

+ **Elektor DSP-Radio Scanner****32 SEITEN
SONDER-BEILAGE**

Elektor

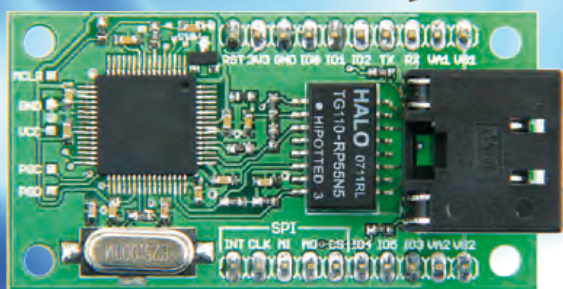
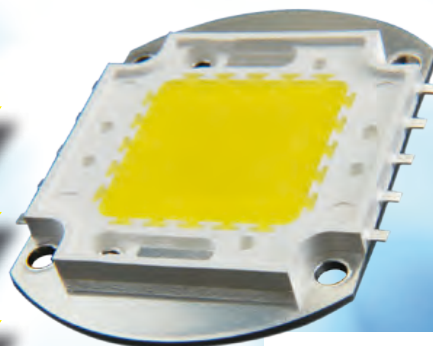
EMBEDDED GUIDE 2010

32 Seiten Mikrocontroller-Projekte

Elektor PCB Prototyper

**Professionell Platinen fräsen
Präzise, vielseitig, erweiterbar**

Netzwerker

**Embedded Webserver
und Ethernet-Modul****+ 50 Watt Power-LED****+ Heizungs-Wärmemesser****+ PC-Lüfter mit Strobo-Effekt**

Embedded-Sonderbeilage:
32 Seiten Mikrocontroller-Hardware, Software,
Programmierung und Anwendungen

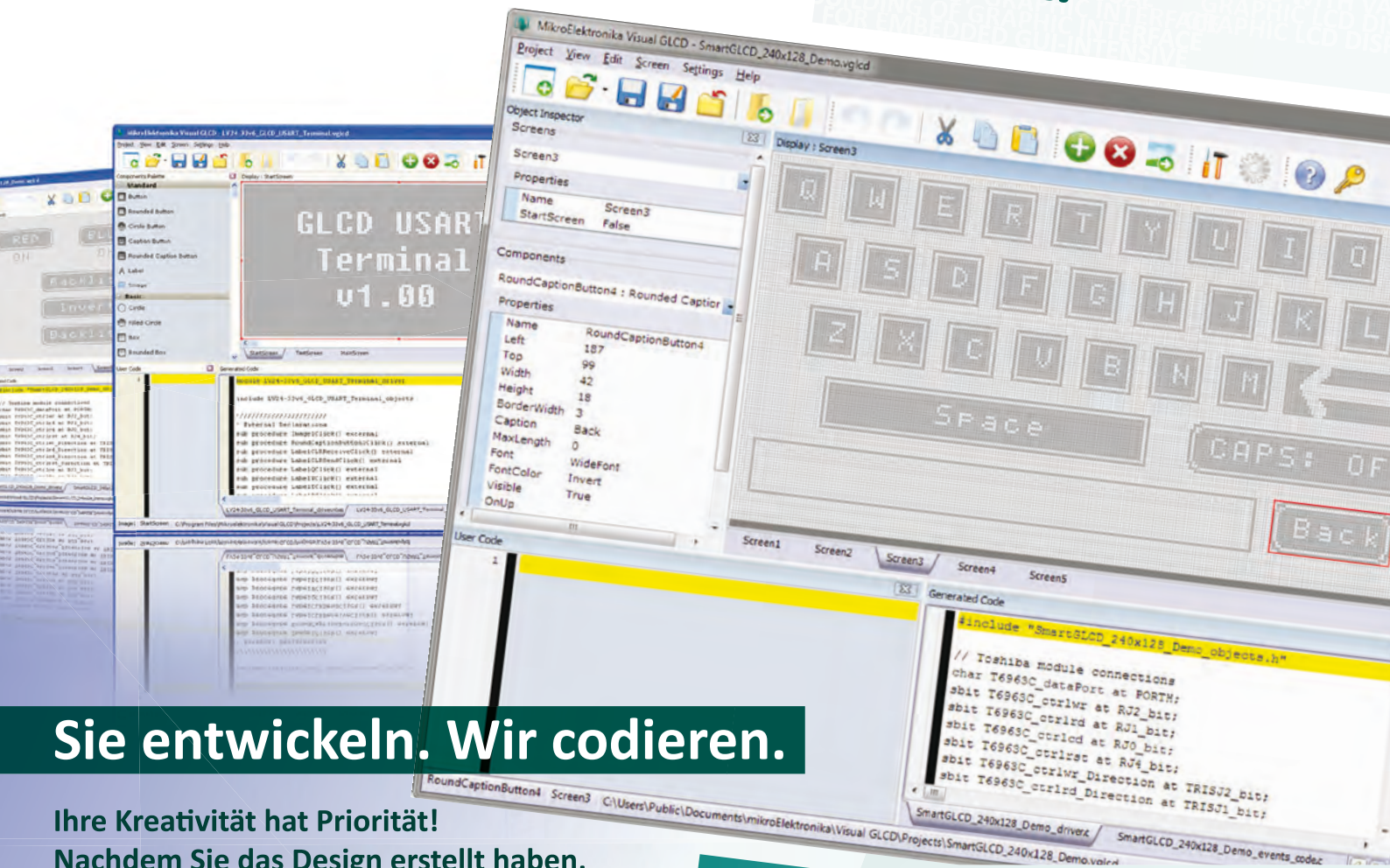




Visual GLCD

GUI Design leicht gemacht

SOFTWARE FÜR DIE RASCHE ERSTELLUNG
GRAFISCHER USER-INTERFACES.
FÜR DIE UNTERSCHIEDLICHSTEN
GRAFISCHEN LCDs



Sie entwickeln. Wir codieren.

Ihre Kreativität hat Priorität!

Nachdem Sie das Design erstellt haben,
generiert die Software den GUI-Code
automatisch!

Einfach zu bedienen

Sogar Einsteigern gelingen
professionelle GUIs.

Sie müssen kein Programmierfreak
mehr sein, um Touch-Sense-
Applikationen zu erstellen.

WÄHLEN Sie Ihren
Mikroelektronika Compiler -
und erstellen Sie faszinierende
GLCD-Anwendungen NOCH HEUTE!

Demnächst erhältlich: **Visual TFT!**

Spart Zeit und Geld.

Mit der intuitiv bedienbaren
Entwicklungsumgebung können Sie
beträchtlich Zeit (und Geld) sparen. Sie werden
überrascht sein, wie einfach die Aufgabe wird.

Die Software enthält:

- kostenlose Beispiele
- Online Video-Tutorials
- 15 tolle GUI-Elemente
- Intuitiv bedienbare Entwicklungsumgebung
- Unterstützung für alle Mikroelektronika Compiler
- Freie Software-Upgrades
- Kostenloser technischer Support

Beta

LAYOUT

LASER-STENCIL®
Beta LAYOUT

Kooperationspartner **CONRAD**

JETZT NEU!
Beta-QTS Schnellansammler für Edelstahlschablonen

1 Schablone im Pool
lasergeschnitten

- ab fertigen Produktionsdaten
- max. Größe 270 x 210 mm
- max. 1000 Öffnungen
- inkl. gravierte Passermarken
- inkl. Beschriftungen
- inkl. Endbehandlung

€ 57,45*

* inkl. MwSt.
zzgl. Versandkosten
UPS Standard (GER) € 6,90

www.laser-stencil.com

REFLOW-KIT®
Beta LAYOUT

Löttechnik, Werkzeuge und Hilfsmittel für SMD- und THT-Bestückung

€ 129,00

www.reflow-kit.com

Reflow-Controller € 139,00
Schablonendrucker für kleine SMD-Schablonen € 19,00
Lotpaste (bleifrei) € 19,00
Pinzettensatz € 19,00

PANEL-POOL®
Beta LAYOUT

FRONTPANEL
NEXT GENERATION

Giantess
SOUND SYSTEMS

DIGITALDRUCK-TECHNIK

- abriebfest
- UV-beständig
- Lösungsmittelbeständig

FREE DESIGNER

www.panel-pool.com

PCB-POOL®
Beta LAYOUT

DAS ORIGINAL SEIT 1995

NEU!
gut bestückt!
Schon ab einem Bauteil

NEU!
cool!
ALU-Kern Leiterplatten

dichter!
5mil track / 8mil drill

knackiger!
Ritztechnik

kostenlos!
Free Stencil

www.pcb-pool.com

Alle eingetragenen Warennamen sind eingetragene Warenzeichen der jeweiligen Hersteller!



p-cad 2006

TEAC

Album Designer



EDWIN

cadence

GraphiCode

PROTEUS

RS-274-X



Easy-PC

Sprint Layout

PULSONIX



www.beta-layout.de • info@beta-layout.de

Entwickeln Sie mit!

Die Menschen sind ziemlich verschieden! Da gibt es die einen, die sich so richtig wohlfühlen, wenn der Schreibtisch im Büro den unaufhaltsamen Zustand größter Entropie angenommen hat (alle Dinge sind in rein zufälliger Anordnung gleich verteilt). Und da gibt es die anderen, denen solch ein Anblick größte Pein bereitet. Ein geradezu körperliches Wohlgefühl durchströmt diesen Menschenschlag, wenn sich Bericht zu Bericht und Notiz zu Notiz findet; wenn sich die herumliegenden Zeitschriften wie von selbst nach Titel und Jahrgang ordnen und das Arbeitsmaterial sortiert und jederzeit greifbar in der Schublade verschwindet.

Solche Menschen (auch der Autor bekennt sich zu diesem Typus) können leidenschaftliche Programmierer werden, weil sie ihre Lust an der geordneten Struktur hierbei so richtig ausleben können. Aber das erklärt die Faszination des Programmierens noch nicht ganz.

Ein Blick zurück: Im 16. Jahrhundert gelangt die Feinmechanik dank immer besserer Werkzeuge und optischer Vergrößerungsinstrumente zur Blüte. Talentierte und bisweilen geniale Uhrmacher versuchen sich dabei zu übertrumpfen, ihre Meisterwerke mit einer immer höheren Präzision, aber auch mit immer beeindruckenderen Funktionen auszustatten. Nach Monaten harter Arbeit sind schließlich alle Zahnräder und die anderen Einzelteile gefertigt, poliert, kontrolliert und mit winzigen Schrauben zusammengesetzt. Nun kommt die große Stunde. Das vorge-spannte Uhrwerk wird entriegelt. Und alles läuft zum ersten Mal. Tick - tock, tick - tock, tick - tock ...

Kennen Sie dieses Gefühl?

Dann haben Sie höchstwahrscheinlich schon einmal programmiert (und/oder eigene Hardware entwickelt)! Doch gleichwohl, ob sie bereits zu dieser faszinierenden Beschäftigung gefunden haben oder nicht: Auch diese Elektor-Ausgabe macht Ihnen das Mit-Entwickeln einfach. Zu unseren Projekten (in diesem Heft finden Sie ganz besonders viele davon) gehört immer Software im Quellcode. Hiermit ist unsere Einladung verbunden, Erweiterungen, Anpassungen und Optimierungen einzubringen - und sich bei eigenen (Software-)Projekten inspirieren zu lassen. Wir wünschen viel Spaß!

Jens Nickel



6 Impressum

Who is who bei Elektor

8 NXP mbed-Design-Wettbewerb

Nun geht es endlich los!

9 Mailbox

Briefe, E-Mails und Ideen

10 News

Neuheiten & Nachrichten

12 LED-Kreationen

Die leuchtenden Gadgets sind ein ideales Geschenk für Elektronikern...

14 elekTermine

Messen, Seminare und mehr

16 Netzer

Das (fertig aufgebaut erhältliche) Board lässt sich als TCP/IP-Modul für andere Controller einsetzen, aber auch im Stand-Alone-Betrieb. Ein Webserver wird als Anwendung mitgeliefert.

22 Heizungs-Wärmemesser

Die Wärmeleistung der eigenen Heizung wird hier auf clevere Art gemessen. Als Sensoren genügen vier PTCs, die außen an den Heizungsrohren angebracht werden.

28 Fan-Flash

Ein ATtiny25 ist die Basis dieser Schaltung, die Computerfreaks besonders gefallen dürfte. Einen solchen Strobo-Lüfter hat wirklich nicht jeder!

35 Labcenter

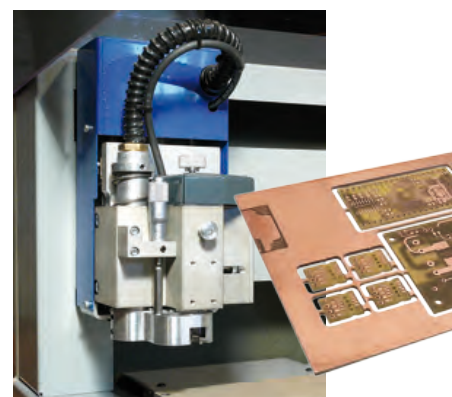
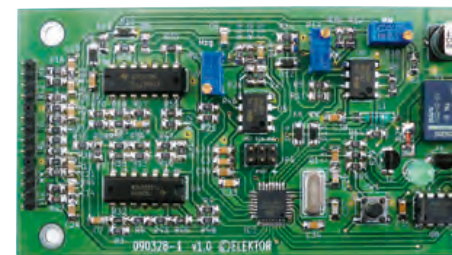
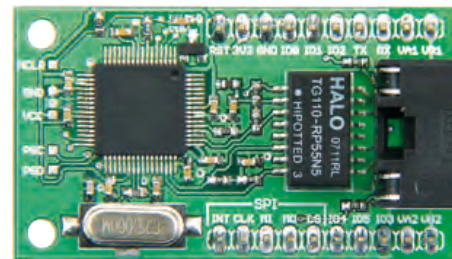
Adapter-Modding
Review PIC32 USB Starter Kit
MAC-Adressen

40 Elektor PCB Prototyper

Hochpräzise, modular und vielseitig ist diese Fräsmaschine. Professionelle Software zur Herstellung von Platinen wird mitgeliefert.

46 Lumen, Lux und Candela

Fast wöchentlich treffen Meldungen ein, in denen sich LED-Hersteller



INHALT

41. Jahrgang
Dezember 2010
Nr. 480

16 Netzer

Universal-Modul zur Netzwerkanbindung



Eine Internet-Anbindung der eigenen Elektronik ist ein mächtiges Feature. Allerdings schrecken viele Entwickler vor der Komplexität dieser Herausforderung zurück. Mit dem „Netzer“ – bestehend aus einer kompakten Platine, einer freien Software-Bibliothek und einem sofort einsetzbaren μ C-Webserver – kommen dagegen auch Einsteiger zurecht. Und Fortgeschrittene freuen sich an Features wie SPI-Kommunikation, PoE und mehr!

22 Heizungs-Wärmemesser

Nachrüstlösung für Sparfüchse



Wie viele Kilowattstunden die eigene Heizung geliefert hat, erfährt man in der Regel nur aus der Abrechnung. Doch welche Wärmeenergie liefert die Heizung tatsächlich? Zur Messung der aktuellen Wärmeleistung genügen bei unserem cleveren Leserprojekt vier Temperatursensoren mit Beschaltung sowie ein Mikrocontroller, ein Eingriff in die Heizanlage ist nicht erforderlich. Darüber hinaus ist auch eine Steuerung für die Warmwasser-Zirkulationspumpe integriert.

28 Fan-Flash

Stroboskopeffekte mit PC-Lüftern



Ein PC-Gehäuse mit transparenter Seitenwand bietet viele Möglichkeiten, den Computer mit optischen Effekten zu „modden“. Die Schaltung des hier vorgestellten Strobo-Lüfters basiert auf einem ATtiny25, der eine LED so steuert, dass die Flügel des Lüfters nacheinander scheinbar stillstehen, sich langsam vor- oder rückwärts drehen oder schrittweise ihre Position ändern. So etwas hat nicht jeder!

40 Elektor PCB Prototyper

Professionelle Platinen-Fräsmaschine



Wollen Sie 100 μ m breite Zwischenräume fräsen oder 0,2 mm starke Bohrungen bohren? Der Elektor PCB Prototyper schafft beides mühelos!

Die kompakte professionelle Platinen-Fräsmaschine hat aber noch viel mehr zu bieten: Dank des modularen Aufbaus von Hardware und Software ist sie im Nu zu einem multifunktionalen Labor-Roboter ausgebaut.

mit noch höheren Lichtstärken und Wirkungsgraden übertrumpfen. Was bedeuten die Zahlen, und wie lässt sich unkompliziert feststellen, wie hell ein Objekt beleuchtet wird? Wir bringen Licht ins Dunkel!

50 Dimmer für 50-Watt-Power-LEDs

Power-LEDs sind mit immer größeren Leistungen erhältlich. Eine der „stärksten“ erhältlichen Varianten ist die H50WA von Huey Jann Electronics: Ein LED-Modul mit beeindruckenden 50 Watt! Klar, dass wir uns dieses Exemplar unbedingt einmal ansehen mussten. Darüber hinaus haben wir eine passende Dimmer-Schaltung entwickelt.

54 Scan fürs Elektor-DSP-Radio

Wer sich viel mit DX-Empfang beschäftigt, kommt immer wieder zu neuen Ergebnissen. Welche Antenne ist besser, zu welcher Zeit sind bestimmte Sender gut zu hören und wo kommen die Störungen her? Das Elektor-DSP-Radio ist zur Beantwortung dieser Fragen gut geeignet. Wir stellen ein kleines Programm vor, mit dem sich die tatsächliche Bandbelegung und die erzielbaren Störabstände darstellen lassen.

58 ARM-Fernbedienung

Diese Schaltung ermöglicht es, einem ARM-Mikrocontroller via Handy oder Festnetz ohne Übertragungskosten Befehle zu erteilen. Das ist recht praktisch, wenn man aus der Ferne Rollläden hochfahren oder die Heizung höher stellen will.

60 Retronik

Die Röhre, die half,
Hitlers Luftwaffe zu besiegen

62 Hexadoku

Sudoku für Elektroniker

64 Elektor-Shop

Bücher, CDs, DVDs, Bausätze & Module

68 Vorschau

Nächsten Monat in Elektor

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



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

IMPRESSUM

41. Jahrgang, Nr. 480 Dezember 2010

Erscheinungsweise: 11 x jährlich (inkl. Doppelheft Juli/August)

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

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

Verlag

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

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

Internationale Chefredaktion **Wisse Hettinga**

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

Internationale Redaktion

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

Redaktionssekretariat **Hedwig Hennkens**

Labor/Technische Redaktion

Christian Vossen (Lt.), Ton Giesberts, Luc Lemmens, Jan Visser

Grafische Gestaltung und Layout

Giel Dols, Mart Schroijen

3-tägiges Fachseminar C-Programmierung für Mikrocontroller



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

NEU!

Die Beschäftigung mit Mikrocontrollern ist sehr reizvoll und vielseitig, teilt sie sich doch in zwei große Gebiete der Elektrotechnik auf: zum einen ist da die Hardware-Seite, die sich mit der Konzeption und der Entwicklung kompletter Systeme auseinandersetzt. Auf der anderen Seite ist die Hardware aber nicht funktionsfähig ohne die zugehörige Betriebssoftware für den Controller. Beide Entwicklungsgebiete sind also aufs Engste und unzertrennbar miteinander verzahnt. In diesem 3-tägigen Seminar lernen Sie nun verschiedene Facetten der Softwareerstellung für Mikrocontroller kennen.

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

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

Die Referenten:

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

Veranstaltungsort/-termin:

Seligenstadt 23.02. bis 25.02.2011

Teilnehmergebühr (zzgl. MwSt.):

1190,00 Euro

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



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

Weitere Infos & Anmeldung unter

www.elektor.de/c-prog

Geschäftsführer/Herausgeber: Paul Snackers

Marketing/Vertrieb (Leitung): Carlo van Nistelrooy

Anzeigen (verantwortlich): Irmgard Ditzgens
ID Medienservice

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

E-Mail: service@id-medien-service.de

Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 40 ab 01.01.2010

Vertriebsgesellschaft: IPS Pressevertrieb GmbH
Postfach 12 11, 53334 Meckenheim

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

E-Mail: elektor@ips-pressevertrieb.de
Internet: www.ips-pressevertrieb.de

Vertrieb Österreich

Pressegroßvertrieb Salzburg/Anif - Niederalm 300
Tel. +43/62 46/37 21-0

Der Herausgeber ist nicht verpflichtet, unverlangt eingesandte Manuskripte oder Geräte zurückzusenden. Auch wird für diese Gegenstände keine Haftung übernommen. Nimmt der Herausgeber einen Beitrag zur Veröffentlichung an, so erwirbt er gleichzeitig das Nachdruckrecht für alle ausländischen Ausgaben inklusive Lizenzen. Die in dieser Zeitschrift veröffentlichten Beiträge, insbesondere alle Aufsätze und Artikel sowie alle Entwürfe, Pläne, Zeichnungen einschließlich Platinen sind urheberrechtlich geschützt. Ihre auch teilweise Vervielfältigung und Verbreitung ist grundsätzlich nur mit vorheriger schriftlicher Zustimmung des Herausgebers gestattet. Die veröffentlichten Schaltungen können unter Patent-

oder Gebrauchsmusterschutz stehen. Herstellen, Feilhalten, Inverkehrbringen und gewerblicher Gebrauch der Beiträge sind nur mit Zustimmung des Verlages und ggf. des Schutzrechtsinhabers zulässig. Nur der private Gebrauch ist frei. Bei den benutzten Warenbezeichnungen kann es sich um geschützte Warenzeichen handeln, die nur mit Zustimmung ihrer Inhaber warenzeichengemäß benutzt werden dürfen. Die geltenden gesetzlichen Bestimmungen hinsichtlich Bau, Erwerb und Betrieb von Sende- und Empfangseinrichtungen und der elektrischen Sicherheit sind unbedingt zu beachten. Eine Haftung des Herausgebers für die Richtigkeit und Brauchbarkeit der veröffentlichten Schaltungen und sonstigen Anordnungen sowie für die Richtigkeit des technischen Inhalts der veröffentlichten Aufsätze und sonstigen Beiträge ist ausgeschlossen.

© 2010 elektor international media b.v.

Druck: Senefelder Misset, Doetinchem (NL)



ISSN 0932-5468

Der mbed-Wettbewerb: Es geht los!

Von Simon Ford (UK)

Das mbed-Team hat alles getan, um Rapid Prototyping Wirklichkeit werden zu lassen. Jetzt haben Sie die Möglichkeit, sich mit einem besonderen Projekt einzubringen – und aktiv den technischen Fortschritt mit zu gestalten. Sind Sie dabei?



Sie sind aufgerufen, sich am mbed-Wettbewerb zu beteiligen und ein Projekt einzureichen, das die Industrie unter zwei Aspekten weiter bringt: Ideen und Wiederverwendbarkeit. Warum gerade das? Weil Ideen die Basis für Erfindungen sind und weil Wiederverwendbarkeit ein Motor für Innovation ist. Und es warten Preise auf Sie! Ideen liefern die Inspiration für das Machbare. Es kann dabei um so einfache Sachen wie die Schnittstellenbelegung für mbed gehen. Ein „Hier sind die digitalen I/Os, ADC, PWM, Ethernet...“ wird oft unterbrochen durch „Was? Ethernet ist schon eingebaut? Dann könnte man ja...“ Bingo! Die Idee, dass ein preiswerter Mikrocontroller netzwerkfähig ist, legt einen (neuronalen) Schalter um und schon erscheint vor dem geistigen Auge eine neue Anwendung. Wir wollen nämlich zeigen, was ein moderner Mikrocontroller alles kann.

Manchmal kommen Gedankenblitze, wenn man beispielsweise liest, wie jemand mit etwas Elektronik einen USB-Stick zum Datenlogger gemacht oder sich via CAN-Interface Zugang zur Bordelektronik eines Autos verschafft hat. Es gibt auch abgedrehte Projekte, die wirken, wie wenn jemand Technik um der Technik willen einsetzt. Und doch wird dabei ein Konzept demonstriert, dessen Anwendung in einem anderen Kontext unglaublich genial sein und wirklichen Fortschritt mit sich bringen kann. Das ist der Grund, warum wir Sie zu solchen Dingen ermutigen möchten. Zeigen Sie uns, was alles möglich ist!

Zur Wiederverwendbarkeit: Gute Projekte dienen oft als Grundlage für andere Anwendungen. Ein Referenz-Projekt hat viele Probleme schon gelöst und vermittelt Lösungsstrategien. Man kann sich also den wichtigen Aspekten widmen. Ein wirklich gutes Projekt abstrahiert mit Hilfe von Libraries und Modulen von konkreten Details. Die höhere Abstraktion erleichtert nicht nur das Verständnis, sondern dank der Wiederverwendung von Projekt-Teilen auch die Weiterentwicklung und den Test eines neuen Projekts. Das ist der Grund, warum wir Sie zur Veröffentlichung Ihrer Projekte anregen wollen. Mikrocontroller sind Lösungen, die auf passende Probleme warten. Oft kommen gute Lösungen aus völlig anderen Problembereichen. Bei der Vorstellung von mbed warfen wir anfangs gerne die hypothetische Frage auf: „Wer hat die besseren Voraussetzungen für den

Bau eines Fütterungsautomaten für Schweine? Ein Mikrocontroller-Experte oder der, der allmorgendlich die Schweine füttert?“ Diese Frage zeigt genau das Problem, auf das wir hinweisen wollten. Selbst wenn man davon ausgehen kann, dass die Automatisierung der Schweinefütterung einen Fortschritt in der Schweinehaltung bedeutet, ist es doch sehr unwahrscheinlich, dass ein Elektronik-Entwickler zu solch einer Idee gelangt, weil er schlicht nicht auf diese kommt! Darum geht es also beim Thema Ideen und Mikrocontroller. Es ist entscheidend, das schlummernde Potential zu wecken. Ganz ähnlich wie damals bei den Computern, als man sie aus dem engen Korsett wissenschaftlicher Verwendung „befreite“. Heute helfen sie sehr effektiv dabei, alltägliche Probleme zu meistern.

Darum soll es bei Ihren Entwicklungen und Projekten gehen: neue Ideen und die Demonstration dessen, was damit machbar ist. Sie sollen Anregungen geben, wie man Mikrocontroller kreativ in neuen Feldern einsetzen kann. Veröffentlichte Projekte und interessante Ideen, Technologien und Techniken zeigen, was man damit erreichen kann. Außerdem vereinfacht die Wiederverwendung von Teilen Ihrer Projekte die Entwicklung zukünftiger Prototypen.

Die bisherigen Reaktionen zeigen, dass der Wettbewerb sehr gut ankommt. Es wird sogar schon an ersten, wirklich beeindruckenden Ideen gearbeitet. Und wir wollen mehr davon: mehr Teilnehmer, mehr Ideen, mehr Erfindungen und mehr Innovation! Falls Sie sich noch nicht registriert haben: Worauf warten Sie noch? Zur weiteren Steigerung der Motivation haben wir bei den Preisen noch etwas nachgelegt. Machen Sie mit! Legen Sie Nachtschichten ein und verblüffen Sie uns mit etwas ganz Besonderem! Viel Glück!

(100618)

Simon Ford ist ein Vollblut-Ingenieur für Elektronik und Computertechnik. Er arbeitet bei ARM. Bevor er sich mit mbed beschäftigte, war er als leitender Ingenieur für die ARMv7/NEON-Architektur zuständig, die heute in den meisten Smartphones steckt.

Infos und Anmeldung zum NXP mbed Design-Wettbewerb 2010 unter: www.circuitcellar.com/nxpmbeddesignchallenge

Ingenieurmangel nur geheuchelt?

„Alle Räder stehen still“, Editorial in Elektor 11/2010, S. 4
Ihre Kolumne „Alle Räder stehen still“ muss ich kritisch kommentieren, siehe Artikel vom 12. Mai 2010 im Elektroniknet: „Leser sind sich einig, Ingenieur-mangel ist geheuchelt“. Dazu gibt es viele Leserreaktionen, auch von Berufsanfängern, die über schlechte Aussichten auf Einstellung berichteten sowie weitere diesbezügliche Artikel.

Wohlthuend ist dagegen, dass inzwischen sogar einige Hochschulen den Bachelor- und Masterstudiengang durch den „guten alten“ Diplomstudiengang ersetzen. Man sollte nicht nur dem VDI glauben...

Henning Weddig

Mit Ihrer letzten Feststellung haben Sie sicher Recht: Berufs- und Industrieverbände sind in erster Linie den Interessen Ihrer Mitglieder verpflichtet und weniger der möglichst objektiven und differenzierten Information der Öffentlichkeit. Es ist durchaus angebracht, nicht nur dem VDI oder dem VDE zu glauben, sondern auch auf eigene Recherchen zu vertrauen, beispielsweise an Fachhochschulen und auf Jobbörsen.

Es ist nicht zu bestreiten, dass es Unternehmen gibt, deren Anforderungsprofile zwangsläufig zu einem Mangel an geeigneten Bewerbern führen. Sowohl Berufseinsteiger als auch ältere Ingenieure stehen dann von vorne herein vor verschlossenen Türen. Einer Studie des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesagentur für Arbeit zufolge kamen noch 2009 fast zwei Drittel aller Stellenangebote für Jungingenieure nicht in Frage. Es gibt aber Anzeichen dafür, dass die Bereitschaft zur Einstellung von Absolventen in den letzten Monaten wieder zugenommen hat. Dass sich auch die Situation für über 45-jährige Bewerber bessern wird, bleibt vorerst eine Hoffnung der Bundesarbeitsministerin, die sich – von wenigen Ausnahmen abgesehen – noch erfüllen muss.

Kein Zweifel besteht aber meiner Meinung nach daran, dass der demographische Wandel und die weiter zunehmende Bedeutung der Elektro-

nik innerhalb von 10 Jahren zu einem tatsächlichen Mangel an Ingenieuren mit negativen Folgen für die wirtschaftliche Entwicklung in Deutschland führen wird. Dem steht ein riesiges Potential an Ingenieuren in China gegenüber – die Zahl der Studenten geht dort bereits in die Millionen. China wird in der Elektronik-Entwicklung ebenso wettbewerbsfähig werden, wie es in der Elektronik-Fertigung unbestreitbar schon ist. Mein Anliegen ist es daher, das Interesse der Jugendlichen an der Elektronik bei uns möglichst frühzeitig – und nachhaltig – zu fördern.

Ernst Krempelsauer

LTSpice-Anleitung

Simulieren geht über Probieren,
Elektor 09/2010, S. 28 (081006)

Zu dem Artikel über LTSpice möchte Ihnen mitteilen, dass ich vor einiger Zeit eine kleine Anleitung für meine Schüler geschrieben habe, die hier zu finden ist: <http://staff.ltam.lu/feljc/school/spice/simulieren.switcheCAD1.pdf>

Jean-Claude Feltes

Vielen Dank für den Hinweis, den wir hiermit gerne weiter geben. Es ist immer gut, auch noch eine ausführlichere deutschsprachige Einführung dabei zu haben (die von LT gibt es ja nur auf Englisch).

Updates und Ergänzungen**Das war's schon...
2,5-GHz-Zähler mit
Leistungsdetektor**

Elektor Oktober 2010, S. 48 (090831)

Widerstand R1 ist im Schaltplan mit 1 k angegeben. Richtig ist ein Wert von von 49,9 Ω (49R9) wie auch für R2 und R3 spezifiziert.



© Barck-Design, Freiburg Foto: getty-images

who... ein guter Fang!

**punktgenau
plangenau
preisgenau**

25 Jahre Wissen
und Erfahrung
Ihr Leiterplatten-
Spezialist!
Feiern Sie mit!
1985-2010

**BECKER
MÜLLER**

www.becker-mueller.de
Mit Online-Kalkulator!

MailBox

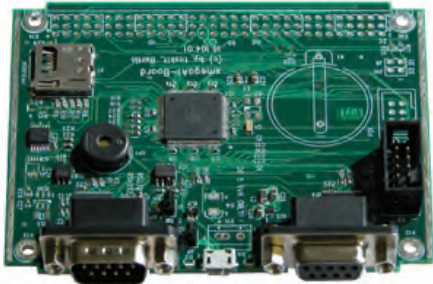
In dieser Rubrik veröffentlichen wir Kritik, Meinungen, Anregungen, Wünsche oder Fragen unserer Leser. Die Redaktion

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

Universelles Board für AVR Xmega

Ledato bietet mit dem XmegaA1-Board ein neues Mikrocontroller-Board für den besonders leistungsfähigen AVR-Controller Xmega an (Hersteller Taskit). Basis des Boards ist ein ATxmega128A1, der mit einem Vierkanal-DMA-Controller und einem Achtkanal-Event-System ausgestattet ist und mit bis zu 32 MHz getaktet werden kann.



Für die Kommunikation steht dem Anwender eine Vielzahl an Schnittstellen zur Verfügung wie z.B. zwei RS232- und ein RS485-Transceiver, TWI, SPI, USART, 1-Wire, MicroSD Card Slot, 51 digitale I/O-Ports und bis zu 16 analoge Eingänge.

Das über USB versorgte Board hat das Format einer halben Europakarte (100 x 75 x 17 mm). Der Anschluss von eigener Peripherie ist über einen Erweiterungsbus möglich. Das XmegaA1-Board eignet sich für viele Bereiche der Mess-, Steuer- und Regeltechnik, wie z.B. zur Licht-/Motorsteuerung, Messwerterfassung, Systemüberwachung oder als Schnittstellenwandler.

www.ledato.de/shop_content.php?coID=16

Eval-Kit für IO-Link-Kommunikation

Hitex Development Tools hat ein Eval-Kit entwickelt, das die Kommunikation über den Automatisierungs-Standard IO-Link



demonstriert. Mittels IO-Link (Markenname, im Standard werden die elektrischen Anschlussdaten und ein digitales Protokoll beschrieben) lassen sich Sensoren und Aktoren an eine SPS nach Standard IEC 61131 anschließen. An der Entwicklung des Tools wirkten unter anderem der Halbleiterhersteller Infineon, die Softwareschmiede TMG und das Zentrum Mikroelektronik Dresden ZMDI mit.

Ein IO-Link-System besteht aus einem Master (Schnittstelle zur SPS) und mindestens einem Gerät (Sensor/Aktor). Das IO-Link-Eval-Kit beinhaltet beides, wobei der Master durch Hardware in USB-Stick-Form realisiert wird. Über eine komfortable PC-Software kann dieser konfiguriert werden. Der Master (auf Basis eines 16-bit-Controllers von Infineon XE164) erlaubt eine IO-Link-Kommunikation über bis zu vier Ports. Das IO-Link-Device basiert auf einem 8-bit-Controller XC822. Für die physikalische Realisierung des Kommunikationsprotokolls wurden IO-Link-PHYs ZIOL2401 von ZMDI verwendet. Das Kit umfasst außerdem Toolchains von Keil, Eval-Versionen des Software-Stacks für IO-Link-Master/Device, Beispielsoftware und Kabel.

www.hitex.com/index.php?id=io-link&L=2

Schrittmotoren mit USB- und LAN-Anschluss

Die Schrittmotortreiber der Serie MID (Motor Integrated Drive) von Mechapro lassen sich direkt am Motor anflanschen. Sie verfügen über eine USB-, Ethernet- oder Feldbus-Schnittstelle und können so besonders einfach angesteuert werden. Die neuen, modularen Treiber sind nach Angaben des Herstellers die ersten integrierten Module, die über USB oder Ethernet (also direkt von einem PC) angesteuert werden können.

Die Module eignen sich für einen Phasenstrom bis zu 3 A und Betriebsspannungen bis zu 48 V. Sie werden direkt an Motoren ab Baugröße Nema23 mit einem Flanschmaß von 56 mm montiert. Das spart Platz und Aufwand für die Verdrahtung.

Optional liefert der Aachener Schrittmotorspezialist die Treibermodule mit einem integrierten magnetischen 12-bit-Singleturn-Absolut-Positionsgeber. Der Drehgeber ermöglicht es, eine Überlastung des Antriebs zu detektieren. Außerdem kann er dazu verwendet werden, die Energieeffizienz der Motoren deutlich zu steigern, indem

der Treiber den Motorstrom

lastabhängig

anpasst. Im Ver-

gleich zu separaten optischen Gebern

hat die Integration mehrere Vorteile: Die Bauteile sind kompakt und kostengünstig, es können gängige Motoren mit lediglich einem Wellenende verwendet werden und der Aufwand für die Verdrahtung des Sensors entfällt ebenfalls. Außerdem ist der integrierte Sensor unempfindlich gegen Verschmutzung.

www.mechapro.de/produkte.htm



Prototypen und -Kleinserien mit Bestückung

Platinendienstleister und Toolhersteller Beta Layout bietet ab sofort auch einen Bestückungsservice an. Über die Plattform PCB-Pool können Kunden Leiterplatten-Prototypen und -Kleinserien nicht nur fertigen, sondern auch mit SMT- und THT-Bauteilen bestücken lassen. Nach Angaben des Unternehmens ist dieser Komplettservice online zu einem sehr günstigen Preis erhältlich.

Unter dem untenstehenden Link lassen sich Platinen konfigurieren, kalkulieren und bestellen. Anschließend sendet der Kunde einfach wie gewohnt Eagle- bzw. Target-Dateien. Ab einer Menge von 1 bis 50 Leiterplatten und ab einem zu bestückenden Bauteil (SOIC, PLCC, TSOP, QFP, BGA, diverse SM-Exoten und SM-Steckverbinder) werden die Leiterplatten dann innerhalb von 5 Tagen bestückt. Sowohl eine Komplett- als auch eine Teil-Bestückung ist möglich. Die zu bestückenden Bauteile werden entweder vom Kunden bereitgestellt oder der Platinendienstleister übernimmt die Bestellung beim gewünschten Lieferanten. Verarbeitet werden können Tape-Streifen, Stangen, Reels und in Ausnahmefällen auch Schüttgut. Die SMD-Bestückung erfolgt einseitig oder beidseitig mit einer vollautomatischen Bestückungsmaschine für Bauteile ab einer Größe von 0402. SMD-Bauteile werden maschinell im Dampfphasenverfahren, THT-Bauteile von Hand oder mittels Selektivanlage gelötet. Zum Einsatz kommt ausschließlich bleifreie Lotpaste.

www.pcb-pool.com/assembly

www.pcb-pool.com/konfigurator

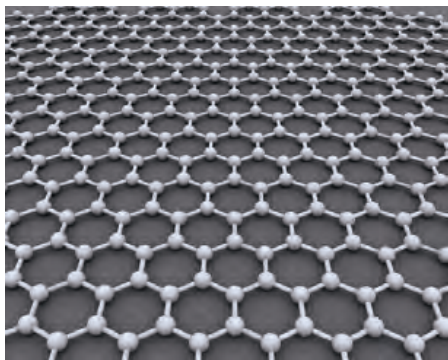
Von Phil Knurhahn

Graphen-Entdecker ausgezeichnet

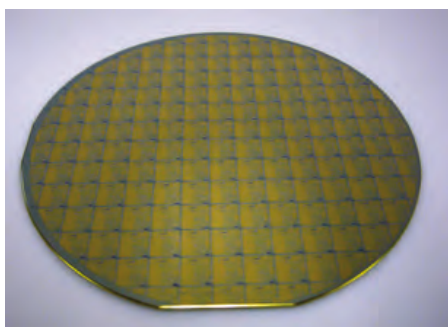


Mit dem Nobelpreis für Physik 2010 werden die beiden Professoren Andre Geim (51, geboren in Sotchi, Russland) und Konstantin Novoselov (36, auch Kostya Novoselov genannt, geboren in Nishny Tagil, Russland) von der Universität Manchester ausgezeichnet. Novoselov (im Bild der University of Manchester links neben Geim) ist damit einer der jüngsten Physik-Nobelpreisträger der Geschichte.

Die entscheidende Entdeckung gelang 2004 an der Universität Manchester. In kaum sechs Jahren wurde Graphen – einschichtige Lagen von Kohlenstoffatomen, die sich zu wabenähnlichen Mustern organisieren (Bild: Alexander Alus) – zu einem der heißesten Themen der Materialwissenschaften. Seine Eigenschaften sind bestechend: Sehr gute Leitfähigkeit (etwa wie Kupfer), extrem hohe Stabilität (höher als Stahl) und optische Transparenz lassen es zu einem idealen Material für künftige Anwendungen vor allem in der Elektronik werden.



Geim zeigte sich in einem ersten Gespräch überrascht: „Nie hätte ich geglaubt, in diesem Jahr in die engere Wahl des Nobel-Komitees zu kommen“. Auch Novoselov gab sich fast schockiert: „Ich hatte nicht die Spur einer Ahnung, bis der Anruf aus Stockholm kam“. Bevor Geim nach Manchester ging, arbeitete er an der Universität von Nijmegen in den Niederlanden, wie sein Kollege Novoselov auch. Beide Wissenschaftler sind mittlerweile britische Staatsbürger.



