

POSTER GRATIS

# elektor

la electrónica  
que sorprende

Nº 325  
JUNIO 2007

5,50 €

www.elektor.es

## PROYECTOS

- CARGADOR DE BATERÍAS DE NIMH/INCD Y LIPO/LI-ION
- INDICADOR DE FUERZA "G"
- TARJETA IDENTIFICATIVA CON LCD DE TELÉFONO MÓVIL
- SENCILLO INVERSOR DE TENSIÓN
- PROGRAMADOR PARA 68HC(9)08

## ENERGÍAS ALTERNATIVAS

CÉLULAS SOLARES, CALOR  
CORPORAL Y LA BÚSQUEDA DE LA  
ENERGÍA GRATUITA

PRUEBA DEL K.O.  
LAS NUEVAS BATERÍAS DE LI-ION REVELAN SU POTENCIA

HÁGALO USTED MISMO

CÉLULAS SOLARES  
CON INGREDIENTES CASEROS

POSTER GRATUITO

ISSN 0211-397X



9 770211 397008

# Universal Trainer V 2.0

Laboratorio de Microelectrónica y Microprocesadores



110 € en kit desmontado  
140 € montado y comprobado

Módulos de experimentación conteniendo  
Kit de materiales y CD con introducción  
teórica y colección de prácticas

- Módulo 1: *Electrónica Digital* (31 €)
- Módulo 2: *Semiconductores* (28,50 €)
- Módulo 3: *Electrónica Analógica* (20 €)
- Módulo 4: *Microcontroladores I* (41 €)
- Módulo 5: *Microcontroladores II* (52,50 €)
- Módulo 6: *Microcontroladores III, PBASIC* (84 €)

## Módulo 7: Kit de prácticas con dispositivos PLD



Consta de tarjeta para grabación de PLD desde el PC y CDROM con tutorial y ejemplos de aplicación sobre el Universal Trainer

Con cable paralelo, 51 €  
Con cable USB, 78,50 €

Bibliografía: "Electrónica Digital y Microprogramable" Ed. Thomson, 31,50€

## PANTALLAS LCD, SENSORES Y ACTUADORES

**SRF08:** 39 €  
Sensor ultrasónico

**CMPS03:** 39 €  
Compás digital

**28146:** 87,95€  
Receptor GPS

**BZI-RF2GH4:** 25 €  
Transceptor 2.4GHz

**GR-LCD240x64:** 60 €  
Pantalla gráfica 180x65x10mm

**RD01:** 155 €  
Kit completo de tracción

... y mucho mas



## TODOS LOS NIVELES DE MICROBOTS

**SCRIBBLER:** 93,95 €

**SUMO-BOT:** 164,95 €

**HOME BOE-BOT:** 116 €

**PICBOT-3D:** 195 €

Bibliografía: "Introducción a la Robótica"  
Ed. Thomson, 30 €

## PROPELLER

El procesador multinúcleo más poderoso del momento al alcance de todos

**32100:** Tarjeta de demostración del Propeller  
142,95 €

**32305:** Propeller Kit educativo  
87,95 €

**32360:** HYDRA kit para el desarrollo de juegos  
274,95 €

Bibliografía: Manual en castellano en nuestra web

## PIC School

Sistema de desarrollo y grabador para todas las familias de PIC



### Módulos opcionales:

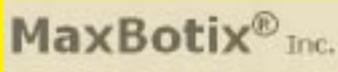
- PIC12F508 (38 €)
- PIC16F87X (gratis)
- PIC18FXXXX (75 €) **NUEVO !!**
- dsPIC30F4013 (69 €)

160€

Cada módulo consta de tutorial con:  
• Colección de proyectos y programas en ensamblador y C  
• Kit de materiales y componentes auxiliares.  
Próximos módulos: Bluetooth, USB, R.F, etc...

Bibliografía: "Microcontroladores PIC" Ed. McGraw Hill (varios tomos)

DISTRIBUIDOR OFICIAL DE:



INGENIERÍA DE MICROSYSTEMAS PROGRAMADOS, S.L.  
Alda. Mazarredo Nº 47 · 1º Dpto 2 · 48009 BILBAO (SPAIN)  
Tel./Fax: 944230651 (frente al Guggenheim)  
www.microcontroladores.com; e-mail: info@microcontroladores.com

Los precios no incluyen IVA (16%)

# Le Ayudamos a Tener Éxito



**Seminarios Locales**

**Soporte Técnico 24/7**

**Programación En Línea**

**Consultores/ Firmas de Diseño Autorizadas**

**Centros de Formación Regionales**

**Muestras Gratuitas**

**Soporte Técnico Ampliado en el Entorno Local**

**Precios por Volumen**

## ¿Necesita su negocio más soporte y recursos?

Las organizaciones de éxito reconocen el valor que tiene asociarse a un proveedor estratégico para ayudarle a suministrar productos innovadores a sus mercados de forma oportuna y rentable. Microchip Technology ofrece su soporte a más de 45.000 clientes en todo el mundo y estamos comprometidos a

ayudarle en su éxito. Además de nuestras soluciones de silicio de altas prestaciones, Microchip suministra una larga lista de funciones de soporte que acortan el plazo de comercialización y le permiten reducir el coste total del sistema. Y hemos ampliado significativamente nuestros recursos técnicos en su entorno local.

### Utilice microchipDIRECT para:

**¡Regístrese hoy mismo!**



- Realizar pedidos directamente a Microchip, 24 horas al día y 7 días a la semana, con una tarjeta de crédito o línea de crédito
- Recibir precios competitivos y directos por compras en volumen para todos los dispositivos
- Consultar nuestras existencias de productos
- Realizar pedidos de carretes sueltos con importantes descuentos
- Utilizar una programación rápida y económica de la producción (ya disponible)
- Hacer y mantener su pedido de forma segura desde cualquier conexión de red
- Asignar una orden de compra a su pedido
- Crear un número de referencia único para cualquier producto solicitado
- Recibir una notificación por correo electrónico de pedidos, entregas, estado del presupuesto y otros conceptos

**microchip**  
**DIRECT**  
www.microchipdirect.com

Now  
**Pb-free!**  
RoHS Compliant

 **MICROCHIP**  
www.microchip.com

## ¡Tiempos de espera – tiempos de plomo!

Lejos están los días en los que en Elektor un redactor o un diseñador entregaban una copia en papel a los tipógrafos de la planta de abajo y esperaban pacientemente el resultado de la publicación en términos de ventas de placas de circuito impreso o de microcontroladores. Antes de que la placa o el micro lleguen al cliente, había que hacer mucho trabajo que llevaba mucho tiempo. Después de todo, había que esperar a la composición de la página, seguido por dos o más rondas de corrección, aprobación para la imprenta, paginación de la revista, impresión distribución a los puntos de venta – todo ello acompañado de los correspondientes e imprescindibles movimientos burocráticos. Entonces comenzaba un periodo de espera largo y silencioso durante el que los lectores meditaban sobre si el artículo era o no interesante para realizar un pedido al Servicio de Lectores. Por correo, por supuesto.

Hasta hace diez años aproximadamente, el tiempo que se tardaba en llegar al mercado era tal que no existía una realimentación de información válida sobre la aceptación de un proyecto específico hasta pasados seis meses desde su publicación, a lo que había que sumar los dos o tres meses invertidos en el diseño en nuestro laboratorio y en la preparación editorial.

Actualmente disponemos de Internet, que permite una muy rápida comunicación con nuestros lectores y suministradores así como acceso casi instantáneo a los informes y balances que facilita el sistema y que nos indicarán cual de ellos es un acierto y cual no lo es.

Sin embargo, ni los unos ni los otros son capaces de hacer una predicción de cual será la respuesta de nuestros lectores ante un proyecto publicado. Seguramente esto es una causa de entusiasmo para algunos de nosotros pero, de vez en cuando, también los es de frustración. Por ejemplo, nadie en los grupos de trabajo que normalmente componemos el equipo de Elektor y los representantes del suministrador del artículo podían haber previsto el interés abrumador que han tenido la fresadora "Profiler", el paquete de evaluación "Explorer-16" y la placa FPGA, solo por mencionar tres éxitos de ediciones recientes. De ellos, el más espectacular es el la fresadora, el suministrador está recibiendo 10 veces más pedidos que los pronosticados con las previsiones más optimistas.

Me complace pensar que, de vez en cuando, también acertamos, como en el caso del "SpYder Freescale", donde un gran número de kits estaban disponibles para poder servir a tiempo el masivo número de solicitudes tras su publicación en mayo de 2007.

# Verificado de carga de

Este versátil circuito se usa para cargar, descargar y evaluar la capacidad de un paquete de baterías compuesto por un grupo de células, que puede ir desde una unidad hasta ocho unidades de células de NiMH o INCD, o baterías compuestas de dos elementos (carga en serie) de LiPo (Polímero de Litio) o de Li-Ion (Ión-Litio). Los aficionados al modelismo, otros usuarios que utilicen batería recargables y, en general, todos los aficionados a trabajos de soldadura, encontrarán en este dispositivo de bajo coste una solución sencilla que también puede ser fácilmente integrada en un equipo.

## Extra POSTER CENTRAL GRATUITO

Células solares a partir de té de frutas.

## 16 Mensaje en una botella



Por alguna razón, no hemos sido capaces de encontrar una manera eficiente y sostenible de calentar nuestros edificios, iluminar nuestros alrededores y transportarnos a nosotros mismos y a nuestros bienes. ¿Ha visto aquí Elektor Electronics un rayo de esperanza?

## r batería 24

### 34 Fuertes y potentes

Hemos probado algunos de los primeros ejemplos de las últimas baterías de Li-Ion, con resultados que varían desde los meramente respetables a los sensacionales.



### 46 Fuerza “g” sobre diodos LED’s

Continuamos nuestro artículo “Ataque de la Araña” del último mes, de manera que hemos sido capaces de hacernos con el control de las bases necesarias para la migración de un microcontrolador MC9S08 desde un programa que se puede mejorar hasta el circuito propiamente dicho, todo ello junto con un rutado extremadamente barato con elementos gratuitos en exclusiva para los lectores de Elektor.



## sobre el terreno

- 20 Energía Solar para Principiantes
- 24 Comprobador Carga de Batería
- 32 Sencillo Cargador Solar
- 40 Bloques Electrónicos: Cuadrado Perseguidor de Luz
- 46 Fuerza “g” sobre diodos LED’s
- 52 Programador para el 68HC(9)08 de la casa Freescale
- 58 Explorer-16 (4)
- 62 Tarjeta de Fichar Electrónica
- 70 Reloj Muy Sencillo
- 66 Sencillo Inversor Tensión de Red
- 74 Generador de Campo Magnético Rotativo en Miniatura

## tecnología

- 12 El Cuerpo Humano como una Fuente de Energía
- 34 Fuertes y Potentes

## informática y mercado

- 6 Colofón
- 8 Cartas del lector
- 10 Noticias y Nuevos Productos
- 77 Noticias y Nuevos Productos
- 69 Ojeada al Próximo Número

## información y entretenimiento

- 16 Mensaje en una Botella
- 75 Fuente de Alimentación de Alta Tensión Ajustable (1961)
- 83 Información y servicios, Suscripción



Número 325, Junio 2007 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:** Mat Heffels

**Redacción Internacional:** Harry Baggen, Thijs Beckers, Jan Buiting, Guy Raedersdorf

**Redacción ELEKTOR España:** Videlec, S.L.: Eduardo Corral

**Publicidad:** Susanna Esclusa ([publicidad@elektor.es](mailto:publicidad@elektor.es))

**Dirección:** C/ Salvador Olivella, 17 – Local 79 A - 08870 Sitges (Barcelona)  
Tel / Fax: 93 811 05 51

**e-mail:** [info@elektor.es](mailto:info@elektor.es)

**Delegación Cataluña:** AD PRESS, S.L.

**Director:** Isidro A. Iglesias

**Publicidad:** Annie Cabarubias  
Comte d'Urgell, 165-167, B-1º 3ª - 08036 Barcelona  
Tel.: 93 451 89 07 - Fax: 93 451 83 23  
email: [acc@ad-press.com](mailto:acc@ad-press.com)

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

**Director Internacional:** Paul Snakkers

**Director Nacional:** Hans Vervoort

**Marketing:** Carlo van Nistelrooy

**Suscripciones Internacionales:** Margriet Debeij

**Suscripciones Nacionales:** Susanna Esclusa ([info@elektor.es](mailto:info@elektor.es))

**Cartas del lector:** [redaccion@elektor.es](mailto:redaccion@elektor.es)

**Maquetación:** Sitges Disseny: Carlos Scelzi, Paco López

**Imprime:** Thieme Rotatie Zwolle (Holanda)

**Distribución en España:** S.G.E.L.

**Distribución en el Exterior:**

**Argentina:** Importador Edilogo S.A. Av. Belgrano 225, 1º B c1276ADB Buenos Aires  
**Distribución Capital:** DISTRIRED  
**Distribución Interior:** D.G.P

**Chile:** Importador Iberoamericana de ediciones S.A. Calle Leonor de la Corte 6035 Quinta Normal Santiago de Chile

**México:** Importador Exclusivo Compañía Importadora de revistas S.A de C.V (CIRSA) Negra modelo N° 6 Col. Alce Blanco Municipio de Naulcalpan de Juárez (53330) Estado de México Tel: (52-55) 5360-4167 - Fax (52-55) 5560-7774

**Distribución Estados:** Citem

**Distribución D.F.:** Unión de Voceadores

**Portugal:** Importador Edíber - Edição e distrb. De Public. L.D.A. Rua D. Carlos Mascarenhas, 15-1000, Lisboa

**Venezuela:** Distribuidor Continental

**Colombia:** Disunidas S.A.

**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 = 1996 Segment BV

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

**INFORMACIÓN  
PUBLICIDAD**



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

## 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

**POSICIONAMIENTO EDITORIAL:**

ELEKTOR va dirigida a técnicos y ejecutivos

relacionados con el mundo de la informática y la tecnología en general.

## CONTENIDO:

ELEKTOR es la revista internacional de electrónica práctica y ordenadores. En sus artículos, tratados con rigor científico, analiza a nivel profesional y en profundidad las nuevas tendencias en el mundo de la electrónica y la informática.



# Visita nuestra web e inscríbete para poder recibir nuestro **i NUEVO !** boletín electrónico

En los próximos meses, nos iremos sumando a las ventajas de la globalización y abriremos nuevos caminos para la divulgación de nuestros contenidos, con más agilidad y ventajas para nuestros lectores. Para que vayas comprobando estos cambios, te recomendamos que visites nuestra nueva página web en la dirección:

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

Con solo facilitarnos tu correo electrónico, te enviaremos un código de descarga que te permitirá bajarte los 10 artículos más demandados por los lectores de todas las ediciones internacionales de Elektor + los 10 artículos seleccionados por nuestro editor Eduardo Corral. Aparte recibirás mensualmente nuestro boletín electrónico **e-news**.

**DESCARGATE  
10+10 ARTÍCULOS  
GRATIS**  
10 artículos más solicitados  
+ 10 artículos del editor



# Tus ideas nos in

**Recuerda que estamos esperando tus inventos, ideas o lo que quieras compartir con nosotros u otros lectores.**

**Si tienes una idea, un diseño original o un comentario y quieres verlo publicado en Elektor, ¡ envíanoslo !**

“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.”



## Codificador óptico

Estimado editor, en su artículo sobre las señales recibidas por el “Receptor de Onda Corta” (editado en febrero del 2007), hace mención al uso de un codificador óptico. Éste se utilizaba para obtener un ajuste fino de 100 Hz. Por desgracia, en dicho artículo no se mencionaba quién era el fabricante o cuál era su referencia. Podrían indicarme estos datos?

**F. Hardcastle (Reino Unido)**

*El tipo de codificador que, efectivamente, no se ha mencionado en el esquema eléctrico del circuito o en la lista de componentes, ha sido un pequeño olvido por nuestra parte. Mientras tanto, hemos verificado qué componente debería ser. Así, tenemos que decir que se trata del mismo codificador que ya fue utilizado en el Receptor de Onda Corta publicado en 1999. Bourns ECW1J-B24-AC0024 (disponible en el distribuidor Farnell, entre otros).*



## Equipo de Audio

Estimado Jan, como amante de la música y como montador de mi propio equipo de audio, debo decir que Elektor Electronics es una revista ciertamente interesante. Aún continuo utilizando mis amplificadores de potencia Crescendo que me hice en casa y que fueron publicados en el número de diciembre de 1982 de Elektor Electronics. Los amplificadores continúan aún trabajando sin mayores problemas y proporciona una definición de sonido altamente agradable. Ningún problema con la distorsión o con pequeños recortes de señal en sus 180 W sobre 4 Ohmios a plena potencia. Tan sólo voy a dar una pequeña descripción de mi instalación: un sistema estéreo 2.1, tres equipos Crescendo, uno para el subwoofer y dos para los canales estéreos. Utilizo una gran caja para los altavoces Karlson de auto-montaje, con un altavoz de agudos (“speaker”) Electrovoice de 15 pulgadas, una combinación de alta eficiencia y unas buenas características en la región por debajo de los 75 Hz. Por desgracia, el sistema tiene una característica de frecuencia errática que no es ningún problema para los amplificadores Crescendo. Por motivos de falta de tiempo para construir mis propios

altavoces, he comprado cuatro cajas de “speaker” con unas buenas características a medias y altas frecuencias, de manera que cada canal tiene dos “speakers” en paralelo. Se trata de dos Reveland X2508. Sorprendentemente, están disponibles en Conrad por poco dinero con un “subwoofer” de buena calidad. El preamplificador contiene filtros electrónicos para el “subwoofer” y para los canales estéreo. Por desgracia ya había acabado mi propio diseño algún tiempo antes de que hubieseis publicado el diseño de un preamplificador con potenciómetros digitales y un microcontrolador completo con control remoto, en vuestro número de Abril de 2004. La filosofía que está detrás de todo es bastante clara: amplias dimensiones y una reproducción lo más transparente posible. Después de todo, el objeto es el de escuchar la música tal y como el compositor la había pensado. Variaciones con válvulas son, desde este punto de vista, sólo una opción cuando se hace música. En este caso, es posible que se desee una cierta cantidad de distorsión así como un comportamiento de recortes de la señal son también características a valorar. Pongo la atención sobre la palabra “una opción”, ya que con el estado actual de la tecnología DSP y con las conversiones A/D y D/A de alta calidad que se acompañan, cualquier función de transferencia que se pueda concebir debería poderse realizar. Es posible que se trate

de una idea para un diseño futuro en Elektor Electronics?.

Sin embargo, los tiempos han cambiado y también sucede lo mismo con los equipos Crescendo, por lo que llegará un día en que tengan que ser sustituidos. Los componentes que han sido utilizados en estos equipos (en particular los transistores de potencia MOSFET), ya no está en el mercado desde hace años. Además, el avance en el sonido “surround” es imparable. El futuro obliga a pensar en amplificadores y altavoces multicanales. Comenzando con la filosofía mencionada anteriormente, será muy atractivo poder hacerse con un módulo amplificador que siga las líneas de Clarity, para poderlo hacer fiable, portable y asequible. Obviamente, acompañado con su correspondiente fuente de alimentación conmutada. No se trata de un trabajo sencillo ya que hay que tener en mente los problemas EMI/EMC que rodean los equipos electrónicos. Por otro lado, el éxito de construir un sistema de este tipo puede aumentar vuestro CV en una cantidad importante. Ah, sí, otro detalle importante: por supuesto, estamos hablando sobre un sistema que, por no decir nada peor, no puede ser comprado por una cantidad de dinero más o menos razonable en pequeñas tiendas de electrónica. Después de todo, el resultado final se verá limitado a los conocimientos más o menos amplios que

# nteresan...



cada uno tenga en el ensamblaje de equipos electrónicos. No demasiado importante, pero sí que hay que tenerlo en cuenta. Basta con mirar muchos proyectos interesantes ya publicados.

**Frans Segerink (Holanda)**

*Siempre estaremos agradecidos de ver cómo la gente se mantiene activa con la reproducción sería de audio. Ya hemos pensado numerosas veces sobre un posible nuevo diseño de amplificador de alta calidad para su publicación*

*en Elektor Electronics. Ciertamente, una etapa final conmutada es una de las posibilidades, pero aún estamos buscando una solución buena y fiable. Ya hemos planeado que para el otoño del 2007 lleguemos a publicar algunos amplificadores*

*de potencia con válvulas y con transistores FETs debido al gran interés que ha surgido en los últimos tiempos. Sin embargo, estamos seguros que pronto aparecerán serios diseños con semiconductores de nuevo en esta revista.*

## Trabajando con la familia dsPIC

Estoy encantado con su serie de artículos que tratan con la familia de microcontroladores dsPIC de la casa Microchip. (Los artículos trataban sobre el PIC 24F, no sobre el dsPIC 30, Editor). Sin embargo, sería una pena que los lectores entusiastas se vieran incomodados por una serie de problemas (conocidos) de los que se conoce su solución. Este es el motivo por el que me gustaría traer su atención sobre lo siguiente:

La familia de microcontroladores dsPIC de la casa Microchip está muy accesible en el mercado y, por lo tanto, es muy adecuada para que el usuario pueda llegar a hacerse familiar con este tipo de producto y los entornos del desarrollo que le acompañan. He estado trabajando durante un año con el microcontrolador dsPIC 30F6014A. Se trata de un miembro de una "sub-familia" que, por desgracia, no ha sido tratado en sus artículos. Es una pena: en primer lugar, la familia dsPIC 30F funciona con una tensión de + 5 V, lo cual hace que su integración con otros dispositivos electrónicos sea más sencilla para los aficionados a la electrónica. Además, la familia dsPIC 30F puede ser reprogramada muchas más veces. Para la familia dsPIC 30F la cantidad de ciclos de reprogramación está especificada en 100.000, comparada con "tan sólo" la cantidad de 1000 veces para los productos que han cubierto en su artículo. Por otro lado, hay un aspecto muy importante que no ha sido mencionado en el mismo: para que estos productos sean aceptados por el gran público es importante que las herramientas que se están ofreciendo funcionen razonablemente bien. Por desgracia, no siempre es éste el caso. Dos elementos son de interés y desearía que pusiesen toda su atención sobre los mismos. En primer lugar, tenemos la versión de MPLAB que ustedes suministran, versión 7.50. Esta versión se ha vuelto algo inestable en la práctica debido al gran número de nuevas funcionalidades que se han incorporado. He tomado parte de forma activa en el foro de Microchip y dicha inestabilidad ha sido confirmada por muchos otros participantes al mismo. Dichas inestabilidades se manifestaban como cortes y malos funcionamientos de los puntos de ruptura durante la depuración. Lo siguiente es muy importante: la inestabilidad se observaba a menudo cuando el programa era utilizado en un ordenador con un microprocesador "Dual Core" (es decir, de "Doble Núcleo"). Esto también ha sido confirmado por la casa Microchip en su correspondiente sección de Grupos nuevos. La



buena noticia es que existe una solución a ambos problemas. La versión 7.50 de MPLAB ha sido ya sustituida por la versión 7.51 en la que ya se han corregido un gran número de problemas. El problema con el "Dual Core" también puede ser solucionado usando una utilidad de Microsoft. Después de la instalación de MPLAB, esta utilidad puede asignar el programa a uno de los núcleos del procesador de "doble núcleo", lo cual, en mi corta experiencia, soluciona toda la inestabilidad. La utilidad debe ser ejecutada de nuevo si se instala una nueva versión de MPLAB o después de una reinstalación. La utilidad la podemos encontrar en la página <http://robpol86.com/Pages/imagecfg.php>.

