

**E-BOOK GRATIS**  
Los 15 Superventas de Elektor  
[www.elektor.es/ebook](http://www.elektor.es/ebook)

# elektor

electronics worldwide

.. LCD A 2 HILOS .. CONTROL DE RESERVISIÓN .. EASYPICS .. PROTECCIÓN paX .. FREC

## Pantalla Ordenador M16C TALENTO GRÁFICO

DigiButler – montaje, pruebas y software

paX – amplificador de tensión y buffer de entrada

Programador USB – Programador AVR para ATM18

## EL PC TOMA CONTROL Software de medida

ISSN 0211-397X



9 770211 397008



## Más que una revista

La mayoría de vosotros asociáis el nombre Elektor con la revista impresa que está en circulación en quioscos, librerías y tiendas de componentes electrónicos desde los años 70. De hecho, estás leyendo la edición número 335 ahora en papel, e intentamos imprimir bastantes más para tu entretenimiento. Sin embargo, en los años pasados Elektor ha desarrollado además otras actividades en las que no siempre está involucrado el papel a pesar de que en general los consideramos parte de nuestras actividades editoriales. Algunas de estas actividades seguro que son desconocidas por la mayoría de nuestros lectores, por eso vamos a hablar un poco sobre ellas.

Para empezar, están nuestros Circuitos Impresos, CDs, libros, ediciones especiales, kits y módulos. Los circuitos impresos de Elektor están a la venta desde el número 1, mientras que los kits y módulos son más recientes. Empezamos su venta para ayudar a aquellos lectores que quieren hacer las cosas por sí mismos a construir proyectos más ambiciosos en que no son capaces de encontrar los componentes necesarios o son vergonzosamente ignorados por los suministradores que se dedican solo al dominio profesional con los inherentes condiciones de pedido.

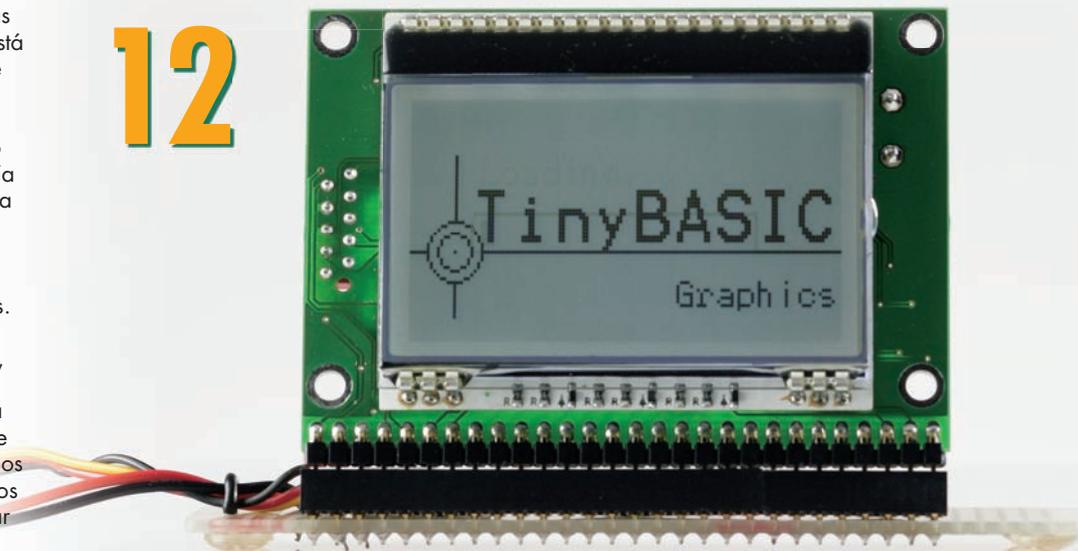
El primer módulo fue el legendario GBDSO (Osciloscopio Digital para Game Boy). Los más recientes es el Digibutler (Controlador Domótico) o la Radio Digital de Elektor, que son "híbridos" ya que contienen la placa con los componentes SMD montados. Gracias a los comentarios de nuestros lectores, hemos sabido que se siguen divirtiendo soldando los componentes convencionales, por eso los suministramos con el kit para poder seguir usando el viejo soldador durante una hora para completar el montaje. Elektor también está ampliando su catálogo de "eventos" con talleres presenciales y seminarios. Nuestros colaboradores son personas y compañías líderes del sector. Ejemplos de ello son los talleres de válvulas MultiSim 10 con, y desde, National Instruments. Ambos tuvieron un gran éxito y una gran afluencia de público. Otro "e-vento" que puedes haber visto anunciado es el "viaje de estudios" a China.

Hemos creado un canal de Elektor en YouTube, provisionalmente en HYPERLINK "<http://www.youtube.com/elektorim>" [www.youtube.com/elektorim](http://www.youtube.com/elektorim). Hemos descubierto que pequeñas películas, a veces hechas primitivamente por nuestros técnicos, son la mejor manera de atraer a no solo a los recién llegados de la generación MTV sino también para lo ya jubilados que han descubierto Elektor de nuevo a través de Google.

Eduardo Corral  
Editor

# Display Ordenador

## 12



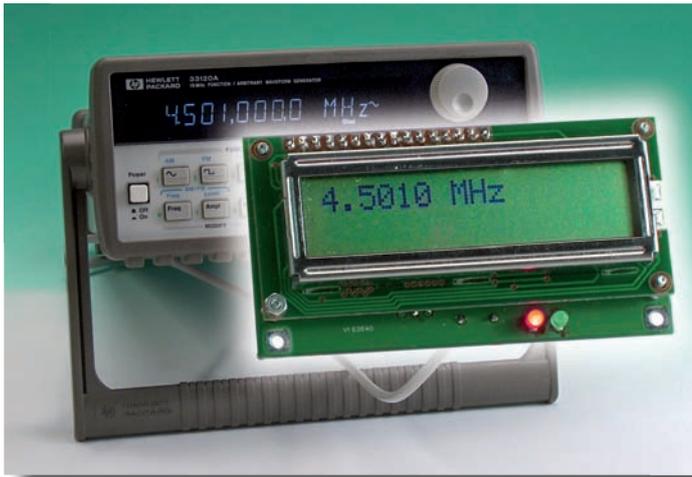
Programar una pantalla gráfica es ligeramente más difícil que programar un display de texto. Nuestra placa mini microcontroladora está compuesta por un nuevo módulo display-on-glass y un microcontrolador Renesas M16C de altas prestaciones. La placa está disponible completamente ensamblada, y el microcontrolador está precargado con un intérprete TinyBasic para simplificar el desarrollo de aplicaciones gráficas, incluso para novatos.

## 50 Elektor AVRProg



Los motivos que nos han llevado a desarrollar este programador son: los comentarios de nuestros lectores sobre el USBprog publicado en la edición de octubre de 2007 de Elektor y la serie de artículos que iniciamos el mes pasado sobre nuestro proyecto ATM18. El resultado es un programador USB para controladores AVR compatible con AVRISP mk2.

## 54 Contador Tiny

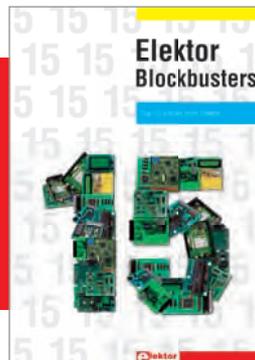


El módulo frecuencímetro Tiny aquí descrito consiste esencialmente en solo un microcontrolador ATtiny2313 y un panel LCD. El microcontrolador funciona a 20 MHz, por eso el módulo se puede emplear con frecuencias de hasta 5 MHz sin necesidad de prescaler.

## E-book gratis

Los 15 Superventas de Elektor  
reunidos en un solo pdf.

Ver detalles en la página 7



## proyectos

- 12 Display Ordenador
- 28 Digibutler (2)
- 36 Sistema de Protección para Amplificadores de Potencia
- 42 paX: un Amplificador de Potencia con Corrección de Error (2)
- 50 AVRProg Elektor
- 54 Contador Tiny
- 58 Soldando con el Control de Refusión
- 60 E-Blocks: Interrupciones en Flowcode
- 66 Luz de Ordenador de Vivos Colores
- 74 LCD 2 Hilos

## tecnología

- 20 Midiendo en la Pantalla del PC

## información y mercado

- 6 Colofón
- 7 E-book Elektor
- 8 Noticias
- 64 Revisión: Sistema de Desarrollo EasyPIC5 de MikroElektronica
- 79 Próximo número
- 84 Tienda Elektor

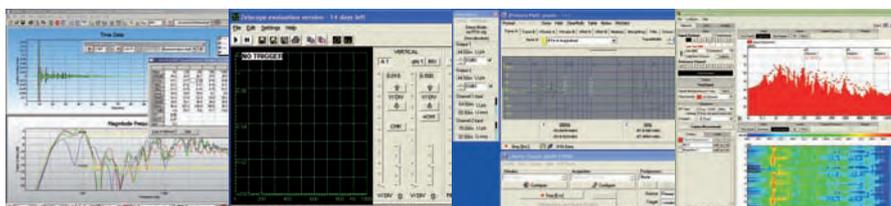
## información y entretenimiento

- 80 Hexadoku
- 82 Retrónica: "Alibi-Nota" Contestador automático (1972)

## 20 Medidas en la pantalla del ordenador



Además de sus usos para audio, las tarjetas de sonido pueden utilizarse también como instrumento de medida. Pero, ¿Qué software es el más apropiado? En este artículo te orientaremos un poco dando un vistazo a los programas que hemos encontrado.





# elektor electronics worldwide

Mayo 2008 ISSN 0211-397X

Elektor La electrónica que sorprende, es una edición que tiene por objetivo inspirar a la gente a que utilice la electrónica a todo nivel, presentado proyectos y desarrollos electrónicos e información tecnológica.

**Jefe de Redacción internacional:** Wisse Hettinga

**Redacción ELEKTOR España:** Eduardo Corral (e.corral@elektores)

**Redacción Internacional:** Harry Baggen, Thijs Beckers, Jan Buiting, Guy Raedersdorf, Ernst Krempelsauer y Jens Nickel

**Publicidad:** Susanna Esclusa (publicidad@elektores)

**Dirección:** C/ Salvador Olivella, 17 – Local 79 A – 08870 Sitges (Barcelona)  
Tel.: 93 811 0551 - Fax: 93 894 8135

**e-mail:** info@elektores

**Edita:** Elektor International Media Spain, S.L.

**Director Internacional:** Paul Snakkers

**Marketing:** Carlo van Nistelrooy

**Suscripciones Internacionales:** Anouska van Ginkel

**Suscripciones Nacionales:** Susanna Esclusa (info@elektores)

**Cartas del lector:** redaccion@elektores

**Maquetación:** David Márquez

**Imprime:** Senefelder Misset – Doetinchem, The Netherlands

**Distribución en España:** S.G.E.L.

**Depósito Legal**  
GU.3-1980  
**ISSN 0211 – 397X**  
**31 de Diciembre de 2006**

Reservados todos los derechos de edición. Se prohíbe la reproducción total o parcial del contenido de este número, ya sea por medio electrónico o mecánico de fotocopia, grabación u otro sistema de reproducción, sin la autorización expresa del editor. Las opiniones expresadas a lo largo de los distintos artículos, así como el contenido de los mismos, son responsabilidad exclusiva de los autores. Así mismo, del contenido de los mensajes publicitarios son responsables únicamente los anunciantes.

Copyright = Elektor International Media B.V.

P.V.P. en Canarias: 5,65€ (sobre tasa aérea)

## DATOS REVISTA

**TIRADA INTERNACIONAL:** 150.000 ejemplares

**TIRADA ESPAÑA:** 13.500 ejemplares

**PERIODICIDAD:** Mensual

**PRECIO REVISTA:** 5,50 €

**MEDIDAS:** 21 x 29,7 cm

**IMPRESIÓN:** Offset (color)

## INFORMACIÓN GENERAL

Elektor, la revista internacional de electrónica, va dirigida a un amplio espectro de lectores, desde el ámbito de la electrónica y la tecnología profesional hasta el de los más entusiastas aficionados.

En sus páginas se pueden encontrar las últimas novedades del sector, artículos divulgativos en los que el lector podrá conocer en profundidad las técnicas y aplicaciones tecnológicas más avanzadas, nuevos diseños en los que se incluyen las últimas tecnologías, formación sobre los nuevos productos y herramientas que aparecen en el mercado, entretenimiento y todo aquello que resulte interesante dentro de la electrónica, la informática aplicada y la tecnología en general.

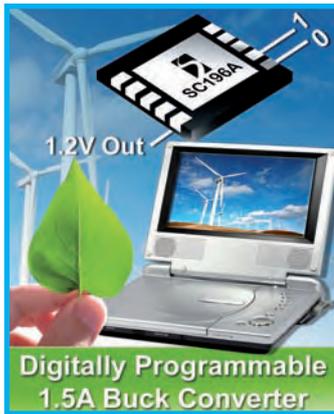
**INFORMACIÓN  
PUBLICIDAD**



**93 811 05 51**  
**publicidad@elektor.es**

## ÍNDICE DE ANUNCIANTES (orden alfabético)

<b>Cebekit</b> – www.cebekit.com .....	págs. 49 y 88
<b>Electrónica Postal</b> – www.electronicapostal.com .....	pág. 73
<b>Elektron</b> – www.tiendaelektron.com .....	pág. 53
<b>Eurocircuits</b> – www.eurocircuits.com .....	pág. 34
<b>Hammond Manufacturing</b> – www.hammondmfg.com/es .....	pág. 26
<b>Microchip</b> – www.microchip.com .....	pág. 35
<b>mikroElektronika</b> – www.mikroe.com .....	pág. 27
<b>National Instruments</b> – www.ni.com/spain .....	pág. 3



Los modelos SC196 y SC196A ofrecen opciones de tensión de salida programable digitalmente y ajustable externamente

**Semtech Corp.**, empresa representada en España por **Anatronic, S.A.**, anuncia el SC196 y el SC196A, dos nuevos reguladores step-down (buck) DC-DC de 1.5 A. Ambos dispositivos se caracterizan por elevada eficiencia gracias a su baja corriente quiescente y modos de ahorro de poten-

## Convertidores buck de 1.5 A con mejoras en eficiencia y simplicidad

cia para operar con los niveles de menor voltaje necesarios en diseños de productos portátiles de próxima generación.

El SC196 usa un feedback externo para permitir que la tensión de salida se establezca en cualquier lugar entre 1.0 V y el voltaje de entrada para aumentar la flexibilidad de diseño, mientras que el SC196A utiliza dos pines de programación para situar la tensión de salida en 1.0, 1.05, 1.2 o 1.8 V.

Los pines de control de voltaje se pueden predeterminar para una tensión constante o unir a un microcontrolador y conmutar dinámicamente en aplicaciones que usan control de potencia digital, como dispositivos que tienen menores tensiones de alimentación 'sleep-state'.

Los rangos de tensión de entrada de 2.5 a 5.5 V para el SC196 y de 2.7 a 5.5 V para el SC196A hacen posible el uso de diversos raíles de voltaje estándar, incluyendo baterías Lilon, como alimentación para estos dispositivos.

El SC196 incluye una red de compensación interna y MOSFET síncronos que eliminan la necesidad de un diodo Schottky externo. La regulación de potencia se logra empleando sólo el SC196A y tres componentes discretos, dotando al usuario de cuatro opciones de voltaje de salida con un mínimo número de materiales. El SC196 requiere dos resistencias extra para programar las tensiones de salida.

Las características se completan con eficiencia del 95 por ciento (salida de 3.3 V), corriente quiescente de 17  $\mu$ A, operación 'duty cycle' de cien por cien, frecuencia fija de 1 MHz o sincronizada entre 750 kHz y 1.25 MHz y modo PSAVE.

Los nuevos convertidores, que poseen protección ante cortocircuito y elevación de tensión y temperatura, se encuentran disponibles en un encapsulado MLP-10 de 3 x 3 mm con compatibilidad RoHS.

**Para más información:**

**Anatronic S.A.**

**Tel: +34 913660159**

**Fax: +34 913655095**

**E-Mail:**

**info@anatronic.com**

**Web: www.anatronic.com**

## Nuevo sensor monochip de imagen para cámaras de teléfonos móviles

Contribuye a que los sistemas portátiles sean más pequeños e inteligentes

**STMicroelectronics**, compañía líder en tecnología de imagen CMOS, ha introducido el sensor de cámara monochip más pequeño del mercado para aplicaciones portátiles. Cumpliendo los requerimientos de mínimo espacio con capacidades avanzadas de proceso de imagen, el nuevo sensor de 2 Megapíxeles responde a la demanda de soluciones de imagen 'full-featured' en microteléfonos.

El VD6725 es un sensor de imagen en formato óptico de 1/5" con un array de píxel activo de 1600 x 1200 (UXGA), un procesador de imagen de elevado rendimiento y funciones de control de cámara en un solo chip. Al ser el dispositivo más pequeño del mercado, este nuevo sensor se adecua a módulos de cámara de teléfono menores de 6 x 6 x 3.8 mm, gracias a su diseño de píxel de 1.75 micras y la arquitectura avanzada de ST. Los últimos desarrollos de la compañía en corrección de

defecto de píxel y reducción de ruido garantizan que el Procesador de Señal de Imagen embebido desarrolla una magnífica calidad de imagen. Los algoritmos 'anti-vignetting' (balance de imagen desigual) y el control automático de balance a blanco soportan un excelente color en diferentes condiciones lumínicas. El sensor de cámara también es capaz de identificar y neutralizar píxeles (muertos) para adecuarse correctamente a los niveles de luz.

El procesador de imagen embebido del VD6725 permite al usuario aplicar un amplio rango de efectos especiales, incluyendo imágenes inversas y 'efecto espejo', o conversión a blanco y negro para captura de contenido y lectura de código de barras.

El nuevo sensor de cámara monochip produce flujos de vídeo digital a 15 fps con una resolución UXGA y 30 fps con resolución VGA. También soporta conmutación rápida de contenido, que supone que el sensor conmuta de forma extremadamente veloz de 'vista previa' a

'modo captura', minimizando así el retardo del control de captura.

El VD6725 se encuentra disponible en un encapsulado 'wafer-level' TSV. Este tipo de encapsulado favorece la producción de módulos de cámara que son soldados directamente en la placa madre del teléfono, ahorrando así coste, espacio y tiempo en comparación con el proceso tradicional de fijado en la toma de la tarjeta. ST es una de las pocas compañías que fabrican estos módulos 'reflowable'.

Además de teléfonos móviles, el VD6725 se puede emplear en un gran número de dispositivos portátiles como ordenadores, PDA y plataformas de juegos. El sensor de cámara monochip VD6725 está disponible en dos opciones de encapsulado: como un die COB (Chip On Board) o en el TSV.

**Para más información:**

**STMicroelectronics Iberia, S.A.**

**Tel: 914051615**

**Fax: 914031134**

**Web: www.st.com**



## Nuevo periférico de Sensor Capacitivo en un microcontrolador de 8-bit de propósito general y bajo coste

Sagitron, distribuidor para España y Portugal de Microchip Technology, anuncia una nueva familia de microcontroladores PIC de 8 bits con 28 y 40 pines: PIC16F722/3/4/6/7.

Esta nueva familia permite operar desde 1.8V de alimentación con un oscilador interno de 16MHz; ADC de hasta 14 canales; SPI, I2C, AUSART; 2 "Input Capture/Output Compare/PWM" (CCP) y un periférico para una solución de sensor capacitivo "mTouch™".

El voltaje de alimentación de los PIC16F72x de 1.8V-5.5V, permite conseguir en el rango de Vdd 1.8V-3.6V, un consumo en "standby" inferior y otras especificaciones de bajo consumo.

Todos estos dispositivos permiten al contador "Timer1" operar con el oscilador interno de 16MHz, que facilita la medida y recuento de eventos condicionales.

Este nuevo periférico añadido para la solución de sensor "mTouch™", facilita aún más el diseño de aplicaciones basadas en sensores capacitivos o de proximidad, permitiendo manejar directamente y sin necesidad de hardware externo hasta

16 sensores, gracias a su multiplexador de 16 entradas y su módulo oscilador, para reemplazar botoneras, pulsadores, teclados deslizantes etc... Además, este periférico puede operar mientras el dispositivo está en modo reposo, lo que permi-

te ahorrar consumo de energía y posibilita su implementación en aplicaciones alimentadas por baterías o pilas.

Esta familia incorpora como es habitual depuración en circuito (ICD) soportado por el entorno de desarrollo gratuito MPLAB IDE y el programador/depurador ICD2. El emulador "in-circuit" REAL ICE está previsto que soporte también esta familia a finales del año 2008.

Los microcontroladores PIC16F722/3/6 y PIC16LF722/3/6 están disponibles en 28 pines en encapsulados SDIP, SOIC, SSOP y QFN. Los PIC16F724/7 y PIC16LF724/7 de 40 pines están disponibles en encapsulados PDIP, TQFP y QFN.



**Para más información:**

**Sagitron, S.A.**

**Tel: +34 918063800**

**Fax: +34-91 806 38 05**

**E-mail: sagitron@sagitron.es**

**Web: www.sagitron.es**

## Nuevo convertor de medio Fast Ethernet

De 10/100M TP a 100Base-FX **CeINCOM, Conversores e Interfaces de Comunicaciones, S.L.**, anuncia la disponibilidad del nuevo modelo RC-2002 de **Ruby Tech Corp.**, un dispositivo que ha sido diseñado para la realización de la conversión entre 10/100Base-TX y 100Base-FX Fast Ethernet.

Con agente SNMP, gestión basada en Web y gestión de menú basado en texto Telnet, el administrador de red puede hacer que el convertidor monitoree, configure y controle la actividad de cada puerto. Además, el RC-2002 implementa una capacidad de gestión de ancho de banda vía software inteligente.

Este convertidor soporta un puerto 10/100Base-TX Fast Ethernet UTP y un puerto de fibra 100Base-FX Fast Ether-



net con conversión basada en puente, así como diversos tipos de fibra con diferentes distancias, incluyen-

do SC, Bidi, LC, VF45 y otros muchos.

El RC-2002 también ofrece soporte para diagnóstico in-

teligente en auto-detección, control de flujo 802.3x para puertos full-duplex y 'backpressure' para puertos half-duplex, SMTP, TFTP, DHCP y e-mail de cliente (SMTP RFC 821) y mensajes cortos de móvil (SMS) para enviar avisos y alarmas.

Por lo tanto, el RC-2002, que ofrece un rendimiento de 100 Mbps en half-duplex y 200 Mbps en full-duplex, mejora la gestión y la eficiencia de red para desarrollar aplicaciones de elevado ancho de banda.

El RC-2002 es compatible con las regulaciones FCC Part 15 Clase A y se presenta con el marcado CE.

**Para más información:**

**CeINCOM, S.L.**

**Tel: +34 916758880**

**Email: info@ceincom.com**

**Web: www.ceincom.com**

## PerkinElmer firma un acuerdo de patentes con OSRAM para LED blancos



Permite incluir nuevos componentes en nuevas aplicaciones de iluminación

**PerkinElmer**, empresa representada en España por **Lober, S.A.**, que es líder en tecnologías de imagen digital, iluminación y detección óptica, anuncia que ha suscrito un acuerdo de licencias con OSRAM GmbH que le permite acceder a las patentes de diodos emisores de luz (LED) blancos de OSRAM para

la fabricación de componentes. OSRAM es uno de los mayores fabricantes de productos de iluminación del mundo y ofrece soluciones basadas en tecnología semiconductor para aplicaciones de iluminación, sensores y visualización. Según los términos del acuerdo, PerkinElmer obtiene derechos no exclusivos 'royalty bearing' de las patentes OSRAM para la fabricación de com-

ponentes LED blancos en una amplia variedad de aplicaciones de iluminación.

Los LED blancos ofrecen una magnífica alternativa a las tecnologías de lámparas existentes, como halógenos MR16 y fluorescentes de cátodo frío (CCFL), ya que producen mejoras en eficiencia y duración. PerkinElmer planea incorporar LEDs blancos en su exitosa plataforma ACULED® basada en tecnología chip-on-board (COB). Esto permitirá una ampliación de su catálogo con LEDs blancos estándar de elevada potencia y alta eficiencia bajo la marca ACULED VHL™ (Very High Lumen), así como combinaciones a medida que incluyen el blanco bajo la mar-

ca ACULED DYO™ (design-your-own).

"Gracias a esta licencia, podremos incorporar LEDs blancos a nuestra oferta actual y futura", afirma Michael Kramer, Managing Director de Soluciones LED de PerkinElmer. "Tenemos el objetivo de innovar con estas tecnologías de LED blanco que respetan el medio ambiente para seguir ofreciendo las soluciones de iluminación más avanzadas en aplicaciones sanitarias, arquitectónicas y decorativas".

**Para más información:**  
**Lober, S.A.**  
**Tel: +34 913589875**  
**Fax: +34 913589710**  
**Web: www.lober.es**

## Kontron presenta la primera plataforma integrada ATCA 2U de coste eficiente



El modelo OM9020 ofrece tres procesadores Intel® Core™ 2 Duo e interface 10GbE a los proveedores de equipos de telecomunicaciones

**Kontron**, líder global en la fabricación de soluciones modulares abiertas para el mercado de las telecomunicaciones, ha presentado en el Mobile World Congress el modelo Kontron OM9020, una plataforma integrada AdvancedTCA 10GbE que resuelve el aspecto de

"rendimiento versus precio" de aquellos proveedores de equipos de telecomunicación que necesitan diseñar sistemas no redundantes para aplicaciones edge y de acceso en centros de datos, CO regionales y redes corporativas.

Como plataforma AdvancedTCA (ATCA) 2U, la unidad Kontron OM9020 ahorra espacio al eliminar la necesidad de una tarjeta conmutadora AdvancedTCA, que se reemplaza

por un conmutador Ethernet on-board. Esto permite una interconexión Fat Pipe entre los dos slots vía el backplane. Para conectividad externa, la plataforma posee dos módulos de enlace que acceden al tejido de conmutación e interfaces base, también a través del backplane.

Cada módulo es reemplazable sin parar la carga y se dedica a una tarjeta AdvancedTCA. Además, el Shelf Manager ha sido sustituido por una implementación de software en la tarjeta Kontron AdvancedTCA y dota de una solución Shelf Management de coste eficiente para ofrecer datos de sensor al Panel de Alarma del Sistema del sistema.

La plataforma Kontron OM9020 se presenta pre-integrada con una tarjeta procesadora multinúcleo de muy elevada densidad (Kontron AT8030), que se caracteriza por tres procesadores Intel® Core™ 2 Duo con memoria dedicada para cada uno,

un interface de tejido 10 GbE y un slot AdvancedMC para un módulo de almacenamiento SATA. La segunda tarjeta (Kontron AT8404) es una unidad portadora AMC 10 GbE AdvancedTCA que soporta conectividad GbE, PCIe y SAS / SATA a través de cuatro slot para dotar de diversas combinaciones de módulos de almacenamiento, proceso y TDM / IO AdvancedMC. Opcionalmente, los RTM se pueden usar en la parte trasera para conexiones SAS de almacenamiento externo, así como para interfaces de gestión FE y RS232.

Las características se completan con una alimentación de 48 VDC con la opción de un convertidor de potencia AC a DC, ventiladores gestionados y reemplazables sin parar la carga y soporte para Windows Server 2003, Wind River Linux PNE 2.6, Red Hat 4.0 e IPMI 1.5.

**Para más información:**  
**KONTRON Embedded Computers, AG.**  
**Tel: +34 917102020**  
**Fax: +34 917102152**  
**Web: www.kontron.com**

## Monitor portátil para inspección de conectorización de fibra

Posee una pantalla LCD TFT de 1.8"

### C3, Cables y Componentes para Comunicaciones, S.L.,

empresa del Grupo COFITEL, presenta la nueva gama HD3 de monitores compactos de vídeo de **Westover Scientific** para uso en aplicaciones de comprobación de la conectorización de fibra óptica, donde se puede adaptar fácilmente a diversos tipos de microscopios. El HD3, que ha sido diseñado con un formato ergonómico, se convierte en una solución compacta, portátil y fácil de usar que es ideal para técnicos de campo o 'en marcha'.

Cada monitor HD3 posee una

pantalla LCD TFT de 1.8" incluida en una cubierta resistente a golpes y choques, y se alimenta mediante una batería NiMH recargable.

Estos monitores portátiles se encuentran disponibles como un display stand-alone o como parte de un kit de inspección de fibra óptica.

#### Para más información:

**Cables y Componentes para Comunicaciones, S.L.**

**Tel: +34 916200944**

**Fax: +34 916201117**

**info@c3comunicaciones.es**

**Web:**

**www.c3comunicaciones.es**



## Primer microcontrolador Flash de 16 bit y bajo consumo con Ethernet y USB

El H8S/2472F es ideal para sistemas industriales y productos de automatización

**Madrid, 26 Febrero, 2008 –**

Renesas Technology ha introducido el H8S/2472F de la familia H8S, que se convierte en el primer microcontrolador de 16 bit en incorporar un controlador Ethernet y USB para uso en sistemas industriales como servidores low-end, SPS, HVAC, sensores, drives, robots y otros productos de automatización industrial y doméstica.

El H8S/2472F también es el primer modelo de 16 bit de la familia H8S en disponer de un controlador de acceso de medios (MAC) compatible con el estándar IEEE802.3, permitiendo la conexión a LAN Ethernet de 10 / 100 Mbps. Así se elimina la necesidad de un chip Ethernet externo y, por consiguiente, se reduce el tamaño y el coste del sistema.

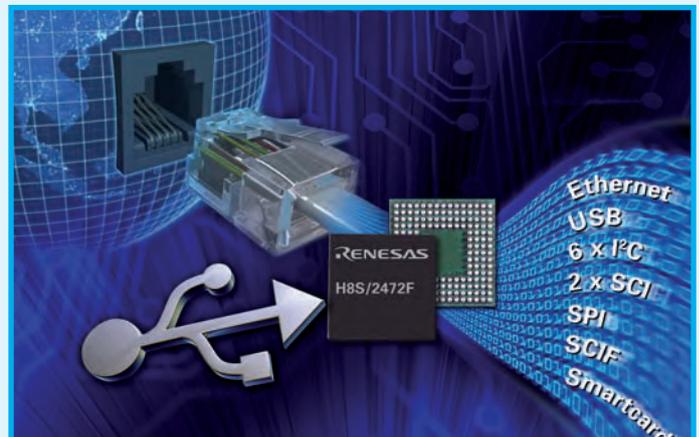
El nuevo microcontrolador también posee un buen número de periféricos, incluyendo un interface de función USB (soporte full speed) y buses I<sup>2</sup>C y LPC (baja cantidad de pines) para

conectar una amplia variedad de sistemas periféricos.

El uso de un encapsulado BGA (Ball Grid Array) de 176 pines permite reducir el área de montaje, haciendo posible la implementación de sistemas más pequeños. La serie H8S/2472 también estará disponible en otros formatos como LQFP-144 y TFP-144.

Además de la tendencia hacia sistemas más sofisticados y pequeños, existe una creciente demanda de conectividad de red para compartir y gestionar información con otros sistemas. La principal tendencia entre servidores, equipos de comunicación y productos industriales es que un controlador Ethernet se incorpore en sistemas individuales y, para comunicación, se intercambien entre ellos usando una red como Internet. Al mismo tiempo, ha aumentado la necesidad de microcontroladores con función de controlador Ethernet on-chip y pequeño encapsulado para implementar sistemas de menor coste y tamaño.

El H8S/2472F incorpora el módulo controlador Ethernet usado en la familia SuperH™ 4 de



32 bit de Renesas Technology, junto con la función USB requerida por muchos sistemas.

Otras funciones periféricas on-chip son bus LPC, bus I<sup>2</sup>C y SCI y SPI que ofrecen flexibilidad para aumentar la funcionalidad y actualizar versiones de sistemas actuales, y construcción de interfaces para sistemas externos.

Las aplicaciones típicas se encuentran en servidores y equipamiento de comunicación para sistemas de control de temperatura / tensión y en productos industriales para sistemas de control.

Junto con suministradores de sistemas operativos y especialistas de red, como por ejemplo Micrium (y Embedded Office), NexGen, CMX, Segger, Sevenstax y Thesycon, existe un amplio ran-

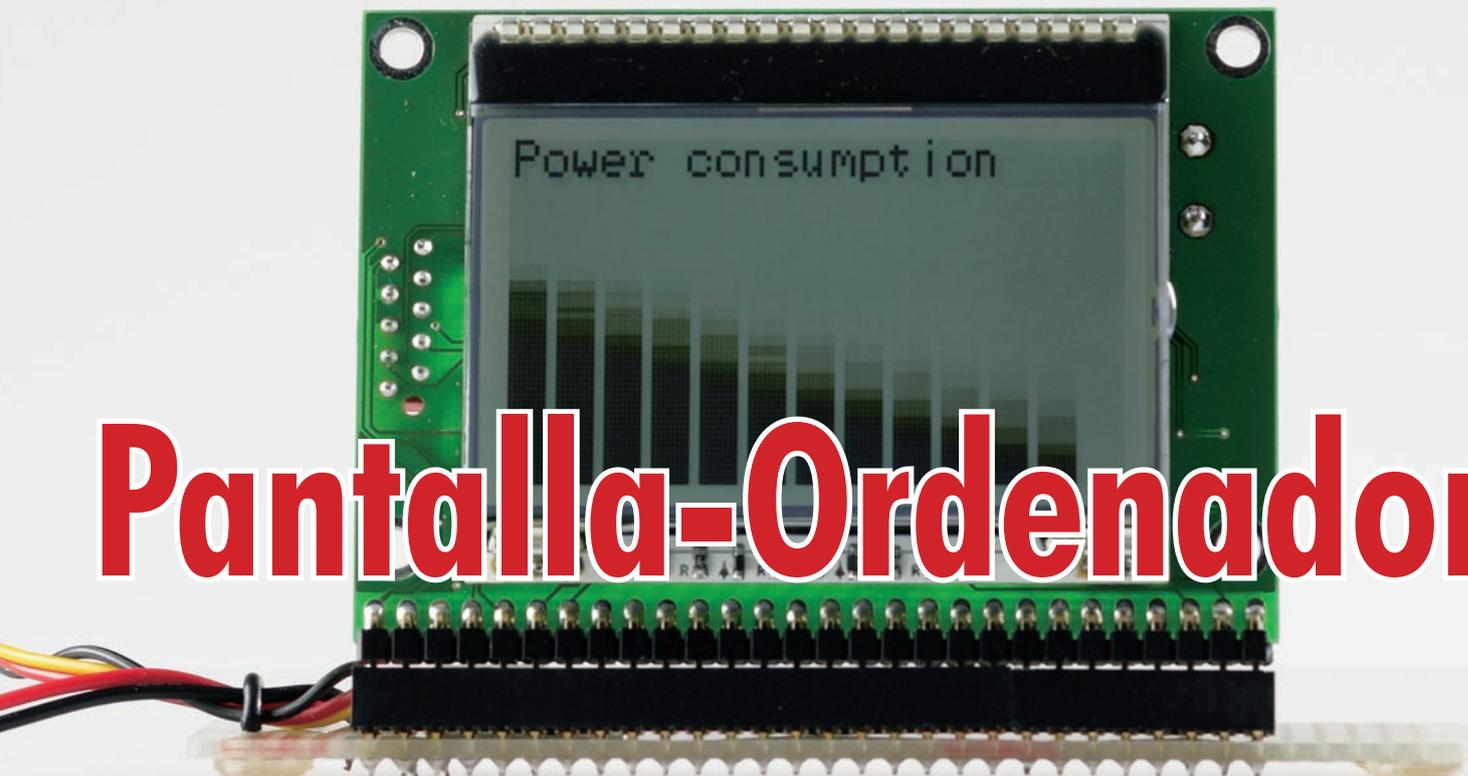
go de soluciones de firmware y sistema operativos entre las que elegir. Además, cada diseñador tiene la libertad de crear su propio entorno de desarrollo, desde kits de arranque de hardware o encapsulados de soporte de tarjeta (BSP) con sistema operativo optimizado, TCP / IP y soporte de stack USB. Para soporte TCP / IP no comercial, también están disponibles stacks Open Source.

El Kit de Arranque Renesas (RSK) se competa con el depurador E10A y software fácil de usar. El emulador de depuración on-chip se encuentra disponible como un entorno de desarrollo para posibilitar una función 'no intrusiva'.

#### Para más información:

**Renesas Technology Corp.**

**Web: <http://eu.renesas.com>**



# Pantalla-Ordenador

## Minicontrolador M16C con pantalla – programado en C y en Basic

**Las pantallas gráficas son cada vez más económicas y, en consecuencia, resultan cada vez más interesantes para numerosas aplicaciones. Sin duda, la programación es más costosa que en el caso de las pantallas basadas en texto. Nuestro minicontrolador se distingue por un nuevo módulo de display-on-glas y un microcontrolador M16C de 16 bits de Renesas. Gracias a que el circuito se suministra montado y a que el controlador está previamente programado con un intérprete TinyBasic, el desarrollo de aplicaciones gráficas resulta muy fácil incluso para principiantes.**

Por Dr. Ing. Uwe Altenburg

Las aplicaciones de un controlador autónomo con pantalla gráfica son innumerables: modelismo ferroviario, regulación de temperatura en casa o en un jardín cubierto, robótica... Es cierto que el control de una pantalla de este tipo y la programación del correspondiente controlador constituyen tareas que sobrepasan a ciertos principiantes. Por eso, presentamos en este artículo un circuito acabado y dotado con una pantalla, con un controlador de 16 bits y con un intérprete para Basic

[1]. El potente M16C, el hermano mayor del R8C y gran conocido de muchos lectores, puede programarse con toda "normalidad" en C, de manera que también los más avanzados tienen razones para estar contentos. En cualquier caso, es un placer estar ante funcionalidades como la memoria Flash de 128 kB, el convertidor AD de 10 bits, la generación de señales PWM y mucho más, elementos que otorgan una gran flexibilidad de utilización a nuestro minicontrolador.

### La pantalla

Existe un novedoso módulo Display-On-glas de Electronic Assembly que se llama EA-DOGM128 y que está controlado por un interfaz SPI [2]. Gracias a que este interfaz trabaja con una frecuencia de hasta 20 MHz, la transmisión de datos deja de suponer cuellos de botella considerables. La transmisión se realiza de forma unidireccional desde el microcontrolador a la pantalla, de ahí que sólo se necesiten dos conductores. Además de las líneas de control RESET,

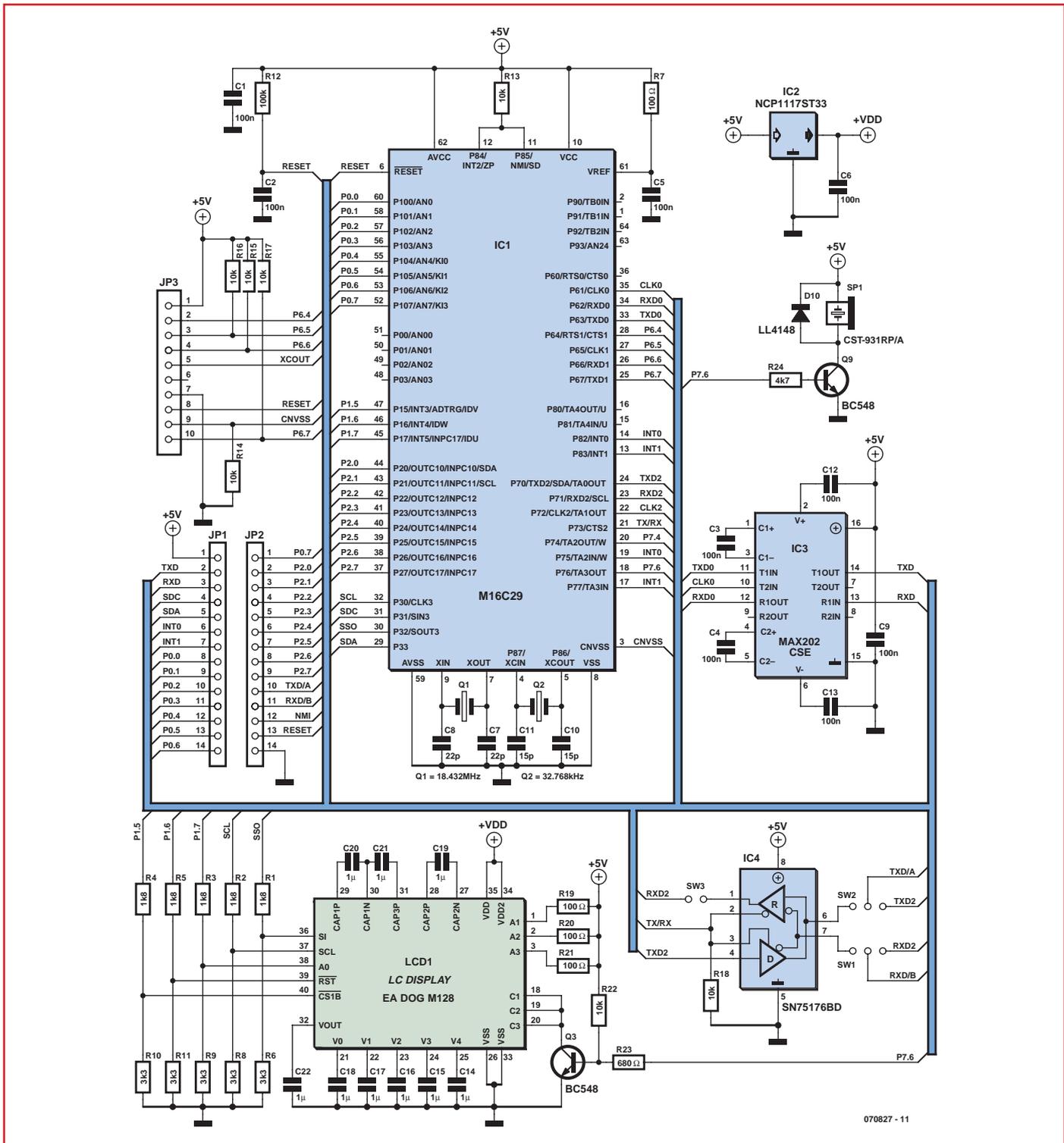


Figura 1. El circuito del M16C es relativamente obvio.

/CS y DATA, sólo se necesitan cinco pines de un controlador. Cabe destacar, además, que la pantalla posee una escasa altura de montaje equivalente a 5,8 mm. Dispone de retroiluminación LED, así como de regulación automática del contraste, elementos que permiten una buena legibilidad al tiempo que presenta un mínimo consumo de corriente. El módulo puede montarse sin dificultad en una placa gracias a la conector que incorpora (ráster 2,54 mm). Además, puede conseguirse en

distintas combinaciones de color, por ejemplo, en Reichelt [3].

### Elección del controlador

En la búsqueda de un microcontrolador adecuado, nos decidimos por el controlador M16C28/29 de Renesas [4]. Este controlador de 16 bits goza de un gran número de funcionalidades. Además de una memoria FLASH de 128 kB y de una memoria de datos FLASH de 4 kB, este microcontrolador está más que

bien equipado con una memoria RAM de 12 kB. Si bien la pantalla dispone de su propia memoria gráfica, los datos correspondientes deben organizarse en el microcontrolador. Para una pantalla en blanco y negro con una resolución de 128 x 64 píxeles se necesita en el microcontrolador una memoria gráfica de  $128 \times 64 / 8 = 1$  kB. El modelo M16C28/29 dispone también de dos canales DMA, por lo que los datos de la memoria gráfica pueden copiarse directamente en la pantalla sin

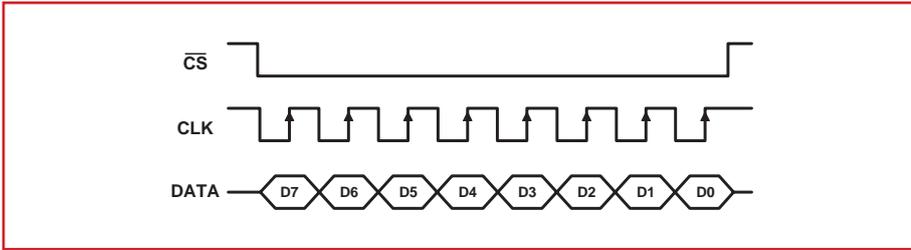


Figura 2. Los datos comunicados por el SPI se transmiten a la pantalla con un pulso.

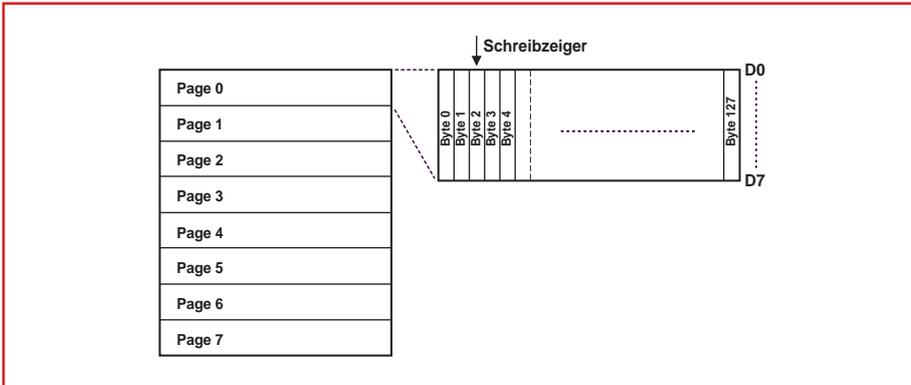


Figura 3. Organización de las imágenes almacenadas en la pantalla.

que se produzca una carga considerable del controlador. Por supuesto, eso no es todo lo que puede ofrecer este poderoso conjunto integrado en una carcasa P-LQFP de 64 pines. Además de un convertidor AD de 10 bits y 16 canales, tiene varios temporizadores, pudiendo generar uno de ellos hasta 8 señales PWM con una resolución de 16 bits. No podía

faltar la interfaz SPI para la pantalla y, además, tiene dos UART para cualquier uso. Una tercera UART se utiliza como interfaz de depuración/ISP. Mencionemos, sin ánimos de insistir en el debate sobre las ventajas de las arquitecturas RISC o CISC, que el juego de comandos de este controlador CISC es extremadamente eficaz. El tiempo de ejecución de

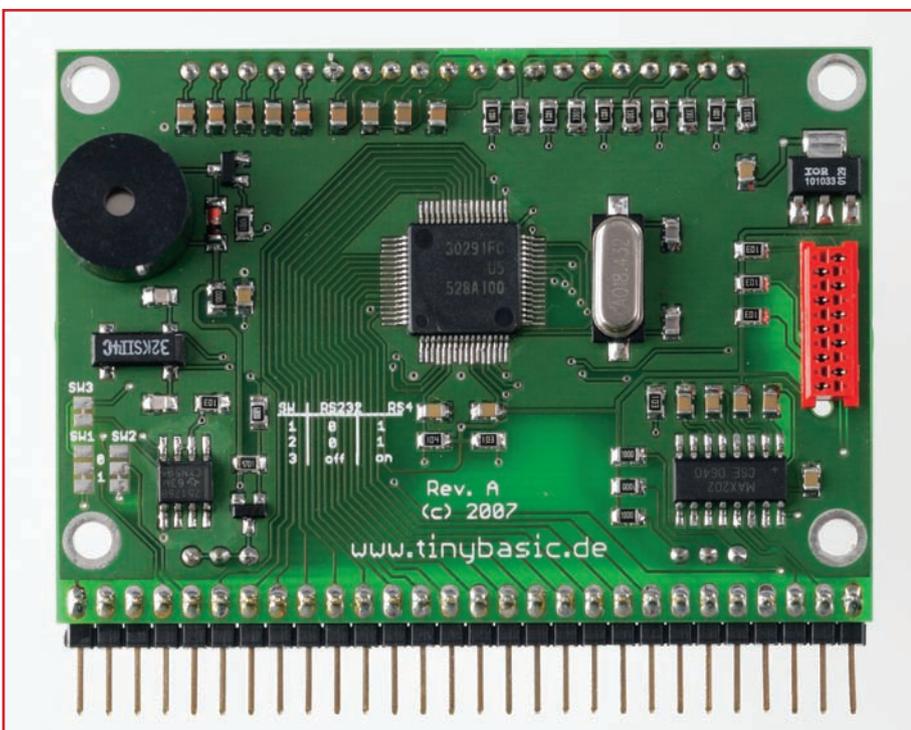
la orden asciende en el caso de 20 MHz a tan sólo 50 ns. Con una sola orden en lenguaje ensamblador, se guardan en la pila varios registros a la vez al entrar en una rutina de interrupción, lo que supone tiempos de reacción extraordinariamente cortos. Para otras funcionalidades, como la generación de pulsos a través de PLL, le remitimos a la hoja de datos.