Seit der Entdeckung des Materials haben die beiden Wissenschaftler eine Vielzahl von Veröffentlichungen darüber geschrieben und schrittweise neue Applikationen aufgezeigt. Mit Graphen könnten extrem schnelle Transistoren realisiert werden, gerade mal ein Atom dick. Das Foto der Fujitsu Laboratories zeigt Graphen-Transistoren auf einem Wafer mit 75 mm Durchmesser. Allgemein gilt Graphen als aussichtsreicher Werkstoff, eines Tages Silizium abzulösen.

<http://nobelprize.org>

Anzeige

Fachhochschule
Münster University of
Applied Sciences



Die Fachhochschule Münster ist bundesweit eine der größten Hochschulen für Angewandte Wissenschaften. Auf dem Gebiet der Forschung nimmt sie eine Spitzenposition ein und zeichnet sich durch ihre bedarfsgerechte und praxisnahe wissenschaftliche Ausbildung aus. Für die kontinuierliche Weiterentwicklung von Lehre und Forschung der Hochschule ist folgende **W2-Professur** zu besetzen:

Fachbereich
Elektrotechnik und
Informatik

Nachrichtentechnik

Gesucht wird eine Persönlichkeit, die die Gebiete hardwarenahe digitale Signalverarbeitung, Nachrichtentheorie und Nachrichtentechnik in Lehre und Forschung vertritt. Auch sind Grundlagenveranstaltungen zu übernehmen. Eine Beteiligung am Masterstudiengang des Fachbereichs ist erwünscht.

Von den Bewerberinnen und Bewerbern werden ausgewiesene Kenntnisse und berufliche Erfahrungen in den genannten Gebieten erwartet.

Erfahrungen in der Einwerbung von Drittmitteln und der angewandten Forschung sind ausdrücklich erwünscht.

Allgemeine Hinweise

Durch die internationale Ausrichtung der Hochschule gehört der Umgang mit Fremdsprachen, insbesondere die Bereitschaft zur Übernahme englischsprachiger Lehrveranstaltungen, zum Tagesgeschäft. Die Bereitschaft zur Mitarbeit in der Selbstverwaltung wird vorausgesetzt.

Die Fachhochschule Münster möchte auch im Bereich von Lehre und Forschung den Frauenanteil erhöhen und fordert deshalb insbesondere Frauen zur Bewerbung auf. Schwerbehinderte werden bei gleicher Eignung bevorzugt berücksichtigt.

Die gesetzlichen Einstellungsvoraussetzungen können unter der unten angegebenen Anschrift angefordert oder unter www.fh-muenster.de abgefragt werden.

Bewerbungen sind
bis zum 08.01.2011
zu richten an die

Präsidentin der Fachhochschule Münster
Kennzeichen: Bu
Stegerwaldstraße 39
D-48565 Steinfurt

Mehr Licht in die dunkle Jahreszeit können diese nützlichen, hilfreichen oder einfach nur netten Ideen bringen. Es sind Produkte, denen moderne Halbleiter zum Leuchten verhelfen. Schenken Sie Ihren Lieben diesmal etwas Alternatives, oder umgekehrt, lassen Sie sich alternativ beschenken! Wir haben im Internet Vorschläge gesammelt.

Uhr im stählernen Armband

Armbanduhren sind oft auch Schmuckstücke, sie unterstreichen die Individualität ihres Trägers. An der Auswahl mangelt es nicht, allerdings sind Modelle in neuen und originellen



Ziffernsegmente fügen sich nahtlos in die Zwischenräume der Glieder ein. Sogar aus der Nähe sieht die Kreation wie ein metallenes Armband aus. Erst wenn ein Mini-Taster gedrückt wird, verrät sie ihr elektronisches Innenleben. Die Armbandlänge lässt sich an den Armumfang des Trägers durch Entfernen einzelner Glieder anpassen.

www.chinavasion.com/product_info.php/pName/iron-samurai-japanese-inspired-red-led-watch/

Langlebige Autolampen

LEDs werden bereits vielfältig in der Beleuchtungstechnik eingesetzt. Für Kraftfahrzeuge gibt es LED-Konstruktionen, die herkömmliche Glühlampen ersetzen. Die Hersteller arbeiten daran, für jeden Kfz-Lampentyp ein LED-Äquivalent auf den Markt zu bringen.

Mit Ausnahme der starken Halogenlampen in den Hauptscheinwerfern ist das bereits gelungen. Für Rücklicht, Blinklicht, Standlicht und die Innenbeleuchtung sind LED-Typen mit identischen Leuchtstärken und Sockeln im Handel. Nach dem Austausch leben die Lampen wahrscheinlich länger als das Fahrzeug. Für die Lebenserwartung der LED-Leuchtmittel geben die Hersteller 50000 Stunden an!



www.go-greener.eu/shop/index.php?main_page=index&cPath=1&sort=20a&language=de

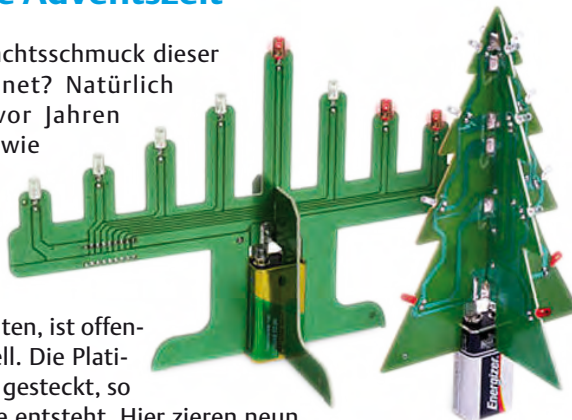
Designs eher selten. Sicher nicht alltäglich ist dieses stählerne Gliederarmband, bei dem die Uhr in das Armband integriert wurde. Laut Angaben des fernöstlichen Herstellers wird das Modell aus dem Stahl gefertigt, aus dem auch die Schwerter der japanischen Samurai geschmiedet sind. Die roten oder blauen LEDs der

Dekoration für die Adventszeit

Wo sind Sie einem Weihnachtsschmuck dieser Art schon einmal begegnet? Natürlich in Elektor! Wir hatten vor Jahren einen ähnlichen Baum sowie andere Festdekorationen veröffentlicht und sogar Bausätze angeboten.

Die Idee, aus Platinenmaterial zusammen mit LEDs etwas Dekoratives zu gestalten, ist offensichtlich noch immer aktuell. Die Platineile werden ineinander gesteckt, so dass ein räumliches Gebilde entsteht. Hier zieren neun LEDs die Weihnachtspyramide, während die 16 LEDs des Tannenbaums blinken. Bei beiden ist die 9-V-Batterie im Fuß eingeklemmt, was die mechanische Stabilität erhöht und das Umkippen erschwert. Zur Pyramide gehört ein DIP-Schalter, mit dem die LEDs gesteuert werden können. Der Baum kostet etwas mehr als die Pyramide, wahrscheinlich weil am Baum mehr LEDs installiert sind...

www.thinkgeek.com/homeoffice/lights/b25a/



Zeit in farbigen Quadraten

Uhren unterscheiden sich nicht nur in ihrer äußeren Gestalt, sondern auch in der Darstellung der Zeit. Von den Digitaluhren mit üblicher Ziffernanzeige heben sich Modelle ab, die den Lauf der Zeit auf alternative Art sichtbar machen. Diese LED-Uhr stellt die Zeit nicht (wie vielleicht erwartet) im Binärformat dar. Hier sind die Werte der Ziffern gleich der dezimalen Anzahl der leuchtenden LEDs. Die LED-Positionen innerhalb der Ziffern haben keine Bedeutung, sie wechseln in zufälliger Folge. Das Foto beweist, dass der Fotograf den Auslöser um 12:34 gedrückt hat. Die Idee und das Design haben ein Lob verdient, diese Uhr ist ein attraktives Geschenk für Jung und Alt.

www.thinkgeek.com/interests/giftsforher/7437/

Medaillon für stille Signale

„PIX“ nennt sich ein Medaillon in der Größe einer Taschenuhr, das programmierbare Texte oder Piktogramme auf 177 roten LEDs darstellt. Zum Programmieren muss PIX mit dem seriellen Anschluss eines Computers verbunden werden. Machbar sind auch diverse Effekte, zum Beispiel scheinen Texte in der Luft zu schweben, wenn das Medaillon schnell bewegt wird. Ein Highlight ist die eingebaute Infrarot-Schnittstelle, über die beliebige Daten mit anderen „PIX“-Nutzern ausgetauscht werden können. Die kürzlich erschienene Version für Sportler bietet Funktionen, die auf diese Zielgruppe zugeschnitten sind.

www.ilovepix.com/en/htm/main.htm



Sie haben Post!



Ein Email-Notifier ist ein Hilfsprogramm, das eine Nachricht in der Symbolleiste oder auf dem Desktop ablegt, sobald im virtuellen Briefkasten neue Nachrichten eintreffen. Der „USB Webmail Notifier“ signalisiert solche Ereignisse noch augenfälliger. Dieses Zubehör im Design eines Briefkuverts wird an einen USB-Port des Computers angeschlossen. Die eingebaute LED leuchtet auf, wenn Postempfang eintritt. Abhängig von der Art der Post kann der Notifier die Farben Blau, Rot oder Grün annehmen. Er ist zusammen mit POP3-Clients, beispielsweise Outlook, sowie mit den Webmail-Portalen von Yahoo und Gogolemail funktionsfähig.

www.usbgeek.com/prod_detail.php?prod_id=0922



Illuminiertes Schachspiel

Schach ist ein uralter Denksport auf hohem Niveau. Dieses Schachspiel erfreut jeden Betrachter, Schachspieler ebenso wie Schachunkundige. Sicher, es existieren andere exklusive Schachspiele, aus edlen Materialien, Blickfänger bei Heimspielen und Turnieren. Hier verbergen sich LEDs in den Figuren, sie leuchten, sobald sie auf das Schachbrett gestellt werden. Die Illumination beeindruckt nicht nur bei gedämpftem Umgebungslicht, auch am hellen Tag verfehlt sie nicht ihre Wirkung. Die LEDs werden von einem Stecker-Netzteil oder vier Batteriezellen mit Energie versorgt.

www.epartyunlimited.com/led-glow-chess-set.html



Smileys an der Heckscheibe

Wollen Sie Zeichen für nachfolgende Autofahrer setzen, wenn Sie auf den Straßen unseres Landes unterwegs sind? Natürlich nichts Beleidigendes oder Abschätziges. Mit dem „Drivemocion“ aus England haben Sie die Kommunikation elegante im Griff. Nachdem das LED-Display mit einem Saugnapf an der Heckscheibe befestigt ist, können Sie die zu sendende Nachricht über eine drahtlose Fernbedienung steuern. Die wählbaren Botschaften, zu denen auch ein entschuldigendes „Sorry“ gehört, sind nebenstehend abgebildet. Da das LED-Display mit Batterien arbeitet, ist ein Anschluss an das Bordnetz entbehrlich. Allerdings wird vom Hersteller nicht verraten, ob man so etwas auch in deutschsprachigen Ländern verwenden darf.

www.find-me-a-gift.co.uk/drivemocion-led-car-sign.html



Licht aus dem Wind



Windräder zum Erzeugen elektrischer Energie bestimmen das Landschaftsbild an vielen Orten. Leider sind sie zu groß und zu teuer, um sie auch in Vorgärten und auf Terrassen zu installieren. Diese innovative Windspirale mit dem Namen „Firewinder“

gewinnt immerhin so viel Energie aus dem Wind, dass mehrere LEDs hell leuchten. In der Dämmerung und Dunkelheit verbreiten die in der Windspirale integrierten LEDs eine romantische, fast schon magische Stimmung. Die Windspirale „Firewinder“ wurde so konstruiert, dass die Windrichtung ohne Einfluss ist. Schon bei geringen Luftbewegungen dreht sie beharrlich ihre Runden. Zur Wahl stehen zwei Versionen, die sich in ihrer Größe unterscheiden.

www.gadgets.co.uk/item/FIREWINDER/Firewinder-Wind-Powered-Light.html

Leuchtender Schalthebelknauf

Sie suchen noch etwas Besonderes für Ihren vierrädrigen Untersatz? Wie wäre es mit einem von innen beleuchten Schalthebelknauf? Der „Crystal Neon LED Blue Gear Knob“, den wir bei einem Fahrzeug-Modding-Spezialisten fanden, leuchtet dezent in sanftem Hellblau. Der Hersteller ist überzeugt, dass der beleuchtete Knauf der Eintönigkeit ein Ende setzt und dem Schalten der Gänge eine neue Dimension verleiht. Der Strom für den Knauf kommt aus der Autosteckdose, dem Knauf liegen mehrere Adapter bei.



www.gear-knobs.co.uk/crystal-neon-blue-gear-knob-p-628.html

elekTERMINE

DEZEMBER

1. Bochum
TI Technology Day
Kostenfreie Veranstaltung von TI, mit zahlreichen technischen Vorträgen und Demonstrationen.
www.ti.com/techdays10-e

4. Seligenstadt
(bei Frankfurt am Main)
Elektor-Workshop „Grafische AVR-Programmierung mit Flowcode“
Die grafische Programmierung mit Flowcode und die modulare E-blocks-Hardware eignen sich bestens für Mikrocontroller-Einsteiger. Im Elektor-Seminar gibt es eine Starthilfe für einfache und komplexe Projekte.
www.elektor.de/avr-prog

8. Idstein (Hessen)
FTDI Vinculum II Workshop
In diesem Workshop zeigen die Experten des Distributors Glyn, wie sich USB mit dem Vinculum-II-Controller einfach implementieren lässt.
www.glyn.de/academy

9. - 10. Seligenstadt
(bei Frankfurt am Main)
Elektor-Seminar „PIC-Mikrocontroller-Programmierung in C“
In diesem 2-tägigen Kurs lernt man die Programmierung von PIC-Controllern in der Programmiersprache C kennen - in der bewährten Mischung aus Theorie und Praxis. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf C.
www.elektor.de/pic-prog

14. Ismaning (bei München)
Einführung in die MPLAB IDE
Praktische Übungen mit Microchips integrierter Entwicklungsumgebung MPLAB. Weitere Termine und andere Seminare von Microchip siehe Website!
<http://secure.microchip.com/RTCV2/ViewSeminarDetail.aspx?SeminarDetailID=2901>

14. - 15. München
Batterien im Fahrzeug
Funktionsprinzipien elektrochemischer Speichersysteme, Batteriemangement, Messverfahren und Sicherheit sind nur einige der

Themen dieses VDI-Seminars.
www.vdi-wissensforum.de/fileadmin/pdf/01SE009004.pdf

15. - 16. Düsseldorf
Toshiba Linux-Symposium
Veranstaltet von Toshiba und Distributor Glyn. Themenbereiche sind unter anderem Embedded-Linux-Grundlagen und die ARM9-kompatible Controllerserie TMPA900.
www.glyn.de/academy

JANUAR 2011

6. - 9. Las Vegas (USA)
Consumer Electronics Show
In Vegas sieht man Technik von morgen und übermorgen - eine Reise könnte sich lohnen!
www.cesweb.org

19. - 21. Nürnberg
Eltec
Regionalmesse mit den Schwerpunkten Elektro-Installation, Gebäude- und Beleuchtungstechnik, Solar und mehr.
www.eltec-online.de

27. - 28. Frankfurt am Main
Basiswissen Elektrotechnik für „Nichtelektriker“
Die Teilnehmer lernen erforderliche elektrotechnische Grundlagen kennen und sind nach dem Seminar in der Lage, Stromlaufpläne zu lesen.
www.vde.com/de/Veranstaltungen/VDE-Seminare/Seiten/AlleSeminare.aspx

FEBRUAR 2011

23. - 25. Seligenstadt
(bei Frankfurt am Main)
Elektor-Seminar „C-Programmierung für Mikrocontroller“
Das aus dem Fernlehrgang bekannte Team Bernd vom Berg und Peter Groppe führt in Vorträgen in die Mikrocontroller-Hardware und die Struktur der Programmiersprache C ein. Den Löwenanteil nehmen aber die praktischen Übungen ein, welche die Teilnehmer mit einem 8051er-Mikrocontrollerboard durchführen.
www.elektor.de/c-prog



**SPAR
OFFENSIVE**

Elektr. Heizkörperthermostat für intelligent gesteuerte Raumtemperatur

- vorprogrammiert, sofort betriebsbereit
- manuelle Bedienung jederzeit möglich
- autom. „Fenster-offen“-Erkennung

EHT CLASSIC PRO

14.95

bis zu 30%
Energie sparen!



Energiekosten- messgerät

Anzeige schon ab 0,2 W
– ideal zur Messung von
Standby-Verlusten!



KD 302

9.95

NEU!

Katalog 01|2011



Markenqualität - Top-Service - günstige Preise!

Katalog kostenlos!
Tagesaktuelle Preise:
www.reichelt.de

Energiesparlampe, R7s

Ersetzt Halogenstäbe z. B. in Baustrahlern

Reduzieren Sie den Stromverbrauch auf nur wenige Watt. Die geringe Wärmeentwicklung sorgt zusätzlich für erhöhte Sicherheit.

- 20 W (für Strahler 150/350/500 Watt etc.)
- Bauform: R7s/118 mm
- Spannung: 230 V~, 50 Hz



ISO 26500

9.95

Energiesparlampe, R7s, 24 Watt

- **dimmbar** – ideal für Deckenfluter
- ersetzt 50-W-Halogenstab
- max. 1500 lm



HEIT 19277

12.95

LED-Strahler, GU5,3

- 60 LEDs, 3,5 W, **dimmbar**
- Betrieb an 11...16VAC/DC
- auch an elektr. Trafos
- ersetzt Halogenstrahler (30 - 50 Watt)



GL GU5,3 80 60WW

14.90

E27-LED-Lampe

- 330 Lumen aus nur 8 Watt
- LED-Retrofit-Leuchtmittel im A60-Glühlampengehäuse
- Lebensdauer: bis zu 40.000 Stunden
- Lichtfarbe: warmweiß



EL E27 A60WW

29.95

GU10-LED-Strahler

- 180 Lumen aus nur 5 Watt
- LED-Retrofit-Leuchtmittel im GU10-Gehäuse
- Lebensdauer: bis zu 40.000 Stunden
- Lichtfarbe: warmweiß



EL GU10 30WW

19.95

Halbleitertester

- zur Prüfung von Halbleiterbauelementen
- autom. Bauelemente- und Anschluss-Erkennung



ATLAS DCA55

49.95

Digitaler Spannungs- und Durchgangsprüfer

- Drehfeldanzeige • Messstellenbeleuchtung
- Spannung: 6 - 690 V AC/750 V DC (LED/ LCD)
- Fi-Auflösung • Vibrationsalarm • IP64



DUSPOL DIGITAL

80.95

True-RMS-Tischmultimeter

- USB- und RS232C-Schnittstelle
- 5999 Counts

UNI-T.



UT 803

99.95

Digital-Speicher-Oszilloskop

- Sample Range: 500 MS/s
- Bandbreite: 40 MHz
- Anstiegszeit: < 87 ns

UNI-T.



UTD 2042 C

349.00

Grenzen überschreiten und neue Maßstäbe setzen – das gilt nicht nur für unser Produktportfolio, sondern auch einmal mehr für unsere Logistik.

Mindestbestellwert gesenkt!

Für Aufträge aus Deutschland, den EU-Ländern und der Schweiz beträgt der Mindestbestellwert jetzt nur noch 10,00 €.

Weitere Informationen unter:
<http://versandkosten.reichelt.de>

Wärmebildkamera

Eine kleine Revolution in Infrarot!

- erkennen versteckter Probleme, schnelle Schadensbeurteilung, Durchführung präventiver Inspektionen
- Überprüfung von Gebäuden auf feuchte und undichte Stellen
- keine Fokussierung notwendig (Focus Free ab 0,6 m)
- Speicherung von Bildern im JPEG-Format auf SD-Karte
- Temperaturbereich: -20 bis 250°C, therm. Empfindlichkeit: < 0,1°C

FLIR i5

1779.00



AKTIONSPREIS!

Netzer

Universal-Modul zur Netzwerkanbindung

Von Sven Schlender (D)

Eine Internet-Anbindung der eigenen Elektronik ist ein mächtiges Feature. Allerdings schrecken viele Entwickler vor der Komplexität dieser Herausforderung zurück. Mit dem „Netzer“ – bestehend aus einer kompakten Platine, einer freien Software-Bibliothek und einem sofort einsetzbaren μ C-Webserver – kommen dagegen auch Einsteiger zurecht. Und Fortgeschrittene freuen sich an Features wie SPI-Kommunikation, PoE und mehr!

Wer eigene Schaltungen und Geräte an ein Ethernet-Netzwerk anbinden will, muss sich um drei Dinge kümmern: Einen Ethernet-Anschluss, die entsprechende Softwarebibliothek („Stack“), welche für die verschiedenen Schichten des Protokolls zuständig ist, und schließlich die entsprechenden Funktionen in der Firmware. Wenn man von irgendwo auf der Welt Zustände der eigenen Schaltung abfragen will, muss ein kleiner Webserver her, der in einem Mikrocontroller läuft.

Für die ersten beiden Anforderungen werden auf dem Markt kompakte Module angeboten, mit denen man einen Mikrocontroller an ein Netzwerk anbinden kann, ohne sich um Protokoll-Details kümmern zu müssen. Allerdings dürfte die Programmierung gegen die entsprechende Bibliothek für Einsteiger immer noch eine bedeutende Hürde darstellen. Und Fortgeschrittene mag es kitzeln, an der Modul-Firmware ein wenig „herumzuschrauben“, um eigene Erweiterungen oder Änderungen einzubringen. Hier kommt eine Lösung, welche die Komplexität des nötigen Protokolls vor dem Anwendungsprogrammierer verbirgt, einfach erweiterbar ist und außerdem vielfältige Möglichkeiten bietet. Die Schaltung ist rund um einen PIC18-Controller von Microchip aufgebaut, der mit einem integrierten Ethernet-Transceiver ausgestattet ist. Die vom Hersteller frei erhältliche C-Softwarebibliothek zur Implementierung des TCP/IP-Stacks wurde vom Autor noch um einige Funktionen erweitert. Und schließlich gehört zu diesem Projekt noch ein Webserver, der auf dem Controller läuft und Zustände an den Pins signalisieren und ändern kann. In ein paar Minuten ist so ein kleines System aufgebaut, mit dem sich über das Internet schalten und walten lässt. Darüber hinaus lässt sich das Modul

aber auch als „Netzwerk-Modem“ für einen anderen Controller nutzen. Fortgeschrittene Features wie PoE und mehr runden das Ganze ab.

Neben der Platine und dem programmierten Controller wird von Elektor übrigens auch ein fertig bestücktes Modul angeboten (und dass die Software gratis von der Elektor-Website downloadbar ist, versteht sich von selbst).

Doch nun der Reihe nach!

Schaltung

Die Schaltung des Moduls ist in **Bild 1** zu sehen. Das Herz des Netzers ist ein PIC18F67J60 von Microchip. Dieses IC gehört zu einer Reihe von Mikrocontrollern des Herstellers, die einen 10Base-T-Ethernet-Transceiver beinhalten. Für die Anbindung an ein Netzwerk werden nicht mehr viele weitere Bauteile benötigt, nur ein wenig externe Beschaltung und eine Ethernetbuchse.

Die Ethernet-PICs benötigen eine Kernspannung von 2,5 V. Diese kann aus einer höheren Spannung (empfohlen sind 3,3 V) mit dem im PIC integrierten Spannungsregler erzeugt werden. Der ENVREG-Pin schaltet diesen Spannungsregler ein. Ein 10- μ F-Kondensator (C112) übernimmt dabei die Stabilisierung. Die Kondensatoren C101..C106 rings um den Controller sorgen für eine stabile Stromversorgung.

Der Prozessor wird extern mit einem 25-MHz-Quarz (Q101) getaktet, hieraus werden sowohl der Controller- als auch der Ethernet-Transceiver-Takt abgeleitet.

Zum Projekt gehört ein Bootloader, mit dem neue Firmware über das Ethernet aufgespielt werden kann. Die Löt pads MCLR, VCC, GND, PGD und PGC bilden die für Microchip-Controller typische ICSP-Schnittstelle, worüber der Controller alternativ pro-

grammiert werden kann. Die Schnittstelle wird dann benötigt, wenn Netzer nicht mehr auf Bootversuche reagiert oder wenn mittels Debugging ein Fehler gesucht werden muss. Zum Flashen und Debuggen über ICSP ist ein spezielles Programmiergerät (z.B. ICD2) nötig.

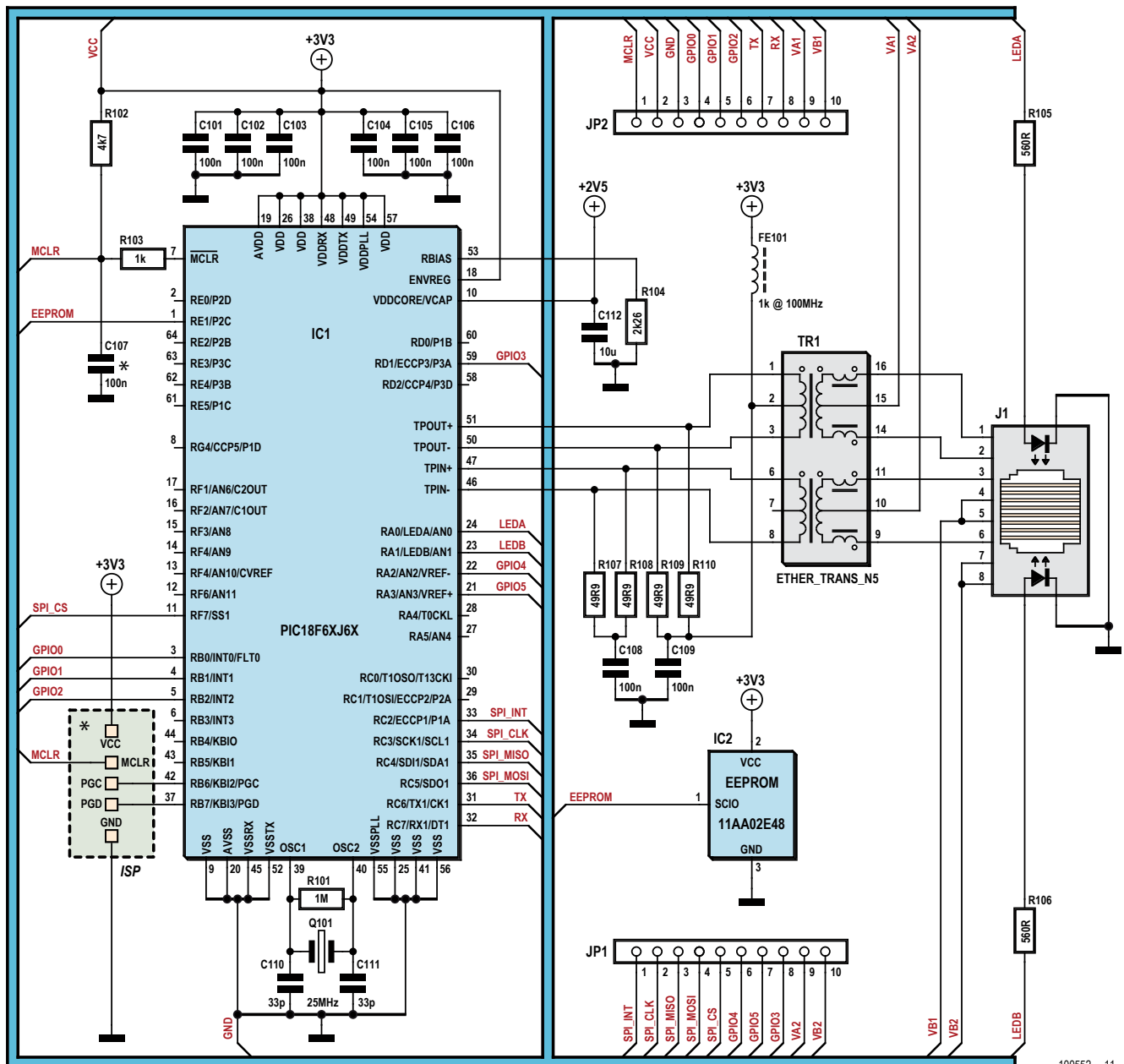
R102, R103 und C107 werden in Verbindung mit einem Reset benötigt. R102 ist ein Pullup, R103 und C107 filtern das Resetsignal und verhindern fälschlich generierte Resets. C107 sollte beim Flashen und Debuggen via ICSP entfernt werden, da sonst eventuell nicht auf den PIC zugegriffen werden kann.

Das EEPROM speichert Konfigurationsdaten. Außerdem beinhaltet es eine 48-bit-ID, die sogenannte MAC-Adresse, die für die Ethernetkommunikation verwendet wird. Das proprietäre Microchip-Protokoll UNI/O ermöglicht den Zugriff auf die Daten über nur eine Leitung.

Ethernet-Schnittstelle

Die vier Leitungen TPOUT+, TPOUT-, TPIN+ und TPIN- bilden die Verbindung zum Ethernet-Netzwerk. Die Leitungen werden über den Ethernet-Übertrager TR1 geführt, der die übrige Schaltung galvanisch vom eigentlichen Netzwerk entkoppelt. Hinter dem Übertrager schließt sich die RJ45-Buchse J1 an, an der Standard-Ethernetkabel angeschlossen werden können.

Eine Besonderheit des verwendeten Übertragers ist seine Konformität zum Standard 802.3af = Power-over-Ethernet (PoE). Bei PoE wird eine 48-V-Gleichspannung mittels eines Injectors in die Netzwerkleitung eingespeist. Ein Gerät (Powered Device - PD) kann dann über diese Gleichspannung versorgt werden. Nach dem PoE-Standard gibt es hierzu zwei Möglichkeiten:



100552 - 11

Bild 1. Schaltbild mit PIC-Controller, Übertrager und Netzwerkbuchse.

1. Benutzen der freien Adernpaare (an J1 sind das die Pinpaare 4 und 5 sowie 7 und 8),
2. Phantomspeisung über die belegten Adernpaare 1 und 2 sowie 3 und 4.
Beide Möglichkeiten muss ein PoE-konformes Gerät unterstützen. Für die Phantomspeisung ist ein spezieller Übertrager nötig, der an den netzwerkseitigen Spulen jeweils eine Mittelanzapfung besitzt, die nach außen geführt ist.
Um beide Möglichkeiten zu implementieren, müssen also insgesamt vier Leitungen

herausgeführt werden. Diese sind an die Steckverbinder JP1 und JP2 gelegt, welche die Nutzerschnittstelle des Netzers darstellen. Dort kann man zum Beispiel ein PoE-„Netzteil“ anschließen, das aus der 48-V-Gleichspannung die Betriebsspannung des Netzers generiert (siehe unten). Die Widerstände R107..R110 dienen der Signalanpassung. C108, C109 und FE101 minimieren auftretende Störungen an den Ethernetleitungen.
R104 ist ein BIAS-Widerstand, der dem

Ethernet-Transceiver einen ganz bestimmten Strom (deshalb auch der etwas krumme Wert) zur Verfügung stellt. Hiermit wird die Signalamplitude von TPOUT+/- eingestellt. Zwei LEDs sind in die Netzwerkbuchse integriert. LED1 dient der Anzeige eines vorhandenen Links (das heißt es besteht eine Verbindung zwischen Netzer und mindestens einem weiteren Netzteilnehmer). LED2 zeigt eine Netzaktivität an. Beide LEDs werden direkt durch den PIC angesteuert. R105 und R106 stellen den LED-Strom ein.

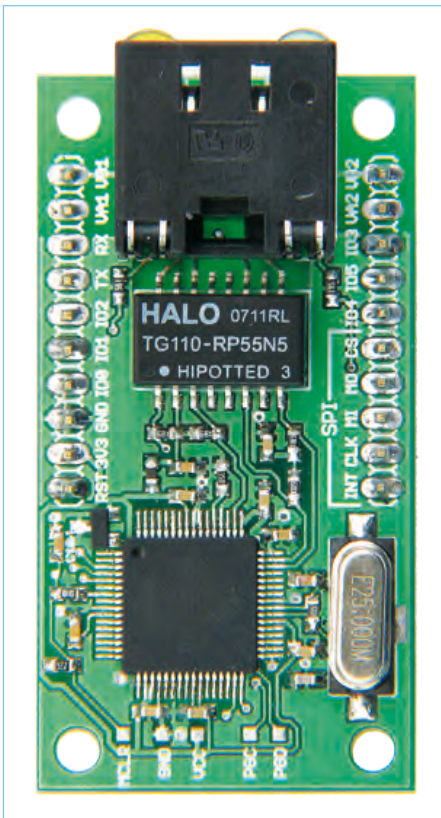


Bild 2. Die Platine ist auch fertig bestückt erhältlich.

Nutzerschnittstelle

Die Nutzerschnittstelle besteht aus zwei 10-poligen Pinleisten im Rastermaß 2,54 mm. Auf die Pinleisten sind einige Pins des Controllers, die Stromversorgung sowie die PoE-Leitungen geführt. Die beiden Pinleisten wurden auf der vom Autor entwickelten Platine (siehe **Bild 2**) zueinander ebenfalls im Abstand 2,54 mm angeordnet. Damit kann das Modul auf ein handelsübli-

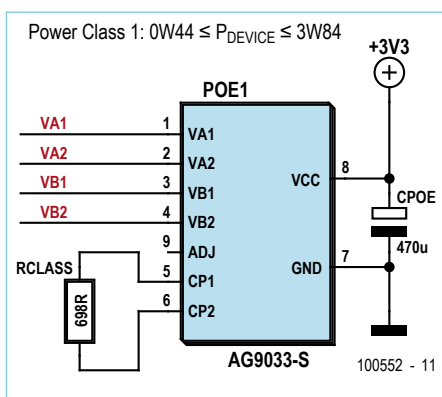


Bild 3. Mit Hilfe eines PoE-„Netzteils“ lässt sich die Betriebsspannung für das Netzer-Modul generieren.

ches Experimentierboard gesteckt werden. Die Pins VCC und GND dienen der Stromversorgung des Moduls. Die Spannung sollte zwischen 3,1 V und 3,6 V liegen.

Die Pins VA1, VA2, VB1 und VB2 ermöglichen den Betrieb eines Power-over-Ethernet-Moduls, umgangssprachlich auch als „PoE-Netzteil“ bezeichnet. Ein Beispiel ist die Ag9000-Reihe von SilverTelecom [2]. **Bild 3** zeigt eine beispielhafte Beschaltung für das Ag9033, welches aus der PoE-Gleichspannung die Betriebsspannung von 3,3 Volt generiert.

Mit dem löswirksamen MCLR-Pin kann Netzer zurückgesetzt werden. Außerdem startet er bei einem kurzen Impuls neu, wenn er zuvor heruntergefahren wurde.

Mit Hilfe der restlichen Pins kann man schalten (beziehungsweise Zustände abfragen) sowie mit anderer Elektronik kommunizieren (per UART oder SPI). Die Pins GPIO0 bis GPIO2 können jeweils als digitaler Ein- oder Ausgang konfiguriert werden. Konfigurierte Eingänge sind interruptfähig. Als Ausgang kann jeder der Pins bis zu 25 mA treiben (Sink oder Source). Der GPIO3-Pin lässt sich ebenfalls als digitaler Ein- oder Ausgang konfigurieren, er kann aber nur bis zu 8 mA treiben (Sink oder Source). In einer zukünftigen Softwareversion wird dieser Pin PWM-fähig sein.

GPIO4 und GPIO5 (wahlweise Ein- oder Ausgang) können bis zu 2 mA treiben (Sink oder Source). In einer zukünftigen Softwareversion soll man über diese Pins mit 10 bit Auflösung messen können.

Kommunikation

Über die Pins TX und RX wird ein UART realisiert. Es werden Baudraten bis zu 115200 Baud unterstützt. Alternativ lassen sich diese Pins jedoch ebenfalls als digitale Ein- oder Ausgänge konfigurieren. Als Ausgang können beide Pins je bis zu 25 mA treiben (Sink oder Source).

Die mit SPI_... bezeichneten Pins bilden eine SPI-Schnittstelle. Die Schnittstelle kann im Master- oder Slave-Modus betrieben werden. Je nach Modus erlangen die Pins verschiedene Bedeutungen:

1. Master-Modus: SPI_INT wird nicht verwendet, SPI_CLK ist der Ausgabetaktanschluss. SPI_MOSI ist der Datenausgang, SPI_MISO der Dateneingang. Der low-aktive

SPI_CS-Ausgang wird zum Selektieren des angeschlossenen Slaves verwendet.

2. Slave-Modus: SPI_INT wird verwendet, um anzuzeigen, dass ein Ereignis im Netzer aufgetreten ist, welches vom SPI-Master behandelt werden muss. SPI_CLK ist der Ausgabetaakteingang. SPI_MOSI ist der Datenausgang, SPI_MISO der Dateneingang. Der low-aktive SPI_CS-Eingang selektiert Netzer während der Kommunikation. Auch diese Pins sind alternativ als digitale Ein-/Ausgänge verwendbar. Mit Ausnahme von SPI_CS, der bis zu 2 mA treiben kann, können die Pins je bis zu 25 mA treiben (Sink oder Source).

In der nächsten Softwareversion soll über die beiden Pins SPI_MISO und SPI_CLK auch eine I2C-Schnittstelle realisiert werden. SPI_MISO entspricht dann der Datenleitung SDA und SPI_MOSI der Datenleitung SCL.

Software-Bibliothek

Ein Stack (zu Deutsch Stapel) ist eine Sammlung von Protokoll-Implementierungen und Treibern. Dabei werden die Softwaremodule schichtartig hierarchisch übereinander angeordnet (in Layern=Schichten). Ein Stapel beginnt am unteren Ende mit den hardwarenahen Treibern, die dafür sorgen, dass die Daten auf der Leitung landen. Oben endet der Stack mit einer einfachen Schnittstelle zum Datenaustausch.

Die Idee des Schichtenmodells ist, die einzelnen Layer relativ einfach austauschen zu können, so z.B. die hardwarenahen Treiber (in der Praxis gibt es aber gerade im Mikrocontrollerbereich eine starke Verflechtung des Stacks mit der Hardware). Weiterhin soll durch verschiedene Kniffe der Speicherverbrauch niedrig gehalten werden. Deswegen gibt es gerade für TCP/IP eine Unzahl von Implementierungen für die verschiedensten Controllerfamilien, nicht selten kostenlos und direkt vom Hersteller.

Die ersten Gehversuche mit TCP/IP auf PIC-Controllern machte der Autor mit einer Eigenentwicklung in Assembler. Nach einiger Zeit wurden Erweiterungen und die Wartung aber zu einer echten Qual, so dass eine andere Lösung her musste.

Microchip bietet für die PIC18-, PIC24-, dsPIC- und PIC32-Controller einen TCP/IP-Stack in ANSI C an. Er ist kostenlos und kann erweitert und geändert werden, solange

er auf ICs der Firma Microchip zum Einsatz kommt. Es ist eine umfangreiche Sammlung von Hardwaretreibern, Basisprotokollen (ARP, IP, TCP usw.) aber auch einigen wichtigen Anwendungsprotokollen wie HTTP und DHCP. Weiterhin ist das einfache Dateisystem MPFS enthalten, worüber auch eigene Webseiten eingebunden werden können. Beispielanwendungen, ein Bootloader, Tools und eine umfangreiche Dokumentation aller Stackfunktionen runden das Paket ab.

Diesen Stack hat der Autor für den Netzer noch einmal erweitert, dabei sind viele Erfahrungen aus einem anderen PIC-Projekt des Autors, dem Ethernet-Handregler „eWicht“ für Modelleisenbahnen [3], eingeflossen. So wurde zum Beispiel das DHCP-Modul um einen AutoIP-Mechanismus erweitert. Es wurde ein mDNS-Server eingebaut, mit dem Netzer auf sich selbst im Netz aufmerksam macht (siehe unten). Eingegebene Werte von der Webseite können auf Typ- und Wertbereiche geprüft werden, um Fehleingaben zu verhindern. Das im Hersteller-Stack enthaltene MPFS-Tool wurde um eine Huffman-Codierung erweitert, wobei eine Speicherplatzersparnis von bis zu 50 % erzielt wird.

