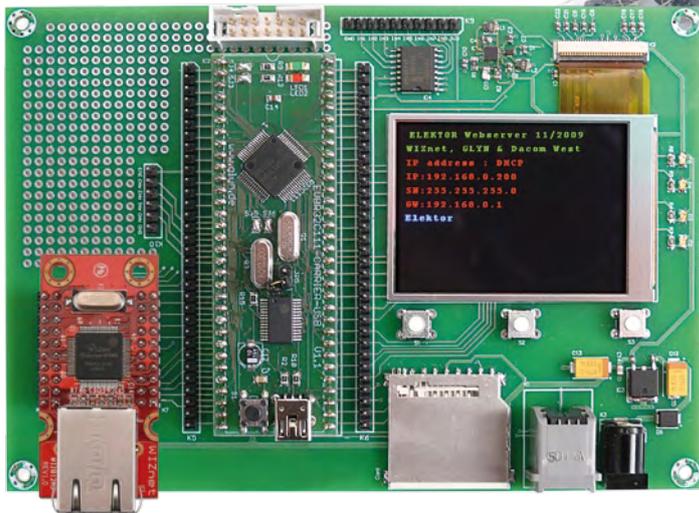


Elektor

www.elektor.de

Wo GIBT'S DAS DENN? Elektronische Bauteile bestellen



R32C ALS WEBSERVER Netzwerkmodul für HTTP, E-Mail, FTP und vieles mehr

BLAULICHT-SPENDER LEDs gegen Winter-Blues

LÖTSTATION mit Messfunktion



MCUs mit geringstem Ruhestrom: PIC® MCUs mit nanoWatt XLP Technologie

Microcontrollers

Digital Signal
Controllers

Analog

Serial
EEPROMs



Microchips PIC®-Mikrocontroller mit nanoWatt XLP Technologie verbrauchen branchenweit den geringsten Strom im Ruhezustand – dem Zustand, in dem Low-Power-Applikationen bis zu 99% ihrer Zeit verbringen.

- **Längere Batterielebensdauer**
 - Ruhestrom bis hinab auf 20 nA
 - Brown-out Reset bis hinab auf 45 nA
 - Watchdog Timer bis hinab auf 400 nA
 - Echtzeit-Takt bis hinab auf 500 nA
- **Hohe Flexibilität**
 - 5 verschiedene Low-Power-Modi für geringeren Stromverbrauch und höhere Leistungsfähigkeit Ihrer Applikation
 - Zahlreiche Low-Power Supervisors, Alarmer und Wake-up-Quellen
- **Erweiterte Peripherie**
 - Integriert: USB, LCD, RTCC & Berührungssensorik
 - Erübrigt teure externe Bauteile

HOLEN SIE DAS MEISTE AUS IHRER BATTERIE – FÜR IHR NÄCHSTES DESIGN!

1. Low-Power Vergleichs-Demo
 2. Kostenlose Webinare und Applikationsschriften
 3. Download der Low-Power Tips 'n Tricks
 4. Bestellen Sie Samples und Entwicklungstools
- www.microchip.com/XLP



Intelligent Electronics start with Microchip

microchip
DIRECT
www.microchipdirect.com

www.microchip.com/XLP

 **MICROCHIP**

ENTWICKLUNGSTOOLS - GENAU SO, WIE SIE ES GERNE HÄTTEN

Alles was Sie von einem Entwicklungs-Tool erwarten!
Erleben Sie, wie einfach tolle Applikationen entstehen!

Komplette PIC-Entwicklungs-Lösung

Beschleunigen Sie die Entwicklung von Prototypen mit dem EasyPIC6 Development System. EasyPIC6 wird mit einer Menge von Beispielen geliefert, die Ihre PIC Entwicklung schnell und einfach machen.

Sparen Sie Zeit & Geld!

Holen Sie sich mehr Leistung für Ihr Geld mit diesem First-Class-Tool für PIC-Entwicklungslösungen. Mit dem EasyPIC6 Development System erhalten Sie jetzt schneller und einfacher Zugang zur Welt der PIC-Programmierung als je zuvor.

Abgestimmt auf Ihre Bedürfnisse

Ihre Entwicklungszeit kann erheblich reduziert werden, was zu einem frühen Prototypen-Design und einem schnellen Time-to-Market für Ihr Produkt führt.



Dank neuer Eigenschaften können Sie sofort anspruchsvolle Anwendungen entwickeln. **EasyPIC6** unterstützt **8-, 14-, 18-, 20-, 28- und 40-Pin-PIC-Mikrocontroller**. Dank **mikroICD** (Hardware In-Circuit-Debugger) ist hocheffizientes schrittweises Debugging möglich. Beispiele in **C, BASIC** und **Pascal** sind im Lieferumfang.

Hardware In-Circuit-Debugger für Step-by-Step-Debugging auf Hardware-Ebene

Port Expander erlaubt einfache I/O-Erweiterung (2 weitere Ports) via SPI-Interface

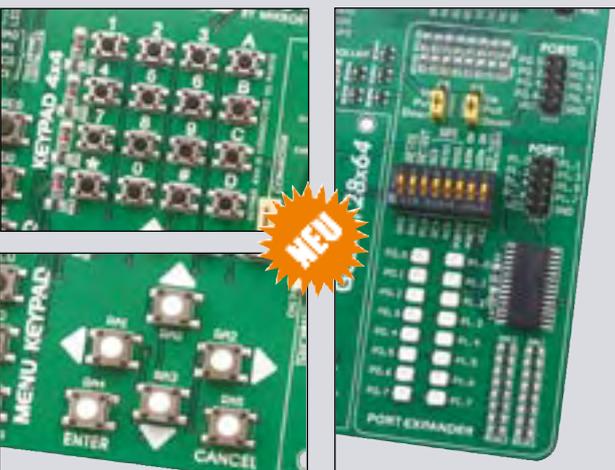
Umfangreiches und anwenderfreundliches Entwicklungs-Board für PIC-Mikrocontroller



Wir liefern unsere Produkte in die ganze Welt, und unsere zufriedenen Kunden sind der beste Beweis für unsere erstklassigen Service. Unser Unternehmen ist offizieller Consultant für PIC-Mikrocontroller und Third Party Partner von Microchip Technology. Wir sind auch offizieller Consultant und Third Party Partner von Cypress Semiconductors seit 2002 und offizieller Consultant von Philips Electronics. Alle unsere Produkte sind RoHS-konform.



www.mikroe.com



Finden Sie Ihren Distributor:
<http://www.mikroe.com/en/distributors/>

Anders als zuvor

Der aufmerksame Leser wird es bemerkt haben: Elektor sieht anders aus. In der Tat haben wir uns unser Heftdesign genau angesehen und beschlossen, es etwas aufzuräumen. Weg mit den vielen Rändern, Kästen und Schattierungen. Die Zeitschrift geht jetzt mit einer neuen Schriftart und einer überarbeiteten Titelseite lebendig und frisch in die Zukunft.

„Sparen Sie sich die Mühe“, höre ich Sie sagen, „ich lese die Zeitschrift auch so“. Das hoffe ich sehr. Aber neben dem Design gibt es auch Veränderungen hinter den Kulissen. Wir wollen, dass unsere Zeitschrift auf der Höhe der Zeit bleibt, dass sie der Technologie folgt und ihre Qualität behält, und dass... Aber Sie wissen schon, was ich meine: Stillstand ist Rückschritt.

Darüber haben wir in der letzten Zeit intensiv nachgedacht, und wir haben eine Reihe von Schlussfolgerungen gezogen:

1. Elektor muss deutlich angeben, worum es geht (siehe Angabe der Themen oben auf der Titelseite).
2. Wir - die Redaktion - müssen unsere Interessen deutlich machen und klare Entscheidungen treffen (was in der Redaktionkonferenz geschieht).
3. Das Elektor-Labor spielt eine zentrale Rolle für die Qualität der Artikel und wird daher auch in der Zeitschrift im Mittelpunkt stehen (siehe blaue Seiten in der Heftmitte).
4. Neue Online-Aktivitäten müssen verstärkt die verschiedenen Communities ansprechen (Ende des Jahres beginnen wir damit).
5. Diese Veränderungen müssen in der Zeitschrift deutlich zu sehen sein - daher auch das neue Design.

Verändern Sie mit?

Wisse Hettinga

6 Impressum

Who is who bei Elektor.

8 Mailbox

Briefe, E-Mails und Ideen.

10 News

Neuheiten, Nachrichten und Termine

16 Wo gibt's das denn?

Wir haben eine Liste von Bauteil-Versendern zusammengestellt und dabei einige neue Quellen ausfindig gemacht.

20 R32C als Webserver

Wir erweitern das R32C-Applicationboard mit einem aufsteckbaren Netzwerkmodul für HTTP, E-Mail, FTP und vieles mehr!

28 Solar Charger

Mit der kleinen Schaltung lassen sich Handy oder PDA per Solarmodul nachladen. So ist man im Urlaub unabhängig von Stromanschlüssen.

34 Bluesbreaker

Als „Medizin“ gegen Winterdepressionen kann unser LED-Blaulicht-Generator wohltuend und ausgleichend wirken.

38 Lötstation mit Messfunktion

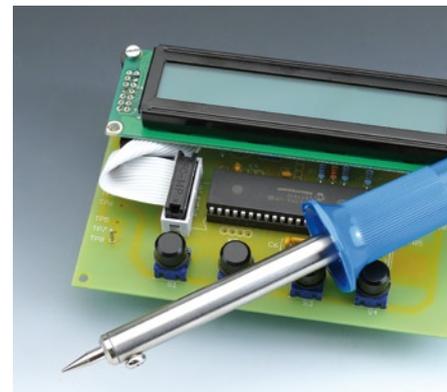
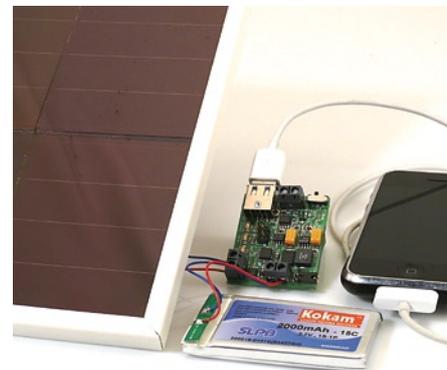
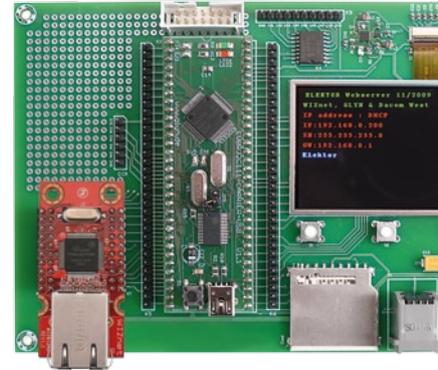
PWM-Temperatursteuerung und LCD-DVM mit PIC-Mikrocontroller.

43 Labcenter

Unfall von AVR, dB und LDR bei D/A CAD im Elektor-Lab - Sinus-Service

48 Mini-Preamp

Dieser durch einen ATmega8 digital gesteuerte Audio-Vorverstärker vereint exzellente Klangqualität mit einem hohen Maß an Bedienungskomfort.



INHALT

40. Jahrgang
November 2009
Nr. 467



20 R32C als Webserver

R32C goes Internet! Ein kleines Modul vereint einen TCP/IP-Chip mit Ethernet-Schnittstelle, eine Netzwerkbuchse mit Übertrager und Status-LEDs. Damit wird es möglich, einen Webserver und viele andere Internet-Applikationen zu implementieren, ohne sich mit komplizierten Details wie dem TCP/IP-Protokoll auseinandersetzen zu müssen. Dazu gibt's Open-Source-Treiber und einen Beispiel-Webserver zum kostenlosen Download.



28 Solar Charger

Mit diesem Solarladegerät für unterwegs lassen sich Handy oder PDA netzunabhängig nachladen. Zum Zwischenspeichern der Sonnenenergie wird eine Lithium-Ionenzelle verwendet. Ein Mikrocontroller überwacht die Akkuspannung und schützt die Batterie vor Überladung und Tiefentladung. Ein Spannungswandler sorgt für 5-V-Ausgangsspannung und stellt bei Bedarf auch einen konstanten Ausgangsstrom bereit.



38 Lötstation mit Messfunktion

Unsere Kombination aus Lötstation und Voltmeter stellt eine Basisausrüstung für junge Elektronikinteressierte dar. Wir haben daher darauf geachtet, dass die Bauteile nicht allzu viel Geld kosten. Ein PIC-Mikrocontroller dosiert durch Puls-Weiten-Modulation die dem LötKolben zugeführte Leistung. Das ebenfalls mit dem PIC realisierte Digitalvoltmeter besitzt zwei Eingänge, die Spannungswerte werden auf einem LCD übersichtlich dargestellt.



48 Mini-Preamp

Dieser kleine Audio-Vorverstärker verfügt dank digitaler Steuerung über ein hohes Maß an Bedienungskomfort. Lautstärkeeinstellung und Signalauswahl steuert ein ATmega8, wobei zwei hochwertige digitale Potentiometer und mechanische Relais für exzellente Klangqualität und hohe Kanaltrennung sorgen. Ein beleuchtetes LC-Display informiert über die gewählte Audio-Signalquelle und die eingestellten Parameter.

54 ATM18-Radiocomputer

Superhet war gestern. Heute gibt es DSP-Radiochips mit immenser Rechenleistung, die ungeahnt viele Funktionen und Möglichkeiten bieten.

60 Netzgeräte-Spezialist wird 50

Das 50-jährige Bestehen von Delta Elektronika nehmen wir zum Anlass, die Schaltung des populärsten Netzgeräts von Delta vorzustellen. Der Selbstbau dieses Netzteils ist ein echter Geheimtipp!

64 Ganz schön sparsam

Mit den Produktlinien Fusion, ProASIC3 und IGLOO bietet Actel FPGAs mit geringem Energiebedarf. Wir haben uns zwei IGLOO-FPGA-Kits näher angesehen.

68 USB ohne Treiber

Das PIC-Modul ECIO40 hat einen integrierten USB-Bootloader und benötigt daher keinen Programmer zum Laden neuer Firmware. Doch nicht nur das. Es kann auch Messwerte zum PC senden, indem es sich als USB-Tastatur ausgibt.

72 Noch mehr Kopfhörer

Zwei interessante ANR-Modelle von Creative und Bose.

74 Entwicklungstipps

Temperaturstabilisierung
Thermometer für innen und außen

76 Hexadoku

Sudoku für Elektroniker

78 Retronik

Klystrons: 2K25 & 2K56

84 Vorschau

Nächsten Monat in Elektor

elektor international media

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.



English
German
Dutch
French
Chinese



Italian
Spanish
Swedish
Finnish



IMPRESSUM

40. Jahrgang, Nr. 467 November 2009

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

Antoine Authier (Ltg.), Ton Giesberts, Luc Lemmens,
Daniel Rodrigues, Jan Visser, Christian Vossen

Grafische Gestaltung und Layout
Giel Dols, Mart Schroyen

Elektor-PCB-Service

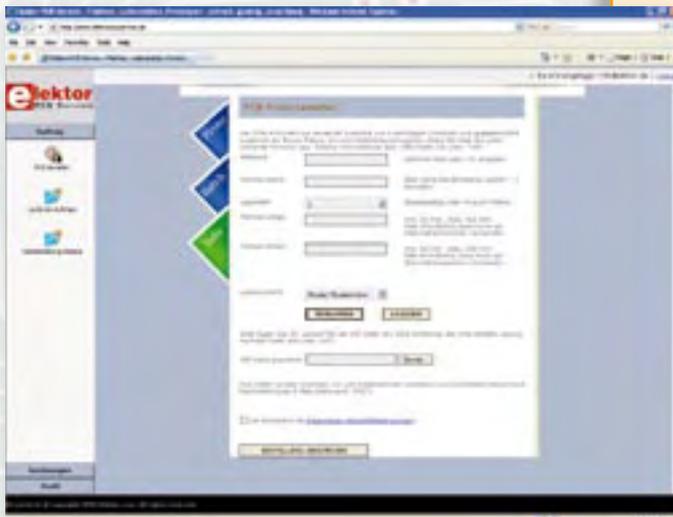
➔ Die neue Adresse für Platinen,
Prototypen und Multilayer

NEU!

**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!**

Elektor-PCB-Service ist der neue 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 neue Website Ihr Platinenlayout zusenden.



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

Überzeugen Sie sich selbst vom neuen Elektor-Leiterplatten-Service – jetzt unter
[www.elektorpcbservice.de!](http://www.elektorpcbservice.de)

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-medienservice.de
Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 39 ab 01.12.2008

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, unverfängte 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, Falthalten, 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.

© 2009 elektor international media b.v.

Druck: Senefelder Misset, Doetinchem (NL)



ISSN 0932-5468

Schaltungsvorschlag zum T-REG

T-Reg (Hochvoltnetzteil für Röhrenverstärker), Elektor 3/2009, S. 58 (081089)

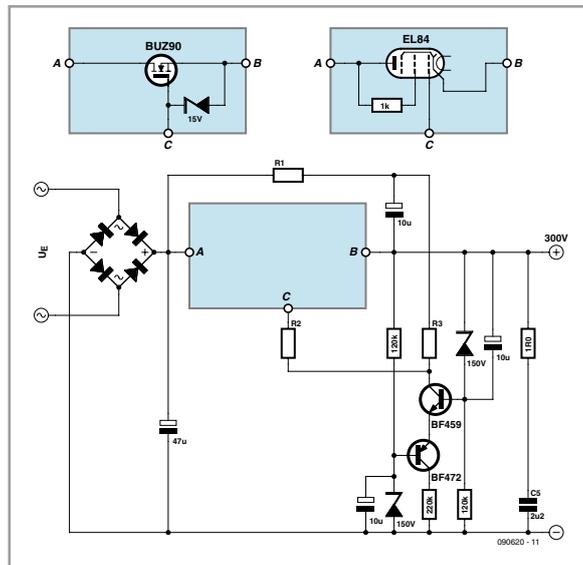
Mit Interesse habe ich den T-Reg-Artikel gelesen und die Schaltung sofort ausprobiert. Die Exoten 2 SC 2910 and 2 SA 1208 wurden allerdings ersetzt durch den BF 422 und den BC 327.

Das zugrundeliegende Prinzip dieses Stabilisators hat schon etwas Geniales. Die Regeleigenschaften der Schaltung können sich sehen lassen. Mir wollte es allerdings partout nicht gelingen, anstelle der Röhre als Längsregler einen handelsüblichen MOSFET (z.B. BUZ 42, BUZ 90) mit Erfolg einzusetzen.

Es zeigte sich kein müdes Volt am Schaltungsausgang. Der Vorgang bereitete mir einiges Kopfzerbrechen. Ein kurzer Ausflug in die Theorie klärte die Sache.

Während die Röhre durch eine gegenüber der Kathode negative Gitterspannung gesteuert wird, reagiert der „Durchschnitts-MOSFET“ nur auf eine gegenüber der Kathode (Source) positive Gate-Spannung. Das Prinzip des T-Reg ist derart gestaltet, dass die Spannung am Gate beziehungsweise Gitter niemals positiv gegenüber der Kathode beziehungsweise Source werden kann. Es beschleichen mich also leise Zweifel, ob der Autor die Schaltung mit einem MOSFET zum Funktionieren gebracht hat. Möglicherweise reagiert ja der eingesetzte Typ (DN2540) ansteuerungsmäßig wie eine Röhre. Wenn dies der Fall ist, sollte man fairerweise den Leser - der ja alternativ zu einem „Exoten“ auch gerne mal etwas bekanntere beziehungsweise handelsübliche Typen einsetzt - auf diesen Umstand aufmerksam machen.

Ein zweiter Kritikpunkt ist der Schaltungsaufwand im Verhältnis zum Ergebnis. Ich habe mir einmal die Mühe gemacht, eine Schaltungsalternative zu entwickeln, die auf das im T-Reg angegebene Prinzip des Regelverstärkers (Differenzverstärker) reduziert ist. Als Spannungsnormal kommen zwei Z-Dioden zur Anwendung. Das



Dimensionierung R1 bis R3:		
	Röhre	MOSFET
$U_E =$	350 V	250 V
$R_1 =$	100 k	10 k
$R_2 =$	1 k	100 Ω
$R_3 =$	1 M	180 k

Ergebnis ist in der Anlage beigefügt. Die angegebenen Bauteilwerte beziehen sich auf eine Ausgangsspannung von 300 Volt. Im Vergleich mit dem T-Reg bietet dieses Konzept folgende Vorteile:

1. Geringerer Schaltungs- beziehungsweise Bauteilaufwand.
2. Keine zweite Spannung erforderlich.
3. Vergleichbare Regeleigenschaften, in mancher Hinsicht sogar besser (z.B. dynamische Lastausregelung).
4. Anwendung handelsüblicher Bauelemente.

Tatsächlich können Längsregler - ob Röhre oder Halbleiter - jeglicher Bauart und Leistung problemlos angesteuert werden. Die Schaltung verhält sich nicht nur in dieser Hinsicht recht gutmütig, sie ist auch nachbausicher.

Es gibt allerdings auch einen wesentlichen Nachteil. Die Höhe der stabilisierten Ausgangsspannung kann beim T-Reg

vergleichsweise einfach mit einer Änderung des Widerstandes R_3 variiert werden. Mit dieser Schaltung lässt sich ohne viel Aufwand ein Netzgerät für das Hobbylabor mit einstellbarer Spannung aufbauen - Respekt! Das von mir vorgeschlagene Konzept liefert demgegenüber stets nur eine definierte Ausgangsspannung. Durch die entsprechende Wahl der Z-Dioden ist die Höhe der Spannung allerdings in weiten Grenzen wählbar.

Sollte ich jetzt Ihr Interesse an dieser Schaltung geweckt haben, bin ich auf Wunsch gerne bereit, eine ausführliche Schaltungsbeschreibung sowie eine Tabelle zur Anpassung der Bauelemente für übliche Spannungen von 200 - 250 - 300 Volt nachzuliefern.

Gestatten Sie mir noch zwei ergänzende Anmerkungen.

Die Frage, ob bei Röhrenverstärkern die verzögerte Zuschaltung der Anodenspannung sinnvoll ist - wie es der Autor des T-Reg vorschlägt - hat meines Erachtens mehr akademischen Charakter als einen praktischen Nutzen. Mir ist keine technisch-wissenschaftliche Arbeit bekannt, der zufolge das unverzügerte Anlegen der Anodenspannung in der Anheizphase mit wesentlichen Nachteilen verbunden wäre. Aus der Blütezeit der Röhrenanwendung kenne ich keine Schaltung mit einer verzögerten Zuschaltung der Anodenspannung. Der angesprochene Artikel offenbart eine weitere Problematik. Zum Verdruss der Anwender werden von Autoren nicht selten außergewöhnliche Bauteile („Exoten“) eingesetzt, die weder im regionalen Elektronikhandel noch im üblichen Versandhandel erhältlich sind. Für künftige Ausgaben des Elektor wünsche ich mir, dass Autoren - wenn diese schon meinen, Exoten anwenden zu müssen - alternativ dazu auch handelsübliche Ersatztypen nennen.

Dr. med. Alexander Voigt

Ihre Überlegungen halten wir für interessant genug, um sie hier zu veröffentlichen. Die Tabelle zur Anpassung der Bauelemente geben

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 Süsterfeldstr. 25 52072 Aachen

MAILBOX

wir bei Bedarf gerne über die Webseite zu dieser „Mailbox“ (www.elektor.de/090282) weiter. Die T-REG-Schaltung funktioniert tatsächlich, schließlich wurde sie im Elektor-Labor getestet. Der MOSFET DN2540 ist ein so genannter Depletion-Mode-MOSFET (Verarmungstyp), der selbstleitend ist. Er benötigt eine negative Gate-Spannung, um zu sperren und verhält sich damit tatsächlich ähnlich wie eine Röhre. Es wäre sinnvoll gewesen, das im Text zu erwähnen.

Das Beispiel zeigt aber auch, dass es (meist) spezielle Eigenschaften sind, die Entwickler dazu veranlassen, spezielle Bauteile zu verwenden. Deshalb ist es (meist) auch nicht möglich, Bauteile ohne diese Eigenschaften als Ersatztypen anzugeben.

Die verzögerte Anschaltung der Anodenspannung hat sicherlich den Vorteil, dass dann sofort Anodenstrom fließen kann. Die Spannung an den Lade- bzw. Siebelkos wird durch die sofortige Belastung daran gehindert, auf den hohen Leerlaufwert anzusteigen. Da die Anodenspannung normalerweise nicht stabilisiert ist, wäre das sonst während der Aufheizphase der Fall. Ein Vorteil ist also die geringere Spannungsbelastung der Elkos. Dies gilt aber nur dann, wenn man den Schaltkontakt für die verzögerte Einschaltung der Anodenspannung schon vor den Elkos anordnet. Bei der T-Reg-Schaltung ist das nicht der Fall und somit kein Argument. Die Schonung der Röhren durch eine verminderte Belastung der Kathoden während des Aufheizens ist nach Meinung eines Kollegen zum Beispiel dadurch belegt, dass auch bei professionellen Röhrenschaltungen von Philips der Aufbau der Anodenspannung in der Anheizphase verzögert wurde. Wir sind aber sicher, dass einige unserer Leser etwas mehr dazu sagen und vielleicht auch Quellen angeben können. Sachkundige Hinweise sind wie immer willkommen.

17-€-Handy

Labcenter, Elektor 9/2009, S. 43 (090502)

Ich habe Ihren Artikel mit großem Interesse verfolgt und frage mich, ob das Handy nicht als Modem für diverse Elektor Schaltungen zu gebrauchen wäre. Der Hersteller in China ist www.Umeox.com, das Gerät wird keineswegs exklusiv für Pearl produziert. Der Baseband-Chip ist in der Tat der Infineon PM 7880 (gemäß Spezifikation eines chinesischen Distributors). Entsprechend dieser Angabe kann das Gerät kein GPRS, wäre also nur für SMS-basierte Steuerungen nutzbar.

Eine weitere interessante Idee wäre, die in Massen verkauften UMTS/GSM-Data-Sticks für GSM Fernsteuerung, Tracking und Alarmsysteme zu nutzen.

Stephan Bühler



Vielen Dank für die Information. Die Website des Herstellers ist recht interessant. Da kann man mal sehen, dass es neben Nokia, Motorola, Sony, Samsung und LG auch noch eine Menge weniger bekannter Hersteller gibt. Nach eigenen Angaben ist Umeox völlig unabhängig mit eigenständiger Entwicklung und Produktion. Bei dem 17-Euro-Handy handelt es sich wohl um das Modell V121 von Umeox, das über keinerlei Datenverbindungen verfügt – was bei dem Preis auch nicht zu erwarten ist. Die Mini-USB-Buchse dient nur zum Laden – und dabei muss man auch noch aufpassen: Die Polarität der Versorgungsspannungsanschlüsse ist gegenüber der Normbelegung vertauscht, so dass man kein handelsübliches 5-V-Steckernetzteil mit Mini-USB-Stecker verwenden darf!

Eine einfache Nutzung von Datendiensten ist ohne Herumbasteln auf der Platine nicht möglich, und ohne detaillierte Gerätedokumentation wird das wohl nicht gelingen (siehe Foto des zerlegten Handys im Artikel).

Für nicht viel mehr Geld (< 30 €) bekommt man inzwischen auch schon kleine GSM-Module in SMD-Bauform ähnlich dem Bluetoothmodul, das im gleichen Heft für das CC2-Projekt verwendet wurden (zum Beispiel das SIM300D bei www.tme.eu/de). Dann braucht man nur noch einen SIM-Kartenhalter und eine Antenne.

Ihre Anregung zur Nutzung von UMTS/GSM-Data-Sticks für Embedded-Systeme klingt interessant. In der Praxis müsste das Embedded-System aber eher ein Mini-PC sein. Man braucht zumindest einen USB-Host und ein PC-Betriebssystem, um die verfügbaren Treiber nutzen zu können.



Persönlich & Online!

►► Flexible Leiterplatten ONLINE!

Polyimid 0,06mm bis 0,25mm
 * 1- und 2-Lagen durchkontaktiert * chem. NiAu * Versteifungen * 4mil * Abdeckfolie, Lötstopplack oder Kombination * 3M-Klebefolie * Nutzenfertigung ...

►► Starre Leiterplatten bis 8 Lagen online!

FR4 0,50mm bis 2,40mm * 1- bis 8-Lagen Multilayer * chem. Zinn, HAL bleifrei oder chem. NiAu * 35µm oder 70µm Cu * 4mil Strukturen * 0,20mm Bohrungen * Sonderfarben * Vialfülldruck * Abziehlack * UL-Kennzeichnung * Sonderkonturen & DK-Schlitz inklusive * Nutzensezung für Sie nach Zeichnung ...

►► Mehr Leistung & Spezialfertigung

Bis 18 Lagen * Rogers-HF und Isola Hoch-Tg Material ab Lager * Steckergold * blind- & buried vias * DK-Z-Achsefräsungen * Alukern oder -Träger * bis 400µm Dickkupfer * Sonderlacke * Sonderaufbauten * SMD-Schablonen * Großserien über LeitOn Hongkong Ltd. ...

►► Ihr Service - Ihre Qualität

ISO 9001:2000 zertifiziert * zuverlässig & termintreu * kompetent und erfahren * persönlicher Service & netter Kontakt * schnellste Bearbeitung Ihrer Anliegen * professioneller CAM Design Rule Check (DRC) ...

www.leiton.de
kontakt@leiton.de
 +49-(0)30-701 73 49 0



LeitOn GmbH, Gottlieb-Dunkel-Str. 47/48,
 12099 Berlin www.leiton.de,
kontakt@leiton.de,
 +49 (0)30 701 73 49 0

Farnell kauft CadSoft

Premier Farnell hat den Erwerb von CadSoft mit seiner populären Schaltplan- und Layoutsoftware „Eagle“ bekanntgegeben. Mit der CadSoft Computer GmbH übernimmt Farnell den langjährigen Marktführer im Bereich Platinen-Layout-Software in Deutschland. Die Entwicklung von Eagle reicht bis in die frühen 80er-Jahre zurück, als ein ehemaliger Redakteur der Zeitschrift „Elektronik“ und ein Siemens-Ingenieur, Rudolf Hofer und Klaus Schmidinger, ein Layout-Programm für ihre Apple-II-Computer entwickelten und nach der Gründung von CadSoft auch kommerziell verwerteten.

Eagle ist derzeit bei mehr als 40.000 Entwicklern in Europa und in den USA im Einsatz und soll nun auch in den sich rasch entwickelnden asiatischen Märkten verstärkt angeboten werden.

Als Kaufpreis gibt Premier Farnell Plc in einer Presseinformation 7 Mio. € in bar nach Vertragsabschluss und mögliche weitere Zahlungen von bis zu 5 Mio. € abhängig von vertraglich vereinbarten Kriterien an.

Nach Aussage von David Shen, Leiter des Bereichs eCommerce und Technical Marketing von Premier Farnell weltweit, ist Eagle ein weiteres wertvolles Tool, um die Kunden von Farnell in ihrem Design-Prozess zu unterstützen. Dies ist auch im Zusammenhang mit der kürzlich erfolgten Einführung von DesignLink und dem Portal „element14“ bei Farnell zu sehen. DesignLink dient als Brücke zwischen CAD-Tools und Produktdaten; „element14“ ist die neue Online-Design-Community von Farnell, die ebenfalls von der Eagle-Übernahme profitieren soll. Ziel ist es, eine durchgehende Online-Lösung sowohl für das Design als auch für den Einkauf erhalten.

Eagle kann jetzt direkt von der Tool-Section der element14-Plattform (www.element-14.com) heruntergeladen werden und ebenso von den regionalen Farnell-Websites (wie www.farnell.de). Es bleibt auch bei der Eagle Light Edition als kostenlosem Evaluierungswerkzeug und den zurzeit angebotenen 11 Lizenz-Optionen.

www.premierfarnell.com www.cadsoft.de

„Mikrocontroller-Fernlehrgang 1“ geht erneut an den Start

Der „Mikrocontroller-Fernlehrgang 1“, ein überaus erfolgreicher Kursus des Elektor-Verlags und der Technischen Fachhochschule Georg Agricola zu Bochum (TFH), wird pünktlich zu Beginn des Wintersemesters erneut angeboten. Für all diejenigen, die wissen wollen, wie Mikrocontroller eigentlich funktionieren und wie man Controller-gesteuerte Geräte selbst aufbaut und programmiert, bietet der Fernlehrgang einen einfachen, schnellen und fundierten Einstieg. Der Kursus setzt beim Teilnehmer keine besonderen Vorkenntnisse voraus und richtet sich daher an Schüler, Auszubildende, Techniker, Studierende aller Fachrichtungen und engagierte Hobbyisten. Das oberste Ziel ist „Learning by Doing“ - daher ist dieser Lehrgang sowohl für das Selbststudium als auch als Grundlage für den Schulunterricht geeignet. Die passend zum Lehrgang entwickelte modulare Experimental-Hardware lässt sich auf vielerlei Weise einsetzen: Von den einfachen ersten Schritten am heimischen Schreibtisch bis hin zum Aufbau komplexer Anlagen und Steuerungen. Programmiert wird das gesamte System in der Programmiersprache C. Der „Mikrocontroller-Fernlehrgang 1“ besteht aus sechs einzelnen Lehrbriefen, in denen die Grundlagen der Hardware und Software eines Mikrocontrollers bzw. Mikrocontroller-Systems erläutert werden. Dies fängt bei den On-Chip-Peripherie-Einheiten an und setzt sich über den Anschluss von externen Baugruppen wie RTCs, D/A-Wandlern, LC-Displays, Port-Erweiterungen etc. fort. Parallel dazu erhält man eine detaillierte Einführung in die Programmierung mit der Sprache C.



www.elektor.de/fernlehrgang



Effiziente 230-V-LED

Der LED-Hersteller Seoul Semiconductor bringt eine neue Reihe seiner Hochvolt-LEDs auf den Markt. Wesentliches Merkmal der „Acriche A4“ ist eine sehr hohe Lichtausbeute, die laut Hersteller erstmals die Lichtausbeute von Gleichstrom-LEDs (mit gleichwertigem Farbspektrum) übersteigt.

Von konventionellen warm-weißen LEDs bietet der Markt aktuell zwei Varianten: LEDs mit hohem Farbwiedergabeindex (CRI Index über 85) und LEDs mit mittlerem Farbwiedergabeindex (CRI Index etwa 70-80). LEDs mit hohem Farbwiedergabeindex kommen vorzugsweise überall dort zum Einsatz, wo eine naturgetreue Farbwiedergabe erforderlich ist (z.B. in Museen oder Bekleidungsgeschäften). Der Nachteil: Die Lichtausbeute dieser LEDs ist etwas niedriger. Größere Helligkeit liefern dagegen LEDs mit einem mittleren Farbwiedergabeindex, die wiederum die Farben nicht naturgetreu wiedergeben. Um bei herkömmlichen LEDs einen hohen Farbwiedergabeindex (High CRI) zu erzielen, muss mit einem Verlust von etwa 12 Prozent an Lichtausbeute im Vergleich zu LEDs mit niedrigem Farbwiedergabeindex gerechnet werden.

Mit der neuen „Acriche A4“ gibt es nun eine Hochvolt-LED, die eine hohe Lichtausbeute mit einem hohen Farbwiedergabe-Index vereint: Bei einer warm-weißen Farbtemperatur von 3000 K und einem Farbwiedergabeindex von 85 erzielt das Produkt eine Lichtausbeute von 75 lm/W (Lumen pro Watt). Die Hochvolt-LEDs lassen sich ohne zusätzliches Netzteil an 100 bis 230 Volt betreiben, was sie zu einem guten Glühlampenersatz macht. Die Module der neuen Serie werden in einer 2er- oder 4er-Kombination bei 50 Volt per LED betrieben.

www.acriche.com

Winziger USB-Stick wiegt nur 2 Gramm



Distributor Glyn bietet mit dem nanoUSB Stick seiner Hausmarke Xmore eine „Plug and Forget“ (stecken und vergessen) - Lösung an. Interessant sind die sehr kleinen Abmessungen von 19,4 mm x 15,4 mm x 6,9 mm und das Gewicht von nur 2 g. Nach Angaben von Glyn handelt es sich damit um den kleinsten USB-Stick der Welt. Die USB 2.0-Sticks gibt es mit einer Kapazität von 2 GB, 4 GB, 8 GB oder 16 GB. Es werden Win 98 (Treiber erforderlich), Win ME/2000/XP/Vista und Mac OS 9.x/Mac OS X up unterstützt. Ab einer Bestellmenge von 1.000 Stück ist der Xmore nanoUSB Stick mit kundenspezifischem Logo lieferbar.

www.glyn.de

FPGA-basiertes Entwicklungsboard von Altium zum attraktiven Preis

Der australische Software- und Toolhersteller Altium hat vor einigen Monaten seine Entwicklungssuite Altium Designer mit einem neuen, preislich attraktiveren Lizenzmodell ausgestattet, um neue Kunden zu gewinnen (siehe Elektor 9/2009). Nun wird auch die Familie der NanoBoards (FPGA-basierte Entwicklungsboards) durch ein neues, preislich günstiges Produkt ergänzt. Beim NanoBoard 3000 handelt es sich genau genommen um ein Entwicklungskit, das aus einem sehr gut ausgestatteten Entwicklungsboard mit



einem fest eingelöteten FPGA Spartan 3AN von Xilinx, einer 12 Monate gültigen, speziellen Lizenz der Entwicklungssoftware Altium Designer sowie lizenzgebührenfreiem Intellectual Property (zum Beispiel ein 8051er-kompatibler „Soft“-Prozessor) besteht. Das alles gibt es für zusammen 300 Euro (Vertrieb in Deutschland: Farnell).

Der Reiz des FPGA-Ansatzes liegt vor allem darin begründet, dass eine komplette Embedded-Schaltung inklusive Prozessor, Speichercontrollern und Peripherie entwickelt, getestet und produziert werden kann, ohne diese auf einer Leiterplatte aufbauen zu müssen. Die Konstruktion des Designs erfolgt vielmehr „in Software“, wobei Entwickler beim NanoBoard ganz ohne VHDL- oder Verilog-Vorkenntnisse auskommen. Programmiert wird vielmehr auf grafische Weise, in dem vorgefertigte Funktionsblöcke miteinander verbunden werden. Für einen einfachen Einstieg ist außerdem eine Reihe von Referenzdesigns im Kit enthalten.

Die im Kit mitgelieferte Altium Designer Soft Design Lizenz ist 12 Monate gültig, kann aber zum Preis von 16 € pro Monat (bei einer Mindestvertragsdauer von einem Jahr) verlängert werden. Die Soft Design Lizenz umfasst die FPGA-basierten Funktionen des Altium Designers, also den Entwurf der im FPGA enthaltenen Schaltung, eine Toolchain für die Programmierung der Softprozessoren, einen Simulator und einiges mehr. Darüber hinaus gibt es die Möglichkeit, auf eine Board-Level-Lizenz des Altium Designers aufzupgraden, mit dem auch das Leiterplattendesign möglich wird. Zwei weitere NanoBoards 3000 mit FPGAs von Altera und Lattice sind bereits angekündigt.

www.altium.com <http://de.farnell.com/altium>



VINCULUM VNC1L EMBEDDED USB HOST CONTROLLER IC



- USB Host Schnittstelle und Datentransferfunktionen werden über eingebauten 8/32 bit V-MCU Prozessor verarbeitet
- Schnittstellenkonfigurierung über UART, FIFO oder SPI Slave möglich
- 2x USB 2.0 Slow Speed oder Full Speed Host sowie Slave Kanal
- Kostenlose Firmware mit Möglichkeit zum Upgrade über UART oder USB
- Evaluationsmodule und Programmier-Tools verfügbar



Future Technology Devices International Ltd.

Unit 1, 2 Seaward Place
Centurion Business Park
Glasgow, G41 1HH, UK
Tel: +44 (141) 429 2777
Fax: +44 (141) 429 2758
E-Mail (Sales): sales1@ftdichip.com

Bestellen Sie jetzt über
www.ftdichip.com

Von 8 bis 32 bit: PSoCs mit 8051er- und ARM-Core

Von Jens Nickel

Der Halbleiterhersteller Cypress Semiconductor bringt zwei neue Großfamilien seiner PSoC-Bausteine (Programmable System on Chip) auf den Markt: Die PSoC3-Chips sind mit einem 8051-kompatiblen Kern ausgestattet, die PSoC5-Bausteine enthalten sogar einen ARM-Cortex-M3-Kern. Mit dieser neuen Generation der flexibel zu programmierenden ICs will der Hersteller deren Anwendungsbereiche stark erweitern - und dabei eine Erfolgsgeschichte fortsetzen. In den gut sechs Jahren seit der Markteinführung wurden nach Herstellerangaben rund 500 Millionen Stück verkauft; die PSoC-Sparte ist der einzige Bereich, mit dem die Amerikaner sogar in diesen Krisenzeiten noch Zuwächse verbuchen können. Wie die bisher erhältlichen PSoC-Bausteine, die auch weiterhin (unter dem neuen Namen PSoC1) angeboten werden, sind auch die kommenden PSoCs mit per Software „verdrahtbaren“ Gattern ausgestattet (wie bei einem CPLD), womit sich Timer, Counter, PWM-Generatoren und mehr realisieren lassen. Einzigartig bei den alten und neuen PSoCs ist aber der per Software konfigurierbare Analogbereich. ADCs (mit bis zu 20 bit Genauigkeit), DACs, Mischer, PGAs (programmierbare Verstärker), OpAmp-Schaltungen und mehr können Entwickler hiermit in den IC verlagern, was die Entwicklungszeit verkürzt und Bauteile sowie Platinenplatz einspart.

Per Drag & Drop zur Schaltung

Zur Konfigurierung und Programmierung der neuen PSoC-Chips wurde mit dem „PSoC Creator“ ein spezielles Softwaretool entwickelt. Die mächtige, frei downloadbare Entwicklungsumgebung erlaubt eine Programmierung auf grafische Weise, indem Funktionsblöcke per Drag and Drop auf die Oberfläche gezogen und anschließend miteinander verbunden werden. Solche Funktionsblöcke werden vom Hersteller in großer Zahl mitgeliefert, sie können aber auch von den Anwendern selbst entwickelt und in einer Bibliothek abgelegt werden. Über eine komfortable Benutzeroberfläche lassen sich die Funktionsblöcke dann bis auf die Opamp-Ebene hinunter konfigurieren und parametrisieren; aus einem Integrator kann dann zum Beispiel ein Differentiator werden, die Rückkopplung lässt sich einstellen und vieles mehr. Auf Knopfdruck generiert das Tool ein Set von APIs, mit dem die

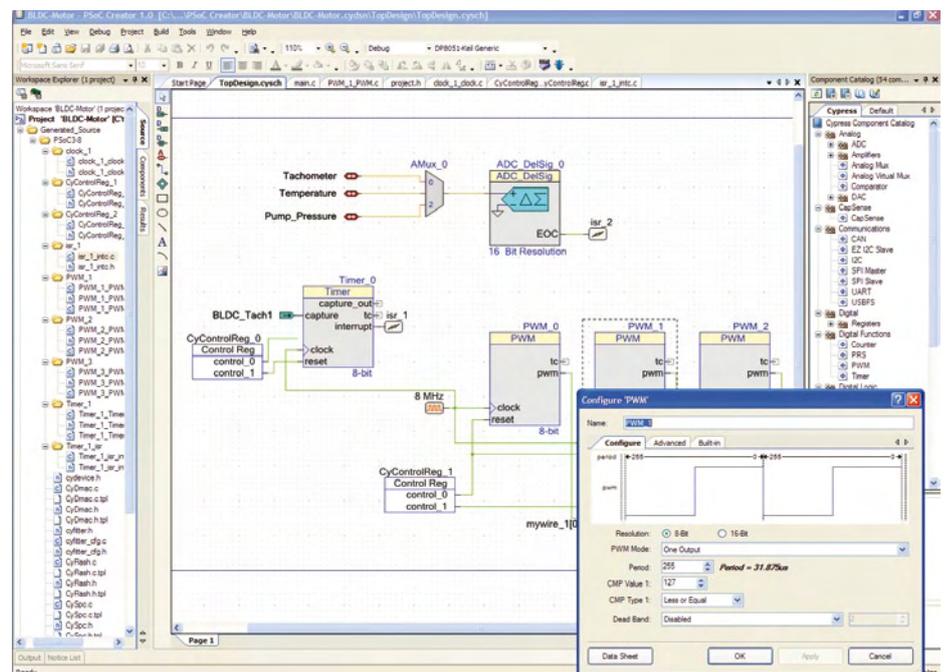


im Prozessor ablaufende Software auf die Funktionsblöcke zugreifen kann. Zur Compilierung des Prozessorprogramms sind ein CA51 Compiler von Keil und ein GNU GCC-ARM-Compiler in der IDE enthalten. Der „PSoC Creator“ vereint und erweitert die Funktionalität der bisher erhältlichen Tools „PSoC Designer“ und „PSoC Express“, die weiter für die klassischen PSoCs verwendet werden. Das neue Tool ist allerdings mit den Tools der alten Generation nicht kompatibel, sondern eine völlige Neuentwicklung.

Faster, Better, Bigger, More

Ein Grund für die Einführung der neuen PSoC-Familien war die stetige Nachfrage

nach einer höheren Rechenleistung von Seiten der Anwender. Die bisher erhältlichen PSoCs sind mit einem M8C-Core ausgestattet, der unter anderem in USB-Mäusen und -Tastaturen zum Einsatz kommt. Die Rechenleistung reicht für eine einfache Motorsteuerung und allerlei Sensorik gut aus – zum Beispiel zur Ansteuerung der kapazitiven Näherungssensoren, die von Cypress als Alternative zu Tasten und Schieberegler promotet werden („CapSense“). Doch nun sollen auch Anwendungsfelder wie das Audio-/Video-Processing, Multimedia (z.B. im Automotivesektor) und die High-Speed-Kommunikation hinzukommen. Insgesamt schielt Cypress nach einem 8-bis-32-bit-Embedded-Markt, der



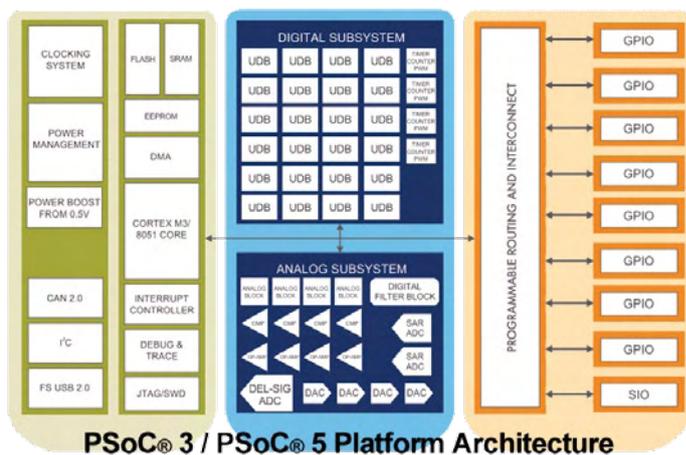
nach eigenen Berechnungen über fünfzehn Milliarden Dollar „schwer“ ist. Von diesem Kuchen werden in den nächsten Jahren freilich auch die Hersteller von FPGAs und vielen anderen flexibel programmierbaren Bausteinen etwas abhaben wollen.

Fakt ist, dass die PSoCs jetzt reichlich Rechenleistung mitbringen: Der 8-bit-8051-Prozessor bietet bis zu 33 MIPS, der 32-bit ARM Cortex-M3 kann mit bis zu 100 MIPS und einem DMA für einen schnellen Speicherzugriff punkten. Darüber hinaus wurde die Zahl der programmierbaren Gatter stark erweitert (laut Hersteller von rund 1.000 Gattern beim klassischen PSoC1 auf 20.000 Gatter beim PSoC3). Außerdem

cken frei zugewiesen werden können. Dass die PSoCs reichlich Peripherie wie Full-Speed USB, I2C, SPI, UART, CAN und LIN mitbringen, versteht sich heutzutage von selbst. Der PSoC5 besitzt außerdem eine JTAG-Debug-Schnittstelle.

Starterkit für 49 US-\$

Erste Samples der PSoC3-Bausteine sollen ab November erhältlich sein, PSoC5-Muster sind ab Anfang des nächsten Jahres zu haben. Die Produktion beginnt im ersten Quartal 2010 beziehungsweise in der zweiten Hälfte des nächsten Jahres. Die Bausteine sind jeweils in mehreren Gehäusevarianten und mit unter-



werden Filterfunktionen jetzt nicht mehr analog, sondern digital realisiert. Dies soll die Bandbreite erhöhen: Bisher war bei rund 150 kHz das Ende der Fahnenstange erreicht. Ganz weit oben im Pflichtenheft standen auch die Stromspareigenschaften: Ein Betriebsspannungsbereich von 5,5 V bis hinunter zu 0,5 V (!) und ein „Hibernate“-Modus mit nur 200 nA stellen auch Entwickler von mobilen Kleinstgeräten, drahtlosen Sensoren und anderen Ultra-Low-Power-Anwendungen zufrieden. Ein gewichtiger Vorteil der neuen Baustein-Familien ist deren Pin- und API-Kompatibilität untereinander, was eine Skalierbarkeit von 8 bis 32 bit ohne Schaltungs-Redesign ermöglicht. Ein Entwickler kann also mit einem PSoC3 beginnen und später, wenn sein Produkt mehr Rechenleistung benötigt, auf einen PSoC5 umsteigen. Sehr hilfreich beim Schaltungsdesign ist, dass die GPIO-Pins den Funktionsblö-

schiedlicher Ausstattung (Speicher, Zahl der GPIOs) erhältlich. Der Preis soll zwischen 1 und 10 US-\$ liegen. Vorerst sind zwei Eval-Kits geplant: Das PSoC 3 First-Touch™ Starterkit für 49 US-\$ enthält ein PSoC3-Evalboard mit Beschleunigungs- und Temperatursensor sowie ein Stück Draht zum Bau eines Näherungssensors (Elektor wird das Starterkit in einem der nächsten Hefte genauer unter die Lupe nehmen). Ein größeres Kit für 249 US-\$ enthält unter anderem ein gut ausgestattetes Basisboard sowie ein PSoC1- und ein PSoC3-Prozessorboard; Entwickler können daher einen Vergleich zwischen den beiden PSoC-Generationen ziehen. Mehr Infos inklusive Datenblättern und Application-Notes, den Download des „PSoC Creator“ und vieles mehr findet man unter dem untenstehenden Link.

www.cypress.com/psoc

(090775)



Ethernet Add-On TCP/IP in Hardware

- + Integration einfach wie externer Speicher
- + Timing unkritisch durch internen Buffer
- + Stabile und sichere Internet-Applikationen
- + Selbstständige Flusssteuerung
- + Kein Betriebssystem notwendig
- + Preisgünstig

Kein zusätzlicher Workload für Ihre MCU



Chips & Module

- + TCP/IP + MAC (MII) + PHY
- + SPI, 8 Bit und 16 Bit Interface
- + bis zu 85 MBit/s (DMA) Datendurchsatz
- + 16 kByte bis 128 kByte interner Speicher

Seriell-auf-Ethernet Gateway

- + kundenspezifische Anpassungen bei Hard- und Firmware möglich
- + Gehäuse
- + WLAN



Digitale-Analoge-Komponenten
Stocking Representative

Dacom West GmbH
Tel.: +49 2129 376-200
sales@dacomwest.de
www.dacomwest.de

Von Phil Knurhahn

Das dunkle Geheimnis der Leuchtdioden

Das politisch gewollte Ende der Glühlampen lenkt die Aufmerksamkeit auf eine Frage, die öffentlich nicht diskutiert wird: Warum macht man eigentlich einen Zwischenschritt auf die neuen Energiesparlampen statt gleich auf LED-Leuchten umzusteigen? LEDs haben ja einen noch höheren Wirkungsgrad und für viele Anwendungen werden sie ja auch schon in Massenproduktion hergestellt – das reicht vom Fotoblitz bis zum Frontscheinwerfer im Auto. Die alte Glühlampe liefert etwa 16 Lumen pro Watt eingesetzter Energie, die Energiesparlampen schaffen mehr als 100 lm/W. Die weißen LEDs aber kommen auf 250 lm/W und man ist sich sicher, das noch steigern zu können.