### Circuito

El circuito (figura 1) es relativamente obvio. El núcleo viene constituido por el microcontrolador M16C29 (IC1) utilizado, cuya conexión exterior se reduce al mínimo. La entrada Reset tiene una combinación sencilla RC (R12, C2). El reloj principal utiliza un cristal de 18,432 MHz (Q1). La frecuencia máxima de reloj del controlador es de 20 Mhz. Sin embargo, dado que las interfaces serie deben soportar todas las tasas de transferencia estándar de 300 a 115.200 baudios, la frecuencia máxima resultante debido al divisor interno es de 18,432 Mhz. No obstante, el cristal SMD utilizado es un elemento de montaje estándar.

Con vistas a una altura de montaje mínima, la pantalla se monta totalmente ajustada a la cara superior de la placa mediante una soldadura. El montaje del circuito se realiza únicamente en la parte inferior. Esa es la razón por la que, salvo en raras excepciones, deben utilizarse componentes SMD para todos los elementos de montaje. Tal es el caso también para el segundo oscilador (Q2) que trabaja como reloj secundario a 32,768 kHz. Hay dos casos fundamentales en los que el reloj secundario interviene. Por una parte, puede programarse un temporizador como reloj de tiempo real para desencadenar por ejemplo una interrupción de prioridad baja cada segundo. De manera alternativa, el reloj secundario podría utilizarse también como reloj principal al objeto de que el controlador funcione con el menor consumo de corriente posible.

Para programar el microcontrolador y su depuración se ha previsto un conector MicroMatch hembra de 10 pines. Las señales procedentes de este conector corresponden con las que necesita el emulador E8 de Renesas para este tipo de controladores. El emulador de Renesas puede conseguirse, por ejemplo, en Reichelt [3], si bien también puede adquirirse junto con una placa de evaluación a través de Rutronik o de Glyn. Existe un compilador C muy bue-



no para el emulador que es además gratuito hasta un tamaño de código de 64 kB (!). Y eso no es todo: en el próximo número les presentaremos a todos los seguidores de C un mini-circuito que permite programar el controlador incluso sin comprar el hardware. Al fin y al cabo, para las memorias Flash del M16C sólo se necesita una interfaz serie y descargar algunas herramientas gratuitas (por ejemplo desde Renesas) que algunos lectores ya deberían conocer del proyecto R8C.

## Alimentación de la pantalla

La pantalla (LCD1) necesita únicamente una alimentación de corriente de 3,3 V. El microcontrolador puede funcionar tanto con 3,3 V como con 5 V. Debido a la utilización del módulo de pantalla propuesto en otros circuitos, se seleccionó en cada caso 5 V como alimentación. Hay un regulador de tensión adicional de 3,3 V de bajo dropout (IC2) que genera la tensión de la pantalla. Los niveles de señal del controlador se adaptan a la pantalla a través de un divisor de tensión (R1 a R10). A este respecto, es especialmente beneficioso el hecho de que la pantalla esté controlada por cinco líneas separadas y únicamente unidireccionales, algo que permite limitar el coste de adaptación de nivel.

Para el control de los segmentos LCD, el controlador de la pantalla (ST7565) necesita mayor tensión interna. Para ello, la bomba de carga integrada debe conectarse de forma externa con una serie de condensadores (C14 a C21). Los LED de la retroiluminación de la pantalla funcionan con resistencias anteriores R19, R20 Y R21, así como con un nivel de transistor corriente (Q3). Sin programación, la iluminación de la pantalla estará siempre encendida. La iluminación puede encenderse y apagarse vía software de forma muy sencilla. El pin (P7.4) que se utiliza en este caso, puede programarse también como salida PWM, lo cual permite un cómodo control de la iluminación vía software.

Una de los interfaces serie libres lleva a una de los conectores de 14 pines a través de un convertidor de nivel RS232 MAX202 (IC3). Este interfaz realiza la conexión a un PC o a un módem. El intérprete TinyBasic descrito a continuación lo utiliza al descargar el programa. (Observación: quien no le tema a un poco de trabajo de soldadura, puede acoplar una señal V24 adicional al T2out del MAX202, véase el diagrama de conexiones.)

### Listado 1: iniciar pantalla

(Tipos de datos utilizados: BYTE = 8 bit sin signo, WORD = 16 bit sin signo, INT8 = 8 bit con signo, INT = 16 bit con signo, LONG = 32 bit con signo)

```
// --- secuencia de inicio ---
const BYTE InitList[] =
{
    0x40, // línea de inicio
    0xA1, // normal layout
    0xC0, // normal COM0..63
    0xA6, // normal display
    0xA2, // set bias 1/9
    0x2F, // regulador booster on
    0xF8, 0x00, // booster a 4x
    0x27, 0x81, 0x16, // poner contraste
    0xAC, 0x00, // no indicador
    0xAF // display on
};

// --- Inicializa display ---
void InitDisplay()
{
    BYTE nCmd;

    LCD_CS = 1; // no chip select
    LCD_RES = 0; // retardo 50ms reset
    Sleep(50); // retardo 50ms power-up
    LCD_RES = 1;
    Sleep(50);

    LCD_MODE = 0; // modo command
    for (nCmd = 0; nCmd < sizeof(InitList); nCmd++)
    {
        SPISend(InitList[nCmd]); // envía cmd
        Sleep(1); // espera 1ms
    }
}
```

El segundo interfaz serie puede llevarse a través del jumper (SW1, SW2 y SW3) bien directamente al conector o a través de un convertidor de nivel RS485. El módulo es incluso capaz de trabajar en red y puede trabajar en un bus con otros microcontroladores.

## Control

Concentrémonos en la propia pantalla gráfica. La interfaz SPI funciona en modo 0, es decir, los datos se transfieren a la pantalla mediante la serie ascendente de pulsos. En la **figura 2** aparece representado el diagrama necesario

### Listado 2: Copiar páginas

```
// --- Copia una página ---
void CopyPage(BYTE nPage)
{
    BYTE nPos;

    LCD_MODE = 0; // modo command
    SPISend(0x40); // base memoria
    SPISend(0xB0 + nPage); // selecciona page
    SPISend(0x00); // col bajo
    SPISend(0x10); // col alto

    LCD_MODE = 1; // modo datos
    for (nPos = 0; nPos < 128; nPos++) // copia página
        SPISend(Pixels[nPage][nPos]); // envía byte

    LCD_MODE = 0; // modo command
    SPISend(0xE3); // envía nop
}
```

de pulsos. Cada byte de datos se transfiere a la pantalla utilizando este juego de pulsos. Por ello, en los ejemplos de código se ejecuta la secuencia SPISend() (**Listado 1**).

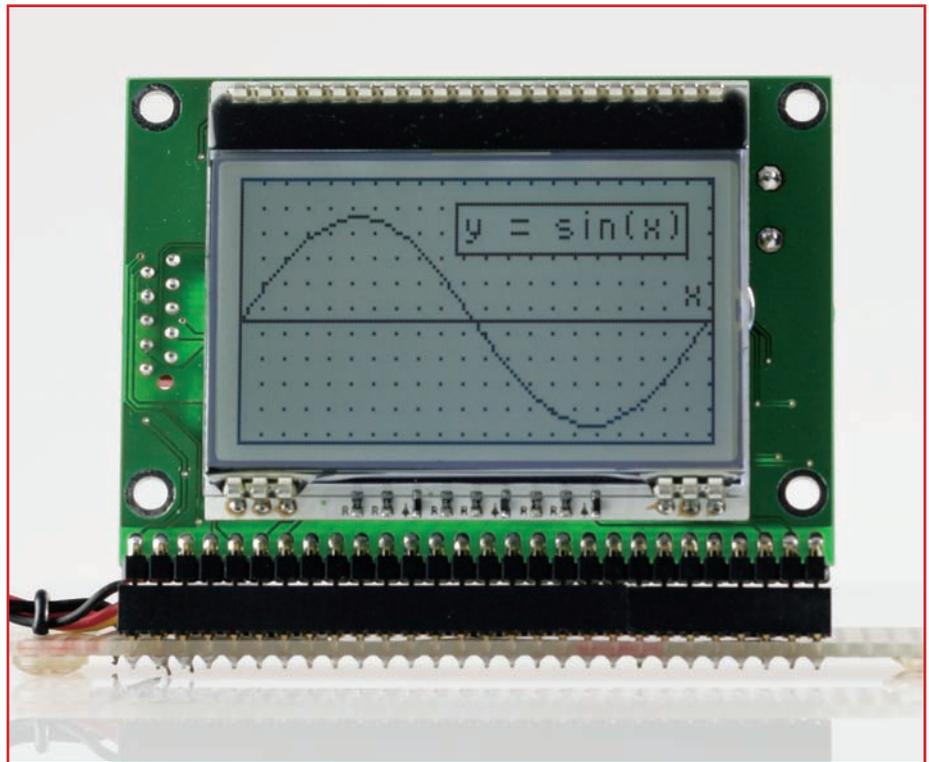
Antes de poder enviar datos de imágenes a la pantalla, hay que reiniciarla. La secuencia correspondiente es InitDisplay(). Esta secuencia envía tras un impulso de reset y un tiempo breve de inicio, distintos comandos. Durante la transferencia de los comandos, debe haber un nivel bajo en la línea A0 de la pantalla. La función exacta de las distintas órdenes puede extraerse de la hoja de datos del controlador de pantalla (ST7565). La pantalla debería estar lista para su funcionamiento mediante la secuencia que se indica en el Listado 1.

¿Pero cómo llegan los datos de imágenes a la pantalla? Antes de nada, debemos comprender la organización de la memoria de imágenes en la pantalla. La EA-DOG128 está dividida en ocho fragmentos denominados páginas. Cada página se compone de 128 x 8 píxeles, necesitándose en cada caso 128 bytes. El píxel de la esquina superior izquierda será el bit 0 en el primer byte de la página superior. La pantalla tiene, además de la memoria de imágenes, un indicador de escritura (véase la **figura 3**). Es posible configurar dicho marcador en una posición determinada dentro de una página por medio de comandos enviados a la pantalla. A partir de esta posición, se copian los siguientes bytes de datos en la memoria gráfica. El indicador de escritura va aumentando de forma automática.

Cada byte de datos se convierte en ocho píxeles de una vez. De hecho, es imposible modificar un único píxel de forma individual y sería además poco efectivo. En lugar de ello, el microcontrolador cuenta con su propia memoria de imágenes, la cual está igualmente organizada en páginas. Basta entonces con declarar una variable: BYTE Pixels[8][128]. Las operaciones de trazado tienen lugar en esta memoria interna, lo cual simplifica la rutina gráfica y proporciona mayor rapidez. Por supuesto, será necesario copiar de manera periódica la memoria interna de imágenes en la pantalla. Lo más fácil es realizar una rutina de interrupción que sólo copia en la pantalla una página cada vez. A continuación, la rutina CopyPage() envía algunos comandos a la pantalla, que configuran el indicador de escritura al principio de la página que ha de copiarse, enviándose después los datos de la página a la

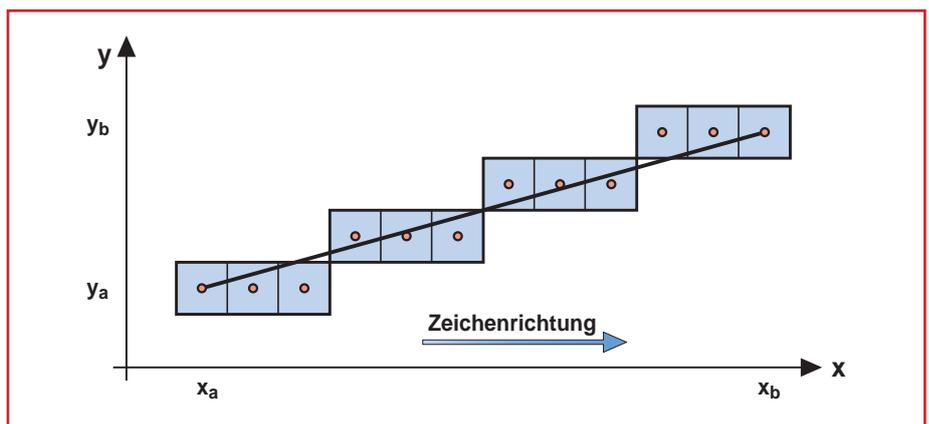
pantalla y, por último, se concluye el ciclo a través de un comando NOP (véase el **Listado 2**).

La duración del proceso de copia es aproximadamente de 1,1 ms para una tasa de datos de 1 MHz. Si se ejecuta



**Listado 3: establecer un píxel**

```
// --- Establecer un píxel ---
void SetPixel(BYTE x, BYTE y)
{
    if (x < 128 && y < 64)           // clip
    {
        BYTE nPage = y / 8;           // calcula page
        BYTE nMask = 1 << y % 8;     // calcula máscara
        Pixels[nPage][x] |= nMask;   // poner píxel
    }
}
```



**Figura 4.** El algoritmo de Bresenham permite construir líneas mediante píxeles limítrofes. A tres rectas le sigue un paso diagonal (véase también el listado 4).

la rutina de interrupción cada 10 ms, una imagen completa necesitará unos 80 ms. Por supuesto, sólo es necesario

copiar las páginas que han cambiado efectivamente. Para ello, en cada página se mantiene una dirty-flag (literalmente,

bandera sucia) que se establece a través de las rutinas de gráfico. La solución de alto nivel consiste por último en utilizar un canal DMA para los datos de la página.

## Programación gráfica

Ahora que sabemos cómo se conecta y se programa el EA-DOG128 podríamos decir que hemos terminado. Pero en realidad ¡ahora es cuando podemos empezar! En este apartado hablaremos de cómo trazar líneas y círculos, itarea nada sencilla aunque pueda parecerlo! En primer lugar, necesitamos una rutina para establecer píxeles de forma separada. Dicha rutina será SetPixel (x,y), véase **Listado 3**. Dado que las imágenes se encuentran almacenadas prácticamente en la memoria RAM del microcontrolador, tan sólo hace falta que la rutina establezca el bit correcto. A este efecto, una de las tareas más importantes consiste en comprobar el área. De lo contrario, aparecerán rápidamente bits que en realidad no tienen nada que ver con la imagen.

Ante la palabra clave Línea, algunos pensarán enseguida en la ecuación directa:  $y=m*x+n$ . Esta ecuación permite calcular todos los valores de y pertenecientes a los valores x. En principio, es una buena fórmula, sin embargo, requiere un cálculo muy preciso de los factores, especialmente de la pendiente  $m=\Delta y/\Delta x$  (incluso en caso de que el cálculo sea exacto, la ecuación directa conlleva sólo a una línea de puntos debido a la reducción de los valores x cuando el incremento sea elevado). Sin embargo, para evitar el uso de la coma flotante aritmética, vale la pena hacer una pequeña incursión en la "Edad de piedra" de la ingeniería informática. En esa época, se compensaba a menudo la escasez de potencia de cálculo con soluciones geniales, algo que, al parecer, cada vez se descuida más en nuestros días. En la década de los sesenta, Jack Bresenham trabajaba en la edición gráfica de ploter para IBM y desarrolló en 1962 el algoritmo que lleva su nombre [5a][5b](véase la **figura 4** y el **Listado 4**). En la actualidad, 40 años más tarde, el algoritmo de Bresenham sigue conservando toda su importancia.

## Líneas y círculos

En el algoritmo de Bresenham se contemplan sólo rectas con una pendiente:  $0 < m < 1$  (primer octante). Estas rectas se trazan de manera que las coordenadas en x van avanzando desde el prin-

### Listado 4: línea del punto A(ax,ay) al punto B(bx,by)

```
// --- Dibuja una línea ---
void DrawLine(BYTE ax,BYTE ay,BYTE bx,BYTE by)
{
    INT x = (INT)ax;           // inicio
    INT y = (INT)ay;
    INT dx = (INT)bx - ax;     // distancia
    INT dy = (INT)by - ay;
    INT8 sx = 1;              // ancho del paso
    INT8 sy = 1;

    if (dx < 0)                // orientación x
    {
        sx = -1;
        dx = -dx;
    }

    if (dy < 0)                // orientación y
    {
        sy = -1;
        dy = -dy;
    }

    if (dy <= dx)              // selecciona dirección
    {
        INT c = 2 * dx;
        INT m = 2 * dy;
        INT d = 0;

        while (x != bx)        // dibuja en la dirección x
        {
            SetPixel(x,y);     // pon pixel

            x += sx;           // paso x
            d += m;

            if (d > dx)
            {
                y += sy;
                d -= c;
            }
        }
    }
    else
    {
        INT c = 2 * dy;
        INT m = 2 * dx;
        INT d = 0;

        while (y != by)        // dibuja en dirección y
        {
            SetPixel(x,y);     // pon pixel

            y += sy;           // paso y
            d += m;

            if (d > dy)
            {
                x += sx;
                d -= c;
            }
        }
    }
}
```

cipio y con cada paso se decide si debe aumentarse la coordenada en y. La coordenada en y aumentará siempre que la divergencia con la recta sea mayor a 0,5 píxel. La divergencia se va calculando paso a paso de manera que sólo es necesario comparar números enteros. Luego se hace el algoritmo de forma iterativa o se intercambian los papeles de x y de y en los siete octantes restantes. El resultado es una línea exacta obtenida con gran rapidez. El algoritmo de Bresenham también permite hacer círculos y elipses, evitándose así los cálculos de  $\sin()$  y  $\cos()$ . La página web contiene el listado correspondiente para su descarga [6].

## Intérprete TinyBasic

Tal y como se anunció de entrada, el microcontrolador utilizado dispone de numerosas posibilidades, como una memoria comparablemente grande, entradas analógicas y diversas interfaces. ¡Sería delito no utilizar el controlador más que para controlar la pantalla! Para facilitar, especialmente a los que apenas se adentran en la programación, la consecución de aplicaciones gráficas propias, el autor ha desarrollado un intérprete para Basic. El programa correspondiente se elabora con la ayuda de un cómodo editor de texto para PC que destaca las palabras clave mediante el empleo de colores (figura 5). Este programa puede cargarse luego directamente en la memoria flash del controlador desde donde se lanza inmediatamente con cada encendido.

En [1] aparece un resumen del lenguaje y de los comandos disponibles. Por supuesto, cuenta con expresiones condicionales y bucles, así como con funciones matemáticas como  $\text{SIN}()$ ,  $\text{COS}()$ ,  $\text{EXP}()$  y  $\text{LOG}()$ . Además, hay comandos para tareas gráficas (PLOT, MOVE, DRAW, COLOR, FRAME, CIRCLE, PICTURE, BARGRAPH), e incluso para acceder al hardware (POKE, PAUSE, SOUND, SETCOM, SETPWM, SETPORT, SETCLOCK, SETDRIVE, SETKEYPAD, SETDISPLAY, SETNETWORK, SETCOUNTER, SEND, RECV, I2CIN, I2COUT, SPI SHIFT). Por lo tanto, es posible conectar, por ejemplo, hasta ocho servos al módulo, ibastante para un pequeño robot con rostro y gestos!

## Ejemplo de aplicación...

La primera aplicación del módulo con pantalla es un reloj analógico con indicador integrado de la temperatura interna y externa. Para esto necesitamos un pequeño circuito adicional que nos

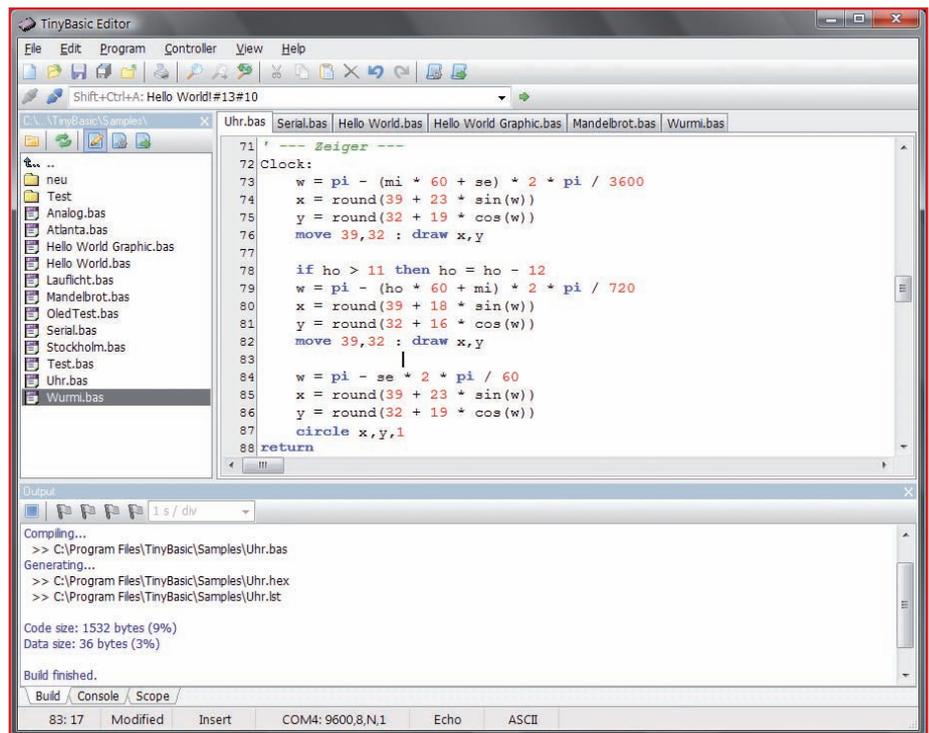


Figura 5. El programa en Basic se elabora con ayuda de un cómodo editor de texto para el PC.

### Listado 5: reloj analógico con TinyBasic (fragmento)

```

, --- Definiciones ---
#define BTN1_PRESSED (port0.5 = 0) , tecla 1
#define BTN2_PRESSED (port0.6 = 0) , tecla 2
#define BTN3_PRESSED (port0.7 = 0) , tecla 3
#define BACKLIGHT port7.4 , luz LCD
#define T20SEC 20000 , tiempo de iluminación

, --- Hardware ---
setdisplay LCD_DOGM128x64 ' tipo de visualización
setclock REAL_CLOCK , reloj de tiempo real
setport 7,$10 , salida para la iluminación
setport 0,0,$E0 , puerto para las teclas

, --- Variables ---
float w,t0,t1
byte ho,mi,se,da,mo,ye,x,y
byte Icon[18]

, --- Init ---
BACKLIGHT = 1 , luz encendida
Timer0 = T20SEC ' iniciar temporizador

gosub Scale ' trazar esferas

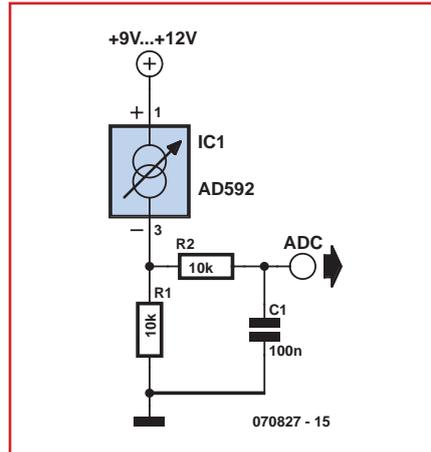
' --- Bucles principales ---
do
  if BTN1_PRESSED or BTN2_PRESSED or BTN3_PRESSED then
    Timer0 = T20SEC , iniciar temporizador
    BACKLIGHT = 1 , luz encendida
  elseif Timer0 = 0 then
    BACKLIGHT = 0 ' luz apagada
  endif

  if Time.Second <> se then ' nuevo segundo
    gosub UpdateTime , actualizar el tiempo
    gosub UpdateTemp , indicar temperatura
  endif
loop
    
```

permita medir la temperatura de forma adecuada. El sensor de temperatura propuesto es una fuente de corriente dependiente de la temperatura del tipo AD592. La ventaja de este sensor es su característica lineal. Con solo una resistencia en serie de 10 k es posible transformar la corriente en una tensión dependiente de la temperatura de 10 mV/K. El único inconveniente es que el sensor es un relativamente caro. Como alternativa se puede montar un circuito comparable con un sensor más económico LM334 (véase la **figura 6**).

A una temperatura de 0°C, el AD592 suministra una corriente de 273 µA. Sobre la resistencia se configura una tensión de 2,73 V. Las entradas analógicas (en nuestro caso P0.0 y P0.1) tienen una resolución de 10 bit, proporcionando, por tanto, valores en un ámbito de 0..1023. La fórmula  $Temp = (\text{valor analógico} - 559) / 2.04$  permite calcular la temperatura medida en ese momento.

A efectos de representación del reloj analógico se incorporan las rutinas mencionadas anteriormente para círculos y



**Figura 6.** Este circuito adicional permite medir temperaturas.

líneas. Para calcular las posiciones de los indicadores del reloj hay que utilizar las funciones  $\sin()$  y  $\cos()$ . TinyBasic ofrece estas y otras funciones de trigonometría (vea a este respecto el **Listado 5**). Puesto que se trata de un reloj analógico, está claro que los indicadores

no pueden dar “saltos”. En consecuencia, las posiciones del minutero y de la aguja horaria se intercalan, consiguiéndose de este modo dar una sensación de movimiento continuo. El indicador de los segundos se representa con la forma de un pequeño círculo, siendo más una cuestión de diseño que de necesidad (**figura 7**).

### ... y aplicación propia

La persona que compra un panel con pantalla en la tienda de Elektor, está adquiriendo un hardware completamente montado y probado. El intérprete TinyBasic se encuentra ya integrado en el controlador. El entorno de desarrollo Basic puede descargarse de forma gratuita en la página web de Elektor, junto con otros ejemplos y listados [6]. Además, para los principiantes, hemos redactado un manual paso a paso con explicaciones detalladas para la instalación en el PC de los programas necesarios y la descarga de la primera aplicación propia.

(070827jn)

```
' --- Esferas ---
Scale:
  frame 0,0,127,63           , trazar cuadros
  circle 39,32,29,25        ' dibujar reloj

  for w = 0 to 2 * pi step 2 * pi / 12
    x = round(39 + 25 * sin(w))
    y = round(32 - 22 * cos(w))
    plot x,y
  next

  for w = 0 to 2 * pi step 2 * pi / 4
    x = round(39 + 26 * sin(w))
    y = round(32 - 23 * cos(w))
    plot x,y
  next

return

' --- Indicadores ---
Clock:
  , Indicador de la hora...
  w = pi - (mi * 60 + se) * 2 * pi / 3600
  x = round(39 + 23 * sin(w))
  y = round(32 + 19 * cos(w))
  move 39,32 : draw x,y

  ' Indicador de los minutos...
  if ho > 11 then ho = ho - 12
  w = pi - (ho * 60 + mi) * 2 * pi / 720
  x = round(39 + 18 * sin(w))
  y = round(32 + 16 * cos(w))
  move 39,32 : draw x,y

  ' Indicador de los segundos...
  w = pi - se * 2 * pi / 60
  x = round(39 + 23 * sin(w))
  y = round(32 + 19 * cos(w))
  circle x,y,1

return
```

### Enlaces de internet

- [1] [www.tinybasic.de/](http://www.tinybasic.de/)
- [2] [www.electronic-assembly.de/deu/dog/dog.htm](http://www.electronic-assembly.de/deu/dog/dog.htm)
- [3] [www.reichelt.de/](http://www.reichelt.de/)
- [4] [www.m16c.de/](http://www.m16c.de/)
- [5a] <http://de.wikipedia.org/wiki/Bresenham-Algorithmus>
- [5b] <http://www.lehre.inf.uos.de/~cg/2002/skript/node30.html>
- [6] [www.elektor.de/070827](http://www.elektor.de/070827)

La placa ensamblada y verificada, incluido el display y el microcontrolador programado (cargadores e intérprete Basic) está disponible en la tienda de Elektor con el código 070827-91. (Ver las páginas de la tienda o [www.elektor.es/070827](http://www.elektor.es/070827))

La placa (079827-1) está disponible en [www.thepcbshop.com](http://www.thepcbshop.com).

# Medir en pantalla



## Software destinado a la medición

Por Cris Badea y Thijs Beckers

**Casi todos los ordenadores cuentan actualmente con una buena tarjeta de sonido. Además del audio, también puede usarse para fines de medición. Tan sólo hay que instalar el software adecuado, y ya disponemos de un polifacético instrumento de medición que puede realizar las mediciones más complicadas en un abrir y cerrar de ojos. ¿Pero qué software es el más apropiado? Con este artículo intentamos ayudar a elegir bien ofreciendo un resumen de todo lo que se puede encontrar en el mercado.**

Los ordenadores actuales son suficientemente rápidos para poder usarlos en la ejecución de mediciones. Hace 20 años era otra cosa, con un procesadores 286, 1 MB de memoria y 10 MB de disco duro. Pero hoy en día, con todos los GB y GHz que tenemos a nuestra disposición, podemos realizar fácilmente cálculos FFT y otros cálculos complicados casi "en tiempo real". A continuación ofrecemos una selección de varios paquetes de software desarrollados especialmente para realizar mediciones.

### Distintos objetivos

Dentro de este definido grupo de paquetes de software, todavía hay que hacer una subdivisión en tres subgrupos: software de ayuda al diseño de altavoces y para mediciones tridimensionales de los altavoces, software destinado a mediciones de electrónica y software específico para mediciones de audio. En realidad, todavía hay un subgrupo que está especializado en la medición de la acústica de salas, pero lo hemos incluido en el software de diseño de altavoces.

Para llevar a cabo las pruebas hemos utilizado un RME Multiface [1]. Esta tarjeta se suministra con varios drivers, como MME, WDM y ASIO2. La Multiface puede tomar muestras de señales de 24 bits con 96 kHz con un tiempo de latencia de 0,37 ms. Esto hace que la tarjeta sea muy interesante para las mediciones "rápidas", como las mediciones MLS (Maximum Length Sequence). La tarjeta tiene 8 entradas y salidas analógicas. Esto también es interesante si se miden más de dos canales, como en las mediciones de configuraciones 5.1 en que se mide la posición perfecta de los altavoces en un espacio determinado.

## Diseño de altavoces y simulación de salas

Al diseñar un altavoz, es importante saber la característica de frecuencia y la respuesta a un impulso y además poder medirlo. También es muy importante conocer la respuesta a un impulso de la sala de medición, visto que esto influye en la imagen sonora. En el estudio de grabación, por ejemplo, se presta mucha atención al diseño de la sala y la influencia que tiene en el sonido. La medición de una característica de frecuencia en principio es sencilla. Se envía una fuente de ruido al altavoz y se mide la transmisión de frecuencia con un micrófono de medición y un analizador de espectro. Naturalmente, la mejor forma de hacerlo es una "cámara anecoica", una sala donde prácticamente no hay reflexiones y se repelen los ruidos del exterior. Sólo que esta situación no es real en absoluto. Pues ¿quién escucha música en casa en una cámara anecoica?

Así que lo mejor es hacer la medición en el lugar donde se hará la escucha. Y si es el salón de casa, preferimos no tener al perro del vecino que ladra o a un coche que pasa zumbando en nuestras mediciones. Para excluir todos los factores que interfieren, optamos por la medición MLS. Con esta medición se pueden desviar todos los parámetros de la respuesta a un impulso.

La Maximum Length Sequence es un tren binario pseudoaleatorio periódico que sirve de señal de medición. Esta señal se puede generar con un registro de desplazamiento con retroalimentación. Matemáticamente se puede calcular qué relación hay entre la señal enviada y la señal recibida (medida). El resultado es una curva con información sobre la fuente o la sala, según cual sea el objetivo de la medición.

## Software para fines electrónicos

En esta categoría se incluyen distintas aplicaciones que permiten usar el PC, por ejemplo, como osciloscopio, analizador de espectro y generador de funciones. Como la señal que queremos medir debe entrar en el PC de un modo u otro, es necesaria una interfaz. Así que la tarjeta de sonido en principio es la opción más práctica, ya que actualmente casi todos los ordenadores tienen una. Evidentemente, la calidad de la medición dependerá de la calidad de la tarjeta de sonido. Por lo general, el alcance de frecuencia también es un poco más limitado que en los aparatos "dedicados". Por tanto, la tarjeta de sonido no será adecuada para aplicaciones de alta frecuencia, pero para las frecuencias más bajas va bien, y aún más con la oferta actual de tarjetas de sonido que alcanzan 192 kHz de frecuencia de muestreo y 24 bits de resolución. Se pueden obtener mediciones precisas hasta 96 kHz. Ante las limitaciones de la tarjeta de sonido, naturalmente se puede hacer algo con tarjetas de interfaz especiales,

como por ejemplo de National Instruments o Agilent. Por lo general están destinadas a aplicaciones industriales y en consecuencia son desgraciadamente muy caras.

## Software para mediciones de audio

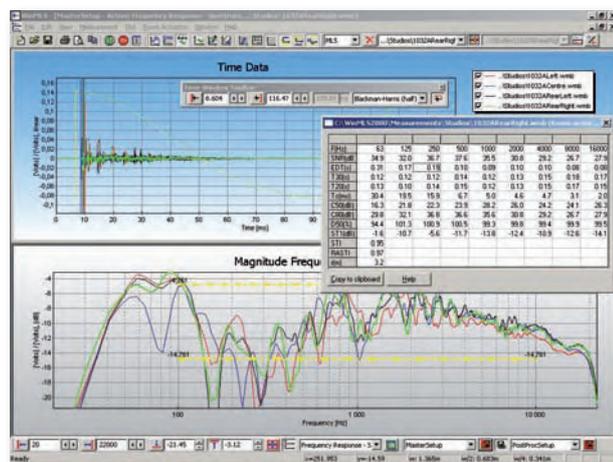
Para las aplicaciones de audio profesionales hay una gran variedad de paquetes de software distintos en el mercado. La oferta es demasiado amplia para poder presentarla aquí, así que hemos hecho una selección. Lo característico de este software es que se divide en dos grupos: autónomo y plug-in VST. VST es la abreviatura de "Virtual Studio Technology". Es un estándar para instrumentos de música virtuales (VSTi) o para efectos (VSTfx) desarrollado por Steinberg [2].

La oferta, como ya hemos dicho, es inmensa, pero respecto de las opciones, en general es única: indicadores de volumen, osciloscopios, analizadores de espectro y mediciones de correlación. Estas son naturalmente las herramientas más utilizadas cuando se trabaja con audio.

En internet se puede encontrar más información acerca de las posibles técnicas de medición, entre otros en un documento de Swen Müller y Paulo Massarani [3]. Aquí no sólo hay información sobre la técnica "stepped sine", sino también sobre MLS y la diferencia entre ambas técnicas.

## Software de diseño de altavoces y simulación de salas

### WinMLS 2004



Como el nombre del programa indica, con WinMLS 2004 pueden hacerse mediciones MLS. El programa tiene un gráfico de frecuencia bastante detallado. Permite elegir entre distintas fuentes de señal. Los ajustes son infinitos, con lo cual el software es bastante amplio. Solo que su uso no siempre queda muy claro.

El programa es muy fiable y preciso y óptimo para la calibración de sistemas, las mediciones tridimensionales y como ayuda para diseñar altavoces, e incluso es apto para mediciones de resonancia en edificios.

La captura de pantalla muestra distintas posibilidades como una ventana de tiempo y frecuencia y acústica de salas.

WinMLS se puede adquirir en distintos paquetes con un precio entre 100 USD y 1000 USD. El paquete sólo es apto para Windows y puede funcionar con cualquier tarjeta de sonido compatible con Windows. Para más información: [www.winmls.com](http://www.winmls.com)

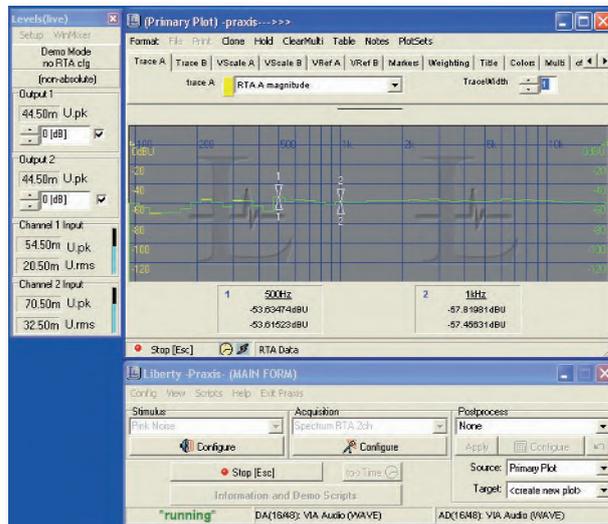
### Praxis

En esencia, el programa Praxis de Liberty Instruments Incorporated es igual que WinMLS. Sólo que Praxis tiene algunos extras más. Por ejemplo una función RTA (Real Time Analyser). Con esto se pueden hacer mediciones en tiempo real ("real-time"). Los ajustes pueden guardarse como predeterminados.

La documentación es muy extensa y se pueden descargar múltiples archivos wav del sitio web de Liberty Instruments para realizar mediciones y pruebas.

En este sitio web también hay muchos ejemplos y explicaciones sobre como deben realizarse determinadas mediciones con los archivos adecuados y explicaciones al respecto.

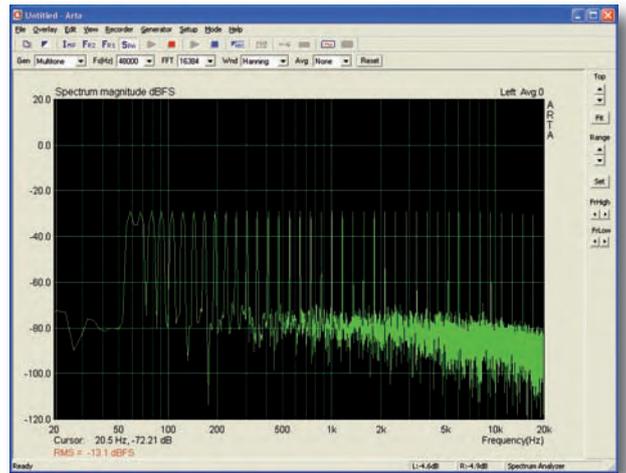
Para los programadores, el fabricante también ha creado un Script Designer en línea. Con el Script Designer se pueden escribir aplicaciones para Praxis. El script se basa en Microsoft Visual Basic y Borland Delphi. Durante las pruebas no quedó nada claro como se puede sortear el interfaz AudPOD para usar micrófonos propios, pero el sitio web especifica claramente que es posible.



En la captura de pantalla adjunta se pueden ver las ventanas más importantes de Praxis, en las que se pueden adaptar los principales ajustes y realizar las mediciones. Praxis es claramente un programa basado en Windows. El precio asciende a 998 USD. Con la versión "gratuita" se puede llegar lejos, pero no se pueden usar todas las opciones del programa. Para más información: [www.libinst.com](http://www.libinst.com).

### ARTA, STEPS Y LIMP

En la universidad de electrónica de Split, en Croacia, han desarrollado una fantástica serie de programas. La serie consta de tres aplicaciones: ARTA para medir respuestas a un impulso, análisis de espectro en tiempo real y análisis del comportamiento de frecuencia, STEPS, que utiliza la "stepped-sine excitation", para el comportamiento de frecuencia y LIMP para medir la impedancia de los altavoces.



ARTA se puede utilizar para mediciones de altavoces, mediciones tridimensionales y análisis de voz. Es de uso fácil y claro. El programa ofrece distintas fuentes de medición que deben configurarse totalmente. Entre otras cosas, se puede usar el ruido blanco, el ruido rosa, MLS, "stepped sine" lineal/logarítmico y ruido blanco y rosa periódico. Los resultados de medición se reproducen muy claramente y se pueden realizar fácilmente otros cálculos sobre los resultados.

Los manuales son muy extensos y fáciles de seguir. Hay ejemplos de distintas configuraciones, mediciones y ajustes.

También dispone de un extenso procedimiento para calibrar la tarjeta de sonido. Por supuesto, esta calibración es muy importante para la ejecución de este tipo de mediciones.

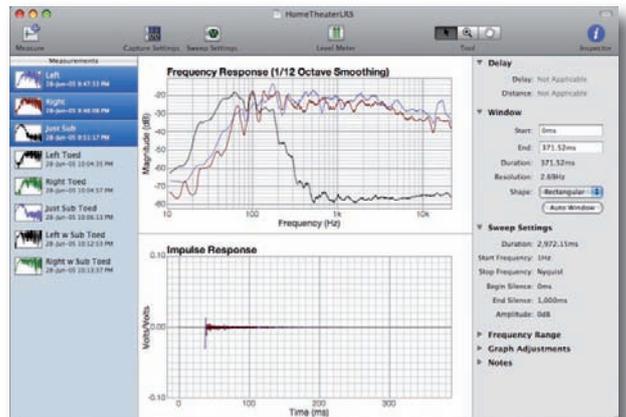
El software sólo es apto para Windows y cuesta entre 49 € y 149 €. Con la versión demo no es posible guardar, pero no hay otras limitaciones.

Más información en: [www.fesb.hr/~mateljan/arta](http://www.fesb.hr/~mateljan/arta).

### FuzzMeasure Pro 3

¡Atención a los usuarios de Mac! Esta es una de las pocas aplicaciones para OS X para este tipo de usos.

FuzzMeasure está en principio destinado a las mediciones tridimensionales, pero las aplicaciones sin embargo son mucho más extensas. El objetivo principal de este software es la calibración de espacios como escenarios de directo, auditorios, salas de estudios, etc. Pero con FuzzMeasure no sólo se pueden realizar mediciones de retardo y reflexión en salas, sino que también por ejemplo se pueden reproducir las características de los altavoces.



El programa utiliza el método seno de barrido, con el que se puede evitar el sonido ambiente y las deformaciones.

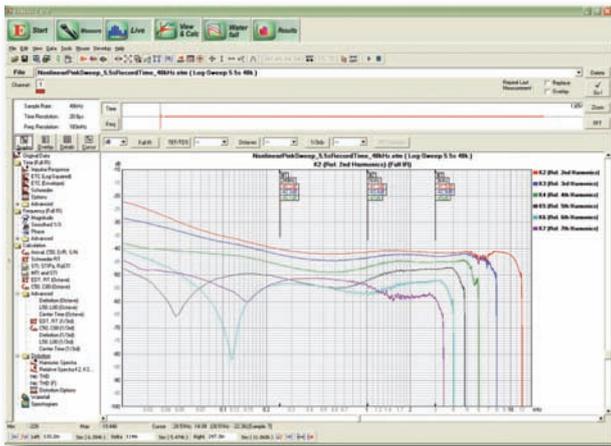
El software sólo es apto para OS X Leopard y cuesta 150 USD. En el momento de escribir este artículo, el software iba por la versión 3.0.2 con algunos bugfixes que están en la versión 3.0.

Más información en [www.supermegaultragroovy.com](http://www.supermegaultragroovy.com).

## EASERA

Easera es el paquete más extenso que hemos encontrado. Con un precio que oscila entre 750 USD y 2250 USD, EASERA se suministra con un amplio arsenal de opciones de medición.

Lo que hace este paquete muy interesante, es que todavía utiliza la tarjeta de sonido y no un costoso módulo insertable. EASERA ofrece la posibilidad de elegir entre distintos drivers, como los drivers ASIO, famosos por ser los más rápidos en el procesamiento de sonido.



El software consta de cuatro módulos: un módulo de medición, un generador de señales, un análisis en tiempo real y un módulo de post-procesamiento. Por si esto no fuera suficiente, se puede ampliar el paquete con el módulo Time Delay Spectrometry de Gold Line ([www.gold-line.com](http://www.gold-line.com)).

EASERA puede hacer mediciones, entre otros, con respuestas a un impulso, seno de barrido y MLS, y además puede tomarse en cuenta la sala de medición y distintos tipos de sonidos de fondo. También se pueden analizar archivos wav y el programa puede utilizar las entradas de la tarjeta de sonido para captar señales.

La calibración de la tarjeta de sonido es sencilla, por lo menos si la tarjeta dispone de un reloj de sincronización. Si la tarjeta tiene múltiples entradas o salidas, se puede utilizar una segunda entrada/salida para sincronizar y determinar el retardo. Además, los ajustes son fáciles de manejar gracias a la amplia oferta de opciones.

EASERA dispone también de funciones automatizadas, como la calibración de micrófonos, el reglaje de la sensibilidad de entrada y la compensación de la característica de frecuencia del hardware utilizado.

En tiempo real se pueden realizar mediciones FFT ampliadas, consultar indicadores de volumen y representar espectrogramas. Se pueden guardar los ajustes predefinidos, de manera que más tarde se pueden usar en el post-procesamiento.

En realidad lo bueno empieza en el post-procesamiento. Aquí se dispone de cálculos para acústica de salas, elec-

troacústica, RMS, niveles de ruido, ecogramas, etc. Además, también se pueden procesar las señales de distintas formas en el dominio del tiempo y la frecuencia.

EASERA puede controlar hasta 32 entradas con una frecuencia de muestreo de 192 kHz, lo cual también resulta interesante para las aplicaciones PA en conciertos.

EASERA es la herramienta perfecta para el ingeniero de sonido profesional. Las posibilidades son prácticamente infinitas y la fiabilidad es elevada. Más información en [www.sda-softwaredesign.de](http://www.sda-softwaredesign.de) y [www.easera.com](http://www.easera.com).

## Software para fines electrónicos

### Multi-instrument 3

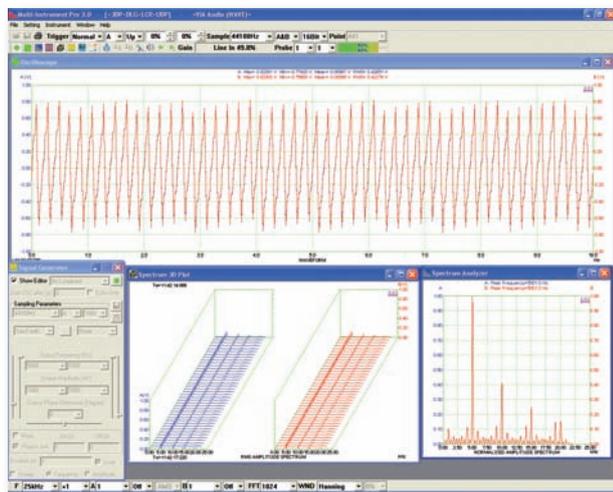
Multi-Instrument 3 es un programa muy inteligente y funcional. Ofrece los siguientes instrumentos de medición:

- un osciloscopio digital con grabador de transitorios, grabador de datos, voltímetro, curva de Lissajous y filtro digital.

- un analizador de espectro con análisis de espectro de amplitud, análisis de espectro de potencia, análisis de octavas, análisis de espectro de fase, análisis de correlación, mediciones de respuestas, análisis de deformaciones, análisis de ruidos, análisis de señales dinámicas, etc.

- un generador de señales con un generador de función, un generador arbitrario, un generador de ráfagas, un generador de ruido blanco y rosa, un generador multitonos, un generador de MLS, un generador de notas, un generador DTMF, y barrido de frecuencia y amplitud.

- un multímetro con mediciones de tensión, medición de SPL, medición de frecuencia, medición de RPM, medición del ciclo de trabajo, etc.



