse Hettinga**

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

Internationale Redaktion
Harry Baggen, Thijs Beckers, Jan Buiting, Eduardo Corral, Clemens Valens

Redaktionssekretariat **Hedwig Hennekens**

Labor/Technische Redaktion
Christian Vossen (Ltg.), Thijs Beckers, Ton Giesberts, Luc Lemmens, Jan Visser

Grafische Gestaltung und Layout
Giel Dols, Mart Schroyen

3-tägiges Fachseminar C-Programmierung für Mikrocontroller



Von den Autoren/Entwicklern des Elektor- μ C-Fernlehrgangs

NEU!

Die Beschäftigung mit Mikrocontrollern ist sehr reizvoll und vielseitig, teilt sie sich doch in zwei große Gebiete der Elektrotechnik auf: zum einen ist da die Hardware-Seite, die sich mit der Konzeption und der Entwicklung kompletter Systeme auseinandersetzt. Auf der anderen Seite ist die Hardware aber nicht funktionsfähig ohne die zugehörige Betriebssoftware für den Controller. Beide Entwicklungsgebiete sind also aufs Engste und unzertrennbar miteinander verzahnt.

In diesem 3-tägigen Seminar lernen Sie nun verschiedene Facetten der Softwareerstellung für Mikrocontroller kennen.

Wir stützen uns dabei auf ein modernes Mikrocontroller-System mit dem leistungsfähigen AT89C51CC03 (8051er-Familie) der Firma Atmel ab und erläutern Schritt für Schritt, von Anfang an, die Softwareentwicklung in der international gebräuchlichen Programmiersprache C. Eine einfach zu handhabende integrierte Entwicklungsumgebung (IDE) zur Erstellung und zum Austesten von C-Programmen bildet die Software-Basis des Seminars.

Praxisgerechte Beispiele, die von den Teilnehmern während des Seminars programmiert und ausgetestet werden, vertiefen sofort das Erlernete und bieten vielfältige Möglichkeiten für eigene Weiterentwicklungen. Da C weitgehend genormt ist, lässt sich ein Transfer unserer Ergebnisse auch sehr einfach auf andere Mikrocontroller-Familien und andere C-Entwicklungsumgebungen durchführen.

Die Referenten:

Prof. Dr.-Ing. Bernd vom Berg und Dipl.-Ing. Peter Groppe von der Technischen Fachhochschule (TFH) Georg Agricola zu Bochum sind seit mehr als 15 Jahren auf dem Gebiet der „Mikrocontroller-Technik für Lehre und Ausbildung“ tätig. In mehr als 10 praxisnahen Lehr-, Lern- und Arbeitsbüchern und zahlreichen Applikationsveröffentlichungen haben sie den „Anfängern“ die Grundlagen und Anwendungen der Mikrocontroller-Technik näher gebracht. Sie sind ebenfalls die Autoren des sehr erfolgreichen Elektor-Mikrocontroller-Fernlehrgangs.

Veranstaltungsort/-termin:

Hanau 13.09. bis 15.09.2011

Teilnehmergebühr (zzgl. MwSt.):

1240,00 Euro

Elektor-Abonnenten erhalten 5% Rabatt!



Im Preis sind sämtliche Dokumentation (Handouts/Seminarunterlagen), Aushändigung des Teilnahmezertifikats, Imbiss mit Getränken und Mittagessen inbegriffen.

Weitere Infos & Anmeldung unter

www.elektor.de/c-prog

Geschäftsführer/Herausgeber: Paul Snackers

Marketing/Vertrieb (Leitung): Carlo van Nistelrooy

Anzeigen (verantwortlich): Irmgard Ditzgens
ID Medienservice

Tel. 05 11/61 65 95-0 - Fax 05 11/61 65 95-55

E-Mail: service@id-medianservice.de

Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 40 ab 01.01.2010

Vertriebsgesellschaft: IPS Pressevertrieb GmbH
Postfach 12 11, 53334 Meckenheim

Tel. 0 22 25/88 01-0 - Fax 0 22 25/88 01-199

E-Mail: elektor@ips-pressevertrieb.de

Internet: www.ips-pressevertrieb.de

Vertrieb Österreich

Pressegroßvertrieb Salzburg/Anif - Niederalm 300

Tel. +43/62 46/37 21-0

Der Herausgeber ist nicht verpflichtet, unverlangt eingesandte Manuskripte 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.

© 2011 elektor international media b.v.

Druck: Senefelder Misset, Doetinchem (NL)



ISSN 0932-5468

Nicht nur für SD-Karten

FAT embedded, Elektor 01/2011, S. 48 (100569)

Als Autor der FAT-Bibliothek `sd-reader` möchte ich gern einige Aussagen kommentieren beziehungsweise berichtigen, die Sie im Artikel über FAT-Libraries in der Januar-Ausgabe tätigen. Der Name `sd-reader` legt natürlich nahe, die Library eigne sich nur für SD-Karten (beziehungsweise ihre Varianten). Tatsächlich ist es jedoch leicht möglich, die FAT-Library auch für andere Speichertypen zu verwenden. Dies geschieht über Funktionspointer, die als Argumente der Funktion `partition_open()` übergeben werden. Die FAT-Implementierung „weiß“ nicht, dass es sich um eine SD-Karte handelt, die Funktionspointer verweisen auf die Ein-/Ausgabefunktionen für den jeweiligen Speichertyp, für SD-Karten eben auf die Implementierungen innerhalb von `sd_raw.c`.

Sie haben Recht mit der Aussage, dass es die üblichen aus POSIX bekannten Optionen, wie eine Datei geöffnet werden soll, beim `sd-reader` nicht gibt.

Mit der Funktion `fat_seek_file()` ist es aber ein Leichtes, für einen Modus wie „a+“ an das Ende der Datei zu springen (`FAT_SEEK_END` mit Offset 0).

Übrigens erlaubt es diese Funktion auch, die aktuelle Dateiposition zu erfahren. Dazu wird sie mit `FAT_SEEK_CUR` und Offset 0 aufgerufen, danach steht die aktuelle Dateiposition im Offset-Argument. Dabei beachte man, dass das Offset-Argument als Pointer auf einen Integer übergeben wird, so dass die Funktion diesen Wert überschreiben kann. Ich würde mich freuen, wenn diese Anmerkungen an geeigneter Stelle Ihrer Zeitschrift den Lesern zur Verfügung gestellt werden könnten, zumal sich dadurch Ihr Fazit eines „mangelnden Funktionsumfangs“ und einer „reichlich spezifisch[en]“ Auslegung für SD-Karten doch sehr relativiert.

Roland Riegel



Ich freue mich sehr über diese wertvollen ergänzenden Informationen zu dem Beitrag von Stephen Bernhoeft, den ich als Redakteur betreut habe. Vielleicht hat sich der Autor etwas zu sehr von der Überschrift auf Ihrer Website beeindrucken lassen (Zitat): „This project provides a general purpose library which implements read and write support for MMC, SD and SDHC memory cards“.

Möglicherweise haben auch einige Nuancen in den Aussagen des Artikels unter der Übersetzung gelitten, das lässt sich manchmal nicht ganz vermeiden.

Wir werden einige Ihrer ergänzenden Informationen auch auf der Webseite zum Artikel (in Deutschland www.elektor.de/100569) veröffentlichen.

Clemens Valens (Redaktion Elektor Frankreich)

Der verschwundene blaue Globus

Vorschau auf Seite 84 in Elektor bis Heft 04/2011



Die in der Heftvorschau angegebene Webseite www.blauerglobus.de mit dem Verzeichnis der Presse-Fachhändler, die Elektor führen, ist nicht mehr zu erreichen (Domainproblem).

Steffen Jäckel

Vielen Dank für den Hinweis – wir hatten den Fehler noch nicht bemerkt, der inzwischen aber auch von unserer Vertriebsgesellschaft, der IPS Pressevertrieb GmbH, bestätigt wurde. Von dort erhielten wir folgende Information:

Die Internetseite www.blauerglobus.de wurde „abgeschaltet“, leider haben wir diese Information vom Verband (der Pressefachhändler) erst auf Nachfrage erhalten.

Alternativ gibt es aber nun die Möglichkeit, über www.presse-kaufen.de den Einzelhändler



in der Nähe zu finden, sofern der entsprechende Grossist (Zeitschriftengroßhändler des Gebiets) bereits integriert ist. Diesem Portal sind aktuell (erst) 22 Grossisten angeschlossen, so dass es im Südwesten, Westen und im Nordosten Deutschlands noch größere Lücken gibt.

Die Lücken sollen zeitnah geschlossen werden, es kann aber noch etwas dauern.

Über die Startseite www.presse-kaufen.de kommt man zur Zeitschriftensuche. Nach Eingabe des Titels (in unserem Fall „Elektor“) und des Orts oder der Postleitzahl bekommt man auf der Seite links die betreffenden Einzelhändler aufgelistet. Diese Darstellung berücksichtigt nur die Einzelhändler, die zum jeweiligen Zeitpunkt aufgrund der aktuellen Datenverarbeitung noch Exemplare im Angebot haben müssten.

Und es leuchtet doch!

News auf www.elektor.de über Silizium als Lichtquelle

Zu dem News-Bericht „Und es leuchtet doch“ fielen mir einige Experimente mit Silizium-Kristallen ein (Stichwort „leuchten“), die ich als Jugendlicher vor etwa 40 Jahren vorgenommen hatte und welche ich Ihnen und Ihren Lesern nicht vorenthalten möchte.

Machen Sie sie nach und sehen sie selbst:

1. Nehmen Sie einen 2N3055 im großen Metallgehäuse und schneiden Sie mit Hilfe einer kleinen Säge die Kappe ab, so dass Sie den Kristall im Inneren sehen können.
2. Schließen Sie diesen Transistor an ein Labornetzteil mit 12 V/3...5 A wie folgt an: Kollektor an Plus, Emitter an Minus.
3. Schließen Sie zwischen Basis und Kollektor einen Widerstand mit ca. 1 k an, um einen kräftigen Stromfluss zu erzeugen (Widerstandswert eventuell variieren, es sollen ruhig 2 A fließen).
4. Verdunkeln Sie den Raum und schauen

MailBox

In dieser Rubrik veröffentlichen wir Kritik, Meinungen, Anregungen, Wünsche oder Fragen unserer Leser. Die Redaktion trifft die Auswahl und behält sich Kürzungen vor. Bitte geben Sie immer an, auf welchen Artikel und welche Ausgabe (Monat/Jahr) sich Ihr Schreiben oder Ihre Mail bezieht.

Sie erreichen uns per E-Mail redaktion@elektor.de, per Fax (02 41/88 909-77) oder unter der Anschrift: Redaktion Elektor Susterfeldstr. 25 – 52072 Aachen

Sie sich den Kristall an. Er leuchtet grün bis bläulich. Das Leuchten wird durch die Erhitzung erzeugt! Der Transistor ist, wenn man nicht aufpasst, nach dem Versuch elektrisch defekt!

Zweiter Versuch (zur Bestätigung):

1. Besorgen Sie sich ein Stück Rauch-Quarz (braunes „Bergkristall“) und einen Emaillofen.
2. Legen Sie den Quarz in den Ofen und schalten Sie den Ofen ein.
3. Verdunkeln Sie den Raum und beobachten Sie den Quarz, während die Temperatur steigt. Ab ca. 400-500 °C fängt der Kristall an, bläulich zu leuchten!
4. Sobald der Quarz leuchtet, erhitzen Sie nicht weiter!

Der Leuchteffekt hält einige Minuten an. In dieser Zeit reorientieren sich die farbgebenden „Verschmutzungs-Atome“ wodurch der Quarz langsam farblos wird. Viel Spaß beim Ausprobieren!

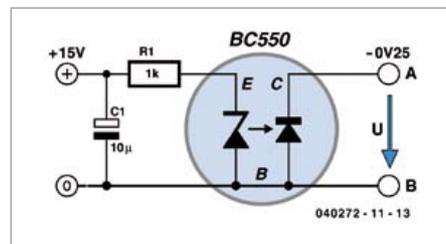
Peter Krengel

Es gibt bestimmt Physiker unter unseren Lesern, die uns diese Phänomene genau

erklären können (bitte an redaktion@elektor.de senden...).

Der 2N3055 ist in aufgesägtem Zustand auch lichtempfindlich. In Elektor 7-8/1984 wurde auf S. 8-05 ein „2N3055-Fototransistor“ vorgestellt, und ich meine mich daran erinnern zu können, dass wir den Cabrio-2N3055 auch schon einmal als Solarzelle verwendet haben. Beim leuchtenden 2N3055 könnte ein Halbleiter-Effekt eine Rolle spielen. Darauf deutet das von Professor Martin Ossmann in seiner Trick.e-Kolumne in Elektor Mai 2005 beschriebene Phänomen eines Transistors (BC550) als „seltsamer Optokoppler“ hin, das in der Auflösung des Rätsels in Elektor 7-8/2005 mit einer Lichtemission an der Basis-Emitter-Diode und einem Photoeffekt an der Kollektor-Basis-Strecke erklärt wurde.

Ernst Krempelsauer



© Banck-Design, Freiburg Foto: getty-images

WOW! Schon da!

punktgenau
plangenau
preisgenau



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

Updates und Ergänzungen

EKG drahtlos – Telemetrie mit ZigBee

Elektor 01/2011, S. 26 (080805)

C6 und C13 (10 nF) sind durch ein Versehen in die Stückliste geraten, diese Bauteile gibt es in der Schaltung und auf der Platine nicht. Hingegen sind C14 bis C17 (100 nF) in der Stückliste vergessen worden, sie sind aber im Schaltplan vorhanden und auf der Platine zu bestücken. Die Stückliste auf der Projektseite www.elektor.de/080805 ist korrekt.

Im Textabschnitt „Konfiguration des Moduls auf der Senderplatine“ (S. 29, linke Spalte) steht im letzten Satz „IR“ statt „IT“. Hier der richtige Satz:

„Schließlich wird IT auf 1 gesetzt, um die Samples kontinuierlich auszugeben.“

Ein paar Zeilen weiter ist im Textabschnitt „Konfiguration des Moduls auf der Empfängerplatine“ bei der Angabe der Adressen eine „8“ verloren gegangen. Der richtige Satz lautet:

„Die Adressen sind DL = 0x5678 und MY = 0x1234.“

Der 5532-Power-OpAmplifier (2)

Elektor 11/2010, S. 24 (100124)

Korrektur zur Stückliste: R12 ist nicht 1 Ω, sondern 1 kΩ (der Wert ist im Schaltplan und in der Stückliste auf der Projektseite www.elektor.de/100124-2 richtig angegeben).

Digitales Multi-Effektgerät

Elektor 09/2010, S. 20 (090835)

Im Schaltplan und in der Stückliste des Multieffektgerätes haben sich leider einige Fehler eingeschlichen:

1. Die Kondensatoren C23, C30, C25 und C32 sind im Schaltplan falsch herum gepolt gezeichnet. Bei der aktuellen Platine 090835-1 V2.1 (im Bausatz 090835-71 enthalten) ist die Polarität dieser Kondensatoren im Bestückungsaufdruck richtig angegeben, bei Platinen der Versionen bis 2.0 hingegen noch nicht.
2. Die Werte der Kondensatoren C28, C33 und C18 sind in der Stückliste versehentlich mit 1 nF angegeben, richtig sind die Werte im Schaltplan und in der Stückliste auf der Projektseite www.elektor.de/090835 sowie im Bausatz 090835-71: C28, C33 = 2n2, C18 = 15p.

Nachrichten aus Forschung und Technik, interessante Produkt-Neuheiten und vieles mehr findet man aktuell unter www.elektor.de!

Seminar: FPGA für Jedermann

FPGAs (Field Programmable Gate Arrays) sind wahre Chamäleon-Chips, die Mikrocontroller, Logiknetzwerke und viele weitere Digital-schaltungen nachbilden können und dabei noch schneller arbeiten als diskrete ICs. Das enorme Potential dieser Chips wird jedoch nur selten genutzt, da die Programmierung als relativ kostspielig und kompliziert gilt. Dabei sind programmierbare Logikbausteine längst nicht mehr nur



eine Domäne der Spezialisten. Der Konkurrenzkampf der Chip-Hersteller beschert uns heute preisgünstige Experimentierbaugruppen und kostenlose Entwicklungssoftware. Im Elektor Seminar „FPGA – der Logikbaukasten für Jedermann“ wird zunächst der Aufbau und die Funktionsweise von FPGAs vermittelt. Über ein Schaltpläneingabewerkzeug werden die Teilnehmer ein FPGA konfigurieren und ihr Werk anschließend auf realer Experimentierhardware begutachten können. Der zweite Teil des Seminars bietet eine Einführung in die Hardwarebeschreibungssprache VHDL. Auch die selbst erstellen VHDL-Entwürfe können die Seminarteilnehmer dann mit einem realen Experimentierboard testen.

Für wen Gatter und Flip-Flops keine Fremdwörter sind und wer eventuell sogar schon über Grundkenntnisse einer höheren Programmiersprache verfügt, der hat in diesem Seminar die Möglichkeit, einen schnellen und umfassenden Einstieg in die FPGA-Thematik zu bekommen.

Die Termine sind 19.05.2011 (in München), 20.06.2011 (in Dortmund), 29.09.2011 (in Hannover) und 05.10.2011 (in Hanau).

www.elektor.de/fpga-seminar

Entwicklerforum Akkutechnologien

Zu einem wahren Mekka für alle Akku-Anwender (und solche, die es noch werden wollen oder müssen) hat sich ein jährliches Akku-Expertentreffen in Aschaffenburg entwickelt.

Das von Sven Bauer, dem Gründer der batteryuniversity.eu, erst 2008 ins Leben gerufene „Entwicklerforum Akkutechnologien“ kombiniert eine zweitägige Konferenz mit über 30 hochkarätigen Fachvorträgen zu den neuesten Akku-Trends und -Entwicklungen mit dem Angebot von vierstündigen Grundlagen- und Praxis-Seminaren, einem Akku-Workshop und einer kleinen Fachausstellung, auf der neben Zellen-, Akku- und Ladegeräteherstellern auch Halbleiterhersteller und Distributoren vertreten sind.

Die diesjährige Veranstaltung am 23. und 24. März stand ganz im Zeichen großer Entwicklungsfortschritte, aber auch unter dem Eindruck der Erdbeben- und AKW-Katastrophe in Japan. Auch wenn von den großen japanischen Lithium-Zellenherstellern nur Sony mit einem Standort in der Erdbebenregion im Nordosten unmittelbar betroffen zu sein scheint, lassen sich die möglichen Folgen (durch den Ausfall von Zulieferern und die beeinträchtigte Infrastruktur) noch nicht endgültig absehen. Dazu kommen noch zahlreiche Hamsterkäufe und Panikbestellungen, die zwangsläufig zu Verknappungen führen werden. Andererseits könnte sich die jetzt (hoffentlich) eintretende Beschleunigung des Ausbaus regenerativer Energien und dezentraler Stromversorgung positiv auf die weitere Entwicklung großer Stromspeicher und von „Smart Grids“ mit der Einspeisung von gespeicherter Akku-Energie aus Solaranlagen und Elektroautos auswirken. Diese Themen waren denn auch Gegenstand mehrerer Fachvorträge.

Zusammenfassend ergab sich der Eindruck, dass sich die enormen Forschungsanstrengungen schneller als vielfach erwartet in verbesserten Eigenschaften der neuesten Lithium-Zellengenerationen niederschlagen. Das betrifft fast alle Aspekte: Neben der immer im Vordergrund stehenden Kapazitätserhöhung (aktuell 25 bis 30 %) zeichnen sich auch große Fortschritte bei der Strombelastbarkeit, der Lebensdauer und der Sicherheit ab. Gleichzeitig sind

die Kosten pro Amperestunde alleine zwischen 1999 und 2009 von 800 Yen auf unter 200 Yen gesunken. Der Trend scheint aber durch hohe Nachfrage und Rohstoffpreise vorerst gestoppt, jedenfalls so lange, bis sich der durch neue Kathoden verringerte Kobalteinsetz und der weitere Kapazitätsausbau wieder preissenkend auswirken.

Bei den Ladetechniken standen die kontaktlosen Lösungen mit induktiver Energieübertragung im Vordergrund. Neben Referenzdesigns für Leistungen bis 500 W wurde auch ein Standard vorgestellt, der von TI bereits mit Bauteilen und einem Eval-Kit unterstützt wird. Dieser vom Wireless Power Consortium mit aktuell 82 Mitgliedsfirmen geschaffene WPC-Standard wurde für drei Leistungsklassen definiert (< 5 W, 5-125 W und >125 W).



Ein wichtiges Thema waren diesmal auch Fragen der Zertifizierung, der Normung und der gesetzlichen Regelungen für Akkumulatoren. Das gilt natürlich besonders für den Bereich Elektromobilität, der auf dem so genannten „Fun-Parcours“ der Veranstaltung auch mit diversen Segways, e-Bikes, Pedelecs und Elektroautos vertreten war. Letztere konnten von den Teilnehmern des Entwicklerforums auch hautnah (und unfallfrei) getestet werden...

www.batteryuniversity.eu

Hameg erweitert DSO-Sortiment

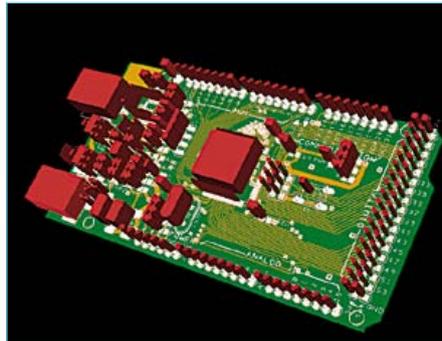
Hameg erweitert seine HMO-Oszilloskopserie um Geräte im Bandbreitenbereich von 70 MHz bis 200 MHz. Der Messgerätehersteller rundet damit diese Serie nach unten hin ab. Die neuen Geräte sind als 2- und 4-Kanal-Versionen erhältlich und verfügen über eine Abtastrate von 1 GSamples/s und einen Speicher von 1 MPunkte pro Kanal



bzw. 2 GSamples/s und 2 MPunkte durch Kombination der Kanäle. Der Mixed-Signal-Betrieb mit bis zu 8 Logik-Kanälen ist nach einer Erweiterung des Gerätes durch ein Nachrüstmodul möglich. Weitere Optionen, wie beispielsweise weitere Schnittstellen für Geräte und Decodierfunktionen für I²C, SPI und UART/RS232, werden ebenfalls für die HMO-Serie angeboten. Zur Standardausstattung der neuen Messgeräte gehören verknüpfbare Mathematik- sowie integrierte FFT- und Filterfunktionen. Auch ein auf Masken basierender Pass/Fail-Tester, drei USB-Schnittstellen und eine interne Signalquelle für Rechteck sowie parallele und serielle Datenströme sind ab Werk dabei. Ein integrierter Komponententester, der auch bereits verbaute aktive und passive Bauelemente verifizieren kann, komplettiert die Grundausstattung der neuen HMO-Geräte. Nach Aussage des Herstellers sind die neuen Geräte dieser Serie ab 1.150 € (ohne Mehrwertsteuer) zu haben.

www.hameg.de/embedded

der ersten Version geäußert haben. Neben der neuen 3D-Funktion erweiterten die Entwickler die Software um weitere Features. Der Nutzer hat nun beispielsweise die Möglichkeit, selbst Bauteilbibliotheken anzulegen und abzuspeichern. Mehr Flexibilität bei der Erstellung von Reports (z.B. Stücklisten) und den Druckoptionen soll weiter zur Beschleunigung von Design, Test und



Entwicklung beitragen. Außerdem ist laut Hersteller die Bedienung verbessert worden. Ein Testbericht zur ersten Version der Software ist im ElektorEmbedded-Blog von Clemens Valens zu lesen.

www.designspark.com/pcb
<http://elektoreembedded.blogspot.com/2011/01/test-driving-designspark-pcb.html>

heit ist der integrierte C/C++-Compiler. Auf einen externen Compiler wie beispielsweise WinAVR kann somit verzichtet werden. Der Quellcode-Editor ist außerdem mit einer intelligenten Eingabehilfe ausgestattet, die während der Eingabe Textvorschläge macht und über Shortcuts das Einfügen von häufig verwendetem Code erlaubt. Ein Simulator, ein Frontend-Visualiser für AVR-Programmiergeräte und In-Circuit-Debugger von Atmel sowie integrierte Plug-Ins von Drittanbietern runden das Tool-Angebot ab. Ein integraler Bestandteil der neuen Entwicklungsumgebung ist außerdem eine Quelltext-Bibliothek für die 8-bit-MCUs XMEGA® sowie für die 32-bit-MCUs des Typs AVR UC3. Sie enthält über 400 Anwendungsbeispiele und ein Treiberpaket für die im Chip integrierten Peripherieelemente und externe Komponenten. Die Palette umfasst dabei Audio-, Grafik- und Kommunikationsanwendungen sowie mathematische Bibliotheken. Über die Entwicklungsumgebung hat der Anwender außerdem Zugang zu Online-Dokumentationsmaterial wie Datenblätter, Handbücher und dokumentierte Beispiel-Projekte.

Noch mehr Mikrocontroller-News von der Embedded World finden sich im ElektorEmbedded-Blog von Clemens Valens.

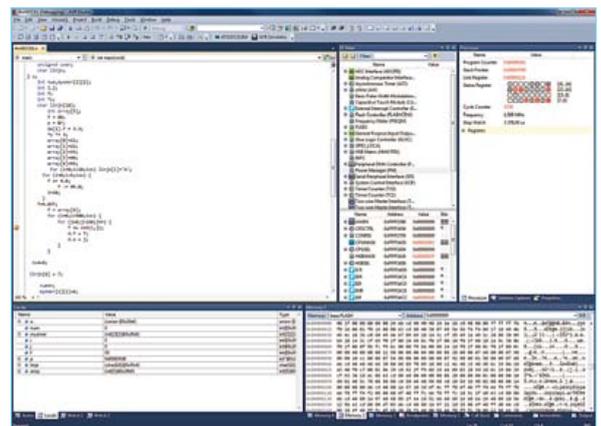
www.atmel.com/avrstudio
<http://elektoreembedded.blogspot.com/2011/03/embedded-world-2011-cortex-m3.html>

3D-Platinendesign zum Nulltarif

Die frei verfügbare Software Designspark PCB, eine Entwicklungsumgebung für Schaltpläne und Leiterplatten, bietet ab der aktuellen Version 2 eine 3D-Darstellung der Platinen und weitere verbesserte Funktionen. Die Anwendung, welche vor acht Monaten gestartet ist, geht auf eine Zusammenarbeit von RS Components und Number One Systems zurück. Das Upgrade greift Entwicklungsvorschläge auf, die Anwender

AVR Studio inklusive C-Compiler

Der Mikrocontroller-Hersteller Atmel hat auf der Embedded World 2011 in Nürnberg eine neue Version der kostenlosen Entwicklungsumgebung AVR Studio vorgestellt (5.0). Das Tool unterstützt erstmals sämtliche 8- und 32-bit-Mikrocontroller der AVR-Baureihe und erleichtert dem Entwickler mit zusätzlichen Features die Ausarbeitung von Softwareprojekten. Eine wichtige Neu-



Anzeige



PCBs Muuuuch Cheaper...

16,94 EURO*
 5 pcs, 100 mm x 100 mm
 *per piece, incl. VAT (21%)
 + shipping costs e. g. Germany 10,71 EURO

No-frills policy



www.jackaltac.com

Von Phil Knurhahn

SiGe-Bausteine für 500 GHz

Dotfive? Vielleicht sollte man es doch besser so schreiben, wie das Logo des Projekts (Bild: Dotfive) es zeigt: „5“. Im englischen Sprachraum besagt das „0,5“ – und das ist hier das Ziel: Man möchte schnelle Halbleiterbausteine aus SiGe (Silizium-Germanium) entwickeln, deren Maximalfrequenz bei 0,5 THz liegt. Die Projektgruppe aus mehreren Unternehmen in Europa hatte sich vor zwei Jahren damit ein ehrgeiziges



Ziel gesetzt, denn heute erreicht man so gerade etwa 300 GHz (also 0,3 THz). Die „Terahertz-Bausteine“ eröffnen neue und preiswerte Massenanwendungen im Millimeterwellenbereich: Das Autoradar (welches bei 77 GHz den Abstand zum Vordermann sichert), neue WLAN-Verbindungen bei 60 GHz (die viel größere Übertragungsraten zulassen), in der Luftfahrt Landungshilfen auch bei extrem schlechter Sicht, Tumorerkennung in der Medizin und anderes mehr. Mit den nun im Labor erreichten 0,5 THz liegt man zeitlich deutlich besser als die Roadmap, was hoffen lässt, dass bis 2013 die SiGe-Technologie die viel teureren III-V-Halbleiter ablöst.

www.dotfive.eu/index.php?id=48

Solarzellen zum Aufsprühen

Keine schlechte Idee, Außenwände, Dächer und vielleicht sogar Fenster mittels Spray in Solarzellen umzuwandeln. Ein Forscherteam um den Nanotechnologie-Professor Brian Korgel der Universität von Texas in Austin will genau das erreichen. Mit finanzieller Unterstützung der National Science Foundation stellen sie Nanokristalle aus CIGS her (Kupfer, Indium, Gallium, Selen) und lösen dieses anorganische Material dann in einer geeigneten Flüssigkeit auf, die man wie eine Farbe auftragen kann. Diese „Solarfarbe“ funktioniert im Prinzip genauso wie Standard-Solarzellen – sie ist nur sehr viel dünner. Korgel spricht daher von „Solar-Sandwiches“. Oben und unten



auf diesen Sandwiches sind metallische Kontakte, um den erzeugten Strom abzuleiten. In der Mitte findet sich der Teil, der das Licht absorbiert. Am besten wäre es, wenn man diese „Farbe“, die für die Anwendung auf Fenstern durchsichtig sein muss, mit großen Druckmaschinen wie bei Zeitungen aufdrucken könnte – das würde eine homogene Verteilung sichern. Die bisher durch Aufsprühen erzeugten Solarzellen haben erst einen Wirkungsgrad von 3 %. Um es wirtschaftlich nutzen zu können, müsste man erst auf mindestens 10 % kommen. Das scheint nach Meinung der Forscher sehr realistisch zu sein. Über die Ausgangsmaterialien muss man noch nachdenken: CIGS ist für solche Massenfabrikate zu teuer. Immerhin hat man bereits 20 Test-Häuser damit besprüht, und zwar in Washington im Rahmen eines Solarwettbewerbs, bei dem „Null-Energie-Häuser“ getestet wurden (Bild: Science Nation, National Science Foundation). Sie sollen so viel Energie selbst erzeugen, wie sie verbrauchen.

www.nsf.gov/news/special_reports/science_nation/sprayonsolar.jsp

Kleinste Kamera der Welt

Forscher des Fraunhofer-Instituts für Zuverlässigkeit und Mikrointegration (FhG IZM) in Berlin haben gemeinsam mit der Awaiba



GmbH und Kollegen des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Optik und Feinmechanik (FhG IOF) in Jena eine neue Mikrokamera entwickelt (Bild: Awaiba). Aufgrund ihrer geringen Kosten, die man durch ein neues Herstellungsverfahren erreicht, sind sie als Einmal-Kamera einsetzbar. Bisher musste jede Sensor-Komponente einzeln ausgeschnitten, verdrahtet und mit einer Optik bestückt werden. Das neue Verfahren ermöglicht die Verdrahtung und Montage der Optik ohne die Wafer vorher zuschneiden zu müssen, sodass der Aufwand für den Prozess wesentlich verringert wird. Die neue Mikrokamera passt mit ihren $1 \times 1 \text{ mm}^2$ auf die Endoskopspitze – und ist damit die kleinste derzeit bekannte Kamera der Welt. Sie hat eine Auflösung von 62.500 Pixeln und sendet die Bildinformation über ein dünnes elektrisches Kabel durch das Endoskop.

www.izm.fraunhofer.de/news_events/news/KamerasausdemSalzstreuer.jsp

Roboter legt Handtücher zusammen

Ein Forscherteam der Universität von Kalifornien in Berkeley hat mit finanzieller Unterstützung der National Science Foundation NSF einen Roboter programmiert, der Handtücher zusammenfaltet (Bild: NSF). Es ist schwierig, einer Maschine den Umgang mit flexiblen, formveränderlichen



Objekten beizubringen. Der Aufwand für die Programmierung ist erheblich höher, als das beim Umgang des Roboters mit „festen“ Objekten der Fall ist. Zuerst musste ein neues Computerprogramm entwickelt werden, das die sich ändernden Sichtweisen des Roboters auf das Objekt berücksichtigt und daraus mathematische Algorithmen schafft. Beispielsweise muss der Roboter die Ecken des Handtuchs finden und wissen, wie er sie übereinander legen muss.

www.nsf.gov/news/mmg/mmg_disp.cfm?med_id=69203&from=mmg

Mai

3. - 5. Nürnberg
SMT/Hybrid/Packaging
Bekannteste Fachmesse (mit Kongress) zum Thema Systemintegration in der Mikroelektronik.
www.mesago.de/de/SMT/main.htm

3. - 5. Köln
Anga Cable
Messe rund ums Kabelnetz und den Satellitenempfang.
www.angacable.com

4. Hamburg
LabVIEW-Einsteigerseminar
Das kostenlose Seminar bietet eine Einführung in LabVIEW, die grafische Entwicklungsumgebung von National Instruments. Plus weitere Termine in Deutschland, siehe Website!
www.ni.com/german/veranstaltungen

4. Zürich
Renesas RX-Seminar
Von Distributor Glyn: Alles zum neuen, leistungsstarken Mitglied der R32C/M16C-Großfamilie.
www.glyn.de/content_xl.asp?wid=44

4. - 5. Dortmund
Automotive meets electronics
Tagung, die auf die kritische Schnittstelle zwischen der aktuellen Elektronik-Entwicklung und deren Anwendung in der Fahrzeugtechnik zielt. Veranstaltet von der VDI/VDE GMM.
<http://conference.vde.com/ame2011>

5. - 8. Friedrichshafen
Car + Sound
Hier gibt's ordentlich was auf die Ohren. Neben Car-Hifi sind auch mobile Multimediageräte und Navigationssysteme ein Thema.
www.carsound-messe.de

11. - 12. München
Elektor-Seminar „PIC-Mikrocontroller-Programmierung in C“
In diesem 2-tägigen Kurs lernt man die Programmierung von PIC-Controllern in der Programmiersprache C kennen - in der bewährten Mischung aus Theorie und Praxis. Auch am 13. und 14. Mai in München!
www.elektor.de/pic-prog

11. - 12. Ludwigsburg
3. Elektronik automotive Congress
Veranstaltet von der Zeitschrift Elektronik automotive: Präsentiert werden Entwicklungstools und -Methoden.
www.automotive-congress.de

11. - 14. Berlin
LinuxTag
Internationaler Treffpunkt der Open Source und Linux Szene.
www.linuxtag.org

17. - 19. Nürnberg
PCIM Europe
Leistungselektronik, intelligente Antriebstechnik und Stromversorgung sind die Schwerpunkte dieser Fachmesse und Konferenz.
www.pcim.de

18. - 19. Osnabrück
16. ITG Fachtagung Mobilkommunikation
Themen sind unter anderem: Architektur von Mobilfunknetzen, 4G-Mobilfunk, Sensornetze und vieles mehr.
www.mobilfunktagung.de

18. - 19. München
5. European ZigBee Developers Conference
Veranstaltet von der Zeitschrift Design&Elektronik: Entwickler können sich über den aktuellen und zukünftigen Entwicklungsstatus von ZigBee informieren und die Hard- und Softwareprodukte kennen lernen.
www.elektroniknet.de

19. München
Elektor-Seminar „FPGA - Der Logikbaukasten für Jedermann“
Ein schneller und umfassender Einstieg in die FPGA-Thematik. Neben der Theorie kommt auch die Praxis nicht zu kurz (siehe Extra-News).
www.elektor.de/fpga-seminar

19. - 22. München
High End
Egal ob auf zwei, vier oder mehr Kanälen - hier kann man einen nahezu perfekten Ton genießen. Und auch das perfekte Bild kommt nicht zu kurz!
www.highendsociety.de

20. München
Elektor-Workshop „Grafische AVR-Programmierung mit Flowcode“
Die grafische Programmierung mit Flowcode und die modulare E-blocks-Hardware eignen sich bestens für Mikrocontroller-Einsteiger.
www.elektor.de/avr-prog

21. München
Elektor-Workshop „AVR-Mikrocontroller“
Der AVR-Experte Andreas Riedenauer wendet sich mit diesem Praxisseminar vor allem an Einsteiger.
www.elektor.de/avr-workshop

23. - 25. Seligenstadt
Elektor-Seminar „Echtzeitbetriebssysteme in Theorie und Praxis“
Am Beispiel des frei verfügbaren Open-Source-Echtzeitbetriebssystems FreeRTOS wird gezeigt, wie

solche Betriebssysteme funktionieren und wie man sie effektiv einsetzt.
www.elektor.de/ezb-systeme

23. - 26. München
Laser World of Photonics
Gilt als Leitmesse für Optische Technologien.
www.world-of-photonics.net

25. - 26. Ulm
EEEF COM 2011
Fachmesse, Workshop und Entwicklerforum mit den Bereichen Hochfrequenzelektronik, Komponenten, Module, EMV und mehr.
www.gerotron.com/html/messen/eeefcom.htm

27. - 28. Ludwigshafen
Eurobot Deutschland
Deutsche Vorentscheidung zum europäischen Roboterwettbewerb Eurobot, der Ende Juni im russischen Astrakhan stattfindet.
<http://eurobot.ee.hm.edu>

Anzeige



Auspacken, einbauen, FUNKTioniert! Mit den **MU-1 8-Kontakt-Boards MU1-IN8** und **MU1-OUT8** können Sie 8-Kontakt-Informationen per Funk übertragen, und das ohne zeitraubende Entwicklungsarbeit. Einfach in Ihr Gerät integrieren, und los geht's! Die Boards zeichnen sich aus durch mehr Zuverlässigkeit, durch automatische Frequenzkanalselektion, exzellente Response-Eigenschaften, geringen Stromverbrauch und leichte Bedienbarkeit. Sie sind hervorragend geeignet für Signalanlagen in Fabriken, Alarmanlagen, elektrische Schließsysteme und Ähnliches.

Nutzen Sie unsere Technologie und Kompetenz für Ihre Ideen.



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

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

Audio-DSP-Kurs

Teil 1: Audiosignalverarbeitung mit einem DSP

Die Audiosignalverarbeitung ist einer der technischen Bereiche, in denen der Übergang von analoger zu digitaler Signalverarbeitung in rund 30 Jahren der Anwendung schon sehr weit fortgeschritten ist. Wir werden in diesem Kurs einen digitalen Audiosignalprozessor nicht nur mit seinen Eigenschaften und seiner Programmierung kennenlernen, sondern auch drei Anwendungen mit einer zwar preisgünstigen, dennoch aber sehr hochwertigen Signalprozessorschaltung vorstellen.

Von Alexander Potchinkov (D)

So wie ein Operationsverstärker ein universell verwendbarer Baustein der analogen Audiosignalverarbeitung ist, so ist der digitale Signalprozessor ein solcher der digitalen Audiosignalverarbeitung. Dieser Vergleich sagt nicht alles, denn ein digitaler Signalprozessor hat nicht nur mehr Anschlusspins als ein Operationsverstärker, er ist auch sehr viel komplexer und leistungsfähiger. Die Artikelserie beginnt mit einem kurzen Abschnitt zur digitalen Verarbeitung analoger Audiosignale. Es folgt die Vorstellung des digitalen Signalprozessors DSP56374 von Freescale im lötfreundlichen 52-Pin-Gehäuse mit einer Einführung zu diesem Spezialprozessor, der auf seine Aufgabe, die digitale Audiosignalverarbeitung, zugeschnitten ist. Er bietet mit seiner Prozessortaktfrequenz von 150 MHz und raffinierter Signalarithmetik eine Rechenleistung, mit der man auch eine sehr aufwendige Audiosignalverarbeitung verwirklichen kann.

Mit dem für diese Artikelserie entwickelten DSP-Board werden wir drei praktische Projekte vorstellen:

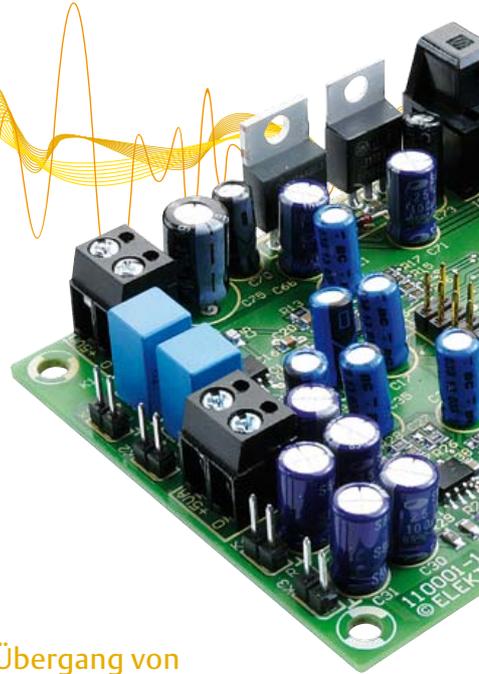
- Digitaler Audiogenerator zur Erzeugung von klirrarmlen Sinusschwingungen, weißem und rosa Rauschen sowie Terz- und Oktavbandrauschen
- Spitzenwert-Aussteuerungsmesser mit LED-Balkenanzeige
- Dynamikprozessor mit Kompressor, Limiter und Noise-Gate

Digitale Verarbeitung analoger Audiosignale

Ein Mikrofon stellt analoge Signale zur Verfügung, und einen Lautsprecher speist man ebenfalls mit analogen Signalen. Jahrzehntlang war die Audiotechnik vom Mikrofon bis zum Lautsprecher Analogtechnik. Auch die HiFi-Technik war von den 60ern bis Anfang der 80er-Jahre Analogtechnik und viele wissen, dass damit sehr zufriedenstellende Ergebnisse erzielt wurden. Die CD als Ersatz der Schallplatte kam 1982 auf den Markt und ließ wirtschaftlich und qualitativ die Schallplatte weit hinter sich. Zunächst benötigte man um die CD herum noch relativ wenig digitale Audiosignalverarbeitung.

Man muss, vereinfachend gesagt, das Analogsignal des Mikrofons mit einem Analog-Digital-Wandler (ADC) analog-digital-wandeln, das so gewonnene Digitalsignal auf die CD brennen, mit dem CD-Player auslesen und mit einem Digital-Analog-Wandler (DAC) in ein Analogsignal zurückwandeln. Diese Übertragungskette hat, für sich betrachtet, analoge Ein- und Ausgangsschnittstellen.

Der Leser weiß, dass die CD mit 16 bit Wortauflösung arbeitet. Nun ist es aber keine triviale Aufgabe, die Wandler (ADC und DAC) in einer angemessenen Qualität herzustellen, was nicht nur an den Wandlern selbst liegt, sondern auch an den zu ihrem Betrieb benötigten Analogfiltern, dem *Antialiasingfilter* vor dem ADC und dem *Rekonstruktionsfilter* nach dem DAC. Das wussten die CD-Entwickler bei Philips schon früh, und sie hatten auch eine Idee für eine trickreiche und raffinierte digitale Signalverarbeitung. Philips konnte, vereinfachend ausgedrückt, mit einem 14-bit-DAC eine Qualität von ungefähr 16 bit schaffen und erreichte dies mit Überabtastung (Oversampling) und Noise-Shaping in einem vorgeschalteten Digitalfilter, also mithin echter digitaler Signalverarbeitung. In diesem Zusammenhang sollte ein fundamentales Problem digitaler Audiosignalverarbeitung erwähnt werden. Analoge Audiosignalverarbeitung hat die sehr wünschenswerte Eigenschaft, dass die nichtlinearen Verzerrungen bei geringer Aussteuerung gering und bei hoher Aussteuerung groß sind. Das kommt unserem Gehör entgegen, denn auch wir hören bei geringer Aussteuerung besser als bei hoher Aussteuerung. Digitale Audiosignalverarbeitung hingegen verhält sich leider gegensätzlich. Bei geringer Aussteuerung hat man einen im Verhältnis zum Nutzsignal hohen Anteil an nichtlinearen Verzerrungen und bei hoher Aussteuerung einen verhältnismäßig geringen Anteil. Das hat die Ingenieure und Mathematiker dazu bewogen, sie „analogähnlicher“ zu machen, in dem Sinne, dass auch bei geringer Aussteuerung nichtlineare Verzerrungen subjektiv schlechter wahrnehmbar sind oder mit einfachen Mitteln im Hörfrequenzbereich weggefiltert werden können. Und da kommen die Tech-





niken von Philips zum Einsatz, ergänzt um das Dithern, der Addition von Rauschsignalen mit geringer Aussteuerung vor einer Quantisierung. Mittlerweile fertigt man mit solchen Verfahren der digitalen Audio-signalverarbeitung nicht nur 16-bit-Wandler, sondern sogar 24-bit-Wandler, die Stand der Technik sind. In diesen Wandlern findet man fast nur noch digitale Audiosignalverarbeitung, die nur mit wenig Analogsignalverarbeitung zu ergänzen ist.

Digitale Signalprozessoren

Ein DSP ist ein spezieller Prozessor, der mit vielen seiner Eigenschaften darauf ausgelegt ist, die typischsten Anforderungen digitaler Signalverarbeitung zu erfüllen. Dies ist das unter Echtzeitanforderungen zu erfolgende Abarbeiten meist strukturell recht einfacher, repetitiver Algorithmen, die oft sehr viele Rechenschritte enthalten. Der Takt des Abarbeitens der Algorithmen ist der Abtasttakt der digitalen Signale, der bei einer CD von der Abtastfrequenz von 44,1 kHz vorgegeben wird. Ein DSP-Algorithmus muss dann in ca. 22,7 μ s vollständig abge-

arbeitet sein, wovon noch die Zeit abzuziehen ist, die für die Bedienung der Audio-Schnittstellen benötigt wird.

Prozessorarchitektur

Bild 1 zeigt das Blockschaltbild des DSP56374. Die Prozessorarchitektur lässt mehrere Daten- und Adressbusse sowie mehrere Speichersegmente in einer *Harvardarchitektur* erkennen, mit der simultane Speicherzugriffe möglich sind. DSPs sind Registerprozessoren. Operanden und Ergebnisse von zumeist arithmetischen Berechnungen werden Registern entnommen und in Registern abgelegt. Dies erlaubt einerseits einschrittige Operationen ohne Mikroprogramme, andererseits werden aber Lade- und Schreibvorgänge zwischen den Speicherbereichen und den Registern benötigt, die aber wegen der Hardwarearchitektur und der *Address-Generation-Units* (AGUs) simultan zu arithmetischen Berechnungen erfolgen können. AGUs sind Rechenwerke, die die Berechnung von Speicheradressen nach DSP-typischen Adressiermodi unabhängig von der Datenverarbeitung ausführen.

Der Block SHI (*Serial Host Interface*) ist eine serielle synchrone

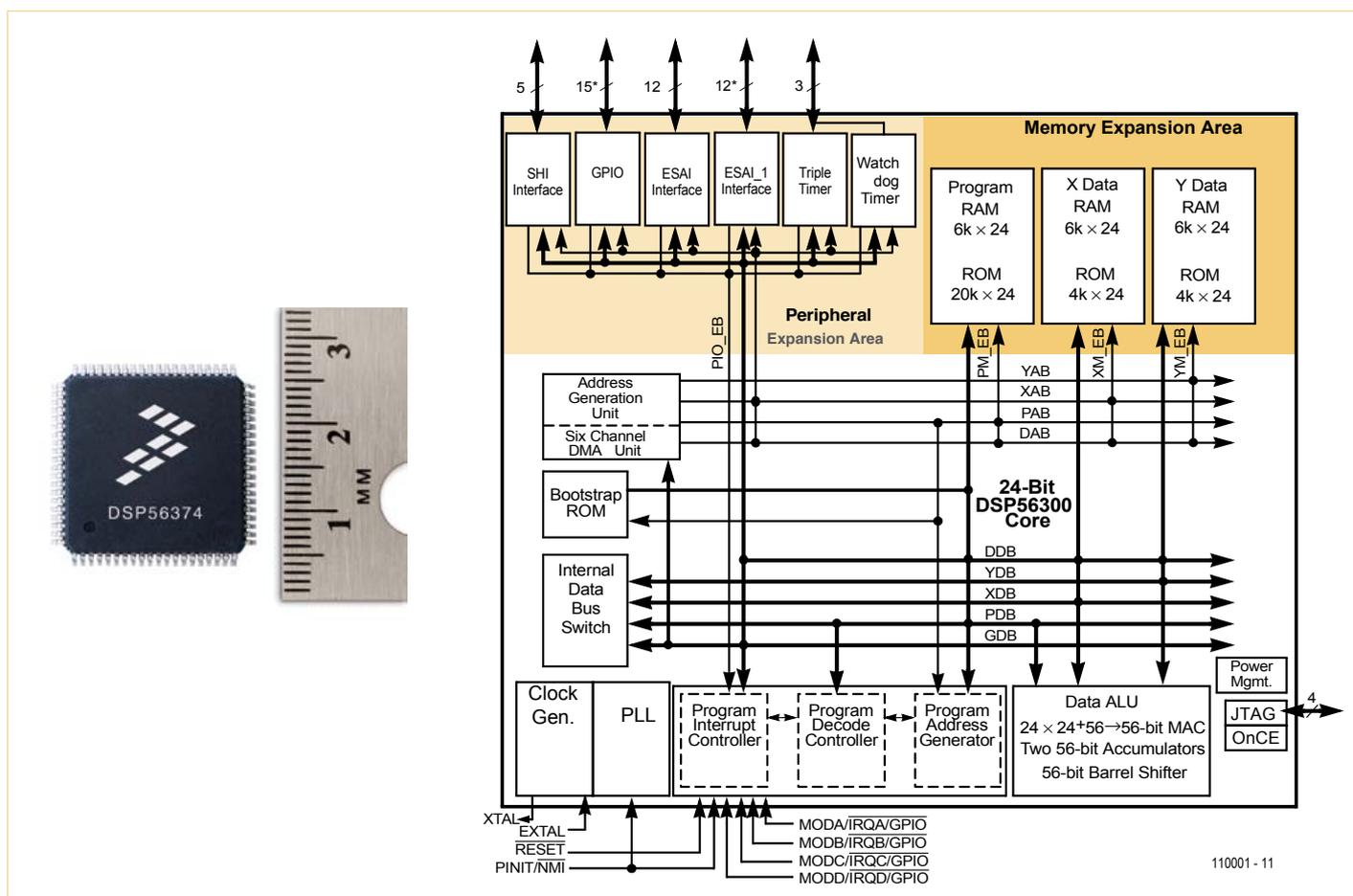


Bild 1. Blockschaltbild des digitalen Signalprozessors DSP56374.