Allerdings haben Leuchtdioden ein Problem: Der Wirkungsgrad ist abhängig von der Stromaufnahme. Solange man im Milliampere-Bereich arbeitet, sind die 250 lm/W durchaus machbar. Will man aber größere Helligkeiten, dann sinkt der Wirkungsgrad und man kommt kaum über die 100 lm/W der Energiesparlampe hinaus. Hinzu kommt, dass die Produktionskosten für die Energiesparlampen bei unter 0,1 Cent/Lumen liegen, für LED-Lampen gleicher Helligkeit muss man rund 10 Cent/Lumen rechnen. Die Monatszeitschrift des IEEE „Spectrum“ brachte dazu eine Titelgeschichte unter der Überschrift „The LEDs Dark Side“, die auch im Internet nachzulesen ist.

<http://spectrum.ieee.org/semiconductors/optoelectronics/the-leds-dark-secret>

Der grüne Halbleiterlaser ist da!

Im letzten Heft haben wir eine Lösung zur Erzeugung von grünem Laserlicht mit Halbleitern vorgestellt, die das Prinzip der Frequenzverdoppelung nutzt. Nun gab Osram bekannt, dass es erstmals gelungen ist, grünes Laserlicht direkt mit einem Festkörper zu generieren.

Die Forscher haben den direkt emittierenden grünen Halbleiterlaser aus InGaN (Indium-Gallium-Nitrid) hergestellt. Die Diode strahlt bei 515 nm Wellenlänge und schafft im Impulsbetrieb bei Raumtempera-

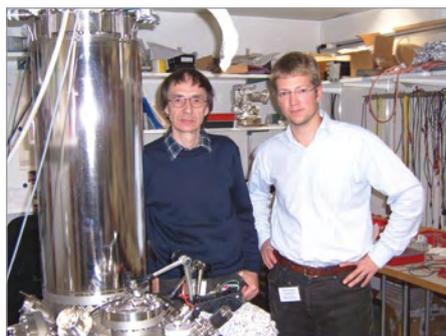


tur eine Ausgangsleistung von 50 mW (Bild: Osram Opto Semiconductors). Eine blaue Laserdiode aus InGaN wird von Osram schon kommerziell angeboten. Grüne Laser werden etwa 25 Mal heller empfunden als rote Laser gleicher Ausgangsleistung – 50 mW ist für das Auge also schon eine helle Strahlung. Für Kleinstprojektoren, die im Handy eingebaut sind, ist der grüne Laser hochinteressant, denn hiermit ließen sich Farbbilder ohne Umwege und unabhängig von Größe und Form der Projektionsfläche projizieren. Laserbilder sind immer scharf, farbecht und kontrastreich. Halbleiterlaser reagieren allerdings empfindlich auf Überspannung und Überhitzung. Die Forscher brauchen daher noch etwas Zeit und sprechen von einer „mittelfristigen Ablösung der Frequenzverdoppelung“.

www.osram-os.com/osram_os/EN/Press/Press_Releases/High-Power_Lasers/direct-emitting-green-laser-for-mobile-projection.jsp

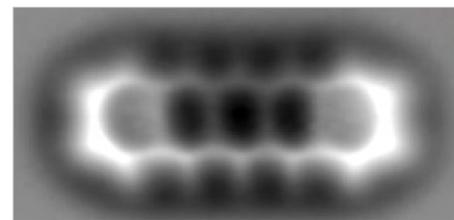
Mikroskop für Moleküle

Für Nicht-Chemiker waren sie in der Schulzeit und im Studium oft ein Rätsel: Die Molekülstrukturen, die Lehrer und Dozenten an die Tafel malten. Sie sind, daran gibt es keinen Zweifel, ein funktionierendes Konstrukt, um den Aufbau und die Wechselwirkungen eines Moleküls zu erklären – aber wirklich gesehen hatte sie bis jetzt noch niemand.



Genau das gelang jetzt Dr. Gerhard Meyer, Leiter der Forschung im Bereich Rastertunnelmikroskopie (STM) und Atomic Force Mikroskopie (AFM) und seinen Kollegen bei IBM Research in Rüschlikon bei Zürich. Auf dem Foto ist Meyer (links) mit Dr. Peter Liljeroth (Debye Institute for Nanomaterials Science der Utrecht University) zu sehen (Foto: Knurhahn).

Mit einem AFM (Atomic Force Microscope) gelang ein Blick auf die innere Struktur eines Pentazen-Moleküls ($C_{22}H_{14}$). Das Molekül mit seinen 22 Kohlenstoffatomen und 14 Wasserstoffatomen ist nur 1,4 nm lang (Aufnahme: IBM Rüschlikon). Für jeden Bildpunkt haben die Forscher die Wechselkräfte zwischen Probe und Messspitze erfasst und daraus ein Abbild der Oberfläche erstellt. In der AFM-Aufnahme sind die hexagonalen Kohlenstoffringe bestechend klar aufgelöst und selbst die Positionen der Wasserstoffatome können eindeutig identifiziert werden.



Das AFM verwendet eine winzige, sehr scharfe Metallspitze mit einem Molekül aus Kohlenstoffmonoxid (CO) an der äußersten Spitze, die sehr nahe an die zu messende Probe herangeführt wird. Der Abstand beträgt nur 0,5 nm und muss für die Dauer der Datenerhebung (mehr als 20 Stunden) konstant gehalten werden - eine immense Herausforderung an die thermische und mechanische Stabilität des Versuchsaufbaus. Da sich Abtastspitze und Probe gegenseitig beeinflussen, besteht immer die Gefahr der Anziehung oder auch Abstoßung und damit eines Scheiterns der Aufnahme.

Die Forschungsergebnisse eröffnen neue Möglichkeiten, um die Ladungsverteilung in speziellen Molekülen zu untersuchen. Pentacene ist ein schon „klassischer“ Kunststoff, der künftig zur Herstellung winziger elektronischer Bausteine verwendet werden könnte. Mit einfachen Schaltungsstrukturen ist man bereits bis in den Megahertz-Bereich gekommen. Solche Bauelemente könnten in der Zukunft schnellere, leistungsfähigere und energieeffizientere Prozessoren und Speicherchips ermöglichen.

www.zurich.ibm.com/news/09/pentacene.html

NOVEMBER

2. Stuttgart

Cortex Speed-Up Seminar
Seminar zum ARM Cortex M3, von Tool-Hersteller Hitex und Distributor EBV. Plus 3 weitere Termine!
www.ebv.com/en/events.html?ct_ref=u6

2. - 3. Wien

Geschichte der elektrischen Messtechnik
Tagung des VDE in Kooperation mit dem Österreichischen Verband für Elektrotechnik (OVE). Kostenfrei nach Anmeldung.
www.ove.at/akademie/details.php?ID=1051

3. - 5. Stuttgart

Vision
Internationale Fachmesse für industrielle Bildverarbeitung.
www.vision-messe.de

7. München

Elektor-Fachseminar Hochfrequenztechnik
Wer sich künftig mit HF-Technik befassen muss oder will, oder auch einfach Begeisterung für das Funken mitbringt, sollte sich den Termin vormerken.
www.elektor.de/hf-technik

7. - 16. China

Elektor China-Reise
Neun Tage voller interessanter Einblicke in die chinesische Elektronikindustrie. Auch der Besuch der „China Electronics Fair“ und die „Straße der Elektronik“ stehen auf dem Programm.
www.elektor.de/chinareise

10. Berlin

LabVIEW-2009-Tage
Auf diesem kostenlosen Seminar stellt National Instruments die neue Version von LabVIEW vor. Plus 2 weitere Termine!
<http://ni.com/germany>

10. - 11. Düsseldorf

7. VDI-Fachtagung „Innovative Beleuchtung mit LED“
Komprimierter und aktueller Überblick über Märkte, Applikationen, Technologien.
www.vdi-wissensforum.de/fileadmin/pdf/508903.pdf

10. - 13. München

Productronica
Internationale Messe der industri-



Um fünfmal zum Produkt des Jahres*

gewählt zu werden, braucht es mehr als ein tolles Programm

- Zum Beispiel vernünftige Preise ohne versteckte Kosten.
- Eine faire Update-Politik, ohne Wartungsverträge und ähnliche Knebelpraktiken.
- Eine kompetente Hotline, die jedem Kunden kostenlos zur Verfügung steht.
- Eine offene Diskussion mit den Anwendern als wesentliche Grundlage der Programm-Weiterentwicklung.

Anders ausgedrückt: EAGLE ist deshalb Deutschlands beliebteste Schaltplan- und Layout-Software, weil wir unsere Kunden seit zwanzig Jahren so behandeln, wie wir selbst gerne behandelt werden möchten.

Ein Beispiel: Im Zuge der Weiterentwicklung haben wir einen

Follow-me-Router

realisiert, der in der Praxis beim Manuellen Routen enorm viel Zeit spart. Wie sämtliche Verbesserungen innerhalb einer Hauptversion ist auch diese Funktion jedem Kunden kostenlos (per Download) zugänglich. Vorausgesetzt wird in diesem Fall das Autorouter-Modul der Version 5.

EAGLE Light ist Freeware!

Zum Testen und für nicht-kommerzielle Anwendungen dürfen Sie EAGLE Light kostenlos verwenden. Diese Version ist auf Platinen im halben Europaformat mit maximal zwei Signallagern und ein Schaltplanblatt beschränkt. Alle anderen Features entsprechen denen der Professional-Version. Sie steht zum Download im Internet bereit.

Wenn Sie sich für die kommerzielle Light-Version entscheiden, bekommen Sie zusätzlich das Handbuch und die Lizenz für kommerzielle Anwendungen. Unsere Standard-Version eignet sich für Platinen im Europaformat mit bis zu vier Signallagern bzw. für Schaltpläne mit max. 99 Seiten. In der Professional-Version entfallen diese Einschränkungen.

www.cadsoft.de



CadSoft Computer GmbH
Hofmark 2, 84568 Pleiskirchen
Tel. 08635 6989-10, Fax -40
E-Mail: info@cadsoft.de



Jedem EAGLE-Paket in der Professional- bzw. Standard-Ausführung liegt ein Gutschein über eine professionell gefertigte doppelseitige Europakarte bei.

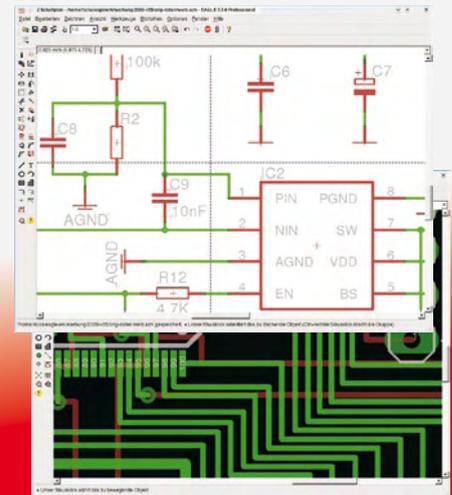
Windows / Linux / Mac sind eingetragene Warenzeichen von Microsoft Corporation / Linus Torvalds / Apple Computer, Inc.



EAGLE Version 5

Schaltplan - Layout - Autorouter
für Windows® Linux® Mac®

* Dieser Preis der Zeitschrift Elektronik wird in elf Kategorien an die Produkte vergeben, die die meisten Leserstimmen erhalten



Preise	Light	Standard	Professional
Layout oder Schaltplan		249,90	499,80
Layout+ Schaltplan		499,80	999,60
Layout+ Autorouter		499,80	999,60
Layout+ Schaltplan+ Autorouter	49,00	749,70	1499,40

Alle Preise in € inkl. 19% MwSt. Upgrades zum Differenzpreis

ellen Elektronik-Fertigung mit den Bereichen Leiterplatten, Bestückung, Messen, Prüfen und mehr.
www.productronica.com

11. - 12. Düsseldorf

Linux für ARM9
Von Glyn und Toshiba. Auf einer ARM9-Plattform wird Embedded Linux zum Laufen gebracht.
www.glyn.de/data/glyn/media/doc/Einladung_TOS-Linuxsymposium_D-Duesseldorf_V1.pdf

12. Frankfurt
CE-Richtlinien und neue EMV-Richtlinie
Schwerpunkt des CE-Seminars des ZVEI ist die neue EMV-Richtlinie.
www.zvei.org/uploads/tx_ZVEIveranstaltungen/SE-12-11-2009.pdf

12. - 15. Stuttgart

Hobby & Elektronik
Computer, PC-Zubehör und -Spiele, Elektronik, Telekommunikation sowie Multimedia sind die Schwerpunkte.
www.messe-stuttgart.de/hobby

14. Luzern

Elektor-Fachseminar Hochfrequenztechnik
Siehe 7. November!
www.elektor.de/hf-technik

20. - 22. Gelsenkirchen

HiFi-Music-World
Schwerpunkt dieser HiFi- und High-End-Ausstellung ist der Selbstbau.
www.hifi-music-world.de

24. - 26. Nürnberg

SPS/IPC/Drives
Internationale Messe und Kongress zum Thema elektrische Automatisierung mit den Bereichen Motoren, Sensoren, Steuerung, Interfaces, Software und weitere.
www.mesago.de/de/SPS/main.htm

27. Frankfurt

Kommunikationstechnik in der Photovoltaik
Proprietär oder standardisiert? Informationstag über die zukünftige Kommunikationstechnik in PV-Anlagen, von ZVEI und CIA.
www.zvei.org/uploads/tx_ZVEIveranstaltungen/SE-27-11-09.pdf

Wo gibt's das denn?

Elektronische Bauteile bestellen



Von Thijs Beckers

Die Zeiten, da Elektroniker kleine Läden durchstöberten, sind definitiv vorbei. Auch die Anzeigen mit kleingedruckten Bauteilelisten haben ausgedient. Praktisch alles, was Profi-Entwickler und Privatanwender in ihrem Labor benötigen, kann man heute via Internet bestellen. Wir haben eine Liste von Internetversendern zusammengestellt und dabei einige neue Quellen ausfindig gemacht.

Vor vier Jahren haben wir die letzte Marktübersicht über Bauteile-Distributoren und -Internetversender veröffentlicht (Elektor September 2005). Der Prozess, dass immer weniger Umsatz in realen Ladengeschäften, aber dafür mehr in virtuellen Internetshops gemacht wird, ist inzwischen noch weiter fortgeschritten. Die Anzahl an „Elektronikläden um die Ecke“ hat weiter abgenommen, aber die übrig gebliebenen verfügen vielfach über einen Webshop und neue, reine Internetversender sind dazu gekommen. Auch wenn

das direkte Einkaufserlebnis, der persönliche Kontakt und die dann mögliche Beratung dabei mehr und mehr auf der Strecke bleiben: Der multimediale Fortschritt lässt sich eben nicht aufhalten.

Die entscheidende Frage dabei ist, was diese Entwicklung für die Lieferbarkeit von elektronischen Bauteilen bedeutet und wie es dabei um den Service steht. Die Preise schließlich sind auch nicht unwichtig.

Alles erhältlich?

Wie schon angedeutet hat man via Internet Zugriff auf zahllose Webshops. Im Gegensatz zu anderen Produkten sind viele Internet-Lieferanten in Sachen elektronische Bauteile leider nicht an private Endverbraucher adressiert, sondern eher an industrielle Kundschaft oder selbst wieder an den Handel. Von daher kann es schon einmal Probleme machen, bestimmte Bauteile in kleinen Stückzahlen überhaupt zu bekommen und sie außerdem zu bezahlbaren Preisen zu beschaffen.

Neben den vielen kleineren spezialisierten Shops hat der überall feststellbare Konzentrationsprozess ein paar großen Händlern eine prominente Position verschafft; und zudem spielen große Bauteile-Distributoren für die Industrie eine besondere Rolle.

Distributoren wie Farnell, RS Components oder Digi-Key, bei denen man so gut wie jedes Bauteil im Programm findet, haben zum Teil sehr ausgefeilte Bauteile-Suchmaschinen in ihrem Webshop. Mit diesen kann man nicht nur die Eigenschaften von Varianten des gesuchten Bauteils vergleichen, sondern in der Regel über verlinkte Datenblätter bequem an die relevanten Informationen kommen. Außerdem eignen sich die Suchmaschinen gut als Recherche-Instrument für die Frage, welche Bauteile mit welchen Eigenschaften es für bestimmte Zwecke überhaupt gibt.

Nachteil von Industrie-Distributoren ist, dass man entweder manchmal nicht an kleine Stückzahlen kommt oder aber diese überproportional teuer sind. Außerdem wird zum Teil nur an Firmenkunden geliefert. Darüber hinaus sollte man beachten, dass die dort angegebenen Preise ohne Mehrwertsteuer ausgewiesen sind und die für Vergleiche nicht unerheblichen 19 % noch hinzukommen.

Andere Bezugsquellen

Gerade wenn man ganz spezielle Wünsche hat oder auf der Suche nach älteren Bauteilen ist, kann man auch abseits der reinen Elektronik-Webshops fündig werden. In Internet-Portalen wie www.ebay.de / [.at](http://www.ebay.at) / [.ch](http://www.ebay.ch) findet man immer wieder gebrauchte Ware, Restposten, sehr preiswerte Bestände aus Lagerauflösungen oder übrig gebliebene Bauteile von Hobbyisten. Und manchmal bringt selbst die platte Eingabe einer Typen-Bezeichnung in eine Suchmaschine interessante Ergebnisse.

Auf eBay lohnt sich gegebenenfalls sogar eine explizite Suche nach kleineren Elektronik-Händlern, an die man schnell mal eine formlose E-Mail mit der Frage geschickt hat, ob sie ein bestimmtes Bauteil auf Lager haben.

Service

Schade ist es schon, dass mit dem Verschwinden „richtiger“ Elektronikläden neben dem persönlichen Kontakt auch Informationsquellen verloren gehen. Die Verkäufer vor Ort konnten nicht nur bei der Besorgung von Spezialitäten helfen. Sie waren auch oft - dank Fort-

Tipps

- Bei einigen Herstellern kann man gelegentlich kostenlose Muster erhalten. Gerade bei Neuheiten oder seltenen Bauteilen lohnt sich ein Blick auf die Hersteller-Webseite daher doppelt.
- Wenn weder gewöhnliche Shops noch Distributoren weiter helfen können: Manche Bauteile kann man auch direkt beim Hersteller kaufen. Das ist nicht immer preiswert, aber gelegentlich sogar die einzige Möglichkeit, an das gesuchte Bauteil zu kommen.
- Eine viel zu selten genutzte Methode auch bei kleinen Stückzahlen vernünftige Preise zu erzielen, ist die Verabredung mit mehreren Interessenten in einem Forum zur Sammelbestellung. So kann eine Person für Andere mit einkaufen und dank größerer Bestellmenge einen besseren Preis für alle herausholen.
- Zwar bieten neben den Distributoren auch einige größere Händler wie Reichelt und Conrad zu vielen Artikeln einen Link zu einem Datenblatt an, doch ist das Verlinkte manchmal zu rudimentär. In diesen Fällen rentiert sich eine Suche bei www.alldatasheet.com, www.datasheetarchive.com oder www.datasheetcatalog.com.
- Für Endverbraucher gibt es neuerdings über www.hbe-shop.de die Möglichkeit, Artikel aus dem Farnell-Sortiment zu bestellen.
- Bei direkten Bestellungen aus China (auch via eBay) lassen sich vielfach besonders günstige Preise erzielen, doch ist gleichzeitig besondere Vorsicht geboten. Zum einen kommt manchmal noch Zoll hinzu und der Transport dauert. Zum anderen werden mittlerweile nicht nur hochpreisige Produkte, sondern sogar ordinäre Massenware wie Leistungstransistoren gefälscht, die dann lange nicht so belastbar wie die Originale sind. Und wenn man nicht bei einem renommierten Versand (bei eBay auf die Bewertungen achten!) bestellt, kann die Bestellung auch zu einer unfreiwilligen Spende mutieren...

bildung durch ihre Kundschaft - bei der individuellen Lösungssuche für spezielle technische Probleme behilflich.

Im Internet hingegen ist man in aller Regel zunächst einmal ein Einzelkämpfer und ziemlich auf sich allein gestellt. Man muss entweder richtig viel wissen (wie war das noch mal mit dem Unterschied zwischen TQFP- und LQFP-Gehäuse?) oder das nicht Gewusste eben (im Internet) nachschlagen, was bei der manchmal doch reichlich komplexen Materie nicht immer einfach ist. Gerade hierfür und als Kompensation für das verlorene Wissen von Fachverkäufern empfehlen sich spezielle Elektronik-Foren. Neben unserem eigenen Forum unter www.elektor.de kann man auch einfach nach weiteren Foren googeln. Für den Bereich Mikrocontroller erfreut sich die deutschsprachige Webseite www.mikrocontroller.net nicht ohne Grund großer Beliebtheit.

Kosten

Der riesige offene und leicht zugängliche Markt, den das Internet möglich gemacht hat, sorgt für massive Konkurrenz und gleichzei-

Unternehmen	Weblink	Verkauf an privat	Spezialität
Adronic	www.adronic.de	ja	Beschaffung abgekündigter Bauteile
Amidon.de Profi-Electronic	www.amidon.de	ja	HF-Bauteile
Bassenberg Elektronik	www.bassenberg.de	ja	Beschaffung abgekündigter Bauteile
BG Electronics	www.bg-electronics.de	ja	Car-Hifi, Monitor-, TV-Technik
BSV Bauteilservice Vrancken	www.bsvgermany.de	nein	Bauteilsuche
BudgetTronics	www.budgettronics.com	ja	
Bürklin	www.buerklin.de	nein	
Conelek Electronic	www.conelek.com	ja	
Conrad	www.conrad.de	ja	
Dariusus	www.dariusus.de	ja	
Das Musikding	www.musikding.de	ja	Musikelektronik
Digi-key	www.digikey.com	ja	
Distrelec Schuricht	www.distrelec.de	ja	
EBG Electronic Business	www.ebg-darmstadt.de	ja	Bauteilbeschaffung, Entwicklung
EFB Electronic / Atzert Radio	www.megakick-stores.de	ja	
Eldata	www.eldatacomponents.com	ja	
Elektronikladen	www.elektronikladen.de	ja	Mikrocontroller und -Tools
Elpro	www.elpro.org	ja	
Europe Audio	www.europe-audio.com	ja	Audio
Farnell	www.farnell.com	nein	
Futurlec	www.futurlec.com	ja	
Geist	www.geist-electronic.de	ja	Bausätze für Elektor-Schaltungen
Heinz Büchner Elektronik	www.hbe-shop.de	ja	Fachhändler für Farnell-Sortiment
Hinkel Elektronik	www.hinkel-elektronik.de	nein	
Horn Elektronik	www.heho-elektronik.de	ja	
Kessler	www.kessler-electronic.de	ja	
Laehn	www.av-tv.de	ja	Halbleiterservice und TV-Ersatzteile
Ledsee	www.ledsee.com	ja	LEDs
Meinhardt	www.meinhardt-elektronik.de	ja	TV und Video
Mouser	www.mouser.com	ja	
Mükra electronic	www.muekra.de	ja	
Oppermann Electronic	www.oppermann-electronic.de	ja	
Pollin	www.pollin.de	ja	
Reichelt	www.reichelt.de	ja	
RS-Components	www.rs-components.com	nein	
Sander	www.sander-electronic.de	ja	Mikrocontroller, Sensorik
Schuro	www.schuro.de	ja	Audio
Segor electronics	www.segor.de	ja	
Sly electronic	www.sly.de	ja	
Sparkfun	www.sparkfun.com	ja	Mikrocontroller
Strixner + Holzinger Electronic	www.sh-halbleiter.de	ja	Halbleiter
tn-electronics	www.tn-electronics.de	ja	
Transfer Multisort Elektronik	www.tme.eu	ja	
Völkner	www.voelkner-electronic.de	ja	
Westfalia	www.westfalia.de	ja	
Zimmermann Electronic	www.zeg-shop.de	ja	

Leser-Erfahrungen

Liebe Redaktion,

zunächst hatte ich auch meine Bauteile vom Elektronik-Höker um die Ecke. Doch mit den Erfahrungen wuchsen auch die Ansprüche, so dass der nächste Weg zu Conrad ging. Die haben zwar eine große Auswahl, der Webshop lässt aber zu wünschen übrig. Demgegenüber steht Reichelt: gute Suchfunktion, gute Preise, schnelle Lieferung, fast immer gibt es direkt auf der Seite ein Datenblatt zum Download. Exotische Bauteile habe ich bisher immer bei www.kessler-electronic.de gefunden. Gerade bei Halbleitern ist die Auswahl riesig, die Preise sind angenehm niedrig. Und die haben ein interessantes Rabattsystem, bei dem der Mengenrabatt nicht an Artikel, sondern an Artikelgruppen gebunden ist. Auch Bestellungen für kleine Projekte profitieren so schon vom Mengenrabatt.

Frank Plöger

Liebe Redaktion!

Meine Standardquellen weil „bequem“ sind die üblichen Verdächtigen:

- RS Components
- Distrelec
- Farnell
- Digi-Key
- Überraschenderweise auch Conrad

Lokale Geschäfte, die ich bis Anfang der 90er nutzte, sind einfach unbrauchbar geworden - jedenfalls in Wien. Von den gut 20 Geschäften sind nur noch sehr wenige übrig, die teuer und schlecht sortiert sind, selbst bei banalen Dingen.

Wenn es klemmt, dann einfach nach China schauen. Dort gibt es unzählige Versender. Ich nutze da immer PayPal als Bezahlendienst weil's schneller geht. Kann aber auch bis zu 50 Euro höhere Kosten verursachen. Banktransfer geht, nur kann das 2-3 Wochen dauern.

Arnold Hübsch

Sehr geehrte Elektor-Redaktion,

Sie fragten nach Bezugsadressen für elektronische Bauteile: Prozessoren, Stecker- und Buchsenleisten usw. (eigentlich das meiste) bei Reichelt.

Kabelschuhe, 9,5 mm breit bei Conrad, 70 A KFZ-Relais und seltene Sachen bei RS ...

32-pol. SOIC-Adapterplatinen für AT90PWM3 bei www.tme.pl in Polen.

LEM-Stromwandler bei Distrelec-Schuricht.

Sonderposten IRF4104 (<10 mOhm!) u.a. bei Elpro Meanwell.

Open-Frame-Schaltnetzteile bei www.proconnecting.de.

Leistungshalbleiter allgemein bei Schukat.

LCD-Module und Billigware (sogar Wasserhähne!) bei Pollin.

Cat5-Netzwerk-Flachkabel zum Unter-der-Tür-Verlegen bei Pearl.

Seltene und abgekündigte Bauelemente (z.B. PWM-IC U2352B) bei www.adronic.de.

Wenn man nicht lange suchen will bei www.mercateo.de (ausgeliefert wird dann meist von RS und Distrelec-Schuricht).

Das Zusammengesuche stört schon ziemlich, aber so ist es halt, wenn man für den 2*5 pol. Pfostenstecker nicht unbedingt 90 Cent ausgeben will.

Lars Krüger

Hallo,

mir konnte bereits zwei Mal die Fa. S & H (ausgeschrieben glaube ich Strixner & Holzinger) in München helfen. Einmal brauchte ich ein IC für einen alten Garagentorantrieb und einmal exotische ICs, die sich auf Platinen für Spezialsteuerungen befanden. Viele Ersatzteil-Lieferanten konnten das IC nicht mehr liefern oder finden. Auch nicht sehr große Firmen, die uns normalerweise für unsere TV-Video-Werkstatt beliefern. S & H hat für uns gesucht und ein Angebot gemacht und dann auch geliefert.

Hubert Schmidt (Elektronik- und Hifi-Werkstatt, www.esba.de)

tig für eine sehr preisbewusste Kundschaft. Diese Faktoren und die fehlenden Kosten für Ladengeschäfte und Personal sorgen zwar für erfreulich günstige Preise, doch sollte man immer im Auge behalten, dass zu den Kosten der Bauteile fast immer noch Versandkosten hinzu gerechnet werden müssen. Gerade bei kleineren Mengen sind diese Kosten gelegentlich unverhältnismäßig hoch.

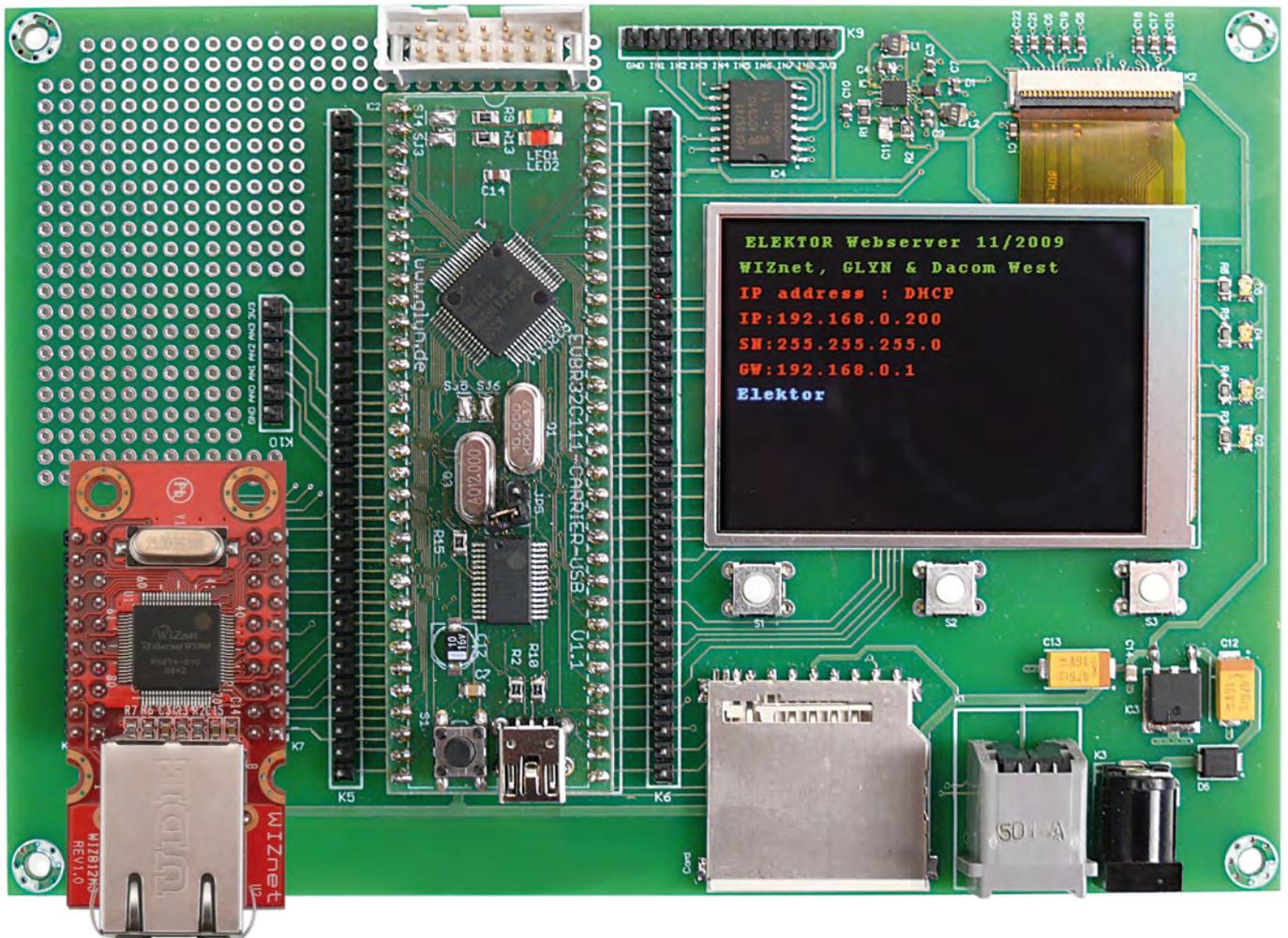
Leicht kann sich die Optimierung der Kosten zu einer eigenen Sportdisziplin auswachsen, da es ordentlich etwas zu Rechnen gibt: Ist das eine Bauteil bei einer Quelle günstig, ein zweites bei einem anderen Lieferanten und noch ein anderes bei einem dritten Shop, dann stellt sich die Frage, ob sich das bei drei Mal Versand rechnet oder ob man nicht doch lieber alles von einem Lieferanten bezieht. Man kann allein auf diese Fragen schnell eine Menge Zeit verschwenden. Das richtige Software-Tool für diesen Job lässt noch auf sich warten ;-). Die Bauteilsuche und den Vergleich können wir Ihnen natürlich nicht

abnehmen, aber unsere Liste auf der gegenüberliegenden Seite bietet einen guten Startpunkt für Ihre Recherche. Unsere Auswahl beschränkt sich im Wesentlichen auf Distributoren und Bauteilehändler, bei denen man über das Internet bestellen kann und zumindest eine ausführliche Liste von erhältlichen Bauteilen abrufbar ist (fast überall kann man aber auf Nachfrage noch viele weitere, nicht aufgeführte Komponenten erhalten). Neben Internetversendern, die eine umfassende Bauteilepalette abdecken, haben wir auch ein paar Shops für Mikrocontroller, Audio-Komponenten und ähnlichen „Spezialbedarf“ aufgenommen. Nicht berücksichtigt sind dagegen Distributoren, die nur eine eng beschränkte Auswahl von Herstellern in der Linecard führen. Wie immer bietet die Liste natürlich keinen Anspruch auf Vollständigkeit!

(090592)

R32C als Webserver

Netzwerkmodul für HTTP, E-Mail, FTP und mehr



Von Jinbuhm Kim (Südkorea) und Joachim Wülbeck (D)

R32C goes Internet! Ein kleines Zusatzmodul für das Applicationboard aus dem Septemberheft beinhaltet einen TCP/IP-Chip mit Ethernet-Schnittstelle, eine Netzwerkbuchse mit Übertrager und Status-LEDs. Damit wird es möglich, einen Webserver und viele andere Internet-Applikationen zu implementieren, ohne sich mit komplizierten Details wie dem TCP/IP-Protokoll auseinandersetzen zu müssen. Dazu gibt's Open-Source-Treiber, einen kleinen Webserver und weitere Software-Beispiele zum kostenlosen Download.

Das südkoreanische Elektronikunternehmen WIZnet [1] wurde vor elf Jahren an der Universität Seoul gegründet. Kurz darauf kam mit dem W3100 der erste Hardwired-TCP/IP-Chip mit 10/100-MBit/s-Ethernet-Schnitt-

stelle auf den Markt. Der Internet-Protokoll-Stack ist hierbei in Hardware gegessen, wodurch die MCU vom komplizierten TCP/IP-Protokoll entlastet wird. Internetanwendungen wie Webserver, E-Mail, FTP und

vielen mehr sind damit auch ohne Betriebssystem und sogar auf einer kleinen 8-bit-MCU zu implementieren. Details auf der PHY-, MAC-, IP- und TCP-Ebene muss man dabei nicht selbst programmieren; man

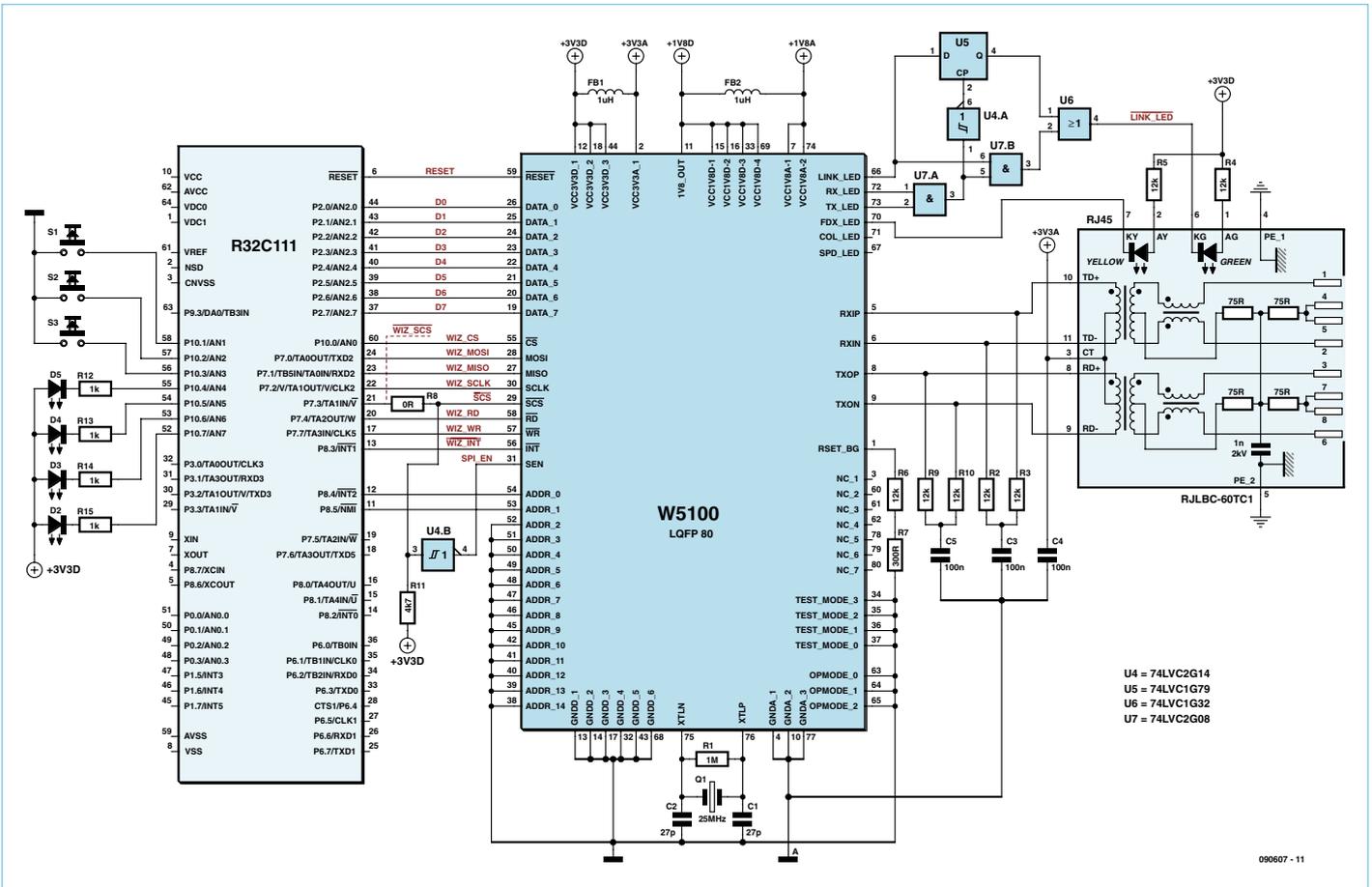


Bild 1. Schaltplan des Netzwerkmoduls und Anbindung des R32C (vom Applicationboard sind hier nur die LEDs und Taster gezeigt, beim Netzwerkmodul sind der 3,3-V-Regler und einige passive Bauteile nicht gezeichnet).

greift einfach auf entsprechende Treiberfunktionen zurück (zu den Abkürzungen siehe Kasten).

Familie

Zum W3100 kamen in den nächsten Jahren noch weitere Chips mit verschiedenem Integrationsgrad hinzu. Der hier verwendete W5100 ist ein 3-in-1-Chip, der TCP/IP-, MAC- und PHY-Funktionen in Hardware vereint und über SPI oder ein 8-bit-Parallel-Interface angesteuert werden kann.

Netzwerkmodule in DIL-Form, die aus dem TCP/IP-Chip und einer RJ45-Buchse mit Übertrager bestehen, machen die Anbindung noch einfacher. In diesem Projekt kommt das WIZ812MJ-Modul zum Einsatz,

das einfach auf unser R32C-Applicationboard aufgesteckt werden kann. Darüber hinaus hat WIZnet noch leistungsfähigere Internet-Chips im Programm, die Datenraten bis zu 80 Mbit/s erreichen. Damit werden auch anspruchsvolle Applikationen wie HD-Video oder Bildererkennung möglich. In Kürze rundet der 4-in-1-Chip W7100 die Palette nach oben ab; er enthält neben den erwähnten Protokollfunktionen auch gleich einen 8051-Core, 64 kB RAM und 64 kB + 128 kB Flash-Speicher.

Die Hardware

Wenn das WIZ812MJ-Modul auf den vorbereiteten Sockel des Applicationboards [2] aufgesetzt ist, kann der R32C/111 per

SPI oder mit 8 bit parallel mit dem W5100 kommunizieren. Bei Letzterem kommt der sogenannte indirect-mode zum Einsatz. Im Gegensatz zum direct-mode wird dann nicht der breite Adressbus benutzt, was eine Menge Signalleitungen spart. Dennoch ist der indirect-mode genauso schnell: Um einen Block Daten zu lesen oder zu schreiben, wird (über den Datenbus) nur die Startadresse übertragen. Der W5100 zählt die Adresse nun im „auto-increment“-Verfahren selbständig hoch. Vom Adressbus werden nur die zwei Leitungen Ao und A1 benötigt. Diese codieren, ob am Datenbus ein Datenbyte oder das High- bzw. Low-Byte der Startadresse anliegt. Der Schaltplan in Bild 1 zeigt einen Ausschnitt aus dem Applicationboard, die

Anbindung des W5100 und den Aufbau des Netzwerkmoduls. Das WIZ812MJ besteht aus dem W5100 plus Quarz, RJ45-Buchse und einigen Gattern. Diese Gatter mixen verschiedene LED-Signale des W5100, um ein stabiles, nicht blinkendes Link-Signal zu erzeugen. Ein Inverter erzeugt aus dem SPI-chip-select (/SCS)- das invertierte SPI-enable (/SEN)-Signal. Um den SPI-Modus zu aktivieren, reicht daher die Leitung /SCS zwischen Controller und Internet-Chip.

Die interne Corespannung von 1,8 V erzeugt der W5100 selbst. Diese und alle anderen Betriebsspannungen werden durch Kondensatoren auf dem WIZ812MJ-Modul gestützt, die allerdings aus Gründen der Übersichtlichkeit im Schaltplan nicht gezeigt werden (genauso wenig wie der externe 3,3-V-Regler).

Der Physical Layer

In die RJ45-Buchse ist ein symmetrischer Übertrager integriert. Dieser ermöglicht dem PHY im W5100, die RX-/TX-Signale bei Bedarf zu tauschen. Diese Funktion nennt sich auto cross over, kurz auto-MDIX, und macht Crosskabel überflüssig. Damit können normale Patchkabel für die direkte Verbindung zu einem PC verwendet werden.

Die Autonegotiation-Funktion ermittelt selbstständig die physikalische Datenrate (10 Mbit/s oder 100 Mbit/s) und andere Verbindungsparameter der Gegenstelle wie Full- oder Half-Duplex. Danach ist die Punkt-zu-Punkt-Verbindung aufgebaut und der Link steht.

Signale dürfen innerhalb eines Paares RX+/RX- und TX+/TX- getauscht werden. Bei 10 Mbit/s wird die Polarität vom PHY erkannt und gegebenenfalls invertiert (polarity reverse). Bei 100 Mbit/s wird ein

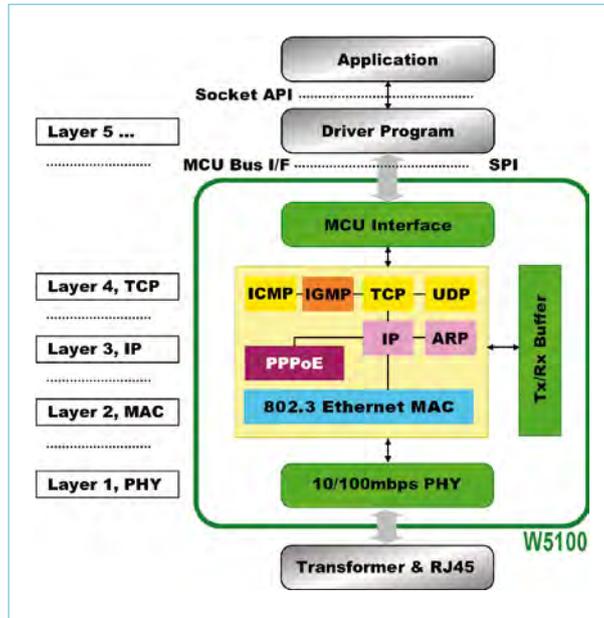


Bild 2. Beim W5100 sind das PHY-, MAC- und TCP/IP-Protokoll in Hardware gegossen, was den Controller (und den Programmierer) ungemein entlastet.

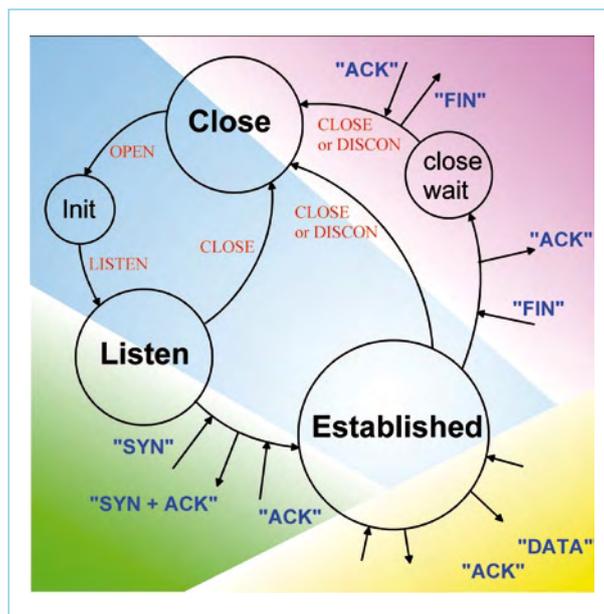


Bild 3. Statusdiagramm eines Webservers. Details übernehmen der W5100 und entsprechende Treiberfunktionen, die Zustandsverwaltung im Hauptprogramm bleibt sehr übersichtlich (siehe Listing 2)!

anderes Verfahren verwendet. Hier gibt es keine Polarität mehr, da Einsen als Potentialwechsel und Nullen durch Halten signalisiert werden. Um eine zuverlässige Taktrückgewinnung zu gewährleisten, wird der Bitstrom speziell umcodiert, sodass nie zu viele Nullen oder Einsen direkt hintereinander gesendet werden.

Das TCP/IP-Protokoll

Netzwerkverbindungen werden immer in aufeinander aufbauenden Schichten betrachtet. Im sogenannten ISO/OSI-Schichtenmodell sind diese Kommunikationsebenen allgemein definiert. Dabei übergibt eine obere Schicht Daten und Befehle an die untere und erhält von dieser entsprechende Daten und Antworten zurück. Im Gegensatz zu dieser „vertikalen Kommunikation“ wird eine virtuelle Punkt-zu-Punkt-Verbindung horizontal zwischen zwei gleichen Schichten auf beiden Seiten einer Kommunikation aufgebaut. Dazu bedarf es der verschiedenen Protokolle auf den entsprechenden Ebenen.

Der innere Aufbau des W5100 und die Protokollebenen sind in **Bild 2** dargestellt. Der W5100 übernimmt alle Aufgaben der ersten vier Layer (PHY + MAC + TCP/IP). Anwendung und Treiberprogramm übernehmen ab Layer 5 und steuern den W5100. Der Treiber muss auf den verwendeten Mikrocontroller und die gewünschte Art der Kommunikation (SPI oder parallel) zugeschnitten sein, WIZnet stellt freien Quellcode für verschiedene 8-, 16- und 32-bit-Controller bereit. Die Aufgaben des Anwendungsprogramms reduzieren sich dann auf die Statussteuerung (siehe unten) und die eigentliche Anwendung.

Im Anwendungsprogramm wird auch die IP-Adresse zugeordnet.

Dazu besitzt der W5100 im Adressraum von 0x0000 bis 0x0030 sogenannte Common-Register, in denen alle netzwerkspezifischen Informationen (IP-, Gateway- und MAC-Adresse, Net-Mask usw.) gespeichert werden. Diese Register sind nicht resistent gegen ein Reset. Die Netzwerkinformationen sollten daher in einem EEPROM (hier im R32C integriert) nichtflüchtig abgelegt werden. Darüber hinaus ist es möglich, von einem DHCP-Server (z.B. einen DSL-Router) eine IP-Adresse und weitere Netzwerkinformationen dynamisch anzufordern.

In den „Socket-Registern“, Adressbereich 0x0400 bis 0x0800, werden alle Konfigurationen und Status-Informationen zu den maximal vier gleichzeitig möglichen Verbindungen („Sockets“) gespeichert. Hier wird auch festgelegt, ob ein Socket als Client oder Server arbeitet. Ein Socket repräsentiert eine virtuelle Punkt-zu-Punkt-Verbindung und ist damit die eigentlich Schnittstelle nach „draußen“. Das Hauptprogramm kann nach einem Interrupt oder durch regelmäßiges Abfragen (polling) über diese Register auch den Status der Verbindungen überprüfen und entsprechend reagieren. Der 16 kB große Send- und Empfangsspeicher, Adressraum 0x4000 bis 0x8000, kann den bis zu vier Sockets variabel zugeordnet werden.

Verbindungsaufbau

Bild 3 zeigt den Statusgraphen der Socket-zustände einer TCP-Verbindung. Will man zum Beispiel einen Webserver implementieren, dann muss zuerst ein Socket auf Port 80 konfiguriert und gestartet werden. Dies geschieht durch die beiden Befehle socket() und init(). Danach wechselt der Socket vom Status „closed“ über „init“ in den Status „listen“ und ist damit empfangsbereit. Erst wenn ein Client (zum Beispiel ein Browser auf einem PC) Daten von diesem Webserver abfragt, wird eine Verbindung aufgebaut. TCP-Verbindungen werden immer mit einer doppelten Bestätigung von beiden Seiten geöffnet. Diese Bestätigungspakete (Handshaking) generiert der W5100 selbstständig. Erst danach ist die horizontale Verbindung hergestellt und Daten können übermittelt werden.