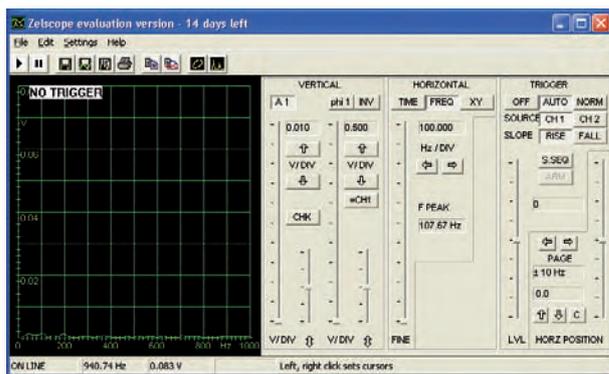
- un medidor de LCR con medidor de bobina, medidor de condensador, medidor de resistencia y medidor de impedancia.

La sonda suministrada convierte este software en una excepción. La sonda tiene un mini jack telefónico que se puede conectar directamente a la entrada de la tarjeta de sonido. En la sonda hay un atenuador que protege las entradas de audio contra altas tensiones. Con la sonda pueden medirse con seguridad señales hasta +/-24 V.

El precio del Multi-Instrument oscila entre los 50 USD y los 200 USD, según la versión y las opciones que se elijan. La sonda cuesta 30 USD. Hay una versión destinada a los Pocket PC, Pocket Multi Instrument 1.0. Sin embargo, esta versión tiene menos opciones que su "hermano mayor". Para más información: [www.virtins.com](http://www.virtins.com).

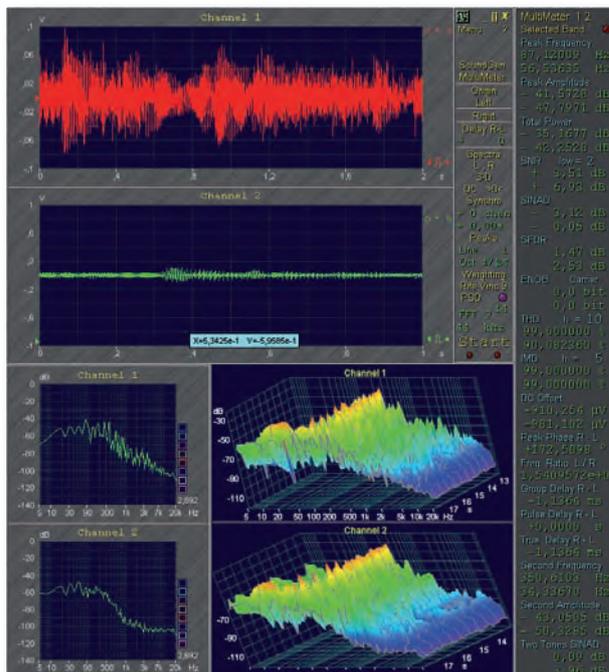
### Zelscope

Zelscope convierte al PC en un aparato de memoria de dos canales y un analizador de espectro. Utiliza la tarjeta de sonido como convertidor A/D y muestra una forma de onda en tiempo real y el espectro de la señal. El programa es bastante claro y fiable. Zelscope cuesta 20 USD. Para más información: [www.zelscope.com](http://www.zelscope.com).

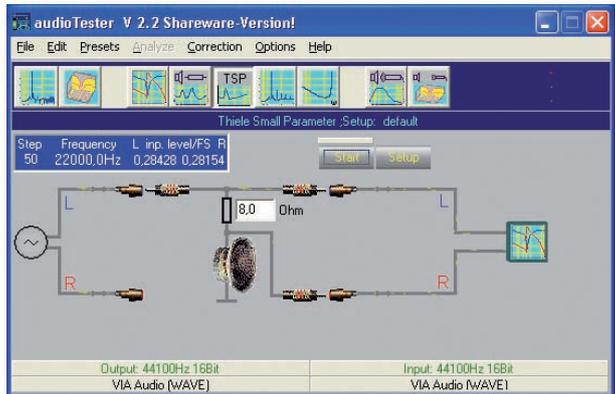


### OscilloMeter 6.0

Este software ruso no ganará un premio de belleza, pero no hay quejas sobre su funcionalidad. Es bastante extenso, pero debido a su diseño desordenado es bastante difícil de manejar. Lo que está claro, es que en cuanto se inicia el software se dispone directamente de cuatro ventanas informativas, un osciloscopio de dos canales y un análisis de espectro (eventualmente en 3D) del canal izquierdo y el derecho. Además, dispone de amplias funciones de generador y posibilidades de multímetro.



La versión demo está limitada a sólo 15 segundos de funcionamiento completo. Luego se detiene la medición. Sin embargo, se puede iniciar de nuevo. Para evitar esta limitación, hay que pagar 500 USD al diseñador que envía un código de registro. Más información en <http://shmelyoff.narod.ru>.



### AudioTester

AudioTester es una aplicación para Windows bastante sencilla que consta de un osciloscopio, un análisis de espectro, y un generador de señales. El generador de señales WaveGen es un módulo ampliado que se maneja de forma muy intuitiva. Dispone de varias formas de onda y señales de paso e impulso. Gracias a su diseño, da la impresión de no estar trabajando con software, sino físicamente con un aparato de medición. Más información en [www.sumuller.de/audiotester](http://www.sumuller.de/audiotester).

## Software para mediciones de audio

### Digicheck - RME

Este programa gratuito funciona únicamente con tarjetas de sonido de RME. Es un programa autónomo que se maneja de forma muy intuitiva (sólo para Windows) con distintas opciones: medición de nivel estéreo y múltiples canales, análisis de espectro, audioscopio vectorial, mediciones de correlación y estadísticas de bits. El programa también puede registrar múltiples canales al mismo tiempo (Global Record).

La representación muestra el Totalyser, en que se ven el análisis de espectro, el indicador de nivel y el audioscopio vectorial.

Más información en [www.rme-audio.com](http://www.rme-audio.com).



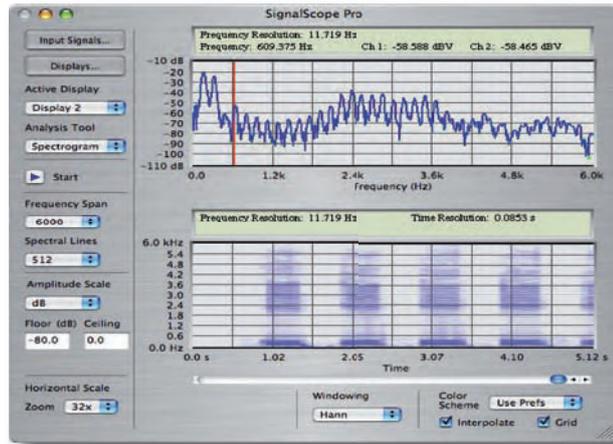
## Spectre



El diseño de Spectre es muy bonito y muy claro. Tiene una construcción modular de manera que uno mismo puede configurarse la hoja de trabajo. El software es muy amplio. Algunos instrumentos de medición son: medidor de nivel, vúmetro, medidor de BBC (medidor de picos con escala BBC), osciloscopio, espectrógrafo, medidor de gama baja, medidor de gama alta (partes independientes del alcance de audio), indicador del historial de nivel, espectrógrafo, medidor de Lissajous, medidor de distribución de potencias, medidor de correlación, etc. Las opciones también incluyen comparaciones de espectro, comparaciones de fases, mediciones de coherencia y reproducción de archivos de sonido. En el sitio web [www.audiofile-engineering.com](http://www.audiofile-engineering.com) hay más información sobre Spectre. El paquete cuesta 120 USD y sólo es apto para Mac OS-X.

## Electroacoustics Toolbox y SignalScope pro 2.0

Estas dos aplicaciones de Faber Acoustical sólo son aptas para Mac OS-X. Electroacoustics Toolbox es un extenso paquete que consta de distintos módulos. Tiene un analizador Dual FFT que entre otras cosas puede realizar las distintas mediciones en el dominio de la frecuencia: función de transferencia de amplitud, función de transferencia de fase, coherencia, reducción de grupo, relación señal-ruido, etc. En el dominio del tiempo son posibles las siguientes funciones: respuesta a un impulso, respuesta a un impulso cuadrático y correlación cruzada. Además hay varios módulos disponibles, como un analizador de FFT, un analizador de banda de octava, un osciloscopio, un sonómetro, un plotter espectrograma 3D, y un plotter X/Y.



SignalScope es un osciloscopio ampliado con posibilidades FFT. En realidad SignalScope es una versión sencilla de Toolbox. Utiliza una única ventana donde se pueden hacer todos los ajustes y mediciones. Electroacoustics Toolbox cuesta unos 500 € y se puede encargar en el sitio web de Faber Acoustical: [www.fabracoustical.com](http://www.fabracoustical.com). SignalScope cuesta considerablemente menos, unos 70 € menos que Toolbox y se puede adquirir en el mismo sitio web.

## SpectraPLUS

SpectraPLUS es un analizador de espectro de audio que está especialmente destinado a las mediciones en tiempo real. Sólo se puede obtener para Windows y consta de distintas "opciones" (módulos) que se pueden comprar por separado. Las funciones más importantes son: análisis FFT en tiempo real de la señal en la entrada de la tarjeta de sonido, toma y reproducción de archivos wav, representación de la señal medida en el dominio del tiempo, en el dominio de la frecuencia y en espectrogramas en 2D y 3D. Las mediciones FFT son bastante amplias y la resolución es elevada, 1.048.576 puntos. El análisis de octavas puede ajustarse de 1/1 a 1/96. Se pueden hacer mediciones hasta 24 bits y 200 kHz de frecuencia de muestreo, según las posibilidades de la tarjeta de sonido. Hay 10 opciones disponibles aptas para distintos objetivos. Con la opción básica se dispone por ejemplo sólo de un monocal con el que se pueden hacer mediciones, un análisis FFT limitado a un análisis de octava 1/1 y 1/3, medición de fase y compensación de micrófonos.

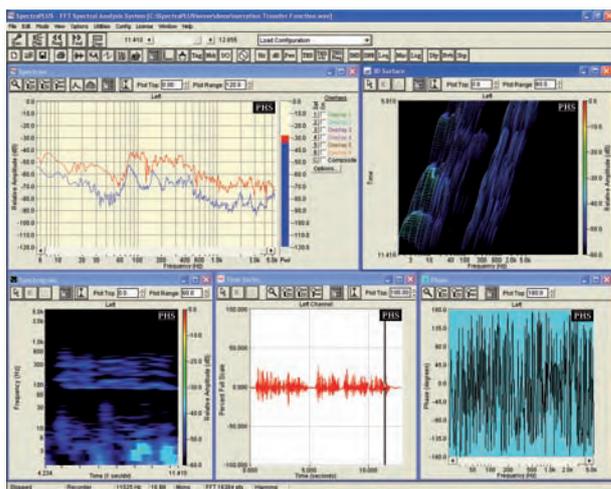
Publicidad



**Envoltentes de aluminio, metal y plástico inyectados.**  
[sales@hammond-electronics.co.uk](mailto:sales@hammond-electronics.co.uk)



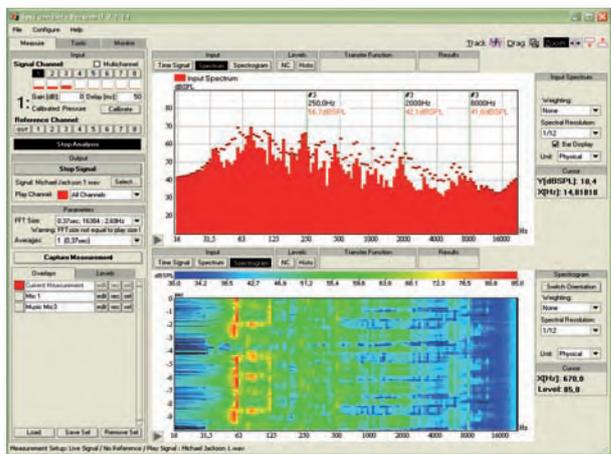
**[www.hammondmfg.com/es](http://www.hammondmfg.com/es)**



El paquete básico de SpectraPLUS cuesta 295 USD. Cada opción o módulo extra cuesta 200 USD. También hay paquetes por 595 USD y 795 USD y el paquete completo cuesta 995 USD. Más información sobre SpectraPLUS en: [www.telebyte.com/pioneer/index.html](http://www.telebyte.com/pioneer/index.html).

### EASERA SysTune

Para SysTune sirve a grandes rasgos la misma descripción que para EASERA. Muy extenso y fiable, pero bastante costoso. Aparte de que con SysTune se pueden medir hasta 8 canales con 192 kHz de frecuencia de muestro simultáneamente en tiempo real, SysTune ofrece además las siguientes opciones: el programa permite elegir entre señales de entrada en directo o señales generadas internamente, mediciones de respuesta a un impulso, mediciones de espectrograma, múltiples canales FFT, mediciones de fase en tiempo real y mucho más. Por un precio de 600 USD se obtiene SysTune como un sistema de medición completo, con el cual no sólo se pueden hacer mediciones de la señal entrante, sino también mediciones tridimensionales o mediciones de la posición del altavoz para estudios y auditorios. Más información en: [www.easerasystune.com](http://www.easerasystune.com).



### VB Audio

VB Audio es una empresa que principalmente desarrolla plugins VST. También ha desarrollado una serie de plugins destinados a la medición de audio, como por ejem-

plo Frequencies Analyser, LF Generator y VU Meter. Los nombres ya indican lo que se puede medir con ellos. Lo que es muy interesante, es la aplicación autónoma FFX16 i.o.p. Esta aplicación puede "cargar" distintos plugins. Con ello el PC se convierte en un aparato de medición y procesamiento de audio en tiempo real. El "apilado" de plugins permite, por ejemplo, medir al mismo tiempo en distintos dominios de la frecuencia, separando primero con filtros paso banda las bandas de frecuencia deseadas.



El Frequencies Analyser dispone internamente de esta función. Además de las mediciones de nivel en el dominio de la frecuencia, el plugin puede medir la diferencia de frecuencias entre mediciones izquierdas y derechas y reproducir espectrogramas. Con el LF Generator se pueden generar distintas formas de onda. También son posibles los impulsos y barridos. El VU Meter es un medidor muy estable y preciso de uso muy flexible. En el sitio web de VB Audio, se puede encontrar más información sobre estos plugins: [www.vb-audio.com](http://www.vb-audio.com).

### Conclusión

Con una tarjeta de sonido sencilla se pueden hacer todo tipo de mediciones rápidas en el ordenador. Claro que el resultado de la medición dependerá de la aplicación para la cual se utilice "el conjunto de medición" y de la calidad tanto del hardware como del software. Las tarjetas más baratas suelen tener un elevado tiempo de latencia y una frecuencia de muestro máxima más baja. Esto puede provocar problemas en la calibración, que podrían derivarse en resultados de medición erróneos. Un software demasiado económico suele significar que no se ha empleado dinero, y por tanto tampoco tiempo, al desarrollo y las pruebas del software, con lo cual es menos fiable y los resultados de medición pueden ser cuestionables. En un nivel superior, pero todavía asequible, están las soluciones de TiePie [4] y Picotech [5], por ejemplo. La mejor solución dependerá de la medición y la capacidad financiera disponible. En resumen, podríamos decir que hay suficientes programas en el mercado con los que se pueden realizar mediciones fantásticas con una tarjeta de sonido. Naturalmente, este tipo de soluciones no pueden compararse con los aparatos de medición profesionales de National Instruments, por ejemplo. Pero, claro, estos son mucho más costosos.

(071084)

### Enlaces Web:

- [1] [www.rme-audio.de/en\\_products\\_multiface\\_2.php](http://www.rme-audio.de/en_products_multiface_2.php)
- [2] [www.steinberg.net](http://www.steinberg.net)
- [3] <http://saturn5.com/~jwb/mueller.pdf>
- [4] [www.tiepie.com](http://www.tiepie.com)
- [5] [www.picotech.com](http://www.picotech.com)

# ensamblado, pruebas e instalación

# DigiButler (2)

Por Richard Sumka y Eric Gregory (Freescale Semiconductor Inc.),  
Luc Lemmens y Jan Buiting (Elektor)

**Continuando con nuestra entrega del mes de abril de 2008, en esta segunda y última parte del artículo vamos a ver el ensamblado del kit y la conexión de las distintas partes. También veremos la instalación de los programas para conseguir que el DigiButler se active en la web y realice el control de una aplicación eléctrica en nuestra casa u oficina.**

## Ensamblado y pruebas

Todos los componentes utilizados en este proyecto están contenidos en un kit, disponible a través de la tienda de Elektor, con la referencia # **071102-71 (Figura 1)**. La placa de circuito impreso

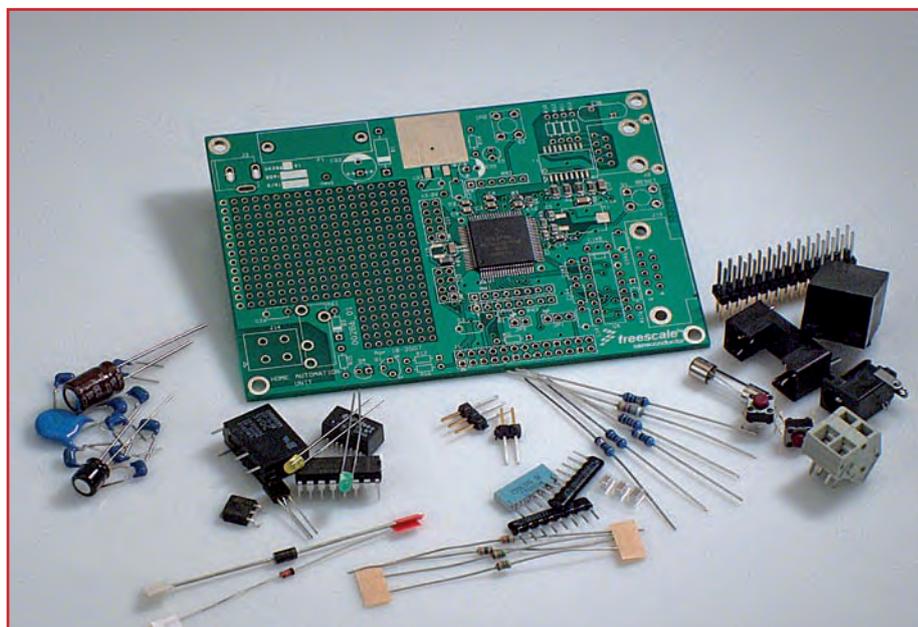
contenida en el kit viene con todo, con la ventaja de tener seis componentes SMD ya soldados y el microcontrolador Coldfire ya programado con la información del DigiButler. Esto hace que la construcción del proyecto sólo sea una labor de soldar unos 40 componentes de taladro pasante y seis componentes SMD de un tamaño relativamente grande, que incluye el transformador Ethernet T1.

En la **Figura 2** se muestra el plano de montaje de los componentes de la placa DigiButler a tamaño real. La lista de componentes asociados indica claramente qué componentes están ya montados en la placa cuando la comparamos, y cuáles tienen que ser soldados.

Utilizando los componentes que se suministran en el kit, el montaje de la placa es bastante sencillo. Primero se sueldan los componentes SMD y después los componentes de taladro pasante. Los componentes SMD que tenemos que soldar por nosotros mismos son:

- los condensadores C20, C21 (ambos de 4.7µF), localizados en la cara inferior de la placa;
- el condensador C15 (4µF7), localizado entre los conectores J11 y J12, situados en la cara superior de la placa;
- el transformador T1 (H1102NL), localizado en la cara superior de la placa. La

- marca del triángulo sobre la serigrafía de la placa debe coincidir con el punto blanco impreso en el componente;
- el cristal de cuarzo Y1 (de 25 MHz), situado en la cara superior de la placa;
- el regulador de tensión U2 (LD29080DT33R), situado en la cara superior de la placa.



**Figura 1.** El kit DigiButler listo para ser ensamblado, completo y con la placa con los componentes SMD ya montados. El proyecto supone una hora de trabajo cuidadoso de soldadura. (El contenido del paquete no se muestra; las partes que se suministran en cada momento pueden ser diferentes de la que se muestra en la foto).

# de los programas

**Debemos tener una precaución extrema en el uso de esta placa si la utilizamos para manejar una carga que trabaje con tensiones alternas de red; tensiones que son muy peligrosas y que están presentes en los terminales de J14 y en el relé RE1. La máxima corriente con la que pueden trabajar los contactos del relé es de 2 A. Si tenemos alguna duda debemos consultar con un profesional experimentado.**

Si utilizamos una punta de soldador fina y ponemos un cuidado y precisión especial, el montaje de estos componentes, no debe suponer mayores problemas. Una vez finalizado el montaje del transformador T1, realizaremos una inspección visual alrededor del mismo para asegurarnos que no hay cortocircuitos entre los terminales adyacentes, hechos con alguna gota de estaño.

Ahora es el turno de soldar los componentes convencionales que vienen en el kit. El regulador de tensión U2 tiene un punto térmico situado en la cara inferior del componente, cuyo extremo debe ser soldado al cuadradito de cobre del circuito impreso cercano a su posición. El terminal central no es utilizado ya que el punto metálico establece la conexión de masa.

Los conectores, el soporte para el fusible y el relé deben ser los últimos componentes que se monten. Pondremos un cuidado especial en el montaje del conector J14 y del relé RE1, los cuales deben estar situados en la placa, juntos, antes de ser soldados.

La marca impresa en las redes de resistencias RN1, RN2 y RN3 indica el "terminal 1" y debe coincidir con los pequeños círculos respectivos dibujados en la serigrafía de la placa. Comprobaremos cuidadosamente la polaridad de los condensadores electrolíticos radiales C22 y C25, así como la de los diodos LED D2 y D4, los diodos D1 y D3 y, por último, U4, el MAX3232ECE.

Cuando colocamos la placa ensamblada directamente sobre una superficie dura, debemos tener cuidado en no dañar los componentes de montaje superficial pasivos montados sobre su cara inferior. Utilizando cuatro separadores de 5 mm de altura, sujetos con tornillos de M3, evitaremos este problema.

La base del conector J13 para el puerto RS232 se asegura a la placa utilizando dos tornillos y 2 tuercas de M3. El conector RJ45, J2, tiene dos salientes de plástico que se introducen de forma segura sobre los agujeros de 3mm de la placa, evitando así su movimiento.

No montar el Puente JP2 (BDM\_ENable) y configurar JP1 (BDM\_SELO) en la posición de más a la derecha (terminales 2-3).

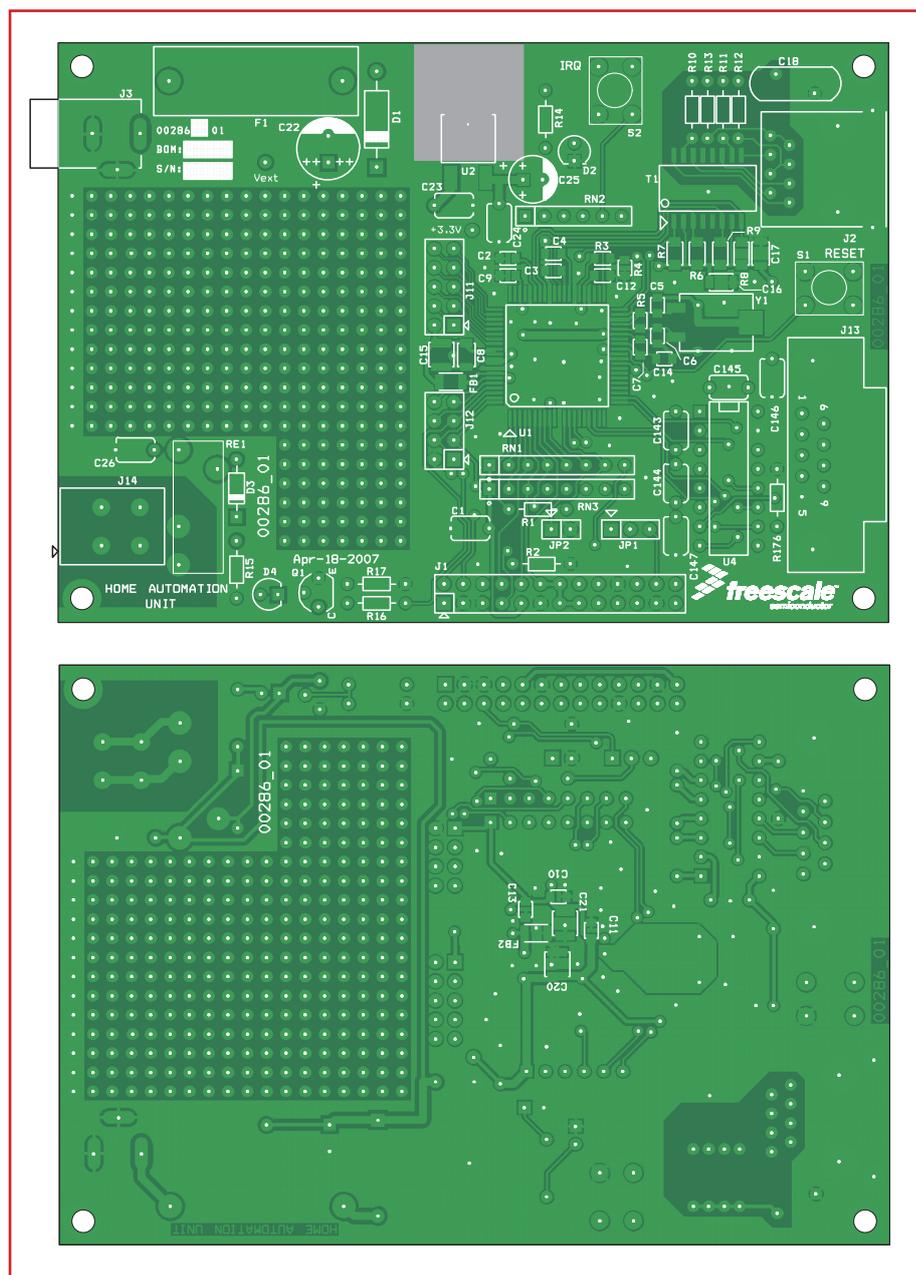
Verificar la placa cuidadosamente antes de dar tensión a la misma. Comprobar que todas las soldaduras están bien hechas y realizadas y que no hay ningún

cortocircuito entre las mismas. Conectar la alimentación a la placa utilizando una tensión DC regulada (aunque también es válida una no regulada), con una tensión de salida comprendida entre 5 V y 8 V. El diodo LED D2 debe de encenderse.

## Puedo hacerlo más barato

¡Adelante! Aunque hemos de decir a nuestros lectores que el precio del kit del Digi-

Butler será difícil de batir. Especialmente para aquellos que insisten en conseguir sus componentes en las tiendas locales y realizando la programación del microcontrolador por sí mismos, Elektor también dispone de la misma placa con los componentes SMD ya montados y con un **microcontrolador vacío**, en la tienda Elektor, con la referencia # **071102-1**. 'Vacío' significa que no hay ningún programa volcado sobre el MCF52231, por



**Figura 2.** Diagrama de pistas de la placa DigiButler. La placa se suministra con todos los elementos, pero con los componentes SMD pre-montados.

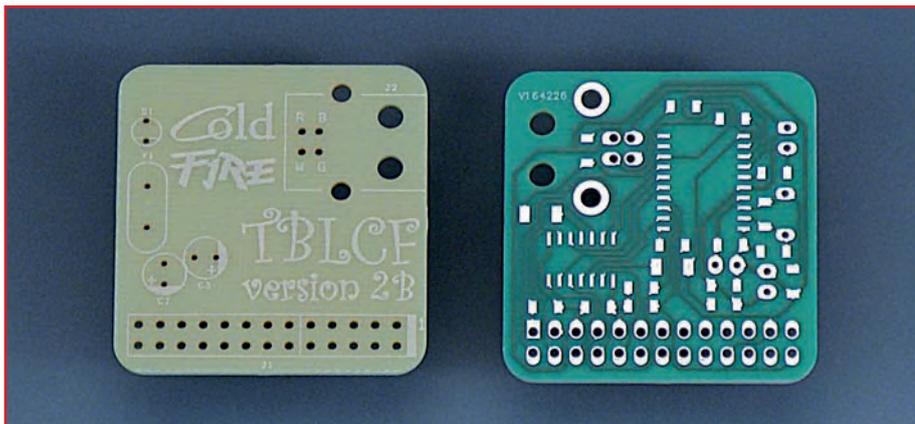


Figura 3. Placa TBLCF sin montar.

lo que necesitaremos el circuito TBLCF y el programa asociado o el equipamiento equivalente profesional de la casa Freescale o de terceras partes.

### El circuito TBLCF

Para terminar de completar todo, debemos recordar a nuestros lectores que, en la referencia [7] de la Parte 1 de este

artículo, podemos encontrar las notas de diseño y montaje del Turbo BDM Light Coldfire Interface (TBLCF), de Daniel Malik (Abril de 2008). Las placas del TBLCF se suministran a través de la tienda de Elektor con la referencia # **071102-2**. En la **Figura 3** se muestran las placas desnudas de dicho proyecto. Necesitamos el TBLCF si queremos realizar cambios en el programa interno del DigiButler, o utilizar el circuito como un sistema de desarrollo Coldfire.

Recordáis el truco para conseguir las "muestras gratuitas" que os mostramos en el artículo del último año ¿Acelerómetro de 3 Ejes? Podemos utilizar de nuevo la página web de Freescale para conseguir un circuito integrado MC908JB16JDWE gratuito para el programador TBLCF. Para el nombre del proyecto, introducir: 'Elektor DigiButler'. **Cuidado:** el suministro de las muestras gratuitas se realiza a la total discreción de Freescale Semiconductors Inc. También podéis mirar en los foros de Elektor, en los temas de los proyectos SpYder y Acelerómetro, para ver cómo lo han hecho otros.

El TBLCF se programa desde cero, tal y como se describe en su extenso manual.

### Compilación y programación

La (re)compilación del código y la (re) programación del microcontrolador sólo son necesarias si:

1. Tenemos una placa no programada, con la referencia # 071102-1 y/o
2. Queremos hacer cambios en el programa interno existente.

En la página web de Elektor podemos encontrar, de manera totalmente gratuita, el software del proyecto que incluye el código fuente completo en lenguaje C. Todo ello se incluye en el fichero cuya referencia es # **071102-11.zip**. Para utilizarlo, lo descomprimos en un directorio adecuado.

La compilación y la (re)programación del MCF52231 requiere la aplicación **CodeWarrior Development Studio for Coldfire Architectures, v. 6.3**. CodeWarrior es un entorno de desarrollo integrado que incluye un gestor de proyectos, un editor, un compilador y un depurador. La versión 6.3 está disponible para su descarga gratuita. En la referencia [1] está marcado como "Updates and Patches" ("Actualizaciones y Parches"), pero Elektor dispone de "información fidedigna" de que dicha ver-

## LISTA DE COMPONENTES

### 1. Componentes pre-montados en la placa

#### Resistencias

R3 = 12kΩ, SMD 0805  
R4 = 390Ω, SMD 0805  
R5 = 10MΩ, SMD 0805  
R6,R7,R8,R9 = 51Ω, SMD 1206

#### Condensadores

C2,C3,C4,C12,C13,C14 = 220nF cerámico, SMD 0805  
C9,C10,C11 = 100nF cerámico, SMD 0805  
C17 = 220nF cerámico, SMD 1206  
C5,C6 = 22pF cerámico, SMD 0805  
C7 = 1nF cerámico, SMD 0805  
C8 = 100nF cerámico, SMD 1206  
C16 = 10nF cerámico, SMD 1206

#### Inductores

FB1,FB2 = BLM31PG601SN1 ferrita, SMD 1206

#### Semiconductores

U1 = MCF52231CAF6 (Freescale)\*

### 2. Componentes a montar en la placa

#### Resistencias

R1 = 22Ω SFR16S  
R2,R17,R176 = 10kΩ SFR16s  
R15 = 470Ω  
R10-R13 = 75Ω SFR16S  
R14 = 270Ω  
R16 = 1kΩ SFR16S  
RN1 = Array SIL de 7 líneas de 4kΩ7  
RN2 = Array SIL de 5 líneas de 10kΩ  
RN3 = Array SIL de 7 líneas de 10kΩ

#### Condensadores

C1,C23,C24, C26,C143,C144-C147 = 100nF cerámico, separación entre terminales de 5mm  
C15,C20,C21 = 4μF7, SMD1206  
C18 = 2nF2 1000V cerámico (TDK)  
C22 = 330μF 16V, electrolítico, radial  
C25 = 220μF 6.3V, electrolítico, radial

#### Semiconductores

D1 = 1N4004  
D2 = LED, 3mm, verde  
D3 = 1N4148  
D4 = LED, amarillo, 3mm  
Q1 = BC546B  
U2 = LD29080DT33R (STMicro)  
U4 = MAX3232ECPE

#### Varios

F1 = fusible lento de 0,5A, 5x20mm  
J1 = conector "pinheader" DIL de 26 terminales  
J2 = conector RJ45, para montaje en PCIJ3 = conector adaptador DC, para montaje en circuito impreso  
J11 = conector "pinheader" DIL de 10 terminales  
J12 = conector "pinheader" DIL de 8 terminales  
J13 = conector sub-D de 9 terminales en ángulo recto (hembra), para montaje en PCI  
J14 = Bloque final de 2 terminales, separación entre terminales de 5mm  
JP1 = conector "pinheader" SIL de 3 terminales con puente  
JP2 = conector "pinheader" SIL de 2 terminales con puente  
RE1 = G6D-1A-ASI-DC5 (Omron)  
S1,S2 = pulsador, EVQ-PAE05R Panasonic)  
T1 = H1102 Transformador Ethernet (Pulse)  
Y1 = cristal de cuarzo de 25 MHz  
Soporte para fusible con montaje en PCI  
Kit de componentes, Tienda de Elektor # 071102-71\*, contiene todos los componentes y la placa de circuito impreso con los componentes SMD pre-montados (ver texto).  
Placa de circuito impreso, Tienda de Elektor # 071102, disponible de forma. Marcado: 00286\_01 "home automation unit"  
Placa de circuito impreso para TBLCF, www.thepcbshop.com # 071102-2 \*\*

\* ya programado en la placa del kit bajo el código 071102-71; sin programar en la placa del kit bajo el código 071102-1.

\*\* opcional, ver texto.

sión es una versión de instalación completa. La descarga es de unos 140 MB. Cuando se nos pregunte por el nombre del proyecto escribiremos: 'Elektor DigiButler'.

En el momento de la escritura de este artículo, la "Edición Especial": 'CodeWarrior para Arquitecturas ColdFire' (v. 7.0) presentaba algunos problemas con el microcontrolador MCF52231 que estamos usando. Freescale ha anunciado una actualización o "service pack" ("paquete de servicio") para dicha versión 7.0. La espera merece la pena, considerando que la "suite" puede compilar hasta un total de 128 k de código en 'C' y una cantidad ilimitada de código ensamblador. Podemos descargar la Edición Especial también en la referencia [1] (sentémonos y relajémonos para descargar unos 270 MB).

La programación y la depuración también necesitan de una conexión para la depuración de fondo, como la del TBLCF o la del USB-ML-CFE [2] de la casa P&E Micro. En el apartado '**(Re-)Programando nuestra placa**' se proporciona un procedimiento detallado de cómo realizar la programación del programa interno del microcontrolador.

## Conexión de red

La parte más importante del proyecto es en la conexión del DigiButler a una red y, para ello, necesitamos una dirección IP para la placa. Una dirección IP es similar a un número de teléfono y permite que la placa pueda ser identificada por otros dispositivos en la red. Por defecto, el programa de la placa está configurado para responder a una dirección IP de un servidor DHCP, aunque esto puede ser reconfigurado para obtener una dirección IP fija o estática. La mayoría de los routers modem DSL o de cable disponen de una funcionalidad interna para un servidor DHCP, que les permite proporcionar una dirección IP local.

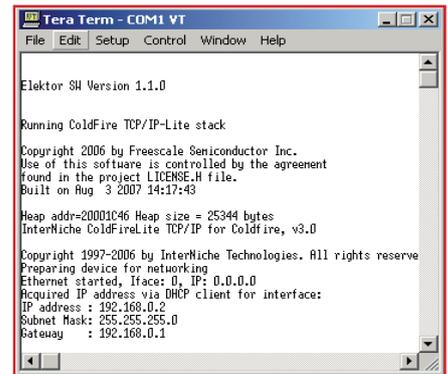
Para establecer el enlace con nuestra red conectaremos la placa DigiButler a nuestro router, utilizando un cable estándar RJ45. A continuación, conectaremos la placa a un puerto COM libre de nuestro PC, usando un cable RS 232 normal. Los adaptadores USB-a-RS232 suelen dar problemas a menudo, por lo que recomendamos utilizar un PC más antiguo con un puerto serie (COM) real. Si fuese necesario, usaríamos prestado el PC de los niños.

En el siguiente paso, iniciamos una sesión de una aplicación Terminal, como pueda ser Minicom para Linux o HyperTerminal o TeraTerm para Microsoft Windows.

La configuración de la comunicación es:

- **115,200 bits/segundo**
- **8 bits de datos**
- **sin paridad**
- **1 bit de stop**
- **sin control de flujo**

Continuamos encendiendo la placa y pulsando el pulsador S1 para hacer un reinicio de la misma. Esto provocará que el programa de aplicación se comuniqué con el servidor DHCP, ubicado en el router, y obtener así una dirección IP para la placa. En la pantalla del ordenador, la ventana terminal nos mostrará la dirección IP de la placa (similar a la de la **Figura 4**), indicándonos que se ha



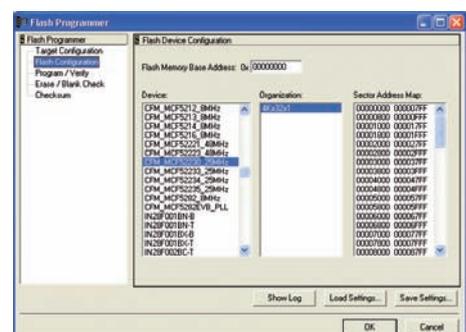
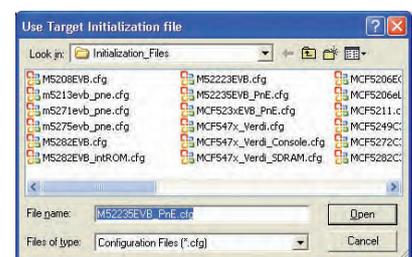
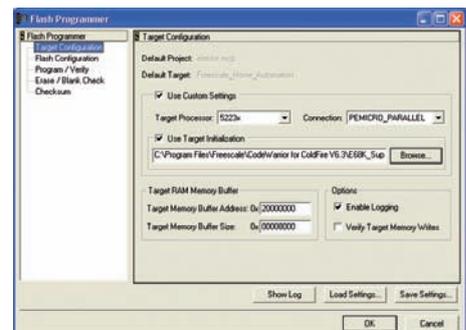
**Figura 4.** "It's alive Jim!" (Está vivo Jim"). Salida desde el puerto serie después de un reinicio del DigiButler.

realizado la conexión con la red y que disponemos de acceso remoto. Hemos

## (Re-)Programando nuestra placa

El siguiente procedimiento ha sido creado usando un programador/depurador paralelo Micro PE conectado el conector J1 de la placa DigiButler a un PC que trabaja con Windows XP y con una versión descargada de la aplicación CodeWarrior 6.3. TBLCF puede requerir varios pasos y configuración de los puentes, por lo que recomendamos consultar la documentación de TBLCF. En la página web [www.elektor.com/digibutlet](http://www.elektor.com/digibutlet) en nuestros lectores podrán encontrar posibles actualizaciones de este procedimiento.

1. En primer lugar, montar el puente JP2 y configurar el puente JP1 en su lado derecho: posiciones 2-3.
2. Lanzar el entorno de desarrollo CodeWarrior IDE, abrir el proyecto 'elektor.mcp' usando el comando "File>Open" en la barra de menú IDE. Conectar el bloque de depuración al conector J1 y alimentar la placa.
3. Utilizar el comando "Tools>Flash Programmer" para llegar a la ventana de diálogo "Flash Programmer".
4. En el menú "Target Configuration", visualizar los ficheros con los que queremos cargar la placa y, seguidamente, seleccionar y abrir el fichero M52235EVB\_Pne.cfg
5. En el menú "Flash Configuration", seleccionar: CFM\_MCF52230 25 MHz.
6. Ir a la opción de menú "Erase /Blank Check" y ejecutar la acción "Erase". Esto es muy útil para verificar así que la conexión con la tarjeta de destino funciona correctamente. Si el borrado se ha realizado de modo satisfactorio, las comunicaciones son correctas. Pulsar sobre la opción "Save Settings".
7. Ahora vamos a la opción "Program/Verify" y mostramos el fichero 'web\_coordinator' (sin ninguna extensión). Se trata de una imagen binaria precompilada, incluida para aquellos que no deseen recompilar el código fuente.
8. Programar el dispositivo. Con el dispositivo programado, la placa está lista para ser utilizada.



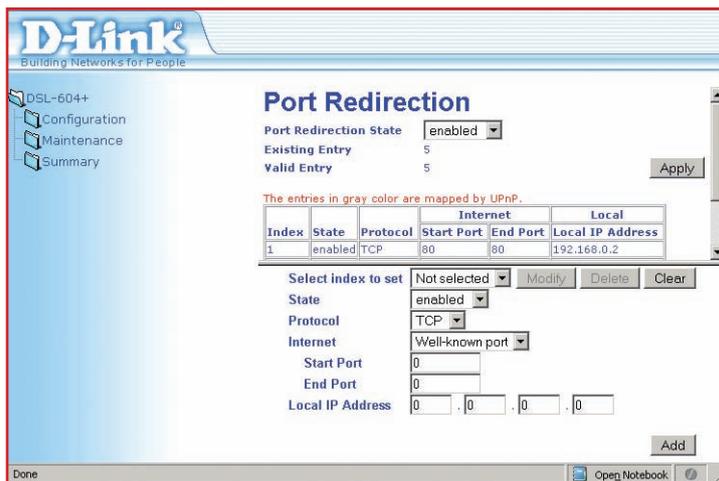
de señalar que este proceso (obtener la dirección IP de la placa) lleva algunos segundos y se incluye en el mensaje que se envía al terminal. ¿Hemos obtenido el mensaje completo? Felicidades, nuestro sistema funciona correctamente. Si tan solo queremos conectar la placa directamente al PC, necesitaremos un **cable cruzado RJ45** y una **dirección IP fija** en el programa de aplicación.

**Configuración de Ethernet y seguridad de acceso**

Hemos partido del supuesto de que el DigiButler estará conectado a Internet a través de un router Ethernet. Un router permite que varios ordenadores de una red local puedan compartir la misma conexión a Internet. También evita que los visitantes no deseados de Internet puedan entrar y tener acceso a dichos ordenadores, a menos que estén autorizados.

El evitar el acceso a nuestro DigiButler privado podría ser un problema si no fuese por una utilidad del router, llamada "Port Redirection" o "Port Forwarding" (es decir, "Redireccionamiento de puerto" o "Retransmisión del Puerto"). Ver **Figura 5** para un ejemplo típico.

La función Port Forwarding nos permite, a través de Internet, crear tráfico destinado a una dirección IP y a un puerto definidos, y enviarlo a un ordenador u otro dispositivo de nuestra red local. Supongamos que la dirección IP local del servidor es 192.168.0.2 y que la dirección de nuestro router (proporcionada por nuestro Proveedor de Servicios de Internet [ISP]), es 86.131.222.120. Nos tenemos que conectar a las páginas de administración del router y cambiar la configuración del mismo para encaminar ("enrutar", en el argot informático) correctamente cualquier tráfico entrante destinado al puerto 80 para el DigiButler, conectado en la dirección IP 192.168.0.2. Cualquiera que introduzca ahora la dirección de Internet http://86.131.222.120 en su explorador web, llegará a enlazar con nuestra placa DigiButler. Debemos tener claro que probablemente no seamos capaces de ver el servidor si intentamos hacer esto desde un PC situado en la misma red local. En ese caso,



**Figura 5.** La mayoría de los routers soportan re-direccionamiento de puertos o re-envío de puertos. La configuración de las direcciones IP y del número de Puerto permite a los usuarios de Internet acceder al DigiButler en una red local.

tendremos que utilizar la dirección http://192.168.0.2.

Otro punto importante a señalar es que cada puerto sólo puede ser redireccionado una única vez. No es posible tener el puerto 80 redireccionado sobre múltiples direcciones IP, por lo que no podremos ejecutar un servidor web en una red local y, al mismo tiempo, hacer trabajar al DigiButler de forma que ambos utilicen el mismo puerto 80.

**El resultado final: red, web y WAP**

El servidor de automatización doméstico está listo para su acceso a través de la red tan pronto como el dispositivo Coldfire haya sido programado y el cable de red esté conectado, bien a un router o bien a un PC. Debemos recordar que cuando hacemos una conexión directa al ordenador, el cable de red debe ser de tipo cruzado. Así pues, introducir la dirección IP del DigiButler en el explorador web de un PC que esté en la misma red y se nos presentara en la pantalla del PC el cuadro de diálogo que nos pide la autorización de acceso (ver **Figura 6**). El nombre de usuario



**Figura 6.** El primer acceso a una sesión web requiere que el usuario introduzca un nombre de usuario y una contraseña antes de acceder, de manera segura, a la página web del servidor de automatización doméstico.

por defecto es 'user' y la contraseña es '1234567'. Si fuese necesario, ambos parámetros podrán ser cambiados en el código fuente del proyecto.

Una autenticación válida nos lleva hasta la página web principal por defecto, *index.htm*. Como se muestra en la **Figura 7**, una imagen gráfica de ejemplo de la página web por defecto, nos muestra el estado del relé. El código fuente del proyecto nos permite sustituir nuestra propia imagen. Una imagen oscura significa que el relé (RE1, o una lámpara) está desactivado, mientras que una imagen brillante muestra

que el relé (lámpara) está activado. El relé puede ser activado y desactivado de forma remota utilizando el botón "Light ON" / "Light OFF" de la página web. La nota de aplicación AN3455 (ref. [2] de la Parte 1) nos proporciona una descripción profunda de un método alternativo de activar y desactivar el relé usando variables de la página web en una barra de direcciones del explorador. Desde la propia página web también es posible establecer un temporizador de cuando el relé debe ser activado y desactivado. Esta función hace uso del reloj en tiempo real del Coldfire. Y, por último, la página ejemplo permite cambiar la contraseña de usuario si se desea.

El proceso para "hablar" con el DigiButler a través de Internet es exactamente el mismo. La introducción de la dirección IP del router en el explorador de Internet de un PC conectado a Internet, nos proporciona el mismo resultado, pero solamente si el router ha sido configurado para direccionar el puerto 80 a la dirección IP local del DigiButler. En nuestro ejemplo, la dirección del router es 86.131.22.120. Debemos tener en mente que no será posible acceder al servidor desde un PC que está adentro de una red local, si utilizamos la dirección IP del router. Si tenemos dificultades a la hora de recordar la dirección IP, la referencia [3] NO-IP ofrece un servicio gratuito que se encarga de "mapear" las direcciones IP y recordar así fácilmente el nombre de un sub-dominio.

La búsqueda de un PC conectado a Internet no siempre es posible ni segura, por lo que nuestro servidor también soporta el acceso por teléfono WAP. Prácticamente

todos los teléfonos móviles modernos disponen de WAP, pero el servicio está sujeto a que nuestro proveedor nos lo ofrezca. La página WAP por defecto del DigiButler es *wap.wml*. Así pues, en nuestro ejemplo, introducir la URL,

`http://86.131.22.120/wap.wml`

Desde el explorador de un teléfono móvil con WAP habilitado el resultado es el mismo que lo que hemos descrito anteriormente, pero con imágenes. Las páginas WAP han sido verificadas utilizando teléfonos móviles de las casas Nokia y Samsung, pero es posible que tengan que ser cambiadas para soportar otros fabricantes de teléfonos.

## Creando y subiendo páginas web

Una función interesante del programa es que soporta la subida dinámica de nuevas páginas web. Lo que se explica a continuación está pensado para aquellos que tienen alguna experiencia en la programación de dispositivos conectados a páginas web.