Que la familia dsPIC es una familia "madura" se puede ver fácilmente por el hecho de que yo mismo estoy ocupado en el desarrollo de un "kernel" preventivo en tiempo real para esta familia, denominado AVIX. Debido a la velocidad y a la cantidad de memoria relativamente grande de estos controladores, un "sistema operativo" de este tipo puede ser muy útil, el cual simplificarían la programación de ciertas funciones (y complicaría otras, pero no vamos a hablar de ello ahora).

**Leon van Snippenberg (Holanda)**

*Muchas gracias Leon por tus comentarios detallados, pasaremos todos tus comentarios a el resto de lectores por medio de nuestra sección de "Cartas de los lectores".*

## Nunca más un cable nos será desconocido

Lapp Kabel presenta las nuevas hojas de etiquetas LFL Cable Label, identificación de conductores para impresoras láser

Lapp Kabel, reconocida firma internacional dedicada a la fabricación de cables, conectores industriales, accesorios y tecnología para la comunicación, ha presentado sus nuevas hojas de etiquetas en formato A5 para impresoras láser.

Estas etiquetas están especialmente diseñadas para la señalización de cables en armarios de distribución y mando, dónde se hace difícil distinguir individualmente cada cable. Las nuevas etiquetas de Lapp Kabel aportan orden dónde se hace impensable.

Las nuevas hojas de etiquetas, de color amarillo por un lado y blanco por detrás, pueden ser impresas por ambos lados, por lo que

su versatilidad aumenta.

El sistema de fijación de las etiquetas, directo, se realiza mediante bridas de sujeción (de hasta 4.5 milímetros de ancho) por uno o dos lados, a disposición del cliente.

Lapp Kabel nos propone así un mecanismo de identificación para los cables ubicados en los sitios más complicados, para que la



instalación y mantenimiento resulte menos compleja al profesional.

**LAPP KABEL ESPAÑA, S.L.U.**  
**Avda. de les Garrigues, 34-36**  
**08820 El Prat de Llobregat (Barcelona)**  
**Tel.: 93 479 6271 - Fax: 93 479 6272**  
**www.lappkabel.es**

(0706PL00)

## Memoria Flash serie de 16 Mbit con sectores de 4 Kbyte para aplicaciones PC BIOS



Un bus compatible con SPI de hasta 50 MHz y la rapidez de borrado de página hacen que este circuito M25PE16, sea ideal para almacenamiento de parámetros y códigos. STMicroelectronics, líder mundial en el diseño, fabricación y suministro de memorias Flash serie, anuncia la incorporación de un dispositivo de 16 Mbit, con sectores de 4 Kbyte a su familia M25PE, ideal para aplica-

ciones PC BIOS, así como para drivers de disco óptico, grabadores de voz digital, productos de red y set-top boxes (STB). El nuevo M25PE16 tiene acceso a través de un bus serie compatible con SPI de hasta 50 MHz y es el primer dispositivo de ST con subsectores de 4 Kbyte.

El uso de un interface serie de elevada velocidad de cuatro hilos en lugar de un bus paralelo de memoria

hace posible una reducción drástica de espacio de tarjeta y costes, requiriendo así un encapsulado de menores dimensiones y menos pines.

La memoria se organiza en treinta y dos sectores, cada uno de los cuales contiene 256 páginas de 256 bytes. Además, cada sector se divide en 16 subsectores de 16 páginas.

La memoria puede ser escrita o programada de 1 a 256 bytes, usando las instrucciones Page Write o Page Program. También se puede borrar una página, un sector o el total mediante la instrucción Bulk Erase.

El modelo M25PE16 posee características avanzadas de protección para prevenir errores o programación accidental. Esta memoria puede ser Write Protected mediante hardware o software gracias a funciones de protección volátiles y no volátiles, dependiendo de las necesidades de cada aplicación.

La nueva memoria Flash opera con una tensión de alimentación de 2.7 a 3.6 V y está especificada para trabajar en un rango de temperatura de -40 a +85 °C. También se caracteriza por un modo power-down de 1 µA para reducir el consumo de energía e incluye una firma electrónica Two-Byte para facilitar la identificación del dispositivo. Esta memoria Flash, que se encuentra disponible en encapsulados S08W, MLP8 y ECOPACK® compatibles con RoHS de 5 x 6 mm, ofrece una retención de datos superior a veinte años con más de 100.000 ciclos de Borrado / Programación por sector.

**Para más información:**  
**STMicroelectronics Iberia, S.A.**  
**Tel: 914051615 - Fax: 914031134**  
**web: www.st.com**

(0706PL02)

## Puente multi-cliente inalámbrico con protección IP67

El OW-2000 CBP opera en el rango de frecuencia de 2.4 GHz y soporta los estándares IEEE 802.11b / 802.11g.

CelNCOM, Conversores e Interfaces de Comunicaciones, S.L., anuncia la disponibilidad del modelo OW-2000 CBP un nuevo puente multi-cliente / punto de acceso / sistema de distribución inalámbrico (WDS) de Ruby Tech Corp.

El OW-2000 CBP, que opera en el rango de frecuencia de 2.4 GHz y soporta los estándares IEEE 802.11b / 802.11g, se convierte en una magnífica alternativa para añadir capacidad inalámbrica a una red cableada existente o incorporar ancho de banda a una instalación wireless.

Para garantizar la conectividad wireless, puede encriptar todas las transmisiones inalámbricas a

través de WEP de 64 / 128 bit y soportar WPA / WPA2. Además, un filtro de dirección MAC selecciona exactamente qué estaciones pueden tener acceso a la red.

El OW-2000 CBP, compatible con la normativa RoHS, también se caracteriza por un ratio de datos de 54 Mbps, potencia de salida de hasta 17 dBm, conectividad inalámbrica punto a punto y punto a multipunto,

protección IP67 (resistencia a polvo, agua e inclemencias ambientales), amplio rango de temperatura operativa (de -20 a +70°), compatibilidad Power-over-Ethernet (IEEE 802.3af) y función watchdog.

**Para más información:**  
**Ceincom, S.L. - Tel: 916758880**  
**e-mail: info@ceincom.com**

(0706PL07)

## AXIOMTEK Iberia anuncia una nueva placa madre Mini ITX de baja potencia



El modelo SBC86620 se destaca por múltiples opciones de conectividad.

AXIOMTEK Iberia, compañía líder

en sistemas y componentes industriales y embebidos, anuncia el lanzamiento del modelo SBC86620, una nueva placa madre Mini ITX

económica que, soportada por toda la familia de procesadores AMD Geode™ LX de sólo 0.9 W, es el motor ideal para logística y terminales de transacciones.

Este nuevo SBC embebido ofrece un magnífico rendimiento con baja potencia para comunicaciones y automatización, y aumenta la vida de la batería en aplicaciones móviles, desarrollando total funcionalidad x86.

La nueva tarjeta Mini ITX permite a los desarrolladores crear rápidamente dispositivos informáticos embebidos e implementar sistemas con el mejor ratio coste / rendimiento.

El SBC Mini ITX soporta múltiples características I/O, incluyendo cuatro puertos COM, cuatro puer-

tos USB 2.0, audio interno / externo, LCD TTL/LVDS, USB DiskOn-Module y CompactFlash™. Además, el SBC86620 reserva un slot de expansión PCI y una toma Mini PCI tipo III para ampliaciones de bus como tarjetas de controlador o módulo LAN inalámbrico.

Por lo tanto, la nueva placa madre SBC86620, compatible con la normativa, reduce el coste total de propiedad y acelera el tiempo de llegada al mercado mediante tomas I/O estándares.

**Para más información:**

**AXIOMTEK Iberia**

**e-mail: [info@axiomtek.es](mailto:info@axiomtek.es)**

**web: [www.axiomtek.es](http://www.axiomtek.es)**

(0706PL01)

## Kontron amplía su línea PCI 3U con Intel® Core™ 2 Duo

Los clientes con aplicaciones embebidas se pueden beneficiar de las ventajas de un rendimiento de 64 bit high-end.

Kontron anuncia la introducción de tecnología de 64 bit de Intel® para el mercado embebido con el nuevo diseño de la tarjeta CompactPCI 3U CP307 con los últimos procesadores Core™ 2 Duo.

Integrada con el chipset Intel® Mobile 945GM Express y el ICH7-R Southbridge, la tarjeta CP307 ahora ofrece un rendimiento por vatio sin precedentes en un formato 3U en comparación con las opciones existentes de procesador con CPU Core™ Duo. El Intel Core 2 Duo eleva las características de la tarjeta con el doble de caché L2 (4 Mbytes), mejora la arquitectura interna y soporta conectividad de 64 bit sin aumentar la disipación de potencia.

El modelo Kontron CP307<sup>64</sup> puede generar un elevado nivel de atención al cliente con magníficas características, incluyendo opciones para procesadores de 1.5 GHz (L7400) o 2.16 GHz (T7400), bus front side de 667

MHz, almacenamiento principal DDR2-SDRAM con secuencia de 667 MHz ampliable a 4 GBytes, rendimiento de datos de 10.6 Gbit y diversos interfaces de comunicaciones. Además, existen dos conectores Gbit Ethernet, hasta seis puertos USB 2.0, un máximo de cuatro interfaces SATA-300 y una toma CompactFlash.

Para completar la arquitectura de CPU, PCI-Express se usa como el bus de datos a los canales Ethernet para anchos de banda superiores de red. El acelerador gráfico integrado en el Mobile Intel® 945GM Express garantiza una excelentes características de vídeo, 2D y 3D para VGA y DVI, que sólo se encuentran con operación dual.

La nueva tarjeta Kontron CP307<sup>64</sup> se presenta en opciones mono-slot (4HP) y slot dual (8HP), ofreciendo soporte adicional para LPC, COM, DVI y medios SATA de 2.5". Las versiones con I/O traseras con módulos en la parte posterior hacen posible una estructuras de sistema en las que el cableado y la conexiones de interface se si-



túan en el panel trasero.

El modelo CP307<sup>64</sup> es la solución ideal para una amplia gama de aplicaciones embebidas. Con un procesador soldado y almacenamiento soldado de hasta 2 GBytes, esta tarjeta se puede utilizar en las condiciones ambientales más adversas, tales como líneas de ensamblaje y aplicaciones en aeronaves, trenes y barcos, así como en dispositivos de medición y bancos de prueba. Con un rendimiento excepcional de CPU

en un pequeño formato, el CP307 también es idóneo para requerimientos de elevado rendimiento de proceso de imagen y sistemas de recogida de datos.

El CP307<sup>64</sup> soporta encapsulados de software Windows XP, XP Embedded, Linux y VxWorks.

**Para más información:**

**KONTRON Embedded Computers, AG.**

**Tel: 917102020 - Fax: 917102152**

(0706PL05)

# El cuerpo humano como Fuente de Energía

## Nuevas tecnologías para la generación de energía

Thijs Beckers

**“¡Ahorre energía!” es la frase que más se oye actualmente, a lo que contribuye la subida constante de los precios del combustible y las noticias sobre el efecto invernadero. En este aspecto, en el Centro Holst están llevándose a cabo algunas investigaciones sobre un tipo de desarrollo denominado “capturadores de energía basura”, que son convertidores de energía que utilizan el calor humano. El cuerpo humano sólo puede generar pequeñas cantidades de energía, pero no deja ningún residuo.**

En la actualidad se pierde una gran cantidad de energía térmica en el entorno. Las torres gigantes de enfriamiento, situadas al lado de las estaciones de potencia, con sus grandes nubes de vapor, son un claro ejemplo. Actualmente están investigándose nuevos desarrollos, aunque a mucha menor escala, para convertir esta “ gran cantidad de calor” en electricidad.

### ENERGÍA ETERNA

Los aparatos electrónicos necesitan energía eléctrica para funcionar. En los dispositivos portátiles las baterías han sido los elementos más utilizados generalmente, aunque esto está a punto de cambiar... En el Centro Holst están desarrollándose unos “Recogedores de Energía”, también llamados “Cosechadores de Energía”. Estos ingeniosos dispositivos tecnológicos hacen uso de la energía piezo-eléctrica, electrostática, electromagnética o energía térmica para

generar una tensión. Esta última forma de energía es particularmente interesante. Existen muchas fuentes de calor (que por lo tanto se gasta) que pierden la energía térmica en su entorno. Pensemos solamente en el calor generado por la maquinaria industrial, los coches, los hornos, etc. Otra fuente de energía térmica es el cuerpo humano.

### ¿LA MÚSICA DEL FUTURO?

Para aplicaciones móviles sería muy interesante aprovechar una fuente de calor como la del cuerpo humano. Así, podríamos escuchar sin parar nuestro iPod o reproductor MP3 y no tendríamos que conectar nuestro teléfono móvil a un cargador de tensión red. Pero aún nos queda mucho camino. La tecnología actual todavía requiere demasiada energía para poder trabajar tan sólo con el calor del cuerpo humano (a menos que convirtamos todo el calor humano, lo que no resultaría muy práctico). El Centro Holst ha conseguido desarrollar un prototipo de un regis-



Figura 1. El prototipo del medidor de oxígeno en la sangre es ya lo suficientemente pequeño como para poder llevarlo como un reloj de pulsera.

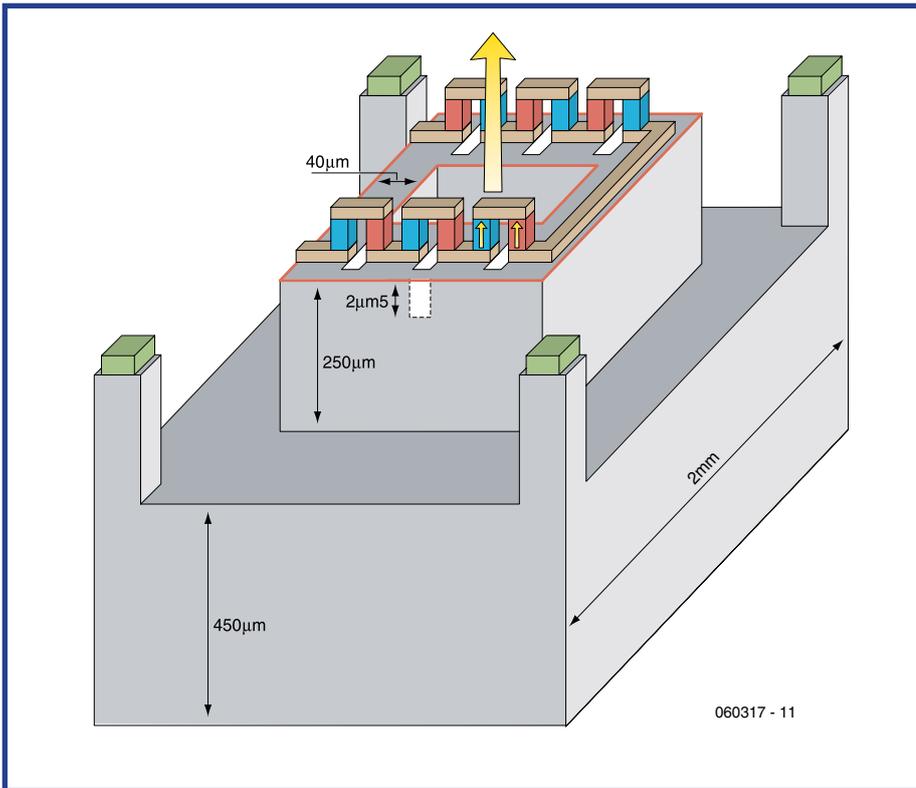


Figura 2. Estructura de las termopilas de silicio. El flujo de calor (flechas amarillas) crea una diferencia de tensión entre los elementos térmicos. Su conexión en serie incrementa la tensión a un nivel útil.

trador de datos de gases en la sangre. (Figura 1). Se trata de un sistema completamente autónomo, el cual toma su energía del calor que proviene de la muñeca de un voluntario. Sin embargo, la técnica subyacente en este sistema no es nueva. Hace uso del denominado efecto "Seebeck" (véase el apartado correspondiente). Lo que resulta novedoso es la forma de convertir la energía térmica a partir de una fuente de calor...

## TECNOLOGÍA

Las denominadas "pilas térmicas" pueden construirse utilizando silicio (Figura 2). Estas pilas térmicas están formadas por termopares, los cuales generan un pequeño voltaje donde existe una diferencia de temperatura entre la unión de los termopares. Cuando conectamos en serie un gran número de termopares se genera un voltaje aprovechable. Esta tensión puede calcularse utilizando la fórmula  $U_0 = m \cdot \alpha \cdot \Delta T$ , donde  $m$  es el número de termopares, es el coeficiente "Seebeck" y  $\Delta T$  es la diferencia de temperatura entre los dos metales del termopar. En la práctica cada termopar genera cerca de 1 mV para conseguir una tensión utilizable (entre 1 y 10 V), por lo

que necesitamos al menos unos miles de termopares. Sin embargo, este elevado número no supone ningún problema, siempre y cuando los elementos térmicos estén contruidos de silicio. La Figura 3 nos muestra el diagrama de bloques de una fuente de alimentación termoeléctrica. A una temperatura ambiente de 22° C el cuerpo humano libera cerca de 10 mW/cm<sup>2</sup> de energía térmica (medido cerca de una arteria). Dependiendo de las condiciones, el generador termoeléctrico puede generar entre, aproximadamente, 100 y 200  $\mu$ W. El circuito cargador almacena esta energía en una batería o condensador. Esta energía se emplea para proporcionar al circuito la alimentación requerida. La máxima transferencia de energía se produce cuando la resistencia de carga es la misma que la resistencia interna de la termopila. El Recogedor de Energía, en el registrador de datos de gases en la sangre suministra entre 100 y 600  $\mu$ W. Si la temperatura ambiente aumenta, la potencia de salida disminuye. En torno a 36° C no existe ninguna diferencia entre la piel y el entorno, por lo que no puede generarse energía (Figura 4). Si aumenta la temperatura por encima de este valor el elemento comenzará a producir tensión de nuevo, sin embargo, ahora tra-

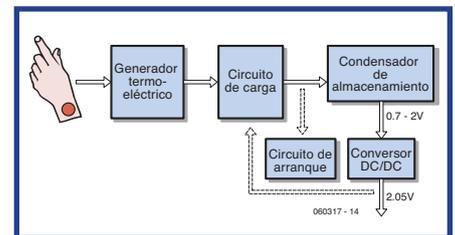


Figura 3. Diagrama de bloques de una fuente de alimentación termoeléctrica. La energía extraída por el recuperador de energía necesita un procesamiento adicional antes de poder emplearla.

## Centro Holst

El Centro Holst ([www.holstcentre.com](http://www.holstcentre.com)) es una unión de IMEC y TNO. Es un instituto de Investigación y Desarrollo independiente que desarrolla nuevas tecnologías para transductores autónomos sin hilos y sistemas en suspenso. La investigación de técnicas de renovación de energía se realiza junto con IMEC-NL. Un aspecto importante de este instituto es la interacción y colaboración con instituciones industriales y académicas. Esta unión significa que el Centro Holst puede adaptar sus estrategias científicas a las necesidades industriales. Las inversiones proporcionadas por el gobierno y varias compañías han incrementado significativamente las posibilidades de un resultado positivo en la investigación. El conocimiento combinado junto con los nuevos desarrollos proporciona a las partes implicadas una posición ventajosa en el mercado, algo que no habrían alcanzado sin este nivel de cooperación.

## Efecto "Seebeck"

El efecto "Seebeck" fue descubierto en 1821 y debe su nombre a su descubridor, Thomas Johann Seebeck. Consiste en la conversión directa de la diferencia de temperatura en la unión de dos metales diferentes o semiconductores, en un potencial eléctrico. Realmente es justo lo contrario del conocido efecto Peltier, donde una corriente eléctrica se transforma en una diferencia de temperatura. De hecho estos dos procesos son el mismo, con la diferencia de que la conversión de energía se produce en direcciones opuestas. Por esta razón el conjunto se denomina efecto Peltier-Seebeck o efecto termoeléctrico.

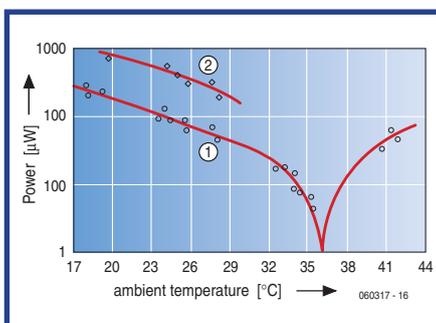


Figura 4. Potencia de salida de las pilas térmicas. La gráfica 1 corresponde a una persona sentada; la gráfica 2 es de una persona que está corriendo. La diferencia se debe, principalmente, a la capacidad de enfriamiento del radiador

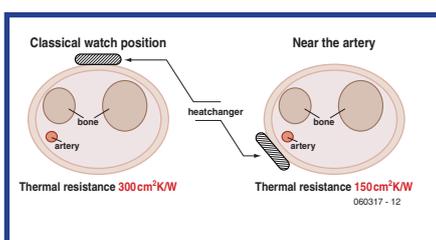


Figura 5. Resistencia térmica del cuerpo. El mejor lugar para el intercambio de calor está, claramente, cerca de una arteria.

baja en "la dirección opuesta", de manera que el elemento calienta la piel en lugar de enfriarla. Por lo tanto, el calor se libera en otra parte del cuerpo.

## RESISTENCIA TÉRMICA

La potencia de salida del elemento térmico está influenciada, sobre todo, por la resistencia térmica total. Esta resistencia está formada por la resistencia térmica del cuerpo, el generador termoeléctrico y el aire del entorno.

Se han realizado varios estudios de la resistencia térmica del cuerpo humano. La transferencia térmica óptima se alcanza cuando se coloca el elemento térmico sobre una arteria (Figura 5). La resistencia térmica está entorno a los 150 cm<sup>2</sup>K/W. La resistencia del intercambiador de calor está en la región de varios cientos de cm<sup>2</sup>K/W.

La resistencia térmica del aire depende mucho del movimiento del aire en el entorno. Para una persona que está sentada esta resistencia térmica es de 500 cm<sup>2</sup>K/W con el radiador utilizado. El mismo radiador alcanza una resistencia de 'sólo' 200 cm<sup>2</sup>K/W cuando esta persona está caminando (Figura 4).