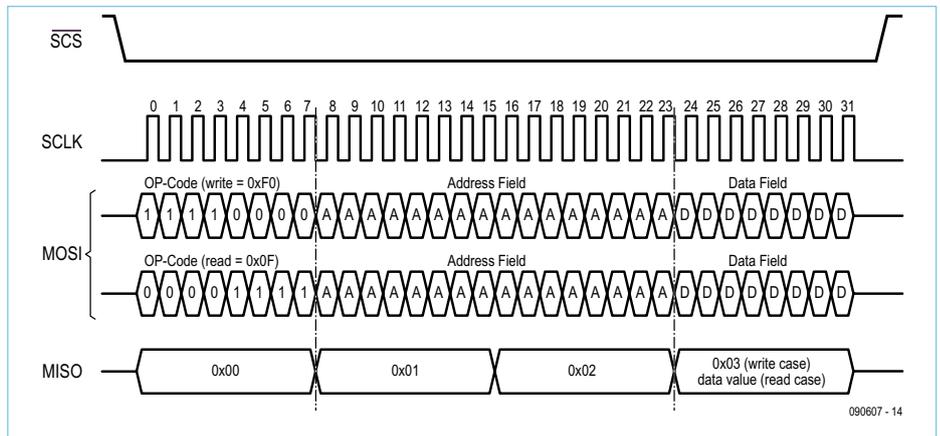


Bild 4. Lesen und Schreiben eines Bytes über SPI.

Abkürzungen

ISO/OSI: „Open System Interconnection (OSI) Reference Model“. Definition verschiedener Schichten einer Kommunikation.

PHY: „Physical Layer“. Treiber für die Datenübermittlung auf einem bestimmten Medium, z.B. Ethernet. Unterste Schicht.

MII: „Media Independent Interface“. Schnittstelle zwischen MAC und PHY.

MAC: „Media Access Control“. Paketvermittlung über MAC-Adressen (feste Adressen der beteiligten Hardware, z.B. Netzwerkkarten) auf der zweituntersten Schicht.

IP (IPv4): „Internet Protocol“. Adressbezogene Paketvermittlung auf der dritten Schicht. IP-Adressen können fest definiert sein oder auch dynamisch zugewiesen werden.

Net-Mask: 32-bit-Wort zur Teilung der IP-Adresse in die Adresse des Netzwerks und eine Geräteadresse innerhalb des Netzwerks.

DHCP: „Dynamic Host Configuration Protocol“. Dienst zum automatischen Konfigurieren eines Netzwerkteilnehmers. Über DHCP kann diesem z.B. eine IP-Adresse dynamisch zugewiesen werden.

Port: Über dieselbe IP-Adresse können verschiedene Anwendungen gleichzeitig erreichbar sein, jede dieser Anwendungen bekommt dann einen anderen Port zugewiesen. Für manche Anwendungen sind bestimmte Portnummern by default vorgesehen.

TCP: „Transport Control Protocol“. Paketvermittlung für verschiedene Dienste auf der vierten Schicht mit Rückmeldung.

UDP: „User Datagram Protocol“. Kommunikation ohne Rückmeldung, was Geschwindigkeitsvorteile bringt, z.B. für Internetradio.

Socket: TCP/IP-Dienst bzw. „horizontaler“ Anschluss auf der vierten Schicht; ein Socket wird durch eine Kombination aus IP-Adresse und Port bestimmt.

HTTP: „Hyper-Text Transport Protocol“. TCP-Dienst, der Webseiten vermittelt.

FTP: „File Transfer Protocol“. TCP-Dienst, der Dateien überträgt.

SMTP: „Simple Message Transport Protocol“. Dienst zum Versenden von E-Mails.

Listing 1: Daten schreiben über SPI

```
uint8 WRITE(uint16 addr,uint8 data)
{
    IINCHIP_ISR_DISABLE();           // Interrupt disable
    SET_SCS(LOW);                    // CS=0, SPI start
    SpiSendData(0xF0);               // OP-Code for write
    SpiSendData((addr & 0xFF00) >> 8); // send address high byte
    SpiSendData(addr & 0x00FF);      // send address low byte
    SpiSendData(data);               // send data
    SET_SCS(HI);                     // CS=1, SPI end
    IINCHIP_ISR_ENABLE();
    return 1;
}

void SpiSendData(uint8 Val)
{
#ifdef USE_PORT_IO                  // software SPI
    uint8 i;

    for (i = 0; i < 8; i++)
    {
        W5100_P_SCLK = LOW;
        if (0x80 & (val << i)) W5100_P_MOSI = HI;
        else W5100_P_MOSI = LOW;
        W5100_P_SCLK = HI;
    }
    W5100_P_SCLK = LOW;
#else                                // hardware SPI
    uart_begin( val );
    uart_end();
#endif
}

void uart_begin( register char cmd )
{
    te_u2c1 = 1;                      // enable tx
    uart_tx( cmd );                   // send the command
}

void uart_end( void )
{
    while( !ti_u2c1 );                // wait for tx buffer to
empty
    while( !txept_u2c0 );             // wait for tx register to
empty
    re_u2c1 = 0;                      // disable rx
    te_u2c1 = 0;                      // disable tx
}
```

Der Status des Socket wechselt bei einem Verbindungsaufbau von „listen“ zu „established“. Das Hauptprogramm erkennt diesen Status und kann die empfangenen Daten (zum Beispiel die URL einer angeforderten Website) aus dem Empfangsspeicher des W5100 auslesen und analysieren. Wenn angefordert, werden die Antwort-Daten in den Ausgangsspeicher geschrieben und der Befehl send() gegeben. Beendet der Client die Verbindung, weil er die angeforderten Daten (gegebenfalls in mehreren Paketen) vollständig erhalten hat, wechselt der Socket nach entsprechendem Handshake auf „closed“. Jetzt muss der Socket erst wieder neu initialisiert werden, bevor ein Client sich wieder anmelden kann.

Zusätzliche Protokollinformationen, Checksummen, Flags und so weiter verarbeitet der W5100 beim Senden und Empfangen von Daten intern, und stellt nur die reinen Nutzdaten im Speicher bereit.

Der W5100 kann maximal vier Sockets zur gleichen Zeit und unabhängig voneinander handhaben. Daher ist der Server auch erreichbar, wenn ein Socket belegt ist (established), kurzzeitig geschlossen ist (closed), oder sich gerade neu initialisiert (init). Verschiedene Sockets können aber auch zur gleichen Zeit verschiedene Server oder auch Clients sein und daher auf verschiedenen Ports lauschen oder sich mit Servern verbinden. Ein Socket kann erst ein DHCP-Client sein und beim Einschalten die Netzwerk-Konfiguration bei einem DHCP-Server abrufen. Später kann dieser Socket dann zum Webserver werden. Gleichzeitig kann ein anderer Socket per SMTP eine E-Mail versenden. Der dritte Port ist dann zum Beispiel noch ein Web-, der vierte ein FTP-Server. Für all diese Anwendungen stellt der Chiphersteller ebenfalls freien Quellcode zur Verfügung.

Mehr zum TCP/IP-Protokoll kann man auch im Internet nachlesen, zum Beispiel im „TCP/IP Guide“ [3].

Anbindung

Wie schon erwähnt, erlaubt das R32C-Applicationboard neben einer SPI-Ansteuerung auch die parallele Anbindung im indirect-

Architektur und Quellcode-Files

Die Webserver-Anwendung besteht aus verschiedenen Quellcode-Files, die oben genannten greifen dabei auf Funktionen von weiter unten genannten zu:

Main.c: Der eigentliche Webserver mit der Zustandsverwaltung. Kann zur Implementierung eines eigenen Servers angepasst werden.

Webserver.c: Grundlegende Webserver-Funktionen, kann in eigenen Anwendungen unverändert genutzt werden.

HTTPD.c: HTTP-Funktionen, kann in eigenen Anwendungen unverändert genutzt werden.

SOCKET.c: Funktionen zum Socket-Handling, kann in eigenen Anwendungen unverändert genutzt werden.

W5100.c: Treiber (hier in der Version für Hardware/Software-SPI und den R32C-Controller). Ist umzuschreiben, wenn eine andere Art der Kommunikation (parallel) genutzt werden soll.

hwsetup.c: R32C-spezifisches Hardware-Setup.

OLED28.c: Treiber für das OLED.

Falls ein anderer Controller zum Einsatz kommen soll, müssen W5100.c und hwsetup.c entsprechend umgeschrieben werden (der Chiphersteller stellt aber für einige Controller schon Treiber bereit [1]).

mode. Mit paralleler Datenübertragung ist der W5100 in der Lage, Datenraten bis zu 25 Mbit/s zu erreichen. Wer möchte, ist eingeladen, den indirect-mode zu implementieren und die maximale Datenrate des R32C/111 zu ermitteln. Wir haben uns für diesen Artikel auf den SPI-Modus konzentriert. In **Bild 4** sind die Signaltimings der SPI-Schnittstelle jeweils für das Schreiben und das Lesen eines Bytes dargestellt. Das Protokoll ist sehr einfach und besteht aus vier Bytes. Die Präambel (OP-Code) signalisiert, ob gelesen oder geschrieben werden soll. Die mittleren zwei Byte enthalten die 16-bit-Adresse und das vierte Byte die eigentlichen Daten. Jedes Lesen oder Schreiben eines Bytes erfordert also vier Bytes. Der maximale Takt ist mit 14 MHz aber so groß, dass eine Datenrate bis 3,5 Mbit/s erreicht werden kann.

Die SPI-Schnittstelle kann an beliebigen Portpins eines Mikrocontrollers in Software realisiert werden. Der R32C/111 und viele andere Mikrocontroller unterstützen SPI als synchrone serielle Schnittstelle aber auch in Hardware. Bei Renesas heißt dieser Modus „clock synchronous serial interface mode“. In den downloadbaren Treiber-Quellcodes finden sich beide Implementierungen und können einfach mit der Compilerdirektive „USE_PORT_IO“ umgeschaltet werden.

Chris Vossen (Elektor) und Jinbuhm Kim (Head of Application & Software bei WIZnet) haben einen SPI-Treiber für die Renesas-M16C-Produktfamilie und speziell den R32C geschrieben. In **Listing 1** sind Ausschnitte des SPI-Treibers dargestellt. Erst werden die Interrupts abgeschaltet, um weitere Unterbrechungen zu vermeiden. Dann wird SPI-chip-select (/SCS) gesetzt und die vier Bytes nacheinander gesendet. Danach wird SPI-chip-select wieder aufgehoben und die Interrupts wieder aktiviert. Das Senden eines einzelnen Bytes erfolgt entweder per Software- oder Hardware-SPI.

Beispiel-Webserver

Eine kleine, sehr einfache Beispielanwendung zeigt Listing 2. Der „Elektor“-Server lauscht auf Port 5000 und antwortet auf

Listing 2: Hauptschleife „Elektor-Server“

```
socket(i, Sn_MR_TCP, 5000, 0x20); // open Socket, Port 5000
listen(i); // go into listen mode = Server
while(1)
{
    sock_status = getSn_SR(i); // get socket status
    switch(sock_status)
    {
        case SOCK_ESTABLISHED:
            len = getSn_RX_RSR(i); // get size of buffer
            if (len > 0)
            {
                if (len > MAX_BUF_SIZE) len = MAX_BUF_SIZE;
                len = recv(i, sock_buf, len); // return received size
                send(i, "elektor\r\n", 9); // send „elektor“
            }
            break;
        case SOCK_CLOSE_WAIT:
            disconnect(0); // send „FIN, ACK“
            break;
        case SOCK_CLOSED:
            close(i); // close Socket
            socket(i, Sn_MR_TCP, 5000, 0x20); // reopen Socket
            listen(i); // to listen mode
            break;
    }
}
```

beliebige Anfragen mit dem String „elektor“. Die Hauptschleife verzweigt in einer Switch-Case-Anweisung je nach Status der Verbindung in die Unterrouinen SOCK_ESTABLISHED, SOCK_CLOSE_WAIT und SOCK_CLOSED. Ist der Socket geschlossen, reaktivieren die Befehle socket() und init() den Socket wieder. Sind Daten empfangen worden, antwortet der Server mit send(„elektor“).

Ein Schritt von diesem „Textserver“ zu einem richtigen Webserver ist die Initialisierung des Sockets auf Port 80 und eine Analyseroutine für die empfangenen Daten vom Client (zum Beispiel URLs von angefragten Websites usw.).

Ein echter kleiner Webserver steht schon unter [4] zum Download bereit. **Bild 5** zeigt die Darstellung im Browser. Die Anwendung fragt zuerst als Client per DHCP selbstständig die eigene Konfiguration vom Router ab.

Danach wird die Anwendung zum Webserver und stellt auf Anfrage eine einfache Webseite bereit. Dies ist ein Webformular mit zwei Checkboxes, die den Zustand von zwei LEDs des Applicationboards anzeigen. Über diese Checkboxes kann der Anwender die LEDs natürlich auch ein- und ausschalten. Marc Oliver Reinschmidt von Glyn hat



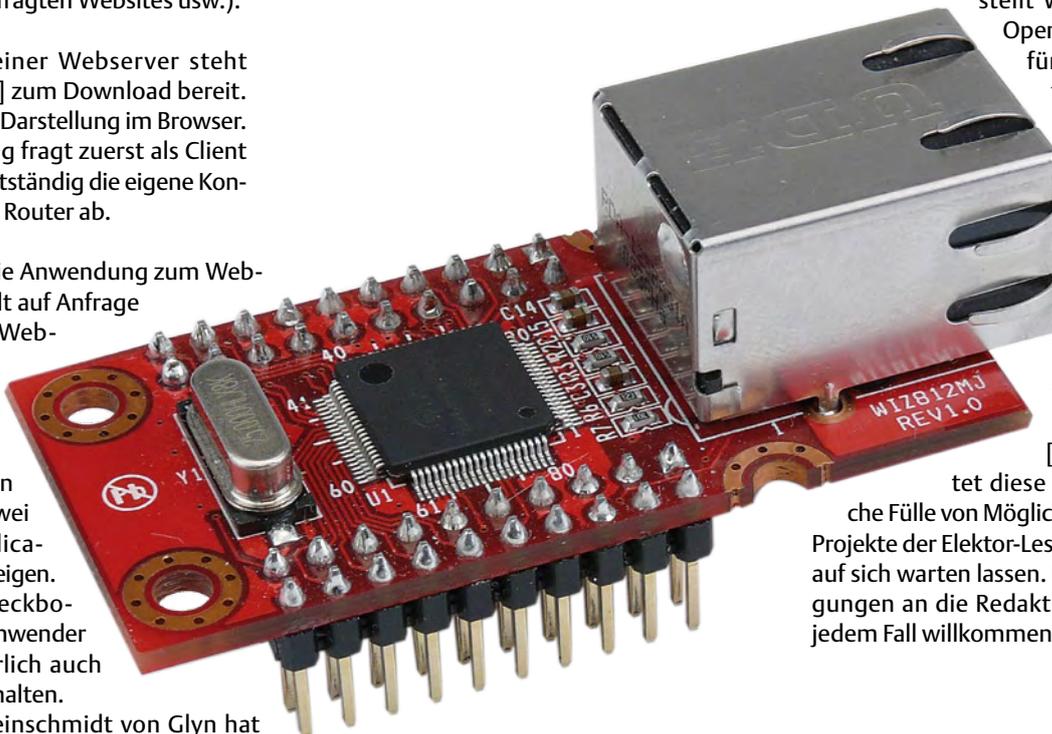
Bild 5. Mit dem Beispiel-Webserver kann man die LEDs auf dem Applicationboard übers Internet steuern. In die Textbox eingegebene Texte werden auf dem OLED dargestellt!

noch die OLED-Routinen integriert, die in der Mai-Ausgabe beschrieben wurden [5]. Über eine Eingabezeile lassen sich Texte auf das OLED-Display schreiben. Das Logo von WIZnet darf natürlich nicht fehlen.

Alle auf der Website angezeigten Bilder sind in unserem Beispiel statisch eingekompiliert (wer möchte, kann natürlich auch einen FTP-Server implementieren und die Bilddaten auf der externen SD-Karte ablegen). Die Quellcode-Files des kleinen Webserver (Übersicht siehe Kasten) sind gut kommentiert. Weitere Server- und Client-Beispiele stellt WIZnet [1] als freie Open-Source-Software für die verschiedensten Controller zur Verfügung.

Das R32C-Applicationboard [2], das R32C-Starterkit inklusive Controllerboard [6] und die WIZ812M]-„Netzwerkkarte“ sind bei Elektor erhältlich [4]. Insgesamt bietet diese Hardware eine solche Fülle von Möglichkeiten, dass eigene Projekte der Elektor-Leser sicher nicht lange auf sich warten lassen. Hinweise und Anregungen an die Redaktionsadresse sind in jedem Fall willkommen!

(090607)



Weblinks

- [1] www.wiznet.co.kr/en/
- [2] www.elektor.de/090209
- [3] www.tcpipguide.com/free
- [4] www.elektor.de/090607
- [5] www.elektor.de/081029

[6] www.elektor.de/080928

[7] www.dacomwest.de

Die Autoren

Jinbuhm Kim ist Leiter der Applikationsabteilung bei WIZnet [1] und Kopf des Supportteams für das weltweite

Distributionsgeschäft.

Joachim Wülbeck ist Applikations-Ingenieur im Außendienst (FAE) beim Distributor Dacom West GmbH [7] und betreut den Bereich Schnittstellen und Sensorik.

Die Autoren sind über die Homepage ihre Unternehmen zu erreichen.

Tief genug?

Entdecken Sie die Vorzüge großer Speichertiefe!



Kaufen Sie ein GDS-Modell mit beschränkter lebenslanger Garantie & erhalten zusätzlich einen SD-Card-Reader!



Digitales Speicher-Oszilloskop

Aufgrund des begrenzten Speichers können herkömmliche digitale Speicher-Oszilloskope bei hohen Taktraten keine kompletten Signalformen darstellen. Die GDS-1000A-Serie nutzt die MemoryPrime-Technologie um diese durch Speicher bedingten Probleme zu lösen. Daher ist die GDS-1000A-Serie dazu in der Lage, ohne Performance-Einschränkungen komplette Wellenzüge auch bei hoher Taktrate über einen breiten horizontalen Bereich darzustellen. Nutzen Sie die Fähigkeiten des neuen GDS-1000A!

MemoryPrime 2MEGA MEMORY BUILT-IN

GDS-1000A-Serie

- 150/100/60 MHz Bandbreite, 2 Eingangskanäle
- Sample-Rates bis max. 1 GSa/s in Echtzeit
- 25 GSa/s Equivalent-Time
- 2 M-Punkte maximale Speichertiefe
- 2 mV...10 V vertikal; 1 ns...50 s horizontal
- Bis zu 27 automatische Messverfahren
- USB- und SD-Interface unterstützt

GOOD WILL INSTRUMENT CO., LTD.
T +886-2-2268-0389 F +886-2-2268-0639
E-mail: marketing@goodwill.com.tw



GW INSTEK
www.gwinstek.com

Elektor Personal Organizer 2010

 inkl. Kugelschreiber + SMD-Lupe

Da verschiedene Berufs- und Interessengruppen verschiedene Anforderungen an Informationen haben, muss für jede dieser Gruppen ein auf sie zugeschnittener Organizer entwickelt werden. Deshalb ist der neue Elektor Personal Organizer 2010 als ständiger und wertvoller Begleiter für alle Elektroniker konzipiert! Neben den üblichen Funktionen wie Kalender, Adressbuch und Notizmöglichkeit enthält dieser Organizer auch spezielle Informationen (in englischer Originalsprache), die für Elektroniker in Beruf und Freizeit nützlich und hilfreich sind. Dazu zählen eine umfassende Formel- und Tabellensammlung zu Themen wie Spannungs- und Stromberechnung, Konstanten, Bauteilbeschreibungen, Steckerbelegungen und vieles mehr. Zusätzlich gibt es noch relevante Daten von allen wichtigen internationalen Fachmessen.

**Elektroniker-Kalender
von Elektronikern
für Elektroniker**

€ 29,50 • CHF 46,50

NEU!

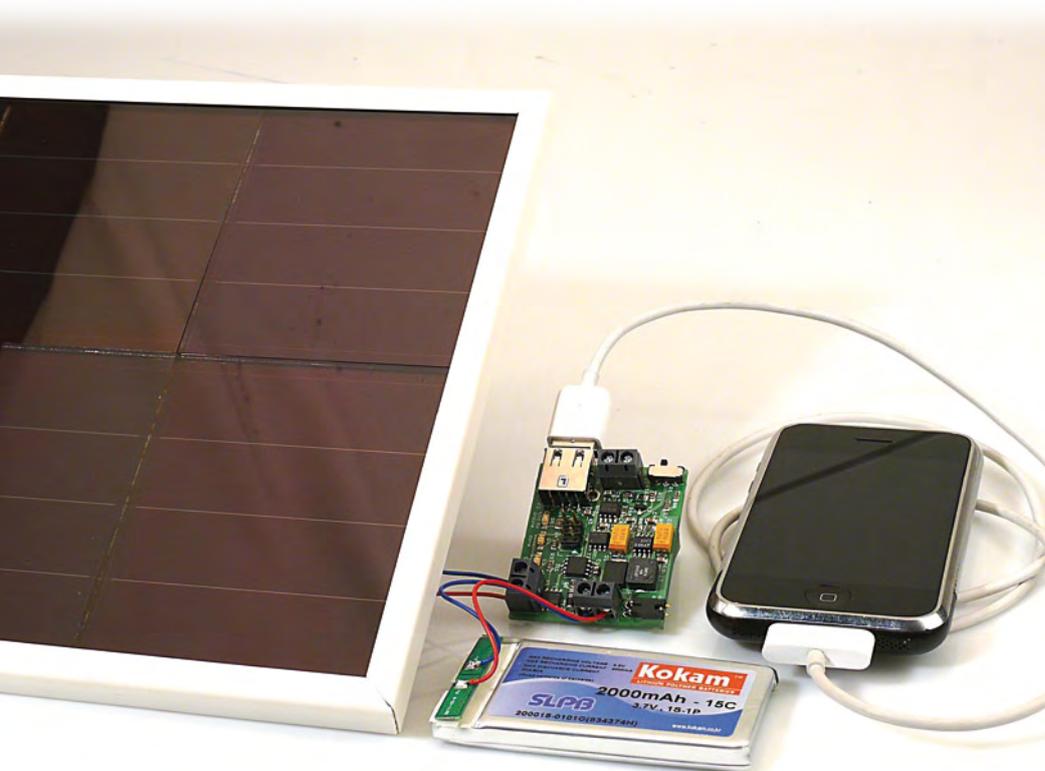
Weitere Infos und Bestellung nur unter www.elektor.de/organizer

Solar Charger

Solarladegerät für unterwegs

Von Martin Kiel

Dieses kleine Projekt aus dem Bereich der regenerativen Energieversorgung soll dazu dienen, das tägliche Nachladen von Handy oder PDA aus einem Solarmodul zu bewerkstelligen. Zum Zwischenspeichern der Sonnenenergie wird eine Lithium-Ionenzelle verwendet. Der Solar Charger überwacht die Akkuspannung und schützt die Batterie vor Überladung und Tiefentladung.



Die Idee, portable Geräte mit Hilfe der Sonne wieder aufzuladen, ist keineswegs neu [1]. Man ist im Urlaub unabhängig von der vorherrschenden Stecker- und Spannungsnorm und kann auch dort nachladen, wo kein Stromanschluss zur Stelle ist.

Da man tagsüber, wenn die Sonne zum Nachladen zur Verfügung steht, jedoch meist das zu ladende Gerät benutzen möchte, war es Ziel dieses Projekts, tagsüber die Sonnenenergie zwischenspeichern, so dass man abends den PDA oder das Handy wieder nachladen kann. Um die Schaltung möglichst portabel zu halten, so dass sie auch während einer längeren Wandertour zum Einsatz kommen kann, wurde als Energiespeicher eine einzelne Lithium-Ionen-Zelle vom Typ Lithium-Polymer (LiPo) gewählt.

Schaltplan

Prinzipiell besteht der Solar Charger aus zwei Stufen: Dem Laderegler für den Lithium-Ionen-Akku und einem DC/DC-Wandler, der die Spannung des Akkus (zwischen 3,0 und 4,15 V) auf einen höheren und konstanten Wert heraufsetzt (**Bild 1**).

Kernstück der Schaltung in **Bild 2** ist ein ATtiny13-Mikrocontroller von Atmel, der die Batteriespannung überwacht und entsprechend Solarzelle und den Ausgang steuert. Der Solar-Laderegler ist als Shuntregler ausgeführt, der die Solarzelle kurzschließt, falls die Batteriespannung zu hoch werden sollte. Da Solarzellen kurzschlussfest sind, ist dies problemlos möglich und bietet den Vorteil, dass der Strom durch die Zuleitungen nicht abrupt unterbrochen werden muss. Zudem lässt sich T1 auf diese Weise ohne aufwendige Treiberstufe schalten. Für T1 wurde ein MOSFET IRF7413 gewählt, welcher zwar für diese Anwen-

Eigenschaften

- Interner Lithium-Ionen-Akku zur Speicherung der Sonnenenergie
- Größe des Akkus und der Solarmodule frei wählbar
- Direkte Ladung beziehungsweise Betrieb von USB-Geräten.
- Zwei umschaltbare Ladeausgänge:
 - Konstantspannungsausgang (5 V, max. 500 mA)
 - Konstantstrom (max. 150 mA)
- Akku-Management für den internen Speicher:
 - Überladeschutz
 - Unterspannungsschutz mit Hystereseregler und Lastabwurf
- Ausfallsicherung durch Watchdog
- Kompakte Abmessungen
- Komplette Firmware mit Quellcode auf der Elektor Webseite zum Download verfügbar

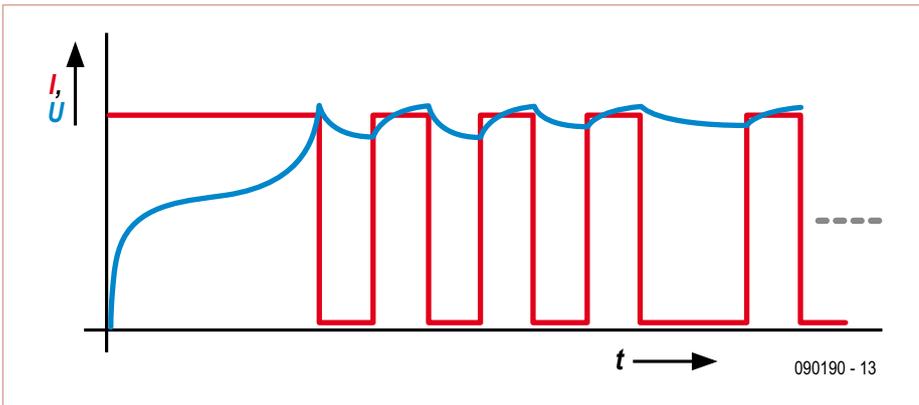


Bild 3. Der Laderegler schließt das Solarpanel kurz und unterbricht so den Ladestrom (rot), sobald die Spannung am Akku (blau) den zulässigen Maximalwert erreicht.

dass die Batterie zwecks Tiefentladeschutz vom Ausgang getrennt werden kann (Lastabwurf).

Da nicht alle Handys das gleiche Ladeverfahren verwenden, lässt sich der Hochsetzsteller in zwei verschiedenen Modi betreiben, die durch den Schalter (S1) wählbar sind.

Der erste Modus stellt an der USB-Buchse 5 V bereit, so dass Geräte, die sich über USB laden lassen, in diesem Modus geladen werden können. Der LT1302 verfügt über einen internen Überlastschutz und schaltet bei Überhitzung ab [2]. Trotzdem sollte der Ladestrom für das USB-Gerät 500 mA nicht übersteigen. Geräte, die sich an den USB-Standard halten, erfüllen diese Regel auf jeden Fall [3].

Der zweite Betriebsmodus ist für Geräte gedacht, die eine Konstantstromquelle zum Laden benötigen, wie zum Beispiel einige Nokia-Handys. Vom Autor wurde ein Siemens BenQ S68 verwendet. Dieses Handy benötigt zunächst eine Ladespannung von ca. 7 V, um mit dem Ladebetrieb zu beginnen. Danach wird ein konstanter Ladestrom erwartet, bis der Handyakku eine Spannung von ca. 4 V erreicht hat. Danach schaltet das Handy die Ladung von sich aus ab.

Realisiert wurde dieser Lademodus über eine weitere Stufe nach dem Hochsetzsteller. Die Ausgangsspannung des Hochsetzstellers wird dabei über R6 und R8 auf 11,75 V gesetzt. Diese Spannung wird dann einem Linearregler LM317 zugeführt, der eine Ausgangsspannung von knapp 7 V zur Verfügung stellt und außerdem eine Ladestrombegrenzung ermöglicht [4]. Mit einem Wert von $3,3 \Omega$ für R17 ergibt sich ein Ladestrom von ca. 150 mA. Ein höherer Ladestrom würde den Hochsetzsteller LT1302 überlasten [2].

Programm und Regelung

Die komplette Regelung der Schaltung wird vom Mikrocontroller übernommen. Im Prinzip sind im interruptgesteuerten Programm zwei Regler implementiert: Einer für die Ladeschlussspannung und einer für den Lastabwurf. Der gesamte Programmablauf wird über einen Interrupt gesteuert, der jede Sekunde aufgerufen wird. Zu Beginn jedes Interrupts wird LED D4 (gelb) eingeschaltet. Danach wird die aktuelle Batteriespannung mit den vorgegebenen Grenzen für Über- bzw. Unterspannung verglichen. Danach wird eine neue A/D-Wandlung angestoßen und die LED D4 wieder ausgeschaltet.

Laden des LiPo-Akkus

Der Regler für die Überspannung schließt über T1 bei Erreichen der maximal vorgegebenen Spannung von 4,15 V das Solarpanel kurz und verhindert so eine Überladung der Lithium-Ionen Zelle. Um die Batterie vor Zerstörung zu schützen, darf die Zellenspannung nie über 4,2 V ansteigen. Aus diesem Grund wurde die Ladeschlussspannung auf 4,15 V festgelegt.

Bild 3 verdeutlicht das Ladeverfahren der Schaltung. Die rote Kurve stellt vereinfacht den Ladestrom des Solarpanels unter der Annahme dar, dass dieser immer konstant hoch ist. Die blaue Kurve repräsentiert die Akkuspannung. Wie zu erkennen ist, fließt so lange ein Ladestrom, bis die maximal erlaubte Zellenspannung erreicht ist. Dann wird das Solar Panel kurzgeschlossen und die Akkuspannung sinkt wieder. Bei der nächsten Analog-Digital-Wandlung stellt der Controller eine Zellenspannung unter dem Maximalwert fest und erlaubt wieder einen Ladestrom. Nun steigt die Zellenspannung wieder an und unter Umständen

den auch über das gegebene Limit, da der Controller nur in bestimmten Zeitfenstern die Akkuspannung misst. Mit zunehmendem Ladezustand der Batterie sinkt die Spannung während einer „Ladestrom-aus“-Phase immer weniger, so dass die Abstände, in denen wieder Stromfluss zugelassen wird, immer größer werden.

In der Praxis ist die Batterie also genau dann voll, wenn LED D3 (rot) immer an ist.

Tiefentladeschutz mit Lastabwurf

Der zweite Regler für den Lastabwurf ist als Zweipunktregler mit Hysterese ausgeführt. Wird im Falle einer Entladung der Lithium-Ionen-Zelle die zulässige Spannung unterschritten, wird der DC/DC-Wandler über T2 von der Batterie getrennt. Bis zur nächsten Interrupt-Phase regeneriert sich die Akkuspannung wieder ein wenig. Würde nun die Last sofort wieder zugeschaltet werden, so ergäbe sich genau das umgekehrte Szenario zur Ladung: Die Akkuspannung würde immer weiter sinken und damit auch der Ladezustand des Akkus.

Lithium-Ionen Akkus dürfen aber nicht zu tief entladen werden, da sie sonst dauerhaften Schaden erleiden. Aus diesem Grunde wurde die Entladeschlussspannung hier auf 3,0 V festgesetzt. Der Hysterese-Regler für den Lastabwurf wartet nach Erreichen der Entladeschlussspannung so lange, bis die Akkuspannung wieder einen höheren Wert (z.B. 3,5 V) erreicht hat, bevor er den Lastabwurf wieder deaktiviert.

Aufbau, Inbetriebnahme und Kalibrierung

Die Platine des Solarladers (**Bild 4**) ist überwiegend mit Bauelementen in SMD-Bauform bestückt. Bis auf vier Widerstände befinden sich alle Bauteile auf der Platinenoberseite. Die Software für den Mikrocontroller steht inklusive Quellcode auf der Elektor-Website [6] zum Download zur Verfügung. Wer den ATtiny nicht selbst programmieren möchte, der kann auf einen fertig programmierten Controller zurückgreifen, der im Elektor-Shop erhältlich ist.

Nach dem Aufbau erfolgt wie bei jedem Projekt der Funktionstest. Im Wesentlichen besteht dieser aus dem Test von Überspannungs- und Tiefentladeschutz. Benötigt wird

Stückliste

Widerstände: (SMD0805, 1/8 W, 1 %, wenn nicht anders angegeben)

R1 = 270 k
 R2 = 82 k
 R3,R4,R9 = 220 Ω
 R5,R10...R13 = 22 k
 R6 = 4M7
 R7 = 1M5
 R8 = 560 k
 R14 = 240 Ω
 R15 = 1k2
 R16 = 100 Ω
 R17 = 3Ω3

Kondensatoren:

C1,C3,C6...C9 = 100 n (SMD0805, 10 %)
 C2,C5 = 100 μ/16 V, 10 %, Tantal, SMD
 C4 = 10 n (SMD0805, 10 %)

Induktivität:

L1 = 10 μH, 2,47 A, 0,066 Ω, 20%, Ferritkern (z.B. Coiltronics DR74-100-R)

Halbleiter:

D1 = 1N4007 (MELF), z.B. LL4007G oder BAT85 (siehe Text)
 D2 = Schottkydiode 3 A, 60 V (z.B.

MBR5360T3G, On Semiconductor)
 D3 = LED rot, 25 mA, SMD1206
 D4 = LED gelb, 25 mA, SMD1206
 D5 = LED grün, 20 mA, SMD1206
 T1,T2 = IRF7413 (International Rectifier)
 T3 = BC847 SMD (z.B. BC847CLT1G, On Semiconductor)
 IC1 = ATtiny13V-10SU (Atmel), programmiert EPS 090190-41*
 IC2 = LT1302 (Linear Technology)
 IC3 = LM317LD (z.B. von ST Microelectronics)

Außerdem:

K3 = USB-A Buchse, SMD (z.B. Lumberg 2410 06)
 S1 = Mikro-Schiebeschalter, 2-poliger Umschalter (z.B. Multicom MCLSS22)
 K5 = Stiftleiste 6-polig, zweireihig, 2,54-mm-Raster (z.B. Tyco/AMP 1241050-3)
 JP1 = Stiftleiste 2-polig mit Jumper, 2,54-mm-Raster
 LiPo-Zelle 2000 mAh, 15C, 3,7 V, z.B. Kokam 200015-0101G(834374H)
 ASI-OEM Solarpanel 4,8 V/80 mA oder 5 V/81 mA oder ähnlich
 Schottkydioden BAT85 zur Parallelschaltung von Panelen (siehe Text)
 Platine EPS 090190-1*

* erhältlich im Elektor-Shop und unter www.elektor.de/090190

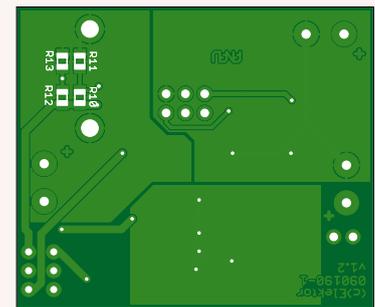
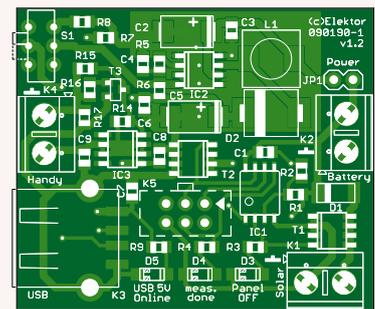


Bild 4. Die Platine des Solar Chargers wird überwiegend mit noch gut lötbaren SMD-Bauteilen bestückt. Vier Widerstände befinden sich auf der Platinenunterseite.

hierfür ein einstellbares Netzteil, das anstelle der Li-Ionenzelle angeschlossen wird. Zunächst wird die Spannung auf 3,5 V eingestellt und die Funktion des DC/DC-Wandlers überprüft (Ausgangsspannung, Ausgangsstrom). Danach wird die Spannung so lange langsam erhöht, bis die rote LED D3 zu leuchten beginnt. T1 sollte nun das Solarpanel kurzschließen.

Jetzt wird die Spannung langsam heruntergedreht, bis die grüne LED D5 (DC/DC-Wandler mit S1 in Stellung 5 V, also USB-Modus) erlischt. Nach dem damit erfolgten Lastabwurftest wird die Spannung wieder so lange erhöht, bis die grüne LED leuchtet. Das Datenblatt des Atmel Controllers gibt die interne Referenzspannung des Controllers mit einer Spanne von 1,0 V bis 1,2 V an. Aus diesem Grund muss der Controller für die exakten Spannungsgrenzen kalibriert werden.

In der Software stehen hierfür drei Variablen zur Verfügung (SolarCharger.h):

- MEAS_BATT_MAX: gibt die maximale Batteriespannung für den Überladeschutz an.
- MEAS_BATT_MIN: gibt die untere Spannungsgrenze für den Lastabwurf an.
- MEAS_BATT_MIN_MAX: gibt die obere Grenze für das Wieder-Einschalten der Last an.

Richtwerte für diese Grenzen sind in **Tabelle 1** angegeben und werden wie folgt berechnet:

Der A/D-Wandler des ATtiny hat eine Auflösung von 10 bit, also 1024 Werten. Die interne Spannungsquelle ist mit nominal 1,1 V angegeben. Mit den Werten des Spannungsteilers R1 und R2 ergibt sich, dass bei einer maximalen Batteriespannung von 4,72 V der A/D-Wandler einen Wert von 1024 zurückliefert. Hieraus ergibt sich, dass ein Bit des Wandlers 4,6 mV entspricht. Auf diese Weise lassen sich alle Werte für die Spannungsgrenzen errechnen. Die Werte in **Tabelle 1** entsprechen jedoch auf Grund der Varianz in der Referenzspannung nicht den exakten Werten. Aus diesem Grund sollte man sich beim Funktionstest merken, bei welcher Spannung die jeweilige Grenze erreicht ist. Der richtige Wert für die jewei-

lige Spannungsgrenze lässt sich dann wie folgt berechnen:

$$Limit_{neu} = \frac{U_{soll}}{U_{ist}} \cdot Limit_{ist}$$

Solarpanel und Akkugröße

Für die Musteraufbauten wurde eine LiPo-Zelle mit 2 Ah von Kokam eingesetzt. Diese im Modellbau häufig verwendeten Zellen bieten den Vorteil, dass sie flach und dadurch platzsparend sind. Sie sind jedoch wegen ihrer hohen Leistungsfähigkeit und Ihres hohen Entladestroms relativ teuer. Da in unserer Anwendung keine hohen Ströme benötigt werden, könnten auch andere Zellen (z.B. 18650-Rundzellen aus Laptop-Akkus) zum Einsatz kommen. Die Akkugröße richtet sich hauptsächlich nach der Last beziehungsweise nach der

Tabelle 1. Grenzen für die Batteriespannung in Abhängigkeit der internen Referenzspannung des Mikrocontrollers. Die exakten Werte müssen durch Kalibrieren ermittelt werden (siehe Text).

		U _{ref} [V]		
		1,0	1,1	1,2
U _{batt} [V]	4,15	990	900	825
	3,50	835	759	696
	3,00	716	651	596

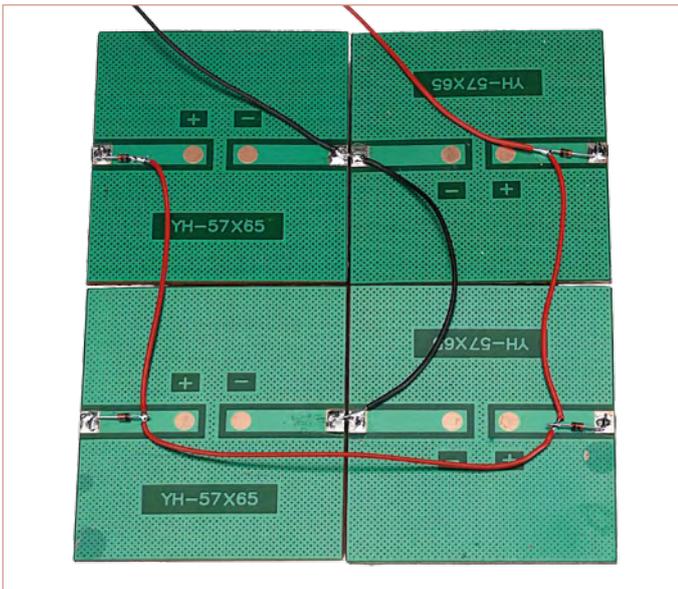


Bild 5. Die Verdrahtung der vier parallel geschalteten Solarmodule.

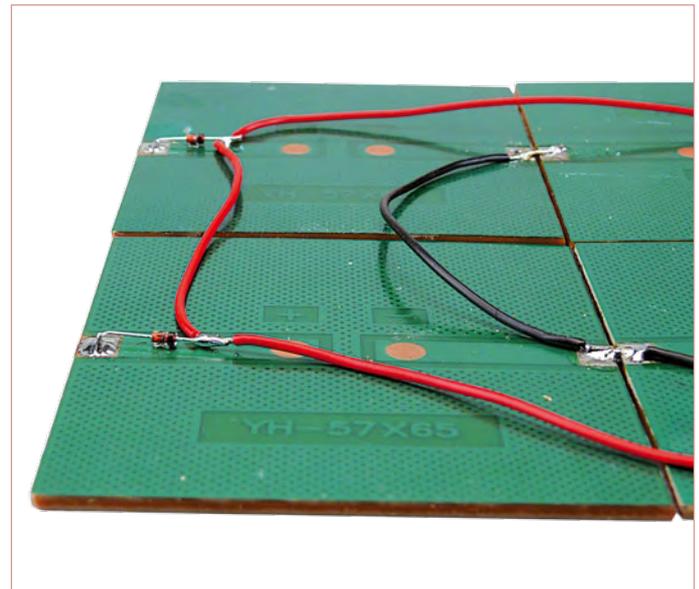


Bild 6. Schottkydioden verhindern, dass ein Rückstrom durch ein abgeschattetes Modul fließt.

Kapazität des zu ladenden Handyakkus. Letztere liegt im Bereich von 600 mAh (z.B. Siemens BenQ S68) bis 1,6 Ah (z.B. Apple iPhone).

Geht man von der Annahme aus, dass der Hochsetzsteller unseres Solar Chargers einen Wirkungsgrad von 80 % hat und die Akkukapazität ausreichen soll, um einen 1,2-Ah-Handyakkus vollständig zu laden, ergibt sich für den Akku im Solar Charger eine Mindestkapazität von 1,44 Ah. Wenn man

weiterhin berücksichtigt, dass der Akku des Solarladers nicht immer vollständig geladen sein wird, ist der Akku mit 2 Ah nicht überdimensioniert. Der Speicherakku im Solarlader sollte also immer noch etwas größer sein als der Akku im zu ladenden Gerät.

Aus der Akkugröße ergibt sich auch die Größe des Solarpanels. In den Prototypen wurde das Solarpanel aus vier Solarmodulen in Parallelschaltung zusammengestellt, deren Nennspannung mit 5 V bei

einem Nennstrom von 81 mA angegeben ist. Dies ist eine bei Katalogdistributoren gängige Größe.

In Bild 5 ist zu sehen, wie die vier Solarmodule im Elektor-Labor verdrahtet wurden. Jeder Plus-Pol ist über eine 200-mA-Schottkydiode (BAT85) in Durchlassrichtung mit der gemeinsamen Plus-Leitung verbunden (siehe Detailfoto Bild 6). Diese Dioden verhindern einen Rückstrom durch das einzelne Modul, wenn es abgeschattet wird oder aus anderen Gründen eine niedrigere Spannung



Bild 7. Die Anordnung der Solarmodule beim Musteraufbau des Autors.



Bild 8. Innenansicht des ersten Prototyps. Die Platine ist hier direkt mit den vier Solarmodulen verbunden.

Literatur und Links:

- [1] H.Baggen, „Portable Solarpanele – Tragbare Energie für unterwegs“, Elektor Juni 2009, www.elektor.de/070798
- [2] Datenblatt LT1302, Linear Technology, www.linear.com
- [3] Universal Serial Bus specification, Revision 2.0, 27.April 2007, www.usb.org
- [4] Datenblatt LM317, Linear Technology, www.linear.com
- [5] Datenblatt Attiny13(A), Atmel, www.atmel.com

- [6] Projektseite mit Software-Download und Bestellmöglichkeiten, www.elektor.de/090190

Der Autor

Martin Kiel (29) ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Stromrichtertechnik und elektrische Antriebe der RWTH Aachen (ISEA) und beschäftigt sich dort mit Mess- und Diagnosetechnik für Batterien. Seit 1996 ist er lizenziertes Funkamateurlizenzinhaber und befasst sich auch in seiner Freizeit mit Elektronik.

als die anderen liefert. Insgesamt ergibt sich aus dieser Anordnung ein maximaler Ladestrom von 324 mA, so dass der 2-Ah-Speicherakku theoretisch nach 6 Stunden vollständig aufgeladen ist. Der Autor hat bei seinem ursprünglichen Prototyp (**Bild 7** und **Bild 8**), der sich von der hier vorgestellten Elektor-Version noch in einigen Punkten unterscheidet, auf diese Dioden verzichtet. Der Rückstrom durch ein abgeschattetes (oder leistungsschwächeres) Modul ist zwar für dieses unkritisch, er verringert aber den

Ausgangsstrom und damit die Leistung des Solarpanels. Die Schottkydioden verhindern einen Rückstrom, verursachen aber durch ihren Spannungsabfall von etwa 0,4 V bei 80 mA einen permanenten Leistungsverlust, der bei den verwendeten Solarmodulen bei maximaler Leistung in der Größenordnung von 8 % liegt. Das Elektor-Labor hat sich jedenfalls für die Verwendung der Dioden entschieden.

Prinzipiell ließen sich auch größere Solarmodule wie in [1] beschrieben verwenden, die

zum Beispiel eine Spannung von 12 V haben. Der Controller sorgt dafür, dass die Zellenspannung nicht über die kritischen Grenzen hinaus ansteigt und schützt somit die Batterie. Allerdings würde ein solch großes Panel niemals seine volle Leistung abgeben können, da es immer bei Spannungen weit unterhalb des optimalen Betriebspunktes betrieben wird.

(090190 AA/EK)

Anzeige

FRISCHER WIND FÜR IHRE PROTOTYPEN

Leiterplatten von 1-Lagig bis Multilayer 4-Lagig im Express innerhalb von 8 Stunden
Standardlieferzeit 5 AT

Leiterplatten mit Lötstop und Bestückdruck optional mit E-Test (bei Multilayer inkl.)

"Happy Hour" Service für Onlinebestellungen am Wochenende (=halbe Versandkosten)

Lieferung auch an Privatkunden

0800BASISTA
0800/2274782

basista.de
Online kalkulieren und bestellen.

www.verodirect.com steht Ihnen zu Diensten



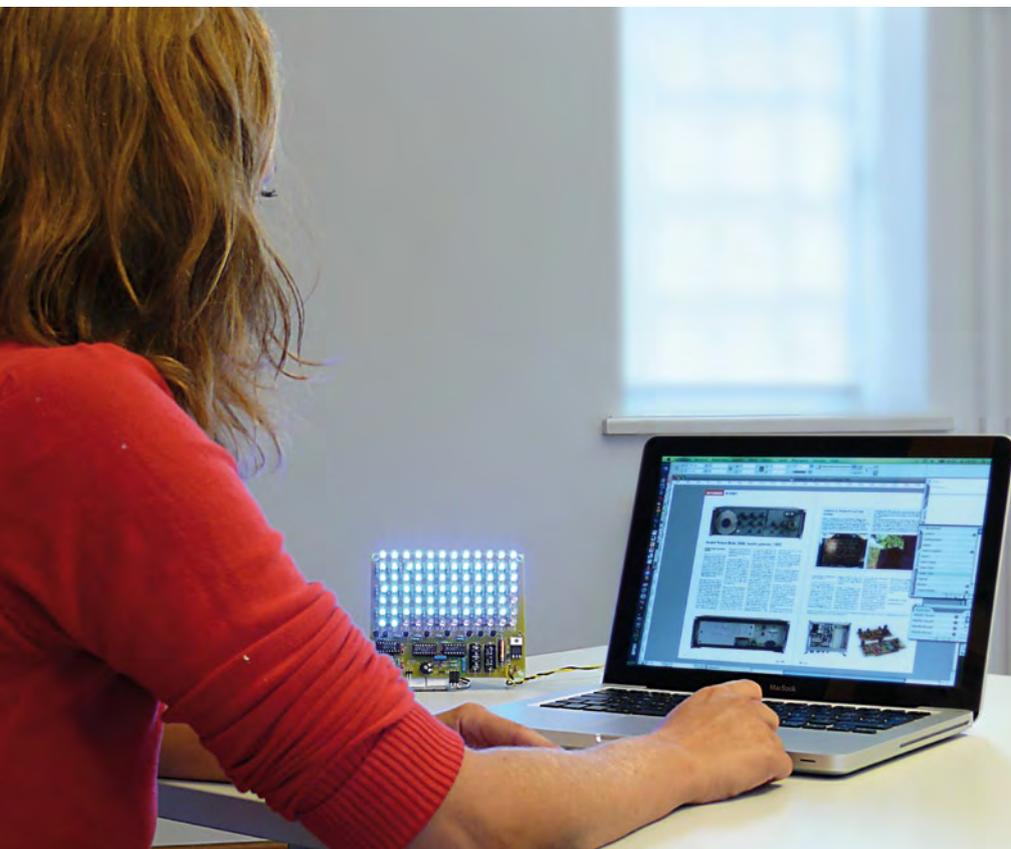
für Ihren gesamten
Prototypenbedarf

- Verdrahtungsprodukte
- Leiterplattenstifte
- Veroboard
- Lochraster Platinen
- online bestellen 24/7



Bluesbreaker

“Medizin“ gegen Winterdepressionen



Von Ton Giesberts (Elektor-Labor)

Depressive Verstimmungen, auch „Blues“ genannt, sind an trüben Wintertagen weit verbreitet. Als wohltuend und ausgleichend gilt die Lichttherapie, wobei blauem Licht eine besondere Wirkung zugeschrieben wird. Unser Blaulicht-Generator mit eingebautem Timer kann gegen winterliche Schwermut und Lustlosigkeit wie Medizin wirken!

Eigenschaften

Stromversorgung: Steckernetzteil 9 V / > 0,5 A

Stromaufnahme: 0,03 A bis 0,46 A

Duty-Cycle: 8 % (1 kHz) bis 92 % (750 Hz)

Zeiteinstellung: ca. 4...30 Minuten

Wenn der Sommer gegangen ist und die Tage kürzer werden, leiden zahllose Menschen unter körperlicher Mattigkeit, begleitet von trüber Stimmungslage und melancholischen Gedanken. Auch Ess- und Schlafstörungen gehören nicht selten zu den Gesellen der dunklen Jahreszeit. Im deutschen Sprachraum ist das Phänomen seit langem unter dem Namen „Winterdepression“ bekannt, in englischsprachigen Regionen wird es häufig „winterblues“ genannt.