Si implementamos un sistema de ficheros basado en memorias FLASH Ethernet que se puedan escribir, es posible actualizar páginas web de forma remota sin tener que volver a programar el dispositivo Coldfire. Por el momento, se han implementado dos sistemas de ficheros:

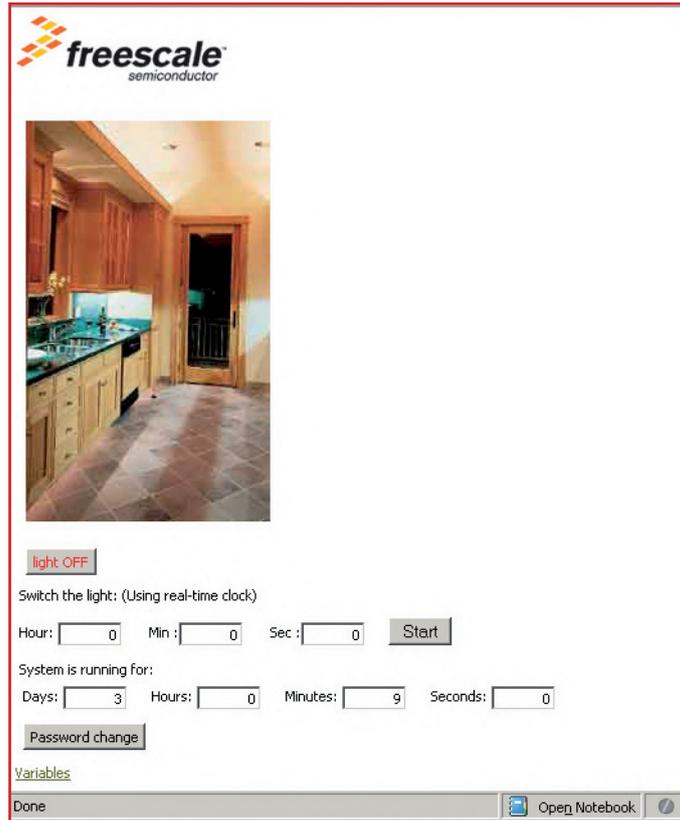


Figura 7. La primera página web que el usuario ve cuando accede al DigiButler desde explorador de Internet de un PC. Podemos encender y apagar la luz de la cocina.

un sistema de tiempo de compilación estático y un sistema de escritura dinámico. Ambos pueden ser utilizados para almacenar páginas web, ficheros gráficos y otros contenidos. También ambos permiten trabajar con estructuras de directorios y nombres de ficheros de hasta 255 caracteres. Como la aplicación mira en el sistema de escritura para localizar el fichero solicitado antes de buscar en el sistema de ficheros de tiempo de compilación, es posible no hacer caso a

los ficheros compilados. Por ejemplo, si un fichero imagen existe en ambos sistemas de ficheros con el mismo nombre, el fichero ubicado en el sistema de escritura será el que se utilice, mientras que el que resulta de la compilación será ignorado.

En el directorio de páginas web del proyecto podemos encontrar ejemplos de páginas web y de utilidades de carga por Ethernet. Los ficheros requeridos para subir el contenido de una nueva página web al servidor de automatización son: *make.bat*, *filelist.txt*, *emg\_dynamic\_ffs.exe* y *emg\_web\_uploader.exe*.

El fichero ejecutable tipo "batch", *make.bat*, hace las llamadas precisas a las utilidades necesarias para comprimir y subir el fichero imagen con el contenido de la página web resultante, utilizando los ficheros recogidos en el fichero *filelist.txt*. Antes de ejecutar el fichero *make.bat*, deberemos cambiar la dirección IP en la línea

```
emg_web_uploader 10.171.88.63
dynamic_ffs joshua
```

del fichero *make.bat* para que acepte la dirección IP de la placa, tal y como se muestra en la ventana del terminal. El parámetro *dynamic\_ffs* es el nombre del fichero imagen comprimido, generado por la utilidad de compresión *emg\_dynamic\_ffs.exe*. Esta utilidad comprime los ficheros incluidos en el fichero *filelist.txt* y los almacena en una única imagen. El

## Cambio de la dirección IP

Podemos desear utilizar una dirección IP fija en lugar de tener una dirección IP asignada por la funcionalidad DHCP del router o del servidor. Esto es fácil de hacer realizando un par de cambios sencillos en el código. Lo primero que tenemos que hacer es deshabilitar la funcionalidad DHCP. Basta con colocar en comentario la línea

```
#define DHCP_CLIENT 1 /* incluye el código cliente DHCP */
```

en el fichero *'ippport.h'*. El segundo paso es el de configurar la dirección IP, la dirección de la máscara de sub-red y la dirección de la pasarela. En el fichero *'main.c'* se incluye un ejemplo de valores para estos parámetros. Tendremos que cambiarlos de acuerdo con nuestra configuración y recordar cambiar la sentencia *#if 0* a *#if 1*.

```
#if 0
IP_ADDRESS (213, 194, 223, 49) ;
DEF_GATEWAY (213, 194, 223, 1) ;
SUBN_MASK (255, 255, 255, 128) ;
```

parámetro *joshua* es la clave de seguridad de subida, utilizada para evitar una subida no autorizada de contenidos en la página web. El DigiButler verificará la clave de seguridad suministrada con la que tiene en su versión de memoria y permitirá la subida tan sólo si ambas coinciden. Si se desea, la clave de seguridad puede ser cambiada en el código fuente del servidor.

A continuación se muestra un ejemplo del contenido de los ficheros *filelist.txt*. Estos ficheros serán comprimidos en una imagen para su subida al servidor. La última línea del fichero debe ser una línea en blanco con tan sólo un carácter CRLF (por ejemplo, pulsar la tecla Enter en la última línea en blanco).

- \* Esta es una lista de los ficheros almacenados.
- \* Los ficheros están colocados en el orden que se muestra aquí.

```
index.htm
kitchen.jpg
black.jpg
main.js
pot_data.txt
fslogo.gif
variables.htm
wap.wml
wap1.wml
wap2.wml
wap_main.wml
incorrect.wml
```

### Saltando los cortafuegos

Ambos protocolos, FTP o TFTP, se utilizan habitualmente para "subir" ficheros

a los servidores web. Sin embargo, muchos cortafuegos y routers consideran estos protocolos como peligrosos y bloquean la transferencia de información, lo que crea un problema si intentamos subir nuevos contenidos al servidor de automatización. Para saltarse esta protección, la utilidad *emg\_web\_uploader.exe* utiliza el protocolo TCP y el puerto 80 para evitar el problema.

### Mejoras y contribuciones de nuestros lectores

DigiButler nos abre unas excitantes posibilidades de controlar dispositivos remotamente y de realizar medidas en tiempo real con control remoto. Se pueden capturar señales analógicas y digitales que, posteriormente, serán medidas y analizadas a través de un visualizador web (como Internet Explorer). Por ejemplo, se podría añadir un sensor a las entradas analógicas DigiButler y leerlo de manera remota utilizando la función HTML VARS, descrita en el apéndice AN3455. Con algunas modificaciones en el programa, también se podrían capturar imágenes utilizando el módulo de una cámara VGA como la C328-7640 [4].

La zona de prototipos de la placa nos permite construir nuestros propios circuitos de ampliación. La mayoría de las señales que entran y salen del microcontrolador están recogidas convenientemente en los conectores J11 y J12, mientras que el terminal  $V_{ext}$  próximo al fusible, nos puede ayudar a alimentar el circuito de ampliación. Lo mismo sucede para la línea de +3.3 V, la cual la podemos encontrar cerca de J11 (pero tenemos que vigilar el consumo de corriente extra de nuestro circuito de ampliación).

Si duplicamos el circuito de relé existente para el control de una segunda carga de 230 VAC, nos aseguraremos de mantener las precauciones de seguridad eléctricas.

Los autores del artículo han tenido en cuenta la posibilidad de ampliación y extensión del proyecto, por lo que ha sido diseñado y publicado con el concepto en mente de código abierto. Para ello, se ha creado una página dedicada "al servicio de nuestros lectores" en: [www.elektor.es/digibutler\\_es](http://www.elektor.es/digibutler_es).

(071102-1)

### Web Links

- [1] [www.freescale.com/webapp/sps/site/prod\\_summary.jsp?code=CWS-MCF-STD-ED-CX&nodeId=01272694012E704080&fjsp=1&tab=Design\\_Tools\\_Tab](http://www.freescale.com/webapp/sps/site/prod_summary.jsp?code=CWS-MCF-STD-ED-CX&nodeId=01272694012E704080&fjsp=1&tab=Design_Tools_Tab)
- [2] [www.pemicro.com/products/product\\_view-Details.cfm?product\\_id=163&menu\\_id=details&CFID=1032336&CFTOKEN=52342289](http://www.pemicro.com/products/product_view-Details.cfm?product_id=163&menu_id=details&CFID=1032336&CFTOKEN=52342289)
- [3] [www.no-ip.com/services/managed\\_dns/free\\_dynamic\\_dns.html](http://www.no-ip.com/services/managed_dns/free_dynamic_dns.html)
- [4] VGA camera module [www.electronics123.com/s.nl/it.A/id.2027/.f?sc=8&category=233](http://www.electronics123.com/s.nl/it.A/id.2027/.f?sc=8&category=233)

Publicidad

## Su proveedor de PCBs con precios ajustados

Cálculo del precio Online  
Pedidos Online  
Seguimiento de pedidos Online  
24 horas al día,  
7 días a la semana Online

¿Interesado? Contacte con nosotros en el +32 15 28 16 30  
Email: [euro@eurocircuits.com](mailto:euro@eurocircuits.com)

# www.eurocircuits.com

Verified

- Proceso para placas estandar
- Hasta 6 capas
- De 1 a 1000 unidades
- Desde 3 días laborables

---

A la carte

- Proceso con más opciones
- Hasta 8 capas
- De 1 a 1000 unidades
- Desde 3 días laborables

---

On demand

- Su placa, nuestro desafío
- Hasta 16 capas
- Desde 1 unidad
- Desde 3 días laborables

# Sistema de protección para amplificadores de potencia

## Un compañero indispensable para el amplificador paX

Por Jan Didden

**En la Parte I y la Parte II del amplificador paX hemos desarrollado un completo amplificador de potencia con corrección de error.**

**En este artículo se describe el sistema de protección, que está construido sobre una pequeña placa de circuito impreso independiente que puede ser montada directamente sobre los terminales de conexión de los altavoces. También vamos a tratar sobre el "Área de Funcionamiento Segura" (SOA) para los dispositivos de salida y sobre cómo se implementa en el sistema de protección.**

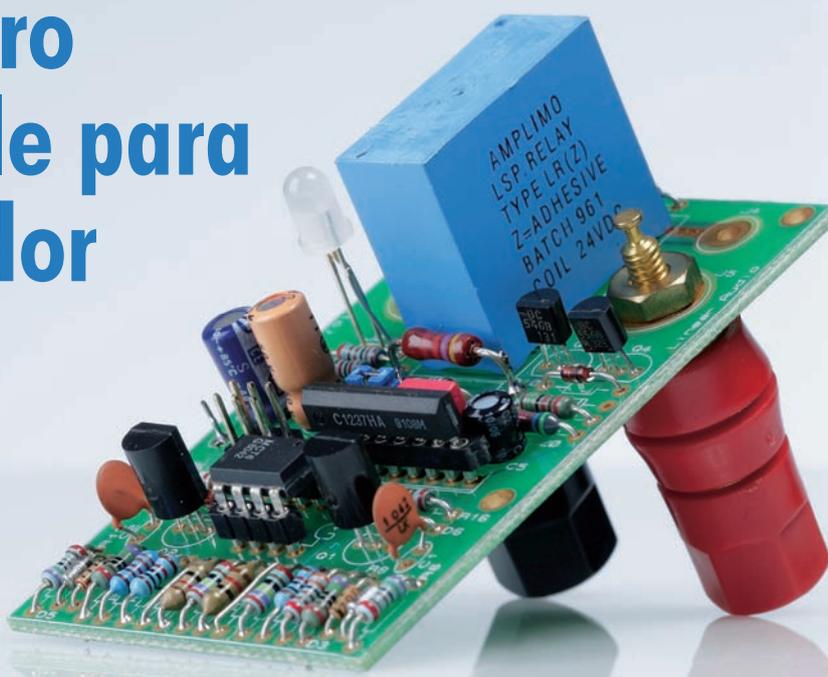
Un buen sistema de protección para un amplificador de audio realiza dos tareas importantes: la protección de los altavoces y la protección de sobrecarga en el amplificador. La protección de los altavoces afecta a una posible tensión DC excesiva en la salida del amplificador debido, bien a señales muy fuertes de frecuencias muy bajas, o bien a un fallo en la circuitería interna del amplificador. (También podemos tener una tensión DC de salida excesiva si tenemos un amplificador de potencia acoplado en DC y nuestro preamplificador

proporciona una tensión DC de salida. Si queremos mantener en buen estado nuestro amplificador sería recomendable insertar, aunque sea de modo temporal, unos condensadores de desacople de entrada).

Existen muchos circuitos relacionados con la desconexión de los altavoces del amplificador de potencia, por medio de relés de alta potencia, en caso de una tensión DC de "offset" significativa en la salida. Estos circuitos, a menudo, crean un doble ciclo de trabajo para crear un retardo en el momento de cierre del relé

para evitar las perturbaciones transitorias de la activación del relé, así como para abrir de nuevo el relé cuando el amplificador es desconectado, evitando de este modo los ruidos transitorios sobre los altavoces.

Yo he utilizado un circuito integrado de bajo coste, diseñado para este propósito, pero no muy conocido: se trata del uPC1237 de la casa NEC, entre otros. El circuito integrado NTE7100, de la casa NTE Electronics, es totalmente compatible en esta funcionalidad y por su distribución de terminales. Se trata de un



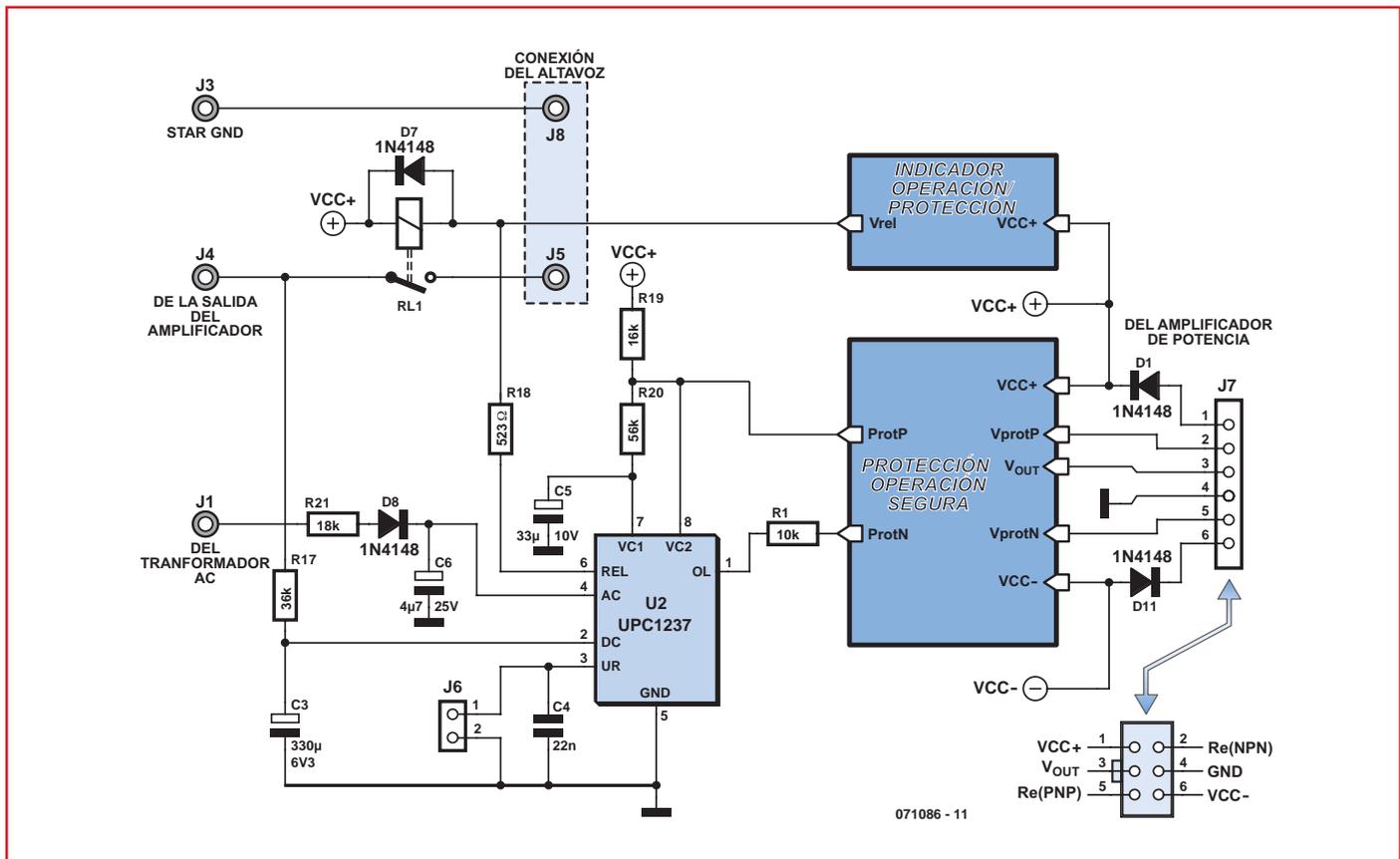


Figura 1. Sistema de protección global.

circuito integrado de ocho terminales en una única fila ("Single-In-Line", o SIL) con todas las funciones mencionadas anteriormente. Las hojas de características proporcionan las fórmulas para calcular los valores de los componentes. Este circuito integrado puede trabajar con dos canales para un amplificador estéreo, pero yo he utilizado un circuito integrado por canal y conseguir que el montaje del amplificador sea más sencillo como amplificador mono dual.

Para el relé del altavoz he utilizado un pequeño componente muy conocido, diseñado especialmente para este trabajo, y que lo comercializa la casa alemana Amplimo. El relé tiene dos contactos internos en paralelo, un contacto de tungsteno de potencia, de 100 A, y un par de contactos más pequeños en oro. Cuando el relé se cierra, el contacto de tungsteno se cierra en primer lugar y, a continuación, es "puenteado" por los contactos dorados. Cuando se abre el relé, se produce el proceso inverso.

### Esquemas eléctricos de los circuitos

En la **Figura 1** se muestra el sistema de protección global. (Los bloques del Indicador y del Área de Funcionamiento

Segura serán descritos más adelante). El uPC1237 tiene un puente regulador interno de 3,4 V disponible en su patilla 8. La corriente suministrada en este terminal se proporciona por medio de las resistencias R19 y R20. La salida de conmutación para el relé (terminal 6), controla el relé a través de la resistencia R18. El puente J6 configura el funcionamiento del circuito. Si J6 está cerrado, el circuito se convierte en "re-entrante", de manera que si se produce un error en la entrada, el relé se desactiva y, tras un corto retardo de tiempo, se activa de nuevo; si en ese momento el error ha desaparecido, el relé permanece activado. Si no es así, se abre de nuevo y se repite el ciclo. Si J6 no está cerrado, el relé se desactiva cuando hay presente un error y tenemos que apagar y volver a encender el circuito para que el sistema se reinicie.

### Tensión "offset" DC de desconexión

El terminal 2 de U2 es la entrada "offset" DC. La tensión AC de la salida del amplificador se elimina por medio de la red R17-C3 y, a continuación, se controla la tensión "offset" DC. Aunque el circuito integrado uPC1237 tan sólo tie-

ne una tensión de alimentación (unipolar, la VCC+ del amplificador), el terminal 2 también acepta señales bipolares. Los cálculos son algo complejos debido a que los umbrales positivos y negativos internos no son exactamente iguales. Todo está explicado en las hojas de características. Con algo de cuidado podemos configurar el umbral para la tensión "offset" positiva y negativa a un mismo valor de  $0,6 V_{DC}$ . Estos valores se configuran por medio de la resistencia R17 y el condensador C3, tal y como se muestra en la **Figura 1**.

### Retardo de activación

También veremos que una muestra de la tensión AC, proveniente del transformador de alimentación, se conecta al uPC a través de R21 y D8 hacia C6. Esta parte del circuito provocará un retardo en el encendido del altavoz después del encendido del equipo, de manera que estemos seguros que el amplificador se ha estabilizado y no tiene ruidos de encendido. Cuando el circuito se desconecta, esta señal desaparece inmediatamente, antes de que los condensadores tengan oportunidad de descargarse. De esta manera el relé del altavoz estará abierto antes de que

# Calculando y configurando el sistema de protección

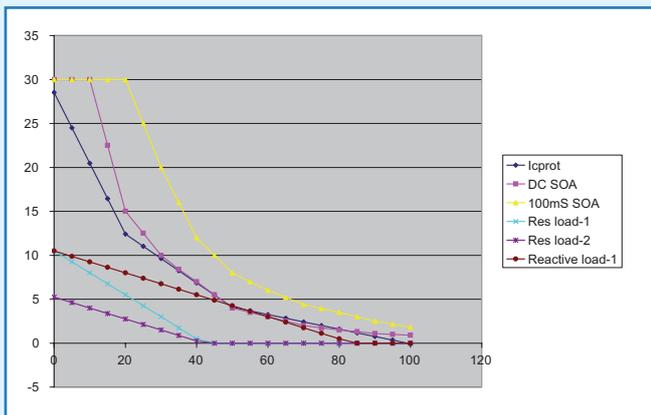


Figura 1. SOA, líneas de carga y localización de la protección. Ver texto para su explicación.

El amplificador paX usa la protección Safe Area Operation (SOA, es decir, Funcionamiento en Área Segura). En esta sección nos vamos a centrar en las ecuaciones específicas de diseño y en cómo calcular los valores de los componentes del circuito para la parte SOA.

La **Figura 1** nos muestra las distintas curvas que necesitamos desarrollar en la protección SOA para dos pares de dispositivos de salida. La corriente  $I_c$  (A) está en la escala vertical, mientras que la tensión  $V_{ce}$  (V) lo está en la escala horizontal. Cuando  $V_{ce}$  es cero, significa que  $V_{out}$  es igual a  $V_{supply}$ . En la práctica, siempre habrá unos pocos voltios de  $V_{ce}$  que permanecerán como salida máxima, pero no tenemos que preocuparnos de ello por el momento. La curva en color cian nos muestra las combinaciones seguras en continua (DC) de  $I_c$  y  $V_{ce}$  para los transistores Darlington STD03, en paralelo, usados en este amplificador. La curva amarilla muestra los resultados para cargas que no permanecen conectadas más de 100 ms. Esto significa que las combinaciones de  $I_c$  y  $V_{ce}$  que caen por debajo y a la izquierda de la curva, son seguras. Pero tan pronto como se cruza la curva, el sistema de protección debe activarse. Como la música está compuesta de señales de impulsos y no tensiones DC, podríamos argumentar que la protección para la curva amarilla debería ser suficiente, pero si utilizamos la curva de color cian, tenemos un factor de seguridad adicional y también estaremos protegidos contra cortocircuitos en DC.

La **Figura 1** también muestra algunas líneas de cargas, las cuales son combinaciones de  $I_c$  y  $V_{ce}$ , requeridas para controlar una carga (resistiva), asumiendo que trabajamos con tensiones de alimentación de  $\pm 40$  V. La más baja, en color rosa, se corresponde con una carga de  $8 \Omega$ , mientras que la de azul más claro es para una carga de  $4 \Omega$ . Por ejemplo, en el caso de una carga de  $4 \Omega$ , vemos que cuando  $V_{ce} = 0$  la tensión de salida se corresponde con la tensión de alimentación (40 V en este caso) y, por lo tanto, la corriente  $I_{out}$  para  $4 \Omega$  es de 10 A. La curva marrón es también para una carga de  $4 \Omega$  pero, en este caso, con una componente reactiva máxima que genera un desplazamiento de fase de  $90^\circ$ . Ésta es una carga principal particular. Con  $V_{ce} = 40$  V estamos exactamente en el centro de las tensiones de alimentación (asumiendo una tensión de alimentación de  $\pm 40$  V), con  $V_{out} = 0$ . Con  $V_{ce} = 60$  V,  $V_{out}$  tendría un valor de -20 V negativos, pero  $I_c$  sería aún positiva (en torno a unos 3 A). Esto significa que el transistor

superior (dispositivo N) proporciona una corriente incluso con una tensión negativa de  $V_{out}$ . Bajo estas circunstancias (que pueden suceder fácilmente con cargas reales de altavoz de cruce), se pueden producir combinaciones bastante elevadas de  $V_{ce}$  con  $I_c$ , aunque la disipación de los componentes está mucho más limitada, tal y como se muestra en la curva SOA. Por ejemplo, en este caso, con  $V_{ce} = 60$  V e  $I_c = 3$  A, la disipación permitida (por componente) es de 90 W, aunque las hojas de características llaman a esto un dispositivo de 160 W.

Por lo tanto, podemos conectarlo como un sencillo limitador de corriente que sigue, por ejemplo, la línea de carga compleja de  $4 \Omega$ . Pero entonces no podemos utilizar la zona amplia segura, especialmente con valores bajos de  $V_{ce}$  y con valores de  $I_c$  comprendidos entre 10 A y 30 A, los cuales pueden llegar a producirse con cargas de altavoces que tienen caídas de baja impedancia. Como se muestra en la **Figura 1**, está claro que no es suficiente con usar un sencillo limitador de corriente. Lo que buscamos es "modelar" la curva DC de color cian a nuestro circuito. Esto se puede hacer con algunos componentes del circuito no lineales. Mi curva de protección SOA que intento conseguir se muestra en color azul oscuro. Dicha curva tiene tres puntos de inflexión en  $V_{ce} = 20$  V y  $V_{ce} = 50$  V.

En la **Figura 2** se muestra el modo en que he conseguido implementar mi objetivo, que es la mitad positiva del circuito completo que se muestra en la **Figura 2** de este artículo que trata sobre el circuito de protección. (La parte negativa trabaja de forma similar y no vamos a hablar de ella). Existen cuatro puntos distintos sobre la curva azul que es nuestro objetivo. El primer y último punto están definidos por  $V_{ce} = 0$  e  $I_c = 0$ , respectivamente. Los otros puntos de ruptura se producen con  $V_{ce} = 20$  V y  $V_{ce} = 50$  V. Estos dos puntos de ruptura vienen provocados por los diodos D3 (para 20 V/13 A) y D2 (para 50 V/5 A). Debemos recordar que todas las corrientes son para dos dispositivos en paralelo. En cada punto de ruptura, el diodo(s) comienza a conducir y "puentea" la corriente más allá de R14 y R4, de manera que el transistor Q1 conduce más tarde.

Para calcular los valores de los componentes para este circuito relacionar, vamos a comenzar con la parte sencilla: si  $V_{ce} = 0$ , el máximo valor permitido de  $I_c$  es 30 A para los dos pares de salida. En este punto también, con  $V_{out} = V_{CC+}$ , no tendremos corriente que venga desde R6/R5. Por lo tanto, la tensión que active el transistor Q1 viene exclusivamente de la caída de tensión en los extremos de las resistencias de emisor de los componentes de salida, a través de  $R_s$ . Necesitamos asegurar que con una corriente de 30 A, la tensión en la base de Q1 sea, aproximadamente, de 0,65 V. Aunque hay dos resistencias de emisor y dos resistencias  $R_s$  en el circuito, están como si estuviesen en paralelo, por lo que utilizaremos a partir de ahora una  $R_e = 0,11 \Omega$  y una  $R_s = 50 \Omega$ . Con una corriente de 30 A a través del valor paralelo de  $R_e$ , tenemos una tensión  $V_{Re} = 3,3$  V, la cual es atenuada a través de las resistencias  $R_s$  y R4:  $12 / (50 + 12) \cdot 3,3 = 0,64$  V, que es un valor suficiente.

Ahora viene lo interesante. Nos vamos a cambiar al punto de ruptura donde  $V_{ce} = 20$  V. La corriente  $I_c$  permitida es (curva cian) de unos 13 A. Vamos a establecer algunos valores y vamos a calcular el resto:  $R_s = 100 \Omega$ ,  $R4 = 12 \Omega$  y vamos a dar a R14 el valor de 270  $\Omega$ . Por el momento nos vamos a despreocupar de D2/R8 y D3/R7; sólo necesitamos más tarde estar seguros que estos valores han sido justificados (que los diodos no conducen hasta alcanzar la tensión

se produzcan los ruidos del apagado del amplificador.

## Área de Funcionamiento Segura

La segunda parte importante del sistema de protección es la de proteger los dis-

positivos de salida contra cargas excesivas de baja impedancia y cortocircuitos. Michael Kiwanuka ha escrito un artículo informativo muy detallado sobre Protección de Funcionamiento Seguro (Safe Operation Protection) en amplificado-

res de audio de potencia [1]. Mi propio circuito de protección es diferente, pero está inspirado en el diseño de Mike y tiene muchas cosas en común con él. La **Figura 2** muestra el circuito. El circuito recibe dos tipos de información del am-



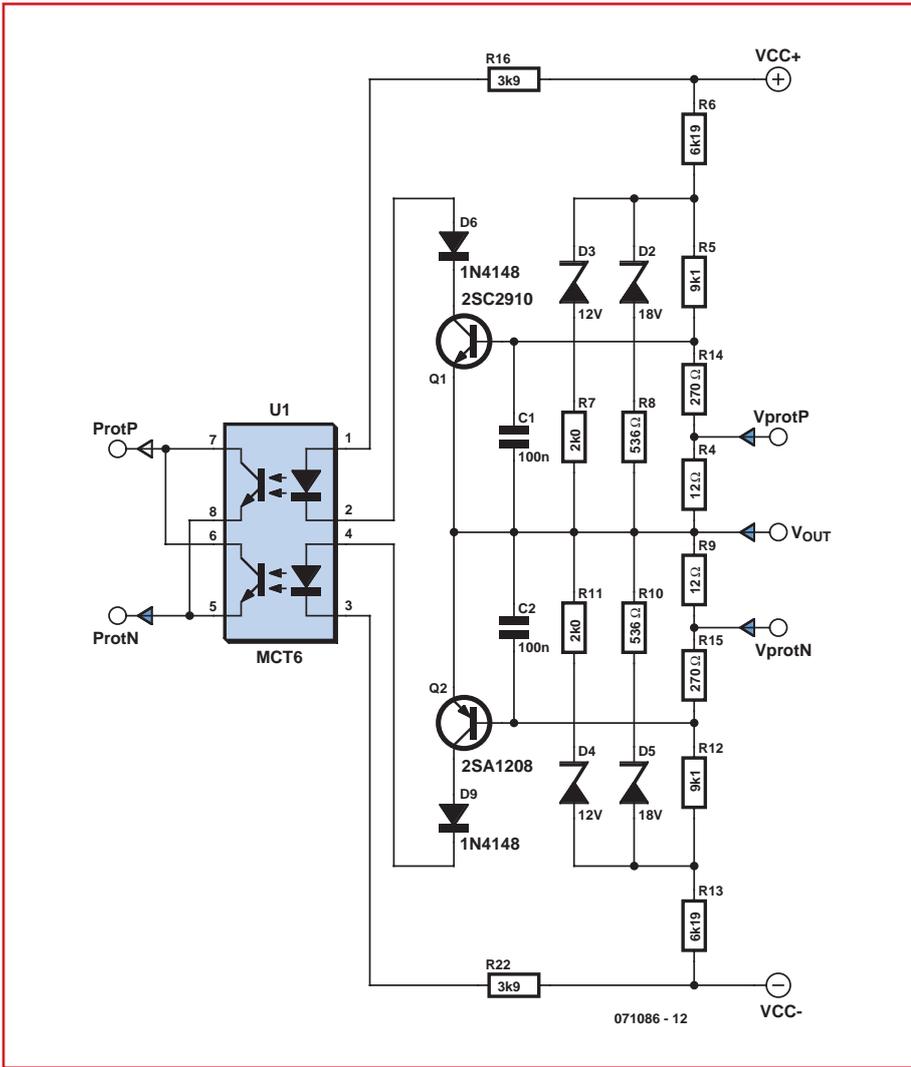


Figura 2. Sistema de protección de Área Segura.

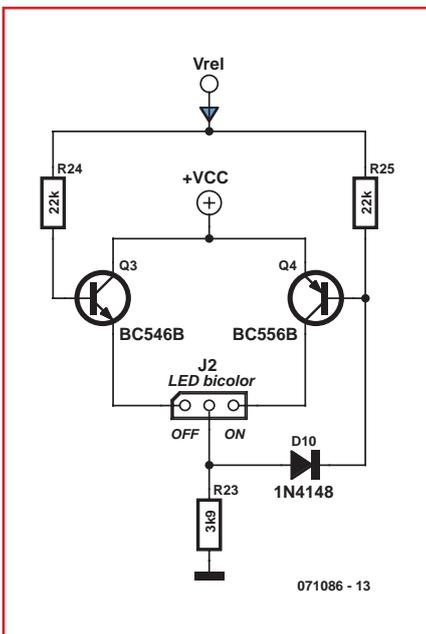


Figura 3. Indicador de Estado.

potencia. Normalmente, un circuito de protección de este tipo debería encargarse controlar los transistores de salida para limitar la corriente de salida disponible. El colector del transistor de protección (Q1 o Q2, ver **Figura 2**) debería estar conectado a la base del del transistor de (pre)control de la etapa de salida. Los transistores Q1/Q2 se activan cuando su tensión  $V_{be}$  excede de unos 0,65 V, "puenteando" la señal de base de control. Pero, basándome en mi experiencia, incluso con una  $V_{be}$  de sólo 100 mV, el transistor de protección comienza a tener influencia sobre la señal de base de control, produciendo un incremento de la corrección de error y de la distorsión.

Por esta razón he decidido convertir este circuito en un sistema de protección de encendido/apagado: los transistores de protección controlan el terminal „sobrecarga" (1) del uPC1237 por medio de un doble optoacoplador U1, un MCT6.

Si se produce una sobrecarga, el terminal 1 del uPC pasará a nivel alto a través de la resistencia R1 (**Figura 1**) y el uPC abrirá el relé de los altavoces. He configurado el uPC para una auto "re-entrada" montando el puente J6: de esta forma, el relé de los altavoces se cerrará de manera periódica para ver si la sobrecarga sigue produciéndose y, si es así, se abre de nuevo inmediatamente.

Se podría argumentar que el sistema de protección debería funcionar limitando la salida en caso de sobrecarga y no desconectando los altavoces. Estoy de acuerdo en que para trabajos con PA esto sería lo ideal, pero para uso doméstico se trata de un problema mucho más pequeño. Pero haciéndolo de este modo evitamos perturbar la señal de audio con el circuito cuando no está presente la activación de protección. Después de utilizar este amplificador durante un año, aproximadamente, nunca he visto que el sistema de protección desconecté los altavoces, excepto en un caso donde tuve un problema con un cable balanceado que colocaba una señal de 2,5  $V_{DC}$  en la entrada del amplificador. Inmediatamente pude oír el ciclo de conexión/desconexión del amplificador, así que desconecté el amplificador y me dediqué a encontrar el problema. Una vez resuelta la avería, todo funcionó como tenía que ser. Así que, para mí, este sistema funciona muy bien.

### Indicador de Estado

Por último, existe también un pequeño circuito bi-estable que se encarga de co-ger una parte de la tensión de control del relé para controlar un diodo LED bicolor, que podemos poner en el panel frontal de nuestro equipo. El diodo LED estará en un color cuando el amplificador esté trabajando en la zona de retardo o en modo de protección y en otro color si el amplificador trabaja de forma normal. El esquema eléctrico de este circuito se muestra en la **Figura 3**. Todos los componentes que se muestran en las Figuras 1, 2 y 3 están en la placa de salida/protección (s/p), que podemos ver en la **Figura 4**.

### Construcción

Antes de montar la placa s/p, lo primero que debemos de hacer es completar el amplificador, ya que necesitamos el amplificador para verificar la placa s/p, La placa s/p debe ser montada primero sólo con los componentes de continua (DC) y de retardo, situados alrededor de

## Lista de materiales

### Resistencias

(0,25W película metálica)

R1 = 10k $\Omega$   
R4,R9 = 12 $\Omega$   
R5,R12 = 9k $\Omega$   
R6,R13 = 6k $\Omega$   
R7,R11 = 2k $\Omega$   
R8,R10 = 536 $\Omega$   
R14,R15 = 270 $\Omega$   
R16,R22 = 3k $\Omega$   
R17 = 36k $\Omega$   
R18 = 523 $\Omega$   
R19 = 16k $\Omega$   
R20 = 56k $\Omega$   
R21 = 18k $\Omega$   
R24,R25 = 22k $\Omega$   
R23 = 3.9k $\Omega$  1W

### Condensadores

C1,C2 = 100nF cerámico  
C3 = 330 $\mu$ F 6.3V  
C4 = 22nF cerámico

C5 = 33 $\mu$ F 10V  
C6 = 4.7  $\mu$ F 25V

### Semiconductores

D1,D6-D11 = 1N4148  
D2,D5 = diodo zéner 18V 0,5W  
D3,D4 = diodo zéner 12V 0,5W  
J2 = Diodo LED de dos colores  
Q1 = 2SC2910  
Q2 = 2SA1208  
Q3 = BC546B  
Q4 = BC556B  
U1 = MCT6 (Fairchild)  
U2 = UPC1237 (NEC) o NTE7100 (NTE Electronics)

### Varios

J6 = conector header de 2 x 1 terminales  
J7 = conector header DIL de 2 x 3 terminales para cable plano  
RL1 = Relé LS Amplimo  
Zócalo DIL de 2 x 4 terminales  
Zócalo SIL de 1 x 8 terminales  
PCB, código de pedido 071086-1 en [www. elektor.es](http://www.elektor.es)

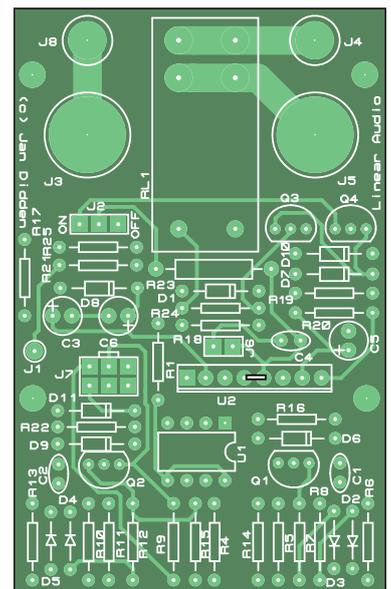


Figura 4. Colocación de los componentes en el circuito impreso de doble cara de la placa salida/protección.

U2. Comenzaremos con los componentes que se muestran en la **Figura 1**.

A continuación, construiremos el cable plano de seis hilos, tal y como se muestra en la **Figura 1**, en la Guía de Montaje. ¡Debemos asegurarnos de orientar las marcas en los conectores "headers" de 6 terminales justo como se muestra! Conectaremos las dos placas por medio del cable plano, de nuevo verificando que las marcas de posición de los conectores están como se indica en la serigrafía de la placa de circuito impreso. También debemos conectar un lado del bobinado secundario del transformador de potencia (el punto AC) en J1 de la placa de protección, tal y como se indica en la figura. No debemos conectar aún los altavoces y tampoco debemos conectar aún los hilos de los altavoces que van desde el amplificador al circuito de protección. Así, cuando conectemos el amplificador deberemos oír el cambio del relé después de algunos segundos de retardo. Si creemos que este cambio es demasiado rápido, podemos incrementar el valor del condensador C6 para obtener un retardo mayor. Si desconectamos el amplificador el relé debe abrirse de forma inmediata.

Seguidamente, verificaremos el circuito de protección "offset" DC. Para ello, conectaremos temporalmente una resistencia de 100 k $\Omega$  desde el positivo o el negativo de la tensión de alimentación al punto de entrada del altavoz de la placa de protección (J4). El relé debe desconectarse. Verificaremos ahora que

esto funciona así, tanto con J6 montado como desmontado, comprobando el funcionamiento correcto del circuito.

En el siguiente paso, instalaremos todo los componentes para el indicador del estado de la **Figura 3**.

La placa dispone de las referencias ,ON' y ,OFF' en J2. Esto nos indica qué terminales están activos y en qué estado. Si disponemos de un diodo LED rojo/verde, podríamos conectar el terminal RED (rojo) a J2/OFF y el terminal GREEN (verde) a J2/ON. Podemos repetir una de las pruebas descritas anteriormente para verificar el correcto funcionamiento del indicador de estado.

La última tarea será la de completar los componentes de protección del Área de Funcionamiento Seguro (SOA). Para ello montaremos el resto de componentes sobre la placa de protección. Conectaremos el cable plano y conectaremos asimismo la salida de los altavoces provenientes del amplificador (J3 del Amplificador a J4 de la placa s/p). No debemos olvidar el hilo de masa "STAR", es decir, J3 de la placa s/p al terminal de masa "STAR" de alimentación.

Una vez hechas las conexiones, encenderemos el amplificador y verificaremos que funciona normalmente. Seguidamente, para simular una situación de sobrecarga, conectaremos una resistencia de 10 k $\Omega$  entre el positivo de la tensión de alimentación y el nodo Q1 (base)/R14/R5/C1, y verificaremos que el relé

se desactiva. Realizar el mismo proceso con el terminal negativo de la tensión de alimentación y el nodo Q2 (base)/R12/R15/C2.

Nota: Si no montamos la placa s/p directamente sobre los terminales de salida de los altavoces, podemos conectar el hilo de retorno del altavoz directamente desde el terminal de salida a la masa de alimentación "STAR", sin pasar a través de la placa s/p. Así, la conexión "caliente" del altavoz va desde J8 de la placa s/p hasta el terminal de salida.

### ¡Sistema autónomo!

Este artículo ha estado centrado en el uso de esta placa s/p con mi amplificador paX. Pero podemos utilizarla con cualquier amplificador, siempre y cuando ajustemos los valores del circuito SOA de manera adecuada, tal y como se describe en el apartado correspondiente. El contenido del esquema que se presenta en la **Figura 1** muestra las conexiones que necesitamos hacer desde nuestro amplificador hacia la placa s/p por medio del conector J7.

(071086)

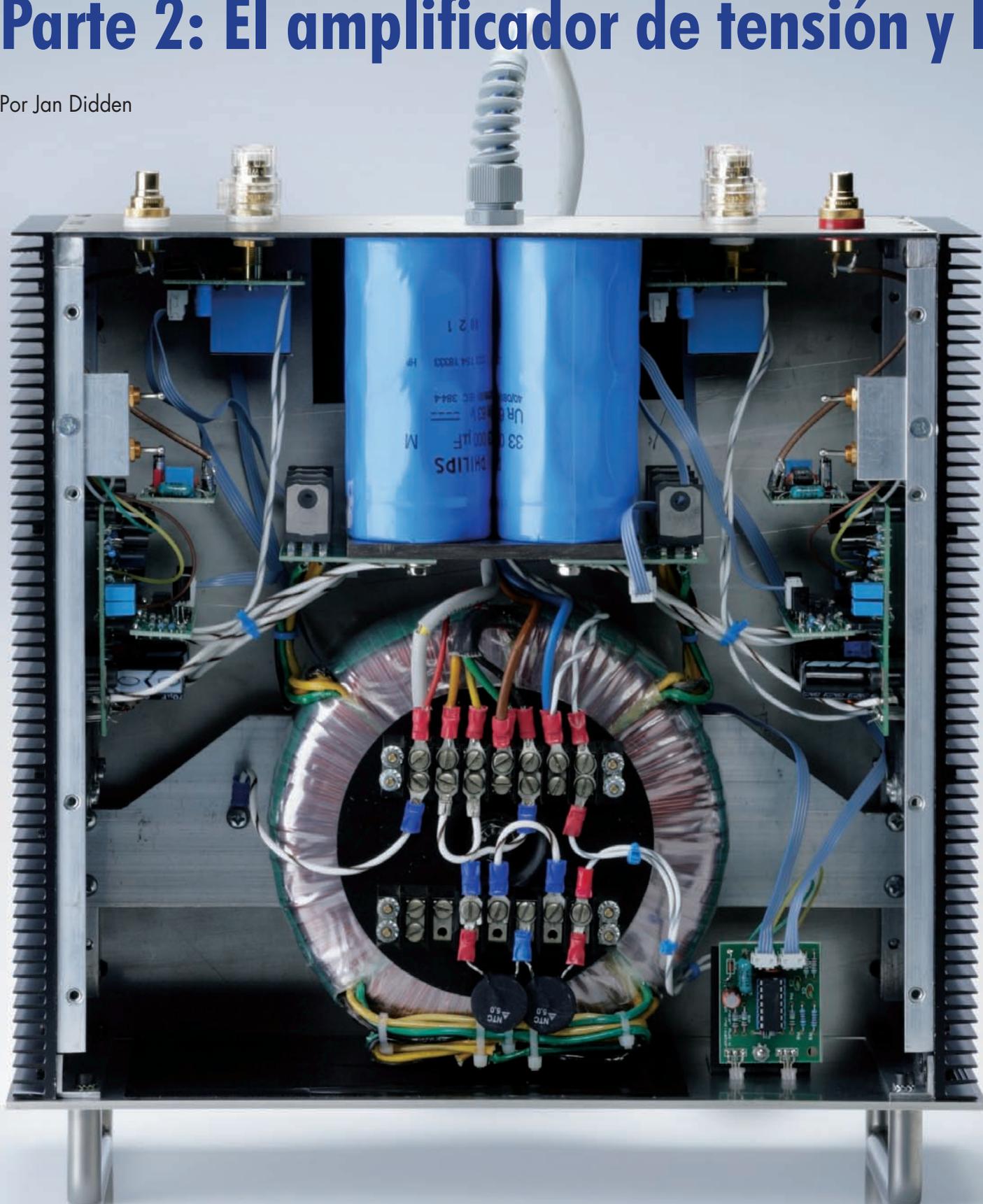
### Literatura

[1] Michael Kiwanuka: Transparent V-I Protection in Audio Power Amplifiers, Electronics World, Oct. 2002.

# paX – un amplificador de p

## Parte 2: El amplificador de tensión y las

Por Jan Didden



# potencia con corrección de error

## etapas "buffer" de entrada

En la entrega del último mes tratamos el principio de corrección de error y desarrollamos una etapa de potencia de salida con corrección de error. En esta entrega vamos a utilizar la corrección de error "H.ec" en una etapa de amplificación de tensión y presentar el amplificador completo.

Vamos a volver sobre el circuito conceptual de corrección de error, como fue definido por Malcolm Hawksford, y que se muestra en la **Figura 1a**. Sabemos que si los sumadores S1 y S2 tienen una ganancia unidad, tenemos  $V_{out} = V_{in}$ , es decir, una etapa amplificadora ideal de ganancia unidad. Pero para nuestra etapa de amplificación de tensión ( $V_{as}$ ) que controla la etapa de salida, necesitamos bastante más que una ganancia unidad. Las ganancias más habituales de los amplificadores están en torno a los 26 y 30 dB, es decir, una ganancia de 20 a 30 veces. Me gusta más el valor más bajo ya que es mejor tener menos ganancia en el amplificador de potencia que tener una gran cantidad de ganancia innecesaria, sólo para bajar el control de volumen y no utilizarla. Esto nos va a permitir utilizar la corrección "H.ec" en amplificadores de tensión de forma sencilla, insertando un atenuador en el terminal sensor "Vout", de manera similar a como lo haríamos en un circuito de realimentación negativa tradicional. Es lo que hemos hecho en la **Figura 1b**. Las sumas son ligeramente diferentes:  $V_c = (V_{out}/\beta) - V_e$ , pero también tenemos que  $V_e = V_{in} - V_c$ . Sustituyendo y reordenando la fórmula, tenemos que  $V_{out}/V_{in} = 1/\beta$ . Así, si hacemos que  $\beta$  sea personalizada para nuestro circuito, a partir de un divisor de tensión resistivo de 1:20, habremos conseguido un amplificador o con una ganancia linealizada con corrección de error.

