

Rubbeln & Gewinnen
10.000 € an Preisen Seite 4

G3078 E September 2010 (D) € 7,20 • CHF 13,90 • (A, B, L) € 7,95

+ Schwerpunkt Elektronik-Simulation

Elektor

**Digitales
 Multi-Effektgerät**
**15 einstellbare
 Sound-Effekte**



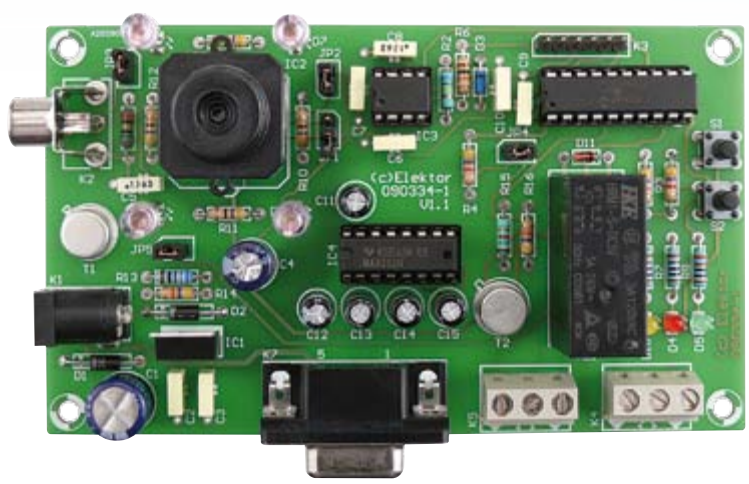
**Elektor
 DSP-Radio**
**Antennen und
 PC-Software**

Transparentes Gehäuse für ihr Projekt: Elektor Project Case

+ LED-Laufschrift mit mbed

+ Wolkenhöhen-Anzeige

**Bilderkennung
 mit 8-bit-Controller**



MULTIFUNKTIONAL – EINFACH LOSLEGEN!



RÜCKSEITE

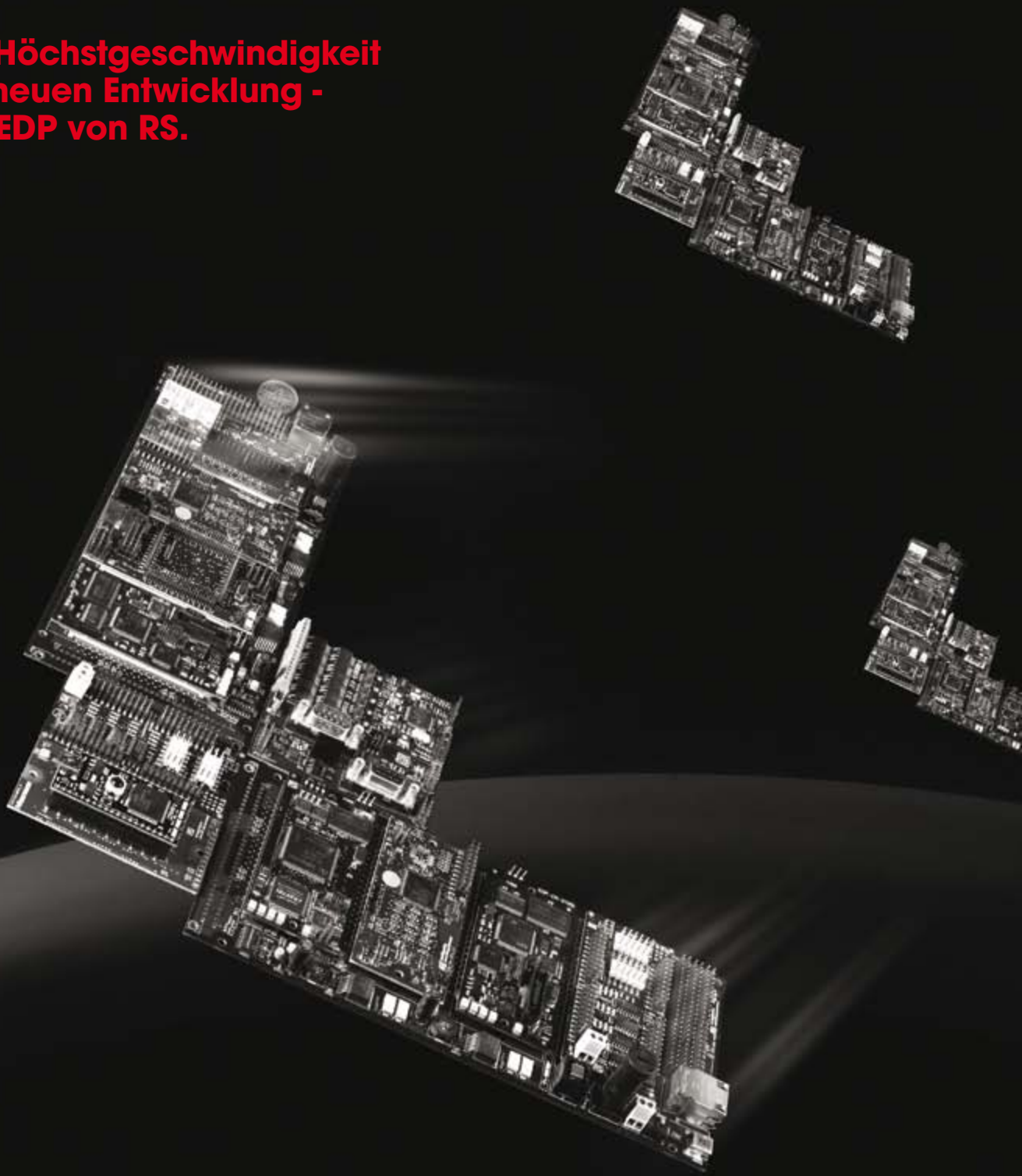
PIC32®MX4 MultiMedia Board

Mit dem kompakten **PIC32®MX4 MultiMedia Board** lassen sich professionelle Applikationen auf Basis des **PIC32®MX4-Controllers** von Microchip entwickeln. Eine Vielzahl von Peripherie-Modulen ist bereits integriert: Ein TFT-Farb-Display (320 x 240 Pixel) mit Touch-Screen, ein Stereo-Codec, ein Beschleunigungsmesser, Serial Flash, Serial ROM und vieles mehr!

IHR EIGENES MULTIMEDIA-GERÄT: SO EINFACH KANN ES SEIN

MX7: BALD ERHÄLTlich!

**Mit Höchstgeschwindigkeit
zur neuen Entwicklung -
die EDP von RS.**



**EMBEDDED
DEVELOPMENT
PLATFORM**

www.rsonline.de/edp 06105/401-234



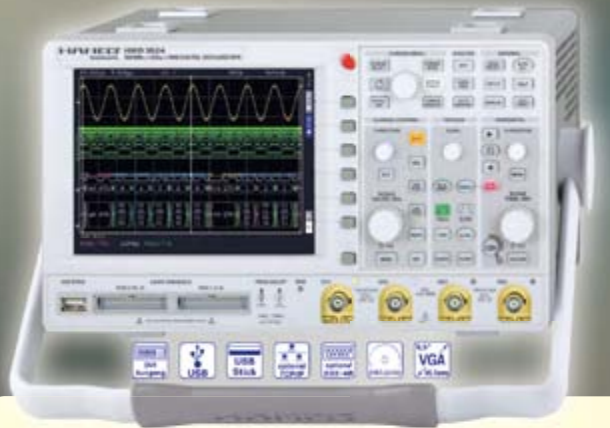
Rubbeln & Gewinn

Machen Sie mit beim großen Rubbel-Gewinn
Profi-Oszilloskop HM03524 von HAMEG

Im Halbleiterheft von 2008 hatten wir ein Rubbel-Gewinnspiel veranstaltet, das von unseren Lesern sehr positiv aufgenommen wurde. Tausende hatten mitgespielt und gehofft, den damaligen Hauptgewinn (eine 10-tägige Studienreise nach China) abzuräumen. Ein Leser aus Wuppertal war schließlich der Glückliche, der kurze Zeit später auf der Chinesischen Mauer laufen durfte.

Mit dieser September-Ausgabe veranstaltet jetzt Elektor International Media zum zweiten Mal ein Rubbel-Gewinnspiel. Als Hauptgewinn winkt diesmal ein Profi-Farboszilloskop von HAMEG inkl. Top-Zubehör im Gesamtwert von 5.600 Euro! Außerdem warten Entwicklungskits, Geschenkgutscheine, Elektor-Credits u.v.a.m. auf ihre neuen Besitzer.

Unsere Elektronik-Partner haben uns freundlicherweise wieder tatkräftig unterstützt. Um nur ein paar Beispiele zu nennen: National Instruments stellt ein LabVIEW-Entwicklungssystem im Wert von 1.300 Euro zur Verfügung. mikroElektronika hat sich ebenfalls mit mehreren Entwicklungssystemen am Gewinntopf beteiligt. Glyn/Renesas haben RX/Carrera Evolution-Starterkits bereitgestellt. Und natürlich hat auch Elektor einiges beigetragen – wie das Rundum-Sorglos-Hardware-Paket zum beliebten Open-Source-Projekt „Zepter“ (bestehend aus dem 32-bit-ARM-Board mit Bluetooth-Modul inkl. Erweiterungsplatine „InterZepter“ und dem R32C-Webserver). Wertgutscheine für den Elektor-Shop sowie Elektor-Credits sind ebenfalls im „Topf“.



Der Hauptgewinn

Machen Sie mit und gewinnen Sie das Elektronik-Produkt des Jahres 2010 „Mixed-Signal-Oszilloskop HM03524“ von HAMEG. Der HM03524 ist ein 4-Kanal-Digital-Oszilloskop mit einer Bandbreite von 350 Mhz mit erstklassigem Triggerverhalten, hervorragender Empfindlichkeit und rauscharmer A/D-Wandlung für höchste professionelle Ansprüche. Die Darstellung der Messwerte erfolgt auf einem großen 6,5-Zoll-VGA-Farb-TFT-Display mit LED-Hintergrundbeleuchtung 400 cd/m² und einer Auflösung von 640 x 480 Pixel.

Außerdem gibts das nur optional erhältliche Zubehör H0010 (I²C, SPI, UART/RS-232 Trigger und Dekodierung) sowie das H03516 (16-Kanal aktive Logik-Tastköpfe) obendrauf.

NI LabVIEW Base Entwicklungssystem (Wert: 1.300 €)



Oszilloskop PicoScope 2205 (Wert: 400 €)



2 x RX/Carrera Evolution-Starterkit von Glyn/Renesas (jeweils im Wert von: 330 €)



en mit Elektor!

Hauptpreise im
Wert von über
10.000 Euro

nnspiel von Elektor und gewinnen Sie ein
samt Zubehör im Wert von 5.600 Euro!

**Spielen Sie jetzt mit und gewinnen Sie attraktive
Preise im Gesamtwert von über 10.000 Euro!**

Gewinnen war noch nie so einfach: Rubbeln Sie
jetzt Ihren persönlichen Gewinnspielcode frei und
prüfen Sie bis zum 30. September 2010 auf der
Elektor-Website, was Sie gewonnen haben –
denn jeder Code gewinnt!

Sie müssen vorher nur eine Elektronik-Quizfrage
beantworten, um Ihren Code eingeben zu können.

**Mit ein wenig Glück gewinnen Sie in nur
4 Schritten das HAMEG-Oszilloskop HM03524
oder einen anderen tollen Preis!**

1. Rubbeln Sie Ihren Gewinncode frei
2. Gehen Sie auf www.elektor.de/rubbeln
3. Beantworten Sie eine Elektronik-Quizfrage
4. Geben Sie Ihren Code ein und gewinnen Sie!



**Jeder Code
gewinnt!**

Teilnahmebedingungen:

Teilnahmeberechtigt sind nur volljährige Personen.
Mitarbeiter der Elektor International Media BV und
deren Tochterunternehmen sowie deren Ange-
hörige sind von der Teilnahme ausgeschlossen. Eine
Barauszahlung der Gewinne ist nicht möglich. Der
Rechtsweg ist ausgeschlossen.
Gewinnspiel endet am 30.09.2010.

**mikroC PRO für PIC
(Wert: 200 €)**



**EasyPIC6-Entwicklungs-
system (Wert: 110 €)**



**Multimeter von Conrad
Elektronik (Wert: 190 €)**



**BIGAVR6-Entwicklungs-
system (Wert: 110 €)**



Simulieren geht über studieren

Als es noch keine PCs gab, kannte man Simulation eher als medizinischen Fachbegriff - und aus der Luft- und Raumfahrt. Schaltungen wurden mit dem Taschenrechner „durchgerechnet“ und dann auf einem Experimentierboard ausprobiert. Beides übernehmen heutzutage Simulationsprogramme, deren Ursprung auf militärische Entwicklungen aus den 60er-Jahren zurückgeht. In den letzten Jahrzehnten wurden diese Programme immer raffinierter und „realistischer“, aber auch immer komplexer. Der Zeitaufwand für die Einarbeitung ist beträchtlich bis enorm. Doch die Mühe lohnt sich. Wenn man sich mit einem Programm erst einmal angefreundet hat, gewinnt man durch seine Möglichkeiten (und seine Gründlichkeit) wieder Zeit zurück. Dazu kommt ein nicht zu unterschätzender Lerneffekt. Natürlich kann ein Simulationsprogramm Wissen und Erfahrung nicht ersetzen, es trägt aber dazu bei, beides zu gewinnen. Ein gutes Beispiel ist der praktische Artikel über LTSpice, der zeigt, was mit einem völlig kostenlosen Programm möglich ist – Reality Check inklusive. Dem Vergleich zwischen Simulation und Realität ist auch der in Zusammenarbeit mit dem Elektor-Labor entstandene Beitrag „Messen und Vorhersagen“ gewidmet. Etwas spezieller ist der Beitrag über die Simulation (oder vielmehr Emulation) von FPGAs. Wenn Sie sich mehr (oder genauso) für reale Projekte interessieren, haben wir in diesem Heft ebenfalls einige Spezialitäten zu bieten. Mit dem Audio-Effektgerät ist es gelungen, mit erstaunlich geringem Schaltungsaufwand ein DSP-basiertes Audio-Effektgerät zu realisieren. Ebenso bemerkenswert ist ein Bildverarbeitungssystem, das Muster- und Bewegungserkennung mit einem billigen PIC-Mikrocontroller bewerkstelligt. Und last, but not least: Mit unserer Rubbel-Preisfrage auf Seite 4 haben Sie die einmalige Gelegenheit, eine Menge schöner Preise zu gewinnen – mit einem wirklich beeindruckenden Digital-Oszilloskop von HAMEG als Hauptgewinn. Viel Spaß beim Lesen und Rubbeln!

Ernst Krempelsauer

Aus technischen Gründen musste der für diese Ausgabe angekündigte Artikel „2,5-GHz-Frequenzzähler“ leider verschoben werden. Hierfür bitten wir um Entschuldigung.

4 Rubbeln & Gewinnen!

Preise für über 10.000 Euro!

8 Impressum

Who is who bei Elektor

10 Mailbox

Briefe, E-Mails und Ideen

12 News

Neuheiten, Nachrichten und Termine

16 Großformat-LED-Display

Rapid Prototyping in der Praxis - mit dem „mbed Modul I“ von NXP.

20 Digitales Multi-Effektgerät

15 einstellbare Sound-Effekte und ein intelligentes User-Interface mit LCD. Das Ganze kann sich wirklich sehen und hören lassen!

28 Simulieren geht über Probieren!

LTSpice ist ein sehr leistungsfähiges Simulator-Programm, das kostenlos erhältlich ist. Anhand von zwei Beispielen zeigen wir, wie man diese Software unter anderem zur Schaltungsanalyse einsetzen kann.

32 Bildverarbeitung mit μC

Das hier beschriebene Bildverarbeitungssystem zeichnet sich durch seine besondere Art der Bildaufbereitung aus – die speziell auf einen kleinen Mikrocontroller zugeschnitten ist.

38 AirControl

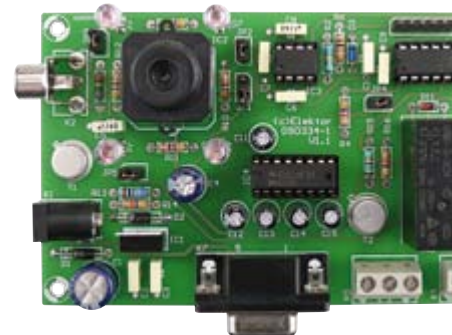
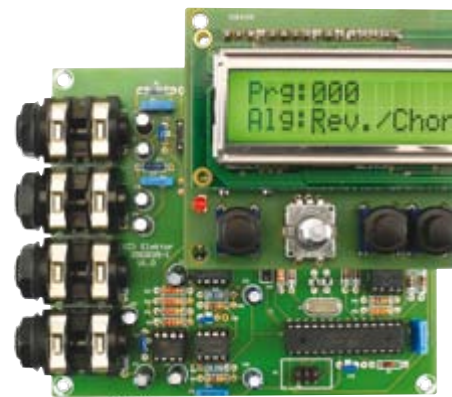
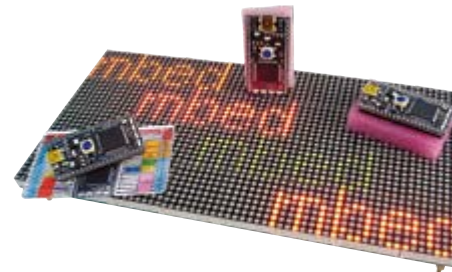
Mit etwas Physik lässt sich ausrechnen, wie tief die Wolken hängen. Ein ATmega genügt als Gehirn der Schaltung!

43 Labcenter

Sicher verpackt – Zu Gast im Castle
Bauteile als Altlast? – Angeschaut: Hameg HMO2524 – Wissen Sie, was Sie messen?

48 Schlicht und schön

Das ProjectCase von Elektor



INHALT

41. Jahrgang
September 2010
Nr. 477

16 Großformat-LED-Display

Mit der mbed-Plattform von NXP



Als der französische Elektor-Redakteur Clemens Valens in „Circuit Cellar“ zum ersten Mal vom „mbed Modul I“ las, war er von dem Rapid-Prototyping-Konzept fasziniert. Nachdem er Zugang zum Beta-Test-Programm und ein Modul zum Ausprobieren erhielt, fehlte nur noch eine geeignete Anwendung. Da landete eines Tages eine großformatige LED-Anzeige auf dem Schreibtisch des Controller-Fans...

20 Digitales Multi-Effektgerät

15 einstellbare Sound-Effekte



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 hier. Das Projekt ist rund um einen hochintegrierten Effekt-Chip aufgebaut und verfügt über ein intelligentes User-Interface mit LCD.

32 Bildverarbeitung mit μ C

Wenige Pixel reichen aus!



Dieses ganz besondere Bildverarbeitungssystem vereint eine Mini-Schwarzweiß-Kamera und einen Mikrocontroller, der die Echtzeitbearbeitung der Videobilder in sehr geringer Auflösung übernimmt. Ganz und gar nicht gering ist das Potential dieser Schaltung, lassen sich doch Anwendungen wie eine Anwesenheitskontrolle von Objekten, eine Bewegungserkennung und vieles mehr realisieren!

38 AirControl

Mit dem Kopf in den Wolken...



Nicht nur für engagierte Wetterfrösche, sondern auch für Segel- oder Gleitschirmflieger interessant: Die Bestimmung der Wolkenhöhe. Hierzu misst ein SMT11-Sensor die Lufttemperatur und -feuchte am Erdboden, ein ATmega führt die nötigen Berechnungen durch. Die Schaltung haben wir noch in ein form-schönes Gehäuse eingebaut – fertig ist der AirControl!

50 Elektor-DSP-Radio (2): Antennen und PC-Software

Das Elektor-DSP-Radio unterscheidet sich von anderen Weltempfängern vor allem dadurch, dass der Nutzer dessen Eigenschaften selbst gestalten kann – durch die Eingangsbeschaltung, die Antennenkonfigurationen und durch die Software.

58 Was taugen Simulatoren?

Heute werden Schaltungsfehler durch das Simulationsprogramm schon vor dem Aufbau gefunden. Oder etwa nicht? Reality Check im Elektor-Labor!

62 FPGA-Simulation

FPGA-Hersteller bieten oft kostenlose und nur leicht limitierte Versionen ihrer professionellen Simulationsprogramme an. Wir haben mit zwei Programmen gearbeitet.

68 Talk-Show: Sprache sichtbar gemacht

Das Ziel des „Talk-Show“-Projekts war es, Spracherkennung, Ton-Effekte und eine Sprachausgabe zusammenzubringen. Um die spielerische Seite zu fördern, wurde noch eine „freihändige“ Steuerung eines RGB-Moduls hinzugefügt..

73 Retronik

Verzögerungsleitung als digitaler Speicher

74 LabVIEW für ARM-Controller

Leistungsstarke Controller grafisch programmiert.

76 Mini-Projekt: Tachosignal für 2-Draht-Lüfter

Mit dieser Schaltung kann man einen defekten Lüfter mit Tachogenerator und drei Anschlussdrähten ohne Probleme durch einen 2-Draht-Lüfter ersetzen.

78 Selbstbau-Tipps

79 Hexadoku

Sudoku für Elektroniker

84 Vorschau

Nächsten Monat in Elektor

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



elektor

September 2010

Digitales Multi-Effektgerät
15 einstellbare Sound-Effekte

Elektor DSP-Radio
Antennen und PC-Software

Transparentes Gehäuse für ihr Projekt: **Elektor Project Case**

LED-Laufschrift mit mbed
Wolkennhöhen-Anzeige

Bilderkennung
mit 8-bit-Controller

ANALOG • DIGITAL
EMBEDDED • MIKROCONTROLLER
AUDIO • MESSTECHNIK

IMPRESSUM

41. Jahrgang, Nr. 477 September 2010

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

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

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

Verlag

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

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

Internationale Chefredaktion **Wisse Hettinga**

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

Internationale Redaktion

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

Redaktionssekretariat **Hedwig Hennekens**

Labor/Technische Redaktion

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

Grafische Gestaltung und Layout

Giel Dols, Mart Schroyen

Stencil-Maschine und Pick-&-Place-Tool

NEU

Tools für die SMD-Bestückung

Ist es überhaupt möglich, SMD-Bauteile selber auf eine Platine zu löten? Der Elektor-SMD-Ofen war ein erster Schritt zur SMD-Bestückung von eigenen Platinen. Außerdem wurde im Mai 2009 der Elektor-PCB-Service gestartet, mit dessen Hilfe man anspruchsvolle eigene Platinen bis hin zu Kleinserien herstellen lassen kann. Jetzt kommen noch zwei weitere Tools hinzu: Eine Stencil-Maschine, mit der man Schablonen so ausrichten kann, dass die Lötpaste präzise platziert wird und eine spezielle Bestückungshilfe (Pick-&-Place), mit der man die SMDs aufnehmen und genau auf die passenden Löt-Pads setzen kann.



Stencil-Maschine

Für das präzise Aufbringen von Lötpaste auf Platinen mittels einer Schablone (Stencil)

- Ideal für Labore, Werkstätten, Schulen, Universitäten, Kleinbetriebe und Privatanwender
- Genaue X- und Y-Ausrichtung des Bestückungsrahmens
- Verwendbar für ein- und doppelseitige Platinen und für einseitig bestückte Platinen
- Magnetische Platinenhalter
- Schnelle und stabile Fixierung der Löt-pastenschablone (Stencil)
- Schablonen benötigen keine Befestigungs-löcher
- Wartungsfreier und robuster Aluminium-Rahmen

Max. Größe der Platine: 180 x 240 mm

Preis: 445,00 €*

Pick-&-Place-Tool

Für das manuelle Aufbringen von SMD-Teilen auf eine Platine

- Ideal für Labore, Werkstätten, Schulen, Universitäten, Kleinbetriebe und Privatanwender
- Antistatische Armstütze für stabile Platzierung der Bauteile
- Antistatische Bauteil-Schale
- Magnetische Leiterplattenhalter
- Geeignet für Links- und Rechtshänder
- Vakuum-Pipette mit austauschbaren Nadeln in mehreren Größen
- Wartungsfreie Vakuumpumpe

Max. Größe der Platine: 430 x 280 mm

Preis: 645,00 €*

100,- € Ersparnis im Spar-Bundle
Wenn Sie jetzt die Stencil-Maschine zusammen mit dem Pick-&-Place-Tool bestellen, zahlen Sie nur 990,00 €* (statt 1090,00 €*)!

*inkl. MwSt., zzgl. Porto-/Versandkosten

Weitere Infos & Bestellung unter

www.elektor.de/smd-tools

Geschäftsführer/Herausgeber: Paul Snackers

Marketing/Vertrieb (Leitung): Carlo van Nistelrooy

Anzeigen (verantwortlich): Irmgard Ditzgen
ID Medienservice

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

E-Mail: service@id-medienservice.de

Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 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

40 Jahre und stets am Puls der Zeit

40 Jahre Elektor in Heft Mai 2010, S. 13 bis 23 (100184)
Zunächst einmal herzlichen Glückwunsch zum 40jährigen Jubiläum!
Seit nunmehr 20 Jahren (und damit deutlich mehr als die Hälfte meines Lebens!) verfolge ich das Elektor-Magazin als treuer Abonnent und freue mich auf jede neue Ausgabe des Heftes!
Da ich sehr technikverliebt bin und den



Papierberg aller von mir abonnierten Zeitschriften mittlerweile als große Belastung ansehe (ich werfe gelesene Hefte nur sehr ungern weg), wurde für mich durch die Vorstellung des Apple iPad endlich eine solide Lösungsmöglichkeit meines Problems greifbar.
Kurz nach Vorstellung des iPad habe ich mit der Abo-Abteilung von Elektor Kontakt aufgenommen, und man erklärte sich bereit, mein Abo auf einen „papierlosen Modus“ umzustellen. Nun kann ich direkt vom ELEKTOR-PLUS.COM-Portal die jeweils aktuelle Ausgabe von Elektor direkt auf das iPad laden und ohne vorherigen Gang zum Briefkasten sofort darin herum-schmökern!
Für mich ergeben sich damit als praktische Nebeneffekte die stetige Verfügbarkeit (auch auf iPhone und Notebook abgelegt), die Lösung meines „Papierberg-Problems“ sowie die Archivierung und Volltextsuchmöglichkeit in allen Ausgaben.
Da ich es bis zum Deutschland-Start des iPad nicht mehr erwarten konnte, habe ich mir ein Gerät aus den USA einfliegen lassen und so bereits die letzten beiden Ausgaben nur noch digital lesen dürfen (Fotos anbei)!
Der Elektor-Verlag war übrigens von allen

Verlagen derjenige, der am schnellsten auf meine Anfrage reagierte und mir bereits jetzt eine Lösung anbieten konnte. Vielen herzlichen Dank dafür an alle Beteiligten!
Ich wünsche mir, dass Elektor in den nächsten Jahrzehnten weiterhin so flexibel und stets am Puls der Zeit bleibt wie in den letzten 40 Jahren!

Stefan Robl

Vielen Dank für diese sehr nette E-Mail und für Ihre Glückwünsche. Ihre „Elektor-on-iPad“-Fotos sehen einfach toll aus. Da die Rubrik „Mailbox“ im Halbleiterheft nicht enthalten ist, können wir sie leider erst jetzt veröffentlichen. Inzwischen gehören auch schon einige Elektor-Mitarbeiter zu den glücklichen Besitzern eines iPads, und unsere Kollegen von Circuit Cellar in den USA waren uns da natürlich schon einen Schritt voraus (siehe auch www.cc-access.com/subscription-management.html). Bis zur Abschaffung der gedruckten Ausgaben wird es aber wohl noch ein paar Jahre dauern, auch wenn wir schon vor 20 Jahren geschrieben haben: „Elektor wird Ihnen auch in Zukunft die Elektronik ins Haus bringen. In der Zukunft wird Ihnen aber die Elektronik auch Elektor ins Haus bringen...“

Stromsparende AVR-Controller

Wireless Electricity meets RFID: Drahtlose RFID-Sensorsysteme selbst gebaut, Elektor Juni 2010, S. 24 (100051)

In diesem interessanten Projekt von Martin Oßmann werden ATtiny13 und ATtiny2313 verwendet. Dazu sei angemerkt, dass von beiden AVR in inzwischen neue Versionen erhältlich sind. Bei diesen „A-Typen“ wurden unter anderem durch ein optimiertes Design die parasitären Kapazitäten der internen Signalleitungen minimiert, was in einem noch geringeren dynamischen Strombedarf resultiert. Dies ist natürlich besonders beim Selbstbau-RFID mit dem ATtiny13 von Bedeutung, bei dem sich je nach Betriebsart eine Ersparnis von 20 bis 90% ergibt! Zusätzlich verfügt der ATtiny13A über die zwei neuen SFR (Special Function Register) BODCR und PRR.

Das BODCR (Brown Out Detector Control Register) ermöglicht es, die BOD während der Sleep Modi ebenfalls schlafen zu legen. Über das PRR (Power Reduction Register) lassen sich TC0 und/oder der A/D-Wandler abschalten, falls nicht benötigt. Will man diese zusätzlichen Features nicht nutzen, kann man seine Programme für den ATtiny13 aber auch unverändert auf dem ATtiny13A laufen lassen.
Sollte der Code für den ATtiny2313(A) einmal zu groß werden, bietet sich die neue 4K-Version ATtiny4313 an. Diese trägt zwar kein „A“ im Namen, ist aber von vornherein in der neuen Technologie gefertigt.
Wenn eine stabile Betriebsspannung auf Seiten des Tags benötigt wird, ist der ATtiny43U mit integriertem Aufwärts-Regler eine mögliche Alternative. Dieser sorgt für eine Vcc von 3 V bis herab zu 0,7 V Eingangsspannung – ausreichende Leistungsreserve vorausgesetzt. Der Regler selbst schlägt dabei mit ca. 17 µA zu Buche. Außerdem verfügt dieser Chip über einen internen Temperatursensor, dessen Genauigkeit für einfache Überwachungsaufgaben oder Demonstrationszwecke ausreichen dürfte.

Andreas Riedenauer (INELTEK Mitte GmbH)



In diesem Zusammenhang möchten wir auch auf den Artikel „Jedes Mikrojoule zählt – Low Power Design bei AVR-Schaltungen“ von Andreas Riedenauer in Elektor 2/2010 hinweisen. Weitere Informationen und Links zu den „A-Typen“ haben wir auf der Elektor-Webseite zu dieser Mailbox-Ausgabe (www.elektor.de/100596) zusammengestellt.

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

Updates und Ergänzungen

Labornetzteil für den PC

Elektor Juli/August 2010, S. 52 (090863)

Im Schaltplan fehlt eine Verbindung: Der Knotenpunkt R1/C2 muss mit dem +-Eingang von K1 verbunden sein.

Lichtsteuerung für RC-Autos

Elektor Juli/August 2010, S. 100 (090834)

Im Text fehlt der Hinweis auf die „Warnblink-Funktion“ der Schaltung. Der Warnblinker wird wie folgt aktiviert: Lenkung einmal schnell erst nach links und dann nach rechts drehen (siehe auch Kommentar im Sourcecode).

Im Schaltplan ist die Anschlussbezeichnung der Blinker vertauscht: Rechts ist links und umgekehrt.

Virtuelles Auto: OBD2-Mini-Simulator

Elektor Juni 2010, S. 18 (080804)

Zeichenfehler im Schaltplan: Die LEDs D1 und D2 sind im Schaltplan verkehrt herum gezeichnet, also Anode und Kathode vertauscht. Im Bestückungsplan der Platine (Bild 2 im Artikel) ist die Position der Kathode der LEDs korrekt angegeben und an der abgeflachten Seite des Gehäusesymbols gut zu erkennen. Bei den LEDs im Bausatz ist die Kathode der kürzere der beiden Anschlussdrähte.

Dicke Luft im Auto: Mobiles CO₂-Messgerät

Elektor Mai 2010, S. 56 (100020)

In der Stückliste im Heft ist IC2 als 7809 angegeben, und der Anschluss 1 von K2 ist auf der Platine mit +9 V bezeichnet. Richtig sind aber die Angaben im Schaltplan: 7806 für IC2 und +6 V an Pin 1 von K2.

Schwing das Zeppter! (ARM7-Board)

Elektor 03/2010, S. 18 (090559)

Wenn nach dem Anschluss des „Zeppters“ über USB an den PC die USB-LEDs leuchten und der PC ein USB-Device erkennt, aber weiter nichts passiert (und funktioniert), hat das meist eine triviale Ursache: S1 ist nicht vorhanden oder nicht geschlossen, so dass der Controller keine Betriebsspannung erhält. Das USB-Interface und die LEDs erhalten über das USB-Kabel immer +5 V, die aber nur bei geschlossenem Kontakt von S1 auch am 3,3-V-Regler (IC6) für den Rest der Schal-

tung anliegen. S1 ist als Ein-Aus-Schalter vorgesehen, wenn ein Akku an die Platine (über K4) angeschlossen ist. Wird kein Akku verwendet, kann man S1 am besten durch eine Drahtbrücke auf der Platine ersetzen.

Modulo D

Elektor 03/2010, S. 52 (090563)

Im Artikel sind in Schaltplan und Stückliste C15, C24, C31 und C32 versehentlich mit 1 μ statt mit 220 p angegeben. Auf der SMD-bestückten Platine sind diese Werte aber richtig.

Die Widerstände R22 und R23 waren zur Einspeisung einer vom ATmega an PB1 erzeugten Begrüßungsmelodie gedacht, die aber nicht mehr implementiert wurde (zu wenig Flashspeicher). Aus diesem Grund wurden R22 und R23 auf der SMD-bestückten Platine weggelassen.

In der Firmware des Modulo-D (ClassDV01.00Filterless) ist der MAX9744 auf die „filterless“-Betriebsart eingestellt. Bisher hat es zwei Fälle gegeben, in denen die auf der Platine schon bestückten SMD-Kondensatoren C20,21,23,28 und 30 (für die Betriebsart „fixed-frequency-modulation“ erforderlich) zu einem Problem geführt haben. Bei höherer Belastung (Lautstärke oder viel Bass) gab es einen ungewollten Pumpeffekt. Sofortige Abhilfe bringt das Entfernen („herunterlöten“) der genannten Kondensatoren. Das geht recht einfach, indem man mit einem Lötkolben die Lötenden abwechselnd erwärmt und den Kondensator mit einer Pinzette herunternimmt. Die vier UKW-Drosseln L1-4 für die Lautsprecher sind für den „Filterless“-Betrieb ebenfalls nicht erforderlich, stören aber nicht und können bestückt bleiben.



Besser simulieren.

Einfacher validieren.



NI Multisim 11.0 für die Schaltungsentwicklung und -validierung

- Verbesserte Visualisierung
- Erweiterte Bauteiledatenbank
- Anpassbare Simulationsanalysen
- PCB-Layouts mit NI Ultiboard

>> Multisim 11.0 evaluieren unter ni.com/multisim/d

089 7413130



National Instruments Germany

Ganghoferstraße 70 b • 80339 München
Tel.: +49 89 7413130 • Fax: +49 89 7146035
ni.com/germany • info.germany@ni.com

Von Phil Knurhahn

Roboter-Doppelgänger

An der Universität von Osaka baut Professor Hiroshi Ishiguro seit vier Jahren sich selbst als humanoiden Doppelgänger nach. Der „Geminoid“ – im Bild links mit seinem Schöpfer rechts – war zwischenzeitlich schon ein brauchbarer Spielgenosse für seine Tochter (Photo: Ishiguro). Der Roboter ist mittlerweile seinem „Vater“ so täu-



schend ähnlich, dass viele Kontaktpersonen eine kurze Zeit benötigen, um die Maschine als solche zu erkennen. Ishiguro und seine Mitarbeiter entwickelten eine reaktive weiche Hautoberfläche. Kneift man seinem Double ins Bein, schaut der Roboter einen empört an. Noch ist der „Geminoid“ kein selbständiger Zwilling seines Erfinders, aber Ishiguro will ihn zu einem „Androiden“ weiter entwickeln. Die Zeitschrift „Spectrum“ hat über ihn einen längeren Beitrag gebracht.

<http://spectrum.ieee.org/robotics/humanoids/hiroshi-ishiguro-the-man-who-made-a-copy-of-himself>

Neues Transpazifik-Kabel

Das neue „Unity“-Transpazifik-Kabel (Bild: Unity) verbindet Japan (Anlandestation ist Chikura in der Nähe von Tokio) mit Südkalifornien. Der Name Unity leitet sich von einer neuen Form der Kooperation ab, bei



der verschiedene Wettbewerber auf dem Kabel jeweils ein Glasfaserpaar in eigener Regie betreiben. Gekostet hat das Projekt etwa 300 Millionen US-\$. Jedes der fünf Faserpaare kann bis zu 960 Gigabit pro Sekunde übertragen, so dass insgesamt fast 5 Terabit/s zur Verfügung stehen. Für das Internet ist diese Verbindung von großer Wichtigkeit. Man mag fragen, warum ein Seekabel so große Bedeutung hat – sind nicht die Netzknoten viel wichtiger? Das stimmt so nicht: Fällt ein Netzknoten oder eine Verbindung dorthin aus, so kann das Internet Umwege suchen und die Datenpakete mit kaum spürbarer Zeitverzögerung zusammenhalten. Auf den Ersatzstrecken kommt es dann zu Überlastungen, die zu einer zeitlichen Verzögerung der Datenübertragung führen. Die große Schwachstelle aber sind die Interkontinentalverbindungen. Und Satellitenverbindungen schließen sich als Alternative bei den heute üblichen riesigen Bandbreiten aus.

www.kddi.com/english/corporate/news_release/2010/0401/index.html

Laser-Rekorde

Den schnellsten und den leistungsfähigsten Laser der Welt nennt die Zeitschrift Spectrum des IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, New York). Der schnellste Laser steht am Max-Planck-Institut für Quantenoptik in München. Er generiert Pulse von 80 Attosekunden Länge



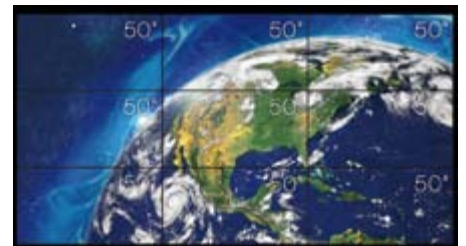
(eine Attosekunde ist ein Milliardstel einer Milliardstel Sekunde). Der erste Schritt in den Attosekunden-Bereich passierte 2001: Damals wurde an der Technischen Universität Wien zum ersten Mal ein solcher Laser gebaut, der seinerzeit einen Impuls von nur 650 Attosekunden Länge produzierte (Bild: Thorsten Naeser, MPG). Ein weiterer Meilenstein wurde in Garching bei München unter dem Nobelpreisträger Prof. Theodor Hänsch erreicht: Pulse von 250 Attosekunden waren nun machbar. Wer mit der Attosekunde nichts anzufangen weiß, für den

hat Neil Savage vom IEEE Spectrum einen schönen Vergleich: Eine Attosekunde verhält sich zu einer Sekunde wie diese eine Sekunde zum Alter des Weltalls.

Der Laser mit der größten Spitzenleistung steht an der Universität von Texas in Austin. Er erzeugt einen Impuls von mehr als 1 Petawatt, 2.000 Mal mehr als die Leistung des gesamten US-amerikanischen Stromnetzes – allerdings nur für die Dauer von 0,167 Picosekunden. 1 Petawatt sind 1 Milliarde Megawatt, 1 Picosekunde ist der Millionste Teil einer Millionstel Sekunde – der Laser ist für diese kurze Zeit heller als das Sonnenlicht an der Oberfläche der Sonne.

<http://spectrum.ieee.org/semiconductors/optoelectronics/the-laser-at-50>

Größter Flachbildschirm der Welt

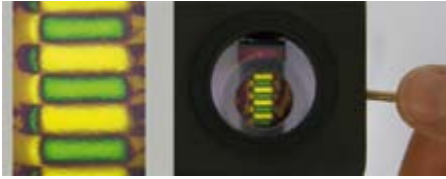


Ab Herbst 2010 will Panasonic erstmals den größten Plasmabildschirm der Welt ausliefern; vorerst in Japan und den USA, andere Länder sollen dann später im Jahr folgen. Die Bildschirmdiagonale ist mit 152 Zoll wirklich spektakulär: Das Display ist 3,6 m lang und 2 m hoch, was neun herkömmlichen 50-Zoll-Bildschirmen entspricht (Foto: Panasonic). Die Auflösung der Bilder soll 4.096 x 2.160 Pixel betragen. Der Bildschirm kann auch 3D-Bilder zeigen (wofür man dann ein kleines Zusatzgerät braucht). Das Kontrastverhältnis wird mit mehr als 5.000.000:1 angegeben. Ein Preis für diesen Plasmabildschirm wurde öffentlich nicht genannt, aber bereits der kleinere 103-Zoll-Bildschirm soll 65.000 US-\$ kosten. Über den Stromverbrauch wurde leider nichts bekannt, aber schon erheblich kleinere Plasmabildschirme gelten als Energiefresser. Das Gewicht des 152-Zoll-Riesen zeigt jedoch, dass er nicht für den Hausgebrauch gedacht ist, sondern eher für einen Konferenzsaal oder die Außenwerbung: Der Bildschirm wiegt stolze 590 kg!

www.panasonic.com/business/plasma/home.asp

Von Rocco Holzhey und Jens Nickel

Sichtbare Magnetfelder



Magnetische Werkstoffe besitzen vielfältige Einsatzgebiete, man denke an elektrische Antriebe, Haftmagneten und die Datenspeicherung. Elektronikern sind vielleicht noch Encoder bekannt, mit denen sich Strecken und Winkel präzise messen lassen. In Form von Tinten kommen magnetische Materialien aber auch in der Sicherheitstechnik zum Einsatz, zum Beispiel als Echtheitsmerkmal auf Geldscheinen.



Will man die entsprechenden, oftmals recht kleinen Magnetfelder sichtbar machen, so war man bisher auf ein punktuelles Messen (Hallsonde oder ähnliches) und auf das zwei- oder dreidimensionale Scannen der Felder angewiesen. Die industriennahe Forschungseinrichtung Innovent e.V. aus Jena (Thüringen) [1] hat ein innovatives handliches Prüfgerät namens Magview entwickelt, mit dem sich Magnetfelder auf schnellere und einfachere Weise sichtbar machen lassen (Bild unten).

Zur Visualisierung der Magnetfelder wird der Faraday-Effekt genutzt, bei dem die Schwingungsebene linear polarisierten Lichts in einem Magnetfeld gedreht wird. Im Allgemeinen ist dieser Effekt sehr klein, doch es gibt (transparente) Materialien, in denen durchgehendes Licht schon bei recht kleinen Feldstärken nennenswert beeinflusst wird.

Beim Magview wird eine solche Materialschicht („magnetooptischer Sensor“) mit der Oberfläche des Magnetwerkstoffes in Kontakt gebracht und folglich von den magnetischen Streufeldern durchdrungen. Das Sensormaterial wird dann mit linear polarisiertem Licht durchleuchtet. Da der Sensor an der Rückseite verspiegelt ist, wird das Licht dort reflektiert und tritt abermals durch das magnetooptische Material, was die Faraday-Drehung verdoppelt. Ein Analysator filtert nun das Licht je nach der Polarisationsrichtung mehr oder weniger stark aus. Im Ergebnis sieht man ein (farbiges)

Bild, das die magnetischen Streufelder im Sensor direkt sichtbar macht.

Durch Wahl eines passenden Sensormaterials kann man den Messbereich an die Aufgabe anpassen. Der typische Dynamikbereich der Messung umfasst magnetische Feldstärken von 0,01 bis 200 kA/m. Darüber hinaus gibt es Sensormaterialien, die „digitale“ Abbildungen erlauben (Hell/Dunkel bei Über- oder Unterschreiten eines bestimmten Feldstärkewertes).

Das handliche Gerät erlaubt die Bestimmung der geometrischen Verteilung, der Polung und der Stärke des magnetischen Feldes. Zum Beispiel werden Inhomogenitäten in der Feldverteilung sekundenschnell sichtbar – was sich zum Beispiel zur Qualitätskontrolle von Encodern nutzen lässt (Bild oben). Ein weiteres Einsatzgebiet ist die Analyse von Magnetbändern, Magnetstreifenkarten und Geldscheinen, zum Beispiel in der Forensik. Manipulationen an Magnetstreifen lassen sich detektieren, da ein Schreib-/Lesekopf charakteristische Marken hinterlässt.

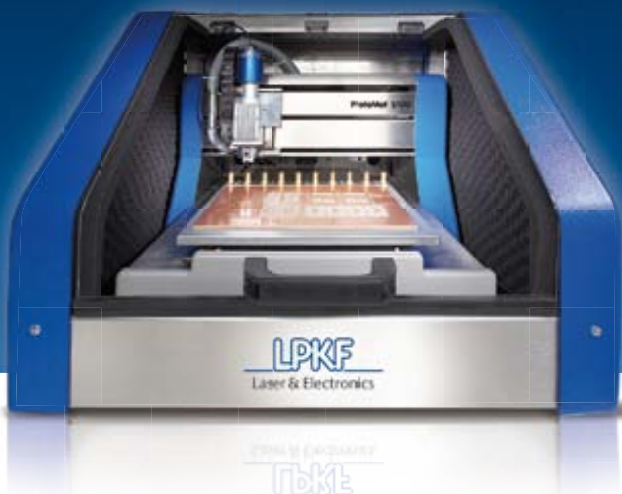
Zusätzlich zum sehr kompakten und portablen Magview wurden auch komplexere Systeme mit einer digitalen Bilderfassung per Kamera entwickelt. Die Geräte werden durch die Matesy GmbH [2] in Jena vertrieben.

[1] www.innovent-jena.de

[2] www.matesy.de

Anzeige

1, 2, Leiterplatte!



entwickeln



fertigen



Prototyp

Inhouse-Leiterplatten-Prototyping:

Von der Idee bis zur bestückten Leiterplatte.

Die Komplettlösung für Ihr Leiterplatten-Prototyping!

www.lpkf.de/prototyping

Besuchen Sie uns: European Microwave Week
28. – 30.09.2010, Stand 128 B

LPKF Laser & Electronics AG Telefon +49 (0) 5131-70 95-0

LPKF
Laser & Electronics

Workshop(s) Serielle Bussysteme

SPI-, I²C(TWI)- und 1-Wire-Bus sind mittlerweile sehr bekannte und weit verbreitete Datenübertragungssysteme. Eine Vielzahl unterschiedlicher Peripherie-Bausteine (Sensoren, Aktoren, Displays, Speicher, RTCs, A/D-D/A-Wandler und mehr) lassen sich so mit überschaubarem Aufwand an einen einzelnen Mikrocontroller anschließen.

Wie man ein solches Bussystem aufbaut, kann man in drei aufeinanderfolgenden Elektor-Workshops lernen (die einzeln und auch zusammen gebucht werden können).

Mit Hilfe des „First-Step“-Mikrocontroller-Boards (auf Basis eines 8051ers) werden die Datenübertragungsprotokolle in der Sprache C von den Teilnehmern eigenständig programmiert. Nach und nach werden verschiedene externe Peripherie-Einheiten am jeweiligen Bus in Betrieb genommen.

Nach dem Motto „Learning by Doing“ bekommen die Teilnehmer dabei einen umfassenden Einblick in die Funktionsweise der Bussysteme.

Die Workshops richten sich an Schüler, Studierende, Lehrer, Ausbil-



der, Techniker, Ingenieure und engagierte Praktiker. Grundkenntnisse vom Aufbau und der Funktion von Mikrocontrollern, Basiskenntnisse in C sowie ein wenig Hardware-Erfahrung sollten vorhanden sein.

Die Workshops finden vom 15.9. bis 17.9.2010 in Seligenstadt bei Frankfurt am Main statt. Alle drei Workshops sind voneinander unabhängig und können daher einzeln oder zusammen besucht werden.

www.elektor.de/bussysteme

Programmieren in C

Zur Programmierung von Mikrocontrollern ist die Sprache C mittlerweile zum Industriestandard geworden, erlaubt sie doch kompakten und leistungsfähigen Code. Für alle, welche die Grundzüge dieser Programmiersprache kennenlernen und damit einen Einstieg in die professionelle Programmierung von Embedded-Systemen finden wollen, bietet Elektor am 23.9. und 24.9. ein zweitägiges Seminar „PIC-Mikrocontroller-Programmierung in C“ an. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf der Programmiersprache und ihren Elementen (Daten-Typen, Arrays, Funktionen, Pointer, Strukturen und viele mehr). Ergänzt wird das Ganze durch praktische Übungen, welche die Teilnehmer selbst am eigenen Notebook durchführen. Zur Vertiefung des Stoffes wird zuerst der MPLAB-Simulator des Herstellers Microchip genutzt, am zweiten Tag kommen dann Übungen an echter Hardware hinzu. Obwohl der C18-/C30-Compiler für PICs zum Einsatz kommt, ist das Erlernte nicht auf die Arbeit mit diesen Controllern beschränkt, sondern kann auch an anderen ANSI-C-Compilern angewendet werden.

Zielgruppe des Seminars sind Studierende, Techniker, Entwickler und interessierte Hobbyisten. Grundkenntnisse in einer Programmiersprache sind hilfreich, aber nicht zwingend notwendig. Veranstaltungsort ist Seligenstadt bei Frankfurt am Main.

www.elektor.de/pic-prog



Anzeige



DAS ORIGINAL SEIT 1994

PCB-POOL

Beta LAYOUT

NEU!

dichter!

5mil track / 8mil drill

NEU!

schneller!

Multilayer in 3 AT

NEU!

knackiger!

Ritztechnik

UL

zertifiziert!

UL-Zulassung

d

dünn!

1 mm Materialstärke

k

kostenlos!

Free Stencil

Alle eingetragenen Warennamen sind eingetragene Warenzeichen der jeweiligen Hersteller!



www.beta-layout.com

Telefon + 49 (0) 61 20 / 90 70 10 · Fax + 49 (0) 61 20 / 90 70 14 · E-Mail: info@beta-layout.de

AUGUST

25. - 27. Seligenstadt
(bei Frankfurt am Main)
Elektor-Seminar „C-Programmierung für Mikrocontroller“
Programm siehe Link.
www.elektor.de/c-prog

28. Hannover
Elektor Workshop „Praxis des Gitarren-Röhrenverstärkers“
Programm siehe Link.
www.elektor.de/gitarren-roehren

SEPTEMBER

3. - 8. Berlin
Internationale Funkausstellung

Die erste große Messe nach der Sommerpause ist ein Muss für Profis und Geräte-Freaks.
www.ifa-berlin.de

8. Frankfurt
Moderne Kommunikationsnetze kompakt
Auf dem VDE-Seminar wird technisches Basiswissen vermittelt, vom Internet bis zum Telefon.
www.vde.com

14. - 15. Stuttgart
Batterien im Fahrzeug
Funktionsprinzipien elektrochemischer Speichersysteme, Batteriemanagement, Messverfahren und Sicherheit sind nur einige der Themen dieses VDI-Seminars.
www.vdi-wissensforum.de/fileadmin/pdf/01SE009003.pdf

15. Nürnberg
A++ Seminar
Kostenfreie Veranstaltung von Distributor Arrow. Infineon, Linear Technology, Avago und Cypress stellen besonders energieeffiziente ICs und andere Bauteile vor.
www.arrowce.de/cda/newsevents/o_3943_5866_00.html

15. Zürich
Renesas RX-Seminar
Von Distributor Glyn: Alles zum neuen, leistungsstarken Mitglied der R32C/M16C-Großfamilie. Auch am 22.9. in Stuttgart!
www.glyn.de/data/glyn/media/doc/Einladung_RX-Seminare_2010_V5.pdf



Zum sechsten Mal Produkt des Jahres*

Das bestätigt uns:
EAGLE bietet mehr als nur ein tolles Programm.