Schnittstelle, die im SPI- oder im I²C-Modus betrieben werden kann. Der DSP kann in beiden Modi sowohl als Bus-Master als auch als Bus-Slave arbeiten. Man kann an dieser Schnittstelle zum Beispiel Mikrocontroller anschließen. Der Block GPIO, *General Purpose Input Output*, stellt Anschlüsse für allgemeine Aufgaben zur Verfügung, wie sie bei jedem beliebigen Prozessor ebenfalls zu finden sind. Die beiden Blöcke ESAI und ESAI_1, *Enhanced Serial Audio Interface*,

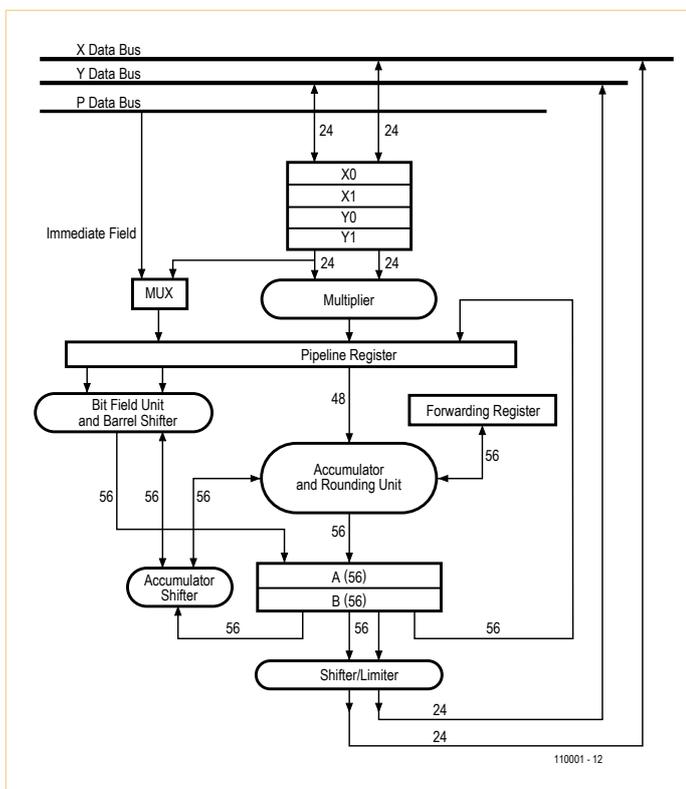


Bild 2. Datenfad der Symphony-Audioprozessoren.

stellen zweimal sechs Audio-Datenanschlüsse neben den zur Synchronisation benötigten Anschlüssen zur Verfügung. Beim 52-Pin-DSP56374 ist der Block ESAI_1 nicht vorhanden. Die drei Timer des DSPs und ein Watchdog-Timer, mit dem man überprüfen kann, ob der DSP arbeitet oder „abgestürzt“ ist, werden über drei Anschlüsse nach außen geführt. Die Gruppe *Memory Expansion Area* enthält drei RAM-Bänke, X- und Y-RAM für Daten sowie P-RAM als Programm-RAM. Die ROM-Anteile sind für uns nicht von Bedeutung. Die Größen der Einzelpartitionen X, Y und P lassen sich konfigurieren. Der Block AGU enthält die beiden sehr leistungsfähigen und flexiblen Rechenwerke zur simultanen Berechnung zweier Adressen in einem Prozessorzyklus. Das Bootstrap-ROM enthält den Code zum Booten des DSPs. Man kann den DSP beispielsweise seriell über das SHI booten. Mit den beiden Blöcken *Clock Generator* und *PLL* wird der Prozessortakt erzeugt. Der DSP erlaubt die Verwendung eines Takt-

FIR-Filter mit dem DSP56374

Das Zahlenformat zur Darstellung der Signale des DSPs bezeichnet man als *Zweierkomplement-Fractionals* oder kurz *Fractionals*, was Binärzahlen mit dem Komma direkt hinter dem Vorzeichenbit entspricht. Die Filterkoeffizienten, ebenfalls *Fractionals*, werden mit 24-bit-Wortbreite im DSP-Speicher abgelegt, sie legen die Filtercharakteristik fest. Es gibt einiges an Filterentwurfssoftware, mit der nicht nur solche Filter, sondern auch die so genannten IIR-Filter entworfen werden können. Dabei handelt es sich um Filter mit Signalarückkopplungen, die zur direkten Realisierung unserer bekannten Analogfilter geeignet sind.

Bild 3 zeigt den Signalflussgraphen des Filters für eine Länge von $N=5$. Es handelt sich um eine grafische Darstellung der Differenzgleichung

$$y(n) = b_0x(n) + b_1x(n-1) + b_2x(n-2) + b_3x(n-3) + b_4x(n-4),$$

die die Berechnungsvorschrift des Filters angibt.

Das quadratische Kästchen mit der Angabe z^{-1} stellt die Speicherung eines 24-bit-Signalwerts dar. Das Dreieck ist das Symbol für die Multiplikation eines Signals mit einem 24-bit-Faktor, in dem Fall ein Filterkoeffizient. Der Kreis mit dem (+)-Zeichen symbolisiert die Addition zweier 48-bit-Zahlen.

Das Zeitfenster enthält zum Zeitpunkt n fünf Signalwerte $x(n)$, $x(n-1)$, $x(n-2)$, $x(n-3)$ und $x(n-4)$ des Eingangssignals, das zum Beispiel von einem ADC mit 24-bit-Wortbreite erzeugt wird. Der Wert $x(n)$ ist der gegenwärtige Signalwert (Sample), die Werte $x(n-k)$ sind die um k Abtastzeitintervalle zurückliegenden oder vergangenen Signalwerte. Die Berechnung eines gegenwärtigen Ausgangssignals $y(n)$ benötigt fünf MAC-Operationen sowie die Initialisierung des Akkumulators a mit Null. Man muss also die folgenden sechs Schritte ausführen, wofür man eine Zählschleife verwenden kann:

```

a := 0;
a := a + b0 * x(n)
a := a + b1 * x(n-1)
a := a + b2 * x(n-2)
a := a + b3 * x(n-3)
a := a + b4 * x(n-4)
    
```

generators mit niedriger Frequenz, die bis zur Maximaltaktfrequenz von 150 MHz im Prozessor vervielfacht werden kann. Mit dem Block *Program Interrupt Controller* werden die zahlreichen internen Interruptmöglichkeiten verwaltet. Viele Interruptquellen werden von den Schnittstellen zur Verfügung gestellt. Es folgen die Blöcke zur Steuerung der Programmabläufe. Rechts von diesen Blöcken befindet sich der Block *Data ALU* oder „Datenfad“. Hier wird die digitale Signalverarbeitung ausgeführt. Schließlich finden wir noch den Block *JTAG/ONCE*, über den man mit einer PC-Software (dem Debugger) DSP-Programme laden und debuggen kann.

Datenfad

Der *Datenfad* ist in **Bild 2** dargestellt. Das Herz des Datenpfads ist die MAC-Unit. MAC steht für *Multiply And Accumulate*, womit eine Berechnung der Form $a := a + x * y$ bezeichnet wird. Diese Berechnung

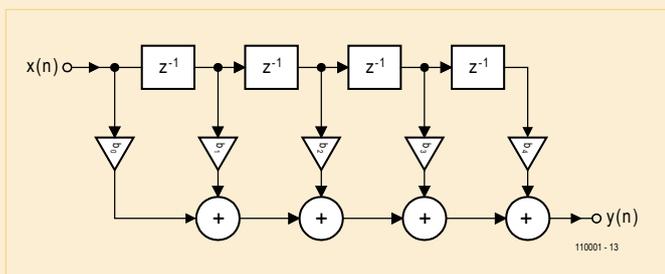


Bild 3. Signalflussgraph eines FIR-Filters.

Bevor wir nun den DSP-Code analysieren, müssen wir zunächst die beiden benötigten Speicherbereiche vorstellen. Im X-RAM legen wir bei linearer Adressierung die Koeffizienten in einem Speicherbereich der Länge $N=5$ mit beliebiger Speicherbasisadresse ab. Im Y-RAM befindet sich stets das aktuelle Zeitfenster.

Die Ringspeicher-Adressierung wird mit einer Modulo-N-Arithmetik bewerkstelligt. Es bezeichnen c_{base} die Basisadresse des Koeffizientenspeicherbereichs und $dpntr$ eine Speicherzelle im Y-RAM, die den Datenbereichszeiger zwischen den Filteraufrufen speichert. Diese Speicherzelle enthält zu Beginn die Basisadresse des Datenspeicherbereichs.

```

move    #N-1,M4                ; modulo N indexing
...
Audioloop
...
movep   x:RX0,y1                ; read audio sample
move    #cbase,R0               ; set coefficient pointer
move    y:dpntr,x0
move    x0,R4 ; load data pointer
(1)    clr    a  x:(R0)+,x0  y1:y:(R4)+ ; read 1st. coeff, save 1st data
(2)    rep    #N-1
(3)    mac   y1,x0,a  x:(R0)+,x0  y1:y:(R4)+
(4)    macr  y1,x0,a  (R4)- ; requantisation
move    a,x:TX0                ; write audio sample
move    R4, x0
move    x0, y:dpntr            ; save data pointer
jmp     Audioloop

```

In der Anweisung (1) wird nicht nur der Akkumulator a mit Nullen initialisiert, sondern es finden zeitgleich zwei Datenbewegungen und Zeigerinkrementierungen (beim Zeiger R4 sogar mit Modulo-Arithmetik) statt. Der Filterkoeffizient b_0 ist in das Register x0 geschrieben worden und das aktuelle Audiodatum in den Ringspeicher. Für den folgenden `mac`-Befehl kann der Filterkoeffizient zusammen mit dem aktuellen Audiodatum, das sich im Register y1 befindet, genutzt werden. Die Anweisung (2) startet eine Hardware-Zählschleife, deren Schleifenkörper (N-1)-mal aufgerufen beziehungsweise ausgeführt wird. Mit der Zählschleifenanweisung (3) wird ein Teilprodukt berechnet und akkumuliert, außerdem werden damit Koeffizienten und Daten für das nächste Teilprodukt in die Register x0 und y1 geschrieben. Das Ergebnis der akkumulierten Teilprodukte liegt im Akkumulator mit einer Wortbreite von 56 bit vor. Der `macr`-Befehl in (4) führt die letzte Teilproduktrechnung und Akkumulation aus und requantisiert das 56-bit-Resultat auf 24 bit, wie wir es für den DAC benötigen. Zugleich wird der Zeiger auf den Datenbereich um den Wert 1 dekrementiert.

ist eine der wichtigsten Berechnungen in der digitalen Signalverarbeitung, mit der unter anderem die digitalen Filter berechnet werden. Ein Akkumulator a akkumuliert die Produkte $x*y$, wofür ein Multiplizierer, ein Addierer und ein Akkumulatorregister mit den entsprechenden Verbindungen und Wortbreiten benötigt werden. Im Bild sieht man, dass für die Produktbildung die beiden Operanden über zwei Datenbusse (X- und Y-Bus), in vier zur Auswahl stehende 24-bit-Register x0, x1, y0 und y1 (man spricht auch von einem kleinen *Register File*) geladen werden können. Der DSP verfügt über zwei Akkumulatorregister a und b, die an die Busse angeschlossen sind. Zwischenergebnisse eines Akkumulationsvorgangs müssen also nicht im Speicher abgelegt werden. Wenn eine Folge solcher MAC-Operationen im Algorithmus eines Digitalfilters ausgeführt werden muss, erlaubt uns der DSP das Holen von Signalwerten und Filterkoeffizienten für die mit dem nächsten

Berechnungsschritt folgende MAC-Operation gleichzeitig mit der Ausführung der aktuellen MAC-Operation. Wir erkennen im Bild, dass der DSP mit 24-bit-Daten rechnet und nicht nur die 48-bit-Multiplikationsergebnisse ohne Stellenverlust für ihre Akkumulation verwendet, sondern mit seinen 56-bit-Akkumulatorregistern zusätzliche 8 bit für eine, vor allem bei Akkumulationen hilfreiche, linksseitige Zahlenbereichserweiterung zur Verfügung stellt. Die Operandenregister sind über zwei 24-bit-Pfade mit dem Fractional-Hardware-Multiplizierer verbunden, der in jeweils einem Prozessorzyklus Multiplikationen ausführt. Uns stehen 48-bit-Multiplikationsergebnisse zur Verfügung, die entweder mit der ALU in der *Accumulator and Rounding Unit* weiterverarbeitet werden oder über die Datenbusse in den DSP-Speicher geschrieben werden. Die Einheit *Accumulator and Rounding Unit* dient vor allem der Akkumulation und bildet zusammen mit dem Multiplizierer die MAC-Einheit.

Das Rechenwerk dieser Einheit kann auch zum Addieren und Subtrahieren von Signalen oder für die logischen Operationen UND, ODER und Exklusiv-ODER verwendet werden. Mit der Einheit *Bit Field Unit and Barrel Shifter* stehen Bitgruppen-Operationen und Multibit-Shifts zur Verfügung, die ebenfalls in einem Prozessorzyklus ausgeführt werden. Shifter und Limiter, in der Abbildung unterhalb der Akkumulatorregister zu sehen, dienen zum Beispiel der Requantisierung von Multiplikationsergebnissen auf die 24-bit-Wortbreite des DSPs. Zu erwähnen ist schließlich noch, dass der DSP auch mit LongWord-Operanden rechnen kann, wofür je zwei 24-bit-Register x0 und x1 sowie y0 und y1 zu 48-bit-Registern x und y miteinander verbunden werden können. Ein Befehl

```
add x, b
```

führt dann eine 48-bit-Addition aus und der Befehl

```
add a, b
```

sogar eine 56-bit-Addition.

Zur Programmierung des Datenpfads soll noch ein Hinweis gegeben werden. Der `mac`- und der `mpy`-Befehl (`mpy` bedeutet Multiplikation) sind so genannte Drei-Adress-Befehle. Mit

```
mac x0, y0, a oder mpy x1, y1, b
```

werden drei Adressen spezifiziert, die Adressen der beiden Operanden-Register und die Adresse des Resultat-Registers. Die Addition und Subtraktion sind Zwei-Adress-Befehle. Mit

```
add x0, a oder sub y0, b
```

ist vor der Ausführung einer der beiden Operanden in eines der beiden Akkumulatorregister zu laden, da nicht beide Eingänge der ALU in der *Accumulator and Rounding Unit* an die Operandenregister gelegt werden können. Der Operand im Akkumulatorregister wird mit dem Ergebnis der Berechnung überschrieben. Wegen dieses Ladevorgangs müssen zur Durchführung der Zwei-Adress-Befehle jeweils zwei Befehle ausgeführt werden.

Spezielle Rechentechniken, wie die Sättigungsarithmetik (Sättigung auf Maximal- und Minimalwert des Wertebereichs) sorgen dafür, dass der DSP ein Übersteuerungsverhalten annehmen kann, wie wir es von Analoggeräten gewohnt sind. Ein solches Verhalten muss bei einem anderen Prozessor mit Software nachgebildet werden.

Steuerwerk und Address Generation Unit

Zur Durchsatzsteigerung dienen bei DSPs auch spezielle Steuerwerke. In diesem Zusammenhang ist vor allem die Hardware-Schleife „zero overhead loop“ zu nennen, mit der Zählschleifen nahezu ohne zusätzlichen Befehlsaufwand abgearbeitet werden können. Im Einzelnen heißt das, dass nur wenige Prozessorakte zur Einrichtung der Hardware-Schleife benötigt werden und der Schleifenkörper nur die Signalverarbeitung enthält. Die Hardware-Schleife mit nur einem Befehl (zum Beispiel eine Signalarithmetik mit mög-

licher zeitgleicher Datenbewegung) wird für das FIR-Filter benötigt, dessen DSP-Programm wir später analysieren werden. Hier ist der Schleifeninitialisierungsaufwand besonders niedrig, womit nahezu die gesamte Rechenleistung des DSPs für das FIR-Filter genutzt werden kann. Mit einer Abtastfrequenz von 48 kHz und der Prozessortaktfrequenz von 150 MHz kann ein FIR-Filter eine Länge von ungefähr 3000 aufweisen. Hierfür ist nicht nur die bereits erwähnte Möglichkeit simultaner Datentransfers nötig, es muss auch noch die Speicheradressierung im Hintergrund ohne Verwendung des Datenpfads ausgeführt werden können.

Für die indirekte Adressierung mit Zeigern stehen dem DSP acht Zeiger R0 bis R7 mit Registern zur Verfügung. Die Eigenschaften der Adressarithmetik und die Abstände für das Adressinkrementieren und Dekrementieren werden für jeden Zeiger mit zwei Begleitregistern, den N- und M-Registern (als *Offset-Register* und *Modifier-Register* bezeichnet) festgelegt. Alle 24 Register in der AGU sind 24-bit-Register und können auch als Register für Zwischenergebnisse oder als Register zur Angabe einer Zählschleifenlänge verwendet werden. In die N-Register kann man Werte zur Inkrementierung und Dekrementierung der Zeiger eintragen. So kann man zum Beispiel aus einem Ringspeicher einen um N Abtasttakte zurückliegenden Signalwert auslesen und so eine Signalverzögerung realisieren, mit der zum Beispiel Laufzeitunterschiede zwischen den Lautsprechern in einer Mehrwege-Lautsprecherbox und dem Hörer ausgeglichen werden können.

Die M-Register dienen der Festlegung der Art der Zeigerarithmetik. Der DSP verfügt neben linearer Adressierung über die DSP-typischen Modulo- und Bit-Reverse-Adressierungen. Modulo-Adressierung benötigen wir für Ringspeicher, in denen bei digitalen Filtern die mit jedem Abtasttakt aktualisierten Signalzeitausschnitte (die Zeitfenster) gehalten werden. Eine Modulo-N-Arithmetik beschränkt sich auf N Zahlen von 0 bis N-1, die man sich auf einem Ring angeordnet vorstellen kann.

Interrupts

Hardwareinterrupts werden vom DSP-Prozessorkern, von DSP-Schnittstellen und externen Quellen ausgelöst, Softwareinterrupts von einem laufenden DSP-Programm. Interrupts können in vielen Fällen mit wählbaren Prioritätswerten versehen werden, um wichtigere von unwichtigeren Vorgängen zu trennen.

Ein großer Unterschied zum GPP (General Purpose Processor) besteht darin, dass in der Interrupt-Vektortabelle nicht die Startadressen der Interrupt-Service-Routinen ISR, sondern für jeden Interrupt zwei Befehle einzutragen sind. Dieser Umstand ermöglicht es, zwei Klassen von Interrupts vorzusehen:

- den Fast-Interrupt mit einem oder zwei Befehlen ohne Rücksprungbefehl,
- den Long-Interrupt, der einen Sprung in eine möglicherweise umfangreiche ISR nach sich zieht, die dann statt des aufrufenden Programms ausgeführt wird.

Der Autor

Alexander Potchinkov ist Inhaber des Lehrstuhls für digitale Signalverarbeitung an der TU Kaiserslautern und führt ein Ingenieurbüro für Audiosignalverarbeitung. Sein Interesse gilt nicht nur den DSPs

und ihren Algorithmen, sondern auch den Röhrenverstärkern und der SPICE-Simulation.

Ein besonders wichtiger DSP-Vorgang ist das Holen eines Datums von einer der DSP-Schnittstellen. Die hierfür notwendigen Angaben sind der entsprechende `move`-Befehl und die Zieladresse im DSP-RAM, was als Fast-Interrupt abgearbeitet werden kann. Es entfällt das andernfalls notwendige Sichern von Prozessorzuständen auf den Prozessor-Stack.

Die Audioschnittstelle des DSP56374

Die Audioschnittstelle umfasst sechs Steuerungs- und Synchronisations- sowie sechs Datenanschlüsse. Die Taktung für Senden und Empfangen kann unterschiedlich sein. Man kann unter anderem das bekannteste Audiodatenformat I²S einstellen. Es können bis zu sechs Audioausgänge und bis zu vier Audioeingänge verwendet werden, solange die Summe der Ein- und Ausgänge nicht größer als sechs ist. Der Programmierer sieht nur sechs 24-bit-Register auf der Senderseite, in die man die auszugebenden Audiosignale synchron mit dem Abtasttakt aus dem DSP-Programm heraus schreibt und vier 24-bit-Register, aus denen vom DSP-Programm aus gelesen wird.

Demnächst...

Mit der Vorstellung des internen Aufbaus des DSPs schließen wir den ersten Teil unseres AudioDSP-Kurses. In der nächsten Folge werden wir uns schon mit der Programmierung der DSP563xx-Familie beschäftigen.

(110001)

Weblink:

www.freescale.com/webapp/sps/site/prod_summary.jsp?code=DSP56374

Anzeige

Fernbedienung per Handy

ATM18 empfängt Anrufe und SMS

YOU'VE
GOT
MAIL!

Von Grégory Ester (Frankreich)

Was ist praktischer als eine Fernbedienung? Es wäre doch fein, wenn man etwas zuhause steuern könnte, während man im Büro sitzt – oder umgekehrt etwas in der Firma vom Sofa aus fernschalten. In diesem Beitrag geht es um Elektronik, die genau das möglich macht. Ein ATM18-Modul erkennt dabei die eigene Handy-Nummer, und man kann sogar per SMS Befehle erteilen.

Die Schöne (ATM18) und das Biest (GM862-GPS)

Wenn man ein Modul für eine Fernbedienung mit wirklich langer Reichweite sucht, dann hat die Firma Telit [1] mit dem GM862-GPS etwas Interessantes im Angebot. Das kleine Wunderding kombiniert einen 20-kanaligen SIRF-III-GPS-Empfänger mit einem Quad-Band-GSM/GPRS-Modem inklusive SIM-Karten-Unterstützung. Dabei benötigen der Handy- und der GPS-Teil je eine eigene Antenne, die GPS-Funktionen verwenden wir jedoch nicht. Es ist ein Evaluation-Board erhältlich [2], auf das man so ein Handy-Modul einfach aufsteckt.

Die vom GM862-GPS gelieferten Informationen werden mit Hilfe eines ATM18-Moduls [3] verarbeitet. Über einen Two-Wire-Bus erhalten ein LCD [4] und eine Relaiskarte [5] ihre Daten. Zu Anzeigezwecken wird das via I²C steuerbare Riesapixel „BlinkM MaxM“ eingesetzt. Diese XXL-RGB-LED wurde schon im Artikel „Talk Show“ im September 2010 in Elektor veröffentlicht [6].

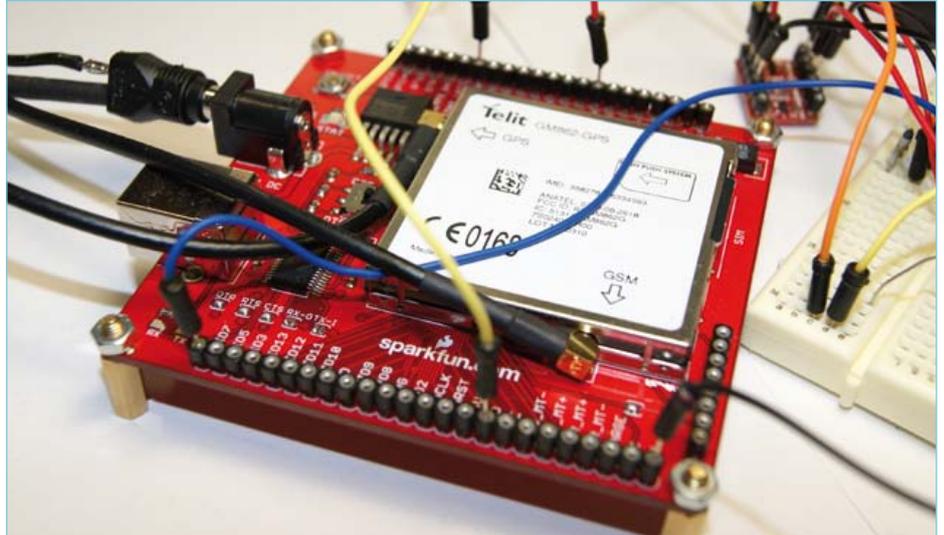


Bild 1. Das GM862-GPS-Modul auf dem Evaluationboard.

Die Zähmung der Bestie

Als Erstes lötet man einen Platinen-Header auf das Evaluation-Board des GM862-GPS

(Bild 1), so dass man schnell und flexibel ein ATM18-Modul anschließen kann. Dann kommt zunächst die GPS-Antenne an das

Elektor Produkte & Service

- Relais-Karte: Nr. 071035-72
- Porterweiterungsplatine: Nr. 071035-95

- ATM18-Controller-Board: Nr. 071035-91
- ATM18-Test-Board: Nr. 071035-92
- Zweidraht-LCD: Nr. 071035-93
- Software (kostenloser Download): Nr. 110139-11

Telit-Modul und dann das Ganze auf das Evaluation-Board, wonach noch die Handy-Antenne angeschlossen wird. An DTR HI wird ein Microswitch angeschlossen, mit dem man den Programmier-Modus des GM862-GPS deaktiviert.

Als Verbindung zum PC genügt ein Kabel mit einem USB-A- und einem USB-B-Stecker. Jetzt muss man nur noch den FTDI-Treiber installieren [7].

Das Modem schaltet man ein, indem man den ON/OFF-Taster für 1 s drückt – ähnlich wie man ein Handy einschaltet. Jetzt sollte die rote POWER-LED leuchten. Die LED „LED_STAT“ blinkt langsam, da sich das M862-GPS noch nicht in das Mobilfunk-Netz eingebucht hat. Das klappt erst, wenn eine SIM-Karte eingesteckt ist.

Nach dem Einbuchen geht es los: Das Modem reagiert auf seriell übertragene AT-Befehle, die ganz klassisch mit einem Carriage-Return-Zeichen abgeschlossen werden. Die mit diesem Modem nutzbaren Befehle sind in **Tabelle 1** aufgelistet.

Nach einem erfolgreichen Lese- oder Schreib-Kommando gibt es als Antwort den String <CR><LF>OK<CR><LF>. Bei unbekanntem Befehl erhält man die Zeichen <CR><LF>ERROR<CR><LF> und eventuell weitere Informationen zum aufgetretenen Fehler. Für den Test der Verbindung eignet sich das Terminal-Programm Hercules [8]. Die meisten Elektroniker sollten mit so einer Software umgehen können. Die Datenrate wird bei Hercules auf 115.200 Bd eingestellt. Im Moment sollte die SIM-Karte noch nicht eingesetzt sein.

Wenn alles gut geht, kann man im Fenster „Received/Sent data“ von Hercules die ersten Infos lesen. Bevor der erste Befehl eingetippt wird, muss man dafür sorgen, dass Sonderzeichen hexadezimal behandelt werden. Ein Klick mit der rechten Maustaste auf das Fenster zaubert ein Kontext-Menü hervor, in dem man beim Eintrag „Special Chars“ die Auswahl „Hexadecimal“ festlegen kann.

Wenn das Fenster so aussieht wie in **Bild 2**, dann klappt immerhin schon die Verbindung. Das eingegebene Kommando 01 wird automatisch durch das Modem wiederholt. Dem ECHO folgt die erwartete Antwort. In der Tabelle sieht man, dass sich die Kom-



Bild 2. Das ist das Terminalfenster von Hercules!

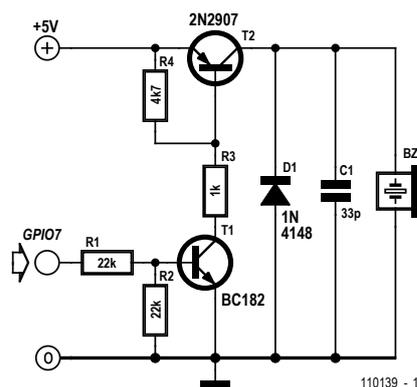


Bild 3. Ein paar Bauteile für die Tonausgabe.

mandos 02 und 03 gleichen. Wir geben die Antwort auf Kommando 02 hier komplett inklusive der Sonderzeichen wieder. Im Rest der Tabelle (ab Kommando 03) werden diese Zeichen weggelassen, da sie redundante Information darstellen. Man kann sehen, dass sich das Modem als Modell GM862-GPS (Kommando 04) des Herstellers Telit (Kommando 03) meldet.

Mit Kommando 06 erhält man Informationen über die Empfangsqualität. Faktisch wird die Signalstärke in Form von RSSI-Werten (**R**eceived **S**ignal **S**trength **I**ndicator) angegeben. RSSI = 1 entspricht dabei -111 dBm. Die Schrittweite beträgt 2 dBm, womit man bei RSSI = 11 einen Pegel von -91 dBm erhält. Je größer der Wert, desto besser ist der Empfang.

Das Tier macht Töne

Das Modul GM862-GPS bringt eine ganze Anzahl an frei konfigurierbaren I/O-Ports mit. Port GPIO7 wird genauer beleuchtet. Die Ports können nicht nur als Eingang oder Ausgang konfiguriert werden, sondern in den Modus „ALTERNATE FUNCTION“ versetzt werden, was einen „Buzzer Output“ ergibt. Diese Einstellungen können mit Kommando 07 vorgenommen werden. Auf Kommando 08 gibt das Modem die Einstellungen aller Ports zurück. Man kann damit also überprüfen, ob Kommando 07 richtig ausgeführt wurde. Mit dem Kommando 09 teilt man dem Modul mit, dass Töne fortan über GPIO7 erzeugt werden sollen. Das von Port GPIO7 gelieferte Signal muss noch entsprechend angepasst werden, bevor man damit einen Piezo-Buzzer

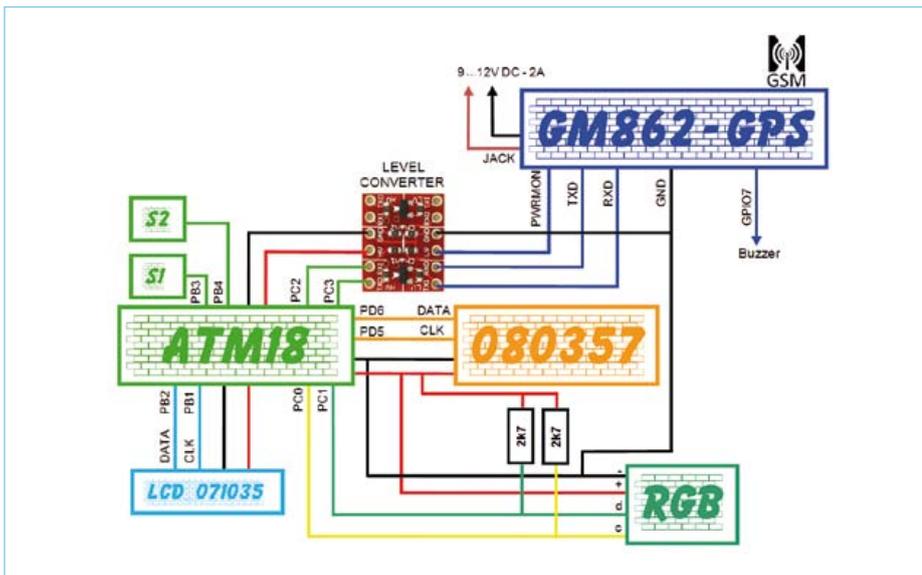


Bild 4. Blockschaltung der Module samt Verkabelung.



Bild 5.

ansteuern kann. Hierzu benötigt man noch ein paar extra Bauteile (siehe Bild 3). Diese einfache Minischaltung kann man locker auf einem Stück Lochrasterplatte aufbauen. Die 5-V-Versorgung und Masse kommen vorläufig vom ATM18-Modul. Mit Kommando 12 wird die serielle Datenrate auf 9600 Bd eingestellt. Damit ist nun alles für die Koppelung der Module GM862-GPS und ATM18 bereit. Die Vorgehensweise ist wie folgt: Man schalte die Stromversorgung aus und ziehe das USB-Kabel ab. Jetzt wird die SIM-Karte eingesetzt. Von nun an ist es besser, wenn man die Eval-Platine des Modems direkt mit einem Netzteil versorgt, das 9...12 V bei einer Belastbarkeit von 2 A liefert. Möchte man weiter alles mit Hercules verfolgen können, dann kann man jetzt das USB-Kabel wieder einstecken. Ohne externe Versorgung wird der benötigte und gelegentlich hohe Strom aus dem USB-Anschluss gezogen. Bei Anschluss einer externen Versorgung wird diese automatisch bevorzugt. Die SIM-Karte hat noch keine Funktion, da sie ja noch nicht freigegeben ist. Der PIN-Code kommt mit Hilfe des Kommandos 14 in das Modem. Ist der PIN-Code richtig, dann hört man einen Quittungston. Sobald sich das Modul GM862-GPS im Mobilfunk-Netzwerk eingebucht hat, blinkt die LED „LED_STAT“ drei Sekunden lang. Jetzt nochmal die Tonausgabe mit den Kommandos 07 und 09 einstellen. Nun kann man das Modem unter der Rufnummer anrufen, die durch die SIM-Karte festgelegt ist. Wenn das klappt, sollte das Modem „klingeln“ und die LED „LED_STAT“

leuchten, während die Meldung „RING“ im Fenster von Hercules ausgegeben wird. Wenn der Klingelton nicht gefällt, lässt sich mit Hilfe von Kommando 15 ein anderer wählen.

Das Tier kommuniziert

Wenn man die Toneinstellung ändert, dann kann es notwendig werden, dass man Port GPIO7 erneut als Audio-Ausgang festlegen muss. Man hält sich dabei an das zuvor beschriebene Procedere. Auf das Kommando 18 erscheint als Antwort: („ME“, „SM“), („SM“), („SM“). Der Code zwischen den ersten Klammern gibt an, welche Speicherplätze gelesen und gelöscht werden. Zwischen den zweiten Klammern steht, wo geschrieben wird und das dritte Klammerpaar zeigt den Ort, in dem Nachrichten abgelegt werden. ME (Mobile Equipment) steht für internen Speicher und SM für den Speicher in der SIM-Karte. Die Antwort auf Kommando 19 ist „SM“, 3, 50, „SM“, 3, 50, „SM“, 3, 50. Das bedeutet, dass alle ein- und ausgehenden Nachrichten auf der SIM-Karte abgelegt werden. Hier stehen 50 Speicherplätze für jede Kategorie zur Verfügung, und davon sind in diesem Fall schon drei belegt. Für das SMS-Procedere ist das SMSC (SMS Center) zuständig. Um das erste Mal eine SMS zu senden, muss man zuvor mit Kommando 20 den Text-Modus einstellen. Die Nummer des SMSC (die in den meisten Fällen fest eingestellt ist) wird immer als Parameter mitgesendet. Die Antwort auf Kommando 21 enthält diese Nummer.

Das Versenden einer SMS geschieht via Kommando 22. Das geht anders als bei einem normalen Handy in zwei Schritten vor sich. Zunächst gibt man die Nummer des Empfängers ein und dann die eigentliche Nachricht, gefolgt von CTRL-Z (\$1A). Diese Meldung wird dann unmittelbar verschickt, ohne sie erst auf der SIM-Karte zu speichern.

Es wurde schon geklärt, dass ME für den internen Speicher des GM862-Moduls steht. Entsprechend steht TE (= Terminal) für den PC mit Hercules. Wenn man eine in ME abgelegte Nachricht an TE ausgeben will, gibt man zunächst das Kommando 23 ein. Sobald nun das Modul GM862-GPS eine SMS empfängt, erscheint in Hercules folgender Text: +CMTI: „SM“, 5. Daran erkennt man, dass eine neue Nachricht vorliegt und dass sie im Speicherplatz 5 der SIM-Karte abgelegt ist. Mit Kommando 24 kann man die SMS lesen und mit Kommando 25 löschen.

Die Schöne und das Biest - die Begegnung

Die Firmware für den ATM18 gibt es gleich doppelt. Bevor deren Funktion ausprobiert wird, muss man erst das ganze System zur Programmierung vorbereiten. Den Grundaufbau kann man Bild 4 entnehmen. Die Kontakte RX-O und TX-I auf dem roten Board, das das Modem beherbergt, dürfen keine Verbindung haben. Kurzes Antippen mit dem Lötkolben genügt und die Zinnbrücken sind weg. Nun wird das Netzteil angeschlossen und das GM862-Modul wie gehabt durch die ON/OFF-Taste aktiviert. Mit der ersten Software (Datei 110139-I_GM862-GPS_ATM18_P1.bas [9]) kann man Relais 1 steuern. Damit lässt sich zum Beispiel eine Alarmanlage deaktivieren oder scharf stellen. Aus diesem Grund sollte auch zwingend ein Schutz vor unbefugter Betätigung vorhanden sein.

```

ATM18 and GM862-GPS
> Relays : 00000000
GM862-GPS READY
SIM PIN OK

```

Bild 6.

```

ATM18 and GM862-GPS
> Relays : 00000000
GM862-GPS READY
SIM PIN ALREADY OK

```

Bild 7.

```

GM862-GPS ON NETWORK
PLAYING TONE 7 OK?

```

Bild 8.

```

GM862-GPS ON NETWORK
PLAYING TONE 11 OK?

```

Bild 9.

```

GM862-GPS ON NETWORK
PLAYING TONE 11 OK?
RINGING TONE 11 DONE
YOU CAN CALL ATM18 !

```

Bild 10.

```

CALL WAITING...

```

Bild 11.

Dies wird mit Hilfe der beiden „hart codierten“ Konstanten `Const Admin_phone = „06XXXXXXXX“` und `Const Code_pin = „XXXX“` in der Firmware erledigt. Sie enthalten die Nummer des berechtigten Anrufers und einen PIN-Code. Nach dieser Festlegung muss man die Software compilieren und das Ergebnis in den Controller des ATM18 flashen.

Wenn man nun anruft, darf die Rufnummer nicht unterdrückt sein, sonst wird der Anrufer nicht erkannt und erhält keinen Zugang. Bei Übertragung der richtigen Nummer leuchtet das Riesen-RGB-Pixel grün – andernfalls rot.

Die Arbeitsweise in chronologischer Reihenfolge: Beim ersten Start wird automatisch die I2C-Adresse des Riesen-Pixels abgefragt (**Bild 5**) und die angeschlossene Hardware gleich getestet, wodurch BlinkM MaxM rot

leuchtet und die acht Relais kurz anziehen. Dann schaltet man das Echo auf die Steuer-Kommandos aus. Nun wird der PIN-Code eingegeben und einige Sekunden gewartet. In dieser Zeit sollte sich die Verbindung zum GM862-Modul initialisieren (**Bild 6**). Wenn das System nicht zum ersten Mal eingeschaltet wurde, ist der PIN-Code schon bekannt und das Display sieht aus wie in **Bild 7**.

Ein Druck auf die Taste S1 auf dem ATM18-Board erzeugt die Meldung wie in **Bild 8**, wo man den Rufton einstellen kann. Die erste Zeile informiert darüber, ob das Modem eine Verbindung mit dem Mobilfunknetz hat. Es gibt zwei Wege, eine andere Rufmelodie auszuwählen. In beiden Fällen hält man S2 so lange gedrückt, bis die gewünschte Melodie abgespielt wird. Wenn man die Taste innerhalb von 1,5s nach dem Erscheinen von Bild 8 drückt, werden alle 32 Melodien nacheinander abgespielt – aller-

dings nur jeweils die ersten 1,5s davon. Wartet man länger mit dem Tastendruck, dann werden die Melodien in voller Länge abgespielt. Nach dem Loslassen von S2 erscheint **Bild 10** und anschließend **Bild 11**. Jetzt ist das ATM18-Modul bereit für die Fernsteuerung.

Ruft man das System unter der durch die SIM-Karte abgelegten Nummer mit der in der Firmware festgelegten richtigen Nummer an, hört man den ausgewählten Rufton, BlinkM MaxM leuchtet grün und Relais 1 wird umgeschaltet (siehe **Bild 12**). Ruft man das System von einem anderen Telefon mit der falschen Nummer an, dann erscheint die Meldung von **Bild 13** und das Riesen-Pixel leuchtet rot.

SMS und ATM18

Das bisher beschriebene Verfahren hat einen entscheidenden Vorteil: Man kann etwas fernsteuern, ohne dass Kosten ent-



```

YOU RECEIVED A CALL
From : 0682834725
HELLO ADMINISTRATOR
> Relays : 00000001

```

Bild 12. Der Administrator hat angerufen.

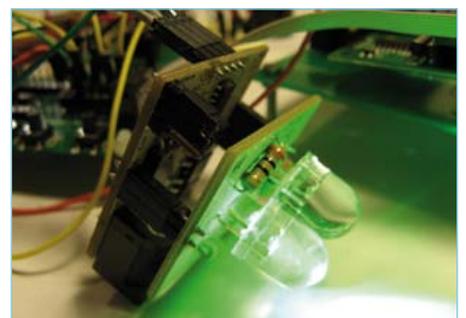




Tabelle 1. Kommandos und Ausgaben von Hercules

Nr.	Kommando	Antwort	Bedeutung
	AT+CGMR\$0D	07.02.403 OK	Software-Version
	AT\$GPSSW?\$0D	\$GPSSW: GSW3.5.0Telit_3.5.00.00-C23P2.00a OK	GPS-Software-Version
	AT##SELINT?\$0D	#SELINT: 2 OK	AT Interface Style 2
01	AT\$0d	{0D}{0A}OK{0D}{0A}	Verbindung OK
02	AT+CGMI\$0D	AT+CGMI{0D}{0D}{0A}Telit{0D}{0A}{0D}{0A}OK{0D}{0A}	Hersteller: Telit
03	AT+CGMI\$0D	Telit OK	Hersteller: Telit
04	AT+CGMM\$0D	GM862-GPS OK	Typennummer: GM862-GPS
05	AT+CGSN\$0D	358278006334593 OK	IMEI-Code: 358278.00.633459.3
06	AT+CSQ\$0D	+CSQ: 11,0 OK	+CSQ: RSSI = 11, Fehler-Rate <0,2%
07	AT##GPIO=7,0,2\$0D	OK	Port 7 eingestellt auf Buzzer Output Mode
08	AT##GPIO?\$0D	Ergibt den logischen Zustand aller Ein- und Ausgänge.	
09	AT##SRP=3\$0D	OK	Output Ton zum Buzzer
10	AT##SRP?\$0D	#SRP: 3 OK	Output Ton eingestellt auf Mode 3
11	AT\$GPSSAV\$0D	OK	GPS-Parameter speichern
12	AT+IPR=9600\$0D	OK	Serieller Port auf 9600 Bd
13	AT##SHDN\$0D	OK mit Tonsignal	Modem ausgebucht und deaktiviert
14	AT+CPIN=7453\$0D	OK	Registrations-PIN-Code
15	AT##SRS=7,10\$0D et AT##SRS=0,0\$0D	OK OK	Spielt Melodie Nr. 7 (von insgesamt 32) Dauer 10 s (maximal 60 s) und sichert sie als Standard
16	AT+CCLK="11/02/04,20:48:00+04"\$0D	OK	Einstellung von Datum und Zeit: 20h48m00s 5 Mai 2011 GMT+1
17	AT+CCLK?\$0D	+CCLK: "11/02/04,22:06:22" OK	Datum und Zeit auslesen
18	AT+CPMS=?\$0D	+CPMS: ("ME","SM"), ("SM"), ("SM") OK	Verfügbarer Speicher?
19	AT+CPMS?\$0D	+CPMS: "SM",3,50,"SM",3,50,"SM",3,50 OK	Einstellungen für das Ablegen von Nachrichten
20	AT+CMGF=1\$0D	OK	Text-Modus für das Senden von SMS-Nachrichten
21	AT+CSCA?\$0D	+CSCA: "+33609001390",145 OK	Nummer des SMS-Centers
22	AT+CMGS=0682834725\$0D HELLO BB\$1A	> _ +CMGS: 3 OK	Die zu sendende SMS
23	AT+CNMI=1,1\$0D	OK	Mögliche Einstellung für SMS-Empfang
24	AT+CMGR=5\$0D	+CMGR: "REC READ","+33682834725","", "11/02/05,21:57:49+04" Hello from BB OK	Lesen der Nachricht auf Speicherplatz 5
25	AT+CMGD=5\$0D	OK	Speicherplatz 5 löschen
26	AT+CMGR=5\$0D	+CMS ERROR: 321	Dieser Speicherplatz ist leer

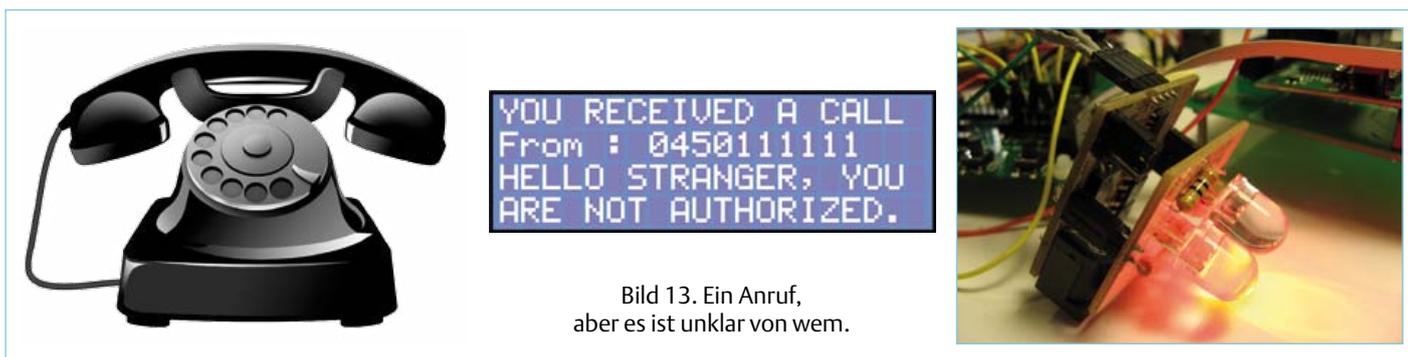


Bild 13. Ein Anruf, aber es ist unklar von wem.

stehen. Immer wenn das System angerufen wird, werden ja Klingelsignale erzeugt. Bei jedem Klingeln wird ein „RING-String“ an das ATM18-Modul übertragen. Man könnte also sogar diverse Aktionen mit unterschiedlich vielen Klingelsignalen auslösen. Bei diesem Thema sind die verschiedensten Varianten denkbar. So könnten Anrufe von unterschiedlichen Rufnummern mit unterschiedlichen Farben gekoppelt werden. Freund X leuchtet gelb, Tante P blau und die Freundin orange. Man könnte absprechen, dass ein spezieller Besuch nicht läutet, sondern das System anruft und es dreimal klingeln lässt. Im Haus kann man dann sehen, wer da Einlass begehrt. Gerade für schwerhörige Menschen kann so eine Lösung sehr hilfreich sein, denn eine Türsprechanlage hilft da nicht weiter.

Das zweite Programm (Datei 110139-I_GM862-GPS_ATM18_P2.bas [9]) ist etwas umfangreicher. Hier wird durch das ATM18 eine eingegangene SMS interpretiert und auf diese Weise eines von acht Relais geschaltet. Für acht Relais reicht ein einziges Byte dazu aus, jedes einzelne Relais ein- oder auszuschalten. Es gibt außerdem eine Empfangsbestätigung die angibt, ob der Befehl erfolgreich ausgeführt werden konnte. Richtig rund wird die Sache

dadurch, dass man den aktuellen Zustand der Relais abfragen kann, ohne etwas zu verändern.

Das Ganze funktioniert so: Der Anfang der Firmware ist identisch mit der ersten Variante. Das Echo auf Befehle wird ausgeschaltet und nach dem PIN-Code wird die Überprüfung der Verbindung sowie die Initialisierung des GM862-Moduls abgewartet. Nun wird das Display Meldungen wie in den Bildern 6 oder 7 zeigen. Ein Tastendruck auf S1 bringt einen Bildschirm wie in **Bild 14**. Es wird der Status des Netzwerks verifiziert und in der zweiten Zeile sieht man, ob das Modem eine Verbindung mit dem Mobilfunknetz hat. Nun wartet das System aus ATM18 und GM862 auf Aufträge.

Jetzt kann man mit dem festgelegten Telefon eine SMS mit dem Inhalt „00001111“ schicken. Wenn alles klappt, ertönt die Signal-Melodie zum Empfang einer SMS. Zugleich erscheint auf dem LCD die Meldung, dass eine SMS empfangen und in Speicherplatz 1 abgelegt wurde (siehe **Bild 15**). In der untersten Zeile wird neben dem Inhalt der SMS angezeigt, dass die Relais 1...4 aktiviert sind. Das erste Bit der SMS ist das höchstwertige. Hinzu kommt die Empfangsbestätigung: „REPORT SENT!“

Das fernsteuernde Handy erhält dann eine SMS zurück, die signalisiert, dass der Befehl mit Erfolg ausgeführt wurde. Die ganze Operation dauert keine halbe Minute!