Anwendungssoftware

Das Netzer-Modul verfügt über einen integrierten Bootloader. Damit kann jederzeit per Ethernet eine neue Softwareversion installiert werden, die von der Projektwebseite [1] in Form von Hex-Files heruntergeladen werden kann. Näheres findet man im Kasten „Bootloader“. Die eigentliche Anwendungssoftware für das Modul hat der Autor mit der MPLAB IDE entwickelt. Sie ist vollständig in ANSI C geschrieben und kann mit dem freien Microchip-Compiler C18 übersetzt werden. Die Anwendung besteht aus den Modulen Main, Web und Appl. Main wird direkt aus dem Bootloader angesprungen; zunächst werden der TCP/IP-Stack, der EEPROM-Treiber und das Appl-Modul initialisiert. Danach werden Appl und der TCP/IP-Stack abwechselnd in einer Endlosschleife abgearbeitet. Das Modul Web implementiert das Netzer-Webinterface (Webserver plus Webseiten). Nach Anforderung einer Webseite vom Client (Browser im PC) werden die entsprechenden Informationen aufbereitet. Nachdem vom Client ein ausgefülltes Webformular empfangen



Bild 4. Das Browser-Plugin „Bonjour“ scant das Netz nach Anbietern (linker Bildteil). So bekommt man Zugang zum Netzer, ohne seine aktuelle IP-Adresse zu kennen.

wurde, werden die Daten ausgewertet und an die entsprechenden Module weitergeleitet. Die meisten Daten werden im EEPROM abgelegt, stehen also nach dem Neustart wieder zur Verfügung.

Das Appl-Modul stellt die Hauptanwendung dar. Darin eingebettet sind drei weitere Module: Bootup, GPIO und Serial. Sie werden durch Appl initialisiert sowie zyklisch aufgerufen. Das Bootup-Modul sorgt

dafür, dass GPIO und Serial auf eine bestehende Netzwerkverbindung zugreifen können. Dazu gehört, dass eine IP-Adresse verfügbar und deren Eindeutigkeit im Netz sichergestellt ist.

Die Initialisierung sowie das Einlesen bzw. Ansteuern der I/O-Pins erfolgen im GPIO-Modul. Das Modul kommuniziert mit dem Netzer-Webinterface, was das Schalten und Auslesen der Pins über eine Webseite

Bootloader

Als Bootloader wird die im TCP/IP-Paket von Microchip enthaltene Variante für PIC18F97J60-Derivate verwendet. Darin enthalten ist eine auf minimale Platzanfordernisse optimierte Schnittstelle, bestehend aus ARP- und TFTP-Server. Weiterhin sind ein Hexfile-Parser und die entsprechenden Flashroutinen integriert, um den neuen Code in den Chip brennen zu können.

Es gibt zwei Möglichkeiten, auf den Bootloader zuzugreifen. Wenn in den Controller noch kein Anwendungs-Hexfile geladen wurde oder das geflashte Hexfile fehlerhaft ist, muss auf den Bootloader direkt zugegriffen werden. Bei einem „jungfräulichen“ Controller ist dies dauerhaft möglich. Falls bereits eine Anwendung geladen wurde, ist der Bootloader nur rund 2 Sekunden nach dem Anschalten aktiv. Der Bootloader lässt sich über die fixe IP-Adresse 192.168.97.60 (MAC: 00-04-A3-00-00-00) erreichen. Einem PC muss dafür eine IP-Adresse im gleichen Subnetz zugewiesen werden (z.B. 192.168.97.61), sonst schlägt der Upload fehl. Geflasht wird einfach durch das Senden des Hexfiles per TFTP.

Soll im laufenden Betrieb ein neues Hexfile aufgespielt werden, führt man einfach einen TFTP-Upload an die aktuelle Netzer-IP aus. Automatisch wird dann der Bootloader aktiv und startet den Flashvorgang (die laufende Anwendung muss hierzu mit einem Reboot-Modul ausgestattet sein, das Teil des Microchip-TCP/IP-Stacks ist).

TFTP-Clients sind in allen gängigen Betriebssystemen enthalten. Ein Aufruf des Clients unter Windows sieht so aus:

```
tftp 192.168.97.60 put "Netzer.hex"
```

Nach einiger Zeit sollte eine solche Meldung erscheinen:

Übertragung erfolgreich: 203557 Bytes in 8 Sekunden, 25444 Bytes/s

Netzer startet danach automatisch neu und die neue Version ist installiert.



Bild 5. Startseite der Netzer-Webanwendung. Der Knopf „Blinken“ hilft, wenn man gleich mehrere Module einsetzt.



Bild 6. In diesem Webformular werden unter anderem die Ports eingestellt, auf denen Netzer auf Anfragen lauscht.



Bild 7. Die Radiobuttons zeigen den Zustand an den Pins.

ermöglicht. Die Möglichkeit zur manuellen Bedienung ist aber noch nicht alles. Auf einem (durch das Webinterface konfigurierbaren) Port wird eine Art Webserver („GPIO-Dienst“) gestartet. Ein anderer

Netzwerkteilnehmer (etwa ein Gerät) kann die Pins dann über ein einfaches Protokoll steuern oder einlesen (siehe unten).

Wie schon angesprochen, bietet „Netzer“ eine Reihe serieller Schnittstellen. Hierüber können Daten eingelesen und über einen separaten TCP-Kanal an das Netzwerk übermittelt werden, genauso funktioniert es auch in anderer Richtung (näheres im nächsten Abschnitt). Die Initialisierung und das Handling erfolgen im Modul („Serial“). Für die Kommunikation ist ein weiterer Dienst (Serial-Server) zuständig, der auf einem konfigurierbaren Port auf Anfragen und Daten lauscht.

Netzer im Einsatz

Für erste Experimente wird ein gekreuztes Patchkabel benötigt, das zwischen dem Netzer-Modul und einem PC angeschlossen wird. Ist die Stromversorgung angeklemmt, startet das Anwendungsprogramm, was an der leuchtenden Link-LED und der in unregelmäßigen Abständen leuchtenden Netzaktivitäts-LED zu erkennen ist. Netzer wird zunächst versuchen, eine IP-Adresse anzufordern. Dies geschieht als Voreinstellung per DHCP oder, falls kein DHCP-Server gefunden wird, per AutoIP. Falls in dieser Phase ein Netzwerkfehler auftritt, blinkt die Link-LED schnell.

Woher aber wissen, was Netzer nun für eine IP hat? Eine schöne Lösung hierfür ist Bonjour [4], ein von Apple entwickeltes Programm, das es inzwischen aber auch für Windows gibt (meist als Browser-Plugin installiert, zum Beispiel für den Firefox [5]).

Auf dem Netzer-Modul läuft ein mDNS-Dienst, der den Netzer-Webserver im Netz „anpreist“. Bonjour scannt das Netz nach solchen Diensten und stellt sie im Browser dar (siehe Bild 4, linker Teil des Screenshots). Ein Klick genügt, und der ent-

sprechende Webserver antwortet mit dem Versand der Start-Webseite. Die Kenntnis der IP-Adresse ist dafür nicht nötig.

Der Netzer-Webserver kann verschiedene Webseiten versenden. Die erste Seite liefert Informationen zum Gerät selbst (Version, IP-Daten, Netzwerkname usw.). Außerdem ist hier per Knopfdruck ein Neustart, Herunterfahren oder das Zurücksetzen der Einstellungen möglich (Bild 5).

Unter dem Menüpunkt „Allgemein“ lässt sich unter anderem der Modus auswählen, in dem das Modul arbeiten soll (Bild 6).

GPIO-Modus

Im GPIO-Modus sind die oben erwähnten Pins per Webseite als Aus- oder Eingänge konfigurierbar. Die Grundeinstellung aller Pins ist „Eingang“. Offene Pins sollten geschützt werden. Das kann durch Pullup- oder Pulldown-Widerstände oder die Konfiguration als Ausgang erreicht werden. Nach dem Laden der GPIO-Webseite zeigen die Radiobuttons den am Pin abgelesenen Zustand (siehe Bild 7). Nach dem Absenden des Formulars werden die Werte an das GPIO-Modul übertragen. Wahlweise können für Ausgänge Startwerte im EEPROM hinterlegt werden.

Unabhängig vom gerade gewählten Modus ist der oben erwähnte GPIO-Server aktiv, mit dem sich andere Netzteilnehmer verbinden können. Das Protokoll ist einfach und textbasiert. Als Verbindungswerkzeug kann z.B. Hyperterminal dienen (Verbindung über WinSock, Netzwerkname oder IP-Adresse als Host, Port wie konfiguriert). Auf der GPIO-Webseite ist für jeden Pin eine ID angegeben. Die Übermittlung erfolgt in der Form ID=Wert, die Kommandos werden immer durch ein Zeichen im Bereich 0x00...0x20 abgeschlossen. Der Wert kann 0, 1 oder ? sein, wobei das Fragezeichen eine Anfrage darstellt. Anfragen und Kommandos werden vom Server mit ID=0 oder ID=1 beantwortet. Die spezielle Joker-ID ‚x‘ dient dazu, alle GPIOs mit einem Kommando beschreiben bzw. lesen zu können. Das Kommando x=? liefert eine Antwort der Form x=1234. Der Wert „1234“ ist hexadezimal und die Bits sind entsprechend der ID von rechts nach links zu interpretieren. Analog dazu funktioniert das Schreiben.

Serielle Modi

Im UART-Modus werden die beiden Leitungen TX und RX als asynchrone serielle Schnittstelle verwendet (sie stehen dem GPIO-Modul dann nicht zur Verfügung, es kann jedoch weiterhin von beiden Leitungen gelesen werden). Die Baudrate ist auf der Webseite einstellbar, die man unter dem Menüpunkt „Seriell“ erreicht (**Bild 8**). Die asynchrone Schnittstelle kann zum Anschluss von Geräten mit einem RS232-Interface dienen (Pegelanpassung ist natürlich nötig).

In diesem Modus ist der Serial-Server aktiv. Auf dem entsprechenden Port lassen sich Zeichen an Netzer übertragen, die er an der seriellen Schnittstelle im Format 8N1 ausgibt. Umgekehrt werden Zeichen an den Netzwerkteilnehmer gesendet, wenn Netzer Daten über die serielle Schnittstelle empfängt.

Über SPI lassen sich serielle Speicherbausteine, Displays und vieles mehr anschließen.

Nach dem Verbindungsaufbau mit dem Serial-Server können Daten per TCP/IP an Netzer versendet werden. Netzer agiert in diesem Modus als SPI-Master, d.h. die SPI-Kommunikation wird von ihm ausgelöst. Sobald Daten im Netzer eintreffen, aktiviert er SPI_CS (d.h. zieht die Leitung auf ‚0‘). Danach schiebt er bitweise an SPI_MOSI die Daten hinaus (den Takt gibt er an SPI_CLK aus). Daten eines angeschlossenen Slaves werden an SPI_MISO erwartet und mit demselben Takt wieder eingelesen. Eingelesene Bytes werden direkt per TCP/IP versendet. Das Nullbyte im Datenstrom zeigt das Datenende an. Sobald Netzer ein Datenende-Byte über TCP/IP empfängt, deaktiviert er SPI_CS (d.h. zieht die Leitung auf ‚1‘). Das Nullbyte selbst wird nicht mehr über SPI gesendet.

Sollen tatsächlich Nullbytes an den SPI-Slave gesendet werden, wird ein Backslash (‚\‘) vorangestellt. Backslashes selbst werden durch den Doppelbackslash übertragen. Bei den Daten vom Slave wird keine spezielle Codierung des Nullbytes durchgeführt.

Auf der entsprechenden Webseite lässt sich neben der Taktfrequenz (650 Kbit/s, 2,4 Mbit und 10 Mbit) auch die Polarität des SPI-Taktes festlegen (**Bild 9**).

Im SPI-Slave-Modus steht Netzer einem weiteren Mikrocontroller als Modem zu Diensten. Aktiv kann dieser Controller mit Hilfe des Netzer-Moduls eine TCP/IP-Verbindung auf- und abbauen (als Client oder Server) sowie Daten empfangen und senden.

Für diesen Modus war die Konzeption eines kleinen Protokolls nötig. Näheres hierzu findet man im Extra-Dokument, das von der Elektor-Website downloadbar ist.

(100552)

Weblinks

- [1] www.elektor.de/100552
- [2] www.silvertel.com/
- [3] www.mobacon.de/eWicht
- [4] http://de.wikipedia.org/wiki/Bonjour_%28Apple%29
- [5] www.bonjourfoxy.net

Weitergehende Ideen und Anfragen

- Funktionserweiterungen
- Anpassungen des Formats und Inhalts der Webseiten

Stückliste

Widerstände (0603):

R101 = 1 M
R102 = 4k7
R103 = 1 k
R104 = 2k26
R105,R106 = 560 Ω
R107..R110 = 49Ω9 (1%)

Kondensatoren (0603):

C101..C109 = 100 n
C110,C111 = 33 p
C112 = 10 μ

Induktivitäten (0603):

FE101 = 1 k @ 100 MHz (z.B. Murata BLM18TG102; z.B. Farnell 1115051)

Halbleiter:

IC1 = PIC18F67J60 (TQFP64), programmiert erhältlich 100552-41 [1]



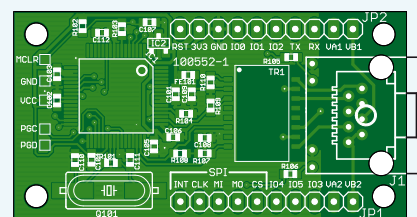
Bild 8. Einstellung der UART-Baudrate.



Bild 9. Die SPI-Einstellungen findet man ebenfalls unter dem Menüpunkt „Seriell“.

- Spezielle Lösungen für Steuer- und Regelaufgaben

Anfragen an den Autor und Entwickler unter: schlender@mobacon.de



IC2 = 11AA02E48 (SOT23)
TR1 = Übertrager 10/100Base-TX Halo N5 (SMD), PoE nach IEEE 802.3af

Außerdem:

J1 = 8+2+2 pol. RJ45-Buchse, 2 integrierte LEDs

JP1,JP2 = 1x10 Stiftleiste (RM 2,54 mm)

Q101 = SMD-Quarz 25 MHz HC49UP

Platine 100552-41 [1]

oder:

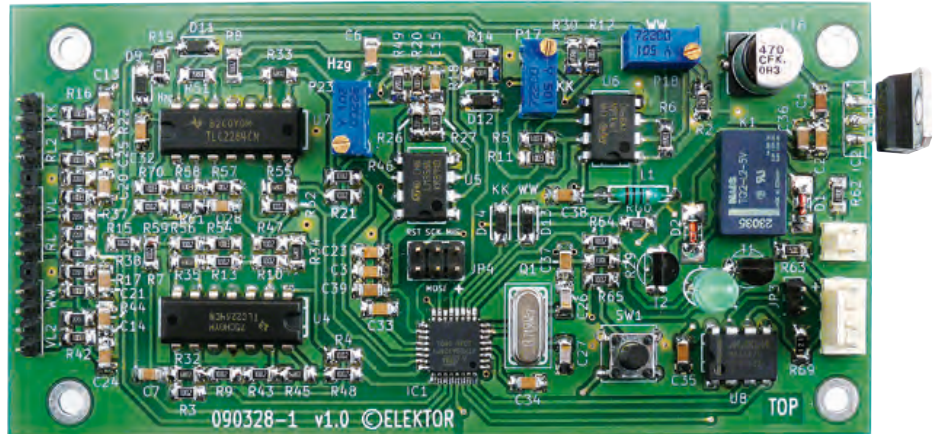
Netzer-Modul 100552-91 fertig bestückt und getestet [1]

Heizungs-Wärmemesser

Nachrüstlösung für Sparfüchse

Von Falko Bilz (D)

Wie viele Kilowattstunden die eigene Heizung geliefert hat, erfährt man in der Regel nur aus der Abrechnung. Doch welche Wärmeenergie liefert die Heizung tatsächlich? Unsere clevere Leserschaltung misst die aktuelle Wärmeleistung – und kommt dabei ganz ohne Eingriffe in die Heizanlage aus. Darüber hinaus ist auch eine Steuerung für die Warmwasser-Zirkulationspumpe integriert. Das freut die Umwelt und den Geldbeutel!



Die jährliche Heizkostenabrechnung sorgt mitunter für Überraschungen: Trotz sparsamen Heizens ist einmal wieder ein schönes Sümmchen an Kilowattstunden zusammengekommen. Dieser Artikel beschreibt eine relativ einfache Möglichkeit, die Werte zu überprüfen – und das nahezu kontinuierlich. Um die von der Heizung bereitgestellte Wärmeleistung zu bestimmen, genügen vier Temperatursensoren mit Beschaltung sowie ein Mikrocontroller.

Ein Eingriff in die elektrischen und hydraulischen Komponenten der bestehenden Anlage ist nicht erforderlich.

Etwas Theorie

Wie viele Leser sicher noch aus dem Physikunterricht wissen, kann man die Wärmemenge, die beispielsweise Wasser zugeführt wird, leicht berechnen: Sie ist gleich dem Produkt aus der Temperaturänderung ΔT , dem Volumen V des Mediums sowie seiner sogenannten spezifischen Wärmekapazität C_V . Die Wärmeleistung P , also die pro Zeiteinheit Δt zugeführte Energie, ist somit

$$P = \Delta T \cdot C_V \cdot V / \Delta t$$

wobei man bei einem fließenden Medium $V / \Delta t$ als Volumenfluss interpretieren kann.

Dieser Wert lässt sich direkt aus der Fließgeschwindigkeit v des Mediums und dem Rohrrinnendurchmesser r berechnen. Die Temperaturänderung ΔT ist bei einer Zentralheizung nichts anderes als die Temperaturdifferenz von Vor- und Rücklauf. Man erhält daher:

$$P = T_{\text{VORLAUF}} - T_{\text{RÜCKLAUF}} \cdot C_V \cdot v \cdot \pi \cdot r^2$$

Die Bestimmung der Temperaturen ist mit entsprechenden Sensoren auf einfache Weise möglich. Zur Messung der Fließgeschwindigkeit gibt es Durchflussmesser;

allerdings ist deren Einbau immer mit einem Anbohren bzw. Auftrennen der Leitungen verbunden.

Messprinzip

Hier wird die Fließgeschwindigkeit anders bestimmt. Dabei machen wir uns zunutze, dass die Vor- und die Rücklauftemperatur ständig zumindest um ein bis zwei Grad schwanken, was der Regelung zuzuschreiben ist. Wenn man an der Vorlauf- und der Rücklaufleitung jeweils zwei Temperatursensoren im Abstand von einigen Metern anbringt, kann man aus dem Zeitversatz

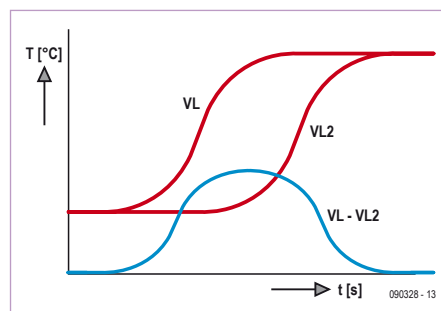


Bild 1. Die Werte zweier Temperatursensoren, die mit etwas Abstand zueinander an die Vorlaufleitung montiert wurden.

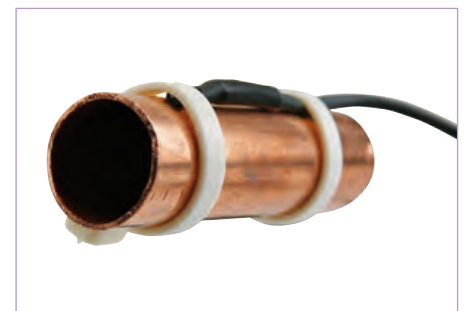


Bild 2. Die Sensoren lassen sich zum Beispiel mit Kabelbindern an den Heizungsrohren befestigen.

der Schwankungen die Fließgeschwindigkeit bestimmen.

Bild 1 verdeutlicht das Messprinzip am Beispiel einer Temperaturerhöhung. Da das Wasser nur mit einigen Metern pro Sekunde durch das Rohr strömt, erwärmt sich Sensor „VL2“ etwas später als der näher an der Heiztherme angeordnete Sensor „VL“.

Die entsprechenden Temperaturwerte werden von einem Mikrocontroller ATmega kontinuierlich erfasst. Durch eine sogenannte Korrelation, bei der die Kurven der Vorlauftemperaturen in der Auswertesoftware solange „übereinander geschoben“ werden, bis sich diese nahezu decken, kann der Laufzeitunterschied ermittelt werden. Die Rücklauftemperaturen werden ebenfalls korreliert; im Idealfall erhält man für den Vor- sowie den Rücklauf gleiche Zeitdifferenzen.

Um die Empfindlichkeit der Schaltung noch weiter zu erhöhen, werden zusätzlich die Sensorwerte am Rücklauf analog subtrahiert und (nochmals) verstärkt. Dieses Differenzsignal wird ebenfalls zeitlich aufgenommen. Die Fläche unter der Differenzsignal-kurve ist ein Maß für den zeitlichen Versatz der Temperaturschwankungen.

Die Temperatursensoren (siehe auch den Kasten „Sensoren“) kann man zum Beispiel mit Kabelbindern an den Heizungsrohren

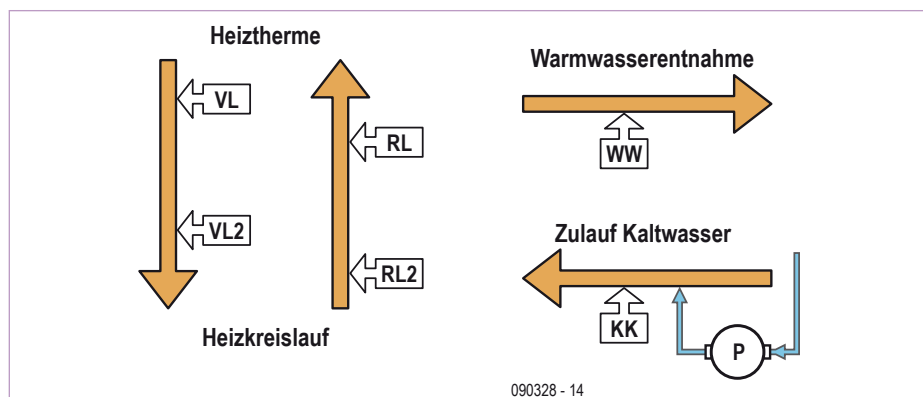


Bild 3. Hier werden die Sensoren angebracht.

befestigen (siehe **Bild 2**). Etwas Wärmeleitpaste zwischen Sensor und Heizungsrohr verbessert die Messgenauigkeit. Das System lässt sich bei einem Umzug somit wieder rückstandsfrei deinstallieren!

Warmwasser bitte

Wird Warmwasser für den Wasserhahn von der Heiztherme bereitgestellt, so sind dafür andere Rohrleitungen zuständig. Die vom Autor entwickelte Platine bringt zu diesem Zweck Eingänge für weitere Temperatursensoren mit. Darüber hinaus wurde ein Schaltausgang für ein Relais integriert, das eine Zirkulationspumpe steuern kann.

Damit lässt sich unter Umständen eine Menge Geld und CO₂ einsparen. In vielen Installationen zirkuliert nämlich ständig warmes Wasser durch entsprechende Rohre, so dass an den Wasserhähnen sofort Warmwasser entnommen werden kann.

Das kostet Pumpenstrom, darüber hinaus geht Energie durch die Rohrwände verloren. Hier hilft die Schaltung des Autors, welche die Zirkulationspumpe nur für eine kurze Zeit anschaltet, nachdem der Warmwasserhahn aufgedreht wurde. Detektiert wird das über die Temperaturänderung an der Warmwasser- und Kaltwasserzuleitung. **Bild 3** zeigt, wo die sechs Temperatursensoren angebracht werden. Bedingung ist, dass sich zwischen den zwei Sensoren VL und VL2 im Vorlauf keine aktiven Abzweigungen befinden, das gleiche gilt natürlich auch für RL und RL2. Während der Messung verschlossene Dreiwegventile zwischen den Sensorpunkten sind dagegen unproblematisch.

Schaltung

Die Schaltung (siehe **Bild 4**) ist am einfachsten zu verstehen, wenn man den Signalweg

Sensoren

Die Temperatursensoren sollten eine möglichst kleine Zeitkonstante haben, um die Temperaturänderungen an der Außenseite der Heizungsrohre möglichst unverfälscht aufzunehmen. In der Tabelle sind mögliche Sensortypen aufgelistet. Die Zeitkonstante bezieht sich auf einen guten thermischen Kontakt und gibt die Zeit an, in der 63 % der Temperaturänderung vom Sensor gemessen werden.

Typ	Zeitkonstante	Bauform
KT130, KT230	1 s	SOT-23
KTY13, KTY23	1 s	SOT-23
KT110, KT210	1,5 s	TO92-mini
KTY11, KTY21	1,5 s	TO92-mini
KTY 81-210	3 s	TO92



Der Widerstandswert der Sensoren sollte möglichst hoch sein. Dadurch kann der damit aufgebaute Spannungsteiler hochohmiger ausgelegt werden und die Sensoren haben eine geringere Eigenerwärmung. Die aufgelisteten Typen haben alle etwa 2 kΩ bei 25 °C. Zudem sind diese preiswerter als beispielsweise Platinsensoren vom Typ PT2000. Die Langzeitstabilität, auf die es bei der vorliegenden Schaltung ankommt, ist dabei vergleichbar.

Die Nachteile der nichtlinearen Kennlinie von Siliziumsensoren sowie der absoluten Ungenauigkeit von bis zu 3 % können mit einer einmaligen Kalibrierung umgangen werden. Auch alle anderen konstanten Fehlereinflüsse der Schaltung verschwinden nach der Kalibrierung.

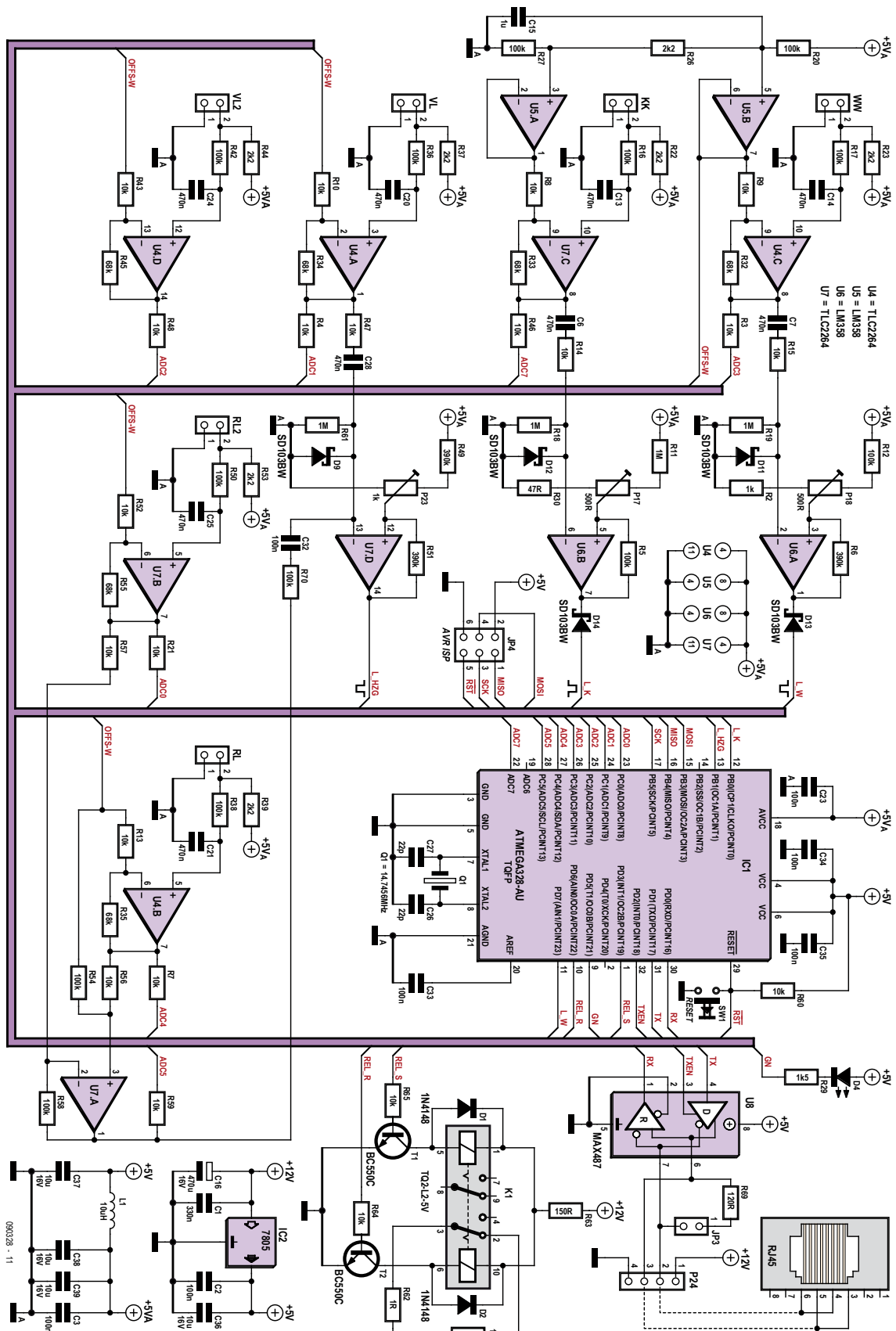


Bild 4. Das Schaltbild. Die Opamps werden als Komparatoren, Impedanzwandler und Subtrahierer eingesetzt.

verfolgt. Am Beginn der Signalkette stehen die angeschlossenen PTCs auf Siliziumbasis. Diese verändern ihren Widerstand um etwa 0,7 bis 0,8 % pro Kelvin Temperaturänderung. Beispiel: Bei 5 °C hat ein KT110 etwa 1,7 k Ω und bei 70 °C sind es rund 2,8 k Ω . Der Sensor für die Vorlauftemperatur (VL) bildet zusammen mit R37 einen Spannungsteiler. Es folgt mit R36 und C20 ein einfacher Tiefpass, um Brummeinstreuungen auszufiltern. Die Sensorspannung wird durch U4A etwa um den Faktor 8 verstärkt. Bei dem verwendeten TLC2264 handelt es sich um einen Rail2Rail-Typ, so dass die Ausgangsspannung nahezu den kompletten Bereich der Versorgungsspannung annehmen kann. Da auch der volle Aussteuerbereich genutzt wird, erhöht sich damit die absolute Messgenauigkeit. U4A benötigt natürlich noch eine Referenzspannung am invertierenden Eingang. Diese wird durch R20, R26 und R27 erzeugt. Um den Spannungsteiler nur hochohmig zu belasten, arbeitet U5B als Impedanzwandler. Die Eingangsstufen für die weiteren Temperatursensoren sind vergleichbar aufgebaut. Die Schaltung ist so dimensioniert, dass für fünf der Sensoren der Messbereich etwa 8 bis 76 °C beträgt. Für den sechsten Sensor (KK), der an die kalte Frischwasserleitung angeschlossen wird, ist die Referenzspannung etwas geringer; diese wird von U5A gepuffert. Der dort erfasste Temperaturbereich liegt bei etwa 2 bis 70 °C. Die analogen Spannungswerte werden vom A/D-Wandler des ATmega328 aufgenommen. Dessen Referenzspannung ist intern auf AVCC gelegt. Somit stehen alle Analogwerte im direkten Verhältnis zur Versorgungsspannung. Diese muss deshalb auch nicht aufwändig stabilisiert werden. Wer mehr zu möglichen Einflüssen auf die Messgenauigkeit wissen möchte, kann dazu im Downloadfile zu diesem Projekt [1] eine Berechnungstabelle finden. Die Sensorwerte „RL“ und „RL2“ werden zusätzlich mit U7A voneinander subtrahiert und das Differenzsignal nochmals um den Faktor 10 verstärkt. Damit können Temperaturdifferenzen ab etwa 10 mK gemessen werden. Der Opamp U7D ist als Komparator geschaltet und löst über Port PB1 einen Interrupt im ATmega aus, sobald die Vorlauftemperatur ansteigt. Hierzu bilden C28 und R61 einen Hochpass, der quasi nur Spannungsw

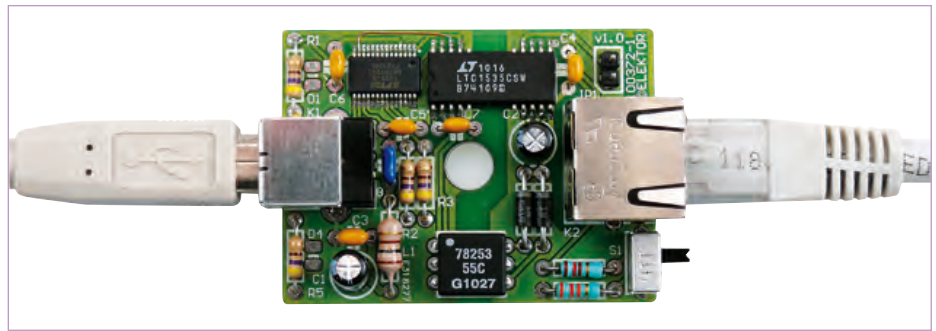


Bild 5. Über den ebenfalls in diesem Heft vorgestellten USB/RS485-Adapter lässt sich die Schaltung an einen PC anschließen, die Umrüstung auf Halbduplex-Betrieb findet man im „Labcenter“ in der Heftmitte.

änderungen weiterleitet. R47 ist für einen stabilen Betrieb von U4A bei kapazitiver Last erforderlich. Die Schottkydiode D9 verhindert eine unzulässige negative Eingangsspannung an U7D, wenn die Schaltung von der Spannungsversorgung getrennt wird. Für die Warm- und die Kalt-Frischwassersensoren sind mit U6A und U6B ebenfalls Komparatoren aufgebaut. Die maximale Ausgangsspannung der verwendeten preiswerten Opamps vom Typ LM358 liegt stets etwa 1,5 V unterhalb der Versorgungsspannung. Über D13 bzw. D14 können diese die Portpins PD7 bzw. PB0 auf etwa 0,8 V legen, was einem Low-Pegel entspricht. Für den High-Pegel sind interne Pull-Ups im Controller zuständig. Ergebnis dieses Aufwands: Der Mikrocontroller muss nicht permanent die Spannungswerte abtasten, sondern nur, wenn es „interessant“ wird. Die meiste Zeit kann sich der ATmega also im Powerdown-Modus befinden. Und da in dieser Zeit auch keine Oszillatoren arbeiten, ergeben sich auch Vorteile bei der EMV. Das bistabile Relais K1 wird über T1 und T2 geschaltet. Es ist allerdings nur für geringe Spannungen und Ströme zugelassen. Wer eine Zirkulationspumpe schalten möchte, benötigt dafür einen geeigneten Schütz, der dann wiederum von K1 angesteuert wird. Bei Schaltungen mit Netzspannung sind natürlich die bekannten Sicherheitsvorschriften zu beachten. Die vorliegende Schaltung darf niemals unmittelbar mit der Netzspannung in Berührung kommen!

PC-Anschluss

Da die Schaltung keine eigene Anzeigeeinheit hat, liefert sie ihre Messergebnisse über einen RS485-Bus an einen PC. Darüber hinaus lassen sich auch Funktionen vom PC aus steuern. Die Umsetzung der TTL-Pegel der Send- und Empfangsleitung vom UART im ATmega auf das differentielle RS485-Signal über-

nimmt U8. Da der Bus den Anschluss mehrerer (gleichberechtigter) Sender erlaubt, muss der Sendemodus aktiv über Pin 3 von U8 ausgewählt werden. Arbeitet die Schaltung an einem Ende des RS485-Busses, so ist JP3 zu stecken. Der Abschluss einer verdrehten 2-Drahtleitung erfolgt dann impedanzgerecht mit 120 Ω . Der Vorteil des RS485-Bussystems liegt in seiner Robustheit und Störfestigkeit. Eine (möglichst geschirmte) 2-Draht-Leitung genügt bereits, um Entfernungen bis zu 1 km bei einer Datenrate von 1 kBaud zu überbrücken.

Zum Anschluss an einen PC über USB lässt sich zum Beispiel der RS485/USB-Adapter nutzen, den wir im Embedded-Special dieses Heftes vorstellen (siehe Bild 5). Im „Labcenter“ in diesem Heft ist beschrieben, wie der Adapter auf einfache Weise für den benötigten Halbduplex-Betrieb umzurüsten ist. Mehr Infos zum RS485/USB-Adapter finden sich unter [2].

Der ATmega wird über JP4 programmiert und kann, wenn ein ICE-MK2, AVR-Dragon o.ä. zur Verfügung steht, über diesen Anschluss auch debuggt werden. JP4 hat aber noch eine zweite Funktion: Hier lassen sich ein oder mehrere digitale Temperatursensoren vom Typ DS18B20 anschließen. Zum Abgleich der Sensoren und der Schaltung bieten sich diese vom Hersteller vorkalibrierten Sensoren (mit einer absoluten Ungenauigkeit von $\pm 0,5$ °C) geradezu an. Zur Bestimmung der Fließgeschwindigkeit sind diese Sensoren mit einer Messzeit von etwa 700 ms allerdings zu träge.

Aufbau und Inbetriebnahme

Bild 6 zeigt den Bestückungsplan (die Platinenmasken sind von der Elektor-Website [1] downloadbar). Die Bauteile werden nach der bekannten Regel „von unten nach oben“ (also erst sind die flachen und anschließend die höheren Bauteile an der Reihe) aufgelötet.

Stückliste

Widerstände (alle 1206):

R2 = 1 k
 R3, R4, R7, R8, R9, R10, R13, R14, R15, R21, R43, R46, R47, R48, R52, R56, R57, R59, R60, R64, R65 = 10 k
 R5, R12, R16, R17, R20, R27, R36, R38, R42, R50, R54, R58, R70 = 100 k
 R6, R49, R51 = 390 k
 R11, R18, R19, R61 = 1 M
 R22, R23, R26, R37, R39, R44, R53 = 2 k
 R29 = 1 k Ω
 R30 = 47 Ω
 R32, R33, R34, R35, R45, R55 = 68 k
 R62 = 1 Ω
 R63 = 150 Ω
 R69 = 120 Ω
 P17, P18 = 500 Ω (Trimmer 64Y)
 P23 = 1 k (Trimmer 64Y)

Kondensatoren (1206 außer C16):

C1 = 330 n
 C2, C3, C23, C32, C33, C34, C35 = 100 n
 C6, C7, C13, C14, C20, C21, C25, C24, C28 = 470 n
 C15 = 1 μ
 C16 = 470 μ / 16 V
 C26, C27 = 22 p
 C36, C37, C38, C39 = 10 μ / 16 V

Induktivitäten:

L1 = 10 μ H

Halbleiter:

U4, U7 = TLC2264 (DIP14)
 U5, U6 = LM358 (DIP8)
 U8 = MAX487 ECPA (DIP8)
 IC1 = ATmega328-20AU (TQFP32-08), programmiert erhältlich (090328-41) [1]

IC2 = 7805 (TO220)
 T1, T2 = BC550C (TO92-EBC)
 D1, D2 = 1N4148 (SOD106-R)
 VL, VL2, RL, RL2, WW, KK = KT110, KT210, KTY11, KTY21, KT130, KT230, KTY13 oder KTY23 (SOD23 bzw. TO92-mini)
 D4 = LED (5 mm)
 D9, D11, D12, D13, D14 = SD103BW (DO-214BA)

Außerdem:

Q1 = Quarz 14,7456 MHz (HC49U-S)
 K1 = Relais bistabil (TQ2-L2-12V)
 SW1 = Mikrotaster (RM 5 mm)
 JP4 = Stiftleiste 2x3-polig (RM 2,54 mm)

JP3 = Jumper (RM 2,54 mm)
 P24 = Stiftleiste und Steckergehäuse 4-polig (RM 2,54 mm)
 P25 = Stiftleiste und Steckergehäuse 2-polig (RM 2,54 mm)
 VL, VL2, RL, RL2, WW, KK = Stiftleiste und Steckergehäuse 14-polig, vergoldet (RM 2,54 mm)
 Mikrofonkabel = ML108 (1x0,08 mm)
 Schrumpfschlauch (1,6 mm und 3,2 mm)
 G1 = Alu-Gehäuse Teko B4 (143x72x43 mm)
 Abstandshalter (M3)
 Muttern (M3)
 LED-Clip (5 mm)
 Platine 090328-1 [1]

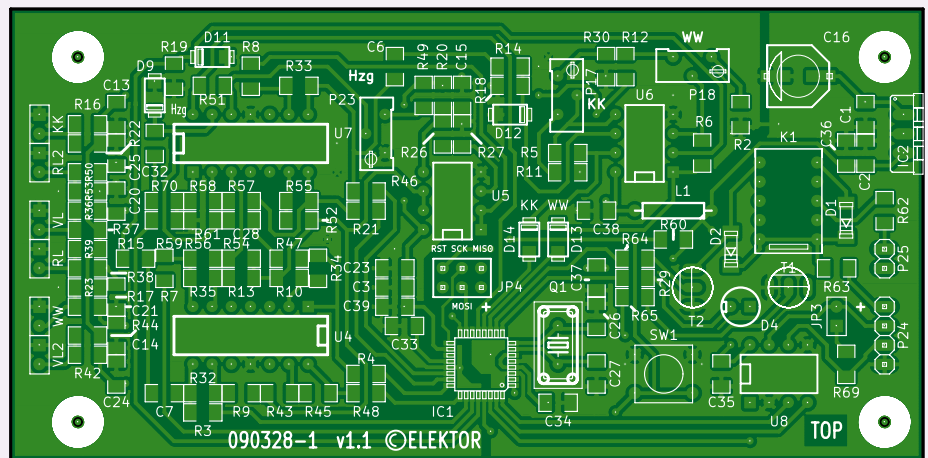


Bild 6. Bestückungsplan. Mit etwas Übung sind alle Bauteile noch von Hand zu löten.