EAGLE

Version 5

Schaltplan - Layout - Autorouter

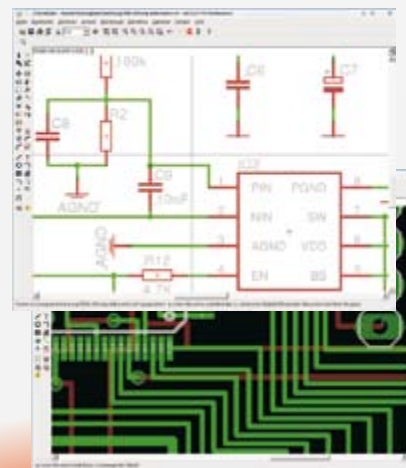
für Windows® Linux® Mac®

- Zum Beispiel vernünftige Preise ohne versteckte Kosten.
- Eine faire Update-Politik, ohne Wartungsverträge und ähnliche Knebelpraktiken.
- Eine kompetente Hotline, die jedem Kunden kostenlos zur Verfügung steht.
- Eine offene Diskussion mit den Anwendern als wesentliche Grundlage der Programm-Weiterentwicklung.
- Innovative Funktionen: Zum Beispiel der neue Follow-me-Router, der beim Manuellen Routen viel Zeit spart.

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

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

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



EAGLE Light ist Freeware!

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

Unsere Standard-Version eignet sich für Platinen im Europaformat mit bis zu sechs Signallayern bzw. für Schaltpläne mit max. 99 Seiten. In der Professional-Version entfallen diese Einschränkungen.

Neu! EAGLE Freemium

Testen Sie die zeitlich begrenzte Version für 60 Tage. Details finden Sie auf:
www.element-14.com/eagle-freemium

www.cadsoft.de

08635 6989-10

CadSoft Computer GmbH, Pleidolfweg 15, 84568 Pleiskirchen
Tel. 08635 6989-10, Fax -40 E-Mail: info@cadsoft.de



element14

Windows / Linux / Mac sind eingetragene Warenzeichen von Microsoft Corporation / Linus Torvalds / Apple Computer, Inc.
* Dieser Preis der Zeitschrift Elektronik wird in elf Kategorien an die Produkte vergeben, die die meisten Leserstimmen erhalten

15. - 17. Seligenstadt
Elektor-Workshop „Serielle (Geräte-)Bussysteme“
In drei (auch einzeln buchbaren) Tages-Workshops bekommt der engagierte Praktiker einen umfassenden Einblick (siehe linke Seite).
www.elektor.de/bussysteme

21. - 26. Köln
Photokina
Natürlich gibt's auf dieser bekannten Foto- und Videomesse eine Menge Elektronik zu sehen. Für Fachbesucher und „Endverbraucher“.
www.photokina.de

22. - 23. Bochum
Wireless Technologies
Der jährliche Kongress hat in 2010 die Schwerpunkte Automotive, Home- und Gebäudeautomation sowie Automatisierung. Mit Workshops und Ausstellung.
www.mesago.de/de/WT/main.htm

23. - 24. Seligenstadt
Elektor-Seminar „PIC-Mikrocontroller-Programmierung in C“
In diesem Kurs lernt man die Programmierung von PIC-Controllern in der Programmiersprache C kennen (siehe linke Seite).
www.elektor.de/pic-prog

25. München
Elektor CC2-ATmega-Seminar
Praxisorientiertes Seminar mit AVR-Spezialist Andreas Riedenauer und Computer-TV-Redakteur Wolfgang Rudolph („Computer-Club2“).
www.elektor.de/cc2-atmega-seminar

27. - 28. Stuttgart
f-cell Symposium
Forum und Messe für Produzenten und Anwender der Brennstoffzelle. In diesem Jahr liegt der Schwerpunkt auf der stationären Anwendung.
www.f-cell.de

Großformat-LED-Display in 1 Tag selbst gebaut

Mit der mbed-Plattform von NXP

Von Clemens Valens (Elektor Frankreich)

Als mir mein Freund Grégory ein zweifarbiges LED-Panel mit 64×32 Pixel zeigte, das er für 50 Dollar „vom Internet“ hatte, bestellte ich mir sofort auch eines. Denn das gibt eine prima Anwendung für das „mbed Modul I“ auf Basis eines ARM-Kerns, das bei mir noch auf seinen Einsatz wartete. Ich war nämlich neugierig darauf, ob man damit ein Projekt tatsächlich so einfach durchziehen kann, wie es der Hersteller behauptet.

Auf den Begriff „mbed“ bin ich zum ersten Mal bei der Lektüre eines Artikels in *Circuit Cellar* #227 gestoßen. Ich war sofort von diesem Konzept elektrisiert und wollte das selbst einmal ausprobieren. Mit den richtigen „Connections“ erlangte ich schnell Zugang zum Beta-Test-Programm und wichtiger noch: einem Modul zum Ausprobieren. Das Beta-Modul basierte auf einem LPC2368 - der NXP-Variante einer ARM7-CPU. Kurz darauf wurde sogar noch ein Modul mit dem ARM-Kern Cortex-M3 (LPC1768) vorgestellt. Und auch hier-von konnte ich ein Exemplar ergattern. Es fehlte also nur noch eine geeignete Anwendung.

Falls Sie den erwähnten Artikel von Tom Cantrell (kostenloser Download [1]) noch nicht gelesen haben sollten, zunächst ein paar Worte zum mbed-Konzept.

Was genau ist mbed?

mbed - gesprochen: „embed“ - ist eine Rapid-Prototyping-Plattform für ARM-Controller, die von ARM entwickelt wurde und von ARM unterstützt wird. Auch wenn nun zwei unterschiedliche Module mit NXP-Chips existieren, ist das Board mit dem ARM 7 meines Wissens nach nicht mehr erhältlich. Wahrscheinlich werden andere Hersteller noch weitere Boards anbieten, aber darauf muss man wohl noch warten.

Auf den ersten Blick zeigt ein mbed-Modul kaum Unterschiede zu den unzähligen anderen Evaluation-Boards. Man findet darauf einige LEDs, einen Reset-Taster und eine USB-Buchse. Mit $25 \text{ mm} \times 53 \text{ mm}$ ist es ziemlich klein geraten. Die 40 Pins haben ein Rastermaß von $0,1''$. Folglich bleibt für CPU, fünf LEDs, Taster und USB-Anschluss nicht viel Platz auf der Oberseite. Auf der Rückseite befinden sich noch ein zweiter Mikrocontroller, ein Ethernet-Transceiver vom Typ DB83848 und ein serieller 16-Mbit-Flash-Speicher vom Typ AT45DB161. Beim zweiten Controller handelt es sich um einen LPC2148 - einen beim aktuellen LPC1768-Modul als „mbed-Interface“ bezeichneten ARM-7-Controller mit fast der gleichen Leistung wie der eigentliche mbed-Controller LPC1768.

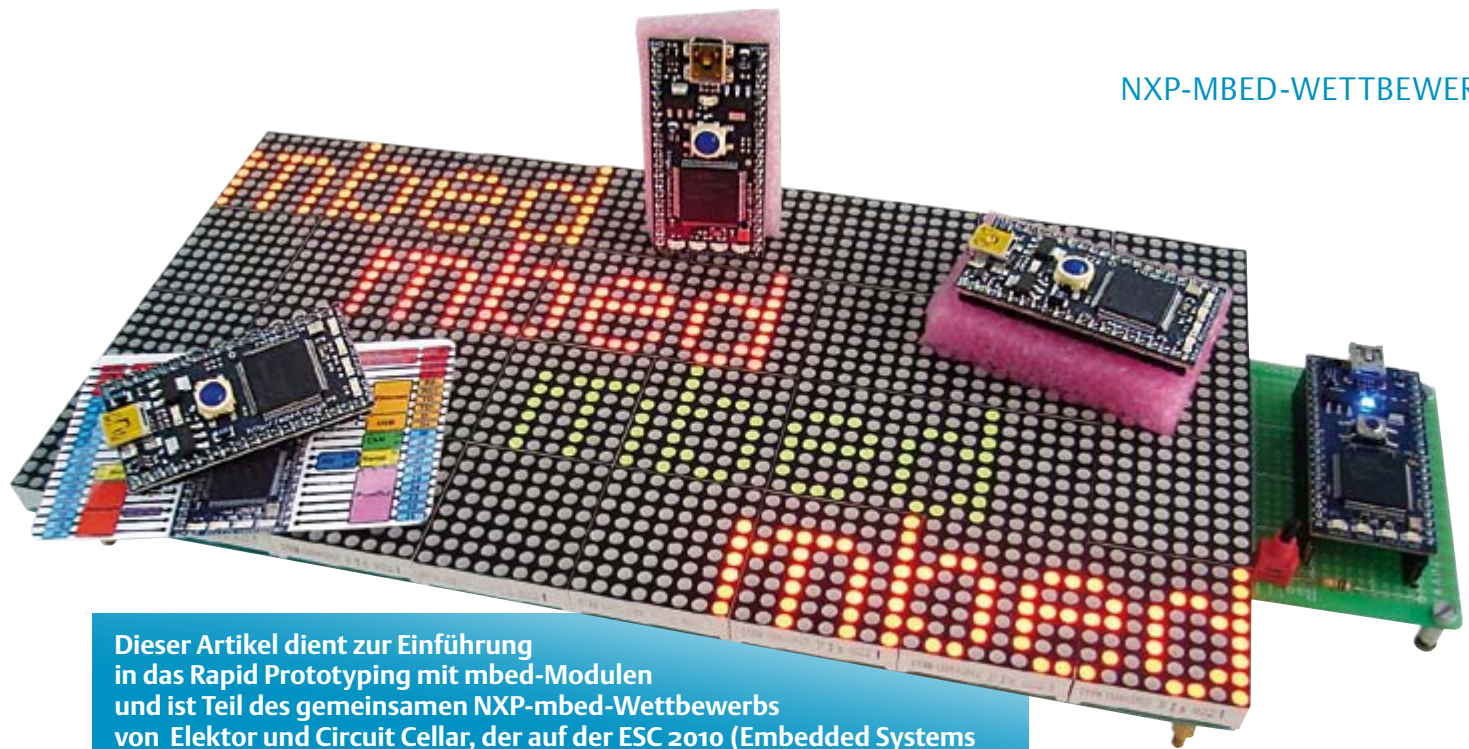
Der LPC2148 sorgt dafür, dass sich das Board beim PC als Massenspeicher mit dem Namen „MBED“ anmeldet, auf dem schon eine HTML-Datei abgelegt ist. Ein Klick auf diese Datei, und schon ist



Bild 1. Diese Webseite zeigt sich, wenn man die HTML-Datei des mbed-Moduls mit einem Browser öffnet. Man muss dann nur noch seinen Account einrichten und los geht's!

man im Internet auf der mbed-Login-Seite (**Bild 1**). Nachdem man sich registriert hat, kann man schon anfangen zu programmieren. Der Compiler steht kostenlos und ohne Einschränkung im Internet zur Verfügung. Das hat Vorteile: Online-Compiler müssen weder installiert noch gewartet werden.

Außerdem steht auch eine Library zur Verfügung, die mehr als nur die Peripherie des Boards unterstützt. Sie erscheint mir an Arduino angelehnt, da ähnliche Konzepte bei digitaler und analoger I/O eingesetzt werden. Dank dieser Library kann man sich auf die eigentliche Anwendung konzentrieren und muss sich nicht um Register und ähnlichen Kleinkram kümmern. Wenn man an die vielen ARM-Register denkt, ist das eine erhebliche Erleichterung. Wenn der eigene Source-Code fehlerfrei compiliert wird, schlägt das System vor, die ausführbare Datei herunter zu laden. Man sichert sie einfach direkt auf das MBED-Volumen und braucht anschließend nur noch den Reset-Taster auf dem Board zu betätigen. Der Interface-Chip sorgt dann dafür, dass die Datei in den Programmspeicher des



Dieser Artikel dient zur Einführung in das Rapid Prototyping mit mbed-Modulen und ist Teil des gemeinsamen NXP-mbed-Wettbewerbs von Elektor und Circuit Cellar, der auf der ESC 2010 (Embedded Systems Conference) in Boston (USA) gestartet wird. Fortsetzung folgt!

Ziel-Controllers gelangt und die eben programmierte Software startet. Klingt einfach, nicht wahr?

Wenn man mit der Arbeit fertig ist, kann man das Projekt als Zip-Datei herunterladen, um es zu archivieren. Wenn das Programm sich nicht so verhält, wie es sein soll, muss man sich mehr oder weniger selbst helfen. Ein Debugger ist nicht verfügbar. Man kann aber den Massenspeicher mit einer seriellen Schnittstelle ergänzen, so dass Debug-Meldungen zu einem Terminal auf einem Host-Computer gesandt werden können.

Die mbed-Webseite^[2] ist also ein wichtiger Teil des Konzepts. Außer dem Compiler finden sich dort detaillierte Erläuterungen der Library im Handbuch und natürlich auch einige Beispielprojekte sowie ein Blog, ein Forum und mehr. Man kann also ganz einfach eigene Projekte veröffentlichen, damit andere davon profitieren, und man kann freigegebene Projekte anderer User auch importieren. Die ganze Umgebung ist Community-orientiert.

Was nicht so offen ist, das ist die mbed-Library. Das ist etwas enttäuschend, denn so kann man kaum feststellen, ob ein Bug wirklich im eigenen Code steckt und nicht schon in der Library. Außerdem kann man einzelne Funktionen der Library so nicht für eigene Anwendungen modifizieren. Die wichtigsten Funktionen sind zwar implementiert und in vielen Fällen auch sinnvoll zu verwenden, aber es ist doch eine Einschränkung der Möglichkeiten, den Controller voll auszureizen. So ist es natürlich für den Anwender einfacher, aber wenn man der Software gerne aufs Bit schauen möchte (oder muss), ist die Geschlossenheit der Library ärgerlich. Man könnte natürlich versuchen, aus den erzeugten Executables per Reverse-Engineering schlau zu werden und die Register unter die Lupe zu nehmen, aber dann ist es beim Prototyping mit „rapid“ vorbei. Außerdem muss man gegebenenfalls seinen Code überarbeiten, wenn die Library ein Update erfährt.

Weil wir schon beim Bashing sind: Die blaue Einschaltkontroll-LED ist viel zu hell und blendet auch bei Tageslicht. Man muss moderne LEDs nicht mit Strömen von 10 mA und mehr betreiben - weniger ist hier mehr!

Auch wenn der Controller 100 Pins aufweist, hat das Modul nur 40. Diese wurden so ausgewählt, dass die gesamte integrierte Peripherie des Controllers nutzbar ist - wenn auch nicht alles gleichzeitig.

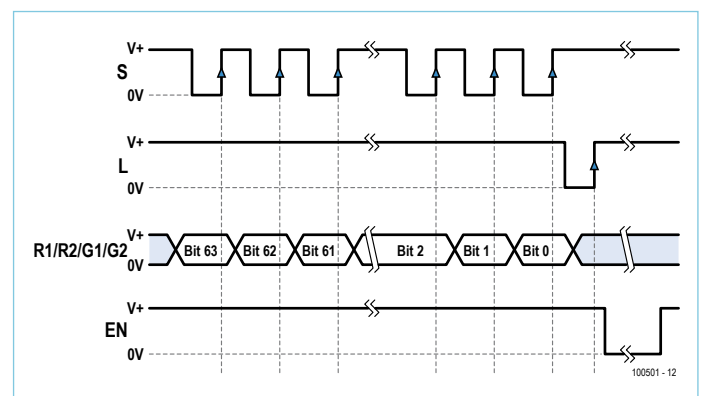


Bild 2. Das Impuls-Diagramm des 32-Zeilen-LED-Panels sieht noch recht einfach aus. Die Feinheiten stecken im 4-bit-Datenwort R1/R2/G1/G2: R1/G1 steuert die oberen 16 Reihen des Panels und R2/G2 die unteren 16 Reihen. Zur Ansteuerung aller 32 Reihen muss dieses Muster 16-mal wiederholt werden.

Das EN-Signal (active low) steuert den LED-Strom. Wenn man es kurz nach dem Schreiben einer Zeile für eine gewisse Zeit aktiviert, ist das Bild sauberer, als wenn das Signal dauernd aktiv ist.

Bei Verwendung von drei RS232-Ports reicht es zum Beispiel nicht mehr für I²C. Die Stromversorgung (0 V, 4,5...14 V in, USB 5 V out und 3,3 V out), Ethernet und USB haben eigene Pins. Dazu kommen noch der Reset-Eingang und zwei I²C-Pins. Letztere soll man nicht verwenden, da sie für den USB des mbed-Interface-Controllers und nicht für den Ziel-Controller gedacht sind. Die restlichen 25 Pins können als GPIO oder für einige andere Funktionen konfiguriert werden.

Zum Programm

Das Ziel dieses Projekts ist ein Großformat-LED-Display, das einfach zu bedienen ist und Laufschrift anzeigt. Moderne Elektronik ist ohne USB fast undenkbar und von daher passt ein mbed-Modul wunderbar. Da sich das Modul wie ein externer 2-B-USB-Speicher am PC verwenden lässt, kann man sehr leicht Texte in das Display laden.

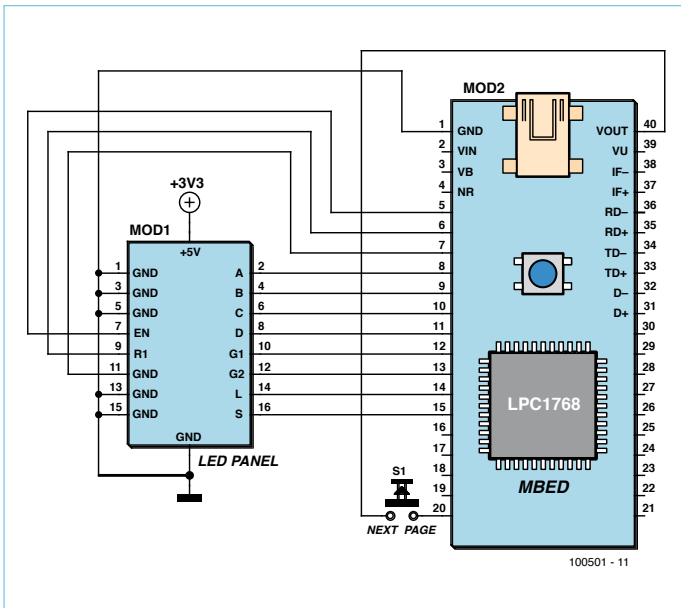


Bild 3. Die Schaltung ist wirklich einfach, da keine Spezialteile erforderlich sind, um das LED-Panel anzusteuern. Normalerweise wird das mbed-Modul via USB versorgt, während das Display eine eigene, belastbare 5-V-Versorgung erhält. Das Display ist für 5 V spezifiziert, funktioniert aber noch bei 3,3 V. Solange nicht zu viele LEDs leuchten, kann man das Display auch mit 3,3 V vom mbed-Modul versorgen.

Hierzu reicht ein einfacher Text-Editor, und diese Benutzer-Schnittstelle ist auch für Nicht-Elektroniker intuitiv und komfortabel genug. Dem Handbuch des LED-Panels (DE-DP029~033_Ver1.0_EN.pdf) [3] ist zu entnehmen, dass man doch ordentlich mit Bits jonglieren muss, da das serielle Interface des Displays weder mit SPI noch sonstwie kompatibel ist. **Bild 2** zeigt das zugehörige Impuls-Diagramm. Es sind insgesamt 2048 zweifarbige LEDs in 32 Reihen und 64 Spalten angeordnet. Die Adressierung der resultierenden 32 roten und 32 grünen Reihen ist etwas kompliziert, da der Adress-Bus nur 4 bit breit ist und deshalb nur 16 Reihen ansprechen kann. Dieses Problem wurde vom Hersteller durch die Aufteilung des Displays in zwei Hälften zu je 16 Reihen und die Verwendung eines 2-bit-Datenbusses gelöst. Die beiden 16er-Reihen werden parallel adressiert und die beiden Daten-Bits selektieren die rote oder grüne Farbe der LED-Reihe.

Der Speicher der Display-Elektronik reicht darüber hinaus nur für zwei Reihen: eine obere und eine untere Reihe. Dies hat zur Folge, dass der Display-Inhalt permanent aufgefrischt werden muss, damit eine stabile Anzeige entsteht. Der Vorteil dieses Multiplexings ist, dass der maximale Strom nicht auf 40 A und mehr ansteigt, wenn alle LEDs gleichzeitig aufleuchten sollen.

Nachdem Schreiben einer Zeile sollte sie durch das EN-Signal aktiviert werden. Dieses Signal bestimmt die Helligkeit des Displays und beeinflusst auch die Refresh-Rate sowie in der Folge das Flackern bei Bildwechseln und die Scroll-Geschwindigkeit. Da kein separater Timer verwendet wird, ist das Scrolling direkt an die Refresh-Rate gekoppelt.

Etwas Hardware

Bild 3 zeigt, wie Display und mbed-Modul verbunden werden. Da die meisten Pins des Boards vom GPIO-Typ sind, begann ich einfach

beim erstbesten Pin (Nr. 5) und arbeitete mich von da aus weiter vor. Später fügte ich noch einen Taster für Spezialfunktionen hinzu, der einfach an Pin 20 angeschlossen wurde.

Für einen ersten Versuch versorgte ich das Display statt mit 5 V mit den 3,3 V des mbed-Boards, was das Display noch toleriert. Später bekam es eine eigene 5-V-Stromversorgung und damit eine viel größere Helligkeit. Das mbed-Modul wurde einfach über den USB-Port versorgt.

Es hat eine Weile gedauert, bis ich mit dem seriellen Protokoll des Displays zurecht kam. Der Grund hierfür lag in einem Fehler im Handbuch. In den Tabellen der Seiten 8 und 9 waren die Pin-Nummern der L- und S-Signale vertauscht. Der Beispiel-Code funktionierte gut, aber mein eigener Code streikte. Als das Problem endlich erkannt war, ließ der Erfolg nicht lange auf sich warten. Schnell konnte ich an jeder beliebigen Stelle des Displays einen roten, grünen oder orangen Punkt leuchten lassen.

Interessant ist, dass die Library für solche Vorhaben sowohl Bus- als auch Pin-Funktionen bietet. Es schien mir logisch, die BusOut-Funktion sowohl für den Adress- als auch für den Daten-Bus zu verwenden. Es zeigte sich aber, dass die Bus-Funktion viel langsamer als die Pin-Funktion ist. Im Endergebnis verwendete ich vier DigitalOut-Aufrufe für den Daten-Bus und einen BusOut-Aufruf für das viel langsamere Adresswort. Ohne Library-Source-Code kann man über die Ursache dieses Performance-Unterschieds nur spekulieren.

Punkte & Zeichen

Jetzt konnte ich damit beginnen, Zeichen für die Textausgabe aufs Display zu schreiben. Die Zeichen müssen aber in einem Font (Zeichensatz) dargestellt werden. Es ist eine ziemliche Fleißarbeit, die Bitmaps für einen Font zu erstellen. Da ich das Rad nicht neu erfinden wollte, suchte ich im Internet nach Font-Tools und Fonts. Ich entschied mich schließlich für „The Dot Factory“ [4] (**Bild 4**). Damit kann man jeden auf einem PC installierten Font in C-Source-Code inklusive Header-Files konvertieren: Einfach den gewünschten Font auswählen, Optionen einstellen und fertig. Leider lassen sich die damit erzeugten Texte nicht sichern. Man muss sie via Kopieren & Einfügen in einen Editor transferieren. Letztlich war es also relativ einfach, passende Fonts zu generieren. Der nun noch notwendige Code zur Darstellung von Text mit diesen Fonts war schnell geschrieben.

INI-Datei

Nun musste der Text nur noch auf das Display kommen. Dank der erwähnten Funktion des mbed-Boards als USB-Massenspeicher war nur noch eine einzige zusätzliche Code-Zeile notwendig, damit die Software lief:

```
LocalFileSystem local („local“);
```

Nun war mein Programm dazu in der Lage, vom PC auf das MBED-Volume kopierte Dateien einzulesen.

Ich entschied mich für den INI-Datei-Typ. Da ich mehrere Seiten

haben wollte, bestand die Spezialfunktion des zusätzlichen Tasters darin, durch die Seiten zu scrollen. Jede Seite ist eine Sektion einer INI-Datei, womit es Sektor für Sektor möglich war, den Text für jede Zeile anzugeben. Mit Arial in 8 Punkt Größe reichte das Display für vier Zeilen pro Seite, ohne dass sich die Zeilen überlappen. Im Internet fand ich auch noch eine passende C-Library für INI-Dateien. Die Auswahl an Libraries ist groß. Meine Wahl fiel auf „inih“ [5]. Nachträglich stellte sich dies als Glücksgriff heraus, da inih sehr einfach zu integrieren und zu benutzen war.

Features

Bald hatte mich der Feature-Ehrgeiz gepackt. Natürlich müssen die Texte laufen lernen: links, rechts und fix war unbedingt nötig. Dann Scrollen mit beliebigem Tempo. Das ist nicht ganz trivial, wenn die Darstellung sauber bleiben soll. Ab einem bestimmten Tempo verschmierten die Zeichen und das Display war schlecht abzulesen. Von daher wurde diese Option wieder verworfen. Als Ersatz kam die Möglichkeit, jede Zeile mit eigener Farbe und Startposition (x,y) zu versehen. Ich probierte noch so einiges aus, doch irgendwann muss auch Schluss sein. Außer Page-Skipping (Seiten überspringen) kam nichts mehr hinzu.

Online-Probleme

Für die Realisierung dieser Anwendung benötigte ich ziemlich genau einen Arbeitstag. Von daher kann ich bestätigen, dass die Verwendung eines mbed-Moduls dank der Library im Vergleich zu anderen Controller-Boards tatsächlich eine Menge Zeit spart. Ich musste mich weder um die ARM-Register noch um das Datenblatt des Controllers oder das Programmier-Handbuch kümmern. Etwas mbed-Erfahrung half natürlich, denn ich wusste schon ungefähr, was ich von der mbed-Library erwarten konnte.

Als echtes Problem erwies sich der mbed-Server im Internet, der wiederholt ausstieg oder nicht erreichbar war. Das passierte mir auch prompt während des Projekts und kostete mich einige Stunden. Insofern hinterließ die Online-Programmierung auch ein zwiespältiges Gefühl des Ausgeliefertseins. Da ist man gerade so richtig im Fluss und auf einen Schlag sind alle Tools verschwunden! Störend war auch, dass der Compiler oder sein Server gelegentlich hängenblieb. Der Grund hierfür ist mir nicht klar. Die Änderungen, die man gerade ausprobieren wollte, sind dann wahrscheinlich verloren. Man muss dann nämlich das Compiler-Fenster schließen, ohne die neuesten Änderungen sichern zu können. Das mbed-Entwickler-Team sollte hier mit einer periodischen temporären Sicherung nachbessern.

Man ist übrigens nicht ganz auf den Online-Compiler angewiesen. Die ausführbare Datei für den Controller ist eine normale Binär-Datei ohne proprietäres Format. Wenn man eine solche Datei mit Offline-Tools generiert, kann man diese Dateien problemlos mit dem mbed-Modul verwenden. Auch die mbed-Library kann eingesetzt werden, da die notwendigen Header-Files und ein binäres Archiv (.ar) zum Download zur Verfügung stehen. Das ist nicht ganz so einfach und bequem wie die Online-Lösung, doch auch wenn das ARM vielleicht



Bild 4. The Dot Factory: Wieso haben die Programm-Autoren die Funktion „Datei sichern“ vergessen?

nicht gefällt, so gibt es doch Wege, mit mbed offline zu arbeiten. Ähnlich ist es auch bei der Hardware. Die ausführbare Programmdatei läuft auch auf einem anderen LPC1768-Board. Man muss also nicht unbedingt ein mbed-Modul in die eigene Anwendung integrieren.

Fazit

Für dieses Projekt setzte ich ursprünglich das Beta-Board mit dem LPC2368-Controller ein. Für diesen Artikel schien mir aber das regulär lieferbare LPC1768 mbed geeigneter. Die Umstellung auf das neue Modul erwies sich als sehr einfach. Ich musste lediglich im Compiler das neue Modul auswählen. Der neu kompilierte und ansonsten unveränderte Code lief sofort.

Trotz der beschriebenen Widrigkeiten hat mich die mbed-Plattform sehr beeindruckt. Mein Projekt reizte die Möglichkeiten dieser Controller auch nicht ansatzweise aus. So wäre die Ethernet-Anbindung sicherlich einen Versuch wert. Einschränken möchte ich meine Empfehlung von mbed für die Software-Entwicklung von Industrie- und Consumer-Produkten. Dafür hat man einfach zu wenig Kontrolle über die Tools oder die Library. Doch für das schnelle „Proof-of-concept“ mit einem funktionsfähigen Prototypen ist mbed genau das Richtige, wenn man etwas mehr Prozessor-Leistung als bei einem System der Arduino-Klasse benötigt. Damit haben sich die mbed-Entwickler unsere Anerkennung verdient.

(100501)

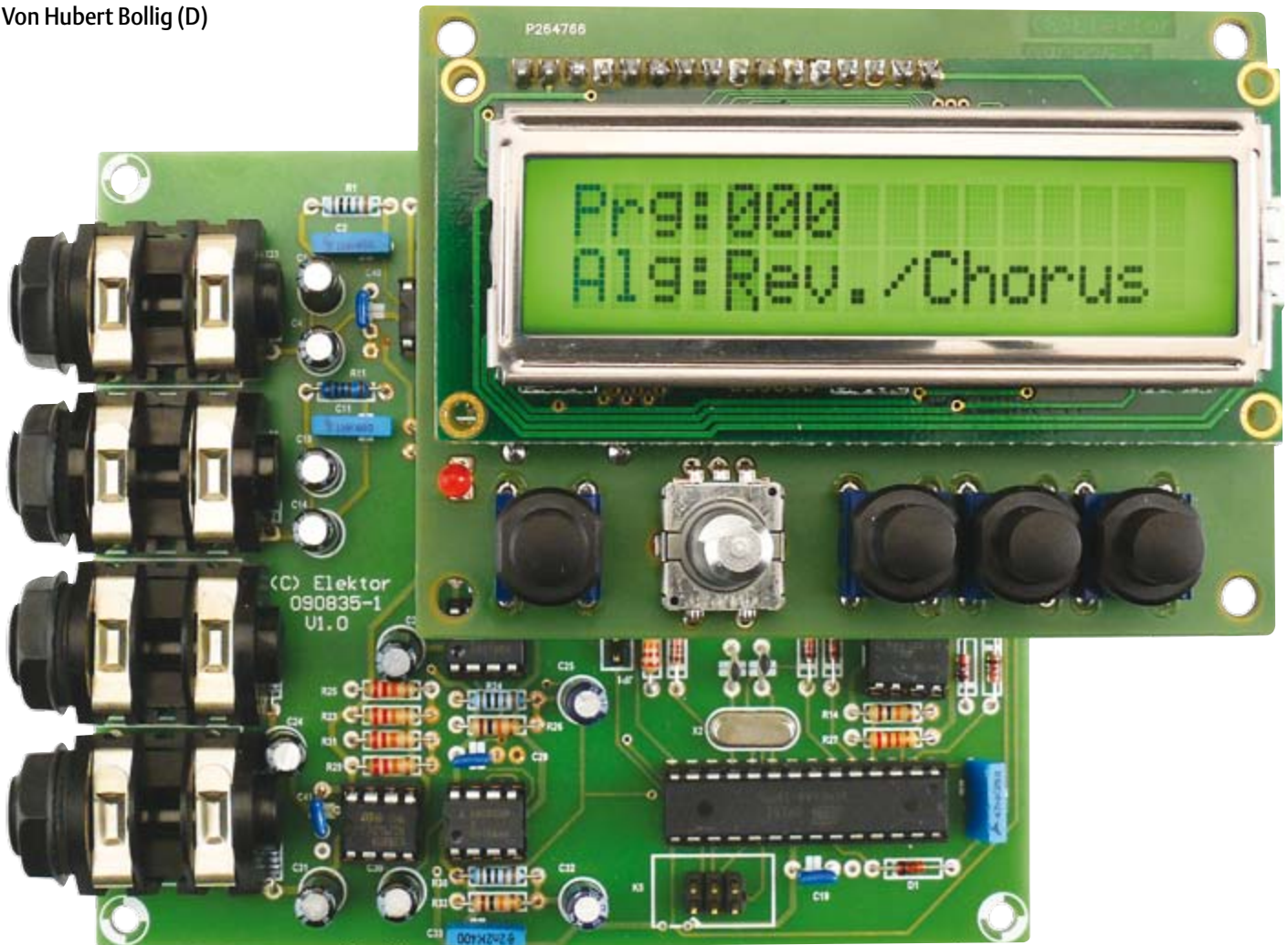
Weblinks

- [1] *Easy (E)mbed, An Alternative Approach to Embedded Programming*, Tom Cantrell, Circuit Cellar #227, Juni 2009, S. 68-72 (kostenloser Download unter www.circuitcellar.com/archives/viewable/Cantrell-227.pdf).
- [2] mbed.org
- [3] LED-Panel: www.sureelectronics.net/goods.php?id=718
- [4] The Dot Factory: www.pavius.net
- [5] INI Not Invented Here: code.google.com/p/inih/
- [6] Software: www.elektor.de/100501

Digitales Multi-Effektgerät

15 einstellbare Sound-Effekte und viel Bedien-Komfort

Von Hubert Bollig (D)



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 hier. Das Projekt ist rund um einen hochintegrierten Effekt-Chip aufgebaut und verfügt über ein intelligentes User-Interface mit LCD. Das Ganze kann sich also wirklich sehen und hören lassen!

In der Musik sind Audioeffekte sozusagen das „Salz in der Suppe“. Egal ob Vollprofi oder Amateur, niemand kann heute mehr auf den Einsatz eines Effektgerätes verzichten. Bildeten bis Mitte der

1980er Jahre noch Eimerketten-ICs und Operationsverstärker die einzigen Gestaltungsmöglichkeiten für den Effekt-Entwickler, so wurden diese im Zuge der digitalen Revolution immer mehr durch

DSPs abgelöst. Der Siegeszug dieser hoch integrierten Chips stellte aber auch das Ende der Selbstbau-Ära für begeisterte Musikelektroniker dar. Die Bausteine und die nötige Software wurden einfach zu

komplex. Außerdem sind DSPs schwer zu beschaffen und von Hand kaum zu löten.

Alles auf einem Chip

Glücklicherweise hat sich diese unbefriedigende Situation in den letzten Jahren wieder geändert. Das hat wohl damit zu tun, dass immer mehr Mischpulte, Stompboxen und anderes Musik-Equipment mit Soundeffekten ausgerüstet werden. Eine relativ preiswerte Lösung für die Gerätehersteller sind Spezial-ICs wie der FV-1 [1] der Firma Spin Semiconductors [2]. Alle Komponenten, die zum Bau eines Effektgerätes notwendig sind, sind hier bereits auf dem Chip integriert: hochwertige Audio-A/D- und D/A-Wandler, Delay RAM (um Audiosignale zu verzögern), 4 LFOs (2 mal Sinus und 2 mal Ramp) und drei zusätzliche Analogeingänge. Wie das Blockschaltbild (siehe **Bild 1**) zeigt, sind diese Komponenten rund um einen DSP-Kern (24-bit-ALU) angeordnet. Dieser muss allerdings vom Anwender nicht programmiert werden, da schon sieben Algorithmen (sprich Effekte) vom Hersteller im ROM abgelegt wurden (Hall/Chorus/Flanger...). Weitere acht Effekt-Algorithmen können in einem externen EEPROM vorgehalten und über I2C zugespielt werden. Diese Algorithmen lassen sich vom Anwender mit Hilfe einer speziellen Assembler-Variante (FV-1-Assembler) selbst erstellen [3], eine Entwicklungsumgebung und diverse Beispiele sind frei downloadbar. „Das ist doch aber bestimmt so ein Spezial-IC, das ich nirgendwo bekommen kann!“, denkt jetzt vielleicht so mancher Leser, doch weit gefehlt. Es gibt drei Bezugsquellen, die auch an Privatleute liefern, nämlich die Onlineshops der Firmen Profusion PLC in England [4], Small Bear Electronics in den USA [5] sowie Das Musikding in Deutschland [6].

Statt uns monatelang mit D-RAM-Timing, Special-Setup-Registern und so weiter herumschlagen zu müssen, bekommen wir hier die ganze Funktionalität eines Effektgerätes also in Form eines einzigen Chips geliefert. Als Schnittstelle zum Bediener hat der Hersteller einen Drehschalter (zur Wahl des Effekt-Algorithmus) und drei Potis (zur Einstellung

Eigenschaften

- Multieffektgerät mit 15 Effekt-Algorithmen
- Effektprozessor FV-1 als Basis
- Frequenzgang 20 Hz...15 kHz
- Max. Delayzeit 700 ms
- 64 Speicherplätze für Preset-Einstellungen
- Abgesetztes Bedienterminal
- MIDI-IN-Schnittstelle
- Effektwahl und Effektparametersteuerung über MIDI
- Eingebauter Rampengenerator zur Erzeugung von „Anlauf/Auslauf“-Effekten
- Einfacher Aufbau mit Standard-Bauteilen (ausgenommen FV-1)
- Frei verfügbarer Assembler zur Programmierung eigener Effektalgorithmen

der Effekt-Parameter) vorgesehen. Doch mit dieser Basisbeschaltung wollen wir uns hier nicht zufrieden geben!

Komfortable Bedienung

Unser Effektgerät soll vielmehr folgende Komfort-Funktionen erhalten:

- LCD-Display
- das oben erwähnte EEPROM für acht zusätzliche Effektalgorithmen
- ein Rampengenerator für Anlauf/Auslauf-Effekte
- Abspeichern von Effekteinstellungen in 64 Preset-„Programmen“
- und natürlich ein MIDI Interface für die tastenquälende Fraktion unter den Musikern (zu der sich auch der Autor zählt)!

Aus diesem Grund übernimmt bei uns

ein Mikrocontroller die Aufgaben, die sonst der Drehschalter und die drei Potis innehaben. Das digitale Anwählen der Effekt-Algorithmen und das Generieren der analogen Spannungen, welche zur Einstellung der Effekte dienen, ist für einen Controller eine leichte Aufgabe. Die Wahl fiel auf einen ATmega8 von Atmel, der ein integriertes EEPROM mitbringt, was sich prima zum Abspeichern der Preset-Einstellungen eignet.

Das User-Interface mit LCD und Tastern wurde auf einer eigenen Platine untergebracht, was einige Vorteile hat. Wenn man unser Effektgerät in einen vorhandenen Synthesizer oder Verstärker einbauen will, dann kann man die Bedienelemente so leicht in einem eigenen Gehäuse unterbringen. Die Verbindung erfolgt nun über ein 3-poliges Kabel, die

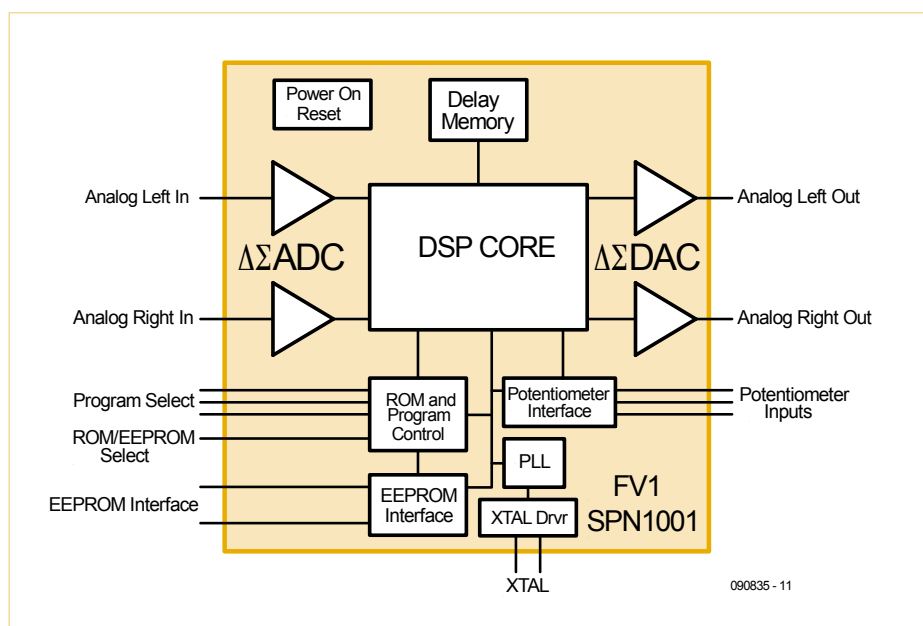
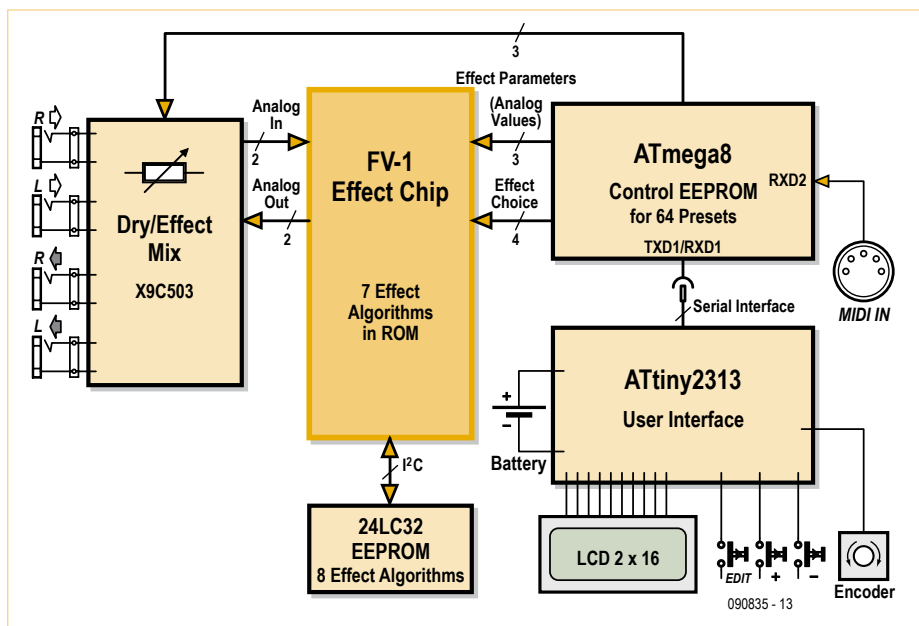


Bild 1. Beim FV1 handelt es sich um einen Sound-Effektprozessor mit DSP-Kern, ADC, DAC und weiteren Komponenten. Sieben Effekt-Algorithmen sind bereits im ROM abgelegt.



gemacht. Die Gesamtschaltung bleibt so maximal flexibel für Änderungen und Erweiterungen; und wer will, kann das Bedienterminal auch in anderen Projekten einsetzen.

Im Blockschaltbild des Projekts (**Bild 2**) ist darüber hinaus das EEPROM für die zusätzlichen Effekte zu erkennen. Der Schaltungsteil links im Bild erlaubt das Mischen des Originalsignals (dry) mit dem Signal, welches den Effektprozessor durchlaufen hat. Dieser Dry/Effect-Mix wird – mit Hilfe von zwei digitalen Potis – natürlich ebenfalls vom ATmega gesteuert.

Schaltung

Mit diesen Kenntnissen ist das Schaltbild der Hauptplatine (**Bild 3**) recht einfach zu verstehen. Das Audiosignal an den Eingangsbuchsen gelangt über Koppelkondensatoren direkt zum Eingang des FV-1-Chips und gleichzeitig auf einen Pufferverstärker für den Dry/Effect-Mix (IC1A/IC1B). Der Ausgang von IC1A bzw. IC1B geht dann auf einen Eingang des E-Potis (X9C503). Am anderen Eingang des digitalen Potis liegt das Ausgangssignal des Effektprozessors. Es folgt wieder ein Pufferverstärker, bevor das Signal an den Ausgangsbuchsen bereitgestellt wird.

Die Beschaltung des FV-1-Chips entspricht dem Vorschlag aus dem Datenblatt des Herstellers. Wichtig ist, dass C3 (100 nF) und C17 (10 µF) möglichst nahe bei den entsprechenden Anschlussbeinen des ICs angeordnet sind. Die „CLIP-LED“ D2 leuchtet kurz auf, wenn der interne ADC oder DAC (nahezu) übersteuert werden [1]. Zu bemerken wäre noch, dass der DSP mit 3,3 V Betriebsspannung arbeitet.

Über 4 bit an den Anschlüssen T0 bis S2 wird der Effekt-Algorithmus ausgewählt. Anschluss T0 entscheidet, ob die internen (fest eingetragenen) oder die externen (also im 24LC32 hinterlegten) Effekt-Typen angesprochen werden sollen. Die Dioden (D1,D5..D7) sowie die Widerstände (R7,R19..R21) bilden eine einfachen Pegelkonverter für 5 V auf 3,3 V. Die Dioden D9 und D10 sind für spätere Erweiterungen vorgesehen.

An den drei Analogeingängen POT0 bis POT2 können dann für jeden Effekt-

Bild 2. Der ATmega steuert den Effektchip über vier digitale und drei analoge Leitungen. Das User-Interface ist mit einem eigenen Controller ausgestattet.

Front des eigenen Audio-Equipments muss nicht „verhandelt“ werden. Darüber hinaus wird das Layout der Hauptplatine entlastet. Der Clou aber ist, dass dem Bedienterminal ein ATtiny als

eigener Mikrocontroller spendiert wurde. Aus der Not, dass am ATmega kein Port für die Bedienelemente mehr frei war (eine Porterweiterung hätte es also sowieso gebraucht!), hat der Autor eine Tugend

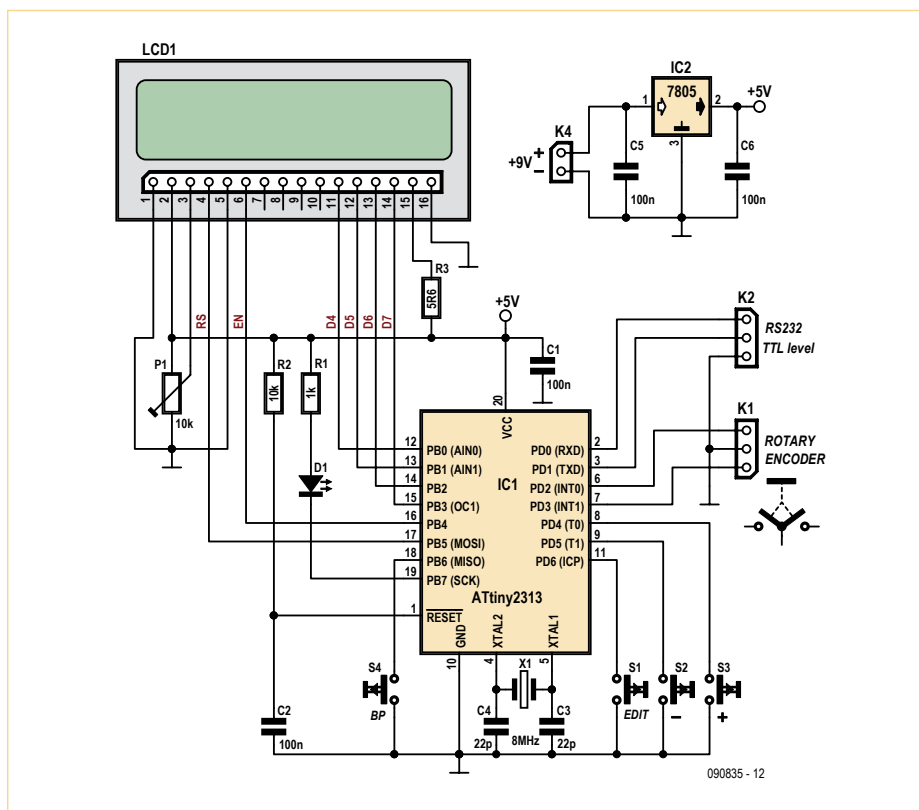


Bild 4. Schaltbild des Bedienteils. Das LCD wird im 4-bit-Modus betrieben. K2 wird mit K3 der Hauptplatine verbunden.

Algorithmus spezifische Effekt-Parameter eingestellt werden. Die Analogspannungen für POT0 bis POT2 werden mittels PWM vom ATmega erzeugt. Dazu wird zuerst das 5-V-PWM-Signal mittels Spannungsteiler (z.B. R9/R10) auf 3,3 V herabgesetzt und anschließend durch ein Tiefpassfilter in eine Gleichspannung umgewandelt. Die Effekttyp- und Effekt-Parameter-Einstellungen werden – zusammen mit der Einstellung des Dry/Effect-Mixes - zu einem Preset-Programm zusammengefasst und im internen EEPROM des ATmega8 abgespeichert. Die 512 Byte des EEPROM reichen für genau 64 Preset-Programme. JP2 ist für den Schreibschutz zuständig (Pin 7 auf Vcc = Schreibschutz, Pin 7 auf Vss = kein Schreibschutz) [7].

Aufruf der Effekte

Es sind zwei Quellen vorgesehen, über die der ATmega Kommandos zum Aufruf der Preset-Programme empfangen kann:

1. Serielle Schnittstelle und das hier angeschlossene Bedienterminal (K3)
2. Midi-Schnittstelle (K7)

Die Midi-Schnittstelle mit Optokoppler ist Standard. Einzig zu erwähnen wäre, dass der verwendete Optokoppler 6N139 einfacher und billiger ist als der laut Midi-Spezifikation vorgesehene PC900. Die seriellen Midi-Daten werden am INT0-Eingang mit 31250 Baud abgetastet.

An der ersten seriellen Schnittstelle (RxD/TxD) wird das Bedienterminal angeschlossen. Die Dioden (D3,D4) ermöglichen es, die Haupt- und die User-Interface-Platine jeweils mit einer eigenen Betriebsspannung zu versorgen. Das Bedienterminal kann dann zum Beispiel mit einer Batterie betrieben werden. Natürlich ist aber auch die Versorgung von der Hauptplatine aus möglich.

Die Schaltung des Bedienterminals weist keine Besonderheiten auf. Das LCD-Display wird im 4-bit-Modus angesteuert. Vier Taster und ein Drehgeber (Encoder) bilden die Eingabelemente des User Interfaces. Der Encoder wird an K1 angeschlossen, bei der Auswahl des Bauteils ist auf die richtige Pinbelegung zu achten (Datenblatt)!