Durante estas pruebas también se comprobó que cuando los sujetos de prueba realizaban fuertes ejercicios físicos, esto no se transformaba en una generación adicional de energía. El cuerpo humano es tan eficiente en disipar el exceso de calor que la temperatura de la piel no aumenta significativamente y de ahí que no se obtenga un incremento de la energía extraída. Generalmente la cabeza es la parte más caliente del cuerpo, por tanto es de ahí de donde podemos obtener el mejor rendimiento cuando convertimos el calor del cuerpo en energía eléctrica. La única desventaja es que no estaremos muy atractivos (Figura 6).

## MEDIDAS DE "ENERGÍA GRATUITA"

El dispositivo diseñado en el Centro Holst, el sensor de oxígeno en la sangre sin hilos (Figura 1), utiliza estas novedosas tecnologías. Las señales provenientes de un sensor de gases en la sangre y de un sensor de velocidad de latido (del tipo que se usa en los hospitales) se conectan a una especie de reloj de pulsera. Esta correa contiene todos los componentes electrónicos así como la fuente de alimentación. El diagrama de bloques de la Figura 7 muestra cómo se construye el medidor de gases en la sangre. El intercambiador de calor se coloca cerca de la arteria, la cual indirectamente

suministra la energía que necesitamos para los componentes electrónicos. Todo el procesamiento de las señales analógicas y digitales se realiza sobre la tarjeta. Se emplea un transmisor de radio para enviar los datos a un ordenador (por ejemplo), de manera que la información se muestra en tiempo real y, si fuera necesario, una alarma nos avisaría cuando los datos se salieran de cierto rango.

## UNIÓN DE LO VIEJO Y LO NUEVO

Realmente, las teorías que están detrás de estos dispositivos no son nuevas. La tecnología existe desde hace algún tiempo, aunque era demasiado voluminosa para aplicaciones portátiles. Debido a ello el Centro Holst concentra su investigación en la minimización de la tecnolo-



Figura 6. Estos diferentes recogedores de energía parecen llegar al límite...

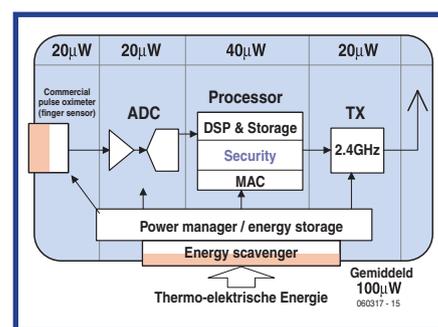


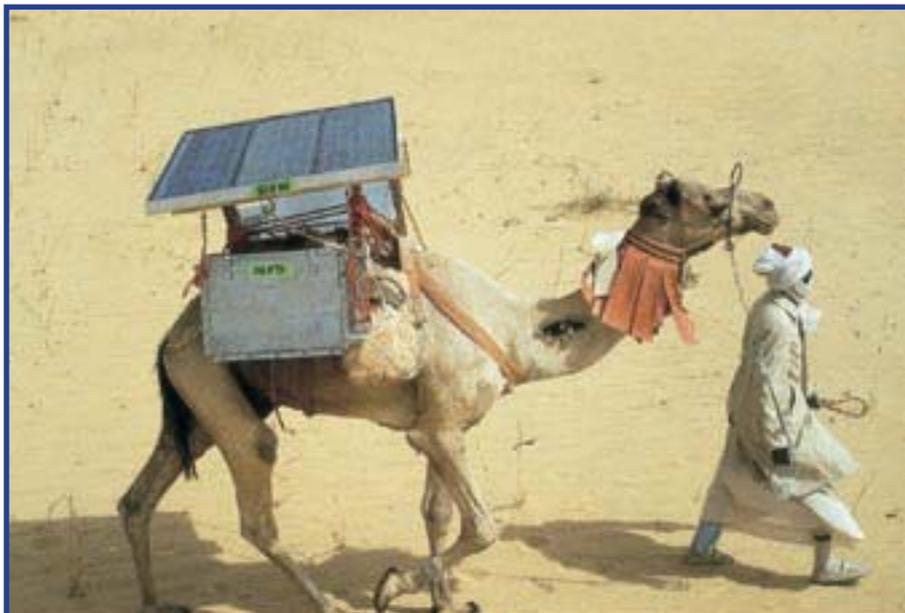
Figura 7. La estructura interna de un medidor de gases en la sangre sin hilos está pensada para conseguir que el tamaño y el consumo de energía sea el mínimo posible.

gía. En la actualidad están investigando la producción de una pila térmica que usa silicio. Esto significa que los colectores de energía pueden fabricarse en obleas de silicio, algo parecido a los microprocesadores, lo cual proporciona un gran ahorro de costes. Las diminutas dimensiones de estos elementos significa que podemos

conectar en serie muchos de ellos para producir una tensión utilizable.

Esto no es exactamente una idea nueva, como podemos ver en el Reloj Térmico de la casa Seiko [1,2]. Este reloj utiliza el mismo efecto que el medidor de gases en la sangre. Las dimensiones de la pila térmica son mucho más grandes, por lo que se fabrica utilizando elementos más pequeños. También convierte mucha menos energía en una salida eléctrica.

Otros productos que utilizan fuentes de energía ambientales son, por supuesto, las células solares (**Figura 8**), y, algo menos conocidos, aunque no menos interesantes, son los interruptores fabricados por EnOcean (**Figura 9**), en los que la presión del interruptor genera suficiente energía para estimular a un pequeño transmisor, el cual activa un relé remoto [3].



**Figura 8.** El frigorífico para camello. Es un buen ejemplo de una fuente de energía alternativa. (foto Naps Systems Oy).

Existen muchos otros dispositivos que utilizan la 'energía humana': radios de cuerda, cargadores de teléfonos, antorchas que tienen que agitarse primero para que se carguen, etc. No obstante, la mayor parte de estos dispositivos no pasan de ser ingeniosos, al igual que la tecnología moderna.

## ENERGÍA POR TODAS PARTES

Los recogedores de energía son el futuro. Operan sin hilos y se usan en numerosas aplicaciones. Pensemos en los sistemas de alarma, aplicaciones industriales donde el calor de las máquinas puede emplearse, aplicaciones médicas tales como el medidor de gases en la sangre sin hilos

## Termopares

Un termopar está formado por dos cables fabricados de diferentes metales o aleaciones que se han unido, preferiblemente mediante una soldadura. Cuando se genera una diferencia de temperatura a través de la unión se crea una diferencia de potencial que es proporcional a la diferencia de temperatura. La diferencia de potencial es del orden de 6 a 60 microvoltios por grado Celsius ( $\mu V/^{\circ}C$ ).

descrito anteriormente, el cual podemos conectar a un teléfono GSM, de forma que realice lecturas remotas a grandes distancias. Encontramos otra utilización en domótica, donde podemos utilizar muchos sensores sin cables, juegos (el controla-

de energía es posible monitorizar activamente lo que le pasa a un producto. Como ejemplo, podríamos saber si los productos del congelador se han descongelado. Podemos registrar continuamente la temperatura a través de un sensor, por lo que podemos conocer más adelante, en una fecha y hora exactas, lo que le ha sucedido a un producto. Junto con una presentación en papel podríamos incluso conocer directamente cual ha sido la vida propia del producto.

## ELECTRÓNICA SIN LÍMITES

La cantidad de aparatos electrónicos que usamos diariamente aumenta constantemente. Pensemos en el coche, en la máquina de café, en el cepillo de dientes, etc. Muchas nuevas soluciones se han desarrollado para proporcio-



**Figura 9.** Un conmutador de luz, fabricado por EnOcean. Este conmutador sin hilos convierte la energía utilizada al presionar el conmutador en energía eléctrica, la cual alimenta un transmisor que activa un relé remoto.

dor no necesita baterías y la energía no se agota en medio de una jugada importante), teclados inalámbricos y ratones, etc. Otra área donde estos dispositivos tendrán futuro es en la industria de la automoción. En América es obligatorio para los nuevos vehículos supervisar continuamente la presión de los neumáticos. Siendo realistas esto únicamente puede implementarse utilizando tecnología inalámbrica, que es una área en la que los colectores de energía (ver el artículo publicado en mayo de 2005 de Elektor Electronics, "Órganos sensores para vehículos") son los verdaderos amos. La tecnología también puede usarse como una alternativa a RFID, que es un sistema pasivo. Con los colectores

nar a estos dispositivos electrónicos la energía que requieren. Las pilas térmicas del Centro Holst son justo la punta (tecnológica) del iceberg, y crecerán, a pesar del efecto invernadero...

(060317)

*Gracias a Ruud Vullers, investigador senior del Centro Holst, por su colaboración.*

## Enlaces en Internet:

- [1] [www.roachman.com/thermic](http://www.roachman.com/thermic)
- [2] [www.natureinterface.com/e/ni03/P045-049](http://www.natureinterface.com/e/ni03/P045-049)
- [3] [www.enocean.com](http://www.enocean.com)

# Mensaje en una Botella

## La búsqueda del Santo Grial de la energía gratuita



Wisse Hettinga

**Es demasiado bueno para ser verdad, pero las leyes de la termodinámica dicen que lo es; se trata de un sueño persistente: la energía gratuita. Es extraño que el Universo esté lleno de energía mientras que en la Tierra es un bien escaso. Por alguna razón no hemos sido capaces de encontrar una manera eficiente y sostenible de calentar nuestros edificios, iluminar nuestros alrededores y transportarnos a nosotros mismos y a nuestros bienes. Sin embargo, si lee Elektor quizás se pregunte: ¿hay un rayo de esperanza?**

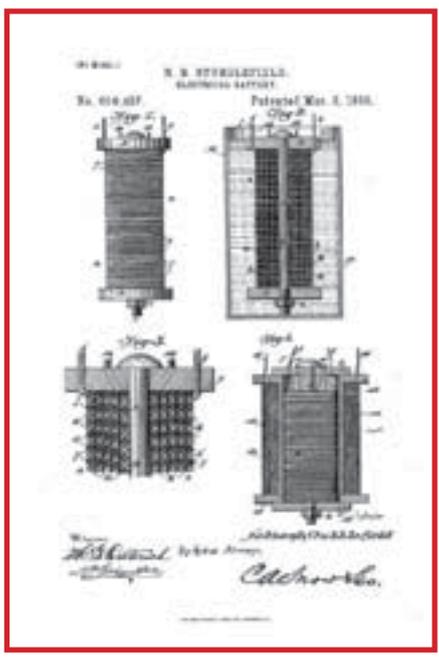


Figura 1. Batería de Nathan Stubblefield.

### EL DESORDEN

El hecho de que la termodinámica nos diga que resulta imposible extraer de un sistema más energía de la que ponemos en el mismo no es suficiente para detener a un gran número de entusiastas que invierten tiempo y dinero en buscar la energía gratuita, 'el Santo Grial' del siglo XXI. Muchos de ellos publican sus ideas y experimentos en Internet. Si en Google escribimos 'energía gratuita', nos encontraremos en un extraño mundo de creyentes, pseudo-científicos y, afortunadamente, gente normal, que disfruta dedicando su atención a este tópico. Algunos 'descubrimientos' son relativamente interesantes, aunque requieren algo de fe para creerlos. Citaremos algunos ejemplos: un hombre que hace que bombillas normales incandescentes se enciendan manteniéndolas contra un cierto número de varillas; el inventor de la máquina N; una compañía llamada Steorn; y el 'joecell', que permite que los motores de coche puedan

trabajar en agua. No podemos decir mucho más sobre esto, excepto que el problema está en estos investigadores de energía gratuita. Resumiendo, hay una gran desorden. Podemos ver docenas de páginas web con los mensajes más extraños expresados en Word Art y diseños idiotas intermitentes. En las páginas web dedicadas a vídeos se encuentran docenas de "videoclips" realizados en oscuros lugares donde sinietras personas realizan experimentos oscuros. Da la impresión de que todo lo relacionado con la energía gratuita es necesariamente oscuro e impreciso. Por ello, hemos creído que es el momento para que Elektor centre su atención en este asunto, aunque solamente sea para aclarar las cosas, no es nuestra intención incitarle a una aventura peligrosa con un resultado desconocido, simplemente queremos saber qué está pasando, porque hemos visto a muchas personas gastar su tiempo en esto.



## VIAJE AL PASADO

En primer lugar haremos un pequeño viaje en el tiempo. Desde los primeros días de la ciencia natural, los investigadores aficionados quedaron fascinados ante la idea de la energía gratuita. Parece existir un claro enlace con las ciencias antiguas y descripciones de experimentos extraños, y hasta los buscadores de agua tienen algo que añadir aquí. Actualmente esto no es tan sorprendente, ya que sabemos que la tierra conduce electricidad hasta sus extremos, aunque esto ya se sabía alrededor del año 1800, cuando Giovanni Aldini descubrió que los dos conductores del circuito de un telégrafo podían sustituirse por un único conductor, ya que el camino de vuelta lo proporcionaba la tierra. (Si desea hacer una lectura interesante sobre el tema, busque en Internet por Aldini, el primo de Galvani, y encontrará información sobre su inusual experimento acerca de criminales fallecidos recientemente). Pero, además de la tierra como conductor de electricidad, también hay descripciones de sucesos espontáneos de corrientes eléctricas y de circuitos telegráficos que continúan trabajando correctamente sin baterías externas o cualquier otra fuente de energía, lo que nos lleva directamente a la teoría sobre corrientes de energía o 'corrientes telúricas', que sólo está a un paso de la búsqueda de los detectores de corrientes de energía y rayos de la tierra.

La historia de Nathan B. Stubblefield (1860-1928), un cultivador de melones que vivía en Murray, Kentucky, es especialmente interesante. Le gustaba jugar con rollos y cables, y logró hacer historia a su manera. Sin embargo fue una historia algo triste. Afirmaba ser el inventor original de la radio, y la leyenda cuenta que se las arregló para crear un enlace

de comunicación sin hilos hace exactamente 100 años, con una claridad y calidad que la gente encontró asombrosa para aquellos tiempos. Nathan Stubblefield fue un contemporáneo de Alexander Gram. Bell, y conocía los inventos de éste, de manera que fabricó una versión sin hilos utilizando acoplamientos electromagnéticos (el mismo principio que utilizamos en transformadores). En estos experimentos (y aquí es donde comienza lo interesante para nosotros) utilizó una forma poco usual de generación de energía: baterías de tierra.

El principio que estaba detrás de estas baterías es muy conocido. Utilizando una varilla de cobre y una varilla de zinc dentro de la tierra, las reacciones químicas de la tierra crean una pequeña diferencia de tensión que puede medirse con un voltímetro. Sin embargo, la situación con el experimento de Nathan es bastante diferente. De acuerdo con la leyenda, durante los experimentos se generaba una gran cantidad de energía. Stubblefield utilizaba bobinas en sus baterías de tierra (vea la **Figura 1**) y, aparentemente, podía generar grandes tensiones y corrientes desde la tierra.

Los experimentos de Stubblefield fueron muy conocidos en su momento. Hay dibujos que muestran cómo podía establecerse un enlace sin hilos entre un barco y tierra (vea la **Figura 2**), algo que actualmente se hace. Sin embargo, esta persona tuvo un final poco agradable. Las empresas que le financiaban dejaron de hacerlo y se convirtió en una persona recluida que gastó los últimos años de su vida en su banco de trabajo. Destruyó todos sus instrumentos antes de morir y se llevó con él todos los secretos de sus baterías de tierra a la tumba. Lo único que aún mantiene viva su memoria hoy día es una placa conmemorativa en Murray, su ciudad natal.

## ALTA TENSION

Por supuesto, tenemos que hablar de Nikola Tesla. Vivió desde 1856 a 1943 y consiguió electrificar literalmente cualquier cosa con su bobina Tesla. Este hombre también inventó el motor de inducción. Además de sus experimentos con alta tensión, los cuales están perfectamente claros y pueden explicarse fácilmente sin ningún tipo de misterios, Nikola fue también una especie de visionario. Por ejemplo, aseguraba a sus contemporáneos que sería posible utilizar un pequeño dispositivo transmisor/receptor (no mucho más grande que un reloj de pulsera) para comunicarse con otras personas en cualquier parte del mundo. Actualmente esto no suena tan extraño, pero en aquellos

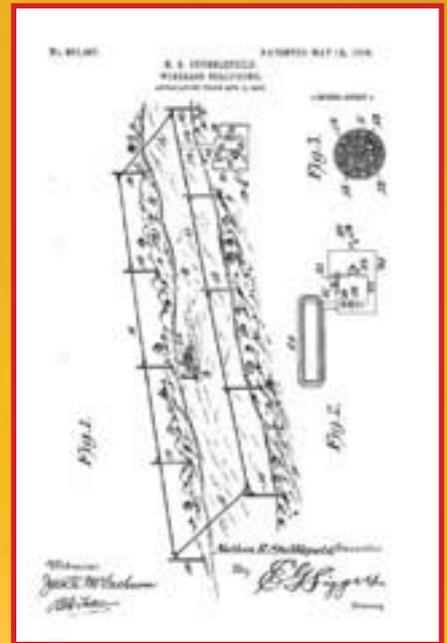


Figura 2. Enlace barco-tierra de Stubblefield.

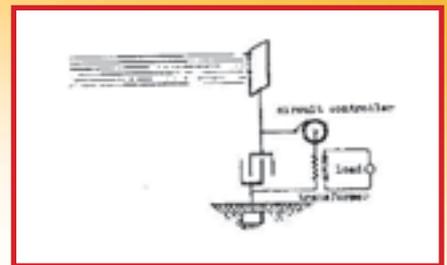


Figura 3. Receptores de energía gratuita de Tesla.

tiempos parecía pura fantasía. De acuerdo con Tesla, era necesario transmitir grandes cantidades de energía para conseguir esta función. Nicola Tesla tenía un proyecto especial en mente para conseguir esto, llamado el proyecto "Wardenclyffe". Una torre de 60 m que serviría para transmitir energía electromagnética, la cual podría recogerse del aire en cualquier lugar del mundo. Inicialmente el proyecto tuvo apoyo financiero y comenzó su construcción, pero el optimismo inicial cambió rápidamente por el miedo a las fuerzas eléctricas. Finalmente se detuvo y el gran proyecto de Tesla cayó en el olvido.

También sabemos que Tesla tenía planes para aprovechar la energía del espacio. Tenía la idea de utilizar una gran lámina de metal y recoger la energía utilizando una especie de rectificador mecánico (**Figura 3**). Al igual que Stubblefield, Tesla terminó recluyéndose en su casa. Mantenía un encuentro anual con periodistas donde realizaba diversas predicciones interesantes. En honor a su memoria, la unidad de la densidad del flujo magnético-

## Ver por nosotros mismos

Independientemente de si es realidad o ficción, la energía gratuita es excitante. La simple búsqueda del término "energía gratuita" nos proporcionará todo tipo de sitios de Internet que suponen horas de entretenida navegación en páginas muy variadas. A continuación vamos a describir algunas de las páginas más interesantes que hemos encontrado:

**www.teslascience.org**

- Varios aficionados están tratando de salvar la página web y construir el proyecto Wardenclyffe.

**www.keshetechnologies.com**

- Ésta es la página de bienvenida de este sitio de Internet. Si nos atrevemos a ir más allá conoceremos las últimas novedades sobre los experimentos del señor Keshe, incluyendo sus experimentos sobre la botella de cola.

**www.senternovem.nl/projecten-galerij/overzicht/energie\_en\_klimaat/h2uypagina.asp**

- Un nombre ridículamente largo pero que bien vale el esfuerzo de escribirlo. Aquí podemos aprender lo que está sucediendo en el ámbito oficial de la ciencia. Vale la pena echarle una ojeada.

**www.nuenergy.org/alt/archive.htm**

- Una colección muy variada de distintos proyectos de energía gratuita.

**www.nathanstubblefield.com**

- El hombre y sus inventos.

**http://www.ecn.**

**nl/egon/rd-programma/micro-wkk**

- El motor Stirling está de moda de nuevo y dentro de unos pocos años se espera que tenga un lugar en cada casa para ayudar a reducir el consumo de energía.

co ha recibido el nombre de Tesla (T). Pero todo esto ya es historia. La única memoria que queda de Stubblefield es un monumento en Murray donde vivió por largo tiempo y las ruinas del proyecto "Wardenclyffe" de Tesla pueden verse aún en Long Island.

## DE VUELTA AL PRESENTE

Actualmente es muy raro encontrar personajes tan sensacionales como Stubblefield y Tesla, lo cual es una pena, porque sería muy divertido ver a Tesla y Stubblefield en la modernidad de nuestros días. Nuestra primera búsqueda en Internet no proporcionó demasiados resultados.

Al parecer, todos los "gurús" de la energía gratuita viven en Norteamérica, pero justo cuando parecía que todos nuestros esfuerzos eran en vano, encontramos un grupo de gente muy interesante en la sala de prensa del edificio Jaarbeurs (en Utrecht, Holanda), durante una exhibición de "instrumentos". La reunión tenía todo el estilo de la comunidad de "energía gratuita": un lugar más o menos oscuro con una gran cantidad de cables de hilos desparamados sobre las mesas, multímetros y lámparas con flash. Y a continuación nos van a permitir que les presentamos al señor Keshe y su mensaje en una botella!

## MENSAJE EN UNA BOTELLA

Poder hablar con el señor Mehran Keshe en persona me ocupó varios meses de esfuerzo. La primera vez que lo intenté fui despedido por un empleado que decía que yo no podía comprender nada del tema y que por lo tanto no merecía la pena el esfuerzo de una visita. Después de este primer intento, se me dijo que podría ir si prometía apoyar y promover el mensaje del señor Keshe, pero yo no estaba interesado en ser utilizado de este modo. La posibilidad de contactar con esta persona se hizo cada vez más difícil hasta que hace unas pocas semanas, sin esperarlo, pude hablar directamente con el señor Keshe que accedió encantado a hablar conmigo.