Auch das Löten des Mikrocontrollers im TQFP-Gehäuse müsste mit einer Lupe machbar sein. Der Lötcolben sollte eine feine Spitze von ca. 1 mm und - ganz wichtig! - einen ESD-Schutz haben. Wir haben es schließlich mit elektrisch empfindlichen Bauteilen zu tun. Die Anschlussleiste für die Sensoren muss unbedingt mit vergoldeten Kontakten ausgestattet sein, da ansonsten jede größere mechanische Erschütterung messbar wird. Wer die Platine später in ein Gehäuse einbaut, kann die Kontakte auf die Platine-rückseite löten. Wenn man die Platine derart einbaut, dass die LED und die Potis über Öffnungen auf der Frontseite erreichbar sind, ist auf der Rückseite noch Platz für die Kabel zu den Sensoren.

Zum Verlöten der Anschlusskabel an den Sensoren spannt man am besten das Kabel irgendwo ein und manövriert den Sensor mit einer Pinzette an die vorverzinnten Kabelenden.

Die Versorgungsspannung sollte zunächst nur über einen Vorwiderstand von ca. 100 Ω angelegt werden. Beträgt die Strom-

aufnahme etwa 21 mA, müsste der Aufbau gelungen sein und man kann direkt mit 10 bis 12 V versorgen.

Nun wird der Mikrocontroller über die ISP-Schnittstelle mit der Bootloader-Software programmiert, diese ist von der Elektor-Website downloadbar [2] (der Controller ist bei Elektor aber auch programmiert erhältlich). Anschließend sollte die LED bereits blinken. Damit der Bootloader funktioniert, ist das Umprogrammieren einiger Fuses notwendig. Vorher sollte man in jedem Fall das Datenblatt des Mikrocontrollers studieren! Der Autor hat bisher stets gute Erfahrungen damit gemacht, die Fuses einzeln und nacheinander zu programmieren. Man merkt dann genau, bei welcher Funktion eventuell doch ein Problem auftritt.

Nun schließt man einen RS485-Adapter [2] an die zwei mittleren Pins des 4-poligen Steckers P24 an. Zuvor muss auf dem PC natürlich der entsprechende Treiber installiert worden sein.

Als nächstes startet man das PC-Programm thermgui.exe aus dem Ordner „wgui“, das

ebenfalls im Downloadpaket [1] enthalten ist. Werden nach dem Drücken des Buttons „Bootload“ im Register „Maintenance“ die Knöpfe „Verify“ und „Write“ nicht aktiv, tauscht man die Polarität der zwei RS485-Drähte. Nun sollte das Flashen des eigentlichen Controller-Anwendungsprogramms über den Knopf „Write“ möglich sein. Die Software für den ATmega328-AU (sowohl den Bootloader als auch das Anwendungsprogramm) hat der Autor in C geschrieben, sie ist auch als Quelltext downloadbar. Für das PC-Programm hat der Autor C++ verwendet. Hierzu muss Visual Studio 2008 SP1 für C++ installiert werden [3]. Nach dem Anschluss der Sensoren an die Platine sollten erste Temperaturkurven, allerdings noch unkalibriert, im PC-Programm erscheinen. Entsprechend Bild 3 sind die Sensoren nun an den Heizungsrohren zu montieren.

Abgleich und Kalibrierung

Zunächst werden die Spannungsgrenzen, bei denen ein Interrupt ausgelöst wird, mit

den drei Potis justiert. Währenddessen sollte die Heizung eine konstante Vorlauftemperatur haben und keine Frischwasserentnahme erfolgen.

Wenn ein Interrupt-Pin aktiv ist, leuchtet die LED dauerhaft; ansonsten blinkt sie oder ist aus. Das Poti „KK“ ist dazu zunächst vollständig entgegen dem Uhrzeigersinn zu drehen. Poti „WW“ und „Hzg“ werden vollständig im Uhrzeigersinn gedreht. Die LED sollte nach 5 Sekunden verlöschen.

Nun verstellt man die einzelnen Potis ganz in die andere Richtung, die entsprechende LED sollte dann leuchten. Daraufhin dreht man erneut in die entgegen gesetzte Richtung, bis die LED blinkt beziehungsweise ausgeht. Das Ganze kann man auch auf der Registerseite „Temperature Curves“ von thermgui.exe über entsprechende Kurztexte in der

linken unteren Ecke verfolgen. Auch ein Voltmeter an den Eingangspins von U6A, U6B sowie U7D hilft.

Die Temperatursensoren werden mit Hilfe der PC-Software kalibriert. Ein Software-Manual (mit einer kurzen Beschreibung des verwendeten Protokolls) ist im Zip-File enthalten, das von der Elektor-Website downloadbar ist [1]. Wer die PC-Software ändern oder erweitern will, findet hier auch den Quellcode und Hinweise zur Neucompilierung.

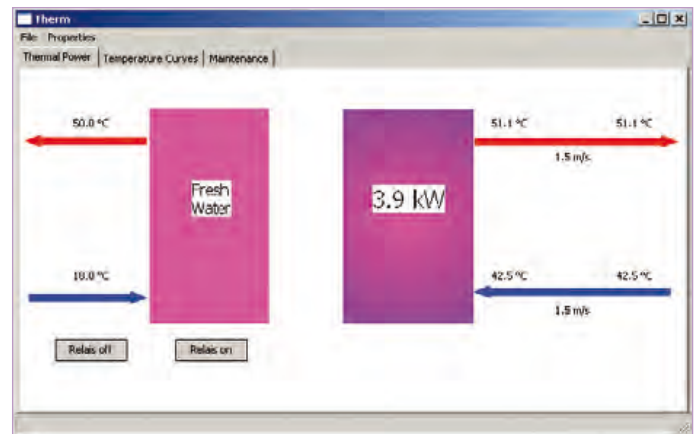


Bild 7. Die PC-Software des Autors erlaubt eine komfortable Auswertung.

Weblinks

- [1] www.elektor.de/090328
- [2] www.elektor.de/100372
- [3] www.microsoft.com/express/Downloads/
(auf „Visual Studio 2008 Express“ klicken)

(090328)

Anzeige

Kingbright
www.kingbright-europe.de

+49 2835 - 44 46-0

Der neue Katalog ist da!

OPTOELECTRONIC-ELEMENTS

XPower LED's

X-bright LED

Bar a Arrays

Displays

Dot-Matrix

Optokoppler

Gabellichtschranken

Quality
Efficiency
Innovation
First-class service

Kingbright Electronic Europe GmbH • Lindenau 7 / Gewerbegebiet • D-47661 Issum • Phone: +49 (28 35) 44 46-0 • Fax: +49 (28 35) 44 46-29

3GHz Spektrumanalysatoren HMS3000/HMS3010



- ✓ Frequenzbereich 100kHz...3GHz
- ✓ HMS3010: Tracking Generator -20...0dBm
- ✓ Amplitudenmessbereich -114...+20dBm
- ✓ DANL -135dBm mit Preamp. Option H03011
- ✓ Sweepzeit 20ms...1000s
- ✓ Spektrale Reinheit <-100dBc/Hz @100kHz

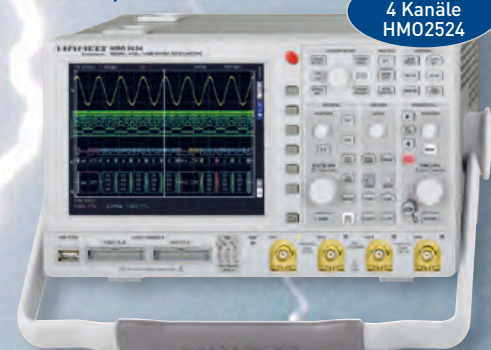
1GHz:
HMS1000
HMS1010

25/50 MHz Arbitrary Funktionsgeneratoren HMF2525/HMF2550



- ✓ Frequenzbereich 10µHz...25MHz/50MHz
- ✓ Ausgangsspannung 5mV_{SS}...10V_{SS} (an 50Ω)
- ✓ DC Offset ±5mV...5V
- ✓ Arbitrary-Generator: 250MSa/s, 14Bit, 256kPts
- ✓ Sinus, Rechteck, Puls, Dreieck, Rampe, Arbitrary inkl. Standard Kurven (weißes Rauschen, Kardinalsinus etc.)
- ✓ Total Harmonic Distortion 0,04% (f <100kHz)
- ✓ Burst, Wobbeln, Gating, ext. Triggerung
- ✓ Anstiegszeit <8ns, im Pulsbetrieb 8...500ns einstellbar
- ✓ Pulsbetrieb: Frequenzbereich 100µHz...12,5MHz/25MHz, Pulsbreite 10ns...999s, Auflösung 5ns
- ✓ 10MHz Zeitbasis: ±1ppm TCXO, I/O rückseitig

350 MHz 2/4 Kanal Digital Oszilloskope HM03522/HM03524



- ✓ 4GSa/s Real Time, 50GSa/s Random Sampling, rauscharme Flash A/D Wandler (Referenz Klasse)
- ✓ 4MPts Speicher, Memory Zoom bis 100.000:1
- ✓ Serielle Busse triggern und hardwareunterstützt dekodieren, I²C, SPI, UART/RS-232 (Opt. H0010)
- ✓ Pass/Fail Test basierend auf Masken

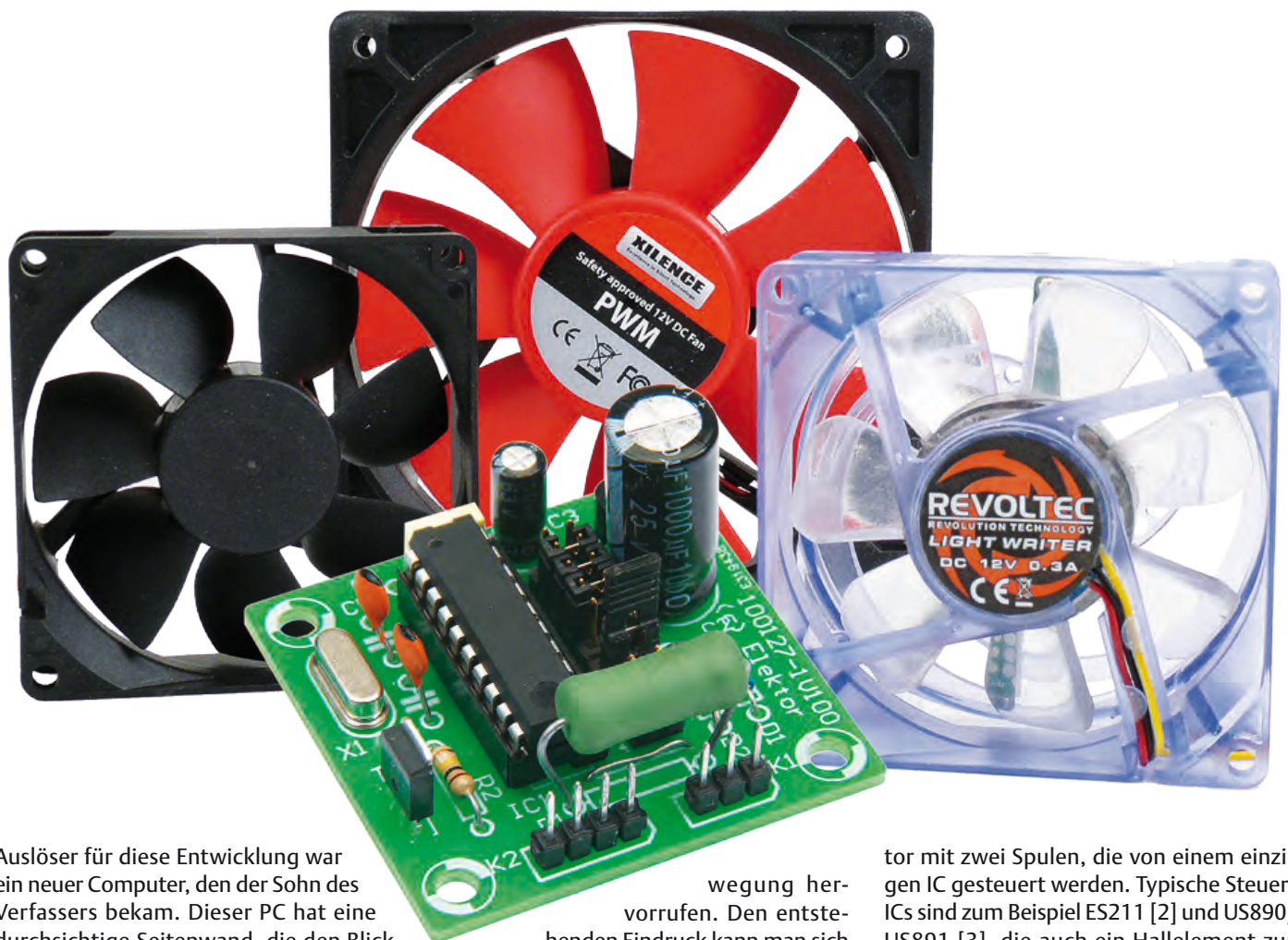
250MHz:
4 Kanäle
HM02524

Fan-Flash

Stroboskopeffekte mit PC-Lüftern

Ein PC mit transparenter Seitenwand bietet viele Möglichkeiten, den Computer mit optischen Effekten zu verschönern. Die Schaltung des hier vorgestellten Strobo-Lüfters basiert auf einem ATtiny25, der eine LED so steuert, dass die Flügel des Lüfters nacheinander scheinbar stillstehen, sich langsam vorwärts oder rückwärts drehen oder schrittweise ihre Position ändern. So etwas hat nicht jeder!

Von Martin Ossmann (D)



Auslöser für diese Entwicklung war ein neuer Computer, den der Sohn des Verfassers bekam. Dieser PC hat eine durchsichtige Seitenwand, die den Blick auf all die schönen neuen Komponenten freigibt. Da ergab sich auch gleich die Frage nach einem weiteren Eye-Catcher. Schnell entstand die Idee, irgend etwas mit dem CPU-Lüfter zu bauen. Als Projekt umgesetzt wurde dann die Idee, den Lüfter mit Power-LEDs stroboskopisch zu beleuchten. Dadurch kann man ihn scheinbar stehen lassen, oder man kann den Eindruck einer langsamen Vorwärts- oder Rückwärtsbe-

wegung hervorgerufen. Den entstehenden Eindruck kann man sich am besten in einem Video ansehen, das sich bei Youtube unter dem Stichwort „Ossimodding“ [1] findet.

Lüfter

PC-Lüfter gibt es in vielen verschiedenen Ausführungen und Farben. **Bild 1** zeigt, wie ein solcher Lüfter heutzutage im einfachsten Fall aufgebaut ist. Der Antrieb erfolgt durch einen bürstenlosen Gleichstrommo-

tor mit zwei Spulen, die von einem einzigen IC gesteuert werden. Typische Steuer-ICs sind zum Beispiel ES211 [2] und US890/US891 [3], die auch ein Hallelement zur Erfassung der Rotorposition enthalten.

Um ein Lüfterrad stroboskopisch zu beleuchten, muss man die Lichtblitze mit der Rotation synchronisieren. Dies ist bei PC-Lüftern, die über einen einen 3-Draht [4] oder 4-Draht-Anschluss [5]) verfügen, leicht möglich, da sie über einen Impuls Ausgang (Tachosignal) verfügen, der pro Umdrehung zwei Impulse abgibt (Intel-Standard).

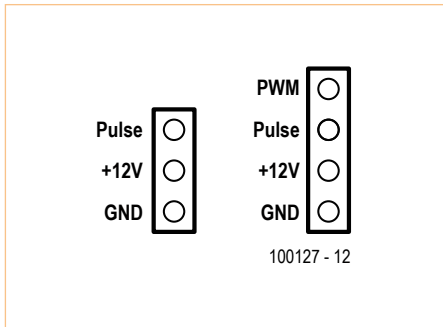


Bild 2. Anschlussbelegung von Lüftern mit 3-Draht- und 4-Draht Interface.

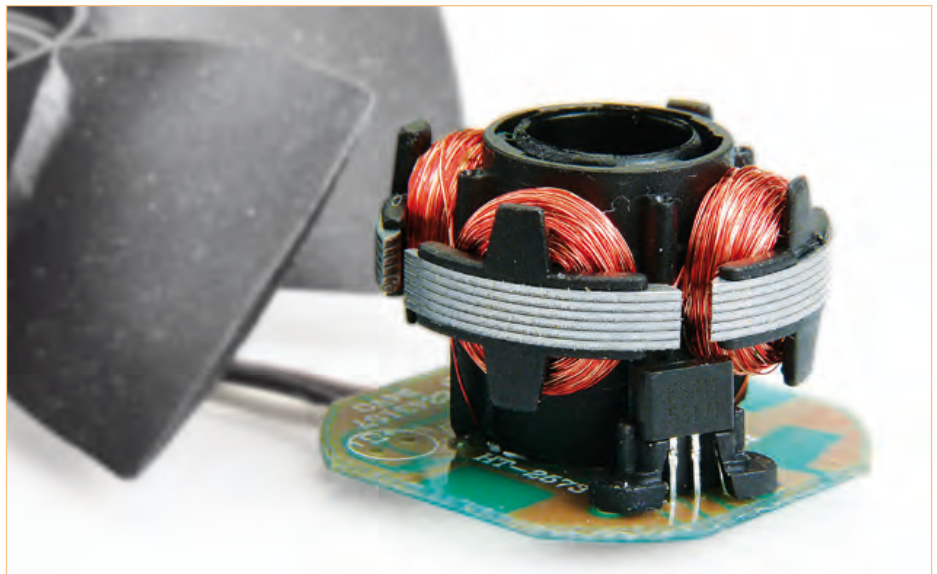


Bild 1. Innenleben eines Lüfters: Vier Spulen und ein einziges IC zur Steuerung.

Für davon abweichende Lüfter mit drei Impulsen pro Umdrehung ist im Software-Download zu diesem Projekt eine Änderung angegeben.

Die Anschlussbelegung der 3- beziehungsweise 4-poligen Verbindung ist in **Bild 2** dargestellt. Vom klassischen zweipoligen Anschluss stammen die Anschlüsse GND und +12 V für die eigentliche Stromversorgung. Beim dreipoligen Anschluss kommt das Tachosignal dazu. Lüfterseitig ist das ein Open-Collector-Ausgang, und auf dem Motherboard befindet sich normalerweise ein Pullup-Widerstand nach +12 V. Das haben wir beim Interface zu unserem Projekt zu berücksichtigen.

Beim 4-poligen Anschluss kommt noch ein PWM-Eingang des Lüfters hinzu. Darüber kann die Lüftergeschwindigkeit mit einem TTL-Pegel-PWM-Signal mit nominell 25 kHz gesteuert werden. Im ungeschalteten Zustand zieht ein Pullup-Widerstand im Lüfter diesen Eingang auf High, so dass der Lüfter mit maximaler Geschwindigkeit dreht.

Schaltung

Mit einem Mikrocontroller kann man das Tachosignal auswerten und ausgehend davon eine Power-LED (oder auch mehrere) ansteuern. Zum Schalten der LED(s) ist ein Logic-Level-MOSFET gut geeignet. Die entsprechende Schaltung ist in **Bild 3** dargestellt.

Der Takt wird mit einem 20-MHz-Quarz erzeugt, und es gibt eine Jumperleiste (JP1),

auf der man insgesamt neun Jumper für die in der **Tabelle** angegebenen Optionen setzen kann. Mit den ersten vier Jumpern (an PB4 bis PB7) wird die Zahl der Rotorblätter des Lüfters zwischen 0 und 15 eingestellt. Die folgenden drei Jumper (an PB0 bis PB3) dienen der Einstellung von acht verschiedenen „Betriebsarten“. Der Jumper an PD6 beeinflusst die Amplitude der scheinbaren

Lüfterbewegung und der Jumper an PD3 deren Geschwindigkeit.

Die Stromversorgung erfolgt mit 12 V, die sich vom Lüfter-Steckverbinder abzweigen lassen. Die Verbindung zwischen der Schaltung und dem Lüfter stellt man am besten durch einen kleinen Adapter (**Bild 4**) her. Die vier Lüfter-Leitungen sind durchver-

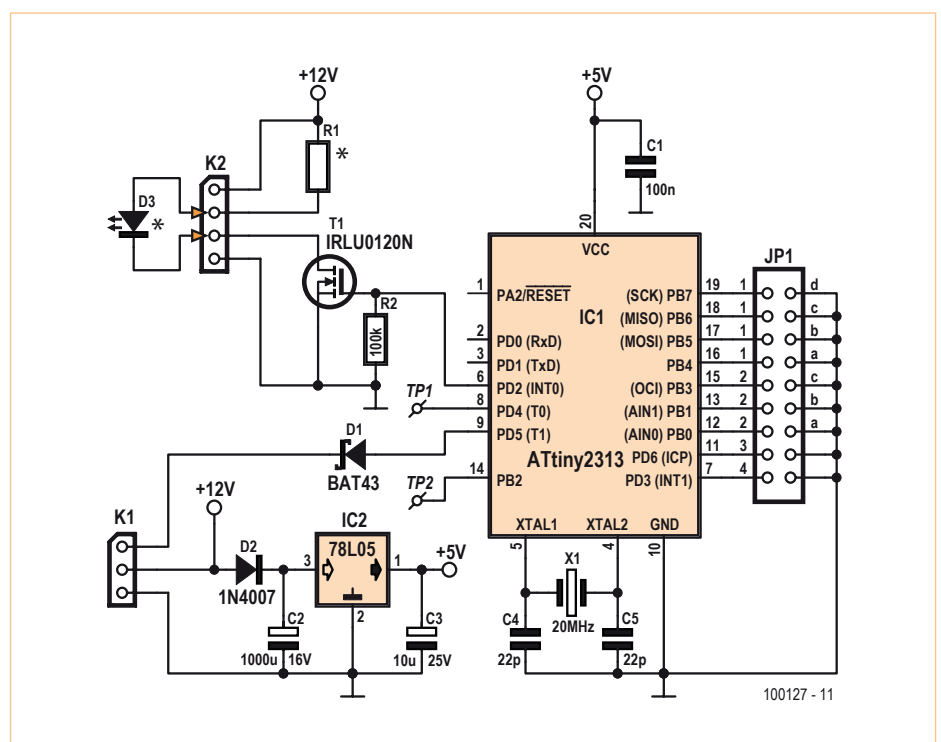


Bild 3. Schaltung des mit Hilfe von Jumpern konfigurierbaren Fan-Flashs.

Jumpereinstellung

(PB7)	(PB6)	(PB5)	(PB4)	Rotorblattzahl
1	1	1	1	0
1	1	1	0	1
1	1	0	1	2
1	1	0	0	3
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
0	0	0	0	15

(PB7)	(PB6)	(PB5)	Option-Nr.	Funktion
1	1	1	0	Stillstand
1	1	0	1	Kombination mehrerer Bewegungen
1	0	1	2	Schwingung
1	0	0	3	Vor- und Rückwärts
0	1	1	4	Bewegen mit Pause
0	1	0	5	Sprunghaftes Bewegen
0	0	1	6	Langsame Bewegung
0	0	0	7	Stillstand

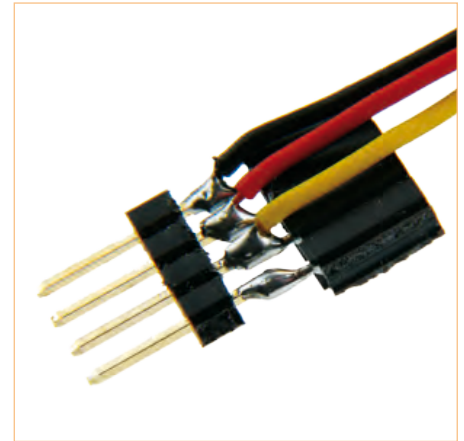
PD₃ = Speed-OptionPD₆ = Amplituden-Option

Bild 4. Der Adapter zum Anschluss der Fan-Flash-Platine

Software-Varianten

Version für Tiny2313:

fan_flash_2313_v01.c
 Compiler WINAVR GCC
 Compileroption: -O2
 fuses: external crystal
 brown_out at 4.3 V
 no CKDIV8

Version für Tiny25/45:

fan_flash_45_v01.c
 Compiler WINAVR GCC
 Compileroption: -O2
 fuses: external crystal
 brown_out at 4.3 V
 no CKDIV8

Stückliste

Widerstände:

R1 = siehe Text
 R2 = 100 k

Kondensatoren:

C1 = 100 n
 C2 = 1000 µ/16 V
 C3 = 10 µ/10 V
 C4, C5 = 22 p

Halbleiter:

D1 = BAT43
 D2 = 1N4007
 D3 = Power-LED (siehe Text)
 IC1 = ATtiny2313-20PU (programmiert: 100127-41)
 IC2 = 78L05
 T1 = IRLU120N (International Rectifier)

Außerdem:

K1 = 3-polige Stiftleiste
 K2 = 4-polige Stiftleiste
 JP1 = 9 x 2-polige Stiftleiste mit Jumper

X1 = 20-MHz-Quarz
 Platine 100127-1 (siehe Elektor-Shop-
 Anzeige am Heftende und
www.elektor.de/100127)

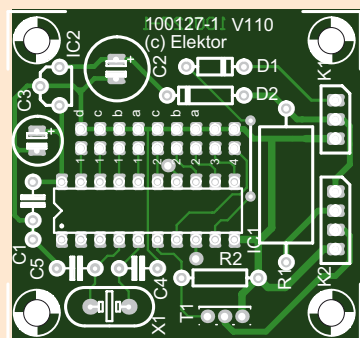


Bild 5. Die im Elektor-Labor für den Aufbau der Schaltung entwickelte Platine.

bunden und die drei Leitungen GND, 12 V und Tachosignal zu unserer Schaltung (K1 auf der Platine) geführt.

Aufbau und LEDs

Obwohl die Schaltung nur aus wenigen Bauteilen besteht, wurde im Elektor-Labor zwecks einfachem Aufbau auch durch Elektronik-Einsteiger die in **Bild 5** gezeigte kleine Platine entwickelt. Die Software zur Programmierung des Mikrocontrollers steht wie immer einschließlich Quellcode auf der Projekt-Webseite [6] zum kostenlosen Download bereit. Die Compilereinstellung und die zu setzenden Fuses sind im Textkasten „Software-Varianten“ angegeben. Wer den Mikrocontroller nicht selbst programmieren kann oder möchte, der kann auf dieser Seite auch einen bereits programmierten Controller bestellen, den man nur noch in die Fassung auf der Platine zu stecken braucht (richtig herum, siehe **Bild 6**).

Der Anschluss einer Power-LED erfolgt wie im Schaltplan gezeichnet an Pin 2 und 3 von K2. Da die LEDs immer nur kurz aufleuchten, muss man sie mit hohem Strom betreiben, um eine ordentliche Helligkeit zu erzielen. Dazu eignen sich besonders gut Power-LEDs mit bis zu 5 W. Der Vorwiderstand R2 hängt dann vom Typ ab. In den Testversionen haben sich 5 Ω bewährt (bei normalen LEDs 50 Ω). Man kann auch mehrere LEDs mit Vorwiderstand parallel schalten, dazu hat der MOSFET durchaus genügend

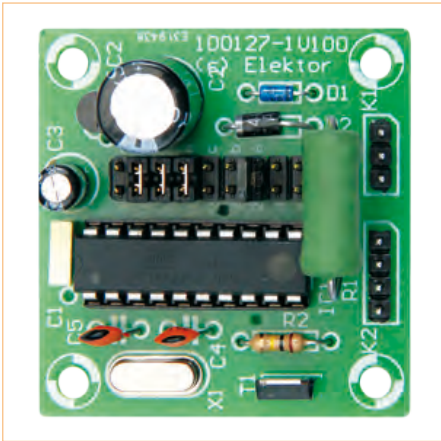


Bild 6. Die bestückte Labor-Musterplatine.

„Drive“ ($I_{Dmax} = 10\text{ A}$).

Software

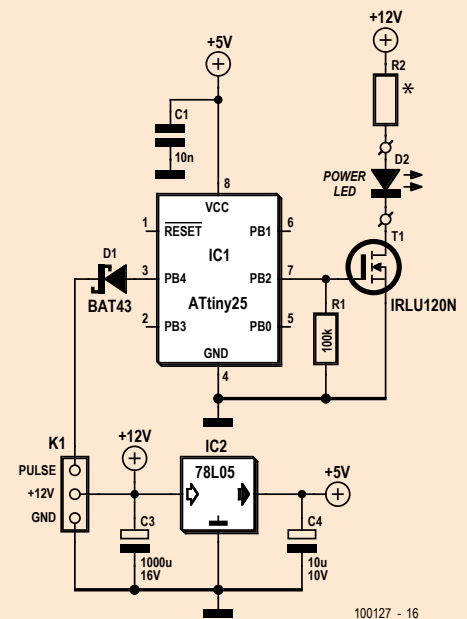
Im Programm für den ATtiny2313 erzeugt der Timer 0 nach jeweils 200 Takten einen Interrupt. Die Interruptrate beträgt damit 100 kHz, und alles Wesentliche passiert eigentlich in der Interruptroutine. Die Interruptroutine detektiert Flanken im Tachosignal des Lüfters. Nach zwei positiven Flanken ist immer eine Umdrehung komplett. In **Bild 7** ist das Timing für eine Umdrehung dargestellt. In der Software wird die Variable slowTimer bei jedem Interrupt um 1 erhöht und nach einer vollständigen Umdrehung auf 0 zurückgesetzt. Damit ist slowTi-

Minimalversion

Wenn man auf die Einstellmöglichkeiten verzichtet und mit einem einzigen (per Software festgelegten) Stroboskop-effekt auskommt, kann man die Jumper weglassen.

Wenn man weiter den RC-Oscillator des Mikrocontrollers benutzt, kann man auch auf den externen Quarz verzichten. So entsteht dann die hier gezeigte minimalistische Version, für die man den ATtiny25 oder den ATtiny45 verwenden kann.

Die entsprechende Software ist im Download von der Elektor-Website [6] ebenfalls enthalten (siehe Textkasten Software-Varianten). Angesichts der geringen Bauteil-Anzahl lässt sich diese Fan-Flash-Minimalversion leicht auf einer kleinen Lochrasterplatine aufbauen.



mer sozusagen ein Sägezahn, der mit dem Lüfter synchron läuft. Der Maximalwert ergibt genau die Dauer einer Lüfterumdrehung. Bei einer Lüfterdrehzahl von beispielsweise 1500 U/min dauert eine Umdrehung 20 ms, das entspricht 2000 Interrupts. Um ein möglichst helles Bild zu erhalten, soll immer ein Lichtblitz erzeugt werden, wenn der Lüfter um ein Blatt weitergedreht hat. Dazu wird das Sägezahnsignal fastTimer erzeugt. Es wird mit slowTimer zusammen zurückgesetzt, zählt aber immer nur zu einem Maximalwert fastPeriod. Dabei ist fastPeriod gleich dem Maximalwert von SlowTimer geteilt durch die Anzahl der Lüfterblätter. Somit ist fastTimer ein Lüfterblattsynchrones Sägezahnsignal. Die rela-

tive Lage der Lichtblitze zur Umdrehung soll auch einstellbar sein. Dazu wird wie folgt vorgegangen:

Es wird ein weiteres Lüfterblattsynchrones Sägezahnsignal namens PLLtimer erzeugt. Bei jeder negativen Flanke dieses Signals wird ein Lichtblitz erzeugt. Die Periode ist gleich wie beim Signal fastTimer. Eine einfache PLL regelt nun die Phasenverschiebung zwischen den beiden Sägezähnen. Bei der negativen Flanke von PLLtimer (gestrichelte Linie) wird der Wert von fastTimer mit der Sollposition verglichen. Je nachdem, ob man links oder rechts von der Sollposition liegt, ist die Phase von PLLtimer zu korrigieren, indem man die nächste Periode ein wenig verlängert oder verkürzt. Das Lis-

Anzeige

PCB Spezialist für Prototypen & Kleinserien

**EURO
CIRCUITS**

PCB proto	spezieller Prototypen Service
STANDARD pool	große Auswahl 1-8 Lagen
Neu TECH pool	100µ Technologie
Neu IMS pool	aluminium Prototypen im Pooling
On demand	alle Optionen bis 16 Lagen

Rufen Sie uns an: +49 (2681) 4662 Email: euro@eurocircuits.com

Frohe Weihnachten und ein erfolgreiches neues Jahr

ALLE SERVICES

- Preise sofort online
- Online Bestellung
- Attraktive Pooling Preise
- Keine Einmalkosten
- Lieferung ab zwei Werktagen
- Schablonen Service

www.eurocircuits.de

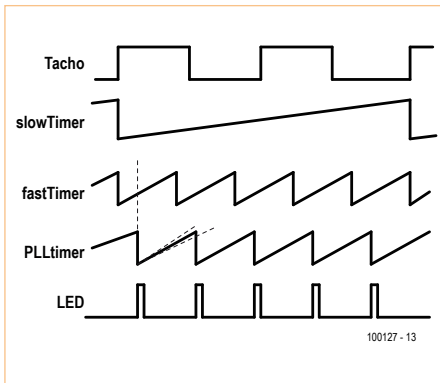


Bild 7. Timingdiagramm für eine Umdrehung des Lüfters.

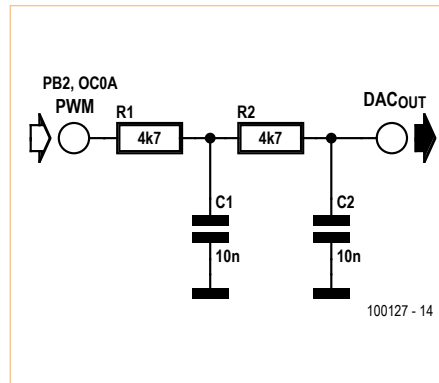


Bild 8. Dieser Tiefpass wandelt das PWM-Signal an PB2 des Controllers zu Testzwecken in ein Sägezahnsignal.

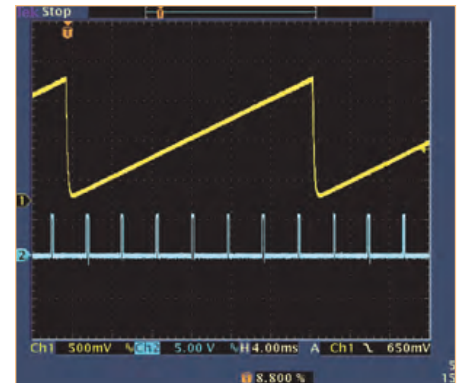


Bild 9. Das Oszillogramm zeigt das Sägezahnsignal (gefiltertes PWM-Signal) und die LED-Impulse.

ting „PLL-Code“ zeigt den entsprechenden Programmabschnitt.

Die aktuelle Periodendauer für PLLtimer ergibt sich als fastPeriod+PLLcontrol. Dabei ist fastPeriod sozusagen die Nennperiode, und PLLcontrol dient zur Phasenregelung. Erreicht PLLtimer den Maximalwert, so wird er zurückgesetzt und der LED-Blitz fängt an. Gleichzeitig wird die Phasendifferenz zwischen wantedPhase und fastTimer ermittelt und daraus der neue PLLcontrol-Wert bestimmt.

Debugging

Wenn man die Software verändern möchte, muss man sie auch debuggen. Das muss

dann auch in Echtzeit geschehen, weil die meisten Fehler vermutlich auf inkorrektes Timing zurückzuführen sind.

Um dies zu erleichtern, wird an Pin 14 des ATtiny2313 (TP2) die aktuelle Rotorposition als PWM-Signal ausgegeben. Filtert man das Signal mit dem in Bild 8 dargestellten Tiefpass, kann man sich die Rotorposition als Sägezahnsignal auf dem Oszilloskop anschauen und es damit triggern. Oszilloskopiert man auf dem zweiten Kanal dann das Gate-Signal des MOSFETs, kann man gut sehen, wie die Lichtpulse zeitlich liegen. In Bild 9 ist das beispielhaft zu sehen.

(100127)

Links:

- [1] www.youtube.com/user/ossimodding
- [2] www.eastera.com.cn/data/ES211-ENb_a.pdf
- [3] www.melexis.com/Assets/US890US891_DataSheet_4851.aspx
- [4] www.nidec.com/fanpdfs/t92t200901.pdf
- [5] www.formfactors.org/developer%5Cspecs%5C4_Wire_PWM_Spec.pdf
- [6] www.elektor.de/100127

Listing PLL-Code

```

if (PLLtimer<fastPeriod+PLLcontrol){
    PLLtimer++;
}
else {
    PLLtimer=0 ;
    LED_PORT |= ( 1 << LED_BIT ) ;
    PLLcontrol=wantedPosition-fastTimer ;

    if (PLLcontrol > fastPeriodHalf ) {
        PLLcontrol -= fastPeriod ;
    }
    if (PLLcontrol < -fastPeriodHalf ) {
        PLLcontrol += fastPeriod ;
    }

    // limit to -100..100
    if (PLLcontrol > 100 ) {
        PLLcontrol = 100 ;
    }
    if (PLLcontrol < -100 ) {
        PLLcontrol = -100 ;
    }
}
    
```

Volles Vertrauen in jede Anschaffung



350-/250-/150-MHz-Digital-Speicheroszilloskop

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

GDS-3000 Series

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



Simply Reliable

GW INSTEK

GOOD WILL INSTRUMENT CO., LTD.

www.gwinstek.com

BESSER GLEICH ONLINE KALKULIEREN.

STARRE- UND FLEXIBLE LEITERPLATTEN



LEITON
RECHNEN SIE MIT BESTEM SERVICE

Schluss mit umständlichen Rechenoperationen! Bei uns kalkulieren Sie auch Ihre exotischsten Leiterplatten jederzeit schnell und einfach online. Doch nicht genug: Bei LeitOn gilt die Online-Kalkulation auch für Serien- und flexible Leiterplatten! Ebenso einmalig ist der LeitOn Leiterplatten-Expressdienst mit Top-Garantie: Platinen sind gratis bei überschrittenem Liefertermin! Neugierig? Unsere persönliche Telefonberatung und unser kompetenter Außendienst helfen Ihnen gerne weiter. Denn Sie wissen: Bei LeitOn rechnen Sie immer mit bestem Service.

www.leiton.de

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

Termine für Elektor Nr. 2 / 2011

Anzeigenschluss:



20. 12. 2010

Erscheinungs-
termin:



14. 01. 2011

Anzeigen:

Verlagsbüro ID

Telefon:
(0511) 61 65 95-0

E-Mail:
service@id-medienservice.de

Internet:
www.id-medienservice.de

EMTRON
ONE STOP SHOPPING



LED
Netzteile

IP64 - IP67

- | | |
|--|---|
| <p>■ Innenbeleuchtung
Bühnen
Einbausysteme
Wandfluter</p> | <p>■ 18-240W
konstant, strom geregelt
konstant, spannungsgeregelt
dimmbare Versionen
kundsenspezifische Modifikationen</p> |
| <p>■ Außenbeleuchtung
Straßen
Gebäude
Wall Washer</p> | <p>■ DC/DC LED Treiber
Eingang : 7-30VDC
Ausgang : 2-20VDC 1A
Anschlüsse: 14/16 pins</p> |

**SPS 2010
Halle 4, Stand 282**

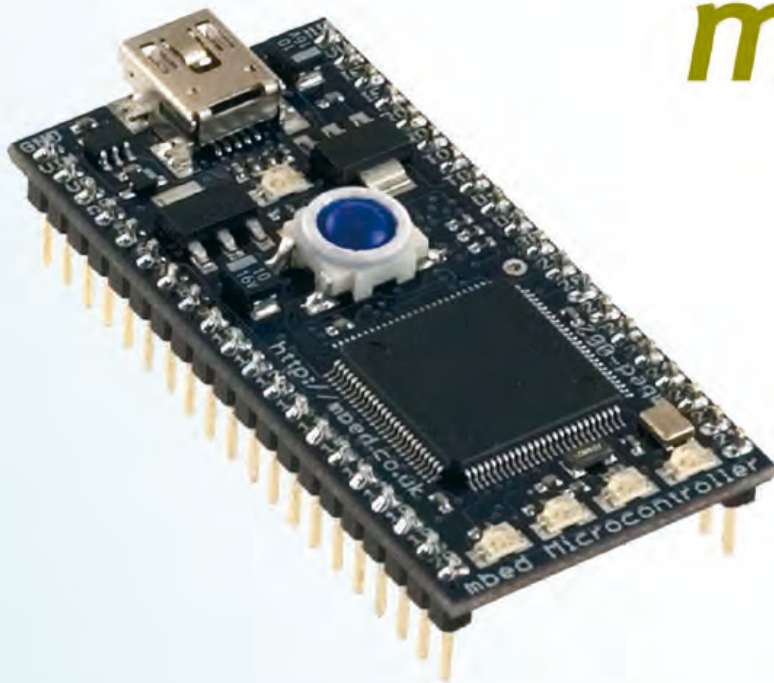
Wählen Sie aus dem aktuell umfangreichsten Angebot zu Top-Konditionen und schnellstmöglicher Lieferung!