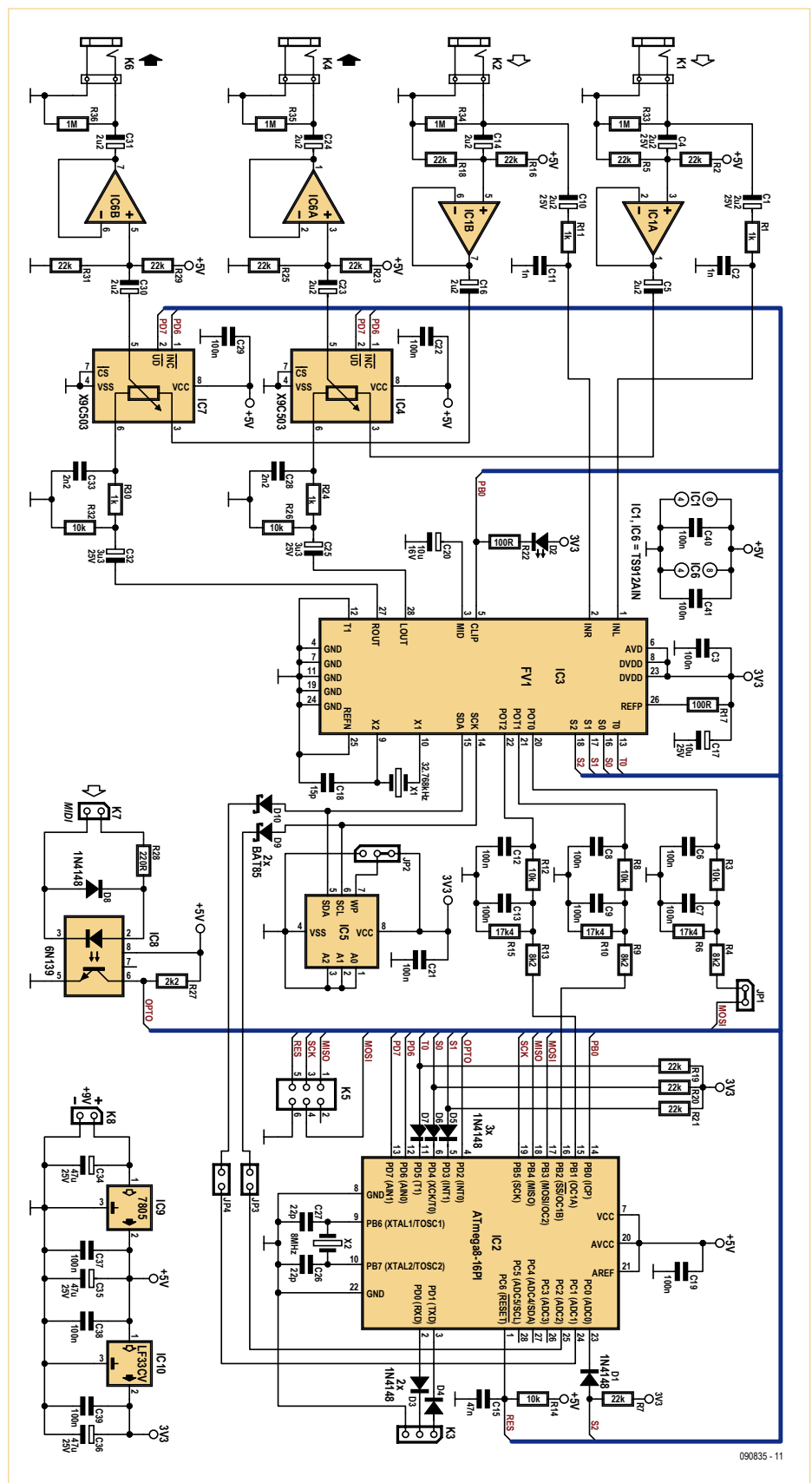


Bild 3. Im Schaltbild der Hauptplatine sind links die Pufferverstärker der Ein- und Ausgänge sowie die digitalen Potis für den Dry/Effect-Mix zu erkennen. Die drei Kondensator-Widerstands-Netzwerke in der Mitte machen aus einem 5-V-PWM- ein 0...3,3-V-Gleichspannungssignal.

Stücklisten

Hauptplatine

Widerstände:

R1,R11,R24,R30 = 1 k
 R2,R5,R7,R16,R18,R19,R20,R21,
 R23,R25,R29,R31 = 22 k
 R3,R8,R12,R14,R26,R32 = 10 k
 R4,R9,R13 = 8k2
 R6,R10,R15 = 17k4 (1 %, 250 mW)
 R17,R22 = 100 Ω
 R27 = 2k2
 R28 = 220 Ω
 R33,R34,R35,R36 = 1 M

Kondensatoren:

C1,C4,C5,C10,C14,C16,C23,C24,C
 30,C31 = 2 μ 2 / 16 V
 C2,C11,C28,C33 = 1 n / 400 V
 C3,C6,C7,C8,C9,C12,C13,C19,C21
 ,C22,C29,C37,C38,C39,C40,C41
 = 100 n (Keramik)
 C17,C20 = 10 μ / 16 V
 C15 = 47 n
 C18 = 1 n (Keramik)
 C25,C32 = 3 μ 3 / 16V
 C26,C27 = 22 p
 C34,C35,C36 = 47 μ / 16 V

Halbleiter:

D1,D3,D4,D5,D6,D7,D8 = 1N4148
 D2 = Low Current LED 3 mm
 D9,D10 = BAT85
 IC1,IC6 = TS912 Dual OpAmp
 (rail to rail, ST Microelectronics
 TS912IN)
 IC2 = ATmega8-16PU
 (programmiert erhältlich
 090835-41 [8])
 IC3 = SPN1001-FV1 Spin
 Semiconductor
 IC4,IC7 = X9C503 E-Poti (Xicor
 X9C503P, Farnell: 179485)
 IC5 = 24LC32 (Microchip 24LC32A-
 I/P) (programmiert erhältlich
 090835-31 [8])
 IC8 = 6N139 Optokoppler (Vishay
 Semiconductor)
 IC9 = 7805
 IC10 = LF33CV (ST
 Microelectronics)

Außerdem:

X1 = Quarz 32,768 kHz
 X2 = Quarz 8 MHz
 K1,K2,K4,K6 = 2-polige
 Schraubklemme für
 Printmontage
 K3 = 3-polige Stiftleiste (RM
 2,54 mm)
 K5 = 2x3-polige Stiftleiste (RM
 2,54 mm)
 K7,K8 = 2-polige Stiftleiste (RM
 2,54 mm)
 JP1,JP3,JP4 = 2-polige Stiftleiste
 (RM 2,54 mm) + Jumper
 JP2 = 3-polige Stiftleiste (RM
 2,54 mm) + Jumper
 Platine 090835-1 (über Elektor
 erhältlich [8])

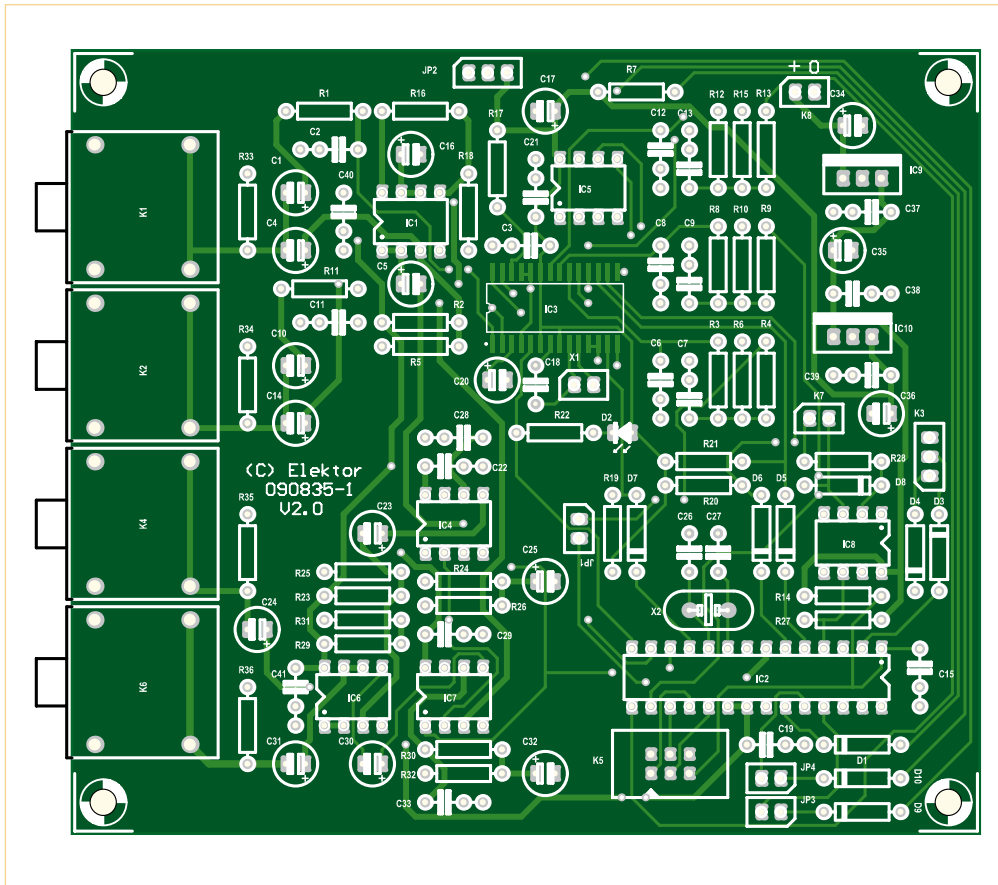


Bild 5. Hier ist der Bestückungsplan der Hauptplatine zu sehen.
 Der FV-1 ist das einzige SMD-Bauteil.

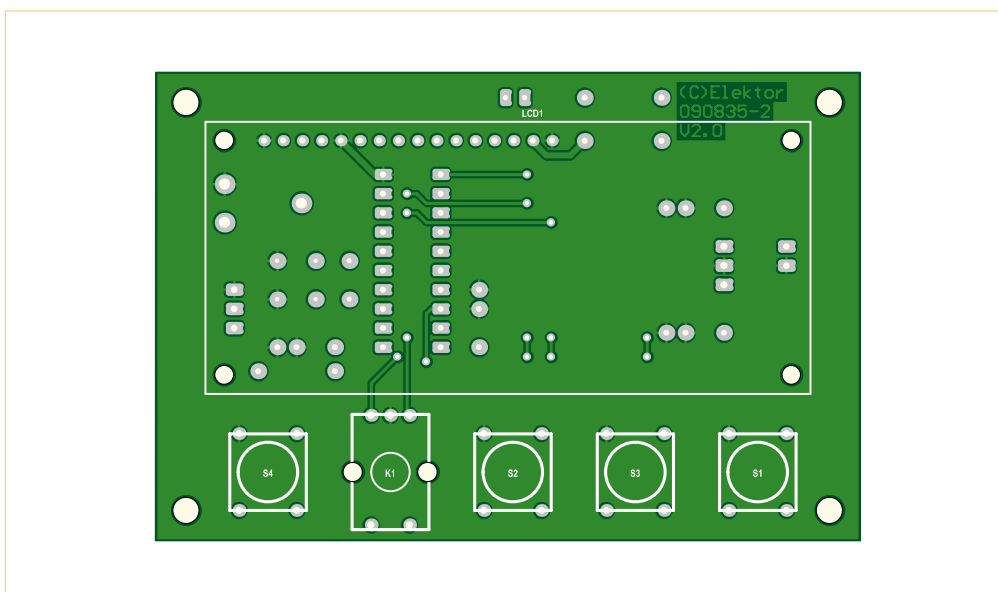


Bild 6. Platine des Bedienterminals.

oder
090835-71 Kit mit allen Bauteilen inklusive
Platinen und programmierten Controllern/
EEPROM [8]

Bedienterminal

Widerstände:

R1 = 1 k
R2 = 10 k
R3 = 5R6
P1 = 10 k Trimmer

Kondensatoren:

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

Halbleiter:

D1 = Low-Current-LED 3 mm
IC1 = ATtiny2313-20PU (programmiert
erhältlich 090835-42 [8])
IC2 = 7805

Außerdem:

X1 = Quarz 8 MHz
K1 = Drehencoder (Alps EC11E15204aE)

K2 = 3-polige Stiftleiste (RM 2,54 mm)
K4 = 2-polige Stiftleiste (RM 2,54 mm)
S1,S2,S3,S4 = Taster (Multimec 3FTL6)
LCD1 = LCD 2x16 Zeichen, Displaytech 162C
Platine 090835-2 (über Elektor erhältlich [8])
oder
090835-71 Kit mit allen Bauteilen inklusive
Platinen und programmierten Controllern/
EEPROM [8]

Aufbau & Programmierung

Damit man es beim Bau möglichst einfach hat, wird von Elektor ein Kit angeboten, das alle Bauteile enthält (Platinen, programmierte Controller und gebranntes EEPROM inklusive). Daneben kann man über Elektor auch die Platinen (**Bild 5 und 6**), die programmierten Controller und das gebrannte EEPROM einzeln beziehen [8]. Mit Ausnahme des FV-1 sind alle Bauteile bedrahtet. Auch den Effektprozessor als einziges SMD-IC kann man aber noch gut

von Hand löten, der Pinabstand beträgt 1,27 mm.

Wer keine 17,4-k Ω -Widerstände (R6,R10,R15) hat, kann auch 15 k und 2,2 k in Reihe schalten.

Auf der Webseite zu diesem Artikel [8] findet man die Source- und Hexfiles zur Programmierung der Controller sowie die Hexfiles zur Programmierung der EEPROMs (extern und intern im ATmega). Die EEPROM-Datei für den ATmega enthält Initialisierungswerte für 63 Preset-

Programme. Da ein Flashen des ATmega auch das interne EEPROM löscht, muss dieses zuletzt programmiert werden!

Die AVR-Controller lassen sich zum Beispiel in einem STK500-Entwicklungsboard flashen (damit kann auch das interne EEPROM beschrieben werden). Für den ATmega ist zusätzlich ein ISP-Anschluss vorgesehen (K5), über den sogar nachträgliche Firmware-Updates möglich sind. Beim Flashen über ISP muss der Jumper JP1 entfernt werden.

Anzeige

Basista

Leiterplatten GmbH The PCB Company

Leiterplatten Prototypen blind oder buried Vias für Multilayer-Leiterplatten (ab 4 Lagen)

NEU!

blind Via



buried Via





Basista.de

Wir sind unschlagbar...
im Halten unserer Versprechen!

Leiterplatten ab 1 Stück
jetzt online kalkulieren und Zeit sparen

Online-Kalkulation = Sofort Angebot! 24 Std. Auftragsannahme

0800 2274782

Kostenlose HOTLINE



REFLOW-KIT[®]

BETA LAYOUT

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



€ 129,00

Reflow-Controller



€ 159,00

**Schablonendrucker
für kleine
SMD-Schablonen**



€ 139,00

Lotpaste (bleifrei)



€ 19,00

Pinzettensatz



€ 19,00

www.reflow-kit.de

HOTLINE 0800 7227665 · E-Mail: info@reflow-kit.de



LAYOUT

Bedienung

Es stehen insgesamt 15 Effekt-Algorithmen (Effekttypen) zur Verfügung. Der Name des aktuellen Effekt-Algorithmus wird auf der ersten Displayseite angezeigt. Jeder Effekt-Algorithmus hat drei spezifische Effekt-Parameter. Diese Parametereinstellungen werden zu einem Preset-„Programm“ zusammengefasst. Es stehen insgesamt 64 Speicherplätze für solche Programme zur Verfügung.

Zusätzlich werden in jedem Preset-Programm noch der Dry/Effect-Mix und die Werte für den Rampengenerator abgespeichert.

Im Manual, das im Downloadfile enthalten ist [8], findet man eine Tabelle aller Effekalgorithmen und der einzustellenden Parameter.

Nach dem Einschalten wird das Preset-Programm „000“ geladen und in der ersten Zeile im Display angezeigt. Der aktuelle Effekt-Algorithmus wird in der zweiten Zeile des Displays dargestellt.

Mit den Tasten „+“ und „-“ kann nun das nächste bzw. vorherige Programm aufgerufen werden.

Über die Bypass-Taste (BP) lässt sich das Effektgerät im Audioweg ganz ausblenden.

Der Drehgeber (Encoder) dient zur Veränderung von Parameterwerten. Der aktuell angewählte Parameter wird durch einen blinkenden Cursor im Display markiert. Rechtsdrehen erhöht den Parameterwert, Linksdrehen verringert den entsprechenden Parameterwert.

Mit der „EDIT“-Taste kann man zur nächsten Parameterseite springen bzw. den nächsten Parameter markieren. Ist man beim letzten Parameter angekommen, erfolgt ein Rücksprung zur ersten Displayseite.

Zum Abspeichern eines Preset-Programms drückt man zuerst „EDIT“ und hält diese Taste fest. Dann drückt man die Taste „+“.

Will man eine Einstellung nicht abspeichern, drückt man einfach eine der Tasten „+“ oder „-“. Die bis dato getätigten Änderungen am Programm gehen dann verloren.

Im downloadbaren Manual findet man außerdem Informationen zur Steuerung über die MIDI-Schnittstelle.



Für das externe EEPROM benötigt man einen EEPROM-Brenner – doch es geht auch mit der Software PonyProg [9] und etwas Zusatzhardware. Auf der PonyProg-Website wird eine einfache Parallelport-I2C-Interfaceschaltung vorgestellt, die sich leicht auf einer Lochrasterplatte aufbauen lässt. Übrigens lassen sich auch die AVR mit dieser empfehlenswerten Software programmieren.

Mit im Zip-File, das man natürlich (wie immer bei Elektor) gratis downloaden kann, steckt auch eine Readme-Datei, so dass man die jeweiligen Hex-Files zuordnen kann. Außerdem findet man dort verschiedene Screenshots, welche die richtigen Fuse-Bit-Einstellungen zeigen.

Inbetriebnahme

Die erste Inbetriebnahme der Schaltung erfolgt wie üblich ohne eingesetzte ICs. Man kontrolliert dann die Betriebsspannungen

(5 V und 3,3 V) an den IC-Fassungen.

Als Nächstes setzt man nun die (programmierten) ICs ein und schließt das Bedienterminal an die Hauptplatine an. Nach dem Einschalten sollte das LCD den Starttext anzeigen. Nun drückt man einmal die Edit-Taste und gelangt so zur Einstellung des ersten Parameters. Am POT0-Anschluss misst man nun die Spannung. Diese sollte sich mit dem Drehgeber von 0 bis 3,3 V einstellen lassen. Sie darf auf keinen Fall 3,5 V überschreiten!

Beim Einschalten sollte die Clip-LED (D2) kurz aufleuchten. Die Schaltung ist jetzt bereit und kann mit einem Linesignal am Eingang gespeist werden.

Im Kasten findet man das Wichtigste zur Bedienung. Eine ausführliche Bedienungsanleitung (in Deutsch) ist im Downloadfile enthalten [8].

(090835)

Weblinks

- [1] www.spinsemi.com/Products/datasheets/spn1001/FV-1.pdf
- [2] www.spinsemi.com
- [3] www.spinsemi.com/Products/datasheets/spn1001-dev/SPINasmUserManual.pdf
- [4] www.profusionplc.com
- [5] www.smallbearelec.com/home.html
- [6] www.musikding.de/
- [7] <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/21713g.pdf>
- [8] www.elektor.de/090835
- [9] www.lancos.com/prog.html

NXP mbed DESIGN CHALLENGE



What TECHNOLOGY can you *SET FREE?*



The mbed Microcontroller, based on the NXP LPC1768, lets you work with an ARM Cortex-M3 in a 0.1" DIP form-factor. Combined with the <http://mbed.org> website, featuring the mbed "Cloud" Compiler, it is an ideal platform for rapid prototyping with microcontrollers.

Starting September 21, NXP and ARM/mbed challenge you to revolutionize the way people build prototypes! Build a reusable library, component interface, reference design or product prototype that can be shared on <http://mbed.org> to help others build their prototypes even faster, and you could be walking away with part of a prize pool worth \$10,000!

Join the Challenge by registering at
www.circuitcellar.com/nxpmbeddesignchallenge!

Apply for a free NXP sponsored mbed Microcontroller kit while supplies last.*

NXP mbed Design Challenge empowered by:



*No purchase necessary. See website for details.

Simulieren geht über Probieren

Von Dr. Günter Spanner (D)

Mit Simulatoren lassen sich Schaltungen testen und durchmessen, bevor überhaupt das erste Bauteil bestellt werden muss. LTSpice ist ein sehr leistungsfähiges Programm, das kostenlos erhältlich ist. Anhand von zwei Beispielen zeigen wir, wie man diese Software unter anderem zur Schaltungsanalyse einsetzen kann.

In der kommerziellen Elektronikentwicklung sind Simulationsprogramme inzwischen unentbehrlich. Die Zeiten, in welchen bei Neuentwicklungen zuerst ein Labormuster erstellt wurde, dann ein erster Leiterplattenentwurf und schließlich eine Vorselektion für die endgültigen Freigabeteils, sind längst vorbei.

Bevor heutzutage ein erstes reales Bauteil überhaupt auch nur bestellt wird, wurde die neue Schaltung bereits ausführlich getestet. Nicht nur auf ihre primäre Funktionstüchtigkeit hin, sondern über den gesamten zulässigen Betriebsspannungsbereich und auch darüber hinaus – ein Vorgehen, das in der Simulation gefahrlos möglich ist. Bei unterschiedlichsten Temperaturen und mit den

unwahrscheinlichsten Bauteiltoleranzen kann man im Computer den „worst case“ ausloten, bei welchem die Schaltung immer noch zuverlässig funktionieren muss.

Bis noch vor wenigen Jahren waren brauchbare Simulationsprogramme kaum erschwinglich. Für Vollversionen wurden schnell dreistellige Euro-Beträge fällig. Inzwischen gibt es aber (sehr leistungsfähige) Tools, die kostenfrei im Internet downloadbar sind. Damit wird die Schaltungssimulation auch für den nichtprofessionellen Anwender äußerst interessant!

In diesem Beitrag soll das Simulationsprogramm LTSpice (ehemals SwitcherCAD) vorgestellt werden, das von Linear Technology kostenfrei zur Verfügung gestellt wird [1]. Der Kern des Programms (welcher die

eigentlichen Simulationsberechnungen durchführt) basiert auf dem bekannten Simulator SPICE. Der Halbleiterhersteller hat den Simulator aber noch weiterentwickelt, um besonders bei Schaltwandlern (hierfür ist LT ja bekannt) noch bessere Ergebnisse zu erzielen. Außerdem wurde eine komfortable Benutzeroberfläche „drumherum“ programmiert, um zum Beispiel Schaltpläne grafisch zu erstellen und editieren zu können. Mehr zu SPICE und eine gute Einführung in die Funktionsweise von Simulatoren findet man in Elektor 10/2006 [2].

Schaltplan-Editor

Die Installation von LTSpice ist völlig problemlos und muss hier nicht näher erläutert werden. Der Schaltplan-Editor ist recht gut

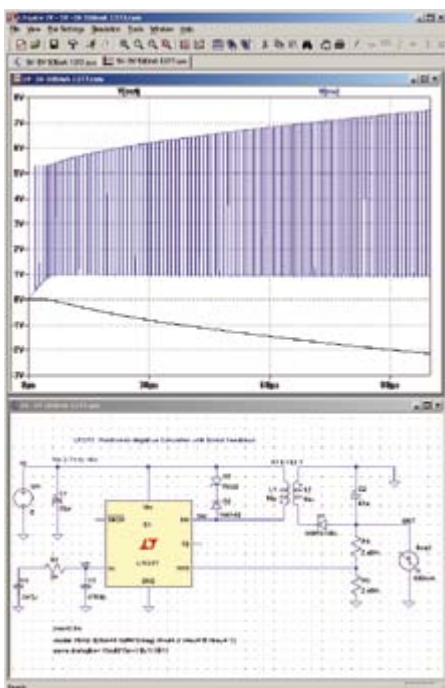


Bild 1. Schaltung und Simulationsergebnis auf einen Blick (Beispiel aus dem LTSpice-Installationspaket).

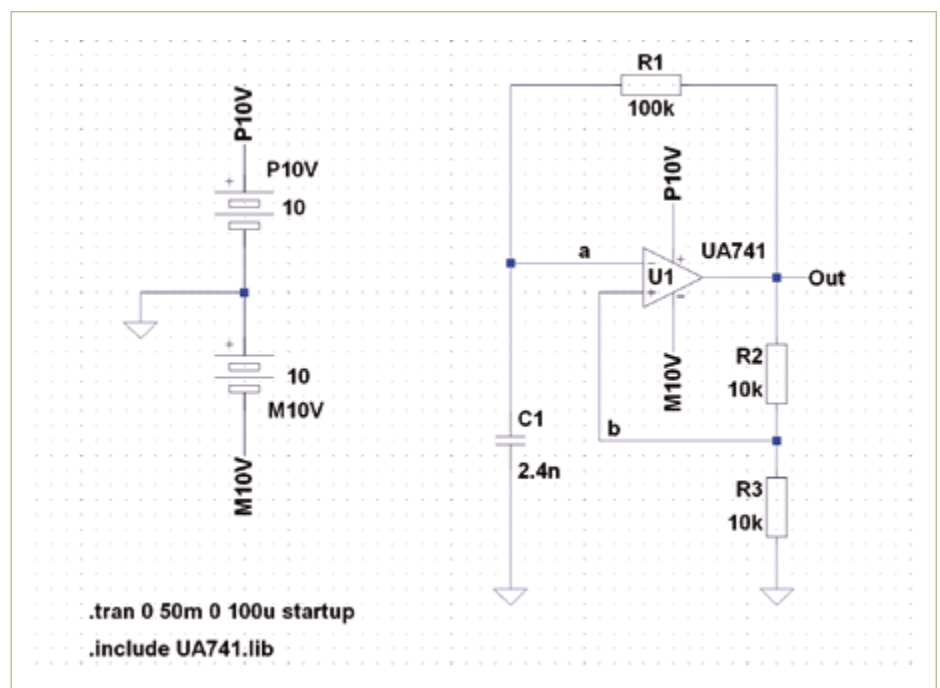


Bild 2. Rechteckoszillator. Der OpAmp wird intern mit Hilfe einer hier nicht gezeigten Schaltung nachgebildet; das Modell ist in der UA741.lib-Datei enthalten.

Der kostenlose Simulator LTSpice in der Praxis

gemacht, so dass allein dieser Teil schon die Verwendung des Programms rechtfertigen würde. Neben den elementaren Komponenten wird eine umfangreiche Bauteilebibliothek mitgeliefert. Ein Tipp für Elektroniker auf dieser Seite des Atlantiks: In der Kategorie „MISC“ der Bibliothek findet sich auch die europäische Version eines Widerstandes. Die einzelnen Bauelemente kann man frei positionieren und problemlos verdrahten (ein paar Hinweise zur Bedienung findet man in einem Extra-Downloadfile auf der Elektor-Website [3]). Alle Bauelemente lassen sich drehen und spiegeln, so dass der Schaltplan übersichtlich gehalten werden kann. Darüber hinaus steht ein Komponenten-Editor zur Verfügung, der die Erstellung eigener Bauelemente-Symbole ermöglicht. Vor allem Halbleiter werden intern aus vielen anderen Bauteilen zusammengesetzt, damit deren Verhalten möglichst real nachgebildet werden kann. Diese Teilschaltungen werden in so genannten SPICE-Modellen dargestellt, die Daten lassen sich häufig frei beim Hersteller oder anderswo im Internet beziehen. Als SPICE-Abkömmling erlaubt natürlich auch LTSpice die Integration solcher SPICE-Modelle.

Die typische Arbeitsoberfläche für eine Schaltungsanalyse zeigt **Bild 1**. Im unteren Fenster ist die Schaltung zu sehen, im oberen werden die Simulationsergebnisse dargestellt. Der Spannungs-Inverter ist eine der Beispiel-Schaltungen, die in der Bibliothek des Installationspakets enthalten sind. Um die Möglichkeiten des Simulationsprogramms kennen zu lernen, sollen hier jedoch zwei einfachere Schaltungen untersucht werden.

Beispiel I: Rechteckgenerator

Unser erstes Simulationsbeispiel ist ein einfacher Rechteckgenerator. Die in **Bild 2** dargestellte Schaltung mit einem Standard-OpAmp dürfte praktisch jedem Elektroniker bekannt sein. Nach der Eingabe der Schaltung muss das Modell für den Operationsverstärker vom Typ 741 (das man an verschiedenen Stellen im Internet findet, zum Beispiel unter [4])

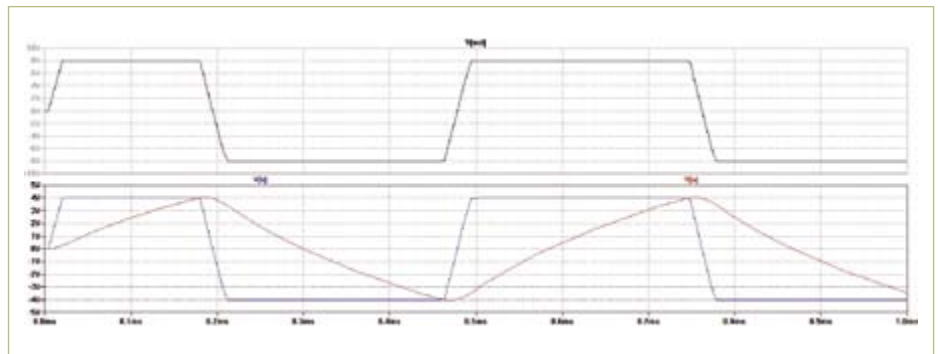


Bild 3. Signalverläufe an den Punkten a, b und Out (siehe Bild 2).

im Verzeichnis `ROOT:\Program Files\LTSpiceIV\lib\sub` gespeichert werden. Es steht damit in allen Simulationen zur Verfügung. Alternativ könnte auch ein in der Standardbibliothek vorhandener OpAmp-Typ verwendet werden. Nachdem die Simulation gestartet wurde, kann man mit Hilfe eines virtuellen Tastkopfes Spannungen, Ströme, Leistungen und mehr an verschiedenen Stellen der Schaltung „messen“. Die entsprechenden Signalverläufe werden dann grafisch dargestellt. In **Bild 3** sind die „Oszillogramme“ von drei Messpunkten wiedergegeben:

- a: am invertierenden Eingang des OpAmps
- b: am nichtinvertierenden Eingang des OpAmps
- out: am OpAmp-Ausgang

An der Messkurve des Ausgangs erkennt man sofort die bekannte Tatsache, dass es sich beim 741 nicht um einen Rail-to-Rail-Typ handelt, die Sättigungsspannung des Ausgangs liegt rund 20 % unter der Versorgungsspannung. Außerdem wird die Slew-Rate von 0,2 V/μs realistisch dargestellt. Messpunkt a veranschaulicht die Ladung des 2,4-nF-Kondensators, es handelt sich um eine leicht gekrümmte Dreiecks-kurve mit wechselnder Polarität. An Messpunkt b (nichtinvertierender Eingang) ist eine Rechteckschwingung zu sehen, deren Amplitude wegen des Spannungsteilers aus R2 und R3 genau halb so groß ist wie am Messpunkt out.

Mithilfe der Simulation wird die Funktion der Schaltung auch dem weniger routinierten Anwender klar: Immer wenn die Kondensatorspannung die Vergleichsspannung am Spannungsteiler R2/R3 über- oder unterschreitet, kippt der OpAmp-Ausgang von der negativen in die positive Sättigung beziehungsweise umgekehrt. Im Ergebnis wird der Kondensator positiv oder negativ aufgeladen und das Spiel beginnt von neuem.

Beispiel II: Percussion

Das Verhalten der zweiten Schaltung (**Bild 4**) ist etwas schwerer zu durchschauen, auch für erfahrene Entwickler. Der Gegenkopplungs-zweig wird jetzt durch ein Netzwerk

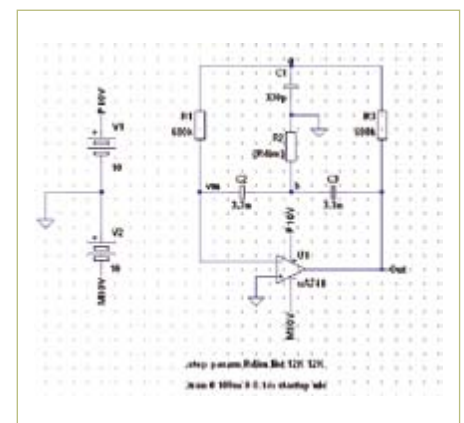


Bild 4. Wie sich diese Schaltung verhält, ist nicht ganz so leicht zu erkennen wie beim ersten Beispiel.

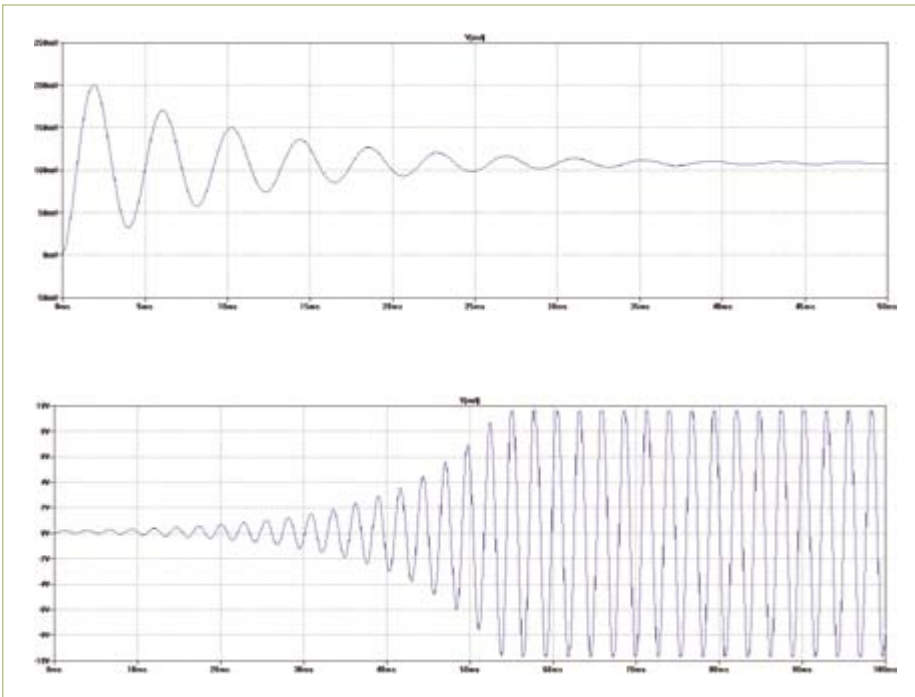


Bild 5. Der Wert von R2 (siehe Bild 4) bestimmt die Dämpfung der Schwingung. Unterhalb eines kritischen Wertes wächst die Amplitude an.

gebildet. Wenn man die Simulationsergebnisse ansieht, wird deutlich, dass dieses Netzwerk eine ganz besondere Eigenschaft aufweist.

In **Bild 5** sind zwei Simulationsergebnisse dargestellt. In der oberen Kurve wurde R2 so eingestellt, dass er unterhalb eines kritischen Wertes liegt (bei der angegebenen Dimensionierung beträgt dieser rund 17 kΩ). Nach Einschalten der Versorgungsspannung entsteht eine exponentiell abklingende Sinusschwingung. Damit erklärt sich auch die Bezeichnung der Schaltung: Würde man die Ausgangsspannung akustisch wiedergeben, entstünde der Klang einer sanft angeschlagenen Percussion-Trommel. Wird R2 jedoch über den kritischen Wert hinaus verkleinert, kommt es zu der im unteren Teil der Abbildung dargestellten exponentiell anwachsenden Schwingung, die letztendlich nur durch die maximale Ausgangsspannung des OpAmps begrenzt wird. Wenn R2 genau den kritischen Wert R_k annehmen könnte, würde man eine Sinusoszillation mit konstanter Amplitude erhalten. Dieser Fall lässt sich jedoch in der Praxis nicht erreichen.

Bild 6 zeigt einen Vergleich des Simulationsergebnisses mit einem Oszillogramm, das an der entsprechenden realen Schaltung aufgenommen wurde. Die Bilder dokumentieren die hervorragende Qualität der Simulationssoftware.

Um die umfangreichen Möglichkeiten des Simulationstools zu verdeutlichen, ist in **Bild 7** noch ein parametrischer Plot dargestellt. Hier wurde die Ausgangsspannung in Abhängigkeit von der Spannung an Messpunkt b dargestellt. Man erkennt sowohl die Phasenverschiebung der beiden Spannungen zueinander als auch das zeitliche Abklingen der Amplituden.

Weitere nützliche Funktionen

Neben dieser sogenannten Transientenanalyse (Analyse im Zeitbereich) kann mit LTSpice auch eine AC-Analyse durchgeführt werden. Hierbei wird der Frequenzgang eines Netzes untersucht.

Am Eingang des Netzwerkes muss dabei

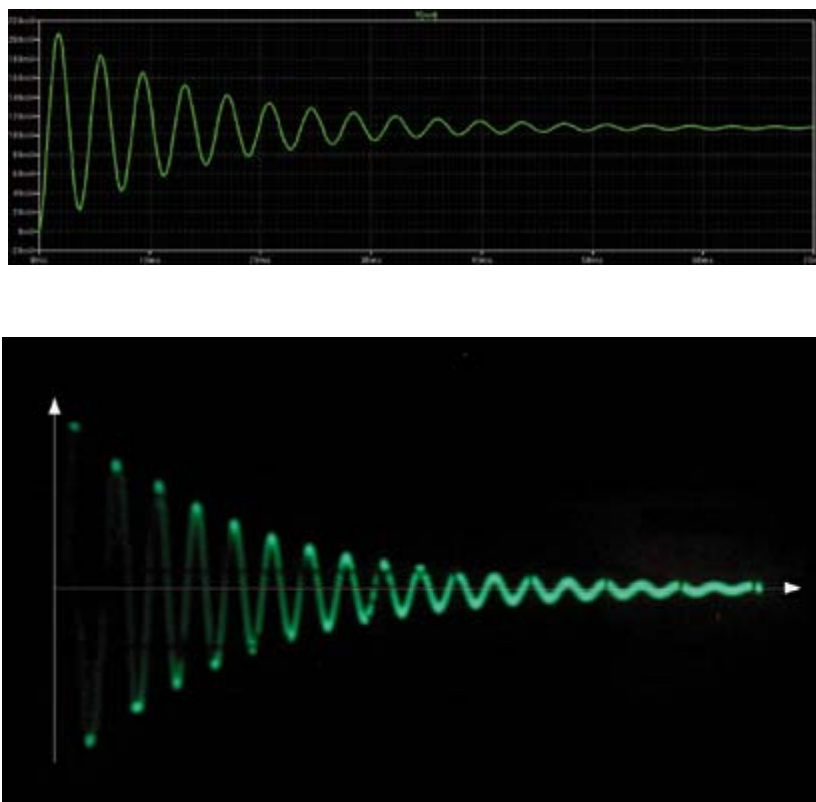


Bild 6. Das passt!
Vergleich des Simulationsergebnisses mit einer Messung an der realen Schaltung.

eine durchstimmbare Quelle platziert werden. Die Festlegung des Messpunktes erfolgt wieder mit Hilfe des virtuellen Tastkopfes. **Bild 8** zeigt den Frequenzgang des Rückkopplungsnetzwerkes der Percussion-Schaltung.

Die mittlere Kurve verdeutlicht die Verhältnisse bei $R_2 = R_k$, hier ist deutlich das scharfe Impedanzminimum zu erkennen. Links und rechts davon liegen die Kurven für die abklingende bzw. anschwellende Oszillation.

Mit Hilfe eines Simulationsprogrammes wie LTSpice lassen sich noch viel komplexere Schaltungen detailliert untersuchen. Die Resultate der virtuellen Messungen zeigen meist eine erstaunlich gute Übereinstimmung mit den Messergebnissen an realen Schaltungen.

Allerdings sollte man sich auch immer den Grenzen von Computersimulationen bewusst sein. Obwohl Programme wie LTSpice einen sehr hohen Reifegrad erreicht haben, kann es in der Praxis immer noch zu Abweichungen kommen. Insbesondere Umwelteinflüsse wie elektromagnetische Störungen, Hochfrequenzeinstrahlungen und Rauschanteile lassen sich nur mit großem Aufwand vollständig per Simulation erfassen.

Letztendlich sollte man immer die Murphy-Regel für Simulationen beachten: Eine Schal-

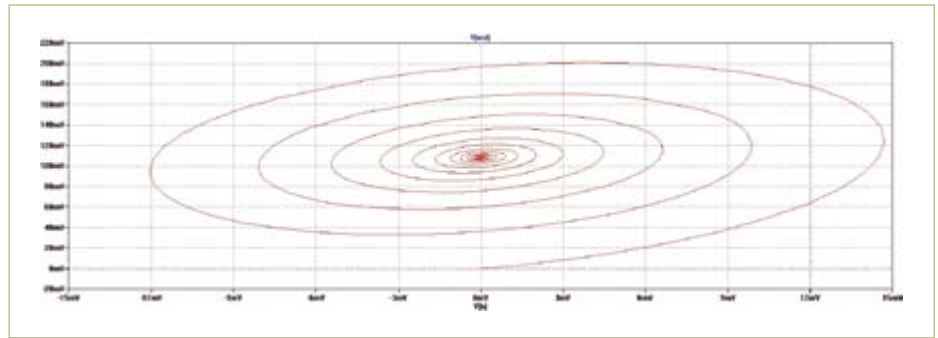


Bild 7. In diesem parametrischen Plot ist die Ausgangsspannung über der Spannung am Messpunkt b dargestellt. Man sieht sehr schön die Phasenverschiebung.

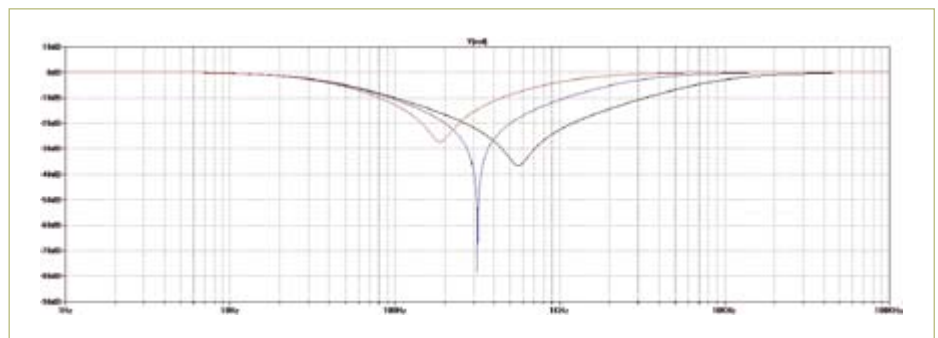


Bild 8. LTSpice kann auch den Frequenzgang eines Netzwerkes darstellen (hier vom Rückkopplungsnetzwerk in Bild 4).

tung, die in der Simulation perfekt läuft, kann in der Praxis immer noch versagen. Eine Schaltung, die dagegen schon in der Simulation nicht funktioniert, wird als echte Hardware auch nicht viel Freude bereiten!

(o81006)

Weblinks

- [1] www.linear.com/designtools/software/ltspice.jsp
- [2] www.elektor.de/060207
- [3] www.elektor.de/060206 (Extra-Download 060206-Wd)
- [4] <http://focus.ti.com/docs/prod/folders/print/ua741.html#technicaldocuments>

Anzeige

PCB Spezialist für Prototypen & Kleinserien

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

Testen Sie unsere neuen Services

ALLE SERVICES

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

www.eurocircuits.de

Bildverarbeitung mit kleinem Controller

Wenige Pixel reichen aus!



Source : Maas Digital LLC

Von André Thiriot (F)

Das hier beschriebene Bildverarbeitungssystem zeichnet sich durch seine besondere Art der Bildaufbereitung aus. Die Vorgehensweise ist an die geringe Rechenleistung des eingesetzten PICs und die niedrige Abtastrate des integrierten ADCs angepasst.

Die Schaltung vereint einen Mikrocontroller und eine Schwarzweiß-Videokamera in Miniaturausführung, sie übernimmt die Bildaufbereitung und die Echtzeitbearbeitung der Videobilder in sehr geringer Auflösung. Dies erlaubt es, einen preiswerten Mikrocontroller zu verwenden. Hierbei bedeutet eine geringe Auflösung aber keinesfalls mittelmäßige Leistungen, denn es zeigt sich, dass sie bei weitem ausreichend ist für Anwendungen wie:

- Anwesenheitskontrolle (Objekte) durch Vergleich eines (aktuellen) Bildes mit einem Referenzbild im EEPROM.

- Bewegungserkennung durch Vergleich zweier aufeinanderfolgender Bilder, die im RAM abgelegt werden.
- Erkennung einfacher Formen durch Korrelation mit Bildern (Vorlagen) im EEPROM.
- Ermittlung eines Leuchtpunktes (Sortieren und Auswahl der hellsten Pixelgruppe) für Steuerzwecke oder zur Positionsermittlung eines Systems.

Das Schwarzweiß-Videosignal (BAS)

Die Videokamera ist ein Sensor, der das Bild in 625 Zeilen - oder genauer: in zwei

Halbbilder mit je 312,5 versetzten Zeilen - zerlegt. Das Zeilensprungverfahren vermindert das Flimmern des Bildschirms. Jede Zeile wird von einem Elektronenstrahl abgetastet, so dass die Spannung des Ausgangssignals in Abhängigkeit von der Helligkeit moduliert wird. Synchronisationssignale für den Anfang jedes Bildes und jeder Zeile werden diesem Helligkeitssignal überlagert (**Bild 1**).

Das Videosignal hat eine Amplitude von 1 Volt. Der Spannungsbereich von 0 bis 0,3 Volt ist für die Synchronisationssignale vorgesehen, der Bereich darüber beinhaltet

das Bildsignal mit 0,3 Volt für schwarz und 1,0 Volt für weiß.

Das Wandeln einer Zeile dauert 52 μ s, hinzugefügt werden muss die Dauer des Synchronsignals (ca. 5 μ s) und der beiden Schwarzschnultern, die den aktiven Teil einrahmen (ca. 5 und 2 μ s), so dass die Gesamtlänge einer Zeile 64 μ s beträgt.

Diese Zeilen folgen aufeinander und bilden die vollständigen (Halb-)Bilder, welche wiederum durch Bildsynchronsignale voneinander getrennt sind. Diese Bildsynchronsignale bestehen aus einer Abfolge von Zeilensynchronsignalen, die verschiedene Tastverhältnisse haben, woran man die Halbbilder mit den geraden Zeilen von denen mit den ungeraden Zeilen unterscheiden kann (Bild 2).

Von den je 312,5 Zeilen pro Halbbild werden nur 288 dargestellt (Periode 23 bis 310 für die ungeraden und 336 bis 623 für die geraden Zeilen), die weiteren dienen der Bildsynchronisation.

Vorab einige Berechnungen

Die Vorgehensweise bei der Verarbeitung eines BAS-Bildes besteht darin, das Videosignal abzutasten und die Abtastergebnisse mit den Bild- und Zeilensignalen zu synchronisieren.

Die Bildverarbeitung und das Speichern erfordern große Ressourcen. Als Beispiel soll ein Standard-VGA-Bild mit 480 Zeilen à 640 Pixeln aus einem Videosignal extrahiert werden. Die Erfassung von 640 Pixeln innerhalb von 52 μ s erfordert eine Abtastfrequenz von mehr als 12 MHz.

Der Speicherplatzbedarf für ein VGA-Bild mit 16 Farben (also 4 bit pro Pixel) beträgt $640 * 480 * 4 = 1.228.800$ bit, also 153.600 Bytes.

Eine Bildverarbeitung in Echtzeit erfordert eine hohe Rechenleistung. Man benötigt für einen einfachen Vergleich zweier VGA-

Bilder (Subtraktion Pixel für Pixel) $640 * 480 = 307.200$ Operationen. Um diese in angenommenen 10 ms durchführen zu können, wäre eine Rechengeschwindigkeit von $10 \text{ ms} / 307.200 = 33$ Nanosekunden/Operation nötig.

Ein Bildverarbeitungssystem benötigt also Ressourcen, die ein einfacher Mikrocontroller nicht bieten kann. Aber ist diese Rechengewalt wirklich nötig? Ein PIC16F690 hat (mit 8 MHz getaktet) eine Zykluszeit von

Eigenschaften

- Mikrocontroller PIC16F690
- SW-Video-Bilder mit $18 * 16$ Pixeln
- 4 Graustufen
- Beleuchtung des Sichtfeldes durch LEDs
- potentialfreier Kontakt über Relais
- Bildvergleich
- Bewegungserkennung
- serielle Schnittstelle

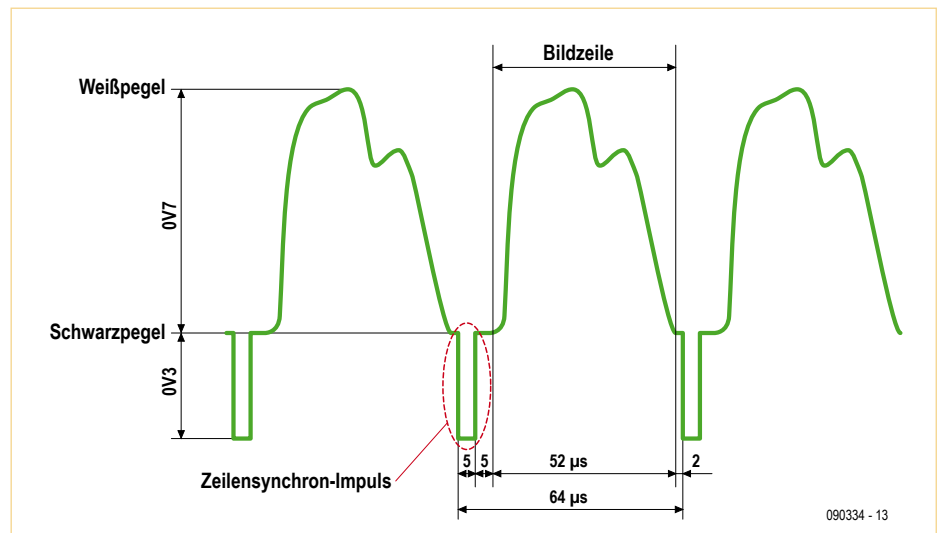


Bild 1. Das Schwarzweiß-Video-signal.