También hay otra cosa importante a remarcar aquí. Cuando conseguimos que la ganancia de lazo abierto ya no forme parte de la ecuación de transferencia del amplificador, decimos que

la ganancia del bloque amplificador ya no tiene relación con el resultado final. Esto es cierto en la teoría, pero no en la práctica. En el caso de una etapa de potencia de salida, decimos que la ganancia está "en torno a 1". Un valor realista sería el de 0,98 a frecuencias medias y con cargas ligeras, mientras que un valor de 0,95 sería para frecuencias más altas y cargas más grandes. Esto significa que el circuito de corrección de error necesita añadir entre

de lazo abierto para el bloque amplificador  $V_{as}$ , de tal manera que los niveles de señal en el circuito de corrección de error estén minimizados. Este sería el caso en el que la ganancia de lazo abierto esté lo más próxima posible a la ganancia de lazo cerrado. En esa situación, habría muy pocas diferencias entre la entrada del amplificador actual y la salida atenuada (por  $\beta$ ), siendo esta pequeña diferencia la señal de error. Esto limita los niveles en el circui-

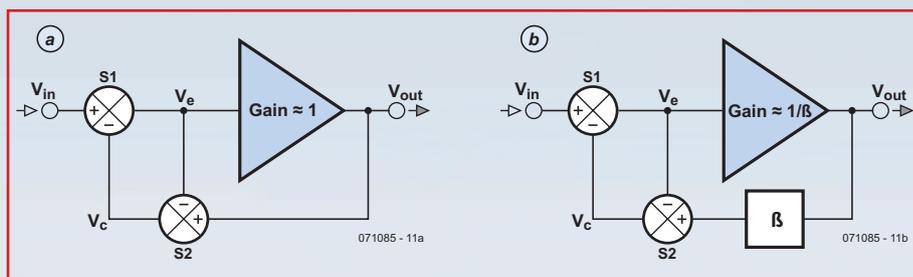


Figura 1. Topología básica del circuito H.ec para una etapa de ganancia 1 (a) y para una etapa de ganancia arbitraria (b).

0,02 y 0,05 veces el nivel de señal de la entrada para corregir el error en el amplificador. De forma intuitiva, nos podemos dar cuenta que es una ventaja disponer sólo de pequeñas señales en la circuitería de corrección de error, ya que esto ayuda a trabajar de forma lineal y con una baja distorsión. Pero en el caso del circuito  $V_{as}$ , si el bloque de ganancia inversa hubiese tenido sólo una ganancia de 1, el circuito de corrección de error tendría que haber añadido 19 veces el nivel de señal y esto dificultaría muchísimo el diseño de circuitos sencillos que pudiesen manejar estos niveles y que además tuviesen una gran linealidad. Así pues, lo que buscamos es hacer la ganancia

de corrección de error, disminuyendo en gran medida la carga sobre el lazo H.ec. En otras palabras, configuramos la ganancia de lazo abierto del circuito  $V_{as}$  lo más próxima posible a la ganancia de lazo cerrado requerida por el amplificador. Por supuesto, esto está totalmente en contraposición con lo que haríamos para un amplificador de realimentación negativa. En ese caso, intentaríamos conseguir la ganancia de lazo abierto más alta que podríamos sacar, teniendo en cuenta la estabilidad del circuito, para obtener un gran exceso de ganancia para el lazo de realimentación con el que vamos a trabajar. Esto no sucede con la corrección de error H.ec, y una muestra de ello

es que nuestro circuito Vas puede ser ahora un sencillo amplificador con una ganancia de 20.

### Amplificador de tensión

La topología particular que he elegido para el circuito es la que se muestra en la **Figura 2**. Es muy sencilla. El circuito integrado U1 es un "buffer" de ganancia unidad. La señal de entrada,  $V_{in}$ , aplicada aparece en la salida del "buffer" a través de la resistencia R7. La corriente de salida que pasa por R7 viene, por supuesto, de las líneas de alimentación, por lo que vamos a encontrar una señal de corriente  $V_{in}/R7$  en los espejos de corriente formados por los transistores Q1 y Q3. La corriente de reposo para el "buffer" (ya hablaremos más adelante de por qué he utilizado un "buffer" tipo I) tiene que estar en torno a los 7 mA. Con un valor de R7 de  $220 \Omega$  y una corriente disponible de 14 mA pico a pico, este "buffer" puede trabajar con señales en torno a los 3 V de pico (unos  $2 V_{RMS}$ ), antes de comenzar a trabajar fuera de la zona en clase A, algo que es bueno desde el punto de vista de la linealidad. Con un amplificador de ganancia 20 esto es suficiente para generar una potencia de 100 W sobre una carga de  $8 \Omega$ .

La misma señal de corriente de los transistores Q1 y Q3 tiene su señal equivalente "espejo" en los transistores Q2 y Q4. Dicha corriente pasa a través de R16 para generar la tensión de salida. Como en la primera aproximación, debido a que la misma señal de corriente pasa a través de R7 y R16, y como la señal en los extremos de R7 es la misma que  $V_{in}$ , la ganancia (de lazo abierto) de este circuito es, sencillamente,  $R16/R7$ , la cual ha sido seleccionada a 20. Así pues, esta es nuestra etapa Vas. Pero en lo que hablamos en la Parte 1 de este artículo, dijimos que la etapa de salida del amplificador tenía que estar controlada por una fuente de baja impedancia (idealmente cero) y constante, para que la etapa de salida H.ec pueda funcionar. Así pues, hemos añadido una etapa seguidora de emisor de baja impedancia de salida para la etapa Vas básica (Q10, Q9). Esta etapa seguidora

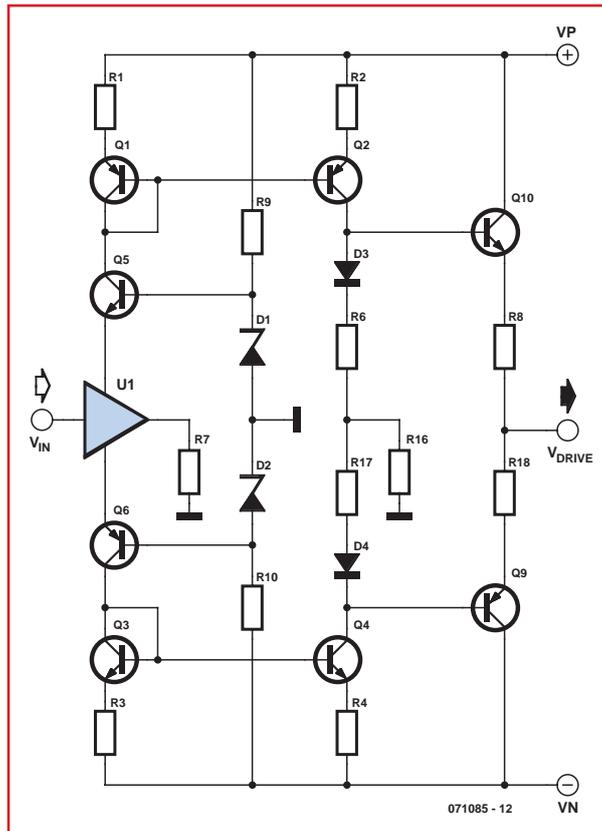


Figura 2. Circuito básico Vas.

de emisor trabaja también con una corriente de unos 7 mA. Debido a la presencia de D3, la caída de tensión en las resistencias R6 y R8 es prácticamente la misma, por lo que si hemos elegido  $R6 = R8$ , la misma corriente que pasa a través de los transistores Q2 y Q4 pasará a través de Q10 y Q9. Los diodos D3 y D4 proporcionan también una medida de estabilización de temperatura para las líneas de corriente de emisor.

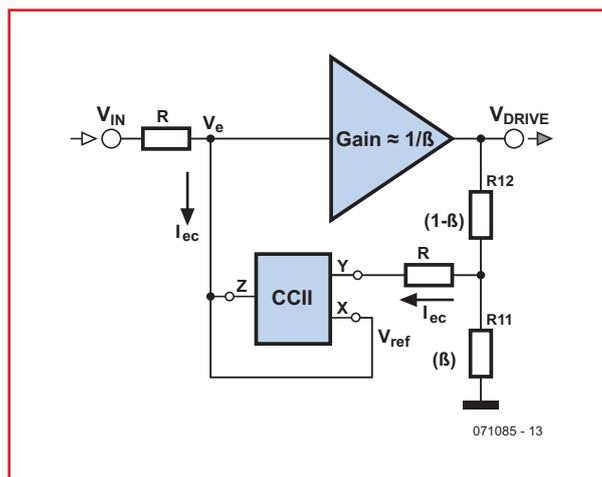


Figura 3. El CCII dispone del elemento H.ec para la etapa Vas.

Ahora que ya tenemos el bloque de ganancia principal para el amplificador Vas, lo vamos a introducir en un lazo de corrección de error similar al que hemos hecho para la etapa de salida: **Figura 3**. Hay unas pocas cosas a reseñar. A1 que, tanto las resistencias sensoras "ec" como las generadoras "ec" están representadas como 'R', no son iguales. La resistencia sensora es realmente la suma de la resistencia R más la resistencia de salida de la red  $\beta$  ( $R11//R12$ ). Es decir, es la resistencia total de R más  $R11//R12$  en la que determina la corriente de error sobre el circuito CCII. Esta misma corriente genera la tensión "ec" cuando pasa a través de la resistencia R del lado izquierdo, y éstas tensiones deben ser igual (o similares), ya que la Resistencia R del lado izquierdo es realmente la resistencia serie de la R nominal y de la resistencia de salida del circuito que controle el amplificador Vas. Volveremos sobre este tema más tarde.

En la segunda cosa señalar es que la ganancia de este amplificador no es exactamente  $1/\beta$ . El terminal Y es un punto de masa virtual. Para calcular la atenuación exacta desde  $V_{out}$  al nodo formado por R11, R12 y R, necesitamos tener en cuenta el hecho de que para esta atenuación, vista desde la salida de Vas, es decir,  $V_{drive}$ , R aparece en paralelo con R12. Por lo tanto, la atenuación y, asimismo la ganancia, es ligeramente superior a  $1/\beta$ . Así pues, necesitamos tener en consideración ambos problemas cuando mencionemos la resistencia de generación y de sentido de la corrección de error. Al igual que con la etapa de salida, necesitaremos utilizar un circuito integrado AD844 para el circuito "ec", mientras que el "buffer" será utilizado en la etapa de entrada del amplificador para controlar la resistencia R7. En la **Figura 4** se muestra el esquema eléctrico completo del circuito Vas.

Lo que aún no hemos mencionado son los diodos D9, D12, D13 y D14. En la Parte 1 de este artículo hemos tratado lo que sucedería si sobrecargamos el amplificador. El lazo de realimentación positiva es regenerativo y continuará incrementando

la señal de entrada hasta que se vea limitado por algún límite físico como la tensión de alimentación o una limitación de corriente o tensión en el circuito. (También hemos visto en la Parte 1 que, debido a una ganancia de lazo abierto más baja, es lógico esperar que la sobrecarga sea menos severa, pero sigue siendo necesario el procesarla). En la etapa Vas, quien se encarga de esta función son los cuatro diodos conectados en los extremos de la resistencia de generación de corrección de error, R29 (ver **Figura 4**). Cuando se sobrecarga el amplificador, la corriente de corrección de error, que sale a través del terminal 5 del CI AD844 CCII se incrementará mucho más. Esta corriente comenzará a generar una gran tensión de corrección en los extremos de R29, hasta el punto en que se alcance la tensión umbral de los diodos. En ese momento, la impedancia de R29 colapsa la impedancia dinámica de los diodos, que tan sólo es de unas pocas decenas de Ohmios. Además, el incremento de la corriente de corrección de error no generará más tensión de corrección de error y el lazo de realimentación positivo estará abierto. Esto hace que el recorte sea limpio y la recuperación rápida. Pero corremos el riesgo de que los diodos incremente la distorsión debido a que pueden llegar a conducir una pequeña corriente antes de que se alcance el umbral, falseando la precisión de la corrección de error. Pero resulta que, debido a las tensiones muy pequeñas de corrección de error presentes en los extremos de R29, esto se puede evitar. En las **Figuras 6 y 7** podremos ver que si utilizamos un único par de diodos de recorte, la distorsión comienza a aumentar antes de alcanzar la máxima salida. Con el par de diodos duales, la diferencia es ya muy pequeña.

La **Figura 8** muestra este efecto desde una perspectiva diferente. Los diodos de recorte suave para la parte negativa de la señal han sido retirados de forma temporal para que tan sólo se vea afectada la parte positiva de la señal. Podemos ver que, sin los diodos, el recorte de recuperación es retardado (parte negativa), mientras que con los diodos (parte positiva) sólo se produce un retardo muy pequeño.

### Etapa buffer y offset DC

Todo lo que nos queda para disponer de un completo amplificador es el "buffer" de entrada (circuito que aísla la entra-

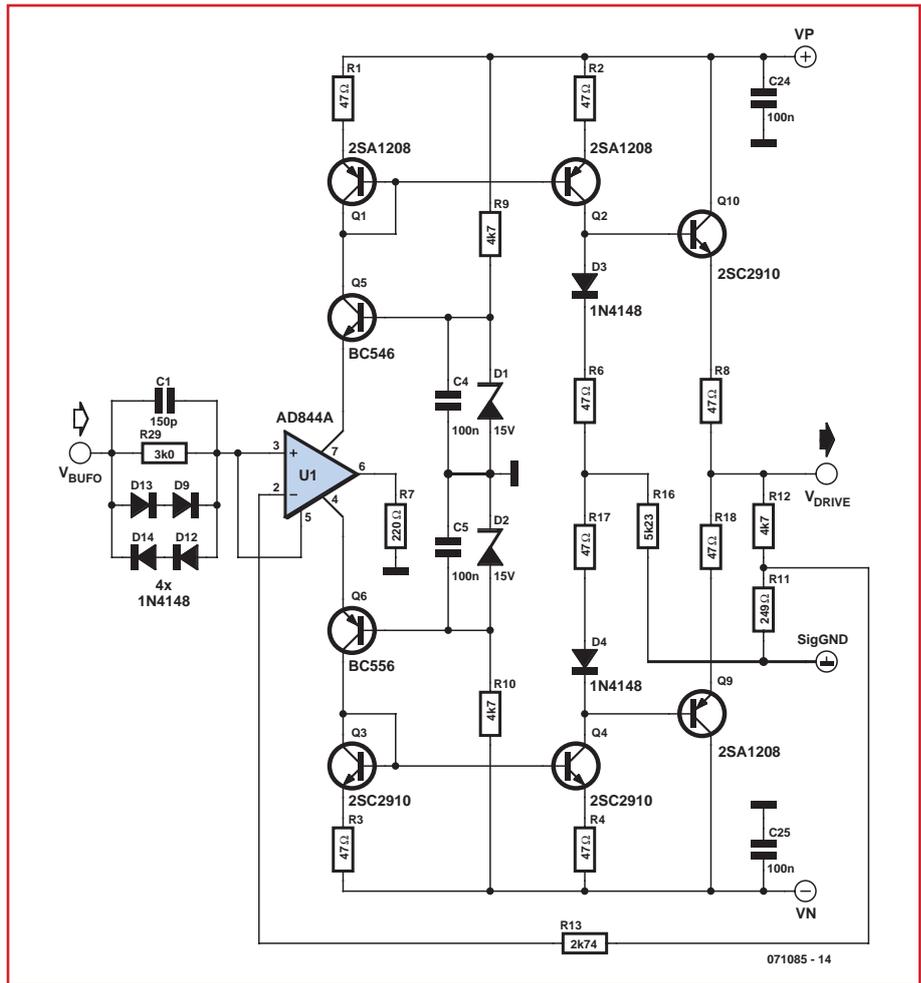


Figura 4. Circuito completo del la etapa H.ec Vas.

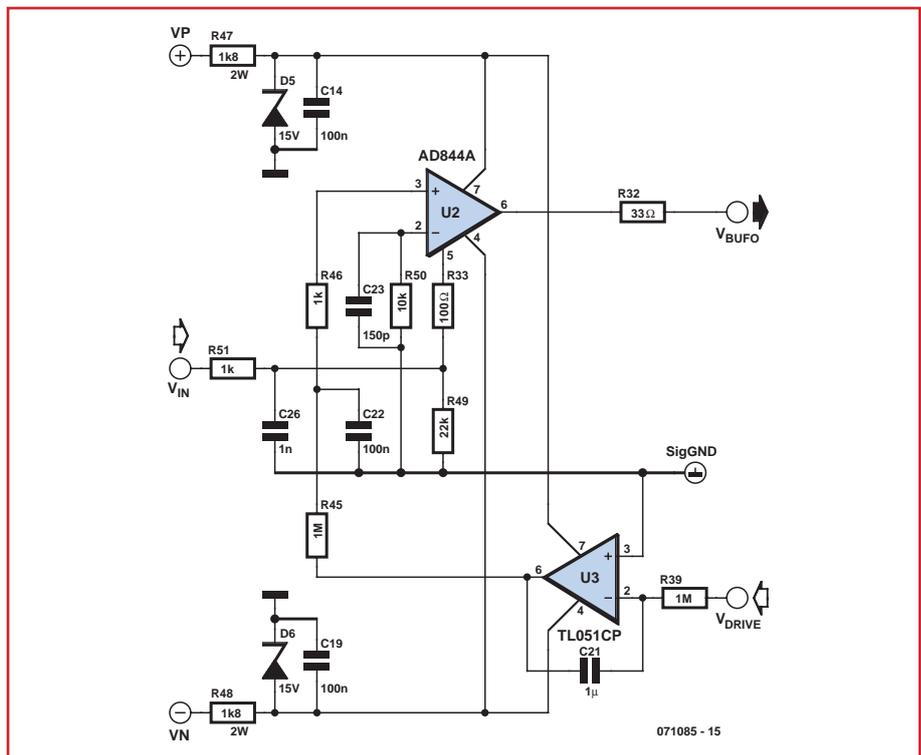


Figura 5. Entrada amplificada (con "buffer") y tensión de desviación ("offset") del circuito servo que controla la etapa Vas.

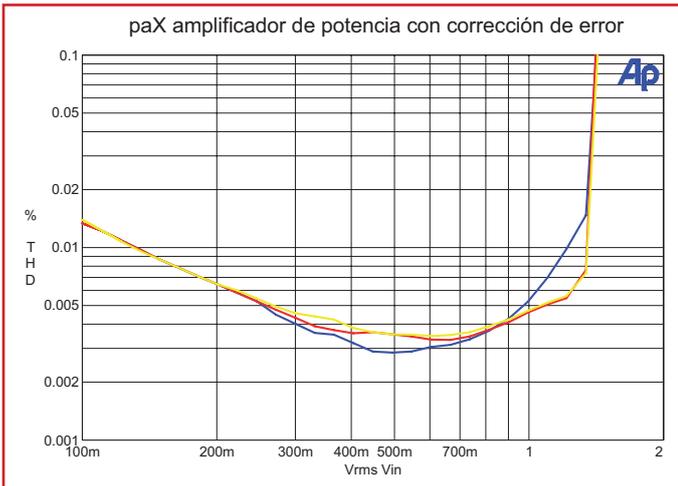


Figura 6. Distorsión del amplificador en función del nivel de salida, con diodo único (azul), con doble diodo (rojo) y sin diodos de recorte suave (amarillo).

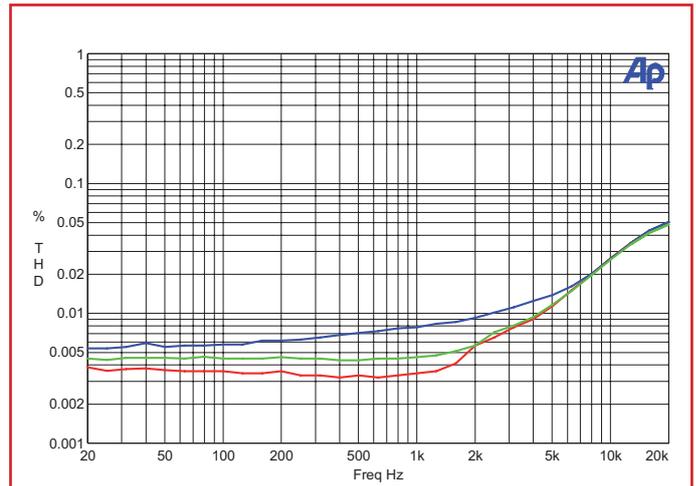


Figura 7. Distorsión del amplificador en función de la frecuencia a 50 W sobre una carga de 8 Ω, con un único diodo "de recorte suave" (azul), con doble diodo de recorte suave (verde), y sin diodo de recorte suave (rojo).

da del circuito del dispositivo que se conecta) y el servo de "offset" (tensión de compensación) DC. Esto se muestra en la **Figura 5**. Al igual que sucedía con la etapa de salida, necesitamos controlar la resistencia de entrada  $V_{in}$ , que es la encargada de generar la tensión "ec" (R29), con una fuente de baja impedancia. Supongamos lo siguiente: vamos a hacer uso de nuevo del "buffer" de lazo abierto en el circuito integrado AD844 para controlar la etapa  $V_{in}$  a partir de la señal  $V_{in}$ . La señal entra al "buffer" por U2, a través de las resistencias R51 y R33, en su terminal 5; y sale por el terminal 6.

El enemigo de nuestros altavoces (y también del amplificador) es la tensión de compensación ("offset") DC presente en los terminales de salida. La mayoría de los amplificadores dispone de algún medio para evitar este efecto maligno. En este amplificador, la etapa de salida no necesitan ninguna medida adicional: la corrección de error duplica, idealmente, la tensión de control (proveniente de la etapa  $V_{in}$ ) que va hacia el terminal de salida, con un offset de cero. Pero realmente habrá algún offset proveniente de la corrección de error del AD844, el cual generará una pequeña tensión DC de "offset" de unos pocos millivoltios. El único requerimiento es que la etapa  $V_{in}$  tenga una tensión "offset" DC despreciable. Sin embargo, la etapa  $V_{in}$  tiene una ganancia más elevada y

amplificará en este "offset" propio del AD844 con dicha ganancia. He decidido implementar un servo DC para poder mantener la tensión "offset" de la etapa  $V_{in}$  bajo control. El servo utiliza un amplificador operacional de bajo "offset", un TL051CP. Usaremos el dispositivo que nos lleva la corriente en esta entrada del AD844 (U2, **Figura 5**) para acoplar la señal servo al amplificador. El circuito funciona como se explica a continuación. Debemos recordar que cualquiera que sea la corriente que sale o entra de la entrada de baja impedancia del terminal 2, también pasa (en dirección opuesta), entrando o saliendo, sobre el terminal 5. De igual forma, sabemos que la tensión en los terminales 2 y 3 será seguida de manera precisa. Cuando acoplamos la se-

ñal servo a la entrada de referencia del terminal 3 se producirá una corriente en R50 para mantener el terminal 2 al mismo nivel. La misma corriente pasará a través de las resistencias R33 y R49 (y R1 si la fuente de corriente está acoplada en DC). De esta forma, la corrección de "offset" será añadida a la señal  $V_{in}$ . La resistencia R49 asegura que esta corriente (esencialmente una corriente DC), pasará incluso si la señal  $V_{in}$  proviene de un condensador de almacenamiento. Por último, tanto el "buffer" de entrada como el amplificador servo tienen su propia tensión de alimentación de  $\pm 15$  V proveniente de los dos diodos zéner D5 y D6. Con este circuito, la tensión de "offset" global del amplificador completo es tan sólo de unos pocos millivoltios.

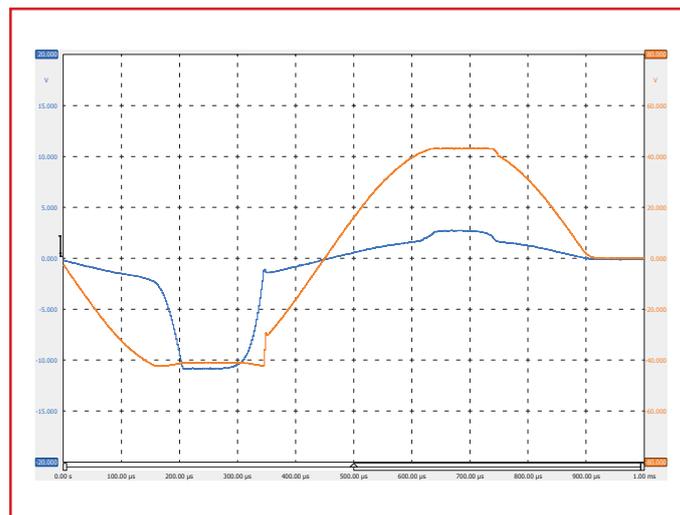


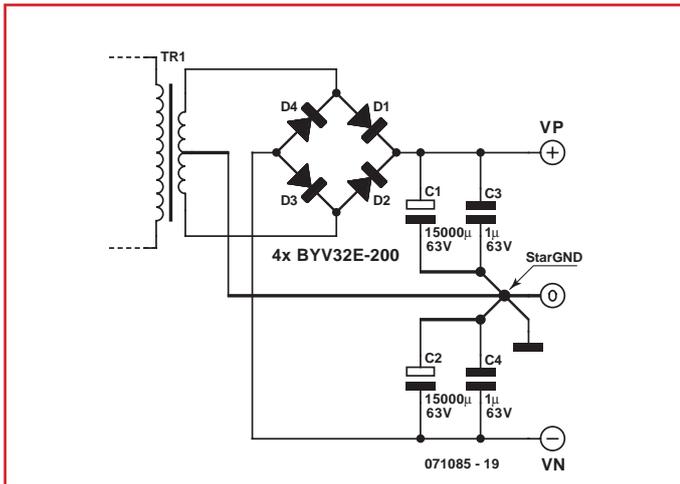
Figura 8. Corriente de corrección de error (azul) y recorte de salida del amplificador (ámbar), con recortador suave (señal positiva) y sin recortador suave (señal negativa).

### Circuito de protección

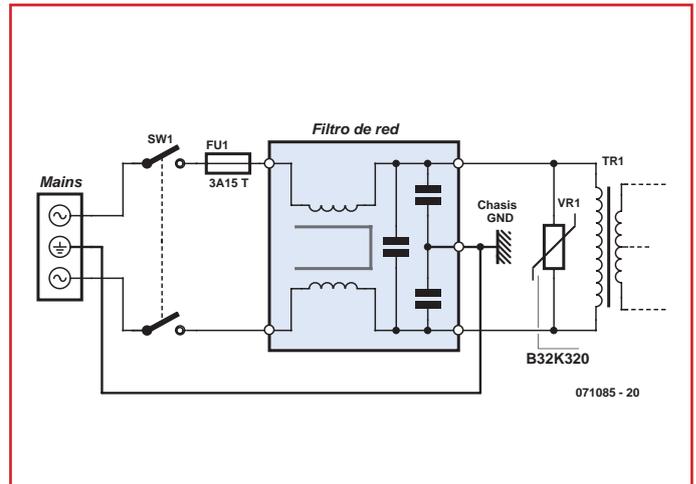
Este amplificador dispone también de un sistema de protección independiente que protege los altavoces contra salidas de tensión DC, así como de sobrecargas contra los dispositivos de salida. El circuito también proporciona un retardo de encendido y una desconexión inmediata. Esto se describe en un artículo independiente de esta entrega.

### Fuente de Alimentación

La fuente de alimentación para este amplificador debe de proporcionar unos 2 x  $44V_{DC}$ . Aunque los dispositi-



**Figura 9.** Fuente de alimentación DC. Los diodos están en paralelo, son duales, rápidos y de recuperación lenta, con un encapsulado TO220 de 3 terminales.



**Figura 10.** Cableado de tensión de red para la fuente de alimentación, para el filtro de red, la protección contra sobretensiones y el fusible.

vos de salida han sido seleccionados para trabajar con tensiones más elevadas, no se recomienda incrementar la tensión de alimentación para intentar conseguir más potencia de salida. La disipación permitida, a la tensión más alta de  $V_{ce}$ , es mucho menor que la disipación DC asociada, debido a las limitaciones del secundario del SOA (Safe Operation Area, es decir Área de Funcionamiento Segura). Con cargas que caen bastante por debajo de los  $4 \Omega$ , incluso durante un cierto periodo de tiempo, se puede sobrepasar el SOA y destruir una salida Darlington (o la protección activada). La tensión de alimentación para el circuito de corrección de error en la etapa de salida es amplificada desde la salida. Esta parte del circuito puede controlar así los dispositivos de salida más allá de la tensión de alimentación principal. En consecuencia, es la etapa Vas la que determina lo próxima que la salida puede estar de la tensión de las líneas de alimentación. Como la etapa Vas es la primera que será recortada, no se producirá sobrecarga en el recorte ni retardo de sobrecarga en la etapa de salida. La salida puede variar dentro de un margen de unos pocos voltios de la tensión de alimentación, un valor que es mucho mayor que en la mayoría de los amplificadores (a menos que se hayan utilizado tensiones de alimentación Vas separadas, más elevadas).

La tensión de alimentación para este amplificador no es crítica. La corrección de error no solamente corrige las no linealidades internas del amplificador, sino que hace lo propio con cualquier rizado o ruido que aparezca en la

tensión de alimentación de los circuitos. (Las tensiones de alimentación para el circuito de corrección de error, AD844, están estabilizadas de forma independiente con diodos zéner). De este modo, basta con añadir un condensador rectificador clásico, que proporcione una tensión de  $2 \times 44 V_{DC}$  con carga, para obtener unas potencias de unos 100 W con  $8 \Omega$ , y 200 W con  $4 \Omega$ . En las **Figuras 9 y 10** se proporcionan los detalles de los esquemas eléctricos para la fuente de alimentación. Para una versión estéreo del amplificador debería ser suficiente con utilizar un transformador de 300 o 400 VA ya que, en la mayoría de los casos, nunca vamos a trabajar con ambos canales a máxima potencia durante grandes periodos de tiempo (excepto en el banco de pruebas). Podemos utilizar un transformador tradicional con un doble secundario unido en el centro, pero también se pueden utilizar otras configuraciones. Una opción bastante interesante para un amplificador estéreo es la de utilizar dos fuentes de alimentación completamente independientes, cada una de ellas con un transformador de 250 o 300 VA. Esto haría más fácil el mantener independiente el punto de masa en estrella.

Es muy importante conseguir un punto de masa correcto. Las corrientes de masa vuelven a la fuente de alimentación a través de los altavoces, así como a través de los condensadores de almacenamiento, pudiendo aportar además cualquier tipo de rizado y de ruido. Estas corrientes de masa generan tensiones entre los hilos de retorno de masa. Si la masa de las líneas

de señal es conectada a estos hilos de masa en otro punto diferente, habremos creado una pequeña señal de rizado que aparece en serie con la señal de entrada. Esto parece un poco exagerado, pero con amplificadores que tienen una baja distorsión y muy poco ruido, incluso unos pocos mV en estas señales de ruido, pueden ser suficientes para arruinar las cifras de linealidad y distorsión del que hubiera sido un buen amplificador.

Normalmente intentamos evitar este problema utilizando una masa en estrella: todas las masas retornan a un único punto común, de modo que no hay ninguna señal de retorno que pase a través del mismo hilo de masa, creando otro lazo de retorno. Si miramos en el diagrama de pistas de la PCI que se muestra en la **Figura 9**, podemos ver que las conexiones de potencia van a un punto estrella central. En la propia PCI se han tomado las mismas medidas de seguridad. Hay dos o tres pistas independientes que traen las líneas de retorno de los diodos zéner del regulador y de los condensadores de almacenamiento, a un mismo punto. La señal que vuelve desde la red de entrada, las resistencias que configuran la ganancia, R7 y R16, y la red de atenuación de error, formada por R11 y R12, también son llevadas a este punto de manera independiente. Todos los hilos de retorno desde la fuente de alimentación, el transformador y los altavoces, vuelven hacia el punto de masa en estrella. Estas masas de señal dentro del amplificador son llevadas a este punto a través de una resistencia, R28, de bajo valor, la cual es, por definición, el punto de masa "limpio". (El pad J1 en la PCI es

el punto de masa limpio y debe ser utilizado también como "masa" para las medidas). Cualquier tensión de error generada por corrientes de pico y de rizado en los hilos de masa no pueden llegar a la señal, excepto a través de la radiación. Esto se puede minimizar a su vez haciendo que los hilos de corrientes elevadas sean cortos y estén colocados lo más lejos posible de las zonas de señal sensibles.

Por último, los diodos rectificadores deben ser del tipo que tengan una recuperación rápida de su tensión inversa cuando se desconecten, y hacerlo de manera "suave", es decir, sin grandes picos de corriente. Los diodos que utilizan un tiempo grande para conmutar en inversa y que en dicho proceso generan fases con corriente de pico, pueden producir ruido de alta frecuencia que es difícil de eliminar por filtrado. Por el contrario, los diodos rápidos de recuperación suave no necesitan condensadores ya que estos condensadores sólo incrementarían la transmisión del ruido de los bornes de la tensión de red en el amplificador. Mi recomendación es la de utilizar los diodos BYV32E-200 Philips. Estos diodos, con un encapsulado TO220, son del tipo dual con un cátodo común, por lo que los diodos deben estar en paralelo. Estos diodos tienen una tensión umbral relativamente baja y son bastante baratos. Tampoco necesitan un radiador, por lo que pueden ser colocados sobre la PCB libremente al aire. Para los condensadores de almacenamiento, se debe utilizar un valor mínimo de 15.000  $\mu\text{F}$  por polaridad de cada fuente de alimentación. Una tensión de trabajo de 63 V puede ser adecuada.

En la **Figura 11** se muestra el filtro de tensión de red que debería ser utilizado para eliminar el ruido de alta frecuencia y la radiación de los pulsos de conmutación de la tensión de red. Los filtros de tensión de red buenos no son baratos pero merecen la pena. Se deben utilizar los modelos que soporten al menos una corriente de 6 A. La masa del filtro, que lleva a su vez la masa de seguridad de la tensión de red (tierra), se conecta con un hilo solo a la masa del chasis. Utilizaremos un fusible de fundido lento de 3,15 A para la versión estéreo. Si utilizamos condensadores de almacenamiento más grandes, el fusible también deberá ser de mayor amperaje. Un resistor de 275  $V_{AC}$  atrapa cualquier pulso de alto nivel que se pueda producir fuera del filtro.

### Conclusión

Así pues, ya lo tenemos: un completo amplificador de potencia con corrección de error, sencillo y de alta calidad. La lista de materiales muestra todos los componentes necesarios para un único amplificador (mono). Hay que señalar que los valores de los condensadores C11, C12, C17 y C18 (en la etapa de salida), tienen un valor de 330  $\mu\text{F}$ , tal y como se indicó en la Parte I de este artículo, pero en el montaje de la placa de circuito impreso se deben utilizar valores de 470  $\mu\text{F}$ . En nuestra página web de Elektor nuestros lectores pueden encontrar una Guía de Montaje (independiente de este artículo), que pueden descargar, de forma gratuita, con el nombre de fichero **071085-w.zip**.

Aunque las medidas de distorsión armónica no siempre se corresponden con la calidad de sonido, sí que dan una indicación de la linealidad y comportamiento de un amplificador. Por este motivo se han proporcionado en las **Figuras 6 y 7** unas curvas que reflejan el comportamiento de nuestro amplificador. Si trabajamos siguiendo las indicaciones, paso a paso, descritas en la Guía de Montaje, verificando nuestro trabajo después de alcanzar un bloque mayor, conseguiremos evitar bastantes errores y, si al final se produce alguno, lo podremos aislar fácil y rápidamente. También recomiendo a los lectores que se pasen por mi página web para poder ver la información de última hora, así como las ampliaciones y las correcciones.

No se trata de un proyecto muy difícil y nos permite disponer de un amplificador excelente que nos reproduce nuestra fuente de música de forma fidedigna sin tener que añadir ni quitar nada. Este amplificador es muy estable y puede trabajar sin problemas con una gran variedad de altavoces diferentes. En resumen, un amplificador que nos permitirá disfrutar de nuestra música durante muchos años!

(071085)

### Información adicional:

[www.linearaudio.nl](http://www.linearaudio.nl)

**Disponibilidad de los kits de montaje:**

[www.pilghamaudio.com](http://www.pilghamaudio.com)

## Lista de materiales

### Resistencias

(0,25W película metálica)

R1-R4,R6,R8,R17,R18 = 47 $\Omega$

R7 = 220 $\Omega$

R9,R10,R12,R25,R34 = 4k $\Omega$

R11 = 249 $\Omega$

R13 = 2k $\Omega$

R16 = 5k $\Omega$

R19,R20,R30,R31 = 2k $\Omega$

R21-R24,R60 = 100 $\Omega$

R26,R27,R33,R40-R43,R46,R51 = 1k $\Omega$

R28 = 10 $\Omega$

R29 = 3k $\Omega$

R32 = 33 $\Omega$

R35,R36 = 619 $\Omega$

R37,R38 = 680 $\Omega$

R39,R45 = 1M $\Omega$

R44 = 7k $\Omega$

R47,R48 = 1k $\Omega$  2W MF

R49,R50 = 10 k $\Omega$

R52-R55 = 0 $\Omega$  22 5W cerámica

R64 = 1 $\Omega$  2W

R65 = 6 $\Omega$  2W

RV1, RV2 = 200 $\Omega$  potenciómetro multivuelta

R5,R14,R15,R56-R59, R61-R63 = no presente

### Condensadores

C1,C3,C23 = 150pF polipropileno

C2, C4,C5,C9,C14-C16,C19,C22,

C24,C25 = 100nF cerámico

C6-C8,C13,C21 = 1 $\mu\text{F}$  63V foil

C10 = 220nF 50V cer.

C11,C12,C17,C18 = 470 $\mu\text{F}$  63V

C26 = 1nF foil

### Bobinados

L1 = 5 $\mu\text{H}$  (ver text)

### Semiconductores

D1, D2, D5,D6,D10,D11 = diodo zéner 15V 0,5W

D3,D4,D9,D12,D13,D14 = 1N4148

D7,D8 = 1N4003

Q1,Q2,Q9 = 2SA1208

Q3,Q4,Q10 = 2SC2910

Q5,Q11,Q17,Q18 = BC546B

Q6,Q14,Q19,Q20 = BC556B

Q13,Q16 = STD03N (+ aislamiento de terminales & elementos de montaje)

Q12,Q15 = STD03P (+ aislamiento de terminales & elementos de montaje)

U1,U2,U4 = AD844AN

U3 = TL051CP

### Varios

J9 = conector header 2 x 1 terminales (entrada de señal)

J10 = conector header 2 x 3 terminales (+ cable plano)

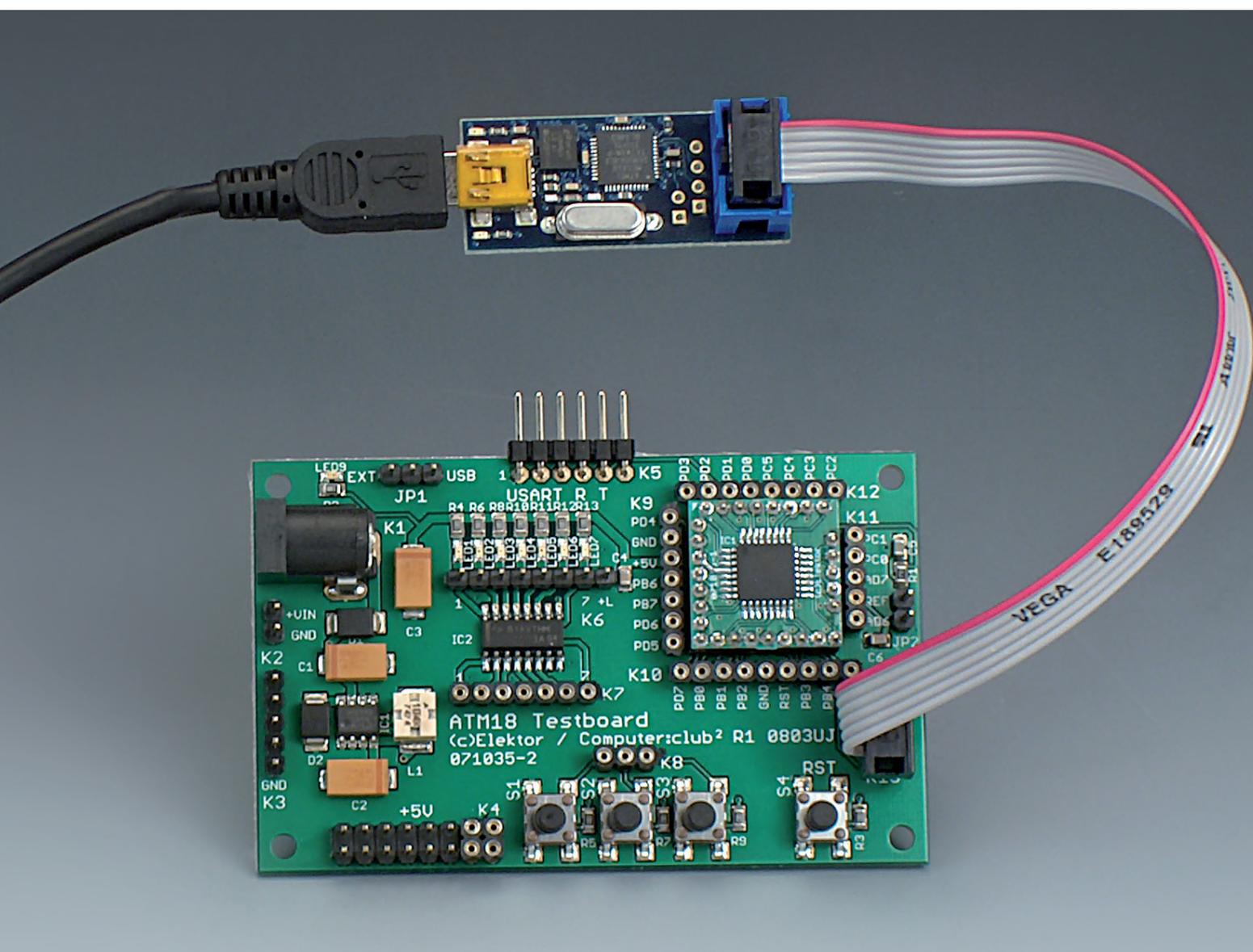
4 zócalos DIL08 para CI

Placa de circuito impreso, ref. 071085-1 en [www.thepcbshop.com](http://www.thepcbshop.com)

# Elektor-AVRprog

Por Benedikt Sauter, Lic. Inf. y Dr. Thomas Scherer

**Dos aspectos llevaron a la construcción de este programador AVR: la respuesta al USBprog de Elektor de Octubre 2007 y la recién iniciada serie que acompaña el proyecto CC2-AVR con ATM 18. ¡El resultado es un programador USB para controladores de AVR con capacidad de plug and play y compatible con MKII!**



Muchas fueron las visitas que Benedikt Sauter tuvo en su página Web [1] desde la publicación del USBprog en octubre de 2007. Durante mucho tiempo figuró su legendaria conexión open source

en los top de los best-sellers de Elektor. Así que, desde el principio fue una historia de éxito ya que la plaquita fue la respuesta a lo que necesitaban nuestros lectores.

Gracias a la realimentación de los lectores de Elektor sabemos ahora que en realidad no necesitan todas las opciones (el convertidor USB y el programador ARM) ofrecidas por Sauter, sino

# AVR programador universal con USB

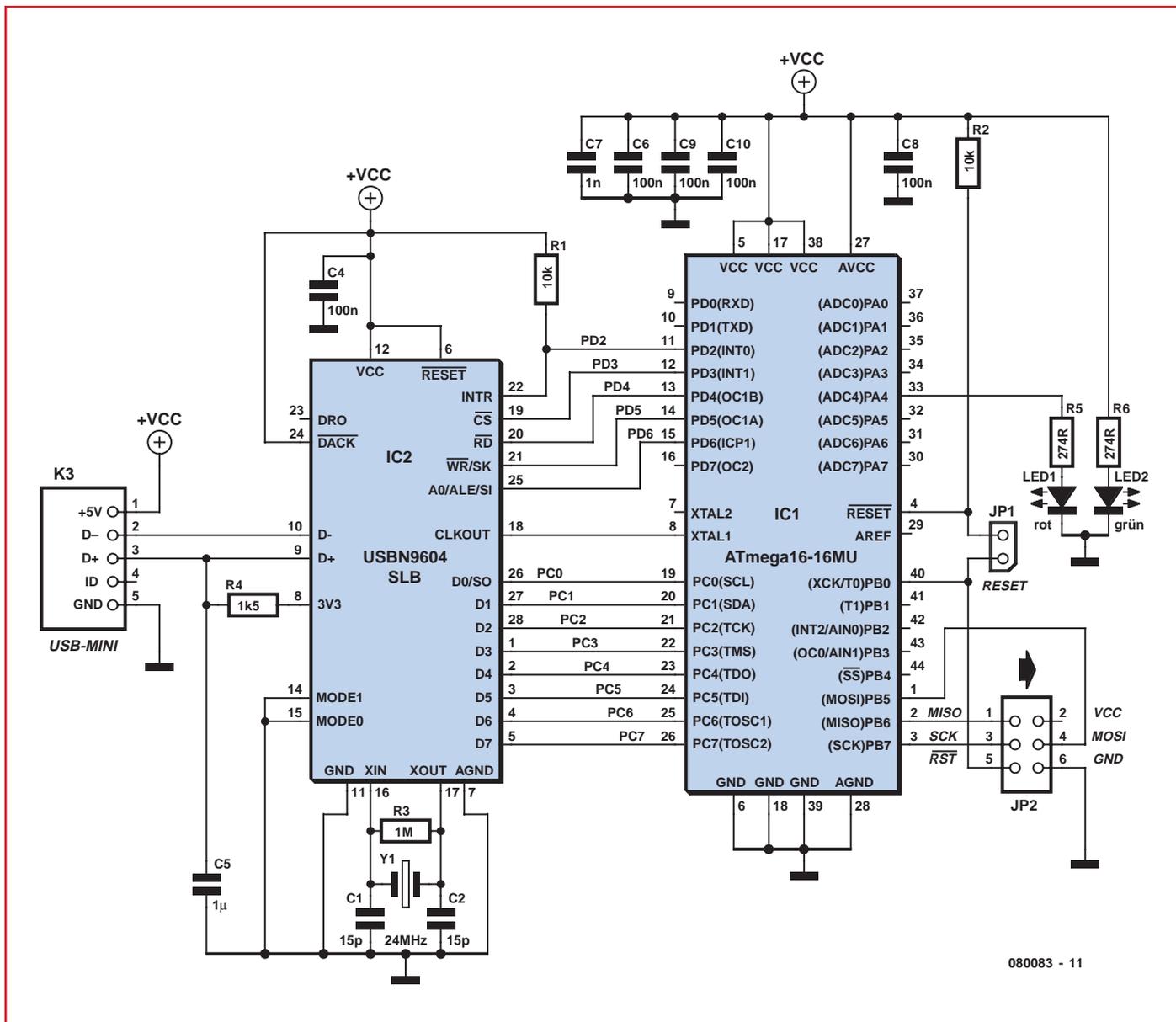


Figura 1. La conexión del Elektor-AVR corresponde con la de su antecesor USBprog de Elektor de octubre de 2007. Se necesita un puente USB y un microcontrolador.

que están más interesados por la utilización como simple programa compatible con AVRISP-MKII, que puede utilizarse con un gran número de softwares diferentes.

Con la edición de abril nació una serie que acompañó la nueva publicación del legendario club de informática de la radio alemana WDR. En esta edición del Computer:Club2 se ofrecía un

curso de programación de microcontroladores basados en una placa experimental con el chip AVR ATmega88. Todavía se pueden bajar las distintas ediciones [2]. En la serie de Elektor se publican manuales de construcción y los resultados de los distintos experimentos. Para la programación se necesita, obviamente, un programador adecuado.