Estuvimos de acuerdo en encontrarnos en un triste hotel en Antwerp, el cual padecía incluso más inhóspito con el mal tiempo que estaba haciendo. Mehran Keshe es nativo de Irán y su profesión es científico nuclear. Estudió en el colegio Queen Mary de la Universidad de Londres, vive en Bélgica y está seguro de que tiene el apoyo del gobierno belga, algo que remarcó en repetidas ocasiones durante nuestra conversación. También tenía una botella de plástico de cola (vea la **Figura 4**), la cual contenía el secreto de la fuente de energía del futuro para el mundo entero. Como un efecto adicional, la botella también proporcionaba una solución para los problemas de CO<sub>2</sub>, así como un método barato para producir nanomateriales y un modo espectacular de transformar un trozo de cable normal en un cable multi-conductor. Para no complicar más las cosas, por ahora vamos a omitir cualquier mención acerca de sus ideas sobre los agujeros negros y de sus viajes a través del espacio y del tiempo. La base para todos estos descu-

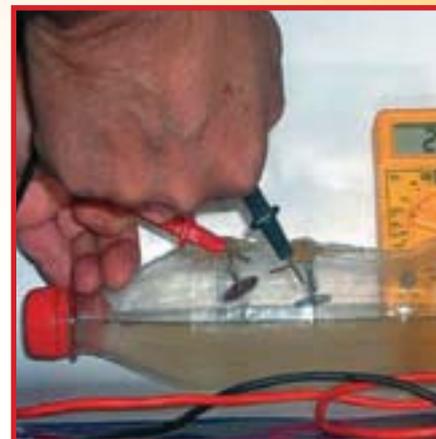
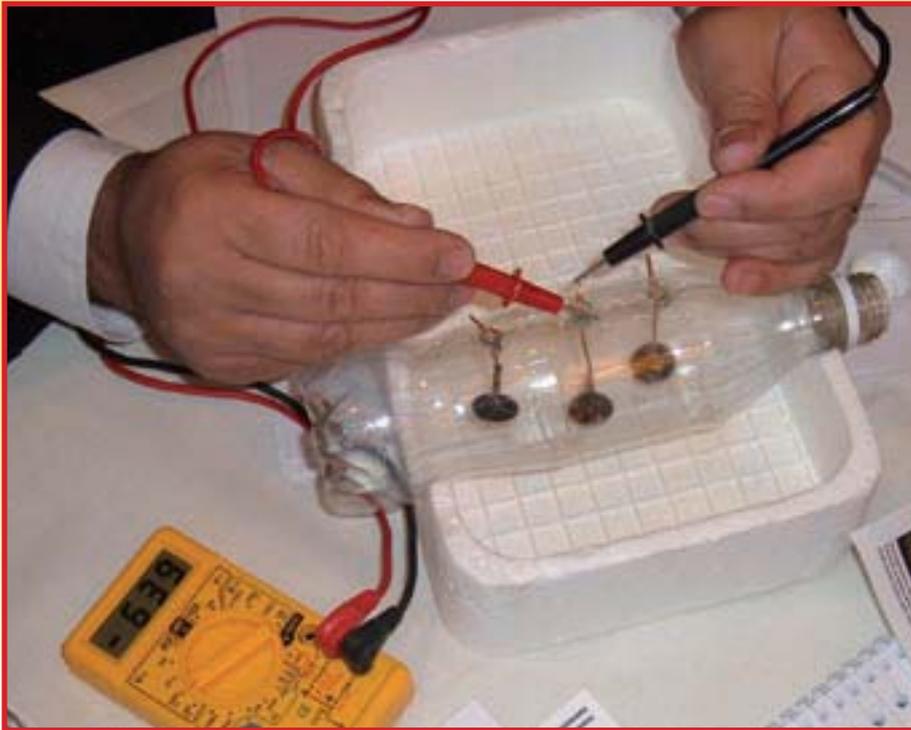


Figura 4. Botella de cola con la solución al problema de la energía ([www.keshetechnologies.com](http://www.keshetechnologies.com)).

brimientos la tenemos que buscar en el entendimiento que tiene Mehran Keshe de la relación entre el campo magnético de la Tierra y la fuerza de gravedad.

Sus respuestas ante mis preguntas sobre las teorías de fondo y cómo había llegado a estos razonamientos fueron algo vagas. Él simplemente había llegado a este nivel de entendimiento por medio de la contemplación y el estudio. Mehran Keshe: "Actualmente no hay nada de extraño en todo esto, así es como funciona la energía del mundo y del Universo. Esto es lo que yo he visto y ahora lo traslado a productos que puedan ser útiles. Nadie se sorprendería si digo que cada día se están creando millones de estrellas en el Universo, pero si yo copio esta idea a una escala más pequeña, nadie estaría de acuerdo en aceptar esto". Lo que él entiende por "copiar la idea a una escala más pequeña" era una demostración con una botella de cola.

Antes de nuestro encuentro hizo preparar una nueva botella específicamente para esta entrevista. Se trataba de una botella de plástico de cola normal, que contenía varias plaquitas de cobre sujetas para proporcionar unos electrodos en el exterior de la botella. Las plaquitas de cobre se mantenían en un lugar específico por medio de un pegamento de plástico. La clave de todo esto no estaba propiamente en la botella, sino en el líquido especial que Keshe había desarrollado. La composición de este líquido es secreta, pero no es una combinación creada por casualidad. El señor Keshe vertió el



**Figura 5.** Pueden medirse pequeñas diferencias de tensión entre los puntos de cobre dentro de la botella de cola.

líquido dentro de la botella, la agitó brevemente y la dejó de nuevo en su sitio para continuar con la conversación. Me mostró otras muchas botellas que había utilizado para otras demostraciones anteriores. Era obvio que el plástico de las botellas se había deteriorado. El líquido y la reacción química correspondiente había convertido el plástico dándole un aspecto granular y frágil. “Lo que tenemos aquí con estas viejas botellas es de hecho la solución al problema del CO<sub>2</sub>”, según el señor Keshe. “Esta reacción nos permitirá convertir el CO<sub>2</sub> en materia que, a continuación, podrá procesarse fácilmente como basura doméstica”. Mientras tanto ya había comenzado una reacción en la botella de cola. Los electrodos de cobre se estaban volviendo negros. El señor Keshe abrió la botella y vertió el líquido negro sobre una botella de cristal. “Esta botella ha pasado a valer muchos cientos de euros en la última media hora”, comentó el señor Keshe. De acuerdo con su teoría, el depósito negro que se veía era “grafema”, una forma de grafito con nanoestructura. “Normalmente tan sólo podemos realizar esto bajo unas condiciones muy especiales de temperatura y presión, pero aquí se produce a la temperatura ordinaria de una habitación”. De acuerdo con el señor Keshe, un estudio previo con un medidor especial utilizado en la industria del diamante había confirmado que el material era genuino. Pero el truco real vino a continuación: la botella de cola es-

taba vacía, la tapa estaba quitada, y el señor Keshe trajo un sencillo multímetro digital. Hizo un breve cortocircuito entre las puntas de prueba del multímetro para mostrar que el instrumento medía 0 V y, a continuación, realizó una medida en los electrodos que sobresalían de la botella: 600 mV en uno de ellos, y 800 mV (aproximadamente) en los otros (vea la **Figura 5**). En mi mente pude oír voces desde el público que decían “deténgase un minuto aquí, esto necesita un estudio adicional”. No estoy en desacuerdo con nadie sobre esto, pero con los conocimientos que tengo y con lo que he podido ver desde el otro lado de la mesa, tengo que decir que, como mínimo, esto era sorprendente. “Éste es el modo en que las baterías del futuro van a trabajar”, dijo el señor Keshe. “Muy pronto seremos capaces de comprar una batería por un euro que, en principio, tendrá una vida tan larga como queramos. Aún estamos pensando en el modo en que los componentes electrónicos y las baterías sean independientes. En unos pocos años las células de energía serán creadas por la deposición de vapor durante la fabricación de circuitos integrados y los circuitos integrados saldrán de la fábrica funcionando”, continuaba el señor Keshe. Sin embargo, el depósito negro de la botella también es un elemento interesante, ya que el nanomaterial está aislado eléctricamente en lugar de ser conductor. El señor Keshe nos mostró como un cierto trozo de cable flexible, fabricado a partir



**Mehra Keshe,** científico nuclear.

de un gran número de trozos de cobre individuales, podría convertirse en un cable multi-conductor dentro de la botella. Todos los trozos de cobre estaban efectivamente aislados unos de otros por el depósito negro. Ahora ya estamos en una situación perfectamente clara (**Figura 6**). El medidor entró de nuevo en juego y demostró que los dos trozos de cobre tratados estaban totalmente aislados. Después de todo esto, la conversación se desvió a las posibilidades menos usuales de las investigaciones de Mehran Keshe: agujeros negros que podían alojarnos de manera que se pudiese viajar a través del espacio y el tiempo, sistemas antigravedad, y unas ideas muy interesantes sobre cómo solucionar todos nuestros problemas de energía. ¿Es Mehran Keshe un estafador? ¿He pasado por alto unos cables ocultos? ¿No pude ver unos enormes transformadores bajo la mesa? ¿Tengo razones para dudar de la sinceridad de este hombre? De acuerdo con el señor Keshe, varias instituciones y universidades están estudiando actualmente sus hallazgos y, hasta ahora, lo único que han dicho es que todo parece correcto. El tiempo dirá... pero aún queda la cuestión de por qué ha elegido el presentarse a sí mismo de esta manera. “Si estás convencido de lo que sabes, tienes que confiar en ti mismo sobre todo ello”, dice el señor Keshe. El tiempo lo dirá...

(070096-1)

# Energía Solar para principiantes

Dr. Thomas Scherer  
y Jens Nickel

La energía solar, junto con la energía eólica y la hidráulica, es uno de los recursos renovables o "energías verdes" que no genera CO<sub>2</sub> o residuos radioactivos. La tecnología fotovoltaica (FV para abreviar), donde las células solares generan electricidad directamente de la luz solar, tienen que jugar un papel muy importante en el reto del cambio climático. El porcentaje de potencia eléctrica producida por medio de la tecnología fotovoltaica es muy pequeño: alrededor del 0,2% del total de la energía consumida en Alemania [1] y, probablemente, puede aplicarse la misma cifra a Inglaterra, donde un único 2 % de su potencia eléctrica proviene de las fuentes de energía renovables. Por desgracia, la eficiencia de las células solares no es precisamente asombrosa, ya que únicamente una pequeña porción de la energía lumínica es convertida en electricidad (en algunas latitudes se llega a un valor de hasta 1 kW por metro cuadrado). Las células que más se utilizan (hechas de silicio policristalino) tienen entre un 14% y un 17% de eficiencia. En el lado positivo, los grandes sistemas comerciales, que están compuestos por estas células solares, pueden ahorrar la misma cantidad de CO<sub>2</sub> que se genera en su fabricación en tan solo dos o tres años.

## ESCASEZ DE SILICIO

En términos puros de economía, las cifras para la generación de electricidad solar no son exactamente aplastantes: el coste de un 1 kW/h de electricidad producida por medios fotovoltaicos está en torno a los 35 ó 60 céntimos de euro, dependiendo del tamaño de la configuración, el tiempo de vida útil previsto de los módulos, las horas de luz solar anual y otros parámetros adicionales. Por tanto, el silicio no es precisamente "barato"; la producción y purificación del material base es compleja y cara, ya que debe estar casi tan adulterado como el silicio utilizado en la industria de los circuitos integrados. Para poder promover la energía solar, algunos países de



la Unión Europea ofrecen una rebaja a los consumidores que exporten energía al resto de la red eléctrica, lo que significa que cualquiera que sea propietario o comparta un sistema de energía solar puede considerarlo como una inversión para bajar los impuestos. Hace dos años, una ley sobre energías renovables [1] en Alemania [2] ayudaba a los países que eran líderes en la producción de este tipo de energía. Los 957 MW de energía solar generada por estos países era más del doble de la consumida por Estados Unidos y Japón juntos. Lo malo de esto fue la escasez de módulos que hubo en el mercado poco después, lo que aumentó los precios en algunos suministradores hasta un 30%. El cuello de botella en la producción fueron las exigencias en la generación del silicio más puro. Los días en que una modesta demanda de células solares podía cumplirse sin mayores problemas por la industria de los circuitos integrados con su excedente de silicio se acabaron. El respiro no llegará antes del 2008 y años posteriores, cuando los planes de producción tengan suficiente capacidad como para satisfacer toda la demanda de silicio para las células solares

y las nuevas alternativas en la tecnología de células (vea el apartado Bases de las Células Solares) que comienzan a ofrecer una seria competencia.

## OPCIONES SIN RED ELÉCTRICA

El elevado precio de los módulos solares es lo menos democrático y afecta de la misma manera a todo el mundo y en el mismo grado, sin tener en cuenta si se quiere generar energía para su venta o tan sólo se quiere disfrutar de una pequeña red eléctrica. Para mejor o para peor, los campistas de autocaravanas, patrones de barco, gente con casas de campo en lugares alejados, aficionados abiertos a la experimentación, todos ellos tendrán que rascarse sus bolsillos para conseguir independencia eléctrica. Por otro lado, los elementos de los sistemas de energía solar independientes no son difíciles o caros de conseguir, si nos referimos a una configuración típica capaz de proporcionar entre diez y unos pocos cientos de vatios. Los sistemas de este tipo son también ideales para los diseños domésticos y su montaje.

# Sencillas plantas de energía autónomas



Las instalaciones de energía solar autónomas juegan un papel vital en las regiones que adolecen de una infraestructura eléctrica significativa. Ésta es una configuración de 4,2 kW en Indonesia (foto: Schott Solar GmbH).

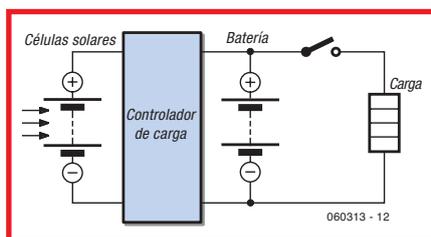


Figura 1. Diagrama de bloques de una configuración autónoma que es extremadamente sencilla.



Figura 2. El regulador de carga adapta la energía disponible a los requerimientos de la batería (foto: Phocos AG).

Con los sistemas autónomos no tendríamos por qué enviar ningún excedente de energía sobre la red eléctrica nacional, ya que no tenemos que preocuparnos de los sistemas complejos de seguridad para aislar nuestra planta del resto de la red eléctrica nacional. Por esta razón el diagrama de bloques (vea la **Figura 1**) es tan sencillo. La fuente de tensión (generador) es el módulo solar que se muestra. Como la tensión de salida actual del módulo depende de un cierto número de factores (en particular el nivel de luz, la temperatura y la carga), la conexión directa del módulo a una batería adecuada no es una opción. En su lugar se utiliza una interfaz electrónica entre los dos bloques principales que lo forman: es decir, el regulador de carga, el cual adapta la energía disponible a las necesidades de la batería recargable.

## AC Y DC

Para alargar la vida de nuestro sistema solar se recomienda utilizar baterías especiales, conocidas como 'baterías solares' (**Figura 3**). En realidad, estas baterías difieren muy poco de las baterías

recargables de ácido de plomo "sin mantenimiento" y "posición independiente", que se han utilizado durante años en sistemas de alarmas contra ladrones y muchas otras aplicaciones. Estas baterías son excelentes para la tarea que estamos tratando y sólo tienen dos inconvenientes. El primero es el precio que tenemos que pagar, por su sistema de 'montar y olvidar' y su característica de auto-descarga reducida, la cual es mayor que, por ejemplo, las de las baterías de arranque de los automóviles. El otro inconveniente es la reducida cantidad de carga con la que pueden trabajar. No debemos olvidar que estamos hablando de baterías de ácido de plomo y tienen que confiar en el regulador de carga que las protege contra

sobrecargas, corrientes de carga excesivas y, por supuesto, de forma ideal, contra la profundidad de descarga. El regulador de carga tiene una función adicional para asegurar que las células solares están cargándose de forma adecuada para conseguir su óptima eficiencia [4].

Las configuraciones autónomas básicas sólo tienen tres componentes, definidos para conseguir la capacidad eléctrica deseada. Los sistemas de baja potencia (hasta unos pocos cientos de vatios), tienden a utilizar módulos solares de 12 V, los cuales pueden conectarse en paralelo si es necesario (utilizando diodos de protección en este caso). Los reguladores de carga y las baterías recargables están diseñados para trabajar con 12 V en la tensión principal. Si todo lo que necesitamos son unas pocas lámparas de 12 V o similares, este tipo de configuración funciona muy bien. En este rango de potencia podemos comprar sólo refrigeradores de 12 V y lámparas halógenas de baja tensión, pensadas para casas móviles (caravanas). También existen fuentes de alimentación especiales de 12 V para ordenadores portátiles, pero hay muchos otros tipos de dispositivos eléctricos que no podemos conseguir en su versión de 12 V. El coste del rediseño de estos aparatos podría ser demasiado caro o desproporcionado. Para la mayoría de las personas sería bastante más sencillo utilizar aplicaciones estándar de red y los sistemas autónomos más lujosos podrían proporcionar a su vez corriente alterna (AC) "normal" de 230V. Aquí es donde entra en juego el cuarto componente: el inversor de potencia alterna (AC). En este caso los requerimientos clave se centran en la alta eficiencia y en el bajo consumo de corriente de reposo. Los últimos reguladores de carga con inversores de potencia integrados que han aparecido en el mercado han simplificado el diseño de los sistemas y su cableado de forma significativa (**Figura 4**). Con este tipo de regulador de carga integrado, el montaje de un sistema de 230V AC es tan sencillo como el de uno de 12V DC, aunque algo más caro.

## CÁLCULOS RÁPIDOS

Varios fabricantes ofrecen kits completos listos para instalar que comprenden los

módulos, el regulador de carga y la batería. La manera más sencilla de conseguir todo esto es la de visitar a un vendedor especializado y dejarnos guiar por sus consejos. De esta manera, estableceremos nuestros propios requerimientos y algunas dificultades estimativas de antemano, evitando construir un sistema que esté por debajo (o por encima) de lo especificado. Unos presupuestos falsos podrían terminar costándonos bastante caro.

Internet es el lugar por excelencia de los amigos y aficionados a la energía solar y recomendamos a nuestros lectores que lo utilicen (y mucho) para hacer sus propias investigaciones. Pero también es muy fácil acabar rodeado de una gran cantidad de información que nos impida ver "los árboles en el bosque". Por lo tanto, hemos considerado positivo proporcionar unas reglas básicas que todos debemos seguir, así como unos cálculos iniciales que simplificarán el diseño y las especificaciones de nuestro proyecto.

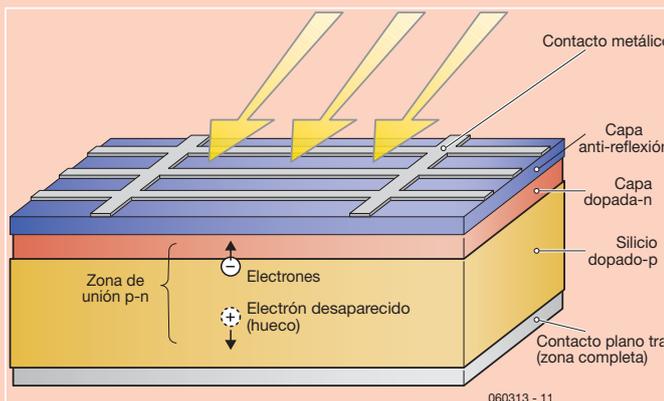
La máxima potencia que necesitaremos será la suma de la de todos los dispositivos funcionando normalmente al mismo tiempo. Para iluminar una caravana o una cabina podría ser suficiente con 50 W, pero incluso los frigoríficos más económicos llegan fácilmente a los 100 W para alimentar su motor compresor. Esto muestra una diferencia significativa entre las tecnologías de 12 VDC y la de 230 VAC. La versión de alta tensión requiere un inversor de potencia que pueda proporcionar una fuente de corriente de hasta diez veces la carga normal de funcionamiento del motor en el momento en que el motor compresor del frigorífico arranca a funcionar. Algunos inversores no pueden trabajar con estas potencias y sencillamente se cortan por autoprotección. Si no nos damos cuenta que la luz de sobrecarga está encendida hasta que vamos a comer, nuestra comida puede haber empezado a estropearse. Algunos frigoríficos especiales proporcionan un buen compromiso entre capacidad de enfriamiento y consumo de potencia, aunque no recomendamos que se compren los más baratos que tienen y usan elementos Peltier, ya que su pobre eficiencia global agotará las baterías completamente. Una cámara de frío equipada con un buen compresor es un tipo de mini-frigorífico con un motor (muy silencioso) que consume menos de 50 W.

**APETITO DE ENERGÍA**

Por lo general no tendremos todas las luces encendidas al mismo tiempo, ni tampoco las tarjetas de juegos durante toda la noche. Con una potencia de unos 50 vatios /hora (W/h) a nuestra disposición

**Bases de las células solares**

El elemento más pequeño de generación de corriente en un sistema de energía solar es la denominada "célula solar". Estas células están fabricadas al menos de dos materiales diferentes, frecuentemente colocados formando dos delgadas capas superpuestas una sobre la otra. Cuando la luz incide sobre estos materiales una actúa como un donante de electrones mientras que la otra lo hace como receptora. La clave del proceso es una zona barrera, que aparece entre estos dos materiales, que permite que fluya una corriente eléctrica en una única dirección apareciendo de esta manera una tensión eléctrica. Si ahora conectamos un electrodo conductivo (como un metal), a cada uno de estos materiales y conectamos a una carga externa, los electrones producidos realizarán su trabajo de forma efectiva.



Las células solares más utilizadas se producen a partir de una delgada capa de silicio monocristalino o policristalino (las policristalinas presentan un patrón típico de copo de nieve una vez que han sido cortadas y pulidas). El silicio es puro pero está "dopado" (impurificado) con una cantidad pequeña de boro, que proporciona un alto nivel de control sobre las propiedades electrónicas del semiconductor. Al mismo tiempo la capa superior es dopada con fósforo [5]. Dentro de la célula se crea una unión P-N, como en un diodo. Los fotones de luz que inciden en la célula llevan a los electrones fuera de su denominada "banda de valencia", dentro de la "banda de conducción" y en este proceso, este tráfico de electrones a través de la banda de huecos se transforma en corriente eléctrica. La tensión que se recoge por medio de unos contactos (de plata) conectados a las caras superior e inferior de la célula está en torno a los 0,6 V. La corriente es proporcional a la superficie total de la célula, a la energía de luz incidente y al factor de eficiencia. En nuestras latitudes las células policristalinas disponibles comercialmente son capaces de generar un par de amperios. Colocando varias de ellas en cascada se crean cadenas de células y al colocarlas en paralelo crean módulos con los que pueden conseguirse tensiones y corrientes más elevadas. Las células policristalinas tienen hasta un 17% de eficiencia mientras que las muestras de células monocristalinas alcanzan hasta el 22% (estas cifras caen cuando se conectan en módulos). Podemos mejorar la eficiencia utilizando células fabricadas con germanio, arseniuro de galio y otras combinaciones químicas. Sin embargo, estos materiales son más caros y por ello se emplean en aplicaciones especiales. Se pueden conseguir uniones de pares y tríos de células utilizando la superposición de múltiples capas, habiendo sido optimizadas para una sensibilidad máxima a una longitud de onda particular de luz. Por último, es posible utilizar lentes para concentrar la luz solar sobre una superficie de la célula más pequeña. Empleando estos trucos se debería alcanzar el record mundial de eficiencia por encima del 40% [6].

Otras configuraciones se han dirigido no tanto a la mejora de la eficiencia sino a la reducción del coste de producción. El objetivo es evitar o reducir la necesidad imperiosa de obtener silicio absolutamente puro. Otra solución utiliza los denominados Módulos CIS, que producen la compañía alemana Würth [7], aunque no en cantidades tales como para preocupar a los fabricantes de células solares de silicio. Las células solares fabricadas de silicio amorfo, con niveles de eficiencia de hasta un 10%, poseen en la actualidad una buena relación prestaciones-precio, de manera que pueden recomendarse como una alternativa, siempre que los usuarios tengan espacio suficiente como para acomodar los módulos resultantes. Aunque no están disponibles comercialmente existe una nueva producción de células solares de "tintes sintetizado" (DSC), en las que un material orgánico sirve como colector de luz (ver otro artículo sobre tecnología de células solares en esta misma entrega).