>> www.emtron.de >>

NXP mbed DESIGN CHALLENGE



Start prototyping the *mbed way!*



Redefine the way people build prototypes! NXP and ARM/mbed are challenging you to use the mbed NXP LPC1768 prototyping board and mbed online "Cloud" compiler to develop an innovative hardware- or software-based application. Succeed, and you could walk away with part of a prize pool worth \$10,000!

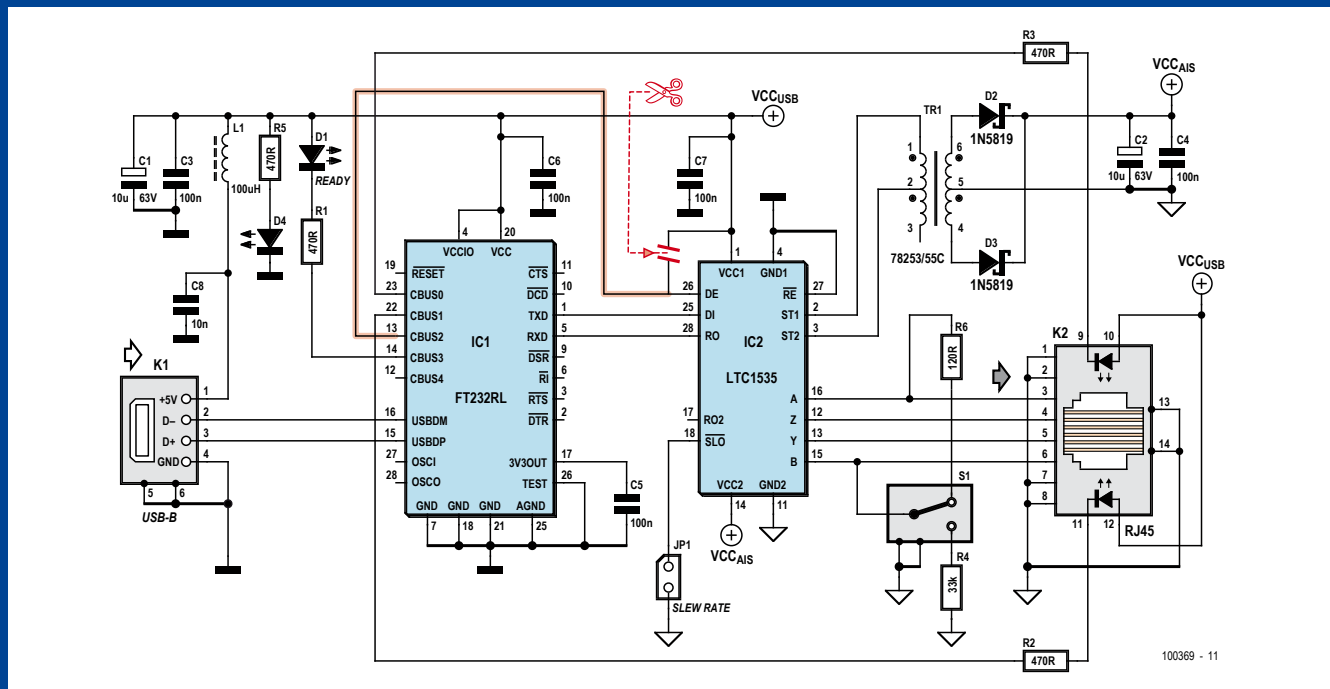
**Deadline for entries is
February 28, 2011**

Register for the challenge at
www.circuitcellar.com/nxpmbeddesignchallenge

NXP mbed Design Challenge empowered by:



Adapter-Modding



Von Jens Nickel (Redaktion D)

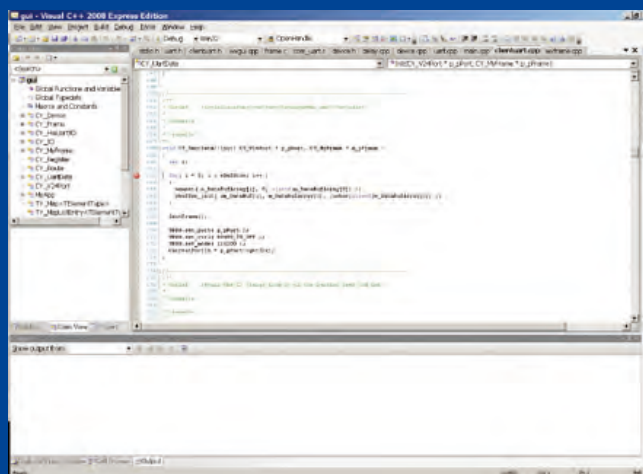
Der Heizungs-Wärmemesser in diesem Heft ist eine feine Sache: Man kann messen, wie viele Kilowattstunden die eigene Heizung tatsächlich liefert – was beim Sparen und Kontrollieren der Abrechnung hilft. Wie im Artikel beschrieben, sind dabei nur vier Temperatursensoren nötig, welche außen an den Heizungsrohren angebracht werden. Das Signal dieser Sensoren wird von einer analogen Schaltung aufbereitet und von einem Mikrocontroller mit A/D-Wandler digitalisiert; PC-Software dient zur Berechnung und Visualisierung der momentanen Wärmeleistung [1].

Es versteht sich von selbst, dass die Leitungen von den Temperatursensoren bis zur Auswertplatine kurz bleiben sollten. Vom Mikrocontroller bis zum PC sind unter Umständen aber mehrere zig Meter zu überbrücken. Der Entwickler Falko Bilz entschied sich deshalb für eine Kommunikation über ein RS485-Interface, das wegen der symmetrischen Pegel mit einer ausgezeichneten Störsicherheit selbst bei höheren Taktraten glänzt. Hierzu implementierte er auch ein digitales Protokoll, mit dem sich die Temperaturdaten mit einer Bitrate von 115k über die Leitung schicken und außerdem Steuerbefehle vom PC empfangen lassen (der Standard RS485 definiert nur die elektrischen

Pegel, kein Protokoll und nicht einmal eine Steckerbelegung). Damit war das Projekt aber strenggenommen noch nicht vollständig; auf PC-Seite musste natürlich noch ein Adapter her, der RS485-Pegel auswerten und die entsprechenden Bits über USB an den Computer übermitteln kann. Es traf sich zwar gut, dass wir in diesem Heft einen RS485-USB-Konverter vorstellen (siehe „USB-Seriell-Konverter“ und [2]). Jedoch stellte sich schnell heraus, dass diese Schaltung für ein Zusammenspiel mit dem Heizungs-Wärmemesser nicht geeignet war.

Der Entwickler des Adapters, Juan Canton, hatte für die Übertragung der RS485-Signale nämlich RJ45-Kabel vorgesehen und seine Schaltung mit einer entsprechenden Buchse ausgestattet. Solche Kabel bringen aber genug Adern mit, um eine Full-Duplex-Kommunikation über zwei Send- und zwei Empfangsleitungen zu realisieren. Und so hatte sich der mexikanische Entwickler keine Gedanken machen müssen, wie noch Leitungen eingespart werden könnten.

Der Heizungs-Wärmemesser wiederum nutzt nur zwei Datenleitungen, die wechselweise für Temperaturdaten und Steuerbefehle genutzt werden (Halb-Duplex). Unser Entwickler Ton Giesberts, der den Wärmemessmister in unserem Labor betreute, stand nun vor einem Problem: Wie konnte man den RS485-Adapter (für den schon eine fertige Platine existierte) für



den Halb-Duplex-Betrieb fit machen? Ton studierte den Schaltplan (Original siehe Artikel „USB-Seriell-Konverter“). Das Verbinden der Leitungen A und Y sowie Z und B des LTC1535, der in der Konverterschaltung RS485-Daten sendet und empfängt, war natürlich kein Problem. Da Ton auf der Seite des Heizungs-Wärmemessers sowieso eine extra RJ45-Buchse brauchte, um ein entsprechendes Kabel benutzen zu können (Schaltung und Platine sehen nur eine Stiftleiste vor), konnte er die Datenleitungen dort intern verbinden. Wir haben dies im Schaltplan des Wärmemessers eingezeichnet, den entsprechenden Ausschnitt kann man im kleinen Bild erkennen.

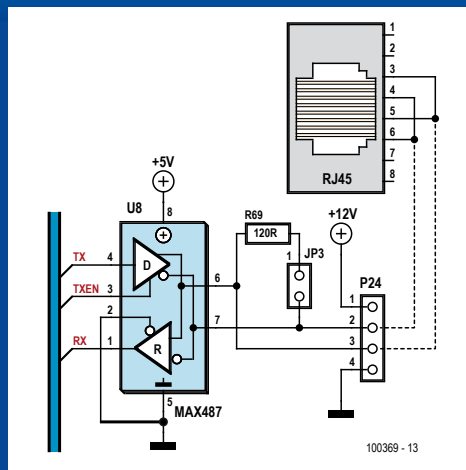
Doch damit war das Problem noch nicht gelöst. Irgendwie muss man dem LTC1535 mitteilen, dass gerade Daten gesendet werden sollen. Natürlich hat der Hersteller hieran gedacht: Beim Senden muss der DE-Pin auf High gelegt werden [3], ansonsten auf Low. Glücklicherweise bringt der andere Baustein der Schaltung, ein FT232R von FTDI, einen entsprechenden Ausgang mit [4]. Sobald dieser USB-TTL-Konverter Daten vom PC empfängt und über den UART weitersendet, legt er den Ausgangspin TXDEN (in der Default-Konfiguration ist CBUS2 mit dieser Funktion belegt) auf High.

Nun war die Platine ganz einfach zu modden: Leiterbahn zwischen VCC und dem DE-Pin des LTC1535 aufkratzen, Drahtbrücke von CBUS2 des FT232 zu ebendiesem Pin ziehen – und der USB-Seriell-Konverter kann auch im Halb-Duplex-Betrieb arbeiten!

Wir haben dies im Schaltplan (siehe vorn) rot gezeichnet. Schade, dass die Platine des Konverters schon fertig war, sonst hätte man noch ein paar Jumper (auch für die Verbindung zwischen A-Y und Z-B) vorsehen können, um zwischen Voll- und Halb-Duplex-Betrieb umzuschalten. Natürlich wollten wir das Ganze nun gleich ausprobieren. Als Ton alle Kabel eingestöpselt, den Wärmeleistungsmesser an die Stromversorgung angeschlossen und die PC-Software gestartet hatte, tat sich ... nichts.

Woran konnte das liegen? Hatten wir etwas übersehen? Irgendwas falsch konfiguriert? Mit einem Oszi konnten wir feststellen, dass in beiden Richtungen Kommunikation stattfand. Trotzdem wollte die Wärmemesser-Software partout keine Temperaturkurven zeichnen...

Eine schnelle Lösung musste her, denn inzwischen waren es nur noch knapp drei Wochen bis zum Drucktermin des Dezemberheftes. Kurzerhand packten wir den Wärmeleistungsmesser-Prototypen und den gemoddeten Konverter in ein Paket und ab ging es zum Entwickler nach Falkensee bei Berlin.



Die Antwort von Falko Bilz überraschte uns: Bei ihm funktionierte unsere Kombilösung einwandfrei. Gab es etwa irgendwelche Timing-Probleme, die sich nur bei uns bemerkbar machten? Immerhin zieht der FTDI-Chip seinen TXDEN-Pin genau ein Bit vor dem Senden auf High, und dieses knappe Timing war laut Datenblatt auch nicht anders konfigurierbar. Oder hatten wir einen falschen FTDI-Treiber erwischt? Was blieb uns anderes übrig, wir mussten den Fehler unbedingt auf Tons Computer suchen. Nach zwei Tagen erhielten wir den Prototyp und den Adapter zurück. Wir stöpselten also alles wieder zusammen, und sahen nach dem Start der PC-Software natürlich keine Temperaturkurven. Nun mussten wir zuerst die Sache mit dem Treiber klären. Als absoluter FTDI-Spezialist wurde unser Kollege Antoine Authier hinzugezogen (er hat mit den Jungs in Schottland schon manches Gläschen geleert ;-)). Nach ein paar Mausklicks konnte Antoine diese Fehlerursache ausschließen. Anschließend wollte er die Kommunikation prüfen und startete Tera Term, ein Terminal-Programm, das in unserem Labor wegen seiner Robustheit äußerst beliebt ist. Um etwas zu sehen, musste der (virtuelle) COM-Port COM4, den Ton für die Kommunikation mit dem Wärmeleistungsmesser benutzte, im entsprechenden Einstellmenü noch auf 115k konfiguriert werden.

Und plötzlich sahen wir im anderen Fenster: Hurra, der Temperaturplot lief! Nun war Antoinettes Neugier geweckt. Da er einige Erfahrung mit C++ hat, brachte er gleich den Quellcode der PC-

Software auf dem Schirm. Den Fehler fand er rasch: Beim Wechsel des COM-Ports im Menü sprang das Programm die Funktion, in der die Port-Einstellungen konfiguriert werden, nicht mehr an. Dies wurde nur beim Start des Programms gemacht, und dabei war der COM-Port per Default auf COM1 eingestellt. Und da Falko Bilz noch während unserer Tests an der Software arbeitete und in seiner Test-Umgebung nur immer COM1 genutzt wurde...

Life can be so simple!

(100369)

- [1] www.elektor.de/090328
- [2] www.elektor.de/100372
- [3] <http://cds.linear.com/docs/Datasheet/1535fb.pdf>
- [4] www.ftdichip.com/Support/Documents/DataSheets/ICs/DS_FT232R.pdf

PIC³² USB Starter Kit II

Von Luc Lemmens (Elektor-Labor)

Das Angebot an so genannten Starter-Kits ist vielfältig. In den letzten Jahren ging der Trend hin zur USB-Schnittstelle, was den Programmierablauf vereinfacht. Auch das hier vorgestellte Board gehört dazu: Ein kleines, vergleichsweise einfaches Mikrocontroller-System mit einigen Tastern und LEDs. Das genügt, um erste Erfahrungen zu sammeln.

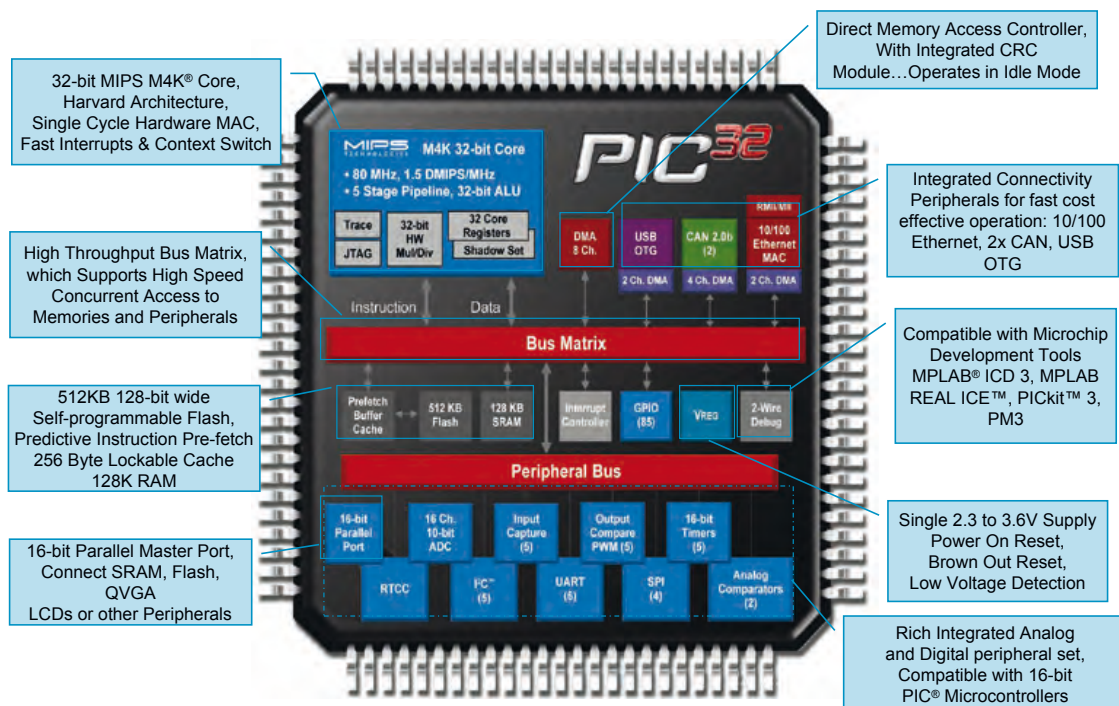
Von vergleichbaren Produkten unterscheidet sich das Board dadurch, dass es mit Hilfe eines 120-poligen Steckverbinders als Controller-Modul mit Debug-Schnittstelle in einem größeren System einsetzbar ist. Als Erweiterungen bietet Hersteller Microchip beispielsweise das „I/O Expansion Board“ und das „Multimedia Expansion Board“ an. So ausgebaut ist das Starter-Kit zu wesentlich mehr fähig als im Urzustand, in dem nur einige LEDs blinken. Die PIC32-Familie stützt sich auf einen MIPS32 RISC Core, eine Architektur, die der Hersteller nach ausgiebiger Analyse als beste Lösung erachtete. Die kleine Mikrocontroller-Platine wird von einer CD begleitet, auf der die Dokumentation sowie die PC-Software zum Entwickeln von Applikationen



enthalten sind. Trotzdem empfiehlt es sich, immer die neuesten Versionen von MPLAB 32 und MPLAB IDE zu downloaden. MPLAB ist für alle Mikrocontroller von Microchip identisch, was den Umstieg aus Richtung der 16-bit- und sogar 8-bit-Familien deutlich erleichtert.

Unter den C-Compilern befindet sich eine Gratis-Version, die für die Dauer von 60 Tagen voll funktionsfähig ist und auch den Programm-Code nicht begrenzt. Nach dieser Periode ist der Compiler weiter nutzbar, allerdings sind einige Optimierungsfunktionen deaktiviert. Das scheint zunächst eine unwesentliche Einschränkung zu sein, doch die fehlende Code-Optimierung kann später das Ausführen der Applikationen erheblich bremsen.

Für die Peripherie-Einheiten stellt Microchip kostenlose C-Bibliotheken zur Verfügung, sie sind mit



den Bibliotheken der Familien PIC24 und dsPIC33 vollständig kompatibel.

Zum Starter-Kit gehören ferner zwei USB-Kabel. Mikrocontroller der PIC32-Familie unterstützen USB On-The-Go, abgekürzt USB OTG, was bedeutet, dass sie sich sowohl wie USB-Hosts als auch USB-Slaves verhalten können. Als Host können sie zum Beispiel Daten mit einem USB-Speicherstick austauschen, so dass das Upgraden der Firmware ohne Programmer oder Computer möglich wird. Ein USB-Kabel ist für die Verbindung mit der JTAG/Debug-Schnittstelle bestimmt, während das zweite Kabel die Verbindung von USB-Slaves mit dem Mikrocontroller-Board herstellt.

Das Blockdiagramm lässt bereits ahnen, wie leistungsstark diese Mikrocontroller-Familie ist. Verfügbar sind etliche Versionen, sie unterscheiden sich im Wesentlichen durch die interne

Peripherie, die Speichergröße und die Gehäuseform. Die 32-bit-Mikrocontroller von Microchip sind pin- und softwarekompatibel zur 16-bit-Familie dieses Herstellers, was der Migration zur leistungstärkeren Familie entgegenkommt.

Der Preis des Starter-Kits liegt mit rund 55 US-\$ im unteren Bereich des Gewohnten, für den Einstieg in die 32-bit-Welt ist dieser Betrag sicher gut angelegt.

(100614)gd

Weblink

www.microchip.com/stellent/idcplg?IdcService=SS_GET_PAGE&nodeId=2615&dDocName=en535536

MAC-Adressen

Von Luc Lemmens
(Elektor-Labor)

Netzwerkkomponenten haben Media-Access-Control-Adressen (MAC-Adressen), einmalige Codes, mit denen sie im Netzwerk identifizierbar sind. Ursprünglich war vorgesehen, dass die unverwechselbare MAC-Adresse auch unveränderlich ist. Inzwischen lässt sie sich meistens in der Firmware ändern (so genanntes MAC-Spoofing). In solchen Fällen ist es nicht schwierig, willkürlich eine beliebige MAC-Adresse zu verwenden. Allerdings widerspricht dies nicht nur dem ursprünglichen Gedanken, der Einsatz von Komponenten mit fremden MAC-Adressen kann außerhalb von lokalen Netzwerken auch zu ernststen Komplikationen führen.

Das IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) vergibt und registriert MAC-Adressen weltweit, es stellt sicher, dass nirgends identische MAC-Adressen existieren. Die drei führenden Bytes einer MAC-Adresse kennzeichnen den Hersteller der Netzwerkkomponente, sie werden Organisationally Unique Identifier (OUI) genannt. Ihnen folgen drei Bytes (MAC-48 und EUI-48) oder fünf Bytes (EUI-64), die dem Produkt vom Hersteller zugewiesen werden.

Entwickler von Netzwerkkomponenten dürfen MAC-Adressen weder selbst kreieren noch von anderen Komponenten über-

nehmen. Hersteller oder Organisationen können beim IEEE einen OUI beantragen, was 1650 \$ kostet. Preiswerter ist ein Individual Address Block (IAB) für 500 \$. Beim IAB kann man als Hersteller dem Produkt nur 12 Bits zuweisen (statt der drei oder fünf Bytes, die man bei der OUI zur Verfügung hat). OUIs und IABs sind offen, so dass sich an Hand der ersten Bytes meist schnell feststellen lässt, woher die Netzwerkkomponente stammt. Immer ist das

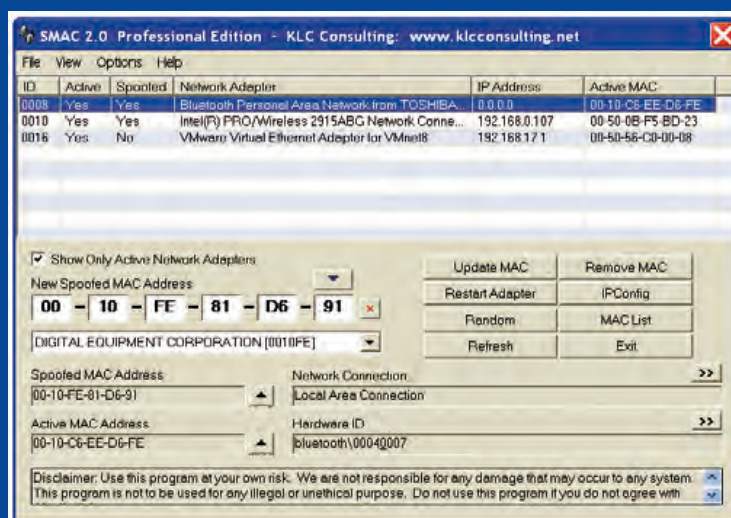
nicht möglich, denn IABs werden auch anonym vergeben. Den Inhaber kostet der anonyme IAB zusätzlich jährlich 1000 \$.

Das Netzwerkinterface, das an anderer Stelle in dieser Elektor-Ausgabe beschrieben wird, macht von einer einfacheren und preiswerteren Lösung Gebrauch: In einem kleinen EEPROM von Microchip steckt eine MAC-Adresse, Microchip besitzt die Rechte, sie an Endanwender zu übertragen. Diese Lösung bietet sich sowohl für kleine als auch große Serien an. Auf dem Markt sind auch Ethernet-Controller, die ihre eigene MAC-Adresse mitbringen.

(100719)gd

Weblink

<http://standards.ieee.org/regauth/index.html>



Von den Machern von Elektor!



Oder frei Haus unter www.elektor.de bestellen!

Elektor PCB Prototyper

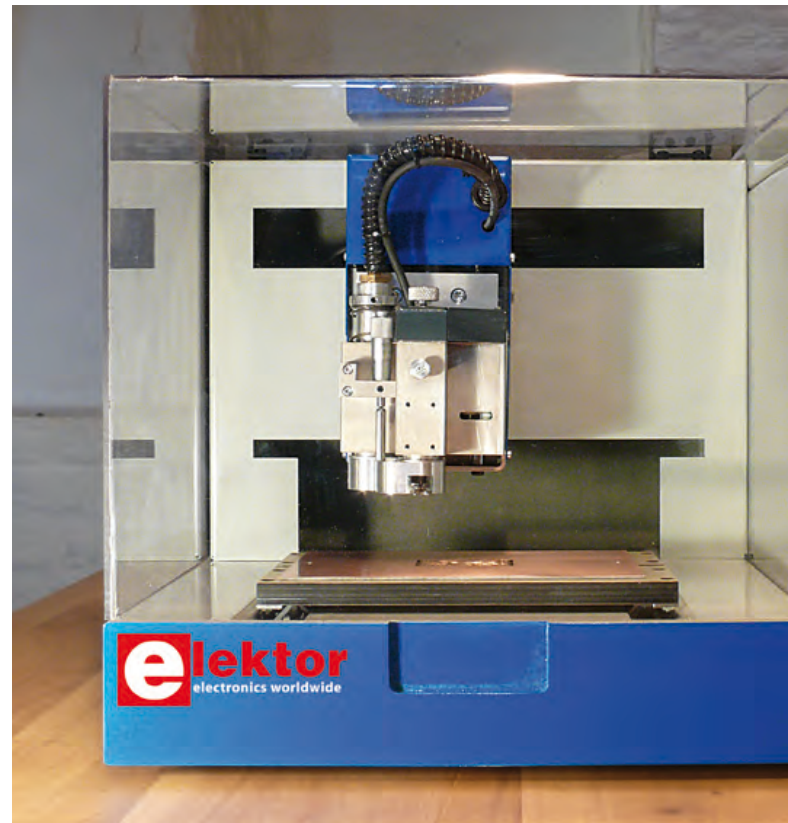
Von Harry Baggen (Redaktion NL)

Wollen Sie 100 µm breite Zwischenräume fräsen oder 0,2 mm starke Bohrungen bohren? Der Elektor PCB Prototyper schafft beides mühelos! Diese kompakte professionelle Platinen-Fräsmaschine hat aber noch viel mehr zu bieten: Dank des modularen Aufbaus von Hardware und Software ist sie im Nu zu einem multifunktionalen Labor-Roboter ausgebaut.

Die Maschine folgt einem neuen Konzept, das vom Hersteller für den Antrieb und Fräskopf entwickelt wurde. Das trägt dazu bei, dass eine Fräsmaschine dieser Präzision und Vielseitigkeit zu einem Preis angeboten werden kann, der vergleichbare Produkte um Längen schlägt.

Nachdem wir Anfang 2007 den Elektor Profiler vorgestellt hatten, fragten unerwartet viele Leser an, ob mit dem Profiler auch das Platinenfräsen möglich ist. Der Profiler wurde so konstruiert, dass er möglichst vielen Aufgaben gewachsen ist. Mit etwas Geschicklichkeit ist das Fräsen von Platinen zwar möglich, doch der Unterschied zu einer echten Platinen-Fräsmaschine macht sich bemerkbar. Anwender, die Platinen für konventionelle Bauelemente fräsen, berichten über durchaus gute Ergebnisse. Bei anderen Anwendern wuchs der Wunsch nach einer höheren Präzision, und auch eine leichtere Handhabung beim Fräsen von Platinen stand auf der Wunschliste. Spezialisierte Platinen-Fräsmaschinen haben ihren Preis. Neben einer hochpräzisen mechanischen Konstruktion steckt in einer solchen Maschine eine riesige Menge an weiterem Knowhow. Weltweit gibt es nur wenige Hersteller, die über dieses Potenzial verfügen.

Bei der Entwicklung der neuen Platinen-Fräsmaschine mussten sich die Konstrukteure von Colinbus zwei Herausforderungen stellen: Der Preis musste sich in einem Bereich bewegen, der auch für kleine Betriebe und Lehrinrichtungen mit begrenztem Etat akzeptabel ist. Auch der nicht professionelle Anwender, der die Maschine nur gelegentlich nutzt, soll nicht an einer Preisbarriere scheitern. Die zweite Herausforderung lag in dem Wunsch nach möglichst umfangreicher Vielseitigkeit. Eine Maschine, die zwar Platinen mit höchster Präzision fräst, aber bei anderen anfallenden Bearbeitungsvorgängen kapituliert, wäre keine optimale Investition. Das Warten hat sich gelohnt: Wir stellen den Elektor PCB Prototyper vor, eine kompakte



Platinen-Fräsmaschine, die noch wesentlich mehr kann und nicht zuletzt durch ihr Preis-Leistungs-Verhältnis überzeugt.

Konzept

Der Elektor PCB Prototyper ist eine kompakte, fast kubusförmige Maschine, die auf der Werkbank nur wenig Platz einnimmt. Alle beweglichen Teile werden von einer Acrylglas-Haube abgedeckt, so dass die Umweltbelastung durch Staub und Lärm minimiert ist. Ein Sicherheitsschalter stoppt die Maschine, sobald die Haube abgenommen wird.

Das Konzept des Elektor PCB Prototyper orientiert sich an Platinen-Fräsmaschinen aus dem professionellen Segment. Alle mechanischen Führungen und Antriebe haben höchste Präzision, und die eingebettete Software ist mit Routinen ausgestattet, die auf hochpräzises Platinenfräsen optimiert sind.

Nach unserer Kenntnis ist der Elektor PCB Prototyper die erste modular aufgebaute Platinen-Fräsmaschine, die auf dem Markt erhältlich ist. Der Maschinentisch kann gegen andere Tische ausgetauscht werden, die Baueinheit, in der sich der hochtourige Graviermotor befindet, lässt sich ausschwenken oder abnehmen. Zur Montage von Kameras, Dispensern und anderem Zubehör sind Halterungen vorhanden. Die Bearbeitungseinheit kann durch einfaches Ausrasten oder Wegklappen an die jeweilige Aufgabe angepasst werden. Die Luftzu- und -abfuhr-Leitungen sind in die Maschine integriert, sie lassen sich unkompliziert anschließen und abneh-

Professionelle Platinen-Fräsmaschine mit vielen Erweiterungsmöglichkeiten



Kurzdaten

Arbeitsbereich:	220 x 150 x 40 mm (X x Y x Z)
Auflösung:	1,8 µm
X/Y/Z-Antrieb:	Hybridmotoren
Max. Drehzahl Spindelmotor:	40000 U/min (über Software steuerbar)
Maschinentisch:	Single-T-Schlitz-Tisch
Werkzeugwechsel:	Von Hand (Automatik als Option)
Werkzeughalter:	1/8" Standard (andere Maße als Option)
Gravierkopf:	Einstellbar, mit eingebautem Mikrometer
Staubabsaugung:	Im Fräskopf integriert
Abmessungen:	440 x 350 x 350 mm (B x T x H)
Betriebsspannung:	110...240 V _{AC} , 50/60 Hz
Gewicht:	≈ 35 kg
Software:	CAM-und Steuerprogramm für Windows XP/Vista/7
Kommunikation mit dem PC:	USB

men. Durch Hochklappen der Rückwand lässt sich der Maschinentisch vergrößern, gleichzeitig wird das bequeme Durchführen von Rohren oder Kabeln möglich. Das alles ist nur ein Bruchteil der Multifunktionalität, die der Elektor PCB Prototyper mitbringt. Zum Lieferumfang der Maschine gehört die Software „Colibri“, eine Shell, unter der alle für die Maschinensteuerung notwendigen Software-Module laufen. Das Hauptmodul ist das ebenfalls mitgelieferte PCB-Modul. Das speziell für das Platinenfräsen entwickelte CAM-Modul gehört zweifelsfrei zu den leistungsstärksten und anwenderfreundlichsten Paketen auf dem Markt.

Mechanische Konstruktion

Wenn Platinen mit Universal-Fräsmaschinen gefräst werden, ist der Erfolg oft nur mäßig. Die Ursache liegt nicht selten in der mechanischen Konstruktion der Maschine. Das bedeutet nicht, dass eine Maschine schlechter als eine andere ist, die Konstruktionsschwerpunkte sind einfach anders gelagert. Gerade die kleinen Details können entscheidend zum Erfolg oder Misserfolg beitragen. An die mechanische Stabilität von Platinen-Fräsmaschinen werden erhöhte Anforderungen gestellt, Stabilität bekommen sie nicht zuletzt durch ihre Masse. Deshalb besteht der Elektor PCB Prototyper vollständig aus Stahl. Die Stahlkonstruktion ist mitverantwortlich dafür, dass die massiven geschliffenen Achsen absolut starr sind. Anderenfalls könnte das geringste Spiel oder Durchbiegen zur Folge haben, dass das Werkstück als Ausschuss entsorgt werden muss. Durchbiege-

Toleranzen von 0,01 mm ergeben bereits Abweichungen beim Fräsen, die breiter als die gefrästen Bahnen sein können. Natürlich sind solche Fehler nicht tragbar.

Der Elektor PCB Prototyper ist mit so genannten „Anti-backlash“-Muttern ausgerüstet. Diese Muttern tragen dazu bei, dass bei Richtungsänderungen kein Spiel auftritt. Dies ist insbesondere beim Fräsen enger Bahnen und kleiner Inseln wichtig.

Elektronik und Embedded Software

Ein maßgeblicher Unterschied zwischen den Universal-Fräsmaschinen und den spezialisierten Platinen-Fräsmaschinen liegt weniger in der Mechanik als in der Software. Die Software muss die auszuführenden Bewegungen berechnen und die Antriebsmotoren steuern. Es leuchtet ein, dass das Fräsen hunderter kleinster Bahnen und Kreise andere Algorithmen erfordert als beispielsweise das Fräsen von Frontplatten. Das ist auch der Grund dafür, dass eine Universal-Fräsmaschine mit der Geschwindigkeit 500 mm/s wesentlich mehr Zeit zum Fräsen einer Platine benötigt als eine Platinen-Fräsmaschine mit der Geschwindigkeit 100 mm/s. Die maximalen Geschwindigkeiten sind nicht entscheidend, viel wichtiger ist das Beschleunigungs- und Bremsverhalten. Hier unterscheiden sich die zugehörigen Algorithmen. Beim Platinenfräsen erreicht die Maschine nie ihre maximale Geschwindigkeit, dazu sind die Bewegungen viel zu kurz.

Das Herz der Steuerung ist ein ARM7 32-bit-RISC-Controller, kombiniert mit einem FPGA. Dieses Duo ist genügend leistungsstark, um

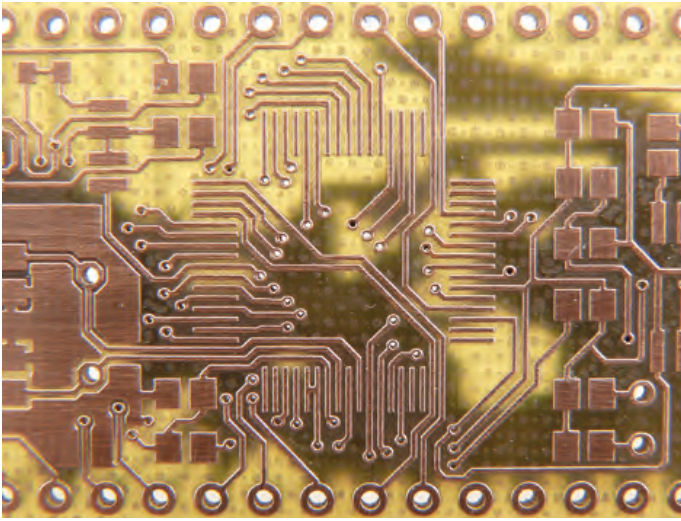


Bild 1. Detailsansicht einer vom Elektor PCB Prototyper gefrästen Platine. Die Breite einiger gefräster Bahnen beträgt nur 0,15 mm.

die meisten Aufgaben zu bewältigen. Übrig bleiben solche Aufgaben, bei denen eine Unterstützung von außen für eine noch höhere Leistung erforderlich ist. Deshalb ist die Software so konzipiert, dass sie im Bedarfsfall bestimmte Berechnungen an den angeschlossenen Computer abgeben kann. Durch seinen eigenen Controller ist der Elektor PCB Prototyper nicht vom Betriebssystem des Computers abhängig, trotzdem kann er die gewaltige Rechenkraft eines PCs verwenden. Durch diese Art der Kooperation werden die Vorteile beider Systeme genutzt und die Nachteile eliminiert.

Der Fräskopf

Auf der Z-Achse des Elektor PCB Prototypers ist der multifunktionale Fräskopf montiert. Hier sind der hochpräzise Spindelmotor, die Schläuche der Staubabsaugung und Luftzufuhr, die Tiefeneinstellung mit dem Mikrometer sowie der ebenfalls hochpräzise Gravierkopf mit der Zyklonkammer untergebracht. Außerdem sind Befes-

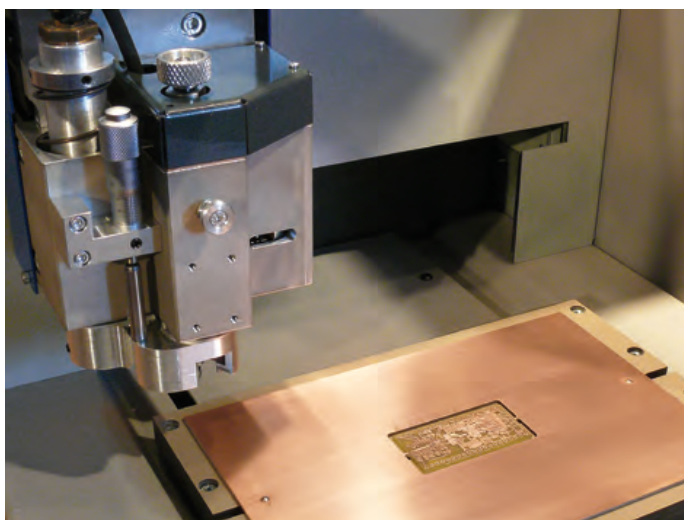


Bild 2. Unter dem Fräskopf befindet sich der Maschinentisch, dort ist eine Platine eingespannt. Bei Bewegungen in X-Richtung wird der Tisch als Ganzes verschoben.

tigungsmöglichkeiten für Kameras, Dispenser und andere Zubehörteile vorhanden. Der von der Software gesteuerte hochtourige Spindelmotor dreht mit bis zu 40.000 U/min. Da der Gravierkopf ausschwenkbar ist, können die Werkzeuge bequem gewechselt werden. Das Arbeiten mit extrem feinen Bohr- und Fräseinsätzen wird erleichtert. Weil der Gravierkopf mit der Staubabsaugung eine Einheit bildet, kann der Gravierkopf ausgeschwenkt werden, ohne die Schläuche lösen zu müssen. Die Zyklonkammer und die Absaugung im Motorblock sorgen dafür, dass auch mikroskopisch kleine Staubpartikel effizient entfernt werden.

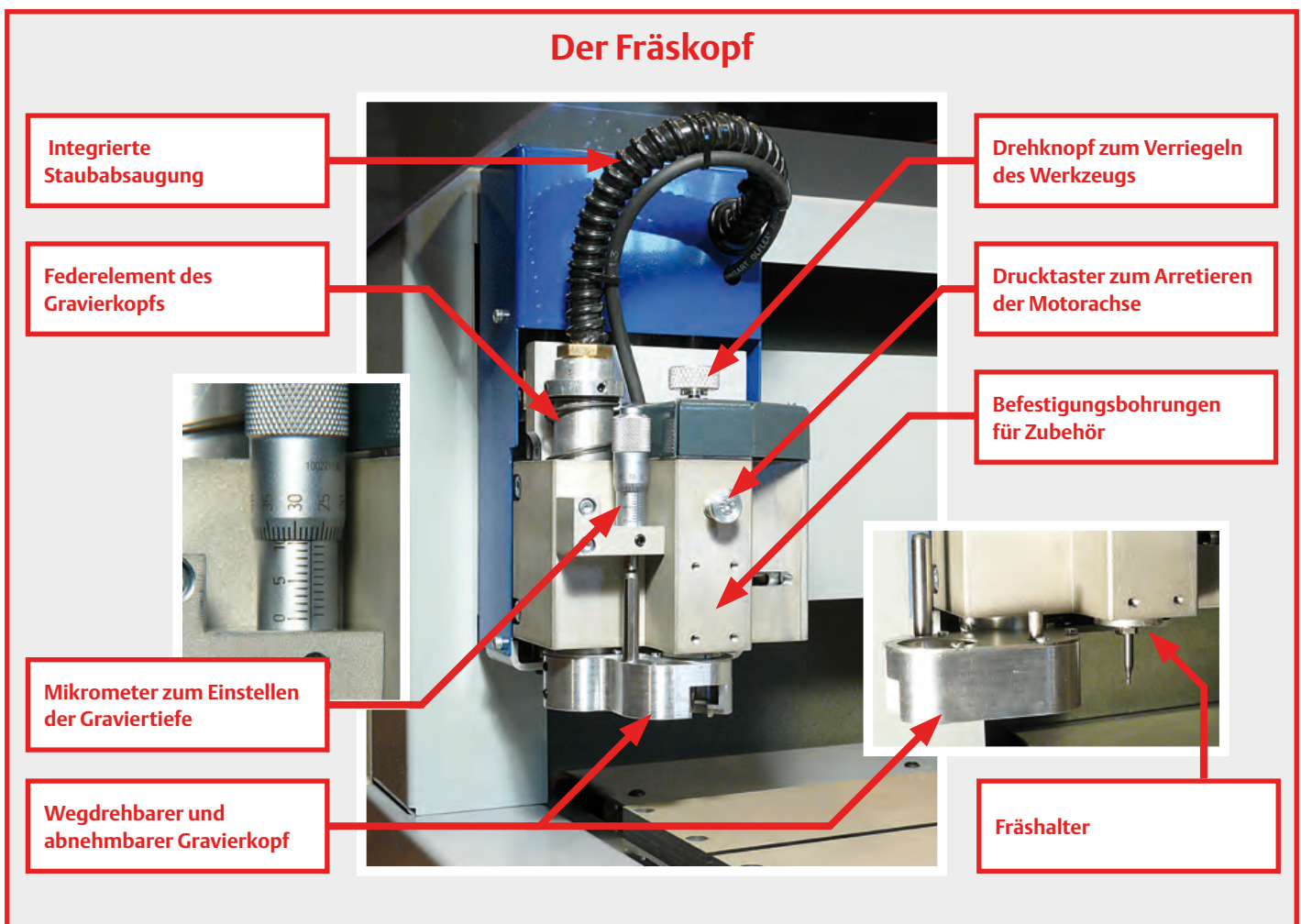
Zum Einstellen der Frästiefe ist ein Mikrometer vorhanden. Mit seiner Hilfe lassen sich auch mit konischen Werkzeugen perfekte Isolierbahnen fräsen. Wird der Elektor PCB Prototyper für andere Arbeiten eingesetzt, kann das Mikrometer Hilfestellung beim präzisen Einrichten oder Messen leisten.