Als letzten Test schickt man eine SMS mit dem Inhalt „R“ an das System. Die unterste Zeile des Displays zeigt dann „REPORT ?“ (siehe **Bild 16**) zur Signalisierung, dass der Zustand der Relais abgefragt wurde, ohne etwas zu verändern. Kurz darauf empfängt das sendende Handy eine SMS mit den erbetenen Information wie in **Bild 17**.

(110139)

Weblinks

[1] www.telit.com/en/products/gsm-gprs.php?p_ac=show&p=7

[2] www.sparkfun.com/products/281

[3] www.elektor.de/071035

[4] www.elektor.de/071148

[5] www.elektor.de/080357

[6] www.elektor.de/100360

[7] www.ftdichip.com/FTDrivers.htm

[8] www.hw-group.com/products/hercules/index_en.html

[9] www.elektor.de/110139



Bild 14.



Bild 15.

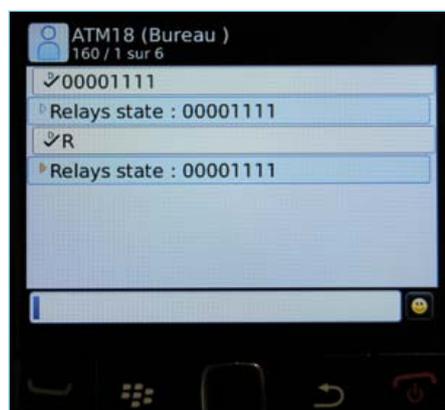


Bild 18. Auf dem Bildschirm des Handys sieht man, was los ist.



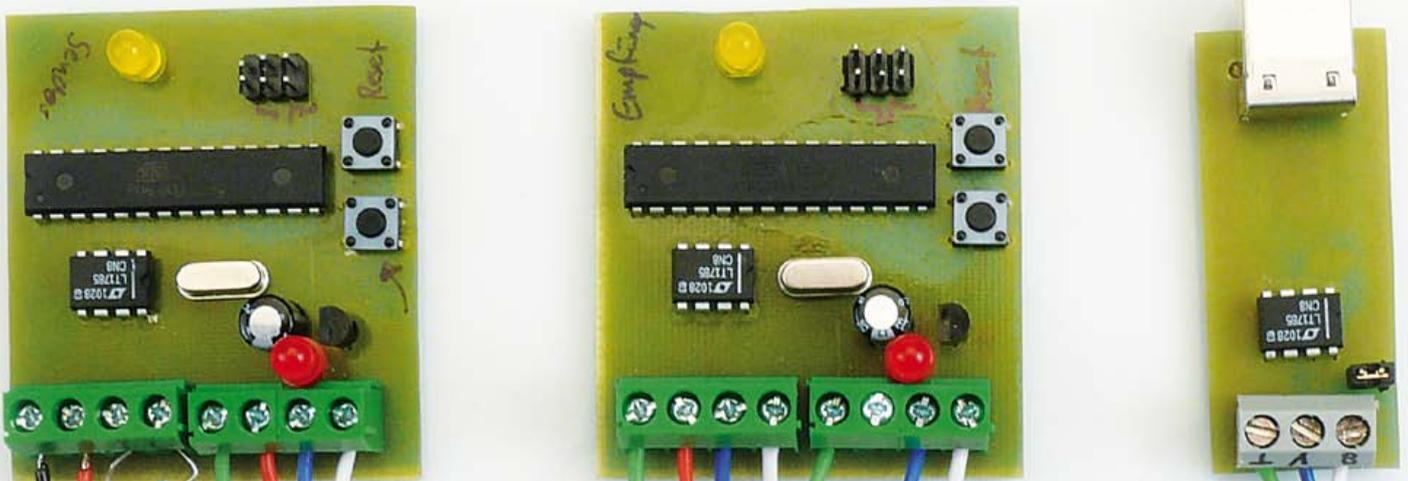
Bild 16.



Bild 17.

Hier kommt der Bus (5)

Jetzt geht's los: Erste Platinen und Software



Nach vielen theoretischen Überlegungen in den bisherigen Artikeln der Serie wollen wir nun endlich mal ein paar Bytes über reale Bus-Leitungen schicken! Zwei ATmega88-Testknoten und ein kompakter USB/RS485-Konverter bilden die Hardware, dazu kommen noch ein wenig BASCOM und Visual Basic. Fertig ist unser Test-Equipment für erste Experimente! Wie immer werden wir einiges lernen, doch mindestens ebenso wichtig ist es, den Grundstein für die künftige Hard- und Software-Entwicklung zu legen.

Von Jens Nickel (D)

Im letzten Teil unserer Serie haben wir ein recht einfaches Protokoll für die Buskommunikation beschrieben, wobei eine „Message“ grundsätzlich aus 16 Bytes besteht [1]. Das erste hat den immer gleichen Wert $10101010_{\text{bin}} = AA_{\text{hex}} = 170$, was sich schön zum Synchronisieren nutzen lässt. Das zweite Byte bestimmt, wo sich die Adress- und die eigentlichen Anwendungsdaten befinden und ob die letzten beiden Bytes für eine Fehlerkontrolle genutzt werden sollen. So weit so gut, doch wenn ich nach dem Schreiben des letzten Artikels gedacht hatte, mich erst einmal auf meinen Lorbeeren ausruhen zu können, so hatte ich mich getäuscht.

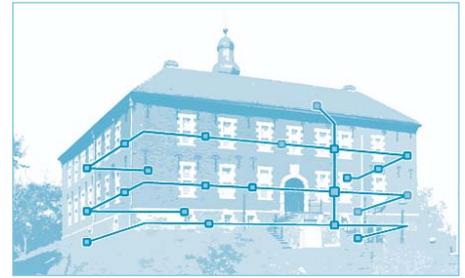
Die neu gegründete Mailing-Gruppe aus besonders interessierten Lesern (darunter sehr erfahrene Busentwickler) hielt mich

mit weiteren Vorschlägen und Hinweisen auf eigene oder fremde Busprojekte auf Trab. Da RS485 (wie schon öfter beschrieben) keine „eingebaute“ Kollisionskontrolle besitzt, entbrannte eine lebhafte Diskussion über die Frage, wie wir solche Kollisionen in Zukunft ausschließen wollten. Schon öfter geäußert worden war die Möglichkeit des Scheduling, bei dem ein spezieller Netzknoten den anderen Busteilnehmern „Sendeslots“ zuteilt. Das einfachste solcher Systeme schien mir eine Art Anfrage-Antwort-Struktur zu sein, bei welcher der Scheduler den jeweiligen Knoten zuerst mit einer Message zum Senden auffordert, worauf der jeweilige Knoten dann mit einer ebensolchen antwortet. Danach kommt der nächste Knoten an die Reihe und so fort. Das von mir „Round-Robin-Ping-Pong“ getaufte Ver-

fahren wirft aber so manches Problem auf: Wenn 32 Busteilnehmer abgefragt werden müssen, kommt jeder nur etwa ein Mal pro Sekunde an die Reihe (unsere Low-Speed-Bitrate von 9600 Baud vorausgesetzt). Weiteren Diskussionsstoff boten die Robustheit (was tun, wenn der Scheduler ausfällt?), die Rechenzeit bei den Busteilnehmern (jeder muss ständig mithören) und das recht knifflige Routing von Nachrichten zwischen zusammengeschalteten Bussegmenten.

Erste Prototypen

Aus eigener Erfahrung weiß ich, dass während solcher theoretischer Diskussionen ein wenig Ausprobieren recht nützlich sein kann, und wenn man zum ersten Mal etwas tatsächlich funktionieren sieht, bringt das auch einen enormen Motivations-Schub.



Es mussten daher endlich einmal erste Prototypen und die erste Software her! Dem Thema Scheduling konnten wir uns später widmen (für jedes der oben genannten Probleme haben wir schon mögliche Lösungen diskutiert). Nun wollten wir endlich mal ein paar Bits über die Leitungen schicken. Allerdings musste ich alle noch ein wenig vertrösten, denn wir Redakteure waren mitten bei der Fertigstellung unseres Aprilheftes und das Labor war momentan ebenfalls in viele andere Projekte eingebunden...

Glücklicherweise hatten wir mit Günter Gerold einen ausgewiesenen Praktiker im ElektorBus-Team, den es ebenfalls gehörig in den Fingern juckte... Man erzählt sich, dass in Günters Labor der LötKolben nur selten kalt wird - und auf das Ätzen von Platinen versteht er sich auch. Nur ein paar Tage, nachdem wir dem Elektronik-Enthusiasten ein paar Bauteile geschickt hatten, bekam ich ein Paket auf den Tisch, das zwei fertig bestückte Platinen nach dem im letzten Heft gezeigten Schaltplan enthielt. Doch nicht nur das, Günter hatte auch eine kleine USB/RS485-Konverterplatine geroutet, geätzt und bestückt! Darüber hinaus stellte der bekennende Basic-Fan zu Testzwecken ein paar BASCOM-Zeilen zusammen, die ein Byte über den Bus schickten. Dazu kam noch Test-Software in Visual Basic, um zu überprüfen, ob der PC ebenfalls Bytes über den Konverter empfangen konnte.

schwer zu verstehen, wenn man ihn mit der bereits beschriebenen Schaltung unseres Testknotens vergleicht. Der DI- und der RO-Pin des RS485-Treibers sind in diesem Fall eben mit dem TXD- und RXD-Pin

des FT232R verbunden, der sich um die ganze USB-Kommunikation kümmert. Der CBUS2-Pin des letztgenannten Chips gibt per default das TXDEN-Signal nach draußen, mit welchem der Halbduplexbetrieb ermög-

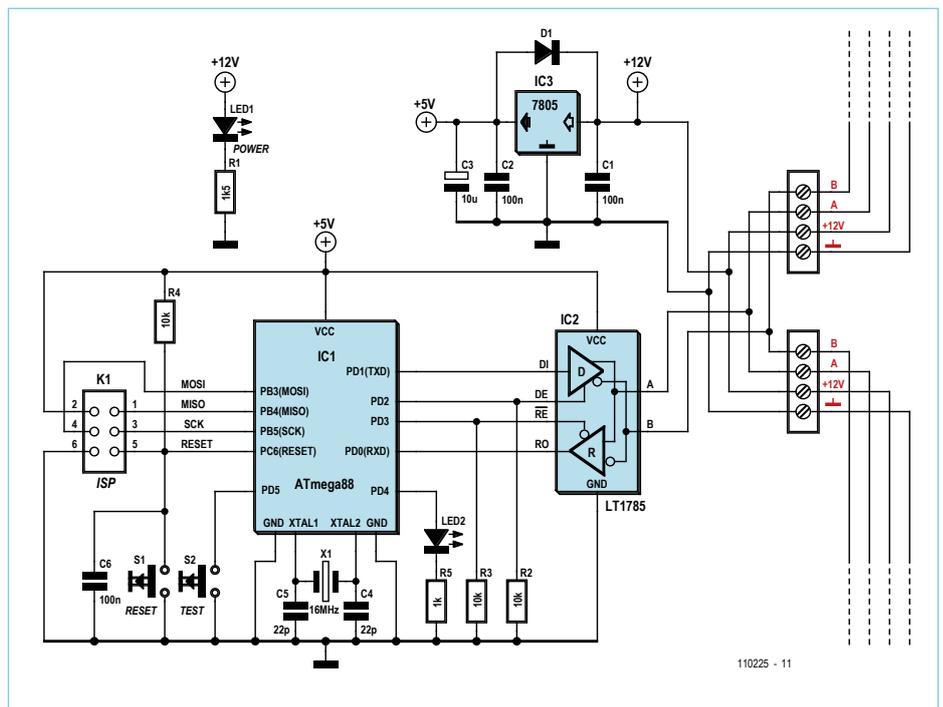


Bild 1. Die Schaltung des schon im letzten Heft gezeigten Testknotens. Für jede Busleitung sind zwei Schraubklemmen vorhanden, um das Bussignal weiterzuführen.

Testknoten und USB-Konverter

Die Platinen-Images sind im Downloadpaket enthalten, das man auf der Website zu diesem Artikel findet [2]. Die Bestückung ist nicht allzu schwierig, lediglich bei den passiven Bauteilen hat SMD-Fan Günter ein wenig „Hühnerfutter“ verwendet. Der Schaltplan des Testknotens ist in **Bild 1** wiedergegeben (auf dem Foto am Anfang des Artikels sind die Prototypen ebenfalls zu sehen). Als ISP-Steckverbinder haben wir eine Standard-2x3-Stiftleiste benutzt, hier ist zu beachten, dass die Nase der AVR-ISP-Programmer-Buchse unbedingt in Richtung des Controllers zeigen muss.

Die Schaltung des USB/RS485-Konverters (siehe **Bild 2**) basiert auf dem Datenblatt des USB/TTL-Konverterchips FT232R von FTDI [3]. Der Schaltplan ist nicht allzu

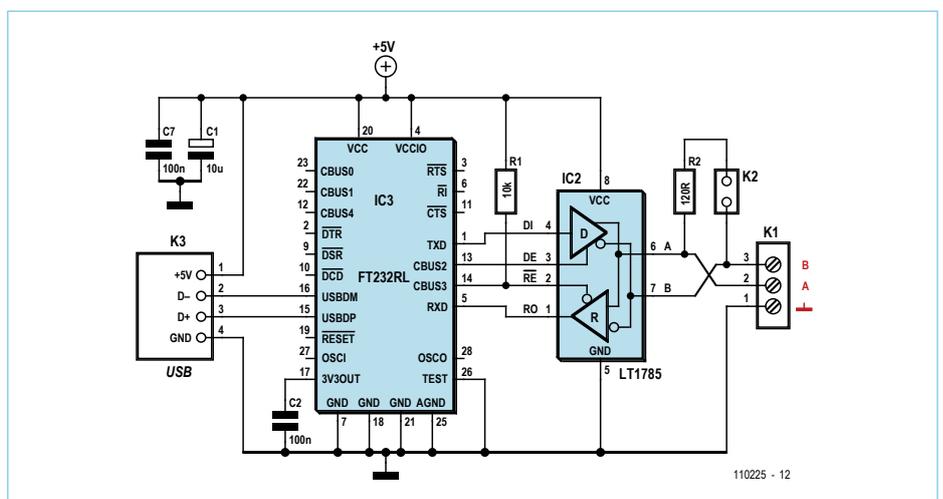


Bild 2. Schaltbild des USB/RS485-Konverters auf Basis des immer wieder enorm praktischen FT232R.

Listing: BASCOM-Software (Ausschnitt)

```

Readeeprom Ownaddress , 2      'Addresses in EEPROM
Readeeprom Otheraddress , 3

Do

  If Button = Pressed Then      'Button alias Portpin PD5
    If Buttonstatus = Released Then Sendeventflag = True
    Buttonstatus = Pressed
  Else
    Buttonstatus = Released
  End If

  If Sendeventflag = True Then
    Driver = Enabled             'Portpin PD2=1
    Receiverstop = Enabled      'Portpin PD3=1

    Set Ucsr0a.6                 'flag (see below) must be (re)set

    Sendmessage(1) = 170         'Byte 0 in ElektorMessageProtocol (EMP)
    Sendmessage(4) = Otheraddress 'EMP Byte 3 = address-byte of receiver
    Sendmessage(6) = Ownaddress  'EMP Byte 5 = address-byte of sender
    Sendmessage(7) = 10          'EMP Byte 6 = first databyte of sender
    Printbin Sendmessage(1) ; 16 'send 16 bytes message

  Do
    Loop Until Ucsr0a.6 = 1      'wait until all bytes sent

    Driver = Disabled
    Receiverstop = Disabled

    Sendeventflag = False
  End If

  If Receivedeventflag = True Then 'an incoming message?
    Commandbyte = Receivedmessage(7) 'first data-byte

    If Commandbyte = 10 Then
      Toggle Testled
    End If

    Receivedeventflag = False
  End If

  Waitms 10

Loop

Onrxcomplete:                'Interrupt on first incoming byte

Startbyte = Udr
If Startbyte = 170 Then
  Inputbin Receivedmessage(2) ; 15 'Read following 15 bytes
  If Receivedmessage(4) = Ownaddress Then
    Receivedeventflag = True      'incoming message
  End If
End If

Return

```

licht wird. Wenn über den USB-Anschluss Daten empfangen werden, wird der DE-Pin des LT1785 auf High gezogen, so dass Daten auf den RS485-Bus gegeben werden können. Dieselbe Pin-Konfiguration haben wir ja auch schon bei unserem „gemoddeten“ Vollduplex-USB/RS485-Konverter aus dem Dezemberheft 2010 verwendet [4]. Am Pin CBUS3 kann man das Signal PWREN# abgreifen, das während des normalen USB-Betriebs Low ist [3]. Damit ist der Receiver des LT1785 immer aktiv und der USB-Bau- stein hört ständig mit.

Über den Jumper lässt sich ein 120-Ω- Abschlusswiderstand zwischen die Buslei- tungen A und B schalten, die über Schraub- klemmen angeschlossen werden. Der dritte Kontakt der Schraubklemme ist mit der Plati- nenmasse und folglich der USB-Masse verbun- den, die auf Erdpotential liegt. Die Bedeutung dieses Anschlusses – unter regulären Umstän- den funktioniert der Bus auch ohne ihn – ist im Textkasten nachzulesen.

Bei der Bestückung des FT232R ist Fin- gerspitzengefühl und Löterfahrung nötig, denn dieser ist nur als SMD-Bauteil erhält- lich (**Bild 3**). Vermutlich wird Elektor aber eine künftige Version des Konverters teilbe- stückt anbieten, eventuell kann wahlweise auch das bekannte USB/TTL-Adapterkabel von FTDI (das bereits einen FT232R-Chip enthält) zum Einsatz kommen [5].

Erste Tests

Für erste Tests wurden die Knoten mit nor- maler Litze verdrahtet (siehe Aufmacher- Foto: Busleitung A = blau, B = weiß, +12 V = rot, Masse = grün), hierbei leisten die dop- pelt ausgeführten Schraubanschlüsse gute Dienste. Einer der Knoten nimmt dabei direkt mit dem USB/RS485-Konverter Kon- takt auf. Wenn man den PC als Busteil- nehmer 0 ansieht, kann man die ATmega- Testknoten nun einfach als „Node 1“ und „Node 2“ bezeichnen. In jedem Fall sollten die Abschlusswiderstände an beiden Endes des Busses nicht vergessen werden! Auf der Seite des Konverters reicht es, den Jumper zu setzen, auf der anderen Seite haben wir einfach einen bedrahteten Widerstand zwi- schen die Anschlüsse A und B des Testkno- tens 2 geschraubt.

Um Experimentieren zu können, benötigt man noch einen AVR-ISP-kompatiblen Pro-

grammer und eine Entwicklungsumgebung. Da Günter schon ein paar Testzeilen in BASCOM verfasst hatte, blieb ich bei dieser IDE, doch ich verspreche, es wird auch C-Code folgen. Die Installation von BASCOM ist nicht schwer, auf der Seite des Herstellers findet sich eine gute Anleitung [6]. Übrigens ist die kostenlos downloadbare, auf 4 KB codelimitierte Version völlig ausreichend (zum Vergleich: Der Controller hat 8 KB Flash, von dem die unten beschriebene Firmware nur etwa 10 % nutzt).

Zum Programmieren habe ich den Original-AVRISP-mkII-Programmer von Atmel genutzt. Damit BASCOM mit diesem zusammenarbeitet, ist noch der LibUSB-Treiber (Open source und damit ebenfalls kostenlos) zu installieren [7]. Eine Anleitung hierzu gibt's ebenfalls in der BASCOM-Hilfe [6]. Dann machte ich mich an das Erstellen einer ersten Firmware-Version, die 16-Byte-Messages nach dem ElektorMessageProtocol (EMP) senden und empfangen kann. Danach widmete ich mich der PC-Software in Visual Basic (die passende Entwicklungsumgebung Visual Studio Express von Microsoft ist ebenfalls gratis [8], wer mag, kann wie Günter auch die Open-Source-IDE Sharp Develop [9] nutzen). Hinweise zur Installation von Visual Studio kann man in [10] finden.

Beim Entwickeln wurde ich von einigen Widrigkeiten aufgehalten: Da empfang der PC plötzlich ständig geisterhafte Bytes, ein anderes Mal funktioniert der Bus mal nur ohne, mal nur mit angeschlossenem Programmierer (!)... Nichtsdestotrotz, meinem Kollegen Thijs (der schon einige Audio-projekte entwickelt hat) und mir gelang es schließlich, den anfangs recht rätselhaften Effekten im wahrsten Sinne des Wortes auf den Grund zu kommen (siehe Kasten „Grounding for Dummies“).

Firmware

Das Ergebnis unserer Bemühungen ist von der Website als Quellcode downloadbar. Auf beiden Testknoten läuft die gleiche Firmware, nach einem Druck auf den Testbutton eines Knotens wird eine 16-Byte-Message über den Bus geschickt. Sie besteht gemäß EMP aus folgenden Bytes (siehe Bild 4): Einem Startbyte (= 170), einem Modebyte (= 0), jeweils zwei Bytes für die Empfänger und die Sender-Adresse sowie den eigent-

lichen Nutzdaten (die CRC ist noch nicht implementiert, die Bytes haben wir der Einfachheit halber auf dem Wert 0 belassen). An Nutzdaten wird nur das Byte „10“ verschickt. Sowohl die eigene Adresse als auch die Adresse des jeweils anderen Knotens wurde mit BASCOM in das EEPROM der ATmegas fest einprogrammiert (das Fusebit *High G* sollte dann auf 0 = *Preserve EEPROM...* gesetzt werden, so dass das EEPROM nicht wieder bei jedem Firmwareupdate überschrieben wird).

Das Listing zeigt einen Ausschnitt der ersten Firmwareversion. Wenn einer der Knoten das erste Byte einer Message empfängt, wird im Controller ein Interrupt *URXC (UART RX complete)* ausgelöst. Das Programm springt dann zum Label *Onrxcomplete*. Innerhalb der folgenden Zeilen werden mit dem Kommando *Inputbin* weitere 15 Bytes von der Schnittstelle eingelesen, und zwar in das Bytearray *Receivedmessage*. Danach wird ein programminternes Flag-Bit (nicht zu verwechseln mit den Registerflags des ATmegas) namens *Receivedeventflag* gesetzt. Dies ist für das Hauptprogramm das Zeichen, dass eine Message angekommen ist und deren Daten auf Verarbeitung warten.

Das eigentliche Hauptprogramm besteht aus einer Endlosschleife mit drei eingebetteten Programmteilen. Der erste Teil prüft, ob der Taster gedrückt worden ist. Wenn ja, wird das programmspezifische *Sendeventflag* gesetzt, was bedeutet, dass aufgrund eines intern aufgetretenen Ereignisses noch eine Nachricht herausgeschickt werden muss. Ein weiteres Bit namens *Buttonstatus* dient zum Entprellen des Tasters.

Die zwei folgenden Programmteile prüfen, ob das *Receivedeventflag* oder das *Sendeventflag* gesetzt ist. Im ersten Fall wird die eingegangene Message verarbeitet. Ist das Byte 6 der empfangenen Nachricht gleich 10, dann wird die Test-LED des Knotens getoggelt (Anmerkung: BASCOM zählt in Arrays ab 1, das Byte 6 entspricht also der Stelle 7 im Byte-Array). Bei gesetztem *Sendeventflag* wird eine Nachricht für das Versenden zusammengestellt. Die richtigen Adressbytes für den Empfänger (der jeweils andere Knoten) und den Sender werden wie schon oben erwähnt dem EEPROM entnommen. Vor dem Senden des Kommandos muss

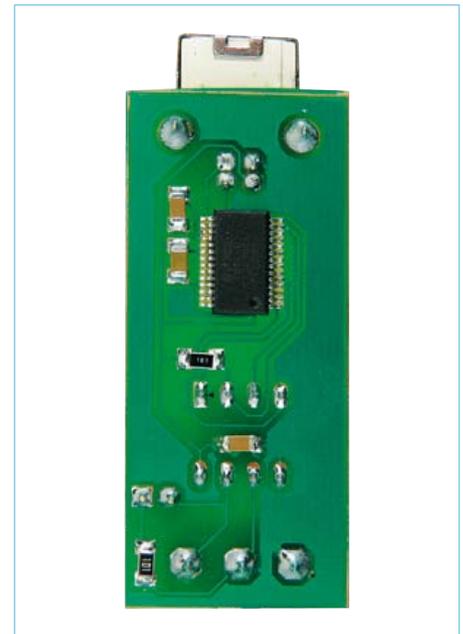


Bild 3. Das Bestücken des FT232R ist nicht ganz einfach, doch wir denken schon über eine Einsteigerlösung nach.

der Eingang DE des Treibers auf High gelegt werden, dies erledigt in BASCOM der Befehl *PORTD.2 = 1* (unter [11] findet man übrigens einen kleinen BASCOM-Kurs). Damit man beim Programmieren nicht immer mit dem Schaltplan hantieren muss, habe ich am Programmianfang einige Konstanten und Aliase gesetzt, so dass sich das Ganze etwas lesbarer gestaltet: *Driver = Enabled*. Nach dem

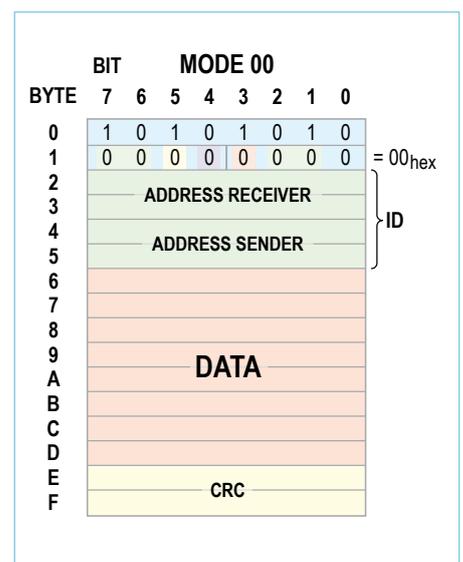


Bild 4. So sind die 16-Byte-Nachrichten (nach dem Mode 00_{hex} des ElektorMessageProtocols) aufgebaut. Die CRC wurde noch nicht implementiert.

Grounding for Dummies ...

... könnte man vielleicht mit „Erden für Einsteiger“ übersetzen. Es kostete mich - der die Elektronik bislang nicht zu seinen vorrangig ausgeübten Hobbys zählen durfte - das eine oder andere Stündchen, bis ich begriff, dass die Bus-Masse (grüne Leitung) unbedingt geerdet werden sollte. Im krassen Gegensatz dazu darf eine der Busleitungen (blau und weiß) aber keinesfalls geerdet sein!

Letzteres passiert bereits, wenn man mit dem Oszi mal eben schnell kontrollieren will, was sich auf dem Bus tut, und die beiden Anschlüsse des Tastkopfes mit den beiden Busleitungen verbindet. Das Problem ist, dass die LT1785-Treiber die beiden Busleitungen bei ruhigem Bus unbedingt auf eine gemeinsame Spannung von 2,5 V (Common Mode Voltage) gegenüber ihrem Masseanschluss ziehen müssen (sonst bleibt nicht genug Raum für die Bits, die durch negative und positive Spannungsdifferenzen zwischen den Busleitungen repräsentiert werden) [16]. Da die Masse auf der USB-Konverterplatine aber mit der Computer-USB-Masse und folglich der Erde zusammenfällt, geht's schief, falls eine der Busleitungen ebenfalls geerdet ist. Dann kann der LT1785 auf dem Konverter nicht mehr richtig „ins Negative“ treiben und Bits über den Bus schicken.

Das Erdpotential sollte man über die dritte Schraubklemme auf dem Konverter unbedingt an die Busmasse (und folglich die Masse der anderen Busteilnehmer weitergeben). Wer's nicht glaubt, benutze zur Stromversorgung der Testknoten mal eines der praktischen kleinen

Schalt-Steckernetzteile, die man mir im Elektor-Labor zu Beginn meiner Experimente in die Hand drückte. Diese Netzteile besitzen keine Erdung, die Masse schwebt, nein besser gesagt sie schwingt fröhlich im 50-Hz-Takt (gegenüber Erdpotential) hin und her; und genauso macht das dann auch der Gleichspannungsanteil auf dem Bus. So lange man nur die über den Bus versorgten Testknoten miteinander verbindet, fällt das nicht weiter auf. Doch wehe, man hängt auch den sauber geerdeten USB-Konverter an den Bus, dann werden die schwingenden Busleitungen gnadenlos von dessen RS485-Treiber als Bits und Bytes interpretiert. Ergebnis: Datenmüll in der PC-Software! Mit einer Masseleitung zwischen dem USB/RS485-Konverter und den übrigen Busknoten geht man dem auf jeden Fall aus dem Weg.

Die Idee mit der dritten Schraubklemme stammt übrigens von John Dammeyer aus unserem Busteam, wobei die zusätzliche Masseverbindung laut John auch eine Schutzfunktion hat. Wenn durch einen Verdrahtungsfehler eine hohe Gleichspannung gegenüber dem Erdpotential auf einen Busknoten gelangen würde (auf die Masse und damit auch auf die Busleitungen), schützt nur noch der RS485-Treiber auf dem Konverter den USB-Anschluss des Computers. Eine zusätzlich gezogene Masseleitung mit Erdpotential bewirkt dann, dass höchstens eine Leiterbahn auf einem dem Busknoten durchschmort – und das ist immer noch billiger, als das Motherboard des PCs austauschen zu müssen!

Senden mit dem Kommando *Printbin* wird mit einer kleinen Schleife überprüft, ob alle Bytes den Sendepuffer verlassen haben (Bit 6 = *TXC* des ATmega88-Registers *UCSRA*), erst dann darf der DE-Pin des LT1785 wieder auf Low gesetzt werden.

PC-Software

Damit die Kommunikation mit dem PC klappt, muss erst der VCP-Treiber (Virtueller COM-Port) für den FT232R-Chip installiert werden, den man auf der FTDI-Website findet [12], eine Anleitung gibt's unter [13]. Danach kann man Bytes, die unser Konverter über den Bus empfängt, mit einem

Terminalprogramm auf dem PC ansehen (was ich allerdings nicht ausprobiert habe). Unsere erste PC-Software entstand auf Basis von Günters VB.NET-Programm zum Test des von ihm bestückten Converters. Er hatte auch schon herausgefunden, wie man die .NET-Klasse *SerialPort* [14] nutzt, um einen (virtuellen) COM-Port zu konfigurieren und Zeichen zu empfangen. Wertvolle Hilfe leistete mir auch das Buch „Serial Port Complete“ von Jan Axelson [15]. Jan, den ich übrigens ebenfalls für unsere Bus-Mailing-List gewinnen konnte, beschreibt darin die Grundlagen von COM-Ports, RS232 und RS485, dazu kommen eine Menge Praxis-

tipps und Hinweise zu Isolation, Verkabelung, Terminierung und vielem mehr. Zur Programmierung auf PC-Seite verwendet Jan praktischerweise ebenfalls durchgängig das .NET-Framework, Listings sind sowohl in VB als auch in C# abgedruckt. Eine detaillierte Beschreibung der PC-Software würde den Rahmen des Artikel sprengen, doch der Quellcode ist kommentiert. *ComPort* ist das von uns genutzte Objekt der Klasse *SerialPort*. Dessen *DataReceived*-Event [14] wird genutzt, um in die Subroutine *Receiver* zu springen, die ankommende Messages verarbeitet. Über die Eigenschaft *ComPort.ReceivedBytesThreshold* haben wir

Weblinks

- [1] www.elektor.de/110012
- [2] www.elektor.de/110225
- [3] www.ftdichip.com/Support/Documents/DataSheets/ICs/DS_FT232R.pdf
- [4] www.elektor.de/100369
- [5] www.elektor.de/080213
- [6] <http://avrhelp.mcselec.com/index.html>
- [7] <http://sourceforge.net/projects/libusb-win32/>
- [8] www.microsoft.com/express/Downloads/#2010-Visual-Basic
- [9] www.sharppdevelop.net/opensource/sd/
- [10] www.elektor.de/100539
- [11] www.elektor.de/080330
- [12] www.ftdichip.com/Drivers/VCP.htm
- [13] www.ftdichip.com/Support/Documents/InstallGuides.htm
- [14] <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/system.io.ports.serialport.aspx>
- [15] www.lvr.com/spc.htm
- [16] <http://cde.linear.com/docs/Datasheet/178591fc.pdf>



PicoScope® 3000-Serie

DIE LEISTUNGSFÄHIGSTEN USB-GESPEISTEN OSZILLOSKOPE
AUF DEM MARKT

DIE NEUE PICOSCOPE-3000-SERIE

zuvor festgelegt, dass dieses Ereignis erst ausgelöst werden soll, wenn 16 Bytes, das heißt eine ganze Message, empfangen wurden (ein schöner Vorteil unserer festen Message-Länge).

Leider kann man in der Routine *Receiver* nicht direkt Steuerelemente auf einem Formular verändern, um ankommende Nachrichten zu visualisieren. Dies muss in einer eigenen Routine erfolgen, die in der *Sub Receiver* mit der Methode *BeginInvoke* aufgerufen wird; dieser Routine werden die empfangenen Bytes in einem Array übergeben. Für Fortgeschrittene hier die Erklärung: Das *DataReceived*-Ereignis wird in einem eigenen Thread ausgelöst, dem Hauptthread mit den Steuerelementen kann man nur auf diese Weise Daten übermitteln. Einsteiger sollten den Umstand einfach mal so hinnehmen und die jeweiligen Code-Zeilen unverändert lassen. In der Routine *ShowMessage* lässt sich die Nachricht dann verarbeiten und anzeigen.



Bild 5. Screenshot der PC-Software. Unsere kleine Zentrale kann die LEDs der Knoten schalten und zeigt überdies alle Nachrichten an, die über den Bus laufen.

Bedienung

Nach dem Start der PC-Software muss zuerst der COM-Port in der Combobox ausgewählt werden; nach einem Druck auf den Button *Connect* sollte die Verbindung stehen. Die Software lauscht nun auf den Bus und zeigt sämtliche Messages mit einem Zeitstempel in einer Textbox an (auch die selbst gesendeten). In der Mitte des Formulars sind beide Testknoten jeweils mit der Test-LED und dem Test-Button dargestellt. Ein Druck auf den Button von „Node 2“ entspricht einer Betätigung des Tasters auf der entsprechenden Platine, und die LED des anderen Knotens geht an oder aus.

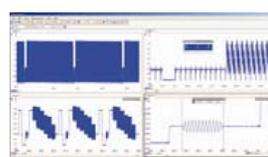
Die Software ist einfach erweiterbar. Ich habe zum Schluss recht fix noch eine kleine Rückmeldung des Empfängers eingebaut: Wenn die LED eingeschaltet wurde, sendet er eine Message mit dem Byte „11“ zurück, nach dem Ausschalten der Test-LED wird eine „12“ übermittelt. Nun bekommt man auf dem PC den tatsächlichen Status der LEDs angezeigt und hat schon fast eine kleine Domotikzentrale. Bestimmt fallen Ihnen auf Anhieb noch viel mehr Erweiterungen ein!

(110225)

Entwickeln Sie mit! Hinweise und Vorschläge sind willkommen unter der Redaktionsadresse redaktion@elektor.de!

Leistung und Mobilität. Warum Kompromisse eingehen?

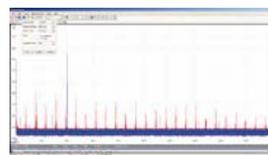
200 MHz Bandbreite
Riesiger 128-MS-Puffer
500 MS/s Real-time-Sampling
10 GS/s Repetitive-Sampling
Weiterentwickelte digitale Trigger-Modi
200-MHz-Spectrum-Analyser
Integrierter Funktionsgenerator/AWG
Anschluss und Stromversorgung über USB



128 MS Pufferspeicher



Seriell decodieren



200-MHz-Spectrum-Analyser



Arbiträr-Funktionsgenerator

High-End-Funktionen als Standard. Warum Kompromisse eingehen?

Seriell-Decodierung Segmentierter Speicher
Masken-Grenzwertprüfung

www.picotech.com/scope3102

Kleine Nixiekunde

Aufbau und Ansteuerung von Nixie-Röhren



Von Jens Boos (D)

Nixie-Röhren verbreiten eine ganz besondere Atmosphäre und wecken bei vielen Elektronikern nostalgische Gefühle. Wer plant, eigene Elektronik mit den attraktiven Anzeigen auszurüsten, erhält hier Hintergrundwissen zu Aufbau und Funktion der Bauteile. Dazu kommen interessante Praxistipps zur Ansteuerung und Versorgung. Eine Kollektion von Nixie-Leserprojekten rundet den Artikel ab.

Nixie-Röhren zeigen Ziffern und Zeichen an, doch wird man den Bauteilen nicht gerecht, wenn man sie nur auf ihre Funktion reduziert. Das warme, orangerote Licht sorgt für eine ganz besondere Atmosphäre, überdies werden bei vielen Elektronikern nostalgische Gefühle geweckt. Denn die Anzeigenelemente waren in vielen Frequenzzählern, Stoppuhren und weiteren Messgeräten der 50er bis 70er Jahre des letzten Jahrhunderts verbaut, auch in Elektor wurden damals entsprechende Projekte vorgestellt [1]. In jüngerer Zeit hat unsere Zeitschrift ebenfalls Projekte veröffentlicht, in denen „Nixies“ zum Einsatz kamen. Hier sei nur an die Sputnik-Uhr aus Elektor Januar 2007 [2] und das Nixie-Thermometer aus Elektor Januar 2011 [3] erinnert. Dieser Artikel lie-

fert sozusagen das Hintergrundwissen dazu, zur Geschichte, dem Aufbau und der Funktion der Röhren. Doch es kommt – typisch Elektor - auch die Praxis nicht zu kurz!

Ein wenig Geschichte ...

Im Laufe des 20. Jahrhunderts wurde es in der Elektronik zunehmend wichtiger, mit numerischen Werten umgehen zu können, was bedeutete, dass diese Werte auch angezeigt werden mussten. Zu diesem Zweck wurde zu Beginn der 1950er Jahre die Nixie-Röhre entwickelt. Neben den bereits vorhandenen Glühlampen sowie mechanischen Anzeigesystemen sollte eine andere Art der Zifferndarstellung möglich werden, die weniger Strom verbrauchte und mechanisch verschleißfreier war. Bemerkens-

werterweise stammt das erste Patent auf ein nixie-ähnliches Bauteil schon aus den 1930er Jahren [4]; es wurde jedoch nie kommerziell genutzt.

Es ist nicht gesichert, welche Firma zuerst eine funktionsfähige Anzeigeröhre im Sortiment hatte. Doch die Nixie-Röhre in ihrer typischen Bauweise, die Sammlern heute noch geläufig ist, wurde 1955 von der Burroughs Corporation vorgestellt und ein Jahr später als Warenzeichen registriert [5]. Der Name Nixie steht übrigens für „Numeric Indicator eXperimental no. 1“, eine Burroughs-interne Abkürzung (siehe Bild 2). Ein Jahr früher (1954) hatte National Union schon das Inditron vorgestellt, das jedoch eine historische Kuriosität blieb. Denn die Röhre war komplizierter anzusteuern, weil

sie keine Anode besaß. Den direkten Konkurrenzkampf mit der Nixie überlebte das Bauteil daher nicht.

In den folgenden Jahren trat die Nixie-Röhre einen weltweiten Siegeszug an. Dies galt auch für die Produktion: So wurden Anzeigeröhren in England, Deutschland, Frankreich, Polen, Russland, Japan und China hergestellt, teilweise lizenziert von Burroughs.

Die letzten Nixies wurden in den frühen Neunzigern in der Sowjetunion (kurz vor deren Kollaps) gefertigt. In den USA hatte Richardson Electronics noch lange die entsprechenden Maschinen vorrätig, um Nixies im Bedarfsfall herstellen zu können [6].

Insgesamt ist die Palette an jemals hergestellten Nixie-Modellen fast unüberschaubar. Der Autor hat inzwischen eine große Kollektion zusammengetragen [7]; auf dem Aufmacherfoto sind einige der teilweise sehr seltenen und kostbaren Stücke zu sehen.

Aufbau und Funktion

Der Glaskolben der Nixie-Röhren ist mit dem Edelgas Neon oder einem Gemisch aus Neon und dem verwandten Edelgas Argon [8] gefüllt. Bei den neueren Typen ist noch ein wenig Quecksilber beigemischt, das ebenfalls gasförmig vorliegt. Die anzuzeigenden Symbole bestehen aus feinem Metallblech (Kathode, siehe **Bild 1**) und können einzeln angesteuert werden. Meistens befindet sich im Kolben noch ein feines Drahtgitter, das die Kathoden umgibt (Anode). Ein Teil des Neon-Argon-Gasgemisches ist durch die immer vorhandene Weltraumstrahlung bereits ionisiert. Wenn nun eine Gleichspannung zwischen Anode (Pluspol) und Kathode (Minuspole) angelegt wird, beschleunigt das elektrische Feld die schon vorhandenen freien Ladungsträger (Elektronen und Gasionen) im Kolben. Überschreitet die angelegte Spannung einen gewissen Wert, dann genügt die Geschwindigkeit der Teilchen (insbesondere der Elek-

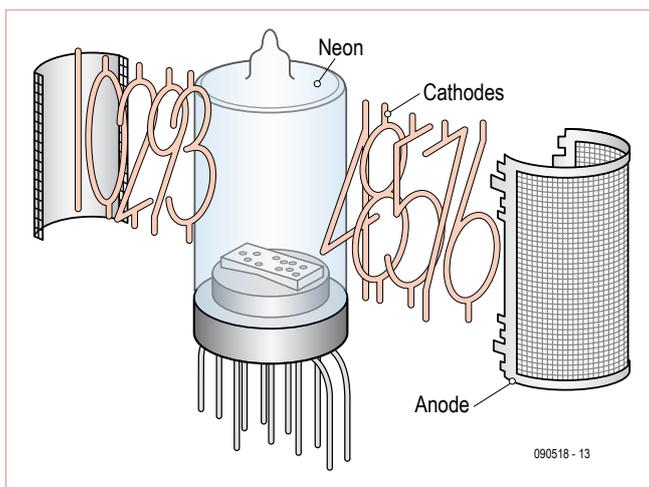


Bild 1. Aufbau einer typischen Nixie-Röhre.

tronen (positive Raumladungszone), da die Gasionen wegen ihrer viel höheren Masse träger sind als die Elektronen. An dieser Stelle ist das Spannungsgefälle und somit die Feldstärke vergrößert; die externe Spannung kann also um einen gewissen Betrag verringert werden, ohne dass die Lawine aussetzt. Die geringstmögliche Spannung (bevor der Strom wieder zusammenbricht) nennt man Löschspannung; sie

liegt typischerweise 5 bis 10 V unter der Zündspannung.

Wenn man die Nixie mit einer Spannung zwischen Zünd- und Löschspannung betreibt (*maintaining voltage*), bewegen sich hauptsächlich Elektronen durch den Glaskolben. Deren Geschwindigkeit reicht nun kurz nach Verlassen der Kathode aus, das dort befindliche Edelgas zum Leuchten anzuregen (Elektronen in den äußeren Schalen der Edelgasatome wechseln in ein höheres Energieniveau und senden beim Rückfall in ein tieferes Energieniveau ein Photon aus). Das Leuchten entsteht nicht direkt an den Kathoden, sondern etwas davon entfernt, denn die Elektronen müssen ja erst an Geschwindigkeit gewinnen. Diesen Effekt kann man bei genauem Hinsehen als „Glimmschlauch“ beobachten.

Die Leuchtfarbe ist bei reinem Neon orange, bei Mischung mit Argon tritt zusätzlich noch ein schwaches violettes Leuchten an den Rändern auf. Bläuliche Leuchtanteile sind oft auf das Quecksilber zurückzuführen.



Bild 2. Werbeanzeige für die Nixie (um 1955).

tronen) dazu, die anderen noch neutralen Gasmoleküle zu ionisieren. Eine Ladungsträger-Lawine entsteht, bei der ein signifikanter Strom durch die Röhre fließt. Die Zündspannung liegt typischerweise bei etwa 120 bis 150 V.

In der Nähe der Kathode sammelt sich ein Überschuss an positiven Ladungsträgern



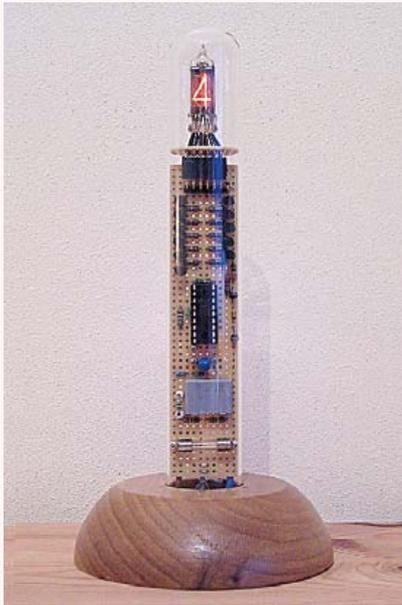
Bild 3. Die HB-106 von Burroughs mit ihrer Konkurrentin GI-10 von National Union.

Vorwiderstand

Der Strom durch die Nixie muss durch einen Vorwiderstand begrenzt werden, da die Röhre sonst durch Lichtbogenbildung oder thermische Effekte zerstört werden würde; sein Wert errechnet sich (analog zur LED) wie folgt:

$$R = U / I = (U_0 - U_{\text{maintaining}}) / I_{\text{nominal}}$$

Typischerweise liegt der Wert im Bereich von 10 bis 80 kΩ. Die Zündspannung sowie der



Tube-In-A-Tube

Eine ganze Reihe von Nixie-Projekten präsentiert Ronald Dekker auf seiner Webseite. Das Bild zeigt eine Nixie-Uhr, die direkt an das Stromnetz angeschlossen und zwecks Isolation in ein Glasgehäuse eingebaut ist. Die Schaltung kommt ohne Hochspannungs-Transistoren und Special-ICs aus (www.dos4ever.com/TiT/TiT.html).

Eine Uhr im Motorblock

Diese DCF-Uhr ist etwas Besonderes: Ein BMW-Motorblock dient als Gehäuse! Der Entwickler, Steffen Möritz, verwirklichte in seiner Freizeit außerdem noch einen Drehzahlmesser mit Nixie-Röhren-Anzeige für seinen 1961er Mercedes-Benz.



Nixie-Uhr meets Ethernet

Nixie-Röhren und Uhren gehören einfach zusammen. Tobias Krista hat sein Exemplar sogar mit einer Ethernet-Schnittstelle versehen. Das Gerät kann darüber die aktuelle Uhrzeit von einem NTP-Server (Network Time Protocol) abfragen, ohne auf einen PC angewiesen zu sein. Außerdem sind alle Funktionen (Wecker, Countdown etc.) bequem über eine Fernbedienung und ein Web-Interface steuerbar.



Siliziumfreie Zeit(-anzeige)

Die Nixie-Uhr unseres Lesers Michael Pape funktioniert ganz ohne Silizium. Die Schaltung wird von über 100 Röhren des Typs XC18 gesteuert und durch die Netzfrequenz, welche über mehrere Ringzähler auf 1 Hz gebracht wird, getaktet.

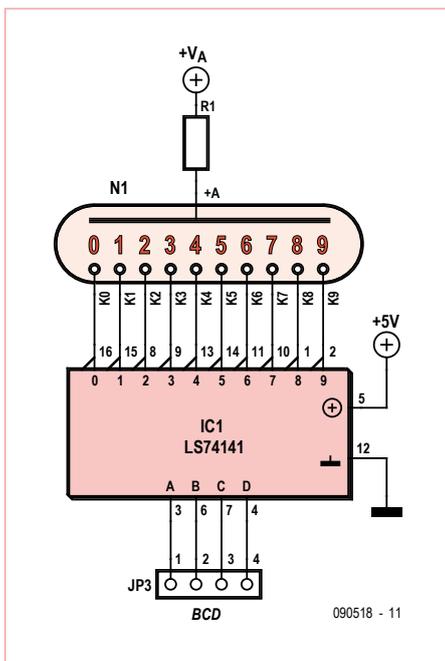
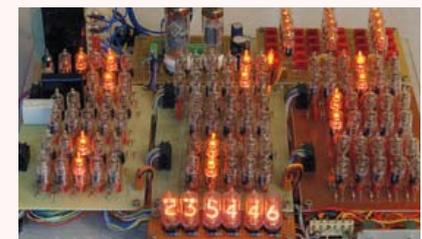


Bild 4. Das Treiber-IC LS74141 vereint einen BCD-zu-Dezimal-Decoder und zehn Treiber-Transistoren.

nominale Kathodenstrom lassen sich dem jeweiligen Röhren-Datenblatt entnehmen. Wenn keine Angabe vorhanden ist, verwendet man 180 V als Versorgungsspannung, schaltet auf die kleinste Kathode (meistens Ziffer 1) und wählt zunächst einen hohen Vorwiderstand (am besten ein Poti mit rund 100 kΩ). Dann kann der Widerstand langsam verringert werden (den fließenden Strom im Auge behalten!). Wenn die entsprechende Ziffer vollständig leuchtet, und der Strom im Rahmen bleibt (1 mA bis 5 mA, bei größeren Nixies mehr), sollte man den Widerstand notieren. Es kann dann der nächstgrößere Wert aus der E12-Reihe gewählt werden. Für größere Ziffern ist eventuell ein kleinerer Widerstand erforderlich (mehr Leuchtfäche). Dabei muss man auch an die Maximalleistung denken, denn bei 100 kΩ und 2 mA reicht ein Standard-0,25-W-Typ nicht mehr.

Ansteuerung

Da Nixie-Röhren zwar mit einer relativ hohen Spannung betrieben werden, aber nicht sehr viel Strom benötigen, gibt es eine

Vielzahl möglicher und relativ kompakter Ansteuerungsmethoden, von denen hier einige in chronologischer Reihenfolge vorgestellt werden sollen. Leider können in der Regel keine LED-Treiber verwendet werden, da diese für höhere Spannungen meistens nicht ausgelegt sind (Ausnahmen unter [9]).