Die im Vergleich zum Sommer reduzierte Sonneneinstrahlung veranlasst die Natur, in langsamere Gänge umzuschalten. Der Mensch ist

Teil der Natur, er passt sich dem Wechsel der Jahreszeiten an. Leider geht diese natürliche Fähigkeit in unserer Zivilisation zunehmend verloren. Die Folge ist nicht nur eine reduzierte Lebensqualität, auf die Dauer können die körperlichen und seelischen Belastungen zur ersten Gefahr werden.

Aus wissenschaftlichen Studien geht hervor, dass die Ursachen tatsächlich in der „biologischen Uhr“ des Menschen zu suchen sind. Der Mensch nimmt das Licht der Sonne überwiegend über die Netzhaut des Auges wahr. Dadurch werden biochemische Prozesse ausgelöst, die auf die Zirbeldrüse des Gehirns einwirken. Die Zirbeldrüse produziert das Melatonin, ein Hormon, das die „innere Uhr“ und den Schlafrythmus des Menschen maßgeblich beeinflusst.

Die Forschung hat Anhaltspunkte dafür gefunden, dass eine Überproduktion an Melatonin die Winterdepression verstärkt. Bei winterdepressiven Menschen ist wahrscheinlich die Produktion dieses Hormons gestört. Eine erprobte Gegenmaßnahme ist

die Lichttherapie, bei der die Netzhaut des Auges täglich für eine bestimmte Zeit intensivem weißem Kunstlicht ausgesetzt wird. Auf diesem Weg wird die Produktion des Melatonin nachweislich herabgesetzt.

Neue aktuelle Studien haben ergeben, dass weißes Licht noch nicht das Optimum der Lichttherapie darstellt. In breit angelegten Untersuchungen erwies sich blaues Licht mit Wellenlängen um 445...475 nm als noch wirksamer. Aufgrund dieser Studien brachte zum Beispiel Philips seine Therapieleuchten „goLITE BLU“ auf den Markt, dort strahlen matrixartig angeordnete LEDs intensives blaues Licht ab.

Weil die im Fachhandel angebotenen Therapieleuchten relativ teuer sind, wurde aus einer Idee ein Bauprojekt. Das Elektor-Labor entwarf eine LED-Blaulichtleuchte, die von der ganzen Familie genutzt werden kann.

Ohne Mikrocontroller

Bei unseren Vorüberlegungen kamen wir zu dem Schluss, dass die Steuerung auch

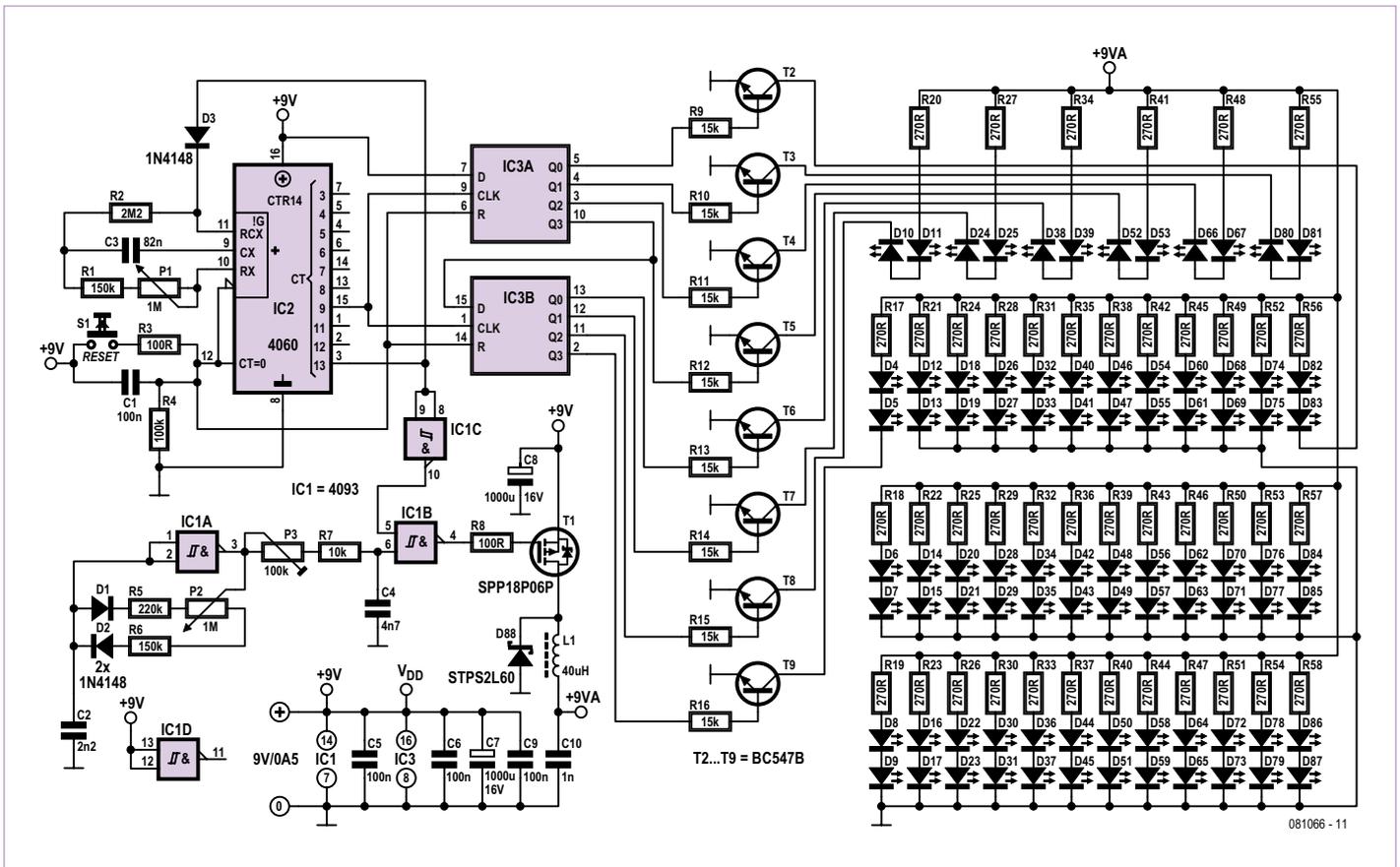


Bild 1. Die 84 blauen LEDs werden zeit- und hellkeitsgesteuert.

ohne Mikrocontroller aufgebaut werden kann. Mit Bausteinen aus der CMOS-4000-Reihe im konventionellen DIP-Gehäuse ist es hier auch getan.

Den meisten Platz der in **Bild 1** dargestellten Schaltung beanspruchen die LEDs, es sind 84 an der Zahl. Beim Einkauf dürfte es sich lohnen, wegen des Mengenrabatts 100 Stück zu ordern. Auf der Platine ist der gegenseitige Abstand der LEDs relativ gering, beim Betrachter entsteht dadurch der Eindruck einer leuchtenden Fläche. Die unterste LED-Reihe ist als Balkenanzeige des Timers geschaltet, der die LEDs nach vorgegebener Zeit abschaltet. Die Einschaltdauer lässt sich mit einem Potentiometer ungefähr im Bereich 4...30 Minuten einstellen. Die LED-Helligkeit hängt von einem zweiten Potentiometer ab, sie wird durch Pulsweitenmodulation (PWM) der LED-Ströme gesteuert. Exemplarsstreuungen der LEDs haben auf die Helligkeitssteuerung keinen merklichen Einfluss.

Damit die Zeit einigermaßen genau eingestellt werden kann, wird der CMOS-Baustein

4060 als Zeitgeber eingesetzt, ein Oszillator mit nachgeschaltetem Teiler. Wegen der langen Zeiten ist der 4060 als RC-Oszillator geschaltet, mit einem Quarz als Taktgeber wären diese Zeiten nicht erreichbar. Da der letzte Teiler Ausgang steuernde Signal liefert und das Potentiometer den Widerstand 1 MΩ hat, genügt für den zeitbestimmenden Kondensator C3 ein relativ niedriger Wert. Bei der längsten einstellbaren Zeit beträgt die Oszillatorfrequenz rechnerisch $4,61 \text{ Hz}$, sie ist näherungsweise $1 / (2,3 \cdot R \cdot C)$. Damit beträgt die Zeit bis zum Sprung des letzten Teiler Ausganges auf logisch 1 etwa 1777 s ($= 2^{13} \text{ s} / 4,61$), was 29,6 Minuten entspricht. Die kürzeste Zeit ist äquivalent zu einer Frequenz bei 35 Hz, gleichbedeutend mit der Zeit 3,86 min. Wegen der Bauteiltoleranzen (bei Potentiometern betragen sie nicht selten bis 20 %) weichen die Zeiten in der Praxis ab.

Der letzte Teiler Ausgang wirkt über eine Diode auf den Oszillator zurück. Wenn dieser Ausgang auf 1 geht, stoppt der Oszillator.

Der Zustand bleibt so lange bestehen, bis der Reset-Eingang (Pin 12) auf 1 gelegt wird. Mit S1 lässt sich der 4060 zu jeder Zeit rücksetzen, die eingestellte Zeit wird dann neu gestartet.

Die LEDs, die den Fortgang der Zeit anzeigen, werden von einem 4015 gesteuert. Dies ist ein doppeltes 4-bit-Schieberegister, das hier zu einem 8-bit-Schieberegister zusammengeschaltet ist. Getaktet wird das Schieberegister von dem an Ausgang Q9 (Pin 15) des 4060 liegenden Signal. Da der Data-Eingang des 8-bit-Schieberegisters mit der Betriebsspannung verbunden ist, wird logisch 1 durch das Schieberegister geschoben. Jede ansteigende Flanke am Takteingang bewirkt, dass ein weiterer Schieberegisterausgang auf 1 geht. Nach acht Taktimpulsen sind alle acht Schieberegisterausgänge logisch 1. Beim folgenden Taktimpuls geht Ausgang Q13 des 4060 auf 1, dieses Signal blockiert über Diode D3 den Oszillator. Durch das Schieben von logisch 1 durch das Schieberegister wird die einge-

Stückliste

Widerstände:

- R1, R6 = 150 k
- R2 = 2M Ω
- R3, R8 = 100 Ω
- R4 = 100 k
- R5 = 220 k
- R7 = 10 k
- R9...R16 = 15 k
- R17...R58 = 270 Ω
- P1, P2 = Poti 1 M linear
- P3 = Trimpoti 100 k, legend

Kondensatoren:

- C1, C5, C6, C9 = 100 n MKT, Raster 5/7,5 mm
- C2 = 2n2 MKT, Raster 5/7,5 mm
- C3 = 82 n MKT, Raster 5/7,5 mm
- C4 = 4n7 MKT, Raster 5/7,5 mm
- C7, C8 = 1000 μ /16V axial, Raster 28 mm
- C10 = 1 n keramisch, Raster 5 mm

Induktivitäten:

- L1 = 40 μ H/2 A axial (Epcos B82111EC23, Farnell 9753354)

Halbleiter:

- D1, D2, D3 = 1N4148
- D4...D87 = LED 5 mm blau, 300 mcd, Lichtwellenlänge 465 nm (z.B. Optek OVLLB8C7, Farnell 1678692)
- D88 = Schottky-Diode 60 V/2 A, (z.B. ST-PS2L60, Farnell 9907637)
- T1 = SPP18P06P (P-Kanal MOSFET 60 V/0,13 Ω , Farnell 1056550)
- T2...T9 = BC547B
- IC1 = 4093
- IC2 = 4060
- IC3 = 4015

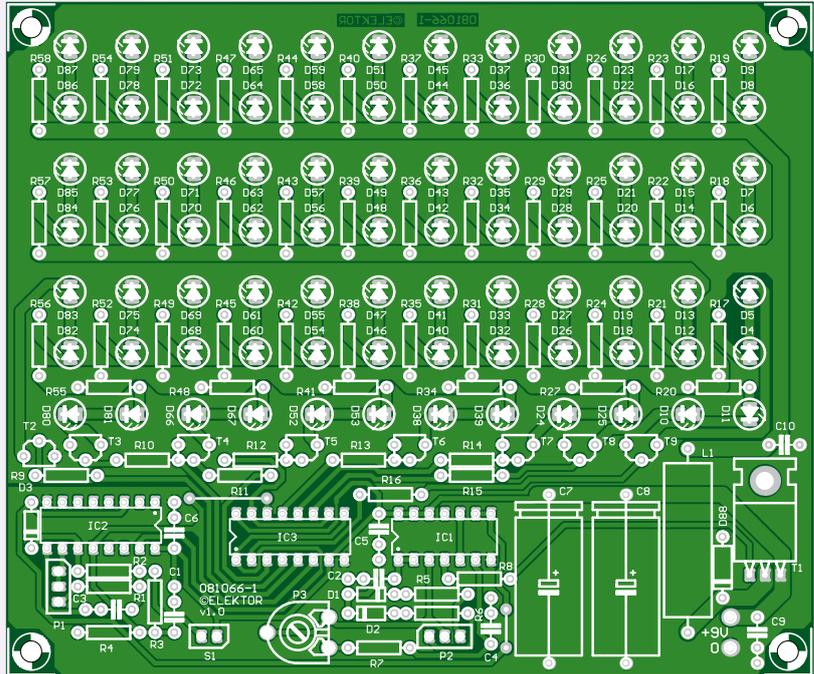


Bild 2. Auf der Platine nimmt das LED-Feld den größten Teil der Fläche ein.

Außerdem:

- S1 = Drucktaster für Frontplattenmontage
- Stiftleiste 2-polig, abgewinkelt
- Stiftleiste 2-polig

- Stiftleiste 2 · 3-polig, abgewinkelt
- Stecker für Stiftleiste 2 · 3-polig
- Platine 081066-1, siehe www.elektor.de/081066

stellte Betriebsdauer in acht gleich lange Intervalle unterteilt.

Die Schieberegisterausgänge steuern über die Transistoren T2...T9 die acht LED-Gruppen (jede Gruppe besteht aus zwei LEDs), die sich an der unteren Seite des LED-Felds befinden. Damit diese LED-Gruppen mit möglichst gleicher Helligkeit wie das übrige LED-Feld leuchten, werden sie von diskreten Transistoren gesteuert. Integrierte LED-Treiber arbeiten meistens mit Darlingtons, die höhere Sättigungsspannungen aufweisen. Die Sättigungsspannungen von T2...T9 lagen beim Musteraufbau nahe 10 mV.

Für die Pulsweitensteuerung (PWM) sind diverse, eigens für diesen Zweck entwickelte ICs verfügbar. Es geht aber auch einfacher, zum Beispiel mit einem Schmitt-Trigger-Oszillator, der mit einem 4093 aufgebaut ist. Im Rückkopplungsweig liegt hier kein einzelner Widerstand, an seiner Stelle sind zwei parallele Widerstände mit in Reihe liegenden, gegenpolig geschalteten Dioden sowie ein Potentiometer vorhanden. Abhängig von der Potentiometer-Einstellung sind die Auf- und

Entladezeiten des Kondensators C2 größer oder kleiner als 1. In der rechten Endstellung wird die Aufladezeit von R6 bestimmt, während die Entladezeit von R5 + P2 abhängt. In der linken Endstellung ist R6 + P2 für die Aufladezeit maßgebend, die Entladezeit hängt allein von R5 ab. Die Hysterese der vier im 4093 integrierten Gatter liegt nicht symmetrisch um den Punkt der halben Betriebsspannung. Deshalb sind die Werte von R5 und R6 so gewählt, dass der Einstellbereich des Duty-Cycle trotzdem eine möglichst gute Symmetrie aufweist (beispielsweise 10...90 %). Wegen der Asymmetrie der Hysterese ändert sich mit dem Duty-Cycle auch die Oszillatorfrequenz, beim Musteraufbau variierte sie zwischen 1 kHz und 750 Hz. Die Frequenzänderungen sind visuell nicht wahrnehmbar, für das Auge hängt die LED-Helligkeit allein vom Duty-Cycle ab.

Damit die LEDs von vollständig Dunkel bis maximal Hell gesteuert werden können, ist dem Oszillator ein einfacher Integrator nachgeschaltet. Die Zeitkonstante wird von R7 + P3 und C4 bestimmt, sie lässt sich mit Trimpoti

P3 verändern. P3 muss so eingestellt werden, dass die Spannung an C4 bei kürzester Impulsdauer und auch bei kürzester Impulspause den Schwellenwert von IC1B nicht übersteigt und das Signal am Ausgang dieses Gatters unverändert bleibt. Das Einstellen ist notwendig, weil die Lage des Hysterese Fensters von den Exemplarstreuungen des 4093 abhängt. Der Ausgang von IC1B liefert das Steuersignal für P-Kanal-MOSFET T1, der die LED-Ströme schaltet. Wenn die eingestellte Zeit abgelaufen ist, geht Ausgang Q13 des 4066 auf logisch 1. IC1C invertiert dieses Signal, so dass am zweiten Eingang von IC1B logisch 0 liegt. Die logische 1 am Ausgang von IC1B sperrt T1, der LED-Strom ist unterbrochen.

Was den LED-Typ betrifft, fiel die Wahl auf den OVLLB8C7 von Optek, denn er verbindet hohe Helligkeiten (mindestens 170 mcd, typisch 300 mcd) mit einem weiten Abstrahlwinkel (85°). Die Wellenlänge des abgestrahlten blauen Lichts liegt bei 465 nm, der Gleichstrom durch die LEDs darf maximal 20 mA betragen. Wenn der

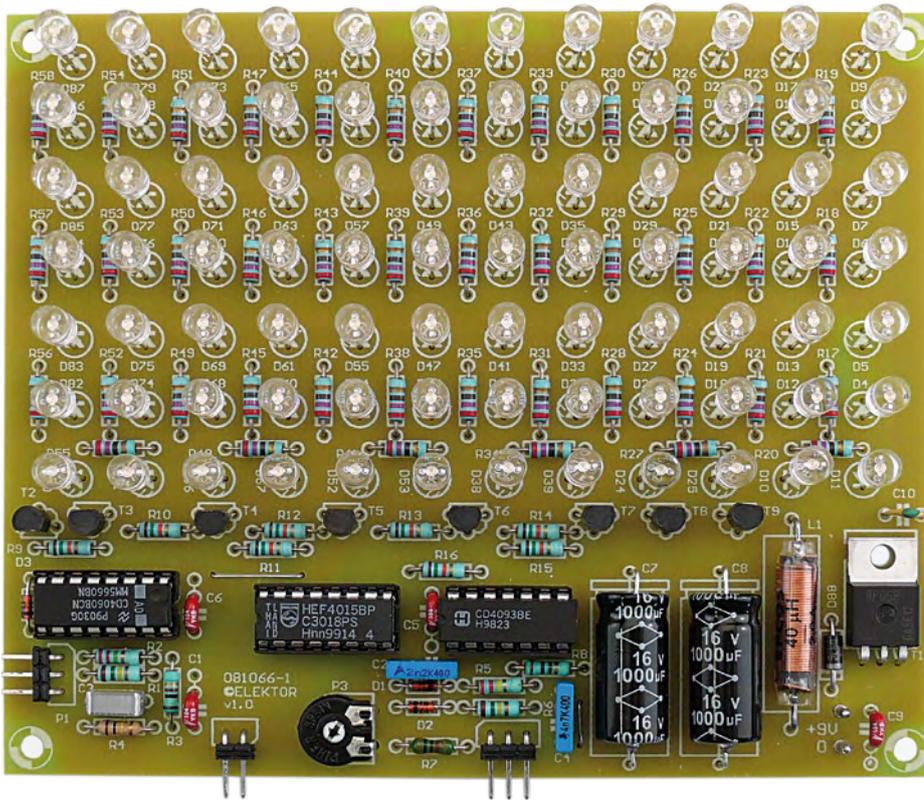


Bild 3. Foto des aufgebauten und einsatzbereiten „Bluesbreaker“.

LED-Strom versuchsweise von 10 mA auf 20 mA verdoppelt wird, sind Helligkeitsunterschiede kaum wahrnehmbar. Deshalb wurde der LED-Strom hier auf 11 mA festgelegt.

Der Einfluss von Toleranzen der LED-Durchlassspannungen wird durch vergleichsweise hohe Werte der Strombegrenzungswiderstände verringert. Wenn die vom Stecker-Netzteil kommende Betriebsspannung 9 V beträgt, können jeweils zwei LEDs in Reihe geschaltet werden. Die Durchlassspannungen der LEDs lagen beim Musteraufbau ausnahmslos unter 3 V, für R17...R58 wurde deshalb der Wert 270 Ω gewählt. Die gemeinsame Stromaufnahme aller LEDs lag knapp unter 0,5 A, was ungefähr $42 \cdot 11$ mA entspricht.

Induktivität L1 unterdrückt ebenso wie Kondensator C10 Störsignale auf der LED-Betriebsspannung. Schottky-Diode D88 hat hier die Funktion einer so genannten Freilauf-Diode, sie verhindert, dass an den LEDs hohe negative Impulse auftreten. Die Betriebsspannung wird durch zwei Elkos

1000 μ F entkoppelt, die nahe L1 und T1 platziert sind. Gleichzeitig bewirken die hohen Kapazitäten, dass die Betriebsspannung nach dem Ausschalten und nach anschließendem Unterschreiten der LED-Schwellenspannung nur langsam absinkt. Die Zeitgeschaltung bleibt dadurch noch etwas länger in Betrieb.

Konstruktion

Für den Aufbau der Platine in **Bild 2** wird empfohlen, die LEDs zum Schluss zu montieren. Begonnen wird mit den beiden Drahtbrücken, dann folgen die Widerstände, die IC-Fassungen, das Trimpotti, die Kondensatoren sowie T2...T9, L1, T1 und die Elkos C7 und T8. Durch die Montage axialer Ausführungen für C7, C8 und L1 wird die Höhe des Schaltungsaufbaus reduziert. Aus dem gleichen Grund liegt T1 flach auf der Platine. Für die LED-Montage bieten sich mehrere Möglichkeiten an. Am einfachsten ist die Montage in unmittelbarer Platinennähe, die LEDs haben dann gleiche Höhe und müssen nur noch vertikal ausgerichtet werden.

Therapieanleitung

- Wir empfehlen die tägliche Anwendung des „Bluesbreaker“ für etwa 10 bis 30 Minuten. Die optimale Anwendungsdauer muss zusammen mit der einzustellenden Helligkeit experimentell herausgefunden werden.
- Beginnen Sie mit kurzen Zeiten und niedrigen Helligkeiten. Falls die gewünschte Wirkung noch nicht eintritt, können Sie Zeit und Helligkeit schrittweise steigern.
- Der „Bluesbreaker“ muss schräg zur Blickrichtung aufgestellt werden, so dass das blaue Licht von der Seite in die Augen des Anwenders strahlt. Der direkte Blick in die LEDs ist zu vermeiden.
- Der empfohlene Abstand zwischen dem „Bluesbreaker“ und den Augen des Anwenders beträgt 50...80 cm. Wenn Sie am Computer arbeiten, können Sie das Gerät zum Beispiel seitlich vom Monitor aufstellen.
- Die Lichttherapie zeigt die beste Wirkung, wenn mit ihr bereits vor dem Auftreten von Winterdepressionen begonnen wird. Die täglichen Sitzungen sollen möglichst morgens vor den Alltagsaktivitäten stattfinden.

Warnung: Blicken Sie nicht längere Zeit unmittelbar in die leuchtenden LEDs. Die hohen Helligkeiten können bei längerer direkter Betrachtung den Augen unzutraglich sein!

Wenn die LEDs durch die Frontplatte eines Gehäuses gesteckt werden sollen, müssen sie die übrigen Bauelemente um etwa 2 cm überragen. Die Montage auf gleicher Höhe ist mit einer aus einem Stück Lochrasterplatte angefertigten Schablone möglich. Die Löcher in den Positionen der LEDs (jedes fünfte Loch der Lochrasterplatte) wird auf den Durchmesser 5 mm aufgebohrt. Die Auswahl des Gehäuses ist nicht an Vorgaben gebunden. In eine nicht transparente Ausführung kann für das LED-Feld ein Fenster aus transparentem Acrylglas eingesetzt werden. Nützlich ist eine schräge Stütze an der Rückseite des Gehäuses. Damit wird das Gerät auf einem Tisch stehend in die Blickrichtung des Betrachters gekippt.

Noch ein Tipp zum Schluss: Wenn auf die Zeitsteuerung verzichtet werden soll, können T2...T9 durch Brücken zwischen den für Emitter und Kollektor vorgesehenen Anschlüssen ersetzt werden. Schieberegister IC3 und R9...R16 entfallen.

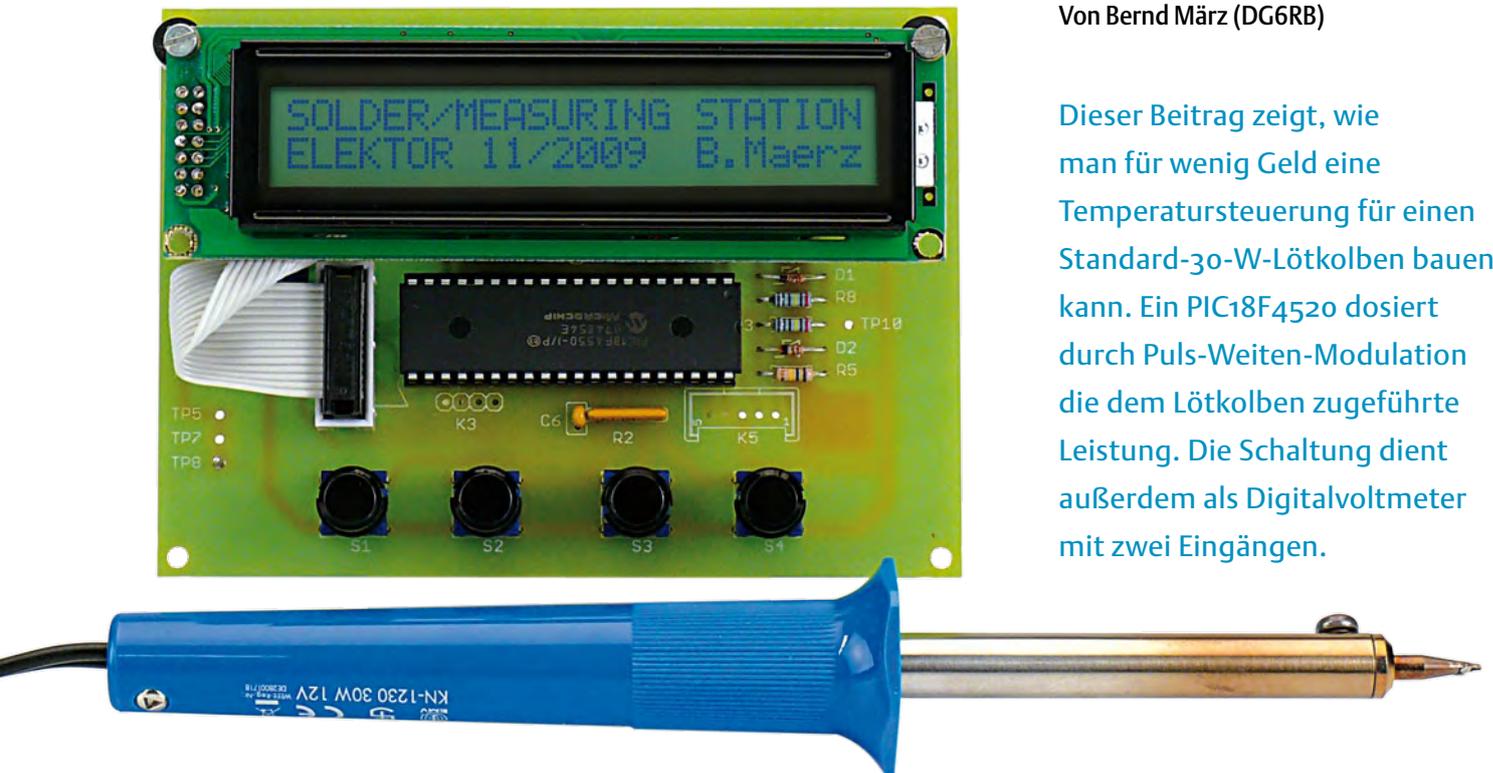
(o81o66)gd

Lötstation mit Messfunktion

Temperatursteuerung und DVM in einem

Von Bernd März (DG6RB)

Dieser Beitrag zeigt, wie man für wenig Geld eine Temperatursteuerung für einen Standard-30-W-LötKolben bauen kann. Ein PIC18F4520 dosiert durch Puls-Weiten-Modulation die dem LötKolben zugeführte Leistung. Die Schaltung dient außerdem als Digitalvoltmeter mit zwei Eingängen.



Eigenschaften

- Geeignet für LötKolben 12 V/30 W
- Temperatureinstellung durch PWM
- Stromversorgung durch Low-cost-Netzteil 12 V/3,33 A
- Zwei Gleichspannungs-Messeingänge
- Messbereiche: 0...10 V (Kanal 1), 0...40 V (Kanal 2)
- Anzeige der Versorgungsspannung
- Mikrocontroller PIC18F4520 mit Flashspeicher
- LC-Display 2 Zeilen mit je 24 Zeichen (mit HD44780-Controller)
- Software-Kalibrierfunktion für die Messkanäle

Der Autor hat die Schaltung für das Ferienprogramm des Ortsverbands Amberg des Deutschen Amateur-Radio-Club e.V. (DARC) entwickelt, das Jugendlichen die Gelegen-

heit zum Bauen einer elektronischen Schaltung bietet. So entsteht jedes Jahr ein neues Projekt, das preiswert zu bauen ist und nach dem Zusammenbau auch noch länger Spaß macht – mehr dazu unter [1].

Das Material für die hier vorgestellte Lötstation mit Messfunktion kostete knapp 30 Euro. Dafür kann man zwar schon eine einfache Lötstation kaufen, diese ist dann aber nicht selbst gebaut und bietet nicht die Steuer- und Messmöglichkeiten, die hier mit einem Mikrocontroller realisiert wurden. Die Kombination aus Löt- und Messstation stellt eine Basisausrüstung für junge Elektronikinteressierte dar.

Messen und Steuern

Kernstück der Schaltung in **Bild 1** ist mit dem PIC18F4520 (IC2) ein preiswerter Mikrocontroller aus der PIC-Familie von Microchip. Der Taktoszillator arbeitet hier mit einem kostengünstigen keramischen 4-MHz-Reso-

nator (X1). Die in den Flashspeicher des Controllers geladene Firmware realisiert die Temperatursteuerung des LötKolbens und die Messfunktionen. Die Anzeige erfolgt durch das LC-Display (LCD1). Zur Bedienung des Menüs stehen vier Taster (S1 bis S4) zur Verfügung.

Das zweizeilige Display mit HD44780-kompatiblen Controller hat 24 Zeichen pro Zeile und konnte für die eingangs genannte Ferienaktion aus recycelten Telefonen preiswert erworben werden. Aber auch reguläre Ware von Katalog-Distributoren, wie sie für das Elektor-Labormuster verwendet wurde, ist nicht sehr teuer. Das Display wird im 4-bit-Modus betrieben. Das spart I/O-Leitungen des Mikrocontrollers. Die freien I/O-Leitungen sind an zusätzliche Stiftleisten (K2...K4) herausgeführt. Damit besteht die Möglichkeit, das mit Quellcode verfügbare Programm zu erweitern, und zum Beispiel auch Kondensatoren messen zu können.

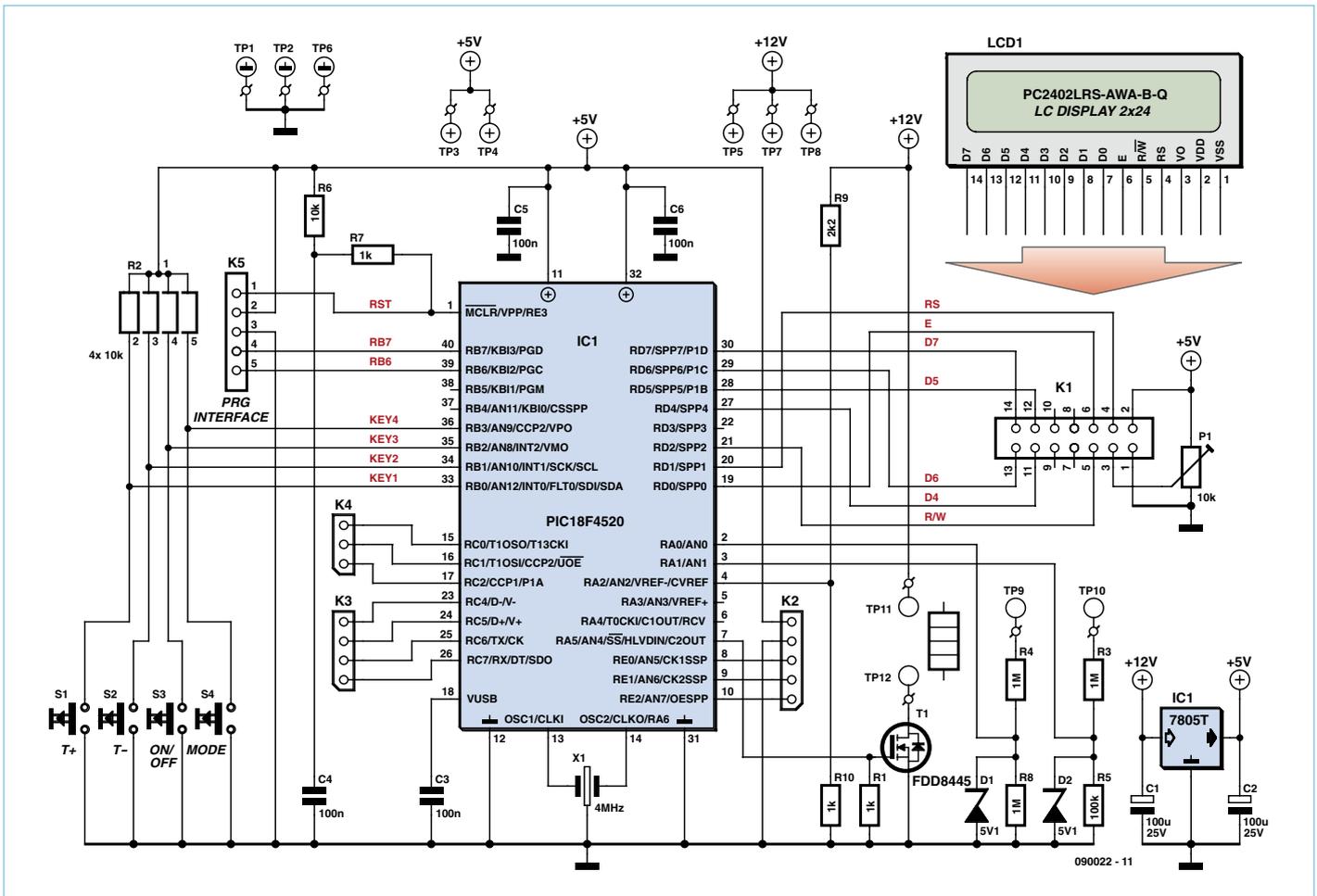


Bild 1. Die sehr übersichtliche Schaltung mit einem PIC-Mikrocontroller zum Steuern und Messen.

Eine weitere Stiftleiste (K5) dient zur Programmierung des Prozessors, falls am ein anderes oder geändertes Programm laden möchte.

Das LCD ist über K1 mittels Flachbandkabel angeschlossen. Das Trimpoti P1 ermöglicht eine Kontrasteinstellung der Anzeige.

Die Temperatur des Lötkolbens wird über die Taster S1 und S2 eingestellt. Diese Einstellung ändert das Puls-Pausen-Verhältnis des Rechtecksignals am Ausgang Pin 7 des Mikrocontrollers, das über den LeistungsmOSFET T1 den Strom durch den Lötkolben schaltet. Durch diese PWM-Steuerung lässt sich die dem an TP11 und TP12 angeschlossenen Lötkolben zugeführte Leistung praktisch stufenlos regulieren. Das Display zeigt die eingestellte Leistung in Prozent der Maximalleistung (30 W) an. Der verwendete Lötkolben ist ein Standard-12-V-Lötkolben ohne Temperaturfühler.

Die Plus-Buchsen (rot) der Messeingänge sind mit TP9 (für Kanal 1) und TP10 (für Kanal 2) zu verbinden. An diesen beiden Anschlüssen liegen die Spannungsteiler (R4/R8 und R3/R5), die den Messbereich und den Eingangswiderstand (1 MΩ) festlegen. Zum Schutz der Mikrocontroller-Eingänge (Pin 2 und Pin 3) sind jeweils 5,1-V-Z-Dioden (D1 und D2) nach Masse geschaltet. Mit einem dritten Eingang des Mikrocontrollers (Pin 4) und dem Spannungsteiler R9/R10 wird die 12-V-Versorgungsspannung der Schaltung gemessen.

Für die Stromversorgung der Schaltung kann jedes 12-V-Netzteil verwendet werden, das ausreichend Strom (minimal 3 A) liefert. Ein kleines 12-V-Schaltnetzteil mit 3,3 A Ausgangsstrom ist im Versandhandel oft schon für weniger als 10 € erhältlich. Die 5-V-Betriebsspannung für den Mikrocontroller regelt in bekannter Manier ein 7805 (IC1).

Aufbau und Tipps

Dank der übersichtlich gestalteten einseitigen Platine (Bild 2) ist die Bestückung auch für weniger Geübte kein großes Problem. Man beginnt am besten mit der IC-Fassung für den Mikrocontroller, gefolgt von den Keramikcondensatoren, der Drahtbrücke (zwischen TP3 und C1), den Widerständen und Dioden (Polarität beachten) und dem Trimpoti. Beim Widerstandsnetzwerk R2 ist der Markierungspunkt für Pin 1 zu beachten (muss zu C6 zeigen).

Die beiden Elkos C1 und C2 muss man liegend montieren, weil sonst der Platz für die Montage des LC-Moduls mit 15 mm Abstand von der Platine nicht ausreicht.

Der Spannungsregler IC1 wird mit einer kurzen M3-Schraube auf der Platine liegend montiert. Der Leistungs-FET T1 hat ein SMD-Gehäuse und wird als einziges Bauteil auf der Platinenunterseite aufgelötet. Der mitt-

Stückliste

Widerstände:

R1, R7, R10 = 1 k
 R2 = Widerstandsarray 4 x 10 k, SIL 5-4 (5 Pins, 4 Widerstände)
 R3, R4, R8 = 1 M
 R5 = 100 k
 R6 = 10 k
 R9 = 2k2
 P1 = 10-k-Mehrgang-Trimmpotentiometer, vertikal, Betätigung von oben, z.B. Bourns 3266X-1-103LF

Kondensatoren:

C1, C2 = 100 μ /35 V radial
 C3, C4, C5, C6 = 100 n

Halbleiter:

D1, D2 = Z-Diode 5,1 V/0,5 W
 T1 = FDD8445 (Fairchild N-Kanal-MOSFET 40 V, 5 A, 8,7 m Ω)
 IC1 = 7805
 IC2 = PIC18F4520-I/P (programmiert: EPS 090022-41*)

Außerdem:

S1...S4 = 1-poliger Taster, z.B. Multimec 3FTL6 mit Kappe 1D09
 K1 = 14-poliger Wannensteckverbinder für Flachbandkabel
 LCD-Modul 2 x 24 Zeichen (5,55 mm hoch), 118 mm x 36 mm x 14 mm, z.B. Powertip PC2402LRS-AWA-B-Q (Farnell 1671511) mit Steckverbinder mit Flachbandkabel.

40-polige DIL-Fassung (für IC2)
 X1 = 4-MHz-Keramikkresonator, 3 Pin
 1 x M3-Schraube mit Mutter 5 mm Länge (für Montage IC1)
 2 x M3-Schrauben mit Muttern, 20 mm Länge (für Montage LCD)

2 x Kunststoff-Distanzrollen 15 mm Länge (für Montage LCD)
 Lötkolben 12 V, 30 W (einfache Ausführung ohne Temperatursensor)
 Platine 090022-1 [2]
 *erhältlich im Elektor-Shop, siehe Anzeige am Heftende und [2]

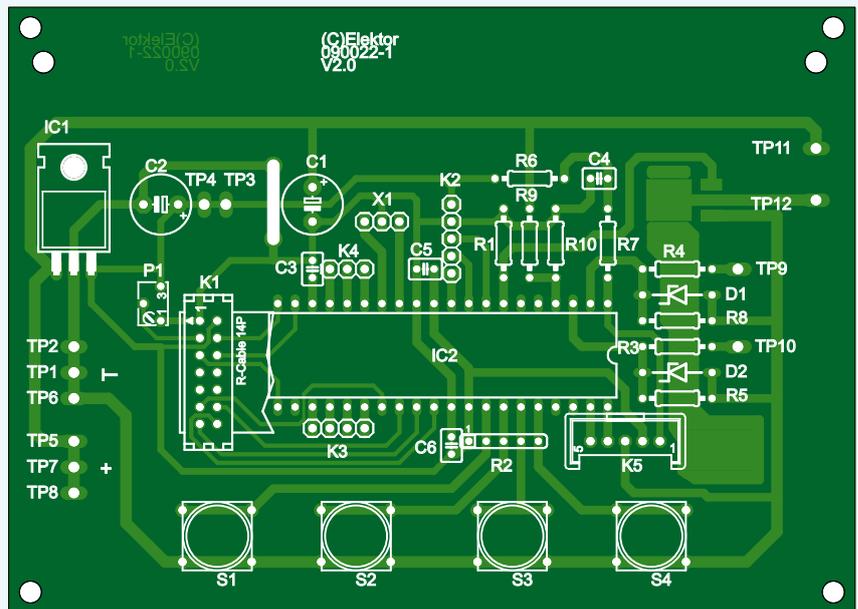


Bild 2. Die sehr übersichtliche einseitige Platine (hier 90% der Originalgröße) lässt sich leicht bestücken.

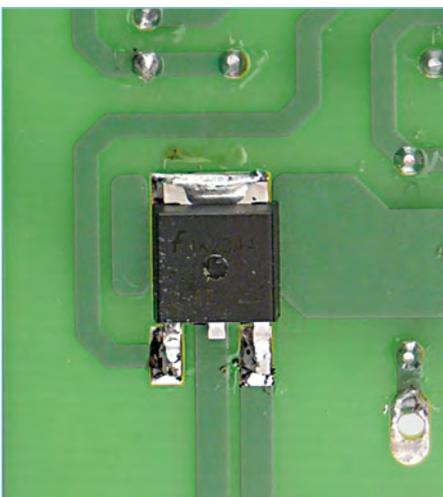


Bild 3. So wird der Power-MOSFET auf die Platinenunterseite gelötet. Der mittlere Anschluss wird nicht verwendet.

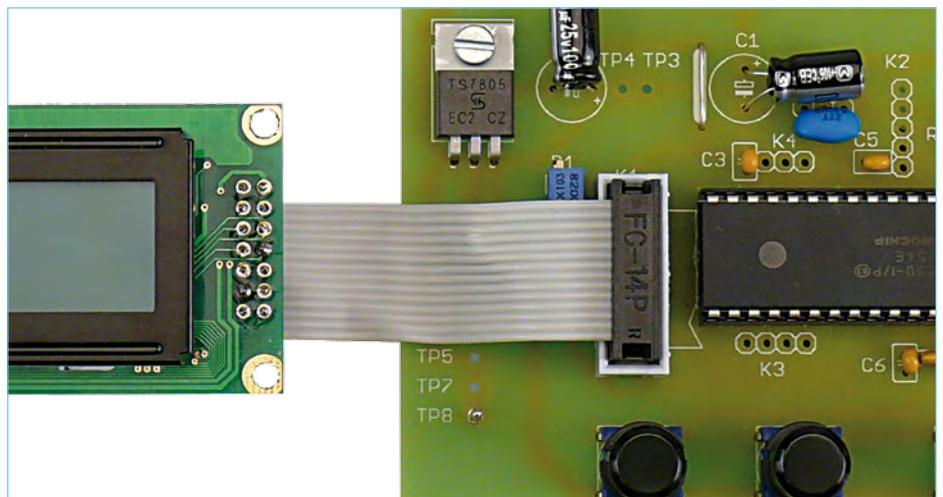


Bild 4. Platine und LCD-Modul sind über ein 14-poliges Flachbandkabel miteinander verbunden.

lere Anschluss wird dabei nicht verwendet (siehe Bild 3).

An Steckverbindern benötigt man nur die 14-poligen Steckverbinder mit Flachbandkabel auf der Platine (K1) und am LCD-Modul, die in Bild 4 zu sehen sind. Die Stiftleisten K2 bis K4 sind nur für selbst zu entwickelnde Erweiterungen gedacht, und K5 braucht man auch nur dann, wenn man den Mikrocontroller auf der Platine (also „in circuit“) programmieren möchte.

Als „externe Komponenten“ werden das 12-V-Netzteil und der 12-V-LötKolben an die Platine angeschlossen. Da in der Schaltung keine Verpolschutzdiode vorhanden ist, muss man beim Anschluss des Netzteils **unbedingt** auf die **richtige Polarität** der Spannung achten. Auf der Platine sind die Anschlüsse entsprechend gekennzeichnet: Plus an TP7, Minus an TP2. Beim LötKolben spielt die Polarität hingegen keine Rolle, die Anschlussdrähte werden an TP11 und TP12 gelötet.

Die weitere Verdrahtung besteht aus dem Anschluss der Messbuchsen für die Spannungsmessung: Zwei rote Buchsen und zwei schwarze Buchsen. Die schwarzen verbindet man mit Masse (TP1 oder TP6). Wie schon beschrieben, wird die rote Plus-Buchse für den Kanal 1 (10-V-Bereich) mit TP9 und die für Kanal 2 (40-V-Bereich) mit TP10 verbunden.

Mechanisch ist es am einfachsten, wenn man die Buchsen rechts von der Platine auf der Frontplatte eines passenden Gehäuses montiert. Die Platine mit dem aufmontierten LCD-Modul kann man entweder unter der Frontplatte montieren (was Ausschnitte für Display und Tasten voraussetzt) oder – wie vom Autor vorgeschlagen – auf der Frontplatte, so dass die Platine sichtbar und zugänglich bleibt.

Programmierung und Funktion

Da der PIC-Controller schon fertig programmiert im Elektor-Shop erhältlich ist, muss man sich um die Programmierung des Mikrocontrollers nicht unbedingt selbst kümmern. Man kann es aber, da sowohl der Quellcode des Programms als auch die compilierte Programmdatei auf der Elektor-Website unter [2] zum kostenlosen Download zur Verfügung stehen. Die Firmware wurde vom Autor in C programmiert. Als Compiler wurde der CCS-C-Compiler für PIC18-Prozessoren [3] und als Programmieroberfläche MPLAB V8.20 von Microchip [4] verwendet. Wenn man den Controller selbst programmieren möchte, benötigt man ein dafür geeignetes Programmierinterface wie zum Beispiel den ICD2 von Microchip, das dann an K5 der LötKolbenregler-Platine angeschlossen wird. Es müssen dann folgende Fuses gesetzt werden: HS, NOWDT, NOPROTECT und NOLVP.

Vor der Inbetriebnahme sollte man nochmals den Aufbau inklusive Anschlüsse prüfen und sicherstellen, dass die 12-V-Versorgungsspannung richtig gepolt angeschlossen ist und dass sich ein mit der Firmware der Lötstation programmierter PIC18F4520 in der Fassung für IC2 befindet. Wenn man nun das Netzteil einschaltet beziehungsweise einsteckt, müsste das Display die Parameter der Lötfunktion in Bild 5 anzeigen. Sollte nichts zu sehen sein, liegt es entweder an der Kontrasteinstellung mit P1 (Einstellung ändern) - oder an einem Hardware- oder Softwarefehler (was wir nicht hoffen).

Mit den Tastern S1 bis S4 kann man jetzt die Funktionen der Schaltung ausprobieren:

- S1: Temperatur erhöhen
- S2: Temperatur verringern
- S3: LötKolben Ein- und Ausschalten
- S4: Umschalten der Funktionen zwischen Löten und den Messfunktionen.

Drückt man S4, werden nacheinander die folgenden Funktionen durchlaufen:

1. Löten (Bild 5)
2. Messen mit Kanal 1, DC 0...10 V (Bild 6)
3. Messen mit Kanal 2, DC 0...40 V (Bild 7)
4. Messen mit Kanal 3, Versorgungsspannung (Bild 8)
5. Messen mit allen Kanälen (Bild 9).

Anzeige

Ihr Muster und Kleinserien Leiterplattenlieferant



EURO
CIRCUITS

Sofort Online berechnen und bestellen
Attraktive Pooling Preise – 1-8 Lagen
Ausgiebige Optionen in On demand bis 16 Lagen
Lieferungen ab 2AT
Online Schablonen mitbestellen



PCB
PROTO

Interessiert ? Sie erreichen uns unter: +49 2681 4662
E-mail: euro@eurocircuits.com
www.eurocircuits.de

Neu: PCB proto jetzt ab 2AT

- 2 Platten in 2, 3 oder 5AT
- Keine Initialkosten
- Spitzen Preise:
zB: 2x 160x100 mm: 2 Lagen 49€ pro Stück*
4 Lagen 99€ pro Stück*
- Schnell Online bestellen
- Kein Mindestbestellwert

*in 5AT und exklusive Fracht und MwSt



Bild 5. Beim Einschalten erscheint als „Eröffnungsmenü“ die Anzeige der Lötcolbeneinstellung.



Bild 6. Messen mit Kanal 1 (10-V-DC-Bereich).



Bild 7. Messen mit Kanal 2 (40-V-DC-Bereich).



Bild 8. Kanal 3 misst die Spannung am Versorgungsspannungsanschluss der Schaltung (nominal 12 V).



Bild 9. Gleichzeitige Anzeige aller drei Kanäle.

Abgleich und Praxis

Für den Abgleich verfügt die Controller-Software über eine Kalibrierfunktion:

S1 gedrückt halten, dann Betriebsspannung anlegen. Das Display zeigt nun Multi: 1000. Der Wert 1000 ist ein Multiplikator für den gemessenen Wert. Gerechnet wird: Gemessener Wert * Multi/1000. Man kann jetzt mit Hilfe eines Referenzgerätes die Messkanäle sehr genau abgleichen. Werte kleiner 1000 ergeben kleinere Messwerte, größer 1000 erhöhen den gemessenen Wert. S2 und S3 ändern den Wert, S4 schaltet auf den nächsten Kanal, und der Abgleich ist wie bei Kanal 1 durchzuführen.

Die Messfunktion ist beim Aufbau von Bauteilen nützlich, insbesondere zur Kontrolle der angelegten Betriebsspannung und von Gleichspannungswerten an Messpunkten in einer Schaltung sowie auch zum Testen von Batterien und Akkus. Dabei ist aber unbedingt zu beachten, dass man die **Messeingänge niemals mit Netzspannung verbinden** darf, da sonst **Lebensgefahr** besteht.

Die Funktion beim Löten kann natürlich nicht mit einer professionellen Lötstation für mehrere hundert Euro verglichen werden. Sie eignet sich aber gut für Einsteiger und Gelegenheitslöter und bietet die Möglichkeit, die Lötcolbenleistung sehr feinstufig zu dosieren. Im Laufe der Zeit ergeben sich Erfahrungswerte für die verschiedenen Lötarbeiten, so dass man auch mit dem einfachen, unregelmäßigen Lötcolben sehr gute Ergebnisse erzielen kann. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass der Lötcolben bei Bedarf ohne große Kosten ausgetauscht werden kann. Es lassen sich alle 12-V-Lötcolben bis maximal 30 W verwenden, zum Beispiel auch Feinlötcolben mit 6 W oder 7,5 W. Die prozentuale Angabe auf dem Display bezieht sich immer auf die Nennleistung des angeschlossenen Lötcolbens.