## Producto de cooperación

El objetivo de la cooperación fue desde el principio que el programador apto para el proyecto CC2 funcionara lo más sencillamente posible y se presentara a un precio módico. Después de realizar estudios de mercado se constató que no era necesario inventar todo de nuevo: Benedikt Sauter se ofreció inmediatamente para reducir

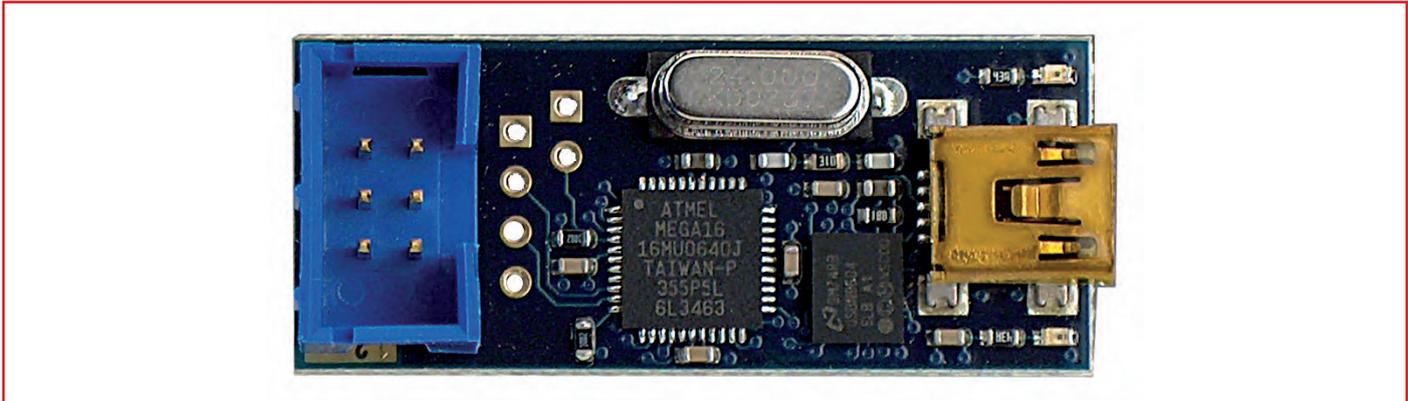


Figura 2. Este es el aspecto del módulo realizado. Gracias a un mini conector USB y un ISP interfaz de 6 pines se pudo reducir aún más el tamaño del Elektor-AVRprog.

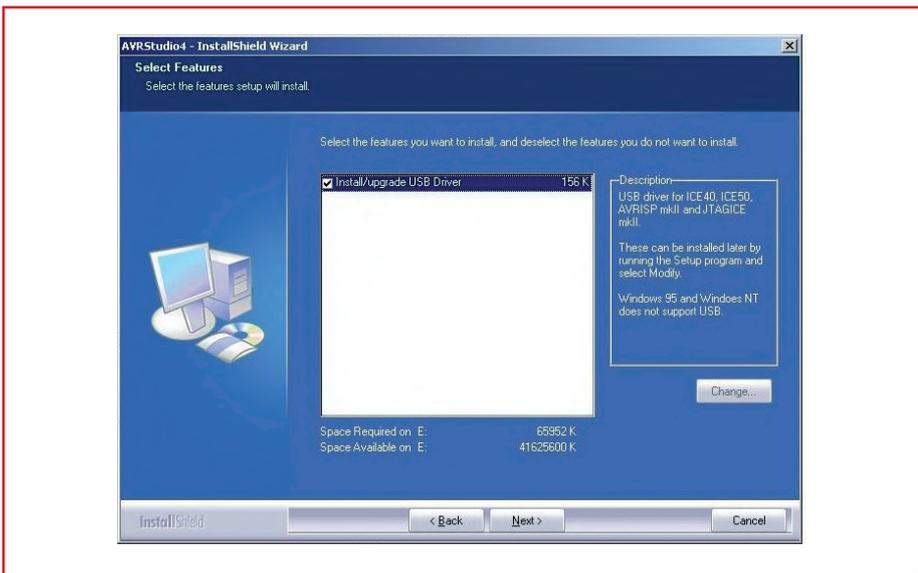


Figura 3. Una captura de pantalla de la instalación de AVRStudio 4 de Atmel. Si se instala el software con el driver, el Elektor-AVRprog está disponible inmediatamente.

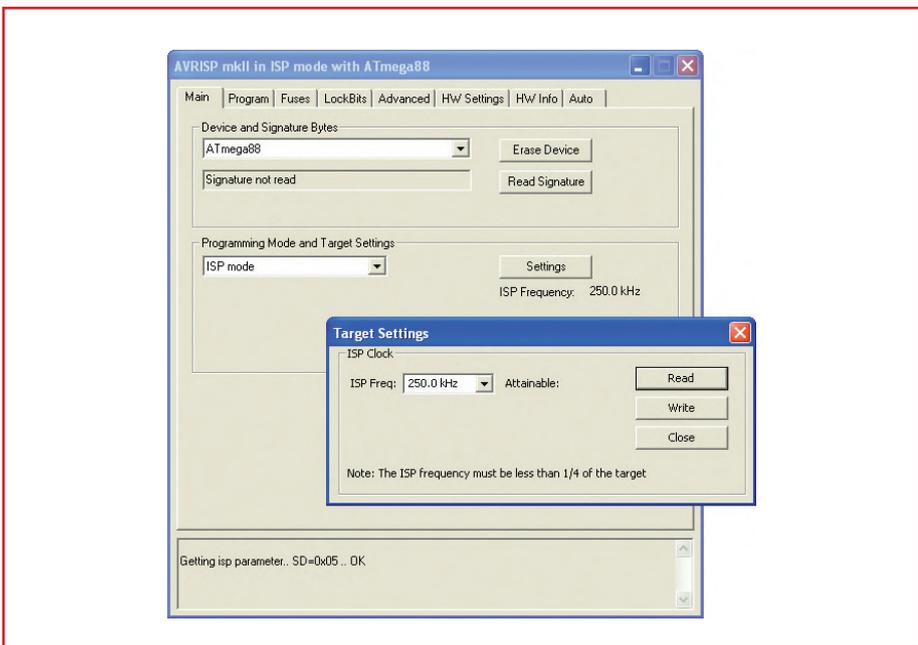


Figura 4. A través de este dialogo se ajusta la frecuencia ISP en el AVR-Studio (versión 4.13) en la parte de "Settings".

la conexión del USBprog de manera tal que se consiguiera un programador para controladores AVR simple, monofuncional y que pudiera ofrecerse a un precio inferior al de la compleja conexión original.

Ya que en este programador se podía renunciar a todos los extras técnicos, fue posible emplear un ATmega16 en vez de un ATmega32. En la figura 1 se ve que la conexión del Elektor-AVRprog casi no cambió en comparación con la versión original. Se logró también reducir el coste en cuanto a la superficie de la placa, usando un conector USB miniatura y una interfaz de 6 polos en vez de una interfaz de 10 polos (que se adapta a la placa experimental CC2). Se obtuvo de esta manera una placa minúscula de 4 x 1.7 cm (figura 2). Al usar en parte la tecnología SMD, las dimensiones más pequeñas y al renunciar al Bootloader se entendió que no valía la pena suministrar este programador montado parcialmente como un kit de montaje a medias.

En búsqueda de algo simple y poco complicado, parecía mejor usar directamente el ATmega16 ya programado con toda la electrónica y la placa. La ventaja del ATmega16 fue, además, la posibilidad de ofrecerlo como módulo ya completamente montado. Por lo tanto, se tomó la decisión de realizar un programador de AVR extremadamente económico y de fácil de conectar con un cable USB adecuado y con un cable ISP de 6 polos.

### Software

El Elektor-AVRprog se puede utilizar con un gran número de softwares como clon del AVRISP-MKII, o sea, con todos los programas que respaldan esta variante de AVRISP. Pero aún el mejor hardware no funciona sin el driver adecuado.

Dado que para la placa experimental CC2 se utiliza el programa AVR-Studio 4 [3] de Atmel, es posible matar dos pájaros de un tiro: al instalar el AVR-Studio según la **figura 3** con drivers integrados, se realiza todo lo necesario: tras esta instalación se puede conectar el Elektor-AVRprog al ordenador, Windows reconoce automáticamente el nuevo hardware y usa el driver adecuado. En algunas instalaciones de Windows-XP se observó que aparece un "mensaje de error" falso. Supuestamente el sistema no encuentra el archivo "libusb0.sys" y pregunta por el lugar donde se encuentra. Esto se corrige simplemente haciendo clic en "cancelar". Ya que el driver está disponible, el sistema lo encuentra así y lo puede instalar fácilmente. Por lo demás, no aparecen más problemas.

Una vez que el driver se encuentra instalado, el Elektor-AVRprog se puede utilizar con distintos softwares. Por ejemplo, es posible programar directamente desde CodeVisionAVR [4]. Actualmente por faltas en la implementación de los protocolos AVRISP-MKII no existe la posibilidad de realizar la programación desde BASCOM. [5].

También los ordenadores sin Windows pueden usar el Elektor-AVRprog. Para Linux hay más posibilidades de elección (es posible buscarlas en Google introduciendo primero "Linux" y después "AVRISP-MKII" y software), pero tanto para Linux como para Mac OS X hay que destacar especialmente la solución popular Open-Source AVRDUDE [6]. Se trata de un programa difícilmente manejable en un MAC, dado que éste no está acostumbrado a un manejo con líneas de comando. Por esta razón en la página web de Elektor se encuentra un PDF sobre la manera de integrar AVRDUDE a la plataforma adecuada.

### Importante:

Los microcontroladores AVR no se pueden programar a cualquier velocidad. La tasa de bits no debería ser más alta que 1/4 del pulso del controlador actual.

Si el pulso del controlador esta en 8 MHz, la frecuencia del Elektor-AVRprog no debería ser superior a 2 MHz, siendo este al mismo tiempo el límite superior permitido por el programa. El límite inferior es 249 MHz que es un valor que no se utiliza con frecuencia. Incluso AVR-Studio a partir de la versión 4.13 niega la programación en frecuencias inferiores a 5 MHz. La **figura 4** indica cómo se ajusta la frecuencia ISP en el AVR-Studio.

## Sobre el autor:

Benedikt Sauter es un apasionado desarrollador de hardware de código abierto y de software. En los proyectos se ocupa de la ampliación y el mantenimiento de aplicaciones de código abierto.

Ya se ha mencionado que el programador es un proyecto Open-Source (código abierto), lo que significa que no es completamente seguro que todos los AVR's estén respaldados por él. Con los AVR's más habituales no debería haber problemas, pero en el caso de que los hubiera, se recomienda consultar en [1] si hay un firmware más nuevo. Igualmente es poco probable que esto ocurra, ya que en el Elektor-AVRprog el firmware es intercambiable. Para esto se deben puentear los dos taladros al lado del cuarzo (recomendamos soldar una conector de dos pines). A partir de allí se puede cargar con un segundo programador un nuevo firmware a través del conector ISP de 6 contactos.

Además hay que tener en cuenta que el Elektor-AVRprog opera con niveles de 5 V. Si el chip objetivo durante la programación está alimentado por 3.3 V o menos, es muy probable que el proceso no funcione. En este caso el controlador objetivo se debe alimentar con 5 V y, a tal efecto, debería instalarse una pequeña placa experimental.

(080083e)

## Enlaces & bibliografía

### [1] Proyecto:

[www.embedded-projects.net/usbprog](http://www.embedded-projects.net/usbprog)

### [2] Computer:club2:

[www.cczwei.de](http://www.cczwei.de)

### [3] AVR-Studio 4:

[www.atmel.com/avrstudio](http://www.atmel.com/avrstudio)

### [4] CodeVisionAVR:

[www.codevision.be](http://www.codevision.be)

### [5] BASCOM:

[www.mcselec.com](http://www.mcselec.com)

### [6] AVRDUDE:

[www.nongnu.org/avrduide](http://www.nongnu.org/avrduide)

**El programador Elektor AVRprog está disponible en la tienda de Elektor como un módulo completo junto con los cables ISP y USB bajo el código de pedido 080083-71**

Publicidad



**ELEKTRON**<sup>®</sup>

**Energía Solar**      **Medición ambiental**

*Venta directa de instrumentos de medición ambiental y artículos de energía solar*

**Vehículos eléctricos**

**www.tiendaelektron.com**

Farigola, 20 local 08023 Barcelona  
Tel. 93 210 83 09      Fax: 93 219 01 07  
Horario: de 8:30 a 14 h. de lunes a viernes

# Tinycounter



Por Jochen Brüning

## Contador modular de frecuencia con ATtiny 2313

La mayor parte de los generadores de funciones y de señales pequeños carecen tanto de un contador de frecuencia integrado como de un ajuste de frecuencia suficientemente exacto. La solución es el pequeño contador modular de frecuencia que presentamos hoy aquí, compuesto básicamente por un microcontrolador ATtiny2313 con pantalla LCD. El controlador opera a 20 MHz, con lo que el contador modular puede ser empleado hasta los 5 MHz sin prescaler.

El contador modular es apropiado tanto integrarlo en generadores como para construir un pequeño contador de frecuencia autónomo. Al instalarlo en un generador de funciones o de señal, la alimentación eléctrica puede realizarse a través del circuito de alimentación ya existente en el propio equipo. Lo mejor es conectar el módulo con la salida regulada de 5 V. El rango de medición está entre los 0 Hz y los 5 MHz, y la lectura se presenta automáticamente en Hz, kHz, o en MHz, según la frecuencia.

### Minicontador:

El punto de partida del contador que os presentamos fue aquel circuito realmente pequeño del contador de frecuencia de 1 MHz descrito por Hergen Breitzke en número 10/2005 de Elektor [1]. En la versión original se usó un AT90S2313 programado en AVR-Basic (Bascom). El principio de este contador no ha cambiado en la versión ampliada a 5 MHz para el ATtiny2313. No obstante, en el caso del modelo AT90S2313, la frecuencia más alta de conteo se limitó a 1 MHz. El AT-

tiny2313, más moderno, puede alcanzar los 20 MHz. Para ello, existen cuarzos estándar fácilmente adquiribles y gracias a la alta frecuencia se logra una velocidad de conteo mucho más elevada. Según la ficha técnica, la frecuencia de impulso en el pin del contador puede llegar a alcanzar un cuarto de la frecuencia de sincronización del procesador. En realidad, el contador con el ATtiny2313 sólo se puede utilizar hasta los 5 MHz. Para facilitar la lectura, la visualización tiene lugar, según la frecuencia, en MHz,

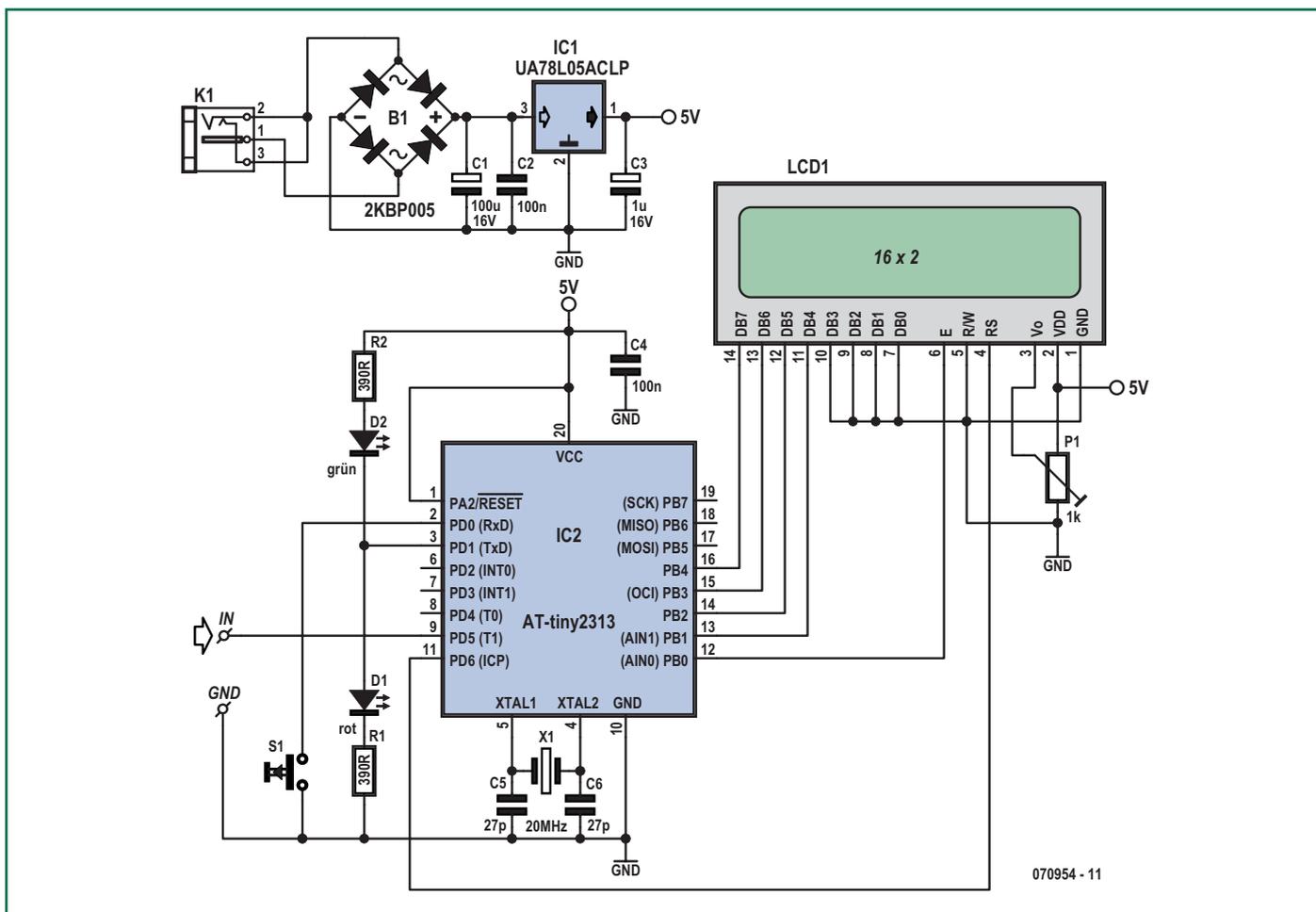


Figura 1. Tal y como muestra el esquema de conexiones, el contador de frecuencia está compuesto por un microcontrolador con regulador de tensión y una pantalla LCD.

KHz o Hz. La coma decimal, por supuesto, figura en el lugar correcto. La indicación no salta de un lado al otro si el contador se sale de la escala.

La visualización se limitó a propósito a 5 posiciones. En la zona más alta (MHz) se suprimen las posiciones de 10 Hz y 1 Hz para conseguir una visualización constante y de fácil lectura. Los usuarios que deseen ver más posiciones, pueden adaptar el Software fácilmente. Naturalmente, tanto el archivo .hex como el código fuente del firmware están disponibles en la página web de Elektor y se pueden descargar gratuitamente.

Aún sin una modificación del software se pueden visualizar las 7 posiciones alternativamente: en el esquema de conexiones (figura 1), al Pin2 se conectó un botón (S1). Tan pronto como el Pin2 se conecte a masa a través del botón (también puede ser un conmutador), el contador mostrará en la línea inferior de la pantalla, en la zona de MHz, las posiciones de 10 Hz y 1 Hz. Quien no lo necesite, suprime simplemente el botón (o el conmutador).

### Estructura:

Como muestra el esquema de conexiones de la figura 1, el contador de frecuencia no necesita ICs especiales y el circuito es realmente sencillo. Consiste,

básicamente, en un microcontrolador, un regulador de tensión y una pantalla LCD.

El propio microcontrolador viene equipado con lo mínimo: condensador de

### Propiedades del proyecto:

- Rango de frecuencia entre 0 y 5 MHz
- Precisión: depende del cuarzo (por lo general, de 50 a 100 ppm)
- La lectura cambia automáticamente entre Hz, MHz y KHz.
- La lectura se mantiene estable aún cuando se cambia de rango.
- Cambio de la lectura de la frecuencia de 5 y de 7 cifras con ayuda de un botón.
- Visualización del tiempo de recuperación y de actualización de la pantalla a través de los LED rojo y verde.
- Suministro de corriente: 5 V corriente continua o corriente alterna de entre 6 y 9 V o corriente continua de entre 9 y 12 V.
- Consumo de corriente aprox. 40 mA (con la pantalla indicada en la lista de componentes)
- Número mínimo de componentes.
- Ausencia de SMD o componentes especiales.
- Placa y controlador programado a la venta.
- El archivo .hex, el código fuente del firmware, y el diseño de placa en PDF están disponibles en [www.elektor.es](http://www.elektor.es) y se pueden descargar gratuitamente.

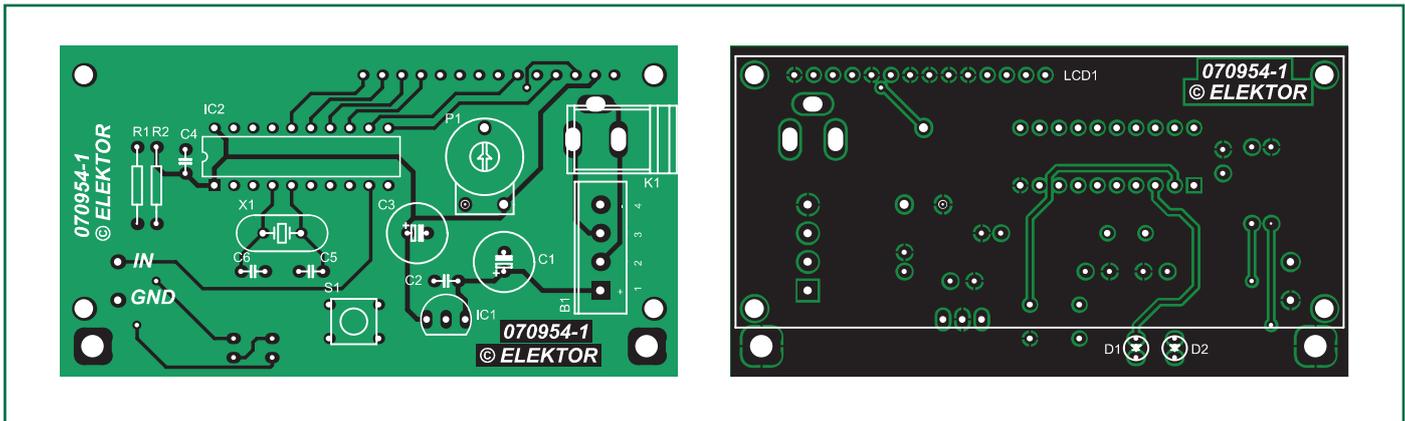


Figura 2. Placa de doble cara para el montaje del contador. Entre los componentes no se incluye ningún SMD.

## Lista de materiales

### Resistencias:

R1, R2 = 390 Ω  
P1 = potenciómetro de ajuste de 1 k

### Condensadores:

C1 = 100 μ/25 V radial  
C2, C4 = 100 n  
C3 = 1 μ/25 V radial  
C5, C6 = 27 p

### Semiconductores:

IC1 = 78L05 (p.e. UA78L05ACLP de TI)  
IC2 = ATtiny2313 (programado: 070954-41)  
B1 = 2KBP005  
D1 = LED de 3 mm, rojo  
D2 = LED de 3 mm, verde

### Además:

LCD1 = LCD, 2 x 16 caracteres, p.e. Displaytech 162  
X1 = cuarzos de 20 MHz

S1 = interruptor miniatura para placa  
K1 = conector de conexión a la red para montaje en placa  
Conector de 14 pines, de una fila, recto, módulo de 2,54 mm  
2 terminales para soldar  
Placa 070954-1

Descarga gratuita del software y del diseño de la placa en: [www.elektor.es](http://www.elektor.es)

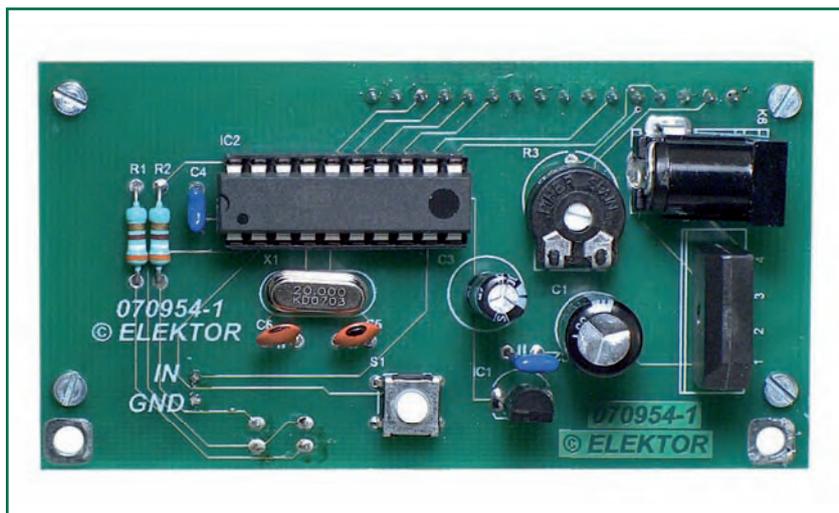
bloqueo (C4) y cuarzo (X1) con dos condensadores (C5, C6). Como colofón se han conectado dos LED a un pin libre del procesador. Estos LED cambian de rojo (medición activada) a verde (en la pantalla LCD aparece el valor que acaba de leerse) al ritmo del tiempo de recuperación del contador (fijado en 1 seg). En el caso de fuentes de señal son muy estables, en las que la visualización no cambia, esto puede considerarse

una indicación de que realmente se está realizando la medición.

Para la alimentación, la placa (figura 2) cuenta con un conector (K1) para conectar una fuente de alimentación.

El circuito de alimentación está compuesto, además, por un rectificador puente (B1), un condensador electrolítico de carga (C1) y un regulador de 5 V (IC1) con otro condensador electrolítico (C3) en la salida.

El puente rectificador que figura en la lista de componentes se puede remplazar



también por cuatro diodos individuales 1N4001 que tienen que estar conectados según se muestra en el esquema de conexiones. Gracias al rectificador, al conector de la fuente de alimentación K1 puede conectarse tanto una corriente continua de polaridad aleatoria (de 9 a 2 V) o una corriente alterna (de 6 a 12 V).

Al usar la pantalla que figura en la lista de componentes, el consumo de corriente ascenderá a aproximadamente 40 mA, de tal forma que hasta el conec-

tor de alimentación de corriente más pequeño resulta suficiente. Si el contador de frecuencia está integrado en un equipo que dispone de una tensión de 5 V estable, ésta se puede conectar directamente a la conexión del IC1 a la placa conectada al polo positivo del condensador electrolítico C3 (y a masa). En este caso, no es necesario instalar los siguientes componentes: IC1, C1, C2, B1 y K1.

La placa de doble cara con taladros metaliza-

dos (figura 2) no tiene SMDs y los elementos sólo se montan en la parte superior, con excepción de tres elementos situados en la parte inferior que es, al mismo tiempo, la parte delantera de la pantalla: la pantalla LCD se conecta a través de un conector de 14 pines a los contactos situados en la parte inferior de la placa y se fija con 4 tornillos a la misma (véanse las fotos). Los dos LED (D1 y D2) están montados en la parte inferior para que se vean desde la parte frontal.

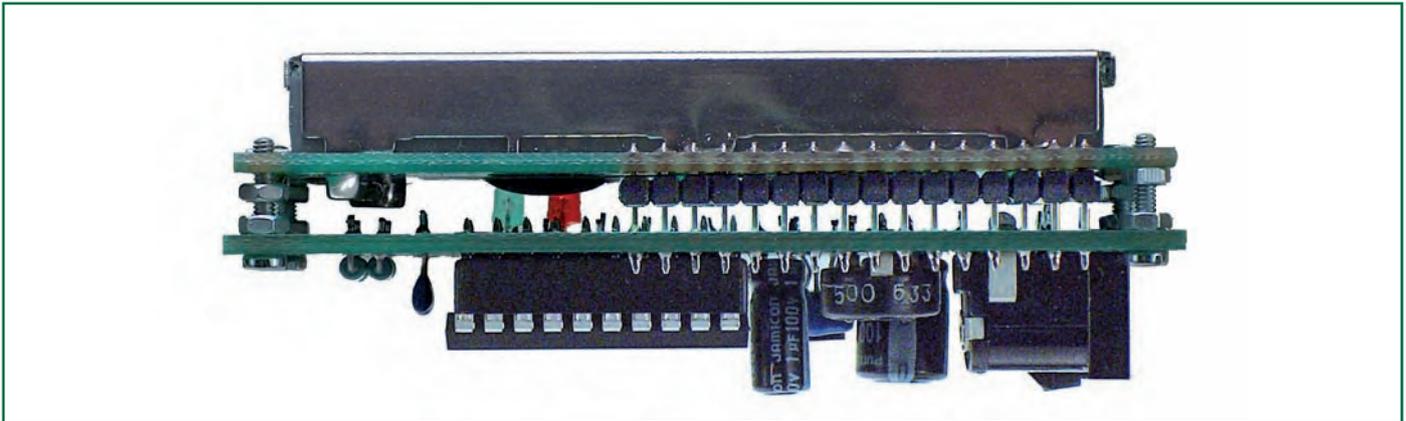


Figura 3. Estructura modelo del contador. La pantalla LCD de dos líneas se monta en la parte inferior de la placa con la ayuda de un conector de 14 pines y se fija con cuatro tornillos.

### Práctica

Antes de la puesta en marcha se ha de verificar cuidadosamente tanto el montaje de los componentes como los puntos de soldadura. Después de la conexión a la alimentación, los LED deberían parpadear en ciclos de 1 segundo, tal y como se ha descrito anteriormente, y la pantalla debería mostrar 0 Hz (al menos en el caso de la entrada cortocircuitada). En caso de que la entrada esté abierta seguramente podríamos ver una lectura de 50 Hz en pantalla (señal zumbido dispersa). Si no es el caso, un alambre puede funcionar como antena.

Si la pantalla no muestra nada, esto se debe seguramente al único punto de compensación del contador: el ajuste de contraste de la pantalla con P1.



Figura 4. La lectura de la pantalla cambia automáticamente según la frecuencia entre Hz (a), kHz (b) y MHz (c).

Si se conecta a la entrada una señal de onda rectangular con un nivel TTL, la frecuencia debería visualizarse correctamente en hasta los 5 MHz. La exactitud de la lec-

tura depende de la exactitud de la frecuencia de sincronización y, por lo tanto, del cuarzo. En caso de desviación de la frecuencia del cuarzo de 100 ppm, el error de la frecuencia de medición a 1 MHz será de 100 Hz. Si la desviación es de 50 ppm, el error será de 50 Hz. En el rango de sonido podemos asumir una precisión aproximada de 1 Hz.

En el caso de aplicaciones con una señal de entrada no compatible con TTL se necesita un pequeño amplificador previo que transforme la señal en una señal de onda rectangular con un nivel TTL. Para no depender (únicamente) de ediciones antiguas de Elektor, próximamente volveremos a retomar el tema de los preamplificadores y los prescalers.

mos a retomar el tema de los preamplificadores y los prescalers.

(070954e)

## ¿Dónde está el contador?

Para el conteo de la frecuencia el circuito necesita un temporizador que es el que cuenta los eventos durante el tiempo de recuperación predefinido. Sin embargo, en el esquema de conexiones no se ve ni un solo circuito integrado contador, sino únicamente un microcontrolador.

La solución: el microcontrolador lleva el contador en su interior. Éste dispone de dos contadores hardware internos de 8 y 16 bits. Estos contadores se pueden configurar opcionalmente como medidor o como temporizador. El contador de 16 bits está configurado como contador de frecuencia y recibe los impulsos que hay que contar en el pin 9 con un nivel de 5 V (TTL/CMOS). La limitación del contador de 16 bits a un valor máximo de 65536 se elimina con un sencillo truco:

con cada exceso del contador se genera una rutina de interrupción (Counter Overflow). Estas interrupciones se suman a una ISR (Interrupt Service Routine). Al final del tiempo de recuperación, el número de interrupciones se multiplica por 65536 y se suma a la lectura actual del contador. De ello resulta que, con un tiempo de recuperación de un segundo, la frecuencia medida en Hz es:

$$f = \text{Interrupciones} \times 65536 + \text{Timer1}$$

El tiempo de recuperación se genera por medio de un temporizador de 8 bits configurado como temporizador con un prescaler de 1024. Reduciendo el ritmo del procesador de 20 MHz se obtiene un tiempo de recuperación constante de un segundo.

# Soldar SMD con "Reflow Control"

## Un trabajo fácil gracias a un compl

Por Harry Baggen

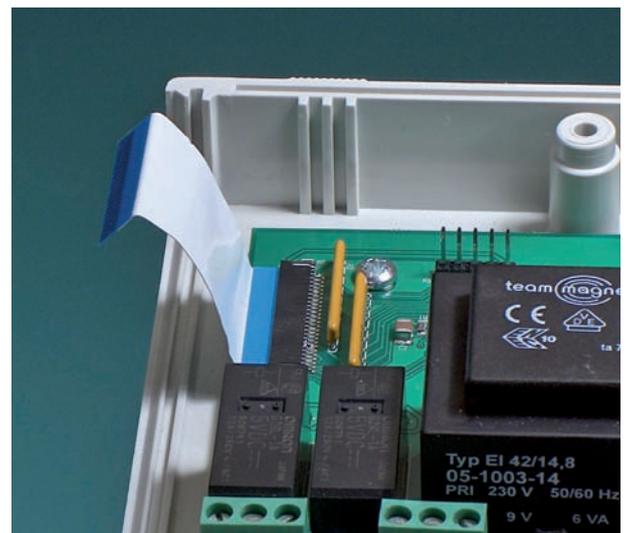
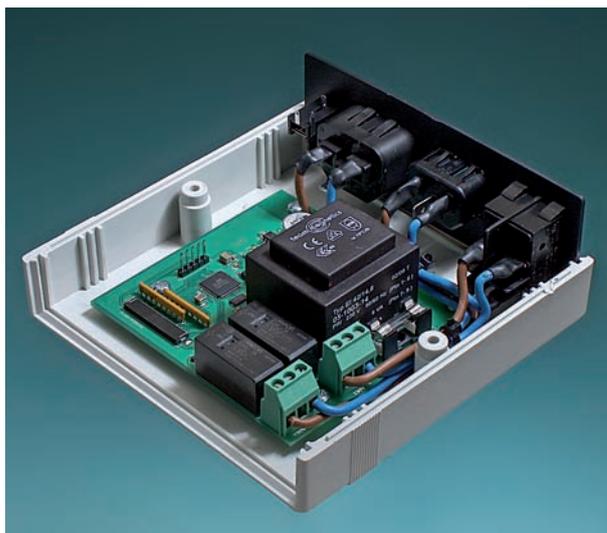
**La versión más moderna de nuestro horno SMD de auto-construido, llamado "Reflow Control", permite que uno mismo pueda soldar de forma sencilla SMD en sus circuitos impresos con la ayuda de un horno eléctrico corriente. La electrónica para este proyecto ya la explicamos en la edición de diciembre. A todo esto, hay disponible un kit de montaje muy cuidado para este proyecto, con el cual incluso los ingenieros electrónicos más patosos (¿existen?) pueden montar fácilmente un horno SMD como éste.**

En vista de que cada vez con más frecuencia los fabricantes suministran componentes electrónicos únicamente en formato SMD, al diseñador no le queda más remedio que utilizar estos componentes en sus propios proyectos. Sin embargo, para hacer tan solo un circuito o una pequeña serie de varias piezas, no vamos a comprar un auténtico horno SMD (iy menos para un uso doméstico!) que resulta imprescindible para poder montar todas esas pequeñas piezas en un circuito impreso. ¿No hay una solución más simple? ¡Pues claro que sí! Como ya indicamos en el artículo del pasado mes de diciembre, con un circuito de control especial se puede transformar perfectamente un pequeño horno de doméstico en una práctica estación de soldadura SMD. Elektor suministra el kit de montaje completo para el circuito de control, y así no surgen problemas del tipo ¿la gallina o el huevo? Es decir, para soldar los SMD en el circuito impreso es

absolutamente necesario un horno de refusión. Pero no lo tenemos listo, porque necesitamos este circuito para ello... etc. Ahora, gracias a este práctico kit de montaje desaparece el dilema.

### Trabajito fácil

El kit con el número de referencia 060234 está disponible en la tienda Elektor y contiene todas las piezas para montar la parte de control. Lo único que necesitaremos, además de eso, es un horno eléctrico barato que se puede comprar en cualquier comercio de electrodomésticos. Volvemos a especificar los requisitos que debe tener el horno. Se recomienda un modelo analógico sencillo, con un termostato mecánico y un reloj mecánico. Asimismo, la temperatura debe poder regularse como mínimo hasta 225 °C, aunque si es más, mejor.



# flow Control"

## eto kit de montaje



También es práctico que el horno sea lo más pequeño posible. Así, la temperatura del horno subirá más rápidamente. Generalmente, una potencia de alrededor de 1,5 kW es suficiente.

En realidad, al horno no hay que hacerle nada. Hay que cambiar el enchufe del cable de red eléctrica estándar por el enchufe hembra suministrado con el kit. El termopar del kit debe colocarse en el interior del horno.

### Ensamblado del kit

El kit de montaje del circuito "Reflow-Control" consta de un circuito impreso básico completamente montado, un circuito de control de visualización y una caja con panel frontal y trasero mecanizado. Además, naturalmente, todo el pequeño material necesario como el termopar, el fusible, los tornillos, tuercas, cables, zócalos, un inte-

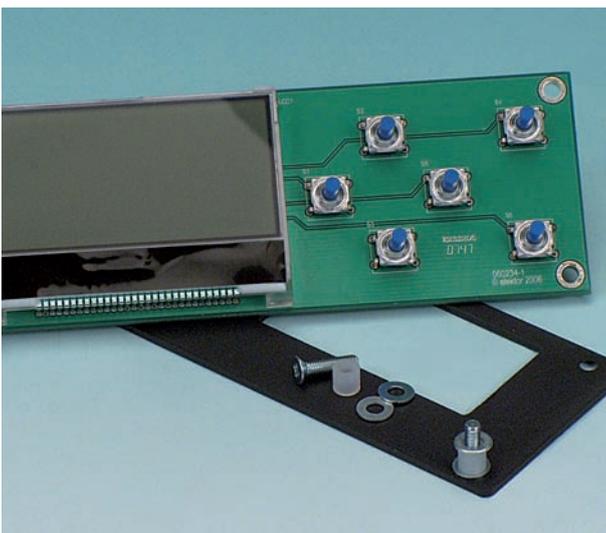
ruptor de red, euroconectores, un cable de conexión de red y todo lo necesario para completar el montaje.

Simplemente hay que montar los circuitos en la caja y hacer las conexiones con los elementos de la parte trasera de la caja.

Con el kit de montaje se entrega un sencillo manual que describe el proceso paso a paso de forma detallada. Incluso sin conocimientos previos de electrónica, es fácil realizar el montaje en una hora. Un manual de uso aparte describe la forma de conectar el "Reflow-Control" y su manejo. Además, este manual trata la calibración, la modificación del proceso de calentamiento y el secado de los componentes (curado) con el horno.

Con este kit de montaje se puede montar en un abrir y cerrar de ojos un horno SMD muy práctico. Un aparato especialmente útil que a partir de ahora seguramente usaremos más a menudo que el habitual soldador.

(071007)



# E-blocks:

## Interrupciones en Flowcode



### ¿Quién teme a las INT?

Por Sean King (Matrix Multimedia)

*Estimado director de Elektor — no estoy seguro de cual es el mejor uso de las interrupciones en la aplicación Flowcode, por lo que aprovecho y solicito una guía de uso. El programa Flowcode es una excelente y rápida manera de programar microcontroladores. Como las interrupciones son una parte importante del uso de un microcontrolador, me encuentro en que necesito algo de ayuda a la hora de trabajar con ellas. Estoy seguro que muchos usuarios de Flowcode también se beneficiarían de un artículo sobre este tema. Gracias de antemano por su respuesta.*

*David Rubio*

**Aquí lo tienes, David, esperamos que encuentres este artículo de gran utilidad.**

Sólo la mención de la palabra “interrupción” hace que muchos programadores novatos se estremezcan, se pongan nerviosos y digan que el uso de las interrupciones es “demasiado complicado para ellos” y que “pueden prescindir de ellas”. En realidad, los principios y el uso práctico de las interrupciones no son tan complicados. Esperamos que con este artículo podamos quitar parte de la mística que rodea a la programación con interrupciones y alentar a nuestros lectores a hacer uso de estas técnicas de programación realmente potente.

Se trata de un método de programación sencillo, utilizado para monitorizar múltiples eventos dentro de un programa, que reacciona de forma adecuada y cuyo trabajo consiste en comprobar constantemente la presencia de eventos y reaccionar a cada evento que se produce. Esta metodología se suele llamar como “Polling” (“Muestreo”). Su realización suele ser relativamente sencilla y normalmente, consta de un sencillo programa con un lazo principal donde están incluidas una serie de sentencias “IF” con sus subrutinas asociadas. Pero, a medida que el programa se hace más complejo, el uso de las subrutinas, que pueden incluir retardos y pruebas para eventos externos adicionales, hace que

sea más difícil garantizar la respuesta de un programa a un evento externo dentro del tiempo de respuesta que éste requiere. Como resumen a todo esto, el uso del “muestreo” se convierte en una herramienta ineficiente ya que cualquier prueba de fallo de un evento supone un amplio consumo de los recursos del sistema.

Para solucionar este problema, la circuitería interna de los microcontroladores está diseñada para permitir que los programadores puedan ejecutar subrutinas predefinidas a la llegada de un evento externo (o interno), de forma independiente a la ejecución del programa principal. Esto proporciona a las interrupciones dos grandes ventajas:

1. El programa principal no tiene por qué ocuparse de los eventos de las interrupciones, lo que simplifica la estructura del programa.
2. La respuesta a un evento de una interrupción será rápida.

## Por favor, ejemplos

### Una interrupción de una entrada digital externa

A modo de ejemplo, consideremos un sistema de alarma de robo doméstico: si se estuviese utilizando únicamente el modo "muestreo" el sistema de alarma no permitiría disparar una alarma mientras el usuario está introduciendo una clave de acceso para desbloquear el sistema: el programa estaría esperando a que el usuario introdujese la clave y no podría atender la rutina de disparo de alarma. Sin embargo, si la entrada del sensor está conectada a un terminal de interrupción, el programador podrá desarrollar un sistema donde las rutinas de disparo de alarma se puedan ejecutar independientemente de lo que el resto del programa esté haciendo.

### Interrupción de un temporizador interno

Un ejemplo de una interrupción generada de forma interna es el de una interrupción de un temporizador. Dentro de un microcontrolador, un bloque contador digital (formado por una cadena de biestables), está conectado al reloj principal del sistema. El bloque contador genera una señal de interrupción interna cada vez que el contador se desborda. El diseño del bloque contador se puede mejorar de manera que la duración efectiva del contador venga determinada por el contenido de una variable de un registro de memoria que está dentro del propio circuito integrado, lo que permite que el programador pueda determinar de modo efectivo la duración del contador. El conjunto de elementos electrónicos que forman este bloque digital y el registro de memoria se denomina habitualmente 'pre-escalador' y permite que los programadores puedan generar interrupciones cada 2, 4, 8, 16, 32, etc. conteos, dependiendo de la longitud del contador.

La interrupción del temporizador es increíblemente útil: si disponemos de un microcontrolador que trabaja con una frecuencia de cristal de 19.660.800 Hz y está equipado con un contador "pre-escalador" de 16 bits, puede producir una interrupción interna cada  $19660800/65536$ ; es decir, una interrupción 300 veces por segundo. Por lo tanto, lo único que tenemos que hacer es disponer de una pequeña rutina de tratamiento de la interrupción del temporizador, que cuente 300 de estas interrupciones y poder generar así, de manera precisa, un reloj que nos muestre el tiempo transcurrido en segundos.

En la práctica, existen muchas variantes de interrupciones digitales externas y de interrupciones de temporizadores: las interrupciones externas pueden ser activas a nivel bajo o a nivel alto, algunos microcontroladores disponen de interrupciones de temporizadores que pueden ser disparadas en un momento exacto que se puede contar, etc

### Otras interrupciones internas

La mayoría de los microcontroladores están dotados de una gran variedad de dispositivos periféricos. Cada dispositivo periférico contiene circuitos que han sido optimizados para realizar ciertas tareas que serían difíciles de realizar (por consumo de tiempo), o incluso imposibles para un microcontrolador sin ayuda, y que a la vez sean fiables. La mayoría de estos dispositivos tienen la particularidad de poder generar interrupciones cuando se ha producido un evento específico. He aquí algunos de estos ejemplos:

- UART, SPI, I<sup>2</sup>C: las interrupciones pueden ser disparadas cuando se recibe el dato o cuando se ha completado una transmisión.

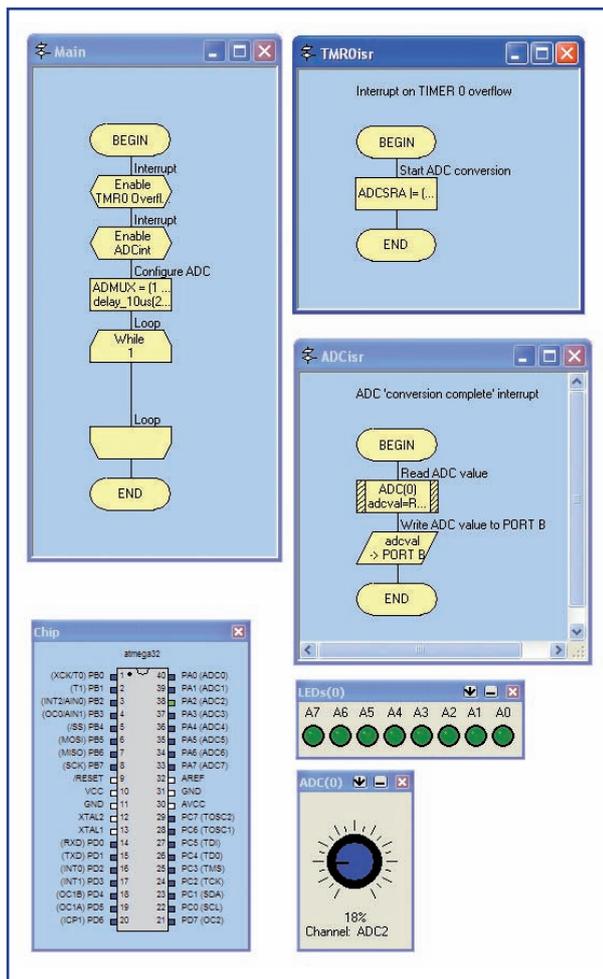


Figura 1. Un ejemplo práctico de un programa de control de interrupción.

- Conversor A/D: interrupción disparada cuando se ha completado la conversión A/D y se dispone de la muestra.
- Memoria EEPROM de datos: interrupción disparada cuando se ha completado la operación de escritura.
- Comparador: interrupción disparada cuando la entrada ha cambiado de su estado anterior.

### Llevándolo a la práctica

El programa ejemplo que podemos descargar desde la página web de Elektor (archivo # 071069-11.zip) muestra como un programa creado con Flowcode y escrito para el microcontrolador ATMEGA32, puede usar dos interrupciones para crear un registrador de datos analógico de alta velocidad. Sólo tenemos que descargarlo, descomprimirlo y abrirlo con Flowcode para el AVR.

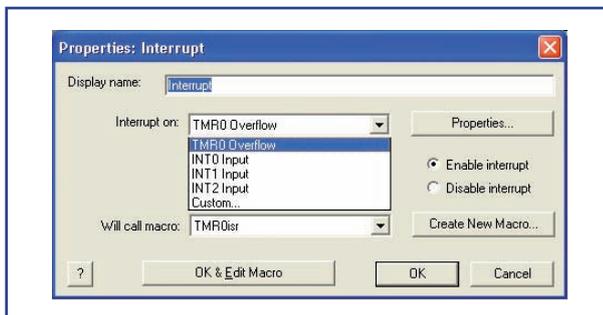


Figura 2. Propiedades del icono de la primera interrupción.