De cara a un futuro próximo, hace un año la compañía internacional de energía BP anunció un programa de desarrollo de cinco años y el instituto californiano de tecnología desarrollará un nuevo tipo de tecnología de células solares denominada "nanovarillas". Estos "hilos" cilíndricos de silicio, cien veces más delgados que un cabello humano, absorberán luz a lo largo de toda su longitud, con niveles de eficiencia mayores que los de las células solares convencionales [8, 9].

podremos alimentar una lámpara de 10 W durante cinco horas. También debemos recordar que las lámparas alógenas consumen más de dos veces la potencia de una lámpara fluorescente. Si añadimos un frigorífico aumentará nuestro consumo de potencia (y de costes) de forma exponencial. Incluso los modelos que más energía ahorran (aislados adecuadamente y, naturalmente, sin un compartimiento para un congelador), pueden consumir fácilmente más de 300 W/h al día durante el verano. Una configuración autónoma dimensionada de forma adecuada puede costar fácilmente alrededor de los 2.300 €. Algo más adecuado a nuestro alcance serían las cajas de frío que hemos mencionado anteriormente, las cuales podemos conseguir con consumos inferiores a los 100 W/h por día cuando se instalan adecuadamente utilizando el funcionamiento del compresor.

Sumando todo esto, las instalaciones autónomas se dividen (más o menos) en dos tipos principales. El primero sería el modelo básico, con alrededor de unos 50 W de potencia de pico y un presupuesto de consumo de energía de unos 50 W/h por día, el cual sería adecuado para funciones de iluminación y carga de reproductores MP3 y baterías de cámaras. El segundo tipo vendría con una caja de frío, para la que se debe proporcionar una buena potencia máxima de 100 W y un presupuesto de unos 150 W/h por día. Si queremos también una televisión para nuestra casa de vacaciones, es mejor elegir un modelo con una pequeña pantalla LCD de pocas pulgadas, ya que sólo requieren unos pocos vatios de consumo. Las pantallas con unas dimensiones de diagonal mayores de 10 pulgadas añadirán varias veces su precio al coste del sistema solar que vayamos a necesitar...

## DIMENSIONANDO NUESTRO SISTEMA

La decisión sobre el tamaño de nuestro módulo solar por medios sencillos no tiene una respuesta "exacta". La cantidad media de luz solar prevista también juega un papel importante, ya que tendremos que garantizar energía suficiente incluso cuando estemos en condiciones de nubosidad. Además tenemos que dejar claro cuánta reserva de energía queremos mantener en las baterías recargables.

Los kits comerciales de componentes normalmente están dimensionados sobre una base de "1-1-1", la cual siguen la mayoría de aplicaciones en Europa central. Esto supone que para un consumo de energía de 1 w/h por día, debería ser suficiente una batería con una capacidad de 1 amperio/hora y una cantidad de células

solares con una potencia de pico de 1 amperio/hora (a 12 V). La batería también puede almacenar energía para un par de días con poca luz. La adaptación del regulador de carga debe estar razonablemente sobre-especificada, permitiéndonos poner al día módulos solares adicionales y/o una capacidad adicional de la batería, según sean las nuevas especificaciones.

Para una configuración de nivel de entrada de 50 W / 50 W/h, la elección del módulo y la batería correctos es bastante fácil. Un módulo solar dimensionado a 50 W de pico (en otras palabras, con máximas prestaciones) y una batería de 50 amperios/hora deben ser suficientes. Un pa-



**Figura 3.** Las "Baterías solares", a diferencia de las baterías convencionales de ácido de plomo, están libres totalmente de mantenimiento y son menos propensas a la auto-descarga (foto: Deutsche Exide GmbH).



**Figura 4.** Regulador de carga con inversor de potencia integrado que crea una rejilla de 230 VAC de aislamiento, como si se tratase de un sistema de 12 VDC (foto: Internacional GmbH).

quete completo que incluya el regulador de carga y el inversor de potencia de 230 V AC, viene a costar entre 500 y 1.000 €. Las células solares cuentan de forma importante en este coste, el cual se espera que disminuya en el futuro. La opción del refrigerador (que necesita los 150 W/h al día que ya hemos mencionado) exigirá un módulo independiente de 150 W de pico (o dos módulos de 75 Wp), más una batería dimensionada entre 100 y 200 A/h, por lo que el coste del paquete completo oscilará entre los 1.500 y los 2.000 €.

## ÚLTIMOS CONSEJOS

Por supuesto, desde el punto de vista del

coste, el tipo particular de módulo utilizado también tiene una incidencia importante. La elección de comprar células de silicio (poli) cristalinas o amorfas viene determinada por el presupuesto en vatios que hayamos establecido, o más elegantemente, por la relación precio/prestaciones. Como los reguladores de tensión se suministran en varias versiones de tensiones (no sólo en la versión de 12 V), está claro que el que compremos debe adaptarse al rango de tensión de los módulos solares seleccionados. Si está usándose un congelador, el inversor de potencia debe proporcionar, por lo menos, los 500 W, y preferiblemente, algo más de potencia.

Hay una gran cantidad de ofertas en el mercado, tanto las casas Conrad como Reichelt tienen paquetes para pequeñas instalaciones solares en estos rangos. Estos dos suministradores ofrecen incluso componentes para configuraciones realmente pequeñas, tales como una lámpara para el jardín o una bomba que proporciona agua a una pequeña fuente decorativa.

Los sistemas independientes más pequeños y más sencillos son los que alimentan las pequeñas lámparas nocturnas de un jardín que son tan baratas y que comprenden tres pequeñas células solares, un diodo y una resistencia (= al regulador de carga), y una batería de NiCd de 1,2 V. En nuestras latitudes, esta configuración básica mantendrá encendida una lámpara de diodos LEDs durante toda una noche.

(060313)

## ENLACES EN INTERNET:

- [1] [www.erneuerbare-energien.de](http://www.erneuerbare-energien.de)
- [2] [www.solarfoerderung.de](http://www.solarfoerderung.de)
- [3] [www.photon.de](http://www.photon.de)
- [4] [www.elektor-electronics.co.uk/Default.aspx?tabid=30&List=1&CategoryId=5&Level=1&SortField=8](http://www.elektor-electronics.co.uk/Default.aspx?tabid=30&List=1&CategoryId=5&Level=1&SortField=8) (Elektor Electronics 6/2005, 'Solar Power made simple')
- [5] [http://en.wikipedia.org/wiki/Solar\\_cell](http://en.wikipedia.org/wiki/Solar_cell)
- [6] [www.spectrolab.com/com/news/news-detail.asp?id=172](http://www.spectrolab.com/com/news/news-detail.asp?id=172)
- [7] [www.wuerth-solar.de/website/frames.php?parLANG=EN&parKAT=233](http://www.wuerth-solar.de/website/frames.php?parLANG=EN&parKAT=233)

## Material adicional

- [8] [www.eetimes.com:80/news/semi/showArticle.jhtml?articleID=189602144](http://www.eetimes.com:80/news/semi/showArticle.jhtml?articleID=189602144)
- [9] [www.economist.com/science/tq/displayStory.cfm?story\\_id=2019909](http://www.economist.com/science/tq/displayStory.cfm?story_id=2019909)
- [10] [www.nef.org.uk/greenenergy/solar.htm](http://www.nef.org.uk/greenenergy/solar.htm)
- [11] [www.pv-uk.org.uk](http://www.pv-uk.org.uk)
- [12] [www.cat.org.uk](http://www.cat.org.uk)

# Comprobador de Carga

## Para paquetes y células de NiMH/INCD y LiPo/Li-Ion

Florent Coste

**Cada vez más dispositivos electrónicos utilizan baterías y, a menudo, de diferentes tipos. Por lo tanto, encontrar una solución universal es algo más que justificado. Debería de ser un modelo que no solamente fuese capaz de proporcionar la máxima carga de una batería, sino también de evaluar e informar de su propio estado de carga.**



Desarrollado originalmente para receptores a baterías de modelos controlados por radio (RC), el circuito tratado en este artículo se emplea para cargar, descargar y evaluar la capacidad de los paquetes de baterías compuestos de entre uno y ocho células de NiMH o NiCd, o baterías de LiPo (polímero de Litio) o Ion-Li (Ión-Litio), integradas por dos elementos de este tipo (carga en serie). Los aficionados al modelismo, otros usuarios de baterías recargables y, en general, todos los aficionados a la electrónica, encontrarán en el presente circuito una solución sencilla y barata que puede integrarse fácilmente.

### NO ES SÓLO UN SENCILLO CARGADOR

Para actualizar esta categoría su integración y funcionalidades se han aumentado al máximo, como puede observarse con tan solo echar una ojeada al tamaño del circuito. En realidad hace referencia a un proyecto que puede verificar el nivel de prestaciones de nuestro paquete de baterías. No se utilizan componentes exóticos, sólo un circuito integrado (un microcontrolador de la casa ST) y unos pocos tran-

sistores muy fáciles de obtener, es prácticamente todo lo que necesitamos, junto con un trozo de placa de montaje rápido. ¡Todo listo para nuestros montadores!

### EL CEREBRO DEL PROYECTO

Todo depende solamente del uso de un único microcontrolador, cuya función original se ha modificado un poco, ya que se ha dedicado a funciones más específicas para controlar el motor (véase "Controlador de Motor sin Escobillas", publicado en Elektor, en marzo de 2006). Su particularidad más interesante es que puede integrarse en una célula PWM (Pulse Width Modulation, es decir, Modulación de Ancho de Pulso), que puede trabajar a altas frecuencias (de 50 kHz), acoplado con un lazo de corriente (**Figura 1**). Pero es aún mejor, un amplificador operacional interno hace innecesario usar un circuito integrado analógico externo. Éste es el modo en que realiza perfectamente su misión.

### REGULACIÓN DE CORRIENTE: EL PRINCIPIO

Diseñado para trabajar con motores síncronos y asíncronos, el circuito integrado ST7MC incluye una célula de control de nivel de corriente que permite monitorizar la intensidad de corriente que pasa a través de los hilos del bobinado de un motor. Comenzando con esta funcionalidad, no tenemos ninguna duda sobre la posibilidad de sustituir este elemento por la batería (o paquete de baterías). Obviamente, el comportamiento del lazo de corriente permanece sin cambios.

El principio en que se basa la regulación es muy sencillo: cuando se alcanza el nivel de intensidad pre-programado, el microcontrolador corta automáticamente la salida hasta que le llega el siguiente pulso PWM (o durante todo el tiempo en que el nivel de corriente se mantenga por encima del nivel de referencia); por lo tanto, el ciclo de trabajo está controlado directamente por el circuito de la célula, sin la más mínima intervención, de manera que sólo se necesita un punto de control para realizar el ajuste de corriente. La **Figura 2** muestra la incidencia de la velocidad de la lectura de la corriente en la salida PWM del microcontrolador.

# de Batería

## El autor

Florent Coste, especialista electrónico, recibió su título de Ingeniero Eléctrico en el año 2000, en el Instituto Charles Fabry de Marsella, Francia. Actualmente es un empleado de la compañía STMICROELECTRONICS con base en Hong-Kong. Especializado en programación de microcontroladores, Florent encabeza el desarrollo completo de nuevas plataformas basadas en el STR 750 (un microcontrolador de 32 bits basado en el núcleo ARM), para control vectorial de motores, tanto de motores síncronos como asíncronos, pensados para el mercado asiático. Un apasionado de la microelectrónica y atraído por todo aquello que esté basado en la alta tecnología, siempre está buscando nuevos diseños. Aquí nos presenta uno de los prototipos de los que hablamos.

Contacto: florent.coste@st.com



El amplificador operacional incluido en el ST7MC se utiliza para ayudar en la detección de corriente, donde el amplificador está configurado como un inversor con una ganancia de 9,2 veces. Por lo tanto amplifica la baja señal que llega a los terminales de la resistencia “puente” (shunt, con un bajo valor óhmico), antes de que el lazo de corriente la procese. De este modo se puede eliminar cualquier transductor de efecto “Hall”, los cuales son bastante caros.

## CUIDADOSO EXAMEN DEL ESQUEMA ELÉCTRICO

El circuito integrado ST7MC funciona a máxima velocidad, mientras que el PLL interno dobla la frecuencia y filtra la señal de 8 MHz proveniente del cristal de cuarzo. La frecuencia de control del PWM, que controla el circuito de carga y descarga, ha sido seleccionada a 50 KHz, lo que reduce el tamaño de la bobina L1 y la “contaminación” de ruido (existen pocas posibilidades de que nuestros oídos sean lo suficientemente sensibles como para poder oírlo). Podemos dividir el esquema eléctrico (Figura 3) en tres partes bien diferenciadas: un circuito de carga, un circuito de descarga y una lógica de control (en la izquierda) que se encarga del resto.

El circuito de carga es el tradicional convertidor “Buck”, compuesto por el transistor T1, la bobina L1 y el diodo D2, junto con la carga conectada (por ejemplo, una

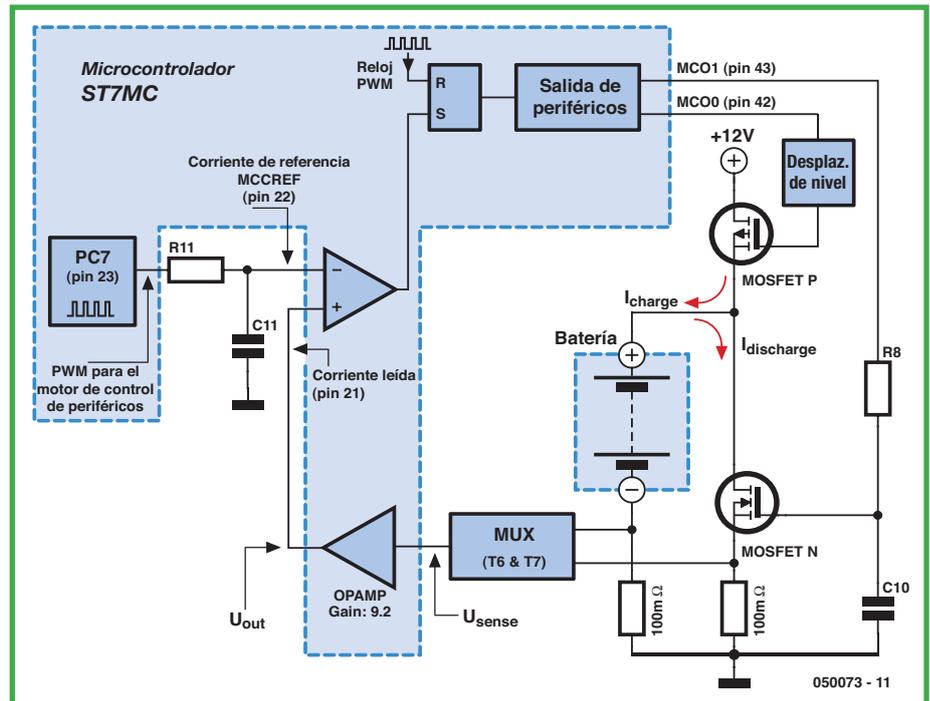
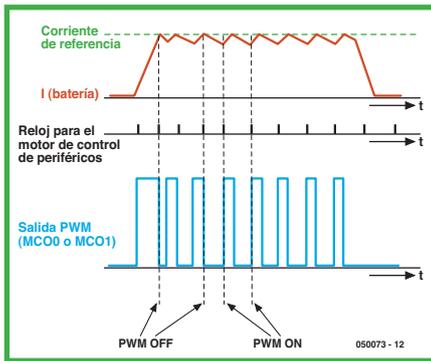


Figura 1. Esquema eléctrico simplificado del lazo de corriente basado en el ST7MC.

batería). La señal de control PWM viene del terminal 42 (MCO0 = Motor Control Output Zero, es decir, Salida Cero de Control del Motor), y se aplica a “desplazador” de nivel que controla la conversión de niveles TTL a la tensión de alimentación correspondiente (valor típico de +12 V). El convertidor está basado en el transistor MOSFET T4 y en el

circuito “push-pul” compuesto por los transistores T2 y T3. El diodo D1, de tipo Schottky, en paralelo con la resistencia R1, permite una activación lenta (“ON”) del transistor MOSFET de potencia T1, (bajo una carga de 56 Ω), y una rápida desactivación (“OFF”) aprovechando la baja resistencia del diodo de paso). La bobina L1 está situada al final para

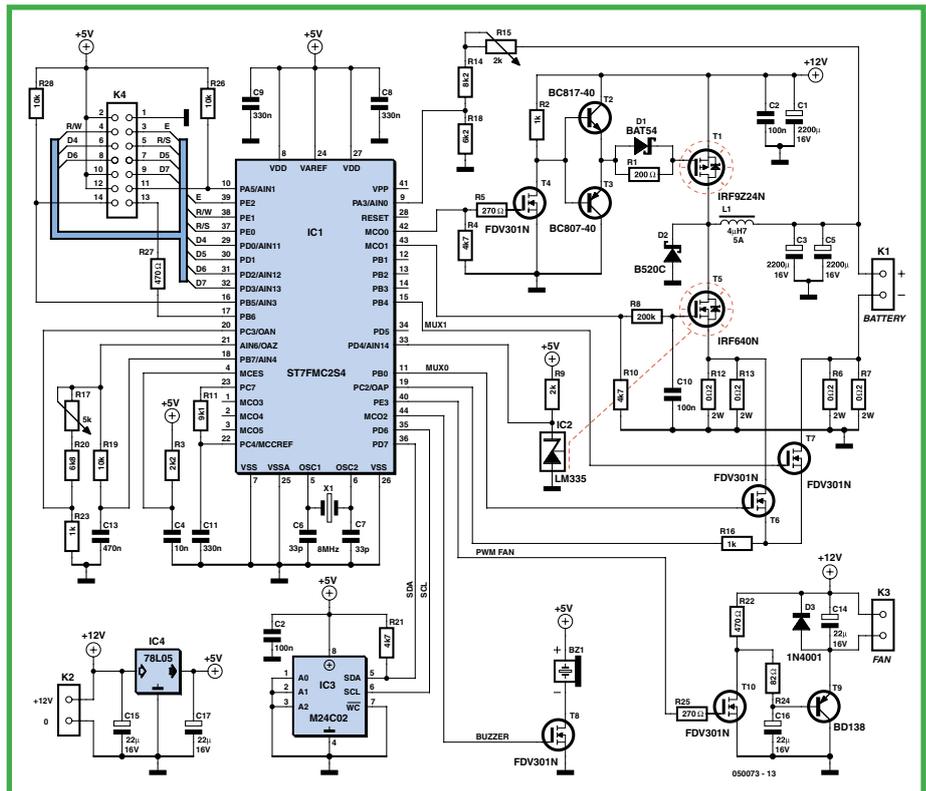


**Figura 2.** Efecto de las lecturas de corriente en la salida PWM del micro.

“suavizar” la corriente de carga inyectada a la batería.

La sección de descarga del circuito está organizada alrededor del ya tradicional transistor MOSFET de canal N, T5, del tipo IRF 640N. Este transistor puede reemplazarse por cualquier otro transistor equivalente, teniendo en cuenta que su característica más importante es la resistencia térmica (este transistor disipa una gran cantidad de calor durante la fase de descarga). La señal de control PWM (terminal 43, MCO1) se filtra con la ayuda de la red formada por la resistencia R8 y el condensador C10. Por lo tanto, tenemos de nuevo una corriente directa sobre la rejilla del transistor T5, el cual trabaja en su zona lineal. A primera vista esto puede parecer algo atípico, pero al final es muy eficiente, de manera que se simula una resistencia variable. Mientras el nivel de corriente detectado en los terminales de las resistencias R12 y R13 no se altere, la tensión en la rejilla del transistor se incrementará. De forma inversa, cuando se exceda el nivel de corriente se provocará que esta tensión disminuya. Por este motivo ha sido necesario implementar un control de lazo cerrado del tipo “pi” que gestione el punto de control de la corriente de entrada. Como se ha mencionado anteriormente, el transistor MOSFET T5 será responsable de la disipación continua de calor durante la fase de descarga. Además del hecho de que el transistor está refrigerado por un radiador, un ventilador lo ayudará, de manera que, por ejemplo, una batería de 12 V con una capacidad de 4 A, producirá una potencia de 48 W que se tendrá que disipar. Por lo tanto, el circuito debe trabajar con el calor generado, por lo que se ha montado un sensor de temperatura, IC2, tan próximo como ha sido posible del transistor MOSFET. El circuito ha sido verificado con hasta 80 W (16 V y 5 A) sin ningún daño, aunque en caso de sobrecalentamiento se ha previsto un corte automático del mismo.

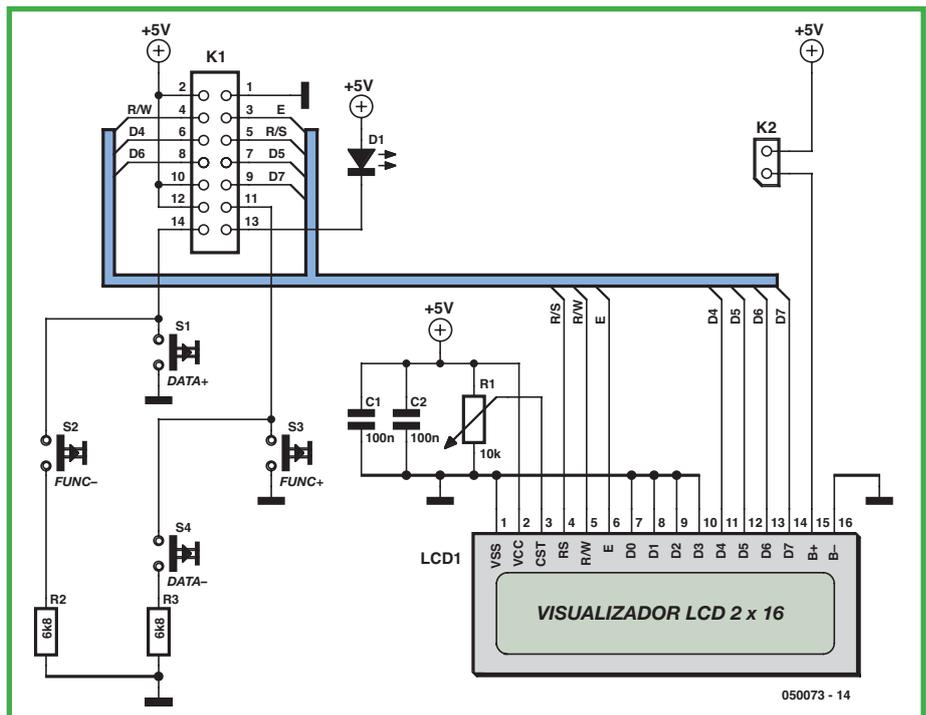
Un último detalle: el circuito permite la descarga de una batería con una tensión



**Figura 3.** Esquema eléctrico del circuito de la electrónica de la placa principal.

máxima igual a la propia tensión de alimentación del proyecto. En caso de trabajar con una batería cuya tensión supere la de la tensión de alimentación, el diodo intrínseco del transistor MOSFET de canal P (T1) obtendrá la corriente de la fuente de alimentación, una situación que debe evitarse a toda costa!