Beam switching tubes

Die klassische Ansteuerung verwendet sogenannte *Beam switching tubes*; das sind Röhren, die mittels elektromagnetischer Effekte aktiv mit bis zu 10 MHz [10] zählen können. Dabei sind die Ausgangssignale mit wenig externer Beschaltung direkt zur Ansteuerung von Nixie-Röhren geeignet. Diese Methode wurde übrigens von Burroughs selbst praktiziert; doch heute sind diese Röhren seltener als die Nixies selbst. Zudem ist diese Methode nicht gerade platzsparend [11].

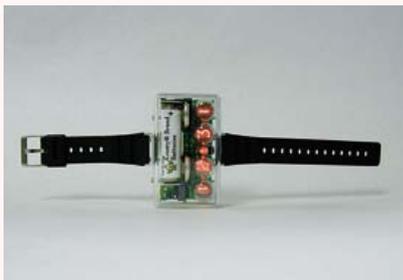
Treiber-ICs

Die Digitaltechnik brachte das Treiber-IC (LS)74141 (bzw. das russische Äquivalent K155ID1) hervor, das aus einem BCD-zu-Dezimal-Decoder und zehn Treiber-Tran-



Immer auf dem neusten Stand

Diese beiden Nixie-Uhren stammen von Loek Riemens. Während die erste Uhr (unten im Bild) mittels DCF synchronisiert wird, nutzt die zweite die Signale von GPS-Satelliten, um die aktuelle Zeit zu empfangen. Die Farbe der Beschriftung ändert sich in der GPS-Version von orange nach rot, sobald weniger als zwei Satelliten zur Verfügung stehen.



Nostalgie für unterwegs

Nixie-Röhren für das Handgelenk! Leser Hugo Marien wies uns auf dieses Projekt von Jeff Thomas hin. Auf seiner Webseite präsentiert Jeff eine Armband-Uhr mit Miniatur-Nixie-Röhren, die gerade einmal 7 cm lang, 4 cm breit und 3 cm hoch ist (www.amug.org/~jthomas/watch.html).



Nixie-Voltmeter

Eine eher seltene Anwendung für Nixie-Röhren stellt der Autor unseres Artikels, Jens Boos, auf seiner Webseite vor: Ein Voltmeter mit Nixie-Anzeige. Als Röhren kommen die russischen Fabrikate IN-14 und IN-19B zum Einsatz (www.jb-electronics.de/html/elektronik/nixies/n_voltmeter.htm).



Leuchtendes Röhren-Thermometer

Dieses elegante Raumthermometer stammt von Simon Law und Alex Tsekenis. Die Temperatur wird mit einer IN-13-Nixie-Röhre angezeigt. Die aktuelle Version hat sowohl eine Celsius- als auch eine Fahrenheit-Skala und ändert die Farbe der Beleuchtung je nach Temperatur.

sistoren besteht, untergebracht in einem 16-poligen DIL-Gehäuse [12]. In **Bild 4** ist die Schaltung abgebildet.

Diese Chips sind noch recht gut erhältlich (Ebay oder [13]), jedoch steigt der Preis stetig. Der Vorteil dieser Chips ist die geringe Größe, der Nachteil ist der, dass immer nur ein Ausgang durchgeschaltet kann (der BCD-zu-Dezimal-Decoder hat einen 1-aus-10-Ausgang). Zudem können diese ICs auch keine allzu großen Ströme schalten, irgendwo bei 7 mA (bzw. 80 mW) ist Schluss.

Treiber-Transistoren

Die Ansteuerung über diskrete Transistoren ist ebenfalls eine Möglichkeit. Die wohl bekanntesten „Nixie-Transistoren“ sind der MPSA42 (NPN) und der MPSA92 (PNP). Sie sind leicht sowohl in der SMD- als auch in einer THT-Version zu günstigen Preisen erhältlich. Der Nachteil dieser Methode ist offenkundig: Es wird viel Platz für den Aufbau beansprucht, da für jede Kathode ein Transistor benötigt wird (siehe Schaltung in **Bild 5**). Der Vorteil gegenüber den oben-

genannten Treiber-ICs ist jedoch, dass sich jedes beliebige Bitmuster auf der Nixie-Röhre anzeigen lässt, und nicht nur ein Zeichen gleichzeitig. Zudem können die Transistoren wesentlich mehr Strom schalten (bis zu 100 mA), sodass alle bekannten Nixies ansteuerbar sind.

HV-Serie von Supertex

Die Firma Supertex [14] stellt Bauteile für den Hochspannungsbereich her, so zum Beispiel für Vakuum-Fluoreszenzanzeigen (VFDs) oder Plasma-Displays. Einige dieser Bausteine lassen sich jedoch auch zur Ansteuerung von Nixies verwenden.

Ein grundlegender Unterschied zu den vorher angesprochenen Methoden ist, dass die HV-Chips keine bloßen Treiber sind, sondern Schieberegister mit hochspannungskompatiblen Ausgängen. Das bedeutet, dass sie nur wenige Eingänge besitzen (Dateneingang, Clock, Strobe und Blank), aber viele Ausgänge (20, 32 oder sogar 64). Die **Tabelle 1** bietet eine kleine Übersicht interessanter ICs. Dabei muss man beachten, dass einige Chips der HV-Serie nicht mehrere Ausgänge

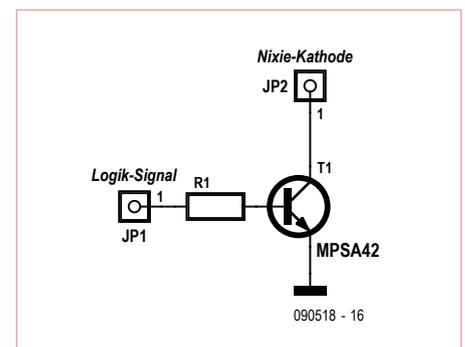


Bild 5. Schaltung mit diskretem Treibertransistor.

gleichzeitig durchschalten können. Daher unbedingt zuerst das Datenblatt lesen! Leider sind die Chips in Deutschland für Privatleute so gut wie nicht erhältlich, sodass aus Übersee bestellt werden muss [15].

Hochspannung

Bisher haben wir noch ausgeblendet, wie die erforderliche Hochspannung bereitge-

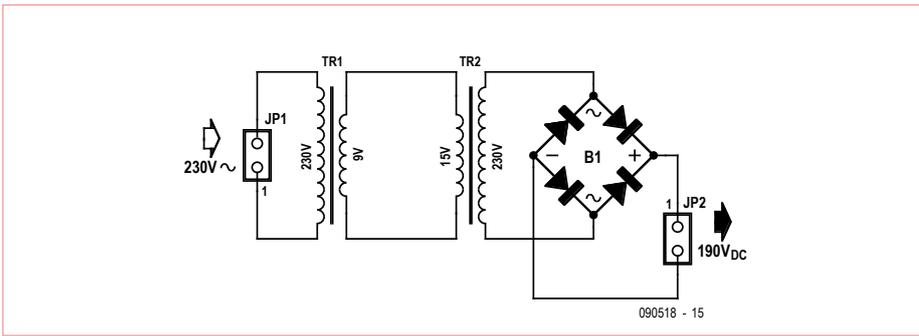


Bild 6. Der Sekundärtrafo sorgt hier für Hochspannung.

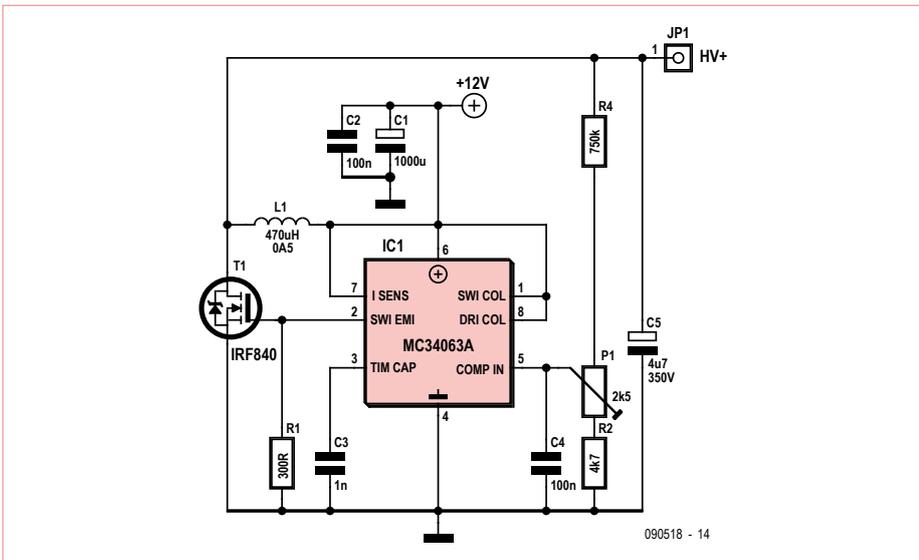


Bild 7. Boost-Converter rund um einen (Standard-)Schaltregler MC34063A [16].

stellt werden kann. Auch hier gibt es viele Möglichkeiten.

Netzspannung?

Wie der Autor bestätigen kann, kommen viele Elektroniker leider als Erstes auf diese Idee. Die gesamte Schaltung liegt dann auf Netzpotential - hiervor müssen wir aus-

drücklich warnen!

Rücken an Rücken

Hier wird ebenfalls die Netzspannung verwendet, doch die Schaltung ist nun galvanisch vom Netz getrennt. Dabei wird ein handelsüblicher Print-Trafo genutzt, der die Netzspannung auf handhabbare 9 V~

heruntertransformiert. Die Sekundärseite eines zweiten Transformators (siehe Bild 6) sorgt dann für die Hochspannung. Wenn man einen 15-V-Transformator verwendet, kommen rund 138 V Wechselspannung und nach dem Gleichrichten und Glätten gut 190 V Gleichspannung heraus – genug für praktisch alle Nixies. Der maximal mögliche Strom ist dabei nur durch die Transformatoren begrenzt.

Switch Mode Power Supplies (SMPS)

Schaltnetzteile können zum Beispiel als Boost-Converter (Step-up-Converter) aufgebaut sein, welche auf dem Prinzip der elektromagnetischen Induktion basieren. Eine Spule wird von einem Strom durchflossen. Nun wird der Strom abrupt abgeschaltet, und die Spule induziert eine Spannung, die proportional zur Änderung des magnetischen Flusses ist. Wenn die Änderung des Flusses groß ist (ein abruptes Abschalten bedeutet eine sehr große Änderung!) ist die Spannung entsprechend hoch, sie kann dabei durchaus größer sein als die Betriebsspannung. Die induzierte Spannung wird nun über eine Diode auf einen Hochspannungskondensator geleitet und dort gepuffert. Wird dieser Vorgang schnell hintereinander ausgeführt, entsteht eine recht stabile Hochspannung.

In Bild 7 ist ein solcher Boost-Converter zu sehen, der das Standard-Schaltregler-IC MC34063A verwendet (Schaltung von Dieter Wächter [16]).

Schaltnetzteile werden aber auch fertig aufgebaut angeboten, da ein effizientes und rauscharmes Design der Schaltungen nicht ganz trivial ist. Ein guter Überblick ist unter [17] zu finden.

Tabelle 1. Hochspannungstreiber					
Name	Ausgänge	Spannung	Strom	Gehäuse	Preis [15]
HV5522	32 (open drain)	bis 220 V	100 mA *	44 PLCC, 44 PQFP	5,50 €
HV5630	32 (open drain)	bis 300 V	100 mA*	44 PLCC, 44 PQFP	6,17 €
HV9708	32 (push/pull)	80 V	20 mA, 5 mA	44 PLCC	4,16 €
HV5812	20 (push/pull)	80 V	3,5 mA	DIP28, 28 PLCC	2,27 €

* Maximalleistung beachten!

Über den Autor

Jens Boos studiert Physik an der RWTH Aachen. Zu seinen Hobbys zählen die Elektronik - und Nixie-Röhren. Die eigene Sammlung umfasst bereits über 300 Exemplare aus aller Welt, darunter sehr seltene und wertvolle Nixies. Mehr darüber findet man auf der Website des Autors www.jb-electronics.de.

Weblinks und Literatur

- | | |
|--|---|
| [1] Elektor, Januar und Februar 1972, „Digitales Frequenzmessgerät“ | [10] www.decadecounter.com/vta/tubepage.php?item=18 |
| [2] www.elektor.de/050018 | [11] www.radiomuseum.org/forum/nixie_and_trochotron_haydu_vs_burroughs.html |
| [3] www.elektor.de/090784 | [12] www.tube-tester.com/sites/nixie/74141-NDT/74141-NDT.htm |
| [4] US-Patent US2142106, ausgestellt am 3. Januar 1939 an Hans Paul Boswau | [13] www.askjanfirst.de |
| [5] Serial number „72020699“, beantragt 1955, einzusehen unter http://tess2.uspto.gov/ | [14] www.supertex.com/ |
| [6] www.amug.org/~jthomas/clockwork.html | [15] www.mouser.com/ |
| [7] www.jb-electronics.de/html/elektronik/nixies/index.htm | [16] www.nixie.tube-tester.com |
| [8] Fritz Bergtold: „Glimmdioden und Ziffernanzeigeröhren“, Richard Pflaum Verlag München, 1968 | [17] www.tayloredge.com/storefront/SmartNixie/PSU/comparison.html |
| [9] http://dos4ever.com/QandA/QandA.html | [18] www.nocrotec.com |
| | [19] www.kosbo.com |

Ausblick

Auch wenn den attraktiven Röhren ein Schuss Nostalgie anhaftet: Nixies sind nicht nur bei Sammlern, sondern auch bei Elektronik-Praktikern begehrt. Auf den vorangehenden Seiten findet man eine kleine Kol-

lektion faszinierender Nixie-Projekte. Die ungebrochene Attraktivität der Anzeigeelemente kann man schon daran festmachen, dass die Preise seit Anfang 2000 um das Vier- bis Fünffache gestiegen sind. Erhältlich sind Nixie-Röhren noch recht gut bei Ebay

sowie einigen anderen Anbietern (Auswahl: [13][18][19]). Ob die Vorräte dem steigenden Bedarf noch lange trotzen können, bleibt jedoch abzuwarten. Die Nixie-Röhren sind jedenfalls wieder im Kommen!

(090518)

— Anzeige

350/250/150 MHz Digital Speicheroszilloskop

mit 5 GSa/s Abtastrate und VPO-Technologie (Visual Persistence Oscilloscope) zeigt die GDS-3000-Serie Kurvenformen originalgetreu und fängt gleichzeitig weniger häufig auftretende Signale wie Glitches oder Runts ein, ohne einen Punkt der Kurvenform-Information zu verpassen.

GDS-3000-Serie

- 350-/250-/150-MHz-Bandbreite
- 5 GSa/s Real-Time-Abtastrate und 100 GSa/s Equivalent-Time-Abtastrate
- VPO-Technologie zur Anzeige von weniger häufig auftretenden Signalen
- Einzigartiges Split-Screen-Display mit unabhängiger Einstellung für jeden Eingangskanal
- Optionale Software für Leistungsmessung
- Optional Trigger- und Decoder-Software für serielle Bussysteme mit Unterstützung von I²C, SPI und UART



Simply Reliable

www.gwinstek.com

GW INSTEK

GOOD WILL INSTRUMENT CO., LTD.

Entwicklungstools to go

Wie sinnvoll sind Elektronik-Apps für Tablets und Smartphones?



Das Angebot an Softwaretools für die Elektronikentwicklung ist ebenso umfangreich wie vielfältig. Dabei ist nicht nur der PC technischer Helfer des Elektrikers, auch im Bereich der Smartphones und Tablet-Computer existiert bereits eine Fülle von Anwendungen. Wir wollten es genauer wissen: Was wird angeboten und wie brauchbar sind die Programme?

Von Christopher Rausch (Redaktion D)

PC-Software für das Design und die Simulation von elektronischen Schaltungen ist mittlerweile aus dem Alltag des Entwicklers nicht mehr weg zu denken. Produkte wie Proteus und PSpice sind den meisten Lesern wahrscheinlich ein Begriff. Diese Programme liefern mittlerweile sehr gute Simulationsergebnisse [1], sind jedoch häufig sehr kostspielig und erfordern einen PC. Im Netz finden sich neben PC-Software auch immer mehr Elektronik-Applikationen für Smartphones und Tablet-Computer. Diese Apps sind in der Regel sehr viel preiswerter und in manchen Fällen sogar kosten-

los erhältlich. Mobile Endgeräte verfügen mittlerweile über ein hohes Maß an Rechenleistung und sind oftmals, wie im Falle der Smartphones und Tablet-Computer, fast ausschließlich über einen Touchscreen zu bedienen. Wir wollten daher wissen: Was leisten die Applikationen und welchen Funktionsumfang bieten sie dem Nutzer? Welche Möglichkeiten beziehungsweise Probleme bringen das Touchscreen-Konzept und die relativ geringen Displaygrößen mit sich? Um diese Fragen beantworten zu können, haben wir jeweils zwei Apps für Smartphones und für das iPad von Apple unter die Lupe genommen. Im Bereich der Smartphones entschieden wir uns für solche, die

das kostenlose Betriebssystem Android nutzen. Dieses System ist recht verbreitet und lässt dem Softwareentwickler Freiheiten, die er beispielsweise beim iPhone nicht hat. Während es Entwicklern von Software für Apple-Produkte unmöglich ist, die eigene Software kostenlos und ohne vorherige Prüfung seitens des Geräteherstellers auf realer Hardware auszuführen, existieren solche Hürden für Android-Entwickler nicht. Auch der Vertrieb der eigenen Software muss nicht zwingend über den offiziellen Marktplatz laufen. Für unsere Tests nutzten wir den Android-Emulator für Windows (siehe Textkasten) aus dem offiziellen Android SDK (Software Development Kit) [2].

Eine Übersicht über weitere, nicht getestete Elektronik-Anwendungen befindet sich im großen Textkasten. Die Auswahl der Smartphone-Applikationen basiert auf einer Liste des Android-Experten Stefan Schwark.

Entwicklertools im Kleinformat

Die Palette von Elektronik-Applikationen für Android-Smartphones reicht von digitalen Nachschlagewerken über Rechner zur Dimensionierung von Bauteilen bis hin zu Software für das Zeichnen und Simulieren von elektronischen Schaltungen. Durch ihr vergleichsweise kleines Display stellen Smartphones allerdings hohe Anforderungen an die Übersichtlichkeit und Bedienung von Anwendungen. In puncto Mobilität sind sie jedoch geradezu prädestiniert für den Einsatz als Hilfsmittel unterwegs.

Die erste Applikation, mit der wir uns näher beschäftigt haben, nennt sich Droid Tesla [3]. Bei dieser Software (**Bild 1**) handelt es sich um einen Schaltungssimulator. Über einblendbare Bedienelemente lässt sich der jeweilige Schaltplan erstellen und anschließend die Simulation starten. Bisher ist der Simulator in der Lage, ohmsche Widerstände, Kapazitäten, Induktivitäten, komplexe Impedanzen sowie Volt- und Amperemeter zu simulieren. Für die Versorgung der Schaltung stehen sowohl eine Spannungs- als auch eine Stromquelle zur Verfügung. Die Spannung beziehungsweise der Strom wird mit Real- und Imaginärteil angegeben, was relativ ungewöhnlich ist. Leider ist nach der Simulation keine grafische Darstellung der Ergebnisse möglich. Die entsprechenden Werte lassen sich lediglich an den virtuellen Volt- und Amperemetern ablesen. Die Bedienung über die einblendbaren Elemente ist bequem und spart Platz, wobei sich das präzise Verbinden von einzelnen Bauteilen oft knifflig gestaltet. Die im Vergleich zu PC-Monitoren relativ kleine Display-Größe eines Smartphones macht es außerdem schwierig, bei umfangreicheren Schaltplänen den Überblick zu behalten. Der Großteil der Elektronik-Applikationen für Android-Smartphones sind jedoch Rechner und Nachschlagewerke für häufig verwendete Bauteile und Teilschaltungen. Zum Standardrepertoire dieser Programme gehören in der Regel ein Farb-

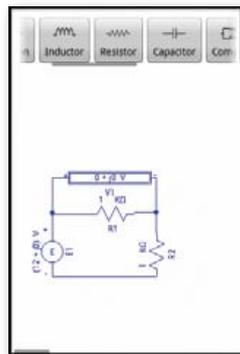


Bild 1. Spannungsteiler mit Droid Tesla.

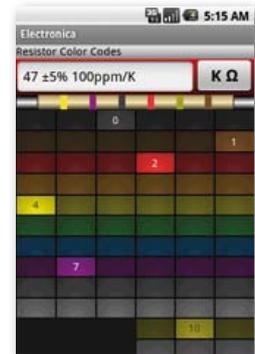


Bild 2. Farbcode-Decodierer von Electronica.

code-Decodierer für Widerstände, ein Rechner für das Ohmsche Gesetz, für Spannungsteiler, Schwingkreise und viele weitere Grundschaltungen der Elektronik. Die zweite Applikation in unserem Test trägt den Namen „Electronica“ [4] und gehört zu dieser Kategorie von Elektronik-Werkzeugen. Sie bietet verschiedene Rechner, einen Farbcode-Decodierer (**Bild 2**) und Informationen über IC- und Steckerbelegungen. Gemessen am Funktionsumfang der Software gehört sie zwar zu den kleineren Vertretern ihrer Art, lässt sich aber problemlos bedienen und führt schnell zu den gewünschten Ergebnissen. Die Einzeltools sind über ein Kategorienmenü zu erreichen und durchweg übersichtlich aufgebaut.

Schaltungsdesign auf dem iPad

Das iPad ist als Tablet-Computer – ähnlich einem Smartphone – nahezu ausschließlich per Touchscreen zu bedienen, verfügt allerdings über ein erheblich größeres Display (9,7 Zoll). Auch für dieses Gerät existiert ein breites Angebot an Elektronik-

anwendungen. Das Spektrum reicht von allerlei Rechenapplikationen über Bauteil-datenbanken bis hin zu Schaltungssimulatoren. Auch hier stellt sich die Frage, wie das intuitive Touchscreen-Bedienkonzept in den Applikationen umgesetzt wird und wie praxistauglich die Elektroniksoftware auf dem iPad ist. Für den Test haben wir zwei Schaltungssimulatoren für das iPad ausgewählt und getestet. Dazu bauten wir mit Hilfe der entsprechenden Software kleinere Schaltungen selbst auf, riefen bereits gespeicherte Schaltungen ab und simulierten diese. Die Ergebnisse wurden anschließend grafisch dargestellt.

Als erste Applikation kam die Software Circuit Lab HD [5] zum Einsatz (**Bild 3**). Das Erstellen von Schaltplänen funktioniert, wie fast alles auf dem iPad, über den Touchscreen. Zunächst müssen die Punkte, zwischen denen das Bauteil eingesetzt werden soll, mit dem Finger angetippt werden. Anschließend wählt man das jeweilige Bauteil in einem Menü aus und setzt es damit in die Schaltung ein.

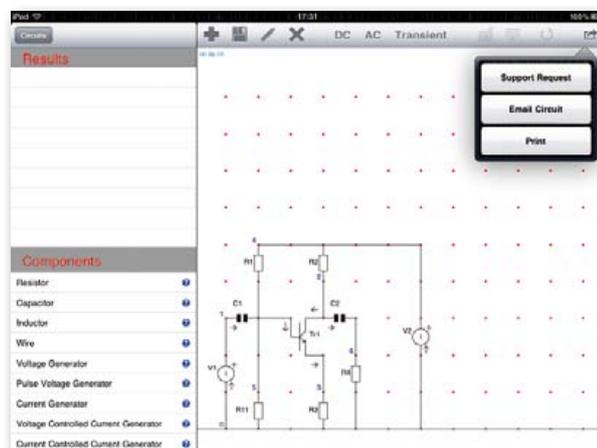


Bild 3. Beschnittener Transistor auf dem iPad.

Weitere Android- und iPad Applikationen		
		<p>DCircuit Lab HD ist die Entsprechung des Circuit Lab HD für digitale Bauelemente. Kombinatorische und sequentielle Schaltungen lassen sich laut Hersteller schrittweise oder komplett in einem Zug analysieren.</p> <p>http://sites.google.com/site/lurvill/dcircuitlabhd</p>
		<p>Elektor Electronic Toolbox: Dieses Tool ist eine große Sammlung wichtiger Elektronik-Hilfsmittel. Darunter sind viele Berechnungsapps, Umrechner, IC-Datenblätter, Schaltpläne und Pinbelegungen für Stecker.</p> <p>www.creating-your-app.de/electronic_toolbox.html</p>
		<p>Ohm's Calculator: Diese einfache Rechner-App hilft bei Berechnungen mit dem Ohmschen Gesetz. Ein alternatives Eingabesystem soll das Eintippen der gewünschten Werte beschleunigen.</p> <p>http://smartchef.org/rantekinc</p>
		<p>Scientific Electronics Circuit Calculator for iPad: Eine Sammlung von Elektronik-Rechnern und Formeln für den Elektroniker bei der Arbeit. Jede Änderung der Komponentenwerte hat eine Neuberechnung zur Folge, sodass die Ergebnisse schnell ablesbar sind.</p> <p>www.syclabs.com/CircuitCalciPad.html</p>
		<p>Elec Ref ist eine Sammlung von Berechnungstools für Kabel, Transformatoren und Motoren. Informationen und Daten über verschiedene Kabeltypen runden das Tool ab.</p> <p>www.trunnion.info/eleceref.html</p>
		<p>Electrical Wiring Pro: Diese ToolBox versorgt den Nutzer mit Informationen und Tools rund um das Thema „Verkabelung“. Eine komplette Feature-Liste befindet sich auf der Herstellerseite.</p> <p>www.intineo.com/electrical_wiring_pro.html</p>
		<p>Audio Test Tone Generator: Diese App bietet einen Signalgenerator für Sinus-, Dreieck-, Rechteck- und Sägezahn-Signale sowie verschiedene Rausch-Arten mit grafischer und akustischer Ausgabe.</p> <p>www.digitalantics.co.uk/android/audio-test-tone-generator</p>
	<p>ElectroDroid: ElectroDroid bietet Berechnungstools und Informationen (Pinbelegung verschiedener Schnittstellen) für Elektroniker.</p> <p>http://demisoft.altervista.org/_siti_interni/electrodroid</p>	

Im Vergleich zu einer Drag-and-drop-Lösung wirkt diese Methode etwas gewöhnungsbedürftig. Das Bauteilangebot umfasst neben passiven Komponenten wie ohmschen Widerständen, Kapazitäten und Induktivitäten auch Halbleiter-Bauelemente wie Dioden, Operationsverstärker und Bipolartransistoren. Für kleine analoge Schaltungen ist diese Bauteilbibliothek also absolut ausreichend. Darüber hinaus stehen Gleich- und Wechselspannungs- beziehungsweise –stromquellen (geregelt und unregelt) zur Verfügung. Die Bauteilwerte können mittels der virtuellen Tastatur des iPads geändert werden. Nachdem die Schaltung aufgebaut ist, kann der Nutzer die Simulation starten und sich die verschiedenen Ströme und Spannungen entweder grafisch oder als Zahlenwert anzeigen lassen.

Dabei lässt sich zwischen DC, AC und transienter Simulation (Entwicklung über eine bestimmte Zeitspanne) wählen. Die Software stellt die Ergebnisse als Kurven dar, wobei auch mehrere Größen in der gleichen Darstellung angezeigt werden können. Leider fehlt in den Diagrammen bisher die jeweilige Skalenbeschriftung, was die Interpretation der Ergebnisse schwierig und unpräzise macht.

Spielerisch simulieren

iCircuit [6] ist, wie auch die vorher getestete Anwendung, eine Schaltungssimulation. Allerdings bietet sie dem Nutzer die Möglichkeit, während der Simulation die Schaltung weiter zu modifizieren und den Einfluss der Veränderung in den laufenden Diagrammen zu beobachten. Das Erstellen von

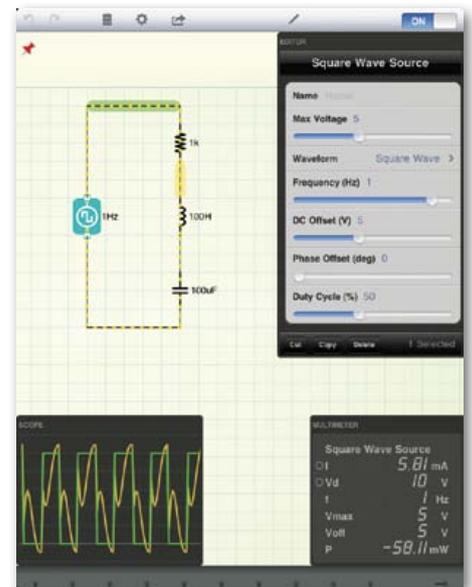


Bild 4. Schaltungssimulation mit iCircuit.

Schaltplänen geschieht in iCircuit per drag and drop, das heißt die Bauteile werden mit dem Finger aus einem Menü an die richtige

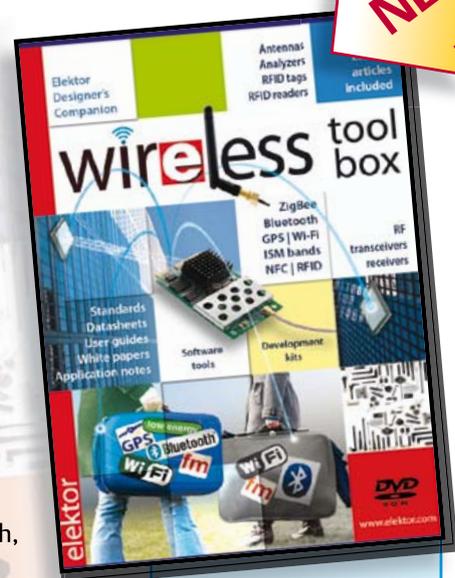
Anzeige

Wireless-Toolbox

➔ Alles Wissenswerte zum Thema Wireless auf DVD-ROM

Kontaktlose Übertragungssysteme haben in allen Bereichen der modernen Gesellschaft (Transport, Handel, Gesundheitswesen, Haushalt u. a.) Einzug gehalten. Diese DVD-ROM umfasst zum Thema „Wireless“ sorgfältig zusammengetragene technische Dokumentation (1,4 GB) in englischer Originalsprache sowie über 90 originale Elektor-Artikel in deutscher Sprache, die es Ihnen ermöglichen, die eigenen Schaltungen drahtlos miteinander kommunizieren zu lassen.

Je nach zu überwindender Signaldistanz für den kontaktlosen Datenaustausch, wählen Sie den hierfür geeigneten Übertragungsmodus: Bei nur wenigen Zentimetern ist es Near Field Communication (NFC) oder Radio Frequency Identification (RFID), im 10-m-Bereich ist es Bluetooth, Wi-Fi oder ZigBee und bei über 1000 km sind es GPS-Daten.



NEU!

ISBN 978-90-5381-268-6
€ 32,50 • CHF 44,20

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

Weblinks

- [1] www.elektor.de/100359
- [2] <http://developer.android.com/guide/developing/tools/emulator.html>
- [3] <https://market.android.com/details?id=org.vlada.droidtesla>
- [4] <https://market.android.com/details?id=com.hacsoft.electronica>
- [5] <http://sites.google.com/site/lurvill/circuitlabhd>
- [6] <http://icircuitapp.com/>
- [7] <http://developer.android.com/sdk/index.html>

Stelle in der Schaltung gezogen und auf die gleiche Weise miteinander verdrahtet. Bauteilwerte lassen sich entweder mittels der virtuellen iPad-Tastatur eingeben oder mit dem Finger über Slider ändern (Bild 4). Die Simulation muss dafür nicht angehalten werden, was den spielerischen Umgang mit elektronischen Schaltungen fördert und der Software einen edukativen Charakter gibt. Zu der umfangreichen Palette von verfügbaren Bauteilen gehören neben passiven Standardbauteilen auch Schalter, Halbleiter wie Dioden, Bipolar- und Feldeffekttransistoren, A/D- und D/A-Wandler sowie einfache Logikschaltungen.

Die Visualisierung der Simulationsergebnisse erfolgt über virtuelle Oszilloskope. Diese Anzeigen können je nach Bedarf ein- und ausgeblendet werden. Zusätzlich ist die Darstellung des Stromflusses mit Geschwindigkeit und Richtung sowie der Ladungsverteilung auf den Leitungen im Schaltplan möglich.

Fazit

Die Entwicklung und Simulation großer Schaltungen gestaltet sich auf Smartphones eher schwierig. Hauptgrund dafür ist das im Vergleich zu einem PC-Monitor relativ kleine Displayformat dieser mobilen Geräte. Bei größeren Schaltplänen verliert man so schnell die Übersicht. Auch der Funktionsumfang lässt noch viele Wünsche offen. Dabei gilt es allerdings zu bedenken, dass es sich zum Teil um kostenlos verfügbare Software handelt. Eine bessere Figur machen Smartphones bei Rechner- und Nachschlagetools. Hier reicht die Größe des Displays aus, um alle Inhalte übersichtlich und praktikabel darstellen zu können. Die Geräte können außerdem den Vorteil ihrer Portabilität voll ausspielen und werden so zum ständigen Helfer auch für unterwegs. Die vorgestellten iPad-Applikationen eignen sich gut für den Aufbau und die Simulation kleinerer Schaltungen. Für die professionelle Elektronik-Entwicklung können

sie jedoch nicht den erforderlichen Funktionsumfang bieten. Das gilt sowohl für das Angebot an verwendbaren Komponenten als auch für die Analyse der Simulationsergebnisse. Auch hier gilt es zu bedenken, dass die Software nur einen Bruchteil dessen kostet, was man für professionelle PC-Software entrichten muss. Durch den Touchscreen lässt sich die Software intuitiv bedienen, wobei jedoch manchmal die für die Schaltplanerstellung nötige Präzision und Treffsicherheit fehlt.

Für Schüler, Studenten und Hobbyisten eignet sich gerade iCircuit sehr gut. Durch die Möglichkeit der permanenten Simulation und die zusätzliche Visualisierung des Stromflusses innerhalb der Schaltung lädt die Software zum Experimentieren und Lernen ein.

(110230)

Der Autor

Christopher Rausch ist Master-Student der Technik-Kommunikation (Fachrichtung Elektrotechnik) an der RWTH Aachen. Zurzeit arbeitet er als Praktikant in der Elektor Redaktion.

Android-Emulator



Der Emulator ist als Teil des Android Software Development Kits [7] in der Lage, ein Android-Smartphone auf einem Rechner zu

simulieren. Gerade für Softwareentwickler, die einen Einstieg in die Programmierung für Android-Geräte suchen, ist das eine gute Möglichkeit, ihre eigenen Programme schnell und einfach ohne spezifische Hardware zu testen. Der Benutzer kann neue Applikationen entweder über einen vorinstallierten Browser herunterladen oder mittels Konsolenbefehl ein vorher heruntergeladenes oder erstelltes Android Package (APK-Datei) auf dem System installieren.

Um diese Packages auf dem emulierten Smartphone einzurichten, muss der Benutzer unter Windows zusätzlich zu dem Emulator eine DOS-Konsole (command.exe) öffnen und mittels bekannter DOS-Befehle (z.B. „cd <pfad>“) in das Verzeichnis wechseln, aus dem heraus der Emulator gestartet wurde. Die eigentliche Installation funktioniert nun über den Befehl „adb install <dateipfad>“, welcher direkt über die Konsole ausgeführt wird. Als Parameter muss der vollständige Dateipfad inklusive der Endung „.apk“ angegeben werden. Nach der Installation finden sich die neuen Programme dann im Applikationsmenü des virtuellen Smartphones wieder.

Hilfe! Ich weiß nicht weiter...

Von Thijs Beckers (Elektor-Labor)

Wir vom Elektor-Labor beschäftigen uns nicht nur mit dem Entwurf und dem Bau von Elektronik, auch Leserfragen landen auf unseren Arbeitstischen. Obwohl wir uns wirklich intensiv anstrengen, unsere Entwicklungen auf Herz und Nieren zu testen, die Beschreibungen glasklar abzufassen und möglichst viele ergänzende Informationen online bereit zu stellen, kann auch mal etwas schief gehen. Wie heißt es doch so schön: Wo Menschen arbeiten, passieren Fehler. Der Strom der Leserfragen, der uns über das Internet [1] erreicht, schwillt dann mitunter mächtig an.

Passiert ist dies zum Beispiel beim „Digitalen Multi-Effektgerät“ vom September 2010. Den unaufschiebbaren Drucktermin im Nacken wurden in einer Zeichnung die Elkos C23, C25, C30 und C32 mit falscher Polarität dargestellt, und auch die Platine blieb von dem Fehler nicht verschont. Hoher Schaden konnte dadurch nicht entstehen, denn an den Elkos liegen keine hohen Spannungen. Viel stärkere Kopfschmerzen bekamen wir, als wir merkten, dass unser Zulieferer den ATmega auf der Hauptplatine fehlerhaft programmiert hatte. Die erste Auflage war unbrauchbar, weil mehrere Fuse-Einstellungen nicht stimmten. Anders als vorgesehen war der Chip auf interne Taktung eingestellt, der externe 8-MHz-Quarz lag brach. Die Folgen dieses mehr als ärgerlichen Missgeschicks: Nur ein blinkendes

außerdem hält das Internet auch zu diesem Thema eine Fülle an Informationen bereit.

Erstaunlich oft werden wir gefragt, wo denn die einen oder anderen Bauelemente angeboten werden. Insbesondere SMDs sind im Elektronikladen um die Ecke und dem Versand Einzelhandel nur selten vorrätig. In solchen Situationen können Sie den Händler bitten, die fehlenden Bauteile zu besorgen. Ihr Händler wird nicht sehr glücklich sein, wenn Sie ihm eine Stückliste aus Elektor vorlegen und erwarten, dass er die Bauteile mal eben im Großhandel bestellt. Spezialbausteine werden zwar meistens auch in Einzelstückzahlen geliefert, doch wenn es um Standardware geht, muss Ihr Händler seinem Lieferanten 10, 25 oder sogar 100 Stück abnehmen. Bei SMD-

Unser Dorf soll schöner werden. Haben Sie eine LED-Flutlichtschaltung, mit der wir unser Feuerwehrhaus optisch aufwerten können?



Mein Audio-Verstärker „Edwin“ aus Elektor Mai 1970 rauscht. Können Sie mir ein Update und eine aktualisierte Platine schicken?

Widerständen, die nur wenige Cent kosten, ist dies vielleicht noch vertretbar. Doch wenn Sie fünf SMD-Elkos mit fünf verschiedenen Werten brauchen, ein SMD-Elko 25 Cent kostet und der Händler mindestens 10 Stück pro Wert abnehmen muss, wird die Lagerhaltung der restlichen Exemplare unrentabel. Die Lösung dieses Problems können Sammelbestellungen sein, die man zum Beispiel in Internet-

Foren organisieren kann, zum Beispiel im Leserforum von Elektor [2].

Zur Beschaffbarkeit von Bauelementen noch dies: Wir setzen alles daran, ein Projekt nicht scheitern zu lassen, weil ein Bauelement nicht erhältlich ist. Allerdings sind wir machtlos, wenn ein Hersteller ein Bauelement zwei oder drei Jahre nach Markteinführung (manchmal noch früher) aus der Produktion nimmt. Die Bauelemente-Industrie unterliegt ähnlich schnellen Innovationsschüben wie die Computerwelt. Projekte, die 10 Jahre oder älter sind, haben fast schon historischen Anstrich, insbesondere spezielle ICs sind dann nicht selten vom Markt verschwunden. Bei der Beantwortung Ihrer Fragen kommen Sie uns entgegen, wenn Sie unser Online-Formular [1] verwenden. Die genaue Angabe des Elektor-Beitrags, auf den sich Ihre Frage bezieht, ist uns besonders wichtig. Wenn Sie dann noch Ihre Frage oder Ihr Problem knapp, aber präzise formulieren, können wir Ihnen wahrscheinlich postwendend helfen. Dann müssen wir nicht nachfragen, weil uns das eine oder andere unklar ist. Schon vorab vielen Dank hierfür!

(110131)gd

Weblinks

[1] www.elektor.de/kontakt

[2] www.elektor.de/forum

Rechteck auf dem Display, enttäuschte Leser, viel zusätzliche Arbeit für uns, für die Leserbetreuung und die Versandabteilung. Solche Vorkommnisse sind wirklich selten, doch wenn sie passieren, setzen wir alles daran, schnell und unkompliziert Wiedergutmachung zu leisten.

Die meisten technischen Fragen, die uns erreichen, lassen sich schnell beantworten: „Wo muss ich Kondensator C15 platzieren?“ oder „Welches Lötzinn ist für Elektor-Platinen das beste?“ haben keinen hohen Schwierigkeitsgrad. Kollege Jan Visser beantwortet sie schon fast im Schlaf. Es kommt aber auch vor, dass uns die eine oder andere Frage in Verlegenheit bringt: „Wie unterscheiden sich ein ATmega und ein 8051-Kern?“ oder „Das Projekt X von Elektor hat es mir angetan, ich bin begeistert, doch für meinen Zweck muss die Schaltung Y Ausgänge zusätzlich haben, außerdem möchte ich sie an 12 V betreiben und die 512 KB Arbeitsspeicher des Controllers reichen mir nicht. Was muss ich ändern?“. Verständlich, dass uns für die Beantwortung solcher Fragen schlicht und einfach die Zeit fehlt. Die Unterschiede zwischen ATmega und 8051 sind ohne Vorkenntnisse beider Controller-Familien nicht in drei Sätzen erklärt, und

Mal eben Temperatur messen... (2)

Von Thijs Beckers (Redaktion NL)

Vieles, was mit Infrarot-Thermometern nicht möglich ist (siehe Testbericht in der letzten Elektor-Ausgabe), ist für eine Wärmebildkamera Standard. Vincent van der Walle (**Foto 1**), Sales Engineer bei KWx B.V. [1], einem Außenposten des Wärmebildkamera-Spezialisten FLIR [2], führte uns während der Vorbereitung jenes Beitrags in die Technik der Wärmebildkameras ein. Natürlich gehörte die Vorführung einiger von FLIR entwickelter Produkte dazu. Schon das kostengünstigste Modell FLIR i3 dürfte das Budget des privaten Anwenders überdurchschnittlich strapazieren, der Preis liegt knapp unter der 1000-€-Marke. Doch beim Einsatz in Forschungs- und Entwicklungslabors können sich solche oder auch wesentlich höhere Investitionen schnell bezahlt machen.

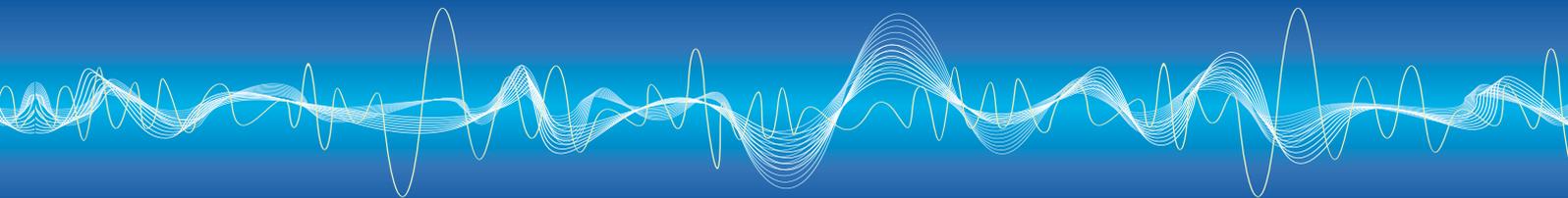
Für den Anwender ist wichtig, dass er genau weiß, was er misst. Auf diesen Punkt hatten wir bereits bei unserem vergleichenden

Infrarot-Thermometer-Test im letzten Monat hingewiesen. Der Emissionsgrad des Messobjekts ist eine objekteneigene Größe, die das Messergebnis stark verfälschen kann, wenn sie unberücksichtigt bleibt. Was bei Infrarot-Thermometern nicht immer offensichtlich ist, führen Wärmebildkameras unmittelbar vor Augen: Ein simpler Versuch an einer mit heißem Wasser gefüllten Konservendose (**Foto 2**) zeigt anschaulich, wo der Fallstrick lauert. Wird der Emissionsgrad des Dosenblechs am Infrarot-Thermometer nicht korrekt eingestellt (er liegt hier bei 0,15), weicht der Anzeigewert vom tatsächlichen Wert so extrem ab, dass die Messung sinnlos ist. Das Infrarot-Thermometer Fluke 572, das uns seinerzeit als Referenz diente, zeigte ohne Berücksichtigung des Emissionsgrads 34,5 °C an.

Bei Messungen mit Infrarot-Thermometern bleiben kleine bis mittlere Fehler nicht selten unentdeckt. Wärmebildkameras haben den unbestreitbaren Vorteil, dass Ungereimtheiten und Inplausibilitäten meist sofort auffallen (**Foto 3**). Die Temperatur der Konservendose schien kaum 30 °C zu betragen, für den zentralen Messpunkt wurden 28,9 °C angezeigt. Gerichtet auf das Wasser oder die aufgeklebten Isolierbandstreifen lieferte die Kamera viel höhere Messwerte, was an den hellen Farben im Wärmebild erkennbar war. Die Farbskala am unteren Rand des Displays wies 72 °C aus.

Die Kamera erfasst nicht nur die Wärmestrahlung der Dose, sondern auch die Wärmestrahlung, die von der Umgebung reflektiert wird. Aus diesem Grund lag die an der Dose gemessene Temperatur leicht höher als die tatsächliche Temperatur. Die Isolierbandstreifen waren Hilfsmittel, die zum korrekten Messwert führten. Wie das Kamerabild zeigte, hatte die Farbe des Isolierbands keinen erkennbaren Einfluss. Der Emissionsgrad des verwendeten Isolierbands lag nahe dem Standardwert 0,95. Der Versuch mit der Konservendose bekräftigte unsere Erfahrung, dass Wärmebildkameras generell weniger fehlerträchtig als Infrarot-Thermometer sind.





Trotz der höheren Messsicherheit darf der Anwender auch der Wärmebildkamera nicht blind vertrauen. Wir hatten versuchsweise mehrere Wärmebildkameras auf die Kühlkörper eines Doppelnetzteils (**Foto 4**) gerichtet, bei dem im ersten Zweig 2 A an 8 Ω und im anderen Zweig 0,5 A an 8 Ω flossen. Die Kühlkörper wiesen matte Oberflächen bei unterschiedlichen Farben auf. Alle Kameras gaben die Wärmeverteilung korrekt wieder. Auf den Wärmebildern war sofort erkennbar, dass die Temperatur des rechten Kühlkörpers mit etwa 55 °C deutlich über der Temperatur des linken Kühlkörpers lag.

Uns fiel auf, dass die Oberseiten der Kühlkörper im Kamerabild kalt zu sein schienen, solange wir die Kameras auf gleicher vertikaler Höhe wie das Doppelnetzteil hielten. Die Erklärung dieses Effekts ist einfach: Die Oberseiten verhielten sich wie Spiegel, sie reflektierten die niedrige Temperatur der dahinter stehenden Wand. Ein ähnlicher Effekt tritt beispielsweise auf, wenn die Asphaltdecke einer Straße an heißen Sommertagen aus der Ferne betrachtet zu flimmern scheint. In **Foto 5** ist festgehalten, wie die Konservendose mit dem eingefüllten heißen Wasser von der Tischoberfläche gespiegelt wurde. Die Fläche in unmittelbarer Nähe der Dose hatte infolge des mechanischen und thermischen Kontakts eine höhere Temperatur als die übrige Fläche.

Fehlerhafte Anzeigedetails, die auf Spiegeleffekten beruhen, sind unvermeidbar, hier hilft nur die konsequente Überprüfung auf Plausibilität. Anders als bei akustischen Messungen gibt es keinen „schalltoten Raum“, der thermische Reflektionen eliminieren könnte. Alle Objekte im nahen und weiten Umfeld des Messobjekts emittieren Wärmestrahlung, die das Kamerabild beeinflusst. Vor allem aus diesem Grund sind auch Wärmebildkameras keine unfehlbaren Messgeräte. Doch verglichen mit der Gruppe der Infrarot-Thermometer lassen sich die Messergebnisse schneller und sicherer interpretieren.

Welche Einsatzbereiche erschließt die Wärmebildkamera in einem Entwicklungslabor? Eine solche Kamera misst die Temperatur jedes beliebigen Objekts, das von ihrem Objektiv erfasst wird. Für die Fehlersuche auf einer in Betrieb befindlichen Platine bedeutet dies, dass Konstruktionsfehler schnell und sicher lokalisiert werden können, sofern sie Auswirkungen auf das thermische Verhalten haben. Die Wärmebildkamera T425 von FLIR (**Bild 6**) überzeugte uns

durch ihre erstaunliche Empfindlichkeit und Präzision. Beim „Digitalen Multi-Effektgerät“ (Elektor September 2010) wurde auf der Gehäuse-Außenseite sogar der thermische Umriss des SPN1001-FV1 sichtbar, obwohl die Temperatur mit 27 °C nur wenige Grad über der Umgebungstemperatur lag. Die Farben der Spannungsregler links im Kamerabild deuten auf deutlich höhere Temperaturen hin.

Wärmebildkameras eignen sich nicht nur für die Spurensuche in der Elektronik. Ein Handabdruck auf dem Tisch ist noch nach fünf Minuten nachweisbar, und auch Fußspuren können zuverlässig verfolgt werden, insbesondere auf Teppichen und Teppichböden. Mit der Wärmebildkamera konnten wir herausfinden, woher ein vorbeigegangener Kollege gekommen war und wohin ihn sein Weg geführt hatte. Auch ein vom Schreibtisch gefallenes Utensil ließ sich mit der Kamera aufspüren, lokalisierbar war sogar der Punkt des Auftreffens auf dem Boden. Dahinter steht ein elementares Gesetz der Physik, es besagt, dass die kinetische Energie eines Objekts beim Aufprall in Wärme umgesetzt wird. Unsere Wärmebildkamera war empfindlich genug, darauf zu reagieren.