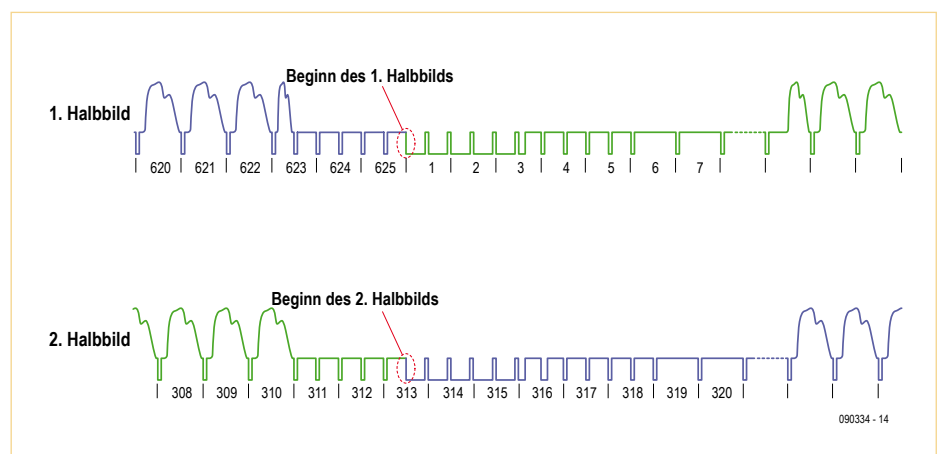


Bild 2. Unterscheidung zwischen den Halbbildern mit geraden und ungeraden Zeilen.

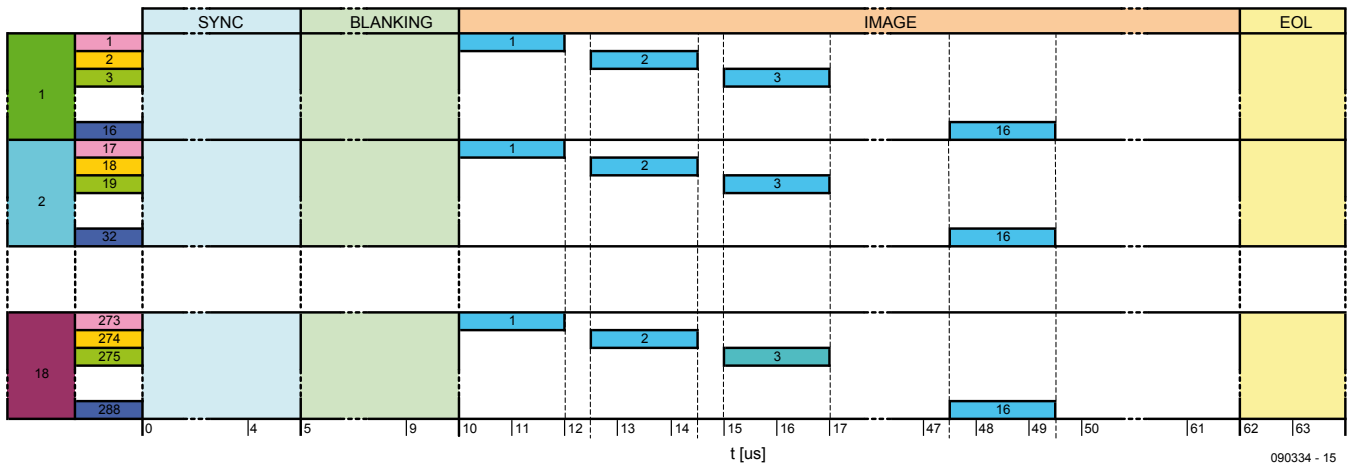


Bild 3. Zeitdiagramm der Abtastung. Jede Zelle entspricht einem Bildpunkt. Die hellblauen Felder stehen für die Dauer der Analog-Digital-Wandlung und geben so einen Eindruck von der minimalen Wartezeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Abtastungen. Man erkennt die geringe Abtastrate, die zu einer geringen Auflösung führt.

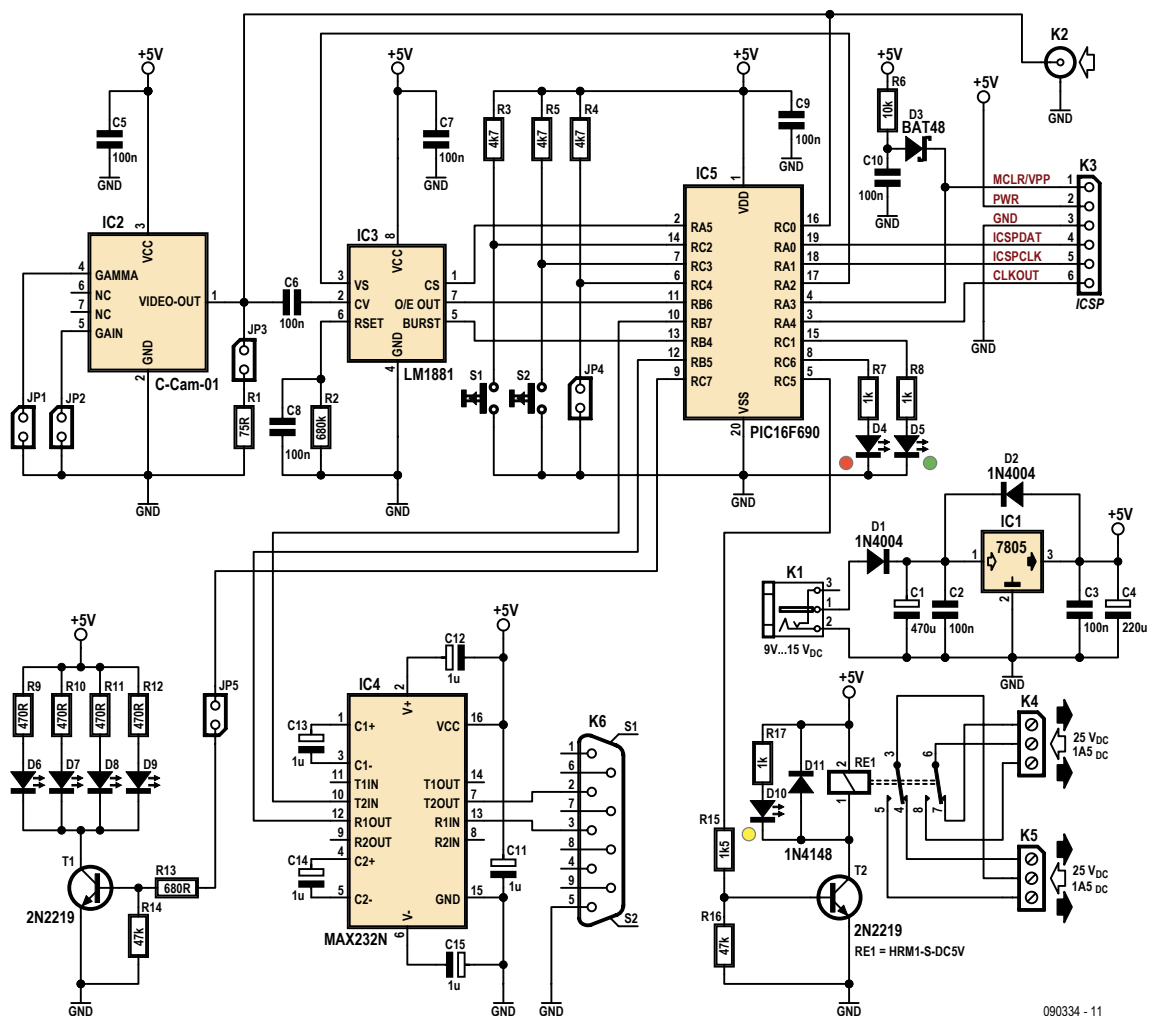


Bild 4. Der Schaltplan: Einige ICs und das war's schon fast...

0,5 μ s und kann eine AD-Wandlung innerhalb von 24 μ s ausführen. Der PIC16F690 besitzt 256 Byte RAM, 256 Byte EEPROM und 4096 Worte Flash-Programmspeicher. Die Bilder müssen lediglich recht klein sein, um von diesem Mikrocontroller verarbeitet werden zu können.

Lösungsweg

Die Konversionszeit von 24 μ s erlaubt keine Abtastfrequenz von 12 MHz. Diese Zeit liegt etwa in der Größenordnung einer Zeilendauer. Aus dieser simplen Feststellung folgt die Idee, nur einen einzigen Punkt pro Zeile abzutasten und den Abtastzeitpunkt in regelmäßigen Abständen zeitlich in Richtung Zeilenende auf der Zeile zu verschieben. Diese niedrige Abtastrate erzeugt auch nur Bilder mit sehr geringer Auflösung, passend zur Leistung des Mikrocontrollers. Für jede Zeile nur einen Punkt abzutasten bedeutet, dass die Anzahl der Pixel auf die Anzahl der Zeilen, also 288, begrenzt ist. Ein Bild von 18 Zeilen $\times$ 16 Pixel ($18 \times 16 = 288$) hat auch etwa die gleichen Proportionen wie das Ausgangsbild (**Bild 3**).

Der Speicherplatzbedarf hängt von der Zahl der Pixel und der Zahl der Graustufen ab. Eine Codierung des Bildsignals in zwei Bits ergibt vier Graustufen, was für die vorgesehenen Anwendungen ausreicht. Somit belegt ein Bild $2 \times 288 = 576$ bit oder 72 Bytes. Diese geringe Größe erlaubt es, drei Bilder im RAM abzulegen und drei weitere im integrierten EEPROM.

Schaltungsbeschreibung

Die Schaltung (**Bild 4**) baut auf dem Mikrocontroller PIC16F690 (IC5) von Microchip [2] auf, dieser wurde wegen seiner geringen Kosten und des erschwinglichen Preises des Starter Kit PICKit 2 (oder 3) ausgewählt, welches für die Erstellung des Programms zum Einsatz kam. Der sechspolige Steckverbinder K3 ist für die Verbindung mit dem Entwicklungssystem und die Programmierung des PICs vorgesehen. Diode D3 schützt die Schaltung vor der Programmiervoltage von 13 V. Deaktivieren Sie die Option *Power target circuit from MPLAB ICD 2* im Para-

meterfenster (**Bild 5**), bevor Sie den Programmer anschließen. Dies erlaubt es, den Stromkreis wie sonst mit Spannung zu versorgen und gleichzeitig den Programmer zu benutzen.

Bildsensor IC2 ist eine CMOS-Schwarzweiß-Kamera in Miniaturausführung mit 5 Volt Betriebsspannung. Das abgegebene Signal entspricht der Beschreibung weiter oben. Die Analog-Digital-Wandlung erfolgt durch den internen ADC über Kanal AN4 an Pin 16. Jumper JP1 erlaubt die Einstellung der Gamma-Korrektur, während über JP2 die Verstärkung der Kamera ausgewählt wird. An die Cinch-Buchse K2 lässt sich entweder ein Videomonitor zur Anzeige des aktuellen Kamerabildes oder eine externe Kamera anschließen. In letzterem Fall sparen wir die CMOS-Kamera ein, die dann auf der Platine nicht bestückt wird. Über Jumper JP3 wird ein Abschlusswiderstand von 75 Ω an den Ausgang der Kamera gelegt, wenn Buchse K2 nicht benutzt wird. IC3 ist der klassische LM1881 [3], er trennt in Verbindung mit dem RC-Glied R2/C8 die Synchronsignale für die Bilder (VS) und Zeilen (CS) vom Videosignal ab. Außerdem liefert er über das Signal O/E Out die Infor-

Bewegungserkennung durch Bildvergleich

mation, ob ein gerades oder ein ungerades Halbbild vorliegt, welche der PIC zur Synchronisation der Abtastdaten benötigt. Diese Signale werden an die Ports RA2, RA5 und RB6 gelegt. Die Leuchtdioden D6 bis D9 erlauben es, gesteuert über Port RC7, das Sichtfeld der Kamera zu beleuchten (falls Jumper JP5 gesteckt ist).

Die serielle Schnittstelle des Mikrocontrollers wird eingesetzt, um (Bild-)Informationen über eine serielle Verbindung auszugeben. Die Umsetzung auf RS232-Pegel übernimmt IC 4.

Relais RE1 bietet die Möglichkeit, ein externes Gerät zu steuern, z.B. eine Alarmanlage. Es wird durch Port RC5 gesteuert. LED D10

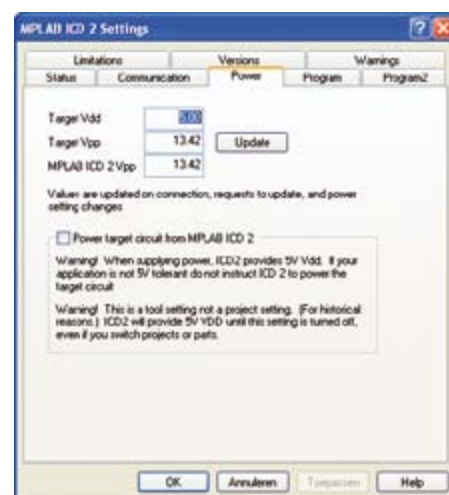


Bild 5. Das Parameterfenster des Programmers. Deaktivieren Sie die Funktion *Power target circuit from MPLAB ICD 2*.

zeigt an, ob das Relais angezogen ist oder nicht.

Die Spannungsversorgung erfolgt durch ein Steckernetzteil (9 bis 15 V, 200 mA) am Verbinder K1. Die Ausgangsspannung des Netzteils wird gesiebt und durch den Regler IC1 auf 5 Volt konstant gehalten.

Das Programm

Die Software wurde aus Performancegründen vollständig in Assembler geschrieben. Die Funktionsdetails (Parameter und Prozeduren) sind im Quelltext des Programms angegeben. Dieser Quelltext, ausgiebig kommentiert, kann unter [1] kostenlos heruntergeladen werden.

Die wesentlichen Programmfunktionen sind teils als Makros, teils als Unterprogramme

codiert: den Unterprogrammen wurde der Vorzug gegeben, um Programmspeicherplatz zu sparen. Allerdings hat sich der Einsatz von Makros (**Tabelle 1**) als nötig erwiesen, denn anders ist die Bildabtastung und die Codierung der Graustufen nicht schnell genug zu bewerkstelligen.

Das Timing für beide Prozesse wurde aufeinander abgestimmt: Die Graustufen werden berechnet, während der interne ADC das nächstfolgende Pixel bearbeitet (Latenzzeit des ADCs rund 24 μ s, die dadurch optimal ausgenutzt wird).

Die Software übernimmt folgende Aufgaben :

Tabelle 1. Liste der verfügbaren Funktionen zum Betrieb des Videosystems.

Type	Bezeichnung	Bedeutung
Makro	MACRO_LineSync	Warte auf Zeilen-Synchronsignal
Makro	MACRO_DPixelAcquisition2Bits	Beginn Abtastung Pixel n und Umwandlung von Pixel n-1 in Graustufen
Funktion	Start	Hauptprogramm mit Initialisierungsphase und Hauptschleife
Funktion	BinASCII	Umsetzung dezimal nach ASCII: Die ASCII-Codes für die Hunderter, Zehner, Einer werden ausgegeben.
Funktion	Bin2Colour2Bits	Umsetzung der Graustufen 0..3 in ASCII-Codes 32, 176, 177, 178
Funktion	CharTrans	Ausgabe eines Zeichens über die serielle Schnittstelle
Funktion	PictureRamToEeprom	Kopiere das Bild im RAM in das EEPROM
Funktion	PictureEepromToRam	Kopiere das Bild im EEPROM in das RAM
Funktion	PictureCompare	Vergleiche die beiden Bilder in RAM und EEPROM
Funktion	PixelGroupDistCalc	Berechne die Distanz (Absolutwert der Abweichung der Helligkeitsniveaus) von vier Gruppen zu zwei Pixeln
Funktion	PictureAcquisition	Übernehme ein Bild zu 288 Pixeln, organisiert in 18 Zeilen zu 16 Pixeln und 4 Graustufen
Funktion	DecimalValueTransmission	Ausgabe einer Dezimalzahl als drei ASCII-Zeichen über die serielle Schnittstelle
Funktion	PictureTransmissionBIT	Ausgabe des im RAM abgelegten Bildes über die serielle Schnittstelle mit den entsprechenden ASCII-Codes für die Graustufen

Stückliste

Widerstände (5 %, 0,25 W):

R1 = 75 Ω
R2 = 680 k
R3..R5 = 4k7
R6 = 10 k
R7,R8,R17 = 1 k
R9..R12 = 470 Ω
R13 = 680 Ω
R14..R16 = 47 k
R15 = 1k5

Kondensatoren:

C1 = 470 μ / 25 V, Elko, 10mm liegend
C2,C3,C5..10 = 100 n, Polyester (MKT), Rastermaß 5,08 mm
C11..15 = 1 μ / 16 V, Elko, 5 mm liegend
C4 = 220 μ / 25 V, Elko, 8 mm liegend

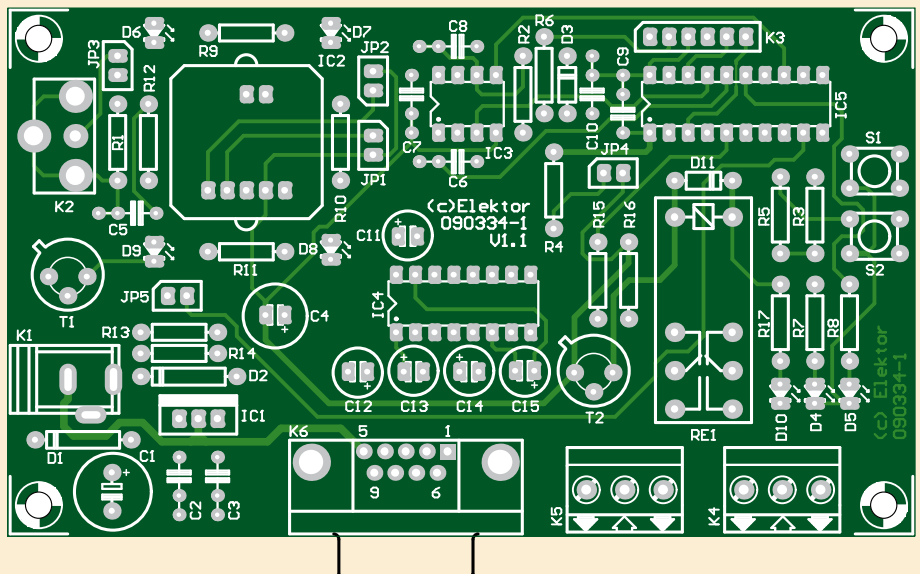
Halbleiter:

D1, D2 = 1N4004
D3 = BAT48, DO-35
D4 = LED rot, Low power, 3 mm
D5 = LED grün, Low power, 3 mm
D10 = LED gelb, Low power, 3 mm
D6..D9 = LED Infrarot, QED222
(z. B. Farnell Best.-Nr. 1652526)
D11 = 1N4148
IC1 = 7805, TO-220
IC2 = CMOS-Kameramodul IR (CCIR), z. B.
Conrad Best-Nr. C-Cam-01 150001
IC3 = LM1881N/NOPB, DIP-8
(z. B. Farnell Best.-Nr. 1564700)
IC4 = MAX232N, PDIP-16
IC5 = PIC16F690-I/P, DIP-20
(z. B. Farnell Best.-Nr. 1103406)

Außerdem:

RE1 = Relais Multicomp HRM1-S DC5V
(z. B. Farnell Best.-Nr. 9479937)
JP1 bis JP5 = 2-polige Stiftleiste Rastermaß
2,54 mm + Jumper
K1 = DC-Buchse 2,1 mm, liegend, für
Printmontage
K2 = Cinch-Buchse für Printmontage
K3 = 6-polig. Stiftleiste, im Rastermaß
2,54 mm
K4,K5 = 3-polige Schraubklemme, für Print-
montage, RM 5 mm

K6 = Sub-D-Verbinder, 9-polig, weiblich, gera-
de, für Printmontage
S1,S2 = Taster, z. B. Tyco Electronics FSM4JH
(Farnell Best.-Nr. 1555982)
Sockel für IC3, IC4 und IC5 (8, 16 bzw. 20 Pins)
Platine EPS 090334-1 (siehe [1])



- Übernahme und Speichern eines Bildes von 288 Pixeln im RAM
- Bildausgabe im ASCII-Format über die serielle Schnittstelle
- Vergleich eines im RAM abgelegten Bildes mit einem Bild im EEPROM
- Ausgabe des Vergleichsergebnisses über die serielle Schnittstelle
- Steuerung der Beleuchtungs-LEDs.

Die beiden Bilder in RAM und EEPROM werden Pixel für Pixel verglichen. Hierfür werden zunächst Abweichungen der Helligkeiten ermittelt und aufsummiert. Diese Summe wird mit einem Schwellwert verglichen, um zu entscheiden, ob ein Alarm ausgelöst wird.

Das Bild wird über die serielle Schnittstelle im ASCII-Format (19200 Baud, 1 Startbit, 8 Datenbits, keine Parität, 1 Stoppbit) ausgegeben, so dass ein einfaches Terminal (à la HyperTerminal) zur Anzeige ausreicht (**Bild 6**). Die vier verschiedenen Graustufen werden durch vier ASCII-Zeichen mit den Werten 32, 176, 177 und 178 wiedergegeben.

Nach Betätigen von Taste S2 wird das zuletzt in das RAM übernommene Bild in das EEPROM übertragen. Mit Taste S1 wird das im EEPROM gespeicherte Bild über die serielle Verbindung ausgegeben. LED D5 blinkt, wenn einer der beiden Tasten gedrückt wird, LED D4 zeigt Anfang und Ende der Bildübernahme an. D10 leuchtet bei aktiviertem Relais.

Ein gesteckter Jumper JP4 veranlasst das Programm, die Beleuchtungs-LEDs zu steuern. Mit Jumper JP5 können die Beleuchtungs-LEDs hardwaremäßig an- und abgeschaltet werden - ein subtiler Unterschied.

Schlussbemerkung

Obwohl dieses Projekt nicht sehr umfangreich ist, erlaubt es doch die verschiedensten Experimente und Anwendungen. Mit dem vorliegenden Programm zur Anwesenheitserkennung von Objekten hat der Autor experimentiert. Gesucht wurde eine Möglichkeit, aus der Ferne die Anwe-

senheit von Post und ähnlichem im Briefkasten festzustellen (und nicht nur den Vorgang des Einwerfens). Zu diesem Zweck wird zunächst ein Muster (Schachbrett oder konzentrisch angeordnete Vierecke) auf dem Boden des Briefkastens angebracht. Das Video-System überwacht dieses Muster in regelmäßigen Abständen und vergleicht das neu übernommene Bild mit einer im EEPROM abgelegten Vorlage. Der Briefkasten ist lichtdicht und wird durch die LEDs während der Bildverarbeitungsphase beleuchtet. Der Einwurf eines Briefes verändert das aufgenommene Bild und es wird ein Alarm ausgegeben.

Jetzt liegt es an Ihnen, neue Anwendungen zu entwickeln und diese mit den Elektor-Lesern zu teilen!

(090334)

Links

- [1] www.elektor.de/090334
- [2] <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/41262E.pdf>
- [3] www.national.com/ds/LM/LM1881.pdf

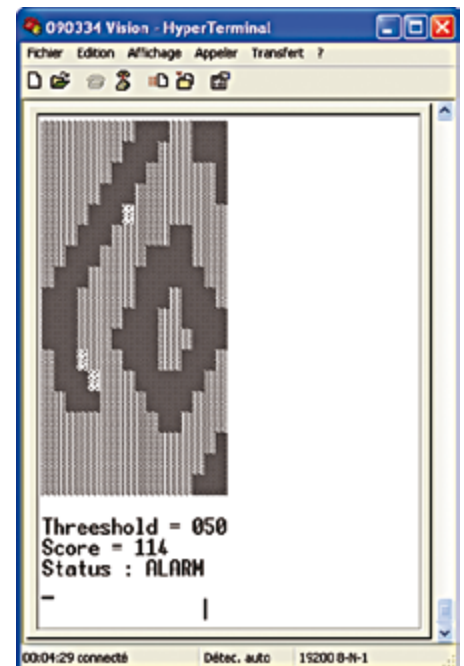
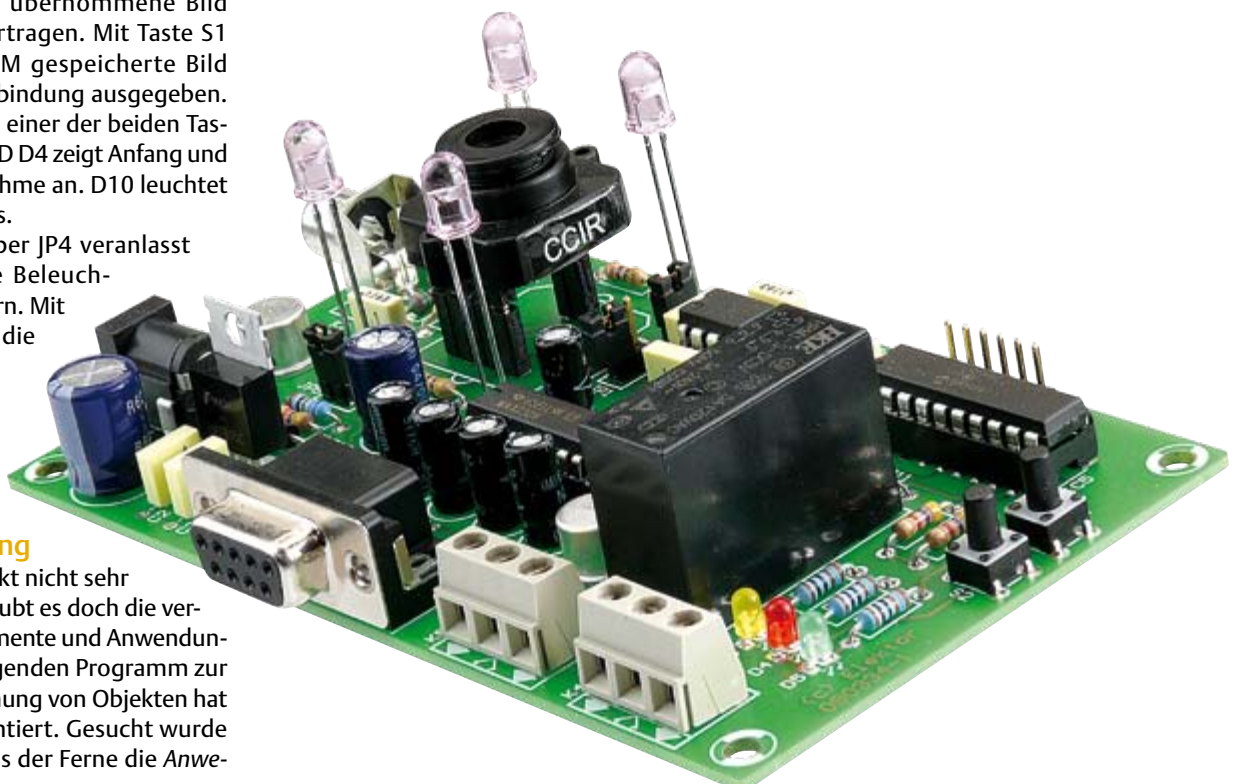


Bild 6. Das Videobild, angezeigt durch HyperTerminal. Erkennen Sie, um was es sich handelt?

(Ein kleines Viereck in einem größeren.)



AirControl

Mit dem Kopf in den Wolken...

Von Antoine Authier (Elektor-Labor)
Nach einer Idee von Jürgen Maiß (D)

Wir haben dieses Projekt „AirControl“ genannt, denn hier wird aus der Lufttemperatur und Luftfeuchte am Erdboden die Wolkenuntergrenze berechnet. Das Projekt wendet sich nicht nur an engagierte Wetterfrösche, sondern an alle, die sich zum Beispiel als Segel- oder Gleitschirmflieger mit Wetterphänomenen auseinandersetzen.



Als ich den ersten Prototypen des AirControl-Projekts von Jürgen Maiß auf meinem Labortisch hatte, war ich ziemlich gespannt, denn das war nicht alltäglich: Wie kann es möglich sein, von der Erdoberfläche aus mit einem Temperatur- und Luftfeuchte-Sensor die Höhe der Wolken zu bestimmen?

Jürgen Maiß ist als Segelflieger mit den Grundlagen der Meteorologie vertraut, schließlich ist die Nutzung von Wetterphänomenen wie thermischen Aufwinden und Wellenströmungen auch die Grundlage dieser Luftsportart. Trotzdem hatte ich Zweifel, ob die gefundenen Werte wirklich zuverlässig sein können.

In der Schaltung entdeckte ich einen digitalen Sensor, der mir bis dahin unbekannt war. Für mich ein weiterer Grund, nach einer

Antwort auf die Frage zu suchen: Lässt sich die Wolkenhöhe tatsächlich messen, ohne dass der kombinierte Temperatur- und Luftfeuchte-Sensor den Erdboden verlässt?

Kurzer Exkurs

Die Thermodynamik ist in der Meteorologie ein wichtiger Begriff. Da ich kein Meteorologe bin, habe ich mich in die Fachliteratur vertieft, um etwas mehr von dem zu verstehen, was dieses Wort für das Naturgeschehen bedeutet.

Das Gerät von Jürgen Maiß misst die Lufttemperatur und die relative Luftfeuchte am Boden. Aus diesen beiden Messwerten berechnet es die Temperatur, bei der das Wasser kondensiert, das in der Luft in gasförmigem Zustand als Wasserdampf enthalten ist. Als Taupunkt gilt die Tempera-

tur, bei der die Luft unter gegebenem Luftdruck mit Wasserdampf gesättigt ist [1]. Sinkt die Temperatur bei gleich bleibendem Luftdruck unter den Taupunkt, kondensiert der überschüssige Wasserdampf zu Wassertröpfchen. Am Himmel tritt die Kondensation in Form von Wolken in Erscheinung, über der Erdoberfläche bildet sich Nebel (das sind Wolken in Bodennähe) und auf den Blättern der Pflanzen Tau. Da warme Luft bei gleich bleibendem Luftdruck mehr Wasserdampf aufnehmen kann als kalte Luft, ist der Taupunkt umso höher, je feuchter die Luft ist – und umgekehrt.

Aus einer mathematischen Beziehung der Meteorologie, der so genannten August-Roche-Magnus-Formel (kurz: Magnus-Formel), lässt sich näherungsweise der Taupunkt T_d berechnen:

$$T_d(T, RH) = T_n \cdot \frac{\gamma(T, RH)}{m - \gamma(T, RH)}$$

$$\gamma(T, RH) = \ln\left(\frac{RH}{100}\right) + \frac{m \cdot T}{T_n + T}$$

Darin sind die Konstanten $T_n = 243,12 \text{ °C}$ und $m = 17,62$.

Die vorstehende Beziehung gilt für Temperaturen im Bereich $0...60 \text{ °C}$ und relative

Eigenschaften

- Mikrocontroller: Atmega324PA-AU von Atmel, mit JTAG-Unterstützung
- Temperatur- und Luftfeuchte-Sensor: SHT11 von Sensirion, RH 0...100 %, Genauigkeit 3 %
- Stromversorgung: Drei Alkaline- oder NiMH-Rundzellen, Bauform AAA/R03
- Betriebsdauer (Batteriesatz oder Akkuladung): Mehr als eine Woche, ohne Display-Beleuchtung
- Wolkenhöhe wird aus der Temperatur und Luftfeuchte am Boden berechnet
- Messergebnis erscheint auf vierzeiligem alphanumerischen LC-Display
- Unkomplizierter Aufbau, Sensor auf abtrennbarem Platinenteil (breakboard)

39

Stückliste

Widerstände (SMD 0805):

R1...R4, R7 = 10 k

R5, R6 = 1 k

R8, R9 = 10 Ω

P1 = Trimpoti 10 k SMD (Vishay TS53)

Kondensatoren (SMD 0805):

C1, C9 = 2 μ 2/10 V, Tantal 10 % (ESR 8 Ω)

C2...C8, C10, C11 = 100 n

Halbleiter:

D1, D2 = LED 3 mm rot, Low current

D3 = 1N4148 (SMD-Version LL4148)

T1, T2, T3 = 2N7002 (N-Kanal MOSFET)

IC1 = LP2980AIM5-3.3 (Spannungsregler 3,3 V/50 mA)

IC2 = ATmega324PA-AU (Atmel), programmiert

IC3 = SHT11 (Sensor, Hersteller: Sensirion)

Außerdem:

X1 = Quarz 32,768 kHz, C_L = 6 p (Epson Toyocom MC-306)

LCD1 = LCD 4 · 20 Zeichen (Electronic Assembly EA DIP204-4NLED)

BZ1 = Mini-Beeper (CUI CST-931RP/A)

S1 = Mikro-Schiebeschalter (EAO 09-10290-01)

S2...S4 = Drucktaster SPNO 12 V/50 mA, 6 · 6 mm (Tyco Electronics FSM14JH)

K1 = Stiftkontaktleiste 1 · 6-polig, Raster 2,54 mm

K2, K6 = Stiftkontaktleiste 2 · 3-polig, Raster 2,54 mm

K3, K4 = Stiftkontaktleiste 1 · 4-polig, Raster 2,54 mm

K5 = Stiftkontaktleiste 1 · 6-polig, Raster 2,54 mm

Gehäuse = Bopla BS 401 F-7024 (Serie BOS Streamline 400) mit Dekordichtung BS 400

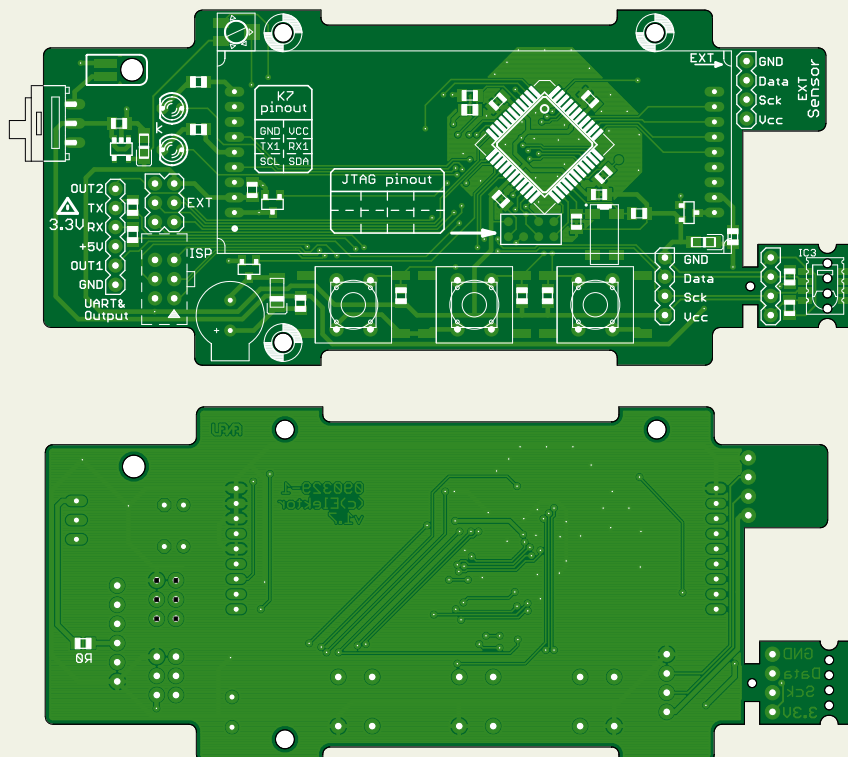
DI-D-7024

Platine EPS 090329-1, siehe [9]

Frontplatte (zum Ausdrucken und Laminieren) 090329-F, siehe [9]

Bausatz mit vormontierten SMDs:

Falls Sie Interesse an einem Bausatz für die „AirControl“ haben, schreiben Sie der Elektor-Redaktion eine Email: redaktion@elektor.de



begnügt sich auch mit einer etwas niedrigeren Spannung.

Ein Spannungsregler LP2980 von National Semiconductor [3] stabilisiert die Betriebsspannung des Mikrocontrollers und des Messmoduls. Der Spannungsabfall am LP2980 muss mindestens 0,12 V betragen, über den Ausgang können Ströme bis 50 mA fließen. Hier liegt der entnommene Strom bei nur 10 mA, denn die strombedürftigen Komponenten wie die Display-Hintergrundbeleuchtung und der Beeper sind unmittelbar mit der Batteriespannung verbunden. Da der Beeper [4] nur Spannungen bis 4 V verträgt, muss Widerstand R8 vorgeschaltet werden. Das Beeper-Signal ist ein vom Mikrocontroller erzeugtes und von T1 verstärktes PWM-Signal mit einer Frequenz um 2700 Hz. Mit einem Duty-Cycle des PWM-Signals von 40 % ist der Beeper-Ton unüberhörbar.

Das LC-Display EA DIP204-4 von Electronic Assembly [5] ist zwar kein Billigprodukt, dafür brauchen seine Eigenschaften keinen Vergleich zu scheuen. Anders als bei vielen Low-cost-Produkten orientiert sich der Zeichen- und Symbolvorrat an europäischen Sprachen. Der Hauptgrund für die Wahl dieses Displays ist jedoch der 3,3-V-Betrieb und die Tatsache, dass eine negative Spannung für die Kontrasteinstellung nicht notwendig ist. Hier wird die 4-bit-Steuerung angewendet, bei Bedarf lässt sich das Display aber auch über einen SPI-Bus steuern (siehe Datenblatt zum KS4073 von Samsung). Solange das Display entbehrlich ist, wird es vom Mikrocontroller über T3 abgeschaltet. Die Stromaufnahme des Systems sinkt um 5...6 mA, es wird Energie gespart. Nach dem Wiedereinschalten dauert die Initialisierung allerdings einen kurzen Moment. Die LED-Hintergrundbeleuchtung liegt an der Batteriespannung. Den von R9 begrenzten LED-Strom kann der Mikrocontroller über T2 mit einem PWM-Signal steuern, so dass Helligkeit und Energiebedarf variabel sind. Mit drei NiMH-Akkuzellen beträgt die Spannung der Hintergrundbeleuchtung nominal nur 3,6 V. Das Display ist zwar etwas weniger hell als bei 4,5 V, zeigt aber immer noch einen erstaunlich hohen Kontrast. Mittelpunkt der Schaltung ist der Mikrocontroller ATmega324PA von Atmel [6],



Bild 1. Die im Elektor-Labor bestückte Platine. Der Mikrocontroller versteckt sich unter dem LC-Display.

der sich durch umfangreiche Peripherie und niedrigen Strombedarf auszeichnet. Der ursprünglich verwendete ATmega88 erwies sich schnell als zu beschränkt (zu wenig Programmspeicher und I/O). Außerdem ist im ATmega324PA ein *Real Time Counter* integriert, so dass nebenbei auch Zeiten gemessen werden können. Allerdings ist dies keine *Real Time Clock* (RTC), sondern lediglich ein Zähler, mit dem eine Echtzeituhr in die Software implementiert werden kann. Die Software-Echtzeituhr benötigt einen Timer (den *Real Time Counter*), einige Byte des Flash-Speichers, einen Interrupt-Vektor sowie die notwendigen Taktzyklen.

Wenn der Mikrocontroller von einem externen Quarz mit 6 pF Bürdekapazität getaktet wird, entfallen die Kondensatoren C12 und C13. Wenn die Bürdekapazität abweicht, ist eine Korrektur mit C12 und C13 notwendig, deren Werte sich aus dem Datenblatt des ATmega324PA ergeben.

Das multifunktionale Sensor-Modul SHT11 von Sensirion [7] misst die Temperatur und die relative Luftfeuchte. Das Modul wird auf einem Teil der Platine montiert, der von der Platine abtrennbar ist (so genanntes *breakboard*). Seinen Platz kann das Sensor-Modul auch außerhalb des Gerätegehäuses haben. Das wirkt sich nicht nur günstig auf die Messgenauigkeit aus, das Modul ist auch für eventuelle andere Projekte schnell verfügbar.

Die Schaltung lässt drei Verbindungswege mit der Außenwelt erkennen: Die serielle Schnittstelle K1 ist kompatibel mit dem USB-TTL-Adapterkabel 080213-71 [8]. Diese

Verbindung ist insbesondere für Erweiterungen und Weiterentwicklungen vorgesehen. Das angeschlossene Gerät kann die Schaltung über den USB-Anschluss mit 5 V versorgen. In diesem Fall müssen die Batterien oder Akkus herausgenommen werden, nur dann ist das Schließen der Brücke R0 auf der Platinenrückseite erlaubt. Die Batterien oder Akkus dürfen nicht parallel zur 5-V-Leitung des USB-Anschlusses liegen, Beschädigungen oder sogar das Platzen könnten die Folge sein.

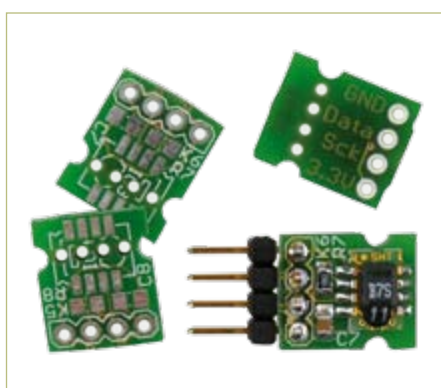


Bild 2. Die Sensor-Platine kann von der Hauptplatine abgesägt werden.

Die Widerstände R10...R13 schützen die Mikrocontroller-Anschlüsse bei Überspannungen und Kurzschlüssen an K1. Steckverbinder K2 ist der ISP-Anschluss zur Programmierung des Mikrocontrollers innerhalb der Schaltung. Über K7 sind der zweite serielle

Port des Mikrocontrollers und der I²C-Bus zugänglich. Auch diese Schnittstellen sind für spätere Erweiterungen vorgesehen. Die Benutzeroberfläche besteht aus dem schon beschriebenen LC-Display sowie drei Drucktastern, zwei LEDs und dem Beeper.

Firmware

Die in C geschriebenen Quelltexte der Firmware sind auf der Projektseite [9] verfügbar, sie können unter Windows mit WinAVR [10] compiliert werden. Unter Linux ist das Compilieren mit `avr-gcc` einschließlich den `avr-binutils` möglich. Die verwendeten Versionen gehen aus der Readme-Datei hervor.

Ich habe mich bemüht, die Firmware und ihre Komponenten möglichst übersichtlich zu gliedern. Das Ergebnis ist eine Firmware, die aus drei „Schichten“ (*Layer*n) besteht. Die Hardware-Treiber tragen das Präfix `dr` gefolgt vom Namen der Komponente (Beispiel: `drSHT1x.c/h` für den Sensor SHT11). Nur die Treiberschicht hat Zugriff auf die Hardware, sie bietet der darüber liegenden Schicht eine API an (*Application Programming Interface*, Programmierschnittstelle). Die Datei `AirControl.c` enthält die Hauptroutine, mit ihr startet das Programm. Mit dem Präfix `tlk` beginnen die Dateinamen der Hilfsfunktionen, während die Dateien der Benutzeroberfläche am Präfix `ui` zu erkennen sind.

Die Kommunikation zwischen Mikrocontroller und Sensor findet über einen seriellen Bus mit einem speziellen Protokoll statt.

Der Datenaustausch verläuft zwar ähnlich wie beim I²C-Bus, trotzdem sind die Unterschiede relativ groß. Die im ATmega324PA integrierte I²C-Schnittstelle ist für den direkten Anschluss des SHT11 nicht geeignet. Weil Hersteller Sensirion zum SHT11 eine ebenso umfassende wie informative Dokumentation herausgegeben hat, war das Schreiben eines Treibers für den ATmega324PA kein Problem. Die Werte der Temperatur und der relativen Luftfeuchte werden von der Funktion `drSHT1x_measure` zurückgegeben, nachdem sie linearisiert und kompensiert sind.

Der Dateiname der Echtzeituhr lautet `tlkTime.c/h`. In dieser Datei steht die Interrupt-Routine, die im Sekundentakt Zeit und Datum aktualisiert sowie Funktionen zum Lesen und Stellen der Werte.

Ferner sind Treiber für die LEDs, die Taster, den Beeper und das LC-Display vorhanden. Der Treiber für den seriellen Port mit dem Namen `drUART.c` kann zum Debuggen eigener Entwicklungen von Nutzen sein.

In der Datei `tlkRH.c` sind die mathematischen Routinen zusammengefasst, die den Taupunkt und die Wolkenhöhe berechnen. Erforderlich ist die Bibliothek `math` zusammen mit `libc` für AVR. Um die Entwicklungszeit zu verkürzen, habe ich Operationen mit Fließkomma-Variablen verwendet. Die Bibliothek belegt dadurch etwas mehr als 2 KB im Flashspeicher. Auch wenn der Code noch schnell genug läuft, wäre gegen die Programmierung dieses Teils in Ganzzahl-Arithmetik nichts einzuwenden...

Der Taupunkt wird anhand der schon erwähnten August-Roche-Magnus-Formel berechnet, die mathematische Bibliothek verwendet den dekadischen Logarithmus mit der Basis 10:

$$\ln \frac{a}{b} = \ln(a) - \ln(b)$$

$$\text{und} \quad \log_{10}(a) = \frac{\ln(a)}{\ln(10)}$$

ist, folgt daraus

$$\gamma(T, RH) = \ln(10) \cdot (\log_{10}(RH) - 2,0) + \frac{m \cdot T}{T_n + T}$$

wobei gilt: $\ln(10) = 2,302585$

In C sieht dies wie folgt aus:

$$H = (\log_{10}(RH) - 2.0) * 2.302585 + (m * T) / (T_n + T);$$

$$Tdp = Tn * H / (m - H);$$

Obwohl es vielleicht nicht den Anschein hat, ist die Firmware leicht überschaubar. Auf dem Display werden die berechneten Werte wechselweise dargestellt. Datum und Uhrzeit lassen sich mit dem dritten Taster ändern. Die Hilfsroutinen minimieren den Energiebedarf, steuern die Zeit zwischen den Messungen sowie die Karenzzeit bis zum Abschalten des LC-Displays.

Aufbau

Damit die Platine in das handliche und dekorative Gehäuse aus der Produktlinie *BOS Steamline 400* von Bopla (siehe Stückliste) passt, muss das LC-Display direkt auf die Platine montiert werden. Vorher müssen die Grundfunktionen der übrigen Hardware sorgfältig überprüft werden, da Mikrocontroller und der JTAG-Anschluss nach der Display-Montage nicht mehr zugänglich sind. Soll der SHT11 nicht im Gehäuse verbleiben, muss der dafür vorgesehene Teil der Platine abgetrennt werden. Abbrechen ist nicht ratsam. Sägen ist besser, wobei Augen, Atemwege und Bauelemente vor dem feinen Sägestaub zu schützen sind.

Für den internen oder externen Anschluss des Sensors stehen auf der Platine die Positionen K3, K4 oder K5 zur Wahl. Soll der Sensor seinen Platz außerhalb des Gehäuses haben, muss Steckverbinder K4 auf der *Platinenunterseite* (!) montiert werden. Der SHT11 wird mit einem möglichst feinen Lötkolben möglichst schonend (ohne Überhitzung) auf seine Platine gelötet. Für das Löten und den Betrieb sollte man die Hinweise von Sensirion im Datenblatt (Kapitel „Users Guide SHT1x“) beachten.

Nach dem Löten der SMD-Bauelemente im Ofen werden die Bauelemente der anderen

Platinenseite und schließlich die Steckverbinder montiert (nur die Steckverbinder, die auch benötigt werden!). Die LEDs müssen in die zugehörigen Bohrungen der Frontplatte passen. Für den regulären Betrieb ist die serielle Datenschnittstelle nicht erforderlich. Wenn davon und auch von den Mikrocontroller-Signalen OUT1 und OUT2 kein Gebrauch gemacht wird, kann K1 entfallen.

Falls sich der Sensor im Gehäuse befindet, ist für ausreichende Luftzirkulation zu sorgen. Zum Schluss wird die Platine mit zwei oder drei selbstschneidenden 2-mm-Schrauben unter dem Batteriehalter im Gehäuse befestigt. Die auf Karton gedruckte und durch selbstklebende Transparentfolie geschützte Frontplatte wird auf den Gehäusedeckel geklebt.

Ausblick

Die von dem Gerät angegebenen Daten und insbesondere die zu erwartende Wolkenhöhe ist für Piloten großer und kleiner Fluggeräte, Modellflugzeugbauer sowie für meteorologisch Interessierte von Interesse. Darüber hinaus kann dieses Projekt eine tragfähige Plattform für die Entwicklung von Wetterstationen und anderen klimatologischen Messgeräten sein.

(090329)gd

Weblinks

- [1] <http://de.wikipedia.org/wiki/Taupunkt>
- [2] http://en.wikipedia.org/wiki/International_Standard_Atmosphere
- [3] www.national.com
- [4] www.cui.com
- [5] www.lcd-module.de
- [6] www.atmel.com
- [7] www.sensirion.com
- [8] www.elektor.de/080213
- [9] www.elektor.de/090329
- [10] www.winavr.com



Sicher verpackt

Wer bei Elektor arbeitet, zählt die Elektronik nicht selten zu seinen Hobbys – und erlebt so manche interessante Begebenheit aus dem Entwickleralltag.

Zum Beispiel diese: Für eines seiner Projekte orderte Kollege Clemens Valens vier Muster-ICs von Analog Devices. Eine Woche später staunte der Chefredakteur der französischen Ausgabe nicht schlecht, als ein gut 30 Liter fassendes Paket bei ihm abgegeben wurde. Die 1,3 kg schwere Pappkiste enthielt zwei Schachteln, in die wie-

derum jeweils eine der üblichen Chip-Verpackungen aus Kunststoff eingebettet waren. In den gut 50 cm langen Plastikröhren befanden sich schließlich die bestellten Chips – Gesamtvolumen rund 1 Kubikzentimeter!

Wie an den Aufklebern zu erkennen war, hatte das Paket eine Reise von den Philippinen nach Frankreich hinter sich gebracht.

Wie gut, dass Clemens weder die Samples noch den Versand bezahlen musste ...

(100240)



Zu Gast bei Elektor

Gut, dass die Elektor-Zentrale in den Niederlanden in der Nähe der deutschen Grenze (und einer Autobahn) gelegen ist, denn so können uns auch deutsche Gäste bequem erreichen. Zum Beispiel Harry Sievers, Franz Ruffer und Patrick Schmidt vom Distributor CS&S electronic, der sich auf koreanische Hersteller spezialisiert hat (www.csselectronic.com). Bei ihrem Besuch hatten die Herren einige Boards im Gepäck, die mit ARM-kompatiblen Controllern von TeleChips ausgerüstet waren. Mit ihren Multimediafähigkeiten zielen die Bausteine vor allem auf den großen Markt der

portablen Unterhaltungs- und Kommunikationselektronik. Leider verhindern die strikten Lizenzbestimmungen der verschiedenen Codecs die rasche Verwirklichung eines Elektor-Multimedia-Players. Doch wir bleiben dran!

(090928)



Bastelkiste als Altlast?