Por último, el resto del circuito hace posible controlar los diferentes parámetros externos. Se ha incluido una memoria EEPROM, IC3, con una capacidad de almacenamiento de 256 bytes. El modelo 24C02 funciona sin mayores problemas, aunque los modelos 24C04, 24C08... también son compatibles. Esta última



**Figura 4.** Electrónica para la placa del visualizador (LCD) y la unidad de control con los cuatro pulsadores.

## Principios y medidas

Tanto si hacemos referencia a las baterías de LiPo o de Ion-Li, el principio de recarga es el mismo: tensión constante e intensidad de corriente limitada. A primera vista esto podría parecer muy sencillo, si este tipo de baterías no fuesen tan sensibles a dos cosas: la primera, a las sobrecargas, a menos que sean pequeñas; la segunda, a que el nivel de tensión tiene que respetarse totalmente o incluso el proceso de carga se interrumpirá. La tensión nominal de la generación de corriente de las baterías de LiPo y de Ion-Li está establecida en 3,7 V. El autor de este artículo ha adoptado una tensión de carga de 4,1 V por elemento.

El autor, ha procedido tranquilamente con algunas medidas y las ha registrado en un fichero de Excel. Las curvas muestran claramente el proceso de carga y de descarga. Podemos ver la versatilidad del "Cubo", el cual puede alojar un paquete de ocho células de NiCd (**Figura a**) así como un paquete de baterías de LiPo compuesto de dos células (**Figura b**). En muy contadas ocasiones ha quedado tan claramente ilustrada la diferencia fundamental entre el proceso de carga de una batería de NiMH y otra de LiPo.

Para los usuarios de las células de Ion-Li el soporte final de la estabilización de carga está establecido a 8,2 V (igual a  $2 \times 4,1$  V, lo que se corresponde con la máxima tensión de célula recomendada por el fabricante).

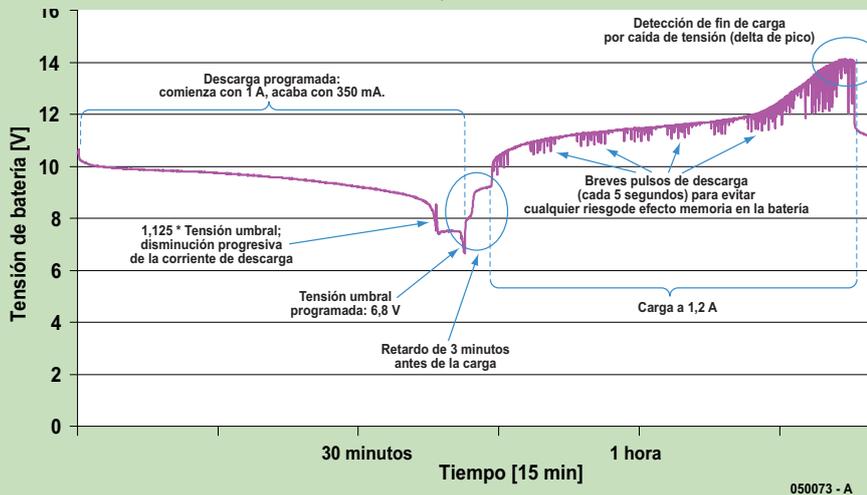


Figura a. Oscilogramas tomados durante un ciclo de carga y descarga de una batería de NiCd (8 células, 1.300 mAh).

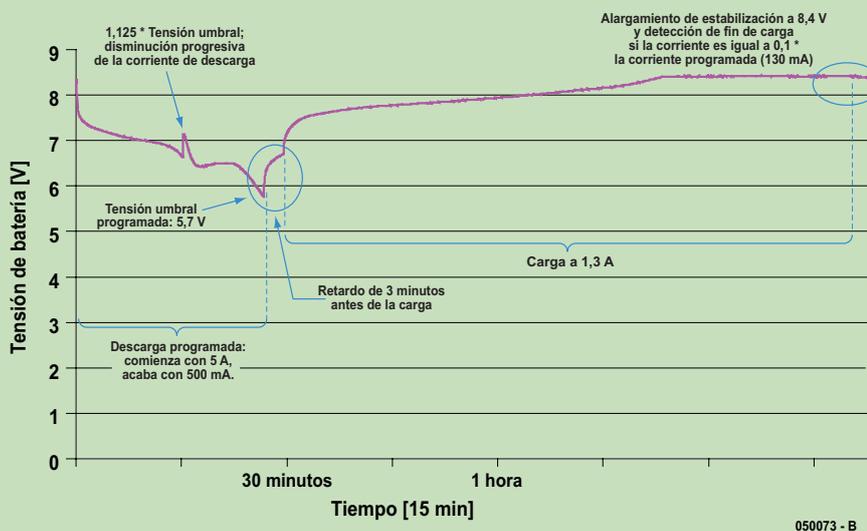


Figura b. Oscilogramas tomados durante un ciclo de carga y descarga de una batería de LiPo (2 células, 1.400 mAh).

opción hace posible almacenar datos tales como el nombre de la batería (o modelos miniatura para nuestros amigos aficionados), así como las corrientes de carga y de descarga seleccionadas, el tipo de batería (NiMH, LiPo), etc.

Los transistores T6 y T7 permiten la ejecución de la función de multiplexación, la cual es necesaria para muestrear las corrientes de carga y de descarga. La configuración del circuito permite el uso de distintos "shunt" (puentes) de resistencias para poder detectar diferentes corrientes de carga (R6 y R7) y de descarga (R12 y R13). Si tan sólo vamos a mantener uno de los dos puentes de resistencias, será necesario leer los niveles de tensión positiva y negativa de estas últimas (ya que la corriente circula en ambas direcciones, dependiendo de si estamos cargando o descargando la batería). Por supuesto, el circuito se podría haber hecho sin un multiplexor (el cual, no cuesta prácticamente nada en este caso), pero en ese caso tendríamos que haber añadido un amplificador operacional externo (configurado como un inversor) y un convertidor DC/DC, para que el circuito fuese capaz de trabajar con el rango de tensiones negativas.

Además, el uso de pequeños transistores MOSFET (funcionando aquí como conmutadores) está ampliamente justificado. Por ejemplo, durante el proceso de descarga, el transistor T6 está activado mientras que el transistor T7 está desactivado. Cualquiera que sea la corriente de descarga, la diferencia de tensión entre la fuente y la rejilla será demasiado baja para desactivar o para interferir en las medidas que están siendo tomadas con el transistor T6. El divisor resistivo formado por las resistencias R15, R14 y R18 evalúa continuamente el nivel de tensión de la batería.

El control de temperatura está gestionado por el venerado sensor LM 335 (IC2), conectado a la entrada del convertidor A/D de 10 bits del microcontrolador. Dependiendo de la cantidad de calor que esté disipándose, podremos encontrar una señal PWM en el terminal 40 (PE3), aplicada a la rejilla del transistor T10, para la cual el drenador proporciona un filtro RC (formado por las resistencias R22 y R24 y el condensador C16) conectado a la base del transistor T9, configurado como seguidor de emisor. Esto se produce en una tensión de salida prácticamente continua (emisor de T9), donde la sencillez del proyecto se ha visto un poco comprometida debido al rizado residual, aunque este nivel de rizado es suficientemente adecuado para permitir el control de un pequeño ventilador externo, del tipo de los utilizados en los ordenadores, de 12 V. Además, no es

demasiado útil, y no está muy justificado gastar una gran cantidad de dinero en un radiador y en una unidad de ventilación, sobre todo si podemos encontrarlo fácilmente en el mercado de segunda mano de ordenadores o recuperar el conjunto completo de la placa base de un viejo ordenador.

El zumbador Bz1 nos indicará el fin del proceso de carga y/o descarga, lo suficientemente fuerte como para despertarnos si estamos dormidos. Un último punto: el control de la pantalla LCD se ha establecido con la ayuda de una colección de siete hilos (modo de 4 bits), utilizado para limitar el tamaño del cable plano conectado entre las dos placas. Vea la **Figura 4** para estudiar el esquema eléctrico de esta parte del proyecto.

**MONTAJE**

Esta configuración tiene dos tarjetas, la tarjeta principal con el procesador y la tarjeta para las unidades de control y el visualizador LCD. Nada es demasiado difícil, y las placas de doble cara utilizadas en este proyecto pueden realizarse fácilmente usando placas sensibles a la exposición ultravioleta y transparencias hechas desde una impresora.

Para aquellos que no tengan acceso a placas con taladros metalizados (código de pedido **050073-1 / -2**, disponibles en nuestras fuentes habituales) es mejor utilizar contactos de paso que utilicen hilo para grapinar, por ejemplo (también tendremos que soltar algunos de estos terminales como los del conector K4 a ambos lados de la placa de circuito impreso). A continuación, se instalarán las resistencias, los condensadores y los circuitos integrados SMA, para acabar con los componentes de mayor tamaño (conectores, resistencias de 2 W, condensadores electrolíticos, etc.).

También tenemos que señalar que el diodo Schottky D2 tiene que soldarse "en el aire", entre la masa del circuito y el drenador del transistor T1. Este último puede sustituirse por cualquier transistor equivalente con el mismo encapsulado (DO-201).

Supongamos que usted emplea dos placas ya fabricadas (vea la **Figura 5**) para evitar cualquier problema. Todos los componentes, excepto los dos transistores de potencia T1 y T5, están montados en la cara de componentes de la placa (consulte la fotografía de nuestro prototipo en la **Figura 6**).

En lo que se refiere a los transistores de potencia T1 y T5, lo mejor es orientarlos de manera que su saliente metálico esté orientado hacia el centro de la placa. A continuación debemos doblar sus terminales en un ángulo de 90° y

**LISTA DE MATERIALES**

**Placa Principal # 050073-1**

**Resistencias**

(encapsulado SMA con formato 0805, excepto aquellas que se indique un formato diferente)

- R1 = 200Ω
- R2 = 1kΩ
- R3 = 2kΩ
- R4,R10,R21 = 4kΩ
- R5,R25 = 270Ω
- R6,R7,R12,R13 = 0Ω 2W (no SMA)
- R8 = 200kΩ
- R9 = 2kΩ
- R11 = 9kΩ
- R14 = 8kΩ
- R15 = 2kΩ preset
- R16,R23 = 1kΩ
- R17 = 5kΩ preset
- R18 = 6kΩ
- R19,R26,R28 = 10kΩ
- R20 = 6kΩ
- R22,R27 = 470Ω
- R24 = 82Ω

**Condensadores**

- C1 = 220μF condensador electrolítico de 16 V radial (de bajo perfil)
- C2,C10,C12 = 100nF
- C3,C5 = 2200μF condensador electrolítico de 16 V radial (de bajo perfil)
- C4 = 10nF
- C6,C7 = 33pF
- C8,C9,C11 = 330nF
- C13 = 470nF
- C14 a C17 = 22μF condensador electrolítico de 16 V radial

**Inductor**

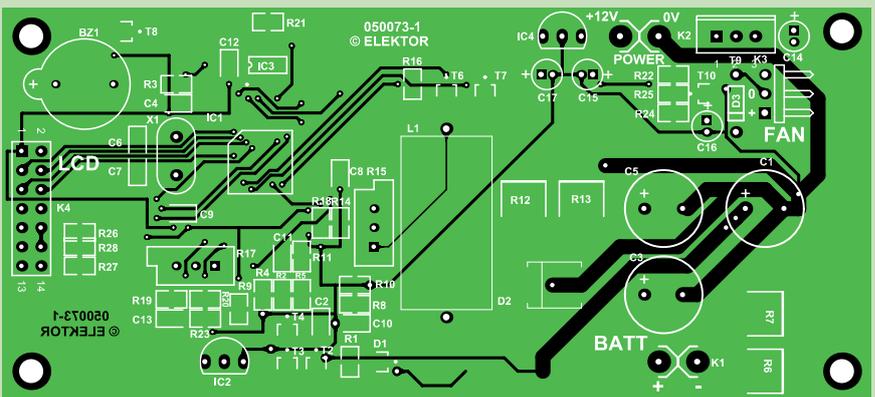
- L1 = 4μH 5A

**Semiconductores**

- D1 = BAT54
- D2 = B520C
- D3 = 1N4001
- T1 = IRF9Z24N
- T2 = BC817-40
- T3 = BC807-40
- T4,T6,T7,T8,T10 = FDV301N
- T5 = IRF640N
- T9 = BD138
- IC1 = ST7FMC2S4, programado, con código de pedido **050073-41** (componente SMA; de la casa STMicroelectronics)
- IC2 = LM335 (Semiconductor Nacional)
- IC3 = M24C02 (componente SMA)
- IC4 = 78L05

**Varios**

- X1 = cristal de cuarzo de 8 MHz.
- K2 = conector tipo "pinheader" de 2 terminales SIL, con separación entre terminales de 2,54 mm.
- K3 = conector tipo "pinheader" de 3 terminales SIL, conector para ventilador de la CPU del ordenador.
- K4 = conector tipo "pinheader" o "boxheader" de 14 terminales.
- Bz1 = resonador cerámico piezoeléctrico (zumbador).
- Radiador y ventilador para T1 y T5.
- Placa de Circuito Impreso con código de pedido n° **050073-1**.



**Figura 5.** Diagrama de las pistas de cobre y plano de montaje de componentes de las dos placas necesarias para conseguir el cargador multi-propósito.

pasar dichos terminales a través de los agujeros de la placa de circuito impreso, sin soldarlos todavía.

En el siguiente paso sujetaremos el radiador a la placa de circuito impreso (ayudándonos de un tornillo y una abrazadera), y marcaremos los puntos para taladrar los orificios de sujeción para los transistores T1 y T5, así como el orificio correspondiente para montar el sensor

de temperatura LM 335 (IC2), de manera que esté situado lo más próximo posible al transistor MOSFET de canal N (con un buen acoplamiento térmico). Este sensor podrá mantenerse en su lugar con una simple abrazadera. Por último, ya podemos soldar los transistores T1 y T5.

Ahora continuamos con el taladrado de todos los orificios necesarios para sujetar el radiador al circuito, sin olvidar añadir

## LISTA DE MATERIALES

### Placa del Visualizador # 050073-2

#### Resistencias

R1 = 10k  $\Omega$  potenciómetro  
R2,R3 = 6k $\Omega$

#### Condensadores

C1,C2 = 100nF

#### Semiconductors

D1 = diodo LED

#### Varios

S1-S4 = Pulsadores 'digitales'  
de un contacto

K1 = conector tipo "pinheader"  
o "boxheader" de 14 terminales

K2 = doble punto de soldadura

LCD1 = pantalla LCD de 2 x 16  
caracteres de propósito general

PCI = Placa de Circuito Impreso  
con código de pedido n° 050073-2

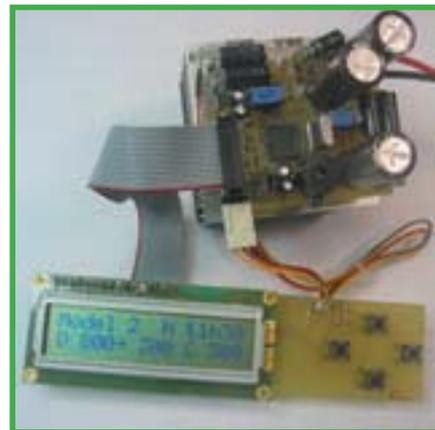
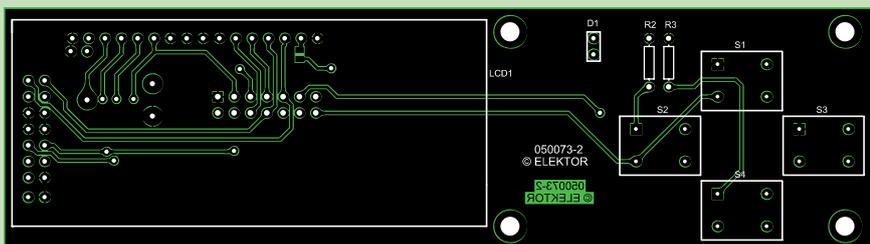


Figura 6. Uno de los prototipos del cargador/descargador construido para validar el diseño.

## CALIBRACIÓN Y UTILIZACIÓN

Para la primera puesta en marcha recomendamos no conectar el dispositivo directamente a una batería de coche de +12 V, es preferible utilizar una fuente de alimentación de laboratorio protegida contra sobrecorrientes. Si existiese un cortocircuito en la placa, esta solución sería muy de agradecer. El circuito debe consumir alrededor de unos 20 mA sin carga (sin luz de fondo). Si no se detecta la pantalla LCD (por problemas con las conexiones, las soldaduras, etc.), el zumbador comenzará a oírse a intervalos regulares.

Antes de poder utilizarlo, el circuito debe calibrarse. Para ello debe estar alimentado con una tensión de entre 12 y 16 V (procedente, por ejemplo de una batería de automóvil), disponiendo de una tensión de salida DC comprendida entre 5 y 9 V, capaz de proporcionar al menos una corriente de 2 A (con una tensión de alimentación ajustable regularémos la salida a unos 8,40 V, si es posible, lo cual se corresponde con la tensión de dos células de LiPo al final de su proceso de carga). Tan pronto como el circuito se conecte a masa, presionaremos de modo simultáneo las teclas "FUNC+" y "FUNC-" hasta que aparezca el menú inicial de "Calibración #1" (calibración de tensión). En ese momento conectaremos la fuente de alimentación a los puntos de salida "BATT+" y "BATT-" de nuestro equipo (¡debemos tener cuidado de no invertir las polaridades!) y conectaremos un multímetro en paralelo (de una buena precisión), en modo DC (continua). A continuación giraremos el potenciómetro R15 hasta que podamos leer los mismos valores en la pantalla LCD y en el multímetro.

Una vez que tenemos el circuito ajustado, desconectaremos el multímetro y lo configuraremos como medidor de corriente en

## Características Técnicas

### Cargador

Tensión de entrada: de 11 a 16 VDC

Corriente de carga: ajustable de 200 mA a 4,5 A

Baterías soportadas: de 1 a 8 células de NiMH o NiCd; dos células de LiPo o Ion-Li.

Carga tipo "Reflex" para baterías tipo NiMH o NiCd; carga continua para batería de LiPo / Ion-Li

Detección de fin de carga: automática ("pico delta" con sensibilidad ajustable)

### Descargador

Corriente de descarga: ajustable de 200 mA a 5 A con umbral de tensión programable

### Medidor de Capacidad

14 modelos, con memoria

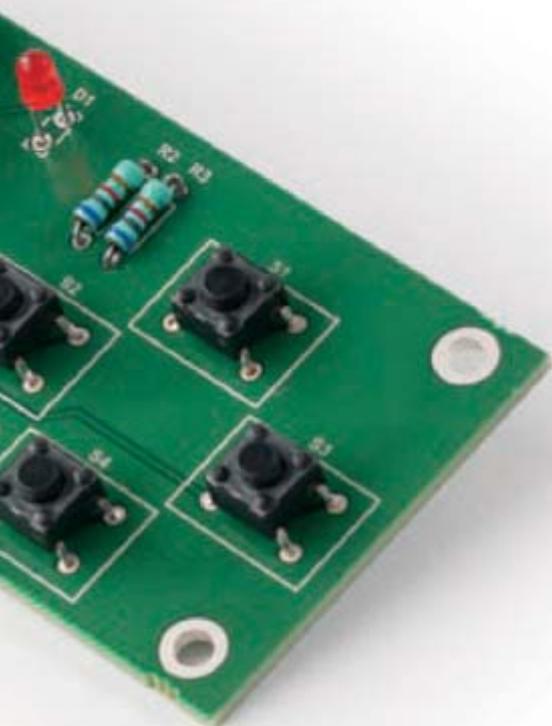
primero un poco de pasta térmica sobre T1, T5 e IC2. También debemos soldar unos pocos centímetros de cable flexible al circuito integrado IC2, de manera que podamos conectar los tres puntos que identifican a dicho circuito (IC2) sobre la placa de circuito impreso.

Terminaremos realizando la conexión de la placa del visualizador LCD mediante un trozo de cable plano. Si disponemos de una pantalla LCD con un diodo LED para la iluminación trasera debemos de crear un punto de soldadura en el conector K2 (isla de doble soldadura) sobre la placa de la pantalla LCD, para permitir que la tensión de alimentación de +5 V llegue a este elemento. Debe observar

que esto producirá un consumo de potencia adicional de, al menos, 200 mA, por lo tanto, tendremos que sustituir el circuito integrado regulador de tensión 78L05 (un regulador de +5 V) por un modelo que entregue mayor corriente (como el viejo y bien conocido 7805), posiblemente con un pequeño radiador asociado al mismo. La pantalla LCD se montará sobre la placa de control conectándola con su propio conector. Como los puntos de conexión dependen del tipo de visualizador empleado, no hemos proporcionado ningún plano del mismo. Es fácil realizar un par de taladros adicionales sobre la placa, si consideramos que no hay señales en estos puntos.

## Algunas palabras sobre el firmware

Todo el programa ha sido escrito en lenguaje C utilizando la versión gratuita del IDE (Integrated Development Environment, es decir, Entorno de Desarrollo Integrado) de la casa SPFTEC ([www.softecmicro.com](http://www.softecmicro.com)) disponible, junto con el compilador COSMIC ([www.cosmic-software.com](http://www.cosmic-software.com)). También podemos utilizar una versión gratuita y limitada a 16 KB del compilador C, el cual nos permite practicar sobre la línea completa de microcontroladores ST sin coste alguno (disponible en la página web de SOFTEC, en <http://www.softecmicro.com/products.html?type=detail&title=inDARTSTX%2FD> o en la casa RAISONANCE, en su página web <http://www.raisonance.com/products/ST7.php#hardware>). Aquellos que estén interesados, podrán descargarse el código fuente de la página web de ELEKTOR. Todo lo que tienen que hacer es instalar el entorno de desarrollo de la casa SOFTEC y abrir el fichero de configuración dedicado. A partir de entonces podrá hacer cualquier modificación y volver a programar el microcontrolador ST7MC (¡larga vida a la memoria Flash!).



continua (DC). El instrumento debe trabajar con una corriente de, al menos, 2 A. Hecho esto, lo conectaremos en serie con la fuente de alimentación de continua y, todo ello, conectado a los terminales de salida "BATT+" y "BATT-". Manteniendo pulsado cualquier botón podemos acceder al segundo menú, esta vez para una calibración habitual. En este caso, todo lo que tenemos que hacer es ajustar la resistencia R17 para ver el mismo valor de corriente (en torno a los 2 A) en la pantalla LCD y en el multímetro. Una vez terminada esta última operación, podremos desconectar todas las fuentes de alimentación.