(110273)gd



Skypereien

Von Thijs Beckers (Redaktion NL)

Die Probeläufe unserer Konferenzschaltung waren erfolgreich verlaufen. Die Mikrofonsignale steuerten den linken und rechten Audiokanal unseres Notebooks. Über den Windows Live Messenger konnten unsere Gesprächspartner klar und deutlich verstehen, was wir ihnen zu sagen hatten. Leider erwies sich die Freude als voreilig, denn als wir über Skype mit unserer französischen Redaktion telefonieren wollten, war ein Kanal ausgefallen. Lag es an einem Kabelbruch, an der Soundeinstellung im Betriebssystem oder an der Konfiguration des Skype-Programms? Oder hatte die 9-V-Batterie unerwartet schlapp gemacht? Die Signalkabel wurden getauscht, doch das Problem hielt sich hartnäckig. Wir konnten keine Ursache finden.

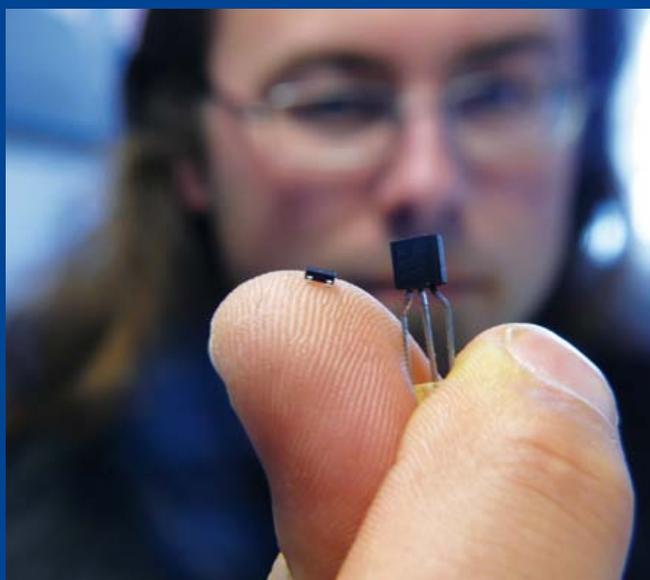
Als wir auch noch die Module gegeneinander getauscht hatten, stellten wir fest, dass nun der andere Kanal ausgefallen war. Das gab uns zu denken. Wenn der Verstärker mit dem Windows Live Messenger anstandslos arbeitete und der Tausch der Module nichts brachte, konnte es eigentlich nur an Skype liegen. Wir zählten Eins und Eins zusammen und recherchierten im World Wide Web. Schnell stellte sich heraus, dass wir nicht die einzigen waren, die dieses Problem mit Skype hatten. Offenbar ist es nicht möglich, mit Skype Audiosignale in Stereo zu übertragen. Auch der Windows Live Messenger übertrug Audiosignale



nur in Mono. Doch hier wurden Links und Rechts addiert, bevor das Signal auf die Reise durchs Internet ging. Skype macht sich diese Mühe mindestens seit dem Jahr 2005 nicht, das konnten wir mehreren Skype-Nutzer-Foren entnehmen.

Voll einsatzfähig war unsere Schaltung zusammen mit Skype erst, als wir die Signale beider Kanäle dem linken Audioeingang unseres Notebook zuführten. Die Signale wurden einfach über zwei Widerstände addiert, was vielleicht nicht elegant ist, doch die Methode erfüllt ihren Zweck. Der eigentlich schon abgeschlossene Artikel wurde schnell um einen kurzen Text ergänzt. Dort wird beschrieben, wie ein „Skype-Kabel“ zu schalten ist...

(110314)gd



Von Thijs Beckers (Redaktion NL)

Rauschen wird von Elektronikern eher als störend empfunden, im wahren Sinn des Wortes. Der Meeresrauschen-Generator an anderer Stelle in dieser Elektor-Ausgabe ist die viel zitierte Ausnahme von der Regel. Meereswellengetöse lässt sich überzeugend nur mit einer starken Rauschquelle simulieren, T2 übernimmt diese Aufgabe in der Schaltung.

Rauschprobleme

Im ursprünglichen Entwurf aus dem Jahr 1996 war der „Rauschgeber“ ein BC547, die Betriebsspannung betrug 12 V. Diesmal musste es eine niedrigere Betriebsspannung sein, so dass die Meereswellen auch an einer 9-V-Batterie akustisch in Wallung gebracht werden konnten. Ein Problem, das sich dabei auftat, lag im Transistor T2, der in der neuen Version durch sein SMD-Äquivalent BC847 ersetzt wurde. Die Betriebsspannung, bei der das Rauschen Meereswellen-Qualität erreicht, muss ebenso wie beim BC547 mindestens 10,5 V betragen. Es liegt auf der Hand, dass eine 9-V-Batterie dafür nicht ganz ausreicht. Entwickler Chris Vossen probierte im Elektor-Labor noch den BC850 aus, der schon bei etwas niedrigeren Betriebsspannungen stark rauscht. Leider nicht mit Erfolg, eine 9-V-Batterie reichte auch hier noch nicht aus.

Mit einem Spannungskonverter hätten wir aus den 9 V der Batterie ohne allzu viel Aufwand eine genügend hohe Spannung erzeugen können. Ein ganz anderes Konzept, zum Beispiel mit einer Z-Diode als Rauschquelle, wäre eine Alternative gewesen. Doch unser Redakteur und unser Layouter der Printausgabe schüttelten die Köpfe. Die Termine, sie müssen eingehalten werden, für Kursänderungen kurz vor dem Einlaufen in den Hafen bleibt keine Zeit. Also diesmal kein Meeresrauschen mit 9-V-Batterie, sondern doch mit noch einem Steckernetzteil...

(110280)gd

Schnelle Entwicklung komplexer Elektronik-Systeme mit Flowcode 4



Entwurf – Simulation – Download



Die prämierte Software **Flowcode** gehört zu den modernsten grafischen Programmiersprachen für Mikrocontroller (PIC, AVR, ARM und völlig neu: dsPIC/PIC24). Anwender können mit Flowcode ohne große Erfahrung leicht und schnell komplexe Elektronik-Systeme entwickeln. Die Flowcode-typische grafische Art zu programmieren ermöglicht es, komplette elektronische Systeme direkt auf dem Bildschirm auf der Basis von Flussdiagrammen zu entwickeln, zu programmieren, zu simulieren und schließlich den Hex-Code für PIC-, AVR- und ARM-Controller zu generieren.



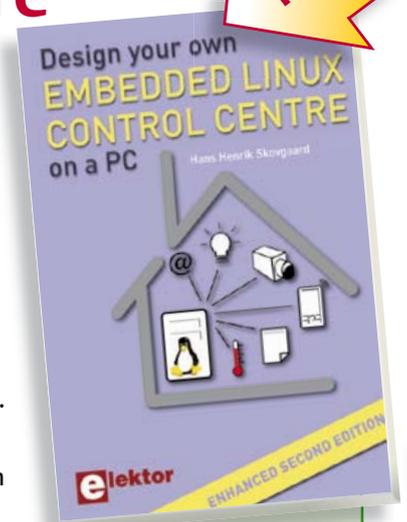
NEU im Angebot:
Flowcode 4 für dsPIC/PIC24

Überzeugen Sie sich selbst: Eine Demoversion sowie weitere Informationen zu Flowcode 4 finden Sie unter www.elektor.de/flowcode

Design your own Embedded Linux Control Centre on a PC

➔ Neues Fachbuch in englischer Originalsprache

Wenn man heute das eigene Heim elektronisch steuern will, gibt es dazu viele Möglichkeiten. Doch dieses Buch ist anders: Es geht eben nicht um X10, ZigBee, Z-Wave oder eine der vielen eingeführten und technisch tollen Systeme, die man heute kaufen kann. Dieses Buch beschreibt ein Do-it-yourself-System aus Recycling-Technik. Warum das? Na, weil die noch funktionsfähige ältere Technik zu schade ist, um im Keller zu verstauben. Außerdem ist dieser Ansatz äußerst preisgünstig. Das in diesem Buch beschriebene System besteht aus einem wieder zum Leben erweckten alten PC, einer Funksteckdose mit drei Ausgängen plus Sender sowie einer USB-Webcam. Alle Teile sind mit Linux zu einer Einheit verwoben und Linux gibt es bekanntlich kostenlos. Dieses Buch zeigt Ihnen **alle** Grundlagen für die Einrichtung eines Linux-Systems inklusive einer Software-Entwicklungsumgebung, sodass die Hardware als Control Center verwendet werden kann.



412 Seiten (kart.)
Format 17 x 23,5 cm
ISBN 978-1-907920-02-8
€ 39,50 • CHF 53,80

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

Der Elektor-Proton-Roboter

Vielseitige Lern- und Experimentierplattform

Proton ist eine vielseitige Plattform für den Bau von Robotern in Schule, Ausbildung und Freizeit. Dabei kann man zwischen vielen Sensoren und Aktoren sowie auch zwischen verschiedenen Mikrocontroller-Familien wählen. Nutzen Sie diese Chance und verbinden Sie den Spaß an der Robotik mit der Erweiterung Ihrer Kenntnisse und Erfahrungen!

Von Bart Huyskens (B)

Nicht ganz ohne Stolz stellen wir unser neues Roboter-System Proton vor, das nach dem Baukastenprinzip vielfältig ausbaufähig ist. Proton ist sowohl betriebsfertig als auch in Teilesätzen für den Selbstbau in verschiedenen Ausbaustufen erhältlich. In **Bild 1** finden Sie eine Übersicht über die wichtigsten Eigenschaften.

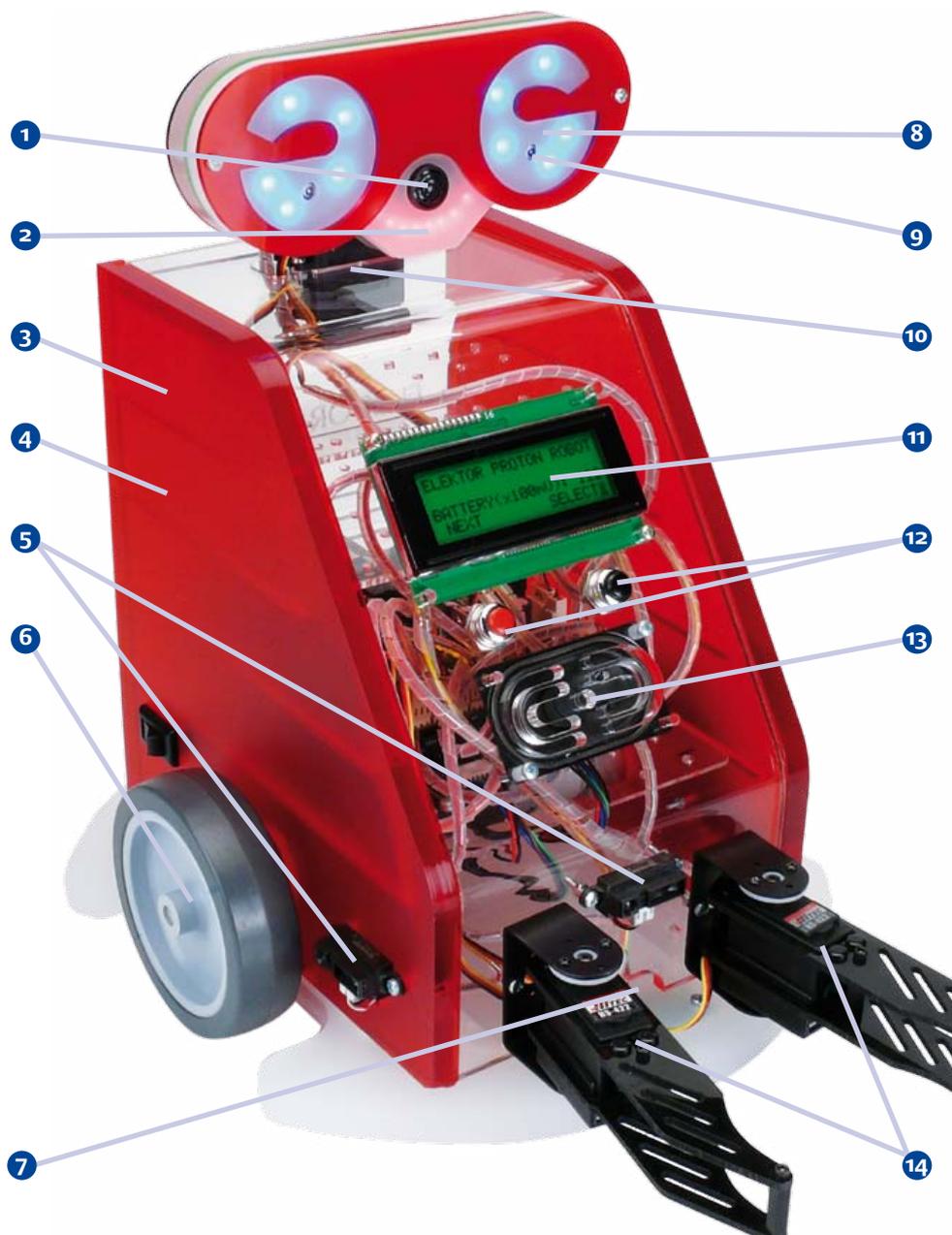
Wahl des Mikrocontrollers

Proton erlaubt im Prinzip die freie Wahl des Mikrocontrollers und der Programmiersprache. Bei Bestellung des betriebsfertigen Protons hat man die Wahl zwischen dem PIC16F887 von Microchip oder dem ATmega32 von Atmel. Mit einer Experimentierplatine und etwas Lötarbeit kann man auch einen anderen Mikrocontroller „implantieren“, wenn er ein Dutzend I/O-Leitungen, einige analoge Eingänge, einen I²C-Bus und eine RS232-Schnittstelle zur Verfügung stellt. Erfahrungen im Umgang mit I²C und RS232 müssen Sie nicht haben. Zum Lieferumfang gehören Makros, die alle notwendigen Einstellungen stark vereinfachen.

Aus Bild 1 und dem Blockschema **Bild 2** ist ersichtlich, dass die meisten Komponenten über den I²C-Bus gesteuert werden. Viele Mikrocontroller haben eine I²C-Schnittstelle bereits an Bord. Das I²C-Protokoll, das die Kommunikation steuert, ist einfach strukturiert und unkompliziert in der Anwendung

Mehrere Programmiersprachen

Für alle Module des Proton gibt es Programmbeispiele in Flowcode und in C für den PIC als auch für den AVR. Für den PIC verwenden wir HITECH-C Lite und für den AVR den WINAVR GCC als (kostenlosen) C-Compiler, der Anwender kann natürlich auch andere Compiler und



Programmiersprachen verwenden. Für die genannten C-Compiler stehen spezielle Header-Dateien zur Verfügung, die das Programmieren in C vereinfachen. Die komplexen Einstellungen in Flowcode werden weitgehend von den vorbereiteten Makros übernommen. Alle Codes sind Open-Source, so dass sie beliebig modifiziert werden können.

Als Programmierer verwendet der Autor den PICKIT2 beim PIC und den AVRISPMK2 beim ATmega. Beide Programmierer sind nicht teuer und weit verbreitet. Natürlich kann man auch hier andere geeignete Programmierer einsetzen.

Umfassender Support

Hier eine Übersicht zur vorgesehenen Unterstützung der Anwender:

Das **Handbuch** (vorerst auf Englisch) eignet sich für den Anfänger ebenso wie für den fortgeschrittenen Entwickler und bietet alle

Informationen über alle Komponenten der Hardware und Software. Für jedes Modul gibt es ein Beispielprogramm in vier Ausführungen, nämlich Flowcode und C für PIC und AVR (FC-PIC, C-PIC, FC-AVR, C-AVR).

Auf der Elektor-Website führt ein Link zu einer Unterseite mit einem **Forum** und einer **Projektseite** mit aktuellen und zusätzlichen Informationen und Downloads zu Proton.

Im Forum können sich Anwender mit Gleichgesinnten und auch mit dem Projektentwickler über Programme, Schaltungen und Erfahrungen austauschen.

Proton lädt geradezu zur **Weiterentwicklung** mit eigenen Ideen ein. Auf der Hauptplatine befinden sich diverse freie I/O-, A/D-, RS232, SPI- und I²C-Steckverbinder, und viel Platz für Einbauten gibt es ebenfalls. Steuern Sie den Proton mit Ihrem Handy, über WLAN oder Bluetooth, lassen Sie mehrere Roboter miteinander kommu-

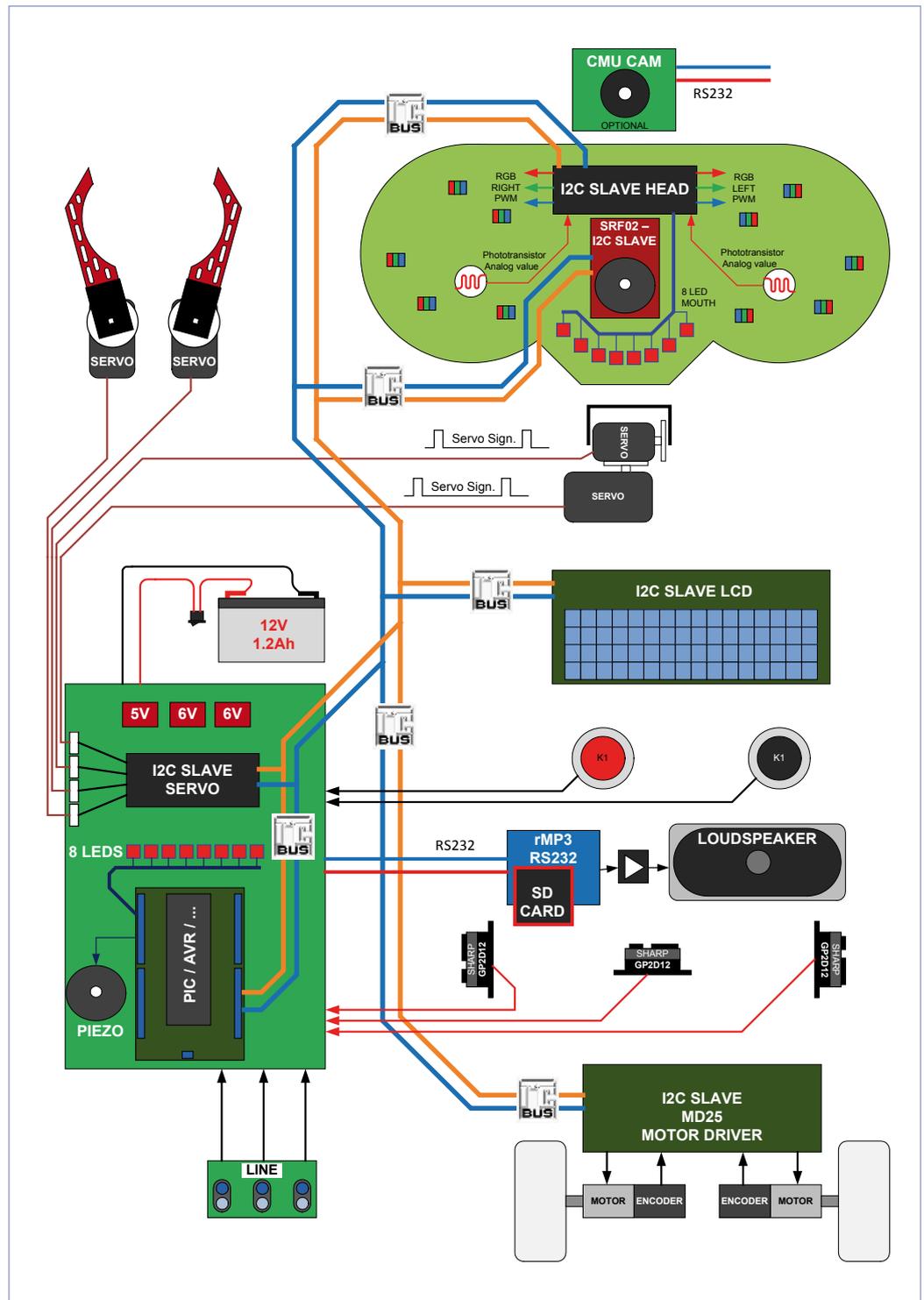
Proton-Ausstattung		
1	US-Entfernungsmesser	Der Ultraschall-Entfernungsmesser wird mit einfachen I ² C-Kommandos gesteuert. Die gemessenen Werte werden in cm, inches oder μ s ausgegeben. Die Messweite beträgt 4...300 cm.
2	8 LEDs als Mund	Die LEDs, die den Mund andeuten, lassen sich im normalen Modus einzeln steuern. Im Audio-Modus leuchten sie abhängig vom Sprach- oder Musiksignal, das vom Audio-Modul kommt. Beim Wahrnehmen von Geräuschen wird die Roboteraktion visualisiert.
3	Keramischer Schallwandler	Kleiner hochohmiger Lautsprecher, verbunden mit einem digitalen Ausgang. Wiedergegeben werden akustische Signale wie Beep-Sounds, Alarm-Sequenzen und Klingeltöne.
4	8 LEDs im Körper	Die LEDs werden von acht digitalen Ausgängen gesteuert, sie können zum Debuggen der Programme mitbenutzt werden.
5	3 Infrarot-Sensoren	Die analogen Infrarot-Sensoren messen Entfernungen im Bereich 4...80 cm, sie dienen zum Erkennen von Hindernissen.
6	Motortreiber-Modul	Das Motortreiber-Modul wird mit I ² C-Kommandos gesteuert. Die Drehimpulsgeber der Motoren geben kontinuierlich die Positionen und Winkelstellungen an das Motortreiber-Modul zurück. Vom Mikrocontroller können die Werte zu jedem Zeitpunkt gelesen werden, ebenso wie die Akkuspannung und die Motorströme. Die Geschwindigkeit und Drehrichtung beider Motoren sind mit einfachen Kommandos steuerbar.
7	3 Spurfolge-Sensoren	Diese Sensoren sind an der Bodenplatte angebracht und mit drei digitalen Eingängen verbunden. Mit den Sensoren kann der Roboter schwarzen oder weißen Linien auf dem Boden folgen.
8	LED-Augen	Die fünf RGB-LEDs jedes Auges sind einzeln dimmbar (PWM), so dass Farb- und Lichteffekte erzeugt werden können.
9	2 Fototransistoren	Mit den beiden Fototransistoren am Kopf, angeschlossen am I ² C-Bus, stellt der Roboter die Lichtintensität und die Richtung der Lichtquelle fest.
10	2 Servo-Motoren	Die Servos bewegen den Kopf des Roboters in vertikaler und horizontaler Richtung, sie werden über I ² C-Kommandos gesteuert.
11	LC-Display	Texte und Zahlen werden auf einem blauen LC-Display mit 4 · 20 Zeichen angezeigt. Die Programmbeispiele und Makros vereinfachen die Steuerung. Auf dem Display können Meldungen, Sensor-Messwerte oder andere Daten erscheinen.
12	Roter und schwarzer Drucktaster	Über die Drucktaster, verbunden mit zwei digitalen Eingängen, lassen sich Funktionen von Hand steuern.
13	Audio-Modul	Das Modul gibt MP3- oder WAV-Dateien von einer SD-Speicherkarte wieder, es wird mit RS232-Kommandos gesteuert. Der Roboter spricht, singt oder produziert andere Geräusche. Auf der SD-Karte können auch interne Daten des Roboters wie zum Beispiel Messwerte gespeichert werden.
14	Greifer (optional)	Mit dem optionalen Greifer kann der Roboter Gegenstände wie beispielsweise Getränkeflaschen an sich nehmen, transportieren und an einem entfernten Ort abstellen.

nizieren, montieren Sie Kameras und Mikrofone für die Bild- und Spracherkennung. Der Phantasie sind keine Grenzen gesetzt. Bitte dokumentieren Sie Ihre Entwicklungen, denn es könnte sein, dass wir sie in Elektor veröffentlichen möchten. Auch an ein Elektor-Event rund um den Proton mit viel Publikum (davon sind wir überzeugt!) und interessanten Wettbewerben wird bereits gedacht.

Teile des Ganzen

Wie schon erwähnt, können Sie den Proton als Fertigmodell, als Komplettbausatz und in einzelnen Teilbausätzen bestellen. Zum Lieferumfang gehört eine ausführliche, bebilderte Bauanleitung, die den Zusammenbau Schritt für Schritt beschreibt. Alle Platinen sind bereits bestückt und getestet, sie müssen nur noch eingebaut und verdrahtet werden. Das Löten der Leitungen ist bestimmt nicht schwierig und sollte jedem möglich sein, der schon etwas Übung mit dem Lötcolben hat. Falls es nur um das Programmieren und Anwenden geht, ist die betriebsfertige Version des Proton-Roboters die geeignetste Lösung. Weitere Informationen finden Sie auf der Elektor-Website, schauen Sie einfach mal hinein!

(110263)gd



Infos und Bestellungen:

www.elektor.de/proton

Video auf Youtube:

www.youtube.com/watch?v=4WiH3LCzYjk

Der Entwickler

Das Proton-Robotersystem wurde von Bart Huyskens entwickelt, einem versierten und engagierten Lehrbeauftragten am St.-Jozef-Institut in Schoten (Belgien). Schwerpunkt seiner Tätigkeit sind neben

der Allgemeinen Elektronik die Embedded Systems. Zu seinen erfolgreichsten Entwicklungen zählen der „Formula Flowcode Robot“ sowie der „Robu-Robot“. Die Entwicklung des Proton nahm mehr als zwei Jahre in Anspruch. Wir meinen, Zeit und Mühe haben sich gelohnt.

NEU!

JETZT STECKT NOCH MEHR DAHINTER.



Das komplette Elektor PLUS-Abo!

- Alle 11 Ausgaben inkl. Doppelheft Juli/August
- Im PLUS-Abo inbegriffen: Jahrgangs-DVD 2011
- **20%** Preisvorteil gegenüber dem Einzelkauf
- Bis zu **40% Rabatt** auf spezielle Elektor-Produkte
- Top-Wunschprämie im Wert von bis zu 30 €
- Jedes Heft pünktlich und zuverlässig frei Haus
- Lesen Sie jede Elektor-Ausgabe vor allen anderen
- **NEU:** Exklusiver Online-Zugriff auf die aktuellsten 3 Elektor-Ausgaben als E-Paper + jahrgangsübergreifende Elektor-Artikel-Volltextsuche

NEU: Jetzt mit persönlichem Zugang zur neuen Service-Website!

Ab sofort haben Sie beim Abschluss eines PLUS-Abonnements **exklusiven Zugang** zur neuen Service-Website www.elektor-plus.de. Hier stehen Ihnen stets 3 Elektor-Hefte (jeweils das aktuelle und die letzten beiden Hefte) zum **Gratis-PDF-Download** als druckfähiges E-Paper zur Verfügung. Somit erhalten Sie im ersten Abojahr **11 Print-Ausgaben** + völlig gratis direkt zu Beginn die letzten **2 Online-Ausgaben** dazu! Auf www.elektor-plus.de finden Sie außerdem die umfassendste Elektor-Artikel-Volltextsuche des Webs. Extra-Artikel und gratis E-Books sind weitere neue **PLUS-Features**.

www.elektor.de/abo • Tel. +49 (0)241 88 909-0

Oder verwenden Sie für Ihre Abobestellung die portofreie Bestellkarte am Heftende.

elektor

Generator für Meeresrauschen

Beruhigende Elektronik

Dem Meeresrauschen (oder präziser: dem Geräusch der Brandung) sagt man eine entspannende und beruhigende Wirkung nach. In der hektischen Zeit von heute kommen viele Menschen auch zu Hause nicht zur Ruhe und leiden an Schlaflosigkeit oder Einschlafstörungen. Beruhigende elektronische Klänge könnten helfen.

Von Harry Baggen (Redaktion NL)



Elektor Produkte & Service

- Platine: Nr. 100922-1
- Fertigt bestückte und getestete Platine: Nr. 100922-91
- Spezialgehäuse erhältlich unter [1]
- Platinen-Layout (Download): Nr. 100922-1
- Alle Informationen und Downloads unter [1]

Viele Menschen haben schon erlebt, wie das rhythmische Rauschen der Brandung eine beruhigende Wirkung auf sie ausübt. Eine etablierte wissenschaftliche Erklärung gibt es für dieses Phänomen wohl noch nicht, doch solange es hilft, soll es uns nicht beunruhigen...

Vor allem für Menschen, die sonst zur Schlaftablette greifen würden, ist der Klang von Wellen und Strand die nebenwirkungsärmere und somit gesündere Alternative. Und auch wenn man nicht direkt unter Schlaflosigkeit oder Einschlafstörungen leidet, ist es doch schön, wenn man sanft mit dem rhythmischen Rauschen des Meeres einschläft. Ein guter Schlaf ist schließlich durch nichts zu ersetzen.

Für die Erzeugung mariner Audiosignale benötigt man keine sehr aufwendige Elek-

tronik. Elektor hat schon verschiedene Rausch-Schaltungen zu diesem Thema veröffentlicht, und eine davon dient als Basis für die hier vorgestellte modernisierte Version.

Rauschen, Rechteck und Dreieck

Bei Meeresrauschen denkt man sofort an Rauschsignale, die man normalerweise bei elektronischen Schaltungen weitestgehend vermeiden will. Hier muss hingegen das Rauschen explizit erzeugt werden. Das klassische Rezept ist die spezielle Beschaltung eines Transistors, indem dessen Basis-Emitter-Strecke in Sperrichtung betrieben wird, sodass ein Avalanche-Durchbruch stattfindet. Dieser Lawinen-Effekt ist unregelmäßig und rauscht folglich ordentlich. In **Bild 1** ist T2 als Rauschquelle beschaltet. Seine Vorspannung bekommt er über R15, und an

der Basis von T2 stellt sich typischerweise eine so genannte Z-Spannung zwischen 7 V und 9 V ein. Die Rausch-Wechselspannung wird über C7 ausgekoppelt und an die Basis von T1 gelegt, der das Rauschsignal ordentlich verstärkt. Ein mit P2 einstellbarer Teil des verstärkten Rauschens gelangt über C10 an den Opamp IC2.A. Dieser Opamp sorgt für eine weitere 20-fache Verstärkung. Dank Beschaltung mit T3 und T4 reicht der Ausgangsstrom dafür aus, direkt einen kleinen niederohmigen Lautsprecher zu treiben, der für ein deutlich vernehmbares Rauschen im Schlafzimmer sorgt.

Mit den beschriebenen Bauteilen könnte man also ein Rauschen hören, was noch nicht sehr beeindruckt. Das Rauschen muss nämlich erst noch passend moduliert werden, damit es dem Brandungsgeräusch

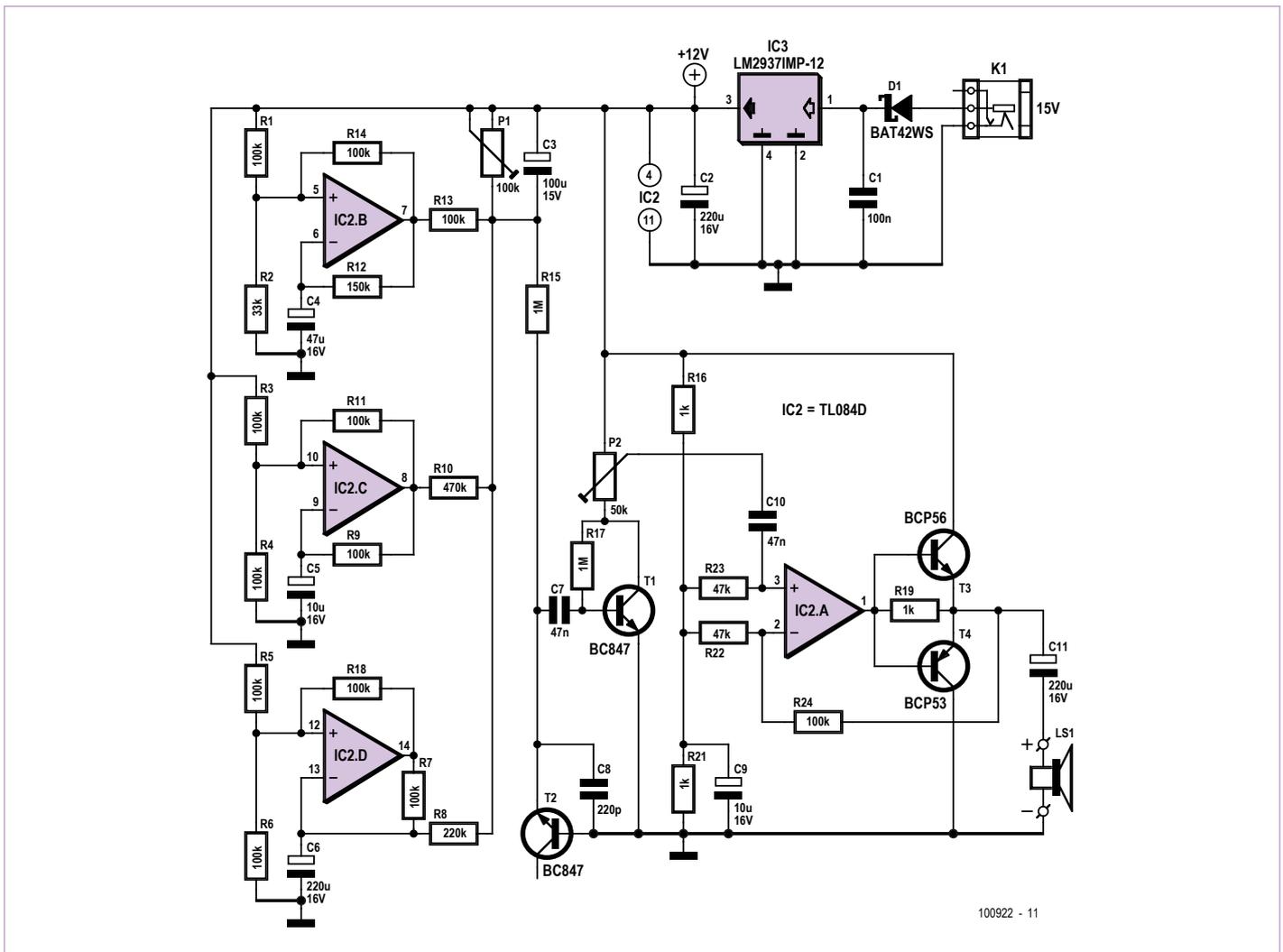


Bild 1. Die Elektronik dieses Generators für Meeresrauschen besteht aus drei Rechteckoszillatoren plus Rauschquelle und Verstärker.

an der Nordseeküste ähnelt. Zu diesem Zweck werden die drei übrigen Opamps in IC2 eingesetzt. Alle drei sind im Prinzip als Rechteckoszillatoren mit unterschiedlichen Frequenzen geschaltet. Die Frequenzen werden durch die RC-Glieder R7/C6, R9/C5 und R12/C4 bestimmt. Die Opamps B und C liefern tatsächlich ein rechteckiges Signal und speisen dies über R10 und R13 in einen Sammelpunkt ein, der die Spannung an R15 bestimmt. Der hier ebenfalls angeschlossene Elko C3 integriert die schnellen Spannungsänderungen der Rechtecksignale, sodass eine eher rampenförmige Änderung (ein Dreieckssignal) entsteht. Da die Spannung an R15 den Strom durch T2 bestimmt, wird so der entstehende Rauschpegel moduliert. Resultat ist ein an- und abschwellendes Rauschen, das dem Geräusch der ans Ufer schwappenden Wellen

entspricht. Opamp D schließlich liefert an seinem Ausgang ebenfalls Rechtecksignale, doch wird hier die eher sägezahnförmige Spannung an C6 über R8 als Modulationssignal in den Sammelpunkt eingespeist. Durch den Strom über P1 und R8 verschiebt sich der Arbeitspunkt von IC2.D, sodass das entstehende Signal unsymmetrisch ist. Diese Signalform soll gelegentlich an den Strand rollende, einzelne große Wellen simulieren, weswegen die Oszillatorfrequenz dank der großen Kapazität von C6 entsprechend niedrig ausfällt.

Da die drei Oszillatoren asynchron mit unterschiedlichen Frequenzen laufen, ist die entstehende Kurvenform ziemlich zufällig. Zur Information: Die Periodendauern der drei Opamp-Oszillatoren B, C und D betragen 10 s, 1,5 s und etwa 60 s. Je nach Ein-

stellung von P1 liegt daher am Sammelpunkt eine langsam zwischen 7 V und 9 V driftende Spannung. Die reale Brandung produziert selbstverständlich ein noch breiteres Spektrum an Klängen als unser Simulator. Da aber so ein kleiner dynamischer Lautsprecher sehr hohe und sehr tiefe Frequenzen sowieso nicht wiedergeben kann, braucht man sich auch gar nicht erst die Mühe zu machen, diese Töne zu erzeugen.

Der Low-Drop-Spannungsregler IC3 sorgt für eine stabile Betriebsspannung von 12 V. D1 schützt die Elektronik vor einer falsch gepolten Versorgungsspannung. Bei richtiger Polung eignet sich zur Stromversorgung jedes Steckernetzteil, das eine Gleichspannung zwischen 15 V und 25 V bei einem Strom von 100 mA liefern kann.

Stückliste

Widerstände (SMD):

R1,R3,R4...R7,R9,R11,R13,R14,R18,R24 = 100 k (0805)
 R2 = 33 k (0805)
 R8 = 220 k (0805)
 R10 = 470 k (0805)
 R12 = 150 k (0805)
 R15,R17 = 1 M (0805)
 R16,R19,R21 = 1 k (0805)
 R22,R23 = 47 k (0805)
 P1 = 100 k, Trimpoti (3306W)
 P2 = 50 k, Trimpoti (3306W)

Kondensatoren (SMD):

C1 = 100 n (0805)
 C2,C3 = 100 μ /16 V (Form d)
 C4 = 47 μ /16 V (Form d)
 C5,C9 = 10 μ /16 V (Form b)
 C6,C11 = 220 μ /16 V (Form e)
 C7,C10 = 47 n (0805)
 C8 = 220 p

Halbleiter (SMD):

D1 = BAT42W
 T1,T2 = BC847
 T4 = BCP53

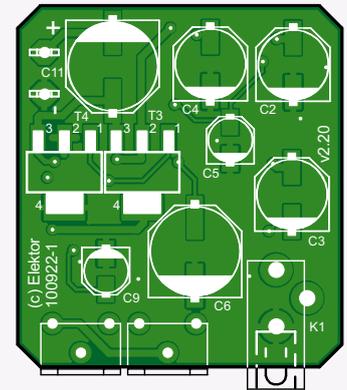
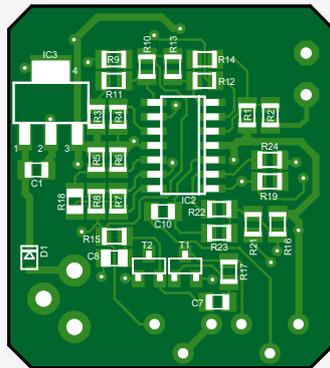


Bild 2. Die hier abgebildete und auf 150% vergrößerte Platine fällt dank konsequenter SMD-Bestückung besonders klein aus.

T3 = BCP56
 IC3 = LM2937IMP-12/NOPB
 IC2 = TL084ACD

Außerdem:

K1 = Netzteilbuchse (CUI PJ-007)

LS1 = Miniaturlautsprecher, z.B. Kingstate KDMG20008 (Farnell Nr. 1502730)
 Platine: 100922-1
 Fertig bestückte Platine: 100922-91 (siehe www.elektor.de/100922)

Kleingedrucktes

Um den Aufbau der Schaltung so klein wie möglich zu halten, wurde eine kleine „gedruckte Schaltung“ (PCB = „printed circuit board“, auf Deutsch Leiterplatte oder Platine) entworfen, die komplett mit SMD-Bauteilen bestückt wird. Dadurch ist die Platine (siehe Bild 2) auf 28 mm x 32 mm geschrumpft. Man muss daher bei der Bestückung etwas sorgfältiger arbeiten. Alternativ ist die Platine auch fertig bestückt erhältlich. Für halbwegs erfahrene Elektroniker sollte der Selbstbau aber kein großes Problem darstellen. Die Layout-Dateien der Platine gibt es zwar wie immer kostenlos als Download von der Elektor-Projekt-Webseite, man kann dort aber auch eine unbestückte Platine bestellen.

Dank der geringen Abmessungen passt die Elektronik in fast jedes denkbare Gehäuse. Die einzige Begrenzung ergibt sich aus der Größe des verwendeten Lautsprechers. Eine besondere Note erhält das Projekt, wenn man das von Industriedesigner Rein van der Mast speziell ent-

wickelte Gehäuse verwendet, das passenderweise die Form einer Muschel hat. Das Gehäuse kann ebenfalls auf der Elektor-Webseite [1] zu diesem Projekt bestellt werden. Übrigens ein schönes Beispiel für das Design-Prinzip „form follows function“. ;-)



Bild 3. Das passende Gehäuse in Muschelform wurde speziell für dieses Projekt durch Rein van der Mast von SOLide entwickelt.

Die fertig bestückte Platine sollte vor dem Einbau in ein Gehäuse auf korrekte Funktion getestet werden. Hierzu schließt man ein kleines Netzteil mit mindestens 15 V und mindestens 100 mA Belastbarkeit an und stellt beide Potis in Mittelstellung.

Hört man schon ein Rauschen? Mit dem Lautstärkesteller P2 kann man den Klang von einem sanften Rauschen in der Ferne bis zur harten Brandung variieren. P1 wird so eingestellt, dass das erwünschte An- und Abschwelen des Rauschens klar vernehmbar ist. Auch in den fast stillen Phasen zwischen zwei Wellen sollte noch etwas Rauschen hörbar bleiben. Wenn alles so weit zufriedenstellend funktioniert, kann die Schaltung in das Gehäuse eingebaut werden. Ab diesem Tag kann man dann entspannt an der virtuellen Küste einschlafen. Ob Nordsee oder Südsee, bleibt ganz Ihrer Phantasie überlassen...

(100922)

Weblink

[1] www.elektor.de/100922

Event-Kalender

Workshops • Seminare • Masterclasses



Top-Fachleute aus der Branche referieren über ein faszinierendes Thema!



Workshop zum µC-Fernlehrgang 2

NEU!

Würzburg 07.05.2011
Hanau 17.09.2011

www.elektor.de/tfh-workshop

PIC-Mikrocontroller-Programmierung in C

München 11.05. + 12.05.2011
München 13.05. + 14.05.2011

www.elektor.de/pic-prog

FPGA – Der Logikbaukasten für Jedermann

NEU!

München 19.05.2011
Dortmund 20.06.2011
Hannover 29.09.2011
Hanau 05.10.2011

www.elektor.de/fpga-seminar

Grafische AVR-Programmierung mit Flowcode

München 20.05.2011
Hamburg 22.09.2011
Berlin 27.09.2011
Dortmund 10.11.2011

www.elektor.de/avr-prog

AVR-Mikrocontroller (für Einsteiger)

München 21.05.2011
Hanau 24.09.2011
Hamburg 05.11.2011
Hannover 03.12.2011

www.elektor.de/avr-workshop

Echtzeitbetriebssysteme in Theorie und Praxis

Seligenstadt 23.05. bis 25.05.2011
Hamburg 02.11. bis 04.11.2011
München 06.12. bis 08.12.2011

www.elektor.de/ezb-systeme

Eagle PCB und Design

Zürich (CH) 29.06.2011
Hannover 29.09.2011
Hanau 06.10.2011

www.elektor.de/eagle-seminar

C-Programmierung für Mikrocontroller

Hanau 13.09. bis 15.09.2011

www.elektor.de/c-prog

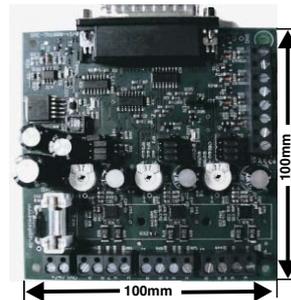


Änderungen vorbehalten.

Weitere Infos unter

www.elektor.de/events

Schrittmotorsteuerkarte
SMC-TR-1000 **Neuheit**
für PC- Positioniersysteme,
Bohr-, Gravier- und
Fräsanlagen!



- Steuerung von 3 Achsen **nur € 89,-***
- Phasenströme einstellbar
- Eingänge für Takt- u. Richtungssignale
- Mikroschrittbetrieb (1/1, 1/2, 1/4, 1/8, 1/16)
- Auch von SPS oder Taktgenerator ansteuerbar
- Inklusive Treibersoftware für Windows
- Automatische Ruhestromreduzierung
- Temperaturüberwachung
- 3 Eingänge für Referenzschalter
- 1 Eingang für Not-Aus-Schalter
- Nur 1 Spannungsvers. (24VDC) notwendig
- Hohe Geschwindigkeit durch optimierte Stromregelung
- Kompakte Bauweise
- Auf Sonderwünsche kann eingegangen werden

Besuchen Sie unsere Homepage



EMIS

Zur Drehscheibe 4
92637 Weiden
Tel. (0961) 32040, Fax (0961) 31494
www.emisgmbh.de * + MWST

Schaeffer AG

FRONTPLATTEN & GEHÄUSE

Kostengünstige Einzelstücke und Kleinserien

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

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

Preisbeispiel: 34,93 €
zzgl. USt./Versand



Schaeffer AG
Nahmitzer Damm 32
D-12277 Berlin
Tel +49 (0)30 8 05 86 95-0
Fax +49 (0)30 8 05 86 95-33
Web info@schaeffer-ag.de
www.schaeffer-ag.de

ECD 6

Elektor's Components Database

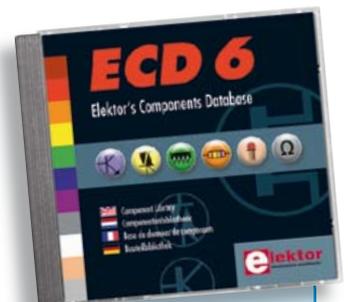
NEU!



Neue Edition mit noch mehr Bauteilen

Diese neue Edition umfasst acht Datenbanken für ICs, Germanium- und Silizium-Transistoren, FETs, Thyristoren, Triacs, Dioden und Optokoppler. Weitere elf Anwendungen zur Berechnung von Vorwiderständen bei LEDs, Spannungsteiler, Ohmsches Gesetz sowie Farb-codeschlüssel für Widerstände und Induktivitäten etc. runden das Paket ab.

So verfügen Sie über die Daten von über 7.800 ICs; knapp 35.700 Transistoren, FETs, Thyristoren und Triacs; etwa 25.000 Dioden und über 1.800 Optokopplern. Alle genannten Datenbank-Anwendungen sind interaktiv, d. h. Sie können Bauteile hinzufügen, ändern oder ergänzen.



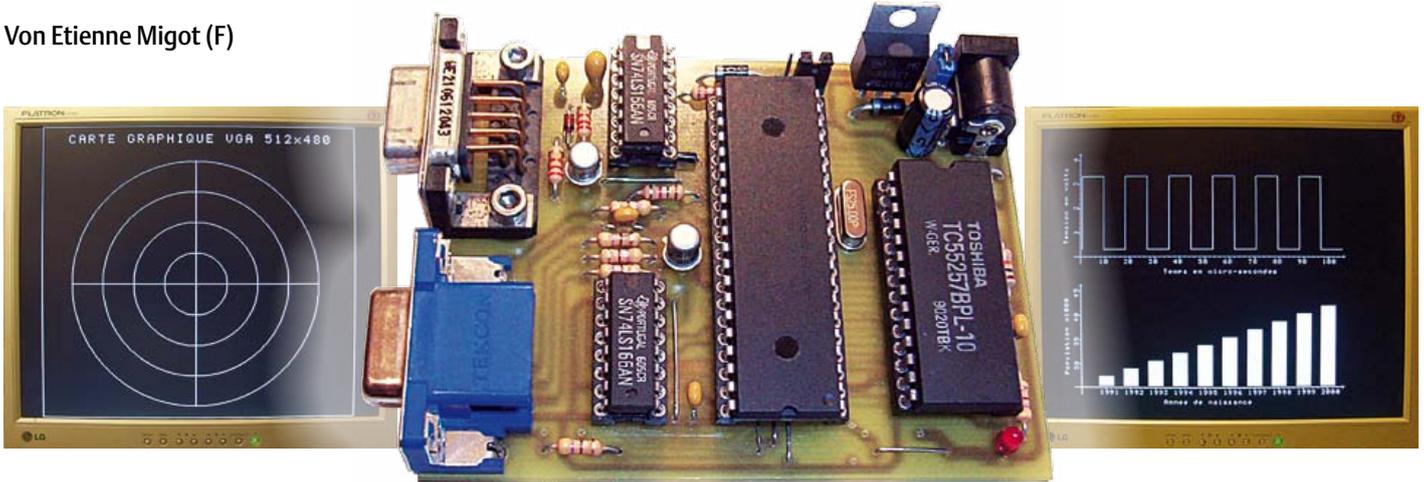
ISBN 978-90-5381-258-7
€ 29,50 • CHF 40,20

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

VGA-Grafikkarte

Neuer Nutzen für alte Bildschirme!

Von Etienne Migot (F)



Bei vielen Projekten muss man große Datenmengen anzeigen, aber oft stellt die geringe Größe üblicher Displays ein Problem dar. Hier kann ein ausrangierter 14-/15-Zoll-Bildschirm die Lösung sein. Die im Folgenden beschriebene VGA-Karte steuert ebendiesen an und ist zu allen Mikrocontrollern mit seriellem Port kompatibel.

Häufig beschränken sich Entwickler von Mikrocontroller-Systemen auf klassische alphanumerische Displays mit bis zu vier Zeilen à 40 Zeichen. Diese bieten keine Grafik und sind bei mehr als zwei Zeilen auch nicht mehr richtig preiswert. Ein Grafik-Display, etwa VGA monochrom oder farbig, ist nochmals teurer und schwieriger anzusteuern.