(090022 II/ek)

Links:

- [1] www.dg6rb.de
- [2] www.elektor.de/090022
- [3] www.ccsinfo.com
- [4] www.microchip.co

Unfall von AVR, dB und LDR bei D/A

Von Daniel Rodrigues (Elektor Labor)

Nichts Besonderes, dachte ich. Und damit lag dieses Artikelangebot in einer Linie mit den vielen anderen Vorschlägen, die vor Veröffentlichung auf meinem Schreibtisch landeten. Die Schaltung und die Idee hinter dem anspruchsvollen Titel „Innovative Digital Volume Control“, die von einem unserer freien Mitarbeiter stammte, hatte unsere interne Beurteilungsphase durchlaufen und war als geeignet für die sommerliche Doppel-Ausgabe von Elektor (die mit den über 100 Schaltungen) bewertet worden. Zur weiteren Bearbeitung landete die Einsendung schließlich auf meinem Schreibtisch.

In der ursprünglichen Schaltung war das zentrale Bauteil ein LDR in einer Audio-Signalleitung. Der LDR wurde von einer weißen LED beleuchtet, deren Helligkeit pulsbreitenmoduliert von

trachtet, dann ergibt sich aufgrund der möglichen Widerstandswerte ein maximales Verhältnis „r“ (englisch: ratio) von:

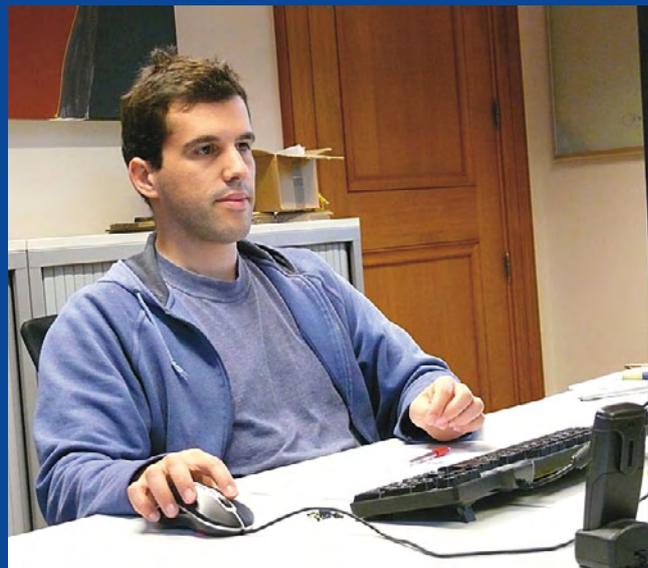
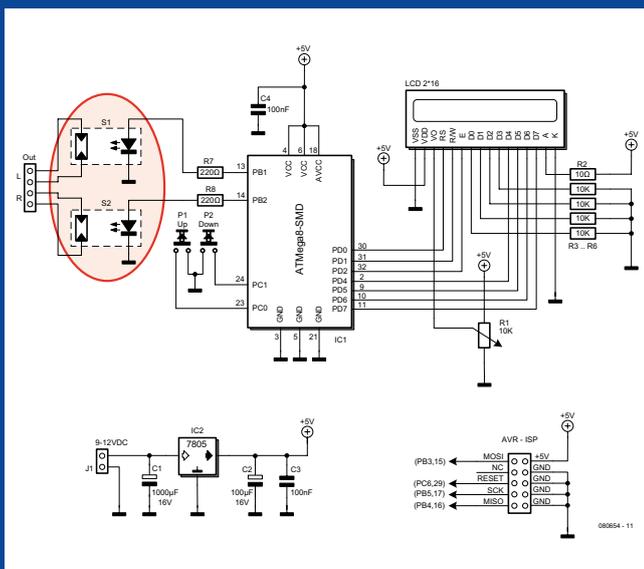
$$r = 20 \log(R_{\max} / R_{\min})$$

$$= 20 \log[(2 \text{ k}\Omega) / (50 \Omega)]$$

$$= 20 \log(40) = 32 \text{ dB}$$

Leistungsmäßig sind es sogar nur 16 dB und in jedem Fall sehr viel weniger als 60 dB. Im besten Falle kann man damit also die Lautstärke ein Stück lauter oder leiser stellen, aber prinzipiell niemals von ganz laut auf wirklich leise.

Als Resultat bleibt: Nette Idee, aber leider nicht so gut zur Lautstärkeinstellung geeignet, wie der Erfinder meinte. Man könnte das Prinzip aber immer noch als digitales Potentiometer (im Elek-



einem Mikrocontroller gesteuert wurde. So ganz neuartig war sie also nicht konzipiert, diese innovative kontaktlose Art der Lautstärkeinstellung...

Als ich dann die Schaltung testweise aufgebaut hatte, stellte sich heraus, dass der Einstellbereich ziemlich dürrig war, um es höflich auszudrücken. Mein erster reflexartiger Verbesserungsversuch war die Suche nach einem LDR mit größerem Variationsbereich. Das beste verfügbare Exemplar konnte mit einem Widerstandsbe- reich von 50...2.000 Ω aufwarten. Das ist für einen LDR gar nicht schlecht.

Vor der AVR-Programmierung kommen aber theoretische Überlegungen: Wenn man berücksichtigt, dass das menschliche Ohr in normalen Räumen problemlos mit Schalldrücken im Bereich 30...90 dBA zurechtkommt, dann sollte ein Lautstärkesteller schon einen Einstellbereich von wenigstens 60 dB haben, um einigermaßen brauchbar zu sein.

Wenn man nun den besten im Elektor-Labor vorhandenen LDR be-

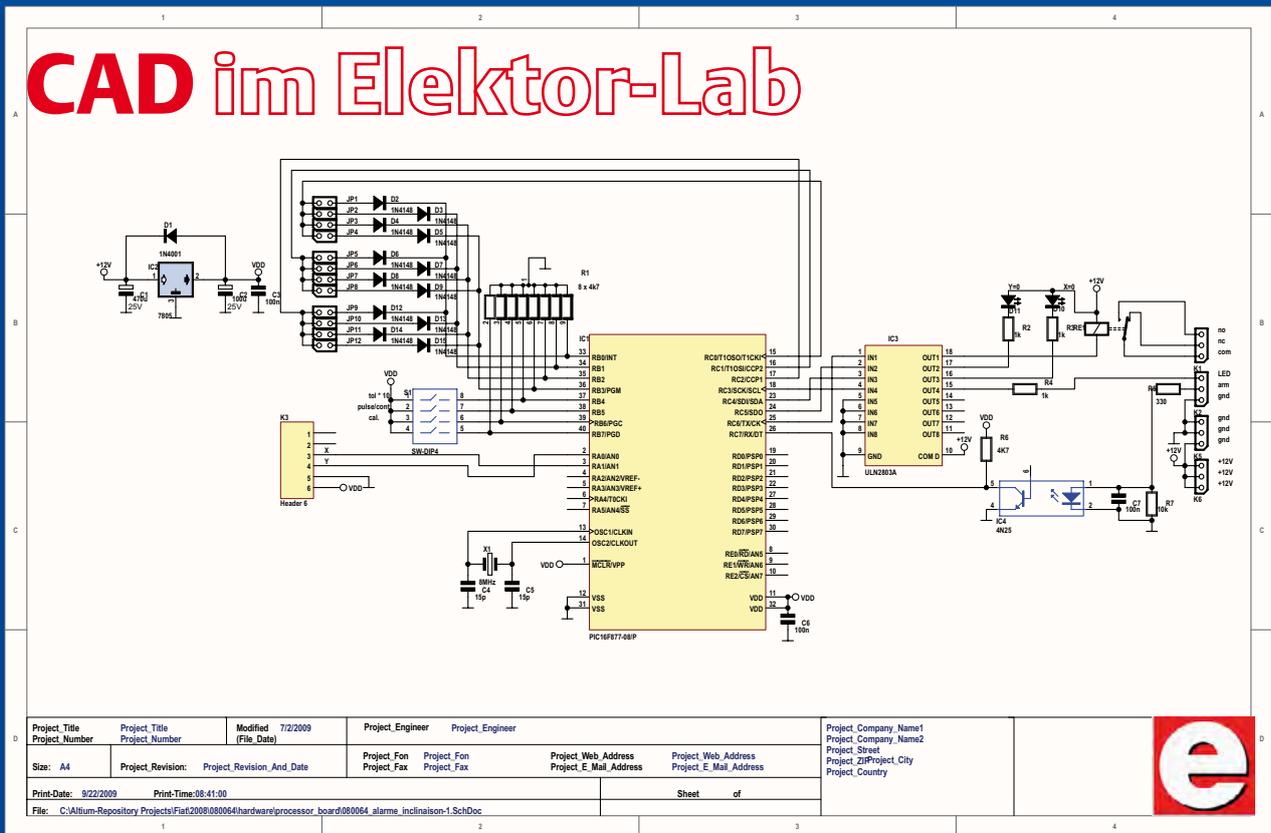
tronik-Slang kurz: „Digipot“) für andere Anwendungen verwenden. Tatsächlich ist ein LDR zur Einstellung von kleinen Gleich- und Wechselströmen durchaus geeignet, solange das begrenzte Widerstandsverhältnis von 40:1 ausreicht. Und dank der Digitalisierung sind Wiederholgenauigkeit der Einstellung und andere Parameter sicherlich deutlich besser als bei konventionellen Potis.

Eine schöne AVR-Anwendung also, nur leider nicht ganz passend zu den Bedürfnissen des menschlichen Gehörs...

(080654-1)

Daniel Rodrigues (1983) ist Absolvent des ISEL (Higher Polytechnic Institute) in Lissabon mit einem Abschluss als Ingenieur für Elektronik und Telekommunikation. Daniel interessiert sich besonders für Funktechnik, digitale Kommunikation und Mikrocontroller und ist seit Juni 2008 im Elektor-Labor als Entwickler tätig. Wenn er sich nicht gerade mit Elektronik beschäftigt, fährt er gerne Rad und wandert.

CAD im Elektor-Lab



Dies ist eine mit dem Altium Designer erstellte Schaltung („Neigungsalarm für Kraftfahrzeuge“ vom September 2009). Elektor-Zeichner Mart Schroyen verleiht dem Schaltplan noch mit einer speziellen CAD-Software den bekannten Elektor-Stil.

Von Luc Lemmens

Na klar, Schaltungen und Platinen werden im Elektor-Labor am Computer entwickelt. Den Umstieg von Ultiboard/Orcad zum Altium Designer vor rund drei Jahren haben wir nicht bereut. Das rundum integrierte und in sich konsistente ECAD-System von Altium bedeutet für uns eine enorme Arbeitserleichterung. Natürlich gab es auch Situationen, in denen wir etwas wehmütig an unsere ECAD-Software von damals zurückdachten. Doch der Wechsel hat sich als Schritt in die richtige Richtung erwiesen, denn Altium Designer hat unseren Arbeitsaufwand nicht unwesentlich reduziert.

Der wichtigste Fortschritt ist die nahtlose Kopplung des Schaltungsdesigns mit dem Platinenlayout. In früheren Tagen hatten wir beides mit separaten CAD-Systemen entwickelt, so dass Modifikationen wesentlich mehr Zeit kosteten. Jetzt wirkt sich eine Schaltungsänderung direkt auf das zugehörige Platinenlayout aus - um umgekehrt. Sicher, es gibt auch andere ECAD-Systeme, die dieses Feature bieten. Doch der Altium Designer verhält sich fast genial, wenn eine Schaltung zu ändern ist oder ein Platinenlayout an ein neues Bauteil angepasst werden muss. Nach unserer Erfahrung sind andere ECAD-Systeme hier deutlich weniger flexibel.

Alternative Footprints für unsere Leser

Was uns anfangs etwas verwirrte, waren die vom Altium Designer mitgebrachten Bibliotheken. Es konnte vorkommen, dass das Pinning eines Bauelements nicht mit unserem realen Bauelement übereinstimmte. Hinzu kam, dass die Standard-Through-hole-Shapes offensichtlich auf die Montage mit Bestückungsautomaten zugeschnitten sind. Die Lötinseln und Bohrungen haben auffallend

kleine Abmessungen! Das konventionelle Löten von Hand erfordert da schon eine Menge Löterfahrung. Deshalb dauerte es nicht lange, bis wir die Footprints an unsere Bedürfnisse und damit auch an die Bedürfnisse der Elektor-Lesergemeinde angepasst hatten. Die Footprints sehen nun fast wie früher bei Ultiboard aus. Seitdem verwenden wir unsere größeren Footprints für Testaufbauten und Prototypen, für Einzelplatinen und Baupakete. Die kleineren Footprints kommen nur bei Platinen zum Einsatz, die wir mit vormontierten Bauelementen anbieten. Diese SMD-bestückten Platinen sind ein Kundendienst für die Leser, die mit dem Löten der Winzlinge auf Kriegsfuß stehen.

Noch Baustelle: Die Bibliotheken

Unsere Bibliotheken sind noch in Arbeit: Am Ende sollen alle Bauteile direkt mit Footprints, Bestellnummern und anderen spezifischen Daten verbunden sein. Doch das ist ein mühevolleres Puzzlespiel, und die tägliche Arbeit für unsere Projekte hat natürlich Vorrang. Wir sind trotzdem sicher, dass sich das Erstellen der Bibliotheken lohnt, denn unter dem Strich werden diese zu einer weiteren Zeitersparnis beitragen. Das Erstellen neuer PCB-Footprints ist im Altium Designer alles andere als kompliziert. Mit dem „IPC Footprint Wizard“ sind die Shapes komplexer SMD-ICs schnell erstellt, anschließend sind höchstens noch kosmetische Änderungen an der Platine vorzunehmen. Auch ohne den genannten „Wizard“ geht das Erstellen neuer (Through-hole-)Komponenten schnell über die Bühne.

Viele Wege führen nach Rom

Der Altium Designer kann viel, fast schon zu viel, so scheint es uns. Die Fülle der Einstellungen, Optionen und Tools kann gelegentlich dazu füh-

Sinus-Service

Von Jens Nickel

Elektor ist ja dafür bekannt, dass ein beträchtlicher Teil der Leser dem Magazin schon seit Jahrzehnten die Stange hält. Wenn sich ein solch treuer Abonnent bei uns meldet, kann es durchaus einmal geschehen, dass wir ein großes Herz bekommen...

Vor ein paar Monaten rief mich ein sehr netter Herr aus München an, der einen Funktionsgenerator aus dem Elektorheft Dezember 1984 gebaut hatte. Leider habe sein betagter Oszi gerade endgültig den Geist aufgegeben und nun stehe er vor einem Problem. Wie könne er den Generator kalibrieren? Ob er die Schaltung einmal einsenden dürfte?

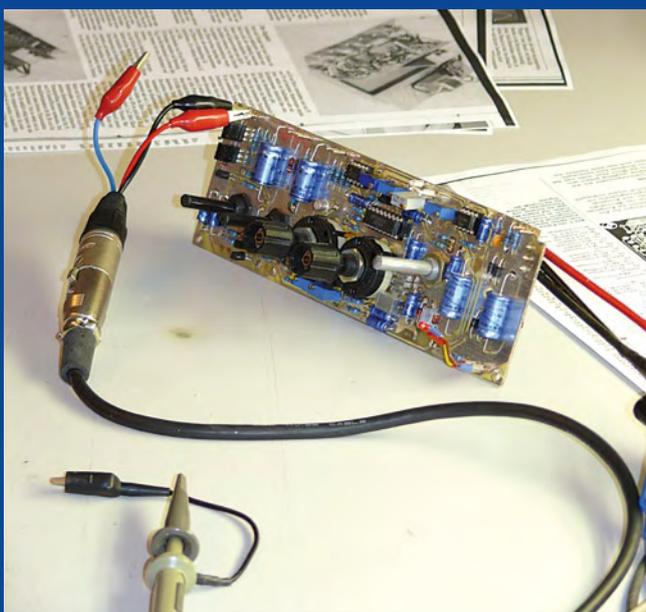
Sie ahnen nun vermutlich schon, wie es weiterging... Bei dem im Labor herrschenden Arbeitsdruck hatte der Funktionsgenerator natürlich nur eine sehr nachgeordnete Priorität. Nach einer kurzen internen Diskussion entschied unser Internationaler Chefredakteur schließlich, dass wir dennoch auch einmal eine Leserschaltung ka-

XR2206 entwickelt hatte. Ja, das waren noch Zeiten: Die Entwickler schrieben und die Redakteure löteteten!

Im Jahre 1984 hatte der Entwickler des Funktionsgenerators einigen Aufwand getrieben, um den Basisentwurf von 1976 noch zu optimieren. Ein Drehschalter mit drei Ebenen schaltete je nach Kurvenform verschiedene Baugruppen zu, mit denen beispielsweise der Sinus noch zurechtgetrimmt werden konnte. Auch ein SYNC-Ausgang und ein VCO-Eingang fehlten nicht. Der Ausgangsverstärker mit Gegenkopplung war laut Beschreibung „in bester Tradition IC-frei“ aufgebaut. Da kamen also schon ein paar Bauteile zusammen, mit der die doppelseitige Platine zu bestücken war. Durchkontaktierungen realisierte man, indem die Bauteilanschlüsse einfach auf beiden Seiten festgelötet wurden.

Schweres Mess-Geschütz

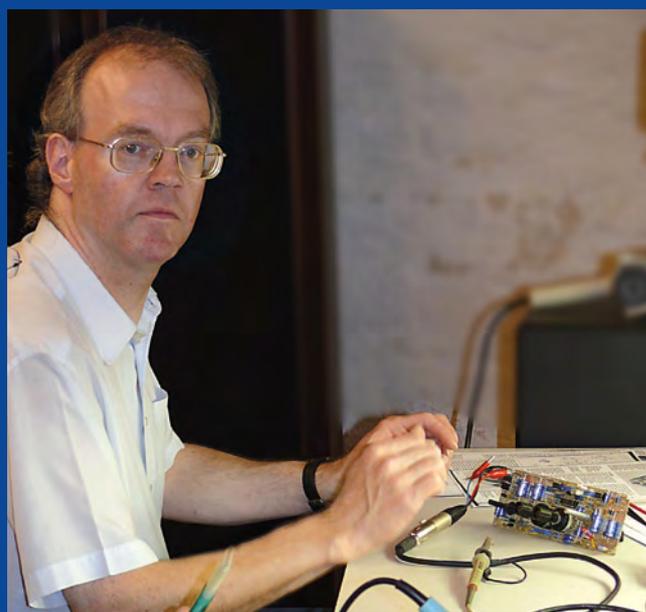
Beim Abgleich warteten insgesamt neun Potis und Trimmer auf uns, doch mit der recht guten Beschreibung des damaligen Arti-



librieren. Und dass wir uns mit einem 25 Jahre alten Projekt beschäftigen, muss leider auch eine große Ausnahme bleiben!

Das waren noch Zeiten...

Aus einem alten Elektor-Jahresband suchte ich zuerst den Artikel heraus und studierte Beschreibung und Schaltplan. Da ich als einziger Elektor-Redakteur die Elektronik nicht mit der Muttermilch aufgesogen hatte, konnte ich ja auch noch etwas dazulernen. Vor 25 Jahren mussten die Entwickler konstatieren, dass ein entsprechender Funktionsgenerator „mit erhältlicher und bezahlbarer Technik“ digital nicht zu realisieren war. Stattdessen hatte man auf ein IC mit der Bezeichnung XR2206 zurückgegriffen, das schon damals zehn Jahre auf dem Buckel hatte (und immer noch erhältlich ist!). Mein Chef Ernst Krempelsauer wusste zu berichten, dass er noch einige Jahre früher den ersten Elektor-Entwurf mit dem



kels, einem Hameg 1507 und Ton Giesberts Routine war das Ganze dennoch in rund einer Viertelstunde erledigt. Interessenshalber fuhrten wir mit dem Audio Precision System 2 noch schweres Geschütz auf (Ton: „Einer der besten Audioanalyser, die es gibt“).

Den Klirr brachten wir auf rund 0,5 %, die 1-KHz-Frequenz konnten wir gar auf rund ein halbes Hertz genau „fixen“. Doch dann passierte es: Bei einem leichten Schlag rutschten die 10 kHz, die Ton für das andere Ende der Skala eingestellt hatte, um rund 5 % nach oben. Nach einem Hin- und Herschalten des Messbereichs war dann wieder alles normal. Diesem Fehler bei einer solchen Menge an Bauteilen nachzugehen, wäre dann doch zu weit gegangen. Noch einmal alle Lötstellen und Schalter zu überprüfen, müssen wir dem freundlichen Herrn aus München überlassen ...

(090606)

Schrittmotorsteuerkarte

für PC-Positioniersysteme,
Bohr-, Gravier- und
Fräsanlagen!

- Steuerung von Schrittmotoren für 3 Achsen!
- Phasenströme einstellbar!
- Variable Stromversorgung = einfache Adaption an viele Motortypen!
- Ansteuerung auch über SPS oder Taktgenerator möglich!
- Inklusive Treibersoftware für MS Dos und Windows mit Beispiel Sourcecode!
- Anpassung an Ihre Anforderungen möglich!

Nur
€ 79,-



Technische Daten:

- Anschluss an PC mit Standard-Druckerkabel
- Stromchopperendstufen für Voll- und Halbschrittbetrieb
- optimal für 2- und 4-Phasen-Schrittmotoren
- Versorgungsspannung 15-28 V



EMIS

Zur Drehscheibe 4
92637 Weiden i. d. Opf.
Tel. (09 61) 3 20 40, Fax (09 61) 3 14 94
www.emisgmbh.de

gie tec

Alu-Profilgehäuse



- Elektronik- und 19-Zoll Gehäuse aus Alu-Strangpressprofil, eloxiert
- Individuelle Gehäuseabmessungen
- Vertrieb von isel-/proMa Profilverklemmen und 19-Zoll-Technik

Gie-Tec GmbH 36132 Eiterfeld 06672/919910

www.gie-tec.de

www.decision-computer.de

ISA + PCI

RS-232/422/485
2/4/8-Port Karten und Konverter

Watchdog-, Analog-, Digital-,
Relais- Opto-, 8255-, Timer-,
TTL- I/O

USB I/O

DIN-Schiene - 8 bis 32 I/O
Relais oder Optoisoliert

MERZ
DECISION-COMPUTER

Decision-Computer Jürgen Merz e.K.
Lengericher Str. 21 - 49536 Lienen
Telefon 05483-77002
FAX 05483-77003
info@decision-computer.de

Der größte Platinspezialist der Niederlande für Prototypen und Kleinserien

Lernen Sie unsere einzigartig kurzen Lieferzeiten kennen!

Vermeulen Printservice: Von einseitigen bis hin zu komplexen
Multilayer- oder Flex-Leiterplatten reicht unser Spektrum.

Fordern Sie ein Angebot an unter www.vps.nu
oder per E-Mail: sales@vps.nu.

VERLÄSSLICH | SCHNELL | SERVICEORIENTIERT
MODERNSTE TECHNOLOGIE | LIEFERUNG AB 8 UHR



Vermeulen Printservice

Schnelligkeit bis ins Detail

Besuchsadresse: Helmondseweg 7B | 5735 RA Aarle-Rixtel
T +31 (0) 492-386 880 | F +31 (0) 492-386 881 | sales@vps.nu

ElektorWheelie

➔ **Power und Stabilität
für maximalen Fahrspaß**

NEU!

Steigen Sie jetzt auf den selbst balancierenden,
einachsigen ElektorWheelie auf und spüren Sie
die Freiheit! Entdecken Sie Ihre Umgebung und die Natur
um sich herum, ohne dabei Lärm und Abgase zu
verursachen!

Zwei Motoren, zwei Batterien, zwei Sensoren und
die Steuer- und Leistungselektronik mit zwei AVR-
Mikrocontrollern sorgen für ausreichend Power
und Stabilität und ermöglichen so maxi-
malen Fahrspaß.

elektor
SHOP



Technische Daten:

- 2 x 500-W-DC-Getriebemotoren
- 2 x 12-V-Blei-Vlies-Akkus (AGM) mit 9 Ah
- 2 x 16 Zoll luftbereifte Kunststoffräder
- H-Brücken-PWM-Motorsteuerung mit bis zu 25 A
- Automatische Abschaltung beim Absteigen
- Fail-safe-Notabschaltung
- Akku-Ladestandsanzeige
- Höchstgeschwindigkeit: 18 km/h
- Reichweite: ca. 8 km

Der „Elektor-Wheelie“-Komplett-Bausatz umfasst zwei 500-W-Gleichstrom-Getriebemotoren, zwei 12-V-Blei-AGM-Akkus, zwei 16-Zoll-Räder, Gehäuse, Lenkstange, bestückte und getestete Controller-Platine mit aufgesteckter Sensor-Platine sowie ein Ladegerät.

Art.-Nr. 090248-71

1599,00 € (inkl. MwSt., zzgl. Porto/Versand)

Weitere Infos mit Demo-Video, Blog und Bestellmöglichkeit unter www.elektor.de/wheelie

Mini-Preamp

Bedienfreundlich durch Mikrocontroller
und LC-Display



Von Paul van der Vleuten (B)

Der kleine Audio-Vorverstärker vereint exzellente Klangqualität mit einem hohen Maß an Bedienungskomfort. Gesteuert von einem ATmega8 stellen zwei digitale Potentiometer das Volumen ein. Über die gewählte Audio-Signalquelle und die eingestellten Parameter informiert ein beleuchtetes LC-Display.

Nach verschiedenen Hörtests entschied sich der Autor für ein Boxenpaar der oberen Preisklasse von Dynaudio. Für die noch fehlenden Komponenten wurde schließlich der Selbstbau erwogen. Weil beim Endverstärker eine kompakte äußere Form erwünscht war, kamen nur voll integrierte Endstufen-Bausteine in Betracht. Natürlich steht bei der Auswahl des Endstufen-Bausteins die Audio-Qualität an erster Stelle. Fast ebenso wichtig ist jedoch, dass die Ausgänge unter allen Betriebsbedingungen gleichspannungsfrei bleiben und Einschalt-Klicks ebenso wie Ausschalt-Plopps von den Boxen fern gehalten werden. Die Wahl fiel auf den LM4780 von National Semiconductor in Kombination mit dem Schutz-Baustein NTE7100 (μ PC 1237). Der Schutz-Baustein sorgt für die nötige Ein-

schaltverzögerung, er erkennt Gleichspannungs-Offsets an den Ausgängen und schaltet die Boxen ab, falls die Trafo-Wechselspannung ausfällt. Der LM4780 und der NTE7100 ergänzen sich in fast idealer Weise. Mit dem Duo lassen sich kompakte Endverstärker realisieren, die gegen (fast) alle Eventualitäten gewappnet sind.

In diesem Beitrag geht es jedoch nicht um den Endverstärker, sondern den Vorverstärker. Dem Autor war ein ähnlich kompakter Aufbau wie beim Endverstärker wichtig. Zu den kritischen Komponenten jedes Vorverstärkers zählen zweifellos die Potentiometer. Einfache Typen sind vergleichsweise preiswert, aber nicht gut genug. Präzisionsausführungen kosten aber ein Vielfaches. Eine hochwertige, aber deut-

lich kostengünstigere Alternative sind so genannte elektronische Potentiometer – ICs mit Potentiometer-Funktionen, die digital gesteuert werden. Der Autor entschied sich für den Typ AD5290 von Analog Devices, der analoge Signale in 256 Stufen abschwächt. Die Verzerrungen belaufen sich auf sehr niedrige 0,006 % THD. Die symmetrische Betriebsspannung kann im Bereich $\pm 4,5 \dots \pm 15$ V liegen. Gesteuert wird der AD5290 über eine Drei-Draht-SPI-Schnittstelle. Durch Eintakten eines Bytes (MSB zuerst) wird der „Schleifer“ in die Stellung gebracht, die dem Wert des Bytes entspricht. Die hier verwendete Variante des AD5290 hat einen Nennwert von 100 k Ω . Die beiden AD5290 des Stereo-Vorverstärkers werden hier von einem Mikrocontrol-

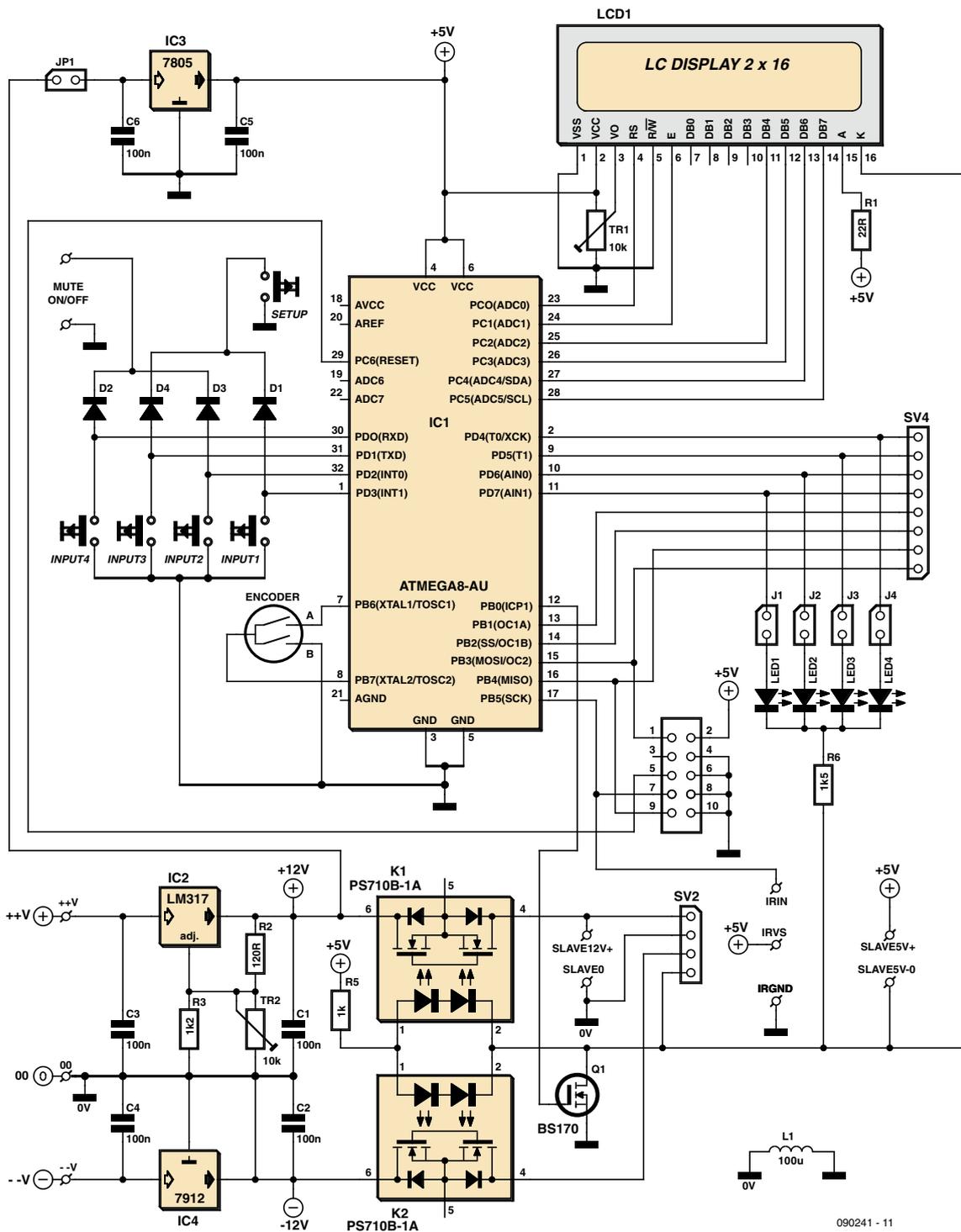


Bild 1. Digitaler Teil mit Mikrocontroller ATmega8, LC-Display, Bedienelementen und Spannungsreglern.

ler aus der ATmega8-Reihe gesteuert, der in Bascom programmiert ist. Der Mikrocontroller bietet Gelegenheit, einige „Features“ hinzuzufügen:

- Anschalten der Eingangssignale über Relais,

- Lautstärkeeinstellung mit einem Drehencoder,
- Anzeige der gewählten Signalquelle auf einem LC-Display,
- Wahl der Signalquelle aus einer vorkonfigurierten Liste,

- Ausgleich der Signalniveaus an den unterschiedlichen Eingängen,
- Wahl des Eingangssignals und der Lautstärke über eine RC5-kompatible Fernbedienung (RC5-Adresse 16 für HiFi-Geräte),
- Stummschalten (Mute) durch Drücken des

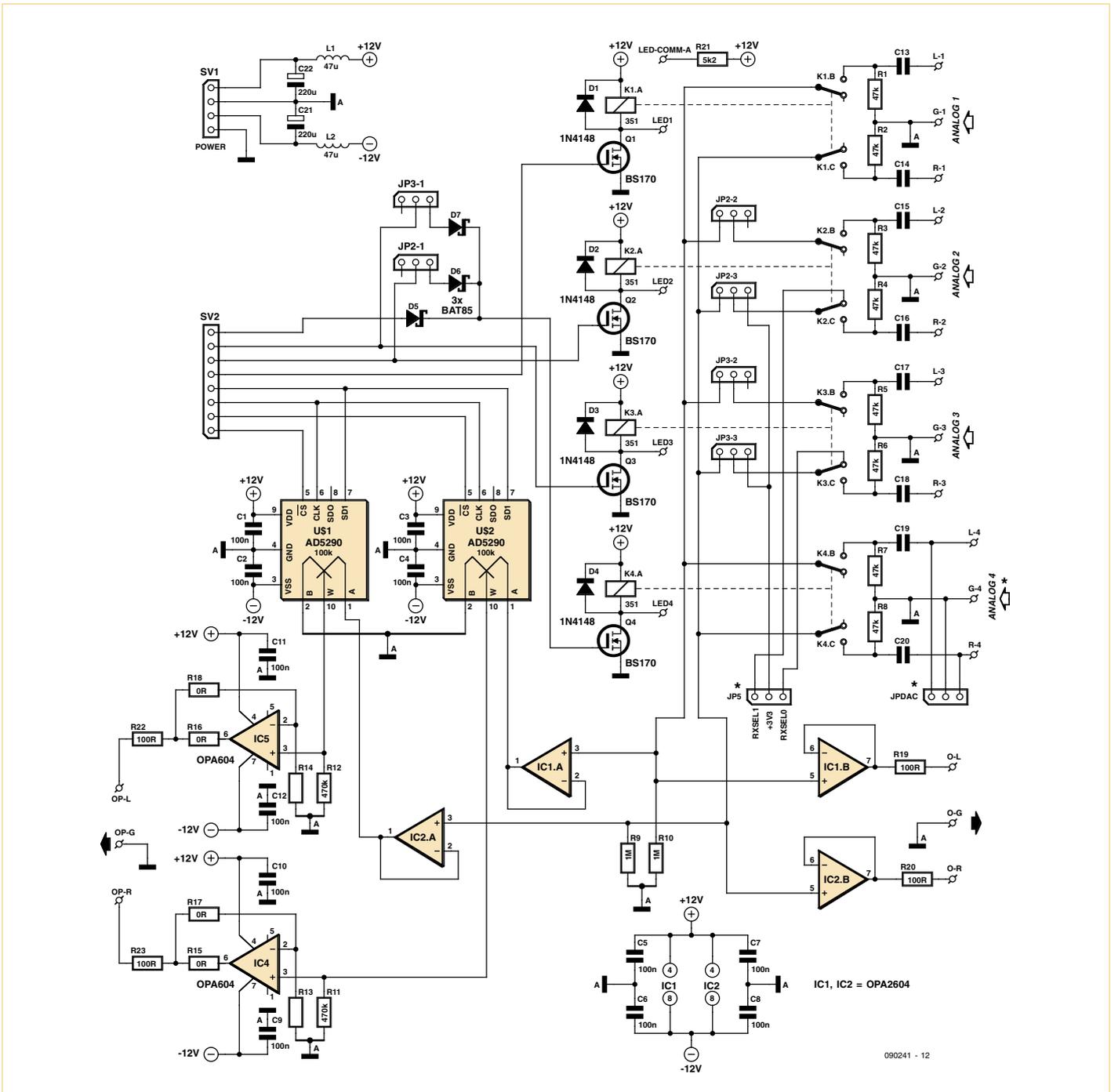


Bild 2. Der analoge Teil mit den Signalan schlüssen, den digitalen Potentiometern sowie diverse Pufferstufen.

Taster im Drehencoder, - Einschalten und Ausschalten durch langes Drücken des Drehencoder-Taster (mindestens 3 s), so dass ein separater Schalter an der Gerätefront entfällt.

Zweiteilige Schaltung

Der Vorverstärker besteht aus zwei Teilen mit separaten Platinen. Auf der Platine des digitalen Teils befinden sich der ATmega8, das LC-Display mit 2 · 16 Zeichen, der Dreh-

encoder mit Taster, die Schalter für die Eingangssignal-Wahl, die Spannungsregler der Betriebsspannung sowie die Anschlüsse, die zur zweiten Platine führen. Auf der Platine des analogen Teils haben die vier Eingangrelais, die elektronischen Potis und die diversen Opamps ihren Platz.

Digitale Teil

Zentrales Bauelement des digitalen Schaltungs-teils (Bild 1) ist der Mikrocontroller ATmega8.

Das Taktsignal wird vom internen RC-Oszillator erzeugt, die Taktfrequenz ist mit den Fuse-Bit auf 8 MHz eingestellt. Das LC-Display wird im 4-bit-Modus über die Portleitungen PC0...PC5 gesteuert. Trimmpoti TR1 dient zur Kontrasteinstellung des Displays, Widerstand R1 begrenzt den Strom der Hintergrundbeleuchtung. Der für R1 erforderliche Wert hängt vom verwendeten LC-Display-Typ ab.

Das Eingangssignal, das den Endverstärker steuert, ist mit den Drucktastern INPUT1...4

Tipps und Hinweise

wählbar. Die Taster ziehen die Portleitungen PD0...PD3 nach Masse. Im Ruhezustand liegen die Portleitungen über die internen Pullup-Widerstände des ATmega8 an +5 V. Wenn PD1 und PD3 über die Dioden D1 und D4 von einem weiteren Taster gleichzeitig an Masse gelegt werden, wechselt der ATmega8 in den Setup-Modus. In ähnlicher Weise legt der im Drehencoder eingebaute Taster über die Dioden D2 und D3 die Portleitungen PD0 und PD2 gleichzeitig an Masse. Dieser Taster hat zwei Funktionen: Kurzes Drücken schaltet den Vorverstärker stumm (MUTE), langes Drücken (länger als 3 s) schaltet ihn ein oder aus.

Die Portleitungen PD4...PD7 steuern im analogen Schaltungsteil die Relais, die die Eingangssignale durchschalten. Vier LEDs (LED1...4) signalisieren, welches Eingangssignal gewählt wurde. Der Wert von Strombegrenzungswiderstand R6 hängt vom LED-Typ ab. Er ist so zu bemessen, dass der maximale Portleitungsstrom (20 mA) des ATmega8 nicht überschritten wird. Für Low-current-LEDs, die mit etwa 2 mA auskommen, ist 1,5 k Ω ein guter Wert.

Die digitalen Potentiometer im analogen Schaltungsteil werden über Leitungen des Port B gesteuert. Die Signale haben die Bezeichnungen Data Out (PB1), Clock (PB2), CS1 (Chip Select 1, PB3) und CS2 (Chip Select 2, PB4). Statt der beiden Chip-Select-Signale würde ein Signal genügen, denn die digitalen Potentiometer AD5290 können gemeinsam seriell mit einem 16-bit-Wort gesteuert werden. Diese Methode wurde hier nicht angewendet, denn so bleibt das spätere Hinzufügen einer Balance-Einstellung offen. Bisher wurde diese Option noch nicht implementiert.

Ein Teil von Port B gehört zur ISP-Schnittstelle des Mikrocontrollers. Die Steckverbinder SV4 und SV2 stellen die Verbindungen zum analogen Teil der Schaltung auf der zweiten Platine her. Der dort zu montierende Drehencoder, mit dem das Volumen eingestellt wird, ist mit den Portleitungen PB6 und PB7 verbunden. Im Musteraufbau fand ein Drehencoder Typ SW-ROT-02 des Herstellers Voti Verwendung, er ist zusätzlich mit dem schon erwähnten Drucktaster ausgestattet. Der Taster bedient hier die Funktion MUTE, bei langem Drücken schaltet er den Vorverstärker ein oder aus. Beim

- Display-Beleuchtung: Bei LC-Displays mit grüner LED-Hintergrundbeleuchtung fallen an den LEDs etwa 4 V ab, mit weißen LEDs beträgt der Spannungsabfall nur ungefähr 3,2 V. Aus dem zum Display gehörenden Datenblatt geht hervor, wie R1 zu dimensionieren ist.
- LED-Steuerung: Standard-LEDs müssen wegen ihres vergleichsweise hohen Strombedarfs mit den dafür vorgesehenen Anschlüssen auf der Platine des analogen Schaltungsteils verbunden werden. Die LEDs werden dann zusammen mit den Relais über die MOSFETs geschaltet. Die geschalteten Ströme dürfen 500 mA nicht übersteigen.
- Die Höhe und Symmetrie der Betriebsspannungen für die digitalen Potentiometer AD5290-100K ist einigermaßen kritisch. Der Ausfall eines Spannungszweigs kann katastrophale Auswirkungen haben!
- Wenn IC4 und IC5 so eingestellt sind, dass sie verstärken, tritt möglicherweise Schwingneigung auf. Abhilfe kann ein Kondensator mit niedriger Kapazität im Gegenkoppelzweig schaffen.
- Nicht jeder Opamp-Typ arbeitet stabil, wenn er als Spannungsfolger betrieben wird. Dies trifft zum Beispiel auf den bekannten OPA627 zu. In solchen Fällen ist eine Frequenzgangkompensation erforderlich, oder die Verstärkung wird etwas höher als 0 dB eingestellt.
- Programmieren: Bei den Controllern der ATmega8-Familie müssen diverse Fusebits gesetzt werden. Falls Unklarheiten bestehen, ist es ratsam, den Controller mit einem Programmer und TQFP32-Adapter zu programmieren, bevor er eingesetzt wird. Wenn der ATmega8 auf der Platine programmiert werden soll, dürfen das Infrarot-Empfangsmodul und die Verbindungen zur analogen Platine noch nicht angeschlossen werden. Die ISP-Schnittstelle benutzt die gleichen Portleitungen!
- Aus dem Quellcode der Firmware geht hervor, dass für die Mute-Funktion der Fernbedienung das Kommando 5 statt des üblichen Kommandos 13 gewählt wurde. Das hat einen individuellen Grund: Bei der Universal-Fernbedienung des Autors fehlt im HiFi-Modus eine Mute-Funktion. Um das Problem zu umgehen, wurde Eingangswahltaster 5 als Mute-Funktion definiert.
- Das Compilieren in Eigenregie hat bei diesem Projekt den Vorteil, dass die Liste der Signalquellen-Bezeichnungen nach Wunsch gestaltet werden kann. Das Gleiche gilt für die Auflösung der Drehencoder-Winkeländerung in Relation zur Lautstärke.

Einsatz anderer Drehencoder muss unbedingt auf korrekten Anschluss geachtet werden. Ein Schaltbeispiel ist unter „Encoder“ in der Hilfe-Datei zu finden.

Portleitung PBo schaltet den Vorverstärker über einen BS170 (Q1) in den aktiven Betrieb. Der BS170 aktiviert die Solid-state-Relais NEC PS710B-1A und legt gleichzeitig die Kathode der LCD-Hintergrundbeleuchtung an Masse. Die beiden Relais schalten die symmetrische Betriebsspannung zum analogen Schaltungsteil durch.

In der Schaltung sind noch einige weitere Anschlüsse für die Spannungen 5 V und 12 V vorhanden. Damit steuert der Autor verschiedene Relais, die den Endverstärker einschalten und einen optionalen A/D-Wandler mit seiner Betriebsspannung versorgen.

Die Signale der Infrarot-Fernbedienung empfängt ein Infrarot-Empfangsmodul, das auf der Platine mit den Pins IRIN, IRVS und IRGND verbunden wird. Die empfangenen Infrarot-Signale gelangen über Portleitung PB5 zum Mikrocontroller.

Die Spannungsregler der symmetrischen Stromversorgung, ein LM317 und ein 7912, befinden sich ebenfalls auf der Platine des digitalen Schaltungsteils. Mit Trimpotti

TR2 lässt sich die Spannung im +12-V-Zweig ändern, so dass die Spannungen +12 V und -12 V exakt symmetrisch eingestellt werden können. Ferner ist ein +5-V-Spannungsregler 7805 vorhanden, er liefert die Betriebsspannungen für den Mikrocontroller und das LC-Display. Wenn JP1 mit einem Jumper überbrückt ist, liegt am Eingang des 7805 die Ausgangsspannung des LM317. Am 7805 fallen dann 7 V ab, der entnommene Strom macht Kühlen unbedingt notwendig. Über Pin 2 von JP1 kann der Eingang des 7805 auch mit einer separaten Gleichspannungsquelle (etwa 9 V) verbunden werden. Diese Spannung muss ständig anliegen, anderenfalls lässt sich der Vorverstärker über die Fernbedienung nicht einschalten. Auch wenn die Betriebsspannungen abgeschaltet werden, bleiben alle Einstellungen im EEPROM des ATmega8 (in Bascom „ERAM“ genannt) gespeichert.

Die beiden Relais NEC PS710B-1A sind nicht zwingend erforderlich. Wenn sie weggelassen werden, sind ihre Schaltkontakte (Anschlüsse 4 und 6) durch Brücken zu ersetzen. In diesem Fall sind die hinter den Brücken liegenden Schaltungsteile permanent eingeschaltet.

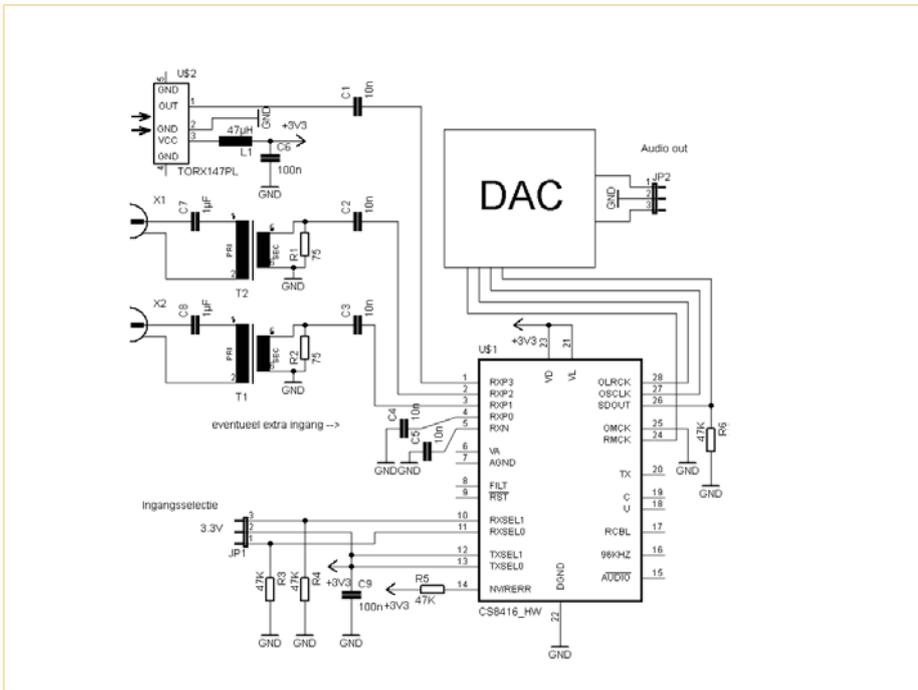


Bild 3. Beispiel für die Schaltung eines A/D-Wandler-Teils mit dem CS8416, hier mit drei digitalen Eingängen.

Für die Stromversorgung genügen ein kleiner Netztrafo (12 V/7 VA), ein Brückengleichrichter und ein Elko.

Wie schon erwähnt, wurde der Quellcode der ATmega8-Firmware in Bascom geschrieben. Die Firmware kann kostenlos unter 090241-11 von der Elektor-Website heruntergeladen werden. Der Quellcode wurde vom Autor ausführlich kommentiert, so dass er leicht nachzuvollziehen ist. Wegen seiner Länge lässt sich der Quellcode nicht mit der Freeware-Version von Bascom com-

pilieren, er erfordert die (erschwingliche) Vollversion.

Analoger Teil

Dieser Schaltungsteil (Bild 2) ist auf der zweiten Platine untergebracht. Die vier Stereo-Eingänge und die Relais für die Eingangsumschaltung befinden sich rechts im Bild. Ungefähr in der Mitte sind die digitalen Potentiometer AD5290 von Analog Devices dargestellt. Die als Spannungsfolger geschalteten Opamps IC1a und IC2a puffern das Audio-

Signal zwischen dem gewählten Eingang und den digitalen Potentiometern. Die Eingangsimpedanz aller Audio-Kanäle ist mit den Widerständen R1...R8 (unmittelbar an den Eingängen) auf 47 kΩ festgelegt. R9 und R10 an den nicht invertierenden Eingängen von IC1a und IC2a wirken Drift-Erscheinungen entgegen. Der gesamte Signalweg kommt ohne Koppelkondensatoren aus. In der Schaltung (Bild 2) sind an den Eingängen zwar Koppelkondensatoren vorhanden (C13...C20), sie können jedoch durch Brücken ersetzt werden, falls Gleichstromkopplung erwünscht ist. Die optimale Art der Kopplung hängt auch von den Eigenschaften der angeschlossenen Signalquelle ab.

Das gewählte Eingangssignal gelangt gleichzeitig zu den Puffern IC1b und IC2b. Ihr Ausgangssignal kann einen Ohrhörer oder ein Audio-Aufnahmegerät steuern, oder das Signal wird einer zweiten Audio-Installation in einem anderen Raum zugeführt. Die Widerstände R19 und R20 in den Ausgangsleitungen haben ebenso wie R22 und R23 bei IC4 und IC5 den Zweck, lange Audio-Leitungen zu kompensieren. Außerdem schützen sie die Opamp-Ausgänge gegen versehentliche Kurzschlüsse. IC4 und IC5 puffern oder verstärken die Ausgangssignale der digitalen Potentiometer, bevor sie zum Endverstärker gelangen. In der Schaltung hängt von den Werten bestimmter Widerstände ab (R15, R17, R13, R16, R18, R14), ob IC4 und IC5 verstärken oder lediglich puffern. In Bild 2 sind die Werte so eingetragen (R15...R18 sind 0 Ω, R13 und R14 sind nicht vorhanden), dass die Spannungsverstärkung des Vorverstärkers 0 dB beträgt. Bei normgerechten Signalquellen ist eine Spannungsverstärkung in der Regel nicht erforderlich. Als Opamps werden hier die Typen OPA604 und OPA2604 mit hervorragender Audio-Qualität eingesetzt. Natürlich sind auch andere (pinkompatible) Typen verwendbar. Alle Eingänge haben Line-Empfindlichkeit. Vinyl-Plattenspieler mit MD- oder MC-Tonabnehmer müssen über einen dazu passenden Vor-Vorverstärker angeschlossen werden.

Alle Eingänge haben Line-Empfindlichkeit. Vinyl-Plattenspieler mit MD- oder MC-Tonabnehmer müssen über einen dazu passenden Vor-Vorverstärker angeschlossen werden.