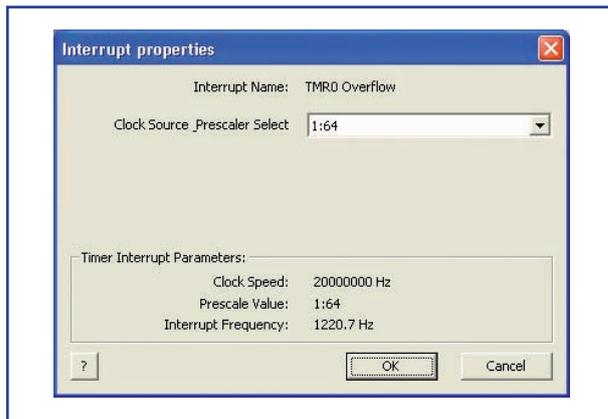


Figura 3. Propiedades de la interrupción del Temporizador 0.

**Para aquellos que sean más curiosos, aquí presentamos las fórmulas matemáticas de la Figura 3,**

donde el reloj es de 20 MHz. El pre-escaler es de 1:64; por lo que se trata de un contador formado por seis biestables, de donde obtenemos  $2^6 = 64$ . Sin embargo, el reloj pasa por un contador de 8 bits antes de que alcance el pre-escaler, con lo que el contador final es de 14 bits, es decir,  $2^{14} = 16384$ . Así pues, la frecuencia de interrupción de nuestro circuito es de  $20000000/16384 = 1.220,703$  Hz.

Cuando el microcontrolador arranca a funcionar, todas las interrupciones están deshabilitadas por defecto, por lo que la primera tarea que debe de realizar el programador es

la de activarlas. El diagrama de flujo "main" contiene una secuencia de tres íconos que nos permiten configurar el circuito integrado y dejarlo apto para nuestros propósitos.

La aplicación Flowcode se suministra con un bloque de funciones de interrupción. Dicho bloque se selecciona en la barra de herramientas vertical situada a la izquierda de la pantalla, pulsando sobre el pequeño rombo amarillo con las letras "INT" en su interior. Dicho bloque proporciona un soporte directo para la mayoría de las interrupciones más comunes. También dispone de una opción de interrupción personalizada que puede ser utilizada para configurar cada una de las interrupciones no soportadas, ofrecidas por el dispositivo de destino.

**El primer icono** configura la interrupción del temporizador. Al pulsar sobre dicho icono se nos abre la caja de diálogo que se muestra en la **Figura 2**.

En este caso nuestros lectores pueden ver que hemos seleccionado la interrupción de desbordamiento ("overflow") del temporizador TMR0 (TiMeR 0), de forma que esté habilitada y que cuando el temporizador 0 se desborde, se haga una llamada a la "macro" (o la subrutina) TMR0isr. Pulsando sobre el botón de "Properties" ("Propiedades") se nos presenta la pantalla de la **Figura 3** donde podemos ver que los parámetros de la interrupción de desbordamiento del temporizador 0 pueden ser seleccionados y/o modificados. En nuestro caso, la frecuencia de interrupción es de 1.200 Hz, lo que significa que la macro TMR0isr es llamada 1.200 veces cada segundo.

Así pues, la interrupción TMR0 ha sido configurada para generar una interrupción a una frecuencia de 1.220,7 Hz (819,2  $\mu$ s), ver **Figura 3**.

## Informaciones técnicas sobre 'INT'

Después de un encendido del dispositivo y pasado el proceso de reinicio, normalmente las interrupciones están deshabilitadas. El microcontrolador tiene varios niveles de control sobre las interrupciones. Se dispone de una "bandera" denominada GIE (Global Interrupt Enable, es decir, Interrupción Global Habilitada), en uno de los registros del sistema, para permitir que el sistema completo de interrupciones pueda ser habilitado o deshabilitado con una única instrucción. También se dispone de diferentes banderas de activación de interrupciones individuales (por ejemplo, TMR0IE), contenidas en varios registros del sistema, que permiten que cada interrupción pueda ser habilitada o deshabilitada de forma independiente.

Una interrupción solamente podrá ser generada cuando ambas banderas, la global y la individual, estén habilitadas. Cuando se genera una interrupción se activa una bandera en uno de los registros del sistema (por ejemplo, TMR0IF). Esta bandera puede ser utilizada para confirmar la presencia de la petición de interrupción y debe ser borrada antes de volver sobre el programa principal.

Existen varios requerimientos diferentes para borrar las banderas de interrupción que dependen del tipo de interrupción, la familia de dispositivos, etc. En estos casos tenemos que tomar como referencia lo que digan las hojas de características del dispositivo en cuestión.

### Funcionamiento de las Interrupciones

Cuando se ha detectado la condición de una interrupción activa, el microcontrolador finaliza la instrucción máquina que está ejecutando en ese momento, almacena en la pila la dirección de la siguiente instrucción a ser ejecutada en el pro-

grama principal y carga el contador de programa con una dirección alternativa, similar a como lo hace cuando se produce una llamada a una subrutina programada. La dirección cargada en el contador de programa se corresponde con la de un vector de interrupción. Lo que el microcontrolador espera encontrar en la dirección del vector de interrupción depende del tipo de dispositivo.

Supongamos que disponemos de dos dispositivos muy conocidos por nuestros lectores como son el PIC16F877A y el ATMEGA32.

El microcontrolador PIC dispone de un único vector de interrupción, por lo que espera encontrar una secuencia de instrucciones que comienzan en la dirección del vector. Una de las primeras tareas a realizar es la de identificar cual es la fuente potencial que ha generado la interrupción, antes de ramificar el tratamiento de la interrupción hacia el servicio de subrutina adecuado.

Por su parte, el microcontrolador ATMEGA32 dispone de un vector de interrupción independiente para cada fuente de interrupción. Esto implica que no es necesario identificar la fuente de interrupción con este dispositivo, por lo que el microcontrolador espera encontrar la dirección de la rutina del servicio correspondiente en la dirección del vector.

El resultado a la respuesta de una Petición de Interrupción activa (Interrupt ReQuest, o IRQ) es que el flujo del programa es separado del programa principal y dirigido hacia la Rutina de Servicio de Interrupciones (Interrupt Service Routine, o ISR) adecuada, que se encarga de realizar las tareas requeridas por los eventos de interrupción como borrar la interrupción, volver a establecer el sistema de interrupción (si fuese necesario), y volver el contador de programa a la siguiente instrucción a ejecutar dentro del programa principal.

En la casilla de selección 'Interrupt on' que se muestra en la **Figura 2** podemos ver que hay otras interrupciones disponibles, que son las siguientes:

- INT0: se genera dicha interrupción cuando se detecta una transición, seleccionada previamente, en el terminal INT0.
- INT1: se genera dicha interrupción cuando se detecta una transición, seleccionada previamente, en el terminal INT1.
- INT2: se genera dicha interrupción cuando se detecta una transición, seleccionada previamente, en el terminal INT2.

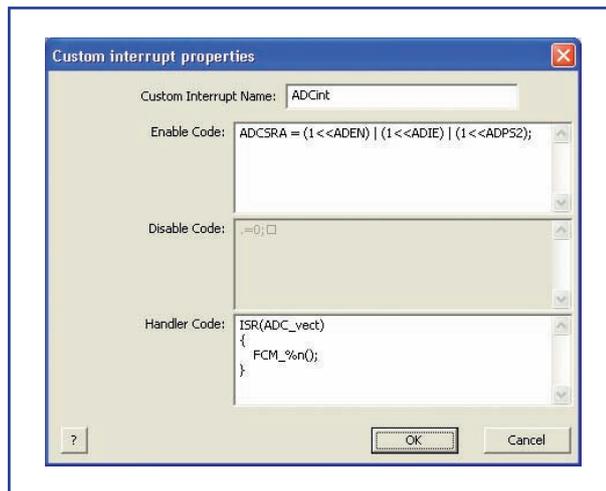
Si acabamos de empezar a trabajar con las interrupciones, el uso de los temporizadores y de las interrupciones INT será todo lo que haremos por el momento. Una vez que controlemos estas interrupciones es posible que deseemos aprender algo más sobre código en lenguaje C, ahondar en las hojas de características del microcontrolador y poder así aprovechar el uso de interrupciones más avanzadas, como las que siguen.

**El segundo icono** del diagrama de flujo configura una segunda interrupción para el circuito integrado Atmega: la interrupción "Conversion Complete" ("Conversión Completa") del Conversor A/D. Una vez que tenemos dicha interrupción dentro de nuestro diagrama de flujo, si pulsamos sobre el icono correspondiente y seleccionamos la opción 'Custom...' ("Personalización...") de la **Figura 2**, llegaremos a una nueva ventana de diálogo como la que se muestra en la **Figura 4**. Aquí ya necesitamos introducir el código en lenguaje C adecuado, el cual nos va a permitir habilitar la interrupción seleccionando el estado del registro ADCSRA (ADC Control and Status Register A, es decir, Control ADC y Estado del Registro A). A continuación, algo de código C adicional nos asegurará que se hace la llamada a la "macro" Flowcode seleccionada. El uso de este tipo de interrupciones requiere de algunos conocimientos sobre el propio funcionamiento interno del microcontrolador en cuestión, así como un poco de uso del lenguaje C.

**El tercer icono** del programa configura varias variables del propio programa. Una vez hecho esto, llegamos al lazo del programa principal. Como nuestros lectores pueden ver, se trata de un lazo 'loop while 1' el cual hace que el programa principal gire alrededor de un lazo sin fin. Lo curioso de este programa es que no hay ninguna instrucción en el lazo principal!

**La macro TMR0isr** es llamada cada vez que el temporizador 0 genera una interrupción. Esta macro contiene un único comando C e inicia la conversión A/D en el interior del microcontrolador Atmega. Debemos señalar que la macro Flowcode que trata la conversión hardware del conversor A/D no se utiliza en este ejemplo, ya que ello requiere una respuesta de la circuitería del conversor A/D interno del circuito integrado (curiosamente es suficiente con utilizar la técnica de „muestreo“), suspendiendo el funcionamiento del programa principal hasta que la conversión se ha completado, o hasta que ha transcurrido un cierto tiempo de "timeout".

**La macro ADCisr** es llamada cada vez que se genera una interrupción de "ADC Conversion Complete". En este caso, la macro lee el valor de la muestra ADC y saca el valor sobre el banco de diodos LED conectado en el puerto B.



**Figura 4.** El conversor A/D se completa con el código en lenguaje C.

## La vuelta al programa

El programa completo está controlado por interrupciones. La interrupción TMR0 genera interrupciones a una frecuencia de 1.200,7 Hz. La rutina del servicio de interrupción TMR0 (TMR0isr) comienza con la conversión A/D y cuando finaliza, vuelve al lazo del programa principal. La rutina del servicio de interrupción "ADC Conversion Complete" (ADCisr) lee el valor obtenido del conversor A/D y lo escribe sobre el puerto B antes de volver al lazo del programa principal. Casi cualquier programa podría ser escrito en lugar del lazo principal "While", sin que afecte al funcionamiento o temporización de la función de registro de datos. Por supuesto, no es necesario realizar un programa práctico, pero deseamos que esto haya ilustrado a nuestros lectores sobre el uso de interrupciones sencillas con temporizadores, así como haber dado un ejemplo de un servicio de interrupción más complejo y una idea de cómo debe ser configurado.

## Problemas en las interrupciones

Es importante que las rutinas de servicio de interrupción se ejecuten lo más rápidamente posible. La mayoría de ellas harán una pequeña transferencia de datos, actualizarán una variable o dispararán otro evento. Los bucles en los programas, las llamadas a las macro y los cálculos complejos deben ser evitados. Los retardos que conlleva la escritura de datos sobre una pantalla LCD podrían provocar problemas en una aplicación que trabaje con multi-interrupciones. En este caso, la rutina de servicio de interrupciones debe transferir cualquier dato necesario a una zona prevista para ello y crear un indicador (puntero) que el programa principal pueda utilizar para detectar que una interrupción ha solicitado el servicio y que requiere una acción adicional.

El hecho de que los tiempos de respuesta de las interrupciones afecten a las instrucciones de código máquina individual, pueden producir ciertos problemas si se produce una interrupción mientras se está tratando una operación con multi-instrucciones, especialmente si la rutina de servicio de interrupciones modifica una variable que está dentro del proceso que está siendo utilizado por el programa principal. Existen muchas técnicas para evitar estos problemas, pero el hablar de ellas justificaría la presencia de otro artículo completo.

(071069-1)

# Sistema de desarrollo EasyPIC5 de MikroElektronika

Por Jan Buiting

**Además de Belgrado existe una vasta línea de herramientas de desarrollo para microcontroladores y diversas utilidades relacionadas, que seguro que harán que los estudiantes y aquellos que desean trabajar con microcontroladores, además de otros principiantes, irebusquen en sus carteras, ahorros o presupuestos ante precios tan atractivos! Vamos a examinar el EasyPIC5, uno de los buques insignia en kits de desarrollo MikroElektronika.**

Muchas lunas atrás, los sistemas de desarrollo para microcontroladores solamente eran suministrados por... los fabricantes de los dispositivos correspondientes. Por desgracia, estos "kits" de desarrollo eran caros o muy difíciles de conseguir si uno no era un periodista/crítico de prensa o un director de una empresa que gestiona el trabajo de 20 personas o más del departamento de diseño de producto. Por otro

lado, en sus primeros días, los kits para dispositivos específicos de los distintos fabricantes, aunque eran comprensibles y con contenidos técnicamente interesantes, creaban un sentimiento de inquietud y preocupación de estar de nuevo encadenados al fabricante de los microcontroladores para obtener soporte técnico y ampliaciones en los circuitos (a todos los suena la frase "seguro, eso se puede ha-

cer con nuestro producto xyz, le paso con nuestro departamento de ventas..."). Hoy día todo esto ha cambiado mucho y cualquiera con un objetivo razonablemente definido para el desarrollo de un circuito para su producto, o con un interés educacional, debe ser capaz de comprar sistemas de desarrollo para microcontroladores que estén basados en proporcionar una buena experiencia inicial.



Aunque los precios han bajado en general, la unión con el fabricante de los dispositivos parece inevitable. ¿O no?

## Desembalado

La caja de EasyPIC5 es compacta a la vez que fuerte y, por lo general, presenta un buen empaquetado de acuerdo a la normativa. La tarjeta, que mide 25 × 21 cms y tiene esquinas redondeadas, me sorprendió por su extremada solidez (con sus 3 mm de espesor). Contiene una gran cantidad de referencias en la serigrafía de la cara de componentes y, sorprendentemente en los días que corren, sin componentes SMD, a excepción del regulador de tensión. El acabado general de la placa es estupendo, sin hilos soldados a mano ni pistas cortadas en la PCB que indiquen algún tipo de error en el diseño. Es una pena que algunos de los puentes de configuración queden semiocultos cuando se instala la pantalla gráfica LCD (GLCD) sobre la placa.

La placa que hemos probado se suministra con una pantalla LCD de 2×16 caracteres y un sensor de temperatura, un DS1820, en un empaquetado independiente. Este elemento adicional tiene un coste extra de 10 €. La casa

MikroElektronika vende también una serie de elementos adicionales para la placa, que incluyen un panel táctil y una pantalla gráfica LCD de 128×64 píxeles con unos precios de 16 € y 5 € respectivamente, estos elementos son un buen valor añadido y es bastante lógico el hacer su pedido al mismo tiempo que el EasyPIC5. Otros elementos añadidos son una unidad de bus CAN, SmartMP3, RS485, Ethernet e IrDA. Una prestación muy interesante de este paquete, incorporada en la placa, es la denominada MikroLCD. Este depurador "in-circuit" nos permite monitorizar (en nuestro PC) el estado de todos los registros dentro del micro mientras está ejecutando el código objeto. El programa asociado que corre sobre el ordenador, denominado PICFlash2, es gratuito y se suministra en un CD.

Además del Manual de Usuario del EasyPIC5, la caja también contiene una copia impresa de la documentación sobre las utilidades PICFlash2 y mikroLCD (algo difícil de encontrar hoy día donde prevalecen los CD-ROMs e Internet). Todos los temas impresos son brillantes, están ilustrados con abundancia y realizan una presentación y uso de los colores excelente, desde el folleto "Quick Start" (Inicio Rápido) hasta la impresión sobre el CD-ROM.

## Vista general de EasyPIC5

A pesar de lo que se dice en favor de los dispositivos de la competencia, los microcontroladores PIC de la casa Microchip tienen una posición dominante en términos de aceptación, no solamente entre los aficionados y estudiantes, sino también en los profesionales y en la industria de los equipos embebidos. En el corazón de la placa EasyPIC5 se sitúa un PIC16F877 en su encapsulado DIP de 40 terminales. Sin embargo, podemos desmontarlo de la placa gracias a su zócalo DIP40. La placa también dispone de zócalos DIP20, DIP18, DIP14 y DIP8 para poder trabajar con microcontroladores PIC de esos terminales. La documentación de la EasyPIC5 nos dice cuál es el adecuado.

Las E/S inteligentes del PIC están totalmente accesibles con todos sus puertos unidos, no solamente a los conectores y conmutadores DIP, sino también a un conjunto de diodos LED que permite una

---

**Con un precio de 129 \$ (unos 80 €, más gastos de envío y opciones) y con el dólar por los suelos en el momento de escribir este artículo, el EasyPIC5 es una oferta muy interesante.**

---

fácil visualización de los estados lógicos que varían en función de lo que ordena nuestro programa (¡incluso cuando cometemos errores!). Las entradas de los puertos digitales son fáciles de simular por medio de los 36 pulsadores etiquetados con el nombre de la línea del puerto. El mundo analógico tampoco se ha olvidado, por medio de los terminales RA0-RA5 del PIC, colocados sobre los conectores "pinheader" y con dos potenciómetros sobre la placa para simular niveles analógicos discretos comprendidos entre 0 V y 5 V.

Para una conectividad de más alto nivel, la placa dispone de puertos RS232, PS/2, USB y de una pantalla visualizadora de 4 dígitos de 7 segmentos, sin olvidar el puerto USB incluido en el MikroLCD, por supuesto.

Los aficionados a la circuitería que quieren conocer el esquema eléctrico completo y la distribución de pistas de la placa del EasyPIC5, pueden encontrar dicha información en el CD que se suministra con el kit.

## Pros y Contras

Mi única crítica del kit EasyPIC5 en sí mismo es que la pantalla LCD de 2x16 y el sensor DS1820 deberían haber sido in-

cluidos en el paquete total en lugar de ser suministrados como una opción, con un precio adicional de 10 €. Estas opciones añadidas están pensadas para realizar un comienzo rápido para usuarios principiantes como yo mismo. Cogí el proyecto del sensor de temperatura DS1820 como mi primer intento para utilizar la placa. El resultado fue que todo lo preparé fácilmente y estuvo funcionando en menos de media hora, incluyendo un pequeño experimento con la utilidad MikroLCD.

El kit y las herramientas de programación suministradas cumplieron su objetivo de liberar la mente del trabajo de los "intrínquilos" de la circuitería y poder centrarme sobre la programación y comprender y optimizar (en ese orden) el código generado para el PIC. Por ejemplo, utilizando MikroBasic no tuve prácticamente ningún problema en programar tres niveles de temperatura a los que se activaban diferentes líneas de salida del PIC. Cuando conseguí cogerle el truco y

estaba agradablemente depurando un sistema de indicación asociado que utilizaba la pantalla LED de 7 segmentos, se me dijo que parase y acabase el artículo para esta revista.

Con un precio de 129 \$ (unos 80 €,

más gastos de envío y opciones) y con el dólar por los suelos en el momento de escribir este artículo, el EasyPIC5 es una oferta muy interesante. Dispone de una amplia red de distribución así como un buen servicio de soporte, ambos directamente de la casa MikroElektronika. Además, en sus foros podemos encontrar usuarios con grandes conocimientos que nos pueden ayudar y donde los usuarios críticos no son rechazados, al mismo tiempo que podemos encontrar las últimas actualizaciones. Los puntos más destacados a mencionar son los manuales producidos cuidadosamente, el no uso de componentes SMD, el amplio rango de placas y elementos de expansión de bajo coste y una cuidadosa selección de ejemplos para el usuario. Los usuarios también apreciarán las versiones de demostración de MikroC, MikroPascal y MikroBasic que se entregan con el CD del Kit. Las claves del registro para estos compiladores se pueden obtener directamente de la página web de MikroElektronika.

(071070-1)

## Enlaces en la web

**MikroElektronika:** [www.mikroe.com](http://www.mikroe.com)

# Luz de ordenador de vivos colores

## Controlar una lámpara Living Colors a través de USB

Por Jeroen Domburg

**Hoy en día vivimos en un entorno lleno de color. Todo es en color: la tv, los carteles publicitarios, las pantallas de móvil y los LED. Philips aporta una dimensión adicional con su Ambilight, Wake-up Light y la lámpara Living Colors. Con ésta última hemos estado trabajando en este**

**laboratorio. Su control inalámbrico ofrece interesantes posibilidades una vez "pirateado" el protocolo...**



En el reciente número de febrero, en la redacción desmontamos una lámpara Living Colors de Philips. En este artículo nos volvemos a poner manos a la obra. Uno de los inconvenientes de la lámpara es precisamente que sólo se puede controlar con el mando a distancia suministrado. Divertido si sólo se quiere usar como lámpara de pie transformada, pero controlarla desde un PC ofrece muchas más posibilidades. Por ejemplo,

se puede iluminar la habitación de rojo si llega correo, se puede hacer que la pared muestre los mismos colores que la película que estamos viendo, o iluminar la habitación a la hora de levantarse, etc.

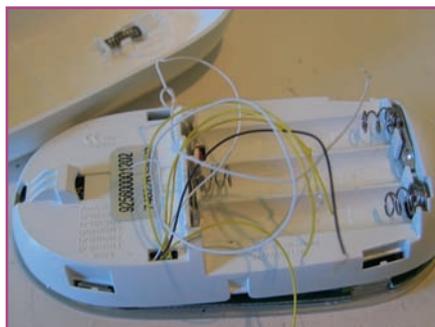
### Colores vivos

Para los que se perdieron el citado artículo anterior: una lámpara Living Co-

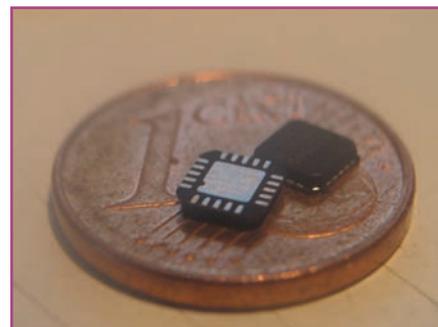
lors es un aparato de Philips que puede iluminar la habitación en prácticamente cualquier color deseado con varios LED de colores intensos. De esta manera, podemos crear o intensificar un ambiente. La lámpara Living Colors consta de la lámpara en sí y de un mando a distancia. Ambos están conectados por un CC2500, un pequeño chip de Texas Instruments que puede enviar datos a más de 2,4 GHz.



En el mando a distancia encontramos dos tarjetas de circuito impreso que están unidas a través de un cable plano.



Así averiguamos el protocolo. Quizá no lo parezca, pero al margen de los cables, el mando a distancia todavía está totalmente intacto.



El tan importante chip CC2500. Por desgracia, no lo hacen más grande...

Para poder controlar la lámpara, primero tenemos que saber cómo se envían los datos. Medir esto sin abrir el aparato, es complicado. En primer lugar, el CC2500 tiene varios métodos de envío de datos (MSK, FSK, OOK, con o sin data whitening, código manchester, etc.) de manera que resulta una tarea bastante complicada obtener la información enviada realmente a partir los datos mandados. En segundo lugar, el autor, a diferencia del personal de alta frecuencia de la redacción, no disponía de aparatos de medición adecuados, algo que es bastante crucial para esta tarea. Así que hubo que descifrar la información de otra forma...

### Intercepción

Si consultamos la hoja de datos del CC2500, vemos que este chip recibe los datos del procesador central a través de una conexión en serie de 4 cables, y opcionalmente con dos cables más para obtener las indicaciones de estado. Si pudiéramos interceptar el tráfico de este bus de 4 cables, entonces sabríamos bastante más acerca de lo que se envía.

Aunque hay dos CC2500, uno en el mando a distancia y otro en la propia lámpara, decidimos interceptar sólo el que está en el transmisor. El motivo de esta elección es menos filosófico de lo que se podría pensar: no se podía abrir la lámpara sin dañarla, y la apertura del mando a distancia es mucho más sencilla. El mando a distancia consta de dos tarjetas de circuito impreso. La tarjeta para los "botones" sensibles al tacto con su controlador, un QT1106, está unida con un cable plano a una tarjeta de circuito impreso principal más pequeña, que contiene un procesador MSP430 y el CC2500.

Interceptar el bus es complicado, pero con la ayuda de un cable fino y un poco

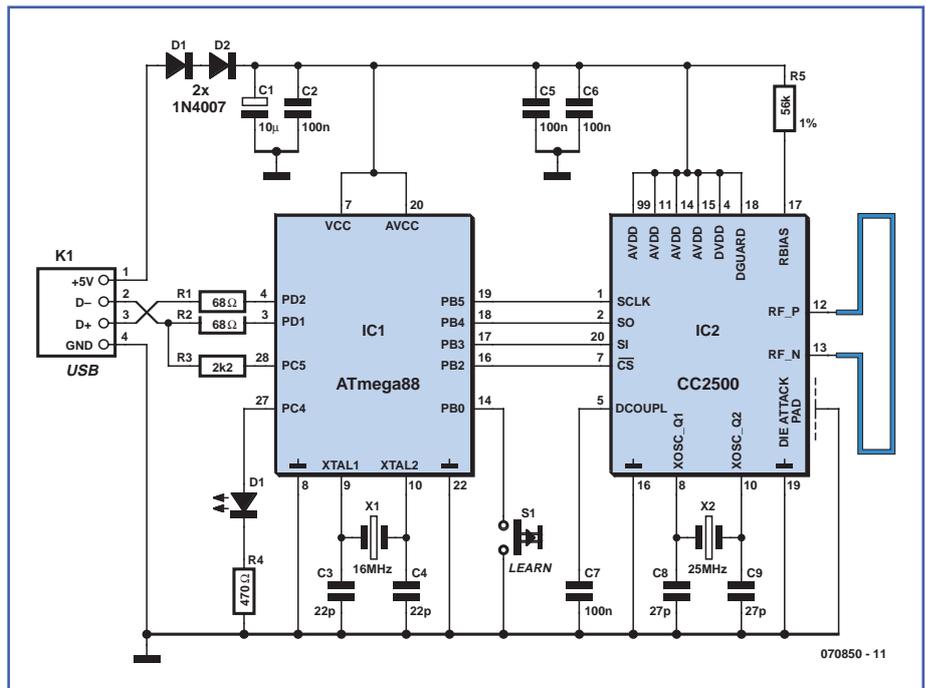


Figura 1. Más fácil imposible: el direccionamiento del CC2500 se hace con un ATmega88 a través de USB.

de pegamento de contacto, finalmente es posible montar una derivación mecánica resistente.

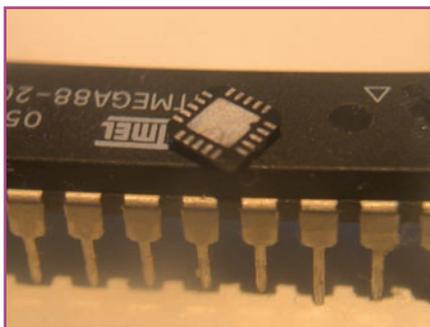
Como la interpretación del protocolo con sólo un receptor es más difícil, utilizamos un CAV de hardware para "pillarlo" bien. A continuación, este CAV envía la señal interceptada por un puerto de serie al PC, donde se puede empezar con su descodificación.

Al pulsar un par de botones del mando a distancia, vemos inmediatamente que el protocolo es más complicado de lo que nos habíamos figurado en primera instancia. Al poner en marcha el mando a distancia, se inicializa el CC2500 con datos sobre la frecuencia, el tipo de modulación y la velocidad de datos. Luego, la comunicación se realiza en base a paquetes. Se carga un pa-

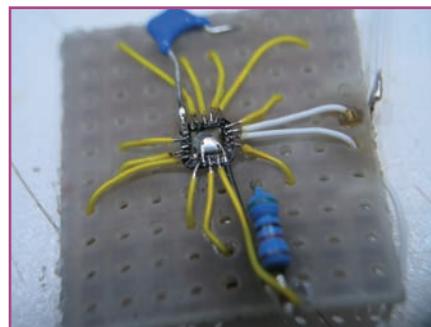
quete en el CC2500 y el chip lo transmite por RF. La recepción se hace de la misma manera. El CC2500 se pone en modo de recepción y en cuanto entra un paquete, se activa un determinado pin y el paquete se puede leer con el microcontrolador.

### Distribución de datos

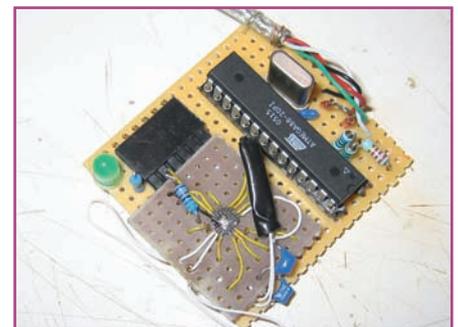
Los paquetes constan de varios campos. En primer lugar, resulta que tanto el mando a distancia como la lámpara tienen ambos una dirección, probablemente única. Por lo tanto, los paquetes para, por ejemplo, escoger el color, empiezan con la dirección de la lámpara correspondiente seguida de una orden. Las órdenes siguen los botones del mando a distancia. Entre otras, hay una or-



En relación con el ATmega88, es realmente bastante "mega".



El "tamaño" no hace imposible soldar. Con una mano firme, una lupa y un hilo fino, se llega lejos.



Y así se instala el transmisor en el circuito impreso del USB. Esto con cinta aislante alrededor es un SMD de cristal de 16MHz.



Como se puede ver, la interpretación de colores de las lámparas Living Colors varía un poco. Por suerte, esto se puede compensar.

den para encender la lámpara, una para elegir el color y una para poner la lámpara en modo demo.

La orden va seguida de un número de secuencia. Es una cifra que asciende un número tras cada orden. Entonces, si se envía una respuesta desde la lámpara, se devuelve el mismo número de secuencia y el mando a distancia puede averiguar de qué orden procede la respuesta enviada.

Tras el byte de secuencia, la cosa se pone más interesante. Pues vienen tres bytes para la información de color. El hecho de que se envíe información de color, es en cierto modo excepcional. Un mando a distancia común indica únicamente qué botón se pulsa. Sin embargo, la elección de mantener el color seleccionado en el mando a distancia es muy comprensible. De esta forma, Philips se asegura de que, en caso de que se controlen varias lámparas con un solo mando a distancia, todas tengan el mismo color. Para nuestro objetivo esto también es muy práctico: es más fácil enviar directamente el color deseado, que estimular todo tipo de botones.

Para enviar el color, Philips optó por usar un sistema HSV. Hue (matiz) indica el color, Saturation (saturación) la intensidad de dicho color y Value (valor) indica cuanta luz debe emitir en total la lámpara. Al dar la orden correcta con determinados valores HSV, se puede establecer directamente el color correcto. Y como la conexión inalámbrica funciona a una velocidad de 500 Kbaudios, esto también va bastante rápido.

### Control

De acuerdo, tenemos el protocolo, tenemos los datos de inicialización y sabemos cómo debemos dar determinados colores a la lámpara. ¿Y qué hacemos con todo esto? El autor decidió que una función tipo ambilight era algo bastante divertido de hacer. Así que el plan era montar un aparatito que a través de un USB se conectara al PC y de este modo



se pudieran controlar varias lámparas. Para el control podemos usar software ya escrito: en internet hay una comunidad de usuarios que hacen su propio clon de ambilight controlado por PC. De ahí obtuvimos varios elementos de software Linux y Windows que son útiles para este proyecto. El protocolo más usual en este software es el protocolo Momolight, que en realidad no contiene más que valores RGB que se envían para tres fuentes de luz distintas hacia un puerto de serie.

Para que sea compatible con este software, necesitamos unas cuantas cosas. En primer lugar, tenemos que emular un puerto serie en el bus USB y en segundo lugar tenemos que convertir los datos RGB entrantes en los datos HSV que esperan las lámparas.

Por primera vez, existen algunas soluciones llave en mano: muchas empresas hacen IC convertidores de USB a RS232 que se pueden colocar en el bus. Sin embargo, para este proyecto se eligió otro planteamiento. Así, el corazón del circuito consta de un ATmega88 que se conecta directamente al puerto USB. Sin embargo, si miramos la hoja de datos del CAV, en ningún sitio se menciona que se trate de un soporte USB de hardware. ¿Cómo funciona entonces?

La solución se esconde en un truco: mediante una programación inteligente, los CAV pueden "imitar" con software un aparato USB de baja velocidad. Para ello existen incluso archivos especiales [1]. En torno a estos archivos se han hecho muchos proyectos: programadores USB, bootloaders o circuitos de control de visualización, por citar algunos. Uno de estos proyectos se llama AVR-CDC y tiene como objetivo implementar un USB a un convertidor serie en software. ¡Precisamente lo que nosotros necesitamos! La licencia del software es de GPL, lo cual significa que si se construye un aparato con él, también hay que dar el código fuente. Esto no es un problema para este proyecto.

El convertidor de RGB a HSV también se puede coger de internet. Existen varias soluciones en distintos sitios, pero a menudo están basadas en coma flotante, lo cual significa que el CAV, ya bastante cargado, debe hacer aún más. Tras



buscar mucho, por suerte encontramos una versión íntegra, que necesita menos pasos de reloj. Este software tiene una licencia MIT, que tras más búsquedas, parece que es compatible con GPL. Tras una acción de copiar y pegar, por tanto ya nos hemos hecho con la mitad del código.

Sólo queda direccionar el código en el chip inalámbrico. Como este chip tiene una hoja de datos clara, y tenemos un buen ejemplo con los datos interceptados del mando a distancia, tampoco es un aspecto muy importante.

### Hardware

Como hemos solucionado varias cosas mediante el software, nos queda un esquema poco complicado (figura 1). En la parte izquierda se ve la conexión USB, que se conecta al CAV con un par de resistencias, necesarias según la especificación de USB. Para el CC2500 y las líneas de datos USB es necesaria una tensión de alimentación de 3,3 a 3,6 V. Esto se puede derivar de forma sencilla de los 5 V del conector USB. Se colocan dos diodos en serie con estos 5 V y la tensión baja a unos 3,5 V.

En el lado derecho del esquema se ve el CC2500, con una configuración que casi se ha cogido directamente de la hoja de datos. El bucle entre RP\_P y RP\_N es la antena. Aunque hay unas medidas bastante específicas para esta antena en la hoja de datos, es suficiente con un cable de unos 11 cm, doblado en la forma indicada, que en la práctica y por la corta distancia también es excelente.

El esquema parece bastante simple, pero el montaje del circuito es más complicado de lo que parece. El chip CC2500



Y el resultado final: las lámparas Living Colors



que gestionará la necesaria comunicación RF, solo se puede obtener en formato QFN. ¿Cómo solucionamos esto siendo aficionados y sin un costoso taller SMD?

Naturalmente se pueden adquirir tarjetas de circuito impreso de desarrollo, pero a menudo son bastante caras y seguro que las variantes para QFN no se encuentran en todas las tiendas. El autor, por tanto, optó por el método "dead bug": el chip se pega con una gota de pegamento de contacto bocabajo en un trozo de circuito impreso de experimentación, y luego se hacen las conexiones con cables finos en pads de la tarjeta de circuito impreso de experimentación. Este tipo de cables se vende con el nombre de cable Kynar o Wirewrap (grapiñado), pero una alternativa más barata es desmontar un cable IDE de 80 hilos; los cables individuales son más o menos del mismo grosor.

Cuando el módulo con el C2500 está listo, el resto es fácil de hacer. Prácticamente todos los componentes son de montaje convencional. Finalmente, el resultado de un trabajo bien hecho es un pequeño circuito impreso del tamaño de una caja de cerillas, con sólo el conector USB como conexión.

## Problemas de compatibilidad

Queda aún enchufarlo y probarlo todo. Las primeras pruebas parecen funcionar bien, pero algunos colores no se parecen nada a los colores de la pantalla. ¿Por qué? Una prueba rápida con un programa que puede generar colores HSV, indica que la conversión de HSV a RGB en las lámparas no se hace en ab-



usada como clon de Ambilight.

soluta según el estándar oficial. Aunque la saturación y el valor están bien, existe una cierta no linealidad en la curva de "hue". Por suerte, se puede hacer algo al respecto. Tras observar un poco las diferencias de color, se puede elaborar una tabla de conversión que puede transformar los "auténticos" valores "hue" en los valores equivalentes de Living Colors. La tabla no es realmente la solución ideal, pero si al mirar una película las diferencias de color saltan a la vista, podríamos preguntarnos si esta película merece el esfuerzo...

Como no es muy probable que otras lámparas tengan las mismas direcciones que la que usa nuestra lámpara, se ha establecido una rutina de lectura en el CAV. Funciona de la siguiente manera. Primero hay que asegurarse de que todas las lámparas que se controlan con el aparato respondan a una única orden del mando a distancia. Para "añadir" una lámpara a un mando a distancia, hay que mantener el mando a distancia con el logo Philips en la parte delantera y pulsar el botón "1" del mando. Esto hay que hacerlo para todas las lámparas y una vez terminado, todas las lámparas responderán al mando a distancia.

Cuando el mando a distancia reconoce todas las lámparas, es posible traspasar las direcciones al CAV: Se pulsa S1 y se mantiene pulsado el botón "0" del mando a distancia hasta que se apaga el LED (D1) del circuito impreso. ¿Qué ocurre entonces? El mando a distancia intenta apagar todas las lámparas dando a cada lámpara la orden de "apagado". El CAV también escucha la línea y almacena cada dirección que pasa. Estas direcciones se transfieren a la EEPROM. Las direcciones leídas una vez, permanecen en el CAV hasta que se introducen otras pulsando el botón "learn". De este modo, las direcciones también se conservan si hay una caída de la tensión.

## Últimos flecos

¿Pero cómo funciona el conjunto en el PC? Como ya hemos dicho, el CAV se presenta como un puerto de serie por medio del llamado protocolo MomoLight. Esto significa que cada programa

que soporta este protocolo, puede direccionar las lámparas Living Colors. Hay algunos ejemplos, así como el firmware para el Atmel, en el sitio del autor [2] y en la página de proyectos de Elektor.

Para los programadores que quieran escribir su propio software: el protocolo MoMoLight puede controlar como máximo tres fuentes de luz RGB. Para dar a las lámparas un color determinado, el puerto serie emulado debe estar abierto con una velocidad de transmisión de datos de 4800, sin bit de paridad y 8 bits de datos. Los valores RGB de las lámparas pueden enviarse seguidamente en 9 bytes en el orden R1, R2, R3, G1, G2, G3, B1, B2, B3.

Una última observación: el autor se dio cuenta de que el software de la pila USB no es tan compatible con todos los ordenadores como se pretende. Si surgieran problemas con un PC determinado, se puede probar conectando el dispositivo a través de un hub USB2.0. En el primer caso, también hay una versión serie disponible en el sitio del autor.

(070850)

## Enlaces:

[1]: [www.obdev.at/products/avrusb/index.html](http://www.obdev.at/products/avrusb/index.html)

[2]: <http://meuk.spriteserver.nl/projects/livcol>

## Acerca del autor:

Jeroen Domburg estudia electrotécnica en la Saxion Hogeschool de Enschede. Es un aficionado entusiasta, que se interesa por los microcontroladores, la electrónica y los ordenadores.

En esta sección nos muestra sus propias construcciones, modificaciones y otros circuitos interesantes, que no tienen por qué ser forzosamente útiles. La mayoría no recibirían un premio de belleza, y la seguridad a veces no se toma al pie de la letra. Pero tampoco es el objetivo del autor. Mientras el circuito haga lo que se pretendía que hiciera, está bien.

¡En todo caso, los lectores están avisados!

## El nuevo Fluke Networks Workgroup Analyzer funciona como un técnico en redes virtuales, 24x7, para la realización de análisis en profundidad en cualquier punto

El Analyzer permanente ofrece una mayor visibilidad en el núcleo y en los sitios remotos y agiliza la identificación y la resolución de problemas

**Fluke Networks**, proveedor de soluciones innovadoras Network SuperVision Solutions™ para la comprobación, supervisión y análisis de redes corporativas y de telecomunicaciones, ha presentado hoy el nuevo OptiView Series III Workgroup Analyzer. Este nuevo Workgroup Analyzer es una solución permanente que identifica todos los dispositivos, aplicaciones y conexiones en la red, con lo que los usuarios lo tienen fácil a la hora de detectar rápidamente problemas de rendimiento, identificar la causa y solucionar el problema.

“La gestión y supervisión completa de la red es fundamental para empresas que operan empresas distribuidas,” afirma Robin Gareiss, vicepresidente ejecutivo de Nemertes Research. “Sus plantillas de TI no están aumentando suficientemente rápido como para gestionar el número cada vez mayor de

oficinas remotas, que incorporan empleados que dependen de una red rápida y fiable para proporcionar datos y aplicaciones. Las herramientas que permiten a la plantilla de IT central realizar inventarios, supervisar, gestionar y resolver problemas en oficinas remotas se están convirtiendo en productos indispensables.”

Workgroup Analyzer trata el problema de mantener el rendimiento de la red aunque las nuevas tecnologías y servicios requieran cambios de infraestructura en la oficina central y en las remotas. Al ofrecer flexibilidad en el análisis y solución de problemas de redes, Workgroup Analyzer ayuda a los administradores de la red a mantener el rendimiento en entornos cambiantes.

### Los múltiples modelos de uso aportan flexibilidad a los requisitos de gestión

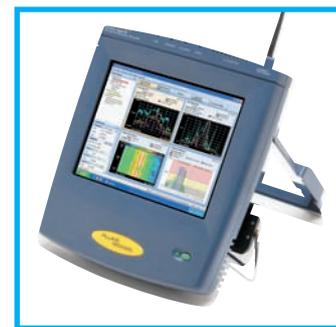
Varios usuarios pueden acceder a Workgroup Analyzer a la vez si están ubicados de forma centralizada. Esto proporciona datos de rendimiento a un mayor número de personas que

otras herramientas de supervisión y ayuda a resolver problemas rápidamente. El dispositivo funciona también junto con el OptiView Integrated Network Analyzer portátil de Fluke Networks. Las dos unidades juntas pueden realizar pruebas de rendimiento entre una oficina central y las sucursales.

Asimismo, Workgroup Analyzer puede actuar como “técnico en redes virtuales”. Enviando una unidad a las oficinas remotas y analizando los datos de forma centralizada, las empresas pueden ahorrar el tiempo y dinero que invertirían en enviar a un experto para solucionar el lugar del problema. Esto resulta ventajoso en situaciones en las que el personal local carece de conocimientos o herramientas para solucionar los problemas por sí mismo.

### Documentación de red fácil y rápida

El nuevo Workgroup Analyzer de Fluke Networks es compatible con OptiView Reporter Software. Este paquete de análisis utiliza datos recopilados por Workgroup Analyzer para elabo-



borar informes, analizar las tendencias y notificar eventos. Los datos de Workgroup Analyzer se pueden integrar también en el software de creación de diagramas Microsoft Office Visio para elaborar de forma automática mapas de red que muestren los enlaces entre los servidores, switches, routers y hosts.

### Disponibilidad de los productos

El nuevo OptiView Workgroup Analyzer está disponible de manera inmediata a través de los canales de venta de Fluke Networks en todo el mundo. También están disponibles OptiView Reporter Software y OptiView Integrated Network Analyzer.

### Para más información:

**Fluke Networks**  
**Tel: +34 914140113.**  
**Web: [www.flukenetworks.com](http://www.flukenetworks.com)**

## Sistema de comunicaciones para controles remotos en entornos domésticos e industriales

**Atmel® Corporation**, empresa representada en España por **Anatronic, S.A.**, anuncia la disponibilidad de su familia ATA8x0x de receptor / transmisor en formato UHF ASK/FSK para dispositivos de control remoto en entornos domésticos y sistemas industriales, así como aplicaciones de alarma y telemetría, medición de energía y sistemas de etiquetas por radiofrecuencia (RFID).

Los IC receptores ATA8201 (313 – 317 MHz) y ATA8202 (433 – 435 MHz) se convierten en la

opción ideal para sistemas RF industriales sensibles al coste con requerimientos de bajo consumo de potencia, mientras que los IC transmisores PLL ATA8401 (310 – 350 MHz), ATA8402 (423 – 439 MHz) y ATA8403 (868 – 928 MHz) han sido diseñados para sistemas RF en aplicaciones domésticas e industriales con ratios de datos de hasta 50 kBaud (ASK) y 32 kBaud (FSK). Cada circuito integrado incluye un filtro de FI, un regulador de bajo ruido de fase, PLL y filtro de bucle, eliminando así la ne-



cesidad de un excesivo número de componentes externos. Este sistema de comunicaciones, que está siendo homologado para operar en el mercado de la automoción, presenta una excelente inmunidad al ruido y tiene un rango de temperatura de -40 a +85 °C.

### Para más información:

**Anatronic S.A.**  
**Tel: +34 913660159**  
**Fax: +34 913655095**  
**E-Mail: [info@anatronic.com](mailto:info@anatronic.com)**  
**Web: <http://anatronic.com>**

## Localizador visual de fallos (VFL) rugerizado

**C3, Cables y Componentes para Comunicaciones, S.L.**, nueva empresa del Grupo COFITEL, presenta el nuevo localizador visual de fallos (VFL) FFL-100 de **Westover Scientific**, una herramienta resistente y reducida que ha sido diseñada para localizar daños o eventos como curvaturas y roturas en cables de fibra óptica al inyectar una señal visible directamente en el núcleo. Por lo tanto, cualquier tramo del cable que supere el radio de curvatura máximo o pre-

sente cualquier tipo de deterioro mostrará un color rojo que permite a los técnicos localizar el problema de una forma rápida y sencilla. El FFL-100 está totalmente ensamblado con un interface de 2.5 mm para comprobar conectores SC, FC y ST. Cada VFL también incluye un estuche de transporte, dos pilas AA para dotar de una operación continua de más de ochenta horas y un adaptador de 1.25 mm para uso con conectores de pequeño formato (LC y MU).

Este nuevo VFL posee un láser clase 2 de 650 nm con una potencia de salida máxima de 1.0 mW para un rango de hasta 4 km con cables monomodo.

**Para más información:**  
**Cables y Componentes para Comunicaciones, S.L.**  
**Tel: +34 916200944**  
**Fax: +34 916201117**  
**Email: info@c3comunicaciones.es**  
**Web: www.c3comunicaciones.es**



## Cebek presenta I-57, un secuencial modulable ampliable hasta 256 salidas

Con avance manual o automático y con ajuste independiente para tiempos de conexión y desconexión, la serie modulable I-57 comporta una importante mejora para la familia de secuenciales de Cebek, permitiendo ampliar hasta 26 relés o salidas.

ofrecer una secuencia de activación consecutiva, con o sin desconexión de la salida anterior. Además, admite reinicio de secuencia –desde la primera o la última salida– así como la selección del número de salidas de la secuencia. Mediante la suma de los módulos I-58 e

zada de 12 V.D.C., por lo que resulta imprescindible utilizar una fuente de alimentación y no simples alimentadores o rectificadores, con los que sólo conseguiríamos afectar de forma negativa el funcionamiento del módulo. Las salidas del secuencial I-57 se realizan mediante relés, dispositivos aislados eléctricamente del resto del circuito que admiten cualquier tipo de carga, siempre que ésta no supere los 5 A. La función del relé se limita a dar paso o cortar el flujo eléctrico introducido, nunca a proporcionar tensión, por lo que el usuario deberá alimentar la carga a través de este dispositivo.