Ebenso könnte ein PC als Anzeigeeinheit eingesetzt werden, doch dies hat mehrere Nachteile. So ist der PC blockiert, falls eine kontinuierliche Anzeige gefordert ist. Auch kann es schwierig sein, sich das passende Programm zu beschaffen (u.a. Darstellen von Funktionsgraphen in Echtzeit).

Die Idee zu diesem Projekt entstand aus einer simplen Feststellung heraus: Die ständige Weiterentwicklung der Computerbildschirme geht einher mit dem fast schon systematischen Aussondern der älteren Modelle. Dies betrifft fast jeden 14-Zoll-Bildschirm und auch immer mehr 15-Zöller, obwohl sie noch ein ordentliches Bild abgeben.

Verwenden Sie nun Ihre alten Bildschirme wieder! Recyceln Sie sie als High-End-Display dank der hier vorgestellten VGA-Karte. Diese kommuniziert mit jedem beliebigen Mikrocontroller über eine serielle Verbindung, wird über mächtige „High-Level“-Befehle gesteuert und ist einfach aufzubauen, weil ausschließlich bedrahtete Bauteile verwendet werden.

Grundlegender Aufbau

Unser RS232/VGA-Wandler ist rund um einen DSP-Mikrocontroller von Microchip (dsPIC30F3011) herum aufgebaut. Der Controller greift auf ein Standard-RAM mit 32 KB zu, welches die anzuzeigenden Pixel enthält. Das Blockschaltbild in **Bild 1** zeigt die Verbindungen zwischen den einzelnen Funktionsblöcken:

- Adressen A0 bis A14 : Adressbus Lesen/Schreiben von 32 KB RAM;
- Daten D0 bis D7 : 8-bit-Anzeigedaten (1 Bit = 1 Pixel);
- \overline{WE} und \overline{OE} zum Schreiben/Lesen der

RAM-Daten;

- SCK schiebt die Pixel mit 25 MHz durch den FIFO;
- Hsync und Vsync sind die Bild- und Zeilen-Synchronsignale;
- RX-RS232 ist der Eingang für die Anzeigedaten und Steuerbefehle im Text- und Grafik-Modus.

Die Werte für den Quarz und die Takt-Vervielfachung der internen PLL des PIC wurden so gewählt, dass letzterer mit 100 MHz getaktet wird, das ergibt eine Zykluszeit von 40 ns (vier Takte pro Zyklus). Das Video-Ausgangssignal des FIFO wird (ebenso wie die Taktsignale) direkt an den VGA-Verbinder geführt, wobei die nötige Pegelanpassung von einigen einfachen Widerständen vorgenommen wird, die mit den Eingangswiderständen des Bildschirms einen Spannungsteiler bilden.

Die Auflösung entspricht dem VGA-Monochrom-Modus, durch die Größe des RAMs (32 KB) aber auf 512 x 480 Pixel begrenzt.

Für 640 x 480 Pixel wäre eine Speicherkapazität von 38,4 kB (640 x 480 / 8) nötig. Die vollständige VGA-Auflösung hätte also eine weitere Adressleitung A15 erfordert, dies ist aber nicht möglich, weil der PIC keinen freien Port mehr hat. Hierfür wäre dann ein größeres Package mit mehr Pins für den PIC notwendig gewesen, welches aber nicht mehr in DIL-Ausführung erhältlich ist und die Montage erschwert. Aus demselben Grund wurde die Monochrom- und nicht die Farb-Darstellung gewählt, weil diese mindestens den dreifachen Speicher und zusätzliche Pins am μC erfordert hätte.

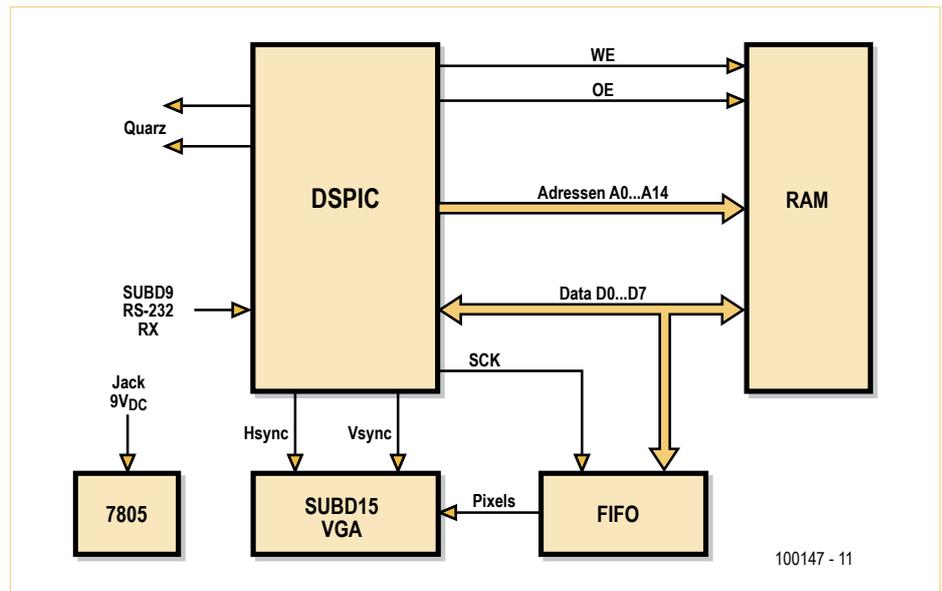


Bild 1. Blockdiagramm der VGA-Karte.

Das Videosignal

Die Anzeige auf dem Schirm erfolgt durch eine Abfolge von Bildern (Frames), jedes Bild besteht aus einer Abfolge von Zeilen, die wiederum eine Abfolge von Pixeln enthalten. Der Einfachheit halber kann ein Videosignal als Verknüpfung dreier Hauptsignale aufgefasst werden :

- Ein Bild-Synchronsignal, welches den Bildanfang markiert ;
- Ein Zeilen-Synchronsignal, das den Beginn der nächsten Zeile angibt ;
- Der Wert des anzuzeigenden Pixels, die einzige auf dem Schirm sichtbare Information.

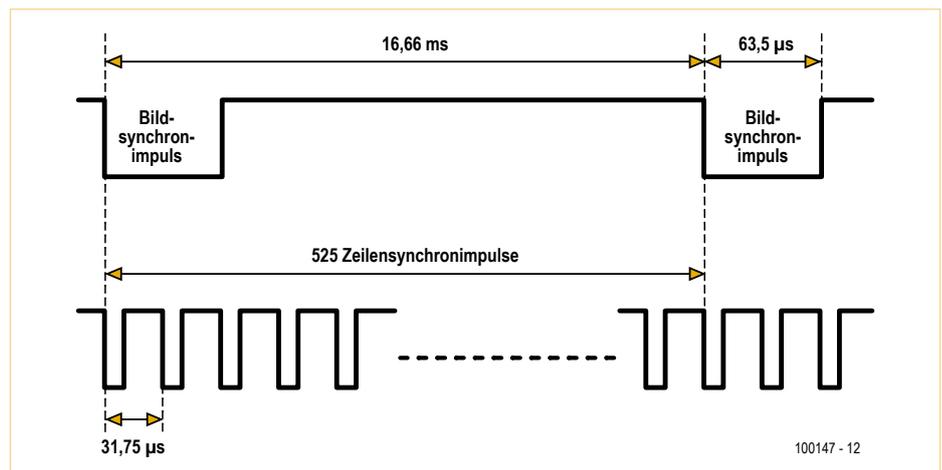


Bild 2. Zeitdiagramm eines Bildes.

Die Synchronsignale sind low-aktiv, d.h. in Ruhe auf hohem Pegel. Ein Pixel mit niedrigem Pegel wird schwarz wiedergegeben. Das Bild-Synchronsignal legt die Zeit fest zwischen dem Bildanfang oben links und dem Ende unten rechts. Im Allgemeinen beträgt die Bildwiederholrate 60 Hz, somit wiederholt sich der Bildimpuls alle 16,67 ms. Die Pulsdauer entspricht der zweier Zeilen.

Ein Bild besteht aus 525 Zeilen in dieser Reihenfolge (**Bild 2**):

- Bild-Synchron-Impuls mit der Länge zweier Zeilen;
- 32 schwarze Zeilen;
- 480 Pixel-Zeilen, diese bilden die einzig sichtbare Bildschirminformation;
- 11 schwarze Zeilen.

Das Zeilen-Synchronsignal legt die Zeit fest zwischen dem Zeilenanfang links und

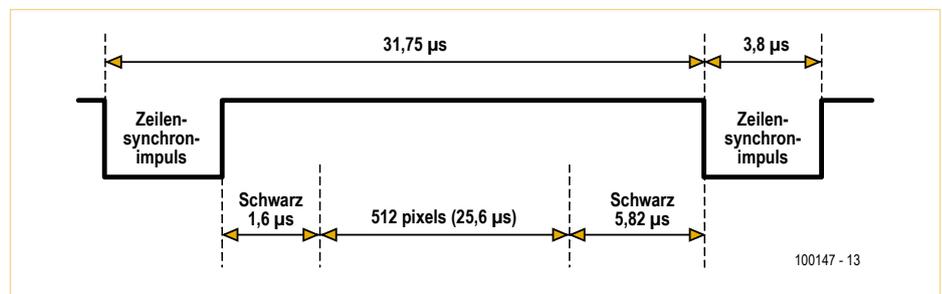


Bild 3. Zeitdiagramm einer Zeile.

dem Ende am rechten Bildschirmrand. Der Synchronimpuls wiederholt sich alle 31,75 μs (16,66 ms/525), die Impulsdauer beträgt 3,8 μs .

Somit besteht jede Zeile aus (siehe **Bild 3**):

- ein Zeilenimpuls von 3,8 μs Dauer ;
- eine Schwarzscherle vor den Pixeln von

Text- und Grafik-Koordinaten

Die Karte nutzt den Text-Modus (60 Zeilen mit 64 Zeichen à 8 bits) und den Grafik-Modus (512 x 480 Pixel) gleichzeitig. Das Element mit den Koordinaten (0,0) befindet sich links unten, im Text- wie im Grafik-Modus. Im Text-Modus reichen die Koordinaten von (0,0) bis (63,59), im Grafik-Modus von (0,0) bis (511,479). Manche Befehle erwarten in horizontaler Richtung Text-Koordinaten und in vertikaler Richtung Grafik-Koordinaten, d.h. von (0,0) bis (63,479).

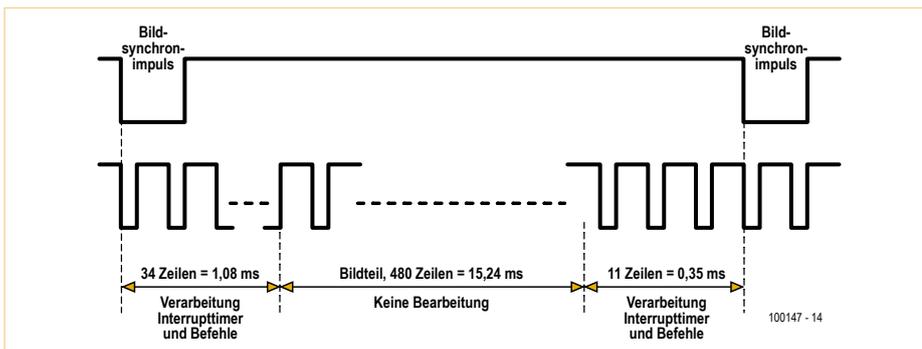
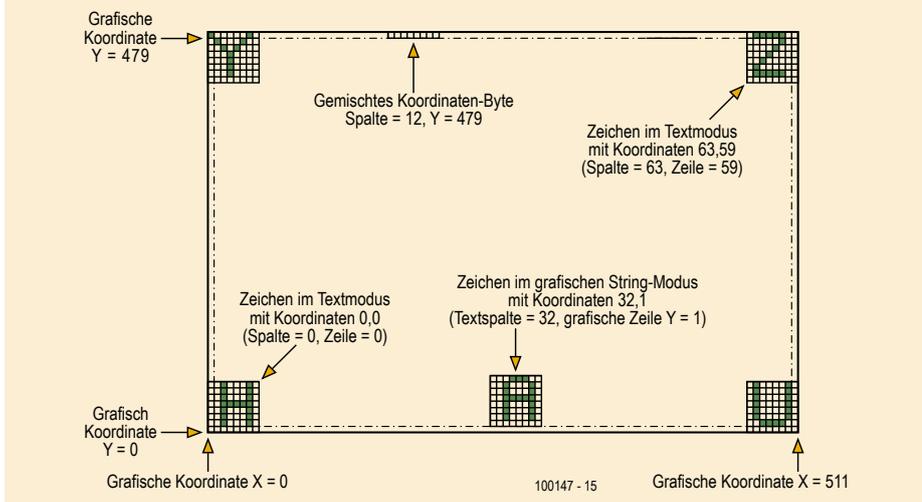


Bild 4. Aufteilung Verarbeitung / Anzeige.

- etwa 1,6 µs Dauer ;
- 640 Pixel à 40 ns, ergibt 25,6 µs ;
- eine Schwarzschulter nach den Pixeln von etwa 0,7 µs Dauer.

Bildschirme sind sehr tolerant bezüglich der Synchronimpulse, eine Abweichung von 1 % bleibt ohne Folgen. Innerhalb einer Zeile wird die Aufteilung zwischen den schwarzen Zonen und den Pixeln nochmals toleranter

gehandhabt. Hingegen muss das Auftreten des ersten Pixels in Bezug auf den Zeilensynchronimpuls extrem präzise sein, sonst entstehen vertikale Wellenbewegungen auf dem Bildschirm.

In unserem Fall werden lediglich 512 Pixel statt der 640 nach VGA-Norm angezeigt, d.h. 128 Pixel erscheinen „schwarz“ Diese werden am Zeilenende angeordnet, die

Schwarzperiode nach den Pixeln berechnet sich also zu 5,82 µs (0,7 µs + 128 x 40 ns). Auf dem Monitor erscheinen die nicht vorhandenen Pixel als schwarzer Balken rechts.

Aufbau der Software

Das Programm ist in drei Blöcke aufgeteilt :

- Erzeugen der Synchronsignale und Einlesen der RS232-Daten;
- Ausgabe der Pixel (der sichtbare Teil des Videosignals);
- Dekodieren und Ausführen der Befehle.

Das Erzeugen der Synchronsignale und die Ausgabe der Pixel muss präzise geschehen, um ein perfekt stehendes Bild zu erhalten. Dieses wird erreicht durch einen Interrupt-Timer (IT) und dem reichlichen Einsatz von *nop*-Befehlen. Hierdurch werden 90 % der CPU-Leistung belegt!

Das Decodieren der Befehle, die grafischen Berechnungen und das Beschreiben des Pixel-RAMs müssen sich also mit den verbliebenen 10 % der CPU-Zeit begnügen. Hier kommt uns die Rechenleistung des dsPICs sehr zu Hilfe, nicht nur wegen der großen Ausführungsgeschwindigkeit, sondern auch durch den Einsatz der internen *DSP engine* für mathematische Berechnungen (32-bit-Multiplikationen und -Divisionen).

In manchen Fällen benötigen die Berechnungen dermaßen viel Zeit, dass ein Programmierkniff herangezogen werden musste: der „Bilderklau“ („Frame stealing“). Hier werden die Pixel für die Dauer eines Bildes nicht angezeigt, somit stehen 100 % der CPU-Leistung für 16,66 ms zur Verfügung. Dennoch wurde dieses Mittel sparsam eingesetzt, weil das Auge das Fehlen eines Bildes registriert und somit ein unangenehmer Eindruck entsteht. Wir haben den Einsatz auf die 2D-Fülloperationen beschränkt, die größten Zeitfresser.

Das Einlesen des RX-Einganges findet beim Schreiben einer jeden Zeile statt, wodurch eine hohe Übertragungsgeschwindigkeit möglich wird. Beim Einschalten sind 9.600 Baud vorgegeben. Mittels eines speziellen Befehls kann die Baudrate nach Belieben bis auf 115 kBaud erhöht werden. Bis zu 512 Byte Zeichen und Befehle werden in einer Software-FIFO zwischengespeichert,

da deren Verarbeitung nur außerhalb der Anzeigeprioritäten erfolgen kann. Diese Software-FIFO wird einmal pro Bild bearbeitet, die empfangenen Befehle werden in der Reihenfolge ihres Eingangs abgearbeitet. Daher kann man viele Dutzend Zeichen und/oder Befehle an den Puffer senden. Die Grenze wird durch die zur Verfügung stehende Rechenleistung des dsPICs und die ihm bewilligte Rechenzeit zur Behandlung der Befehle gesetzt. Wegen des Mangels an Ein-/Ausgangs-Pins wurde keine Rückmeldung durch den dsPIC vorgesehen. Die Ausgabe der Befehle sollte daher mit Vorsicht geschehen, um die FIFO nicht überlaufen zu lassen, zumal softwareseitig kein Überlaufschutz existiert. Die Ausführung eines Befehls beginnt nach der Anzeige des letzten Pixels einer Zeile und endet mit dem ersten Pixel der folgenden Zeile. Sie kann sich auf mehrere Bilder erstrecken, wenn die Ausführungsdauer die Dauer von 45 Zeilen (1,43 ms) überschreitet, was insbesondere bei den Grafik-Befehlen eintritt. Das Programm steht unter [1] zum Download zur Verfügung.

Schaltung

Das Schaltbild (Bild 5) folgt direkt aus dem Blockschaltbild. Eine LED zeigt das Anliegen von +5 V an. Der Eingang RX RS232 liegt in Ruhe auf hohem Niveau (+5 V). Er wird aktiviert durch 0/5-V-Signale an Verbinder K5 (Anschluss eines Mikrocontrollers) bzw. durch ±12-V-Signale an Verbinder K3 (Anschluss eines PCs). Die Versorgung mit +5 V kann direkt durch Ihre Applikation erfolgen (Jumper K2 wird in diesem Fall nicht gesteckt), hierzu muss +5 V an K5 oder K3 angelegt werden (Pin 9 von K3 wurde hierfür zweckentfremdet). Falls

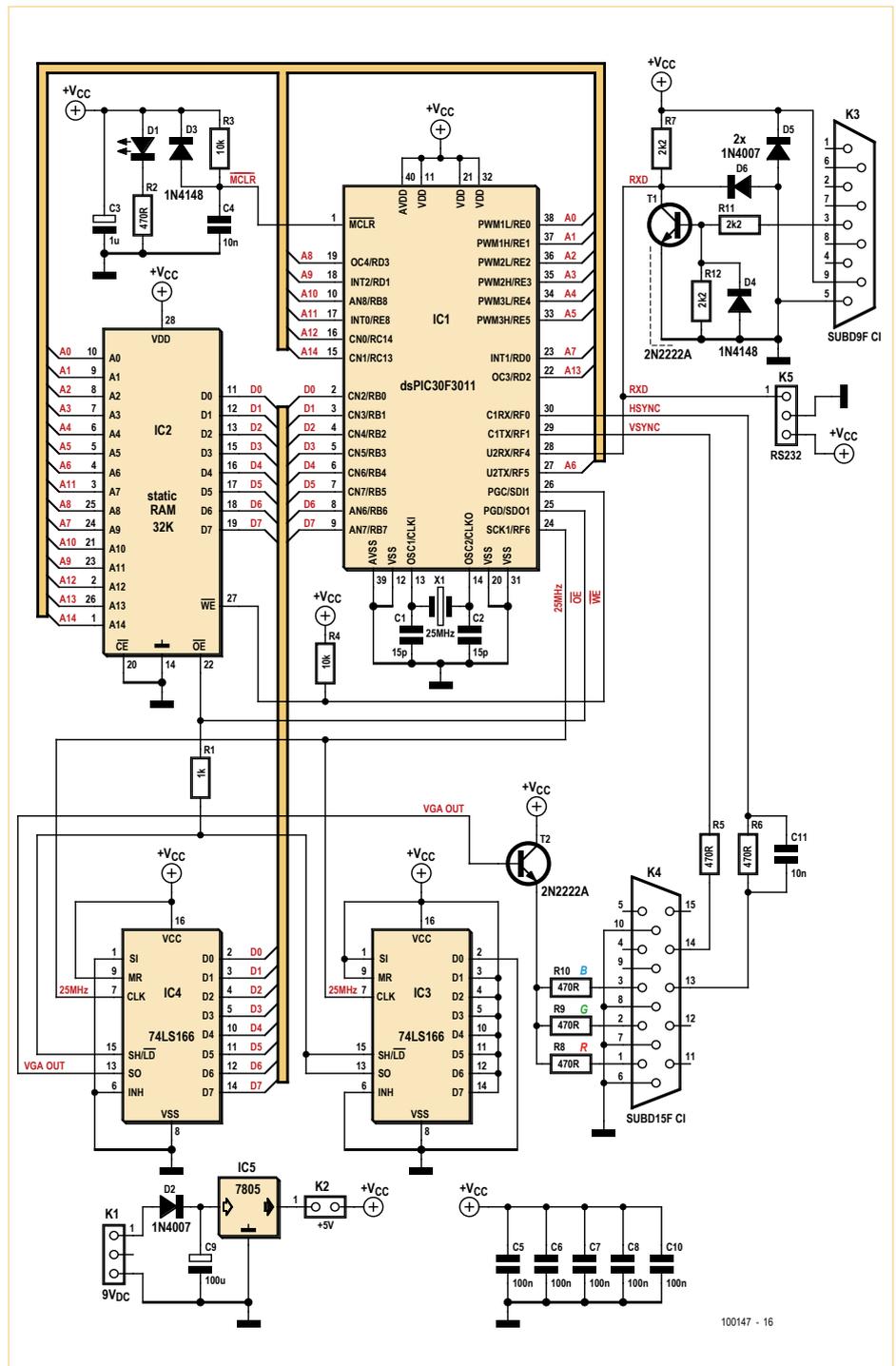
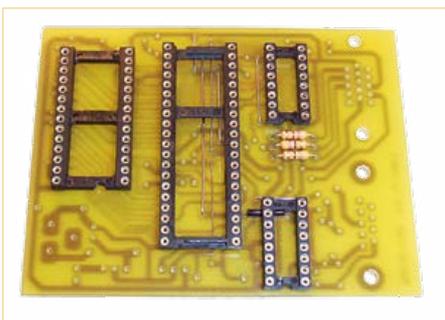


Bild 5. Das Schaltbild der VGA-Karte. Achtung bei den Anschlüssen A7, A9 und A11 von IC2!



keine 5 V zur Verfügung stehen, muss eine externe 9-V-Versorgung benutzt werden.

Gedruckte Schaltung

Die Leiterplatte kann einseitig mit Drahtbrücken oder doppelseitig mit Masseflächen ausgeführt werden. Die Leiterbahnen sind breit genug, von dieser Seite droht keine Schwierigkeit. Die Signale haben Logikpe-

gel bei 25 MHz, entsprechend sorgfältig hat der Aufbau zu geschehen. Bei einseitigen Platinen können parasitäre Streifen auf dem Bildschirm auftreten, aber die Leiterplatte ist einfacher herzustellen. Bei doppelseitigen Platinen sollte die Massefläche auf der Bauteilseite an einem einzigen Referenzpunkt angeschlossen werden (z.B. an IC4, Pin 8).

Tabelle 1. Zwei Möglichkeiten für die serielle Schnittstelle.

VGA-Karte	RS-232 (PC)	TTL (μC)
K3 Pin 3	TX	-
K3 Pin 5	GND	-
K5 Pin 1	-	TX
K5 Pin 2	-	GND

Tabelle 2. Zwei Möglichkeiten zur Versorgung der VGA-Karte

VGA-Karte	+9 V (extern)	+5 V (Anwendung)
K1 Pin 1	+9 V	-
K1 Pin 3	GND	-
K5 Pin 3	-	+5 V
K5 Pin 2	-	GND

Montage der Bauteile

Zuerst bestückt man die Drahtbrücken (Achtung vor Kurzschluss bei Brücke 1 unter IC3, es empfiehlt sich, sie vorher zu isolieren), danach die Widerstände, Dioden und die IC-Sockel (optional, aber ratsam, besonders für den Mikrocontroller IC1), schließlich die Kondensatoren sowie die restlichen Bauteile.

Die Resetschaltung für den dsPIC (R3/D3/C4) funktioniert nicht richtig, falls die +5-V-Versorgungsspannung beim Einschalten nicht schnell genug ansteigt. In den meisten Fällen schafft eine Drahtbrücke anstelle von R3 Abhilfe.

Die Bauteile R11/R12/D4/T1/K3/D5/D6 sind lediglich für die RS232-Verbindung vorgesehen. Kondensator C11 kann auch weggelassen werden, er dient dazu, das Zeilensynchronsignal (und damit den linken Bildschirmrand) etwas zu verschieben, falls das notwendig sein sollte.

Die 470- Ω -Widerstände R8, R9 und R10 legen jeweils den Wert für Rot, Grün und Blau auf das Maximum fest. Bestücken sie alle drei Widerstände, erhalten sie ein Weiß. Abhängig vom Wert dieser drei Widerstände (zwischen 470 Ω und einigen Kiloohm) können Sie jede beliebige Farbe anzeigen lassen. Montieren Sie lediglich R9, erhalten Sie ein Grün in reinstem Stil eines Monitors der 80er Jahre! Achtung, einige der neuesten LCD-Bildschirme messen die Impedanz an den RGB-Anschlüssen von K4 und verlangen von daher das Fehlen eines Widerstandes nicht gut. Als Lösung genügt es, die nicht benutzten RGB-Eingänge mit einem 470- Ω -Widerstand nach Video-Masse abzuschließen.

Die Kondensatoren C1, C2 und C6 befinden sich unter dem Sockel des dsPICs (IC1, Bild 6), dieser Sockel empfiehlt sich von daher dringend! Falls er fehlt, sollte man diese drei Kondensatoren auf die Kupferseite löten.

Der 15-polige Sub-D-Verbinder kann von einer alten PC-Video-Karte recycelt werden. Es ist auch möglich, ihn ganz wegzulassen, aber dann gestaltet sich der Anschluss des Videokabels an die Platine ausgesprochen schwierig – besonders bei den verschiedenen Abschirmungsarten der Kabel.

Die Wahl des RAMs ist unkritisch, man nehme einfach einen 32-KB-Typ mit niedriger Verlustleistung und einer Zugriffszeit von 100 ns oder geringer. Es ist sogar schon gelungen, die Karte mit einem 120-ns-RAM zu betreiben. Gute Resultate wurden erzielt mit den Typen Toshiba TC55257BPL-10, Hyundai HY62C256LP-10 und Fujitsu MB84256-12L. Mit dieser Art von RAM verbraucht die Karte ungefähr 50 mA.

Als FIFOs vom Typ 166 können sowohl LS-TTLer als auch CMOS 74HC166 eingesetzt werden. Für den dsPIC wird eindringlich zur Version dsPIC30F3011-30 geraten.

Die Tabellen 1 und 2 fassen die Anschlüsse des seriellen Ports und der Spannungsversorgung zusammen.

Test der Karte

Nach dem Anlegen der Spannung ist der RS232/VGA-Wandler wie folgt initialisiert: Terminalmodus, 9600 Baud, „Scroll“-Modus, Cursor in Position an der unteren linken Bildschirmcke. Die Textdarstellung erfolgt in 60 Zeilen zu 64 Zeichen in einer 8 x 8 -Matrix. In diesem Modus können nur darstellbare Zeichen, die Steuerzeichen CR und LF sowie der Befehl „Fix-Modus“ empfangen werden. Der Zeichensatz umfasst die Standard-ASCII-Zeichen zwischen <space> (0x20) und Tilde (~, 0x7E) sowie einen Satz Blockgrafikzeichen zwischen 0x80 und 0xFF. Verschiedene Steuerzeichen werden ausgewertet, so die klassischen Terminal-Steuerzeichen (RC, BS, VT, LF, etc.), darstellbare Zeichen und Escape-Sequenzen, die es erlauben, den VGA-Modus richtig auszunutzen.

Bei Empfang des Steuerbefehls „Fix-Modus“ wechselt die Karte in den Modus Text und Grafik. Sie kann nun Texte empfangen, Ein-Byte-Steuerzeichen zwischen 0x01 und 0x20 sowie „High-Level“-Befehle zum Zeichnen von grafischen Objekten. Texte und Grafiken kann man beliebig mischen. Ein Demonstrations-Modus erlaubt es, die Karte ohne das Senden von Steuerzeichen zu betreiben. Verbinden Sie die Karte über K4 mit einem Bildschirm und legen Sie den Demo-Modus fest (Jumper an Pin 1 und 2 von K5). Schließen Sie eine +9 V-Versorgung

an K1 an und schon sollte die LED leuchten und die Demo starten.

Sie können das Bild auf dem Schirm zentrieren, indem Sie den Einstellregler für die horizontale Position benutzen. Falls Ihr Bildschirm über Bildregler verfügt, so können Sie diese benutzen, um die Anzeige auf die gesamte Bildschirmbreite einzustellen.

Um die Karte mit einem PC zu testen, verbinden Sie sie mit einem Bildschirm via K4, entfernen Sie - falls nötig - den Jumper auf K5, verbinden Sie nun einen PC mit RS232-Schnittstelle via K3 und schließen Sie eine +9 V-Spannungsversorgung an K1 an. Starten Sie nun ein ASCII-Terminal auf dem PC (wir empfehlen das ausgezeichnete RealTerm) mit den Einstellungen: 9.600 Baud, keine Parität, 8 Datenbits, ein Stoppbit, kein Protokoll. Wenn Sie nun an der PC-Tastatur einige Zeichen eingeben, sollten diese auf dem Bildschirm in der unteren Zeile erscheinen. Ihr PC besitzt keinen COM-Port? Kein Problem, jedwedes USB/RS232-Adapterkabel hilft hier aus der Affäre.

Falls diese beiden Tests erfolgreich abgeschlossen sind, ist Ihre Grafikkarte betriebsbereit. Um alle Funktionen ausnutzen zu können, ist das Studium des Manuals [1] unerlässlich, denn es erläutert die Befehlsformate. Sie finden hier Beispiele, wie man grafische Objekte in wenigen Sekunden zeichnen kann und auf welche Art und Weise sich Grafik-Anwendungen mit Hilfe eines einfachen Textfiles erzeugen und anzeigen lassen, ohne eine einzige Zeile Code für den Mikrocontroller geschrieben zu haben.

Format der Befehle und Steuerzeichen

Die Karte verwendet zwei Befehlsformate (ASCII und binär), die sich aus mehreren Bytes zusammensetzen. Das ASCII-Format ist für den Betrieb mit einem PC geeigneter, es erlaubt, ganz einfach die ersten Schritte zu tun und ein Resultat zu betrachten, ohne Code zu schreiben.

Das Binärformat eignet sich besser für die Ansteuerung per Mikrocontroller. Beide Formate sind einsetzbar, sei es direkt über die

Technischer Support

Zahlreiche Informationen und kommentierte Beispiele sind im Manual verfügbar.

Der Autor steht Ihnen per E-Mail an etiennes33@yahoo.fr für alle Fragen rund um dieses Projekt (gedruckte Schaltung, Programmierung des dsPICs, Erweiterungen und Pflege des Projekts) zur Verfügung (in französischer oder englischer Sprache).

Tastatur oder mittels Ihrer Applikation – Sie haben die Wahl.

Die Steuerzeichen bestehen aus einem einzelnen Zeichen im Wert zwischen 0x01 und 0x1B, wovon manche recht schwierig direkt an der PC-Tastatur einzugeben sind. Allerdings können sie als Textdateien abgespeichert und mittels Terminalprogramm an die Karte geschickt werden. Sie erlauben die Verwaltung der Anzeigeposition (Cursor), das Umschalten zwischen Scroll- und Fix-Modus und die allgemeine Steuerung des Bildschirms (An, Aus, Löschen).

Die höheren Befehle sind über Escape-Sequenzen (0x1B) zu erreichen. Diese Befehle verwenden Koordinaten vom Typ Text, Grafik oder gemischt (siehe Kasten). Alle Befehle beginnen mit dem Zeichen ESC (0x1B), gefolgt von einem Zeichen, welches den Befehl festlegt, sowie einer Anzahl von Zeichen, die von der Art des Befehls abhängt. Sie erlauben die Behandlung von Text- und Grafik-Objekten :

- Cursor-Position festlegen;
- Zeichnen eines Kreises;
- Füllen eines Bereiches mit einem Muster;
- Zeichnen einer Linie;
- Pixel setzen/löschen;
- Zeichnen eines Rechtecks;
- Schreiben einer Zeichenkette.

Details zu Steuerzeichen und Befehlen ent-

nehmen Sie dem Manual [1]. Steuerzeichen und Befehle können in Text-Dateien abgelegt und sequentiell an die Karte übertragen werden.

Zusammenfassung

Das Einsatzspektrum dieser Karte ist riesig, vom einfachen Debugger bis hin zur gleichzeitigen Darstellung von verschiedenen Grafiken. Auch wenn diese VGA-Karte kein

Grafik-LCD ersetzen kann, so gibt sie dem Entwickler doch ein komfortables Anzeigesystem zu einem Spott-Preis an die Hand!

(100147)

Website

[1] www.elektor.de/100147

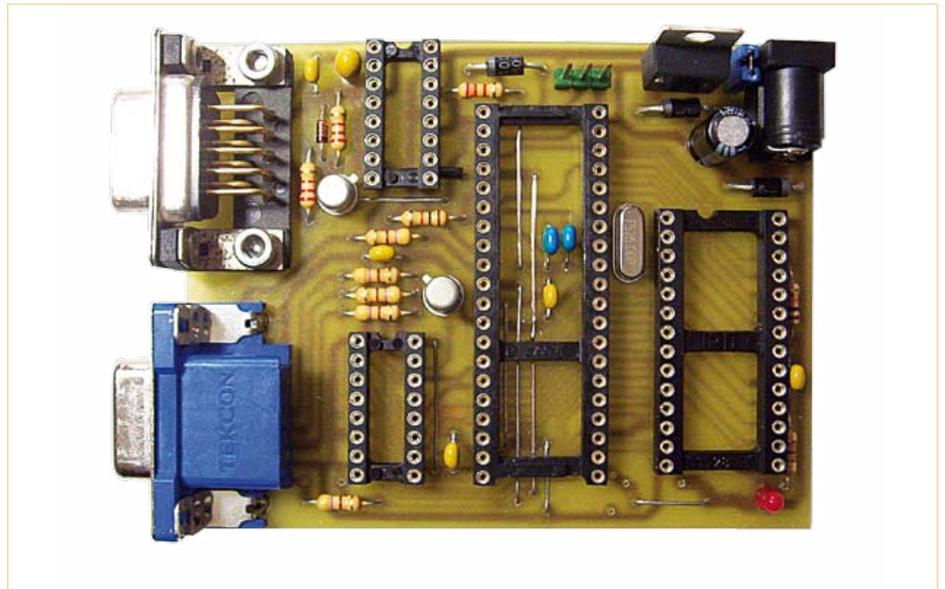


Bild 6. Manche Bauteile verdecken andere.
Die Verwendung eines Sockels für IC1 wird dringend angeraten.

Anzeige

EURO
CIRCUITS

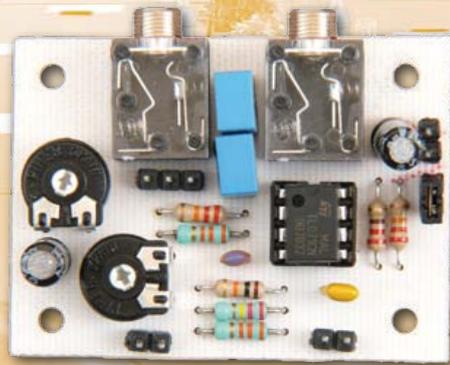
**Europas Leiterplatten-Referenz für
Prototypen & Kleinserien**

Besuchen Sie uns auf der SMT2011
3-5 Mai – Halle 9 - Stand 329

www.eurocircuits.de

Hallo? Können Sie uns hören?

Bessere Verständlichkeit bei Online-Konferenzen



Die Menschheit wird immer mobiler, doch dank Internet sinkt der gefühlte Abstand selbst zwischen Kontinenten. Video-Chats mit entfernt lebenden Kindern, Eltern oder Freunden halten den Kontakt lebendig. In der Geschäftswelt erleichtern internetgestützte Videokonferenzen die Kommunikation mit Unternehmensteilen und heimarbeitenden Angestellten. Doch hat diese Technik bei Beteiligung mehrerer Menschen so ihre Tücken. Genügt für Versammlungen weniger Teilnehmer vielleicht noch ein passend ausgestatteter Laptop oder eine Webcam mit Mikrofon, so leidet doch mit zunehmender Raumgröße, Anzahl an Menschen und mangender Akustik (Hall) die Verständlichkeit fürs entfernte Gegenüber. Dieser Beitrag zeigt, wie man daran etwas drehen kann.

Von Thijs Beckers (Elektor NL)

In den letzten Jahren wurden Videokonferenzen auch bei Elektor häufiger. Daher wissen wir aus eigener Anschauung, dass die

Verständlichkeit bei Konferenzen via Internet für entfernte Kollegen oder Geschäftspartner manchmal ziemlich problematisch

ist. Dies gilt insbesondere dann, wenn sich viele Mitarbeiter in einem größeren Konferenzraum befinden. Selbstverständlich

Eigenschaften

- Einsetzbar mit jedem Laptop oder PC mit Line- oder Mikrofoneingang.

- Einfachste Bedienung
- Zwei Module einfach koppelbar
- Richtcharakteristik des Mikrofonmoduls anpassbar
- Einfacher Aufbau mit Standard-Bauteilen

spielt hierbei die Qualität des verwendeten Mikrofons eine wichtige Rolle. Doch in großen Räumen, die akustisch nicht optimal sind, kann man mit mehreren einfacheren Mikrofonen mehr erreichen als mit einem hochwertigen. Auf jeden Fall wäre Elektor nicht Elektor, wenn dieses Problem nicht als Herausforderung für eine elektronische Lösung angenommen würde.

Prinzipielles

Also nahmen wir einige Mikrofonkapseln und legten los. Das waren noch nicht einmal richtige Mikrofone, sondern simple Elektret-Kondensator-Mikrofonkapseln, denn die sind leicht erhältlich und recht preiswert. Zudem eignen sie sich auch noch besser für unseren Zweck:

Für Konferenzen, bei denen die Teilnehmer um einen Tisch herum sitzen, erschien uns eine bidirektionale Aufnahmecharakteristik in Form einer liegenden „8“ am günstigsten. Man kann so das Mikrofon in der Mitte eines Tisches platzieren und sehr gut vier Menschen zugleich erfassen, während der Schall von den Seiten (Störgeräusche etc.) stark abgeschwächt wird (siehe **Bild 1**). Wir setzen hierfür kein spezielles Mikrofon ein, sondern ganz trickreich zwei dieser preiswerten Kapseln mit omnidirektionaler oder Kugel-Richtcharakteristik, die Rücken an Rücken montiert werden und deren Signale voneinander subtrahiert werden. Aus Kugel minus Kugel wird so eine Acht.

Dieser Trick wurde schon in Elektor 06/2002 [2] beschrieben. Dort wird auch der Einfluss des Abstands der zwei Mikrofone erwähnt. Er sollte möglichst klein sein, denn der Abstand der beiden Mikrofon-Membranen bestimmt die Frequenz, bei der sich eine seitliche Abschwächung in eine Verstärkung verwandelt. Bei dieser Frequenz entspricht der Abstand zwischen den Mikrofonen der halben Wellenlänge, so dass die Signale an beiden Mikrofonen um 180° phasenverschoben sind. Zusammen mit der Invertierung durch den Differenzverstärker ergibt

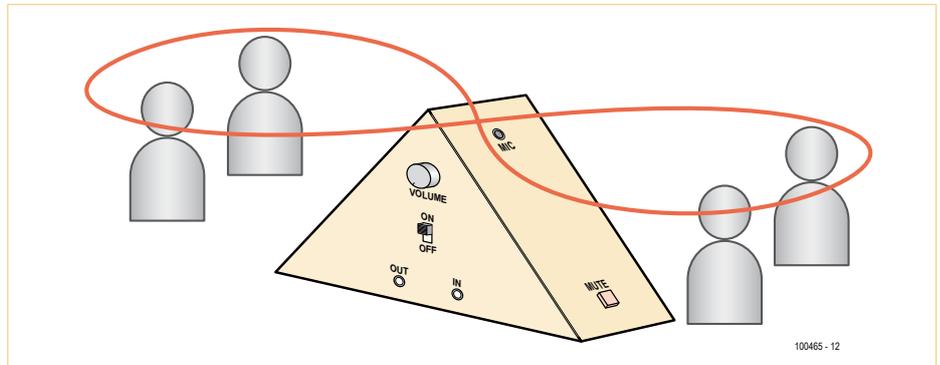


Bild 1. Um die Tonaufnahme auf vier Personen an einem Tisch zu fokussieren, eignet sich eine Richtcharakteristik in Form einer liegenden „8“ ganz besonders gut, denn dies reduziert seitliche Störgeräusche.

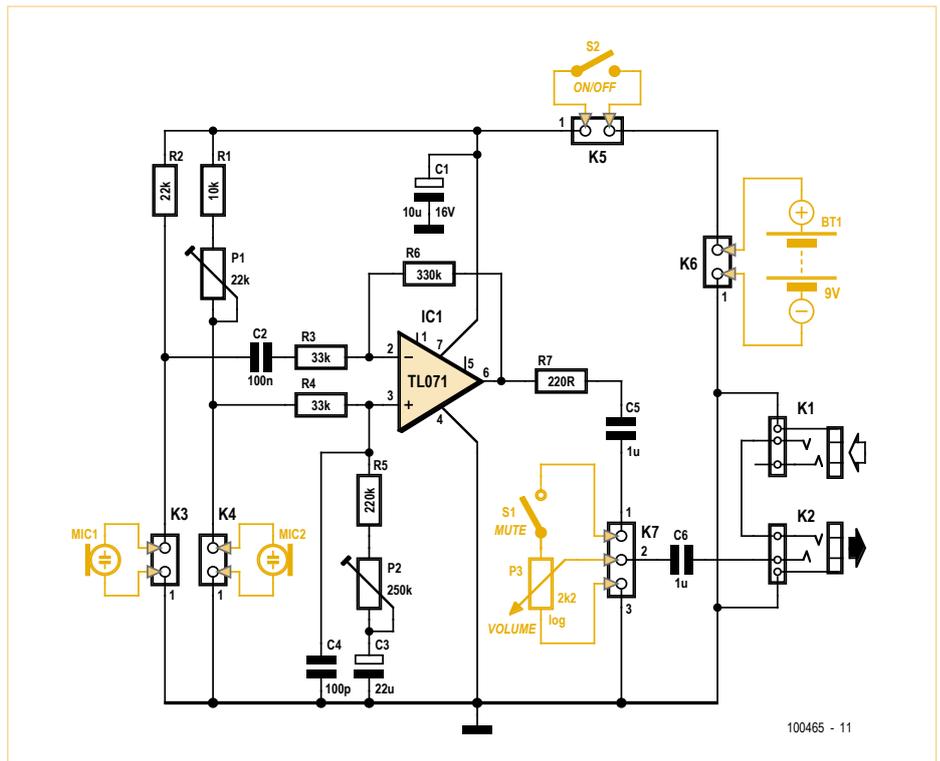


Bild 2. Die Schaltung unseres Konferenz-Mikrofons kommt mit wenigen einfachen Bauteilen aus.

Elektor Produkte & Service

- Platine Nr. 100465-1 lieferbar via [3]
- PDF- und Eagle-Dateien der Platine kostenlos unter [3]

- Alle Information und Downloads unter [3]



Extrawurst für

Wir haben nicht alle denkbaren Programme ausprobiert, die man für Videokonferenzen über das Internet verwenden kann. Dennoch fanden wir schnell Unterschiede in der Nutzung der Audio-Kanäle. Der Windows Live Messenger zum Beispiel fasst den linken und rechten Kanal der Tonquelle zu einem Monosignal zusammen – so, wie es sein sollte. Ganz anders bei Skype: Hier wird nur der linke Audiokanal genutzt. Ohne Anpassung würde Skype daher von zwei Mikrofon-Modulen nur den Ton von einem Modul übertragen.

Um Skype dennoch mit zwei Modulen betreiben zu können, braucht man ein Skype-Spezial-Kabel. Bild 3 zeigt, wie man so ein Kabel anfertigt.

Über zwei Widerstände mit je 470 Ω werden die Signale von linkem

und rechtem Kanal zusammengefasst und als Monosignal durch das Kabel zum Stecker auf der anderen Seite geführt. Am Stecker auf der Computerseite wird nur der linke Kanal angeschlossen.

Theoretisch würden sich nun die Schaltungen der beiden Module leicht gegenseitig beeinflussen, doch in der Praxis merkt man davon nichts. Zugunsten der Einfachheit halten wir daher solch eine theoretisch suboptimale Lösung für praktisch optimal.

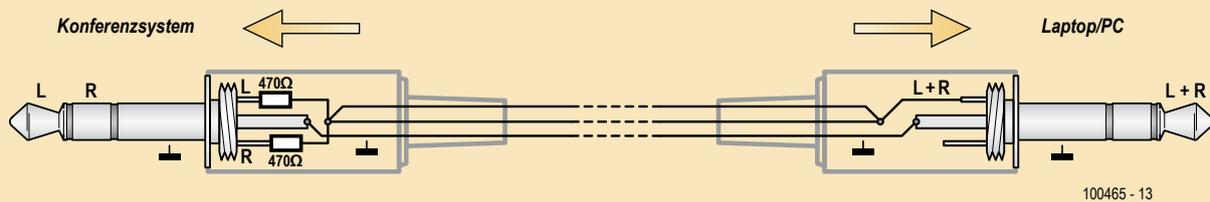


Bild 3. Das Selbstbaukabel „Skype-Spezial“ fasst beide Kanäle zusammen und legt sie auf den linken Kanal des Audio-Eingangs.

dies 360° und eine Verstärkung um den Faktor 2. Daher ist eine Richtwirkung nur bis zu einer von diesem Abstand bestimmten maximalen Frequenz vorhanden. Bei einem Membranabstand von 2 cm errechnet sich diese Frequenz zu:

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{330 \text{ m/s}}{0,04 \text{ m}} = 8,25 \text{ kHz}$$

Das Spektrum von Sprache liegt noch deutlich unterhalb dieser Frequenz.

Unser Doppel-Mikrofon-Modul wurde gleich so konzipiert, dass man davon zwei Exemplare gleichzeitig (für längere Tische) verwenden kann. Das erste Modul wird dann mit dem zweiten Modul über Kabel mit Klinkensteckern verbunden und dieses dann mit dem NF-Eingang eines Laptops oder PCs. Normalerweise reicht der Pegel für den Line-Eingang aus. Sollte er (entgegen unseren Erfahrungen) zu niedrig sein, kann man den Mikrofoneingang verwenden.

Nützlich wäre eine einstellbare Verstärkung, damit man dafür nicht extra zur Maus greifen muss. Auch eine Stummschaltung per Taster wäre praktisch, damit man kurz etwas besprechen kann, ohne die Teilkonferenz auf der anderen Seite zu stören.

Funktion

Für all diese Funktionen mussten wir lediglich die in [2] vorgestellte Schaltung entsprechend modifizieren. Das Ergebnis zeigt Bild 2. Die Schaltung kommt mit einem einzigen IC und einer Hand voll passiver Bauteile aus.

Die beiden Mikrofonkapseln werden mit Hilfe von kurzen abgeschirmten Kabeln angeschlossen, damit man sie bequem an geeigneter Stelle im Gehäuse platzieren kann. In Bild 1 ist zu sehen, dass die beiden Kapseln gegenüber liegend so hoch wie möglich an der Spitze eines dreieckigen Gehäuses eingebaut sind. Je enger zusammen, desto besser. In den Kapseln stecken FETs zur Impedanzwandlung des Mikrofonsignals. Bei nur zwei Anschlüssen werden sie per Phantomspeisung über R1 und R2 plus P1 versorgt. Die Widerstände sind so gewählt, dass sich etwa die halbe Betriebsspannung an den Mikrofonen einstellt. Bei MIC1 ist dies nicht so wichtig, denn der Gleichspannungsanteil wird mit C2 abgetrennt. Die Gleichspannung an MIC2 hingegen bestimmt den Arbeitspunkt der Schaltung und kann deshalb mit P1 präziser auf halbe Batteriespannung eingestellt werden, was in diesem Fall 4,5 V bedeutet. Mit dem Verhältnis der Widerstände R3 zu

R6 (und R4, R5 sowie P2) wird die Verstärkung auf den Faktor 10 eingestellt. Das Ausgangssignal V_{out} errechnet sich zu:

$$v_{out} = -v_1 \left(\frac{R6}{R3} \right) + v_2 \left(\frac{R5+P2}{R4+R5+P2} \right) \left(1 + \frac{R6}{R3} \right)$$

wobei v_1 und v_2 die Wechselspannungen der Mikrofone repräsentieren.

Die Formel zeigt, dass mit P2 die Verstärkung für das Signal von MIC2 beeinflusst werden kann. Da diese Verstärkung von 9,5 bis 10,3 einstellbar ist, können damit kleine Unterschiede in der Empfindlichkeit beider Mikrofone ausgeglichen werden. Eine zweite Anwendung wäre, die Verstärkung für MIC2 so zu verstellen, dass sich statt der bidirektionalen 8er-Charakteristik eine Nieren- oder Super-Nieren-Charakteristik ergibt. Die Richtcharakteristik in Form einer „8“ ergibt sich bei gleichen Mikrofonempfindlichkeiten dann, wenn P2 auf einen Wert von 110 kΩ eingestellt ist.