Analoge und digitale Eingänge

Da der Autor zu den experimentierfreudigen Zeitgenossen gehört, sind in der Schaltung diverse Steckverbinder und Jumper vorhan-



Bild 4. Display-Anzeigen: Signalquellen-Name eingeben (a), Lautstärke-Voreinstellung festlegen (b), grafische Anzeige der Lautstärke (c).

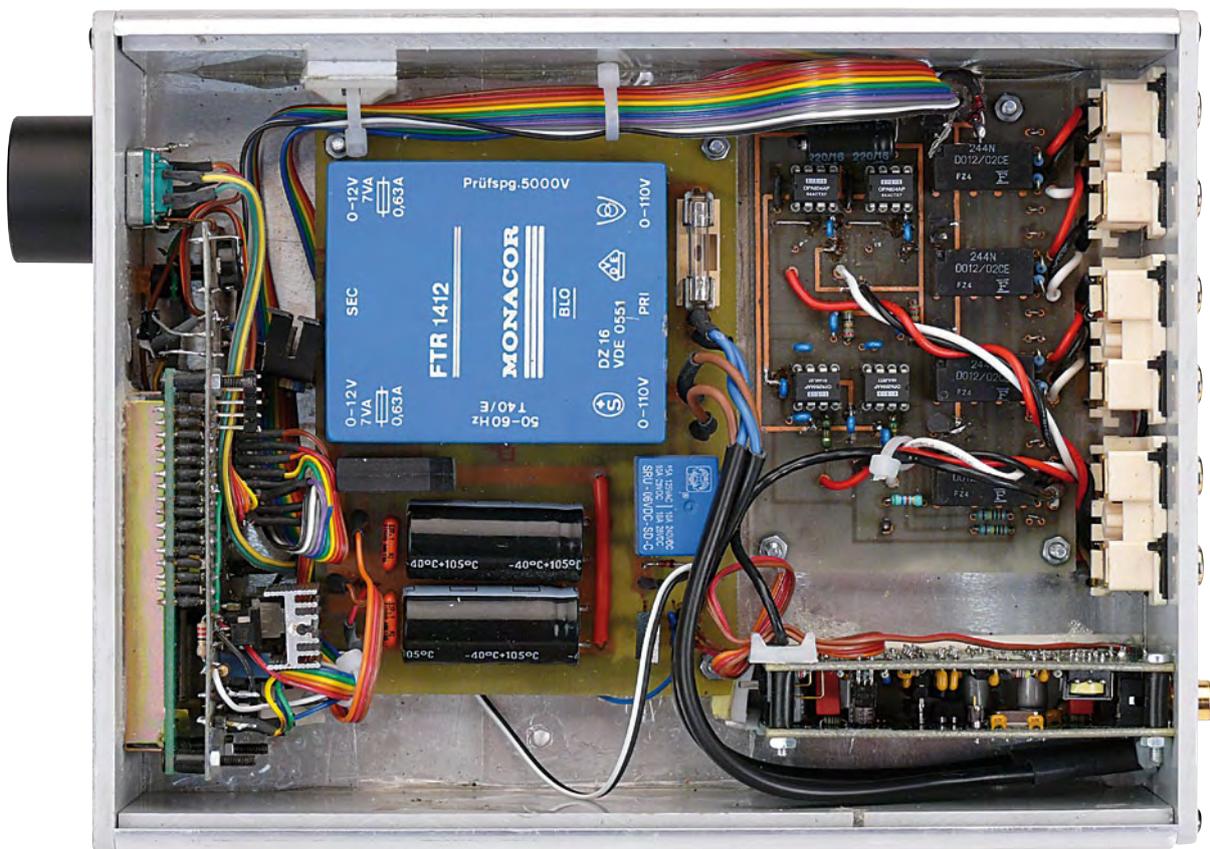


Bild 5. Blick auf den Musteraufbau. Hinten rechts im Gehäuse ist der D/A-Wandler sichtbar (Y1 DAC von AMB, siehe www.amb.org).

den. Mit ihrer Hilfe kann der Vorverstärker unkompliziert erweitert oder angepasst werden. Für die Eingangssignale sind die Jumper auf den Kontakten JPIN2 und JPIN3 zuständig. Eingang 1 ist ausschließlich für analoge Signale vorgesehen, er lässt sich nicht umschalten. Wenn auch an die übrigen Eingänge analoge Signale gelegt werden sollen, müssen die Jumper wie folgt gesetzt sein:

JPIN2-1, JPIN2-2, JPIN2-3 = Kontakt 1-2 verbunden,
 JPIN3-1, JPIN3-2, JPIN3-3 = Kontakt 1-2 verbunden.

Mit einem D/A-Wandlermodul vor Eingang 4 (Anschluss JPDAC) wird dieser Eingang zum digitalen Eingang, so dass drei analoge Eingänge und ein digitaler Eingang zur Verfügung stehen. Noch einen Schritt weiter führt der Einsatz eines „Digital Audio Interface Receiver“ vom Typ CS8416. Im Hardware-Modus können dort über die Leitungen RXSELO und RXSEL1 die internen S/PDIF-Input-Multiplexer-Kanäle gesteuert werden. Mit diesen Signalen ist der Eingang der vier vorhandenen digitalen Eingänge

auswählbar (RXPo...RXP3). Ein Beispiel für eine solche Konfiguration ist in Bild 3 dargestellt. Wenn die Jumper auf JPIN2-1, JPIN2-2 und JPIN2-3 so versetzt werden, dass die Pins 2-3 verbunden sind, ist die Schaltung für Eingang 2 über D6 mit Relais 4 verbunden. Dadurch ziehen bei der Wahl von Eingang 2 sowohl das Relais 2 als auch das Relais 4 an. Der Audio-Ausgang des CS8416 wird dann über K4 mit IC1a und IC2a verbunden, und K2 sorgt dafür, dass über JPIN2-3 an Leitung RXSEL1 des CS8416 niedrige Spannung liegt. Das Ergebnis ist, dass RXSELO = 1 und RXSEL1 = 0 sind und in Bild 3 der zugehörige digitale Eingang aktiviert ist. Dies gilt auch für JPIN3-1, JPIN3-2 und JPIN3-3. Bei der Wahl von Eingang 3 werden RXSEL = 0 und RXSEL1 = 1, bei der Wahl von Eingang 4 schaltet nur K4, so dass RXSELO = 1 und RXSEL1 = 1 sind. In diesem Fall ist Eingang RXP3 des CS8416 aktiviert. Die analogen Eingänge 2, 3 und 4 sind dann deaktiviert, an ihre Stelle treten die digitalen Eingänge des CS8416 in Bild 3.

Aufbau

Die Layouts der beiden Platinen können im Eagle-Format von der Elektor-Website her-

unter geladen werden (090241-1). Der Bau des Vorverstärkers ist nicht schwierig, wie die Fotos des Musteraufbaus zeigen. Hinter der Gehäuse-Frontplatte wird der digitale Teil der Schaltung montiert, auf dieser Platine befinden sich der Drehencoder, der Setup-Taster, die vier Taster für die Wahl des Signaleingangs sowie das LC-Display. Für die Taster, das LC-Display und den Infrarot-Empfänger müssen Aussparungen gesägt oder gefräst werden.

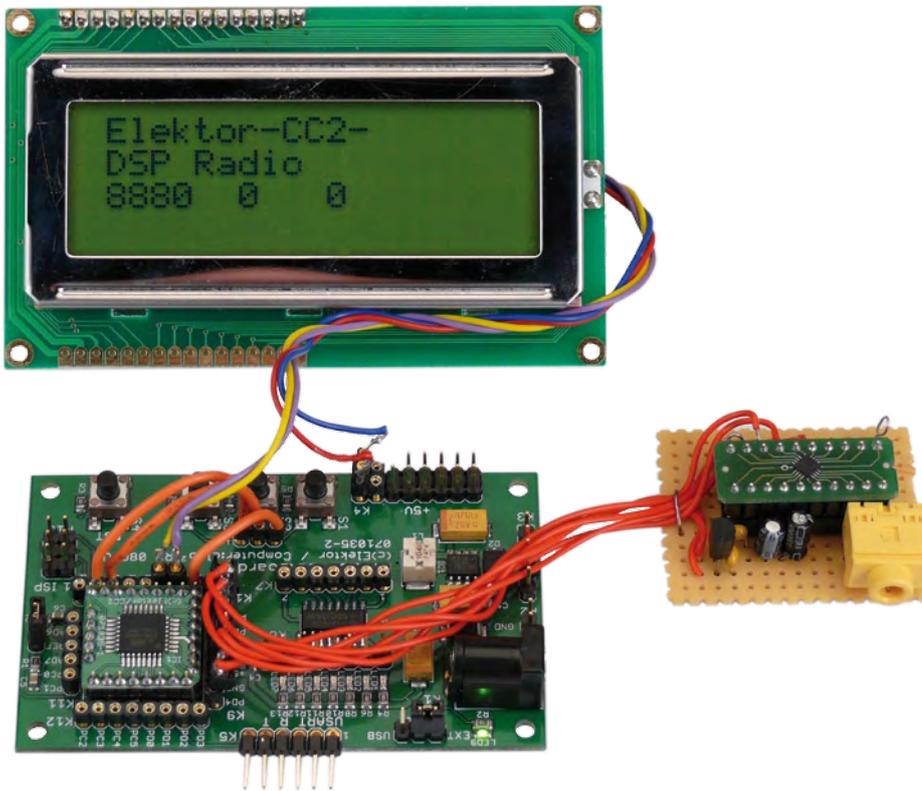
Die Platine mit dem analogen Teil muss so mit der Gehäuse-Rückwand verschraubt werden, dass die Cinch-Buchsen durch passende Aussparungen von der Rückseite zugänglich sind. Für die Verbindungen von Platine zu Platine genügt einfaches Flachkabel, weil dort keine Audio-Signale zu transportieren sind.

Das Netzteil mit Trafo, Gleichrichter und Elko kann auf ein Stück Experimentierplatine montiert werden. Sein Platz ist zweckmäßigerweise in der Mitte zwischen den Platinen. Selbstverständlich muss beim Einbau sichergestellt werden, dass die Richtlinien zur elektrischen Sicherheit erfüllt sind!

(090241)gd

Der ATM18-Radiocomputer

Mit dem DSP-Radiochip SI4735



Von Burkhard Kainka und
Wolfgang Rudolph

Radioempfang war einmal ganz einfach. Mit nur drei Bauteilen und einem Kopfhörer konnte man viele Sender empfangen - vor allem in den Abendstunden und mit einer genügend langen Antenne. Heute haben wir dafür Chips mit immenser Rechenleistung und tausenden von Halbleiterfunktionen.

Das Radiohören begann mit dem Detektorempfänger. Eine Schwingkreisspule und ein Drehkondensator dienten der Frequenzselektion. Ein kleiner Kristall, den man selbst in einem Steinbruch finden konnte, wurde als Gleichrichter genutzt. Antenne dran und im 2 x 2000-Ohm-Kopfhörer konnte man einige Sender hören. Es war ein großes Erlebnis.

Doch die Zeit brachte die Diode und löste damit den Detektorkristall ab. Vorbei war die Fummelei mit einer Drahtspitze in der Hoffnung, auf der Kristalloberfläche eine Defektstelle zu finden, die einen Gleichrichtereffekt ermöglichte. Die Verstärkeröhren wurden durch Transistoren abgelöst, und auch die HF-Vorstufen konnten schließlich mit HF-tauglichen Transistoren bestückt werden. Es wurden zum Teil hochempfindliche Superhet-Radios von der Industrie angeboten, die über Jahrzehnte nicht mehr wesentlich verbessert werden konnten. Auch die komplizierte Signalaufbereitung mit der Umsetzung auf eine oder mehrere Zwischenfrequenzen blieb unverändert. Die klassische Radioschaltung verwendete Spu-

len, Drehkos, ZF-Filter und eine Menge weitere Bauteile. Viele wichtige Eigenschaften, wie Fernabselektion, Großsignalfestigkeit, Trennschärfe und so weiter hingen im Wesentlichen von den verwendeten Filtern ab. Die unterschiedliche Demodulation für AM- und FM-Signale, die Stereodecodierung und die RDS-Auswertung wurden allerdings mehr und mehr von hochintegrierten Chips übernommen. Irgendwann kamen dann die Ein-Chip-Radios, erst für AM und später auch für FM, und damit gab es auch nicht mehr viel zu basteln.

Ein Radio aus Software

Aber es kamen auch neue Ideen. Eine davon war SDR, das durch Software definierte Radio (software defined radio). Damit war ein vollkommen neues Konzept geboren, das nichts mehr mit dem herkömmlichen Radio zu tun hatte. SDR verlagert wesentliche Funktionen des Empfängers in einen Computer, wo sie durch Software realisiert werden. Durch die Software können sie auch im laufenden Betrieb und mit minimaler Zeitverzögerung und nahezu beliebig ange-

passt und verändert werden. Was ein Software-defined-Radio leisten kann wurde ja in Elektor schon gezeigt. Die eigentliche Schaltung reduziert sich damit auf ein Minimum, der Platine sieht man die Hochfrequenz gar nicht mehr an. Die Zwischenfrequenz wird von der Soundkarte eines Computers für die weitere Verarbeitung digitalisiert. Den Rest erledigt das SDR-Programm im Computer. Einstellbare Bandbreite, unterschiedliche Demodulationsverfahren, automatische Verstärkungsregelung, es bleibt kaum ein Wunsch offen. Am Ende liefert der D/A-Wandler der Soundkarte dann das demodulierte Audiosignal zu den Aktivboxen.

DSP-Radio

Waren die ersten SDRs noch weitgehend durch Software definiert, also als Programm in einem Computer abgebildet, so kommen die neuen digitalen Radio-Chips ohne Computer aus, und eigentlich sind es keine SDRs im bisherigen Sinne. Die digitale Signalverarbeitung geschieht intern auf einem Chip mit Hilfe eines digitalen Signalprozessors.

Kurzdaten des SI4735

- UKW-Bereich: 64–108 MHz
- LW-Bereich: 153–279 kHz
- MW-Bereich: 520–1710 kHz
- KW-Bereich: 2,3–21,85 MHz
- PLL mit integriertem VCO
- Automatic frequency control (AFC)
- Automatic gain control (AGC)
- Integrierter LDO-Spannungsregler
- Digitaler FM-Stereodecoder
- Programmierbare Referenzfrequenz
- Digitale Lautstärkeinstellung
- RDS-Unterstützung
- Optionaler digitaler Audio-Ausgang
- 2-Draht- oder 3-Draht-Interface
- Betriebsspannung typ. 3,3 V
- Gehäuse 3 x 3 x 0,55 (mm), 20-Pin-QFN



Bild 1. Ein Radio auf 3 mm x 3 mm.

Der externe Controller ist nur noch dazu da, dem Radiochip zu „sagen“, was er tun soll. Im heute schon Realität gewordenen Extremfall benötigt ein solcher 3 x 3 mm „kleiner“ Chip nur eine Antenne, eine Stromversorgung und zwei Aktivboxen – fertig ist das UKW-Stereo-Radio. Es gibt fast keine externe Beschaltung mehr, für UKW reicht schon eine Spule und ein Kondensator. Als Controller verwenden wir natürlich unseren ATM18 und das Testboard.

DSP-ICs für den HF-Bereich waren bisher oft teuer und energiehungrig. Die Lösung kommt nun von Silicon Labs (www.silabs.com):

Ein DSP-Empfänger mit allen HF-Stufen, HF-Synthesizer, A/D-Wandler, DSP und D/A-Wandler, und das alles in einem winzigen SMD-Gehäuse! Der Si4735 in **Bild 1** ist ein kompletter AM/FM-Empfänger. Der AM-Bereich reicht von 153 kHz (Langwelle) bis 21,85 MHz (13-m-Kurzwellenband), dazu kommen umschaltbare Filterbandbreiten und eine besonders ausgefeilte Verstärkungsregelung. Das integrierte UKW-Radio überdeckt den Bereich von 64 MHz bis 108 MHz und bietet neben Stereo auch noch RDS. Besonders interessant ist die qualifizierte Rückmeldung des Si4735. Neben dem HF-Pegel am Antenneneingang (RSSI) in dB μ V meldet er auch den Störabstand (SNR) in dB. Der Si4735 eignet sich daher sogar als Messempfänger.

Typische Anwendungen des Radiochips mit seinen vielen Möglichkeiten und guten Eigenschaften sind neben Reiseempfängern und Uhrenradios auch MP3-Player und Mobiltelefone, in denen ein Radio sozusagen als Zusatzfunktion mit eingebaut ist. Die ersten Reiseempfänger mit DSP-Chips von SI sind schon auf dem Markt aufgetaucht. Aber wir wollen natürlich kein fertiges Radio kaufen, sondern lieber selbst damit arbeiten. Mit sehr geringem Aufwand lässt sich mit dem Si4735 ein hervorragender Empfänger bauen. Man braucht nur einen kleinen Mikrocontroller - also unseren ATM18 - zur Einstellung der gewünschten Parameter wie Senderfrequenz, Lautstärke und so weiter. Damit ist es endlich einmal möglich, einem Radio genau die Bedienungs- und Benutzeroberfläche zu verpassen, die man sich schon immer gewünscht hat.

Ein Blick auf das Blockschaltbild in **Bild 2** verrät das Prinzip eines IQ-Empfängers, wie er

ähnlich auch schon bei Elektor für Kurzwellen verwendet wurde. Aber diesmal funktioniert die Decodierung ohne PC-Software, weil anstelle eines PCs der DSP im IC diese Aufgabe übernimmt. Nur für die Abstimmung wird noch ein Mikrocontroller benötigt.

Interface zum ATM18-Testboard

Ein paar Leitungen mit Betriebsspannung, Reset und I²C-Bus zum ATM18-Testboard genügen, und schon kann das Radio gesteuert werden. Hier wird zunächst ein UKW-Radio realisiert. Das IC bietet einen hervorragenden Klang und gute Empfangsempfindlichkeit auch schon an einer kurzen Antenne. Nur ein Stereoverstärker wird noch benötigt. Man kann zum Beispiel die ohnehin überall vorhanden PC-Aktivboxen

nehmen. Wer später auch noch AM hören will, kann den Empfänger leicht auf- und umrüsten.

Ein Problem ist das schwer zu löten QFN-Gehäuse. Die Lösung ist eine kleine Trägerplatine mit bereits aufgelötetem IC (**Bild 3**). Man kann diesen Träger wahlweise wie ein DIP20-IC in eine Fassung setzen oder direkt mit Anschlussdrähten versehen. Für den ganzen Empfänger braucht man in unserem Fall zusätzlich nur noch ein paar Widerstände, eine Festinduktivität und zwei Dioden, wie der Schaltplan in **Bild 4** zeigt. Die beiden Schottky-Dioden dienen nur der Begrenzung von HF-Impulsen und sind nicht zwingend erforderlich. Für den Aufbau genügt eine kleine Lochrasterplatine. Das IC benötigt eine Betriebsspannung von

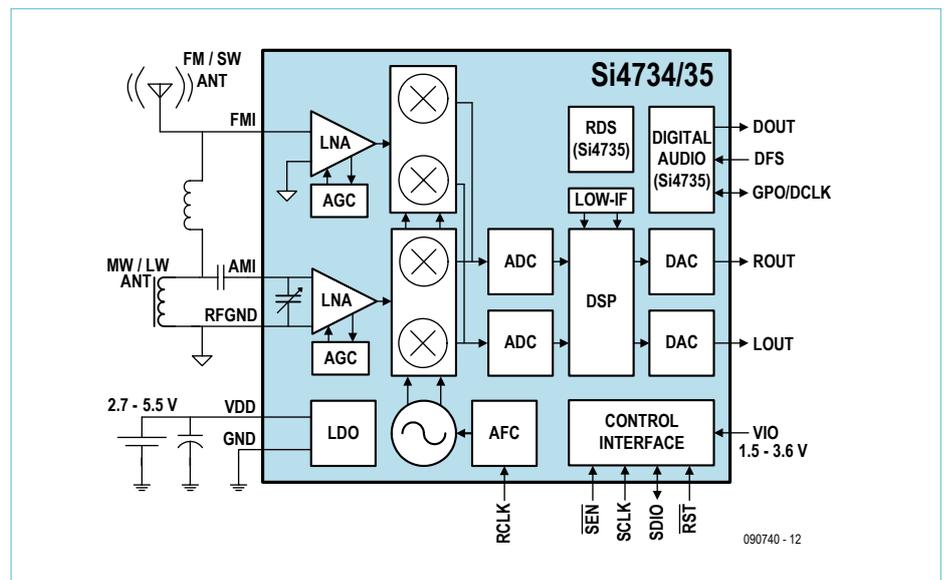


Bild 2. Das Blockschaltbild des SI4735 (Quelle: www.silabs.com).

Listing 1. Initialisierung und Abstimmung

```
Config Timer0 = Pwm , Prescale = 1 , Compare A
  Pwm = Clear Down
Start Timer0
Pwm0a = 128 `Xtal/2/(255) = 31373 Hz OC0A/ PD6

Ddrd.4 = 1          `Reset SI4735
Waitms 100
Ddrd.4 = 0
Waitms 100

Ffm = 8880          `Start freq FM *10 kHz
Vol = 63            `Volume 0...63
...

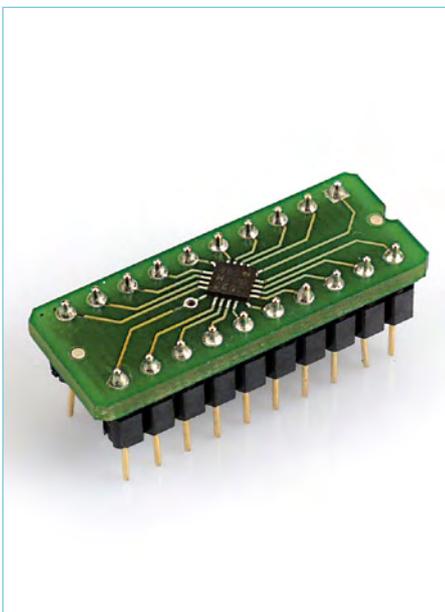
Sub Fm_start()
  Init_fm
  Waitms 200
  Refclock
  Waitms 5
  Rx_volume
  Waitms 5
  Fm_tune_freq
End Sub

Sub Init_fm()
  I2cstart
  I2cwbyte 34
  I2cwbyte &H01
  I2cwbyte &H00
  I2cwbyte &H05
  I2cstop
End Sub

Sub Refclock()
  I2cstart
  I2cwbyte 34
  I2cwbyte &H12
  I2cwbyte &H00
  I2cwbyte &H02
  I2cwbyte &H01
  Ref = 31373
  H = High(ref)
  L = Low(ref)
  I2cwbyte H
  I2cwbyte L
  I2cstop
End Sub

Sub Fm_tune_freq();
  I2cstart
  I2cwbyte 34
  I2cwbyte &H20
  I2cwbyte &H00
  H = High(ffm)
  L = Low(ffm)
  I2cwbyte H
  I2cwbyte L
  I2cwbyte &H00
  I2cstop
End Sub

Sub Rx_volume()
  I2cstart
  I2cwbyte 34
  I2cwbyte &H12
  I2cwbyte &H00
  I2cwbyte &H40
  I2cwbyte &H00
  I2cwbyte &H00
  I2cwbyte Vol
  I2cstop
End Sub
```



3,3 V an VDD und an VIO. **Achtung:** An VDD sind maximal 3,6 V erlaubt. Man muss gut darauf achten, dass nicht versehentlich 5 V angeschlossen werden.

Der SI4735 verfügt über unterschiedliche digitale Schnittstellen. Wir verwenden den I²C-Bus. Man braucht nur zwei Leitungen, SDA und SCL. Über diese Leitungen laufen alle Steuerbefehle zum IC und die Statusinformationen zurück zum ATM18-Controller (ATmega88). Zusätzlich muss noch der Reset-Eingang des ICs bedient werden. Man braucht nur jeweils einen Widerstand für die Pegelanpassung auf 3,3 V. Die Ports müssen dann zwischen hochohmig (High) und niederohmig (Low) umgeschaltet wer-

Bild 3. Das Radiomodul ist eine Trägerplatine mit aufgelötetem SI4735.

den, was beim I²C-Bus ohnehin das übliche Verfahren ist.

Außerdem braucht der Empfänger eine Taktfrequenz als Referenz für die Abstimmung. Typisch wird hier ein Uhrenquarz mit 32,768 kHz verwendet. Die Referenzfrequenz darf jedoch von diesem Wert abweichen, was man dem Chip bei der Initialisierung mitteilen muss. Die niedrigste zulässige Frequenz ist 31,130 kHz. Auch hohe Frequenzen bis 40 MHz sind möglich, wobei ein interner Teiler dann wieder ungefähr 32 kHz daraus macht. Bei der Wahl der Frequenz sollte man berücksichtigen, dass Obertöne möglicherweise den Empfang beeinträchtigen können. Deshalb wurde eine niedrige Frequenz um 32 kHz gewählt, die der ATmega88 ganz nebenbei mit einem PWM-Ausgang erzeugen kann. Letztlich sorgt dann der 16-MHz-Quarz des ATM18-Controllermoduls für die Stabilität

Detektor

Noch bevor es Dioden gab, konnte man schon HF-Signale gleichrichten, das heißt, eine Hüllkurvendemodulation erreichen, wie sie für amplitudenmodulierte Sendersignale (im AM-Bereich) notwendig ist. Dazu wurde oft ein kleiner Kristall aus Bleiglanz oder Pyrit verwendet. Dieser wurde in eine metallische Halterung eingespannt und bildete damit den einen Anschluss der „Diode“. An der anderen Seite des Kristalls wurde eine feine Spitze angedrückt, oft mit Hilfe einer Spiralfeder. Dieser Kontakt bildete den zweiten Anschluss. Durch „Herumstochern“ auf der Kristalloberfläche musste nun ein so

genannter Punktdefekt gefunden werden. Das war eine Stelle, an der Paare von Leerstellen im Anionen- und im Kationenteilgitter auftraten, also jeweils ein Ion fehlte. Dieser als Schottky-Defekt bezeichnete Effekt legt den Schluss nahe, dass der Kristalldetektor eigentlich eine frühe Variante einer Schottky-Diode war.

Dieser „Defekt“ funktioniert übrigens auch noch heute, und die passenden Kristalle findet man noch immer in der freien Natur. Eine ideale Gelegenheit, um eine kleine elektronische Zeitreise zu unternehmen und selbst noch einmal zu den „Wurzeln“ unserer Radios zurückzufinden.

Software

Das Programm für die Steuerung des Radio-Chips wurde in BASCOM geschrieben. **Listing 1** zeigt den Programmabschnitt für die Initialisierung und Abstimmung. Nach dem Start benötigt der SI4735 einen Reset-Impuls. Dazu wird das Datenrichtungsregister DDRD.4 umgeschaltet. Der Port zieht den Reset-Pin damit einmal auf Low und gibt ihn dann wieder frei. Nach dem Reset ist der Chip bereit für die Kommunikation

über den I²C-Bus. Die I²C-Adresse ist 34. Der SI4735 muss durch entsprechende Befehle entweder als AM- oder FM-Empfänger initialisiert werden. Mit den in Init_FM übertragenen Parametern legt man zugleich den analogen Stereoausgang und den externen Takteingang fest. Der ATmega88 erzeugt den Takt mit dem PWM-Ausgang A von Timer 0. Dabei entsteht ein Taktsignal von 31.373 Hz. In der Sub RefClock wird dem Radio seine Referenz mitgeteilt. Mit FM-Tune-Freq wird die gewünschte Frequenz als Vielfaches von 10 kHz übertragen. 88,8 MHz ist hier mit 8880 angegeben. Das ist eigentlich schon alles, was man braucht, um den eigentlichen Empfänger zu betreiben. Aber auch die Lautstärke kann noch eingestellt werden, wobei ein Wert zwischen 0 und 63 angegeben werden muss.

Die Startfrequenz ist mit 88,8 MHz vorgege-



Bild 5. Statusanzeigen auf dem LC-Display.

ben. Hier kann natürlich jeder seine Wunschfrequenz einfügen. Um im laufenden Betrieb die Station zu wechseln, wird der interne Sendersuchlauf verwendet (**Listing 2**). Mit einem kurzen Tastendruck auf S1 wird Fm_seek_freq_up aufgerufen, mit einem langen Druck Fm_seek_freq_down. Das IC sucht dann selbständig den nächsten Sender. Die Frequenz der gefundenen Station kann mit Fm_tune_status ausgelesen werden. Tatsächlich liest man dabei gleich mehrere interne Register aus, in denen sich weitere Informationen befinden. Besonders interessant sind die Signalstärke RSSI und der Störabstand SNR. Diese Werte werden nach jedem Abstimmvorgang in das LCD geschrieben (**Bild 5**). Für den bereits abgestimmten Betrieb muss die Frequenz nicht mehr neu ausgelesen werden. Aber die Signalstärke könnte sich ändern. Deshalb wird mit Fm_rsq_status der Empfangsstatus immer

wieder neu ausgelesen und angezeigt.

Erweiterungen

Angesichts der großen Zahl von Funktionen ist es fast unmöglich, wirklich alle Optionen des ICs zu nutzen. Wer sich im Detail damit befassen möchte, der kann das Radio in unterschiedliche Richtungen erweitern und zum Beispiel ganz unterschiedliche Bedienkonzepte ausprobieren. Wie wäre es etwa mit einer Ein-Knopf-Bedienung über ein

einzelnes Poti oder einen Drehgeber? Eine Frequenzdirekteingabe ist genauso möglich wie Stationstasten. Man könnte auch ein zeitgesteuertes Radio entwickeln, damit keine Wunschsending verloren geht. Eine dankbare Aufgabe wäre auch die Nutzung der RDS-Funktion des SI4735. Stationsnamen, Radiotext-Nachrichten, Uhrzeit und vieles mehr können mit der richtigen Software ausgelesen werden.

Es ist schon eigenartig: Erst hat die moderne Technik den Radiobastlern das Radio als Bastelobjekt weggenommen oder zumindest uninteressant gemacht, und nun gibt sie es uns mit diesem IC und ungeahnter Funktionsvielfalt zurück.

Alle Traum- und Wunschfunktionen einfach programmieren - wer hätte sich das vor zwanzig Jahren vorstellen können?

090740

Das ATM18-Projekt im Computer:club²

ATM18 ist ein gemeinsames Projekt von Elektor und dem Computer:club² (www.cczwei.de). Die neuesten Entwicklungen und Anwendungen des ATM18-Systems stellt Wolfgang Rudolph vom Computer:club² jeden Monat in der Sendung CC²-tv bei NRW-TV vor. Das hier beschriebene DSP-Radio mit dem ATM18-AVR-Board ist in der **Sendung 36** von CC²-tv zu sehen, die am **22. Oktober 2009** erstmals gesendet wird.

CC²-tv wird von NRW-TV als Kabelprogramm in NRW und als Livestream im Internet gesendet (www.nrw.tv/home/cc2). Als Podcast gibt es CC²-tv bei www.cczwei.de und – ein paar Tage später – auch bei www.sevenload.de.

Elektor-SMD-Ofen

➔ **Elektor macht's möglich:
Doppelseitiges Löten für Jedermann!**

GRATIS-EXTRA:
Bei Bestellung gibt's jetzt ein SMD-Starterkit
im Gesamtwert von 115 € gratis obendrauf
– nur solange der Vorrat reicht!

- Geeignet für den professionellen Einsatz in Beruf & Freizeit
- Ideal für Labore, Werkstätten, Schulen, Universitäten, Kleinbetriebe und Privatanwender
- Durch Elektor ausgewählt, geprüft und zertifiziert
- Hilfe und Support via vertrautem Elektor-Kundenservice
- Deutschsprachiges Handbuch
- Komplett menügesteuerte Bedienung
- Demo-Videos auf www.elektor.de/smd-ofen

elektor
SHOP



Art.-Nr.: 080663-91
1195,00 Euro
(zzgl. MwSt. + Porto/Versand)

Technische Spezifikationen:

Nutzfläche für Platinen: 28,0 × 28,0 cm
Max. Leistungsaufnahme: 1650 W
Netzspannung: 230 V Wechselfspannung
Abmessungen: 41,8 × 37,2 × 25,0 cm
Nettogewicht: 16,7 kg

Weitere Infos, Gratis-Downloads & Bestellmöglichkeit unter www.elektor.de/smd-ofen

Fachseminar Hochfrequenztechnik

NEU!

➔ **Für Funkamateure und Elektronikbegeisterte**

Gerade im Bereiche der Hochfrequenztechnik finden sich besonders häufig Angaben und Ausführungen mit dem Kürzel „dB“ versehen.

Jeder der damit sattelfest umzugehen weiß und vielleicht sogar auch noch willig ist einfache Rechenoperationen damit durchzuführen, dem eröffnen sich ganz andere oder gar neue Sichtweisen, die die tägliche Arbeit beim Elektronikaufbau und Datenblattvergleichen erleichtern. Zum fundierten Einstieg ins Seminarprogramm soll daher diese wichtige Grundlage nicht fehlen, um weiterführenden Zusammenhängen sicher folgen zu können. Auch der erfahrene Fachmann erhält so durch die übersichtliche Nennung vieler Details eine Auffrischung vielleicht entfallener Einzelheiten.

Ganz nach dem Motto „Von der Praxis für die Praxis und trotzdem sachlich fundiert.“ werden in diesem Seminar Aufbau, Konstruktion und Entwicklung von HF-Schaltungen und Antennen an praxisnahen Beispielen verständlich erklärt.

Veranstaltungsorte/-termine:

- München 07.11.2009
- Luzern (CH) 14.11.2009

Teilnehmergebühr

(zzgl. MwSt.):

199,00 Euro

Im Preis sind Mittagsbuffet, Dokumentation (Handouts/Seminarunterlagen) und Aushändigung des Teilnahmezertifikats inbegriffen.

**Elektor-Abonnenten
erhalten 5% Rabatt!**



Weitere Infos & Anmeldung unter www.elektor.de/hf-technik

Netzgeräte-Spezialist wird 50

Delta Elektronika seit Jahrzehnten mit „grünen“ Netzgeräten am Markt

Von Rien Giltay (NL)

Das 50-jährige Bestehen von Delta Elektronika nehmen wir zum Anlass, unseren Lesern einen kurzen Einblick in dieses ungewöhnliche Unternehmen zu geben. Aber nicht mit einer „Festschrift“, sondern mit der Schaltung des populärsten Netzgeräts, das Delta in diesen Jahren herausgebracht hat. Der Selbstbau dieses Netzteils ist ein echter Geheimtipp!



Delta Elektronika B. V. wurde 1959 von C. J. Koopman gegründet. Der erste Firmensitz war ein Schlafraum im Koopmanschen Privathaus am Alten Hafen in Zierikzee. Nebenbei bemerkt: Auch Elektor hatte seinen ersten Firmensitz im privaten Wohnhaus des Gründers Bob van der Horst.

Damals war die niederländische Provinz Zeeland keine gewöhnliche Adresse, insbesondere nicht, was die Logistik betraf. Die dem Festland vorgelagerten Inseln waren noch nicht durch Dämme verbunden, und eine Reise nach Rotterdam nahm einen ganzen Tag in Anspruch. Doch dies konnte den Elan des jungen, aufstrebenden Unternehmens nicht trüben.

Im Einsatz von Halbleiter-Bauelementen war Delta schon damals recht fortschrittlich. Trotzdem waren die ersten, natürlich in Analogtechnik gebauten Netzgeräte sehr groß und sehr schwer. Der Spannungsbereich der Tischmodelle begann bei null Volt, die Ausgänge waren kurzschlussfest und überlastsicher. Diese Eigenschaften waren damals keineswegs selbstverständlich.

Gründer Koopman verkaufte die ersten Netzgeräte an die Technische Universität Delft, er hatte dort selbst studiert. Seitdem haben viele Geräte dieser Art ihren Weg in Schulen und Universitäten gefunden. Im Lauf der Zeit dürfte so mancher Lernende unabsicht-

lich (und vergeblich!) versucht haben, einem Netzgerät von Delta den Garaus zu machen.

Gelegentlich werden bei Delta noch Geräte aus den sechziger Jahren zur Reparatur angeliefert und wenn möglich zum Selbstkostenpreis instandgesetzt. Oft müssen nur die Elkos ausgetauscht werden, und das Gerät ist so fit ist wie am ersten Tag.

Die ersten Schaltnetzteile wurden bei Delta 1973 gebaut. Bei gleicher Leistung wurden die Geräte kleiner, leichter und effizienter. Die Kehrseite war die Störstrahlung, deren Unterdrückung bei Delta immer sehr hohe Priorität hatte. Meist gelingt es den Entwicklern, mit neuen Geräten um 10 dB bis 20 dB unter den Grenzwerten zu liegen. Damit wird sichergestellt, dass es bei der Systementwicklung mit oft später Integration von Netzgeräten in ein Gesamtsystem keine überraschenden Probleme gibt, die durch schlechte EMC-Werte des Netzgeräts (mit) verursacht werden.

Die Bedienung der Delta-Netzgeräte war immer ebenso einfach wie zweckmäßig. Knöpfe zum Einstellen von Spannung und Strom, ein Drehspulinstrument (oder zwei), die Ausgangsbuchsen, der Netzschalter, mehr wäre zu viel gewesen. Später sind noch Status-LEDs dazugekommen, und die Drehspulinstrumente mussten Sieben-

segment-Anzeigen weichen. Delta ist nicht dem Trend gefolgt, die Einstellrehknöpfe durch numerische Tastenfelder zu ersetzen. Das mag zwar moderner wirken, schmälert aber die Handlichkeit und Benutzerfreundlichkeit. Auch bei künftigen Entwicklungen werden einfache Bedienung und bequeme Handhabung groß geschrieben. Dazu kommen auch immer mehr sinnvolle Extras, die den Benutzer bei der Arbeit unterstützen.

Auch die Umweltverträglichkeit hatte bei Delta schon früh einen hohen Stellenwert. Rückschauend lässt sich feststellen, dass die Produkte stets umwelt- und ressourcenschonend waren. Insbesondere der Wirkungsgrad hatte stets sehr hohe Priorität.

Durch die überdurchschnittlich lange Lebensdauer - 20 bis 30 Jahre sind keine Seltenheit - gehen Delta-Netzgeräte sparsam mit Rohstoffen um, und die betriebswirtschaftliche Abschreibung erstreckt sich über lange Zeiträume. Produkte von Delta waren schon „grün“, lange bevor dieser Begriff auch für Elektronik verwendet wurde...

Modell E030-1

Die Netzgeräte der Serie „E“ gehörten in den siebziger Jahren zu den verbreitetsten Geräten ihrer Art. Diese soliden und benutzerfreundlichen Geräte wurden in mehreren Varianten gebaut. Sie kamen in Labors und Werkstätten ebenso zum Einsatz wie in Unterricht und Lehre. Das Elektor-Labor schaffte damals mehrere Exemplare an, und bis auf eine Ausnahme haben sie den strapaziösen Labor-Alltag bis heute überlebt.

Intern arbeiteten die Geräte der Serie „E“ mit analoger Regelung, wobei Spannung und Strom von Null an einstellbar waren. Für die Regelung bedeutete dies, dass sie bei Spannungen nahe null Volt und maximalem Strom die maximale Leistung in Wärme umsetzen musste.

In **Bild 1** ist die Schaltung des Modells E030-1 wiedergegeben, ein Netzgerät, das Spannungen bis 30 V bei Strömen bis 1 A liefert. Eine separate Netztrafo-Wicklung stellt eine Hilfsspannung für die

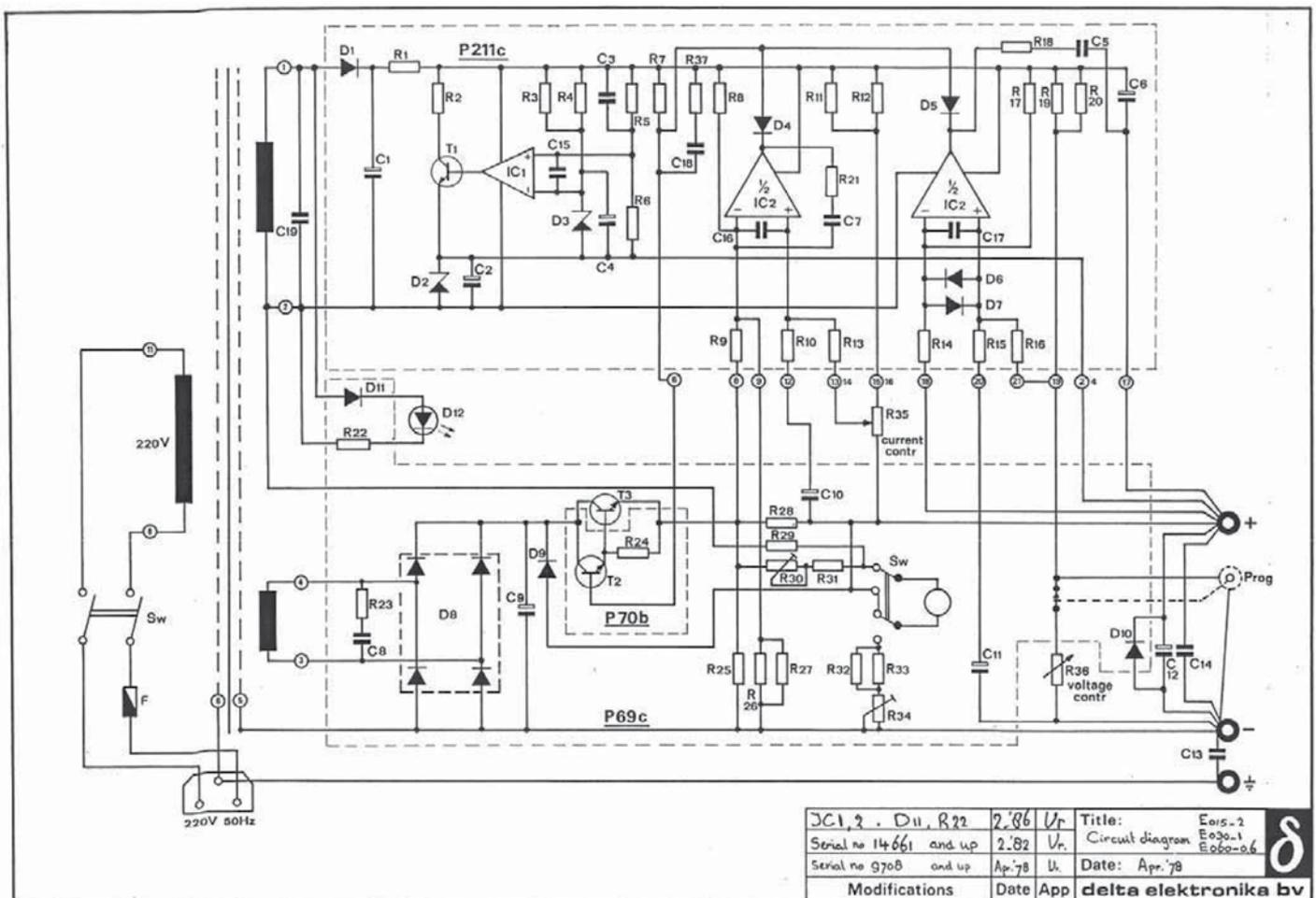


Bild 1. Schaltung des populären E030-1. Die Bauteilwerte sind auf der Elektor-Website abrufbar.



Bild 2. Der Typ D030-1 wurde von 1964 bis 1970 gebaut, das für jene Zeit typische Drehspulinstrument gehörte zur Ausstattung.



Bild 3. Es ist kaum vorstellbar, dass die Produktlinie des E030-1 über rund 30 Jahre unverändert Markterfolg hatte.

Regelung bereit. Nach Gleichrichtung mit D1 und Siebung mit C1 wird sie in eine positive und eine negative Spannung aufgeteilt. Z-Diode D2 stabilisiert den negativen Zweig, während der Parallelregler mit IC1 und T1 für die positive Seite zuständig ist. Die überschüssige Spannung fällt an Widerstand R1 ab. D3 ist eine Präzisions-Z-Diode, die positive Spannung ist deshalb so konstant, dass daraus Referenzspannungen abgeleitet werden können.

Die Hauptspannung liegt nach Gleichrichtung durch D8 an Siebelko C9. Die Darlington-Schaltung aus T2 (BD239) und T3 (2N3055 auf einem Kühlkörper) ist das Stellglied, das Ausgangsspannung und Ausgangsstrom regelt. Der über R7 fließende Strom steuert die Darlington-Kombination in den Leitzustand, es sei denn, der Strom fließt in die Ausgänge der als Komparatoren geschalteten Opamps in IC2. Der rechte Opamp ist für die Spannungsregelung zuständig, während der linke Opamp die Stromregelung übernimmt.

Die Spannungsregelung arbeitet wie folgt: Die positive Hilfsspannung hat über R19/R20 und Potentiometer R36 eine Spannung am nicht invertierenden Eingang des Komparators zur Folge. Bezogen auf die Spannung am invertierenden Eingang, der mit dem Pluspol des Geräte-Ausgangs verbunden ist, hat diese Spannung einen positiven Wert. Am Komparator-Ausgang liegt positive Spannung, sie steuert die Darlington-Kombination in den Leitzustand. Durch den Anstieg der Ausgangsspannung erhöht sich die Differenz zwi-



Bild 4. Ja, sie leben noch! Dies sind die noch immer voll funktionsfähigen Exemplare aus dem Elektor-Labor.

schen negativer und positiver Spannung. Das hat zur Folge, dass über R36 die Spannung am nichtinvertierenden Komparator-Eingang auf die Spannung am invertierenden Komparator-Eingang gezogen wird. Die Komparator-Ausgangsspannung wird negativ, so dass der steuernde Strom der Darlington-Kombination über D5 abfließt. Damit ist der Regelkreis geschlossen. Die Stromregelung arbeitet auf vergleichbare Weise. Dort wird die Spannung am Schleifer von R35 mit der an Strommesswiderstand R28 abfallenden Spannung verglichen.

Das Drehspulmessinstrument auf der Frontplatte ist mit Zweifachschalter SW umschaltbar. In der gezeichneten Stellung zeigt es über R30 und R31 den Ausgangsstrom an. Nach Umschalten wird über R32/R33 und R34 der Strom angezeigt.

Die Werte der Bauelemente sind in der abgebildeten Schaltung des E030-1 nicht angegeben. Sie gehen aus der Stückliste der originalen Gerätedokumentation hervor, die unter 090501-W von der Elektor-Website als PDF-Dokument herunter geladen werden kann.

(090501)gd

Rien Giltay ist seit 1985 bei Delta Elektronika tätig, heute leitet er dort den Verkauf. Besuchen Sie auch das Museum auf der Delta-Website: www.delta-elektronika.nl/Museum.htm

NEU!

JETZT STECKT NOCH MEHR DAHINTER.



Das komplette Elektor PLUS-Abo!

- Alle 11 Ausgaben inkl. Doppelheft Juli/August
- Im PLUS-Abo inbegriffen: Jahrgangs-DVD 2009
- **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
electronics worldwide

Ganz schön sparsam

FPGA-Kits IGLOO nano und IGLOO Icicle von Actel

Von Clemens Valens (Redaktion F)

Oft werden FPGAs nur mit den Herstellern Altera und Xilinx in Verbindung gebracht (in alphabetischer Reihenfolge!), doch es gibt auch etwas weniger bekannte Mitstreiter. Zu ihnen gehört Actel mit den Produktlinien Fusion, ProASIC3 und IGLOO. Was den Energiebedarf betrifft, hat Actel unbestritten die Nase vorn. Wir haben uns die IGLOO-Entwicklungssysteme „Icicle“ und „nano“ aus der Nähe angesehen.



Sicher haben Sie bereits geahnt, dass „IGLOO“ auf den spartanischen Energiebedarf dieser Chip-Familie hindeutet. Die extreme Genügsamkeit gilt nicht nur für den Kurzbetrieb, sondern auch für den Betrieb rund um die Uhr. „Icicle“ bedeutet „Eiszapfen“, doch obwohl die Karte tatsächlich nur so groß wie ein Stieleis ist (ohne Stiel!), schmilzt sie nicht in der Hand. Die „nano“-Karte hat entgegen ihrem Namen gut doppelte Größe, aber das liegt vor allem an den vielen Anschlusspins. Ihr Aussehen erinnert unwillkürlich an das Nagelbrett eines Fakirs.

IGLOO-Familie

Der IGLOO-Familie gehören gegenwärtig zwölf Mitglieder (mit 15.000 bis 3.000.000 Gattern) an. Die Auswahl an Typvarianten und Bauformen ist enorm. Gliedern lässt sich die Familie in drei Untergruppen: IGLOO (AGL), IGLOO nano (AGLN) und IGLOO PLUS (AGLP). Die „Nanos“ wurden für sparsame Kleinprodukte entwickelt, während die „Plus“-Reihe über wesentlich mehr Features und I/O-Ports

verfügt. Die Bescheidenheit beim Energiebedarf erreicht Actel durch ein optimiertes Energiemanagement und insbesondere durch den so genannten „Flash*Freeze“-Modus. Im inaktiven Betrieb fällt der FPGA gewissermaßen in den Winterschlaf, ohne dass Daten und Konfigurationen verloren gehen. Speicher und Register behalten ihre Inhalte, und die Ausgangsleitungen bleiben auf ihren Pegeln. Beim kleinsten Chip beträgt der Leistungsbedarf im Flash*Freeze-Modus nur 5 μ W, beim größten Chip sind es gerade mal 114 μ W. Das Aktivieren oder Deaktivieren des Einfriermodus dauert nur 1 μ s, umgeschaltet wird über einen speziellen Eingang.

Andere nicht alltägliche Zutaten sind ein SRAM-Speicher mit bis zu 504 Kbits Fassungsvermögen, sechs integrierte PLLs sowie 620 I/O-Leitungen bei 896 Gehäuseanschlüssen. Einige Familienmitglieder sind für die Zusammenarbeit mit Prozessoren des Typs CORTEX-M1 ARM optimiert.