### Posible ampliación hasta 256 salidas

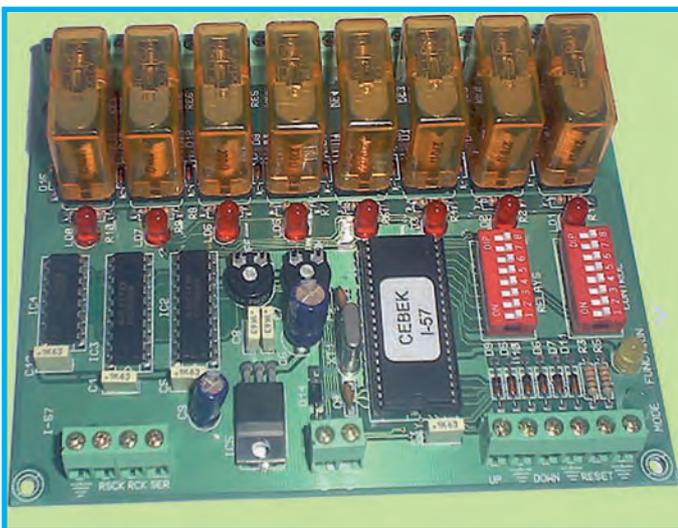
El modelo I-57 puede ser un secuencial autónomo de 8 canales o el módulo de control de un sistema más amplio, con hasta 256 salidas, que puede obtenerse añadiendo módulos de ampliación. Añadiendo el módulo, el secuencial podrá ampliar en 4 salidas la capacidad de su sistema secuencial. El módulo I-59, por su parte, está destinado a ampliar en 8 salidas la capacidad de un

sistema secuencial basado en el I-57. Ambos módulos de ampliación incorporan salidas para comunicación con sucesivas ampliaciones y leds indicadores. Una vez añadido al I-57, el secuencial resultante, con o sin ampliaciones, debe ser programado, ya que por sí solo no reconoce el número de salidas a controlar.

### Funciones de control

Mediante la batería "Control", el módulo I-57 permite configurar sus diversas opciones de funcionamiento. El I-57 permite un funcionamiento manual, con avance por impulsos o un avance automático, mediante un oscilador interno ajustable en diferentes escalas de tiempo.

**Para más información:**  
**Cebek**  
**Tel: +34 93 331 33 42**  
**Email: info@fadisel.com**  
**Web: www.fadisel.com**



**Cebek** lanza al mercado un secuencial de 8 salidas, con avance manual o automático, y con ajuste independiente para tiempos de conexión y desconexión. La serie I-57 permite

I-59, este secuencial puede ser ampliado hasta un máximo de 256 canales. El secuencial modulable I-57 debe ser alimentado con una tensión perfectamente estabili-

## Renesas mejora la familia de microcontroladores CISC de 32 bit H8SX



Nuevas funciones de red y memoria Flash de hasta 1 Mbyte Renesas Technology Europe anuncia mejoras en su familia H8SX de microcontroladores CISC (Complex Instruction Set Computer) de 32 bit con la incorporación de la serie H8SX/1658R y H8SX/1668R.

Estos dos nuevos grupos se componen de productos idóneos para uso en una amplia variedad de aplicaciones, incluyendo PC y automatización de oficina (OA), soluciones de consumo digital y equipamiento industrial.

Los modelos H8SX/1658R y H8SX/1668R son versiones con funcionalidad mejorada de los grupos H8SX/1653 y H8SX/1663 de Renesas que se

caracterizan por integrar USB on-chip. La incorporación de las nuevas unidades amplía la familia H8SX hasta un total de 26 dispositivos.

Las dos nuevas series ofrecen un conjunto de funciones periféricas on-chip fáciles de usar y memoria Flash de acceso en un ciclo de hasta 1 Mbyte. Se encuentran disponibles en encapsulados compatibles en pines con los actuales productos de Renesas.

Los dispositivos de estos grupos, que incluyen controladores USB 2.0 (Full Speed) y EXDMA, están especialmente indicados para uso un buen número de productos digitales de consumo equipados interface USB y requieran pro-

ceso de alta velocidad para imágenes y datos de salida de impresora. Además, todos los nuevos modelos se caracterizan por un modo de software que permite reducir aún más el consumo de energía en standby.

Las funciones periféricas on-chip incluyen un convertidor D/A de ocho bits y un convertidor A/D de diez bit con muestreo múltiple y capacidad de conversión de alta velocidad. También incluye un interface de comunicación serie (SCI) que soporta transferencia a 720 Kbps, un interface de bus I<sup>2</sup>C, controlador DMA y un generador de pulsos programable.

Todos los modelos se distinguen por una frecuencia operativa máxima de 50 MHz y tres capacidades de memoria Flash de 384, 512 y 1024 Kbytes con operación a través de fuente de alimentación y capacidad de acceso en un ciclo que los dotan de operación de elevada velocidad, ayudando a simplificar el diseño de producto y alcanzar un proceso de programa más rápido.

Los nuevos ICs se presentan en encapsulados QFP de 120 y 144 pines compatibles con los actuales modelos de Renesas, haciendo posible el uso

del equipamiento de hardware existente y la actualización de rendimiento y funcionalidad de producto. La línea de encapsulado también incluye formatos BGA y LGA que están en proceso de desarrollo.

Los grupos H8SX/1658R y H8SX/1668R disponen de un controlador EXDMA. Este módulo adicional permite gestionar un display TFT sin la necesidad de un controlador externo de LCD o gráficos. Los productos actuales emplean un bus de sistema interno durante la transferencia de datos a (o desde) la memoria externa, impidiendo un proceso que use el bus de sistema durante una transferencia de datos y, por consiguiente, reduciendo la eficiencia. EXDMA es una función de transferencia de datos que utiliza un bus externo durante estos procesos y permite mejorar la eficiencia.

Un Kit de Arranque de Renesas (RSK), con el depurador E10A y software, se encuentra en fase de desarrollo. Además, los partners como Thesycon y Segger ofrecen un stack USB y soporte de sistema operativo.

**Para más información:**  
**Renesas Technology Europe**  
<http://eu.renesas.com>

## Equipos optoelectrónicos para fibra multimodo

La familia DM5 permite la transmisión y recepción de señales de datos RS232, RS422 y RS485

**OPTRAL, S.A.** presenta su familia DM5 de equipos optoelectrónicos, que permite la transmisión y recepción simultánea de señales de datos RS232, RS422 y RS485 a través de fibra óptica multimodo.

El sistema básico consiste en dos transeptores y dos fibras ópticas por canal de transmisión con velocidades de hasta 115 Kbps. Además, estos equipos disponen de un switch

para seleccionar el modo de comunicación: RS232, RS422, RS485-2H (dos hilos half-duplex) y RS485-4H (cuatro hilos full-duplex).

Los equipos optoelectrónicos DM5, que se encuentran disponibles en formato DIN, caja tipo S (stand alone) y tarjetas rack, se caracterizan por fibra óptica multimodo por canal, longitud de onda de 850 y 1300 nm, posibilidad de ajustes para corta y larga distancia, y conectores ópticos ST.

Los formatos DIN y caja tipo S admiten una alimentación



de entre 12 y 24 Vdc. Para el uso de los equipos en formato rack es necesario adquirir el conjunto PR100 compuesto por un bastidor 3U y su correspondiente fuente de alimentación.

Todos los equipos optoelectrónicos de OPTRAL cumplen con las

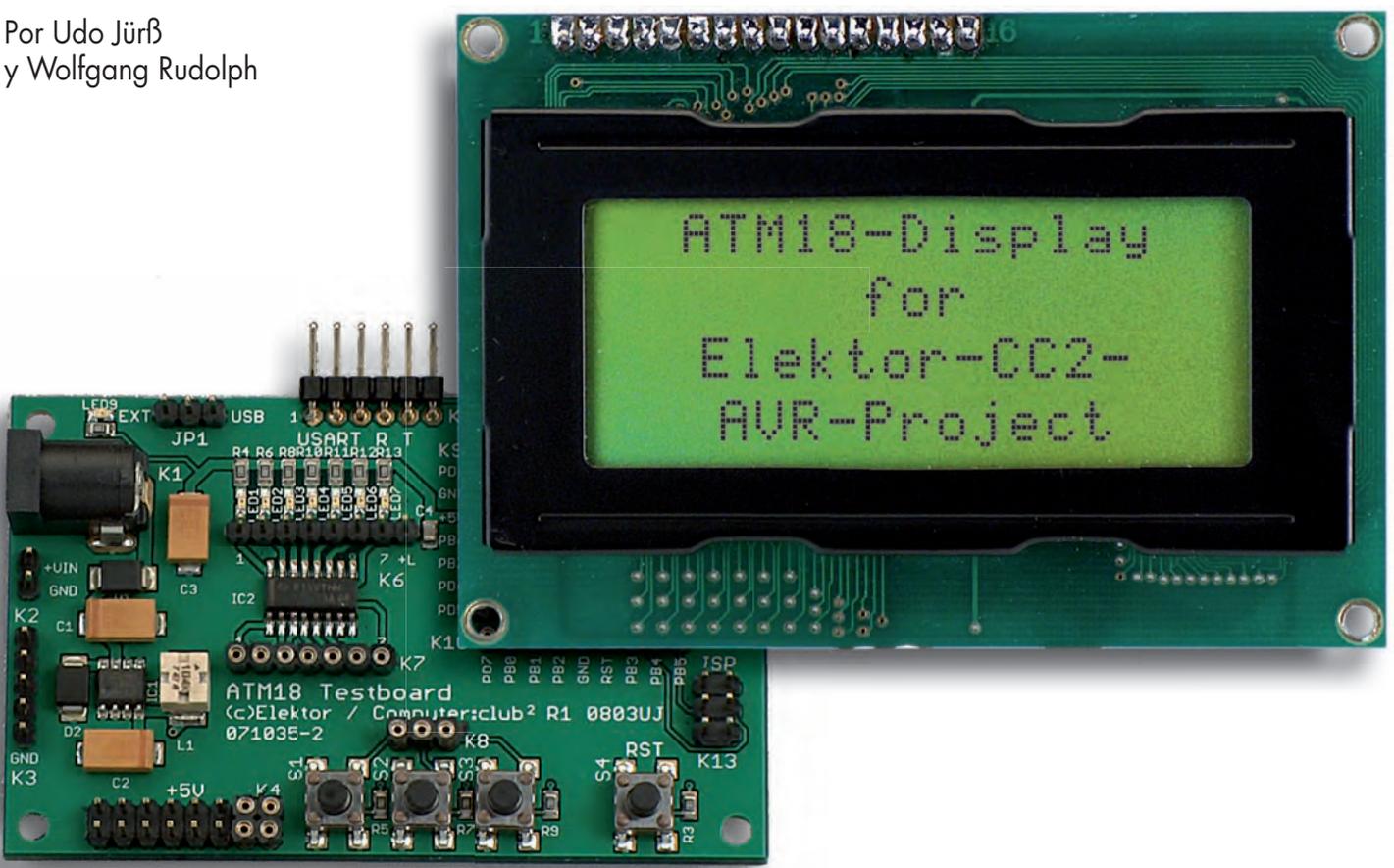
directivas europeas de compatibilidad electromagnética y de baja tensión (Marcado CE).

**Para más información:**  
**Optral**  
**Tel: 34 937625553**  
**Fax: 34 937625831**  
**Web: <http://www.optral.es>**

# Pantalla LCD de 2 hilos

## Pantalla ATM18 para el proyecto Elektor-CC2-AVR

Por Udo Jürß  
y Wolfgang Rudolph



**La extensión LCD del placa de pruebas ATM18 permite innumerables aplicaciones. Lo que a primera vista parece una pantalla estándar LCD para su conexión a un microcontrolador, en realidad está ofreciendo una especificidad técnica: para reducir al mínimo los puertos, se ha desarrollado un interfaz que sólo precisa de dos líneas.**

Una pantalla LCD estándar normal y corriente puede controlarse con ocho o con cuatro líneas de datos. Hay que añadirle al menos una línea más correspondiente a la señal RS para alternar entre datos y comandos y otra línea de la señal Enable para la transferencia de datos. Nos dolía en el alma ver tantos pines de

conexión para esta tarea y saber que se bloqueaban así los puertos correspondientes para otras tareas.

### Transferencia de datos

Todas las pantallas LCD estándar utilizan 14 líneas para el control. Se necesita,

además, a menudo, conectores para la retroiluminación. Existen diferentes versiones sin que los fabricantes lleguen a ponerse de acuerdo sobre si la retroiluminación debe colocarse al otro lado del pin 1 o del pin 14. La placa parte de la versión en la que el pin 15 y el pin 16 están asociados a la retroiluminación. La

alimentación de corriente de las pantallas puede soldarse a dos pads. Si utiliza otra pantalla, lo mejor sería montar las 14 líneas sin la retroiluminación. La pantalla que utilizamos nosotros tiene las siguientes conexiones:

- Pin 14...7: líneas de bus de datos
- Pin 6: E, señal Enable, activación nivel alto
- Pin 5: R/W, 0 = escritura, 1 = lectura
- Pin 4: RS, 1 = datos, 0 = comandos
- Pin 3: VO, regulación del contraste 0...2V
- Pin 2: VDD, +5V
- Pin 1: VSS, 0V

La dirección de los datos debe establecerse a través de la línea R/W. En este caso, se necesita constantemente para la escritura, por lo que en nuestro circuito (**figura 1**) se encuentra fijada a la masa. Por otra parte, hay que efectuar la selección interna de registros del controlador de la pantalla a través de la línea RS. En este caso se distingue entre datos y comandos.

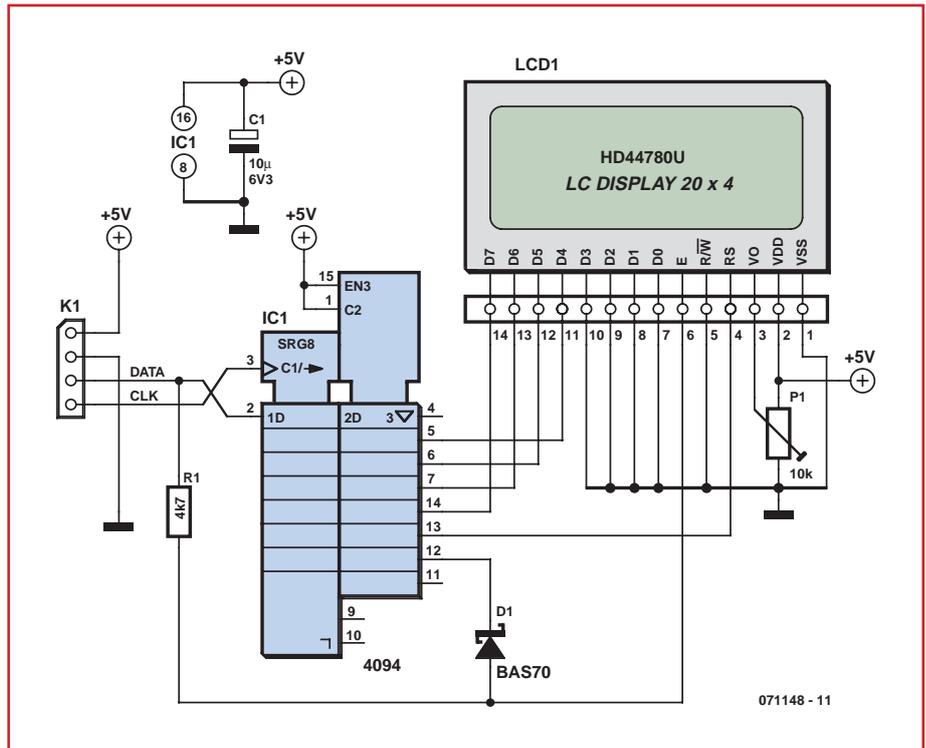


Figura 1. La interfaz LCD se compone fundamentalmente de un registro de desplazamiento.

## Interfaz de dos hilos

El circuito efectúa una extensión de puertos a través de dos bits. Al ha-

cer una extensión a través de dos líneas lo primero en que pensamos es en el bus I<sup>2</sup>C. Sin embargo, también puede hacerse de otra manera que es

incluso más rápida y económica. Lo único que se necesita es un registro de desplazamiento 4094 (véase figura 1). En lugar de una frecuencia de

## Compilador C

Dirigido a programadores avanzados de C, el control de la pantalla LCD a través de la placa de ampliación viene explicado a través de dos ejemplos que pueden descargarse en la página web de Elektor. Uno de los ejemplos ha sido elaborado con Win-AVR (GCC), mientras que para el otro se ha utilizado CodeVision.

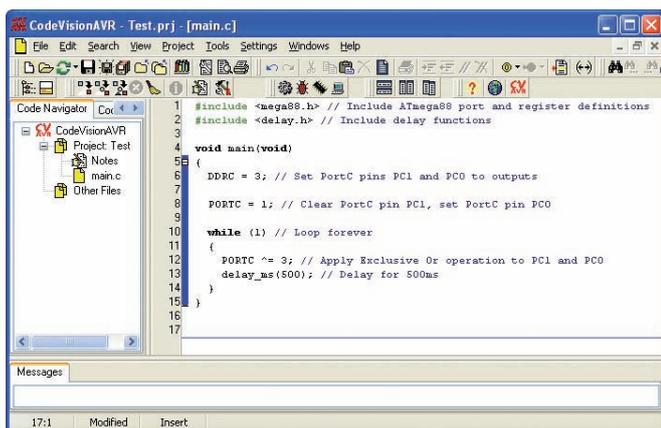
Especialmente para el proyecto conjunto de Elektor y CC2, el creador de software HPInfoTech ha publicado una versión especial y gratuita de su conocido compilador "CodeVisionAVR". Este compilador

gratuito soporta ATmega48, ATmega88, ATmega168 y ATmega328 y genera código de hasta 4 KB.

Una versión de 16 kB cuesta aproximadamente 60 €, una con 32 KB aprox. 75 €. De este modo, este compilador AVR resulta interesante también a quienes no son desarrolladores profesionales.

El compilador genera un código muy eficiente e introduce una denominada Smart-Linker, que utiliza únicamente las funciones realmente necesarias. De ahí, que sea posible utilizar en CodeVision módulos de amplio alcance sin tener que adaptarlo de una aplicación a otra.

CodeVision ofrece una configuración de proyectos muy cómoda. El generador de programas integrado "Codewizard" genera una estructura completa de programación. De esta manera, especialmente quienes empiezan podrán aprender sin dificultad, tomando como ejemplo nuestros modelos de programación. La generación automática de bibliotecas con programas y la elección entre el código de aplicación y bootloader, así como las plantillas del código fuente (Code-Templates) de los fragmentos utilizados a menudo facilitan la tarea a quienes acaban de empezar. Los drivers integrados en todos los adaptadores de uso corriente permiten la programación en Flash directamente a partir de CodeVision. Asimismo, también pueden programarse la EEPROM interna y los fusibles. Hay que añadir un terminal integrado con transferencia de archivos y emisión de depuraciones hexadecimales. Y además, amplias posibilidades de optimización para los más avanzados (por ejemplo, asignación global de registros, programación libre de ISR Entry / Exit Code), una amplia ayuda (también en línea) y una interfaz de depuración a AVR-Studio.



CodeVisionAVR en acción

400 kHz, se puede trabajar aquí con varios MHz.

Esta tarea parece complicadilla a primera vista. Resulta que no sólo debe transferirse los datos paralelos D4 a D7 y la señal RS, sino que luego hay que generar aún un impulso de validación en E. Esto se consigue uniendo la señal de datos del registro de desplazamiento mediante una resistencia y un diodo con la

salida Q7 UND. La pantalla LCD obtiene los datos con un impulso en E sólo si Q7 está a nivel alto y se ha generado un impulso en los datos. Para que no se produzca nunca una transferencia de datos errónea, hay que seguir estrictamente el siguiente proceso:

1. Se cargan 8 bits a 0 en el registro de desplazamiento. Se pone DATA a nivel

bajo y se generan 8 impulsos de reloj. Los bits se transfieren con frecuencia creciente. Ahora todas las salidas Q están a nivel bajo. De esta manera se evita una señal E accidental.

2. Se transfieren sólo siete bits de datos. El primer bit está a nivel alto y aparece después en Q7, para que pueda darse el impulso E. El segundo bit está para la señal RS en Q6. Le siguen cuatro bits de datos y, por último, un bit a 0 para que la línea de datos esté a nivel bajo. Tras un total de siete impulsos de reloj, los datos se encuentran de forma estable en las salidas Q, especialmente también uno en Q7.

3. Se genera ahora la señal E. Para ello, se genera un único impulso en la línea de datos. Dado que Q7 está a nivel alto, el impulso se transmite a la pantalla LCD.

Este procedimiento debe realizarse cada vez dos veces, una para el Nibble alto (los cuatro bits superiores D4 a D7) y otra para el Nibble bajo (D0 a D3). El **listado 1** recoge un fragmento del ejemplo del programa en BASCOM, que puede descargarse de la página web de Elektor. Con `Lcd_write_data` se transfieren datos, estando RS configurado a nivel alto. Por lo contrario, `Lcd_write_ctrl` establece RS a nivel bajo y permite la transmisión de las órdenes de control que se necesitan, por ejemplo, para iniciarlo.

## Iniciar

La pantalla conoce un gran número de comandos que se transmiten con RS=0. Cabe distinguir entre distintos tipos de comandos que poseen en cada caso un número característico de bits a 0 en los bits altos (véase la **tabla 1**).

La pantalla contiene un indicador de datos interno asignado a cada una de las posiciones. En el caso de una pantalla de 20 caracteres, tenemos:

Línea 1: dirección 00h a 0Fh  
Línea 2: dirección 40h a 4Fh

Si utilizamos una pantalla de 4 líneas, tendremos:

Línea 1: dirección 00h a 13h  
Línea 2: dirección 40h a 53h  
Línea 3: dirección 14h a 27h  
Línea 4: dirección 54h a 67h

Si bien el cursor avanza con cada carácter escrito, es posible disponer la posición deseada a través del establecimiento de una dirección.

## Listado 1

### Transmisión de datos a través del registro de desplazamiento

```
Sub Lcd_write_data(byval D As Byte )
  Rs = 1
  Low_nibble = D And 15
  High_nibble = D / 16
  Lcd_write_nibble High_nibble
  Lcd_write_nibble Low_nibble
End Sub

Sub Lcd_write_ctrl(byval D As Byte )
  Rs = 0
  Low_nibble = D And 15
  High_nibble = D / 16
  Lcd_write_nibble High_nibble
  Lcd_write_nibble Low_nibble
End Sub

Sub Lcd_write_nibble(byval D As Byte )
  Pe_clock = 0
  Pe_data = 0
  ,Clear all stages of shift register
  For N = 1 To 8
    Pe_clock = 1
    Pe_clock = 0
  Next N
  ,Set E-Level for at Q7
  Pe_data = 1
  Pe_clock = 1
  Pe_clock = 0
  ,Set level for RS at Q6
  Pe_data = Rs
  Pe_clock = 1
  Pe_clock = 0
  ,Shift in 4 bits
  Mask = 8
  For N = 1 To 4
    State = D And Mask
    If State = 0 Then
      Pe_data = 0
    Else
      Pe_data = 1
    End If
    ,Clock in data with rising edge
    Pe_clock = 1
    Pe_clock = 0
    Shift Mask , Right
  Next N
  ,Shift in 0-Bit
  Pe_data = 0
  Pe_clock = 1
  Pe_clock = 0
  ,Set E
  Pe_data = 1
  Pe_data = 0
End Sub
```

Cuando se enciende, algunos bytes de inicio deben escribirse en el registro de comandos. El listado 2 contiene un ejemplo para el inicio con bus de datos de 4 bits.

### Edición de texto

Para editar texto en una posición definida, debe predeterminarse la posición del cursor. La posición se transmite en columnas (x) y en filas (y). Mediante Lcd\_pos 1,1 se establece la posición de escritura en la primera línea y en la columna

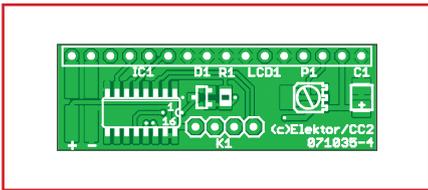


Figura 2. La placa de la extensión LCD.

### Lista de materiales

#### Resistencias:

R1 = 10 k (SMD 805)  
P1 = Potenciómetro de ajuste de 10 k (SMD)

#### Condensadores:

C1 = 10 µ/6,3 V (SMD)

#### Semiconductores:

D1 = BAS70 (SMD)  
IC1 = 4094 (SMD SO16)

#### Varios:

K1=Tira de 4 pines  
LCD1 = Display LCD de 4x20 caracteres (HD44780-compatible)  
Tira de 14 pines  
Placa con todos los componentes SMD montados y el Display LCD de 4x20 (disponible en la tienda Elektor)

izquierda. Posteriormente, se puede emitir una cadena de caracteres mediante Lcd\_text, tal y como lo muestra el listado 3.

### Placas

El interfaz de conexión se monta en una placa compacta (figura 2) que contiene componentes SMD. No es preciso realizar el montaje de los componentes SMD, ya que puede obtenerse una placa ya montada a través de la Tienda de Elektor. Lo único que queda por ensamblar son los conectores. Lo mejor es montar un conector de 4 pines tipo pin header en

Tabla 1. Comandos de la pantalla

Función	7	6	5	4	3	2	1	0
Apagar pantalla	0	0	0	0	0	0	0	1
Cursor home	0	0	0	0	0	0	1	x
Diferir	0	0	0	0	0	1	ID	S
(ID=1/0: derecha/izquierda, S=1/0: sin/con texto)								
Display, Cursor	0	0	0	0	1	D	C	B
(D,C,B=1/0: Display, Cursor, con/sin parpadeo)								
Diferir	0	0	0	1	SC	RL	x	x
(SC=1/0: Text/Cursor según RL=1/0: derecha/izquierda)								
Iniciar	0	0	1	DL	N	x	x	x
(DL=1/0: 8/4-Bit-Bus, N=1/0: ambos/una línea)								
Generador de caracteres	0	1	Caracteres			Columnas		
Generador de caracteres	1	Dirección de almacenamiento						

la placa ATM18. La serie de contacto de 16 polos puede armarse eventualmente también directamente con un conector pin header. Según se necesite o no, también puede hacerse una

conexión directa con el header o por medio de un cable plano. Hay cuatro líneas que van al microcontrolador: V<sub>cc</sub>, Gnd, Data y Clock. Data y Clock se conectan a dos puertos cualesquiera

### Listado 2

#### Inicio

```
Sub Lcd_init
  Waitms 50
  Lcd_write_ctrl &H20
  Waitms 50
  Lcd_write_ctrl &H20
  Waitms 50
  Lcd_write_ctrl &H28
  Waitms 50
  Lcd_write_ctrl &H0C
  Waitms 50
  Lcd_write_ctrl &H01
  Waitms 50
End Sub
```

### Listado 3

#### Editar texto

```
Sub Lcd_pos(byval X As Byte , Byval Y As Byte )
  D = 127 + X
  If Y = 2 Then D = D + 64
  Lcd_write_ctrl D
End Sub

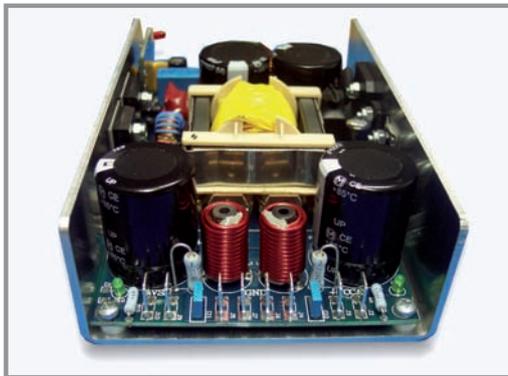
Sub Lcd_text(byval Text As String )
  J = Len(text)
  For I = 1 To J
    Char = Mid(text , I , 1 )
    D = Asc(char)
    Lcd_write_data D
  Next I
End Sub
```



## En el banco de pruebas: tarjetas de sonido para pc

Todos los ordenadores actuales se venden con una tarjeta de sonido incorporada o con la circuitería equivalente montada sobre la placa base, para realizar todo el procesado de las señales de audio. Para los diseñadores electrónicos, la tarjeta de sonido sirve también como un instrumento interesante para realizar medidas (de baja frecuencia), convirtiendo así el ordenador en un analizador de espectros o en un osciloscopio.

La resolución suficiente de la tarjeta de sonido es quizás la única condición importante para obtener unos resultados de medida precisos. Así pues, hemos realizado una serie de pruebas en laboratorio sobre un cierto número de tarjetas de sonido del mercado de diferentes precios. El resultado será presentado en nuestro número de junio de 2008.



## Fuente de alimentación conmutada para audio

Una gran cantidad de equipos electrónicos están alimentados por fuentes de alimentación conmutadas (SMPSU) debido a que son ligeras, eficientes y compactas. Por desgracia, las SMPSUs adecuadas para utilizar con amplificadores de audio de potencia son difíciles de encontrar. Esto va a cambiar con nuestra fuente SAPS-400, un módulo con una tensión de salida ajustable hasta los  $\pm 60$  V y adecuada para trabajar con 400 W de potencia de salida. La SAPS pesa tan sólo 500 g y es un poquito más grande que dos paquetes de cigarrillos.

Artículos y contenidos de la revista sujetos a modificaciones, por favor consulte [www.elektor.es](http://www.elektor.es)

## RECUERDA QUE ESPERAMOS tus ideas, diseños o comentarios, que serán publicados en "Cartas de los lectores"



"Como os hemos comentado en las últimas ediciones de Elektor, en esta nueva etapa queremos hacer una revista más próxima a sus lectores, dejando más espacios abiertos en los que podáis comunicaros con nosotros. Así, en estas páginas publicaremos vuestras dudas e intentaremos responderlas de la forma mas clara y concisa posible. Si quieres hacernos alguna pregunta, o tienes alguna duda que resolver sobre los artículos que hemos publicado, envíanos un correo electrónico a la dirección [redaccion@elektor.es](mailto:redaccion@elektor.es). Te contestaremos y lo publicaremos en estas páginas."

[www.elektor.com](http://www.elektor.com) [www.elektor.com](http://www.elektor.com) [www.elektor.com](http://www.elektor.com) [www.elektor.com](http://www.elektor.com) [www.elektor.com](http://www.elektor.com)

## Elektor en la web

# ¡Visita la web de Elektor España!

Ánimate a visitar nuestra web ahora mismo,  
hay infinidad de novedades y contenido:

- Mi Elektor
- Productos
- Búsqueda mejorada
- Artículos
- Tienda
- Foro
- Preguntas frecuentes
- Suscripciones
- Noticias



# Contestador telefónico "Alibi-Nota" (1972)

Por Peter Beil

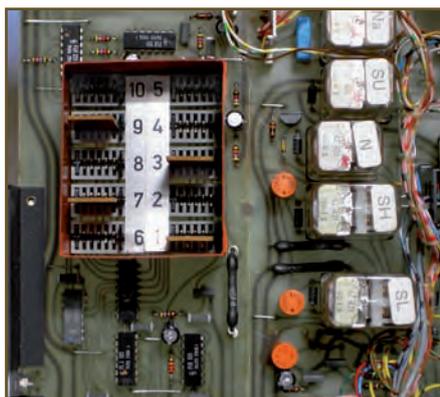
Fue en 1972 cuando apareció en el mercado un contestador telefónico que no tenía comparación: el 'Alibi-Nota FL', con la funcionalidad de escucha/borrado remota. Zettler, una compañía famosa por su tecnología pionera en las telecomunicaciones, consiguió saltarse las estrictas leyes de regulación de las autoridades de telefonía alemanas que prohibían que los usuarios privados pudiesen enviar señales de control de ningún tipo (bien a través de portadoras o de llamada por pulsos) sobre el sistema de telefonía público (PTS). De hecho, el sis-

fono o decir una palabra en voz alta en respuesta a los dos tonos, o bien proteger el micrófono para que no captara sonidos en respuesta a otros dos tonos. El código resultante, "0" ó "1", permitía que el Alibi-Nota (ide ahí su nombre!) identificase al usuario que llamaba. El código era programado utilizando unas pequeñas placas internas marcadas como 'sí' y 'no' y que eran insertadas en ranuras marcadas desde la 1 a la 10, localizadas en la parte inferior del equipo. Los problemas de "Estática en la



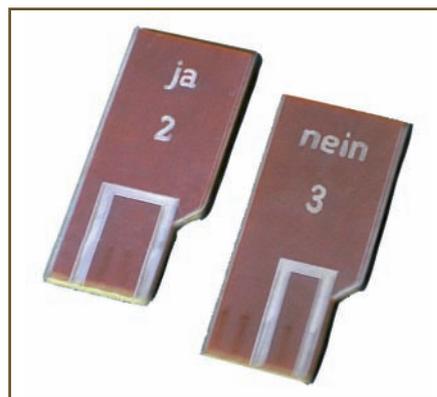
tema de llamada por pulsos era el estándar en aquellos tiempos, mientras que el sistema DTMF (llamada por tonos), estaba aún en su infancia. La idea de controlar remotamente un contestador telefónico era ingeniosa y estaba basada con un método „binario“: diez tonos cortos de 1 KHz eran reproducidos después del mensaje de bienvenida, los cuales podían ser respondidos o no. En la práctica, la persona que llamaba tenía que soplar o golpear sobre el micró-

foneo, claro está, bastante normales en aquel tiempo, afectaron al funcionamiento del contestador Alibi-Nota, que en ocasiones era incapaz de discernir entre 'sí' y 'no'. Como parte del



diálogo, los tonos adicionales de verificación tenían que ser "respondidos" de forma adecuada. De no ser así, el contestador detenía la reproducción del mensaje y desconectaba. Para utilizar la función remota de borrado el usuario tenía que responder también a la presencia del último tono (naturalmente, el último tono estaba dentro de la llamada que estábamos haciendo). El Alibi-Nota era un grabador de cinta, completamente equipado, que trabajaba a una velocidad de 2,4 cm/s (totalmente adecuada a la limitada respuesta en frecuencia de las líneas telefónicas analógicas). También estaba equipado con un contador de llamadas, un contador de pulsos de llamada y una longitud de grabación ajustable. Para cada clave los botones de control podían estar bloqueados en cualquier posición. El panel frontal disponía de una casete reemplazable para el mensaje

fijo. En su interior podíamos encontrar una cinta sin fin con una autorización sobre la misma para el encendido y el apagado y para la conmutación. El equipo también disponía de un micrófono, un conmutador de pie y un rebobinado rápido de la cinta, lo que le permitía adaptarse para su uso como equipo de "dictado de voz". El equipo "Alibi-Nota" completo pesaba unos 15 kilos. El propio grabador de cinta era bastante convencional, pero la unidad de control remoto era una obra maestra de ingeniería. Retirando la tapa de acero de 1 kilo de la zona del codificador, nos encontramos con una gran placa montada de modo vertical que se puede girar. Los relés permiten que el equipo pueda ser controlado "en paralelo", mientras que los circuitos lógicos utilizados son ya modelos obso-



letos hace tiempo de las casas Siemens y Halske, como los FLH131, FLJ121 y FLK101. Aún en la actualidad, este contestador es totalmente funcional con los sistemas de voz analógicos. En 1972 podría haber costado el equivalente de varios meses de sueldo.

(071073-1)

Retrónica es una columna mensual que "vendimia" en la electrónica incluyendo los legendarios diseños de Elektor. Las aportaciones, sugerencias y preguntas sobre esta sección son bienvenidas; si lo deseas puedes enviarlas por correo electrónico a [redaccion@elektor.es](mailto:redaccion@elektor.es), poniendo en el campo asunto RETRÓNICA.

# Pisando Fuerte

## ¡Un mundo de electrónica en una única tienda!



**NUEVO**

Tecnología moderna para todos

### Curso FPGA en 9 capítulos

Las FPGAs han alcanzado una firme posición entre las herramientas modernas de los diseñadores electrónicos. Hasta hace poco, estos "supercomponentes" estaban prácticamente reservados a los especialistas de las compañías de alta tecnología. Esto está cambiando ahora, también gracias al módulo FPGA de Elektor. La combinación del módulo con la placa de prototipos es una perfecta introducción a las FPGAs. Las nueve lecciones del curso en CD-ROM son una guía paso a paso al mundo de la tecnología de las FPGA (Field Programmable Gate Array) Los contenidos cubiertos no solo incluyen la lógica digital y los sistemas de bus, también se construye un servidor web basado en FPGA, un multímetro de 4 canales y un controlador USB. El CD contiene también los diseños de las placas de circuito impreso en formato pdf, un manual de Quartus, el software de proyecto y varias instrucciones adicionales.

ISBN 978-90-5381-225-9 • 19,95 €



**¡Bestseller!**

Todos los artículos publicados en 2007

### Elektor 2007

El CD-ROM "volumen anual" se encuentra entre los productos más populares de Elektor. Este CD contiene todos los artículos publicados en la revista Elektor durante el año 2007 en formato PDF. En él encontramos los 11 ejemplares completos en formato digital tal y como se publicaron en la edición impresa. Los artículos no están guardados en ficheros independiente, por lo que aparecen dentro de la revista en la que se publicaron, y podemos localizarlos fácilmente en los índices de cada edición.

ISBN 978-90-5381-227-3 • 26,50 €

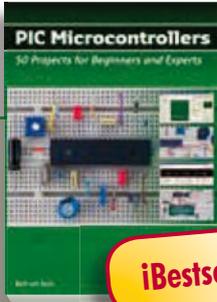


Automatización del Hogar

### Home Automation

Este CD-ROM (en inglés, holandés, francés y alemán) nos da una vista general de todo lo que los fabricantes ofrecen hoy en día en el campo de Redes Domésticas, tanto con hilos como sin hilos. El CD-ROM contiene especificaciones, estándares y protocolos de sistemas de redes y buses disponibles en el mercado. Para aquellos que desarrollan sistemas, existen hojas de datos sobre componentes específicos y diversos artículos con datos de aplicaciones. Los usuarios finales y los aficionados encontrarán aplicaciones ya hechas que podrán aplicarse de inmediato. Los documentos incluidos en el CD-ROM han sido clasificados de acuerdo con las vías de comunicación: electricidad (línea), cable coaxial, línea de teléfono e inalámbricos (RF).

ISBN 978-90-5381-195-5 • 21,50 €



**¡Bestseller!**

### Alarma silenciosa, poetry box, zumbador nocturno y más **PIC Microcontrollers**

Este libro (en inglés) práctico cubre una serie de excitantes y divertidos proyectos con microcontroladores PIC. Podemos construir más de 50 proyectos para nuestro propio uso. Las explicaciones claras, los esquemas eléctricos y las imágenes de cada proyecto de forma ordenada, hacen que sea una actividad divertida. La información técnica de fondo de cada proyecto explica por qué el proyecto ha sido configurado de esta manera, incluyendo su uso y sus hojas de características. Incluso después de haber construido todos los proyectos, este libro no servirá como una guía de referencia muy válida a mantener cerca de nuestro PC.

446 pages • ISBN 978-0-905705-70-5 • 37,50 €



5.0, 6.0, VBA, .NET, 2005

### **Visual Basic** for Electronics Engineering Applications

Este libro (en inglés) está dirigido a aquellas personas que quieren controlar con su ordenador circuitos electrónicos ya existentes o contruidos por ellos mismos. Después de familiarizarse con Visual Basic, se entra en detalle a conocer su entorno de desarrollo y el conjunto de herramientas que ofrece. Cada uno de los temas viene acompañado por un código claramente explicado que se puede ejecutar de forma inmediata. Donde es preciso, también se reproducen los esquemas eléctricos que nos ayudaran a completar nuestros proyectos en muy poco tiempo.

476 pages • ISBN 978-0-905705-68-2 • 41,50 €



### **DigiButler**

(Mayo y Abril 2008)

Un servidor de automatización doméstica de bajo coste basado en un microcontrolador Freescale Coldfire de 32-bit. El proyecto ha sido diseñado pensando en código abierto y usando el potente sistema de desarrollo Coldfire y el software gratuito CodeWarrior de Freescale. DigiButler activa aparatos eléctricos dentro y alrededor de la casa, aceptando órdenes de encendido y apagado desde un teléfono WAP, a través de una red Ethernet o mediante una página web en una determinada dirección IP y con un acceso completamente seguro.

*Kit de componentes incluyendo placa de circuito impreso con componentes SMD montados, microcontrolador programado, todos los componentes y el CD-ROM que contiene CodeWarrior, la documentación TBLCF, hojas de características, notas de aplicación y el código fuente*

Art.# 071102-71 • 39,00 €



### **La Radio por Internet de Elektor**

(Abril 2008)

Qué tiempos aquellos cuando aún era necesario modular los sonidos de forma analógica a una frecuencia alta para recibirlos después y de ahí conseguir algo más o menos "audible". Hoy en día esto se hace de otra manera: se comprime la señal de audio, se organiza en paquetes IP, se transmite en flujo, se recibe, se almacena en la memoria intermedia, se descomprime y así se tiene acceso a todas las radios de Internet del mundo. Todo muy sencillo gracias al hardware de última generación del que os vamos a hablar hoy...

Placa con SMD montados

Art.# 071081-71 • 159,00 €



**¡Bestseller!**

### **Registador de Datos "deLuxe"**

(Marzo 2008)

Hemos tenido el placer de proponerles varias unidades de adquisición de datos a lo largo de los últimos años. Este Registador de Datos "deLuxe" es un divertido ejercicio para el desarrollo de productos. Utiliza una tarjeta SD como medio de almacenamiento de datos. El diseño del circuito es compacto y esto hace que las prestaciones del "firmware" y las aplicaciones sean más interesantes.

*Kit de componentes: incluida PCI, controlador programado y visualizador LCD*

Art.# 070745-71 • 99,00 €

Más Información en la nueva  
página web de Elektor:

**www.elektor.es**

Elektor

C/ Salvador Olivella 17 - Local 79 A

08870 Sitges (Barcelona)

España

Tel.: +34 938 110 551

Fax: +34 938 948 135

Email: [info@elektor.es](mailto:info@elektor.es)

**elektor**  
SHOP

Mayo 2008 (Nº 335)	Precio (€)
<b>LCD – 2 hilos</b>	
071035-93 .... Placa con SMD montados, todos los componentes y conectores. ....	16,95
<b>Display Ordenador</b>	
070827-91 .... Placa montada en caja .....	105,00
<b>DigiButler (2)</b>	
071102-1 ..... Placa de circuito impreso con SMD pre montados y microcontrolador sin grabar .....	24,00
071102-71 .... Kit incluyendo: CD-ROM, Placa con SMD premontados, microcontrolador programado .....	39,00
071102-81 .... CD-ROM; software del proyecto y CodeWarrior.....	7,50
<b>Programador Elektor AVRprog</b>	
080083-71 ... Placa con SMD montados y todos con cables .....	32,00
<b>Contador Tiny</b>	
070954-1 ..... Placa de circuito impreso .....	14,95
070954-41 ... Microcontrolador programado .....	9,95
<b>Abril 2008 (Nº 334)</b>	
<b>La Radio por Internet de Elektor</b>	
071081-71 .... Circuito impreso con SMD montados .....	159,00
<b>ATM18: el proyecto AVR de Elektor y CC²</b>	
071035-91 .... Placa, parcialmente montada, módulo controlador ATM18s .....	9,95
071035-92 .... Placa, parcialmente montada ATM18-Testboard .....	37,50
080083-71 .... Placa con SMD montados y todos los componentes .....	32,00
<b>Oscilador de Barrido</b>	
070951-41 .... Microcontrolador programado .....	7,50
<b>Marzo 2008 (Nº 333)</b>	
<b>Analizador I2C</b>	
070600-1 ..... Circuito Impreso .....	22,50
070600-41 .... Microcontrolador programado .....	27,50
<b>Registrador de Datos</b>	
070745-1 ..... Circuito Impreso .....	22,50
070745-41 .... Microcontrolador programado .....	27,50
070745-71 .... Kit compuesto por: circuito Impreso, microcontrolador programado y display .....	99,00
<b>ECIO PLC</b>	
070786-1 ..... Circuito Impreso .....	22,50
070786-71 .... Kit compuesto por: circuito impreso, módulo ECIO y resto de componentes .....	105,00
<b>Febrero 2008 (Nº 332)</b>	
<b>RGB LED Mood Lighting</b>	
070892-1 ..... Placa de circuito impreso .....	ver www.elektor.es
070892-2 ..... Placa de circuito impreso .....	ver www.elektor.es
070892-3 ..... Placa de circuito impreso .....	ver www.elektor.es
070892-41 .... Microcontrolador programado .....	ver www.elektor.es
<b>Luz Ambiente para monitor de PC</b>	
070491-1 ..... Placa de circuito impreso .....	29,95
070491-2 ..... Placa de circuito impreso .....	6,95
<b>Flash en anillo con LED</b>	
070612-41 .... Controlador Programado .....	14,50
070612-81 .... Software en CD-ROM .....	7,50
<b>Luz ambiente TV</b>	
070487-1 ..... Placa de circuito impreso .....	29,95
070487-41 .... Microcontrolador programado .....	17,50
070487-42 .... Microcontrolador programado .....	14,50
070487-81 .... Software en CD-ROM .....	7,50
<b>Explorador CAN</b>	
060201-1 ..... Placa de circuito impreso, MCP2515 and MCP2551SN .. ver www.elektor.es	
060201-Wx ... Manual de fuentes de Prueba y Error .....	ver www.elektor.es
<b>Termómetro / Termostato</b>	
070852-11 .... Software .....	ver www.elektor.es
<b>Medidor de corriente continua versátil</b>	
070559-1 ..... Placa de circuito impreso .....	ver www.elektor.es
070559-41 .... Controlador ATmega8-16P programado .....	ver www.elektor.es
<b>Enero 2008 (Nº 331)</b>	
<b>Interruptor Anti-Standby</b>	
070797-1 ..... Circuito impreso .....	19,95
070797-41 .... Microcontrolador ATtiny25 programado .....	7,50

# Los más vendidos

Libros	1		<b>Visual Basic for Electronics Engineering Applications</b> ISBN 978-0-905705-68-2 .....	41,50 €
	2		<b>PIC Microcontrollers</b> ISBN 978-0-905705-70-5 .....	37,50 €
	3		<b>309 Circuits</b> ISBN 978-0-905705-69-9 .....	29,00 €
	4		<b>Microcontroller Basics</b> ISBN 978-0-905705-67-5 .....	28,30 €
	5		<b>PC Interfaces under Windows</b> ISBN 978-0-905705-65-1 .....	39,50 €
CD-ROMs	1		<b>Elektor 2007</b> ISBN 978-90-5381-227-3 .....	26,50 €
	2		<b>ECD 4</b> ISBN 978-90-5381-159-7 .....	24,50 €
	3		<b>Curso FPGA en 9 capítulos</b> ISBN 978-90-5381-225-9 .....	19,95 €
	4		<b>Home Automation</b> ISBN 978-90-5381-195-5 .....	21,50 €
	5		<b>Ethernet Toolbox</b> ISBN 978-90-5381-214-3 .....	27,50 €
Kits y Módulos	1		<b>Registrador de Datos "deLuxe"</b> Art.# 070745-71 .....	99,00 €
	2		<b>Placa Flash USB</b> Art.# 070125-71 .....	52,50 €
	3		<b>Medidor de CO<sub>2</sub></b> Art.# 070802-71 .....	149,00 €
	4		<b>La Radio por Internet de Elektor</b> Art.# 071081-71 .....	159,00 €
	5		<b>PLC ECIO</b> Art.# 070786-71 .....	105,00 €

Haga su pedido "online" en  
[www.elektor.es/tienda](http://www.elektor.es/tienda)  
 o utilice el cupón de pedido que  
 aparece en la pág. 78 de la revista

**elektor**  
SHOP

Elektor  
 C/ Salvador Olivella, 17 - Local 79 A  
 08870 Sitges (Barcelona)  
 España  
 Tel. +34 938 110 551  
 Fax +34 938 948 135  
 Email: [info@elektor.es](mailto:info@elektor.es)