C4 verhindert eine Schwingneigung des Opamps, und R7 schützt den Ausgang gegen Kurzschlüsse. C5 trennt die Gleichspannungskomponente des Opamp-Ausgangs ab. Der Lautstärke-Steller P3 wird

zwecks einfacher Montage mit Litze an die Platine angeschlossen. In Serie mit dem Poti kommt dann noch S1 für die Mute-Funktion. Bei einem Taster sollte hier ein Öffnerkontakt eingesetzt werden.

Um zwei Module zu koppeln sind K1 und K2 so miteinander verbunden, dass das Ausgangssignal des Moduls an der Spitze des Klinkensteckers und das durchgeschleifte Signal am mittleren Ringkontakt anliegt. Auf diese Weise spielt es keine Rolle, welches der beiden Module dann mit dem PC oder Laptop verbunden wird.

Um die Sache zu vereinfachen, wird die Schaltung mit einer 9-V-Blockbatterie versorgt. Bei einer typischen Stromaufnahme von 2 mA erzielt man bei einer Batteriekapazität von 250 mAh immerhin 125 Betriebsstunden. Wer die Batteriekapazität maximal ausnutzen möchte, der kann für IC1 einen so genannten Rail-to-Rail-Opamp wie den OPA181GP, TS921IN oder OPA350PA verwenden.

Aufbau

Für den einfachen Aufbau der Schaltung haben wir eine kleine Platine entworfen (siehe Bild 4). Die zugehörigen Layout-Dateien sind via Elektor-Webseite [3] per Download kostenlos erhältlich. Die Bestückung ist nicht sehr anspruchsvoll. Für K3...K7 können optional Pin-Header oder auch direkt Litzen verlötet werden.

Beim mechanischen Aufbau ist allerdings etwas Sorgfalt und Überlegung erforderlich. Vor allem der Einbau der Mikrofonkapseln kann sich als knifflig herausstellen. Diese sollte man nämlich „entkoppelt“ einbauen, damit nicht jeder auf die Tischplatte gelegte Kugelschreiber überdeutlich zu hören ist. Dieser so genannte Körperschall wird sonst leicht das Gespräch überdecken und die Zuhörer auf der anderen Seite ziemlich stören. Zur Abhilfe kann man die Mikrofonkapseln mit Schaumstoff ummanteln und sie so ohne direkten mechanischen Kontakt zum Gehäuse einkleben. Das in Bild 1 skizzierte Dreiecksgehäuse soll nur als Anregung dienen. Unser Prototyp besteht aus zwei hölzernen umgedrehten T-Stücken, wobei die Mikrofone weit oben im aufrecht stehenden Teil durch Schaumstoff körperschallisoliert eingebaut sind.

Stückliste

Widerstände:

R1 = 10 k
R2 = 22 k
R3, R4 = 33 k
R5 = 220 k
R6 = 330 k
R7 = 220 Ω
P1 = 22 k, Trimpoti, liegend
P2 = 250 k, Trimpoti, liegend
P3 = 2k2 log

Kondensatoren:

C1 = 10 μ
C2 = 100 n
C3 = 22 μ
C4 = 100 p
C5, C6 = 1 μ

Halbleiter:

IC1 = TL071, siehe Text

Außerdem:

K1, K2 = Klinkenbuchse 3,5 mm, Lumberg 1503 09, Farnell # 1243244
K3...K6 = 2-pol. Stiftleiste, RM 0,1“
K7 = 3-pol. Stiftleiste, RM 0,1“
Buchsenleisten für K3...K7
S1 = Taster mit Öffnerkontakt
S2 = 1-pol. Schalter
MIC1, MIC2 = Electret-Mikrofonkapsel, Panasonic MCE-2020U oder WM-61A
Platine EPS 100465-1

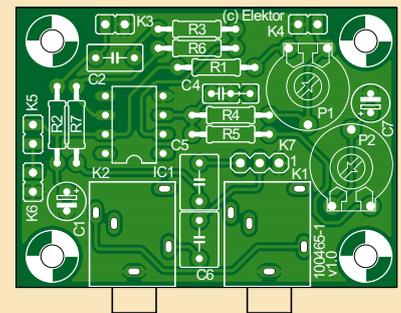
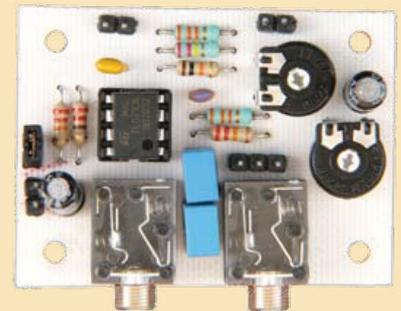


Bild 4. Diese kleine Platine erleichtert den Aufbau der Schaltung.



Anschluss und Einstellung

Mit P1 stellt man die Spannung an Pin 2 von K4 auf etwa halbe Betriebsspannung ein. Mit P2 kann man entweder die Mikrofone für eine 8er-Richtcharakteristik nivellieren oder aber davon abweichende Richtcharakteristiken wie die Niere oder Super-Niere einstellen. Ersteres ist für Vier-Personen-Anordnungen gut und Letzteres dann von Vorteil, wenn Sprache vor allem aus einer Richtung aufgenommen werden soll.

Bei zwei Modulen verbindet man den Ausgang K2 von Modul 1 mit dem Eingang K1 von Modul 2. Der freie Ausgang K2 von Modul 2 kommt dann an den Mikrofoneingang eines PCs oder eines Laptops. Anschließend muss man bei der verwendeten Software (Skype & Co.) noch in den Einstellungen den verwendeten Eingang als Audioquelle auswählen.

Bei Skype muss man beachten, dass diese Software nicht etwa beide Stereo-Kanäle summiert, sondern lediglich den linken Kanal des Eingangs nutzt. Andere Programme wie Windows Live Messenger oder iChat von OS X nutzen korrekterweise beide Kanäle. Damit bei Verwendung von Skype mit zwei Modulen nicht etwa nur ein Modul von Skype genutzt wird, kann man sich ein spezielles Kabel machen, das beide Kanäle zu einem Monosignal auf dem linken Kanal zusammenlegt (siehe Kasten).

(100465)

Weblinks

- [1] <http://de.wikipedia.org/wiki/Mikrofon#Richtcharakteristik>
[2] www.elektor.de/010123
[3] www.elektor.de/100465

Im Dunkeln sehen

Webcam zur Nachtsicht-Kamera umbauen?

Von Thijs Beckers (NL)

Kamera mit Nachtsichtfähigkeiten sind nicht gerade preiswert. Webcams schon. Lässt sich eine modifizierte Webcam zum Sehen im Dunkeln verwenden? Etliche Webseiten behaupten: Ja, das funktioniert! Wir haben die Probe aufs Exempel gemacht.

Es gibt nichts, was es im Internet nicht gibt. Besonders aufgefallen sind uns in letzter Zeit die Anleitungen zum Umbau von preiswerten Webcams zu Kameras mit Nachtsichtfähigkeiten, mit denen man auch bei völliger Dunkelheit noch Videos aufzeichnen kann. „Absolute Dunkelheit“ wäre allerdings etwas überzogen. Faktisch werden IR-Lichtquellen zur Ausleuchtung benutzt, deren Licht (Wellenlänge > 780 nm) für das menschliche Auge unsichtbar ist. Letztlich waren wir einfach neugierig, was man wirklich aus einer Webcam herausholen kann. Laut Internet-Anleitungen muss im Prinzip schlicht das IR-Filter ausgebaut werden, damit das IR-Licht auch auf den CCD-Chip gelangen kann.

Für kleines Geld

Für unseren kleinen Test haben wir kurzerhand zwei Webcams von Kollegen beschlagnahmt und ins Elektor-Labor entführt. Unsere Wahl fiel auf eher preiswertere Exemplare: ein Modell namens WC002 von Sweex und eine CMP-Webcam75 von König – beide sind für weniger als 20 Euro erhältlich. Die Bildqualität unserer Webcams war nicht allzu berauschend, doch das ist bei dem Preis auch nicht zu erwarten. Die CMP-Webcam75 hat mit 1280x960 Pixel die höhere Auflösung. Ohne Skalierung liefert diese Kamera daher auch das bessere Bild. Übrigens wird sie in diversen Shops sogar als Nachtsicht-Webcam angeboten. Doch man lasse sich nicht täuschen: gemeint sind damit die vier eingebauten weißen LEDs, die gerade dazu ausreichen, bei einem Video-Chat im Dunkeln das eigene Gesicht zu beleuchten. Ist man mehr als einen Meter von der Kamera entfernt, wird eine schwarze Katze bei Nacht übertragen.



Resultate vor...

Nach der Installation der zugehörigen Software überprüften wir zunächst das Bild der unmodifizierten Kameras, damit wir sicher beurteilen können, welche Unterschiede die Modifikation verursacht. Im Keller fanden wir dann einen vom Licht gänzlich verschonten Winkel, den wir als Test-Location auserkoren. Zunächst das Bild mit normaler Beleuchtung (**Bild 1**): Links ist das Resultat für die CMP-Webcam75 mit einer Auflösung von 640x480 Pixel und rechts das Bild der WC002 mit der gelieferten Auflösung von 352x288 Pixel zu sehen, das zur besseren Vergleichbarkeit von uns wieder auf 640x480 Pixel hochskaliert wurde. Obwohl die Webcam von Sweex mit 640x480 Pixel beworben wird, schafft sie diese Auflösung nicht bei 30 Frames/Sekunde. Beide Kameras wurden mit ihren Default-Einstellungen betrieben. Um das Verhalten im Dunkeln beurteilen zu können, haben wir anschließend das Licht ausgeschaltet und die Szene nur noch mit einigen losen IR-LEDs sowie einem älteren, aber ganz gut funktionierenden Infrarot-Scheinwerfer von Conrad beleuchtet, der aus 28 IR-LEDs besteht.



Bild 1. Die Webcams liefern bei normaler Beleuchtung ein nicht allzu gutes Bild.

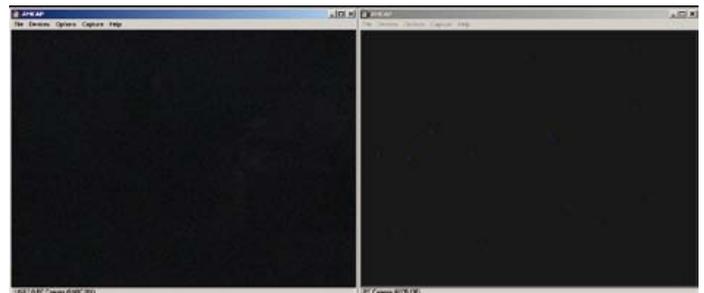


Bild 2. Im Dunkeln bleiben beide Kameras trotz IR-Beleuchtung blind.

Keine der beiden Webcams konnte irgendetwas „sehen“, obwohl die IR-LEDs eingeschaltet waren (**Bild 2**). Nur Bildrauschen mit ein paar roten, blauen und grünen Pixeln zeigte sich auf dem Bildschirm. Wenn man die IR-LEDs direkt auf die Kameras richtete, konnte man immerhin sehen, dass diese eingeschaltet waren. Von Nachtsicht aber konnte keine Rede sein.

Man musste also davon ausgehen, dass beide Kameras mit einem IR-Sperrfilter bestückt waren. Die galt es nun zu entfernen.

...und nach Umbau

Die Linsen der Kameras waren recht einfach abzunehmen. Das Gehäuse der Sweex-Webcam war nur zusammengesteckt. Bei der Webcam von König ließ sich die Linse abschrauben. Aus einem bestimmten Blickwinkel konnte man nun einen roten Schimmer auf beiden Linsen sehen: das war das IR-Filter. Bei der Sweex-Linse vermuteten wir, dass ein so genanntes „Coating“ als IR-Filterbeschichtung auf die Linse aufgebracht war. Versuche mit kräftigen Reinigungsmitteln führten eher zur Auflösung der (Kunststoff-)Linse als zur Ablösung der Beschichtung. Beim anderen Exemplar gab es weniger Probleme: hier saß auf der Innenseite ein kleines Filterglas. Nach vorsichtigem Manipulieren löste sich das Stückchen Glas und wir hatten das IR-Filter in der Hand (siehe **Bild 3**). Jetzt wurde es Zeit für den ultimativen Test: Macht die Entfernung des IR-Filters eine Webcam tatsächlich empfindlicher für IR-Licht und reicht das aus, um bei Beleuchtung mit IR-Licht etwas im Dunkeln zu sehen?

Bild 4 zeigt das Bild nach der Modifikation. Wie zuvor kommt links das Modell von König und rechts die Sweex-Webcam zum Einsatz, bei der die Modifikation versagte. Wir waren richtig beeindruckt vom Unterschied. Selbst bei einer Ausleuchtung mit nur drei IR-LEDs konnte man sehen, was sich im ansonsten dunklen Raum tat. Es zeigten sich nicht nur Umrisse! Der Text auf der Kiste in etwa 5 m Abstand war noch gut zu lesen. Ein richtiger IR-Scheinwerfer machte das Ergebnis noch besser (**Bild 5**). Selbst Bewegungserkennung wäre so problemlos möglich. Man kann nur sagen, dass sich so eine umgebaute Webcam durchaus als Überwachungskamera bei Nacht eignet.

Allerdings ist noch eine Anmerkung fällig: Es fiel sofort auf, dass die Fokussierung bei IR-Licht deutlich von jener bei normalem Licht abwich. Wenn man das Licht einschaltet, nachdem man die Webcam bei IR-Beleuchtung scharf gestellt hat, ergibt sich das unscharfe **Bild 6**. Da der Brechungsindex von Gläsern auch von der Wellenlänge des Lichts abhängt, ist das nicht verwunderlich. Eine modifizierte König-Webcam für Tageslicht und IR-Beleuchtung gleichzeitig zu verwenden, ist deshalb nicht praktikabel. Da diese Webcams aber so preiswert sind, kann man ja gleich zwei davon verwenden: eine unmodifizierte Webcam für Tageslicht und eine umgebaute in der Nacht bei IR-Beleuchtung. Das ist immer noch deutlich billiger als eine „echte“ Nachtsichtkamera.

Als Fazit bleibt, dass eine Webcam ohne IR-Filter prima als Nachtsichtkamera verwendet werden kann. Allerdings ist die Entfernung des IR-Filters nicht bei allen Kameras einfach möglich.

(100537)



Bild 3. Bei der Webcam von König war die Entfernung des IR-Filters einfach.



Bild 4. Mit lediglich drei IR-LEDs erhält man bei der modifizierten Kamera schon ein brauchbares Bild. Die Kamera mit verunglückter Modifikation sieht hingegen nichts.



Bild 5. Der IR-Scheinwerfer von Conrad macht die Szene noch deutlicher. Personen sind damit auch in tiefster Nacht noch gut zu erkennen.



Bild 6. Die umgebaute Kamera sowohl in der Nacht als auch bei Tag zu verwenden ist keine gute Idee. Man müsste ansonsten bei jedem Wechsel von IR- und normalem Licht wieder manuell scharfstellen.

Der letzte Schliff

Frontplatten professionell gestalten - Software gratis!

Von Giel Dols (NL)

Die inneren Qualitäten hochentwickelter elektronischer Systeme kommen nur ungenügend zur Geltung, solange das äußere Design nicht stimmt. Zu professionellen Gehäusen gehören natürlich auch Frontplatten in passendem Stil. Leider ist das Anfertigen von Frontplatten nicht jedes Elektrikers Metier. Außer speziellen Materialkenntnissen sind perfekte Säge-, Bohr- und Fräsarbeiten gefragt. Wir zeigen hier, wie es auch anders geht.

Die Schaeffer AG ist ein Unternehmen, das sich die Frontplattenherstellung in kleinen Stückzahlen nach Kundenwunsch ins Programm geschrieben hat. Mit dem kostenlosen „Frontplatten Designer“ Version 4.1 [1] kann der Elektronikentwickler die Frontplatte selbst entwerfen und anschließend von Schaeffer produzieren lassen. Der Frontplatten-Designer ist mehrsprachig (deutsch, englisch, französisch), er steht für die Betriebssysteme Windows, Linux und Mac OS kostenlos zur Verfügung.

An dieser Stelle können wir nur in Kurzform beschreiben, wie einfach

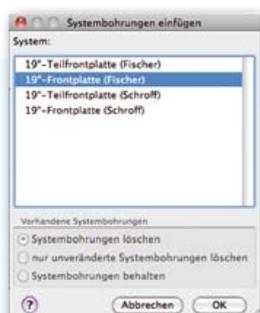
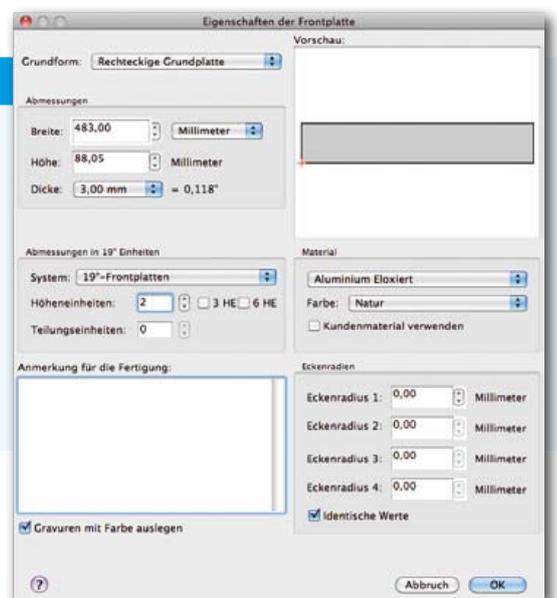
das Entwerfen einer ebenso funktionalen wie attraktiven Frontplatte mit dem Frontplatten-Designer ist. Im Programm sind umfangreiche Anleitungen und Hilfefunktionen integriert, die in jeder typischen Situation weiterhelfen. Laden Sie den Frontplatten-Designer herunter und überzeugen Sie sich selbst!

Als Beispiel wollen wir eine Frontplatte für ein 19“-Systemgehäuse entwerfen, dort soll der Vorverstärker für den Gitarrenanschluss [2] aus dem letzten Heft zusammen mit dem Digitalen Multi-Effektgerät [3] (Elektor September 2010) eingebaut werden.

Schritt 1: Frontplatteneigenschaften

Nach Anklicken von **Datei -> Neu** sehen Sie ein Fenster, in dem die elementaren Eigenschaften der Frontplatte definiert werden können: Grundform, Länge, Breite und Dicke.

Für Frontplatten, die für 19“-Systemgehäuse bestimmt sind, ist eine besondere Option vorhanden: Hier wird die Höhe in Einheiten angegeben. Die nächsten Eigenschaften sind das Material und gegebenenfalls die Farbe der Frontplatte. Sie haben die Wahl zwischen Aluminium mit diversen Oberflächen sowie dem Kunststoff Acryl in mehreren Farben. Eine weitere in diesem Fenster definierbare Eigenschaft ist der Radius der Eckenabrundungen.



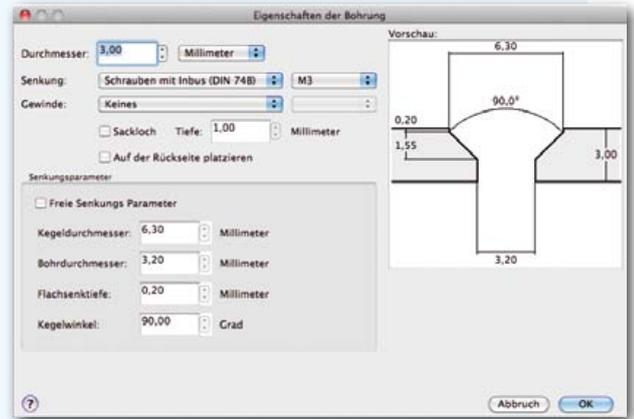
Schritt 2: Löcher, Bohrungen, Durchbrüche

Frontplatten für 19“-Systemgehäuse müssen mit Montagebohrungen versehen sein, die sich exakt an den vorgesehenen Positionen befinden. Im Programm sind die Montagebohrungen für die 19“-Systemgehäuse der Gehäusehersteller Fischer und Schroff bereits definiert. Nach Anklicken von **Einfügen -> Systembohrungen** gelangen Sie zu einem Menü, in dem Sie die gewünschte Variante wählen können.

Die Frontplatte des Bedienteils unseres Multieffektgeräts macht einen Durchbruch für das LC-Display sowie fünf Bohrungen für den Drehimpulsgeber K1 und die Taster S1...S4 notwendig. Außerdem müssen vier Bohrungen

angebracht werden, um die Platine hinter der Frontplatte befestigen zu können. Für den Vorverstärker sind fünf Bohrungen erforderlich: Drei Bohrungen für die Potentiometer JP3, JP4 und JP5 sowie zwei Bohrungen für die 6,3-mm-Klinkenbuchsen, an die das Gitarrenkabel und der Stummschalter angeschlossen werden.

Wählen Sie **Einfügen -> Bohrung** und klicken Sie auf der Frontplatte die gewünschte Position der Bohrung an. Es erscheint ein Menü, in dem Sie die Eigenschaften der Bohrung definieren. Für unser Beispiel wählen Sie den Durchmesser 3 mm und die Senkung für M3-Inbus-Schrauben. Nach Anklicken der Bohrung auf der Frontplatte öffnet sich ein Fenster, das in einer Vorschau eine Querschnittsansicht der Bohrung zeigt.



Wenn Sie im **Auswahlmodus** auf ein Objekt der Frontplatte klicken, werden sämtliche Objekteigenschaften angezeigt. Dort können Sie die Objekteigenschaften modifizieren, zum Beispiel die Koordinaten der Bohrung (X und Y) exakt definieren. Alle Koordinaten beziehen sich auf den Nullpunkt, der sich zunächst in der linken unteren Frontplattenecke befindet. Der Nullpunkt lässt sich verschieben, so dass die Koordinaten nicht für jedes Objekt einzeln berechnet werden müssen. Klicken Sie auf **Ansicht ->**

Nullpunkt festlegen und anschließend (gegebenenfalls nach dem Heranzoomen) auf die Position, in die der Nullpunkt verschoben werden soll. Das Verschieben des Nullpunkts in die Mitte der Bohrung vereinfacht das Positionieren der übrigen Bohrungen und des Durchbruchs für das LC-Display.

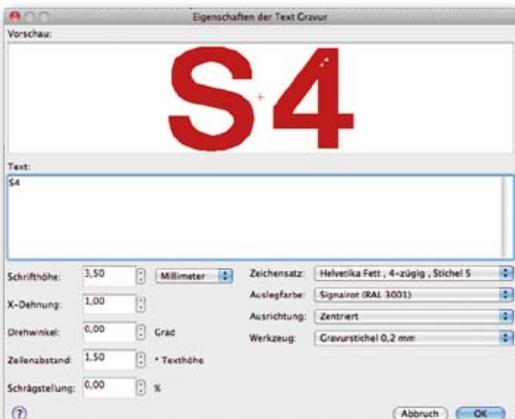
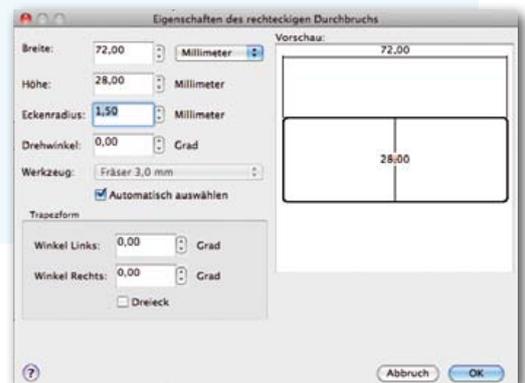
Um die übrigen Bohrungen zu positionieren, machen Sie von der Funktion „Verschieben“ Gebrauch. Selektieren Sie die erste Bohrung, wählen Sie im Menü den Eintrag **Auswahl -> Verschieben** und tragen Sie für den relativen horizontalen Abstand der zweiten Bohrung 54 mm ein. Vergessen Sie nicht, unten links **Aktion auf Kopie anwenden** anzuhaken, anderenfalls wird das selektierte Objekt (die erste Bohrung) tatsächlich verschoben. Selektieren Sie anschließend beide Bohrungen und wiederholen Sie die Aktion, diesmal jedoch mit dem relativen horizontalen Abstand 85 mm.



Nach den Bohrungen folgt der Durchbruch für das LC-Display. Über **Einfügen -> Rechteckiger Durchbruch** und Anklicken der gewünschten Position auf der Frontplatte gelangen Sie zu einem Menü, das für die Eingabe der Eigenschaften bestimmt ist: Länge, Breite und Radius der Eckenrundungen. Bestätigen Sie die Eingaben mit OK und geben Sie unter „Elementareigenschaften“ (oben links) die exakte Position des Mittelpunkts an, den der rechteckige Durchbruch haben soll.

Die Bohrungen für den Drehimpulsgeber K1 und die vier Taster S1...S4 bilden den Schluss unserer Übung. Die Y-Koordinaten dieser Bohrungen sind identisch, weil die Bohrungen auf gleicher Höhe liegen. Die X-Koordinaten werden in diesem Fall durch Maßnahmen an der originalen Platine ermittelt.

Der Frontplatten-Designer verfügt über eine zwar begrenzte, aber trotzdem nützliche Bibliothek, aus der Durchbrüche für diverse Ventilatoren, Schalter, D-Sub-Kontaktleisten, AMP-Buchsen und SCART-Anschlüsse abgerufen werden können, sie ist über **Einfügen -> Makroelement** zugänglich. Nach Anklicken eines Makroelements erscheint eine Vorschau in einem eigenen Fenster. Makroelemente können über **Auswahl -> Makroelement erzeugen** auch vom Anwender definiert und zur Bibliothek hinzugefügt werden.



Schritt 3: Beschriftungen

Wählen Sie im Hauptmenü den Eintrag **Einfügen -> Textgravur** und geben Sie in das sich öffnende Fenster den Text und die zugehörigen Parameter ein. Alle definierten Texte sind einzeln selektierbar, sie können auch nachträglich geändert und verschoben werden.

Schritt 4: Preis berechnen

Das Programm berechnet den exakten Preis der entworfenen Frontplatte, ein Mausklick auf das Symbol mit den Münzen (ganz rechts) genügt. Die Preiskalkulation ist bis ins Detail aufgeschlüsselt, rabattierte Staffelpreise für Bestellungen ab fünf Exemplaren sind ebenfalls angegeben.

Preisberechnung für Datei: frontpanel_001.fpd

Erstellt mit der Preisbasis von Firma: Schaeffer AG
Datum der Preisbasis: 15-11-2010

Ermittelter netto Preis: **39,33 €**
Preis inkl. 19,0% USt: **46,80 €**

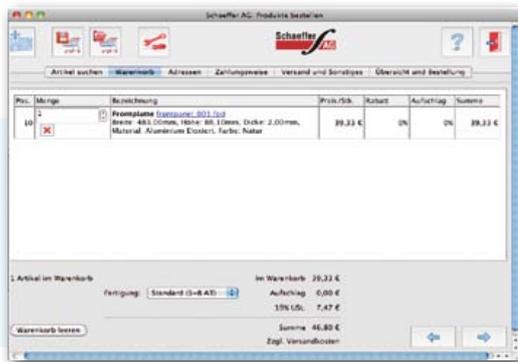
Rabatte:

Menge	5-9 Stück	10-19 Stück	20-29 Stück	ab 30 Stück
Rabatt	10,0%	20,0%	30,0%	auf Anfrage
Preis netto	35,40 €	31,46 €	27,53 €	
Preis inkl. USt.	42,12 €	37,41 €	32,76 €	

Alle Preise verstehen sich zzgl. der gesetzlichen Mehrwertsteuer und Versandkosten. Dieses ist ein freibleibendes Angebot. Änderungen vorbehalten.

Kalkulation:

Typ	Position [mm]	Beschreibung	Preis	
	X	Y		
Sonstiges	-	-	Vor-/Nacharbeiten	6,16 €
Material	-	-	2,0 mm Aluminium Eloxiert / Natur	6,80 €
Rahmee	0,00	0,00	Höhe: 88,10 mm / Breite: 483,00 mm	9,72 €
Durchbohrung	3,00	5,00	Durchb. 10,50 mm x 7,60 mm	3,32 €



Schritt 5: Bestellen

Der letzte Schritt ist die Bestellung. Auch diese Funktion hat Schaeffer nahtlos in das Programm integriert. Wählen Sie im Hauptmenü **Bestellen -> Aktuelle Frontplatte bestellen** oder starten Sie das Bestellprogramm mit **Bestellprogramm starten**. Anschließend können Sie alle Daten eingeben, die für eine Bestellung über das Internet notwendig sind.

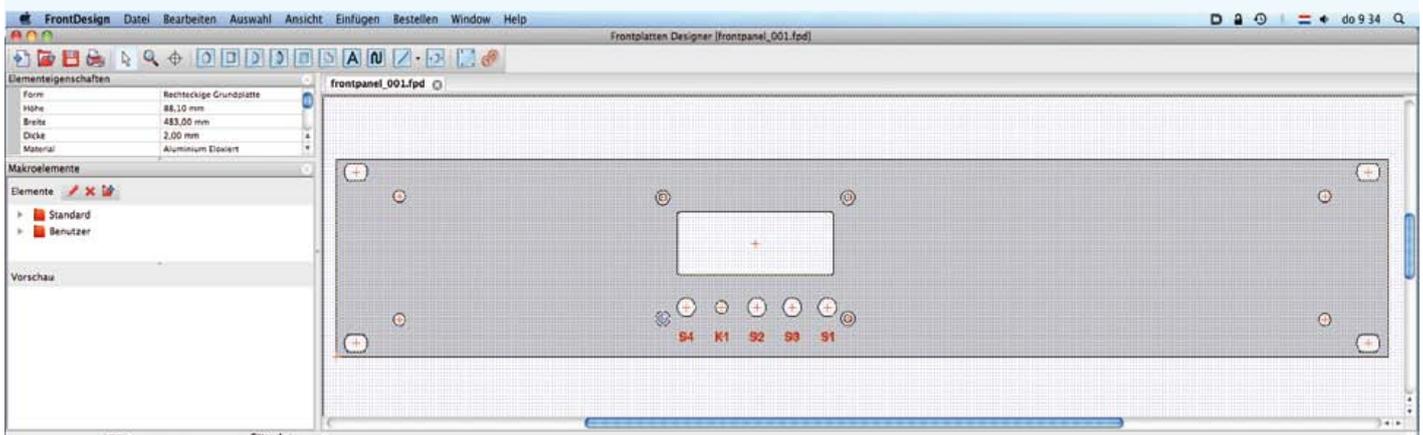
(110238)gd

Weblinks

- [1] **Front Panel Designer Software:**
www.schaeffer-ag.de/de/download/frontplatten-designer.html
- [2] **Gitarre für Multi-Effektgerät:**
www.elektor.de/100923
- [3] **Digitales Multi-Effektgerät:**
www.elektor.de/090835
- [4] **Frontplatten-Download:**
www.elektor.de/110238

Versuch macht klug

Unsere Frontplatte, die wir als Beispiel entworfen haben, ist noch nicht vollendet. Es fehlen die Bohrungen für die Potentiometer des Vorverstärkers und die Durchbrüche für die 6,3-mm-Klinkenbuchsen. Probieren Sie selbst! Sie können den noch unvollständigen Frontplatten-Entwurf von unserer Website [4] herunterladen.



Kontakt: Tel. 0511/61 65 95-0 – Fax 0511/61 65 95-55 – E-Mail: service@id-medienservice.de

 <p>Entwicklung industrietauglicher Software und Hardware sowie Elektronik 03303/212166 oder www.jasys.de</p>	<p>Bausätze zu ELEKTOR 1986 bis heute! Teilesätze, Platinen, programmierte Controller sowie Cds zu fast allen Elektor-Projekten vom Spezialist. Alle Elektor-Artikel zum Verlagspreis. Ihr zuverlässiger Partner für aktive und passive elektronische Bauteile und Komponenten:  Geist Electronic-Versand GmbH Tel.: 07720/36673 Fax: 07720/36905 Mail: info@geist-electronic.de Shop: www.geist-electronic.de</p>	<p>VTS – ELEKTRONIK GbR Preiswerter Leiterplatten Service info@vts-elektronik.de www.vts-elektronik.de</p>	<p>www.anttronic.de ab 1 Stck. ANTTRONIC Leiterplatten zu TOP-Preisen!!</p>
<p>Alles Spule! Wir liefern und fertigen: Drähte, HF-Litzen, Ferrit- und Eisenpulverkerne, Spulenkörper, Isoliermaterial, Klebebänder, Tränklacke, Übertrager, RFID-Spulen, Sensor- und Aktorspulen, Prototypen, Kleinserien, Serien, Ersatzteile und vieles mehr.  MM Menting Mikroelektronik www.spulen.com</p>	<p> Unser Leistungsspektrum: • Diverse Schrittmotoren ab Lager lieferbar • Eigene Entwicklung von Schrittmotorendstufen in versch. Ausführungen • Netzteile, Endschalter, geschirmte Kabel u.v.m. Kundenspezifische Lösungen entwickeln wir schnell und preiswert Fon: 0241/4091800 • Fax: 0241/4091803 www.mechapro.de • info@mechapro.de</p>	<p>HAMEG Instruments A Rohde & Schwarz Company</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Oszilloskope <input checked="" type="checkbox"/> Netzgeräte <input checked="" type="checkbox"/> RF-Messtechnik <input checked="" type="checkbox"/> Systemgeräte <p>Great Value in Test & Measurement www.hameg.com</p>	<p>160 pages of tech audio articles Self, Linkwitz, Cordell, Pass a.o. www.linearaudio.net</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Konfigurierbare digitale & analoge Schaltfaktoren für die Hausautomation • Seriell ansteuerbar über Modbus von PC, SPS oder µController • 4,3" TFT Touch-Display mit I²C-Extender <p> Elconeq TECHNOLOGIES www.elconeq.de Tel. 02832-9784 301</p> <p>Hard- & Softwareentwicklung • µController-Module (8051-komp.) z.B. 64kFlash, 2xCAN, 2xUART, I²C, RTC, 32k-FRAM, ID • PC-Erweiterungen digital/analog</p>	<p>Kleiner Ingenieur Bauelemente, Bücher & Bastelideen für Kid's www.kleiner-ingenieur.com</p>	<p>ELCOMP Austria Preisgünstige Bauteile zusätzlich über 3.500 Auslaufartikel zum Super-Sonderpreis www.elcomp.at</p>	<p>Laehn-Versand.de schlanke Preise - fettes Angebot Schnellversand ohne Mindestumsatz Bauteile - Ersatzteile - Zubehör Fernbedienungen - Zeilentrafos HDTV DVB-T Sat Audio/Video Überwachungstechnik und vieles mehr. www.Laehn-Versand.de</p>
<p>Baugruppenbestückung vom Prototypen bis zur Serie FS-ELECTRONIC.de</p>	<p>Die Buchung einer Anzeige beinhaltet einen kostenlosen Eintrag auf der Website von Elektor, inklusive eines Links zu Ihrer Seite.</p> <p>Reservieren Sie jetzt Ihre Jahresbuchung</p>		
<p>Anzeigenschluss: 24-05-2011</p> <p>Erscheinungstermin: 22-06-2011</p>			

www.elektor.de

DMX512-Dimmer

Entwicklung mit E-Blocks und Flowcode 4 für PIC

Von Per Stegelmann (Dänemark)

DMX512 ist der Industriestandard für die Bühnenbeleuchtungstechnik. Da dieser Standard so gut dokumentiert ist, reicht die folgende Anleitung locker dazu aus, einen DMX512-kompatiblen Dimmer zu bauen und damit zu experimentieren. Es finden sich jedoch sicher auch Anwendungen, die über reines Dimmen hinaus gehen. Fast nebenbei lernt man, PICs in C zu programmieren.

Der hier beschriebene DMX512-Dimmer wurde aus dem in Elektor Juni 2002 erschienenen Beitrag „Mobiler DMX-Tester“ [1] abgeleitet. Der Tester ist sehr hilfreich, denn damit kann man einen beliebigen Kanal (aus bis zu 480) auswählen und auch das SoF-Zeichen (Start of Frame) festlegen, wodurch sich nicht nur Dimmer, sondern auch andere DMX512-Geräte testen lassen.

Beim hier eingesetzten Mikrocontroller handelt es sich um den Typ PIC16F88, der sich mit seinem integrierten UART ideal als DMX-Receiver eignet. Ein 16F88 verfügt natürlich über den üblichen TMR0-Timer/Counter, der zur Ansteuerung eines Triacs eingesetzt wird und so die Leistung eines angeschlossenen Verbrauchers steuert. Dabei werden die Nulldurchgänge der Netzspannung mit Hilfe eines Detektors erfasst. Bei jedem Nulldurchgang wird TMR0 mit einem Wert vorbesetzt, der den Zündzeitpunkt des Triacs bestimmt. Tatsächlich wird eine angeschlossene Lampe

nie komplett ausgeschaltet. Es fließt immer zumindest ein kleiner Strom, der ein schwaches Glühen mit sich bringt und die Lampe schneller reagieren lässt. Der Zusammenhang zwischen Wert und Leistung lässt sich in der Firmware manipulieren.

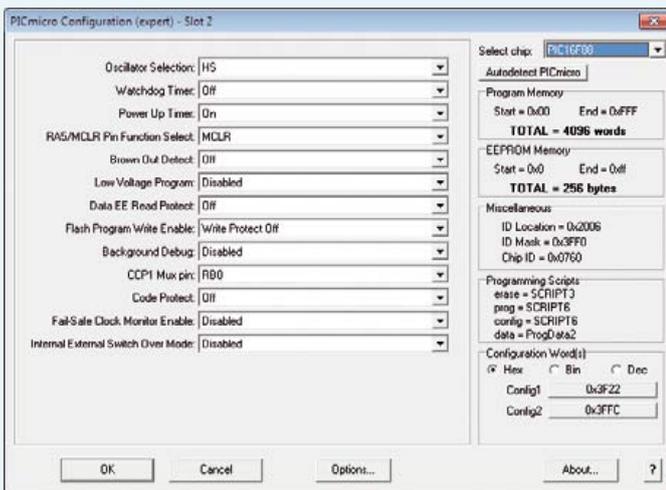
Schaltung in Teilen

Bild 1 zeigt, dass sich die Schaltung des Dimmers in unterscheidbare Teilschaltungen gliedert: Netzteil, Mikrocontroller, Nulldurchgangs-Detektor, Leistungs-Ausgang, DMX-Adress-Auswahl und RS485-Treiber.

Das Netzteil ist konventionell aus Trafo Tr1, Gleichrichter B1, Siebkondensator C1, 5-V-Spannungsregler IC2 und den Entkopplungskondensatoren C2, C9 und C10 aufgebaut. Die Primärspannung von Tr1 muss natürlich zur Netzspannung (230 V oder 110...127 V) passen.

Programmierung des Mikrocontrollers

Bei der Programmierung des PIC16F88 gibt es keine Besonderheiten. Bei einem mit Flowcode kompatiblen Programmer konfiguriert man den Chip wie hier im Screenshot und betätigt „Kompiliere zu Chip“. Wenn der Programmer nicht zu Flowcode kompatibel ist, kann man „Kompiliere nach HEX“ betätigen und die so erstellte Hex-Datei anschließend mit dem Programmer in den Chip transferieren.



Als ein PIC zum ersten Mal programmiert werden sollte, trat ein Problem auf. Es sah zunächst aus, als wäre alles in Ordnung, doch war keine Software im Chip. Nach einiger Fehlersuche stellte sich heraus, dass das Problem bei den Einstellungen von PPP v3 zu suchen war.

Schuld war der Eintrag „Confirm HEX file Format“. Hier ein Haken gesetzt und ein Nein zu „PIC18 hex file“ bei der Programmierung brachte die Lösung. Auch nachdem diese Einträge rückgängig gemacht wurden, funktionierte es noch! Die wahre Fehlerursache konnte also nicht ermittelt werden – möglicherweise ist es lediglich eine Inkompatibilität mit Windows 7 gewesen.



Der Mikrocontroller wird mit 16 MHz getaktet. Das RC-Glied an Pin MCLR erlaubt den Anschluss eines Reset-Tasters. Pin RB0 ist der Eingang für S5 (ein Thermoschalter). An Pin T0CKI liegt das Nulldurchgangssignal für TMR0. Pin RB2 ist der DMX-Dateneingang und Pin RB5 der hier nicht verwendete Datenausgang.

Der Nulldurchgangs-Detektor ist mit dem Dual-Optokoppler ILD74 (IC4) realisiert, dessen antiparallel geschaltete Empfänger-LEDs über die Vorwiderstände R4 und R5 an der Netzspannung liegen. Bei jedem Nulldurchgang entsteht dank Pull-up-Widerstand R6 ein schmaler positiver Impuls.

Die Leistungsstufe besteht aus der Potentialtrennung durch den Opto-Triac MOC3023 (IC5), der den Leistungs-Triac BT139 (Tri1) ansteuert. Dieses Konzept entstammt einem Schaltungsvorschlag von Fairchild.

Die DMX-Adress-Auswahl wird mit drei BCD-Schaltern, vier Pull-up-Widerständen und zwölf Dioden realisiert. Die BCD-Schalter werden über drei Pins von IC1 gemultiplext; ihr Status kann so sequentiell eingelesen werden.

Als RS485-Treiber wird das IC MAX481CPA eingesetzt. Hinzu kommen noch ein vierpoliger DIP-Schalter und einige Widerstände. Nur der Datenempfang ist beschaltet.

Software Schritt für Schritt

Die Entwicklung der Dimmer-Software für den PIC erfolgte in mehreren Schritten:

Schritt 1. Der Code für die Abfrage der DMX-Kanal-Adresse steckt in einer Schleife, in der die Position der Taster erfasst und eine LED blinkend aktiviert wird, wenn eine ungültige Adresse festgestellt wird. Der gültige Adressbereich ist 1...512. Sobald dieser Teil funktioniert, wird er in ein Flowcode-Makro verpackt, das für das

Hauptprogramm nötig ist. Die Position der einzelnen BCD-Schalter wird ausgelesen, indem nacheinander ihre jeweilige gemeinsame Leitung auf Masse gelegt wird. Dann ergibt sich das zum jeweiligen Schalter gehörige Bit-Muster an den Pins von Port A.

Schritt 2. Der DMX-Receiver ist etwas anspruchsvoller, da hier neben der in Flowcode eingebauten RS232-Komponente auch etwas C-Code verwendet wird. Mit dem RS232-Makro-Aufruf wird die Baudrate des Empfängers (250 kbit/s) festgelegt und die serielle Hardware aktiviert. Der C-Code von **Bild 2** kümmert sich um die eintreffenden DMX-Daten und testet sie auf Fehler. Vereinfacht dargestellt ist das DMX-Datenformat so aufgebaut:

1. ein „Break“ der DMX-Leitung (1 ms),
2. ein „Start of Frame“ (0x00h für Dimmer) und
3. die aktuellen DMX-Kanal-Werte.

Insgesamt können bis zu 512 Bytes an Daten zusammen kommen, doch nicht jedes Gerät sendet an alle Kanäle.

Ein „Break“ auf der DMX-Leitung wird einfach durch Frame-Fehler der eintreffenden Daten erkannt (RCSTA = 0). Wenn keine Frame-Fehler mehr kommen, dann muss das nächste Daten-Byte ein „Start of Frame“ sein (0x00h). Andernfalls wird der Receiver resettet (DMX_STATE = 0) und auf einen weiteren „Break“ gewartet. Wurde ein „Start of Frame“ erkannt, wird der Zähler für den DMX-Kanal inkrementiert und DMX_STATE auf „1“ gesetzt. Wenn so die ausgewählte DMX-Adresse erreicht wurde, dann wird der Wert von RX_DATA an DMX_VALUE übergeben und DMX_STATE wieder auf „0“ gesetzt. Jetzt kann die Empfangs-Schleife neu gestartet werden.

Schritt 3. In der eigentlichen Dimmer-Software wird der TMR0-Overflow-Interrupt für den Nulldurchgang und die

Phasenanschnittsteuerung verwendet. Mit der Flowcode-Interrupt-Komponente wird der TMR0-Interrupt aktiviert. Dabei wird TMR0 als Interrupt-Quelle, TOCK1 als Taktquelle mit aufsteigender Flanke und der Vorteiler auf 1:1 gesetzt (siehe Screenshot in Bild 3). In einer C-Code-Komponente wird TMR0 mit dem Wert 0xFFh vorbesetzt, sodass ein Nulldurchgang sofort einen Overflow auslöst. Daraufhin wird das Makro „Fire_triack“ mit einer bedingten Verzweigung am Anfang aufgerufen. Bei Enable_trigger = 1 wird der Triack durchgeschaltet, Enable_trigger wieder gelöscht und TMR0 wird beim nächsten Nulldurchgang überlaufen. Bei Enable_trigger = 0 wird TMR0 mit einem passenden Wert geladen, sodass sich dann ein Overflow ereignet, wenn der Triack gezündet werden soll.

Schritt 4. Natürlich müssen die Werte für TMR0 erst berechnet werden. Bei einem Takt von 16 MHz errechnet sich ein realer Mikroprozessor-Zyklus zu $1 / 16 \text{ MHz} / 4 = 1 / 4 \text{ MHz} = 250 \text{ ns}$. Da der TMR0-Vorteiler auf 1:256 eingestellt ist, dauert ein Schritt des Timers $256 \times 250 \text{ ns} = 64 \mu\text{s}$. Maximal ergibt sich so bei einem 8-bit-Timer eine Zeit von $256 \times 64 \mu\text{s} = 16,38 \text{ ms}$. Das ist mehr als genug, da die Zeit zwischen zwei Nulldurchgängen bei 50-Hz-Netzfrequenz nur 10 ms beträgt. TMR0 muss für passende Intervalle mit einem Wert vorgeladen werden, der die Zeit bis zum Timer-Überlauf entsprechend verkürzt. Der gesuchte Wert errechnet sich zu $10 \text{ ms} / 64 \mu\text{s} = 156$. Für 10 ms muss also ein Wert von $256 - 156 = 100$ vorgeladen werden. Indem man zu diesem Wert den DMX-Wert addiert (genauer den halben DMX-Wert) erzeugt man den Wert, den man für eine bestimmte Helligkeit in TMR0 laden muss. Diese Berechnungen finden in einem weiteren C-Code-Element von Flowcode statt.

Schritt 5. Zum Schluss noch die Temperatur-Abschaltung: Diese Maßnahme verhindert Schäden durch zu hohe Temperaturen, da ein Thermoschalter bei etwa 60...80 °C ein Signal liefert. Die Software geht hier von einem Schließer aus. Bei einem Öffner muss man die Software anpassen.

Software-Struktur

Die mit Flowcode 4 für PIC erstellte Software ist wie immer kostenlos über die Elektor-Webseite zu diesem Artikel [2] erhältlich. Das Programm besteht aus drei Submakros: Das erste Makro liest die BCD-Schalter zur Bestimmung der DMX-Kanal-Adresse ein. Das zweite ist ein TMR0-Interrupt-Makro für die Nulldurchgänge und zur Ansteuerung des Triacs. Das dritte Makro trennt bei zu hoher Temperatur die Last vom Netz. Es wird nur dann aufgerufen, wenn ein Thermoschalter (S5, Schließer) zwischen RBO und +5 V angeschlossen ist und aktiv wird. Die BCD-Schalter werden am Anfang des Programms abgefragt. Von daher muss man den Dimmer resetten oder kurz ausschalten, wenn man die Kanal-Einstellung ändert.

Das Hauptprogramm bereitet zunächst die serielle Schnittstelle vor, indem eine Leseoperation stattfindet, bei der erhaltene Daten ignoriert werden. Anschließend wird der DMX-Kanal bestimmt und TMR0 initialisiert (ein Overflow-Interrupt konfiguriert). Der Eingang

```

DMX receiver in C code
// this C cod...
FCV_TEST = ...
Test for frame error
if RCSTA > 0?
No
Yes
if DMCS_ATE = ...?
No
Yes
C Code
// this C code will read a byte on dmxx line, and test for frame error and overrun of buffer
FCV_TEST = 0;
while (FCV_TEST == 0)
{
    FCV_DUMMY = ts_bit(pid, RCIF);
    if (FCV_DUMMY != 0)
    {
        FCV_DUMMY = ts_bit(rcsta, FERR);
        if (FCV_DUMMY != 0)
        {
            // there was a frame error - BRANE on dmxx line
            FCV_DUMMY = rcreg; // need to read the rcreg to clear FERR
            FCV_RCSTA = 0; // there was a BRANE on dmxx line
            FCV_TEST = 1; // set test variable
        }
        else
        {
            FCV_DUMMY = ts_bit(rcsta, OERR);
            if (FCV_DUMMY != 0)
            {
                // there was an overrun in data buffer
                or_bit(rcsta, CREN); // need to read the rcreg to clear error
            }
        }
    }
}
    
```

Bild 2. Der C-Code liest DMX-Daten, behandelt Frame-Fehler und Überläufe.

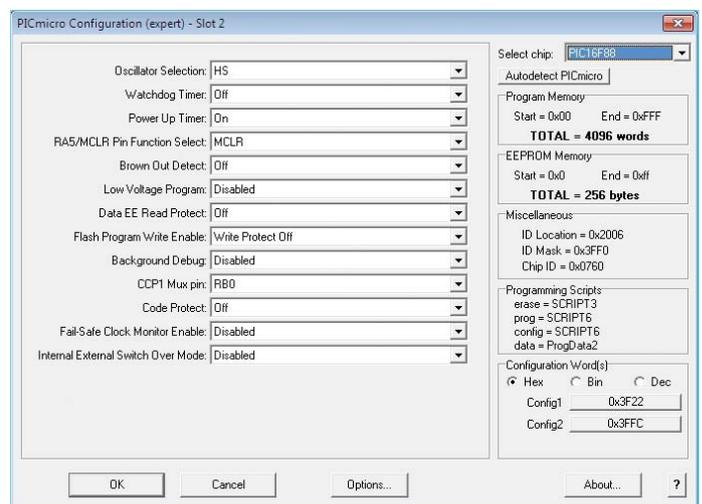


Bild 3. Konfiguration von TMR0-Interrupts mit Flowcode.

von Pin A4 wird so konfiguriert, dass der Zähler bei steigender Flanke inkrementiert wird. Dann wird TMR0 mit 0xFFh vorgeladen, damit bei der nächsten steigenden Flanke an Pin A4 (= Nulldurchgang) ein Overflow ausgelöst wird, der einen Interrupt nach sich zieht.