Um die IGLOOs zum Laufen zu bringen, sind keine weiteren Bauelemente nötig. Konfigurationsspeicher und Quarz sind voll ent-

Das Kit „nano“:

- FPGA IGLOO AGL250 „nano“ mit 250.000 Gattern
- acht LEDs
- fünf Drucktaster (einschließlich Reset)
- acht DIP-Schalter
- „Flash*Freeze“-Modus
- USB-Schnittstelle
- alle Pins über Steckverbinder zugänglich
- Testpunkte für Messungen
- I/O- und Kernspannung programmierbar
- Programmer FlashPro3 im Lieferumfang
- DVD mit „Libero“ und anderen Tools
- zwei USB-Kabel

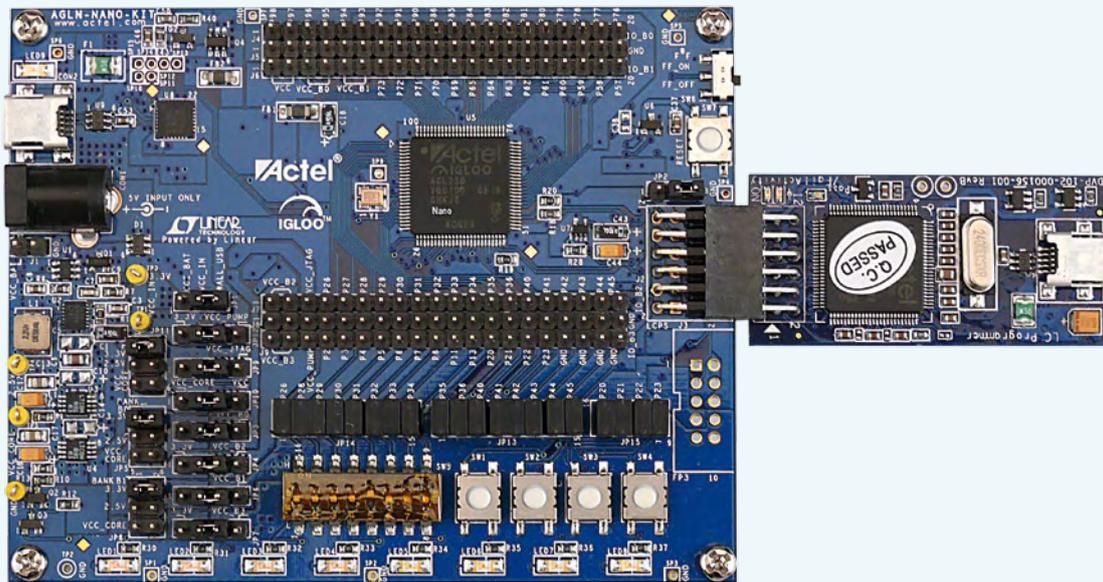


Bild 1. Auf der Platine des Kit „nano“ befinden sich zahlreiche Konfigurations- und Anschlusspins.

behrlich, nur auf die Betriebsspannung kann (noch) nicht verzichtet werden.

IGLOO-Kit „nano“

Das „nano“-Kit ist gleichermaßen ein Entwicklungs- und Testsystem. Auf dem FPGA ist „AGL250“ aufgedruckt, was eigentlich den Basistyp der IGLOO-Chips kennzeichnet. Darunter steht separat „nano“ vermerkt. Gemäß dem Datenblatt von Actel müsste der Aufdruck korrekterweise „AGLN250“ lauten.

Außer dem IGLOO-Chip befinden sich auf der Karte die Stromversorgung, ein USB-Port sowie diverse LEDs und Schalter. Ein Kontaktfeld dient zum Festlegen der Spannungen, die für die I/O-Bänke des FPGA und seinen Kern eingestellt werden müssen. Ferner sind Messanschlüsse vorhanden, über die Ströme an bestimmten Punkten gemessen werden können.

Die Funktion eines Entwicklungssystems kommt durch die beiden Reihen von 3 · 20 Stiftkontakten (Raster 2,54 mm) zum Ausdruck,

über die fast alle FPGA-Anschlüsse zugänglich sind. Es ist auch möglich, eine zweite Platine auf die „nano“-Karte zu stecken und den FPGA in eigene Systeme zu integrieren. Über den USB-JTAG-Programmer lässt sich der FPGA schnell und ohne viel Aufwand programmieren.

Im Karton fanden wir zwei Karten vor, die „nano“-Karte und eine FlashPro3-Karte. Zum Lieferumfang gehören außerdem zwei USB-Kabel, ein Beutel mit Schrauben, Distanzscheiben und Jumpfern, eine DVD mit dem Programm Libero V8.4 (Entwicklungsumgebung von Actel) sowie eine Schnellstartanleitung. Die Schnellstartanleitung enthält eine Tabelle mit den Jumper-Einstellungen, die für das Ausführen einer vorinstallierten Demo-Applikation gesteckt sein müssen. Wir legten die Karte über ein USB-Kabel an Betriebsspannung, doch die Demo-Applikation wollte nicht laufen. Die Ursache ließ sich schnell lokalisieren: Die Jumper JP13, JP14 und JP15 fehlten, diese Jumper verbinden die LEDs und Taster mit der übrigen Schaltung. Nachdem der Fehler behoben war, konnten wir durch Drücken der

Das Kit „Icicle“:

- FPGA IGLOO AGL125 „Icicle“ mit 125.000 Gattern
- grafisches OLED-Display mit 96 · 16 Pixeln
- drei LEDs
- drei Drucktaster (einschließlich Reset)
- „Flash*Freeze“-Modus
- Li-Ion Akku, 120 mAh
- USB-Schnittstelle
- Steckverbinder für 34 I/O-Ports
- JTAG-Schnittstelle
- Testpunkte für Messungen
- Programmierer FlashPro3 im Lieferumfang
- zwei USB-Kabel
- CD-ROM mit Dokumentationen, Tools und Beispielen

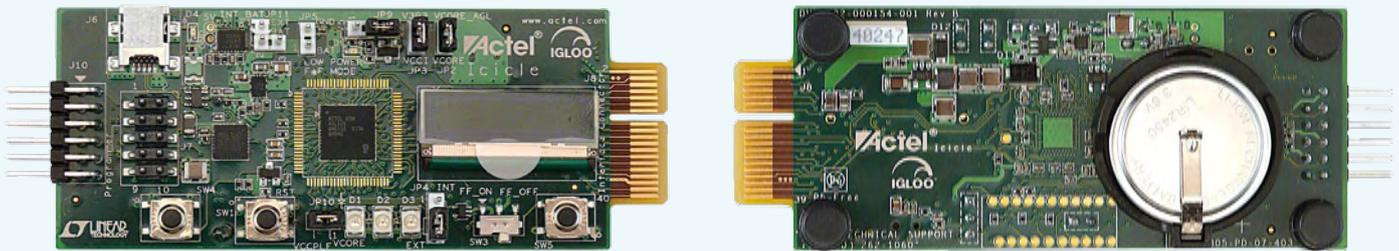


Bild 2. Die Platine des Kit „Icicle“ wird von einem Akku auf der Unterseite mit Strom versorgt.

Taster und Versetzen einiger Jumper die LEDs in diversen Variationen aufleuchten lassen. Dabei fiel uns auf, dass die Informationen zu den Tastern und Jumpern in der Schnellstartanleitung nicht immer ganz zutreffend waren. Mit dem Demo-Programm lässt sich auch die Datenübertragung über den USB-Port testen. Wenn auf dem PC ein Terminal-Programm wie das „Hyperterminal“ läuft und die Parameter korrekt eingestellt sind (9600, 8, n, 1), sendet die Karte Echos der empfangenen Zeichen an den PC zurück. Mit unserer Karte gelang dies auf Anhieb.

IGLOO-Kit „Icicle“

Auf der Icicle-Karte, mit Handy-ähnlichen Abmessungen, sind auf der einen Seite ein FPGA AGL125 (125.000 Gatter), ein grafisches grünes oder blaues Mini-OLED-Display (25 · 7 mm, 96 · 16 Pixel), drei LEDs, drei Drucktaster, ein Schalter, mehrere Jumper, der USB-Port, ein JTAG-Port sowie ein erweiterter JTAG-Port für den FlashPro3-Programmer untergebracht. Auf der Unterseite hat ein Li-Ion-Akku des Typs LIR2450 (Kapazität 120 mAh) seinen Platz. Die Verbindung der Icicle-Karte zur Außenwelt wird von einem Steckverbinder im Mini-Edge-Card-Format mit 2 · 20 Kontakten hergestellt. Über den Steckverbinder sind 34 I/O-Leitungen des FPGA zugänglich.

Sämtliche Komponenten der Icicle-Karte gehen äußerst sparsam mit der Energie um, so dass ein Akku als Stromversorgung genügt. Die Betriebsspannung lässt sich nur abschalten, indem Jumper JP11 entfernt wird. Zum Icicle-Kit gehören der FlashPro3-Programmer, zwei USB-Kabel, eine CD sowie einige weitere Komponenten. Auf der CD hat Actel die Schaltung der Karte, den Treiber für den Programmer, die Software für den FPGA und anderes produktbezogenes Material untergebracht.

Das Kit kommt in einem braunen Karton aus recycelter Pappe ins Haus, sogar in dieser Hinsicht ist es umweltfreundlich!

Die Anleitung erklärt, wie an verschiedenen Schaltungspunkten die Stromaufnahme gemessen werden kann und wie sich der Flash*Freeze-Modus auf Messungen auswirkt. Wir haben den Strom bei 1,2 V und 1,5 V gemessen, die Ergebnisse waren 2,7 mA und 3,6 mA. Es hatte den Anschein, als ob der Flash*Freeze-Modus ohne Einfluss ist. Weil wir dem auf den Grund gehen wollten, haben wir die Karte mit einem Programm von der CD neu programmiert. Der zweite Anlass zu diesem Schritt war die vorinstallierte Demo-Applikation, sie hatte sich abweichend von der Beschreibung verhalten. Das Compilieren war kein Problem, allerdings musste der Libero V8.5 (siehe später) das Projekt konvertieren, weil es mit einer älteren Version erstellt worden war. Nach dem Programmieren des FPGA, was etwa eine Minute dauert, lief die neue Applikation genau wie erwartet. Die LEDs verhielten sich nun anders (ein binärer Zähler arbeitete mit 3 bit), und die Stromaufnahme fiel bei 1,2 V auf 1,5 mA und bei 1,5 V auf 2,0 mA zurück. Für die Reduzierung der Stromaufnahme muss natürlich der Flash*Freeze-Modus eingeschaltet sein. Unsere Messungen ergaben ungefähr 28 µA bei 1,5 V und etwa 16 µA bei 1,2 V. Als Folge davon leuchtete die LED, die eine Stromaufnahme unter 100 µA signalisiert, auch bei eingeschaltetem Flash*Freeze-Modus auf.

Libero

Ebenso wie andere Chip-Hersteller stellt Actel seinen Kunden eine kostenlose Version der passenden Entwicklungsumgebung zur Verfügung. Die Suite mit dem Namen „Libero Gold“ enthält nicht nur Tools von Actel. Für Spezialisten auf dem Gebiet der FPGA-Programmierung sind auch Tools wie ModelSim von Mentor Graphics und Synplify von Synplify sowie eine Demo-Version des WaveFormer von Synplify enthalten.

Wir installierten zuerst den Libero V8.4, welcher der Nano-Karte bei-

Die IDE „Libero V8.5“:

- Systemvoraussetzung Windows XP Pro mit SP2 oder Windows Vista Business
- Grafische Benutzeroberfläche
- Systementwicklung über Diagramm oder direktes Programmieren
- Synthese
- Simulation
- Platzierung und Routing
- Programmierung

lag. Wichtig ist hier, dass der Libero mindestens Windows XP Pro SP2 oder Windows Vista Business sowie 4 GB freien Festplattenspeicher voraussetzt. Die Installation verlief komplikationslos, bis auf die Meldung am Schluss, dass die Treiber für den Programmer FlashPro3 fehlen. Auf der Website von Actel [2] ist dieser Fehler unter der Suchbezeichnung SAR 46033 beschrieben.

Nach Anfordern einer Lizenz von Actel haben wir uns durch das *Libero IDE Quick Start Guide & Tutorial* [3] gearbeitet. Wichtig: Von der gleichen Webadresse müssen auch die *Design Files* heruntergeladen werden. Nach der Installation sind eventuell einige Korrekturen der Pfade notwendig, die sich auf die Speicherorte der Tools auf der Festplatte beziehen.

Alles lief plangemäß, bis wir den WaveFormer Lite installierten, um eine Grafik für eine Simulation zu generieren. Der WaveFormer weigerte sich hartnäckig, die von Actel erhaltene befristete Lizenz zu akzeptieren. Leider konnte der technische Support von Actel trotz engagierter Bemühungen nicht helfen. Es ließ sich nicht ausschließen, dass uns ein Fehler unterlaufen war, der nicht dem Programm anzulasten ist. Das Problem ließ sich nur durch vollständige Deinstallation des Libero 8.4 lösen. Um auf der sicheren Seite zu sein, bestellten wir bei Actel eine kostenlose DVD mit der inzwischen erschienenen Version 8.5. Den DVD-Inhalt hätten wir auch von der Actel-Website herunterladen können.

Als die DVD nach einigen Tagen eintraf, gestaltete sich die Installation ebenso problemlos wie bei der Vorgängerversion, die Fehlermeldung am Schluss erschien allerdings ebenfalls. Ergänzend sei hinzugefügt, dass unser PC unter Windows XP SP3 lief. Wir hatten den Eindruck, dass die Lizenzverarbeitung bei der neuen Version beschleunigt ablief, doch konnte dies auch daran liegen, dass die alte Version möglicherweise nicht restlos deinstalliert war.

Als wir die IDE (Integrated Development Environment) gestartet hatten, war die Welt endlich wieder in Ordnung, alle Tools waren korrekt eingebunden. Windows erkannte den FlashPro3-Programmer sofort nach Anschluss an einen USB-Port des PC, und der WaveFormer arbeitete zu unserer vollen Zufriedenheit. Wegen der beschriebenen Komplikationen sollten Sie unbedingt zum Libero 8.5 greifen (oder zur Version 8.6, sie erschien bei Redaktionsschluss). Wir empfehlen Ihnen, die Anweisungen für die Handhabung zeitlich

begrenzter Lizenzen strikt zu befolgen.

Das Tutorial bezieht sich noch auf die Libero-Version 8.4, und einige Details sind nicht mehr aktuell. Doch das ist keinesfalls tragisch, alle Schritte lassen sich trotzdem nachvollziehen. Am Rand sei noch vermerkt, dass die Installation relativ zeitaufwändig ist, sie kann eine bis zwei Stunden in Anspruch nehmen. Unsere Mühe wurde zunächst nur durch drei blinkende LEDs, gesteuert von einem 3-bit-Zähler, belohnt. Dieses Ergebnis war etwas weniger bestaunenswert als die auf den beiden Karten vorinstallierten Demo-Applikationen (nach der Neuprogrammierung war eine gelöscht). Trotzdem haben die blinkenden LEDs unsere Blicke eine Weile lang wie magisch gefesselt...

Zum Schluss möchten wir noch auf ein Detail am Rand hinweisen. Damit der Libero optimal arbeitet, muss er sein Ziel, den FPGA-Typ, kennen. Der Typ ist aus einer langen, auf dem Bildschirm erscheinenden Liste auszuwählen. Dort stehen zwei Versionen des auf der Nano-Karte befindlichen AGL250, die Versionen V2 und V5 (dies gilt auch für den AGL125 der Icicle-Karte). Auf den Gehäusen sind keine Versionsbezeichnungen zu finden, und auf seiner Website [1] hat Actel die Information ziemlich versteckt. Finden lässt sie sich, wenn man weiß, was man sucht, zum Beispiel im Datenblatt der AGL-Familie [5] (beachten Sie unbedingt die Anmerkung auf Seite III). Die Sache ist einfach: Wenn auf dem FPGA die Version nicht angegeben ist, handelt es sich um Version V2. Die Version V2 arbeitet mit Kernspannungen im Bereich 1,2...1,5 V, während die Version V5 nur mit der Kernspannung 1,5 V läuft.

Fazit

Actel hat sich mit Erfolg bemüht, eine vollständige Entwicklungs- und Testplattform für seine IGLOO-Familie zu schaffen, sie ist anwenderfreundlich und vergleichsweise kostengünstig. Die Systeme lassen sich unkompliziert installieren und handhaben, so dass auch Anfänger damit zurechtkommen. Zum Kit „nano“ gehört ebenso wie zum Kit „Icicle“ ein FlashPro3-Programmer. Sogar die Platinenfarben passen zueinander, die blaue Nano-Karte und die grüne Icicle-Karte stimmen in ihren Farben mit den zugehörigen Programmern überein.

(090528)gd

Weblinks

- [1] www.actel.com
- [2] www.actel.com/download/program_debug/flashpro/fpro85.aspx

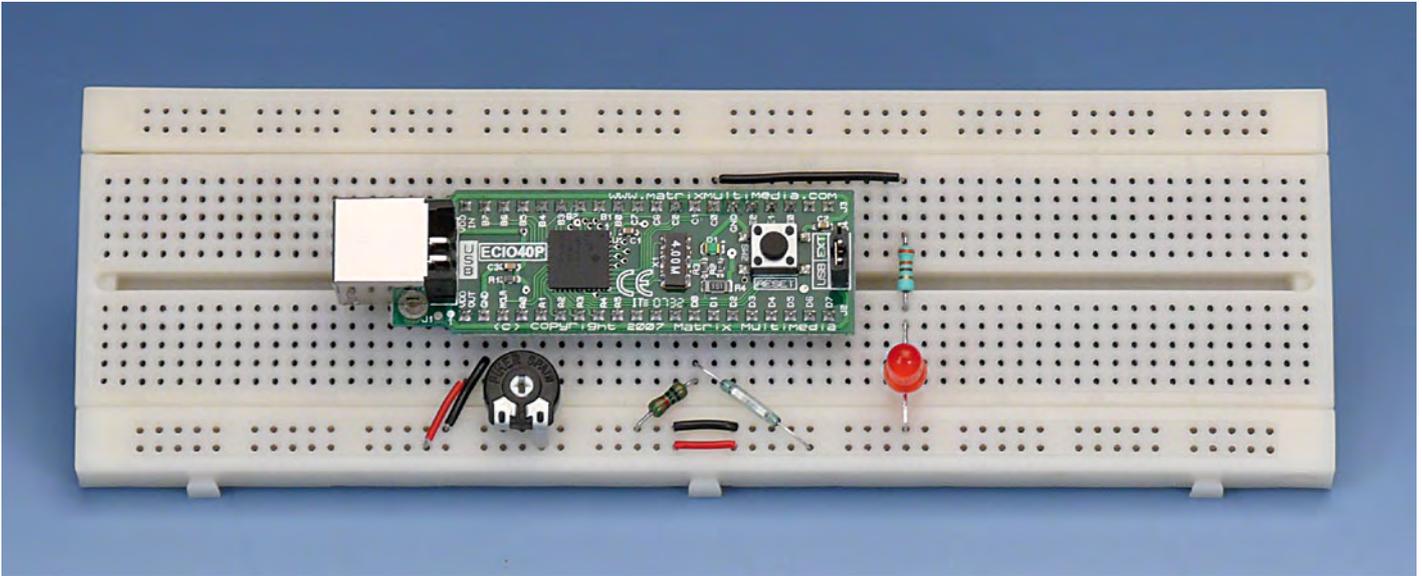
[3] www.actel.com/products/hardware/devkits_boards/igloo_starter.aspx#docs

[4] www.elektor.de/090528

[5] www.actel.com/documents/IGLOO_DS.pdf

USB ohne Treiber

Daten sammeln via HID



Von Bert van Dam

Das Modul ECIO40 ist im Grunde ein moderner PIC-Mikrocontroller vom Typ 18F4455 mit integriertem USB-Bootloader auf einer Miniplatine. Aus diesem Grund kann man das Modul auch ganz ohne Programmierer mit neuer Firmware versorgen. Man benötigt hierzu nur einen PC mit USB und ein (kostenloses) Programm.

Im E-blocks-Artikel aus Elektor März 2009 wurde gezeigt, wie man analoge und digitale Signale mit einem ECIO40 erfassen und via USB-Verbindung auf dem angeschlossenen PC visualisieren kann. Notwendig war nur ein passender Treiber. In diesem Beitrag verwenden wir das Modul aber ganz ohne *extra* Treiber. Stattdessen wird der Standard-HID-Treiber verwendet, den alle modernen Windows-Versionen schon installiert haben.

Aufgaben

Das Ziel dieses Projekts lässt sich wie folgt zusammenfassen: Analoge Signale sollen erfasst, via Tastatur-Interface in einen PC geholt und dort von einem Programm verwendet werden. Man öffnet beispielsweise Excel und setzt den Cursor in die erste Zelle des Rechenblatts. Anschließend reicht ein Druck auf einen Taster der Elektronik und schon füllt sich die Tabelle mit den Werten der nun automatisch vorgenommenen

Messungen. Die empfangenen Daten kann man so gleich analysieren, mit den Funktionen der Tabellenkalkulation auswerten und/oder in eine Grafik umsetzen.

HID

Dieses Akronym steht für **H**uman **I**nterface **D**evice und bezeichnet ganz allgemein Dinge, mit denen der „User“ genannte Mensch gewöhnlich seinen Computer steuert: also Maus und Tastatur, hier angeschlossen via USB. Logischerweise sind die notwendigen Treiber heutzutage gleich vorinstalliert. Aufgabe des Treibers ist die standardisierte Datenübermittlung zwischen Gerät und Betriebssystem. In diesem Projekt wird Windows XP eingesetzt.

Wenn ein Gerät zum ersten Mal an einen PC angeschlossen wird, will das OS zwei wichtige Zahlen wissen: PID (**P**hysical **I**nterface **D**evice) und VID (**V**endor **I**dentification **N**umber). In diesem Projekt gilt PID = F040 und VID = 12BF. Wenn dem PC diese Kombi-

nation noch nicht über den Weg gelaufen ist, muss das Gerät mehr Informationen liefern. Als erstes wird mit (englisch) „usage“ der Gerätetyp angefordert. Im vorliegenden Fall haben wir eine (Pseudo-)Tastatur vorliegen, für die „usage page 7“ passt.

Der Datenaustausch findet in gruppierter Form in so genannten „reports“ statt. Der folgende wichtige Schritt ist deshalb die Klärung der Frage, welchen Inhalt die kommenden Reports haben. Hierzu gibt es die „report descriptors“. In unserem Fall benötigt man zwei Deskriptoren: einen für die Daten, die vom Gerät zum PC wandern und einen zweiten für die Antwort in umgekehrter Richtung.

Sollte dem PC allerdings die PID/VID-Kombination schon bekannt sein, wird direkt die Verbindung eingerichtet. Wenn dafür schon einmal User-Page und Deskriptor definiert wurden, kann man diese nicht mehr so einfach ändern, da der PC gar nicht mehr nach diesen Daten fragt.

Datenversand

Bei uns geht es um Daten, die ein angeschlossenes Gerät zum PC schickt. Da HID-Funktionen genutzt werden sollen, kann weder Form noch Inhalt eines passenden Datenpakets frei verändert werden. Ein HID-adäquates Paket für eine Tastatur besteht aus acht Feldern. Das erste Feld enthält den Status so genannter Modifier-Tasten wie Alt und Ctrl. Im reservierten zweiten Feld muss eine „0“ stehen. In den restlichen sechs Feldern können die Codes gedrückter Tasten stehen. **Tabelle 1** zeigt ein Beispiel eines solchen Datenpakets.

Jeder Taste einer Tastatur sind gleich zwei Codes zugeordnet. Der erste Code wird beim Betätigen der Taste gesendet und der zweite, wenn die Taste wieder losgelassen wird. Auf diese Weise kann der PC eine schnell mehrfach hintereinander gedrückte Taste von einer unterscheiden, die einfach nur länger gedrückt wird. **Tabelle 2** zeigt die Codes einiger Tasten als Beispiel.

Es geht aber auch noch einfacher: Wird nach einem Betätigungs-Tastencode ein leeres Datenpaket geschickt, dann interpretiert der PC das so, dass diese gedrückte Taste wieder losgelassen wird. Der Einfachheit halber sendet auch das Demo-Programm nach jedem Code für einen Tastendruck einfach ein leeres Paket.

Wichtig ist noch, dass die Tasten-Codes nicht normalen ASCII-Codes entsprechen. **Tabelle 3** gibt eine Übersicht über die in diesem Projekt relevanten Tasten und ihre Codes.

Datenempfang

Ein vom PC geschicktes und von einer Tastatur empfangenes Paket besteht aus lediglich einem Byte. **Tabelle 4** listet die Bedeutung der einzelnen Bits auf. Da hier nur das Bit für die NumLock-LED genutzt wird, besteht Raum für Erweiterungen. Neben der CapsLock- und ScrollLock-LED gibt es auch noch die Kontroll-LEDs für die in Asien für die Eingabe von Schriftzeichen gebräuchlichen Compose- und Kana-Tasten.

Hardware

Mit einem als einstellbarer Spannungsteiler geschaltetem Poti wird eine Spannung

Tabelle 1. Organisation eines zu versendenden Datenpakets.

Offset	Feld	Länge	Beschreibung
0	Modifier	1	Status von Tasten wie Alt, Ctrl etc.
1	reserviert	1	reserviert (0x00)
2	Keycode[0]	1	Tasten-Code 1
3	Keycode[1]	1	Tasten-Code 2
4	Keycode[2]	1	Tasten-Code 3
5	Keycode[3]	1	Tasten-Code 4
6	Keycode[4]	1	Tasten-Code 5
7	Keycode[5]	1	Tasten-Code 6

Tabelle 2. Beispiele von Tasten-Codes.

Taste	Betätigung	Loslassen
A	1C	F0,1C
5	2E	F0,2E
F10	09	F0,09
Rechter Pfeil	E0,74	E0,F0,74
Ctrl rechts	E0,14	E0,F0,14

Tabelle 3. Codes für die Betätigung von Tasten des numerischen Tastenfelds samt Aufdruck und zugehörigem ASCII-Code der aufgedruckten Ziffer.

Taste	Betätigungs-Code		Zifferntaste	
	HEX	dezimal	Aufdruck	ASCII
Eingabe	28	40	-	-
Tab	2B	43	-	-
NumLock	53	83	-	-
Num. Tastenf. Eingabe	58	88	-	-
Num. 1 (Ende)	59	89	1	49
Num. 2 ()	5A	90	2	50
Num. 3 (Bild)	5B	91	3	51
Num. 4 ()	5C	92	4	52
Num. 5	5D	93	5	53
Num. 6 ()	5E	94	6	54
Num. 7 (Pos1)	5F	95	7	55
Num. 8 ()	60	96	8	56
Num. 9 (Bild)	61	97	9	57
Num. 0 (Einfg)	62	98	0	48
Num. , (Entf)	63	99	-	-

Tabelle 4. Bedeutung der Bits im empfangenen Datenpaket.

Offset	Feld	Länge	LED auf Tastatur	
0	indicators	1	Bit 0	NumLock
			Bit 1	CapsLock
			Bit 2	ScrollLock
			Bit 3	Compose
			Bit 4	Kana
			Bits 5...7	reserviert

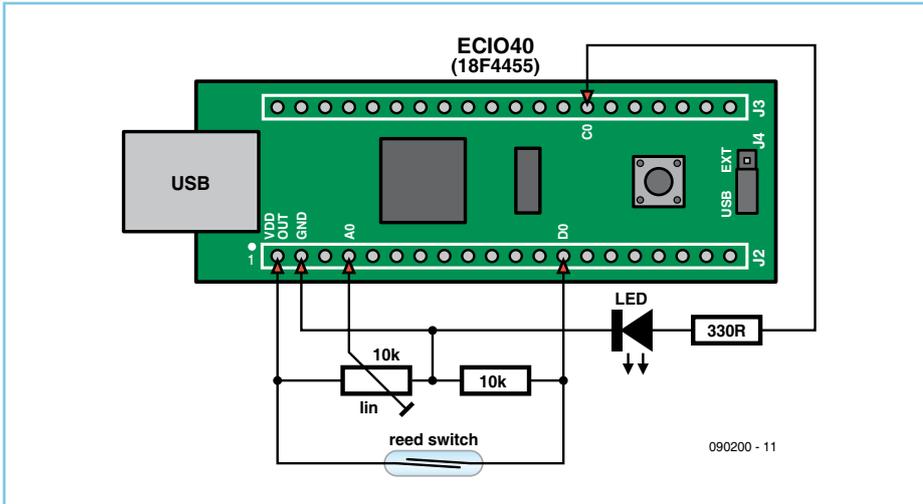


Bild 1. Die minimalistische Schaltung besteht aus lediglich fünf an das Modul angeschlossenen Bauteilen.

im Bereich 0...5 V erzeugt, die an Pin A0 anliegt. An Pin C0 wird eine LED über einen Vorwiderstand von 330 Ω angeschlossen. Als Taster tut es ein beliebiges Exemplar. Sogar ein Reed-Kontakt (Schließer) kann verwendet werden, womit sich eine durch einen Magneten gesteuerte Dateneingabe realisieren lässt. Auch andere Schaltervarianten sind denk- und nutzbar, solange sie als Schließer arbeiten. Die geradezu spartanische Beschaltung zeigt **Bild 1**.

Die Schaltung packt man zusammen mit dem ECIO40-Modul am einfachsten auf ein Steckbrett für Experimentierzwecke. Der Jumper auf dem ECIO40-Modul sollte auf „USB“ gesteckt sein. Der Strom kommt dann via USB vom PC - ein extra Netzteil ist überflüssig.

USB-Pack

Wenn man Flowcode V4 einsetzt, steht eine passende USB-Funktion schon zur Verfügung und man kann diesen Abschnitt über-

springen. In der Version V3 muss man allerdings das so genannte USB-Pack von Matrix Multimedia [1] zusätzlich installieren. Bei dieser Gelegenheit empfiehlt es sich, gleich das Update auf die neueste Ausgabe von Flowcode V3 vorzunehmen. Nachdem das USB-Pack entpackt ist, kopiert man das Verzeichnis „Flowcode V3“ über das gleichnamige Verzeichnis der Flowcode-Installation. Der typische Pfad ist: „C:\Programme\Matrix Multimedia“. Anschließend muss man noch die Batch-Datei „Install USBPack.bat“ im Verzeichnis „Flowcode V3\Components“ ausführen, um die neuen Komponenten zu registrieren. Zu diesem Zweck sollte man als Administrator eingeloggt sein oder über Admin-Rechte verfügen. Wenn alles geklappt hat und man dann Flowcode startet, kann man drei neue Komponenten in der Komponentenzeile sehen.

Software

Da es in diesem Beitrag um die Nutzung der

HID-Komponente geht, klickt man auf diese Komponente und fügt sie dem Panel des eigenen Projekts hinzu. Anschließend stehen folgende USB-Komponenten-Makros zur Verfügung:

- Initialise_HID
- UpdateData
- SendData
- SendDataDirect
- CheckRx
- ReceiveByte
- ReceiveString

Als erste Maßnahme öffnet man die Eigenschaften der USB-Komponente und überprüft, ob auch die richtigen Codes (PID = F040 und VID = 12BF) eingetragen sind. Diese Angaben finden sich unter „Eigenschaften->Komponenten->Externe Eigenschaften“. Im nun erscheinenden Dialog muss auch angegeben werden, wie groß die Datenpakete sein werden. Entsprechend dem zuvor Erläuterten sollte unter dem mittleren Reiter „HID Options“ die „Transmit Packet Size“ auf 8 Byte und die „Receive Packet Size“ auf 1 Byte eingestellt werden. Der maximale zulässige Strom wird auf 100 mA erhöht, was sicher für Controller, Poti und LED ausreicht.

Bei „Subclass“ wird „Boot“ und bei „Interface“ dann „Keyboard“ ausgewählt. Subclass Boot bedeutet, dass Standard-Daten verwendet werden, die beim Booten des PCs durch das OS geladen werden. Nun sollte noch unter dem Reiter „HID Descriptors“ der Radio-Button „Keyboard“ ausgewählt sein. Die nicht erwähnten restlichen Einstellungen sind für dieses Projekt irrelevant.

Am Anfang des Programms steht ein Komponenten-Makro mit dem Inhalt „Initialise_HID“. Wenn die USB-Verbindung aufgebaut ist, läuft das Programm in einer Endlos-Schleife, wobei als erstes der Status des Tasters abgefragt wird. Hierzu eignet sich die Schalter-Komponente von Flowcode. Bei betätigtem Schalter wird ein Datenpaket zum Versand an den PC vorbereitet. Hierzu wird der Tasten-Code der NumLock-Taste „0x53“ an Position Offset 2 abgelegt, da hier der erste Tastendruck eines Pakets stehen kann. Dieses Paket wird sogleich zum PC geschickt (siehe **Bild 2**). Anschlie-

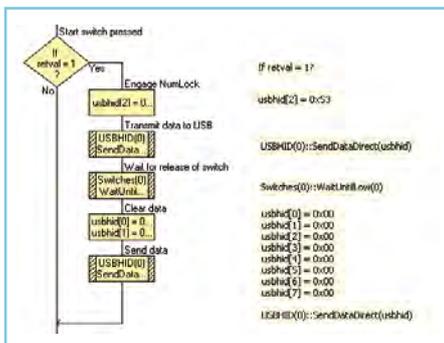


Bild 2. Erstellung und Versand eines Datenpakets.

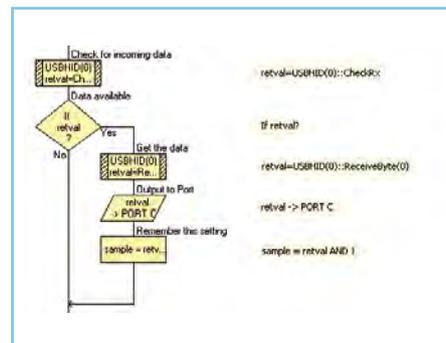


Bild 3. Teil des Codes für den Empfang eines Datenpakets und den Start der Messungen.

ßend wird gewartet, bis der Taster losgelassen wird, und im Anschluss daran ein leeres Paket abgeschickt. Der PC interpretiert das als losgelassene NumLock-Taste.

Der PC sollte bestätigen, dass er einen Tastendruck empfangen hat. Die vom PC kommende Antwort wird direkt an Port C des Mikrocontrollers gelegt. Da die NumLock-LED in Bit 0 codiert und diese LED an Pin C0 angeschlossen ist, kann man die korrekte Erkennung der NumLock-Taste einfach überprüfen. Die übrigen Port-Pins stehen für Erweiterungszwecke zur Verfügung. Wenn der PC bestätigt hat, dass er den Code der gedrückten NumLock-Taste empfangen hat, kann das eigentliche Datalogging beginnen. Hierfür erhält die Variable „sample“ den Wert „1“. Der Programm-Code:

```
sample = retval AND 1
```

Falls also die Antwort des PCs (retval) in Bit 0 „1“ ist, erhält auch sample den Wert „1“. In allen anderen Fällen wird der Rückgabewert „0“ sein. Mit „retval“ kann man auch prüfen, ob der PC gebootet hat und die USB-Verbindung steht. Falls sie nicht steht, sollte „retval“ den Wert „255“ haben. Deshalb testet das Programm „retval“ ganz am Anfang. Sollte hier nicht der Wert „0“ stehen, stoppt das Programm (siehe **Bild 3**).

Diese Methode des Startens der Datenaufzeichnung bringt es mit sich, dass man das Datalogging auch durch die NumLock-Taste auf einer richtigen Tastatur starten kann. Der PC gibt dann an unser Modul und die Tastatur in Bit 0 den Wert „1“ zurück und beide LEDs leuchten. Die LEDs von Tastatur und Modul gehen also synchron an und aus.

Analoge Spannungen werden wie schon erwähnt an Pin A0 gemessen. Hierzu wird eine ADC-Komponente auf das Panel gesetzt und dessen Eingang auf Pin A0 gestellt. Anschließend wird eine Analog/Digital-Konversion durchgeführt und das 1-

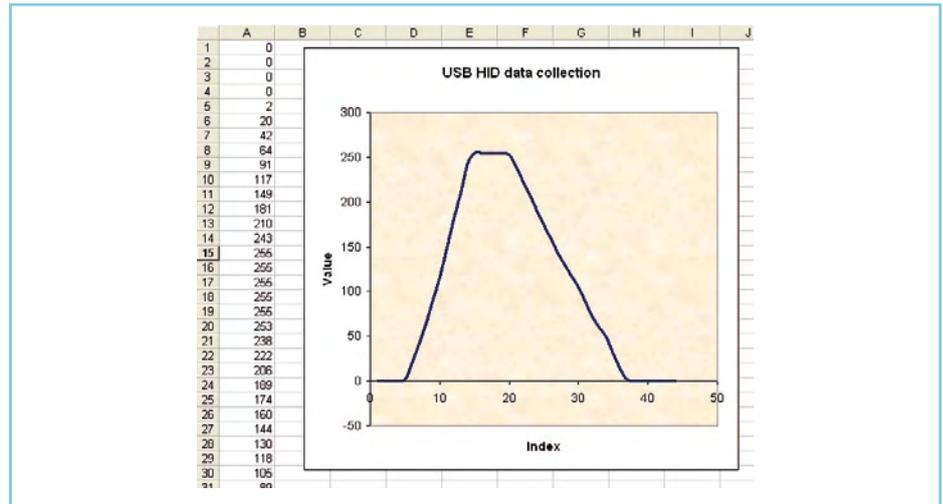


Bild 4. Beispiel von übertragenen Daten, die zu einer Grafik verarbeitet wurden.

Byte-Messergebnis an die Variable „retval“ übergeben.

Man kann nun diesen Wert nicht einfach als Byte via HID an den PC übertragen. Stattdessen sollte, wenn dessen Wert beispielsweise 28 beträgt, zuerst die Taste 2 und dann die Taste 8 übertragen werden. Dieser Wert muss also zuerst in dezimale Ziffern zerlegt und dann den Tastencodes zugeordnet werden, die den Ziffern entsprechen. Dieses Resultat wird schließlich zum PC übertragen. Wenn man die NumLock-Taste setzt, kann man sehr bequem die Codes des Zahlenblocks verwenden. Laut Tabelle 3 ist die Code-Berechnung sehr einfach, denn man braucht lediglich zum ASCII-Wert der jeweiligen Ziffer den Wert 40 zu addieren. Nur bei der Ziffer „0“ klappt das nicht; dies muss daher im Anschluss noch korrigiert werden. Ansonsten kommt nach jedem übertragenen Ziffern-Code ein leeres Datenpaket zum Zeichen einer losgelassenen Taste. Nach jeder aus maximal drei Ziffern bestehenden Zahl wird ein „Enter“ übertragen, damit Excel eine Zelle weiter schaltet.

Praxis

Um die Applikation zu starten, führt man folgende Aktionen durch:

1. Start von Excel mit einem leeren Arbeitsblatt und Positionierung des Cursors in Zelle A1.
2. Betätigung des Tasters oder der Num-

Lock-Taste der Tastatur.

3. Die LEDs leuchten und alle 100 ms wird ein Spannungswert gemessen, das Ergebnis an den PC übertragen und dort in eine Zelle der Tabelle eingefügt.

4. Nochmaliges Betätigen des Tasters oder der NumLock-Taste der Tastatur stoppt die Datenerfassung und die LEDs erlöschen.

5. Die empfangenen Daten können nun betrachtet, gesichert oder zu einer aussagefähigen Grafik weiterverarbeitet werden (siehe **Bild 4**).

Keine Funktion?

Wenn die Sache nicht erwartungsgemäß funktioniert, sollte noch einmal die gewählte PID/VID-Kombination überprüft werden. Wenn die Schaltung an den PC angeschlossen ist, sollte unter Systemsteuerung im Gerätemanager eine zusätzliche HID-Tastatur zu finden sein. Wenn nicht, sollte man eine andere PID/VID-Kombination ausprobieren.

Überprüft werden sollte auch, ob der Jumper auf dem Modul tatsächlich auf „USB“ gesteckt ist, denn bei Stellung „Ext“ wird eine externe Stromversorgung erwartet. Source-Code und HEX-Datei des Programms können wie üblich kostenlos von der Elektor-Webseite zu diesem Artikel [2] heruntergeladen werden.

(090200)

Weblinks

[1] www.matrixmultimedia.com/FlowcodeUSBPack.php

[2] www.elektor.de/090200

Über den Autor

Bert van Dam schreibt Bücher für Elektor.

Unter anderen Titeln bemerkenswert ist sein

Bestseller: PIC-Mikrocontroller: 50 Projekte

für Anfänger und Fortgeschrittene (ISBN 978-3-89576-201-7, www.elektor.de/picbert).

Noch mehr Kopfhörer

Zwei Modelle von Creative und Bose

Von Harry Baggen (Redaktion NL)

Nach unserer Betrachtung von zehn störgeräuschgedämpften Kopfhörern im letzten Monat erreichten uns zwei weitere Modelle, die nicht unerwähnt bleiben sollten. Ein Modell stammt von Creative, das andere hat Bose gerade erst auf den Markt gebracht.

Das Kopfhörer-Modell Aurvana X-Fi von Creative stand zwar im letzten Monat auf der Liste unserer Testkandidaten, doch es erwies sich als schwierig, ein Exemplar von der europäischen Niederlassung dieses Herstellers zu bekommen. Als der Aurvana X-Fi endlich eintraf, war es schon zu spät. Das zweite hier nachträglich vorgestellte Modell ist der QC15 von Bose. Gerade erst auf den europäischen Markt gekommen, durften wir dieses Modell bereits testen, bevor es die Fachpresse in Europa zu Gesicht bekam.

Bose QuietComfort 15

Dieser attraktiv gestaltete „On-ear“-Kopfhörer hat größere Ohrmuscheln als das im letzten Monat vorgestellte Modell QC3, sie umschließen die Ohren vollständig. Zum QC15 gehören eine praktische Aufbewahrungstasche sowie einiges Zubehör wie Flugzeug- und 6,3-mm-Adapter. Anders als beim QC3 wird hier die Elektronik aus einer Microzelle (AAA) mit Strom versorgt, ein spezieller Akku ist nicht erforderlich. Vielleicht ist dies der Grund, dass der QC15 um 50 € preiswerter als der QC3 mit seinen beiden Akkus und dem Ladegerät ist.

Die großen Ohrmuscheln und die weiche Polsterung tragen maßgeblich zu einem angenehmen Tragekomfort bei, auch nach längerem Tragen ist der Kopfhörer kaum zu spüren. Nichts drückt gegen den Kopf, der leichte Sitz geht jedoch nicht auf Kosten der akustischen Abschirmung.

Das Anschlusskabel kann vom Kopfhörer abgekoppelt werden, so

dass er auch zur Umweltgeräuschdämpfung ohne Audio-Wiedergabe eingesetzt werden kann. Im Stecker ist ein Niveauschalter integriert, mit dem sich der Signalpegel absenken lässt. Ebenso wie der QC3 arbeitet auch der QC15 nur unter Betriebsspannung, als passiver Kopfhörer ist er nicht funktionsfähig.

Die Klangqualität des QC15 hat uns voll überzeugt. Das Klangbild ist etwas ausgewogener als beim QC3, mit ausgeprägter Mitten- und Höhenwiedergabe und straffen, akzentuierten Bässen. Auch hier empfanden wir die Bässe als überbetont, jedoch nicht in dem Maß wie beim QC3. Für die Störgeräuschdämpfung hat Bose ein neues System entwickelt, bei dem Mikrofone an den Innen- und Außenseiten der Ohrmuscheln Korrektursignale liefern. Bose verspricht, dass die Störgeräuschdämpfung noch besser als beim QC3 ist. Der Praxistest bestätigte die hervorragende Störgeräuschdämpfung des QC15, insbesondere bei den niedrigen Frequenzen. Da unser QC3 nicht mehr zur Verfügung stand, konnten wir einen unmittelbaren Vergleich nicht durchführen. Menschliche Stimmen dringen noch deutlich zum Ohr durch, möglicherweise wegen der akustischen Durchbrüche in den Ohrmuscheln. Die nervenden Störgeräusche wie das Rattern lauter Server oder die Fahrgeräusche von Bus oder Bahn wurden fast vollständig unterdrückt.

Klangqualität: 8,5
 Störgeräuschdämpfung: 8
 Tragekomfort: 8
 Verkaufspreis: ca. 350 €

Creative Aurvana X-Fi

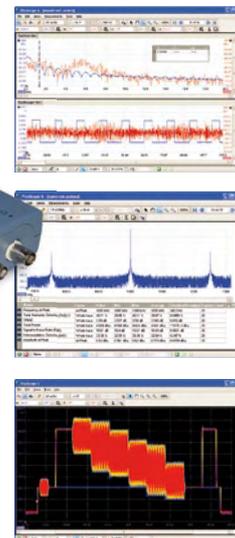
Der Kopfhörer von Creative hat ebenfalls eine attraktive Gestalt, er ist jedoch etwas größer als der Bose QC15. In die Ohrmuschelpolster passen auch überdurchschnittlich große Ohren bequem hinein. Der Lieferumfang des Aurvana X-Fi schließt die gebräuchlichen Adapter ein, alle Kontakte sind vergoldet. Die Stromversorgung wird von zwei Microzellen (AAA) übernommen, die sich in der linken Ohrmuschel befinden. An der rechten Ohrmuschel sind der Ausschalter, der Lautstärkeinsteller und drei Taster zum Einstellen der Störgeräuschdämpfung angebracht. Creative hat der Elektronik die Namen „X-Fi Crystalizer“ und „X-Fi CMSS-3D“ gegeben.

Verglichen mit dem QC15 drücken die Ohrmuscheln des Aurvana X-Fi etwas stärker gegen den Kopf. Dadurch wird zwar eine hohe akustische Abschirmung erreicht, der Tragekomfort erreicht jedoch nicht ganz das Niveau des QC15.

Die Klangqualität hängt beim Aurvana X-Fi maßgeblich von den Einstel-



Die neue PicoScope-4000-Serie Oszilloskope mit hoher Auflösung



Die hoch auflösenden Oszilloskope PicoScope 4224 und 4424 verfügen über Eingänge mit 12-bit-Auflösung und einer vertikalen Genauigkeit von 1%. Außerdem ist diese neueste PicoScope-Generation mit einem 32 MSamples umfassenden Speicher ausgestattet. In Kombination mit dem Rapid-Trigger-Mode können hiermit bis zu 1000 Trigger-Ereignisse mit tausenden von Wellenformen pro Sekunde erfasst werden.

- **PC-gestützt** - Erfassung, Anzeige und weitere Verwendung der gespeicherten Wellenformen mit dem PC, ganz nach Bedarf
- **Software-Updates** - kostenlose Software-Updates für die komplette Lebensdauer des Produkts
- **Stromversorgung via USB** - ideal für unterwegs und im Labor
- **Programmierbar** - Treiber und Beispiel-Code im Lieferumfang

Auflösung	12 bit (bis 16 bit mit erweiterter Auflösung)
Bandbreite	20 MHz (für Oszilloskop und Spektrum-Modus)
Speicher	32 MSamples, aufgeteilt unter den aktiven Kanälen
Sample-Rate	80 MS/s maximal
Kanäle	PicoScope 4224: 2 Kanäle PicoScope 4424: 4 Kanäle
Anschluss	USB 2.0
Trigger-Arten	Ansteigende Flanke, fallende Flanke, Flanke mit Hysterese, Pulsbreite, Spikes, Drop-Outs, Fenster

www.picotech.com/scope1043
+44 1480 396395



lungen ab. Mit inaktiver Elektronik klingt dieser Kopfhörer vergleichsweise mäßig. Nach dem Einschalten ist die Präsenz der Wiedergabe ausgeprägt, die Bässe klingen runder und voller. Wenn das „Noise Cancelling“-System abgeschaltet wird, sinkt das Niveau der Bässe etwas ab. Durch Aktivieren des „X-Fi Crystalizer lässt sich der Klang an den persönlichen Geschmack anpassen. Diese Funktion, eine Art Equalizer, ist zwar für die klangliche Verbesserung von MP3-Musikdateien vorgesehen, sie lässt sich jedoch auf jedes Eingangssignal anwenden. Die Funktion „X-Fi CMSS-3D“, die sich mit dem dritten Taster zuschalten lässt, erzeugt einen räumlichen Effekt. Bei manchen Musiksparten entsteht der Eindruck eines Konzertsaals, bei anderen Musiksparten erinnert die Wiedergabe eher an die Akustik einer Badewanne.

Ein kleines Handicap des Aurvana X-Fi kann in der nicht völlig geschlossenen Konstruktion liegen. Durch die Gitter in den Ohrmuscheln dringen die akustischen Nutzsignale nach außen, so dass der Nahbereich bequem mithören kann. Doch das muss nicht immer nachteilig sein. Die Störgeräuschdämpfung des Aurvana X-Fi arbeitet (auch gemessen am Preis dieses Kopfhörers) zur vollsten Zufriedenheit. Das Niveau des Bose QC15 wird zwar nicht ganz erreicht, doch der Unterschied ist marginal. Auch der Aurvana X-Fi dämpft Störgeräusche niedriger Frequenz hervorragend, menschliche Stimmen sind noch deutlich wahrnehmbar. Weil der Aurvana X-Fi dem QC15 in diesem Punkt nur geringfügig nachsteht, wirkt sich der Unterschied auf die Bewertung nicht aus.

Klangqualität: 8

Störgeräuschdämpfung: 8

Tragekomfort: 7

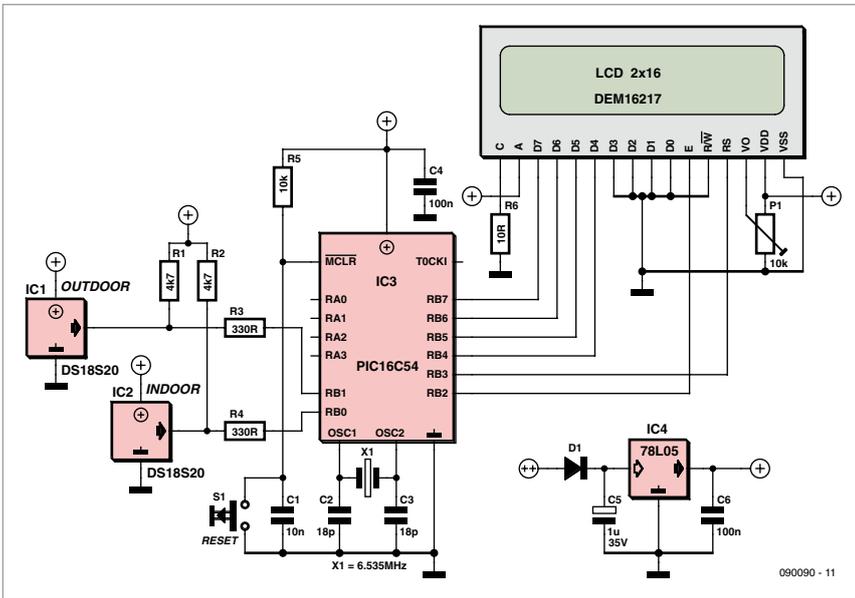
Verkaufspreis: ca. 200 €

Ergebnis

Beide Kopfhörer glänzen durch eine effiziente Störgeräuschunterdrückung, wobei der Bose QC15 um eine Nasenlänge vor dem Aurvana X-Fi liegt. Auch die Klangqualitäten nehmen sich gegenseitig kaum etwas. Beim Modell von Bose ist die Basswiedergabe etwas stärker durchzeichnet, während das Produkt von Creative mit den richtigen Einstellungen im mittleren Frequenzbereich leicht überlegen ist. Insbesondere beim Langzeitgebrauch kann der Bose QC15 mit dem besseren Tragekomfort aufwarten.

(090809)gd

Thermometer für innen und außen



Von Dominique Bodart (B)

In unserem Entwicklungstipp geht es diesmal um ein Doppelthermometer mit zwei Eindraht-Temperatursensoren DS18S20 und einem zweizeiligem LC-Display. Das Display zeigt die Temperaturen im Zwei-Sekunden-Wechselrhythmus an. In der ersten Display-Zeile erscheinen die aktuellen Temperaturen „T_{in}“ und „T_{out}“, während die zweite Zeile die maximalen und minimalen Temperaturen „M“ und „m“ angibt. Die Werte in der zweiten Zeile lassen sich auf Null zurücksetzen, indem der Reset-Taster während des Einschaltens gedrückt gehalten wird. Falls kein Temperatursensor angeschlossen ist, erscheint auf dem Display die Fehlermeldung „DEV?“. Ist eine Sensorleitung kurz geschlossen, wird die Warnung

„!!!“ ausgegeben.