Vielseitige Maschine

Der Elektor PCB Prototyper ist mehr als eine hochentwickelte Platinen-Fräsmaschine. An andere auszuführende Arbeiten lässt sich die Maschine unkompliziert anpassen. Dies gilt nicht nur für die Mechanik, sondern auch für die Software. Die Konstrukteure haben dafür gesorgt, dass die Präzision nicht leidet, wenn die Maschine angepasst oder erweitert wird. Wenn eine Maschine modifizierbar ist, besteht natürlich immer die Gefahr, dass dem Anwender Fehler unterlaufen. Auch dagegen wurden wirksame Vorkehrungen getroffen.

- Wie die meisten Platinen-Fräsmaschinen wird der Elektor PCB Prototyper mit einem flachem Maschinentisch geliefert. In der Mitte ist in den Maschinentisch eine T-Nut eingelassen, darin befinden sich verschiebbare Blöcke, die das Platinenmaterial fixieren. Zum Herstellen doppelseitiger Platinen ist diese Art der Befestigung ideal, für das Anfertigen dreidimensionaler Werkstücke ist sie nicht geeignet. Deshalb kann der Maschinentisch durch einen T-Nut-Tisch aus Aluminium, einen Vakuum-Tisch oder einen anwendungsspezifischen Maschinentisch ausgetauscht werden.
- Der Gravierkopf ist mit einem wechselbaren Tiefe-Fühler ausgestattet. Geliefert wird der Elektor PCB Prototyper mit einem Fühler, der zum Fräsen der meisten gebräuchlichen Platinen geeignet ist. Zum Anfertigen von Platinen, die für hochfrequenztechnische Schaltungen bestimmt sind, sowie für sehr weiche Materialien, kann der Fühler gegen ein für diesen Zweck optimiertes Exemplar ausgetauscht werden.
- Nahezu alle Platinen-Fräsmaschinen arbeiten mit einem starren Gravierkopf. Er ist zum Gravieren von Platinen ideal, für andere Arbeiten ist er jedoch völlig ungeeignet. Deshalb wird beim Elektor PCB Prototyper das so genannte „Pivo-System“ angewendet, das ein Wegschwenken des Gravierkopfs möglich macht. Der Gravierkopf lässt sich auf einfache Weise demonstrieren. Nach der Demontage ist der Anschluss der Staubabsaugung zugänglich, so dass die Saugnase gewechselt werden kann. Auch bei komplexen Gravier- oder Fräsarbeiten ist für eine hochwirksame Absaugung gesorgt.
- Der Fräskopf des Elektor PCB Prototypers ist so gestaltet, dass die Montage von Zubehör, zum Beispiel einer Kamera, einer

Der Fräskopf



Messvorrichtung oder eines Dispensers leicht möglich ist. Auch der Arbeitsbereich der Maschine ist für den Einsatz von Zubehör ausgelegt. Sowohl der Spindelmotor als auch das Zubehör können die gesamte Arbeitsfläche erfassen.

- Ein von hinten hochklappbarer Teil erweitert den Maschinentisch, so dass auch große Werkstücke bearbeitet werden können. Ohne mühsamen Umbau lassen sich zum Beispiel lange Werkstücke bearbeiten.
- Sogar die komplette Demontage des Fräskopfs und aller zugehörigen Teile ist möglich, anschließend kann die Maschine für völlig andersartige Arbeiten „zweckentfremdet“ werden. Schnellkupplungen sorgen dafür, dass die integrierten Absaug- und Luftzufuhrrohre weiter funktionsfähig bleiben.

Das Software-Paket

Ein essentiell wichtiger Bestandteil jeder Platinen-Fräsmaschine ist natürlich die zugehörige Software. Der Anwender muss in die Lage versetzt werden, die Dateien seines bevorzugten Platinen-Designprogramms zu importieren. Auch hochkomplexe Vorlagen muss die Maschinen-Software ohne Verzögerungen verarbeiten. Dies und noch viel mehr leistet das PCB-Modul, das zum standardmäßigen Lieferumfang des Elektor PCB Prototypers gehört. Wie schon erwähnt, hat die Shell, unter der das PCB-Modul läuft, den Namen „ColiBri“. Unter dem Dach dieser Shell können bei Bedarf weitere Software-Module untergebracht werden. Der Anwender muss das Modul lediglich anklicken, ColiBri sorgt

anschließend dafür, dass die passende Arbeitsumgebung geöffnet wird. Für das Anfertigen von Platinen ist das PCB-Modul zuständig, während dreidimensionale Objekte mit dem 3D-Modul bearbeitet werden. Der Anwender hat eine klare Übersicht über die diversen Dateien und Ordner, sie werden an die zugehörigen Module automatisch angebunden.

Da ColiBri und das PCB-Modul bereits zum Lieferumfang gehören, ist der Elektor PCB Prototyper sofort nach dem Auspacken als vollwertige Platinen-Fräsmaschine einsetzbar. Weitere Module kann der Anwender übrigens auch selbst schreiben, denn der Kommandosatz ist vollständig zugänglich. Natürlich ist auch der Kauf weiterer Module möglich.

PCB-Modul

Dieses Modul ist ein Software-Paket, das den aktuellen Software-Standards in vollem Umfang genügt. Das „Office Fluent user interface“ im Windows-7-Look trägt dazu bei, dass sich das Paket intuitiv handhaben lässt.

Im Modul sind die Software zum Steuern der Maschine und das CAM-Paket für den Platinenentwurf nahtlos integriert. Das Umwandeln von Platinen-Dateien in Formate, die von der Maschine gelesen werden können, entfällt. Alle Änderungen, die im CAM-Bereich vorgenommen werden, übernimmt die Steuerungsumgebung selbstständig. Das Gleiche gilt natürlich auch in umgekehrter Richtung. Durch die Kopplung der beiden Bereiche wird die Übersichtlichkeit maßgeblich gesteigert. Trotz der Kopplung können im CAM-Bereich Pla-

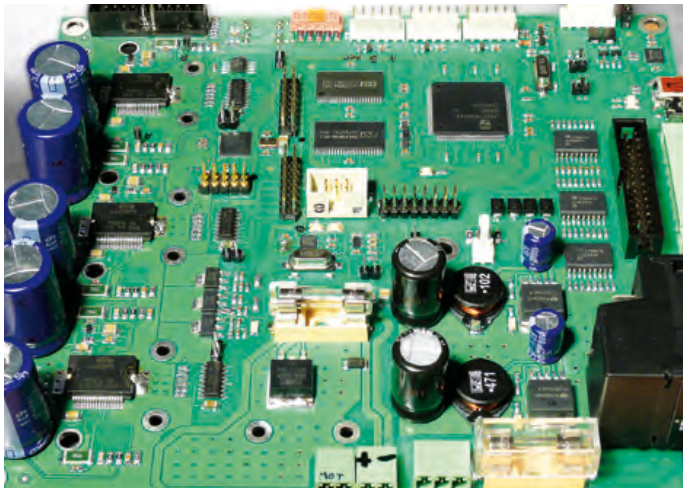


Bild 3. Das Herz der Steuerung sind ein ARM7 32-bit-RISC-Mikrocontroller und ein FPGA.

tinen-Designs entworfen und Konturen generiert werden, während die Maschine mit Fräsarbeiten beschäftigt ist.

Das PCB-Modul unterliegt keinen Einschränkungen, wie sie bisweilen bei anderen Anbietern in der Basis-Ausbaustufe üblich sind. Multilayer-Funktionen, Entfernen des Restkupfers, Spike-Removal, Anwendung mehrerer Tools mit unterschiedlichen Kontur-Strategien, Design Rule Check, durchkontaktierte und nicht durchkontaktierte Bohrungen sind beim PCB-Modul des Elektor PCB Prototypers immer verfügbar.

Mit dieser Maschine ist das Platinenfräsen tatsächlich kinderleicht. Leider schließt das nicht aus, dass wie bei anderen mechanischen Prozessen hin und wieder Unregelmäßigkeiten auftreten. Notwendige Korrekturen werden von der Funktion „Selective Remake“ des PCB-Moduls unterstützt. Wenn beispielsweise während der Produktion einer Platine ein Bohr- oder Fräswerkzeug bricht, kann der nicht bearbeitete oder fehlerhafte Bereich so markiert werden, dass nur die Bearbeitung des Bereichs, der Bahn oder der Bohrung wiederholt wird. Ohne diese Funktion müsste die Platine ein zweites Mal angefertigt werden.

Um die Leistung des PCB-Moduls zu testen, haben wir die Konturen von zehn unterschiedlichen Platinen durch vier vergleichbare

CAM-Pakete generieren lassen. Darunter waren mehrere HF-Platinen, bei denen das Restkupfer entfernt werden musste, einige komplexe Multilayer-Platinen sowie weitere analoge und digitale Exemplare. Unser PCB-Modul hat die Aufgaben nicht immer, aber meistens schneller erledigt als die Mitstreiter; und es konnte die Fräsarbeiten an allen Platinen in vollem Umfang durchführen. Einige Konkurrenten haben an einzelnen Teilaufgaben kapituliert.

Leider können die umfangreichen Möglichkeiten des PCB-Moduls an dieser Stelle auch nicht annähernd beschrieben werden. Deshalb müssen wir für weitere Informationen auf die Website des Herstellers www.colinbus.com/de/pcbprototyper.html verweisen.

Bestellen

Der Elektor PCB Prototyper mit integriertem Hochleistungs-Spindelmotor ist bei Lieferung bereits vollständig aufgebaut und eingerichtet. Die Software für die Steuerung, bestehend aus der ColiBri-Shell und dem PCB-Modul, gehört zum Lieferumfang. Bitte bestellen Sie den Elektor PCB Prototyper mit dem Formular auf der Elektor-Website: www.elektor.de/PCB_Prototyper

Der Elektor PCB Prototyper kostet 4165 € einschließlich Mehrwertsteuer plus Versandkosten.

Die Versandkosten sind abhängig vom Land, in das geliefert wird, sie sind im Bestellformular aufgeführt.

Der Versand des Elektor PCB Prototypers erfolgt unmittelbar vom Hersteller.

Für den Elektor PCB Prototyper sind Hard- und Software-Erweiterungen in Vorbereitung. Informationen über die Verfügbarkeit werden zu gegebener Zeit in der Zeitschrift Elektor und auf der Elektor-Website veröffentlicht.

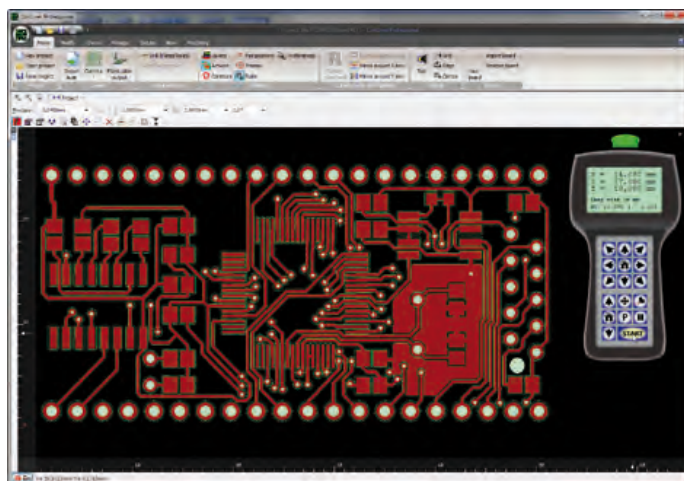


Bild 4. Hier werden die Konturen für eine Platine im neuen ColiBri-Programm mit integriertem PCB-Modul berechnet.

Wir sind überzeugt!

Fotos können das Leistungsniveau des Elektor PCB Prototypers nur unzulänglich dokumentieren. Um den Qualitätsbeweis anzutreten, ist mindestens ein Blick durch ein Mikroskop nötig. Leider können wir nicht alle Leser zu einer Demonstration vor Ort einladen. Wir können jedoch berichten, dass die höchst kritischen Entwickler des Elektor-Labors in anerkennendes Staunen gerieten, als sie die vom Elektor PCB Prototyper bearbeiteten Platinen begutachteten. Inzwischen gehört diese Maschine zum festen Inventar des Elektor-Labors.

(100619)gd

Wir planen, am 20. November 2010 auf dem Event ElektorLive! in Eindhoven/Niederlande den Elektor PCB Prototyper in Aktion zu zeigen. Ob diese Präsentation stattfinden kann, war bei Redaktionsschluss noch nicht bekannt.

Informationen zu ElektorLive! sind im Netz unter www.elektorlive.nl zu finden.

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



Wählen Sie unter

www.elektor.com/cc-subs

Ihr gewünschtes
Abonnement aus!

12 Original-Ausgaben jährlich für nur

Print: 63 US-Dollar

Digital: 38 US-Dollar

Print + Digital: 90 US-Dollar

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

LEDs für die Beleuchtung

Lumen, Lux und Candela

Von Harry Baggen (Redaktion NL)

In der Beleuchtungstechnik sind die LEDs auf dem Vormarsch. Fast wöchentlich treffen Meldungen ein, in denen sich die Hersteller mit noch höheren Lichtstärken und Wirkungsgraden übertrumpfen. Was bedeuten die Zahlen, und wie lässt sich unkompliziert feststellen, wie hell ein Objekt beleuchtet wird? Wir bringen Licht ins Dunkel!

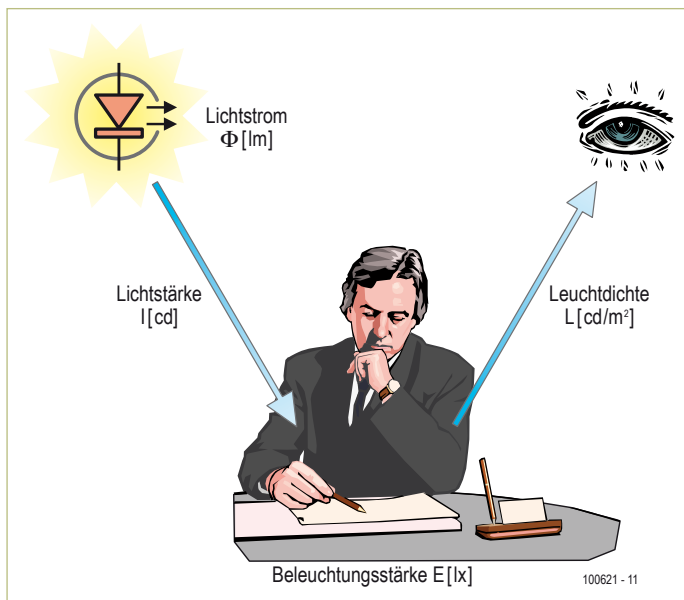


Bild 1. Zusammenhänge zwischen Größen und Einheiten in der Lichttechnik.

Die Welt der LEDs ist trotz des reichlich produzierten Lichts nur bedingt transparent. Es ist nicht leicht zu entscheiden, ob sich die LED eines Herstellers für eine geplante Anwendung besser eignet als die LED des Konkurrenten. Die Datenblätter geben Auskunft über viele Parameter und Größen. Die wichtigsten Eigenschaften sind jedoch das abgegebene Lichtspektrum (bei weißen LEDs die Farbtemperatur), der Abstrahlwinkel und der Wirkungsgrad. An dieser Stelle wollen wir ausschließlich weiße LEDs betrachten. Zuerst wollen wir Begriffe erklären, die in der Lichttechnik häufig vorkommen.



Begriffe und Einheiten

Das Maß für den **Lichtstrom**, den eine Lichtquelle erzeugt, ist das **Lumen**, abgekürzt lm. Laut Definition ist 1 lm der Lichtstrom einer punktförmigen Lichtquelle mit der Lichtstärke 1 cd (Candela) über den Raumwinkel 1 sr (Steradian): 1 lm = 1 cd·sr.

Die **Lichtstärke**, gemessen in **Candela** (cd), ist der in eine definierte Richtung abgestrahlte Lichtstrom: 1 cd = 1 lm/sr. Mit anderen Worten: Die Anzahl der Candela ist gleich der Anzahl der Lumen pro Steradian. Der für die Lichtstärke spezifizierte Wert ist wichtig, wenn Lichtquellen mit Linsen oder Reflektoren kombiniert werden. Wird beispielsweise eine Linse vor einer Lichtquelle gegen eine Linse mit kleinerem Öffnungswinkel getauscht, steigt die Lichtstärke an.

Die **Leuchtdichte** eines Objekts wird in cd/m² angegeben. Diese Größe ist unabhängig von den Eigenschaften der beleuchtenden Lichtquelle. Objekte mit dunklen Oberflächen haben folglich niedrigere Leuchtdichten als Objekte mit hellen Oberflächen.

Übrig bleibt noch die **Beleuchtungsstärke**, die in **Lux** (lx) gemessen

Tabelle 1. Farbtemperaturen bei unterschiedlichen Lichtverhältnissen.

1200...1800 K	Kerzenlicht
2000...2500 K	Sonnenaufgang oder Sonnenuntergang
2800...3000 K	Glühlampe
3200 K	Halogenlampe
3500 K	Eine Stunde nach Sonnenaufgang
5600 K	Durchschnittliches Tageslicht
6000 K	Sonnenlicht bei wolkenlosem Himmel
6500 K	Neutrales Weiß (Standardwert für PC-Monitore)
7000...10.000 K	Stark bewölkter Himmel ohne direktes Sonnenlicht

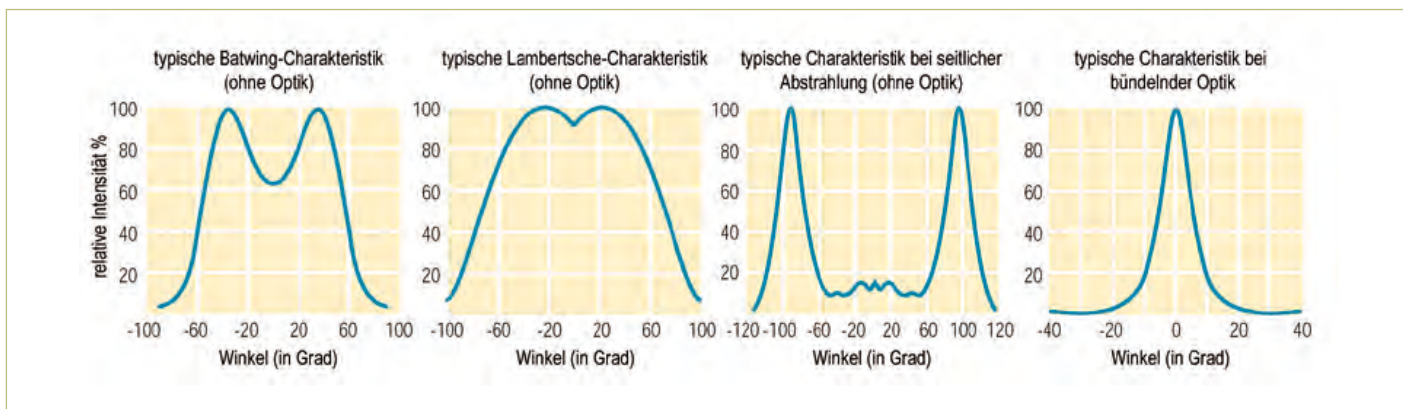


Bild 2. Die Abstrahlcharakteristik hängt vom LED-Typ ab (hier einige Beispiele aus der Reihe der Luxeon Star LEDs / Philips Lumileds).

wird. Diese für die Praxis wichtige Größe sagt aus, wie viele Lumen auf eine definierte Fläche fallen: $1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2$. Für Büros, Schulen und andere Arbeitsplätze sind bestimmte Beleuchtungsstärken vorgeschrieben, an Arbeitsplätzen muss die Beleuchtungsstärke mindestens 500 lx betragen.

In Bild 1 ist der Zusammenhang zwischen den lichttechnischen Größen am Beispiel eines Büros dargestellt, das von einer (LED-)Lampe beleuchtet wird.

Eine weitere wichtige Eigenschaft der Lichtquelle ist die **Farbtemperatur** des abgegebenen Lichts. Die Farbtemperatur, gemessen in **Kelvin (K)**, beeinflusst den Charakter und die Atmosphäre eines beleuchteten Raums. Weißes Licht mit hohem Rot-Anteil wirkt auf den Betrachter wärmer als weißes Licht mit hohem Blau-Anteil. Deshalb werden für Wohnräume warm-weiße Lichtquellen bevorzugt, während neutrale und kalt-weiße Lichtquellen überwiegend in Arbeitsräumen zum Einsatz kommen. Um die Farbtemperatur einer Lichtquelle zu bestimmen, wird ihr Licht mit den Farben eines schwarzen Platinkörpers bei unterschiedlichen Temperaturen (in Kelvin) verglichen. In **Tabelle 1** sind typische Farbtemperaturen für natürliches und künstliches Licht angegeben.

Bei der Wahl eines LED-Typs hat der Lichttechniker vieles zu berücksichtigen: Welche Abmessungen hat die zu beleuchtende Fläche und wie groß ist ihr Abstand zur Lichtquelle? Welche Beleuchtungsstärke ist mindestens erforderlich? Ist die Lichtquelle für Wohn- oder Arbeitsräume bestimmt? Nachdem diese Fragen geklärt sind, ist die Auswahl geeigneter Typen bereits eingegrenzt. Was noch nicht berücksichtigt wurde, ist der Wirkungsgrad der Lichtquelle. Grundsätzlich gilt die Forderung, dass der Wirkungsgrad möglichst hoch sein soll. Zwei mitbestimmende Faktoren sind

jedoch der Preis sowie der Aufwand für Kühlung und Wärmeabfuhr. Dieses Problem betrifft insbesondere die so genannten Power-LEDs, ihre Lebensdauer wäre ohne Kühlung stark reduziert.

Beleuchtungsstärken messen

Ein Messgerät, mit dem Beleuchtungsstärken gemessen werden können, ist das Luxmeter. Der eingebaute oder abgesetzte Sensor-Teil erfasst das Licht im Raumwinkel von annähernd 180°. Dieser weite Erfassungswinkel wird meistens durch eine vorgesetzte halbkugelförmige Kappe aus weißem Kunststoff erreicht. Es genügt,



Bild 3. Luxmeter messen Beleuchtungsstärken über Raumwinkel von annähernd 180° (Foto: Testo).

Tabelle 2. Umrechnung von Zeit und Blende für ISO 100 in Lux.

Blende									Lux
1.4	2	2.8	4	5.6	8	11	16	22	
1/2	1	2	4	8	15	30	60	120	10
1/4	1/2	1	2	4	8	15+	30	60	20
1/8	1/4	1/2	1	2	4	8	15	30	40
1/15	1/8	1/4	1/2	1	2	4	8	15	80
1/30	1/15	1/8	1/4	1/2	1	2	4	8	160
1/60	1/30	1/15	1/8	1/4	1/2	1	2	4	300
1/125	1/60	1/30	1/15	1/8	1/4	1/2	1	2	650
1/250	1/125	1/60	1/30	1/15	1/8	1/4	1/2	1	1300
1/500	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15	1/8	1/4	1/2	2600
1/1000	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15	1/8	1/4	5100
1/2000	1/1000	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15	1/8	10200
1/4000	1/2000	1/1000	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15	20500

den Sensor-Teil auf die zu messende Fläche zu legen, anschließend kann die Beleuchtungsstärke in Lux abgelesen werden. Luxmeter kommen zum Einsatz, wenn Arbeitsplätze auf Einhaltung der vorgeschriebenen Werte überprüft werden müssen, oder auch, wenn die Werte einer neuen Super-LED-Taschenlampe gemessen werden sollen.

Ein Luxmeter, wie es in **Bild 3** zu sehen ist, wäre eine kaum rentable Investition, wenn es nur ein bis zwei Mal im Jahr gebraucht wird. Eine gangbare Alternative findet sich heute in fast jedem Haushalt, es ist die digitale Kamera. Generell müssen Kameras das Licht messen, bevor eine korrekt belichtete Aufnahme zustande kommen

kann. Bei Kompaktkameras geschieht dies über den CCD-Chip, der auch das Bild aufnimmt, während Spiegelreflexkameras mit echten Lichtsensoren ausgestattet sind. Der Lichtmesser der Kamera kann auch zweckentfremdet werden, um indirekt Beleuchtungsstärken zu messen. Voraussetzung ist nur, dass sich die Empfindlichkeit der Kamera von Hand einstellen lässt und dass die Aufnahmedaten (Zeit und Blende) im Display oder Sucher angezeigt werden. Diese Daten sind in Lichtwerte (EV = Exposure Value) und anschließend in Lux (lx) umrechenbar. In **Tabelle 2** ist das bereits geschehen, dort kann das Ergebnis der Beleuchtungsmessung bequem abgelesen werden. In der oberen Reihe wird die von der Kamera ermittelte Blende gesucht. In der zugehörigen Spalte sucht man die von der Kamera gefundene Zeit; rechts ist die korrespondierende Beleuchtungsstärke in Lux angegeben. Wichtig ist, dass die Empfindlichkeit der Kamera auf ISO 100 fest eingestellt ist und nicht von einer Automatik an die Lichtverhältnisse angepasst wird.

Wenn beispielsweise die Beleuchtungsstärke eines Schreibtischs im Büro gemessen werden soll, wird das Kamera-Objektiv von oben auf die Schreibtischplatte gerichtet. Auf dem Schreibtisch dürfen keine weißen Papierbögen ausgebreitet sein, denn die von der Kamera gemessenen Werte beziehen sich auf ein mittleres Grau. Gemäß der geltenden Definition reflektiert eine Fläche in mittlerem Grau etwa 18 % des darauf fallenden Lichts. In früheren Jahrzehnten haben Fotografen Beleuchtungsstärken mit Hilfe so genannter Graukarten gemessen. Heute sind Graukarten nicht mehr gebräuchlich, es dürfte schwierig sein, ein Exemplar zu beschaffen. Wenn auf dem Schreibtisch die üblichen Utensilien ohne viel weißes Papier liegen, kann das Messergebnis als zuverlässig betrachtet werden. Der exakte Wert lässt sich zwar nur mit einem geeichten Luxmeter feststellen, doch der Wert, den die Messung mit der Kamera liefert, ist eine gute Näherung.



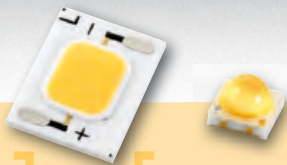
Bild 4. Zum näherungsweisen Bestimmen von Beleuchtungsstärken genügt eine digitale Kamera, zusammen mit Tabelle 2.

(100621)gd

Titelfoto: LUXEON Rebel, Philips Lumileds

LUMEN EFFICIENT DEVICE

The "Solar Tree" is a collaboration of Artemide and Sharp designed by Ross Lovegrove.



[IC]

[OPTO]

[LED]

[LCD]

[RF]

Sharp hat die LED neu definiert: Lumen Efficient Device. Mit dem aktuellen LED-Portfolio bietet Sharp Licht-Designern und Produktentwicklern das komplette Angebotsspektrum für innovative und energiesparende LED-Applikationen. Besonders im Außenbereich glänzen dekorative und funktionale Lichtlösungen an Gebäuden wie Flughäfen, Bahnhöfen, Museen und Parkhäusern oder als zukunftsweisende Straßenbeleuchtung. Im Innen- oder Außenbereich – Sharp LEDs bestechen durch Qualität, sehr hohe Farbtreue und

Lichtintensität. In Farbtemperaturen von Warm- bis Kaltweiß und in kompakten Gehäusegrößen für mehr Designfreiheit. Profitieren Sie von mehr als 40 Jahren LED-Erfahrung. Setzen Sie auf die Qualität und Effizienz von Sharp LEDs.

Unser Service-Team hält Muster für Sie bereit und berät Sie gern. E-Mail: info.sme@sharp.eu; Telefon: +49 (0)180 507 35 07 (0,14€/Min. aus dem dt. Festnetz, max. 0,42€/Min. für Anrufe aus dem dt. Mobilfunknetz.) www.sharpleds.eu



Besuchen Sie uns vom 7.–8. Dezember
in Lyon auf dem Stand B9 unseres Partners



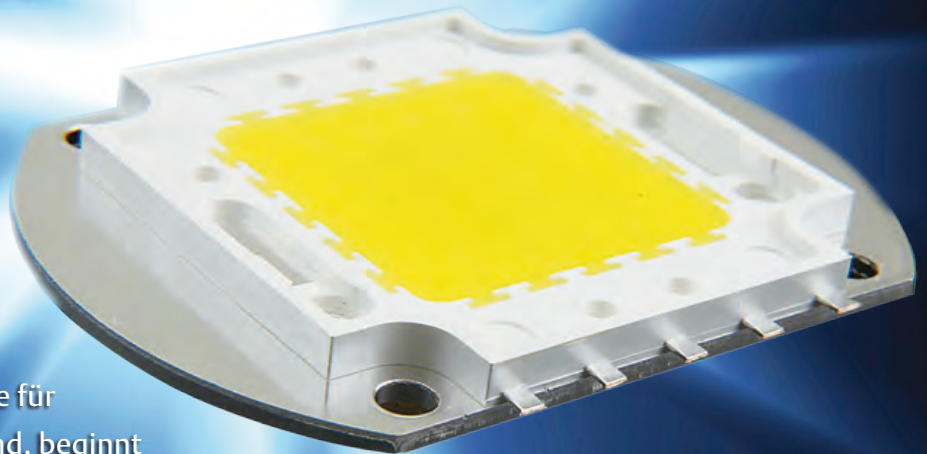
SHARP

Microelectronics

LED the sun shine

Dimmer für 50-Watt-Power-LEDs

Von Ton Giesberts (Elektor-Labor) &
Thijs Beckers (Redaktion NL)



Power-LEDs sind mit immer größeren Leistungen erhältlich. Obwohl die Preise für LED-Licht immer noch ziemlich hoch sind, beginnt sich doch ein neuer Markt zu etablieren. Eine der „stärksten“ tatsächlich erhältlichen Power-LEDs ist der Typ H50WA CWS von Huey Jann Electronics: ein LED-Modul mit beeindruckenden 50 W!

Bei der LED-Technologie ist noch kein Ende der Entwicklung abzusehen. Wir beide staunten nicht schlecht, als wir im Sortiment von Reichelt Elektronik [1] eine High-Power-LED mit der sagenhaften Leistung von 50 W entdeckten. Was musste das für ein Licht geben! Dies wollten wir natürlich unbedingt einmal mit eigenen Augen sehen. Um es kurz zu machen: Reichelt befriedigte unsere Neugier und schickte zwei Testexemplare ins Elektor-Labor. Nur das passende Netzteil musste noch her.

Ursprünglich wollten wir selbstverständlich unser eigenes (Schalt-)Netzteil entwickeln, doch nach einem Blick in den Reichelt-Katalog fiel uns ein fertiges Schaltnetzteil von Mean Well auf, das nahezu perfekt passte und außerdem unglaublich billig war. Also verschwanden wir unsere Energie nicht mit dem Netzteil, sondern entwickelten stattdessen eine Zusatzschaltung.

Pure Power

Das Netzteil des Typs LPC-60-1750 von Mean Well (**Bild 1**) passt außergewöhnlich gut zur 50-W-LED von Huey Jann Electro-

nics [2]. Betrachtet man seine technischen Daten, scheint es geradezu maßgeschneidert. Es liefert keine Konstantspannung, sondern einen Konstantstrom von 1,75 A. Dieser Strom entspricht genau dem maximalen Wert, mit dem die LED dauerhaft betrieben werden darf. Der Eingangsspannungsbereich des Netzteils reicht von 90 V bis 264 V Wechselspannung. Das Netzteil ist nicht nur kurzschlussfest, sondern auch noch gegen zu hohe Ausgangsspannungen abgesichert.

Die Power-LED liefert äußerst intensives Licht auf kleiner Fläche. Zum Schutz schirmten die immer wieder ins Labor strömenden neugierigen Zuschauer ihre Augen gegen das Licht der LED ab. Selbst aus dem Augenwinkel wurde es noch als unangenehm wahrgenommen. Die LED lag nämlich offen und nackt, lediglich auf einen Kühlkörper montiert, auf der Platte eines Arbeitstischs. Der Einbau in eine passende Leuchte würde das LED-Licht angenehmer machen.

Dimmerschaltung

Der volle Betrieb der LED war also ziemlich einfach. Allerdings wollten wir auch

die Helligkeit einstellen können. Der erste Gedanke hierzu war, eine zusätzliche Last parallel zur LED zu schalten. Ein Lastwiderstand (über einen MOSFET wäre ein PWM-gesteuertes Zuschalten möglich) könnte einen Teil des Stroms an der LED vorbeileiten, da es sich bei unserem Netzteil ja nicht um eine Spannungs-, sondern eine Stromquelle handelt. Das nutzlose Verbrauchen von Energie ist aber weder sonderlich „grün“ noch zufriedenstellend für einen Elektroniker, der etwas auf sich hält. Man kann den Verlust zwar minimieren, weil das Netzteil im Spannungsbereich von 9...34 V als Stromquelle funktioniert. Bei richtiger Dimensionierung würden aber immer noch (bei maximal heruntergedimmter LED) $1,75 \text{ A} \times 9 \text{ V} = 16 \text{ W}$ verheizt.

Wenn man auf der Suche nach einer effektiveren Lösung auf die Idee kommt, Spulen einzusetzen, weil man hier ja getaktet mit sehr geringen Verlusten operieren könnte, hat man ebenfalls ein Problem. Wenn man mit Spule und PWM gemittelt so viel Strom ableiten möchte, dass man die LED dimmen kann (siehe **Bild 2**), dann sollte man die Fre-

Eigenschaften der Power-LED

Maximaler Dauerstrom: 1,75 A
 Betriebsspannung: 27...28 V
 Lichtstrom: 2925...3735 lm,
 abhängig von Farbtemperatur
 Strahlungswinkel: 120° (50%-Wert)
 Farbtemperatur: 3300...8000 K
 LED-Sperrschichttemperatur: max. 135 °C

Eigenschaften des Netzteils

Ausgangsstrom: 1750 mA
 Ausgangsspannung: 9...34 V
 Eingangsspannung: 90...264 V
 bei 47...63 Hz
 Maximale Leistung: 59,5 W
 Wirkungsgrad: 87%
 Überlast- und Kurzschlusschutz



Bild 1. Dieses Schaltnetzteil von Mean Well arbeitet als Stromquelle mit 1,75 A und passt daher perfekt für die 50-W-LED.

quenz recht groß wählen, so dass sich eine kleine Spule ergibt. Bei 100 kHz ergäbe das eine Spule mit etwa 40 μH für einen Strom von 2 A.

Leider funktioniert das nicht. Eine Spule nimmt im stromdurchflossenen Zeitraum ja Energie auf, die sie beim Ausschalten auch wieder los werden muss. Und diese Energie würde dann in Wärme verwandelt, also ebenfalls zu Verlusten führen. Würde die im magnetischen Feld gespeicherte Energie der Spule nicht abgebaut, käme bei jedem weiteren Stromimpuls durch die Spule mehr Energie dazu - doch leider kann keine reale Spule der Welt unbegrenzt Energie in ihrem Magnetfeld speichern. Eine Freilaufdiode würde nicht dazu ausreichen, in der Ausschaltzeit genug Energie abzubauen. Auch bei kleinem Duty Cycle geriete daher die Spule in kürzester Zeit in die Sättigung. So richtig praktisch wäre dieses Verfahren also nicht...

Eine weitere Idee...

Um zu Vermeiden, dass die Spule gesättigt wird, müsste man ja lediglich die Spule bei jedem Schaltzyklus umpolen. Technisch wäre das mit Hilfe einer Gegentaktschaltung aus zwei MOSFETs machbar, ganz wie bei einer klassischen Push-Pull-Stufe mit Trafo und Mittenanzapfung. In unserem Fall würde sich eine kleine Entstörspule eignen, auf die man noch eine zweite, gleich große Wicklung aufbringt. Doch leider, leider gilt auch hier ganz wie im wahren Leben, dass

die aufgenommene Energie auch wieder abgegeben werden muss. Von daher wäre auch dieser Trick nicht wirklich für eine funktionierende und saubere Helligkeitseinstellung geeignet.

...und noch eine

Eine andere naheliegende Idee wäre, die LED direkt zu schalten und das mit einer nicht allzu hohen Frequenz. 150 Hz wären für flimmerfreies Licht ausreichend. Aus Sicherheitserwägungen heraus wollten wir das Netzteil zuerst einmal mit einem geschalteten Widerstand testen. Und das

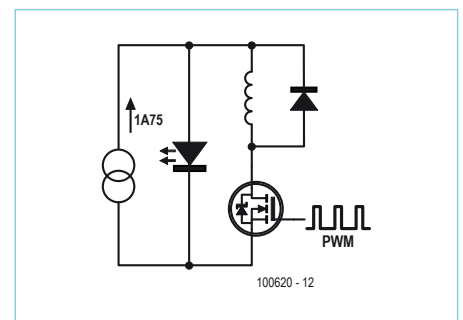


Bild 2. Das Dimmer-Prinzip, das uns zuerst in den Sinn kam, hat einige Tücken...

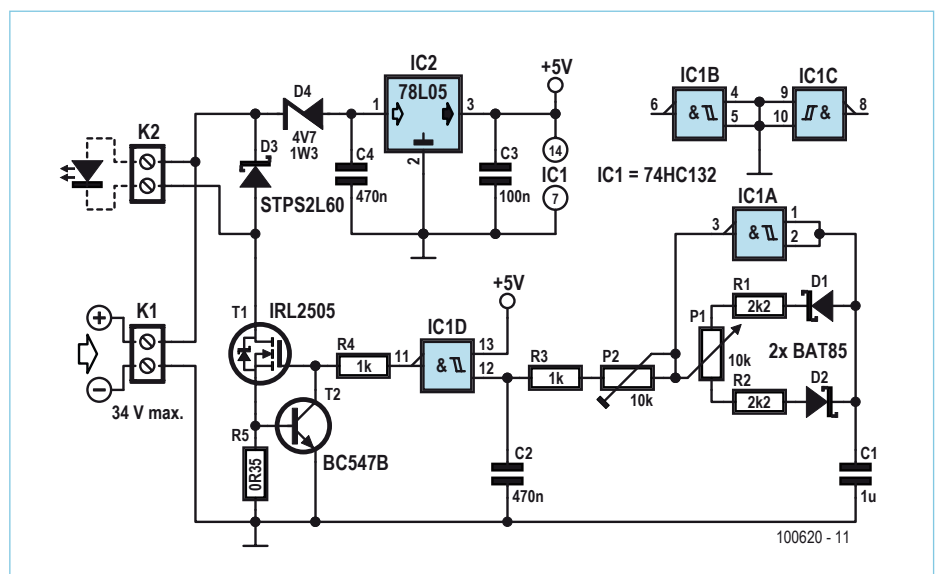


Bild 3. Der funktionierende Dimmer ist letztlich sehr einfach aufgebaut.