Über das Kontaktformular unserer Website kann man technische Fragen zu Elektor-Projekten und -Produkten stellen (und uns natürlich auch Feedback zu unseren Zeitschriften-Artikeln geben). Allgemeine Elektronikfragen sind in unserem Leserforum besser aufgehoben, doch Ausnahmen gibt's natürlich auch. So schreibt uns ein Leser: „Mir brennt schon länger eine Frage unter den Fingern, und ich fand bisher im Forum keine Antwort darauf. Ich bin bestimmt nicht der Einzige, der noch eine hübsch große Bastelkiste mit alten Bauteilen hat... Ist es denn möglich, RoHS- und nicht-RoHS-kompatible Komponenten zu mischen – und wenn ja, was gibt es dabei zu beachten? Welche Erfahrungen hat das Elektor-Labor hier schon gesammelt?“

Hierzu eine Antwort von Antoine Authier, Chef des Elektor-Labors:

„Kommt ganz darauf an, ob die Platinen später verkauft werden sollen oder nicht. Wer wie das Elektor-Labor kommerziell bestückt,

darf – von wenigen Ausnahmen abgesehen – nur noch RoHS-kompatible Bauteile und bleifreies Lot verwenden. Wer dagegen aus rein privatem Interesse lötet, kann die Altbauteile aufbrauchen und diese auch mit ROHS-kompatiblen Komponenten mischen.“

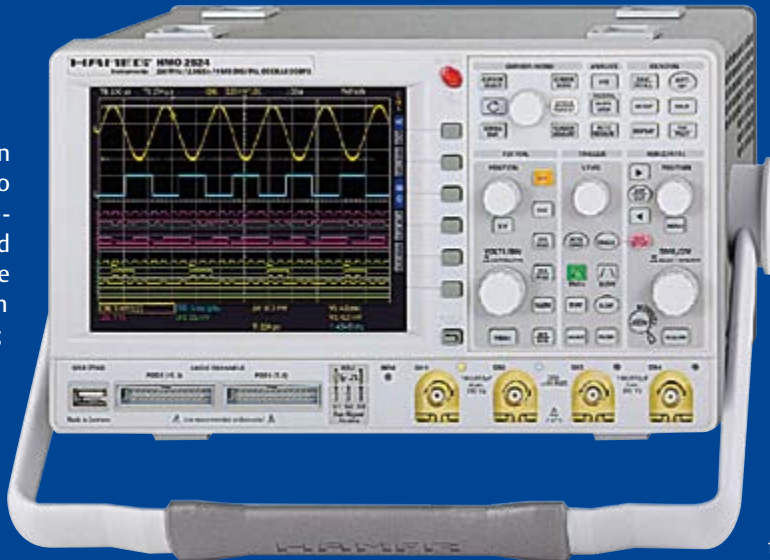
Antoine empfiehlt dabei bleihaltiges Lot, weil sich damit vor allem Gelegenheitslötter leichter tun. Bleifreies Lot hat einen etwas höheren Schmelzpunkt, so dass man annehmen könnte, dass temperaturkritische RoHS-kompatible Komponenten etwas höhere Temperaturen tolerieren müssen als konventionelle (leider stimmt diese Aussage nicht generell, das hat während der Umstellung mitunter zu Kopfzerbrechen bei Bestückern geführt!). Im Allgemeinen aber können sich Hobbyisten sowieso nicht so genau an die richtige Temperatur und Lötzeit herantasten. Alles, was schon bisher (als traditionelles Bauteil) einigermaßen gut zu löten war, wird dies auch als RoHS-kompatibles Bauteil sein.

(100220)

Angeschaut: Hameg HMO2524

Von Harry Baggen
und Ton Giesberts
(Redaktion NL/Labor)

Ein Oszilloskop ist für einen Elektronik-Entwickler so etwas wie eine Erweiterung seines Gehirns. Sobald ein Stückchen Hardware aufgebaut ist, muss daran auch gemessen werden; dabei ist ein Oszilloskop ein unentbehrliches Hilfsmittel (neben dem unverzichtbaren Multimeter natürlich). Man verwendet das Messgerät, um „eben mal“ zu kontrollieren, ob ein Oszillator richtig arbeitet oder ob an einem bestimmten Punkt der Schaltung auch ein Signal anliegt - aber auch, um genaue Messungen an komplexen Kurvenformen vorzunehmen. Heutzutage kommen noch allerlei Bussignale von Mikrocontroller-



ausführlich die Möglichkeiten des Geräts, bevor es unserem Entwicklungsteam überlassen wurde.

Der Name Hameg ist bei vielen Elektronikern ja gut bekannt: Das deutsche Unternehmen hat als eine der ersten Firmen bezahlbare, brauchbare Oszilloskope auf den Markt gebracht, lange vor der Konkurrenz aus China und den anderen asiatischen Ländern. Die Preise machten die Geräte sogar für den Hobbyeinsatz interessant.

Neben dem guten Preis-/Leistungsverhältnis zeichnen sich die Messgeräte auch durch eine hohe Zuverlässigkeit aus. Im Jahre 2005 übernahm der renommierte Messgerätefabrikant Rohde & Schwarz das Unternehmen, um damit das eigene Pro-

ein Oszilloskop, das sowohl analoge als auch digitale Signale verarbeiten kann

Schaltungen hinzu. Dafür kann man dann einen speziellen Logic-Analyser verwenden oder ein Oszilloskop, das sowohl analoge als auch digitale Signale verarbeiten kann.

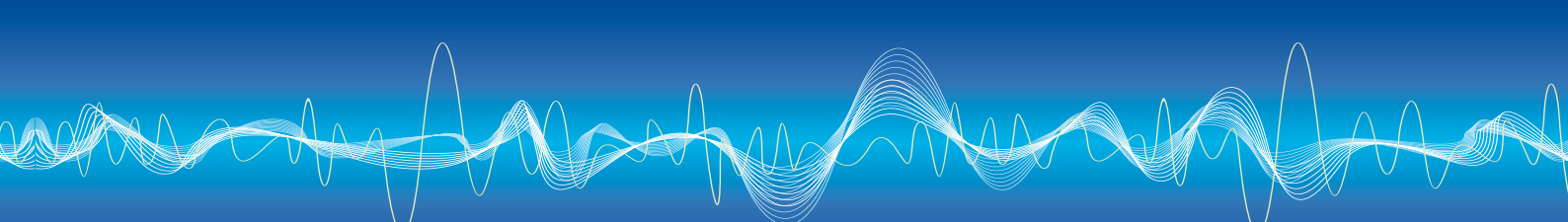
Vor einiger Zeit erhielt Elektor von Hameg das Angebot, ein neues Oszilloskop aus deren Programm auszuprobieren. Das macht das Elektor-Lab jederzeit gern. Besonders, wenn es um eines der teureren Exemplare des Herstellers geht! Nachdem wir uns mit Andreas Grimm von Hameg verabredet hatten, erschien er einige Wochen später im Elektor-Kastell mit einem nagelneuen Oszilloskop einschließlich des erforderlichen Zubehörs. Der Messtechnik-Experte demonstrierte

duktspektrum nach unten abzurunden. Über die Qualität (aber auch den Preis) von R&S-Geräten brauchen wir den Elektor-Lesern wahrscheinlich nichts zu erzählen!



In den letzten Jahren hat Hameg sein Angebot im oberen Segment mit teureren und leistungsfähigeren Modellen erweitert, wohl auch, um auf diese Weise besser Anschluss zu den Produkten zu finden, welche das Mutterunternehmen R&S anbietet. Um genau ein solches Modell handelt es sich beim HMO 2524.

Das Gerät ist ein leistungsfähiges digitales 4-Kanal-Oszilloskop mit einer analogen Bandbreite von 250 MHz und einer



Real-time-Sampling-Rate von 2,5 GSamples/s (im 2-Kanal-Betrieb). Der Preis für die Basisversion dieses Oszilloskops liegt bei ca. 3.300 Euro (plus Mehrwertsteuer). Das Gerät kann auch als 16-Kanal-Logic-Analyser verwendet werden. Für Messungen an Bus-Systemen, wie I²C, SPI und RS232, gibt es zusätzliche Optionen. Natürlich standen uns auch einige „pods“ (digitale Anschlussadapter) für das Messen an verschiedenen Bus-Systemen zur Verfügung, und es waren auch die erforderlichen Software-Optionen im Gerät aktiviert. Verschiedene Tastkopf-Typen fehlten auch nicht; zudem verfügten wir noch über einen aktiven Tastkopf mit einer Eingangskapazität von lediglich 0,9 pF (geeignet für Messungen bis 1 GHz).

Nach dem Einschalten des Oszilloskops fällt zuerst das helle und deutliche Display mit einer Auflösung von 640 x 480 Punkten und LED-Beleuchtung auf, ein Genuss, das anzuschauen! Wir verfügen in unserem Labor über verschiedene „Allround“-Oszilloskope der Preisklasse von 1.000...3.000 Euro, doch so ein LCD hat keines zu bieten.

Die Zahl der Einstellmöglichkeiten des HMO 2524 ist überwältigend. Man muss viel Zeit investieren, um alle Feinheiten zu beherrschen. Die Anwendungsfreundlichkeit leidet etwas darunter, denn wegen der vielen Möglichkeiten ist es bei sporadischem Gebrauch lästig, selbst einfache Einstellungen in den Menüs zu finden. Einfach intuitiv zu arbeiten war auch für Ton nicht möglich, der inzwischen über 20 Jahre Laborerfahrung verfügt und mit einer Menge Oszilloskope gearbeitet hat. Bei unseren ersten Messversuchen benötigte der Elektor-Entwickler doch eine gewisse Zeit, um sich durch einige Menüs zu hangeln, schließlich die richtigen Einstellungen zu finden und ein deutliches Messsignal auf den Schirm zu bekommen. Wenn alles stimmt, ist die Qualität der Wiedergabe allerdings vortrefflich. Das Oszilloskop reagiert zudem flott beim Ändern von Einstellungen, was ganz und gar nicht selbstverständlich ist.

Ein Oszilloskop mit so vielen Möglichkeiten zwingt dazu, die

Gebrauchsanweisung gut durchzulesen (und das tun unsere Entwickler – wie viele andere Anwender komplexer Geräte – nur selten). So gibt es zahlreiche Triggermöglichkeiten, es gibt einen großen Pufferspeicher von 4 MSamples, mit dem man auf verschiedene Arten Signale aufspüren kann, es gibt eine gut brauchbare FFT-Funktion, und es gibt eine ganze Menge mathematischer Funktionen.

Dabei haben wir noch nicht über das Messen digitaler Signale gesprochen, wobei man die Möglichkeit hat, 16 digitale Signale gleichzeitig mit maximal 1,25 GSamples/s zu erfassen (auch hier wieder mit erweiterten Triggermöglichkeiten). Wie schon erwähnt, sind allerdings spezielle „pods“ erforderlich, um digitale Mess-Signale an die Anschlussbuchsen zu führen. Abhängig vom Bus, an dem gemessen wird, kann es erforderlich sein, dafür zusätzliche Software (verfügbar für I²C, SPI, UART/RS232) zu installieren.

So viele Signale gleichzeitig auf dem Schirm – das kann ganz schön unübersichtlich werden. Daher hat Hameg eine Scroll-Funktion entwickelt, mit der man durch ein virtuelles Bild, das etwas größer als der echte Bildschirm ist, laufen kann. Ein wirklich nützliches Feature!

Die neue Oszilloskop-Serie von Hameg, im Preis deutlich über den anderen Geräten des Herstellers angesiedelt, macht vergleichbaren Produkten anderer Fabrikanten wie Agilent, LeCroy und Tektronix Konkurrenz. Das HMO2524 ist ein ausgezeichnetes und zuverlässiges Messinstrument für analoge und digitale Messungen. Wer ein solches Gerät anschafft, sollte die vielen Möglichkeiten aber auch ausschöpfen. Zuerst ist in jedem Fall Zeit zu investieren, um das Gerät beherrschen zu können (das gilt aber für jedes Oszilloskop in dieser Preisklasse).

Leider muss das Oszilloskop nun wieder zurück zu Hameg. Wir werden besonders den gestochenen scharfen und hellen Bildschirm vermissen!

(100420)

www.hameg.com

Wissen Sie, was Sie messen?

Von Thijs Beckers (Redaktion NL)

Uns erreichen in der Redaktion viele Einsendungen mit Schaltungs-Ideen, Entwürfen und Manuskripten. Alle diese Vorschläge werden einer „Eingangsbeurteilung“ unterzogen, um eine Vorauswahl zu treffen. Fällt diese erste Beurteilung positiv aus, folgt eine etwas gründlichere Analyse im Elektor-Labor. So auch bei einem ziemlich umfangreichen Artikel über die Auswahl des besten (Audio-)Kondensators aus einer Anzahl von verschiedenen Kondensatoren. Auf den ersten Blick schien die beschriebene Methode vielversprechend: Ohne spezielle

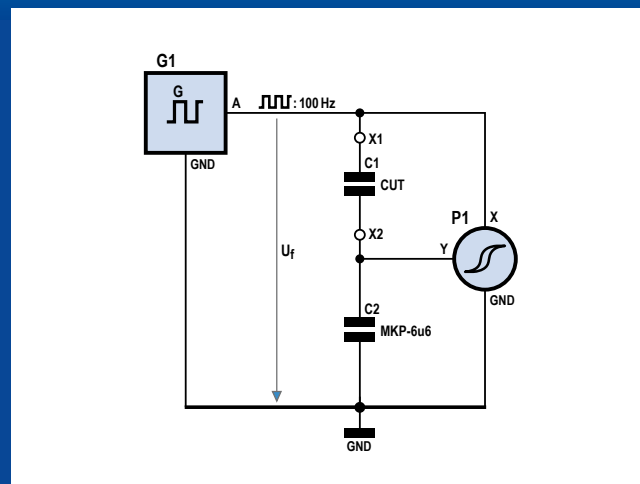


(teure) Messgeräte konnte man damit Kondensatoren qualitativ vergleichen und so die besten selektieren. Dies schien uns ein sehr interessantes Thema.

Gemessen wurde dabei folgendermaßen:

In den Bildern ist der Messaufbau gezeigt. Mit der oberen Schaltung werden normale (bipolare) Kondensatoren getestet. Mit der unteren Schaltung werden (unipolare) Elkos mit einer Vorspannung belegt und damit getestet. Dabei ist der untere Kondensator (C2 beziehungsweise C4) stets der „Referenzkondensator“ und der obere Kondensator (C1 beziehungsweise C3) der „CUT“ („Capacitor under test“). Die Überlegung bei der Messung mit einer Vorspannung ist, dass ein unipolarer Elko (noch) mehr verzerrt, wenn die Spannung am Elko negativ wird, was bei einem Audiosignal schon mal passieren kann. Durch Anlegen einer ausreichend hohen Vorspannung kann man vermeiden, dass der Momentanwert der Spannung an den Anschlussklemmen negativ wird.

Der Generator erzeugt eine Rechteckspannung, die über beide Kondensatoren verteilt wird. Die Spannung über beiden Kondensatoren wird dann an einem Oszillographen dargestellt. Wenn man den Oszillographen im X-Y-Mode arbeiten lässt, entstehen spezielle Figuren, die von den Unterschieden zwischen den Kondensatoren abhängig sind. Eine „perfekte“ diagonale Linie bedeutet, dass die Kondensatoren gleich sind, dass also der CUT die selbe Qualität besitzt, wie der „Referenz-Konden-



durch parasitäre Induktivitäten des Messaufbaus verursacht wurden.

Weil ein kleiner Unterschied in der Kapazität bereits große Abweichungen beim Messergebnis verursacht, lässt die Messung keine relevante Aussage über die tatsächliche Qualität des Kondensators zu. Das Problem bei der vorgeschlagenen Vergleichsmessung ist, dass man nicht sicher weiß, welchen Unter-

es ist nicht möglich, die Qualität eines Kondensators ohne teure Messgeräte zu ermitteln

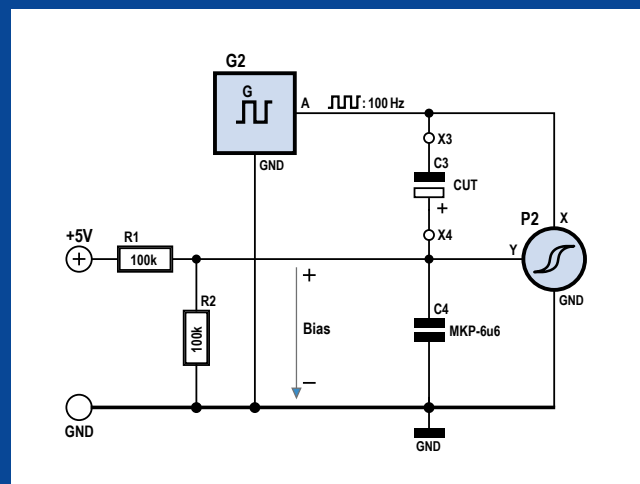
sator'. Jede Abweichung von der Diagonale durch Hysterese, Asymmetrie oder Nichtlinearität zeigt Unterschiede zwischen CUT und Referenz-Kondensator auf. Das können zum Beispiel ein größerer Serienwiderstand, dielektrische Absorption und andere Nichtlinearitäten sein. Dass für den Referenz-Kondensator ein Exemplar mit bekannt hoher Qualität eingesetzt werden soll, versteht sich von selbst.

Bei den Messungen mit diesem Aufbau schien die Idee zuerst tatsächlich vielversprechend. Zwischen verschiedenen Kondensatortypen waren deutliche Unterschiede sichtbar. So waren zum Beispiel nichtlineare Verzerrungen der Diagonale erkennbar, wenn ein Tantal-Typ mit einem MKT-Typ verglichen wurde. Der Unterschied zwischen einem MKT und einem MKP war zwar wesentlich geringer, aber noch immer gut zu erkennen.

Beim Messen haben wir aber auch festgestellt, dass ein Unterschied in der Kapazität ebenfalls zu einer (vermeintlichen Qualitäts-)Abweichung führt. So wurde beim Vergleich eines 4 μ 7-WIMA-MKP-Kondensators (Referenz) mit einem 4 μ 7-MKT-Kondensator die Abweichung in der Diagonalen kleiner, wenn zum MKT 100 nF parallel geschaltet wurden. Auch wenn ein Elko von 1 μ F parallel zum MKT geschaltet wurde, verringerte sich der Unterschied zum Referenz-Kondensator; und bei Messungen mit einer höheren Rechteck-Frequenz (einige hundert kHz) gab es seltsame Erscheinungen auf dem Oszillographenschirm; an den Enden der Diagonale entstanden eigenartige Ausreißer, die wir überhaupt nicht mit Abweichungen der Kondensatoren in Zusammenhang bringen konnten und die wahrscheinlich

schied man genau misst. Leider hat sich die Hoffnung auf einen einfachen, aber wirksamen Kondensator-Qualitätstest nicht erfüllt, und wir müssen bis zum Beweis des Gegenteils feststellen, dass es nicht möglich ist, die Qualität eines Kondensators ohne teure Messgeräte zu ermitteln. Es sei denn, Sie gehören zu jenen begnadeten Audiophilen, denen es gegeben ist, die Qualität eines Kondensators im Signalweg mit ihren Ohren zu hören.

(100482)



Von den Machern von Elektor!



Oder frei Haus unter www.elektor.de bestellen!

Schlicht und einfach schön

Das ProjectCase von Elektor



Das äußere Kleid elektronischer Geräte ist das Gehäuse. Die meisten Industriegehäuse kommen leider in monotonem Schwarz oder Grau daher, von einem formschönen Design sind sie oft weit entfernt. Als Entwickler haben Sie viel Mühe und Zeit in Ihr Projekt investiert, und die Endstation soll ein phantasielos gestalteter, unscheinbarer Kunststoffbehälter sein? Wir meinen, dass es auch anders geht!

Das sagte sich auch Peter Groen, Mitbegründer der Firma FabLab im niederländischen Groningen. Er hatte die Idee, ein Gehäuse aus transparenten, leicht zu bearbeitenden Polycarbonat-Platten zusammen mit Abstandshaltern zu konstruieren. Die Platine wird zwischen den Platten montiert, an den Seiten ist Platz für Steckverbinder und Kabel. LEDs und Displays sind ohne Gehäusefenster ablesbar, das eigene Projekt wird zu einem wahren „Hingucker“.

Unser erstes Vorzeigestück ist das DSP-Radio (siehe die Artikel in dieser und der

letzten Elektor-Ausgabe). Das Material Polycarbonat lässt sich mit leichtem Werkzeug bearbeiten, so dass Durchbrüche für Schalter, Potentiometer und Steckanschlüsse schnell hergestellt sind. An der Unterseite geben vier elastische Gehäusefüße rutschfesten Halt. Das ProjectCase ist geboren!

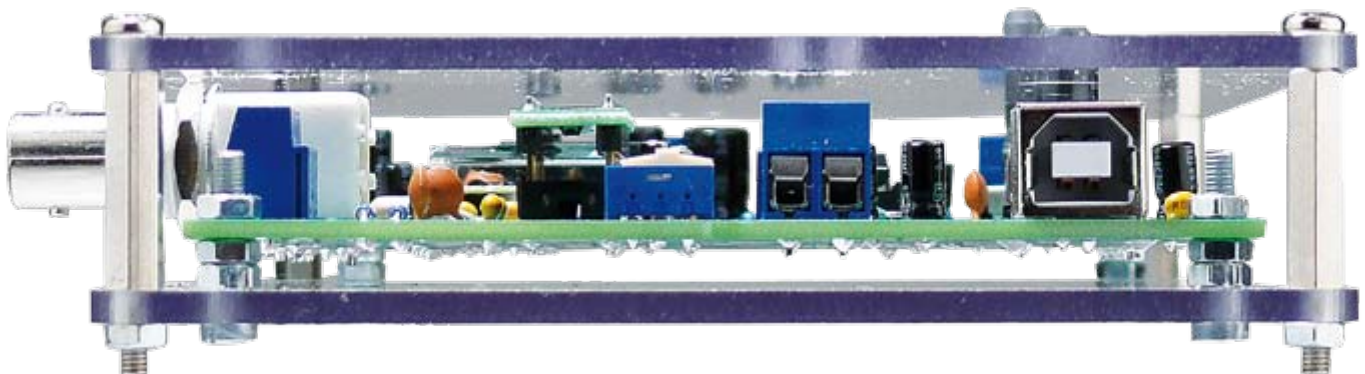
Wir haben ein Modell in Auftrag gegeben, dessen Polycarbonat-Platten die Abmessungen 175 x 115 x 3 mm haben, was dem Eurokarten-Format entspricht.

Zu einem Gehäuse-Set gehören alle

Abstandshalter, die zum Befestigen der Platine und Verschrauben der Platten benötigt werden. Im Lieferzustand sind die Polycarbonat-Platten mit einer Schutzfolie kaschiert. Die Schutzfolie bitte erst abziehen, wenn die mechanische Bearbeitung (Bohrungen, Schlitz, Aussparungen) vollendet ist!

Für 17,80 € plus Versandkosten können Sie ein ProjectCase-Set im Elektor-Webshop über die Seite www.elektor.de/100500 bestellen.

(100500)gd



50 PIC Microcontroller projects

➔ Neues Elektor-Buch in englischer Originalsprache!

Dieses neue (englischsprachige) Buch enthält 50 praktische und interessante Projekte mit PIC-Mikrocontrollern für Anfänger und Fortgeschrittene. Beispiele: Laser-Alarm, witzige USB-Maus, Eieruhr, Jugend-Schreck, Klangschalter, kapazitiver Pegelmesser für Flüssigkeiten, "Finger-im-Wasser"-Sensor, Raumüberwachung mit Kamera, Dimmer (110...240 V), sprechender Mikrocontroller etc. Außerdem wird der Einsatz von Relais und der Umgang mit Netzspannung diskutiert. I²C, SPI, RS232, USB, PWM, Winkelgeber, Interrupts, Infrarot, A/D- und D/A-Konversion, Siebensegment-Displays und der CAN-Bus werden ebenfalls behandelt.

Man kann dieses Buch sehr gut als Inspiration für eigene Projekte einsetzen. Die ausführlichen Erklärungen, Schaltbilder und Bilder machen den Aufbau von Mikrocontroller-Elektronik einfach und sorgen eher für Lust anstelle von Frust. Bei jedem Projekt wird auf die zugehörige Theorie eingegangen und erklärt. Man kann das Buch zum Lernen oder als Hilfe zum Aufbau komplexer Projekte nutzen. Alle Projekte können auf einem Steckbrett realisiert werden, so dass Änderungen und eigene Experimente kein Problem darstellen.



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

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

Basista

Leiterplatten GmbH The PCB Company

Heute schon nach
Sonderangeboten
geschaut?



Leiterplatten
der Sparklasse
Individuell
auf Ihren Bedarf
zugeschnitten!



Basista.de

Wir sind unschlagbar...
im Halten unserer Versprechen!

Der Preisbrecher für Leiterplatten
Gleicher Preis = mehr Ware

50% Versandkosten sparen mit dem Weekend-Bonus "happy hour"

Das Elektor-DSP-Radio (2)

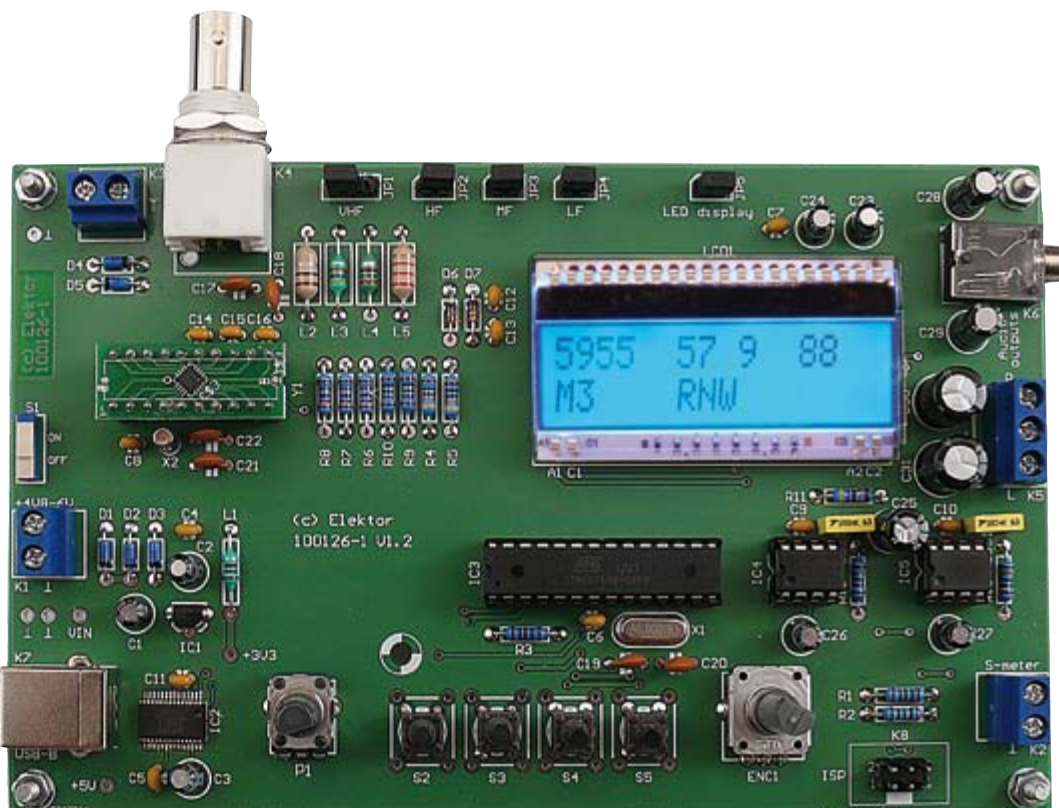
Antennen und PC-Software

Von Burkhard Kainka (D)

Das Elektor-DSP-Radio unterscheidet sich von anderen Weltempfängern vor allem dadurch, dass der Nutzer Eigenschaften seines Empfängers selbst gestalten kann. Zum einen durch die Eingangsbeschaltung und verschiedene Antennenkonfigurationen, zum anderen durch die

Software.

Der Empfänger kann dadurch sowohl als PC-Radio als auch als tragbarer Weltempfänger mit vordefinierten Eigenschaften eingesetzt werden.



Die hier gezeigten Schaltbilder zeigen die Eingangskreise der im letzten Heft veröffentlichten Empfängerschaltung. Die für die jeweilige Antennenkonfiguration zu setzenden Jumper sind in rot eingezeichnet und die anzuschließenden Antennen und Antennenspulen in grün.

Bild 1 zeigt die Standardbeschaltung der Eingangskreise. Alle Jumper befinden sich in ihrer Default-Position. Die Schaltdioden D6 und D7 sind hier symbolisch durch die Schalter KW und MW dargestellt. Man erkennt, dass jeweils ein Teil der Kreisinduktivitäten kurzgeschlossen wird. Am Antenneneingang liegt eine gemeinsame Antenne für alle Frequenzbereiche. Geeignet ist eine Stabantenne von zum Beispiel 50 cm Länge. Man kann aber auch eine Außenantenne verwenden. Der Autor hat zum Beispiel eine 10 m lange Drahtantenne über ein 30 m langes Koaxkabel angeschlossen. Obwohl diese

Antenne für UKW nicht optimal ist, ergaben sich gute Empfangsverhältnisse für alle Frequenzbereiche von LW bis UKW.

Wer getrennte Antennen für UKW und die AM-Bereiche verwenden will, kann mit JP1 das untere Ende der UKW-Spule L2 an Masse legen. Der frei bleibende Anschluss von JP1 (der an L3 und C15 liegt) ist dann der neue LMK-Antenneneingang (**Bild 2**).

Als Zimmerantennen für Lang- und Mittelwelle sind Ferritantennen oft besser geeignet als Drahtantennen, da weil sie weniger empfindlich auf die elektrischen Störfelder im Haus reagieren. **Bild 3** und **Bild 4** zeigen zwei verschiedene Möglichkeiten. Im ersten Fall sind die Spulen auf dem Ferritstab Teil des jeweiligen Empfangskreises, im zweiten Fall ersetzen sie die Festinduktivitäten auf der Empfängerplatine, die durch die nicht

gesetzten Jumper (JP2, JP3 und JP4) funktionslos sind. Die angegebenen Windungszahlen sind Richtwerte für einen 10 mm dicken Ferritstab (Länge im Bereich 9 bis 15 cm). Dank der automatischen Abstimmung des Empfängers kommt es hier nicht auf den genauen Induktivitätswert an. Beide Schaltungsvarianten verwenden auch eine Kurzwellenspule auf dem Ferritstab. Versuche haben gezeigt, dass ein Ferritstab bis 10 MHz recht gute Signalspannungen und Störabstände liefert. Ein Versuch lohnt sich also auch auf Kurzwelle.

Eine weitere interessante Variante ist die abgestimmte Schleifenantenne in **Bild 5**. Statt JP2 wird eine Drahtschleife mit einer Drahtlänge von insgesamt 4 m angeschlossen. Die Schleife kann auch kleiner sein, Länge oder Form können etwas variieren. Weil die Schleife automatisch abgestimmt

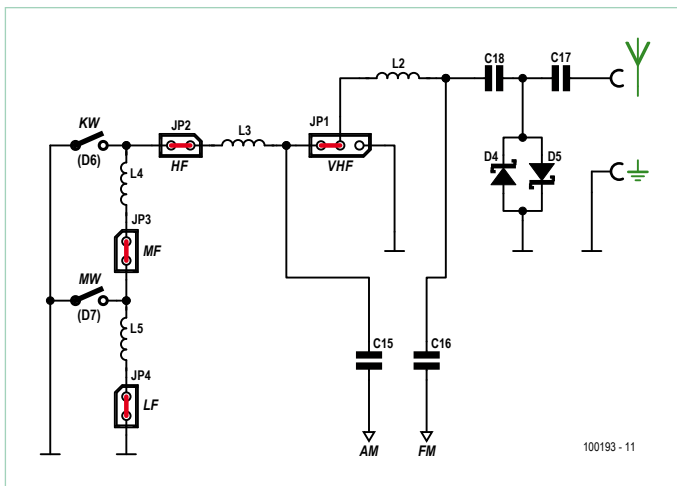


Bild 1. Standard-Konfiguration der Eingangskreise.

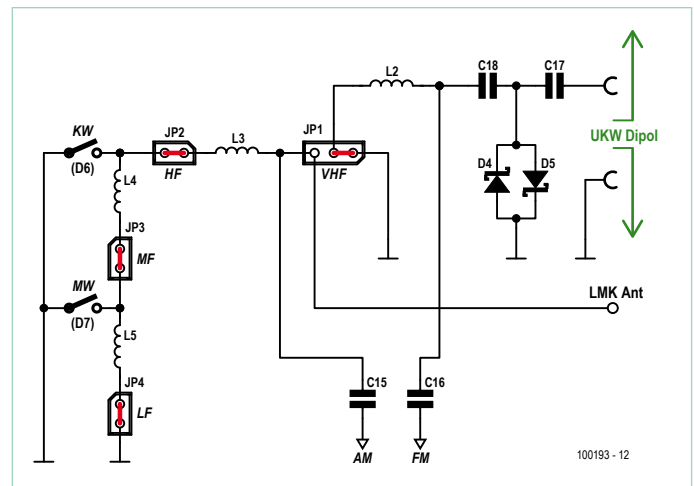


Bild 2. Getrennter Anschluss von FM- und AM-Antenne.

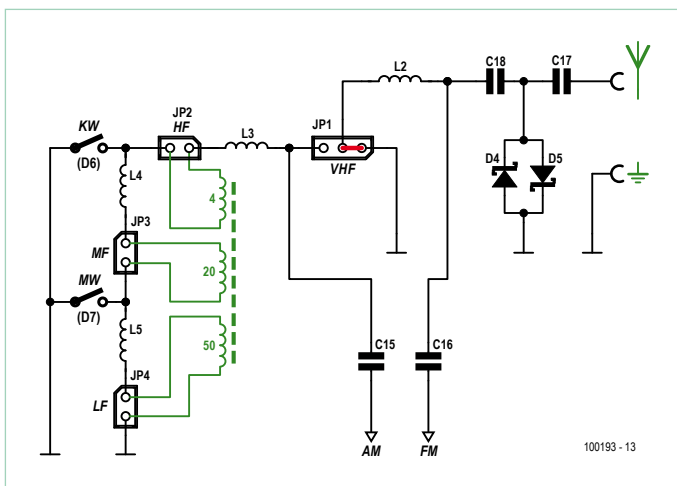


Bild 3. Anschluss einer Ferritantenne für AM bis etwa 10 MHz.

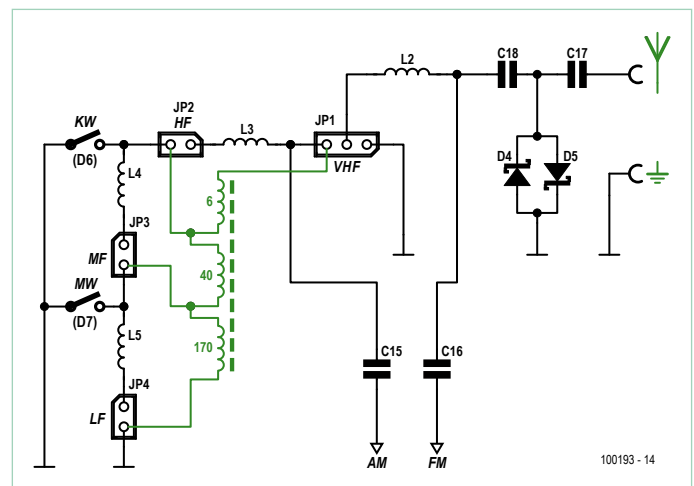


Bild 4. In dieser Variante sind nur die Spulen der Ferritantenne für AM wirksam.

wird, erhält man sehr hohe Signalspannungen, die fast an die Ergebnisse einer Langdrahtantenne heranreichen. Auf dem Display sieht man die abgestimmte Schwingkreis Kapazität. Solange sie im Bereich von etwa 10 pF bis 500 pF liegt, ist die Antenne optimal abgestimmt. Interessant ist, dass die gleiche Antenne auch für MW und LW gut funktioniert. Sie ist jeweils Teil der gesamten Kreisinduktivität.

Bild 6 zeigt schließlich eine Lösung für Kurzwellen-DX-Empfang. JP 2 bis JP4 sind nicht gesetzt, dafür liegt am AM-Eingang ein kleiner Übertrager. Die angegebenen Windungszahlen werden auf einen 5-mm-Spulenkörper mit Schraubkern (geeignet bis 15 MHz) gewickelt. Der gleiche Spulenkörper wurde auch schon für den „Automatischen Preselektor“ (Elektor 12/2009, S. 14) verwendet und ist auch bei Conrad (Best.-Nr.

516651) und ModulBus (HF-Spulen-Bausatz T1.4 [1]) erhältlich.

Diese Eingangsspule ersetzt die Kreisinduktivität auf der Empfängerplatine. Nun hat man die Möglichkeit, mit der Windungszahl auf der Antennenseite die Antennenanpassung zu optimieren. Eine kleine Koppelwicklung mit nur einer Windung (wie angegeben) passt zum Beispiel zu einem 50-Ω-Antennen Eingang.

PC-Steuerung

Das Elektor-DSP-Radio ist nicht nur ein autonomer und tragbarer Empfänger, sondern zugleich auch ein vollwertiges PC-Radio. Über ein USB-Kabel lässt sich der Empfänger steuern. Dafür wurde das Programm ElektorDSP1 in Visual Basic entwickelt, das inklusive Sourcecode auf der Elektor-Webseite [2] zu diesem Artikel zum kostenlosen Download bereitsteht. Nach dem Start

des Programms muss man zuerst feststellen, welche COM verwendet wird. COM1 ist voreingestellt. Wenn Sie zum Beispiel COM4 verwenden, editieren Sie das COM-Textfenster in der Bedienkonsole (**Bild 7**) entsprechend und klicken Sie auf „Open“. Beim Beenden des Programms wird diese Einstellung in der Datei COM.ini gespeichert. Beim nächsten Start wird diese Einstellung übernommen. Alle Frequenzen und Stationsnamen werden übrigens in DSPfreq.ini gespeichert und werden ebenfalls beim nächsten Start wieder übernommen.

Das Programm erlaubt die Wahl der Empfangsfrequenz mit jeweils 20 Speicherplätzen für AM und FM. Die jeweiligen Frequenzen können individuell editiert werden. Im FM-Bereich kann ein Stationsname eingegeben werden, der zur Übersicht auf dem Bildschirm dient. Auf dem LC-Display des

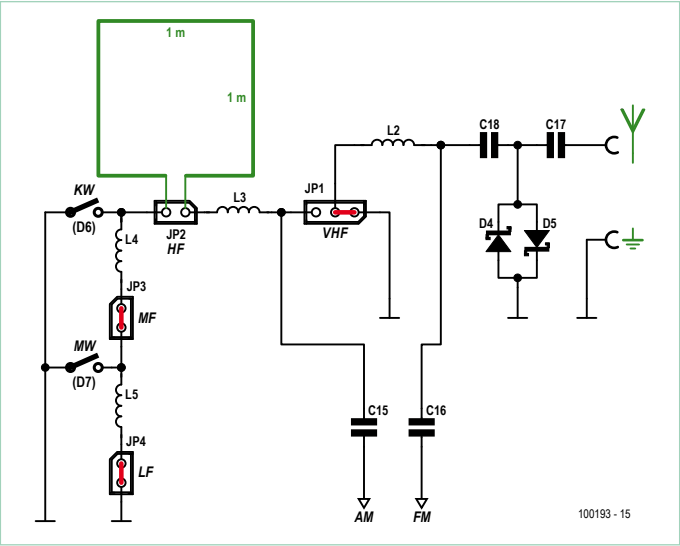


Bild 5. Anschluss einer Schleifenantenne für und AM.

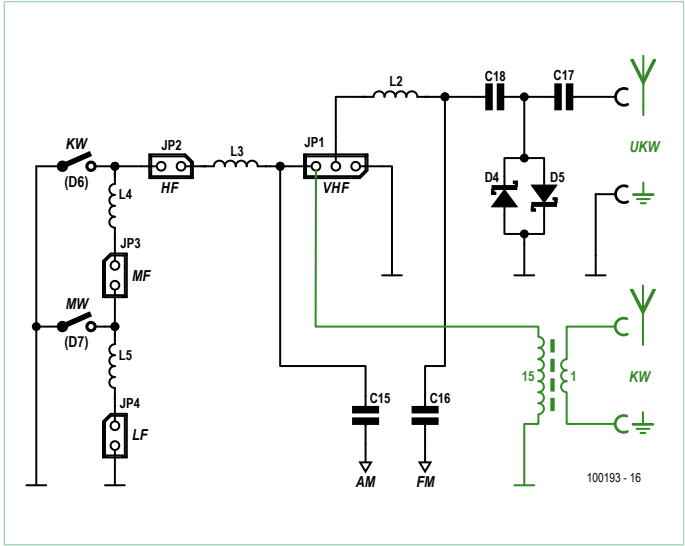


Bild 6. Antennenankopplung mit einer Eingangsspule für den DX-Empfang.

Empfängers erscheint dagegen der über RDS übertragene Name. Die AM-Stationennamen werden zusammen mit den Frequenzen in den Empfänger übertragen. Das Radio verfügt dann über eine Textanzeige für die gespeicherten Stationen, wenn man die entsprechenden Speicherplätze abrufen (Tastendruck > 0,5 s auf S5). So macht der AM-Empfang noch mehr Freude.

Man kann selbst bestimmen, ob die veränderten Einstellungen beim nächsten Start noch aktiv sein sollen. Dazu drückt man länger als zwei Sekunden auf S5. Alle Einstellungen - auch Änderungen an den im Folgenden beschriebenen Properties - werden dann ins EEPROM übernommen. Wenn Sie alle Einstellungen löschen wollen, müssen Sie beim nächsten Einschalten des Emp-

fängers die Taste S5 gedrückt halten. Der Empfänger arbeitet dann wieder mit seinen Default-Einstellungen.

Das DSP-Radio besitzt mit seinem SI4735 zahlreiche veränderliche Eigenschaften (Properties), die den Empfang beeinflussen. Beim Einschalten sind alle Properties mit sinnvollen Voreinstellungen belegt. Man kann aber auch eigene Vorstellungen davon haben und andere Eigenschaften wählen, was in bestimmten Empfangssituationen sinnvoll sein kann. Bei der Entwicklung des Betriebssystems wurde dies bereits berücksichtigt. Jeweils acht wichtige Properties für FM und für AM sind via PC einstellbar. Wenn man möchte, kann man seinem Empfänger völlig andere Eigenschaften verpassen und diese auch für den autonomen Betrieb beibehalten.

Tabelle 1. FM-Properties		
Property	Wertebereich	Wirkung
Deemphasis	0..2	Höhenabsenkung
Stereo	0...80 dB	Oberhalb dieser Signalstärke Stereo
Mono	0...80 dB	Unterhalb dieser Signalstärke Mono
Mute Rate	0..100 dB/s	Soft-Mute Änderungsgeschwindigkeit
Mute Max	0...32 dB	Soft-Mute, maximale Absenkung
Mute SNR	0...25 dB	Soft-Mute SNR-Schwelle
Seek SNR	0...20 dB	Suchlauf, Schwelle SNR
Seek RSSI	0...60 dBuV	Suchlauf, Schwelle Signalstärke

Tabelle 2. AM-Properties		
Property	Wertebereich	Wirkung
Deemphasis	0..1	Höhenabsenkung
Filter	1...6 kHz	Filterbandbreite
Mute Rate	0..100 dB/s	Soft-Mute Änderungsgeschwindigkeit
Mute Slope	0..100 dB/s	Soft-Mute Steilheit
Mute Max	0...32 dB	Soft-Mute, maximale Absenkung
Mute SNR	0...25 dB	Soft-Mute SNR-Schwelle
Seek SNR	0...20 dB	Suchlauf, Schwelle SNR
Seek RSSI	0...60 dBuV	Suchlauf, Schwelle Signalstärke

FM-Properties

UKW-Sender übertragen als Maßnahme gegen das Rauschen mit einer gewissen Höhenanhebung (Emphasis), die im Empfänger durch eine Absenkung (Deemphasis) wieder korrigiert wird. Diese Deemphasis ist beim SI4753 abschaltbar.

Viele UKW-Empfänger erzeugen im Stereo-Modus bei geringer Signalstärke unschöne Störungen, einige schalten dann einfach auf Mono um. Beim DSP-Radio gibt es hingegen in Abhängigkeit von der Signalstärke eine fast unmerkliche automatische Überblendung zwischen Stereo und Mono. Die obere und untere Grenze des Überblendbereichs kann man einstellen.

Statt einer hart einsetzenden Rauschunterdrückung besitzt der DSP-Chip eine Soft-Mute genannte Funktion, die die Lautstärke schwacher Signale und damit auch das Rauschen automatisch absenkt. Einstellbar sind dabei die Änderungsgeschwindigkeit (Mute rate), die maximale Absenkung (Mute Max) und die SNR-Grenze, ab der die Absenkung einsetzt. Es lohnt sich vor allem beim Empfang schwacher Stationen, mit diesen Einstellungen zu experimentieren.

Die Einstellungen Seek SNR und Seek RSSI bestimmen das Verhalten des automatischen Suchlaufs. Gefunden werden Stationen, die mindestens die eingestellte Signalstärke (RSSI) und den gewünschten Störabstand (SNR) erreichen. Eine Übersicht über die FM-Properties ist in Tabelle 1 zu finden.

AM-Properties

Die Properties beim AM-Empfang (Tabelle 2) sind ähnlich wie bei FM. Allerdings kann man hier auch die Bandbreite des Empfängers in weiten Grenzen verändern. Der

zugehörige Parameter kann die Werte 0 (6 kHz), 1 (4 kHz), 2 (3 kHz), 3 (2 kHz) und 4 (1 kHz) annehmen. Der Wert 3 und damit eine Bandbreite von 2 kHz ist voreingestellt (default), was hier aber ± 2 kHz bedeutet. Diese Einstellung entspricht daher einem üblichen ZF-Bandfilter mit 4 kHz Bandbreite. Bei starken Stationen kann eine größere Bandbreite zu einer Klangverbesserung führen, während beim DX-Empfang eine kleinere Bandbreite günstiger ist, um den Störabstand zu verbessern. Ähnlich wirkt auch die Deemphasis-Einstellung, die man wie einen Höheneinsteller verwenden kann.

Gleich vier Eigenschaften im AM-Modus beziehen sich auf den Soft-Mute. Die hochwirksame ALC des Chips sorgt bei

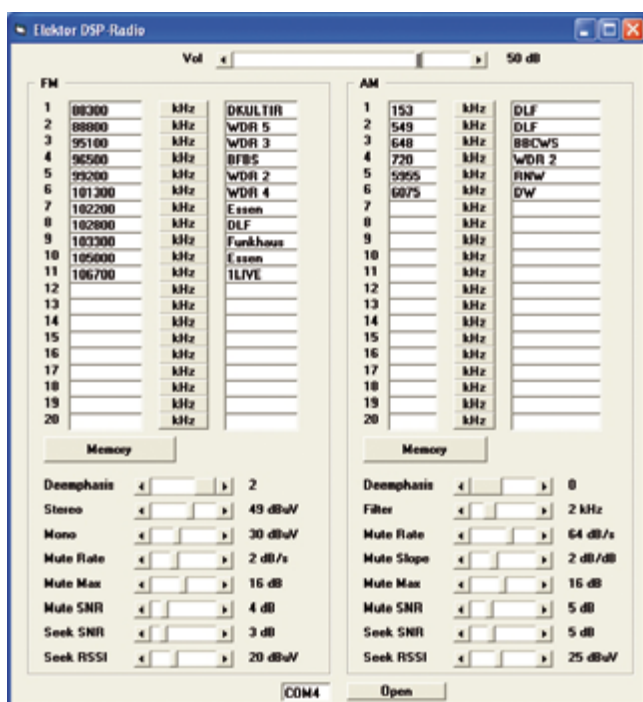


Bild 7. Benutzeroberfläche des Programms ElektorDSP1.

Listing 1

Hardwarenahe Subs

```
Declare Sub Get_int_status()
Declare Sub Rx_volume()
Declare Sub Power_down()
Declare Sub Init_am()
Declare Sub Init_fm()
Declare Sub Am_tune_freq()
Declare Sub Fm_tune_freq()
Declare Sub Fm_seek_freq_up()
Declare Sub Fm_seek_freq_down()
Declare Sub Am_seek_freq_up()
Declare Sub Am_seek_freq_down()
Declare Sub Fm_tune_status()
Declare Sub Fm_rsq_status()
Declare Sub Am_tune_status()
Declare Sub Am_tune_status_stop()
Declare Sub Am_rsq_status()
Declare Sub Fm_start()
Declare Sub Am_start()
Declare Sub Am_seek_step_9khz()
Declare Sub Am_seek_step_5khz()
Declare Sub Am_seek_step_1khz()
Declare Sub Init_rds()
Declare Sub Fm_rds_status()
Declare Sub Rds()
```

Listing 2

AM-Abstimmung und Bandumschaltung

```
Sub Am_tune_freq()
  If Fam > 500 Then
    If Fam > 2000 Then
      Portb.0 = 1      'SW
      Portc.3 = 0
    Else
      Portb.0 = 0      'MW
      Portc.3 = 1
    End If
  Else
    Portb.0 = 0      'LW
    Portc.3 = 0
  End If
  I2cstart
  I2cwbyte 34
  I2cwbyte &H40
  I2cwbyte &H00
  H = High(fam)
  L = Low(fam)
  I2cwbyte H
  I2cwbyte L
  I2cwbyte &H00
  I2cstop
End Sub
```


Listing 3

Start der seriellen Kommunikation

```
$baud = 38400
,***** RS232 control *****
  D = Inkey(#1)
  If D = 102 Then F_control      ,f, Freq
  If D = 109 Then Mam_control   ,m, Memory AM
  If D = 110 Then Mfm_control   ,n, Memory FM
  If D = 112 Then Properties    ,p, Property
  If D = 105 Then Pc_control_i2c ,i, I2C command
  If D = 106 Then Rdsout = 1    ,j: RDS output
  If D = 107 Then Rdsout = 0    ,k: RDS output off
  If D = 114 Then Print Rssi    ,r: RSSI
  If D = 115 Then Print Snr     ,s: SNR
```

einem Pegelabfall für mehr Verstärkung und damit für ein Ansteigen des Rauschens. Bei Unterschreiten eines voreingestellten Eingangspegels wird aber die Lautstärke in einem wählbaren Verhältnis mit heruntergeregelt. Man kann den Eingangsspannungs-Grenzwert, die Steilheit, die Geschwindigkeit und die maxi-

male Abschwächung des Soft-Mute einstellen. Die voreingestellten Werte sind für den Empfang starker Rundfunkstationen optimiert. Die Lautstärke wird um maximal 16 dB abgesenkt, wenn der Eingangspegel deutlich unter 10 dBµV absinkt. DX-Freunde empfinden dieses Verhalten des Empfängers oft als ungünstig, weil sich

bei schwachen Stationen laufend die Lautstärke ändert. Die Soft-Mute-Eigenschaften bestimmen das Verhalten des Empfängers erheblich. Man kann selbst entscheiden, ob man primär am störungsfreien Empfang starker Sender oder an schwachen DX-Stationen interessiert ist. Für den DX-Empfang sollte die Soft-Mute-Funktion ganz ausgeschaltet werden. Dazu stellt man einfach „Mute Max“ auf Null.