La interfaz para ajustar los distintos parámetros es muy fácil de utilizar. Tan pronto como alimentamos el dispositivo aparece una pantalla de bienvenida y, a continuación, entramos en la pantalla principal. Las teclas "FUNC+" y "FUNC-" nos permiten navegar entre los distintos parámetros, mientras que las teclas "DATA+" y "DATA-" sirven para cambiar estos valores.

Podemos navegar hasta el corazón del contenido entre las catorce baterías que pueden memorizarse y ajustarse de forma independiente, seleccionando:

- Nombre de la batería.
- Sensibilidad del "delta de pico" (CP) para las baterías de NiMH / NiCd (al menos para las más sensibles: 'L' para bajo y 1, 2 o 'H' para alto). Debemos procurar utilizar una alta sensibilidad para las baterías con un número bajo de células, de manera que haya una pequeña caída de tensión al final del proceso de carga (aproximadamente, entre 5 y 15 mV por elemento).
- Tiempo máximo asignado para la recarga, de modo que se evite una sobrecarga en la batería (que es frecuente cuando ésta es defectuosa) si no se detecta el final del proceso de carga.
- Valores de corriente al inicio y al final de la descarga, en incrementos de 50 mA y 100 mA. Se utiliza un control de lazo cerrado para manejar este proceso de forma automática (por ejemplo, podemos comenzar la descarga a 3 A y terminar a 200 mA). El proceso de descarga puede cancelarse para realizar tan sólo una operación de carga.
- Valores de corrientes de carga en pasos de 50 y de 100 mA (este proceso también puede cancelarse para hacer únicamente una operación de descarga).
- Tipo de batería (NiMH / NiCd o LiPo / Ion-Li)
- Tensión de batería a la que el proceso de descarga debe terminar ( $V_{cutoff}$ ).

Una vez ajustados nuestros parámetros (y memorizados de forma automática en la

memoria EEPROM), solamente tenemos que lanzar las operaciones de (re)carga y/o descarga manteniendo pulsado el botón de "FUNC+" o de "FUNC-".

Durante los procesos de descarga de la batería, la capacidad de la misma se mostrará en pantalla, así como su nivel de tensión. Una batería "completa" de 1 Ah, descargada con una corriente de 500 mA, debería mostrar una capacidad de, aproximadamente, 1.000 mA después de dos horas. El usuario puede realizar diferentes experimentos, como por ejemplo, cambiar los parámetros de inicio y fin de descarga, o incrementar o disminuir la sensibilidad del "delta de pico". Por último, en cualquier momento podemos interrumpir el proceso de carga y/o descarga manteniendo pulsado cualquier botón.

## DOS PUNTOS FINALES DESTACADOS

Debemos asegurarnos que hemos dimensionado adecuadamente los cables para soportar las corrientes de trabajo. Si fuese necesario añadiríamos también cables dedicados y conectores. Para poder cargar los acumuladores de NiMH / NiCd con siete u ocho células, necesitamos como mínimo, entre 13 V y 15 V para alimentar el circuito. Esto viene justificado durante el proceso de carga por un nivel de tensión que puede exceder 1,5 V por cada célula de NiMH / NiCd (ocho elementos = 8 veces 1,5 V = 12 V sobre la batería), así como por la resistencia interna que produce una caída de tensión notable, especialmente con altos niveles de corriente. Si observamos un punto de configuración de carga de corriente más bajo que el que hemos seleccionado, tendremos que aumentar el nivel de la tensión de alimentación de nuestra configuración!

(050073-1)

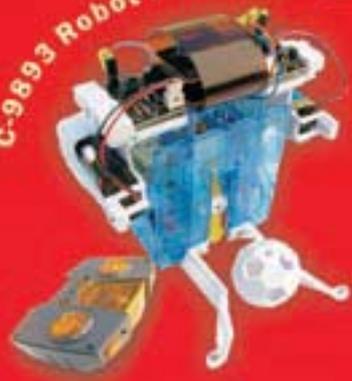
## Enlaces en Internet:

Hojas de características de producto para el ST7MC2S4:  
<http://www.st.com/stonline/products/literature/ds/9721/st7mc2s4.pdf>

Notas de Aplicación para el ST7MC:  
<http://www.st.com/stonline/books/pdf/docs/10267.pdf>

Más información sobre la carga de baterías de LiPo e Ion-Li:  
<http://www.ni-cd.net/accusphp/theorie/charge/liion.php>

C-9893 Robot Futbolista 29,90 €



43,30 €

C-9980 Oruga Solar Todo-Terreno



C-9812 Robot Ladybug 24,40 €



C-0200 Aerogenerador WindLab Junior

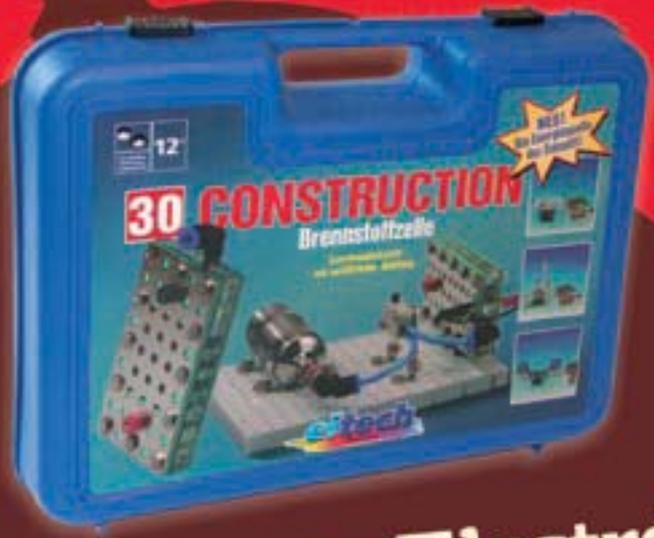


38,00 €

# ROBOTICA

C-7100 Célula de combustible de Hidrógeno

203,00 €



Electrónica Postal

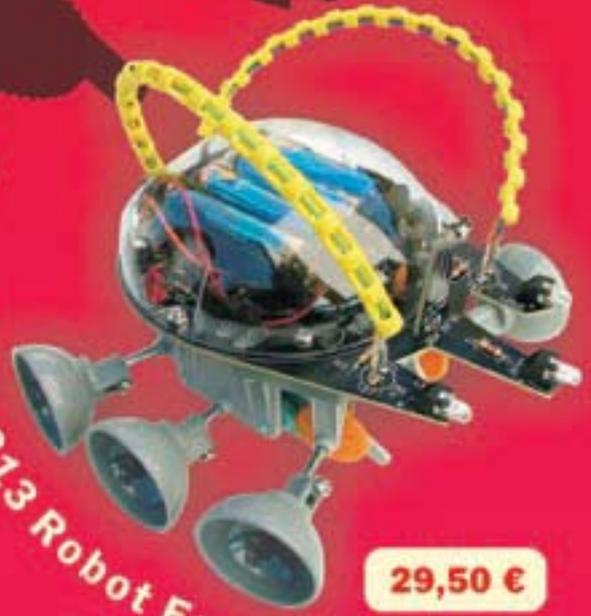
C-9891 Robot Titan Tank

29,90 €



C-9813 Robot Escape

29,50 €

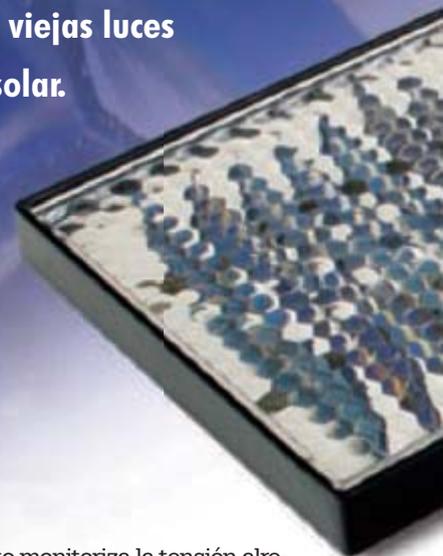


# Sencillo cargador de Células Solares

## Evita la sobrecarga de baterías de NiCad

Luc Lemmens

Actualmente pueden obtenerse pequeñas células solares bastante económicas, o recuperarlas de viejas luces de un jardín alimentadas por energía solar. Sería interesante poder utilizarlas, pero ¿para qué? Con unos pocos componentes podríamos emplearlas como panel solar para cargar, de modo seguro, un conjunto de baterías.



En teoría podríamos conectar un panel solar a través de un diodo Schottky a varias baterías conectadas en serie. La resistencia interna de un pequeño panel solar es suficientemente larga para limitar la corriente de carga a un valor seguro. Pero con un circuito tan sencillo como éste podríamos sobrecargar las baterías. Por este motivo hemos añadido un pequeño circuito de carga que evita esto (**Figura 1**).

### FUNCIONAMIENTO

No hay mucho más que decir sobre el circuito: consiste en dos transistores y unos pocos componentes pasivos. La forma en la que trabaja es bastante sencilla. La tensión en los extremos de las baterías se monitoriza continuamente, cuando esta tensión supera un cierto nivel (lo que significa que las baterías están totalmente cargadas), se conecta una resistencia de potencia en paralelo con el panel solar, la cual hace que la tensión de salida del panel caiga, evitando que las baterías sigan cargándose durante más tiempo.

El circuito monitoriza la tensión alrededor del transistor T2. El diodo zéner D2 coloca el emisor de T2 a una tensión de "offset" próxima a 1,4 V. El divisor de tensión formado por R1, P1 y R6 proporciona la tensión de base del transistor T2. Cuando esta tensión aumenta por encima de los 2 V (1,4 V más la caída de tensión base-emisor de T2), el transistor comienza a conducir. Esto coloca la base del transistor T1 a un nivel más bajo, por medio de la resistencia R5, lo que hace que el transistor T1 comience a conducir. La corriente proveniente del panel solar es desviada a través de la resistencia de potencia R7 (normalmente sería suficiente una resistencia de 10  $\Omega$  y de 1 W). Esto provoca que la tensión del panel solar disminuya, deteniendo el proceso de carga de las baterías.

Dependiendo de la tolerancia en los componentes del divisor de tensión, T2 y D2, tendremos que probar con el ajuste de P1 para obtener la tensión final adecuada para las baterías de NiCad. Normalmente, el valor aceptado para una batería completamente cargada viene a ser



circuito impreso de experimentación (como se muestra en la fotografía de nuestro prototipo). Si utilizamos terminales con tornillo para los conectores de entrada y de salida, será mucho más fácil conectar los terminales del panel solar y las baterías a la placa.

La tensión nominal del módulo solar viene determinada por el número de células que tienen que cargarse. Debido a la caída de tensión típica de 0,3 a 0,4 V en los extremos del diodo Schottky de D1, la tensión nominal del módulo debe superar la tensión de carga establecida por el potenciómetro P1 en unos 0,3 a 0,4 V.

Un módulo solar típico (barato) que carga dos células de baterías,

está formado por ocho células solares conectadas en serie. Con una cantidad suficiente de luz solar un módulo de este tipo proporcionará en torno a 140 mA con ocho veces la tensión de 0,45 V = 3,6 V. Por supuesto, podemos utilizar módulos más grandes con una capacidad de corriente nominal más elevada, de forma que podamos reducir el tiempo de carga (esto será cuestión de costes). Por ejemplo, con el módulo de 140 mA, una batería de 1.400 m-Ah (paquete), totalmente descargada, necesitará entre 12 y 14 horas de luz solar sin interrupción (algo extraño en el Reino Unido).

Hay algo que tenemos que vigilar durante el montaje: el diodo zéner de 1,4 V está formado de dos diodos conectados en serie. Este pseudo-diodo zéner tendría que estar conectado de forma directa y no en sentido inverso, como lo estaría un diodo zéner verdadero. ¡El cátodo (el terminal marcado con el anillo) tiene que estar conectado a masa en este caso!

La configuración de la tensión de carga final se consigue mejor sustituyendo temporalmente las baterías con una fuente de alimentación DC ajustable.

Su salida debe estar ajustada a 2,88 V. Para ello conectaremos un voltímetro en los extremos de la resistencia de potencia R7, a continuación colocamos el panel solar bajo la luz solar brillante y configuramos el potenciómetro "preset" a su máxima resistencia; seguidamente giramos de nuevo el potenciómetro, lentamente, hasta que el voltímetro muestre, de modo repentino, una tensión de unos pocos voltios, lo que indica que el transistor T1 está conduciendo. Una vez hecho esto el ajuste está terminado y podemos desconectar la fuente de alimentación y sustituirla por las baterías.

(060315)

de 1,44 V. En este caso (para dos baterías conectadas en serie), tendremos que ajustar el circuito para que el transistor T2 comience a conducir cuando la tensión en los extremos K2 alcance los 2,88 V. Si queremos cargar más de dos baterías a la vez, únicamente tendremos que modificar el divisor de potencia. Con sólo incrementar el valor de R3 conseguiremos que el circuito trabaje con tres o cuatro baterías conectadas en serie.

## CONSTRUCCIÓN

Ya que el circuito consta de, relativamente, pocos componentes, podemos construirlo sobre un trozo de placa de

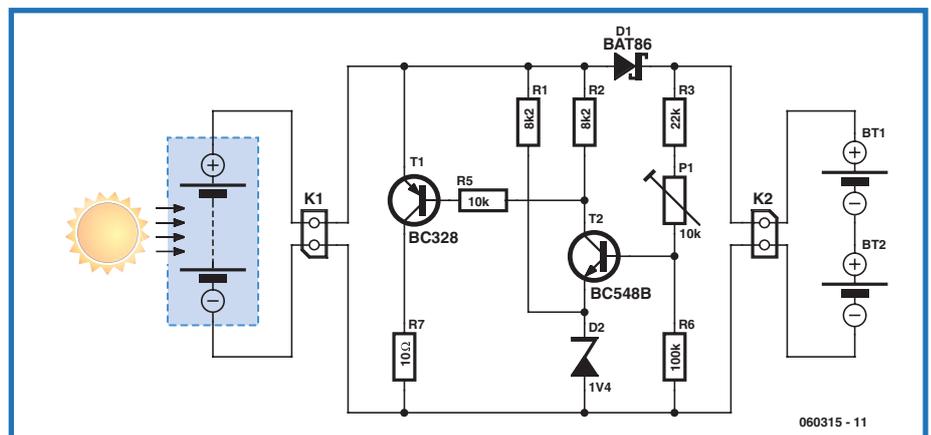


Figura 1. El esquema eléctrico del circuito está formado sólo por dos transistores, dos diodos, un potenciómetro "preset" y seis resistencias.

# Fuertes y potentes

## Baterías de nanofosfatos de alta potencia bajo prueba

Ludwig Retzbach



**Hace tiempo que sabemos lo prometedora que es la química basada en el litio en cuanto a la tecnología de las baterías. Aunque ofrecen una densidad de energía que no supera ninguna otra tecnología, son difíciles y caras de fabricar, y requieren un manejo cuidadoso, así como una carga suave. Sin embargo, es posible que esto cambie con la introducción de la nanotecnología en la fabricación del cátodo. El autor de este artículo ha probado algunos de los primeros ejemplos de las últimas baterías de lón-Li para Elektor, con resultados que varían desde los meramente respetables a los sensacionales.**

Los constructores de aviones de modelismo han usado las baterías de LiPo (polímero electrolito de litio) con altas corrientes de descarga durante años [1]. La densidad de energía (medida en Wh/kg) y la densidad de potencia (medida en W/kg) son factores tan importantes que se han establecido unos compromisos en fiabilidad y vida de servicio que no serían aceptables en aplicaciones industriales, tales como herramientas de potencia y automóviles híbridos. En estos casos siguen utilizándose otras tecnologías, como la de NiCd, la de NiMH e incluso las de ácido de plomo (como por ejemplo las tradicionales baterías de automóvil). Desde el año 2006 el fabricante americano A123 System ha producido masivamente en Asia un nuevo tipo de célula de alta carga, basada en la nanotecnología. Estas células de litio parecen combinar las venta-

jas de las células tradicionales de litio con las que utilizan la química basada en el níquel, sin sufrir las desventajas de estas últimas. De acuerdo con la información del fabricante (ver la **Tabla** asociada), estas baterías son prácticamente ideales y ofrecen los siguientes beneficios:

- Seguridad (no inflamables y no requieren un circuito de protección).
- Robustez (ciclo de vida largo, con un procedimiento de carga sencillo).
- Tensión de descarga constante (curva de descarga plana).
- Alta tensión de célula y baja autodescarga (comparada con las células de NiMH y NiCd).
- Alta densidad de potencia y densidad de energía.

El precio es prácticamente comparable al de las células similares de LiPo y seguramente caerá de forma significativa cuando las cantidades de producción se incrementen para satisfacer la demanda industrial. Todo esto suena demasiado bien para ser verdad: éste es el motivo por el que queremos profundizar y conocer cómo se comportan estas células bajo distintas pruebas.

### ¿Menos es más?

El apartado del texto "Un poco de Física y de Química" trata sobre el montaje y las prestaciones especiales de los nuevos diseños de células, llamadas "nanofosfatos" por el fabricante, tras un cátodo de fosfato de hierro (FePO<sub>4</sub>). El primer dispositivo disponible de esta serie, cuya referencia completa es "ANR 26650 M1", es una célula cilíndrica de 26 mm de diámetro y 65 mm de longitud. Las células tradicionales de lon-Li tienen una tensión nominal de 3,6 V y una tensión de carga del 4,1 V, aunque algunos fabricantes establecen dichas tensiones en 3,7 y 4,2 V, respectivamente. Aquí es donde hemos visto la primera diferencia: las nuevas células tienen una tensión nominal de 3,3 V y una tensión de carga limitada a 3,6 V. La capacidad nominal de 2,3 Ah no es nada especial cuando la comparamos con la de 2,5 ó 2,6 Ah, ofrecida por las células ordinarias de lon-Li. Más destacable es la diferencia de peso: donde una célula similar de lon-Li de los fabricantes Sony o Panasonic puede llegar a pesar 88 ó 93 g, la célula A123 M1 pesa tan sólo 70 g. Una de las razones de ello es que el encapsulado donde se aloja la célula está fabricado en aluminio (**Figura 1**) en lugar de láminas de acero, lo que también tiene la ventaja de mejorar la conducción de calor que se genera en la célula. Rompiendo con la tradición, el encapsulado establece el terminal positivo de la célula, con una pequeña capa de material ferromagnético (presumiblemente níquel), formando los contactos actuales. Para probar un par de células con unas conexiones añadidas (**Figura 2**), el fabricante nos proporcionó unas muestras con estos elementos. A menos que se diga lo contrario, los valores de tensión mostrados más adelante hacen referencia a una conexión en serie de dos células.

### Primeras impresiones

Para verificar las especificaciones dadas en las hojas de características es necesario acercarnos cuidadosamente a los valores máximos permitidos, para evitar dañar prematuramente a la batería. En estos casos las características de la batería podrían cambiar: con cada ciclo de carga/descarga hemos medido una disminución de capacidad de, aproximadamente, 1 mAh, o lo que es lo mismo, alrededor del 0,05 % de la capacidad nominal "C".

Para empezar hemos intentado cargar nuestras muestras a 1 C (es decir, 2,3 A) y realizar la descarga a 4 C (9,2 A). La temperatura de la célula permaneció prácticamente sin cambios durante el proceso de carga. Por el contrario, durante el proceso de descarga, la temperatura de la muestra aumentó de 21° a 31° C.

La prueba de descarga a 10 C (23 A) también se produjo de manera suave, con un aumento de la temperatura de la célula que superó los 49° C. Con descargas inferiores a 4 V (medidos sobre la carga), la batería entregó una tensión media de descarga (U<sub>m</sub>) de 5,68 V, o lo que es lo mismo, 2,84 V por célula.

La densidad de energía calculada fue de 94 Wh/kg. La célula de Sony 26650VT, que es del mismo tamaño, proporcionó una tensión media superior de 3,24 V con una descarga de 10 C. La densidad de energía es ligeramente inferior (pero medible) que la célula de FePO<sub>4</sub>, con un

## Especificaciones de la ANR 26650M1

Capacidad nominal y tensión:	2,3 Ah, 3,3 V
Impedancia interna (a 1 KHz)	8 mΩ típica
Resistencia interna en DC (10 A, 1 s)	10 mΩ típica
Velocidad de carga estándar recomendada	3 A to 3.6 V (CCCV), 45 min
Velocidad de carga rápida recomendada	10 A to 3.6 V (CCCV), 15 min
Máxima corriente de descarga continua	70 A (aprox. 30 C)
Pulse de corriente de descarga (10 s)	120 A (aprox. 50 C)
Tensiones de corte en carga/descarga recomendadas a 25° C	3,6 V/2 V
Tensiones de corte en carga/descarga recomendadas por debajo de 0° C	4,2 V/0,5 V
Ciclo de vida a una descarga de 10 C, profundidad de descarga del 100%	más de 1000 ciclos
Rango de temperatura de funcionamiento	-30 °C to +60 °C
Rango de temperatura de almacenamiento	-50 °C to +60 °C
Dimensiones (Largo/Diámetro)	65 mm / 26 mm
Peso (sin conexiones)	70 g
Capacidad residual después de 1.000 ciclos a una profundidad de descarga del 100% a 25° C, con una corriente de carga y descarga de 2,3 A	95 %
a 45° C, con una corriente de carga de 3 A y una corriente de descarga de 5 A;	88 %
a 60° C, con una corriente de carga de 3 A y una corriente de descarga de 5 A)	77 %

(Fuente: A123 Systems)



Figura 1. Células individuales de lon-Li FePO<sub>4</sub> (sólo disponibles como muestras) soldadas juntas para formar un paquete de baterías.



Figura 2. Ocho puntos de soldadura garantizan una baja resistencia de contacto.



**Figura 3.** Sólo las células de LiPo en un encapsulado laminar pueden ofrecer una alta densidad de energía.

valor de 89 Wh/kg. Esta diferencia puede achacarse al menor peso de la célula. Sin embargo, las prestaciones de la nueva célula se quedan bastante cortas con referencia a las prestaciones de las células de LiPo (**Figura 3**), muy usadas en los círculos de modelismo: estas baterías normalmente tienen una tensión media de descarga de 3,5 V por encima de los 10 C. La densidad de energía de las células de alta corriente de LiPo tiene un valor típico comprendido entre 120 y 170 Wh/kg.

Para la siguiente prueba hemos cargado totalmente las células a 1 C y las hemos enfriado hasta los  $-8^{\circ}\text{C}$ . La consiguiente descarga a 10 C se realizó a una temperatura ambiente de  $23^{\circ}\text{C}$ : antes de la medida, la temperatura de la superficie de las células había aumentado hasta los  $9^{\circ}\text{C}$ , aunque tuvimos que considerar que la temperatura interna (por desgracia, imposible de medir directamente) era considerablemente inferior. Sin embargo, la **Figura 4** muestra muy claramente que la tensión final de las células enfriadas descendió inicialmente de forma muy abrupta y, a continuación, a medida que la temperatura interna se incrementaba, dicha tensión volvió al mismo nivel, como si el experimento hubiese comenzado con las células trabajando a temperatura ambiente. La diferencia en la temperatura final de las células ( $47^{\circ}\text{C}$  frente a los  $49^{\circ}\text{C}$

a temperatura ambiente) fue sorprendentemente baja. Una explicación de esto es la dependencia de la temperatura de la resistencia interna de las células, ya que cuando las células están a baja temperatura, internamente se disipa una potencia considerablemente mayor.