Nach diesen Vorarbeiten befindet sich das Programm in einer Endlos-Schleife. Hier findet die Abfrage von DMX-Daten statt. Dafür muss zunächst ein „Break“ auf der DMX-Leitung erkannt werden, indem in einer weiteren Schleife Frame-Fehler bei empfangenen Bytes detektiert werden. Bei Bytes ohne Frame-Fehler wird auf einen „Start of Frame“ getestet. Der für Dimmer passende Wert ist 0x00h. Wird ein SoF detektiert, müssen so lange empfangene Bytes gezählt werden, bis die eingestellte DMX-Adresse erreicht ist. Die empfangenen DMX-Daten werden dann in das vom TMR0-Makro verwendete Register kopiert. Das war’s auch schon. Ein Teil des Beschriebenen findet sich in Bild 3.

Im TMR0-Interrupt-Makro wird geprüft, ob ein Overflow als Folge eines Nulldurchgangs oder aber ein „normaler“ Overflow aufgrund eines Zeitablaufs aufgetreten ist. Nach einem Nulldurchgangs-

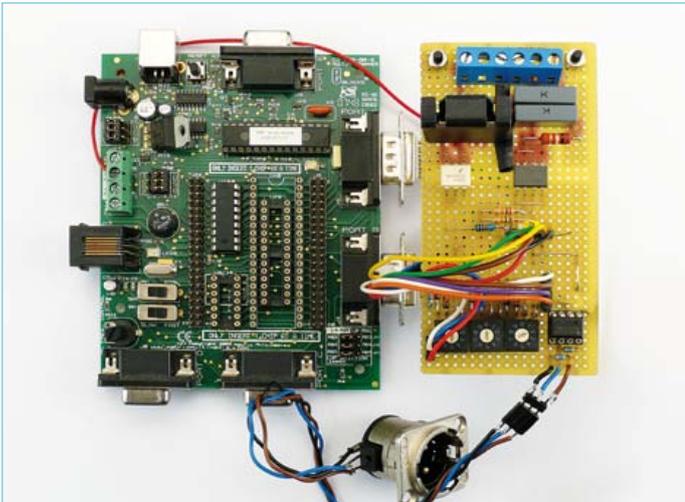


Bild 4. Experimenteller Aufbau des DMX-Dimmers. Die Platine ist mit einem E-blocks PIC MultiProgrammer verbunden.

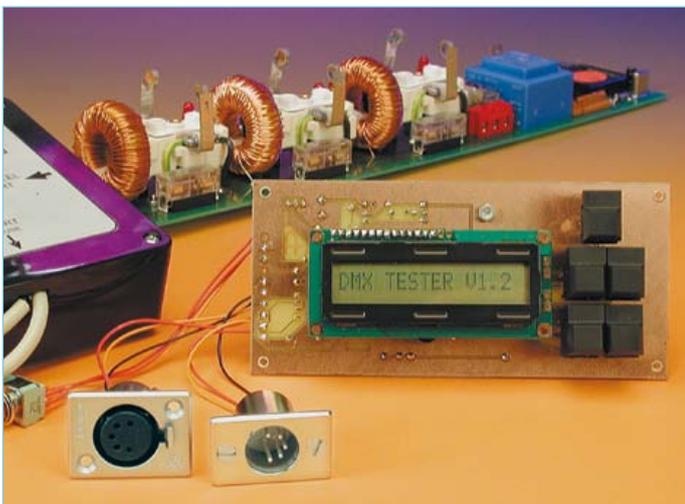


Bild 5. Der mobile DMX-Tester aus Elektor Juni 2002.

Interrupt ist TMR0 mit dem DMX-Wert entsprechend der vorigen Beschreibung belegt und der TMR0 wird erneut als normaler Timer gestartet. Der nächste Overflow sollte daher zur Zündung des Triacs führen. Es werden sogar drei konsekutive Trigger-Impulse für

den Triac generiert, damit dieser unter allen Umständen zündet. Anschließend wird TMR0 erneut gestartet, aber nun inkrementieren steigende Flanken an Pin A4 den Timer. Da er mit 0xFFh vorbelegt ist, reicht eine Flanke als Signal für den nächsten Nulldurchgang. Mehr ist in diesem Makro nicht enthalten.

Aufbau

Bild 4 zeigt den ersten Testaufbau. Die Experimentierplatine enthält den Nulldurchgang-Detektor, den Netzanschluss, das RS485-Interface und drei BCD-Schalter für die DMX-Kanal-Adresse. Über einen Sub-D-Steckverbinder ist zu Debugging-Zwecken eine LED an PB.3 angeschlossen. Die Platine und der MultiProgrammer EB006 [3] werden extern von einem Steckernetzteil versorgt, das bei 9 V rund 250 mA liefert.

Die Schaltung auf der Platine wurde für viele Experimente genutzt. Dabei wurden nicht immer PICs, sondern auch Mikrocontroller von Atmel und Anderes eingesetzt, da die Schaltung über Optokoppler komplett von Netz isoliert ist. Sie ist so einfach, dass für dieses Projekt keine extra Platine erstellt wurde.

Die Dimmer-Elektronik ist über neunpolige Sub-D-Steckverbinder mit einem E-blocks PIC MultiProgrammer gekoppelt (Port A und Port B). Der schon erwähnte mobile DMX-Tester von Elektor ist in **Bild 5** zu sehen.

Das Gehäuse richtet sich in erster Linie nach dem Einsatzort des DMX-Dimmers. In geschlossenen Räumen muss es nicht unbedingt ein wasserdichtes Gehäuse der Klasse IP65 sein, doch im Freien ist so ein Gehäuse zwingend notwendig. Selbstverständlich gilt es, alle relevanten Sicherheitsrichtlinien bei der Verdrahtung und dem Einbau zu beachten, denn Netzspannung ist nicht ganz ungefährlich.

(080395)

Weblinks

[1] Mobiler DMX-Tester, Elektor Juni 2002, www.elektor.de/010203

[2] www.elektor.de/080395

[3] www.elektor.de/e-blocks

Über den Autor

Per Stegelmann (44) ist ein dänischer Elektroniker, der sich professionell mit dem Bau und der Reparatur von Testgeräten für die Produktion von Hörgeräten beschäftigt. Er schreibt: „Als mich ein Kollege fragte, ob ich schon mal ein grafisches Tool für die Programmierung von Mikrocontrollern gesehen hätte, das mit Icons etc. funktioniert, zeigte er mir eine Demoversion von Flowcode, der Entwicklungs-Software für E-blocks. Ich probierte das Tool aus und war sofort fasziniert. Eine ganz neue Art und Weise der Code-Erstellung für mich. Ich hatte zwar schon einige Erfahrung mit Assembler und der Programmierung in C, aber so etwas war mir noch nicht unter gekommen. Ich hatte zuvor bereits Werbung für Flowcode gesehen, war bis dahin aber der Meinung, dass damit kein guter Code erstellt werden könnte. Doch ich hatte mich getäuscht. Flowcode produziert guten Code und insbesondere die Dokumentation wurde zum Kinderspiel: Ich brauchte nur noch die Flussdiagramme auszudrucken! Ich kaufte mir also eine Lizenz und einen passenden E-blocks PIC MultiProgrammer. Kurze Zeit später hatte ich damit schon mein erstes Projekt realisiert.“

Hexadoku

Sudoku für Elektroniker

Vielleicht möchten Sie einmal nicht an die Elektronik denken und etwas zu Ruhe kommen? Dann ist unser Hexadoku ein hervorragendes Mittelchen, dessen Wirkung überdies einige Stunden anhält. Setzen Sie sich einfach mal davor, Sie werden es schnell spüren... Und wer uns dann noch die Zahlen in den grauen Kästchen zusendet, kann einen von vier Gutscheinen gewinnen!

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

durch die dickeren schwarzen Linien) **genau einmal** vorkommen. Einige Zahlen sind bereits eingetragen, was die Ausgangssituation des Rätsels bestimmt.

Wer das Rätsel löst - sprich die Zahlen in den grauen Kästchen herausfindet - kann wie jeden Monat einen Hauptpreis oder einen von drei Trostpreisen gewinnen!

Mitmachen und gewinnen!

Unter allen internationalen Einsendern mit der richtigen Lösung verlosen wir einen **ELEKTOR-Gutschein** im Wert von 100 € und drei **ELEKTOR-Gutscheine** im Wert von je 50 €.

Einsenden

Schicken Sie die Lösung (die Zahlen in den grauen Kästchen) per E-Mail, Fax oder Post an:
 Elektor – Redaktion Süsterfeldstr. 25 52072 Aachen
 Fax: 0241 / 88 909-77 E-Mail: hexadoku@elektor.de
 Als Betreff bitte nur die Ziffern der Lösung angeben!
 Einsendeschluss ist der 31. Mai 2011!

Die Gewinner des Hexadokus aus dem Märzheft stehen fest!

Die richtige Lösung ist: 9302F.

Die PSoC5 FirstTouch Starterkits gehen an: Larry Burns, Benjamin F. Creech, Jean-Pierre Demangeon, Simon Eichinger, Alex Lo Furno, Lars-Göran Göransson, A. van Maris, Alfonso Carrillo Morales, Ron Ware und Edgar Wolff.

Herzlichen Glückwunsch!

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

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

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



Speicher-Oszilloskop Tektronix 564 (1963)



Von Jan Buiting (Elektor UK/US)

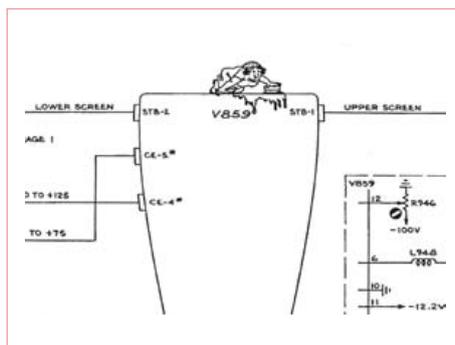
Es darf sich keiner für einen Elektronik-Veteranen halten, der nicht auf Anhieb ein Oszilloskop aus der 500er-Serie von Tektronix erkennt. Diese Arbeitstiere im hellblauen Gehäuse waren dereinst fast zwei Jahrzehnte lang in nahezu jedem Elektronik-Labor anzutreffen, ehe sie durch transistorisierte Nachfolgemodelle ersetzt wurden. Einige (ältere) Zeitgenossen bedauern das noch heute. Eine

Webseite, die speziell den Röhren-Scopes von Tektronix gewidmet ist, verbannte sogar den Terminus „Transistor“ – er taucht nur einmal in der verstümmelten Form „trnsstr“ auf.

Es ist einleuchtend, warum die Tek-500-Serie solche nostalgischen Gefühle an frühere Uni- und Laborzeiten triggert: Im Vergleich zu heutigen Messgeräten mit profaner Plastikhülle, Plastikknöpfen und kryptischer Textanzeige ist so ein Tek von urtümlicher Solidität. Hinzu kommt das stattliche Gewicht von gut 13,8 kg, das Rauschen des (nicht immer vorhandenen) Lüfters und die absolut scharfe Anzeige. Nicht zu vergessen: Die berühmten Einschübe und das gute taktile Feedback der großen Drehknöpfe. All das hinterließ einen bleibenden Eindruck.

In den 1970ern und 1980ern hatte ich ein Tek 535 mit (so erinnere ich mich) einem Zweikanal-Einschub. Verglichen mit dem Equipment meiner Freunde hatte es eine so große Bandbreite, dass ich es mit dem Auto meines Vaters zu allen möglichen Gelegenheiten durchs Land fahren musste, um komplexere Messungen durchzuführen und schwer fassbare Fehler einzukreisen, die sich in Elektor-Projekten häufiger mit CMOS-ICs ergaben. Außerdem heizte ich damit mein kleines Labor auf dem Dachboden. Bei einem Kanal schaffte ich es die ganze Zeit nicht, die Vertikalablenkung stabil zu bekommen, obwohl ich die Röhren im Einschub tauschte. In diesem Zusammenhang sah ich übrigens zum ersten Mal einen Nuvistor [1] und vergoldete Kontakte. Apropos Kontakte: Die Lötstellen der meisten Teile und Leitungen in der Tek-Serie 500 wurden zwecks längerer Haltbarkeit mit einem Lot durchgeführt, das 3% Silber enthielt. In der Hochspannungsversorgung befand sich eine Kunststoffrolle mit Reserve-Silberlot für Reparaturzwecke. Als ich so Ende 20 war, bat ich Tektronix in meinem besten Amerikanisch um etwas Ersatzlot. Nach etwa zwei Monaten erhielt ich ein Päckchen mit zwei Rollen Silberlot aus der europäischen Fabrik von Tektronix auf der Kanalinsel Guernsey. Dabei war ein Anschreiben mit Ratschlägen für das Lötens sowie zwei „revision notes“. Meine Mutter sprach von einem Wunder und dass „die Tommies immer voller Humor“ seien. Meiner Meinung nach war das schlicht Kundenfreundlichkeit.

Laut Handbuch konnte man die Einschübe wechseln, ohne das Gerät vorher auszuschalten. Hot-Plugging ist also keine neue Erfindung. Ich habe mich allerdings nie getraut, das auszuprobieren, denn ich wollte es nicht riskieren, mein kostbares 535 zu beschädigen





und mir ein anderes Oszilloskop für dessen Reparatur ausleihen zu müssen. Nach über zehn Jahren der regelmäßigen Verwendung verkaufte ich es – mit Gewinn.

Das hier abgebildete Modell 564 ist gegenüber meinem 535 schon fast ein leichtgewichtiger Zwerg. Ich bekam es letzten Herbst von einem Nachbarn im Tausch gegen einen Korb Pflaumen. Das Gerät musste unter einem Berg an eingemotteten Haushaltsgütern und Möbeln im Keller der Eltern des Nachbarn ausgegraben werden. An Einschüben war es mit der Zeitbasis 2B67 und dem Zweistrahl-Verstärker 3A6 bestückt. Nach erster Entstaubung, Säuberung und vorsichtiger Inbetriebnahme entschied ich mich, zunächst im Internet nach alten Tektronix-Unterlagen zu forschen. Zu meiner Freude stieß ich auf eine Anleitung zur gründlichen Reinigung, die von einem Tektronix-Service-Center verfasst war. Bemerkenswerter Weise wurde da die Reinigung mit warmem destilliertem Wasser und Glasreiniger für Laborbedarf empfohlen, da die kritischen Teile in Kunststoff eingegossen sind. Die Anleitung stammte vom Ende der 1970er Jahre und bezog sich auf die neuere 7000-Serie mit „trnsstrs“ und sogar ICs [2]. Der kritische Punkt ist auch nicht das Waschen selbst, sondern das kontrollierte Trocknen des Geräts in einem Ofen über 24 Stunden bei niedriger Temperatur. Tek meinte trocken: *Stecken Sie das Instrument (mit installierten gewaschenen Einschüben) in den Ofen und trocknen Sie es für mindestens 24 Stunden (ein Ofen ist der perfekte Aufbewahrungsort, bis das Teil für weitere Arbeiten gebraucht wird. Längeres Trocknen ist o.k.)*. Nach dem Waschen und Trocknen kommt das Einfetten von Schaltern, Knöpfen und Motoren mit Hilfe des „Tektronix Lubrication kit p/n 003-0342-01“ - typisch Tek. Mir erschien es sinnvoller, mein Auto zu waschen.

Das Öffnen des Gehäuses eines mit Röhren bestückten Tektronix-Oszilloskops ist für Elektroniker das Gleiche wie für Auto-Fans das Öffnen der Motorhaube eines amerikanischen Autos aus den 1930er Jahren. Die beiden gelochten Seitenwände können durch das Lösen von nur zwei Schrauben entfernt werden. Das Auge erblickt ein Dutzend Röhren, Staub und aufgedruckte Patent-Nummern, wobei die Nase den typischen Geruch alter US-Elektronik erfasst. Manchmal stecken in den Einschüben mehr Röhren und „trnsstrs“ als im Rest des Geräts. Bei meinem „neuen“ 564 arbeitete ein Kanal gut. Es handelt sich um ein Speicheroszilloskop ohne RAM. Stattdessen ermöglichten Features wie „flood guns“ und Kollimationselektroden in der Bildröhren-Spezialanfertigung eine einfache Form von Bildspeicher. Wenn man ein angezeigtes Signal „einfrieren“ möchte, schaltet man auf

„STORE“ und drückt den daneben liegenden „INTEGRATE“-Knopf. Dann bleibt ein nicht allzu scharfes Bild erhalten, und das für mindestens eine Stunde, wie Tek behauptet. Mein Exemplar kam immerhin noch auf eine viertel Stunde, bevor das Bild komplett verschwand. Da Kalibration nicht half, habe ich vor, nach Oregon zu schreiben und um eine Austauschröhre und etwas Silberlot zu bitten. ;-)

Man löscht gespeicherte Bilder, indem der Schalter auf „ERASE“ gestellt wird, wodurch der Bildschirm hell aufblitzt. Ein gespeichertes Signal taugt für Vergleichszwecke mit einem aktuellen Signal oder aber für die Fotografie des Bildschirms. Letzteres wird im Handbuch zum 564 ausführlich beschrieben.

Ehemalige Tektronix-Mitarbeiter erzählen gerne Geschichten wie die, dass viel Post aus weniger entwickelten Teilen der Welt mit „Tektronix Inc., Portland, Oregon, USA, VERTICAL“ adressiert war und dennoch ankam...

Das 564er-Handbuch ist ein typisches US-Ingenieursprodukt aus den 1960er Jahren: ausführlich, verständlich, nett illustriert und mit kompletter Funktionsbeschreibung, Wartungs- und Reparaturanleitung. So etwas hatte ich erwartet - doch plötzlich auf der allerletzten Seite sieht man eine Putzfrau den Bildschirm reinigen. Typischer Ingenieurshumor. Auf der Webseite ClassicTek.org findet sich noch mehr Humoristisches: ein „7A26 Cowboy“, der „184 Disabled Man“ und der „502 Mountain Climber“. Meine Mutter lag also irgendwie doch richtig, auch wenn es sich (wenn überhaupt) um schon vor langer Zeit ausgewanderte „Tommies“ handelt...

(100920)

Weblinks

- [1] <http://de.wikipedia.org/wiki/Nuvistor>
- [2] www.classictek.org
- [3] www.r-type.org/exhib/aaa0273.htm

Beachtenswert

Tektronix-Oszilloskop-Museum:

www.chiark.greenend.org.uk/scopes/tek.html

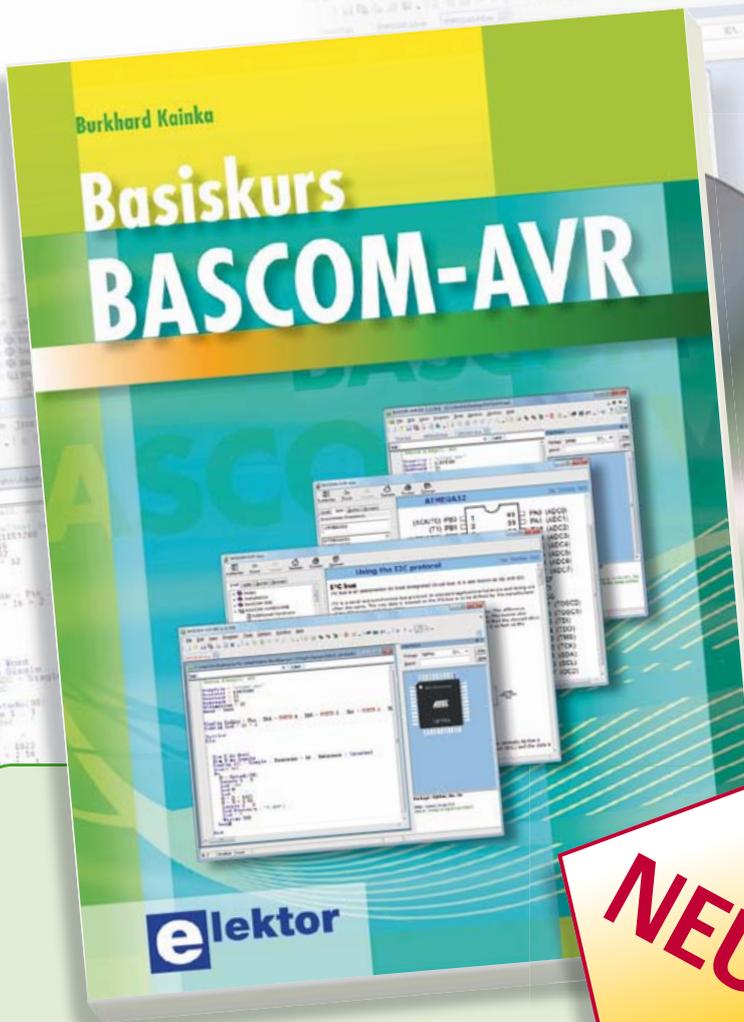
BarryTech: www.barrytech.com/tektronix/vintage/tekvintage.html

Tektronix-Museum: <http://tekmuseum.ebaman.com/main.html#tline>

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

Starke Stücke

Die ganze Welt der Elektronik in einem Shop!



NEU!

Von Top-Autor und Entwickler Burkhard Kainka

Basiskurs BASCOM-AVR

BASCOM und AVR-Controller sind ein starkes Team! Was immer man entwickeln möchte, meist hat ein ATmega schon das Wichtigste an Board: Ports, Timer, AD-Wandler, PWM-Ausgänge und serielle Schnittstelle, RAM, Flash-ROM und EEPROM, alles ist reichlich vorhanden. Und BASCOM macht die Anwendung zu einem Kinderspiel. Auch komplexe Peripherie wie LCD, RC5 und I²C lassen sich mit wenigen Befehlen nutzen. Die Hardware-Basis ist breit. Ganz gleich, ob Sie das STK500 von ATMEL verwenden, das ATM18 oder ein eigenes Board, mit den Beispielen aus diesem Buch können Sie gleich praktische Übungen starten. Für sehr kleine Aufgaben werden Controller aus der ATtiny-Serie verwendet. So lassen sich eigene Projekte mit geringen Kosten und wenig Zeitaufwand umsetzen. Dem Buch liegt eine Software-CD mit Beispielprogrammen bei.

223 Seiten (kart.) • inkl. CD-ROM • ISBN 978-3-89576-238-3 • € 39,80 • CHF 54,20



Topseller

EMIFARE und kontaktlose Smartcards angewandt

RFID

MIFARE ist die weltweit meistgenutzte RFID-Technologie. Dieses neue Buch bietet einen praxisorientierten und umfassenden Einstieg in diese Technologie. Die einleitenden Kapitel behandeln u. a. die physikalischen Grundlagen, die relevanten Normen, das RFID-Antennendesign, die Sicherheitsaspekte und die Kryptografie. Das vollständige Hardware- und Softwaredesign eines Readers ist ausführlich beschrieben.

464 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-219-2
€ 56,00 • CHF 76,20

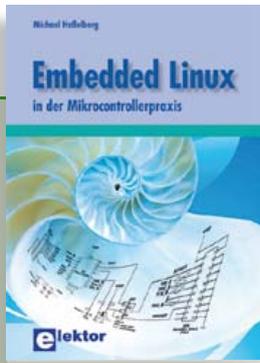


Mikrocontroller selber programmieren

Das MSP430 Mikrocontroller Buch

Moderne Mikrocontroller werden immer leistungsfähiger und können vielfältige Aufgaben übernehmen, für die vor wenigen Jahren noch ein kompletter Computer nötig gewesen wäre. Dieses Buch eröffnet einen schrittweisen Einstieg in die Welt der Mikrocontrollerprogrammierung und führt mit ausführlichen Anwendungsbeispielen in die Fähigkeiten dieser außergewöhnlichen Prozessorfamilie ein.

296 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-236-9
€ 42,00 • CHF 57,20

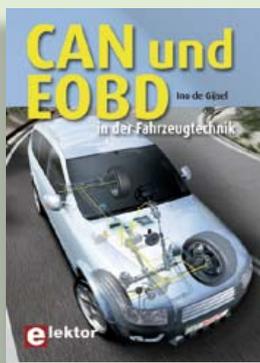


Linux goes Embedded

Embedded Linux in der Mikrocontrollertechnik

Linux auf dem Desktop – das ist heute leicht und einfach möglich. Embedded Linux ebenso, auch wenn es kompliziert erscheint. Dieses Buch gibt allen Interessierten Hilfestellung, die Linux auf einer Embedded-Plattform installieren und nutzen möchten. Das im Buch vorgestellte System arbeitet mit der Toshiba-ARM9-Familie.

304 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-208-6
€ 44,00 • CHF 59,90



Professionelle Kfz-Fehlerdiagnose

CAN und EOBD in der Fahrzeugtechnik

In diesem Buch werden Funktion und Aufbau des CAN-Protokolls sowohl im Hard- als auch im Software-Bereich ausführlich beschrieben. Dabei kommen die damit verbundenen Themen wie „Aufbau eines CAN-Berichtes“, „Prioritätsregelung“ und „physikalische Verbindung“ nicht zu kurz. Neben dem CAN-Bus ist EOBD-via-CAN ein vorherrschendes Thema. Wie funktioniert EOBD und welche diagnostischen Gegebenheiten sind mithilfe eines Diagnostesters zugänglich?

275 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-242-0
€ 39,00 • CHF 53,10



Callbacks, Fließkommafunktionen und BCD-Arithmetik

Systemprogrammierung II für AVR-Mikrocontroller

Mit jeder neuen Controllergeneration nimmt die Anzahl der bereitgestellten Interrupts zu. Eine Möglichkeit Interrupts zu organisieren, um dieser Zunahme Herr zu werden, nämlich der Einsatz von Callbacks und Callback Chains, wird im ersten Teil des Buches vorgestellt. Es folgt die Ergänzung und Erweiterung der Fließkommaarithmetik aus dem ersten Buch der Reihe „Systemprogrammierung“ mit den wichtigsten mathematischen Funktionen.

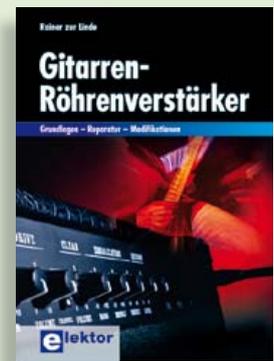
319 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-243-7
€ 42,00 • CHF 57,20



Statische Datenstrukturen – vom Bit zur mehrdimensionalen Tabelle
AVR-Programmierung 2

Das zweite Buch der Reihe zur Programmierung von AVR-Mikrocontrollern ist den statischen Datenstrukturen gewidmet. Dazu zählen die ein- und zweidimensionalen Tabellen. Breiter Raum ist aber auch den Datenstrukturen mit Bits gegeben, die nicht nur auf klassische Weise zur Implementierung von Mengen, sondern sogar zur Realisierung von Methoden der Graphentheorie eingesetzt werden.

332 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-230-7
€ 46,00 • CHF 62,60



Grundlagen – Reparatur – Modifikationen
Gitarren-Röhrenverstärker

Obwohl subjektive Qualitätskriterien für „guten Sound“ rational kaum fassbar sind, sind die technischen Zusammenhänge eindeutig. Dieses Buch deckt diese Zusammenhänge in Theorie und Praxis auf. Es richtet sich an den technisch ambitionierten Musiker ebenso wie an denjenigen, der sich mit dieser außerordentlich interessanten Verstärkertechnik näher befassen möchte. Neben unverzichtbaren Funktionsbeschreibungen findet der Leser Anleitungen zur Fehlersuche und Instandsetzungstechnik.

253 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-241-3
€ 42,00 • CHF 57,20

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

www.elektor.de

Elektor-Verlag GmbH

Süsterfeldstr. 25

52072 Aachen

Tel. +49 (0)241 88 909-0

Fax +49 (0)241 88 909-77

E-Mail: bestellung@elektor.de

elektor

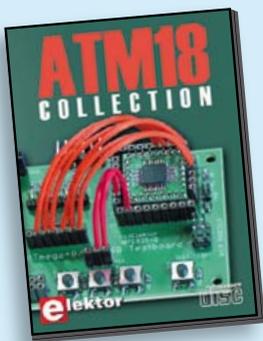


Kompletter Elektor-Jahrgang 2010 auf DVD

Elektor-DVD 2010

Die neue Elektor-Jahrgangs-DVD enthält alle Artikel des Jahrgangs 2010. Sie verfügt über eine sehr übersichtlich gestaltete Benutzeroberfläche. Mit der Elektor-DVD 2010 können Sie: Platinenlayouts in perfekter Qualität drucken; diese Layouts mit einem Zeichenprogramm verändern; die Schnellsuchfunktion benutzen, mit der Sie in den einzelnen Artikeln oder im ganzen Jahrgang nach Wörtern, Bauteilen oder Titeln suchen können; Schaltbilder, Platinenlayouts, Illustrationen, Fotos und Texte exportieren.

ISBN 978-90-5381-267-9 • € 27,50 • CHF 37,40



Mikrocontroller-Programmierung leicht gemacht

ATM18-Collection

Diese CD-ROM enthält Artikel der populären Elektor-Serie „CC2-AVR-Projekt“ mit mehr als 25 Projekten mit dem ATM18-Board inkl. der benötigten Software und Platinenlayouts sowie weiteren Zusatzinformationen. Des Weiteren umfasst die CD auch den kompletten 6-teiligen Elektor-BASCOM-AVR-Kurs.

ISBN 978-0-905705-92-7 • € 29,50 • CHF 40,20



Topseller

Pico C

(Elektor April 2011)

HF-Entwickler müssen häufig parasitäre Kapazitäten im Picofarad-Bereich aufspüren. Leider werden auch bessere Digitalmultimeter ziemlich unpräzise, wenn es um das Messen solch kleiner Kapazitäten geht. Gewöhnlich liegt der kleinste Messbereich bei 2.000 pF! Mit dem „Pico C“ klappt das Messen besser, er zeigt die Picofarads sogar mit Nachkommastelle an!

Bausatz mit allen Bauteilen inkl. 'Elektor Project Case', Platine, progr. Controller und LCD

Art.-Nr. 100823-71 • € 82,50 • CHF 112,20



NEU!

OBD-2-Wireless

(Elektor April 2011)

Die preiswerteste Lösung für die Autodiagnose ist ein OBD-2-Interface zum Anschluss an einen Notebook/PC mit Diagnosesoftware. Allerdings ist eine solche Kabellösung nicht wirklich praktisch. Ein autonomer OBD-Tester ist hingegen wesentlich teurer und nicht so vielseitig wie eine PC-gestützte Diagnose. Eine interessante Alternative ist dieses kabellose OBD-Interface mit Funkverbindung zum PC (via ZigBee oder Bluetooth).

(ZigBee-)Bausatz mit allen Bauteilen inkl. Gehäuse + ZigBee-USB-Stick

Art.-Nr. 100872-71 • € 139,95 • CHF 190,40

(Bluetooth-)Bausatz mit allen Bauteilen inkl. Gehäuse

Art.-Nr. 100872-72 • € 139,95 • CHF 190,40



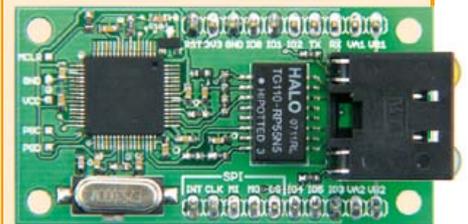
SatFinder

(Elektor März 2010)

Wer regelmäßig eine Satellitenschüssel neu ausrichten muss (zum Beispiel, wenn ein Camper oder ein Boot damit ausgestattet ist), steht immer vor dem Problem, die jeweilige Satellitenposition zu ermitteln. Der GPS-basierte SatFinder verfügt über eine Datenbank mit den beliebtesten TV-Satelliten und berechnet mit Hilfe der GPS-Standortdaten alles, was man zum Ausrichten der Antenne auf den Satelliten braucht.

Bausatz inkl. progr. Controller, Display und Platine (europäische Version)

Art.-Nr. 100699-71 • € 79,95 • CHF 108,80



Netzer

(Elektor Dezember 2010)

Diese Schaltung ist rund um einen PIC 18-Controller aufgebaut, der mit einem integrierten Ethernet-Transceiver ausgestattet ist. Die frei erhältliche C-Software-bibliothek zur Implementierung des TCP/IP-Stacks wurde noch um einige Funktionen erweitert. Außerdem gehört zu diesem Projekt noch ein µC-Webserver, der Zustände an den Pins signalisieren und ändern kann, womit sich über das Internet schalten und walten lässt. Darüber hinaus lässt sich das Modul aber auch als „NetzwerkModem“ für einen anderen Controller nutzen. Für fortgeschrittene User gibt's SPI-Kommunikation, PoE und mehr.

Bestückte und getestete Platine

Art.-Nr. 100552-91 • € 59,95 • CHF 81,60

Mai 2011 (Nr. 485) €

+++ Das Lieferprogramm zu dieser Ausgabe finden Sie auf www.elektor.de +++

April 2011 (Nr. 484)

Pico C

- 100823-1 Platine 9,95
- 100823-41 Progr. Controller ATtiny2313-20PU 9,95
- 100823-71 Bausatz mit allen Bauteilen inkl. 'Elektor Project Case',
Platine, progr. Controller und LCD 82,50

OBD-2-Wireless

- 100872-71 (ZigBee-)Bausatz mit allen Bauteilen
inkl. Gehäuse + ZigBee-USB-Stick 139,95
- 100872-72 (Bluetooth-)Bausatz mit allen Bauteilen
inkl. Gehäuse 139,95

GPIB/USB-Konverter

- 080068-91 Bestückte und getestete Controller-Platine 72,00

Gitarre für Multi-Effektgerät

- 100923-1 Platine 7,95

RS-485-Kommunikation mit ATM18

- 071035-72 Bausatz mit Relais-Platine
inkl. allen Bauteilen und Relais 49,95
- 071035-91 SMD-bestückte Platine mit allen Bauteilen
(ATM18-Controllermodul) 12,50
- 071035-92 SMD-bestückte Platine mit allen Bauteilen
(ATM18-Testboard) 37,50
- 071035-93 SMD-bestücktes LCD-Board mit allen Bauteilen
und Stiftleisten inkl. 4x20-LCD 29,95
- 071035-95 SMD-bestückte Porterweiterungs-Platine 16,95
- 080213-71 USB/TTL-Konverterkabel 5 V 24,50

Asteroids & E-blocks

- EB014 Tastatur 23,45
- EB058 Grafisches LCD 93,00
- EB655S14 dsPIC/PIC24-Bundle (Starterkit Professional) 386,75
- TEDSSI4 Flowcode 4 für dsPIC/PIC24 (Professional-Version) 234,50

Höhenmesser für Modellraketen

- 100418-41 Progr. Controller PIC16F88-E/SO (SOIC-18) 9,95

März 2011 (Nr. 483)

SatFinder

- 100699-1 Platine 12,95
- 100699-41 Progr. Controller ATMEGA8A-PU (europäische Version) ... 9,95
- 100699-71 Bausatz inkl. progr. Controller, Display und Platine
(europäische Version) 79,95

Zweifache lineare Stromversorgung für Flugmodelle

- 081064-1 Platine 16,95

Eine Lichterkette mit 160 RGB-LEDs

- 071035-91 SMD-bestückte Platine mit allen Bauteilen
(ATM18-Controllermodul) 12,50
- 071035-92 SMD-bestückte Platine mit allen Bauteilen
(ATM18-Testboard) 37,50
- 071035-93 SMD-bestücktes LCD-Board mit allen Bauteilen
und Stiftleisten inkl. 4x20-LCD 29,95
- 100743-1 Platine 12,90

Februar 2011 (Nr. 482)

Wecken mit Licht

- 080850-1 Platine 32,50
- 080850-41 Prog. ATmega168-20PU 9,95

Mini-Webserver mit BASCOM-AVR

- 090773-91 Minimod 18: SMD-bestückte Platine
inkl. vorprogr. Controller mit Bootloader 62,95

Ultimative Morsetaste(n)

- 100087-41 Prog. PIC16F688-I/P 9,95

TimeClick

- 100371-1 Platine 64,75
- 100371-41 Prog. ATtiny861-20SU 11,95

Telefon/VoIP-Adapter mit Linux

- 100761-1 Platine 9,15
- 100761-41 Prog. PIC18F2550-I/SO 15,00

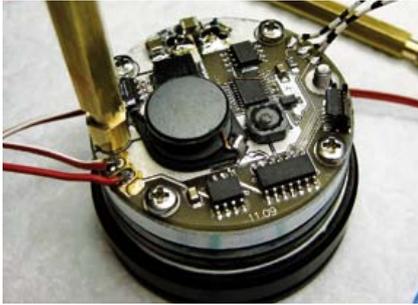
Bestseller

Bücher	1 RFID ISBN 978-3-89576-219-2 € 56,00 CHF 76,20	
	2 Das MSP430 Mikrocontroller Buch ISBN 978-3-89576-236-9 € 42,00 CHF 57,20	
	3 Embedded Linux in der Mikrocontrollertechnik ISBN 978-3-89576-208-6 € 44,00 CHF 59,90	
	4 Systemprogrammierung II für AVR-Mikrocontroller ISBN 978-3-89576-243-7 € 42,00 CHF 57,20	
	5 AVR-Programmierung 2 ISBN 978-3-89576-230-7 € 46,00 CHF 62,60	
Bausätze & Module	CD- & DVD-ROMs	1 ECD 6 ISBN 978-90-5381-258-7 € 29,50 CHF 40,20
		2 Elektor-DVD 2010 ISBN 978-90-5381-267-9 € 27,50 CHF 37,40
		3 The Audio Collection 3 ISBN 978-90-5381-263-1 € 21,50 CHF 29,30
		4 Wireless-Toolbox ISBN 978-90-5381-268-6 € 32,50 CHF 44,20
		5 The Power Supply Collection 1 ISBN 978-90-5381-265-5 € 21,50 CHF 29,30
	1 Pico C Art.-Nr. 100823-71 € 82,50 ... CHF 112,20	
	2 OBD-2-Wireless (Bluetooth) Art.-Nr. 100872-72 € 139,95 ... CHF 190,40	
	3 SatFinder Art.-Nr. 100699-71 € 79,95 ... CHF 108,80	
	4 Netzer Art.-Nr. 100552-91 € 59,95 CHF 81,60	
	5 Bluetooth für OBD-2-Analysen NG Art.-Nr. 090918-71 € 29,95 CHF 40,80	

Bestellen Sie jetzt einfach und bequem online unter www.elektor.de/shop oder mit der portofreien Bestellkarte am Heftende!



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



LED-Fahrradscheinwerfer

Käufliche Fahrradlampen sind für Fahrten auf unbeleuchteten Wegen allesamt zu schwach. Die vorgestellte Lampe zeigt, was mit etwas zeitgemäßer Elektronik möglich ist: Cree-LEDs sorgen für etwa 600 Lumen, wobei ein „Abblenden“ bei Gegenverkehr durch Knopfdruck schnell möglich ist. Den Strom liefern Lithiumzellen mit 2,2 Ah. Die Ladeschaltung ist integriert, ein Mikrocontroller übernimmt die Helligkeitsteuerung und das Lademanagement. Zur Bedienung genügt ein einziger Taster.



GPS-Tracker mit ATM18

Das vielseitige ATM18-Board wird noch vielseitiger: Durch die Verbindung mit einem GM862-GPS-Modul erschließt sich eine ganz neue Welt an Möglichkeiten, da dieses Modul sowohl einen GPS-Empfänger als auch ein GPS-Modem enthält. Damit bringt es alle Voraussetzungen zur Realisierung eines GPS-Trackers mit, der als kleines „Extra“ durch einen Identifikationscode darüber informiert, mit welchen Mobilfunkstationen er in Verbindung steht.



Android auf einem BeagleBoard

Obwohl das Open-Source-Betriebssystem Android eigentlich für Handys entwickelt wurde, lässt es sich auch für andere Hardware verwenden, wie diverse auf Android basierende iPad-Alternativen zeigen. Im nächsten Heft zeigen wir, dass sich Android sogar auf ein Mikrocontroller-Board portieren lässt. Es handelt sich dabei um ein Beagle Board mit einem Low-Power-ARM-Prozessor von TI. Außerdem befassen wir uns auch mit der Entwicklung eigener Anwendungen für Android.

Elektronik Mai erscheint am 18.05.2011.

Elektronik gibt es im Bahnhofsbuchhandel, Elektronik-Fachhandel, an ausgewählten Kiosken und garantiert beim Presse-Fachhändler. Sie können Elektronik auch direkt bei www.elektor.de bestellen.

Änderungen vorbehalten!



Abo-Service: Marleen Brouwer
E-Mail: abo@elektor.de

Bestellannahme und Bestellservice: Peter Custers
E-Mail: bestellung@elektor.de
Tel. +49 241 88 909-66

Geschäftszeiten
Montag – Donnerstag von 08:30 bis 17:00 Uhr
Freitag von 08:30 bis 12:30 Uhr
Tel. +49 241 88 909-0
Fax +49 241 88 909-77

Unser Kundenservice berät Sie bei allen Fragen zu Bestellungen, Lieferterminen und Abonnements. Änderungen, Reklamationen oder besondere Wünsche (wie z. B. Geschenkabonnement) richten Sie ebenfalls an den Kundenservice. Vergessen Sie bitte nicht, Ihre Kundennummer anzugeben – falls vorhanden.

Einzelheft

Deutschland	€ 7,40
Österreich, Belgien, Luxemburg	€ 8,20
Schweiz	CHF 14,30

Jahresabonnement-Standard

Deutschland	€ 77,50
Österreich, Belgien, Luxemburg	€ 84,50
Schweiz	€ 97,50
Andere Länder	€ 102,50

Jahresabonnement-PLUS

Deutschland	€ 95,00
Österreich, Belgien, Luxemburg	€ 102,00
Schweiz	€ 115,00
Andere Länder	€ 120,00

Probeabonnement

Alle Länder (zzgl. Porto)	€ 14,90
---------------------------	---------

Studentenabo-Standard

Deutschland	€ 62,00
Österreich	€ 67,60
Schweiz	€ 78,00

Studentenabo-PLUS

Deutschland	€ 79,50
Österreich	€ 85,10
Schweiz	€ 95,50

Upgrade zum Abo-PLUS

Alle Länder	€ 17,50
-------------	---------

Jahres- und Studentenabonnements (11 Hefte) dauern immer 1 Jahr und verlängern sich automatisch um weitere 12 Monate, wenn nicht spätestens 2 Monate vor Ablauf schriftlich gekündigt wird.

Änderungen und Irrtümer vorbehalten.

Bankverbindungen

Commerzbank Aachen
Konto 1 201 102 (BLZ 390 400 13)
IBAN: DE89 3904 0013 0120 1102 00
BIC: COBADEFFXXX

Postgiro Köln
Konto 229 744-507 (BLZ 370 100 50)
IBAN: DE17 3701 0050 0229 7445 07
BIC: PBNKDEFF

Elektor-PCB-Service

Die Adresse für Platinen, Prototypen und Multilayer

Möchten Sie Ihre selbst entworfene Platine schnell und zuverlässig geliefert bekommen? In Kleinserie und dabei zu einem unschlagbar günstigen Preis? Bestellen Sie jetzt Ihre individuelle Platine beim Elektor-PCB-Service!



Überzeugen Sie sich selbst vom Elektor-Leiterplatten-Service – jetzt unter

www.elektorpcbservice.de!

Elektor-PCB-Service ist der Leiterplatten-Service von Elektor! Über die Website www.elektorpcbservice.de können Sie Ihren Entwurf als professionelle Platine herstellen lassen. Der Elektor-PCB-Service ist die richtige Adresse für Prototypen von neu entwickelten Platinen und für die Produktion modifizierter Elektor-Platinen.

Brauchen Sie kurzfristig einige Muster (Protos) oder eine Kleinserie (Batch), bestehend aus 5 bis 50 Exemplaren? Der Elektor-PCB-Service bietet jetzt beides zu einem günstigen Preis. Sie müssen uns nur über unsere Website Ihr Platinenlayout zusenden.

- Höchste Präzision und Industrie-Qualität zum günstigen Preis
- Kein Mindestbestellwert
- Keine Film- oder Einrichtungskosten
- Keine versteckten Kosten
- Online-Preisrechner
- Versand innerhalb von 5 Werktagen

Hier ist meine Anschrift:

Firma _____

Vorname _____

Name _____

Straße, Nr. _____

PLZ, Ort _____

Land **DE**

Kunden-Nr. _____

E-Mail _____

Antwort

Elektor-Verlag GmbH
Süsterfeldstr. 25
52072 Aachen

Innerhalb
Deutschlands
kein Porto
nötig!

Hier ist meine Anschrift:

Firma _____

Vorname _____

Name _____

Straße, Nr. _____

PLZ, Ort _____

Land **DE**

Kunden-Nr. _____

E-Mail _____

Antwort

Elektor-Verlag GmbH
Süsterfeldstr. 25
52072 Aachen

Hier ist meine Anschrift:

Firma _____

Vorname _____

Name _____

Straße, Nr. _____

PLZ, Ort _____

Land **DE**

Kunden-Nr. _____

E-Mail _____

Antwort

Elektor-Verlag GmbH
Süsterfeldstr. 25
52072 Aachen

Innerhalb
Deutschlands
kein Porto
nötig!

ONLINESHOP
mit vielen
Mikrocontrollerboards
und **Starterkits zum**
Einsteigen mit Demo
ab € 39,95

(inkl. 19 % MwSt., zzgl. Versand)

Schauen Sie vorbei!

AUS UNSEREM PRODUKTANGEBOT:

AVR-Starterkit
Komplettpaket
mit USBprog

Schnelleinstieg in die
AVR-Welt mit Anleitung
und Demo

Best.-Nr.: 700098



Aktionspreis
€ 59,90*
inkl. 19 % MwSt.
zzgl. Versand

* Nur solange der Vorrat reicht!

Holzbachstraße 4, D-86152 Augsburg
Tel +49 (0) 821 279599-0
Fax +49 (0) 821 279599-20
shop@embedded-projects.net



embedded projects GmbH
HARDWARE FOR PROJECTS

INSERENTENVERZEICHNIS MAI 2011

Becker & Müller	www.becker-mueller.de	9
Beta Layout	www.beta-layout.com	19
Circuit Design	www.circuitdesign.de	13
Embedded Projects	www.embedded-projects.net	87
Emis	www.emisgmbh.de	55
Eurocircuits	www.eurocircuits.de	61
Good Will Instruments	www.gwinstek.com	37
Jackaltac	www.jackaltac.com	11
LeitOn	www.leiton.de	19
Markt		71
mikroElektronika	www.mikroe.com	88
NXP Product	www.nxp.com/cortex.m0	3
PICO Technology	www.picotech.com/scope3102	31
Schaeffer AG	www.schaeffer-ag.de	55

**www.
elektor.
de**

Workshop
AVR-Mikrocontroller
in der Praxis



➔ **AVR für Einsteiger**

Wie bei allem, was man tut, gibt es auch bei der Schaltungsentwicklung und Mikrocontroller-Programmierung irgendwann ein erstes Mal. Und wie bei jedem "Ersten Mal" gilt es Unsicherheiten und Hürden zu überwinden, bevor sich der Erfolg einstellen kann. Gehören Sie zu denjenigen, die gerne eigene Ideen mithilfe von Mikrocontrollern umsetzen würden, den rechten Einstieg bisher aber noch nicht gefunden haben? Oder haben Sie zwar schon die eine oder andere vorgefertigte Mikrocontroller-Schaltung aufgebaut, aber es fehlt Ihnen das wirkliche Verständnis dafür, was innerhalb dieser Winzlinge eigentlich passiert? Dann ist dieser Workshop genau richtig für Sie!

Veranstaltungsorte/-termine:

München	21.05.2011
Hanau	24.09.2011
Hamburg	05.11.2011
Hannover	03.12.2011

Teilnehmergebühr (zzgl. MwSt.):

429,00 Euro

Elektor-Abonnenten erhalten 5% Rabatt!



Im Preis inbegriffen: Sämtliche Dokumentation (Handouts/Seminarunterlagen inkl. CD-ROM), ein „XPLAIN“-Starterkit, Aushändigung des Teilnahmezertifikats und Mittagsbuffet.

Weitere Infos & Anmeldung unter **www.elektor.de/avr-workshop**

SCHALTEN SIE IN DEN **6.** GANG!



COMPILER

mikroC ab \$199

mikrob ab \$149

mikrop ab \$149



Neues Board: **mikroMMB for PIC32** für \$99

Schalten Sie um auf den **PIC32!**

C, Pascal and Basic

mikroElektronika ist weltweit der einzige Tool-Hersteller, der PIC32-Compiler in gleich 3 Programmiersprachen anbietet:

- mikroC PRO for PIC32
- mikroBasic PRO for PIC32
- mikroPascal PRO for PIC32

Abwärtskompatibilität

Wenn Sie mehr Rechenleistung benötigen, können Sie nun einfach von einem PIC oder dsPIC zu einem PIC32 wechseln. Wir haben genau auf eine Kompatibilität bei allen Bibliotheksfunktionen geachtet, so dass Sie den Code buchstäblich mit Copy & Paste übernehmen können. Ein paar kleine Anpassungen noch – und das Programm läuft!

Viele Bibliotheken

Ärgern Sie sich auch über Ihren Compiler, wenn Sie Ihre Bibliotheken neu schreiben müssen – oder für jede einzelne Bibliothek extra bezahlen? Bei unseren Compilern werden über 500 Bibliotheksfunktionen mitgeliefert, was Ihnen einen entscheidenden Vorsprung verschafft. Kein PIC32-Compiler bietet so viel fürs Geld!