Selbst programmieren

Der Quellcode der mit Bascom entwickelten Firmware des Elektor-DSP-Radios ist offengelegt und zusammen mit dem Hexfile unter [3] kostenlos herunterzuladen. Auf der DSP-Radio-Platine befindet sich ein ISP-Anschluss zur Programmierung des ATmega168. Damit kann man die Bedienung des Empfängers durch Änderung der Firmware nach Herzenslust modifizieren. Weil das nicht jedermanns Sache ist, ermöglicht bereits die zuvor beschriebene PC-Steuerung mit der ElektorDSP1-Software eine Individualisierung des Empfängers ganz ohne Programmierkenntnisse. Darüber hinaus gibt es die Möglichkeit, über die USB-Schnittstelle direkt auf die Firmware zuzugreifen und damit in das Empfängerverhalten einzugreifen. Dafür reicht in vielen Fällen ein einfaches Terminalprogramm. Es können aber auch eigene PC-Programme entwickelt werden, die dem Empfänger besondere Eigenschaften verleihen.

Mehr als 1000 Zeilen Programmtext machen es unmöglich, alles im Detail zu dokumentieren. Das Programm enthält jedoch eine lange Liste fertiger Unterprogramme, deren Namen selbsterklärend sind und sich an die Funktionsbezeichnungen aus dem Datenblatt des SI4735 halten (siehe Listing 1).

Die Sub Am_tune_freq (Listing 2) soll hier genauer betrachtet werden. Man sieht den typischen Aufbau jeder Kommandoübertragung an den SI4735 über den I2C-Bus mit der Busadresse 34. Das eigentliche Software-Kommando lautet in diesem Fall &H40. Darauf folgen vier Byte-Parameter, darunter die Frequenz in kHz als Highbyte und Lowbyte. Eine Besonderheit bei der AM-Abstimmung ist, dass zugleich auch der

Listing 5

Veränderbare Eigenschaften

```
Sub Properties
  Print „Property“
  Input D
  If D = 1 Then Prop = &H1100 ,FM_DEEMPHASIS
  If D = 2 Then Prop = &H1105 ,FM_BLEND_STEREO_THRESHOLD
  If D = 3 Then Prop = &H1106 ,FM_BLEND_MONO_THRESHOLD
  If D = 4 Then Prop = &H1300 ,FM_SOFT_MUTE_RATE
  If D = 5 Then Prop = &H1302 ,FM_SOFT_MUTE_MAX_ATTENUATION
  If D = 6 Then Prop = &H1303 ,FM_SOFT_MUTE_SNR_THRESHOLD
  If D = 7 Then Prop = &H1403 ,FM_SEEK_TUNE_SNR_THRESHOLD
  If D = 8 Then Prop = &H1404 ,FM_SEEK_TUNE_RSSI_THRESHOLD
  If D = 9 Then Prop = &H3100 ,AM_DEEMPHASIS
  If D = 10 Then Prop = &H3102 ,AM_CHANNEL_FILTER
  If D = 11 Then Prop = &H3300 ,AM_SOFT_MUTE_RATE
  If D = 12 Then Prop = &H3301 ,AM_SOFT_MUTE_SLOPE
  If D = 13 Then Prop = &H3302 ,AM_SOFT_MUTE_MAX_ATTENUATION
  If D = 14 Then Prop = &H3303 ,AM_SOFT_MUTE_SNR_THRESHOLD
  If D = 15 Then Prop = &H3403 ,AM_SEEK_SNR_THRESHOLD
  If N = 16 Then Prop = &H3404 ,AM_SEEK_RSSI_THRESHOLD
  If N = 0 Then Prop = &H4000 ,Volume
  Input Dat
  Property
End Sub
```

Bandumschalter mit seinen beiden Schaltdioden an den Ports B.0 und C.3 bedient wird.

Interessant für die Einstellung der Empfänger-Eigenschaften und die Entwicklung eigener PC-Steuersoftware ist die Verwendung der seriellen Schnittstelle, die hier mit 38,4 kBaud über den virtuellen COM-Port arbeitet (**Listing 3**). Jeder Zugriff wird über ein einzelnes Steuerzeichen eingeleitet. Sendet man ein kleines „f“, dann wird die Sub F_control aufgerufen, um eine neue Frequenz einzustellen. Die Kommandos „m“ und „n“ dienen zum Programmieren der Speicherplätze. Mit einem „p“ erreicht man verschiedene „Properties“ des DSP-Chips und mit dem Kommando „i“ die Sub Pc_control_i2c zur direkten Lowlevel-Ansteuerung des SI4735. Auch Abfragen sind möglich. So kann man zum Beispiel die aktuelle Signalstärke oder den Störabstand abfragen und auch die Übertragung aller RDS-Daten anfordern.

Listing 4 zeigt die Übertragung einer Frequenz. Eine AM-Frequenz stellt man z.B. mit f5955 <Enter> ein, wozu ein einfaches Terminalprogramm verwendet werden kann. In diesem Fall wird die Kurzwellenfrequenz 5955 kHz gewählt. Eine UKW-Frequenz überträgt man ebenfalls in kHz, also z.B. f102800 <Enter> für 102,8 MHz. Die Firmware initialisiert bei einem Wechsel den AM- oder den FM-Modus. Jedes Frequenz-Kommando führt sofort wieder in den normalen Bedienungsmodus zurück, man kann also PC-Kommandos und Handbedienung abwechselnd durchführen. Ein Beispiel für die Ansteuerung mit Visual Basic zeigt der Quelltext zum Programm ElektorDSP1.

Was man mit den „Properties“ anfangen kann, zeigt **Listing 5**. Insgesamt sechzehn Empfänger-Eigenschaften werden durch Parameter von außen beeinflussbar. Wenn Sie z.B. etwas mehr Bandbreite versuchen wollen, senden Sie mit einem Terminal: p10 <Enter> 2 <Enter>. Mit der Eigenschaft Nr. 13 (AM_SOFT_MUTE_MAX_ATTENUATION) kann man das Soft-Mute abschalten. Senden Sie dazu: p13 <Enter> 0 <Enter>. Auch die Lautstärke kann per Software verstellt werden und ist hier der Eigenschaft 0 zugeordnet. Volle Lautstärke erhält man mit p0 <Enter> 63 <Enter>.

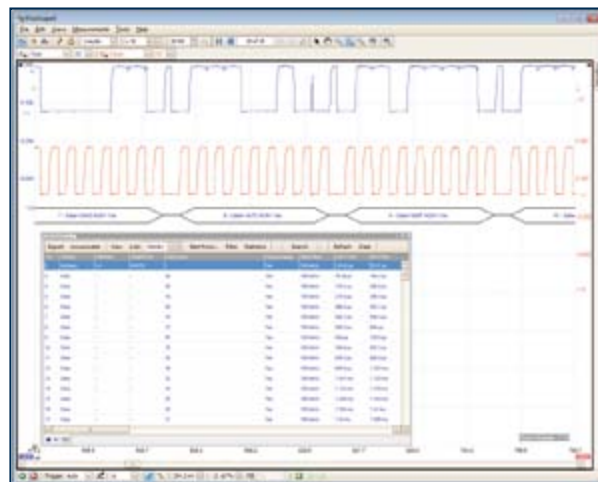
Wenn man beliebige Eigenschaften des SI4735 nutzen will, hilft die Lowlevel-Kommunikation nach **Listing 6** weiter. Die Übertragung wird mit einem kleinen „i“ eingeleitet. Für einen I2C-Datentransfer folgt das Unterkommando „C“ Danach geht es im binären Modus weiter, d.h. es werden Einzelbytes gesendet und empfangen. Zuerst sendet man die Anzahl der zu schreiben und der zu lesenden Bytes. Dann folgen die angekündigten Bytes in Schreibrichtung. Der Controller sendet die Startbedingung, die Geräteadresse und die empfangenden Sendebytes. Danach wird der Empfängerchip in Leserichtung neu adressiert, um die gewünschte Anzahl von Bytes auszulesen und an den PC zurückzusenden.

Ein i-Kommando führt nicht automatisch in die Handbedienung zurück, das Radio bleibt also unter der PC-Kontrolle. Damit trotzdem auch das LCD verwendet werden kann, wurden zwei zusätzliche Kommandos „A“ und „B“ hinzugefügt. Mit diesen können



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/scope2016

Listing 4

Serielle Übertragung
einer Frequenz

```

Sub F_control()
  Print „Tune“
  Input Fin
  If Am = 1 Then
    If Fin >= 60000 Then
      Power_down
      Waitms 10
      Am = 0
      Fm_start
      Waitms 100
    End If
  End If

  If Am = 0 Then
    If Fin < 60000 Then
      Power_down
      Waitms 10
      Am = 1
      Am_start
      Waitms 100
    End If
  End If

  If Am = 1 Then
    Fam = Fin
    Am_tune_freq
    Waitms 250
    Am_tune_status
  End If

  If Am = 0 Then
    Fin = Fin / 10
    Ffm = Fin
    Fm_tune_freq
    Waitms 250
    Fm_tune_status
  End If
End Sub

```

Listing 6

Lowlevel-Zugriffe

```

,*** PC I2C commands ****
Sub Pc_control_i2c
  Print #1 , „I2C“
  Do
    Get #1 , Command ,I2C write and read to SI4735
    If Command = 67 Then ,“C”
      Get #1 , Bytesout
      Get #1 , Bytesin
      For N = 1 To Bytesout
        Get #1 , Di2c(n)
      Next N
      I2cstart
      I2cwbyte 34
      For N = 1 To Bytesout
        I2cwbyte Di2c(n)
      Next N
      I2cstop
      If Bytesin > 0 Then
        I2cstart
        I2cwbyte 35
        While Bytesin > 1
          Bytesin = Bytesin - 1
          I2crbyte D , Ack
          Put #1 , D
        Wend
        I2crbyte D , Nack
        Put #1 , D
        I2cstop
      End If
    End If
    If Command = 65 Then ,LCD Line 1
      Input #1 , Text1
      Locate 1 , 1
      Lcd Text1
    End If
    If Command = 66 Then ,LCD Line 2
      Input #1 , Text1
      Locate 2 , 1
      Lcd Text1
    End If
  Loop
End Sub

```

beide Zeilen des LCDs getrennt vom PC aus beschrieben werden.

Man sieht: Das Elektor-DSP-Radio bietet zahlreiche Eigenschaften, die übliche Weltempfänger nicht bieten. In dieser Form einzigartig sind die zahlreichen Möglichkeiten zur „Selbstverwirklichung“ von Eigenschaften, die es dann so nur in Ihrem persönlichen DSP-Radio gibt. Und wenn viele Anwender selbst entwickeln und sich darü-

ber im Elektor-Forum austauschen, könnte dieser Empfänger zu Eigenschaften und Anwendungen kommen, an die bei der Entwicklung des Geräts noch niemand gedacht hat. Wir sind schon gespannt auf Ihre Ideen!

(100193)

Links:

- [1] www.ak-modul-bus.de
(HF-Spulen-Bausatz T1.4)
- [2] www.elektor.de/100193
(Webseite zu diesem Artikel)
- [3] www.elektor.de/100126
(Webseite zum DSP-Empfänger)
- [4] www.elektronik-labor.de
(Webseite des Autors)

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



Wählen Sie unter

www.cc-access.com/subs

Ihr gewünschtes
Abonnement aus!

12 Original-Ausgaben jährlich für nur

Print: 63 US-Dollar

Digital: 38 US-Dollar

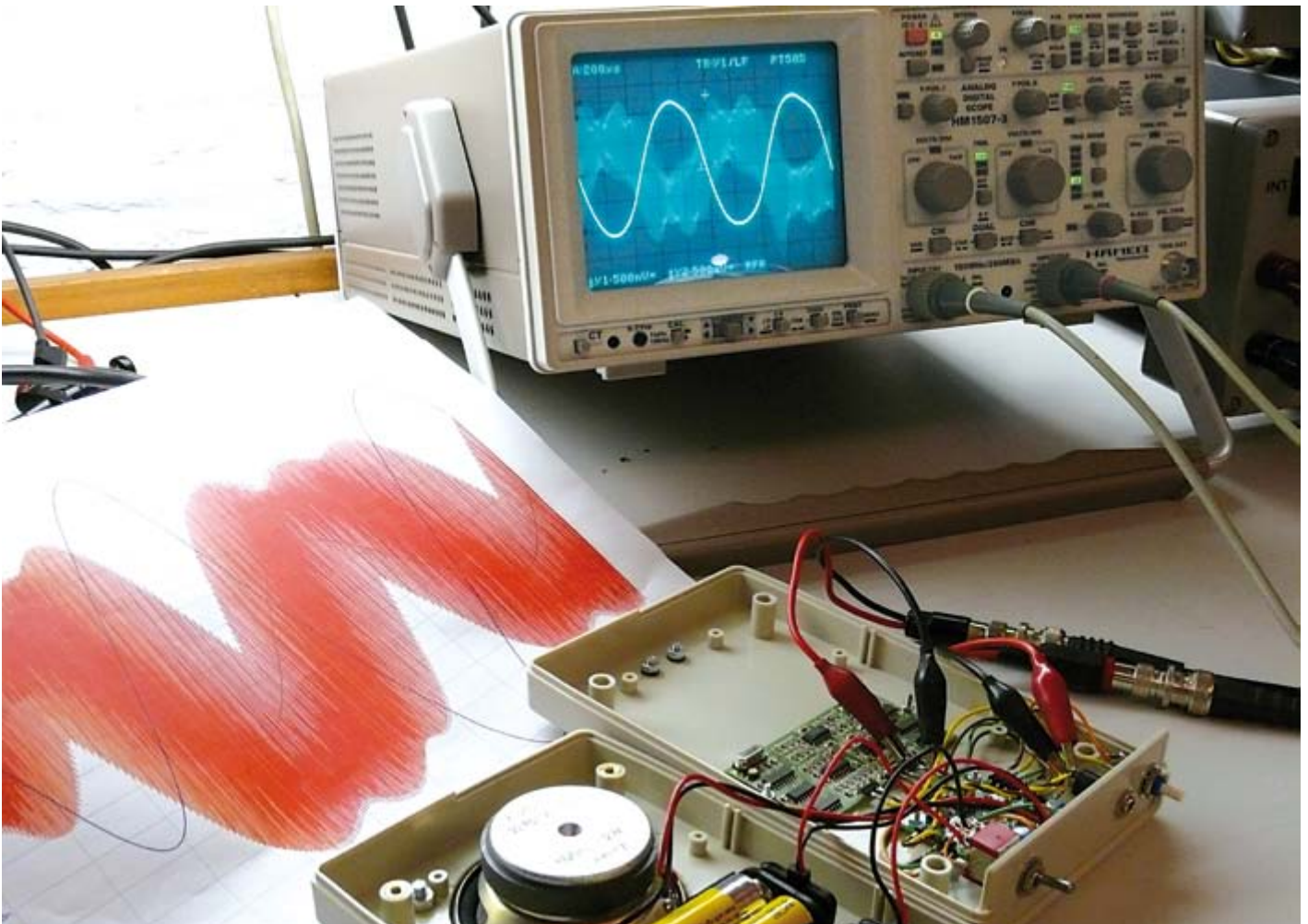
Print + Digital: 90 US-Dollar

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

„Messen“ und Vorhersagen

Von Thijs Beckers (Redaktion NL)

Als Elektroniker wissen Sie, dass die Schaltungsentwicklung eine verzwickte Sache sein kann. Früher jedenfalls. Heute aber werden Schaltungsfehler schon vor dem Aufbau durch Software gefunden. Oder etwa nicht? In diesem Beitrag vergleichen wir leibhaftige Elektronik mit ihrer Software-Simulation ...



Im 21. Jahrhundert ist der PC bei der Elektronikentwicklung nicht mehr weg zu denken. Das fängt schon beim papierfreien Zeichnen des Schaltplans an. Der auf der Festplatte lagernde Schaltplan wartet dann nur noch darauf, als Basis für die Simulation der Schaltung und anschließend zur Erstellung eines Platinen-Layouts zu dienen. Der moderne Entwickler muss folglich der Simu-

lation sehr viel Vertrauen schenken. Dennoch wird in den meisten Fällen noch ein Prototyp gebaut, denn die korrekte Funktion soll sich erst noch „in echt“ beweisen. Trotzdem oder gerade deshalb ist die Frage von großer Bedeutung, wie gut die Simulation eigentlich ist. Diese Frage versuchen wir hier am Beispiel von Proteus (Labcenter Electronics [1]) zu beantworten. Proteus ist

eine komplette CAD-Lösung, die vom Zeichnen des Schaltplans über die Simulation bis zum Platinen-Layout alle notwendigen Entwicklungsprozesse umfasst.

Als CUT (Circuit Under Test) dient das portable Sprachverstärkungssystem mit Frequenz-Shifter aus Elektor Februar 2010 [2]. Hier hat man es sowohl mit analogen

Was taugen Simulatoren?

als auch mit digitalen Schaltungsteilen zu tun und darum ist diese Schaltung nicht die bequemste Aufgabe für eine Simulation. Erschwerend kommen hohe Schaltfrequenzen und gemeine Dinge wie Phasenverschiebungen hinzu. Als erster Schritt wurden interessante Messpunkte von A bis F festgelegt, an denen die Signale untersucht werden sollen. Das wichtigste Signal ist sicher das an Punkt F, denn hier handelt es sich schließlich um das Ausgangssignal. Doch ein richtiger Elektroniker will auch wissen, was sich an verschiedenen Stellen innerhalb der Schaltung tut.

CAD

Die Software Proteus 7 Professional besteht aus zwei Programmen: ISIS und ARES. Mit ISIS kann man Schaltpläne zeichnen und das Gezeichnete simulieren. ARES übernimmt die Daten und dient zum Layouten der Platine, ist also für Simulationen irrelevant. Der Proteus-Simulator hat seine Stärken bei der Simulation von „embedded systems“. Er kann folglich sogar den Code von Mikrocontrollern in einer Mixed-Mode-SPICE-Umgebung simulieren. In Proteus-Terminologie nennt sich das VSM (Virtual System Modeling). Kombinationen mit gewöhnlichen SPICE-Modellen sind möglich. Unser CUT verlangt Proteus sicherlich nicht alles ab, doch sind die vielfältigen Möglichkeiten in etlichen anderen Fällen hoch willkommen. Vor dem Simulieren muss man einen Schaltplan im ISIS-Format haben. Für unseren CUT hieß das leider, dass wir die Schaltung noch einmal neu zeichnen mussten. CAD-Software für Elektronik setzt nämlich nahezu generell auf proprietäre Formate, und Konverter scheinen unbekannt. So ist es leider Essig mit dem einfachen Einlesen oder Importieren der Daten eines anderen CAD-Programms.

Hat man die Mühe des (neuen) Zeichnens aber hinter sich, dann kann man nach Lust und Laune Testpunkte definieren und virtuelle Messinstrumente einsetzen. Theoretisch wäre es sogar möglich, auf jeden Punkt das geballte Arsenal an Messmöglichkeiten loszulassen. Letzteres wäre natürlich komplett übertrieben. Die erwähnten Messpunkte wurden mit Bedacht gewählt.

Simulation

Wenn die Messpunkte definiert sind, bleibt noch die Wahl der anzulegenden virtuellen Messinstrumente. In unserem Fall kommen drei Oszilloskope und ein FFT-Analyser zum Einsatz. Nachdem man angegeben hat, an welchem Punkt man die Signale abgreifen will, kann man die SPICE-Simulation starten, indem man den Mauszeiger über dem Messfenster platziert und die Taste für das Leerzeichen betätigt. Die Rechenleistung des PCs bedingt dann die Wartezeit, bis das simulierte Signal auf dem Bildschirm erscheint.

Tricks

Für die im CUT verwendeten Opamps haben wir auf „ideale“ Opamp-Modelle gesetzt, was die Anzahl der SPICE-Netzknoten von etwa 100 auf jeweils ein Dutzend reduziert. Die Simulationsgeschwindigkeit profitiert erheblich von dieser Vereinfachung, die in diesem Fall auch keine allzu große Abweichung von der Realität bedeutet.

Auch die Simulation des Quarz-Taktgenerators auf Bauteilniveau wurde deaktiviert. Das SPICE-Modell des ICs 4060 hat einen Parameter namens „clock“, womit man einfach einen virtuellen Takt anlegen kann, ohne dass der Takt am Takteingang berücksichtigt wird. Man hätte auch gleich den Binärzähler 4060 und die Flipflops des 74HC74 durch einen virtuellen Generator ersetzen können, der den notwendigen Schaltungstakt liefert, was aber größere Unterschiede zur echten Schaltung mit sich gebracht hätte.

Diese Art von sinnvollem Schummeln sorgt letztlich für gleichermaßen schnelle und gute Simulationen. Aus diesen Gründen ist es wichtig zu wissen, welche Features und Einstellungen zu ordentlichen Resultaten führen. Für weitere Tipps sind das Handbuch und natürlich neben dem technischen Support des Herstellers auch spezialisierte Internet-Foren eine gute Informationsquelle.

Resultate

Die Ergebnisse der Simulation sind in einer Art grafischer Tabelle detailliert wiederge-

geben. Wir waren von den bestechend realistischen Simulationsergebnissen angenehm überrascht. In der Realität gemessene und simulierte Kurven waren nahezu deckungsgleich.

Die Praxis weicht natürlich von den idealisierten simulierten Signalen minimal ab. Gründe hierfür liegen in den Toleranzen und teilweise dem nicht idealen Verhalten der Bauteile. Schließlich waren sogar zwischen den mehrfach aufgebauten Frequenz-Shiftern Unterschiede nicht nur zu messen, sondern sogar zu hören. Dies alles spricht dafür, dass die Simulation des CUT sehr realistisch gelungen ist.

Also Hut ab vor Proteus! Die Software hat unserer Ansicht nach voll überzeugt. Nicht nur das Ausgangssignal ist realistisch, auch die Signale der anderen Messpunkte weichen kaum von den realen Gegebenheiten ab. Es gibt einfach nichts zu kritisieren.

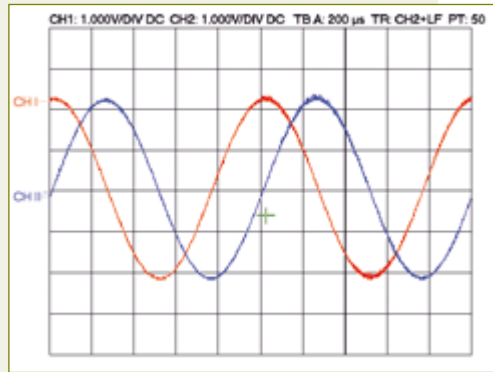
Selbermachen

Auf der Webseite zu diesem Artikel [3] findet sich die mit ISIS gezeichnete Schaltung samt virtueller Messinstrumente zum Download, damit Sie sich selbst von der Qualität der Simulation überzeugen können. Damit das auch auf ihrem PC funktioniert, steht auch ein Download der Demoversion von Proteus 7 zur Verfügung, mit der sich unsere Behauptungen überprüfen lassen. Sie können damit natürlich auch noch andere Simulationen durchführen. Die zentrale Beschränkung der Demoversion besteht darin, dass sie nicht sichern und drucken kann. Auch das Erstellen eigener Schaltungen mit Mikrocontrollern ist damit nicht möglich. Bestehende Entwürfe mit Controllern sind allerdings durchaus editierbar.

Probieren Sie einmal eine Simulation (20 ms oder mehr laufen lassen), bei der die Signale von Eingang und invertiertem Ausgang überlagert sind. Man sieht dann deutlich, dass sich die Frequenzen der beiden Signale unterscheiden und dass gelegentlich das eine das andere Signal „einholt“ (ein Doppelklick auf den Titel des Oszillogramms öffnet es in einem separaten Fenster).

Hardware vs. Software

Auf der linken Seite sieht man die Mess-Ergebnisse bei der aufgebauten Schaltung. Gegenüber auf der rechten Seite ist das Ergebnis der Simulation zu sehen. Interessant sind natürlich auch die Verhältnisse an den verschiedenen Messpunkten. So sollten beispielsweise die Signale der Punkte A und B um 90° gegeneinander phasenverschoben sein. An B und C sollte sich das modulierte und das gefilterte und

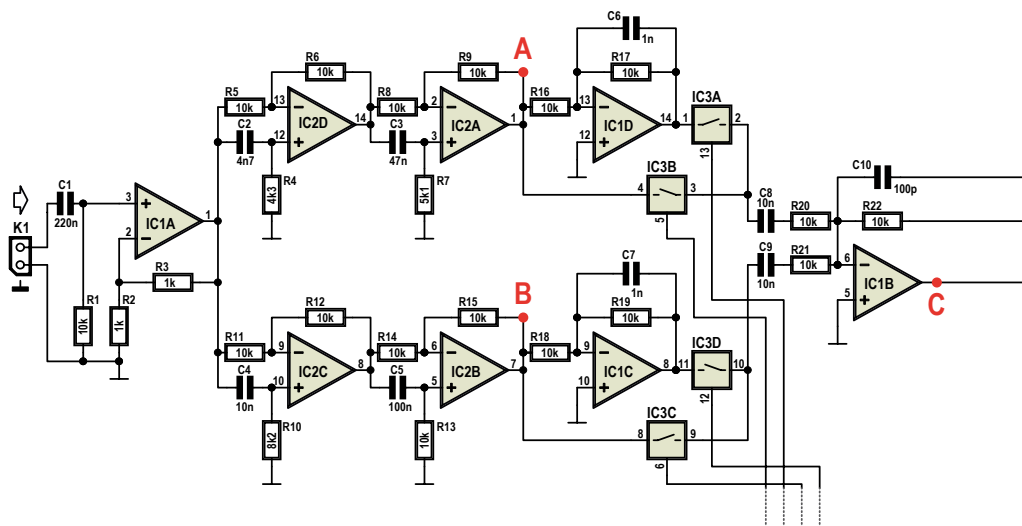
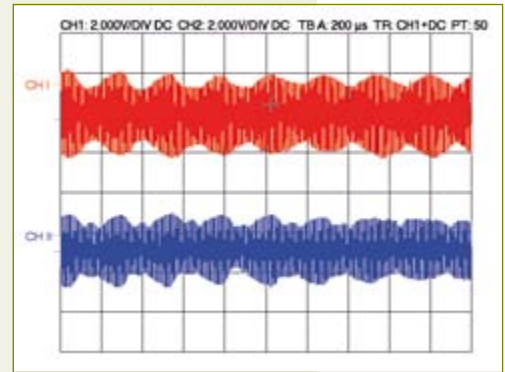


[1] Punkte A und B

Diese Signale entsprechen in ihrer Form dem Eingangssignal. Sie sind gegeneinander um 90° in der Phase verschoben. Für sinusförmige Signale gilt, dass beim maximalen Pegel des einen Signals das andere einen Nulldurchgang erfährt (und umgekehrt). Die nichtideale reale Messung weicht davon leicht ab.

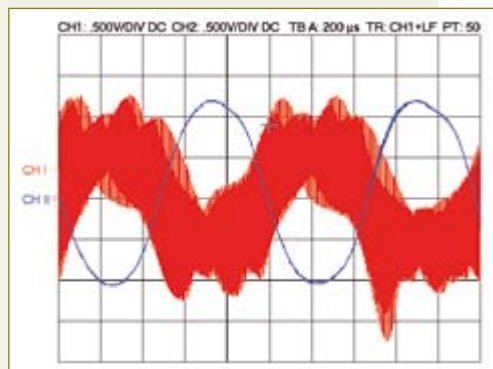
[2] Punkte C und D

An Punkt C sieht man das mit einem hochfrequenten Rechtecksignal modulierte Nutzsignal. Punkt D führt dann das gefilterte Signal von C. Aufgrund der geringen Differenz zwischen Grundton und der ersten sowie den folgenden Harmonischen fällt der Unterschied zwischen C und D nicht besonders auf.



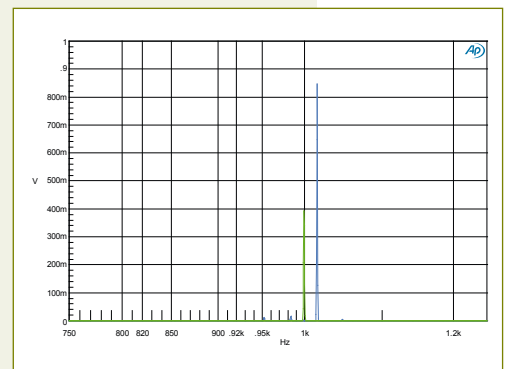
[3] Punkte E und F

An Punkt E findet sich sozusagen das rohe Ausgangssignal noch mit ordentlichen HF-Beimengungen. Nach Filterung steht an Punkt F das schön gesäuberte Ausgangssignal an, das leicht gegenüber dem Eingangssignal in der Frequenz verschoben ist.

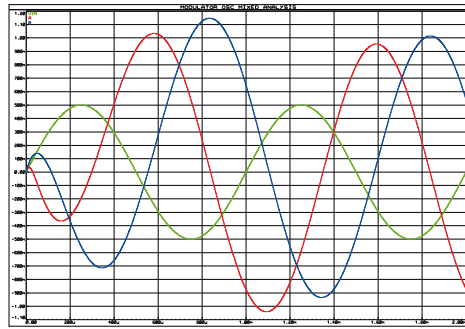


[4] Spektren

Bei einer FFT-Analyse der Eingangs- und Ausgangssignale ist die Frequenzverschiebung klar zu erkennen. Liegt das originale Signal bei 1 kHz, dann hat das Ausgangssignal 1,01 kHz. Die Signale am Ausgang sind also gegenüber dem Eingang um 10 Hz erhöht, was der eigentliche Mechanismus des Feedback-Killers ist.

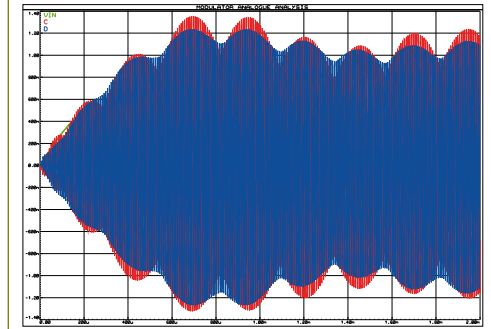


modulierte Signal zeigen. Punkt E führt das Ausgangssignal, überlagert von einem „unschönen“ HF-Signal. An Punkt F schließlich liegt wieder ein schönes Ausgangssignal, das gegenüber dem Eingang in der Frequenz um 10 Hz verschoben ist.



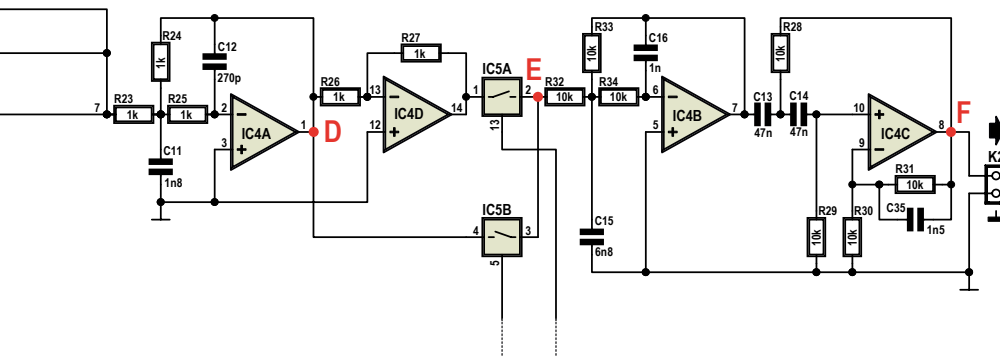
[5] Punkte A und B

Auch in der Simulation ist die Phasenverschiebung nicht exakt 90°. Die Phasenschieber sind insofern suboptimal, als dass die Bandbreite der Schaltung für perfekte Funktion begrenzt ist.



[6] Punkte C und D

Trotz der komplexen Signalform mit HF-Anteilen lässt sich der Simulator nicht irritieren. Das simulierte Signal zeigt eine große Übereinstimmung mit dem gemessenen Signal.



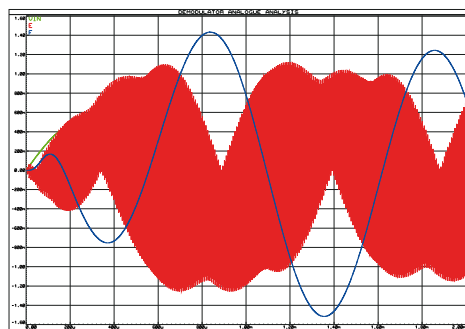
Links

- [1] www.labcenter.com
- [2] www.elektor.de/090675
- [3] www.elektor.nl/100359

(100359)

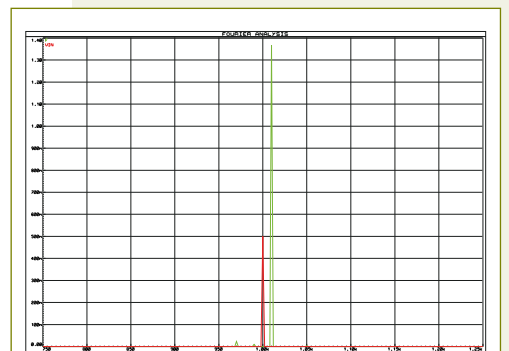
[7] Punkte E und F

An den Signalen von Punkt E und dem Ausgang gibt es ebenfalls nichts zu meckern. Die Unterschiede zur Hardware beruhen größtenteils auf Bauteiletoleranzen.



[8] Spektren

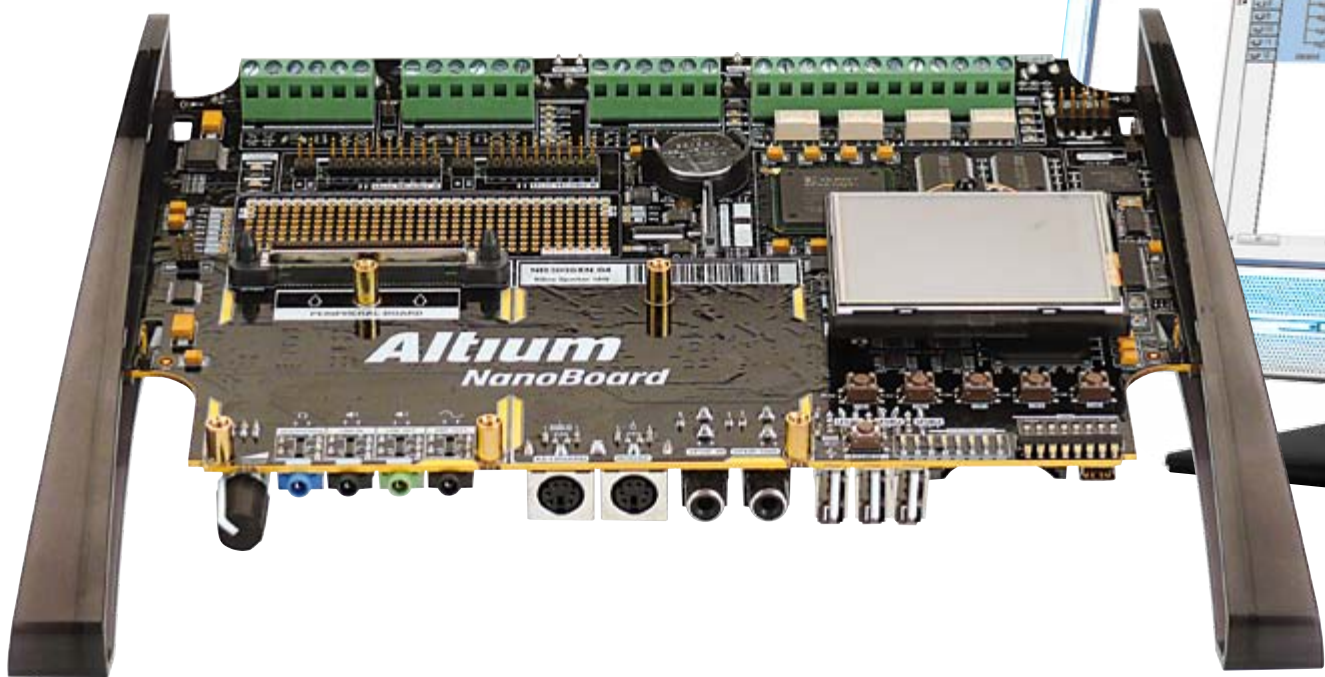
Auch die Spektren der Simulation zeigen eine Frequenzverschiebung von genau 10 Hz. Was will man mehr?



FPGA-Simulation

Mit Quartus Web Edition und ModelSim Altera Edition

Von Paul Goossens (NL)



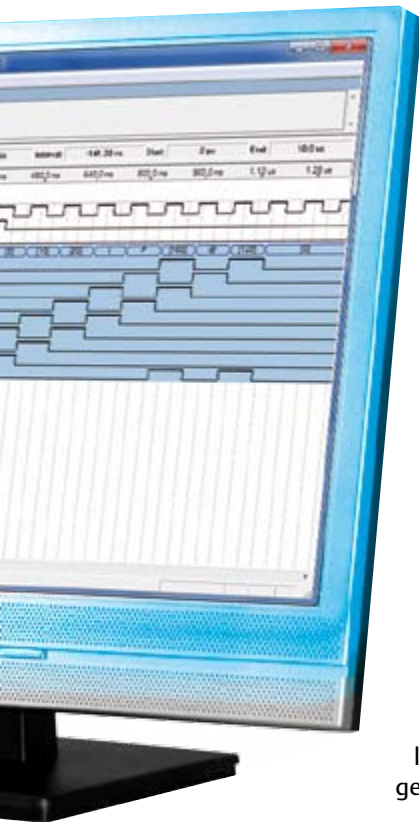
Simulationen sind beim Entwurf von Elektronik kaum mehr weg zu denken. Eine Schaltung mit Standard-Bauteilen kann man recht gut mit konventioneller Software handhaben. Doch schon ein Mikrocontroller lässt die meisten einfacheren Simulatoren streiken, denn die Simulation muss nun nicht nur die Controller-Hardware, sondern auch noch dessen Firmware mit berücksichtigen. Analoges gilt für den Einsatz von FPGAs.

Damit ein FPGA-Chip etwas Vernünftiges tut, muss er intern entsprechend konfiguriert sein. Zur Konfiguration von FPGAs ist üblicherweise spezielle Software notwendig, die typischerweise vom FPGA-Hersteller stammt. Auch für das Simulieren konfigurierter FPGAs gibt es spezielle Software. Die FPGA-Hersteller bieten oft eine kostenlose und nur leicht limitierte Version eines professionellen Simulationsprogramms an. Dabei ist beispielsweise die Anzahl möglicher (VHDL-)Code-Zeilen begrenzt oder die Simulation selbst läuft nicht so schnell ab wie bei der Vollversion. Die für diesen Beitrag verwendete Software erlaubt immerhin maximal 10.000 Zeilen Code. Auch für noch größere Projekte ist die Software zu gebrauchen, denn oft kann man die Software auch in kleinere Pakete aufteilen und getrennt simulieren.

Software

Für unsere Zwecke eignet sich die Software prima, die man kostenlos von der Webseite von Altera downloaden kann. Dabei handelt es sich einmal um „Quartus Web Edition“ [1] und außerdem noch um „ModelSim Altera Edition“ [2]. Zunächst zu den Feinheiten von Quartus, denn diese Software eignet sich nicht nur für die Entwicklung an sich, sondern sie kann auch in einem begrenzten Umfang simulieren.

Altera steht hier übrigens nicht allein. Auch andere Hersteller stellen kostenlose Software für ihre FPGAs zur Verfügung. Für anspruchsvolle Anwender gibt es so auch die Auswahl zwischen diversen VHDL-, Verilog- und Mixed-HDL-Simulatoren.



Die Basis

Die hier vorgenommenen Simulationen sind ausschließlich digitaler Natur. Zur Simulation benötigt man noch etwas Testcode, welcher die Signale für die Eingänge des FPGAs generiert. Die Ausgangssignale kann man dann mit einer Art Software-Logic-Analyser inspizieren.

Zuerst kommt daher die Genese der Eingangssignale. Beim Simulator von Quartus kann man diese Signale mit Hilfe eines grafischen Interfaces einfach zeichnen. Anschließend lässt sich die Simulation starten, wobei die gerade generierten Signale an die virtuellen Eingänge des simulierten FPGAs gelegt werden.

Die Simulation kann auf zwei verschiedene Arten durchgeführt werden. Bei der ersten Variante handelt es sich um eine funktionelle Simulation, wobei die Verzögerungszeiten des FPGA nicht berücksichtigt werden. Auf diese Weise erhält man eindeutige Ergebnisse, da sich die Signale ideal verhalten. Der größte Vorteil dieser Methode ist, dass die Konfiguration lediglich kompiliert werden muss. Anordnung, Routen, Optimierungen und Timing können ignoriert werden, was gerade bei größeren Projekten viel Zeit spart. In **Bild 1** ist das Resultat einer solchen Simulation zu sehen, wobei

lediglich ein einfaches Schieberegister mit einem Ausgang simuliert wurde. Man sieht, dass sich das Ausgangssignal und das interne Register gleichzeitig mit der steigenden Flanke des Takts ändern. Ganz anders in **Bild 2**, wobei hier das gleiche Projekt mit korrektem Timing simuliert wurde. Hier werden also auch die internen Laufzeiten der FPGA-Elektronik berücksichtigt. Man muss ordentlich zoomen, um die Unterschiede sehen zu können. Es zeigt sich, dass der Ausgang erst 6,006 ns nach der steigenden Flanke des Takts neue Werte annimmt. Ob das schnell genug oder zu langsam ist, das hängt vom konkreten Anwendungsfall ab.

Optimierung

Einer der ersten Stolpersteine ist die Tatsache, dass bei einer Timing-Simulation ein oder mehrere Signale gegenüber der funktionellen Simulation nicht mehr sichtbar sind. Die Frage stellt sich, was mit diesen Signalen passiert ist. Vielfach ist dieses Verhalten die direkte Folge einer automatischen Optimierung der Konfiguration durch die Software. Bei der funktionellen Simulation wird schließlich nur kompiliert und nicht optimiert. Bei einer Timing-Simulation werden aber diverse Extra-Schritte ausgeführt, wobei zum Teil richtig „heftig“ optimiert wird. Und eine der Folgen solcher Optimierungen kann eben sein, dass ein bestimmtes Signal schlicht wegfällt.

Falls man das Signal aber zu Analyse Zwecken doch benötigen sollte, dann kann man dieses Signal an einen extra Ausgang legen, wodurch es nicht mehr herausoptimiert werden kann. Die Software geht ja dann davon aus, dass das Signal an diesem Ausgang tatsächlich physikalisch erzeugt werden soll. Mit einem solchen Kunstgriff ändert sich allerdings auch das Timing-Verhalten. Hier kann sich leicht ein Fehlerchen einschleichen, wenn man nach der Analyse einen eigentlich überflüssigen Pin wieder entfernt. Eine optimierte Konfiguration belegt allerdings weniger Chip-Hardware und erlaubt normalerweise auch eine höhere Taktfrequenz.

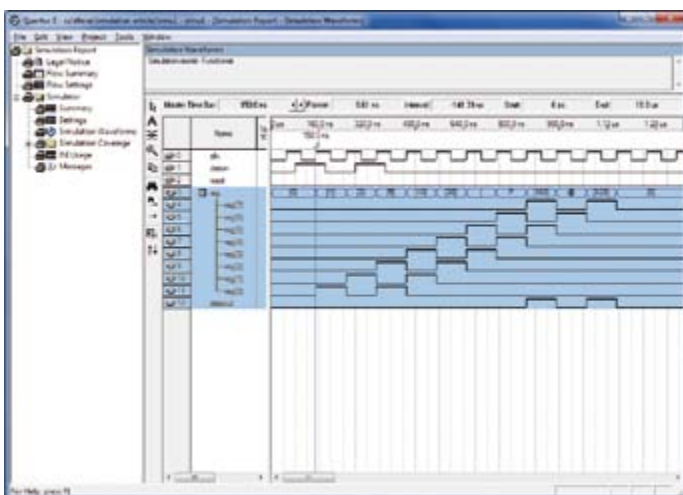


Bild 1. Das Resultat der Simulation eines einfachen Schieberegisters mit nur je einem Ein- und Ausgang.

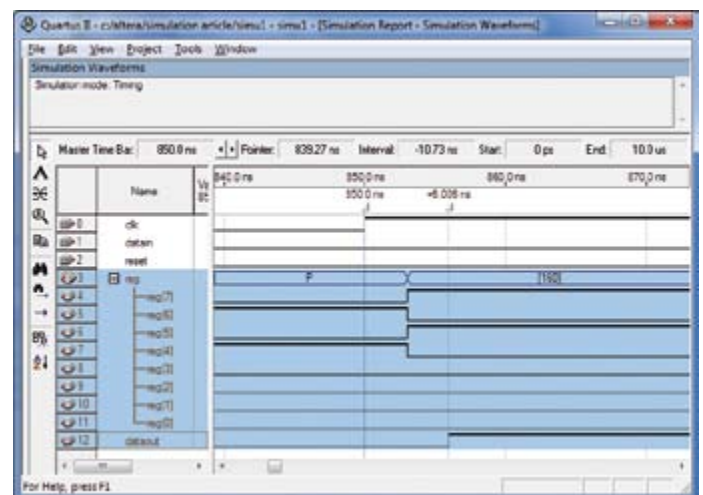


Bild 2. Die gleiche Funktion wie in Bild 1; hier als Timing-Simulation.

Listing 1

```

Library IEEE;
Use      IEEE.std_logic_1164.all;
Use      IEEE.std_logic_textio.all;
Use      STD.textio.all;

entity test_simu2_file is
end test_simu2_file;

architecture stimulus of test_simu2_file is

    file RESULTS: TEXT open WRITE_MODE is "results.txt";
    procedure WRITE_RESULTS(
        clk: std_logic;
        reset : std_logic;
        datain : std_logic;
        dataout : std_logic
    ) is
        variable l_out : line;
    begin
        write(l_out, now, right, 15);
        write(l_out, clk, right, 2);
        write(l_out, reset, right, 2);
        write(l_out, datain , right, 2);
        write(l_out, dataout, right, 2);
        writeline(RESULTS, l_out);
    end procedure;

    component simu2
    port (
        clk    : in STD_LOGIC;
        reset  : in STD_LOGIC;
        datain: in STD_LOGIC;
        dataout : out STD_LOGIC
    );
end component;

signal clk : std_logic;
signal reset : std_logic;
signal datain : std_logic;
signal dataout : std_logic;

begin

    DUT:simu2 port map (
        clk => clk,
        reset => reset,
        datain => datain,
        dataout => dataout
    );

    CLOCK_PROC : process
    begin
        clk <= '1';
        wait for 10nS;
        clk <= '0';
        wait for 10nS;
    end process;

    STIM : process
    begin
        wait until (clk'event and clk='0');
        -- wait for falling edge of clk

        reset<= '0';
        datain <='0';
        wait until (dataout='0');
        -- wait for falling edge of clk

        wait until (clk'event and clk='0');
        -- wait for falling edge of clk

        datain <='1';
        wait;
    end process;

    WRITE_RESULTS(
        clk,
        reset,
        datain,
        dataout
    );

end architecture;

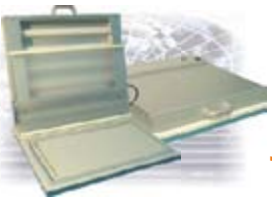
```

Intelligenter

Der in Quartus integrierte Simulator ist recht einfach zu handhaben. Dafür sind die Möglichkeiten dieses Simulators auch beschränkt. Will man mehr Funktionen, dann lohnt sich vielleicht ein Blick auf ModelSim. Die kostenlose Version von ModelSim kann Simulationen anhand einer VHDL-Testumgebung durchführen. Diese Umgebung bietet dann alle Funktionen, die mit VHDL möglich sind.

Auch hier kommt wieder das Schieberegister aus dem vorigen Beispiel zum Einsatz. Der für diese Simulation relevanteste Teil ist in **Listing 1** aufgeführt (Download der Code-Beispiele unter [3]). Die fett gedruckten Zeilen werden vorerst außer Acht gelassen. Es werden zwei Prozesse beschrieben. Der erste Prozess sorgt für die Generierung eines Taktsignals. Ein großer Vorteil einer VHDL-

gie tec
TopVAC Belichter



- Philips ACTINIC Leuchten, 365nm
- Digitaler Timer, mit Anzeige
- Elektr. Vorschaltgerät, EN60929
- Vakuum-Spannrahmen

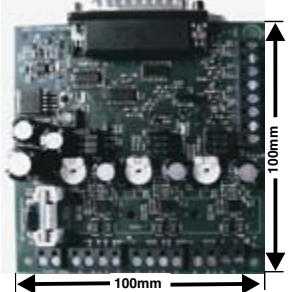
www.gie-tec.de

Gie-Tec GmbH 36132 Eiterfeld 06672/919-910

**www.
elektor.
de**

**Schrittmotor-
steuerkarte**
SMC-TR-1000 **Neuheit**

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



100mm
100mm

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

nur € 89,-

Besuchen Sie unsere Homepage



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

Schaeffer AG

FRONTPLATTEN & GEHÄUSE

Kostengünstige Einzelstücke und Kleinserien

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

Neue Version 4.0
Mit neuen Funktionen z.B. Freikontur für Linux, Windows und Mac OS X

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

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



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

**Termine für Elektor
Nr. 11 / 2010**

Anzeigenschluss:
↓
21.09.2010

Erscheinungstermin:
↓
18.10.2010

Anzeigen:
Verlagsbüro ID

Telefon: (0511) 61 65 95-0
E-Mail: service@id-medienservice.de
Internet: www.id-medienservice.de

Datei ist die Tatsache, dass man hier mit einem „wait“-Statement arbeiten kann. Die Zeile „wait for 10ns“ sorgt bei der Ausführung dafür, dass der Prozess an dieser Stelle eine Pause von 10 ns einlegt. Eine solche Zeile in einer Konfigurationsdatei, die letztlich in einem FPGA ausgeführt werden soll, führt bei der Synthese zu einem Fehler. Ein FPGA verfügt eben normalerweise über keinen speziellen Baustein, der diese Aufgabe einfach so übernehmen könnte. Ein Simulator hat mit einer Pause hingegen keine Probleme. Dieser Prozess wird unendlich oft wiederholt, wenn dies nicht explizit unterbunden wird. Der abgelaufene Prozess startet also einfach wieder von vorne.

Interaktiv

Ein großer Vorteil einer solchen Testumgebung ist, dass ein oder auch mehrere Ausgänge wieder Eingänge beeinflussen können. Im für das Erzeugen der Reset- und Data-in-Signale zuständigen Prozess STIM wird hier ein internes zusammen mit einem Ausgangssignal dazu verwendet, die Eingangssignale zu beeinflussen.

Die Zeile „wait until (clk'event and clk='0');“ sorgt dafür, dass die weitere Ausführung des Prozesses solange gestoppt wird, bis sich der Pegel des Signals „clk“ ändert UND das Signal den Wert „0“ annimmt. Auf Deutsch: Es wird bis zur fallenden Flanke des Taktsignals gewartet. Erst nach einer solchen Flanke erhalten die beiden Signale „reset“ und „datain“ den Wert „0“. Der Ausgangswert aller internen Signale ist übrigens „U“, was schlicht und einfach „unbekannt“ bedeutet.