Die Temperatursensoren DS18S20 sind mit dem Mikrocontroller PIC16C54 über die Portleitungen RB0 und RB1 verbunden. Der Anschluss über separate Leitungen hat den Vorteil, dass die Sensoren nicht adressiert werden müssen. Das reduziert die Programmlänge, was durchaus erwünscht ist, weil in den Programmspeicher des PIC16C54 nur 512 Byte passen. Für die Anzeige ist jedes LC-Display geeignet, das 2 x 16 Zeichen darstellen kann und zum HD44780-Standard von Toshiba kompatibel ist.

Das von der Elektor-Website [3] herunterladbare Programm wurde in Assembler geschrieben. Die aktuelle Version belegt im Programmspeicher nur 478 Byte. Von den Informationen, die der DS18S20 bereitstellt, werden nur die acht niedrigen Bit ausgewertet. Damit sind die Messbereichsgrenzen auf -55 °C und +63,5 °C festgelegt, was zum Messen von Innenraum- und Außentemperaturen genügt.

Falls eine gemessene Temperatur die Obergrenze von +63,5 °C übersteigt, wird sie auf dem Display als negativer Wert dargestellt.

(090090)gd

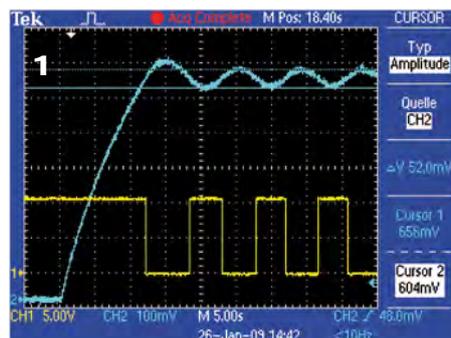
Quellen und Weblinks

- [1] Treiber für DS1820 (angepasst an PIC16C54 und Quarz 6,535 MHz): „Außenbeleuchtungssteuerung“, Elektor Juli/August 2008, Seite 125.
- [2] Routinen für Binär/BCD-Wandlung und Addition/Subtraktion mit doppelter Präzision: „Microchip Application Note AN526, PIC-16C5X / PIC16CXXX Math Utility Routines“.
- [3] www.elektor.de/090090

Temperaturstabilisierung

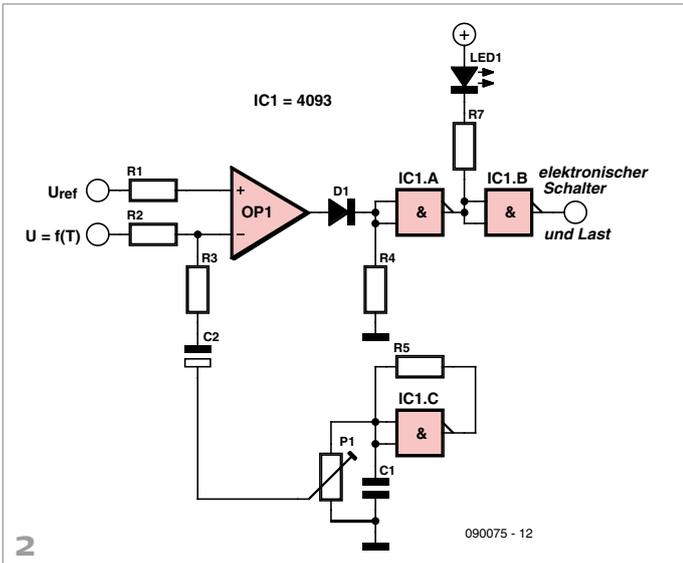
Von Thomas Schott

Für einen kleinen Ofen sollte eine Temperaturstabilisierung mit geringstem Aufwand realisiert werden. Zunächst wurde diese mit einem Komparator, einem nachgeschalteten Trigger (4093) und einem elektronischen Relais aufgebaut. Bedingt durch die thermische Trägheit des Gesamtsystems zeigte die Regelung relativ große Amplituden auch nach dem Einschwingen, wie Bild 1 zeigt. Es sollte nun versucht werden, dieses Regelverhalten zu dämpfen, ohne den Schal-



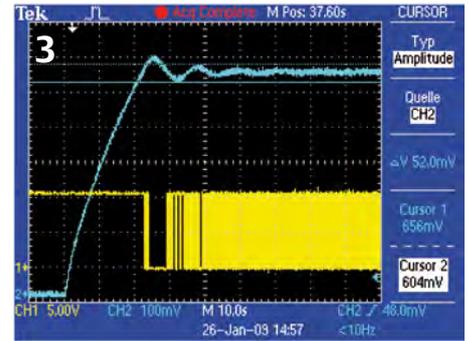
tungsaufwand deutlich zu erhöhen oder das Zeitverhalten der Regelung negativ zu beeinflussen. Als Lösung wurde die in Bild 2 dargestellte Schaltung verwendet.

Wieder wird die Heizung über einen Komparator mit nachgeschaltetem Trigger gesteuert. Als Trigger finden zwei der vier NAND-Gatter mit Schmitt-Trigger-Eingängen des 4093 Verwendung. Ein weiteres Gatter des 4093 ist als Oszillator beschaltet. Am Kondensator C1 lässt sich eine dreiecksähnliche Spannung abgreifen.



Mit dieser Spannung wird nun die temperaturabhängige Spannung am invertierenden Eingang des Komparators moduliert. Bei geeigneter Einstellung ergibt sich das in **Bild 3** dargestellte Verhalten. Nach dem Einschwingen stellt sich ein pulsbreitenmoduliertes Ausgangssignal ein. Die ursprünglich vorhandenen Regelamplituden treten nun im normalen Betrieb, also bei sich langsam ändernder Umgebungstemperatur, nicht mehr auf. Mit dieser einfachen Schaltung konnte die Temperatur von Proben in einem kleinen selbstgebauten Ofen über längere Zeit ausreichend konstant gehalten werden.

(090075)



Anzeige

2-tägiger Intensivkurs AVR-Mikrocontroller in der Praxis

NEU!

➔ AVR für Fortgeschrittene

Sie haben bereits Erfahrungen mit Mikrocontrollern gesammelt? Und nun möchten Sie ein wenig mehr ins Detail gehen? Tipps, Tricks und Stolperfallen kennenlernen? Fehler, die schon gemacht wurden vermeiden und von den Erfahrungen anderer profitieren? Den Weg vom Prototypen zur Serienfertigung gehen? Dann sind Sie hier richtig!

Was Sie mitbringen sollten:

Grundlagenwissen über elektronische Schaltungen. Grundkenntnisse über den Aufbau von Mikrocontrollern und erste Erfahrungen in der Programmierung. C-Kenntnisse schaden nicht, werden aber nicht vorausgesetzt. Einen Rechner (Laptop). Nicht zu vergessen eine gehörige Portion Neugier!

Veranstaltungsort/-termin:

Seligenstadt (bei Offenbach)
11.12. + 12.12.2009

Teilnehmergebühr

(zzgl. MwSt.):

749,00 Euro

**Elektor-Abonnenten
erhalten 5% Rabatt!**

Im Preis sind jeweils
Mittagsbuffet, Dokumentation
(Handouts/Seminarunterlagen)
und Aushändigung des Teilnahme-
zertifikats inbegriffen.



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

Hexadoku

Sudoku für Elektroniker

Das Ende dieser Ausgabe wird wieder durch eine Seite Rätselspaß in Form unseres Hexadokus markiert. Jetzt heißt es einen bequemen Sessel suchen und los geht's. Wenn die Zahlen in den grauen Kästchen stehen, sollten Sie uns diese gleich einsenden. Denn hier warten ein E-blocks Starter Kit Professional und drei Elektor-Gutscheine auf die glücklichen Gewinner!

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

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

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

Mitmachen und gewinnen!

Unter allen internationalen Einsendern mit der richtigen Lösung verlosen wir ein **E-blocks Starter Kit Professional** im Wert von 365 € 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 30. November 2009!

Die Gewinner des September-Hexadokus stehen fest!

Die richtige Lösung ist: 10965.
 Das E-blocks Starter Kit Professional geht an: Torsten Clever aus Wipperfürth.
 Einen Elektor-Gutschein über je 50 € haben gewonnen: Pierre Chareyron, J. Kartman und Matthias Rummel.

Herzlichen Glückwunsch!

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

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

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

Klystrons: 2K25 & 2K56

Von Jean Herman (Belgien)

Das Klystron wurde von den Brüdern Sigurd und Russel Varian im Jahre 1937 an der Stanford University in Kalifornien entwickelt, wo sie auch Prototypen konstruiert hatten. Nach einem 1939 erschienenen Artikel im *Journal of Applied Physics* fanden sich die Varians von Radar-Experten umringt - es war wenig erstaunlich, dass



das US-Militär ein besonderes Interesse für die beiden Brüder zeigte. Ungewöhnlich aber ist, dass die Hoch-Zeit dieses Bauteils ganze 50 Jahre dauern sollte.

Es gibt unterschiedliche Typen des auch als Laufzeitröhre bekannten Klystrons: Eine Art hat zwei oder mehr Hohlräume um einen Elektronenstrahl gruppiert, der von Magneten fokussiert wird. Der erste Hohlraumresonator wird dabei von einem externen Oszillator angesteuert und moduliert mit dessen Signal den Strahl - ähnlich einem Steuergitter. Der zweite Resonator schließt mit einem Kollektor ab (Anode), an dem das Signal verstärkt anliegt. Klystrons gibt es für alle UHF- und Mikrowellenbänder mit Leistungen von bis zu 1 MW. Mit der Gnade der frühen Geburt Gesegnete konnten zwischen 1960 und 1995 von der Arbeit der im Hintergrund tätigen Klystrons in Form von TV-Wellen profitieren.

Dann gibt es noch die so genannten Reflex-Klystrons (**Bild 1**), die als Oszillatoren fungieren. Hier wird ein Teil der Elektronen nach dem Verlassen des Hohlraumresonators durch einen Reflektor mit negativem Potential reflektiert. In der Regel ist der Hohlraum mechanisch veränderbar, was die Resonanzfrequenz abstimmbaar macht.

Der Elektronenstrahl wird wie beim „normalen“ Klystron durch den Hohlraumresonator in der Geschwindigkeit moduliert. Die Anodenseite der Röhre ist durchlässig, und daher kann ein Teil der Elektronen den Hohlraum verlassen. Reflektiert am negativ geladenen Reflektor dahinter durchwandern diese Elektronen den Hohlraum ein zweites Mal in umgekehrter Richtung, verstärken dabei gleichphasige und schwächen gegenphasige Signale.

In einem beschleunigten Elektronenstrahl ist das Geschwindigkeitsspektrum der Elektronen ziemlich breit. Von daher muss die mittlere Geschwindigkeit zur Resonanzfrequenz des Resonators passen.

Dann werden langsamere Elektronen beschleunigt und schnelle gebremst. Die entstehenden Elektronenpakete machen aus der anfänglichen Unordnung schön harmonische HF-Energie.

Schon seit gut 50 Jahren besitze ich ein Reflex-Klystron vom Typ 2K56. Es stammt aus dem Radarsystem eines Bombers aus dem zweiten Weltkrieg. An die technischen Daten [2] zu kommen war ziemlich schwierig, obwohl die verwandte Röhre 2K25 recht verbreitet ist. Sie sind pinkompatibel, aber ihre Resonanzfrequenzen unterscheiden sich: 4,4 GHz bei der 2K56 (3,84...4,46 GHz) gegen 9,05 GHz bei der 2K25 (8,5...9,66 GHz).

Vor über 30 Jahren unternahm ich den Versuch, eine „2K56-Schaltung“ zu bauen. Faktisch mutierte dieses Vorhaben zum Bau eines recht komplexen Netzteils für die Röhre, das an ein Stück Wellenleiter vom Typ RG52/U (1" x 0,5") angeschlossen wurde. Böser Fehler: Ich hätte es an RG49/U (2" x 1") koppeln sollen! Trotzdem konnte ich beim Test ein schwaches Mikrowellensignal detektieren. Die Frequenzmessung allerdings zeigte, dass die Frequenz nicht zu dieser Röhre passte. Dann kam mir die Idee, mit einem Dielektrikum im Wellenleiter zu experimentieren. Beim Ausprobieren mit einem Stab aus Plexiglas konnte ich dem Klystron immerhin rund 50 mW an HF-Leistung entlocken.

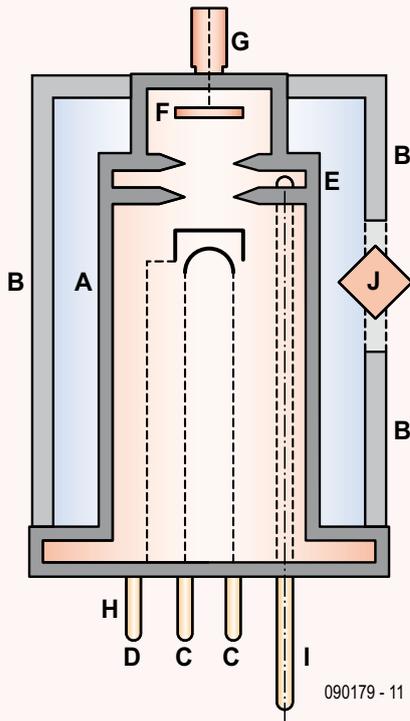
Der Typ 2K25 wird vielfach von Funkamateuren verwendet, die damit wohl auch die Grundlagen heutiger Kommunikationstechnik im Mikrowellenbereich gelegt haben - was dem heutigen Handy-Telefonierer kaum bekannt sein dürfte. Auf jeden Fall kann man mit einigen kleinen Manipulationen am oder im Hohlraum eine 2K25 recht einfach dazu überreden, im 3-cm-Amateurfunkband bei 10 GHz zu arbeiten.

Wer nun glaubt, dass eine Konstruktion wie die „Cantenna“ aus dem Zeitalter von WLANs [3] und Mobilfunk stammt, der irrt. Schon in den 1960ern wurde von der ARRL (**American Radio Relay League**) ein „Klystron Polaplexer“ [2] vorgestellt. Zwei solcher Polaplexer aus US-amerikanischen Bierdosen waren damals schon in der Lage, im 9-cm-Band bei 3,4 GHz eine Sichtverbindung über zig Kilometer mit nur wenigen mW an Sendeleistung zu realisieren. Full-duplex (!) Breitband-FM-Kommunikation für ganz wenig Geld wurde mit einem portablen VHF-FM-Empfänger als letzter Mischer und Demodulator erzielt. Um das Polaplexer/Cantenna-Konzept für das 3-cm-Band zu verwenden, braucht man das Klystron lediglich an ein Stück WG16-Wellenleiter zu koppeln und Antennenform und Abmessungen anzupassen.

Spezifikationen

- Nominale Kathodenspannung: + 300 V
- Kathodenstrom: etwa 22 mA
- Reflektorspannung (gegen Kathode) einstellbar -24 V...-180 V
- Reflektorstrom: < 7 μ A
- Reflektor-Widerstand < 100 k Ω
- Heizung: 6,3 V @ 0,44 A.

1



Schemazeichnung eines Klystrons. A: Anode; B: Hohlraum-Abstimmung; C: Heizung; D: Kathode; E: HF-Auskoppelschleife; F: Reflektor; G: Reflektor-Anschluss; H: Anschlüsse für Heizung und Kathode; I: Antenne; J: Schraube zur Frequenz-Abstimmung.

Abschließend sei noch erwähnt, dass Klystrons vom Typ 2K25 keineswegs schwer erhältlich sind - eBay sei Dank...

(090179-l)

Anmerkung der Redaktion: Der Autor hat passende Klystron-Netzteile auf Röhren- und Transistor-Basis entwickelt. Scans der Schaltungen können kostenlos von der Elektor-Webseite zu diesem Artikel heruntergeladen werden [5].

Links

- [1] <http://de.wikipedia.org/wiki/Klystron>
- [2] www.pmilllett.com/tubedata/HB-3/Transmitting_Tubes/2K56.pdf
- [3] www.elektor.de/jahrgang/2006/dezember/wlan-wellen-aus-der-dose.64560.lynx
- [4] www.ham-radio.com/sbms/sd/ppxrdsgn.htm
- [5] www.elektor.de/090179

Alle Elektor-Events auf einen Blick

Workshops • Seminare • Studienreisen

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

Jetzt auch in Ihrer Nähe:



Fahrzeugdiagnose in der Praxis

Luzern (CH) 31.10.2009
www.elektor.de/fahrzeugdiagnose

Hochfrequenztechnik

München 07.11.2009
Luzern (CH) 14.11.2009
www.elektor.de/hf-technik

China-Studienreise

China 07.11. bis 16.11.2009
www.elektor.de/china

Mikrocontroller-Zertifikatsprüfung (für Fernlehrgang-Teilnehmer)

Bochum 27.11.2009
Bochum 04.12.2009
www.elektor.de/tfh-pruefung

AVR-Mikrocontroller in der Praxis

Seligenstadt 11.12. + 12.12.2009
www.elektor.de/avr-workshop

C-Programmierung für Mikrocontroller

Bochum 22.02. bis 24.02.2010
www.elektor.de/c-prog

NEU!

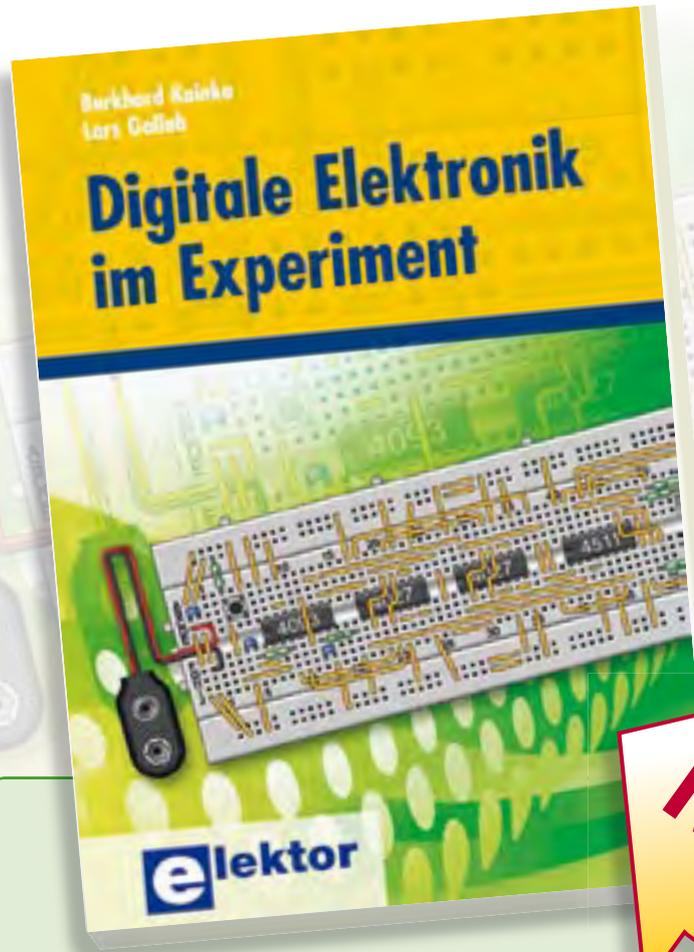
events

Änderungen vorbehalten.

Weitere Infos unter
www.elektor.de/events

Starke Stücke

Die ganze Welt der Elektronik in einem Shop!



NEU!

Bücher

Einstieg in die digitale Steuerungstechnik

Digitale Elektronik im Experiment

Digitale Elektronik steht im Mittelpunkt moderner Technik. Dieses Buch verwendet die grundlegenden Schaltungen mit Gattern, Flipflops und Zählern aus der CMOS-Reihe 4000. Zu jedem der 50 Experimente werden das Schaltbild und der detaillierte Aufbau auf einer Steckplatine gezeigt.

Das Studium der Grundlagen geht am besten mit praktischen Versuchen. Der Aufbau digitaler Schaltungen soll nicht nur Wissen vermitteln, sondern auch Spaß machen. Und viele der hier vorgestellten Schaltungen sind praktisch einsetzbar. Wer den Überblick hat, findet für jede Aufgabe eine einfache und preiswerte Lösung.

Das Buch richtet sich hauptsächlich an Studenten, Auszubildende und an der digitalen Elektronik Interessierte, die einen Einstieg in die digitale Steuerungstechnik benötigen.

160 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-220-8 • € 29,80 • CHF 46,90



Die eigene Lightshow mit DMX professionell steuern

Lichttechnik für Einsteiger

Für Einsteiger, die die faszinierende Welt des Lichtdesigns und der Showgestaltung kennenlernen möchten, werden die Grundlagen der eingesetzten Lichttechnik erklärt. Das Buch bringt Licht in den Ablauf der Showprogrammierung mit Pult und PC und beleuchtet die Konzepte hinter einem ansprechenden Lichtdesign.

Im zweiten Teil des Buches werden viele Selbstbautipps vorgestellt, mit deren Hilfe professionelle Showelemente auch mit einfachen Mitteln möglich sind.

288 Seiten, inkl. 16 Farbseiten (kart.)
ISBN 978-3-89576-188-1 • € 29,80 • CHF 46,90



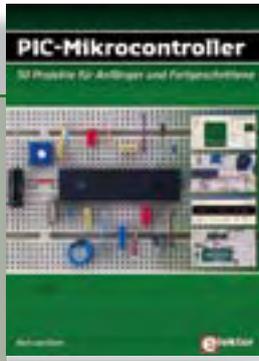
Topseller

Außergewöhnliche Konzepte verstehen und umsetzen

Röhrenverstärker-Schaltungen

Im ersten Teil dieses Buches werden die Ursachen von Verzerrungen untersucht; anschließend geht es um die praktische Umsetzung der theoretischen Hintergründe. In einem gesonderten Kapitel über fehlerhafte SRPPs und μ -Follower wird gezeigt, wie teilweise bizarr anmutende Fehler zu Schaltungen führen, die dann einfacher und zielführender durch gängige Standardschaltungen zu ersetzen wären. Des Weiteren werden Gegen-takt-Endstufen und ihr Zusammenwirken mit SRPPs genauer besprochen.

304 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-222-2
€ 46,00 • CHF 72,40

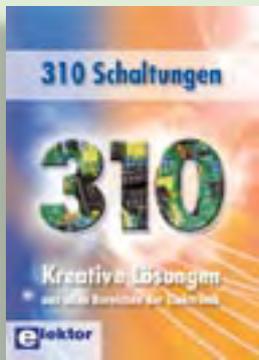


Ein Buch für Jedermann

PIC-Mikrocontroller

Dieses Buch behandelt 50 spannende und zugleich lehrreiche Projekte mit PIC-Mikrocontrollern. Sie können es als Projektgrundlage nutzen, um die Projekte Ihrer Wahl aufzubauen und zu erproben. Alle Projekte sind uneingeschränkt praxistauglich. Die präzisen Beschreibungen, Schaltungen und Fotos der Versuchsaufbauten auf Steckplatten machen das Aufbauen und Ausprobieren zu einer spannenden Angelegenheit. Zu jedem Projekt wird der technische Hintergrund erläutert.

416 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-201-7
€ 54,00 • CHF 85,00



Kreative Lösungen aus allen Bereichen der Elektronik

310 Schaltungen

Gute Nachrichten für alle Elektronik-Freunde: Die „300er-Schaltungen“-Reihe wird fortgesetzt! Das mittlerweile 11. Buch aus Elektor's erfolgreichster Buchreihe bietet wiederum neue Konzepte und einen unerschöpflichen Fundus zu allen Bereichen der Elektronik: Audio & Video, Spiel & Hobby, Haus & Hof, Prozessor & Controller, Messen & Testen, PC & Peripherie, Stromversorgung & Ladetechnik sowie zu Themen, die sich nicht katalogisieren lassen.

560 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-217-8
€ 36,80 • CHF 58,00

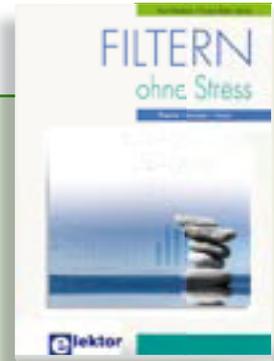


Interrupts, Multitasking, u. a.

Systemprogrammierung für AVR-Mikrocontroller

Im ersten Buchabschnitt werden Techniken vorgestellt, mit denen parallele Programmabläufe realisiert werden können. Diese reichen von der einfachen automatischen Ablaufsteuerung eines Hintergrundprozesses durch Interrupts bis zur Implementierung eines an die beschränkten Möglichkeiten von AVR-Mikrocontrollern angepassten RTOS. Die Realisierung von Hintergrundprozessen lässt sich auf bequeme Weise mit Interrupts durchführen. Der zweite Teil des Buches ist der Numerik gewidmet.

404 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-218-5
€ 42,00 • CHF 66,20

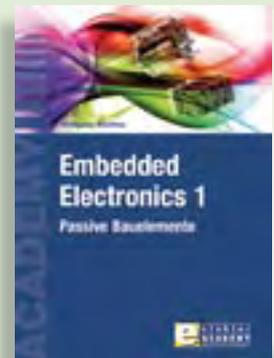


Theorie – Konzept – Praxis

Filtern ohne Stress

Dieses Buch bietet umfangreiche, praktische und vor allem brauchbare Schaltungen und Experimente zu verschiedenen Filtertypen. Ganz nach der Devise „ohne Stress“ erfahren die Leser auch Episoden an erste Begegnungen der Autoren mit verschiedenen Filtern. Jedem Praxis-Kapitel folgen fundierte theoretische Erläuterungen zu den besprochenen Filtern, in welchen umfangreiche Formeln und mathematische Herleitungen nicht zu kurz kommen.

238 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-190-4
€ 39,80 • CHF 62,70



Der erste Band der neuen Buchreihe

Embedded Electronics 1

Die weitaus meisten der heutigen elektronischen Geräte beruhen nicht nur auf einem einzigen Wirkprinzip. Oftmals steht irgendeine Art Computer (typischerweise ein Mikrocontroller) im Mittelpunkt. Aus dieser grundsätzlichen Struktur heraus – der Einbettung des Computers in eine bestimmte Anwendungsumgebung – hat sich die Allgemeinbezeichnung *Embedded Systems* ergeben. Die meisten dieser Systeme müssen von Grund auf entwickelt werden.

384 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-184-3
€ 49,00 • CHF 77,20

Weitere Informationen
zu unseren Produkten
sowie das gesamte
Verlagssortiment finden
Sie auf der neu gestalteten
Elektor-Website:
www.elektor.de

Elektor-Verlag GmbH

Süsterfeldstraße 25

52072 Aachen

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

Fax +49 (0)241 88 909-77

E-Mail: bestellung@elektor.de

elektor
SHOP



Elektor's erster Workshop als Live-DVD
Fahrzeugdiagnose
 in der Praxis

Moderne Autos bieten dank der On-Board-Diagnose (OBD) tiefe Einblicke in den Betriebszustand der Bordelektronik und der mechanischen Komponenten. In diesem Workshop lernen Sie die Funktionsweise von OBD kennen und erfahren, mit welchen Geräten man selbst Fahrzeugdaten auslesen kann. Hiermit lassen sich Fehlerursachen finden, aber auch individuelle Anpassungen vieler Funktionen vornehmen. Anschließend sind Sie nicht mehr darauf angewiesen, was Ihnen in der Werkstatt erzählt wird, sondern wissen schon vorher, ob Sie die Abgasuntersuchung bestehen werden.

ISBN 978-3-89576-225-3 • € 29,80 • CHF 46,90



NEU!

Workshop als Live-DVD zum Zweiten
Audio-Röhrenverstärker

In diesem Workshop wird der Entwurfszyklus eines typischen Röhrenverstärkers umfassend behandelt. Besprochen wird alles, was wichtig und wissenswert ist – von der Zielsetzung und den geforderten Eigenschaften bis hin zu intelligenten Lösungen und dem Bau von Prototypen. An den Beispielen der von Entwickler und Fachbuchautor Menno van der Veen entwickelten Verstärker UL40-S2 und PR20HE werden sowohl die Theorie als auch die Praxis vertieft.

ISBN 978-3-89576-226-0 • € 29,80 • CHF 46,90



NEU!

R32C-Applicationboard

(Elektor September 2009)

Das neue Applicationboard für das R32C-Starterkit (Art.-Nr. 080928-91) zeichnet sich durch 3 Taster, 4 LEDs, ein I²C-Interface, einen SD-Karten-Anschluss und einen Steckplatz für ein Ethernet-Modul aus. Das Board bietet zudem noch viel Platz für eigene Erweiterungen.

Bausatz mit allen Bauteilen inkl. Applicationboard und SMD-bestückter Platine

Art.-Nr. 080082-71 • € 139,50 • CHF 219,60



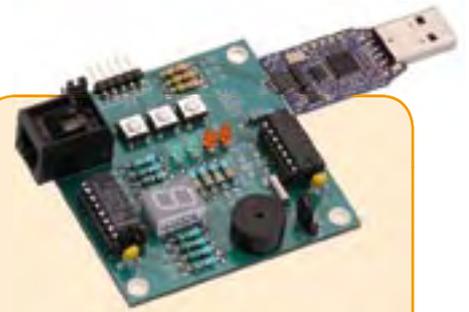
OBD-2-Analyzer NG

(Elektor September 2009)

Der kompakte OBD2-Analyser aus Elektor Juni 2007 (Art.-Nr. 070038-71) war ein enormer Erfolg – bot er doch Klartext-Fehleranalyse und automatische Protokollerkennung im preiswerten Handgerät. Die nächste Generation (NG) der autonomen OBD-Analyser in Elektor wartet jetzt mit Vollgrafikdisplay, Cortex-M3-Prozessor und einem Open-Source-User-Interface auf und setzt damit wieder neue Maßstäbe für ein OBD-2-Projekt.

Bausatz mit allen Bauteilen inkl. DXM-Modul, SMD-bestückter Platine, Gehäuse, Montagematerial und Kabel

Art.-Nr. 090451-71 • € 99,00 • CHF 155,90



Experimentieren mit MSP430

(Elektor Mai 2009)

In Zusammenarbeit mit einer niederländischen Hochschule hat Elektor dieses preiswerte Mikrocontroller-System für erste Schritte in der C-Programmierung entwickelt. Die Hardware-Basis besteht dabei aus einem MSP-eZ430-USB-Stick von Texas Instruments. Für diesen Mikrocontroller steht eine kostenlose Entwicklungsumgebung mit C als höherer Programmiersprache zur Verfügung. Die für dieses System entwickelte Experimentierplatine ist mit einer 7-Segment-Anzeige, einem Summer sowie mit einigen LEDs und Tastern bestückt. Außerdem sind auch ein I²C- und ein SPI-Anschluss vorhanden.

Bestückte und getestete Platine

Art.-Nr. 080558-91 • € 42,50 • CHF 66,90

Entwicklungssystem TI eZ430-F2013

Art.-Nr. 080558-92 • € 29,95 • CHF 47,10



R32C/111-Starterkit

(Elektor April 2008)

Dieses Starterkit besteht aus einem als R32C-Carrierboard bezeichneten Mikrocontroller-Modul mit dem R32C/111 und einer Software-CD mit den benötigten Entwicklungs-Tools. Wie schon beim R8C/13-Projekt handelt es sich auch bei dem R32C-Carrierboard um eine Glyn-Eigenentwicklung. Mit diesem kostengünstigen Starterkit steht alles zur Verfügung, was man für erste praktische Versuche mit dem neuen 32-bit-Controller braucht. Die Stromversorgung erfolgt über den USB-Anschluss des PCs.

32-bit-Controllerboard + Software-CD

Art.-Nr. 080928-91 • € 34,00 • CHF 53,60

November 2009 (Nr. 467) €

R32C-Webserver
 080082-71 Bauteilsatz Application-Board:
 Platine SMD-bestückt, plus alle andere Bauteile 139,50
 080928-91 R32C-Starterkit:
 Prozessorboard bestückt und getestet, Toolchain auf CD 34,00
 090607-71 WIZ812MJ-Modul (bestückt und getestet) 22,50

Solar-Handy-Ladegerät
 090190-1 Platine 9,95
 090190-41 Programmierter Controller 8,00

Lötstation mit Messfunktion
 090022-41 Programmierter Controller PIC18F4520 14,00

SDRadio mit ATM18 (CC2-AVR-Projekt)
 090740-71 SDR-Chip-Modul (bestückt und getestet) 34,95

Oktober 2009 (Nr. 466)

Barometrischer Höhenmesser
 080444-41 Progr. Controller PIC18F2423 18,50

Pocket Preamp
 080278-71 Bausatz bestehend aus 080277-1, 080278-1, 080279-1
 und allen Komponenten (außer Potis) 74,50

September 2009 (Nr. 465)

OBD-2-Analyser NG
 090451-71 Bausatz mit allen Bauteilen inkl. DXM-Modul,
 SMD-bestückter Platine, Gehäuse, Montagematerial und Kabel 99,00

R32C-Applicationboard
 080082-71 Bausatz mit allen Bauteilen inkl. Applicationboard und
 SMD-bestückter Platine 139,50
 080928-91 R32C-Starterkit: Prozessorboard bestückt und getestet,
 Toolchain auf CD-ROM 34,00

Bluetooth mit dem ATM18
 080948-71 Platine und Bluetooth-Modul BTM222 im Paket 27,50

Neigungsalarm für Kraftfahrzeuge
 080064-41 Progr. Controller 24,50

Juli/August 2009 (Nr. 463/464)

Steckbrett-Experimentierplatine
 080937-1 Platine 29,95

Annoy-a-tron
 090084-41 Progr. Controller ATtiny13 7,50

Kühlschranksicherung
 080700-41 Progr. Controller PIC12F629 7,50

Full Color Nachflugbeleuchtung
 080060-41 Progr. Controller PIC12F675 7,50

Digiwobbler + Sinusgenerator
 080577-41 Progr. Controller ATmega48-20PV 7,50

Einfache Temperaturmessung und -regelung
 090204-41 Progr. Controller ATmega48 8,95

Klingeltöne-Player
 090243-41 Progr. Controller ATtiny13 DIP8 7,50

Codeschloss mit zwei Tastern
 090127-41 Progr. Controller ATtiny2313 8,95

Drehrichtung erkennen mit PIC
 081164-41 Progr. Controller PIC12F509A 7,50

Fan-Speed-Controller
 070579-41 Progr. Controller ATtiny13 8,95

Schwebender Text
 080441-41 Progr. Controller PIC16F616 7,50

Impulsuhr-Steuerung mit DCF77
 090035-41 Progr. Controller PIC16F648A 8,95

USB-Funktterminal
 071125-71 Funkmodule 868 MHz, bestückt und getestet 8,50
 080068-91 R8C-Board mit USB (Platine bestückt und getestet) 72,00

Luxeon-Logik – Helligkeitssteuerung für LED-Taschenlampen
 081159-41 Progr. Controller ATtiny25 7,50

Genauer Frequenz-Generator mit ATtiny2313
 080754-41 Progr. Controller ATtiny2313 8,95

Bestseller

Bücher	1	➔	Röhrenverstärker-Schaltungen ISBN 978-3-89576-222-2 € 46,00 • CHF 72,40
	2	➔	Lichttechnik für Einsteiger ISBN 978-3-89576-188-1 € 29,80 • CHF 46,90
	3	➔	PIC-Mikrocontroller ISBN 978-3-89576-201-7 € 54,00 • CHF 85,00
	4	➔	310 Schaltungen ISBN 978-3-89576-217-8 € 36,80 • CHF 58,00
	5	➔	AVR ISBN 978-3-89576-200-0 € 39,80 • CHF 62,70
CD- & DVD-ROMs	1	⬆	Workshop-DVD Röhrenverstärker ISBN 978-3-89576-226-0 € 29,80 • CHF 46,90
	2	➔	Workshop-DVD Fahrzeugdiagnose ISBN 978-3-89576-225-3 € 29,80 • CHF 46,90
	3	➔	LED-Toolbox ISBN 978-90-5381-245-7 € 32,50 • CHF 52,20
	4	➔	Elektor-DVD 2008 ISBN 978-90-5381-235-8 € 27,50 • CHF 43,30
	5	➔	ECD 5 ISBN 978-90-5381-159-7 € 29,50 • CHF 46,50
Bausätze & Module	1	⬆	OBD-2-Analyser NG Art.-Nr. 090451-71 € 99,00 • CHF 155,90
	2	➔	DigiButler Art.-Nr. 071102-71 € 39,00 • CHF 61,40
	3	⬆	R32C-Applicationboard Art.-Nr. 080082-71 € 139,50 • CHF 219,60
	4	➔	R32C/1111-Starterkit Art.-Nr. 080928-91 € 34,00 • CHF 53,60
	5	➔	Effektvoller LED-Kreisel Art.-Nr. 080678-71 € 49,95 • CHF 78,70

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

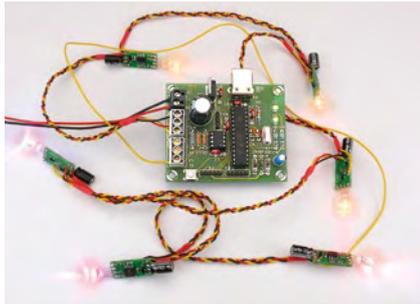
elektor
 SHOP

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



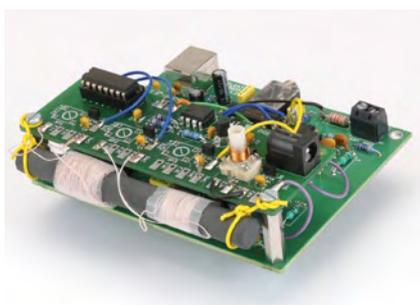
Wie mache ich meine Geräte noch effizienter?

Es ist nicht besonders schwer, den Standby-Energieverbrauch verschiedener Geräte zu ermitteln. Das haben wir bereits in Elektor gezeigt. Was aber tun, wenn man feststellt, dass der WLAN-Router auch abgeschaltet 6 W verbraucht? Man kann natürlich einfach den Netzstecker herausziehen, wenn man nicht im Internet ist. Aber wirklich praktisch ist das nicht. Im nächsten Heft beschreiben wir eine Reihe von Maßnahmen, mit denen wir als Elektroniker den Ruhe- und Bereitschafts-Stromverbrauch reduzieren können. Außerdem präsentieren wir eine geniale Mini-Schaltuhr mit einem PIC, die dafür sorgt, dass sich Geräte nur zum vorgegebenen Zeitpunkt einschalten lassen.



Bunte Festbeleuchtung

Passend zur Weihnachtszeit können Sie mit diesem Licht-Pendel für die schönsten (und buntesten) Lichteffekte sorgen. Das Ganze besteht aus bis zu 63 Modulen mit RGB-LEDs und einer Zentraleinheit. Die Ansteuerung der LEDs erfolgt über einen seriellen 3-Draht-Bus, über den die Zentraleinheit automatisch feststellt, wie viele LEDs angeschlossen sind. Im Quellcode der Firmware können Sie die programmierten Licht-Muster nach Belieben ändern.



Aktivantenne mit Preselector für den Elektor-SDR-Empfänger

Als Zimmerantenne für das über USB gesteuerte Software Defined Radio von Elektor empfiehlt sich eine Ferritantenne oder eine abgestimmte magnetische Loopantenne. Die im nächsten Monat vorgestellte Preselectorplatine erlaubt den Anschluss von bis zu vier über Software und Kapazitätsdioden abgestimmten Kreisen. Die Steuerung des D/A-Wandlers für die Erzeugung der Abstimmspannung erfolgt durch den schon vorhandenen I²C-Bus der Elektor-SDR-Platine.



Elektor Dezember erscheint am 18. November 2009.

Elektor gibt es im Bahnhofsbuchhandel, Elektronik-Fachhandel, an ausgewählten Kiosken und garantiert beim Presse-Fachhändler. Ein Verzeichnis finden Sie unter www.blauerglobus.de. Sie können Elektor 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.

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

Einzelheft

Deutschland € 6,95
Österreich, Belgien, Luxemburg € 7,70
Schweiz CHF 13,60

Jahresabonnement-Standard

Deutschland € 75,50
Österreich, Belgien, Luxemburg € 82,00
Schweiz CHF 145,00
Andere Länder € 99,50

Jahresabonnement-PLUS

Deutschland € 93,00
Österreich, Belgien, Luxemburg € 99,50
Schweiz CHF 184,00
Andere Länder € 117,00

Probeabonnement

Deutschland € 13,90
Österreich, Belgien, Luxemburg € 13,90
Schweiz CHF 25,00
Andere Länder € 13,90 (zzgl. Porto)

Studentenabo-Standard

Deutschland € 60,40
Österreich € 65,60
Schweiz CHF 116,00

Studentenabo-PLUS

Deutschland € 77,90
Österreich € 83,10
Schweiz CHF 155,00

Upgrade zum Abo-PLUS

Alle Länder € 17,50
Schweiz CHF 39,00

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: COBADEFF

Postgiro Köln
Konto 229 744-507 (BLZ 370 100 50)
IBAN: DE17 3701 0050 0229 7445 07
BIC: 9 7445 07/PBNKDEFF

Fordern Sie jetzt den neuen **Elektor-Gesamtkatalog 2009 GRATIS** an!



**Bücher • CD- & DVD-ROMs
Sonderhefte • E-blocks
Bausätze • Module**

Fax +49 (0)241 88 909-77

E-Mail: vertrieb@elektor.de

Der Katalog kann auch unter
www.elektor.de/katalog als PDF-
Datei heruntergeladen werden.

Hier ist meine Anschrift:

Firma _____
Vorname _____
Name _____
Straße, Nr. _____
PLZ, Ort _____
Land **DE** _____
Kunden-Nr. _____
E-Mail _____

Antwort

**Elektor-Verlag GmbH
Süsterfeldstraße 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
Süsterfeldstraße 25
52072 Aachen**

Hier ist meine Anschrift:

Firma _____
Vorname _____
Name _____
Straße, Nr. _____
PLZ, Ort _____
Land **DE** _____
Kunden-Nr. _____
E-Mail _____

Antwort

**Elektor-Verlag GmbH
Süsterfeldstraße 25
52072 Aachen**

Innerhalb
Deutschlands
kein Porto
nötig!

Elektor-Newsletter E-weekly jetzt gratis abonnieren!

Jeden Freitagmorgen erscheint E-weekly, der kostenlose Newsletter von Elektor. Unsere E-weekly-Redakteure halten Sie mit neuesten und interessanten Meldungen, Tipps & Trends aus der Welt der Elektronik auf dem Laufenden. Außerdem werden Sie schnell und umfassend über aktuelle Elektor-Projekte (Nachlesen & Updates) sowie über das umfangreiche Elektor-Sortiment und spezielle Angebote als Erster informiert.

Daneben erhalten E-weekly-Abonnenten exklusiv vollen Zugang zu allen Newsberichten und zu unserem Forum, das von kompetenten Elektronik-Experten moderiert wird.



Klicken Sie jetzt auf www.elektor.de/newsletter!

INSERENTENVERZEICHNIS NOVEMBER 2009

Basista	www.basista.de	33
Cadsoft Computer	www.cadsoft.de	15
Dacom West	www.dacomwest.de	13
Decision-Computer	www.decision-computer.de	47
Emis	www.emisgmbh.de	47
Eurocircuits	www.eurocircuits.de	41
Future Technology Devices		
International Ltd.	www.ftdichip.com	11
Gie-Tec	www.gie-tec.de	47
Good Will Instruments	www.gwinstek.com	27
LeitOn	www.leiton.de	9
Markt		77
Microchip	www.microchip.com/XLP	2
mikroElektronika	www.mikroe.com	3
Pico	www.picotech.com/scope1043 ..	73
Reichelt	www.reichelt.de	88
Vermeulen Printservice	www.vps.nu	47
Vero Technologies	www.verodirect.com	33

Beilagenhinweis:

Teilaufgabe: Verlag für die Deutsche Wirtschaft

Mikrocontroller- Zertifikatsprüfung

NEU!

➔ **µC-Fernlehrgangs-Teilnehmer aufgepasst!**

Der Elektor-Verlag führt in Zusammenarbeit mit der Technischen Fachhochschule Georg Agricola zu Bochum (TFH) Zertifikatsprüfungen auf dem Gebiet der Mikrocontroller-Technik durch, die sich an die Teilnehmer des Mikrocontroller-Fernlehrgangs richten.

Bei erfolgreicher Ablegung der Prüfung erhalten Sie vonseiten der TFH und vom Elektor-Verlag ein benotetes Zertifikat, in dem bestätigt wird, dass Sie ein Mikrocontroller-Fachwissen auf Fachhochschulniveau besitzen.

Voraussetzung für Prüfungsteilnahme:

Jeder, der den Mikrocontroller-Fernlehrgang Teil 1 und Teil 2 (also alle 12 Lehrbriefe) durchgearbeitet hat, darf die Prüfung an der TFH in Bochum ablegen. Die Teilnehmer bringen ihre eigene Hardware aus dem Fernlehrgang mit.

Prüfungsort/-termine:

Bochum Freitag, 27.11.2009
Freitag, 04.12.2009
(in den Räumlichkeiten der TFH)

Umfang der Prüfung: insgesamt 6 Stunden
(3 Stunden praktischer und 3 Stunden theoretischer Teil)

Prüfungsgebühr:

Die Kosten für die Durchführung der Prüfung betragen 550,00 Euro (zzgl. MwSt.) pro Teilnehmer.

Im Preis sind alle Prüfungsunterlagen; Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der Prüfung; Zurverfügungstellung der Prüfungsräume und der benötigten Rechner; Aushändigung eines benoteten Teilnahmezertifikats bei erfolgreichem Abschluss und



Weitere Infos & Anmeldung unter www.elektor.de/tfh-pruefung

2,0-Megapixel-USB-Mikroskop

Vollwertiges Vergrößerungswerkzeug mit bis zu 200-facher Vergrößerung. Einfache PC-Anwendung durch USB-Anschluss.

- Ausleuchtung durch sechs weiße, einstellbare LEDs
- 2,0-Megapixel-Sensor
- für hochauflösende Bilder und Videos (AVI)
- Stromversorgung durch den USB Anschluss
- ideal für Ausbildung, Forschung, Entwicklung, Qualitätsprüfung und Labor
- inklusive Bildbearbeitungssoftware, Linienabdeckung und abnehmbarem Standfuß



MICROSKOP USB 2M
59.95



NEU!
 Katalog 01|2010

Ihr Partner in Sachen Beschaffung • Markenqualität - Top-Service - günstige Preise!

Labor-Kompaktnetzgerät 1 - 36 V DC / 0 - 3 A DC

Netzteil im Slim-Tower für mehr Freiraum am Arbeitsplatz

- 4-stelliges, hintergrundbeleuchtetes LCD-Display für mehr Freiraum am Arbeitsplatz
- hochwertiger Drehimpulsgeber
- präzise Einstellung und Anzeige von Spannung und Strom mit einer Genauigkeit von $\pm 0,5\%$ bei 5 V sowie $\pm 0,5\%$ bei 1 A



NSP 3630

99,95 €

DC/DC-Wandler,

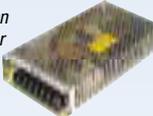
- 1 Watt, unregelt
- im 4-pin. SIL-Gehäuse
- kurzzeitig kurzschlussfest
- Wirkungsgrad mind. 70 %

SIM1-0505 SIL4 5 V in / 5 V out **3,95 €**
 SIM1-1205 SIL4 12 V in / 5 V out **3,95 €**
 SIM1-2405 SIL4 24 V in / 5 V out **3,95 €**



Schaltnetzteil, geschlossen

- mit Schraubanschlüssen
- eingebauter Entstörfilter
- geringe Restwelligkeit
- Überlast-geschützt
- kurzschlussfest



SNT MW100-12 12 V / 8,5 A **19,95 €**
 SNT MW100-24 24 V / 4,5 A **18,25 €**

Cat.6-PiMF-Patchkabel

- Category 6, 600 MHz, Stecker: RJ-45
- Aufbau: PiMF (paarig in Metallfolie)
- erhältlich in grau (GR), blau (BL), gelb (GE), grün (GN), magenta (MA), orange (OR), rot (RT) und schwarz (SW)



PATCH-C6 05 GR	0,5 m	0,98 €
PATCH-C6 1 GR	1,0 m	1,10 €
PATCH-C6 2 GR	2,0 m	1,50 €
PATCH-C6 3 GR	3,0 m	1,85 €
PATCH-C6 5 GR	5,0 m	2,95 €
PATCH-C6 10 GR	10 m	4,60 €
PATCH-C6 15 GR	15 m	6,90 €
PATCH-C6 20 GR	20 m	9,50 €
PATCH-C6 30 GR	30 m	12,95 €

Zwei Geräte in einem: LAN-Tester und Digital-Multimeter

Die ideale Kombination für den Netzwerktechniker. Neben der Überprüfung der Netzwerkverkabelung können durch das integrierte Multimeter sofort Spannung, Strom, Widerstand und Durchgang gemessen werden.



PEAKTECH 3365

37,95 €

Universalnetzteil für Note-/ Netbooks & PDAs

- LCD-Anzeige für Spannungsstatus
- 8 wechselbare Adapterstecker
- USB-out (5 VDC, max. 1000mA)
- Ausgangsspannung: 9,5-22 VDC (max. 5000mA)



PWS 90 LCD

39,95 €

Schaltnetzteil, DIN-Montage

- Leistung: 120 W
- eingebauter Entstörfilter
- geringe Restwelligkeit
- geschlossene Ausführung
- geschützte Schraubanschlüsse



SNT MW-DR120-12 12 V / 10 A **36,95 €**
 SNT MW-DR120-24 24 V / 5 A **33,95 €**

19"-Cat.5-Patchpanel

- vollgeschirmtes Gehäuse mit Kabelführung
- Schirmblech und Schirmauflage aus Stahl



PATCHPANEL 16 19", 16 Ports **27,50 €**
 PATCHPANEL 24 19", 24 Ports **22,95 €**

Anlegewerkzeug für LSA

- zum Anlegen auf Leisten, Dosen und Feldern
- Eindrücken & Abschneiden = ein Arbeitsgang
- lötl-, schraub-, abisolierfreie Anslusstechnik
- für Leiter- ϕ : 0,4 - 0,6 mm
- inklusive praktischer Gürteltasche



MONTAGWERKZEUG

2,95 €

200-MHz-Digital-Speicher-Oszilloskop

- Bandbreite von 200 MHz, Sample Rate von 1 GS/s und Anstiegszeit $< 1,8$ nS
- 5,7"-Full-Color-LCD-Anzeige (145 mm), hintergrundbeleuchtet
- Darstellung der einzelnen Kanäle in unterschiedlicher Farbe
- komfortable Autoset-Funktion: automatische Einstellung auf unbekannte Signale
- Pre-Triggerung
- horizontale Zeitbasis: 2 ns ~ 50 s/div
 vertikale Empfindlichkeit: 2 mV ~ 5 V/div



UT 2202 CE
799.00



ESD-Multifunktions-Löt-/Entlötstation

- ESD-gerechter 60W LötKolben mit keramischen PTC-Heizelement für schnelle und präzise Temperaturregelung von 160 bis 480°C
- heizt in 30 Sekunden von Raumtemperatur auf 350°C, automatische Umschaltung auf Sleep-Funktion (200°C) nach 15 Minuten. Spart Energie und verlängert die Lebensdauer der Spitzen.
- nach Aufnahme des Kolbens heizt das Gerät wieder auf die eingestellte Temperatur
- 80-W-EntlötKolben mit Temperaturbereich von 160 bis 480 °C
- Vakuumleistung 600 mmHG



STATION ZD-987
129.95