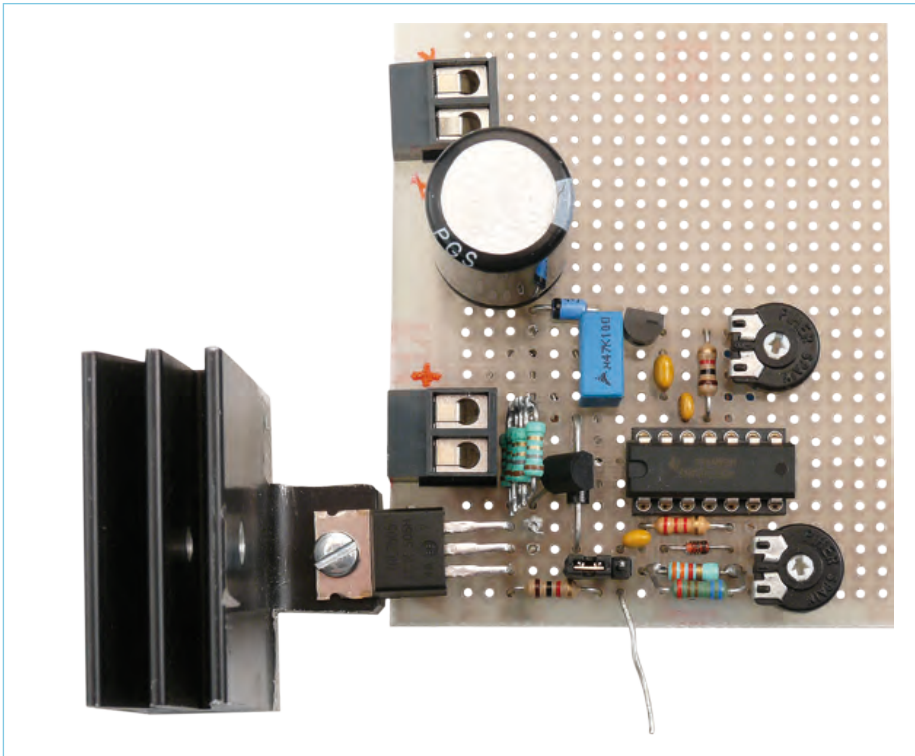


Bild 4. Für diese einfache Schaltung wurde keine Platine entworfen. Hier genügt ein Stück Lochrasterplatine.

war gut so: Das Netzteil schien nur bei konstanter Belastung wirklich als Stromquelle zu arbeiten. Die Tests zeigten auch, dass die Stromregelung recht träge ist. Bei einer impulsförmigen Belastung steigt die Ausgangsspannung locker bis auf das Maxi-

mum von 34 V. Während des Impulses liefert das Netzteil aber leicht mehr als 3 A. Wir haben das also nicht ausprobiert, denn diese Werte wären für die LED sicherlich nicht besonders gesund gewesen.

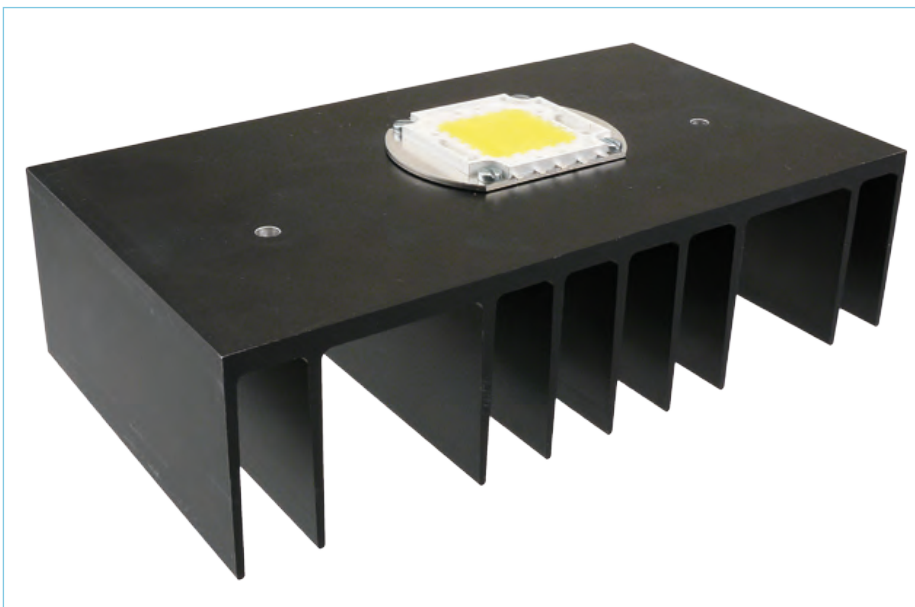


Bild 5. Dass die LED gut gekühlt sein muss, dürfte klar sein. Getreu dem Motto „Genug ist nicht genug!“ fiel die Kühlung ein Stück größer aus als nötig.

Das klappt!

Die Auflösung des Rätsels um das korrekte Schalten der LED ist eigentlich ganz einfach: Statt mit Hilfe eines MOSFETs einen Widerstand oder eine Spule zu schalten, machen wir aus dem MOSFET eine geschaltete Stromquelle. Man braucht lediglich noch einen so genannten Shunt zum Messen des Stroms und einen zusätzlichen Transistor (T2). Bild 3 zeigt, wie das aussieht. Der Shunt liegt in der Source-Leitung von T1 und erzeugt die Basis-Emitter-Spannung für T2. Da der Kollektor von T2 mit dem Gate von T1 verbunden ist, kann der Strom durch R5 nur so groß werden, bis T2 zu leiten beginnt, denn ab da begrenzt er die Gate-Spannung von T1.

Diese Konstruktion ergibt eine sehr simple Stromquelle. Sie ist aufgrund der BE-Strecke von T2 etwas temperaturabhängig (der Strom sinkt bei steigender Temperatur), was gleichzeitig auch einen gewissen Schutz bietet. Beim Bau sollte man T2 aber etwas weiter entfernt vom Shunt platzieren, als wir das gemacht haben (siehe Bild 4). Die Verlustleistung am Shunt kann nämlich durchaus 1 W betragen. Wenn der Maximalstrom durch T1 kleiner ist als der Maximalstrom des Netzteils und gleichzeitig das Puls/Pausen-Verhältnis groß, dann kann die Verlustleistung an T1 schnell mal 10 W überschreiten. T1 muss also ausreichend gekühlt werden. Besser daher einen Kühlkörper mit $R_{th} = 3 \text{ K/W}$ nehmen.

Die Ansteuerung des MOSFETs entstammt der Schaltung „Bluesbreaker“ vom November 2009. Als Schmitt-Trigger dient nun das IC 74HC132. 5 V sind mehr als genug, um den speziellen „Logic-Level“-MOSFET T1 durchzusteuern. Mit IC1a ist ein einfacher Oszillator realisiert, dessen Duty Cycle mit P1 nahezu symmetrisch zwischen etwa 16 % und 84 % einstellbar ist. IC1d sorgt dafür, dass das PWM-Signal für das Gate von T1 je nach maximalem und minimalem Duty Cycle von IC1a konstant „high“ oder „low“ ist. Dadurch kann man die LED trotz des begrenzten Einstellbereichs komplett hell oder komplett dunkel einstellen. Eventuell lässt sich durch Anpassung der Zeitkonstanten noch ein etwas breiterer Regelbereich herausholen. Mit der angegebenen Dimen-

sionierung beträgt der minimale Strom, bevor die LED ganz ausgeht, etwa 150 mA.

Zur Versorgung von IC1 wird ein 78L05 verwendet. Da seine maximale Eingangsspannung 30 V beträgt, dient die Z-Diode D4 als Schutz vor zu hohen Spannungen. Die Stromaufnahme der Logik um IC1 ist so niedrig, dass die hohe Eingangsspannung keine relevante Verlustleistung für IC2 bedeutet. D3 schützt vor Induktionsspannungen, wie sie eventuell durch die Verdrahtung generiert werden könnten.

Ganz schön heiß

Beim Einbau der LED in eine Leuchte muss man zwingend auf ausreichende Kühlung achten. Laut Datenblatt darf die Sperrschichttemperatur der LED maximal bis auf 135 °C steigen. Die kleine Aluminium-Platte, auf welche die LED aufgebracht ist, reicht zur Abfuhr der Wärme bei weitem nicht aus. Die in Bild 5 zu sehende Kühlung ist hingegen etwas übertrieben. Laut Datenblatt benötigt man für eine ausreichende Kühlung einer waagrecht montierten LED eine Fläche von mindestens 550 cm². Angesichts des hohen Preises einer solchen LED war uns Sicherheit wichtiger und daher kalkulierten wir ordentlich Reserve ein.

Die Lichtausbeute dieser 50-W-LED ist etwa doppelt so groß wie die einer 100-W-Glühlampe, welche in Europa sowieso nicht mehr verkauft werden darf. Wenn man die LED stärker dimmt, differenziert sich das LED-Licht für das Auge irgendwann in einzelne Lichtpunkte. Hintergrund ist, dass der Hersteller bei dieser LED 4 x 8 LED-Chips kombiniert hat. Je acht LEDs sind dabei in Reihe und insgesamt vier Reihen parallel geschaltet. So erklärt sich auch die Nennspannung der LED: Bei einer typischen Spannung einer LED von 3,3 V kommt man rechnerisch auf 26,4 V, was mit der Herstellerangabe von 27...28 V gut übereinstimmt.

Die weiße Power-LED ist bei Reichelt in unterschiedlichen Farbtemperaturen erhältlich: warm = 3.300 K, natur = 4.000 K, pur = 6.000 K und cool = 8.000 K. Auf der Webseite des Herstellers findet man in den Datenblättern auch Hinweise auf weitere Farben, doch es braucht wohl noch etwas, bis diese Varianten den Weg nach Europa gefunden haben.

(100620)

Wir danken der Firma Reichelt Elektronik dafür, dass sie uns die Power-LEDs samt Netzteilen zum Test zur Verfügung gestellt hat.

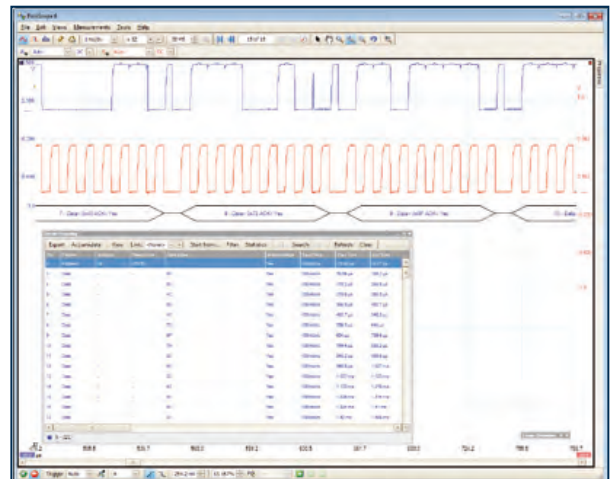
Links

- [1] www.reichelt.de
- [2] www.hueyann.com.tw



BEZAHLBARES KNOW-HOW

DIE PC-OSZILLOSKOP-REIHE VON
PICO TECHNOLOGY



BANDBREITE
20 MHz bis 12 GHz



ABTASTRATEN
50 MS/s bis 5 GS/s



SPEICHER
8 kS bis 1 GS

AUFLÖSUNG
8 bis 6 bit

PREISE
150 € bis 9060 €

Neueste Software-Updates:
I²C & CAN-Bus-Dekodierung,
Mask-Limit-Test, erweiterte Triggermöglichkeiten,
digitale Tiefpassfilterung, Schnelltriggerung

www.picotech.com/scope2028

Scan fürs Elektor-DSP-Radio

Monitoring, Loggen und Scannen

Von Burkhard Kainka (D)

Wer sich viel mit DX-Empfang beschäftigt, kommt immer wieder zu neuen Ergebnissen. Welche Antenne ist besser, zu welcher Zeit sind bestimmte Sender gut zu hören und wo kommen die Störungen her? Diese und ähnliche Fragen sind für die verschiedenen Empfangsbereiche von Langwelle bis UKW getrennt zu betrachten. Auch dafür ist das Elektor-DSP-Radio gut geeignet.

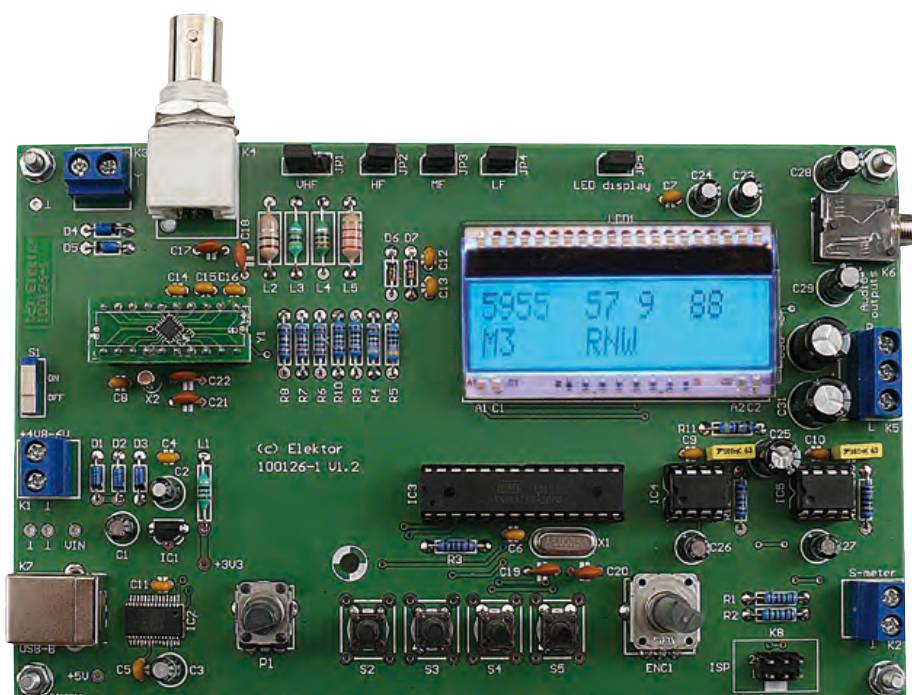


Tabelle 1. Bandscan-Daten:
Frequenz, Signalspannung (RSSI)
und Störabstand (SNR).

11600	32	0
11605	28	0
11610	35	0
11615	60	25
11620	37	0
11625	28	0
11630	32	2
11635	28	0
11640	28	0
11645	34	2
11650	31	0
11655	42	11
11660	28	0

In diesem Beitrag stellen wir ein kleines Programm vor, mit dem sich die tatsächliche Bandbelegung und die erzielbaren Störabstände darstellen lassen. Angezeigt werden die Signalspannung (RSSI) und der Störabstand (SNR). Man kann einzelne Bänder mit einer Breite von 500 kHz untersuchen oder den ganzen Bereich von 3 MHz bis 23 MHz.

Auch Mittelwelle und UKW können gescannt werden. Das Programm DSPscan (Bild 1) dokumentiert alle Messungen in Dateien (Tabelle 1), die man auch speichern und archivieren kann, um sie sich bei Bedarf wieder anzusehen und auszuwerten. Bandanfang, Datum und Uhrzeit sind Teil des Dateinamens, sodass man keine Mühe hat, die Messungen zuzuordnen. Der gewünschte Bandanfang kann von Hand eingegeben werden. Alternativ lassen sich

auch die Band-Tasten verwenden, um ein bestimmtes Band zu scannen. Auch der gesamte Bereich von 3 MHz bis 23 MHz kann in einem Durchlauf untersucht werden, was allerdings über eine Stunde dauert. Bequemer ist daher das Scannen von 500 kHz breiten Abschnitten. Mit der Schaltfläche „AutoScan SW“ startet man eine vollautomatische Messreihe durch alle Bänder von 75 m bis 16 m. Die Serie wird jeweils zu Beginn einer vollen Stunde neu gestartet. Man kann das Programm im Automatik-Betrieb einfach den ganzen Tag über laufen lassen und die Ergebnisse dann später in Ruhe analysieren.

Was man hört...

Manchmal enttäuscht die Kurzwelle: Viel Rauschen, wenig klare Signale. Zu anderen Zeiten sind die Bänder voll, und man kann

die halbe Welt hören. Die Unterschiede sind enorm groß. Oft weiß man nicht genau, ob es an der Antenne, am Standort oder am Empfänger liegt. Das Elektor-DSP-Radio hilft, einen Überblick über die Empfangssituation zu finden, denn alle Stationen werden mit ihrer aktuellen Signalspannung und ihrem Störabstand angezeigt.

Ein typische Situation: Sie testen einen neuen Empfänger auf Kurzwelle um die Mittagszeit und erhalten zunächst einen ganz schlechten Eindruck. Was denn, so wenige Sender und so viel Rauschen? Das habe ich schon mal besser gehört, ob der Empfänger vielleicht nicht empfindlich genug ist? Die vorschnelle Einschätzung ist oft völlig falsch: Wenn es keine Signale von Sendern gibt, kann auch der beste Empfänger nichts ausrichten.

Zwei Dinge spielen hier zusammen. Erstens sind die Ausbreitungsbedingungen und die Störgeräusche auf jedem Band und zu jeder Zeit anders. Und zweitens werden die meisten Kurzwellensender nur zu ganz bestimmten Sendezeiten eingeschaltet. Die berechnete Frage ist nämlich: Hört überhaupt jemand zu, oder blasen wir hier 100 kW sinnlos in die Luft?

Immer wieder hört man von Plänen, bestimmte Stationen endgültig abzuschalten. Die tragende Säule des Kurzwellen-Rundfunks sind die Auslandsdienste der verschiedenen Staaten. Dabei geht es einerseits darum, die eigenen Bürger in der Ferne zu informieren und andererseits darum, den eigenen Standpunkt für andere Nationen zu verdeutlichen. Wenn Sie also einen interessanten Sender in einer exotischen Sprache hören, ist es sehr wahrscheinlich, dass BBC (Großbritannien), DW (Deutschland), CRI (China) oder eine Station aus Russland oder USA dahinter stecken. Das ist oft spannend und brisant. Warum sendet Radio Vatikan ausgerechnet auf Arabisch?

Jedenfalls spielt sich das alles schwerpunktmäßig am Abend ab, weil am Abend mehr Leute Zeit und Lust haben, zuzuhören.

Was die Ausbreitungsbedingungen angeht, spielt neben der Entfernung auch die Frequenz eine wichtige Rolle. Am Tage hat man auf den höheren Frequenzen die größere Reichweite. In der Nacht steigt die Reichweite auch auf den tieferen Bändern, während es auf den höheren Bändern stiller wird. Ganz entscheidend ist aber das Rauschen. Die wichtigsten Anteile stammen aus dem atmosphärischen Rauschen und aus Störausstrahlungen elektrischer Geräte. Das atmosphärische Rauschen entsteht aus der Summe aller Gewitter und kleinerer Entladungen in Reichweite des Bandes. Dieses Rauschen ist auf den unteren Bändern bestimmend und wird in Richtung 20 MHz schwächer (**Bild 2**). Im 49-m-Band ist ein Rauschpegel von 30-40 dB μ V - also bis zu 100 μ V(!) bei einer normalen AM-Bandbreite an einer Langdrahtantenne - völlig normal. Da muss eine Station schon mit 60 dB μ V (1 mV) hereinkommen, um klar gehört zu werden.

Dagegen verblasst die Bedeutung der Empfänger-Empfindlichkeit, wie ein einfacher Test mit dem DSP-Radio zeigt: Klemmen Sie die Antenne ganz ab. Auf den meisten Frequenzen zeigt das Radio dann eine Signalspannung von 0 dB μ V, also 1 μ V Eigenrauschen oder weniger. Schießen Sie die Antenne an und stellen Sie eine nicht belegte Frequenz ein. Wenn nun das Rauschen um mehr als 10 dB ansteigt, ist sowohl der Empfänger empfindlich genug als auch die Antenne ausreichend lang. Das ist bei jedem Radio so, allerdings macht die automatische Verstärkungsregelung (AGC) es schwer, die tatsächlichen Verhältnisse zu beurteilen.

Es gibt praktisch kein Radio mehr, das an zu geringer Empfindlichkeit leidet. Nur kann man oft die Leistung des Empfängers und den tatsächlichen Störabstand nicht leicht auseinanderhalten. Das Elektor-DSP-Radio ist hier im Vorteil, weil die Antennenspannung immer mit angezeigt wird.

...und was stört

Die tatsächliche Signalspannung spielt keine so große Rolle, wichtiger ist der Störabstand. Testen Sie am Tage mal das 16-m-Band (17.480–17.900 kHz, **Bild 3**). Sie finden dort zahlreiche Stationen, die trotz geringer Feldstärke (30-40 dB μ V an einer Langdrahtantenne) klar gehört werden können. Auf diesem Band ist nämlich das atmosphärische Rauschen schon deutlich geringer.

Sie werden übrigens immer wieder auf China Radio International (CRI) stoßen, denn die Chinesen wissen, wozu die oberen Frequenzen gut sind. In China selbst sind die unteren Bänder bis 10 MHz fast leer, während die höheren Frequenzen intensiv genutzt werden. Hier geht es darum, große Entfernungen mit guter Qualität zu überbrücken. Neben dem geringeren Rauschen hilft auf den höheren Bändern auch

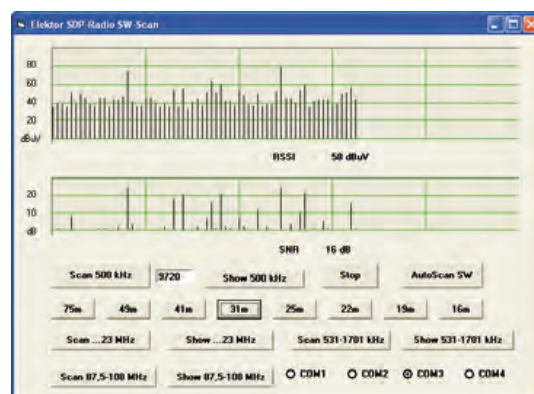


Bild 1. Das 31-m-Band wird gescannt.

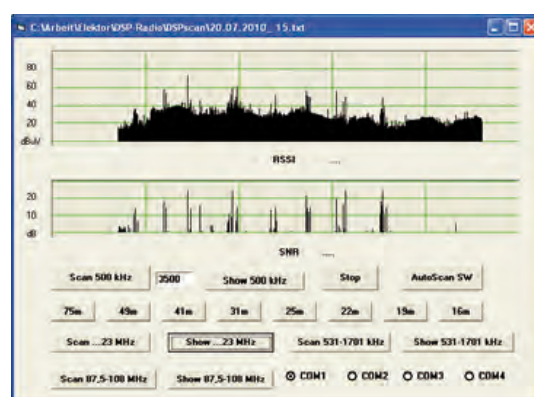


Bild 2. Antennenrauschen und Nutzsignale zwischen 3,5 MHz und 23 MHz.

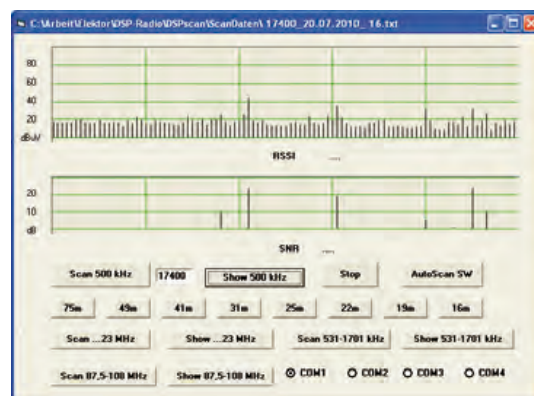


Bild 3. Das 16-m-Band um 16 Uhr.

das wesentlich geringere Fading. Auf Mittelwelle sind vielerorts die Störsignale bestimmend, besonders am Tage (**Bild 4**), wenn die Nutzsignale stark gedämpft werden. In der Nacht hingegen wird die Mittelwelle munter (**Bild 5**). Dann hört man auch ferne Sender mit gutem Störabstand. Und wenn mal Signale über 1611 kHz auftauchen, dann sind es wahrscheinlich Piratensender (aus den Niederlanden). In diesem Zusammenhang wird öfter die

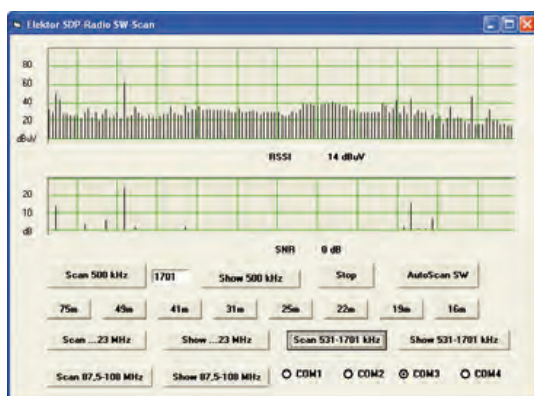


Bild 4. Die Mittelwelle zur Tagesmitte.

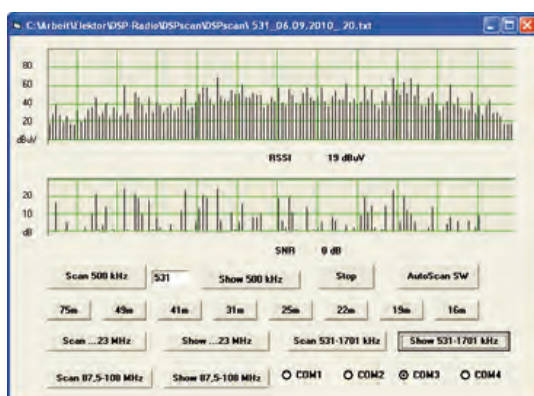


Bild 5. Die Mittelwelle nach Sonnenuntergang.

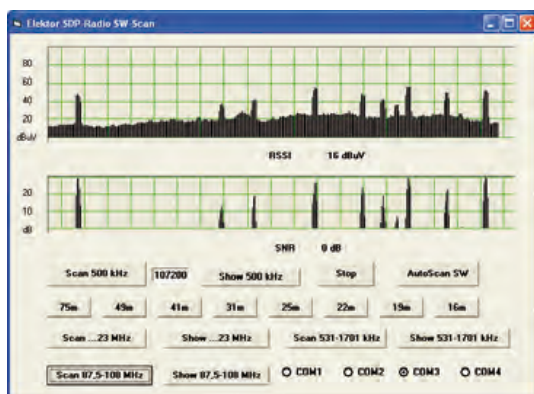


Bild 6. Der UKW-Bereich im Wohnraum gescannt.

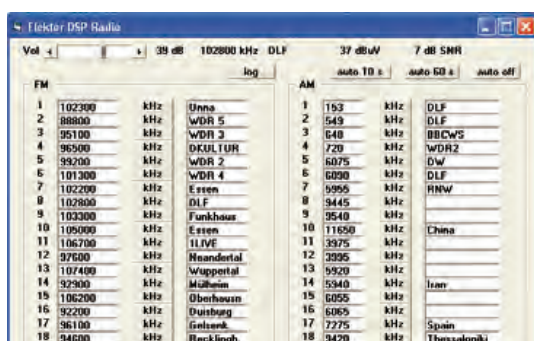


Bild 7. Loggen von Empfangsdaten.

Frage gestellt: Warum konnten wir in den 70er-Jahren noch laut und klar Radio Luxemburg auf Mittelwelle hören, heute aber nicht mehr? Das liegt hauptsächlich an der Zunahme der Störpegel. Die unzähligen Energiesparlampen und Schaltregler, Bildschirme und Prozessoren liefern zusammen einen kaum durchdringbaren Störnebel. Am Tage reicht es dann nicht mehr für ferne Sender. Außer man wohnt einsam und allein auf einer Berg-hütte ohne Stromnetz.

Auch in normaler ländlicher Umgebung findet man oft schon bis zu 10 dB bessere Verhältnisse vor. Wer keine Chance hat, der Stadt zu entfliehen, der sollte es mit Ferritantennen oder Schleifenantennen versuchen, die oft den besseren Störabstand liefern.

Auch auf UKW

Das Rauschen spielt auch auf UKW eine große Rolle. Ein Bandscan kann helfen, die Verhältnisse genauer zu beurteilen. **Bild 6** zeigt einerseits, dass der Eingangskreis und die Antenne auf UKW in Resonanz sind, denn das Maximum des Hintergrundrauschens liegt im Bereich um 100 MHz. Andererseits ist das allgemeine Rauschen im Haus zu groß, um überall einen guten Störabstand zu erzielen. Tatsächlich findet der Empfänger mit der gleichen Antenne wesentlich mehr schwache Stationen, wenn man ihn nach draußen in den Garten mitnimmt. Noch besser wird

es fernab jeder Bebauung, am besten auf einem hohen Berg. Auch sehr schwache Stationen können dann gehört werden. An der Empfindlichkeit soll es nicht scheitern. Sie können das bestätigen, wenn Sie den Empfänger versuchsweise mit einer ganz kurzen Stummelantenne von 10 cm Länge betreiben. Alle Stationen sind dann wesentlich schwächer. Aber weil auch das Rauschen abnimmt, kommen trotzdem noch gute SNR-Werte dabei heraus.

Elektor DSP2

Das Programm DSPscan kann helfen, allgemeine Vergleiche zu ziehen. Aber es zeigt nicht die Daten einzelner Stationen. Um den (regen) Austausch von Empfangsdaten zu erleichtern, wurde das in Elektor 09/2010 vorgestellte PC-Programm zum Elektor-DSP-Radio [1] noch einmal erweitert. Das neue Programm heißt ElektorDSP2 (**Bild 7**) und ist von der Elektor-Webseite zu diesem Beitrag [2] kostenlos downloadbar. Am oberen Rand des Programmfensters werden nun die Frequenz, der Stationsname, die Antennenspannung und der Störabstand angezeigt.

Ein Klick auf die Schaltfläche „log“ speichert die Daten in der Datei Log.txt (**Tabelle 2**). Will man eine Station über längere Zeit loggen, können automatische Aufzeichnungen im Abstand 10 s oder 60 s gewählt werden. Damit kann man zum Beispiel das Fading einer KW-Station dokumentieren, wie es in der Tabelle 2 bei der DW auf 6075 kHz zu beobachten ist.

(100706)

[1] www.elektor.de/100126

[2] www.elektor.de/100706

Tabelle 2. Daten in log.txt

28.08.2010	19:21:57	6075 kHz	DW	52 dBuV	15 dB SNR
28.08.2010	19:22:07	6075 kHz	DW	49 dBuV	12 dB SNR
28.08.2010	19:22:17	6075 kHz	DW	42 dBuV	3 dB SNR
28.08.2010	19:25:37	9420 kHz	Thessaloniki	66 dBuV	25 dB SNR
28.08.2010	19:25:47	9420 kHz	Thessaloniki	70 dBuV	25 dB SNR
28.08.2010	19:25:57	9420 kHz	Thessaloniki	64 dBuV	25 dB SNR

NEU!

JETZT STECKT NOCH MEHR DAHINTER.



Das komplette Elektor PLUS-Abo!

- Alle 11 Ausgaben inkl. Doppelheft Juli/August
- Im PLUS-Abo inbegriffen: Jahrgangs-DVD 2010
- **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

Diese Schaltung ermöglicht es, einem ARM-Mikrocontroller via Handy oder Festnetz ohne Übertragungskosten Befehle zu erteilen. Das ist recht praktisch, wenn man aus der Ferne in der eigenen Wohnung Rollläden hochfahren oder die Heizung höher stellen will.

Das Klingelsignal lässt über einen Vorwiderstand von 10 k Ω die LED in einem Optokoppler leuchten, der für die notwendige galvanische Trennung zwischen Telefonnetz und angeschlossener Steuerelektronik sorgt. Ein 4N25 hat bei den vorkommenden Strömen eine Stromübersetzung von 70...130 %. Das ist genug selbst für schwachbrüstige Klingelsignale bis hinunter zu 20 V, wie sie manchmal bei Telefonanlagen vorkommen. An Pin 6 des ARM liegen also während des Klingelns positive Impulsketten an. Der Mikrocontroller wird via USB versorgt. Ohne PC-Anschluss benötigt man daher eine stabilisierte Versorgungsspannung von 3,3 V, und man muss den Jumper auf der Rückseite des ECRM40 von USB nach EXT umstecken.

Wie schon erwähnt, leuchtet eine gelbe LED für eine gewisse Zeit, wenn man den Mikrocontroller anruft, es dreimal klingeln lässt, auflegt, nochmal anruft und es dann viermal klingeln lässt. Man kann prinzipiell alle denkbaren zweistelligen Klingelsignale als Code wählen. Sinnvollerweise aber besteht die erste Stelle des Codes aus wenigen Klingesignalen, da dies die Chance reduziert, dass ein Gerät durch irgendeinen Anruf unbeabsichtigt aktiviert wird. An Pin 6 steht leider kein sauberer Impuls pro Klingelsignal an, sondern eine Impulskette für die Zeitdauer eines Klingesignals. Würde man anstelle des Optokopplers eine LED anschließen, fiel das auf-

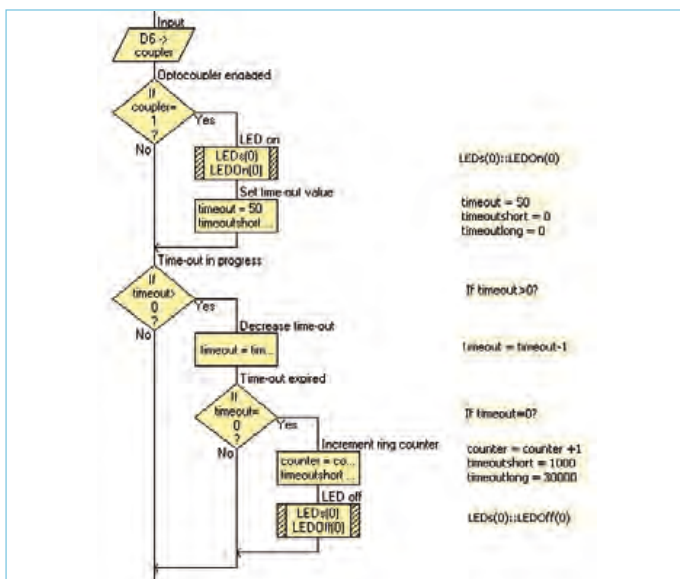
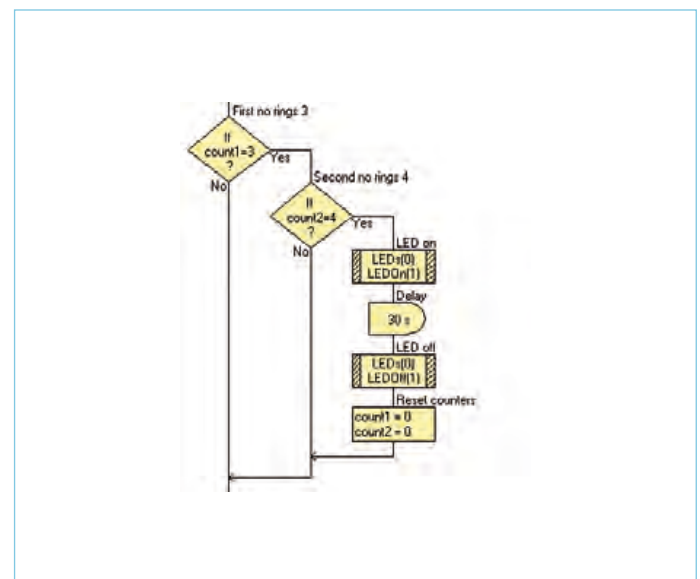


Bild 3. Zählschleife für Klingersignale.

Bild 4. Code-Auswertung:
Wurde der richtige Klingel-Code (3-4) erfasst?

grund der Trägheit des menschlichen Auges gar nicht auf. Ein Mikrocontroller aber „sieht“ eine Impulskette.

Das in Flowcode geschriebene Programm besteht aus drei Zählschleifen mit Timeout. Sobald der Optokoppler den ersten Impuls liefert, wird die Zähler-Variable „timeout“ mit dem Wert 50 voreinstellt und die grüne LED eingeschaltet (siehe **Bild 3**). Bei jedem weiteren Schleifendurchlauf wird dieser Zähler dekrementiert. Da eine Verzögerung von 10 ms in die Schleife eingebaut ist, beträgt die Timeout-Zeit insgesamt 500 ms. Wenn während dieser Zeit neue Impulse registriert werden, startet der Zähler neu. Kommen keine weiteren Impulse, laufen die 500 ms ab, der Klingel-Zähler wird inkrementiert und die grüne LED ausgeschaltet.

Nach dreimaligem Klingeln wartet der Controller auf ein viertes Klingelsignal. Trifft dieses während einer bestimmten Zeit nicht ein, wird davon ausgegangen, dass aufgelegt wurde. Der Abstand zwischen zwei Klingelsignalen ist typischerweise kleiner als 4 s. Um sicher zu gehen, wird eine maximale Zeitspanne von 10 s angenommen. 10 s nach dem letzten Klingeln weiß der Controller also, dass die Übertragung der ersten Stelle des Codes abgeschlossen ist. Nun kommt die zweite Zählschleife, die auf die Zähl-Variable „timeoutshort“ setzt. Die normale Funktion der Telefonleitung soll durch die Elektronik ja nicht beeinträchtigt werden. Ruft jemand an und man nimmt das parallel angeschlossene Telefon ab, wartet der Controller immer noch auf die zweite Code-Stelle. Aus diesem Grund benötigt man eine dritte Zeitschleife, um das Programm nach fünf Minuten der Inaktivität zu resettet. Hierzu dient die Variable „timeoutlong“. Wenn innerhalb des langen Timeouts aber ein zweites Mal angerufen wird, dann werden die nun auflaufenden Klingelsignale als zweite Code-Stelle gewertet. Anschließend wird der empfangene Code mit den möglichen Codes verglichen (siehe **Bild 4**). In unserem Beispiel ist nur ein Code voreingestellt: 3-4. Selbstverständlich kann man den Source-Code für weitere Codes verändern. Bei 3-4 wird in unserem Beispiel die gelbe LED für 30 s eingeschaltet.

In der Praxis

Die Schaltung wird von einem PC via USB oder mit einem externen 3,3-V-Netzteil versorgt. Am Eingang wird die Telefonleitung ange-

schlossen. Wenn man nur die zur Leitung gehörende Nummer mit einem anderen Telefon anruft, leuchtet bei jedem Klingeln die grüne LED. Nach dreimaligem Klingeln legt man auf. Nach minimal 10 s und maximal 300 s wählt man diese Nummer erneut, lässt es viermal klingeln und legt auf. Nach weiteren 10 s sollte die gelbe LED 30 s lang leuchten. Ist das der Fall, hat der ARM-Mikrocontroller alles richtig gemacht.

Bei Fehlern wird die Elektronik spätestens nach fünf Minuten zurückgesetzt. Will man nicht so lange warten, kann man auch einfach den Reset-Taster betätigen.

Der Code und die gelbe LED sollen lediglich veranschaulichen, was man mit dieser Schaltung so anstellen kann. Der Controller stellt noch mehr Pins zum Schalten zur Verfügung, die man mit maximal 8 mA (insgesamt 150 mA für alle Pins) belasten darf. Für mehr Strom sind Puffer-ICs oder Transistorstufen zu verwenden, zum Beispiel, um ein Relais zu schalten.

Die Flowcode-Software ist als Source-Code und direkt verwendbare Binär-Datei kostenlos von der Webseite zu diesem Artikel [1] downloadbar.

Wichtig: Die Schaltung funktioniert nur an einer analogen Telefonleitung und nicht mit ISDN!

(090530)

Link

[1] www.elektor.de/090530

Über den Autor

Bert van Dam schreibt Bücher und Artikel, darunter: PIC-Mikrocontroller (50 Projekte für Anfänger und Fortgeschrittene), Artificial Intelligence (23 Projekte, die Ihrem Mikrocontroller Leben einhauchen), Mikrocontroller Systems Engineering (45 Projekte für PIC, AVR und ARM).