In der nächsten Zeile wird darauf gewartet, dass der Ausgang „dataout“ den Wert „0“ annimmt. Nach der ersten fallenden Flanke wird „datain“ auf „1“ gesetzt. Als letzte Anweisung dieses Prozesses steht „wait“ ohne Ergänzung. Das sieht auf den ersten Blick schräg aus. Wer vermutet, dass hier ohne Ende gewartet wird, liegt richtig. Sinn und Zweck einer solchen Anweisung ist, dass so das automatische erneute Ausführen von vorne zuverlässig verhindert wird.

In Bild 3 sieht man das Ergebnis dieser Simulation. Alle Signale der Testumgebung plus die internen Signale des DUT (Design Under Test) sind hier sichtbar. All diese Signale starten mit dem Wert „U“, da der Simulator ja nicht wissen kann, was die realen Werte in der Praxis wären. „In Hardware“ würden natürlich alle Signale von vorneherein entweder den Wert „0“ oder „1“ annehmen. Mit dem Simulator und dem Startwert „U“ kann man also prima sehen, ob konkrete Werte zugewiesen wurden oder willkürlich geblieben sind. Möglicherweise startet eine Konfiguration nach einer Optimierung sogar mit anderen Werten. Um solche Dinge zu vermeiden, sollte man allen Signalen einen definierten Startwert zuweisen, der z.B. auch nach einem Reset eingenommen wird. Dann reduzieren sich Überraschungen.

Testumgebung

Eine Testumgebung unterscheidet unterschiedliche Ansichten einer normalen VHDL-Datei. Anhand von Listing 1 kann man sehen, dass Dinge nur bei Bedarf deklariert werden. Gelegentlich sind weder Eingangs- noch Ausgangssignal erforderlich. Normalerweise sind für

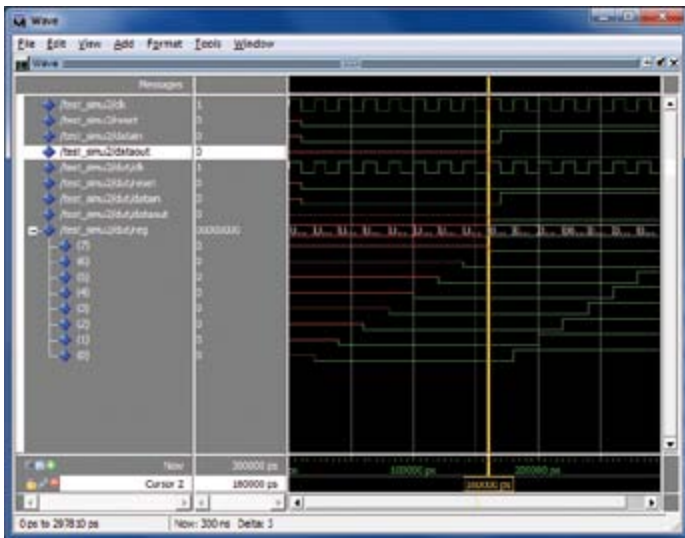


Bild 3. Das Ergebnis einer Simulation in ModelSim. Alle Signale der Testumgebung und alle internen FPGA-Signale werden hier visualisiert.

ein Projekt zumindest 1 Eingang und 1 Ausgang erforderlich, damit etwas Sinnvolles produziert werden kann. Ein vernünftig konfiguriertes FPGA muss natürlich mit der Umgebung in Verbindung treten. Der VHDL-Code der Testumgebung ist deshalb nicht direkt zur Programmierung eines FPGAs geeignet.

Die zu untersuchende Konfiguration wird als Komponente deklariert – hier unter der Bezeichnung „simu2“. Auch die benötigten Signale müssen deklariert werden.

Im Architektur-Block ist eine Komponente vom Typ „simu2“ unter der Bezeichnung „DUT“ deklariert (beliebige andere Bezeichnungen wären ebenfalls möglich). In den beiden nachfolgenden Prozessen werden die Eingangssignale beschrieben.

Möglichkeiten

In VHDL-Testumgebungen können auch Dateien eingesetzt werden. So ist es beispielsweise möglich, innerhalb einer Simulation eine Datei zu öffnen, mit der jede Signaländerung in Textform protokolliert wird. Auch das Lesen von Datei-Inhalten ist kein Problem. Im letzten Beispiel kann man sehen, wie man es anstellt, dass Signal-

änderungen in eine Protokoll-Datei geschrieben werden. Der hierfür zuständige Code in Listing 1 ist fett gedruckt. Das Ergebnis ist dann in Listing 2 zu bewundern.

Alle Dateifunktionen stecken in der Library „std_logic_textio“. Bei Bedarf deklariert man diese auf die althergebrachte Weise. Im Code wird dann eine Datei definiert und die Prozedur „WRITE_RESULTS“ sorgt dann dafür, dass die Daten in die Datei geschrieben werden. Diese Prozedur ist bis auf einen Aspekt selbsterklärend: die Variable „now“. Dabei handelt es sich um eine spezielle VHDL-Variable, die die aktuelle Zeit seit Simulationsbeginn enthält. Der Aufruf der Prozedur protokolliert also die aktuelle Simulationszeit. Sie wird hier am Ende aufgerufen und so erhält man immer Werte, wenn ein Prozess zu Ende ist.

Zum Schluss

FPGA-Simulationen werden bei zunehmender Komplexität der Projekte immer wichtiger. VHDL-Testumgebungen besitzen noch weit mehr Möglichkeiten, als hier in diesem Beitrag besprochen werden konnte. Doch alleine mit den angesprochenen Prinzipien lassen sich schon größere Simulationen durchführen.

Für Studenten und Profis, die sich erst in diese Materie einarbeiten müssen, sind Simulationen eine sehr gute Möglichkeit, um nach Herzenslust mit dieser Art digitaler Elektronik zu experimentieren, ohne dass man reale Hardware dazu benötigt (wenn man vom PC absieht...).

(100370)

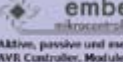
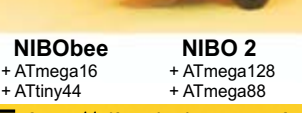
Weblinks

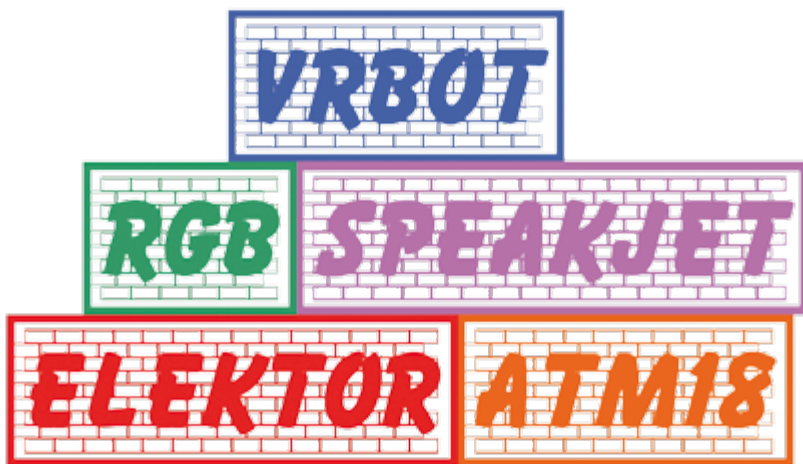
- [1] www.altera.com/products/software/quartus-ii/web-edition/qts-we-index.html
- [2] www.altera.com/products/software/quartus-ii/modelsim/qts-modelsim-index.html
- [3] www.elektor.de/100370

Listing 2

0 ns U U U U	90 ns 0 0 0 U	200 ns 1 0 1 0
0 ns 1 U U U	100 ns 1 0 0 U	210 ns 0 0 1 0
10 ns 0 U U U	110 ns 0 0 0 U	220 ns 1 0 1 0
10 ns 0 0 0 U	120 ns 1 0 0 U	230 ns 0 0 1 0
20 ns 1 0 0 U	130 ns 0 0 0 U	240 ns 1 0 1 0
30 ns 0 0 0 U	140 ns 1 0 0 U	250 ns 0 0 1 0
40 ns 1 0 0 U	150 ns 0 0 0 U	260 ns 1 0 1 0
50 ns 0 0 0 U	160 ns 1 0 0 U	270 ns 0 0 1 0
60 ns 1 0 0 U	160 ns 1 0 0 0	280 ns 1 0 1 0
70 ns 0 0 0 U	170 ns 0 0 0 0	290 ns 0 0 1 0
80 ns 1 0 0 U	170 ns 0 0 1 0	300 ns 1 0 1 0
	180 ns 1 0 1 0	
	190 ns 0 0 1 0	

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
 Active, passive und mechanische Bauteile AVR Controller, Module und Prototype Boards. AT91SAM7 Controller, AT24UC3 Controller AT89C100 nur 85,95€, AVRISP mkII nur 39,9€ Versand in Deutschland nur 3,95€, EU nur 8,90€ E-Mail: Microcontroller@embedit.de Tel: 0961/2931047 Fax: 0961/2931048 http://shop.embedit.de	www.anttronic.de ab 1 Stck.  Leiterplatten zu TOP-Preisen!!	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	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	Laehn-Versand.de schlanke Preise - fettes Angebot Schnellversand ohne Mindestumsatz Bauteile - Ersatzteile - Zubehör Fernbedienungen - Zeilentransfos HDTV DVB-T Sat Audio/Video Überwachungstechnik und vieles mehr. www.Laehn-Versand.de	peakelec.co.uk T +44 1298 70012 F +44 1298 70046 PEAK electronic design ltd  • Bekannte Peak Atlas Produkte • Kabel Netzwerk-Analysatoren • Elektronische Bauteil Analysatoren • Intelligente Software • Geringe Größe • Entworfen und hergestellt in Europa Erhältlich bei diesen Händlern in Deutschland: Reichelt Elektronik ELV Elektronik 04222 955 333 0491 6008 88 www.reichelt.de www.elv.de	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	Linear Audio 180 pages of tech audio articles Self, Linkwitz, Cordell, Pass a.o. www.linearaudio.net	Spiralkabel ab 1 Stück nach Kundenwunsch! Auszugslänge bis 8.000 mm	VTS – ELEKTRONIK GbR Preiswerter Leiterplatten Service info@vts-elektronik.de www.vts-elektronik.de
LCDs und mehr www.lcd-store.de www.LC-Design.de www.crystallfontz.de	Gravuren / Schilder / Frontblenden www.webgrav.de	kurze Lieferzeiten www.key-electronic.de key-electronic Kreimendahl GmbH · Märkenstück 14 58509 Lüdenscheld Tel. 02351-3621-50 Fax. 02351-3621-59 mail: info@key-electronic.de	Roboter-Bausätze mit AVR-Mikrocontrollern  NIBObee NIBO 2 + ATmega16 + ATmega128 + ATtiny44 + ATmega88 http://nibo.nicai-systems.de
ELCOMP Austria Preisgünstige Bauteile zusätzlich über 3.500 Auslaufartikel zum Super-Sonderpreis www.elcomp.at	H-TRONIC Zukunftsweisende Ladetechnik, in Design, Qualität und Technologie www.h-tronic.de Neu!! Neu!! Siebdruck ohne Sieb für Muster und Kleinserien www.springer-electronic.de	mechapro® Unser Leistungsspektrum: • Diverse Schrittmotoren ab Lager lieferbar • Eigene Entwicklung von Schrittmotorenstufen in versch. Ausführungen • Netzteile, Endschnitter, geschirmte Kabel u.v.m. Kundenspezifische Lösungen entwickeln wir schnell und preiswert Fon: 0241/4091800 • Fax: 0241/4091803 www.mechapro.de • info@mechapro.de	Die Buchung einer Anzeige beinhaltet einen kostenlosen Eintrag auf der Website von Elektor, inklusive eines Links zu Ihrer Seite.
Anzeigenschluss: 21. 09. 2010 Erscheinungstermin: 18. 10. 2010			Reservieren Sie jetzt Ihre Jahresbuchung



Talk-Show

Sprache sichtbar gemacht

Von Grégory Ester (F)

Würden Sie Ihr Projekt gerne mit Spracherkennung, einem Sprach-

Synthesizer oder einem riesigen RGB-Pixel ausstatten? Wir zeigen Ihnen die benötigten Bausteine und natürlich auch, wie man sie zusammenschaltet. Viel zu löten braucht man dabei nicht.

Seit Elektor 4/2008 wurden schon viele Anwendungsbeispiele mit dem ATM18-Mikrocontrollerboard veröffentlicht. Einige davon waren auch für Einsteiger gut geeignet, weil fertig bestückte Module verwendet wurden. Diesen Ansatz verfolgt auch das hier vorgestellte Projekt, bei dem nicht die Schaltungsentwicklung, sondern die praktische Anwendung von bereits entwickelten Schaltungen im Vordergrund steht.

Die Verwendung von Modulen „ready to use“ – früher einmal Baugruppen genannt – ist gerade für Elektronik-Anfänger und für die Ausbildung eine interessante Möglichkeit, schnellen Erfolg und Erkenntnisgewinn zu erzielen, ohne dass dafür allzu viele handwerkliche Fähigkeiten und Elektronikkenntnisse im Detail vorausgesetzt werden. Das erklärt auch den Erfolg von Modul-Systemen wie zum Beispiel den bekannten E-blocks, die ebenfalls schon öfter in Elektor-Artikeln verwendet wurden.

Natürlich darf man auch Module nicht planlos einsetzen, und Sorgfalt ist immer noch der Schlüssel zum Erfolg. Aber Spaß am Lernen war noch nie eine schlechte Idee, nicht wahr?

Das Ziel des „Talk-Show“-Projekts war es, Spracherkennung, Ton-Effekte und Sprachausgabe zusammenzubringen. Um die spielerische Seite zu fördern, wurde eine „freihändige“ Steuerung eines RGB-Moduls hinzugefügt. Hier die Liste der Zutaten:

- VRbot : Ein Spracherkennungsmodul.
- Speakjet : Platine zur Synthese von Sprache und komplexen Klängen.
- BlinkM MAXM : 3-fach-RGB-LED-Modul (3 x 10-mm-LEDs) mit hoher Helligkeit und I2C-Bus-Steuerung.

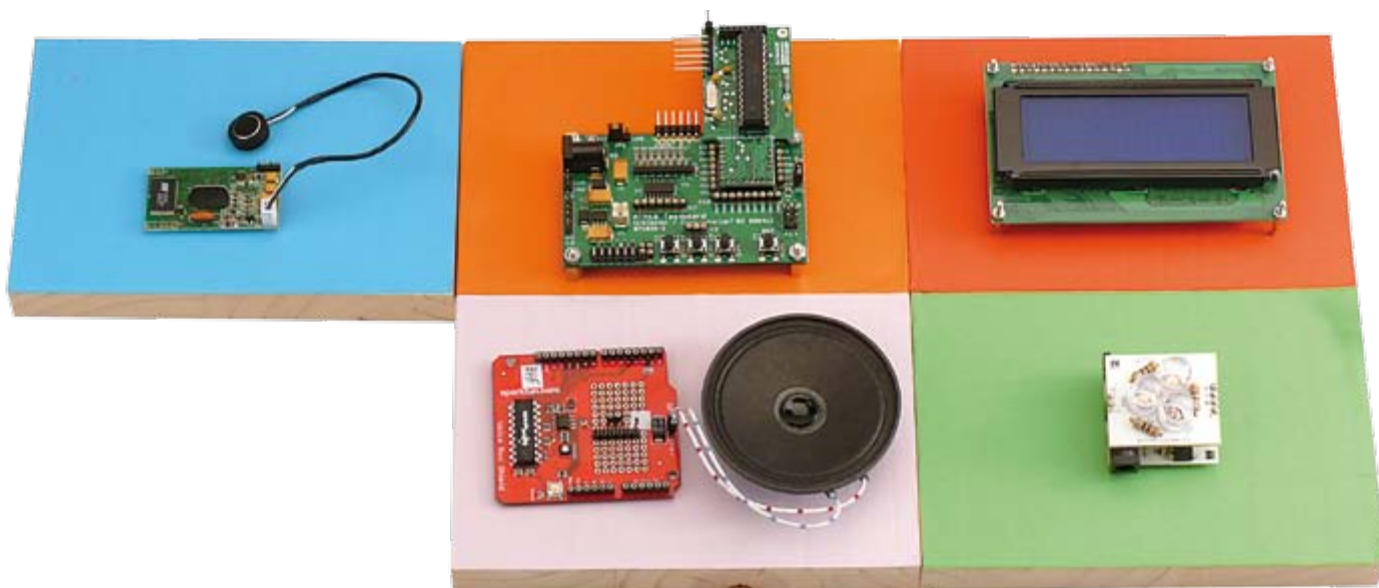
Die Kombination ruht auf solidem Fundament: ATM18 [1], 2-Draht-LCD [2] und USB-TTL-5-V-Kabel [3] sind bereits aus der Elektor-CC2-Reihe bekannt, und die Software (BASCOM-AVR oder AVR-GCC) gibt es als Download kostenlos.

Eine dritte Hand

Wenn man zum Beispiel mit beiden Händen Messspitzen an zwei Messpunkte hält und dann die Stromversorgung einschalten möchte, um das Einschaltverhalten zu messen, wäre es sehr praktisch, wenn man die Schaltung dann per Sprachanweisung ein- und ausschalten könnte. Mit dem Spracherkennungs-Modul VRbot wird der Traum wahr. Die Erkennung arbeitet im SD-Modus (SD: Speaker Dependent), wobei Tonfall und Tonlage der Stimme bei der Spracherkennung mit berücksichtigt werden. Wenn Sie „Sesam öffne dich“ sagen, reagiert VRbot auf Sie – und zwar **nur** auf Sie. Standardmäßig bietet VRbot aber auch die Erkennung von 25 voraufgezeichneten Wörtern von verschiedenen Sprechern in einem SI-Modus (SI: Speaker Independent).

Tabelle 1. Das Vokabular des VRbot ist auf sieben Gruppen verteilt. Kursiv gedruckte Wörter sind englisch auszusprechen.

Gruppe	Anzahl Wörter	Wörter
SD1	11	<i>Red, Green, Blue, Mood light, Seasons, Thunderstorm, S.O.S., Black, Hue cycle, Virtual candle, White flash</i>
SD2	6	Gauche, Droite, Haut, Bas, Avant, Arrière
SD3	8	Action, Marche, Tourne, Cours, Regarde, Attaque, Stop, Bonjour
SD4	4	Elektor, VRBOT, CC2, Adelek
SI1	8	<i>Action, Move, Turn, Run, Look, Attack, Stop, Hello</i>
SI2	6	<i>Left, Right, Up, Down, Forward, Backward</i>
SI3	11	<i>Zero, One, Two, Three, Four, Five, Six, Seven, Eight, Nine, Ten</i>



Eine Reihe von Wörtern wird vom Benutzer in Gruppen abgespeichert. Nach dem Start navigieren Sie mit Taster S1 auf der ATM18-Platine (verbunden mit PB0) durch ein Menü, in welchem Sie eine von sieben Gruppen auswählen: SD1 bis SD4 (SPEAKJET_VRBOT_TEST_SD.bas) und SI1 bis SI3 (SPEAKJET_VRBOT_TEST_SI.bas). Das Programm durchläuft nun einen Test mit den Wörtern der ausgewählten Gruppe, dabei können Sie prüfen, ob die entsprechende Aktion ausgelöst wird.

Sie haben ein paar Sekunden Zeit, etwas zu sagen. Versteht VRbot, was Sie sagen, zeigt er das Wort auf dem 2-Draht-LCD an. Hört er Geräusche oder ist das Wort schlecht ausgesprochen oder nicht im Speicher, zeigt er *What?!!?* an. Warten Sie mit dem Sprechen zu lange, wird *Too late* angezeigt.

Da der Autor aus Frankreich stammt, hat er auch ein paar Wörter in seiner Muttersprache hinzugefügt (SD2 und SD3 in **Tabelle 1**). Die Gruppe SD4 enthält vier neue Wörter: Elektor, VRbot, CC2 und Adelek. Die erste Gruppe (SD1) enthält die Bezeichnung der additiven Mischfarben, die gesprochen werden, um das RGB-Modul anzusteuern.

Jetzt zeigen wir, wie man dem VRbot ein Wort in Gruppe SD1 beibringt. Das bekannte USB-TTL-5-V-Kabel [3] verbindet das Modul mit dem PC. Das graphische Userinterface VRbot GUI (V1.1.5) [4] sollte schon installiert sein. Schließen Sie das Modul an das USB-TTL-Kabel gemäß den Farben in **Bild 1** an. Sie erstellen so eine serielle Verbindung mit gekreuzten Leitungen. Das andere Ende stecken Sie in einen freien USB-Port an Ihrem PC.

Starten Sie die Software VRbot GUI und wählen Sie aus, in welcher Sprache Sie die Wörter der SI-Gruppen sprechen wollen. Stellen Sie den richtigen COM-Port ein und starten Sie die Verbindung (*connect*), die Software importiert automatisch alle bereits gespeicherten Wörter. Eine Fortschrittsanzeige zeigt den Importstatus an. VRbot ist übrigens mit 9600 Baud vorkonfiguriert. Klicken Sie nun auf die Gruppe, deren Wortschatz sie erweitern wollen. Wählen Sie den Befehl *add command* und dann zum Beispiel den Namen *WHITE_FLASH* für Befehl Nummer zehn in Gruppe SD1. **Bild 2** zeigt, dass der Befehl nun zwar erstellt, aber noch nicht eingelesen (gespei-

chert) wurde (*Trained: 0*). Jetzt müssen Sie sprechen. Wiederholen Sie zweimal hintereinander das gleiche Wort (*train command*) in einem Abstand von etwa 40 cm vom Mikrofon und möglichst im

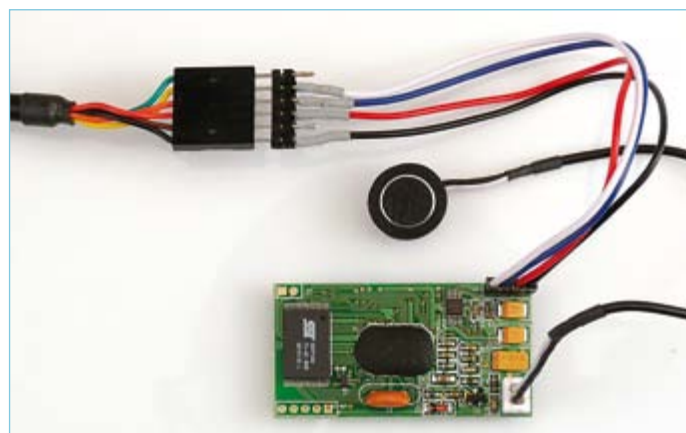


Bild 1. VRbot am USB-TTL-Adapterkabel. Vergessen Sie nicht, auch ein Mikrofon anzuschließen.

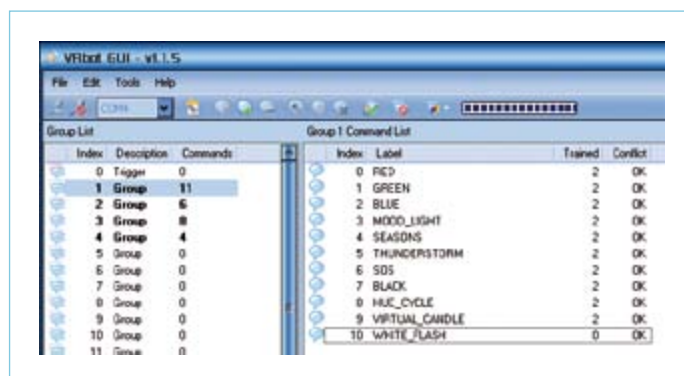


Bild 2. Die elf RGB-Farb- und Lichteffekte. Nummer 10 wurde noch nicht eingelesen (Trained = 0).

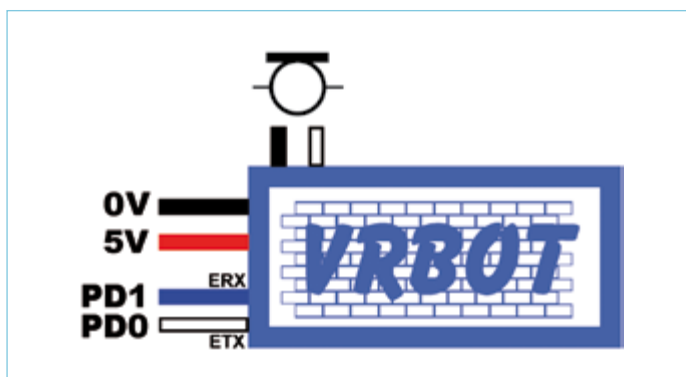


Bild 3. So wird VRbot mit der ATM18-Platine verbunden. Schließen Sie Taster S1 des ATM18-Boards an PB0 an.

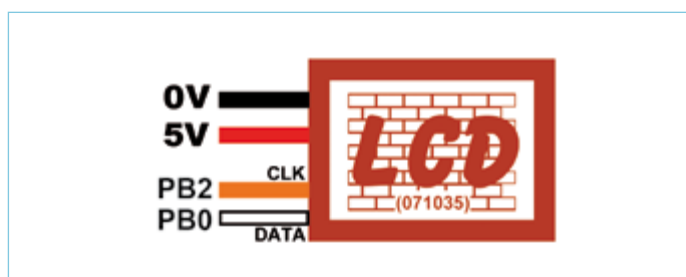


Bild 4. Anschluss des 2-Draht-LCDs.

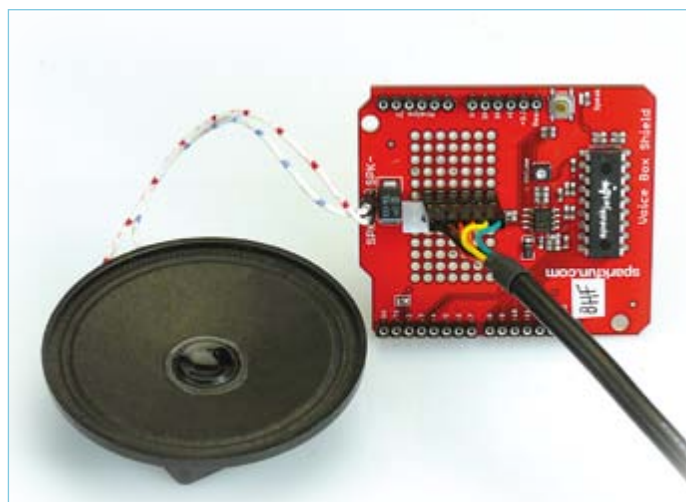


Bild 5. Speakjet am USB-TTL-Kabel. Die Verbindung ist unidirektional, das Modul sendet nichts an den PC zurück.

selben Tonfall, so dass es anschließend vom System erkannt werden kann. Sind die Gruppen eingelernt, wünschen wir Ihnen viel Spaß beim Testen (*tool* und dann *test group*). Ein erkanntes Wort beginnt grün zu blinken.

VRbot kann jetzt in das ATM18-System eingebunden werden. **Bild 3** zeigt die Verbindungen zum ATM18-Board und **Bild 4** diejenigen zum 2-Draht-LCD.

Speakjet

Dieses Modul verwendet zur Sprachausgabe eine Technik, die wie beim Menschen auf „Phonemen“ basiert. Phoneme sind Bausteine, aus denen sich Wörter zusammensetzen. Ein Allophon ist ein Phonem, das im Klang variiert werden kann. Aneinandergereiht bilden diese Phoneme Wörter und Sätze. Es stehen 72 Klangelemente zur Verfügung, mit denen wir zum Beispiel das Wort Elektor zusammensetzen können. Man kann mit zahlreichen Parametern experimentieren, um Dialektfärbung und Betonung (zum Beispiel für eine Frage am Satzende) umzusetzen. Dabei müssen wir in Lauten denken und berücksichtigen, dass diese je nach Stellung im Wort unterschiedlich ausgesprochen werden. Auch die umgebenden Vokale haben Einfluss auf die Aussprache. Das „B“ im Wort „Buch“ wird beispielsweise anders ausgesprochen als das „B“ in „Baby“.

Die zahllosen Möglichkeiten der Sprachformung werden in der ausführlichen Dokumentation des Moduls beschrieben. Dort finden Sie auch Erklärungen zu Doppellauten, Pausen und verlängerten und verkürzten Vokalen.

Eher zur spielerischen Betätigung lädt die Möglichkeit ein, 43 Sound-Effekte (Alarmer, Tierlaute...) und zwölf DTMF-Töne zu erzeugen.

Die mit dem Speakjet-IC bestückte Modul-Platine wird mit der Software *Phrase-A-Lator* [5] betrieben. Zum Test von Eigenkreationen sowie gespeicherten Wörtern und Sounds ermöglicht die Software eine direkte Kommunikation mit dem Modul. Es lassen sich auch in Abhängigkeit vom Zustand einiger Eingänge Einstellungen zur Ereignissteuerung vornehmen oder Wörter im EEPROM abspeichern und später mit ein paar simplen Programmzeilen wieder abrufen. Auf einem kleinen Experimentierfeld kann man eine 6-polige Stiftleiste einlöten, um das Speakjet-Modul über das USB-TTL-Kabel mit dem PC zu verbinden. Auf der Modul-Platine sind dann noch drei Verbindungen erforderlich (siehe **Bild 5**): TxD vom USB-TTL-Kabel (Pin4, orange) wird mit Pin 2 auf der Modul-Platine (direkt neben dem Speakjet-TX-Pin) verbunden. Die Stromversorgung des Boards +5V (Pin3, rot) und Masse (Pin1, schwarz), erfolgt ebenfalls über

Tabelle 2. Hier ein paar andere Wörter und ihre Phoneme.

And	\SLOW \AY \SLOW \NE \OD
ATM18	\EYIY \IY \TU \IY \IY \EH \EH \MM \NTF#2 \EYIY \P4 \TT \IY \NE
Present	\PO \FAST \RR \EY \SE \EH \NE \TT
Speakjet	\SE \PE \SLOW \IY \EK \JH \EH \TT
VRbot	\SLOW \VV \SLOW \IY \P6 \P6 \AWRR \P6 \P6 \BO \OH \TT

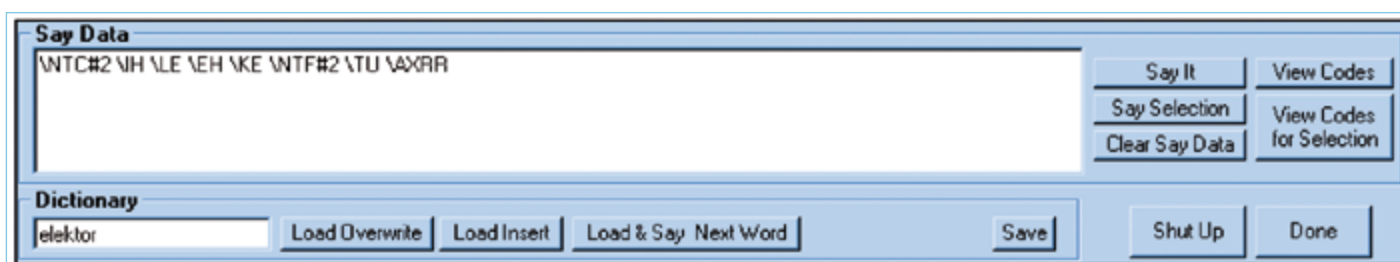


Bild 6. So wird das Wort „Elektor“ für die Sprachausgabe zusammengestellt.

den USB-Port und wird von der USB-TTL-Anschlussleiste abgezwiegt. Nach Installation von *Phrase-A-Lator* verbinden Sie das an das USB-TTL-Kabel angeschlossene Modul mit einem freien USB-Port des PCs. Die Speakjet-Roboterstimme sagt dann *ready*. Starten Sie die Software, wählen Sie den COM-Port und klicken Sie auf *Test serial connection*, ein erneutes *ready* bestätigt die bestehende Verbindung. „Komponieren“ Sie nach Klick auf *Phrase-A-Lator* das Wort „Elektor“. Orientieren Sie sich dabei an **Bild 6**. Klicken Sie auf *say it*, um das Wort zu hören.

Tabelle 2 zeigt die Zusammenstellung der Begrüßungsworte für „Elektor and ATM18 present Speakjet and VRbot“. Das hören Sie, wenn Sie das System Talk-Show einschalten. Um später Wörter abrufen zu können, die Sie mit wenigen Zeilen in BASCOM-AVR programmieren, müssen diese zuvor im EEPROM abgelegt werden. Das Verfahren ist einfach. Starten Sie die Software *Phrase-A-Lator* und wählen Sie dann den EEPROM editor. **Bild 7** zeigt am Beispiel des Wortes „Elektor“ die vier Schritte zur Aufnahme in den Wortspeicher des EEPROMs. Achten Sie darauf, alle Wörter an die richtigen Speicherplätze im EEPROM zu schreiben. Ein einfacher Klick auf *view codes* erzeugt einen Programmschnipsel, mit dem Sie ein BASCOM-AVR-Programm ergänzen (**Bild 8**). Kli-

cken Sie auf die Schaltfläche *save*, um Ihr Werk im Wörterbuch zu speichern.

Bild 9 zeigt, wie Sie das Speakjet-Modul mit dem ATM18-Board verbinden. Verwenden Sie den richtigen Pin 2, das ist der neben dem Pin TX.

Mega-Pixel-Display

Bild 10 zeigt das Modul mit drei 10-mm-RGB-LEDs hoher Helligkeit. Der Anschluss dieses Displays mit einem einzigen dreifarbigem „Mega-Pixel“ an das ATM18-Board ist in **Bild 11** dargestellt.

Die Ansteuerung erfolgt über I2C, wobei 3 x 8-bit-Farbwerte (RGB) eine sehr fein abgestufte additive Farbmischung ermöglichen. Doch das Riesen-Pixel kann noch mehr. Zahlreiche Einstellmöglichkeiten im autonomen Modus ermöglichen zum Beispiel den Wechsel der Displayeinstellungen für unterschiedliche Licht-Sequenzen, die Wahl der Übergangszeit, Beleuchtung mittels Zufallsgenerator und so weiter.

Als Test sollte beim Start das von Elektor verwendete Rot leuchten (dezimal: 217/0/0). Das Modul kann auch vordefinierte Skripte abarbeiten. Sprechen Sie nun einen der elf Farbnamen aus Gruppe

So funktioniert die Talk-Show

Nach dem Einschalten ertönt das Wort *ready* aus dem Lautsprecher, damit ist Speakjet sprechbereit. Nun wird die I2C-Adresse des RGB-Moduls automatisch erkannt. Auf dem ATM18-LC-Display erscheint der Begrüßungstext, den Speakjet gleichzeitig vorliest.

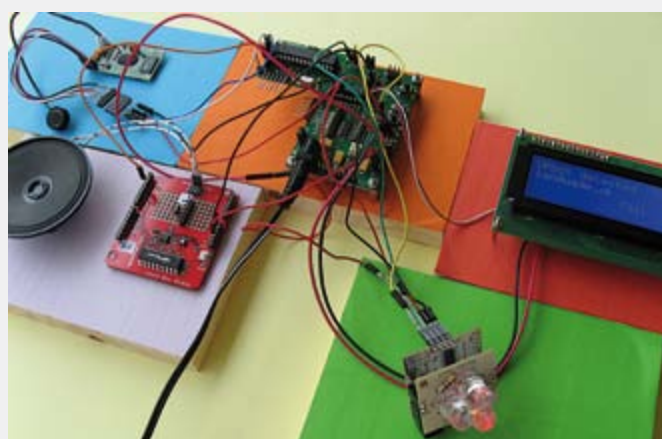
Es folgen die Wörter aus den ersten vier Wortgruppen (SD) des VRbot (**Tabelle 1**).

Nach Druck auf S1 (quittiert durch einen Ton) können Sie durch ein Menü navigieren und die zu testende Gruppe auswählen. Standardmäßig ist dabei die Gruppe SD1 oder SI1 (je nach geladenem Programm) aktiviert.

Sprechen Sie das Wort nach Aufforderung. Wenn Sie damit zu lange warten, ist die Antwort: *Too late*. Wurde Ihr gesprochenes Wort nicht verstanden, lautet die Antwort: *What ?!* Erkannte Wörter werden mit *Fine!!!* quittiert, das Wort wird angezeigt und gegebenenfalls ein Ereignis ausgelöst. Bei SD1 wird BlinkM MAXM mit dem entsprechenden Farbset aktiviert, bei SD4 ertönt das Wort *Elektor*.

Bis zu einem Druck auf S1, mit dem Sie zum Hauptmenü zurückkehren, wird endlos die ausgewählte Gruppe getestet.

Bei einem Problem bei der Erkennung des Vrbot-Moduls kann Speakjet einen Alarm auslösen. Dabei wird die Nachricht *YOU MUST RESET !!!* angezeigt. In diesem Fall drücken Sie die Taste S4 (RST) auf der ATM18-Platine (µC-Reset) - oder Sie warten einfach zehn Sekunden, bis das Programm neu startet.



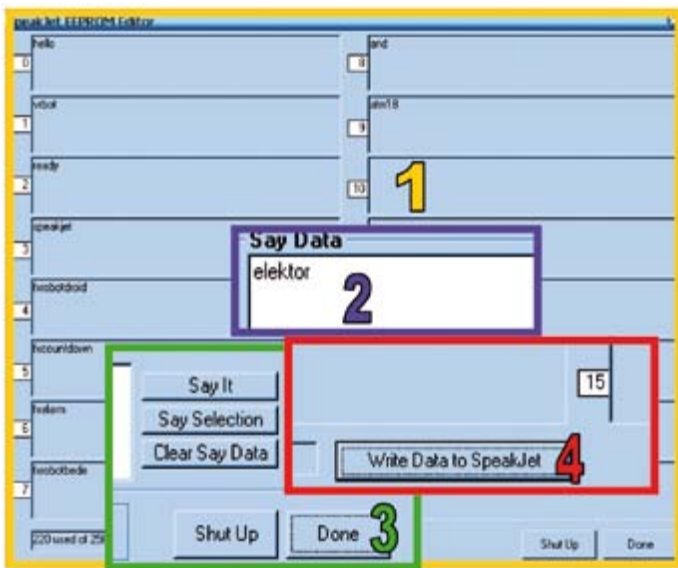


Bild 7. Die vier Schritte zum Speichern des Wortes „Elektor“ im EEPROM.

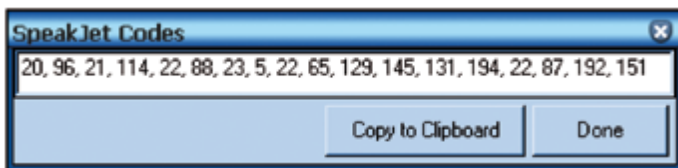


Bild 8. Der für das Wort „Elektor“ erzeugte Code und seine Bedeutung: *Volume* (20) ist auf 96 gesetzt, *Speed* (21) auf 114, *Pitch* (22) auf 88, *Bend* (23) auf 5, gefolgt von 22 und 6 (Tonhöhe auf C#2), 129 (\IH), 145 (\LE), 131 (\EH), 194 (\ KE), 22 und 87 (Tonhöhe auf F#2), 192 (\TU) und schließlich 151 (\AXRR).

SD1, und das RGB-Display wird Ihnen aufs Wort gehorchen und das gewünschte Farb- und Lichtmuster zeigen: Gewitter, Kerzenlicht, Jahreszeiten - ganz nach Wunsch und Stimmung.

(100360)



Bild 9. Der Speakjet-Anschluss ans ATM18-Board. Beachten Sie, dass sich Pin „2“ gleich neben Pin „TX“ befindet.



Bild 10. BlinkM MAXM ist ein erstaunlich helles RGB-Riesenpixel – 1000-mal heller als eine Standard-High-Brightness-LED! **Niemals direkt in die LED-Lichtquelle schauen! Sie gefährden sonst ihr Sehvermögen.**

PS. Der Autor hat für sein ATM18-Board anstelle des SMD-Controllermoduls (071035-91) die DIP-Version (ATM18-DIP, 090896) verwendet, die in Elektor 7/8 (2010) veröffentlicht wurde.

Weblinks:

- [1] www.elektor.de/071035 (ATM18-Board)
- [2] www.elektor.de/071148 (2-Draht-LCD)
- [3] www.elektor.de/080213 (USB-TTL-5-V-Kabel)
- [4] www.tigal.com/1770 (VRbot)
- [5] www.magnevation.com (Speakjet Downloads)
- [6] www.sparkfun.com (BlinkM MaxM)
- [7] www.elektor.de/100360 (Talk-Show-Projektseite)

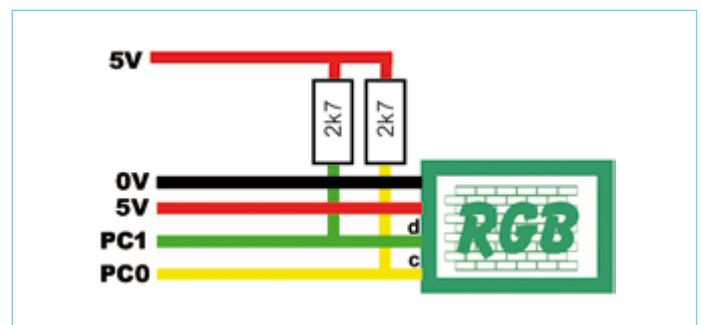


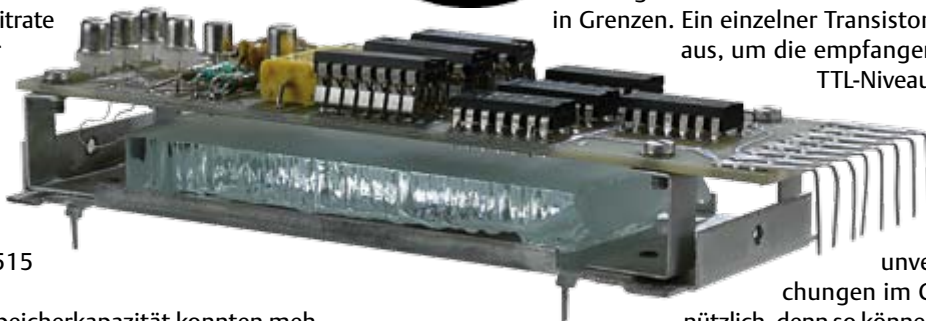
Bild 11. Anschluss des RGVB-LED-Moduls an das ATM18-Board.

Verzögerungsleitung als digitaler Speicher

Von Jean Herman (Belgien)

Im November 1968 veröffentlichte die Firma MBLE (Manufacture Belge de Lampes et de matériel Électronique) in ihrer Zeitschrift „Techniques nouvelles spéciales“ einen Artikel über ein damals schon nicht mehr völlig neues Bauelement zur Speicherung von digitalen Daten für Logikschaltungen und Rechner: die Verzögerungsleitung. Es handelte sich dabei nicht um die in Farbfernsehern eingesetzten Verzögerungsleitungen für Analogsignale, sondern um ein ganz für digitale Zwecke angepasstes Stück Elektronik. Es ging also nicht um ein neues Verfahren, denn in den frühen Computern (UNIVAC I) wurden schon Verzögerungsleitungen auf Basis von Quecksilberröhren eingesetzt. Die Leistung von MBLE bestand eher im Entwickeln einer Lösung, die nicht nur stabil und verlässlich war, sondern auch als auswechselbares Standard-Modul konzipiert wurde. Es gab davon drei Versionen: die beiden Master-Module GDM11 (mit 256 bit bei einer Bitrate von 0,5 MHz und einer Verzögerung von 515 μ s) und GDM21 (256 bit - 4 MHz - 64,5 μ s) sowie das Slave-Modul GDM12 (256 bit - wahlweise 0,5 oder 4 MHz mit 515 oder 64,5 μ s).

Zur Erweiterung der Speicherkapazität konnten mehrere Module in Serie geschaltet werden. Das war zwar einfach, doch in der Praxis setzte die Genauigkeit der Verzögerungszeit dieser Methode Grenzen. Bei einer Serienschaltung kumulieren sich nämlich die Abweichungen der Verzögerungszeiten. Aus diesem Grund wurde die Parallelschaltung vielfach vorgezogen. Hier gab es keine prinzipiellen Grenzen. Zur perfekten Synchronisation der Module wurde das gemeinschaftliche Taktsignal von einem Master-Modul geliefert, was weitere Maßnahmen wie eine eventuelle Frequenzanpassung für die Bit-Zirkulation der Module überflüssig machte. Als typische Anwendungen dieser Speicher-Module waren Rechenmaschinen und transportable Rechenanlagen sowie der Einsatz als Pufferspeicher in A/D-Konvertern oder gar als Bildspeicher für Röhrenbildschirme vorgesehen.



Das Speichermaterial dieser Verzögerungsleitungen bestand aus einer speziellen Glassorte, die größere Bleianteile aufwies, um die Fortpflanzungsgeschwindigkeit von Schall zu reduzieren und somit die mögliche Verzögerungszeit zu verlängern. Praktisch wurden auf ein spatförmiges Glasstück (Parallelepiped, auch Parallelotop genannt) mit 80 x 40 x 8 mm an einem Ende zwei Ultraschallwandler aufgeklebt. Diese Piezo-Wandler hatten einen Winkel von 7,5° zueinander, sodass das von einem Piezo gesendete Signal am anderen Ende reflektiert wurde und präzise beim anderen Piezo ein-

lief. Durch die Reflektion beträgt der Weg vom Sender zum Empfänger eben $2 \times 80 \text{ mm} = 160 \text{ mm}$. Bei der Schallgeschwindigkeit dieses Materials von 2480,6 m/s ergibt sich bei einer Strecke von 16 cm deshalb eine Verzögerung von genau 64,5 μ s. Die Signale werden auf ihrer Wanderschaft durch 0,16 m Glas etwas abgeschwächt. Mit einem Verlust von gerade mal 6 dB hält sich diese Abschwächung aber in Grenzen. Ein einzelner Transistor vom Typ BSX20 reicht aus, um die empfangenen Signale wieder auf TTL-Niveau zu verstärken.

Der 256 bit lange Speicherinhalt wird von der Steuerelektronik am Stück durch das Glas geleitet. Die unvermeidlichen Abschwächungen im Glas sind übrigens sehr nützlich, denn so können sich diverse Mehrfachreflektionen von Impulsen nicht wirklich störend auswirken. Um dies zu optimieren, wird außer der eigentlichen Longitudinalwelle vom Sender auch noch eine schwächere (etwa halb so große) Transversalwelle abgegeben, welche dann mit der longitudinalen Welle passend interferiert.

Im Jahre 1969 ging man ziemlich knauserig mit dem begrenzten Speicher einer Rechenmaschine um. Ich selbst habe mit richtig großen Computern gearbeitet, die aus Schränken vollgestopft mit Elektronik bestanden, aber dennoch mit höchstens 16 KB an Speicher vorlieb nehmen mussten! In der „Neuzeit“ der Computerei habe ich mir dann den Spaß gegönnt, einen Schneider-PC mit einer solchen fast antiken Verzögerungsleitung als Arbeitsspeicher zu „reparieren“.

(100081)

LabVIEW für ARM-Controller

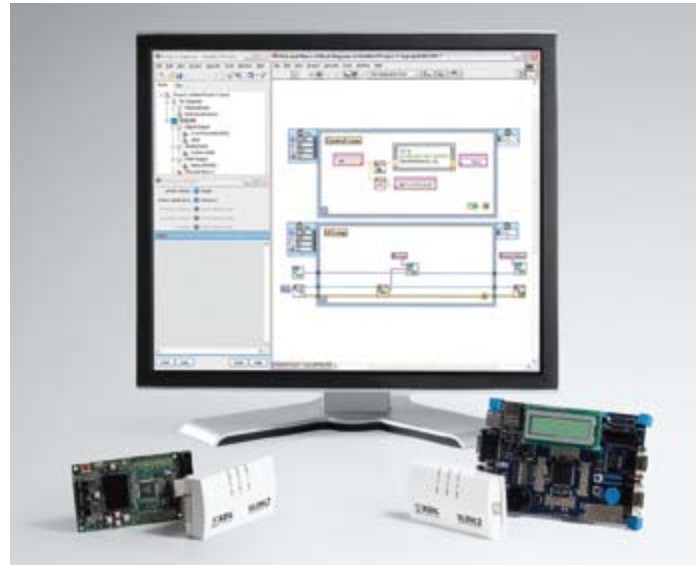
Von Clemens Valens (Elektor Frankreich)

Falls Sie denken, dass LabVIEW nur dazu dient, hübsch anzusehende Mensch-Maschinen-Schnittstellen zu realisieren, dann richtet sich dieser Artikel an Sie. Falls Sie sich für die einfache Programmierung leistungsstarker Mikrocontroller interessieren, dann lesen Sie bitte auch weiter. Und auch, falls Sie keine Vorstellung davon haben, was LabVIEW ist...

LabVIEW ist das Aushängeschild von National Instruments. Gedacht zur Steuerung von Messplätzen und zur Visualisierung von Daten wurde die Software in den letzten dreißig Jahren stetig weiterentwickelt und ist zu einer einzigartigen und leistungsstarken graphischen Programmierumgebung geworden. Herausragend ist die Plattformunabhängigkeit: LabVIEW ist das einzige Werkzeug auf dem Markt, mit welchem man mit derselben Sprache und denselben Programmiermethoden Anwendungen für PCs, FPGAs oder Mikrocontroller entwickeln kann.

Ein in „LabVIEW Embedded Module for ARM“ realisiertes Programm sieht wie jede andere LabVIEW-Anwendung aus, mit einem Frontpanel (User Interface) und einem Blockdiagramm (Programmablauf). Im Falle eines eingebetteten Systems visualisiert das Frontpanel die Peripheriegeräte wie Schalter oder LEDs, aber auch Programmvariablen. In LabVIEW Embedded dient das Frontpanel der Simulation und dem Debugging.

Die Screenshots geben eine Vorstellung davon, wie ein LabVIEW-Programm aussieht. Es handelt sich hier um eine ganz einfache Anwendung, die eine Spannung (vom Poti der Schaltung) verdop-



pelt und mit einem Schwellwert vergleicht. Bei Unterschreiten desselben leuchtet eine LED. Außerdem wird die verdoppelte Spannung analog ausgegeben (hierzu den Jumper des Lautsprechers entfernen).

Die lilafarbenen Blöcke (**Bild 1**) stellen die IO-Kanäle dar, die einem Pin des Controllers entsprechen. LabVIEW bietet einige vordefinierte Kanäle (z.B. LEDs), aber man kann auch eigene (wie Relais) hinzufügen. Die grüne LED im Blockdiagramm erscheint im Frontpanel ebenfalls (**Bild 2**). Sie bildet LED1 der Schaltung nach. Auf dem Frontpanel befinden sich auch die Blöcke *threshold* und *output*. Dies sind Variablen, die in der Schaltung nicht zugänglich sind, aber während des Debuggings angesehen und editiert werden können. Die Blöcke „2“ und „100“ sind Konstanten und ein Dreieck steht für eine mathematische oder logische Operation.

Das große graue Rechteck stellt eine Programmschleife dar (achten Sie auf den Pfeil in der rechten unteren Ecke). Alles innerhalb des Rechtecks wird solange ausgeführt, bis die Schleife beendet ist. Hier bricht die Schleife niemals ab, weil die Stopp-Bedingung (das rote Sechseck) durch Eingabe des Wertes *False* im grünen Steuer-Block gesperrt ist. Um eine Schleife zu verlassen, gebe man hier *True* ein.

Lieferumfang

- DVD-ROM mit LabVIEW und dem Modul „LabVIEW Embedded for ARM“: mit diesen Tools von NI kann man auf grafische Art und Weise einen ARM-Mikrocontroller programmieren
- Keil μ Vision RealView Development Kit für Mikrocontroller: Dies ist eine klassische Integrierte Entwicklungsumgebung (IDE) für die Programmierung eines Mikrocontrollers in C/C++ und Assembler. Die IDE heißt μ Vision, die dazugehörigen Tools RealView.
- Adapter ULINK2 USB-JTAG zum Programmieren und Debuggen der Anwendung.

- Evaluation Board mit ARM-Controller. Es gibt zwei Typen: MCB2370U von Keil mit einem LPC2378 (ARM7TDMI-S) von NXP oder EK-LM3S8962 (Cortex-M3) von Texas Instruments.
- Anleitung und zwei USB-Kabel.

Ein Kit mit einer 60-Tage-Evaluierungsversion für „LabVIEW for ARM“ kostet 469 €, siehe <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/en/nid/205040>

Mehr Infos: www.ni.com/arm/d/

LabVIEW Embedded ist auch für DSPs und weitere 32-bit-Prozessoren erhältlich.

LabVIEW, μ Vision & RTM

μ Vision RealView kann auch ohne LabVIEW verwendet werden und erlaubt es, Anwendungen für verschiedene Hardware auf ARM-Basis nach traditioneller Programmierart zu erstellen.

Als dieser Artikel geschrieben wurde, hat RealView mehr als 260 Prozessoren mit ARM7-, ARM9- oder Cortex-M3-Kern unterstützt.

„LabVIEW Embedded Module for ARM“ erfordert hingegen die Verwendung von μ Vision (wird mitgeliefert), außer im Simulations-

Modus. Die Verbindung zwischen LabVIEW und μ Vision ist RTM von Keil, ein Echtzeit-Betriebssystem für Mikrocontroller. Das LabVIEW-Programm wird in ein C-Programm übersetzt (welches RTM einiges an Ressourcen abverlangt). Dieses Programm wird durch RealView in eine ausführbare Datei umgewandelt. Ohne die RTM-Bibliotheken (oder kompatible, selbstgeschriebene) geht das nicht. Der nach C übersetzte LabVIEW-Code kann übrigens angesehen werden.

Wegen der Vorgabe beim Metronom-Symbol wird die Schleife einmal in 100 ms ausgeführt.

LabVIEW ist multitaskingfähig, weswegen das Echtzeit-Betriebssystem RTM von Keil (siehe Kasten) notwendig ist, damit später das für den ARM compilierte Programm auf dem Controller läuft. Um dieses Multitasking hier anschaulich zu machen, wurde eine zweite

einer leeren Endlosschleife besteht, führt zu einer ausführbaren Datei von 14 KB Größe bei gleicher Übersetzungszeit.

Der Nutzen von LabVIEW Embedded zeigt sich bei komplexeren Anwendungen. Zahlreiche Funktionen (DSP, TCP/IP, serielle Schnittstelle, Math-Pack...) sind verfügbar und bereit zum Ein-

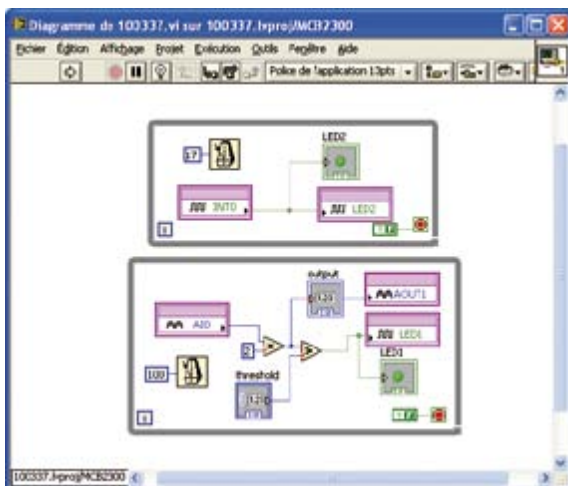


Bild 1. Blockdiagramm der Test-Anwendung.



Bild 2. Frontpanel während des Debuggings.

Schleife hinzugefügt, welche nur kontinuierlich den Taster der Platine abfragt und dann entsprechend die LED2 leuchten lässt. Beide Schleifen werden unabhängig voneinander ausgeführt.

Für diese einfache Anwendung wird erstaunlich viel Übersetzungszeit benötigt: mehr als eine Minute auf dem verwandten Rechner (ein neueres Notebook mit Intel Pentium T4200 @ 2 GHz, 4 GB RAM, Windows XP Pro SP3). Dies liegt am C-Compiler, der viele Dateien zu bearbeiten hat. Das Tool *arm-elf-size* (welches zu ARM GNU und nicht zu LabVIEW gehört) führt zu einer Dateigröße von mehr als 34 KB. Ein Programm, welches nur aus

satz. Eine fehlende Funktion kann selbst erzeugt werden oder über eine DLL (z.B. von Drittanbietern oder Ihnen selbst) eingebunden werden.

Der Rechtsklick

LabVIEW ist eine grafische Programmierplattform, was aber nicht heißt, das die Arbeit damit ein Kinderspiel wäre. NI hat sich aber große Mühe gegeben, alles genau zu erklären (teils englisch, teils in anderen Sprachen). Lesen Sie deshalb die kurze Anleitung aus dem Lieferumfang und vergessen Sie nicht, dass der Rechtsklick zu jeder Zeit eine Hilfe bietet.

LabVIEW Embedded passt sich Ihrer Hardware an (die dem Kit beigelegte Platine ist nur ein Beispiel). Sobald Sie LabVIEW beherrschen, verfügen Sie über ein überaus leistungsfähiges Werkzeug. Sie sollten allerdings einen schnellen Rechner zur Verfügung haben, denn sonst verlieren Sie die beim Programmieren gewonnene Zeit wieder bei der Übersetzung des Programms...

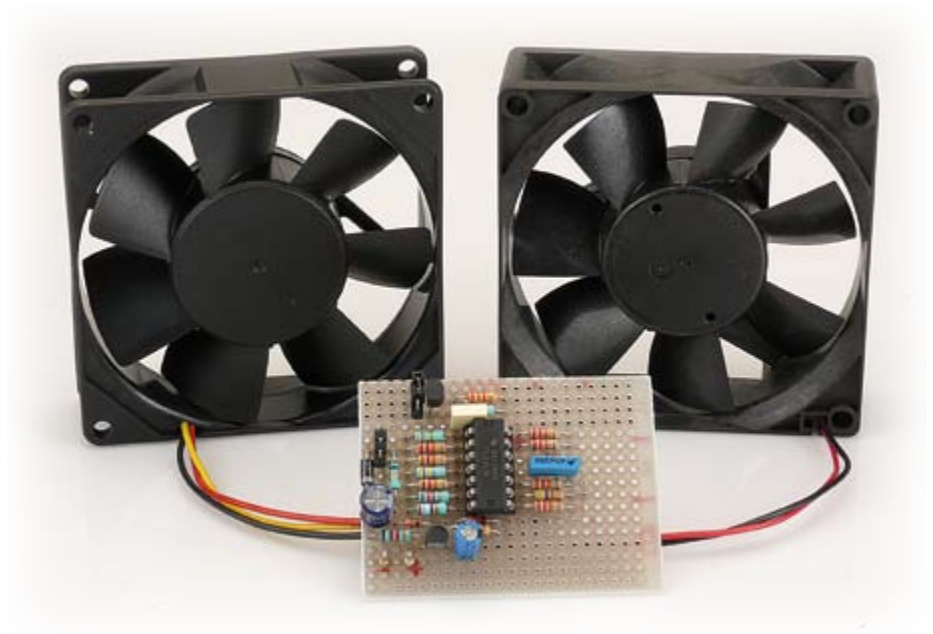
(100337)

Aus zwei mach drei

Tachosignal für 2-Draht-Lüfter

Von Volker Schmidt (D)

Ersetzt man einen defekten Lüfter mit Tachogenerator und drei Anschlussdrähten durch einen (besser erhältlichen) 2-Draht-Lüfter, so verursacht das fehlende Tachosignal bei PCs eine Fehlermeldung, während andere Geräte mit Lüfter dann möglicherweise gar nicht funktionieren. Das Problem lässt sich mit der hier vorgestellten Schaltung lösen, die ein drehzahlabhängiges Signal aus dem Verlauf des Lüfterstroms ableitet.



Lüfter mit drei Anschlussdrähten verfügen über einen eingebauten Tachogenerator, der am dritten Anschluss (zusätzlich zu Masse und Betriebsspannung) ein Tachosignal liefert, dessen Frequenz von der Drehzahl des Lüfters abhängt. Dadurch lassen sich solche Lüfter von der Elektronik des belüfteten Geräts überwachen. Beim Ersatz durch einen 2-Draht-Lüfter könnte man das Tachosignal auch einfach mit einem astabilen Multivibrator (zum Beispiel mit einem 555) simulieren. Das hat aber den Nachteil, dass die Funktion des Lüfters vom Gerät nicht mehr überwacht werden kann. Eine Möglichkeit, dennoch zu einem aussagekräftigen Tachosignal zu kommen, liegt in der Auswertung des Stromverlaufs des Lüfters.

Die dafür entwickelte einfache Schaltung verwendet einen leicht erhältlichen 4-fach-Opamp TL 074 und einige weitere Standardbauteile.

Funktionsprinzip

Die Schaltung wertet nicht die Stromaufnahme des Lüfters aus, sondern periodische Stromschwankungen, deren Frequenz direkt von der Lüfterdrehzahl abhängt. Das Oszillogramm in **Bild 1** zeigt charakteristische periodische Einbrüche des Stroms, aus denen

sich ein Tachosignal mit einer entsprechenden Schaltung ableiten lässt. Naheliegender ist ein niederohmiger Widerstand als Stromsensor, an dem ein Differenzverstärker das Signal abgreift, das dann nach etwas Aufbereitung eine monostabile Kippstufe triggert.

Realisierung

Die Schaltung des Tachosignalgenerators (**Bild 2**) besteht im Wesentlichen aus einem 4-fach-Opamp des Typs TL 074. Daneben werden noch einige passive Bauteile, drei Dioden, eine Z-Diode und zwei Transistoren benötigt. R1 ist als Stromsensor mit $1\ \Omega$ dimensioniert, um die Spannung am Lüfter nicht zu stark zu

verringern. Der Differenzverstärker mit IC1A verstärkt den Spannungsabfall an R1 etwa 21-fach und invertiert das Signal, so dass die Einbrüche im Stromsignal zu Signalspitzen werden, die über C1 am Eingang des Komparators mit IC1B liegen. Überschreitet das Signal den Wert am Spannungsteiler R6/R7, wird der Ausgang von IC1B High (fast positive Betriebsspannung). Aus der Signalspitze am Eingang wird so ein Rechtecksignal (**Bild 3**). Der dritte Opamp (IC1C) bildet eine monostabile Kippstufe (Monoflop), die von der positiven Flanke des Rechtecksignals getriggert wird. Die Ablaufzeit (Monozeit) berechnet sich nach der Formel:

Messungen

Die Schaltung wurde im Elektor-Labor mit einem 2-Draht-Lüfter von Canon (Typenbezeichnung CF80-T211N1D) getestet. Wir haben das von der Schaltung erzeugte Tachosignal auch mit dem Tachosignal eines Dreidrahtlüfters verglichen. Bei dem dafür verwendeten Sunon KDE1208PTB1-6A liegt das Tachosignal am gelben Anschlussdraht.

Bei 12 V funktioniert die Schaltung gut. Der Duty-Cycle ist nicht ganz 50 % und wird mit abnehmender Betriebsspannung und Drehzahl niedriger (die Impulsdauer bleibt die gleiche, aber die Pausendauer nimmt mit der Periodendauer bei abnehmender Frequenz zu. Mit unserem Test-Lüfter ergab sich bei 56 nF für C2 ein Duty-Cycle von 50 % bei 12 V. Da die Spannung der virtuellen Masse über die Z-Diode D4 und T1 festliegt, wird die Spannungsteilung bei

$$t = R_9 \times C_2 \times \ln(1 + R_{11}/R_{10})$$

Mit den dimensionierten Werten erhält man eine Zeit (Impulsdauer) von etwas mehr als einer Millisekunde. Die Ausgangsstufe mit IC1D und T2 stellt das so erzeugte Signal an einem Open-collector-Ausgang zur Verfügung. Da T2 invertiert, ist auch IC1D als invertierender Puffer (Verstärkung -1) geschaltet. Mit JP1 kann man wählen, ob man das Ausgangssignal von IC1C oder vom Open-collector-Ausgang verwenden möchte.

Die Stromversorgung der Schaltung erfolgt durch den + 12-V-Anschluss für den Lüfter (im belüfteten Gerät). Nach Entkopplung über D3 und C3 sorgt die Schaltung mit T1 für eine so genannte virtuelle Masse, die ungefähr der halben Betriebsspannung entspricht. Damit erhält man eine quasi symmetrische Stromversorgung mit näherungsweise ± 6 V (bezogen auf die virtuelle Masse) für die Opamps des TL 074.

Praxis

Beim Aufbau der Schaltung darf man sich durch das Massesymbol der virtuellen Masse an verschiedenen Stellen im Schaltplan nicht irritieren lassen: Die so bezeichneten Schaltungspunkte führen nicht Masse, sondern etwa die halbe Betriebsspannung als virtuelle Masse für die Opamps. Diese „virtuellen Massepunkte“ werden nur untereinander verbunden – mit sonst nichts – und auf keinen Fall mit der Masse des belüfteten Geräts! Diese Geräte-Masse liegt nur am Anschluss GND von K1 und darüber an den im Schaltplan mit einem Pfeil nach unten bezeichneten Schaltungspunkten.

An die zum Beispiel auf Lochraster aufgebaute Schaltung (Bild 4) werden folgende

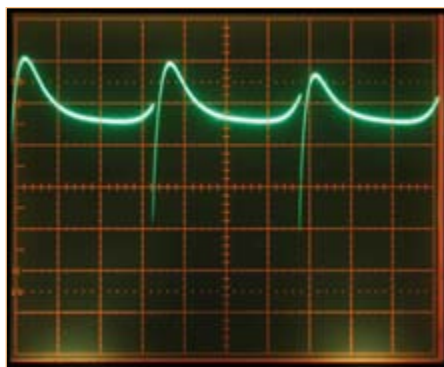


Bild 1. Das Oszillogramm zeigt periodische Einbrüche des Lüfterstroms, aus denen sich ein Tachosignal ableiten lässt.



Bild 3. Das Signal hinter dem Differenzverstärker (oben) und das Tachosignal am Ausgang der Schaltung (unten).

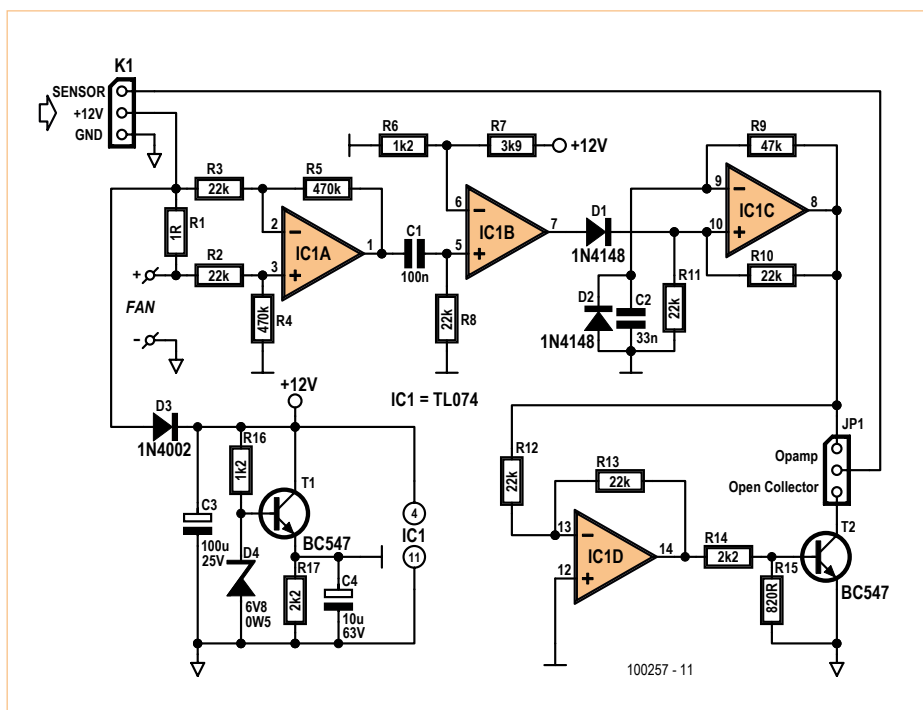


Bild 2. Die Schaltung verwendet einen Widerstand als Stromsensor, an dem ein Differenzverstärker das Signal abgreift, das dann nach etwas Aufbereitung eine monostabile Kippstufe triggert.

abnehmender Betriebsspannung zunehmend unsymmetrisch. Die virtuelle Massespannung fällt dann schnell aus dem Common-Mode-Bereich des TL074 heraus - aber eigentlich ist dann auch schon der Betriebsspannungsbereich der Opamps unterschritten. Bei einer Regelung des Lüfters über die Betriebsspannung sollte man die virtuelle Masse besser symmetrieren, indem man die Z-Diode D4 durch einen Widerstand von 2 k (1k8 oder 2k2 geht auch)

ersetzt. Bei 6 V liegt die virtuelle Masse dann etwas über der Hälfte der Versorgungsspannung. Für das Funktionieren der Schaltung macht das nichts, sie eignet sich dann für Betriebsspannungen zwischen 6 und 12 V. Bei weniger als 5,5 V beginnt die Schaltung zu schwingen. Der TL074 ist für solche kleinen Spannungen nicht geeignet.

Die angegebene Dimensionierung passte für den Canon-Lüfter recht gut. Die Periodendau-

er des Ausgangssignals änderte sich mit der Betriebsspannung von 4,15 ms bei 12 V auf 8,4 ms bei 6 V. Beim „echten“ Tachogenerator des 3-Draht-Sunon-Lüfters waren es 5,9 ms bei 12 V und 10,8 ms bei 6 V – was ziemlich gut übereinstimmt.

Als Eigenstromverbrauch der Schaltung wurden 18,7 mA bei 12 V und 9,4 mA bei 6 V gemessen.

Ton Giesberts (Elektor-Labor)

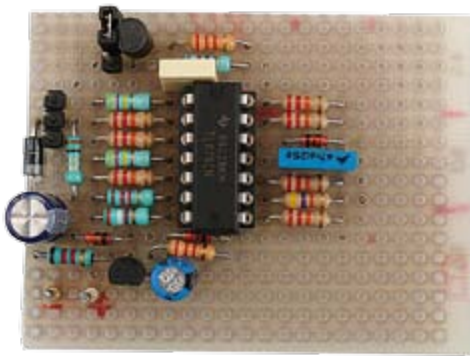


Bild 4. Der im Elektor-Labor auf Lochrasterplatine aufgebaute Prototyp.

Leitungen angeschlossen:

- +12 V an den Anschluss „+12 V“ von K1 (vom +12-V-Anschluss der Anschlussklemme für den Lüfter im PC bzw. Gerät)
- Tachosignalleitung an den Anschluss „Sensor“ von K1 (vom Tachosignalananschluss der Anschlussklemme für den Lüfter im PC bzw. Gerät)

- Geräte-Masse an den Anschluss „GND“ von K1 (vom Masseanschluss der Anschlussklemme für den Lüfter im PC bzw. Gerät)
- Der Zweidrahtlüfter selbst wird mit seiner Plus-Leitung (+12-V-Anschluss des Lüfters) an den mit „+“ bezeichneten Punkt der Schaltung angeschlossen (Knotenpunkt R1/R2) und mit seiner Minus-Leitung (Masseanschluss des Lüfters) an den GND-Anschluss von K1 (Geräte-Masse).

Die im Schaltplan angegebene Anschlussbelegung von K1 stimmt mit der üblichen Anschlussbelegung für 3-Draht-Lüfter auf PC-Motherboards überein. Der im Schaltbild mit „Sensor“ bezeichnete Pin wird von manchen Herstellern auch „rotation“ genannt.

Die Funktion der Schaltung wurde mit Lüftern des Herstellers Sunon aus der MagLev Reihe und verschiedenen anderen Typen überprüft. Je nach Lüftertyp kann es sein, dass die Schaltung angepasst werden muss. Für die korrekte Funktion der Schaltung sollte die Spannung am Widerstand R1 (Stromfühler) ungefähr 200 mV_{SS} betragen. Bei Abweichungen kann man entweder R1 anpassen oder die Verstärkung des Differenzverstärkers IC1A über das Verhältnis von R5/R3 und R4/R2.

Bei Lüftern mit niedriger Drehzahl kann die Monozeit von 1 ms zu kurz sein. Diese lässt sich bei Bedarf durch höhere Werte für C2 und/oder R9 verlängern.

(100257)

SELBSTBAU-WEGWEISER

• **Bauteile:** Bauteile und Bauteilzusammenstellungen sind im Fachhandel erhältlich. Im Anzeigenteil von Elektor findet man regelmäßig Anbieter, die zu Elektor-Projekten Materialsätze oder Bauteilesätze zusammenstellen und auch Spezialbauteile liefern können. Ein alphabetisches Inserentenverzeichnis ist in jeder Elektor-Ausgabe am Heftende (vorletzte Seite) zu finden.

Die Service(n) in der Heftmitte bieten eine Übersicht über Platinen und Software. Wegen der Bestimmungen der Postzeitungsordnung dürfen Bezugsinformationen zu aktuellen Projekten erst im nächstfolgenden Heft veröffentlicht werden, aus dem gleichen Grund sind die Service(n) nicht in allen Ausgaben enthalten. Das bedeutet aber nicht, daß Platinen, Software und Bauteile ebenfalls erst verspätet oder nicht lieferbar sind.

• **Ohm und Farad:** In den Stücklisten werden große und kleine Widerstände und Kondensatoren mit folgenden Angaben für Faktoren versehen:

p	= Pico	= 10 ⁻¹²	= ein Billionstel	k	= Kilo	= 10 ³	= Tausend
n	= Nano	= 10 ⁻⁹	= ein Milliardstel	M	= Mega	= 10 ⁶	= Million
μ	= Micro	= 10 ⁻⁶	= ein Millionstel	G	= Giga	= 10 ⁹	= Milliarde
m	= Milli	= 10 ⁻³	= ein Tausendstel				

Die Einheiten (Ω für Ohm bei Widerständen, F für Farad bei Kondensatoren) werden nur dann angegeben, wenn keine Faktorenangabe erfolgt (Ω bei Widerständen kleiner 1 kΩ und größer 99 mΩ, z.B. 999 Ω oder 0,1 Ω). Ansonsten steht die Angabe des Faktors an der Stelle des Kommas bei der Wertangabe.

Beispiele:
3k9 (= 3,9 kΩ = 3900 Ω) 4μ7 (= 4,7 μF = 0,0000047 F)
Wenn nicht anders angegeben, werden immer Widerstände mit max. 5 % Toleranz und min. 1/3 W Belastbarkeit und Kondensatoren mit min. 50 V Spannungsfestigkeit verwendet.

• **Bauhinweise:** Beim Bestücken von Platinen beginnt man am besten immer mit den kleinsten passiven Bauteilen. Daher zuerst die Drahtbrücken, Widerstände und kleine Kondensatoren bestücken, danach IC-Fassungen, Relais, Elkos und Steckverbinder. Empfindliche Halbleiter kommen zuletzt an die Reihe.

• **Löten:** Geeignet ist ein Lötkolben mit 15 bis 30 Watt mit feiner Spitze. Nur Elektronik-Lötzinn (60/40) mit Flußmittelkern verwenden. Anschlußdrähte der Bauteile durch die richtigen Platinenbohrungen stecken, etwas umbiegen und abknipfen. Die beiden zu verlötenden Stellen erhitzen, und Lotzinn hinzufügen. 1 bis 2 Sekunden warten, bis das Zinn gut fließt und Lötkolbenspitze wegnehmen. Halbleiter, ICs und kleine Platinenlötungen nicht zu stark erhitzen! Lotzinn kann wieder entfernt werden, indem man Lötspitze mit der heißen Lötkolbenspitze auf die Stelle mit dem zu entfernenden Lotzinn drückt.

• **Fehlersuche:** Funktioniert die Schaltung nicht? Als erstes kontrolliert man die Bestückung im Vergleich mit Bestückungsplan, Schaltplan und Stückliste. Besonders auf die Bestückung der Drahtbrücken achten, die nur im Bestückungsplan angegeben sind. Sind alle Bauteile an der richtigen Stelle und auch richtig herum eingesetzt? Beachten Sie diesen Punkt besonders bei IC-Fassungen, Dioden, Elkos und Transistoren. Stimmt die Belegung von Anschlußpunkten auf der Platine, wie Anschlüsse für Betriebsspannung und Schalter etc.?

Kontrollieren Sie nochmals kritisch alle Lötstellen, einerseits auf gute Verbindungen (silbrig glänzend sollen sie sein, nicht matt und grau), andererseits auf überschüssiges Lotzinn und eventuell Lotzinn spritzer, die Leiterbahnschlüsse verursachen können.

Angegebene Gleichspannungsmesswerte (siehe Schaltplan und eventuelle Texthinweise) sollen mit einem hochohmigen (digitalen) Multimeter überprüft werden. Toleranzen bis zu 10 % sind normalerweise noch zulässig, größere Abweichungen deuten auf Fehler hin. Alle Korrekturen und relevanten Hinweise werden als „Nachlese“ veröffentlicht. Tips, Tricks und ergänzende Informationen, die sich aus Leserkontakten ergeben, sind auch in „Readers' Corner“ zu finden.

• **Farbcode:** Der Wert von Widerständen wird durch Farbringe wie folgt angegeben:



Farbe	1. Ring Ziffer	2. Ring Ziffer	3. Ring Nullen	4. Ring Toleranz
schwarz	-	0	-	-
braun	1	1	0	±1 %
rot	2	2	00	±2 %
orange	3	3	000	-
gelb	4	4	0000	-
grün	5	5	00000	±0,5 %
blau	6	6	000000	-
violett	7	7	-	-
grau	8	8	-	-
weiß	9	9	-	-
gold	-	-	x0,1	±5 %
silber	-	-	x0,01	±10 %
ohne	-	-	-	±20 %

Beispiele:
braun-rot-braun-gold: 120 Ω/5 %
gelb-violett-orange-gold: 47 kΩ/5 %

• **Eigene Entwicklungen:** Eigene Schaltungsentwicklungen und Entwicklungsideen können Sie uns jederzeit zusenden. Fürs erste genügt der (lesbare) Schaltplan mit ein paar begleitenden Worten zum Kennenlernen. Wenn Ihre Einsendung für Elektor interessant ist, senden wir Ihnen ein Honorarangebot. Für die weitere Ausarbeitung sind dann natürlich Unterlagen auf Diskette (Schaltung, Platine, Text) sehr willkommen.

Hexadoku

Sudoku für Elektroniker

Wer auch nach den extrem heißen Tagen einen kühlen Kopf bewahren konnte, kann seine grauen Zellen nun wieder mit einem neuen Hexadoku auf die Probe stellen. Tragen Sie überall die richtigen Zahlen ein und schicken Sie uns die Lösung – und Sie haben die Chance, einen von vier ELEKTOR-Gutscheinen zu 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 30. September 2010!

Die Gewinner des Juni-Hexadokus stehen fest!

Die richtige Lösung ist: 6B310.

Der Elektor-Gutschein im Wert von 100 € geht an: Zigor Gómez Arias aus Bilbao Vizcaya (Spanien).

Einen Elektor-Gutschein über je 50 € haben gewonnen: William Fackrell, Erik Jansen und Taina Paavilainen.

Herzlichen Glückwunsch!

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

(c) PZZL.com

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

Starke Stücke

Die ganze Welt der Elektronik
in einem Shop!



Konzeption – Realisation – Evaluation

Der Entwurf von Röhrenverstärkern

Auch heute noch klingen Röhrenverstärker zweifellos phantastisch, möglicherweise sogar noch faszinierender als in früheren Zeiten. Gegenwärtig verfügen wir über moderne Bauteile und Materialien, wie z. B. Ringkern-Ausgangsübertrager, ausgesprochen hochwertige Widerstände, Kondensatoren und allerlei, die Übertragungseigenschaften nicht beeinflussende Drahtsorten. Hinzu kommen hochqualitative Tonträger wie CD-Spieler und ebenso hochwertige Lautsprecher, die die überragenden klanglichen Eigenschaften von Röhrenverstärkern erst richtig zur Geltung kommen lassen.

Das vorliegende Buch behandelt zwar auch die Theorie, mehr jedoch richtet sich die Aufmerksamkeit auf die Entwurfsphase dieser Verstärker, innerhalb derer die projektierten Eigenschaften und gestellten Anforderungen formuliert werden müssen. In welchem Zusammenhang stehen subjektive und objektive Kriterien? Welche Schaltungsvarianten entwickeln überzeugende klangliche Eigenschaften und warum? Welche Probleme sind zu lösen, wenn man einen Röhrenverstärker entwickeln und diesen käuflich vertreiben möchte? Was genau sagen uns messtechnische Analysen eines Gerätes und wie sind die gewonnenen Ergebnisse zu interpretieren, welche Aussagekraft besitzen sie? Der Autor Menno van der Veen beantwortet diese und andere wichtige Fragen

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

NEU!

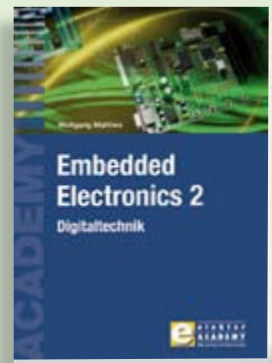


Grundlagen und der Aufbau
von Programmstrukturen

AVR-Programmierung 1

Dieses Buch ist der erste Band einer Buchreihe, die der Programmierung von AVR-Mikrocontrollern gewidmet ist. Da es die Grundlagen präsentiert, beginnend mit Bits und Bytes, ist es für Leser geeignet, die sich in das Gebiet erst einarbeiten wollen. Aber auch wer AVR-Prozessoren in C programmiert, wird von der Lektüre profitieren, weil die Besonderheiten sorgfältig herausgearbeitet werden.

255 Seiten (kart.) • ISBN 978-3-89576-229-1
€ 42,00 • CHF 66,00



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 Grundsicherungen der Digitaltechnik.

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



inkl. 16 Farbseiten

Die eigene Lightshow mit DMX professionell steuern

Lichttechnik für Einsteiger

Für Einsteiger, die die faszinierende Welt des Lichtdesigns und der Showgestaltung kennenlernen möchten, werden die Grundlagen der eingesetzten Lichttechnik erklärt. Das Buch bringt Licht in den Ablauf der Showprogrammierung mit Pult und PC und beleuchtet die Konzepte hinter einem ansprechenden Lichtdesign. Im zweiten Teil des Buches werden viele Selbstbautipps vorgestellt, mit deren Hilfe professionelle Showelemente auch mit einfachen Mitteln möglich sind.

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



Der professionelle Ratgeber

Funkempfänger-kompodium

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 Gegentakt-Endstufen und ihr Zusammenwirken mit SRPPs genauer besprochen.

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



Einstieg in die digitale Steuerungstechnik

Digitale Elektronik im Experiment

Dieses Buch verwendet die grundlegenden Schaltungen mit Gattern, Flipflops und Zählern aus der CMOS-Reihe 4000. Zu jedem der 50 Experimente werden das Schaltbild und der detaillierte Aufbau auf einer Steckplatine gezeigt. Das Studium der Grundlagen geht am besten mit praktischen Versuchen. Viele der hier vorgestellten Schaltungen sind praktisch einsetzbar. Wer den Überblick hat, findet für jede Aufgabe eine einfache und preiswerte Lösung.

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

**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**





NEU!

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



NEU!

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!

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



OB2-Mini-Simulator für PWM/ISO/KWP2000

(Elektor Juni 2010)

Wer Hardware oder Software zur Kfz-Diagnose entwickeln oder testen möchte, benötigt eine OB2-Signalquelle. Hier kommt unser OB2-Mini-Simulator ins Spiel, der eine moderne Pkw-Motorsteuerung (ECU) emuliert und bis zu vier verschiedene OB2-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



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



Geschaltetes Labornetzteil

(Elektor April 2010)

Ein einstellbares Netzgerät gehört zur Grundausstattung eines jeden Elektronik-Labors. Es sollte nach Möglichkeit eine symmetrische Ausgangsspannung liefern können und über eine einstellbare Strombegrenzung und eine gut ablesbare Anzeige von Strom und Spannung verfügen. Dieses Schaltnetzteil ist mit einer Ausgangsspannung von 0 bis 25 V bei maximal 3 A Ausgangsstrom ausgelegt. Es kann wahlweise als Einfach- oder als Doppel-Netzteil aufgebaut werden.

Bausatz mit allen Bauteilen inkl. Platine (ohne Netztrafo)

Art.-Nr. 090786-71 • € 71,50 • CHF 112,30

September 2010 (Nr. 477)

€

Digitales Multi-Effektgerät

090835-31	.....	Programmiertes EEPROM 24LC32	.....	5,00
090835-41	.....	Programmierter Controller ATmega8-16PU	.....	9,95
090835-42	.....	Programmierter Controller ATtiny2313-20PU	.....	9,95
090835-71	.....	Alle Bauteile inklusive Platinen und programmierten Controllern/EEPROM	.....	www.elektor.de

AirControl - Bestimmung von Wolkenhöhen

090329-41	.....	Programmierter Controller	.....	15,00
090329-91	.....	Bestückte Platine mit Gehäuse (bei ausreichendem Interesse, siehe Website)	.....	www.elektor.de

Elektor Project Case

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)	.....	www.elektor.de

Labornetzteil für den PC

090863-41		Progr. Controller PIC16F616-I/P		9,95
-----------	-------	---------------------------------	-------	------

Schwertposition

080307-41		Progr. Controller PIC16F628A-DIL-18		9,95
-----------	-------	-------------------------------------	-------	------

RJ-45-Kabeltester mit PIC

090643-41		Progr. Controller PIC16F72		9,95
-----------	-------	----------------------------	-------	------

Thermometer mit vierstelliger LED-Anzeige

080536-41		Progr. Controller AT89C2051 DIL-20		9,95
-----------	-------	------------------------------------	-------	------

Universeller PWM-Generator

090856-41		Progr. Controller PIC16F628-1/P		9,95
-----------	-------	---------------------------------	-------	------

Heizungsregelung

100318-41		Progr. Controller ATtiny25-20p4DUO8		9,95
-----------	-------	-------------------------------------	-------	------

3D-LED-Pyramide

090940-41		Progr. Controller ATtiny2313-20SU		9,95
-----------	-------	-----------------------------------	-------	------

Digitaler Daumenschalter

090538-41		Progr. Controller ATtiny2313 DIP20		9,95
-----------	-------	------------------------------------	-------	------

Akustischer Trainer

100203-41		Progr. Controller PIC16F88 DIP18		9,95
-----------	-------	----------------------------------	-------	------

Wasserdichter Näherungsschalter

090537-41		Progr. Controller ATtiny13A		9,95
-----------	-------	-----------------------------	-------	------

Binär-Uhr

090187-41		Progr. Controller PIC16F877-20/P DIP40		22,50
-----------	-------	--	-------	-------

Lichtsteuerung für RC-Autos

090834-41		Progr. Controller ATtiny45 DIP-8		9,95
-----------	-------	----------------------------------	-------	------

Oszilloskoptext

100327-41		Progr. Controller ATtiny2313 DIL20		9,95
-----------	-------	------------------------------------	-------	------

RGB-Schwarm

100358-41		Progr. Controller ATtiny13(V)		9,95
-----------	-------	-------------------------------	-------	------

Bestseller

Bücher

- ➔ **AVR-Programmierung 1**
ISBN 978-3-89576-229-1 € 42,00 CHF 66,00
- ➔ **Funkempfängerkompendium**
ISBN 978-3-89576-224-6 € 49,00 CHF 77,00
- ➔ **Hardware-Design mit FPGA**
ISBN 978-3-89576-209-3 € 42,00 CHF 66,00
- ➔ **Embedded Electronics 2**
ISBN 978-3-89576-186-7 € 49,00 CHF 77,00
- ➔ **Digitale Elektronik im Experiment**
ISBN 978-3-89576-220-8 € 29,80 CHF 46,80

CD- & DVD-ROMs

- ➔ **Workshop-DVD HF-Technik**
ISBN 978-3-89576-234-5 € 29,80 CHF 46,80
- ➔ **Workshop-DVD Röhren 2**
ISBN 978-3-89576-235-2 € 29,80 CHF 46,80
- ➔ **Elektor-DVD 2009**
ISBN 978-90-5381-251-8 € 27,50 CHF 43,20
- ➔ **ECD 5**
ISBN 978-90-5381-159-7 € 29,50 CHF 46,40
- ➔ **LED-Toolbox**
ISBN 978-90-5381-245-7 € 32,50 CHF 52,20

Bausätze & Module

- ➔ **Elektor-DSP-Radio**
Art.-Nr. 100126-91 € 164,00 ... CHF 257,50
- ➔ **Bluetooth für OBD-2-Analyser NG**
Art.-Nr. 090918-71 € 29,95 CHF 47,10
- ➔ **dsPIC-Controller-Board**
Art.-Nr. 090073-91 € 159,00 ... CHF 249,70
- ➔ **Geschaltetes Labornetzteil**
Art.-Nr. 090786-71 € 71,50 ... CHF 112,30
- ➔ **32-bit-ARM-Board (Zepter)**
Art.-Nr. 090559-91 € 99,95 ... CHF 157,00

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



Praxis-Test Stromzangen

Ein Multimeter ist ein äußerst nützliches und vielseitiges Instrument, aber in der Regel endet der Strom-Messbereich schon bei 10 A. Für größere Ströme sollten Sie eine so genannte Stromzange verwenden, die bis 100 A und oft sogar bis 1000 A zu verwenden ist. Die nächste Frage ist die Brauchbarkeit für Gleich- und Wechselstrom und die Genauigkeit in Abhängigkeit von Marke und Preis. Wir haben 20 verschiedene Stromzangen-Multimeter im Preisbereich von zehn bis 600 Euro getestet.

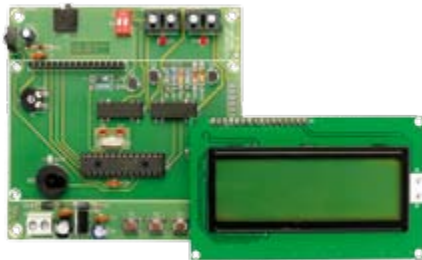


Foto-Timer

Moderne Digitalkameras bieten oft die Möglichkeit, verschiedene Funktionen fernzusteuern. Der für Canon-EOS und damit kompatible Kameras entwickelte vielseitige Foto-Timer ermöglicht es, in programmierbaren Zeitabständen Aufnahmen zu machen. Ein 4-zeiliges Display zeigt alle Einstellungen, die auch in einem EEPROM gespeichert werden können. Ebenfalls vorhanden sind eine optionale Vor-Fokussierung und eine akustische Indikation des Auslösezeitpunkts durch Geräuscheffekte.



5532-Power-Amp

Für Musikliebhaber und Verstärkerenthusiasten haben wir im nächsten Monat ein ganz besonderes Projekt: Einen Audio-Leistungsverstärker, der aus ganz vielen parallel geschalteten Operationsverstärkern besteht. Auf diese Weise ist es möglich, einen Leistungsverstärker ohne Endstufe zu realisieren, der immerhin etwa 15 W Leistung an einem 8-Ω-Lautsprecher liefert. Da die verwendeten Dual-Opamps vom Typ NE5532 für ihr hervorragendes Preis-Qualitäts-Verhältnis in Audio-Anwendungen bekannt sind, darf man auf die Klangeigenschaften dieses einzigartigen Verstärkers durchaus gespannt sein.



Elektor Oktober erscheint am 15. September 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 88 909-66

Geschäftszeiten

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

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

Einzelheft

Deutschland	€ 7,20
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

*
D
-
A
h

nicht sp

5

*Das Abonnement verlängert sich automatisch um 12 Monate, wenn nicht spätestens zwei Monate vor Ablauf schriftlich gekündigt wird.
**Diese DVD-ROM wird Ihnen sofort nach Erscheinen (Februar 2011) zugeschickt.

sofort nach Erscheinen
(Februar 2011) zugeschickt.

09/2010

10

1

10

[]

Elektor
Hobbyelektronik 2010

**Dieses Angebot gilt nur,
wenn Sie während
der letzten 12 Monate
noch nicht Abonnent waren.*

09/2010

Streifen kleben!

אליהו.

NEU

Streifen kleben!

A

Fordern Sie jetzt den neuen Elektor- Gesamtkatalog 2010 GRATIS an!

Gesamtkatalog 2010

Bücher
CD-ROMs
DVD-ROMs
Sonderhefte
E-blocks
Bausätze
Module



**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!

Event-Kalender

Workshops • Seminare • Masterclasses



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



C-Programmierung für Mikrocontroller

Seligenstadt 25.08. bis 27.08.2010

www.elektor.de/c-prog

CC2-ATmega

München 25.09.2010

Hannover 06.11.2010

www.elektor.de/cc2-atmega

PIC18-Mikrocontroller-Programmierung

München 20.10.2010

www.elektor.de/pic18

Messen, Steuern, Regeln (MSR) über das Internet

München 21.10.2010

Frankfurt am Main 28.10.2010

www.elektor.de/msr-workshop

Praxis des Gitarren-Röhrenverstärkers

Hannover 28.08.2010

München 09.10.2010

Leipzig 30.10.2010

www.elektor.de/gitarren-roehren

Serielle (Geräte-)Bussysteme

Seligenstadt 15.09. bis 17.09.2010

www.elektor.de/bussysteme

PIC-Mikrocontroller-Programmierung in C **NEU!**

Seligenstadt 23.09. + 24.09.2010

www.elektor.de/pic-prog

Fahrzeugdiagnose in der Praxis

Dortmund 02.10.2010

Regensburg 13.11.2010

www.elektor.de/fahrzeugdiagnose

Eagle PCB und Design **NEU!**

München 08.10.2010

Dortmund 29.10.2010

www.elektor.de/eagle-seminar

Grafische PIC-Programmierung mit Flowcode **NEU!**

München 08.10.2010

www.elektor.de/pic-flow

Grafische AVR-Programmierung mit Flowcode **NEU!**

München 09.10.2010

Seligenstadt 04.12.2010

www.elektor.de/avr-flow

AVR-Mikrocontroller in der Praxis

München 22.10. + 23.10.2010



Änderungen vorbehalten.

Weitere Infos unter

www.elektor.de/events

INSERENTENVERZEICHNIS SEPTEMBER 2010

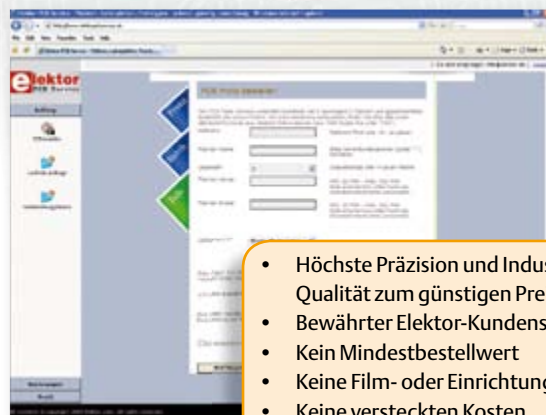
Basista	www.basista.de	25, 49
Beta Layout	www.beta-layout.com	14, 25
Cadsoft Computer	www.cadsoft.de	15
Emis	www.emisgmbh.de	65
Eurocircuits	www.eurocircuits.de	31
Gie-Tec	www.gie-tec.de	65
LeitOn	www.leiton.de	49
LPKF	www.lpkf.de/prototyping	13
Markt.		67
mikroElektronika	www.mikroe.com	2
National Instruments	www.ni.com/multisim/d	11
NXP Contest.		
	www.circuitcellar.com/nxpmbeddesignchallenge!	27
Pico	www.picotech.com/scope2016	55
Reichelt	www.reichelt.de	88
RS Components	www.rsonline.de/edp	3
Schaeffer AG	www.schaeffer-ag.de	65

Elektor-PCB-Service



Die neue Adresse für Platinen,
Prototypen und Multilayer

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



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

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

www.elektorpcbservice.de

IP-Fernschaltsteckdose

Schalten Sie ihren Computer oder andere technische Geräte über das Netzwerk!

Von überall auf der Welt über einen Webbrowser auf das NETIO-230A zugreifen und steuern. Telnet, RS-232-Schnittstelle und CGI-Kommandos ermöglichen die einfache Integration in größere Systemumgebungen.

- integrierter Webserver • RS-232C Schnittstelle
- Protokolle: HTTP, SMTP, SNTP, DHCP, DNS, Telnet
- Watchdog-Funktion für autom. Neustart bei nicht mehr reagierenden Netzwerkgeräten
- E-Mail Benachrichtigung • Secure Login, Benutzerrechte
- 4 managebare 230-V-Ausgänge



Katalog kostenlos!
 Tagesaktuelle Preise:
www.reichelt.de



Markenqualität - Top-Service - günstige Preise!

PowerCon Steckverbinder

Robustes, 3-poliges, verriegelbares Netzwerksteckersystem für professionelle Audio-/Video-Anwendungen, besonders im Bühnenbereich

- 250 V / 20 A



Power-In, blau
NEUTRIK NAC-3MPA1 Chassisbuchse **2.75**
NEUTRIK NAC-3FCA Kabelstecker **5.55**

Power-Out, grau
NEUTRIK NAC-3MPB Chassisbuchse **2.75**
NEUTRIK NAC-3FCB Kabelstecker **5.55**

EtherCon RJ-45-Steckverbinder

Metall-Steckergehäuse zur Aufnahme eines fertig konfektionierten Cat. 5-Kabels mit RJ-45-Modularsteckers für raue Umgebungsbedingungen.



Kabelstecker-Gehäuse
NEUTRIK NE-8MC Chassisbuchse **2.70**

Flanschbuchsen
NEUTRIK NE-8FDP RJ-45 auf RJ-45 **8.60**
NEUTRIK NE-8FDV RJ-45 auf LSA **7.90**

Cat.6 Patchkabel

- PIMF = paarig in Metallfolie
- Category 6 - 600MHz
- RJ45-Stecker Cat.6
- Längenaufdruck in der umspritzten Tülle
- Belegung nach EIA/TIA 568B

Farbe: grau
PATCH-C6 05 GR 0,5 m **0.80**
PATCH-C6 1 GR 1 m **1.00**
PATCH-C6 3 GR 3 m **1.60**
PATCH-C6 10 GR 10 m **4.15**
PATCH-C6 20 GR 20 m **7.65**

Farbe: gelb
PATCH-C6 05 GE 0,5 m **0.85**
PATCH-C6 1 GE 1 m **1.10**
PATCH-C6 3 GE 3 m **1.75**
PATCH-C6 10 GE 10 m **4.20**
PATCH-C6 20 GE 20 m **7.75**

Farbe: blau
PATCH-C6 05 BL 0,5 m **0.90**
PATCH-C6 1 BL 1 m **1.15**
PATCH-C6 3 BL 3 m **1.65**
PATCH-C6 10 BL 10 m **4.20**
PATCH-C6 20 BL 20 m **7.65**

Farbe: schwarz
PATCH-C6 05 SW 0,5 m **1.10**
PATCH-C6 1 SW 1 m **0.95**
PATCH-C6 3 SW 3 m **1.80**
PATCH-C6 10 SW 10 m **5.10**
PATCH-C6 20 SW 20 m **9.90**

Speaker Armaturen

Für Profi-Bühnen-/Lautsprechertechnik

Kabelstecker
NEUTRIK NL-2FC 2-pol, 6 - 10 mm **1.70**
NEUTRIK NL-4FC 4-pol, 5 - 15 mm **4.95**

Power-Out, grau
NEUTRIK NL-4FX 4-pol, gerade **4.15**
NEUTRIK NL-4FRX 4-pol, gewinkelt **5.60**



Speaker-Chassis-Einbaubuchsen

für 2- und 4-polige Kabelstecker

4-pol. rechteckiger Flansch
NEUTRIK NL-4MP 4,8 mm-Faston **4.15**
NEUTRIK NL-4MDH 90°-Printanschl. **2.35**

4-pol. runde Ausführung
NEUTRIK NL-4MPR 4,8 mm-Faston, SW **2.65**



XLR-Kabelkupplung

NEUTRIK NC-3FX 3-polig **3.25**
NEUTRIK NC-4FX 4-polig **4.90**
NEUTRIK NC-5FX 5-polig **7.30**



XLR-Kabelstecker

NEUTRIK NC-3MX 3-polig **2.75**
NEUTRIK NC-4MX 4-polig **3.70**
NEUTRIK NC-5MX 5-polig **5.95**



Geräteanschluss- und Rangierkabel

- beidseitig mit LWL-Steckern konfektioniert (halogenfrei)
- Farbe: orange

Steckertyp: ST, ST
 Faser: I-VH2G 50/125µ OM2
LWL 4XST50-1 1 m **4.95**
LWL 4XST50-2 2 m **5.30**
LWL 4XST50-3 3 m **5.95**
LWL 4XST50-10 10 m **9.10**

Steckertyp: SC beige, ST
 Faser: I-VH2G 50/125µ OM2
LWL 4XST/SC50-1 1 m **4.60**
LWL 4XST/SC50-2 2 m **5.35**
LWL 4XST/SC50-3 3 m **5.95**
LWL 4XST/SC50-10 10 m **9.10**

Steckertyp: SC beige, SC beige
 Faser: I-VH2G 50/125µ OM2
LWL 4XSC50-1 1 m **4.95**
LWL 4XSC50-2 2 m **5.50**
LWL 4XSC50-3 3 m **5.95**
LWL 4XSC50-10 10 m **8.98**

Steckertyp: LC beige, LC beige
 Faser: I-VH2G 50/125µ OM2
LWL 4XLC50-1 1 m **7.50**
LWL 4XLC50-2 2 m **7.95**
LWL 4XLC50-3 3 m **8.60**
LWL 4XLC50-10 10 m **11.60**



Gigabit Triple-Speed Konverter

Von Gigabit Ethernet Kupfer-Strukturen auf Glasfaser umzubauen.

- entspricht IEEE 10/100Base-TX, IEEE 802.3ab 1000Base-T,
- IEEE 802.3z 1000Base-SX/XL 10/100/1000 Mbps Ethernet-Port

LCS-C862 **99.85**
 passendes GBIC Mini-Modul:
LCS-MGBIC-SX **41.95** 1x LC-Port, Multimode 85 Ohm (SFP)