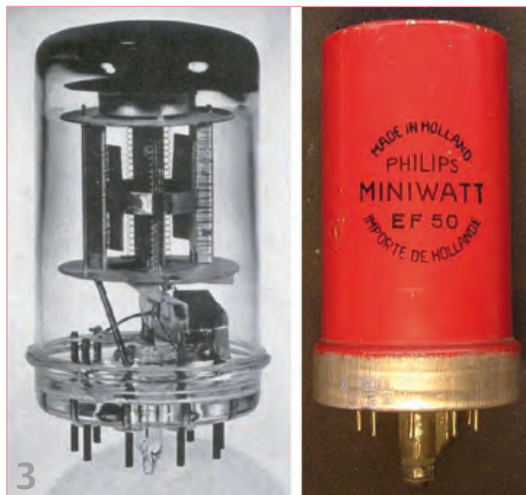
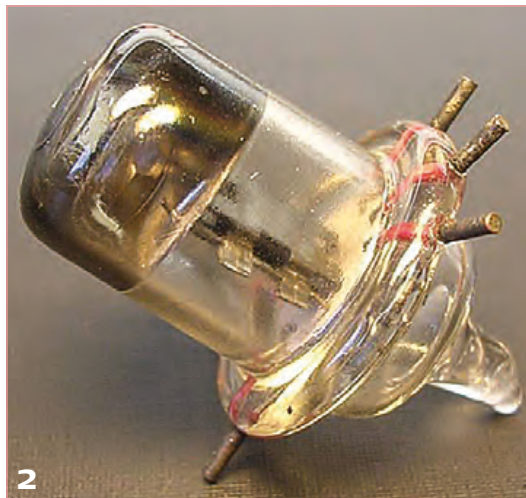
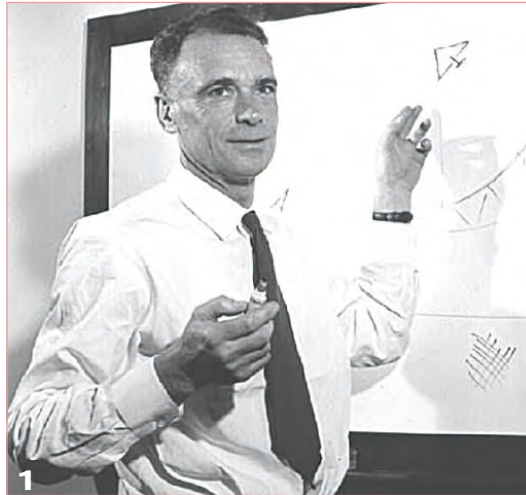
EF50

Die Röhre, die half, Hitlers Luftwaffe zu besiegen

Von Ronald Dekker (NL)

In der Philips-Röhrenfabrik in Eindhoven herrschte am Abend des 9. Mai 1940 eine seltsam angespannte Atmosphäre. Nicht nur, dass die deutsche Wehrmacht jeden Moment hätte in den Niederlanden einfallen können - es galt auch noch eine besondere Aufgabe zu erfüllen: nicht weniger als 25.000 Elektronenröhren des neuen Typs EF50 und eine viertel Million an Einzelteilen zu dieser Röhre, welche in aller Eile produziert worden waren, mussten so schnell wie möglich in einen bereitstehenden Lastwagen geladen werden. Der LKW brach noch am selben Abend Richtung Küste zur Hafenstadt Vlissingen auf. Noch bevor das Schiff der Dampfschiffahrtsgesellschaft Zeeland mit dem Ziel England abgelegt hatte, kam die Meldung herein, dass die befürchtete deutsche Invasion der Niederlande begonnen hatte. Doch obwohl das Schiff von deutschen Jagdflugzeugen beschossen wurde, erreichte es sicher die englische Küste. Dieser Last-Minute-Transport sollte später bei der Luftschlacht um England noch eine wichtige Rolle spielen.

Fünf Jahre zuvor, als Hitler am 26.2.1935 den Befehl zum Aufbau der deutschen Luftwaffe gab, fuhr ein mit elektronischen Geräten beladener alter Lastwagen in das Dorf Weedon im englischen Northamptonshire. Man ging in England damals davon aus, dass einer deutschen Invasion eine entscheidende Schlacht um die britische Lufthoheit vorausgehen würde. Die im Vergleich mit der Luftwaffe weniger schlagkräftige englische RAF (Royal Air Force) hatte nur dann eine Chance zur Gegenwehr, wenn sie so früh wie möglich über anfliegende feindliche Flugzeuge informiert werden konnte. Der legendäre Radar-Erfinder Watson-Watt hatte just zu der Zeit zeigen können, dass man mit Hilfe von reflektierten Radiowellen anfliegende Flugzeuge entdecken kann. Um den englischen Oberbefehlshaber der RAF, Sir Hugh Dowding, von seinem Verfahren zu überzeugen, wurde ein Experiment durchgeführt. Ein Kurzwellensen-



der der BBC in Daventry sandte Radiowellen aus, die nach Reflexion durch ein Flugzeug mit Hilfe eines in einem LKW befindlichen improvisierten Empfängers detektiert werden sollten. Die Demonstration war ein voller Erfolg und folglich erging der Auftrag zum Bau der „Chain Home“ genannten Kette von Radargeräten entlang der englischen Küste.

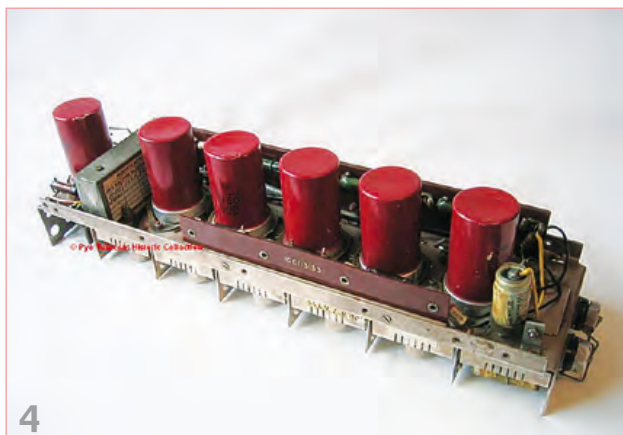
Der brillante Physiker „Taffy“ Bowen war von Anfang an am Entwurf und Bau des Radarsystems beteiligt (Bild 1). Man entschied sich für eine Wellenlänge von $50 \text{ m} = 6 \text{ MHz}$, da Wellen dieser Frequenz bei der typischen Flügelspannweite von 25 m optimal reflektiert werden. Der Bau des Radarsystems verlief sehr erfolgreich, da die Sendefrequenz von 6 MHz mit dem damaligen Stand der Technik gut zu meistern war. Als Ende 1936 der Aufbau von „Chain Home“ richtig rund lief, entstand Bedarf für ein Radarsystem, das klein genug war, um es in ein Flugzeug einbauen zu können. Die 6-MHz-Technik hatte zwar eine große Reichweite, war aber zu ungenau, um im Dunkeln individuelle Jagdflugzeuge dirigieren zu können. Außerdem gab es in den kleinen Jägern nicht genug Platz für eine große Antenne. All dies führte dazu, dass die Einbauversion auf eine Sendefrequenz von etwa 200 MHz ausgelegt wurde. Diese hohen Frequenzen waren damals eine echte Herausforderung!

Letztlich war der Bau eines 200-MHz-Senders gar nicht so schwierig. Es war der passende Empfänger, der Probleme bereitete. Die einzigen Röhren, die bei diesen Frequenzen noch eine passable Verstärkung boten, waren sogenannte Acorn-Röhren (Bild 2). Diese waren aber sehr aufwendig in der Herstellung und nicht geeignet für eine Massenfertigung. Als die Lage langsam schwierig wurde, erhielt Bowen von seinem alten Professor Edward Appleton einen heißen Tipp: Die Elektronikfirma Pye hatte nämlich für ihren neuesten TV-Apparat einen äußerst empfindlichen 45-MHz-Empfänger gebaut!

Der exzentrische Chef und Eigentümer von Pye, C. O. Stanley, war von der Idee

besessen, das Medium Fernsehen zu einem kommerziellen Erfolg zu machen. Der mit 45 MHz betriebene TV-Sender im Freizeitpark Alexandra Palace in London war zu der Zeit auch der einzige TV-Sender in England. Um so viele Menschen wie möglich zu erreichen, beauftragte Stanley seine beiden Entwickler B. J. Edwards und D. Jackson damit, einen möglichst empfindlichen Empfänger zu konstruieren. Da es nur einen einzigen Sender gab, entschieden sie sich für einen Geradeausempfänger für 45 MHz. Zwecks großer Empfindlichkeit wurde hier die revolutionäre neue Röhre EF50 eingesetzt, die von der Firma Mullard geliefert wurde, welche damals eine 100%ige Tochter von Philips war (**Bild 3**). Bowen war entzückt! Mit einer modifizierten EF50 als Mischer und dem mit 45 MHz arbeitenden so genannten „Pye Strip“ als ZF-Stufe ergab sich ein guter und leicht in großen Stückzahlen herstellbarer Radarempfänger (**Bild 4**). Nur wenige Monate später sollte England dann Deutschland den Krieg erklären. Was war so besonders an der EF50? Vor der EF50 wurden Elektronen-

röhren mit der gleichen Technik wie Glühlampen gefertigt. Auf einer oben abgeknipsten kleinen Glasröhre wurden die Elektroden aufgesetzt. Die relativ langen Anschlussdrähte liefen vom Elektrodensystem durch die Glasröhre zum Röhrensockel. Auf diese Weise hatte die Röhre mit parasitären Induktivitäten und Kapazitäten der Anschlussdrähte zu kämpfen, was bei hohen Frequenzen zu Problemen führte. Der Pressglassockel, der von Philips in Eindhoven durch Jonkers, Alma und Prakke entwickelt wurde, brachte entscheidende Verbesserungen. In eine gläserne Bodenplatte wurden einige Nickel-Eisen-Pins gepresst, auf die das Elektrodensystem direkt montiert wurde. Lange Anschlussdrähte waren daher überflüssig. Anfänglich waren diese Pins gebogen, so dass man die Röhre durch leichte Drehung in der Fassung verriegeln konnte (**Bild 5**). Diese Röhren hatten daher schnell den Spitznamen „Schlüsselhöhren“ weg. Die gebogenen Pins stellten sich allerdings bald als problematisch heraus, so dass recht schnell auf die heute noch aktuellen geraden Pins gewechselt wurde. Eine metallene Hülse sorgte für die nötige Abschirmung. Es war dann immer noch etliche Entwicklungsarbeit notwendig, um diese Technik auf ein Niveau zu bringen, das sich für



4



5

die automatisierte Fertigung von Millionen Röhren pro Jahr eignete. Die von Mullard an Pye gelieferten EF50 wurden daher auch nicht von Mullard selbst hergestellt, sondern stammten aus den Fabriken von Philips in Eindhoven.

Man hatte auch bei Mullard offensichtlich keine Ahnung, dass die EF50-Röhre für ein Top-Secret-Radarsystem verwendet werden sollte, denn diese Sache kam erst im Frühjahr 1940 ans Licht. Das ist verständlich, da das englische Militär die deutsche Okkupation der Niederlande befürchtete, die dann ja auch eintrat. Via Regierungsgesuch wurde Theo Tromp, der energische Direktor der Röhrenherstellung bei Philips, nach London abgeordnet. Dort wurde er von Watson-Watt gebeten, so viele EF50-Röhren wie möglich herzustellen und zu liefern – und keine Fragen zu stellen. Außerdem sollte er Duplikate der Fertigungsmaschinen anfertigen lassen, damit Mullard damit in England die Herstellung übernehmen konnte. Tromp begriff, dass es um etwas außerordentlich Wichtiges ging und tat, worum er gebeten wurde.

In Eindhoven standen in der Folge die Maschinen nicht mehr still, um so viele Röhren wie möglich liefern zu können.

Auf der Webseite des Autors werden Geschichte und Hintergründe der EF50 detailliert beschrieben. Der Autor konnte sich hierzu der einzigartigen Quellen des Philips-Archivs bedienen. In der Schlacht um England hat die Lieferung aus Eindhoven ohne Zweifel eine wichtige Rolle gespielt. Es ist allerdings unmöglich einzuschätzen, wie wichtig genau die EF50 für den Verlauf des Zweiten Weltkriegs gewesen ist. Vielleicht genügt ein Originalzitat von Taffy Bowen [2]: „Die EF50 war nach dem Magnetron die wichtigste Röhre des Zweiten Weltkriegs.“

(100657)

Links und Literatur:

- [1] www.dos4ever.com/EF50/EF50.html
- [2] E.G. Bowen, „Radar Days“, Adam Hilger, Bristol, ISBN 0-85274-590-7, 1987
- [3] www.pyetelecomhistory.org/index.html

Hexadoku

Sudoku für Elektroniker

Während wir diese Zeilen schreiben, wissen wir natürlich noch nicht, was für ein Wetter im Dezember sein wird. Aber mit diesem Hexadoku sind Sie auch auf Regen und Schnee bestens vorbereitet. Wie schwierig das Rätsel diesmal ist, probieren Sie am besten gleich selbst aus – und wer uns die Lösung einschickt, kann wie immer einen von vier Elektor-Gutscheinen gewinnen!

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

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

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

Mitmachen und gewinnen!

Unter allen internationalen Einsendern mit der richtigen Lösung verlosen wir

einen ELEKTOR-Gutschein im Wert von 100 €

und

drei ELEKTOR-Gutscheine im Wert von je 50 €.

Einsenden

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

Elektor – Redaktion Süsterfeldstr. 25 52072 Aachen

Fax: 0241 / 88 909-77 E-Mail: hexadoku@elektor.de

Als Betreff bitte nur die Ziffern der Lösung angeben!

Einsendeschluss ist der 31. Dezember 2010!

Die Gewinner des Hexadokus aus dem Oktoberheft stehen fest!

Die richtige Lösung ist: 3F8B5.

Der Elektor-Gutschein über 100 € geht an: Gergely Szabolcsi aus Budapest (Ungarn).

Einen Elektor-Gutschein über je 50 € haben gewonnen: Cédric Chapé, Antonios Chorevas und Peter Hillen.

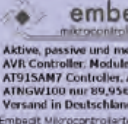
Herzlichen Glückwunsch!

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

(c) PZZL.com

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

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

 Entwicklung industrietauglicher Software und Hardware sowie Elektronik 03303/212166 oder www.jasys.de	Bausätze zu ELEKTOR 1986 bis heute! Teilesätze, Platinen, programmierte Controller sowie Cds zu fast allen Elektor-Projekten vom Spezialist. Alle Elektor-Artikel zum Verlagspreis. Ihr zuverlässiger Partner für aktive und passive elektronische Bauteile und Komponenten: Geist Electronic-Versand GmbH Tel.: 07720/36673 Fax: 07720/36905 Mail: info@geist-electronic.de Shop: www.geist-electronic.de	Leiterplattenfertigung (Onlinekalkulation) • Bestückung SMD und konventionell • Entwicklung/Layouterstellung • LED-Anzeigensysteme  www.thale-elektronik.de	www.AAAA-electronic.de Schnäppchenmarkt Bauteile, Bausätze, Module, Restposten Fon: 0049 471 3097133
 Aktive, passive und mechanische Bauteile AVR Controller, Module und Prototype Boards, AT91SAM7 Controller, AT32UC3 Controller ATINW100 nur 89,95€, AVRDSF mit nur 39,-€ Versand in Deutschland nur 3,95€, EU nur 8,90€ Embedit Mikrocontroller-Technik, Kienleweg 1, 3-100 Petersberg Tel. 0561/2611047 Fax: 0561/2911048 http://shop.embedit.de	Laehn-Versand.de schlanke Preise - fettes Angebot Schnellversand ohne Mindestumsatz Bauteile - Ersatzteile - Zubehör Fernbedienungen - Zeilenrafos HDTV DVB-T Sat Audio/Video Überwachungstechnik und vieles mehr. www.Laehn-Versand.de	www.anttronic.de ab 1 Stck. ANTTRONIC Leiterplatten zu TOP-Preisen!!	HAMEG® Instruments A Rohde & Schwarz Company
Alles Spule! Wir liefern und fertigen: Drähte, HF-Litzen, Ferrit- und Eisenpulverkerne, Spulenkörper, Isoliermaterial, Klebebänder, Tränklacke, Übertrager, RFID-Spulen, Sensor- und Aktorspulen, Prototypen, Kleinserien, Serien, Ersatzteile und vieles mehr. MM Menting Mikroelektrik www.spulen.com	Linear Audio 160 pages of tech audio articles Self, Linkwitz, Cordell, Pass a.o. www.linearaudio.net	HEXWAX LTD www.hexwax.com Treiberunabhängige USB-ICs von einem Weltmarktführer • USB-UART/SPI/I2C-Konverter • TEAleaf-USB Authentifizierungs-Dongles • expandIO-USB I/O-USB-Expander • USB-FileSys Flash-Drive mit SPI-Interface • USB-DAQ Flash-basierter Datenlogger	Great Value in Test & Measurement www.hameg.com
EASYDAQ www.easydaq.biz • Stromversorgung via USB, 4 Relais + 4 Digital-I/O-Kanäle • Schaltet 240 V AC @ 10 A • LabVIEW, VB, VC, C#, Java • Schraubanschlussklemmer • Keine Versandkosten Entwicklung & Lieferung von Relais-, Digital-I/O- und DAQ-Produkten für USB, Wireless, LAN, Internet & Seriell info@easydaq.biz	mechapro Unser Leistungsspektrum: • Diverse Schrittmotoren ab Lager lieferbar • Eigene Entwicklung von Schrittmotorendstufen in versch. Ausführungen • Netzteile, Endschräcker, geschirmte Kabel u.v.m. Kundenspezifische Lösungen entwickeln wir schnell und preiswert Fon: 0241/4091800 • Fax: 0241/4091803 www.mechapro.de • info@mechapro.de	LCDs und mehr www.lcd-store.de www.LC-Design.de www.crystalfontz.de	VTS – ELEKTRONIK GbR Preiswerter Leiterplatten Service info@vts-elektronik.de www.vts-elektronik.de
Kleiner Ingenieur Bauelemente, Bücher & Bastelideen für Kid's www.kleiner-ingenieur.com	MaxSonar Ultraschall-Entfernungsmesser XL-MaxSonar-EZ • Versch. Strahlcharakteristiken • Kleine Größe • Echtzeitkalibrierung • 39,95 USD / Stück MaxSonar-WRC IP67 • Hochwertiger Engstrahl • Kompaktes Design • 99,95 USD / Stück www.lipoly.de www.watterott.com www.robonova.de www.maxbotix.com	Gravuren / Schilder / Frontblenden www.webgrav.de	Baugruppenbestückung vom Prototypen bis zur Serie FS-ELECTRONIC.de
Anzeigenschluss: 20. 12. 2010 Erscheinungstermin: 14. 01. 2011	ELCOMP Austria Preisgünstige Bauteile zusätzlich über 3.500 Auslaufartikel zum Super-Sonderpreis www.elcomp.at	Roboter-Bausätze mit AVR-Mikrocontrollern  NIBObee + ATmega16 + ATtiny44 NIBO 2 + ATmega128 + ATmega88 http://nibo.nicai-systems.de H-TRONIC Zukunftsweisende Ladetechnik, in Design, Qualität und Technologie www.h-tronic.de	Die Buchung einer Anzeige beinhaltet einen kostenlosen Eintrag auf der Website von Elektor, inklusive eines Links zu Ihrer Seite. Reservieren Sie jetzt Ihre Jahresbuchung

www.elektor.de

Starke Stücke

Die ganze Welt der Elektronik
in einem Shop!



Professionelle Kfz-Fehlerdiagnose

CAN und EOBD in der Fahrzeugtechnik

Elektronische Systeme in Fahrzeugen werden immer wichtiger. Dies ist nicht nur auf die gestiegenen Ansprüche der Kunden hinsichtlich Komfort und Sicherheit zurückzuführen: Auch der Umweltschutz spielt bei dieser Entwicklung eine entscheidende Rolle. Aufgrund dieser Tatsache befinden sich heutzutage bis zu 80 elektronische Regeleinheiten in unseren Fahrzeugen, die – auch wenn sie von verschiedenen Herstellern stammen – natürlich auch miteinander kommunizieren müssen.

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

275 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-242-0 • € 39,00 • CHF 61,30



Linux goes Embedded

Embedded Linux in der Mikrocontrollertechnik

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

304 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-208-6
€ 44,00 • CHF 69,10



Statische Datenstrukturen –
vom Bit zur mehrdimensionalen Tabelle

AVR-Programmierung 2

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

332 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-230-7
€ 46,00 • CHF 72,30



Konzeption – Realisation – Evaluation

Der Entwurf von Röhrenverstärkern

Auch heute noch klingen Röhrenverstärker zweifellos phantastisch. Gegenwärtig verfügen wir über moderne Bauteile und Materialien, wie z.B. Ringkern-Ausgangsübertrager, hochwertige Widerstände, Kondensatoren und allerlei, die Übertragungseigenschaften nicht beeinflussende Drahtsorten. Dieses Buch behandelt nicht nur die Theorie, sondern richtet die Aufmerksamkeit auf die Entwurfsphase von Verstärkern, innerhalb derer die projektierten Eigenschaften und gestellten Anforderungen formuliert werden müssen.

187 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-237-6
€ 38,00 • CHF 59,70



Der professionelle Ratgeber

Funkempfängerkompodium

Wie funktionieren professionelle Funkempfänger? Wie ist es der modernen Funküberwachung und den Nachrichtendiensten möglich, gleich ganze Frequenzbänder in kürzester Zeit auszuforschen? Welche Empfangssysteme und Techniken stehen heute zur Verfügung? Möchten Sie wissen, wie ein Software Defined Radio nun wirklich funktioniert und was der letzte Stand der entsprechenden Technik kann? In diesem Buch finden Sie die Antworten!

346 Seiten (geb.) • ISBN 978-3-89576-224-6
€ 49,00 • CHF 77,00



Schaltungsentwurf mit FPGA-Bausteinen

Hardware-Design mit FPGA

Dieses Buch gibt eine kurze Einführung in die digitale Schaltungstechnik, mit dem Schwerpunkt auf den in FPGA-Bausteinen verwendeten Grundelementen. Danach werden die Randbedingungen und Effekte, die beim Entwurf digitaler Schaltungen auftreten können, beschrieben und schließlich die Grundelemente als HDL-Beschreibungen in den Sprachen VHDL und Verilog aufgeführt. Die Methodik zum Erstellen einer FPGA-Schaltung mit den Schritten Simulation, Verifikation und Implementierung werden ebenfalls erläutert.

274 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-209-3
€ 42,00 • CHF 66,00

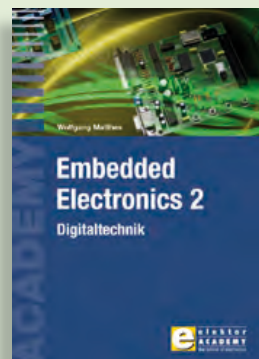


Konzepte verstehen und umsetzen

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 Gegenakt-Endstufen und ihr Zusammenwirken mit SRPPs genauer besprochen.

304 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-222-2
€ 46,00 • CHF 72,30



Der 2. Band der neuen Buchreihe

Embedded Electronics 2

Die Bände dieser Reihe wenden sich an jene, die sich von A bis Z in die professionelle Schaltungs- und Systementwicklung einarbeiten wollen. Sie bieten, was Praktiker und Lernende brauchen: Eine Auffrischung und Vertiefung der Grundlagen, Anregungen zu eigenen Gedanken und Zugänge zu Einzelheiten, Querverbindungen und Spitzfindigkeiten. Dieser neue 2. Band befasst sich mit den theoretischen Grundlagen und den Grundsaltungen der Digitaltechnik.

384 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-186-7
€ 49,00 • CHF 77,00

Weitere Informationen
zu unseren Produkten
sowie das gesamte
Verlagssortiment finden Sie
auf der 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





Workshop als Live-DVD

Hochfrequenztechnik

Veröffentlichungen zu HF-Technik in Fachzeitschriften setzen in vielen Fällen bereits Wissen voraus. Von daher wird erst durch die konkrete Kenntnis der Bedeutung der jeweiligen Begriffe die tatsächliche Beurteilung des Potenzials einer Antennenkonstruktion möglich. Man benötigt in der Funk- und Hochfrequenztechnik das Stehwellenverhältnis (SWR), die Welligkeit und eine Zahl weiterer Begriffe, welche mit diesen in einem mehr oder weniger engen Zusammenhang stehen. In diesem Workshop werden sie verständlich an praxisnahen Beispielen erklärt. Ganz nach dem Motto: Von der Praxis für die Praxis und trotzdem sachlich fundiert.

ISBN 978-3-89576-234-5 • € 29,80 • CHF 46,80



Workshop als Live-DVD zum Zweiten

Audio-Röhrenverstärker 2

In diesem Workshop wird das fachkundige Messen an Röhrenverstärkern umfassend behandelt. Welche Messmethoden sind anwendbar? Welche Messgeräte sind notwendig? Können Messungen mit dem PC durchgeführt werden? Wie sind die Messbedingungen festzulegen, damit die Messwerte reproduzierbar sind und was sagen die Messwerte aus? Die Messobjekte sind die Verstärker UL40-S2 und PR20HE, die von Menno van der Veen entwickelt wurden.

ISBN 978-3-89576-235-2 • € 29,80 • CHF 46,80



NEU!

Digitales Multi-Effektgerät

(Elektor September 2010)

Mit dem richtigen Audioeffekt klingt jede Aufnahme einfach besser. Dass man Hall, Chorus, Flanger und vieles mehr digital erzeugen kann, ohne einen DSP auf dem Zahnfleisch programmieren zu müssen, beweisen wir mit diesem Gerät. Dieses Projekt ist rund um einen hochintegrierten Effekt-Chip aufgebaut und verfügt über ein intelligentes User-Interface mit LCD.

Bausatz mit allen Bauteilen, inkl. Platinen und progr. Controllern und EEPROM

Art.-Nr. 090835-71 • € 185,00 • CHF 290,50



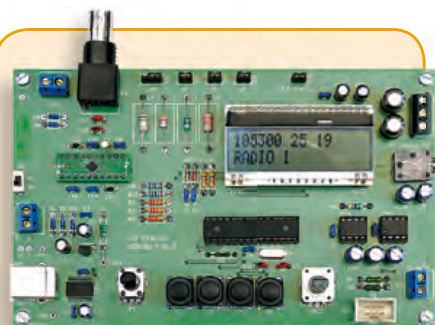
OBD2-Mini-Simulator für PWM/ISO/KWP2000

(Elektor Juni 2010)

Wer Hardware oder Software zur Kfz-Diagnose entwickeln oder testen möchte, benötigt eine OBD2-Signalquelle. Hier kommt unser OBD2-Mini-Simulator ins Spiel, der eine moderne Pkw-Motorsteuerung (ECU) emuliert und bis zu vier verschiedene OBD2-Protokolle bereitstellt. Der Simulator kann auch die Signale einer ausgelösten MIL mit Fehlerspeicher, Freeze-frame-Umgebung und einer einstellbaren Anzahl von Fehlercodes liefern.

Bausatz mit allen Bauteilen, inkl. Platine und progr. Controller

Art.-Nr. 080804-71 • € 99,95 • CHF 157,00



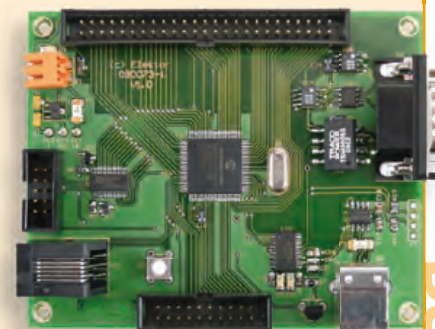
Elektor-DSP-Radio

(Elektor Juli/August 2010)

Ein Weltempfänger ohne Abgleich? Digital Signal Processing (DSP) macht's möglich. Alle wesentlichen Funktionsgruppen befinden sich im DSP-Radiochip Si4735 auf einer Fläche von nur 3 mm x 3 mm. Dazu kommen ein Bedienteil mit LCD, ein Stereo-NF-Verstärker und die erforderlichen Schnittstellen, damit der Empfänger optional auch über den PC gesteuert werden kann.

Bestückte und getestete Platine

Art.-Nr. 100126-91 • € 164,00 • CHF 257,50



dsPIC-Controller-Board

(Elektor Mai 2010)

Mit diesem speziellen Mikrocontroller-Board können Sie Erfahrungen in typischen industriellen Einsatzbereichen sammeln. Zu dieser Kategorie zählen Motorsteuerungen sowie die Regelungen statischer Buck- oder Boost-Umformer. Es verwendet einen dsPIC30 und bietet 8 PWM-Ausgänge, einen galvanisch getrennten CAN-Bus, eine RS232-/USB-Schnittstelle, I²C und 14 analoge Eingänge.

Bestückte und getestete Platine

Art.-Nr. 090073-91 • € 159,00 • CHF 249,70

Dezember 2010 (Nr. 480)

€

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

November 2010 (Nr. 479)

O2-Messgerät mit Minimod18

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

Flugschreiber

071035-91 SMD-bestückte Platine (ATM18-Controllermodul) 12,50
090773-91 SMD-bestückte Platine inkl. vorprogr. Controller
mit Bootloader..... 62,95
100653-1 Platine 15,00

Der 5532-Power-OpAmp

100124-1 Verstärkerplatine (ein Kanal) 24,95
100124-2 Stromversorgungsplatine 19,95

Oktober 2010 (Nr. 478)

Intervallometer für Fotoapparate

081184-41 Progr. Controller PIC16F886-I/SP (SPDIP28)..... 9,95

CL-3, das digitale Zahlenschloss

100026-41 Progr. Controller ATtiny2313-20PU 9,95

Wheelie Geartooth-Sensor

100479-71 Upgrade-Bausatz mit allen Bauteilen
inkl. Auswerteplatine und zwei Sensorplatinen..... 115,95

September 2010 (Nr. 477)

AirControl – Bestimmung von Wolkenhöhen

090329-41 Progr. Controller 15,00
090329-91 Bestückte Platine ohne Gehäuse (Produktlistung
nur bei ausreichendem Interesse).....www.elektor.de

Bildverarbeitung mit kleinem Controller

090334-1 Platine 24,95
090334-41 Progr. Controller PIC16F690-I/P 9,95

Digitales Multi-Effektgerät

090835-31 Progr. EEPROM 24LC32 5,00
090835-41 Progr. Controller ATmega8-16PU 9,95
090835-42 Progr. Controller ATtiny2313-20PU 9,95
090835-71 Bausatz inkl. Platinen und progr. Controllern/
EEPROM..... 185,00

Schlicht und einfach schön

100500-71 Gehäuse aus Polycarbonat mit Abstandshalter 17,80

Juli/August 2010 (Nr. 475/476)

Elektor-DSP-Radio

100126-41 Progr. Controller ATmega168 PU 14,95
100126-91 Bestückte und getestete Platine 164,00

Modellbauers Pendeluhr

090023-41 Progr. Controller PIC18LF1320 I/P DIL18..... 9,95

Astrolampe

090550-41 Progr. Controller ATtiny45 DIL8 9,95

ATM18-DIP

090896-1 Platine 12,50

Tiny-Pulser

090444-41 Progr. Controller ATtiny13-20P4..... 9,95

Segel-BattMeter

090117-41 Progr. Controller PIC16F690 DIP..... 9,95

Solar-Akkulader

090544-41 Progr. Controller PIC16F877A..... 19,95

Universelle Timer-Schaltung ohne Standby-Strom

090534-41 Progr. Controller ATtiny2313..... 9,95

Tiny-Timer

091044-41 Progr. Controller ATtiny2313..... 9,95

Mikro-Thermometer

090634-41 Progr. Controller ATtiny13(A)DIP8..... 9,95

Neigungsmesser mit USB

070829-41 Progr. Controller ATmega8-16AU (TQFP)..... 9,95
090645-91 MMA7620-Sensor-Platine (Breakout-Board)..... 9,95

Bestseller

Bücher

- 1 **CAN und EOBD in der Fahrzeugtechnik**
ISBN 978-3-89576-242-0 € 39,00 CHF 61,30
- 2 **Embedded Linux in der Mikrocontrollertechnik**
ISBN 978-3-89576-208-6 € 44,00 CHF 69,10
- 3 **AVR-Programmierung 2**
ISBN 978-3-89576-230-7 € 46,00 CHF 72,30
- 4 **Hardware-Design mit FPGA**
ISBN 978-3-89576-209-3 € 42,00 CHF 66,00
- 5 **Embedded Electronics 2**
ISBN 978-3-89576-186-7 € 49,00 CHF 77,00

CD- & DVD-ROMs

- 1 **The Audio Collection 3**
ISBN 978-90-5381-263-1 € 21,50 CHF 33,80
- 2 **LED-Toolbox**
ISBN 978-90-5381-245-7 € 32,50 CHF 52,20
- 3 **Elektor-DVD 2009**
ISBN 978-90-5381-251-8 € 27,50 CHF 43,20
- 4 **Workshop-DVD Röhren 2**
ISBN 978-3-89576-235-2 € 29,80 CHF 46,80
- 5 **Workshop-DVD HF-Technik**
ISBN 978-3-89576-234-5 € 29,80 CHF 46,80

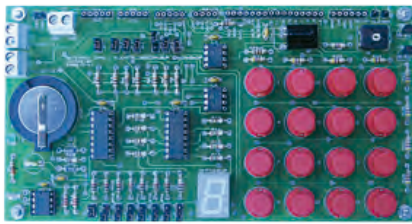
Bausätze & Module

- 1 **Digitales Multi-Effektgerät**
Art.-Nr. 090835-71..... € 185,00 ... CHF 290,50
- 2 **Elektor-DSP-Radio**
Art.-Nr. 100126-91 € 164,00 ... CHF 257,50
- 3 **Geschaltetes Labornetzteil**
Art.-Nr. 090786-71..... € 71,50 ... CHF 112,30
- 4 **Bluetooth für OBD-2-Analyser NG**
Art.-Nr. 090918-71..... € 29,95 CHF 47,10
- 5 **Wheelie Geartooth-Sensor**
Art.-Nr. 100479-71..... € 115,95 ... CHF 182,10

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

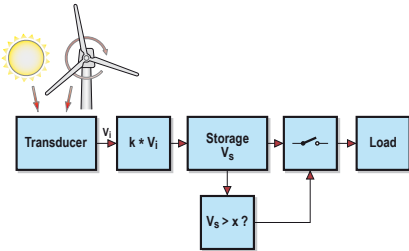
elektor

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



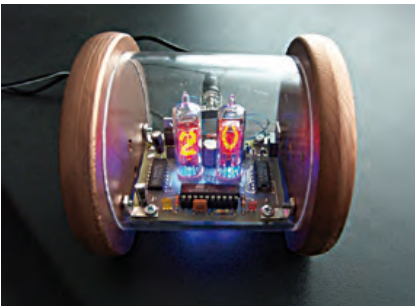
Lehrreiche Experimentierplatine

Beim Einsatz von Mikrocontrollern kann man leicht Probleme mit den diversen seriellen Protokollen wie I2C, SPI oder 1-Wire bekommen. Dieses Projekt glänzt dadurch, dass es eine ganze Reihe serieller Schnittstellen integriert. Neben der seriellen Kommunikation bietet die Platine zusätzliche Experimentiermöglichkeiten in Form von Tastern, einem Buzzer, einem LCD und mehr. Das Board ist für den Einsatz eines ATM18 gedacht, unterstützt aber auch andere Mikrocontroller-Typen.



Jedes bisschen hilft

In der Januar-Ausgabe geht es um Wege, Schaltungen nicht mit Batterien oder einem Netzteil zu versorgen, sondern aus alternativen Energiequellen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Solarenergie, aber die Vorgehensweise ist auch bei anderen Energiequellen praktikabel. Wir zeigen, dass mit einer ausgeklügelten Kombination moderner und weniger moderner Komponenten schon bemerkenswerte Ergebnisse erzielt werden können.



Thermometer mit Nixie-Röhren

Nixie-Röhren verbreiten eine ganz besondere Atmosphäre – wie wir bereits früher mit einer schönen Nixie-Uhr in Form eines „Sputnik“ bewiesen haben. Bei diesem Projekt geht es um ein Thermometer mit zwei Nixie-Röhren. Für die Temperaturmessung ist ein One-Wire-Thermometer vom Typ DS18B20 zuständig; ein AT89C2051-Controller verarbeitet die Temperaturdaten und steuert die Nixie-Röhren an.



Elektor Januar erscheint am 22. Dezember 2010.

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 88 909-0
Fax +49 241 88 909-77

Geschäftszeiten

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

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

Einzelheft

Deutschland	€ 7,20
Österreich, Belgien, Luxemburg	€ 7,95
Schweiz	CHF 13,95

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 (zzgl. Porto)	€ 13,90

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: COBADEFFXXX

Postgiro Köln

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



Bitte wählen Sie Ihr Jahresabonnement aus:

TIPP

*Das Abkommen ist in zwei

nicht spätestens zwei Monate

*
* Diese DVD-ROM wird

sofort nach Erscheinen
(Februar 2011) zugeschickt.

12/2010

Call 800-555-5555 for more information

- **Editorial Board** (see [Editorial Board](#))
- **For Authors** (see [For Authors](#))

Wenn Sie wä-

noch nicht Abonnent W



0 7446 1000 0

9 780744 610000 >

der letzten 12 Monate
noch nicht Abonnent waren.

12/2010

Diesen Streifen
Streifen kleben!

Ich beste

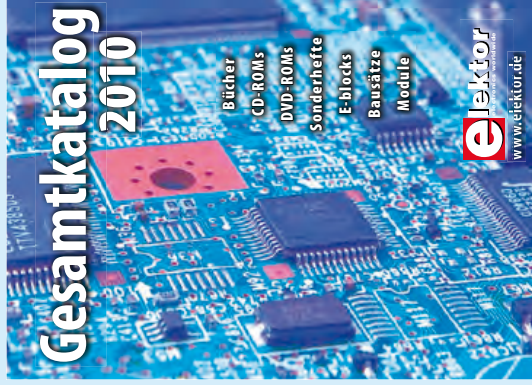
[illegible]

Datum:

Trage

Diesen Streifen
Streifen kleben!

Fordern Sie jetzt den Elektor- Gesamtkatalog 2010 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!

The Audio Collection 3

NEU!

➔ Mehr als 75 Audio-Selbstbausaltungen

Diese DVD-ROM enthält mehr als 75 verschiedene Audio-Projekte aus den Erscheinungsjahren 2002-2008 der Elektronik-Zeitschrift Elektor – mit Artikeln über Mess- und Test-geräte, Verstärker, Röhren, Digital-Audio und Lautsprecher-technik.



ISBN 978-90-5381-263-1
€ 21,50 • CHF 33,80

Einige der Highlights: ClariTy 2x300 W Klasse-T-Verstärker, Röhren-Endverstärker, High-End Poweramp, Drahtlose Audio-Übertragung, Paraphase-Klangeinsteller, Aktiver Subwoofer, Stereo-LED-VU für Autoradios, Hybrid-Audioverstärker, MP3-Adapter für TV-Geräte und HiFi-Röhrendstufe.

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

INSERENTENVERZEICHNIS DEZEMBER 2010

Becker & Müller	www.becker-mueller.de	9
Beta Layout	www.beta-layout.de	3
Emtron electronic	www.emtron.de	33
Eurocircuits	www.eurocircuits.de	31
Fachhochschule Münster	www.fh-muenster.de	11
Farnell	www.farnell.de	Embedded 9
Good Will Instruments	www.gwinstek.com	33
Hameg	www.hameg.com	27
Kingbright Electronic	www.kingbright-europe.de	27
LeitOn	www.leiton.de	33
LUMITRONIX	www.leds.de	72
Markt		63
Metec electronic	www.metec-electronic.eu	71
mikroElektronika	www.mikroe.com	2, Embedded 32
NXP Contest		
	www.circuitcellar.com/nxpmbeddesignchallenge	34
Pico	www.picotech.com/scope2028	53
Reichelt	www.reichelt.de	15
Sharp	www.sharpleds.eu	49

Beilagenhinweis:

Pollin Electronic www.pollin.de

Event-Kalender

Workshops • Seminare • Masterclasses

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



Grafische AVR-Programmierung mit Flowcode

Seligenstadt 04.12.2010

www.elektor.de/avr-flow

PIC-Mikrocontroller-Programmierung in C

Seligenstadt 09.12. + 10.12.2010

www.elektor.de/pic-prog

C-Programmierung für Mikrocontroller

Seligenstadt 23.02. bis 25.02.2011

www.elektor.de/c-prog

Serielle (Geräte-)Bussysteme

Bochum 01.03. bis 03.03.2011

www.elektor.de/bussysteme

Änderungen vorbehalten.

Weitere Infos unter
www.elektor.de/events

**www.
elektor.
de**



I²C-Tools / -Datenmonitor

- USB/RS232 zu I²C Hostadapter
- 1,8/ 2,5/ 3,3 und 5 Volt I²C-Busspannung
- I²C-Analyzer bis 1150 kBit/S (Fast Mode Plus)
- I²C-Master-Controller bis 1200 kBit/S
- Analyzer und Master können parallel auf einem oder zwei I²C-Ports betrieben werden
- I²C-Tools und I²C-Datenmonitor Software für Windows-PC

Metec
electronic

Tel.: (05053)9827-0
eMail: mail@metec-ce.de
www.metec-electronic.eu

Sind Sie sicher dass Sie den richtigen LED Lieferanten haben?

Sie suchen besonders hochwertige LEDs?

Für Ihre ganz spezielle Anwendung?

Oder ein LED-Modul das es noch gar nicht gibt?

Dann sind Sie bei LUMITRONIX® richtig.

Wir sind Deutschlands führender LED-Spezialist.

Mit weit über 1.000 LED-Produkten. Von Nichia

und anderen namhaften Herstellern. Schnell

verfügbar, professionell, alles aus einer Hand.

Mit eigener Entwicklungsabteilung unterstützen

wir Sie und fertigen kundenspezifische Lösungen.

Da lohnt sich ein Telefonat - wir freuen uns

auf Sie: 0 74 71-9 60 14-0