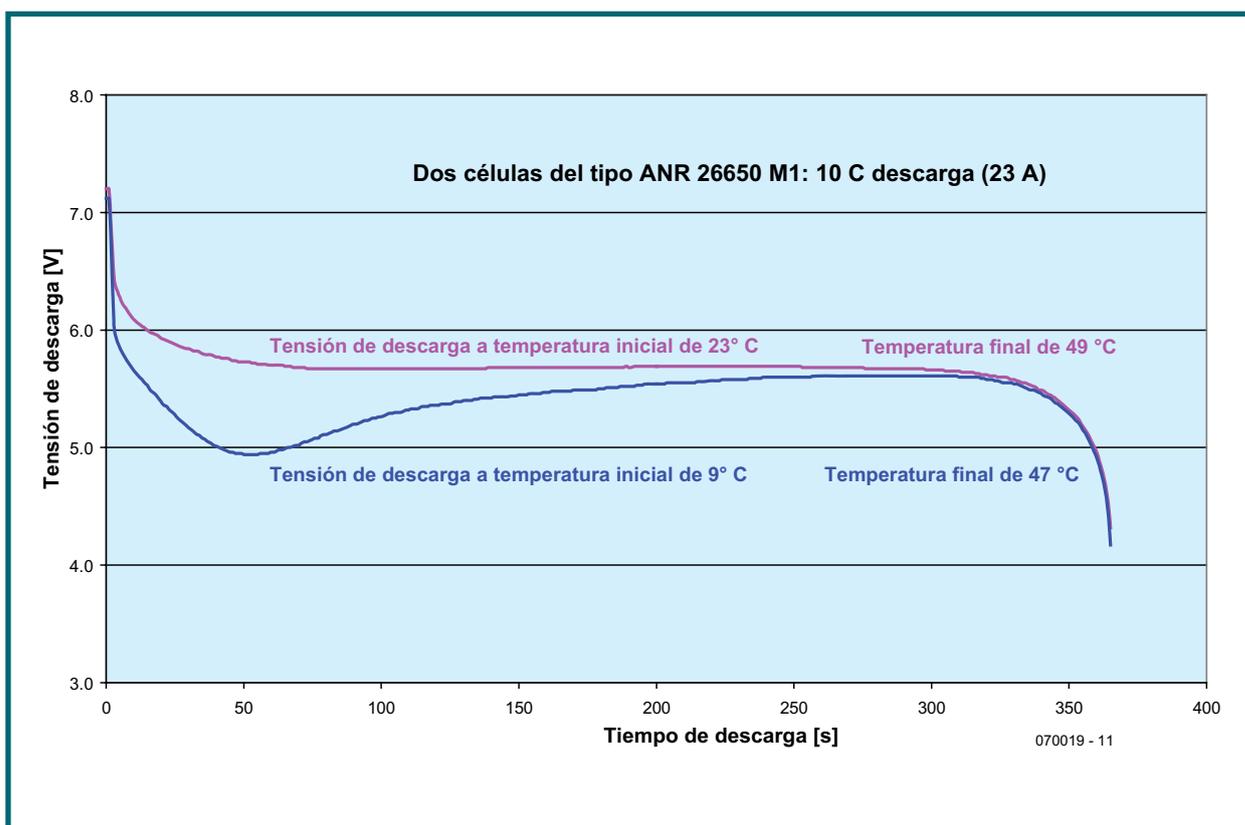
La siguiente prueba estaba relacionada con el incremento de la corriente de descarga hasta los 15 C (34,5 A). De nuevo, las células proporcionaron más de su capacidad nominal, con su temperatura interna aumentando desde los  $23^{\circ}\text{C}$  a los  $53^{\circ}\text{C}$ .

¡A continuación intentaremos elevar las células a sus límites de trabajo!

### Corriente divertida

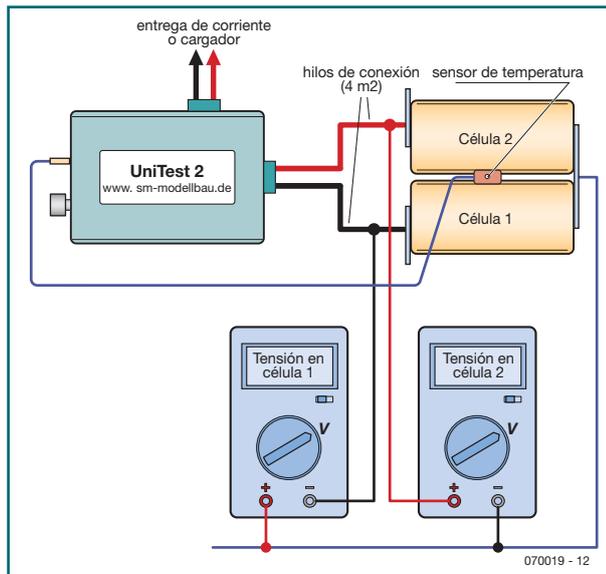
En la **Figura 5** se muestra la configuración del experimento. Para medir los niveles de corriente de pico se ha utilizado un circuito con una resistencia muy baja. La resistencia total del circuito se ha construido a partir de elementos "shunt" (puentes) de  $1\text{ m}\Omega$ , junto con el "shunt" interno en el receptor de corriente de 100 A y otras resistencias asociadas con el mismo (las resistencias del cable y las resistencias de los contactos en el conector MPX). La suma de todas estas resistencias era tan grande que no fue posible descargar una única célula a más de 65 A. Por lo tanto, realizamos las altas medidas de corriente utilizando dos células en serie, tal y como se había hecho anteriormente. Esto significa que también podíamos utilizar un par de multímetros para medir la tensión que aparece en bornes de cada una de las células.

Con una corriente de pico por célula calculada de 120 A, el receptor de corriente que estábamos utilizando podría sobrecargarse, por lo que tuvimos que limitar nuestro experimento de algún modo. El aumento de temperatura que observamos a una descarga de 15 C era, en cualquier caso, una indicación de que no sería apropiado probar las células juntas a su velocidad especificada de descarga continua de 30 C (es decir, 70 A). Los expertos están de acuerdo en que una temperatura de superficie de célula



**Figura 4.** Efecto de la temperatura: la tensión de la célula enfriada cae inicialmente y se incrementa de nuevo a medida que la célula se calienta.

de 65° C durante su fase de descarga es la máxima temperatura permitida por motivos de seguridad. Por lo tanto hemos realizado nuestras pruebas utilizando el siguiente régimen de descarga: descarga durante 16 s a 69 A (30 C) seguida por períodos alternativos de "recuperación" de 11,5 A (5 C) de 30 s de duración y pulsos de 10 s a 69 A. La descarga terminará cuando se haya alcanzado la tensión mínima de descarga o la máxima temperatura, la primera que se alcance. En la **Figura 6** se muestran los resultados. La tensión final cae rápidamente durante períodos con carga elevada, lo que indica que los iones de litio dentro de la célula no son capaces de moverse lo suficientemente rápidos. Sin embargo, como puede verse, la célula se recupera rápidamente durante los periodos con carga pequeña. Aunque la tensión disminuye gradualmente de forma general a medida que la célula se va descargando, las caídas de tensión producidas por las cargas elevadas llegan a ser bastante menos significativas que el aumento de temperatura en la célula. Esto muestra una dependencia con la temperatura de la resistencia interna de la célula. Cuando se alcanzó la mitad de la descarga de la célula hicimos una medida de la resistencia interna en continua (DC) y obtuvimos un valor aproximado de 11 mΩ (las hojas de características proporcionan un valor típico de 10 mΩ). Una vez que el tiempo de descarga se había completado, la temperatura de la célula había aumentado hasta los 63° C. Esto deja un margen muy pequeño de seguridad para las células, sin añadir ningún dispositivo de enfriamiento adicional, por lo que decidimos no realizar pruebas adicionales utilizando pulsos con carga elevada más largos. En estas pruebas la batería proporcionaba una energía de 2.320 mAh: de nuevo, mayor que su capacidad nominal. La adaptación entre las células fue impresionante, con una diferencia entre las tensiones de célula de 10 mV como máximo sobre el valor de la prueba completa. Detuvimos el proceso de descarga a plena carga cuando se alcanzó la tensión final de 1 V por célula. Un minuto

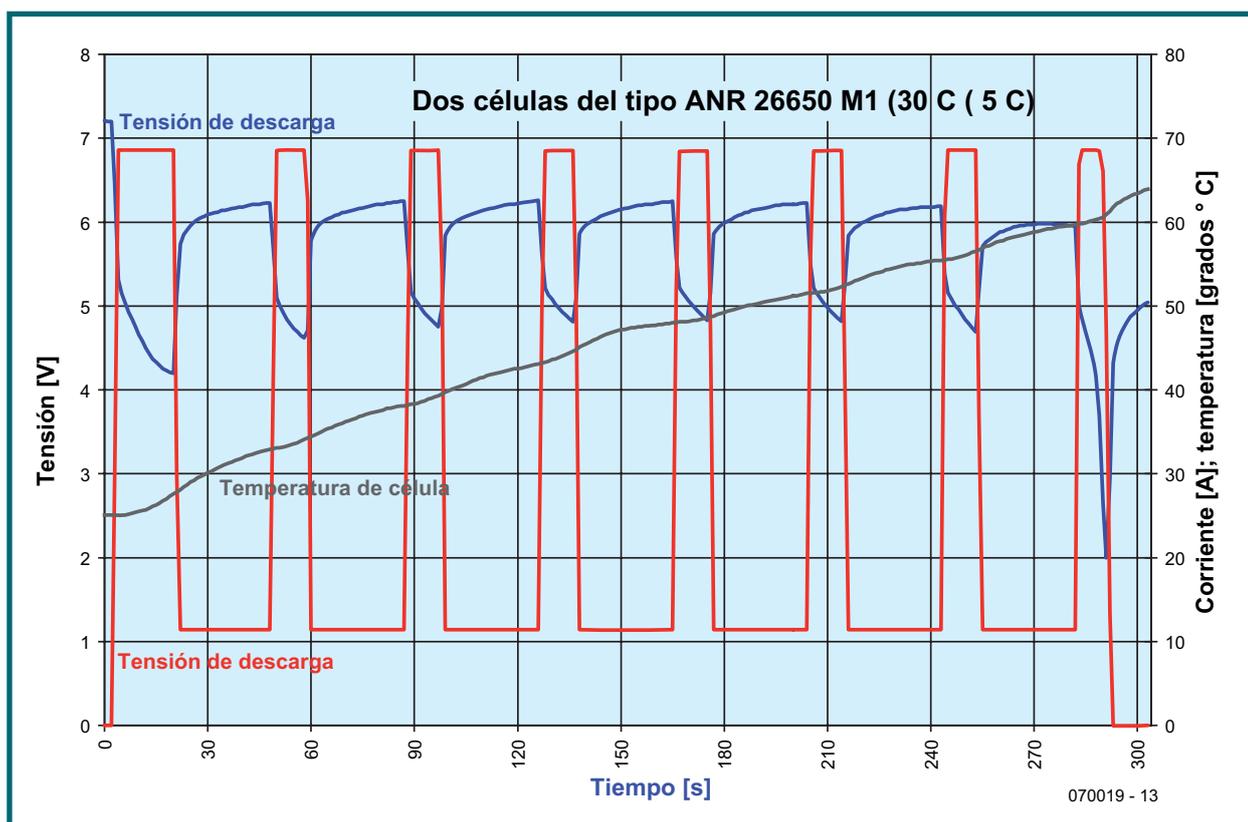


**Figura 5.** Todas las medidas fueron tomadas usando dos células conectadas en serie. Un registrador Unitest2 grabó todos los resultados. Los dos multímetros muestran la tensión individual de cada célula.

después de dejar la célula en circuito abierto, la tensión de cada célula se recuperó hasta los 2,74 V.

### Carga rápida

Hemos experimentado con carga rápida a 4 C (9,2 A) sin utilizar un "balanceador" electrónico, aunque sí monitorizamos continuamente la tensión individual de cada célula. Al igual que sucede con las baterías de ácido de plomo, tan sólo es posible establecer la corriente de carga inicial, ya que la máxima tensión suministrada por el cargador (**Figura 7**) debe estar limitada y después de que la tensión de la célula supere un cierto nivel, la corriente de carga comienza a disminuir (carga de corriente constante / tensión constante). En este caso, esto sucede transcurridos 10 minutos aproximadamente, un tiempo relativamente corto por el efecto del "shunt" en el medidor. A los 20



**Figura 6.** Descarga de alta velocidad que utiliza una corriente alterna entre 30 C y 5 C.

## Un poco de física y química

La idea de utilizar la nanotecnología junto con la química de las baterías de litio consiste en incrementar la zona de superficie de los electrodos sobre la que se producen las reacciones. El alcance de los desarrollos posteriores en el ánodo de grafito (terminal negativo) parece haber sido muy exhaustivo, pero los progresos se han realizado sobre el lado positivo, el cátodo. Los compuestos de transición de metales utilizados en el cátodo (generalmente de óxidos), se emplean para la captura de iones. Los cátodos que utilizan metales como manganeso, cobalto y níquel ya se producen masivamente, y cada uno de ellos tiene sus ventajas y desventajas particulares. La casa A123 System ha elegido utilizar hierro (también en el cuarto periodo). Usan el fosfato de hierro ( $\text{FePO}_4$ ) como material para el cátodo, el cual es capaz de aceptar, incluso a tensiones relativamente bajas, los suficientes iones de litio como para proporcionar la adecuada capacidad a la batería. Las baterías de Ion-Li solamente son estables químicamente dentro de un estrecho rango de tensiones comprendidas entre 2,3 y 4,3 V. Fuera de estos márgenes nos encontramos con el compromiso que se ve reflejado en términos de vida de servicio de la batería. En la práctica, un límite superior a 4,2 V es aceptable, con un valor recomendado de 4,1 V para incrementar la vida del producto.

Para mantenernos dentro de estos límites de tensión las baterías de litio tradicionales, hechas de un cierto número de células conectadas en serie, se suministran con pequeños elementos electrónicos tales como balanceadores, equalizadores y (el último de todos) limitadores de tensión establecida con una buena precisión. A medida que las corrientes de carga se incrementan, estos dispositivos van haciéndose cada vez más complejos y, de forma inevitable, se produce una pérdida de potencia dentro de ellos. Probablemente el usuario preferiría células sin estos dispositivos internos y, por supuesto, también preferiría células que resistiesen una descarga profunda. Otras características deseadas incluirían un rango de temperatura de trabajo lo más amplio posible y la posibilidad de cargarlas rápidamente. Las células de  $\text{FePO}_4$ , de la casa A123 System, han dado un paso definitivo en la dirección correcta. Sin embargo, no está tan claro cómo responden a los abusos de uso las células ANR 26650 M1.

minutos la célula se habrá cargado a más del 97% de su capacidad nominal y la corriente de carga habrá caído hasta los 0,5 A. Un cargador más rápido podría indicar que las células estaban "totalmente" cargadas en ese tiempo. A lo largo de todo el proceso de carga rápida la desviación de la tensión de las células, una con respecto a la otra, se produjo de forma bastante ocasional y nunca superó los 20 mV, por lo que las células completaron su carga prácticamente en el mismo tiempo. Durante los procesos de carga rápida las células se calentaron un poco hasta un valor que se pudo medir, con la temperatura desfasada por detrás ligeramente con la corriente de carga. Esto pudo deberse a las pérdidas en la resistencia interna de las células. Cuando se cargan las células ANR 26650 M1 es importante, por razones de seguridad, no superar la tensión de carga recomendada de 3,6 V. Sin embargo, dejando de lado la precaución, el autor de este artículo intentó "sobrecargar" el par de células con una tensión final de 7,8 V (3,9 V por célula). ¡No intente realizar este experimento en casa! La tensión de las células (**Figura 9**) permaneció adaptada y no se emitió ningún ruido extraño ni olor desagradable, pero la recompensa final fue escasa: la siguiente descarga a 3 C generó una energía acumulada extra de 100 mAh y la tensión de descarga media fue

relativamente más elevada. La conclusión es que la sobrecarga lleva consigo un pequeño incremento en la densidad de energía desde los 103,6 Wh/kg hasta los 104,6 Wh/kg, aunque no lo suficiente para asumir el riesgo y el probable impacto negativo sobre la vida de las células.

### Conclusiones preliminares

Las nuevas células de Ion-Li, que utilizan un cátodo de  $\text{FePO}_4$ , acercan las aplicaciones industriales de alta corriente a la realidad, especialmente si consideramos sus amplias curvas de tensión de descarga plana. La densidad de energía ofrecida no es significativamente mayor que la de las células tradicionales de Ion-Li, pero la densidad de potencia es bastante mayor. La combinación de la baja resistencia interna y su bajo peso son buenos argumentos para sustituir las células basadas en níquel o plomo en aplicaciones de alta potencia. El hecho de que las células no puedan soportar descargas continuas de 30 C sin un aumento de temperatura hasta niveles peligrosos, no supone una gran desventaja, ya que en contadas ocasiones nos veremos en la necesidad de descargar una célula de 2,3 Ah a 70 A, a lo largo de un periodo de tan sólo dos minutos. Para este tipo de aplicaciones las células de litio no son la única solución.

Por otro lado, siempre hay demanda para procesos de carga más rápidos, especialmente si el tiempo de carga puede reducirse al tiempo que empleamos para tomar un café. Ésta es una de las razones por las que estas baterías ya están disponibles en su versión para taladradoras profesionales de 36 V (10 células) [2].

La aplicación más prometedoras hasta la fecha es la de los automóviles híbridos, que respetan el medio ambiente. Una batería fabricada a partir de cuatro células de  $\text{FePO}_4$  (13,2 V) es alrededor de un 70% más ligera que una batería de ácido de plomo. Se espera que la tecnología de litio se pueda ver en vehículos híbridos tales como el Toyota Prius III, en el 2008. Un mejor ciclo de vida y una energía considerablemente superior, junto con una mayor densidad de potencia, permitirán un considerable progreso en la tecnología de vehículos híbridos y en el movimiento hacia los vehículos con emisión de gases cero. En la



**Figura 7.** Este cargador, fabricado por la casa Graupner, permite una carga de corriente constante/tensión constante con un límite de 9,2 A y una tensión máxima de carga de 3,6 V por célula.

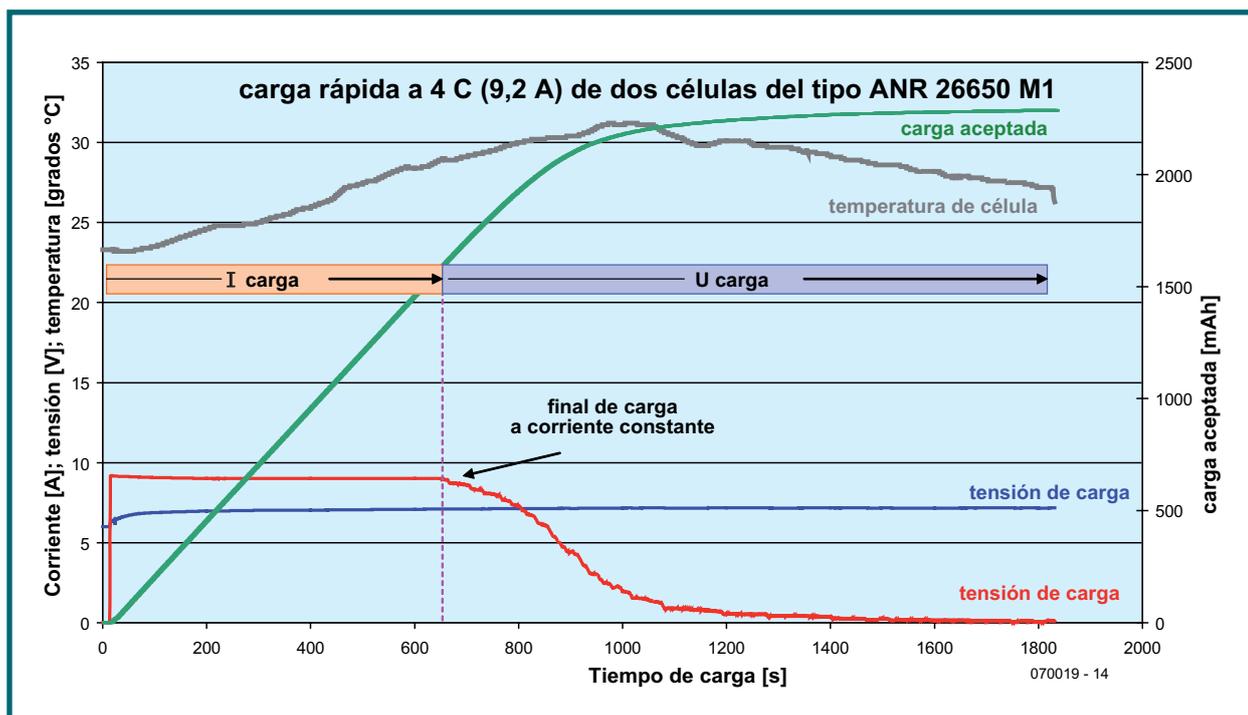


Figura 8. Prueba de carga rápida (20 minutos) con una corriente inicial de 9,2 A.

actualidad, en Estados Unidos, hay una serie de proyectos en vías de desarrollo sobre vehículos híbridos, cuyas baterías pueden recargarse a partir de un conector de tensión de red. La casa A123 está trabajando junto con el suministrador de equipos para el automóvil, Cobasys, y la casa Jonson Controls (Varta/Saft), de forma que han llegado a un acuerdo para trabajar con General Motors en el desarrollo de baterías de litio para una conexión SUV. Esta tecnología también es interesante desde el punto de vista de vehículos eléctricos más económicos, desde motocicletas eléctricas dedicadas al ocio (a través de la marca Segway), hasta bicicletas eléctricas. Con las aceleraciones provenientes de una batería de litio que se descarga a 50 C (10 segundos es un tiempo suficientemente largo), es probable que las bicicletas eléctricas comiencen a parecerse cada vez más a una motocicleta para ancianos. ¡Pónganse a salvo!



Figura 9. Una pequeña sobrecarga no afecta a la adaptación entre las dos células de la batería.

(070019-1)

## Enlaces de internet

- [1] Ulrich Passern: 'Baterías de Super Litio', Elektor Electronics de abril de 2005
- [2] <http://www.dewalt.com>
- [3] <http://www.bmz-gmbh.de/englbmz/eindex.html>
- [4] <http://www.a123systems.com>
- [5] <http://www.a123racing.com>

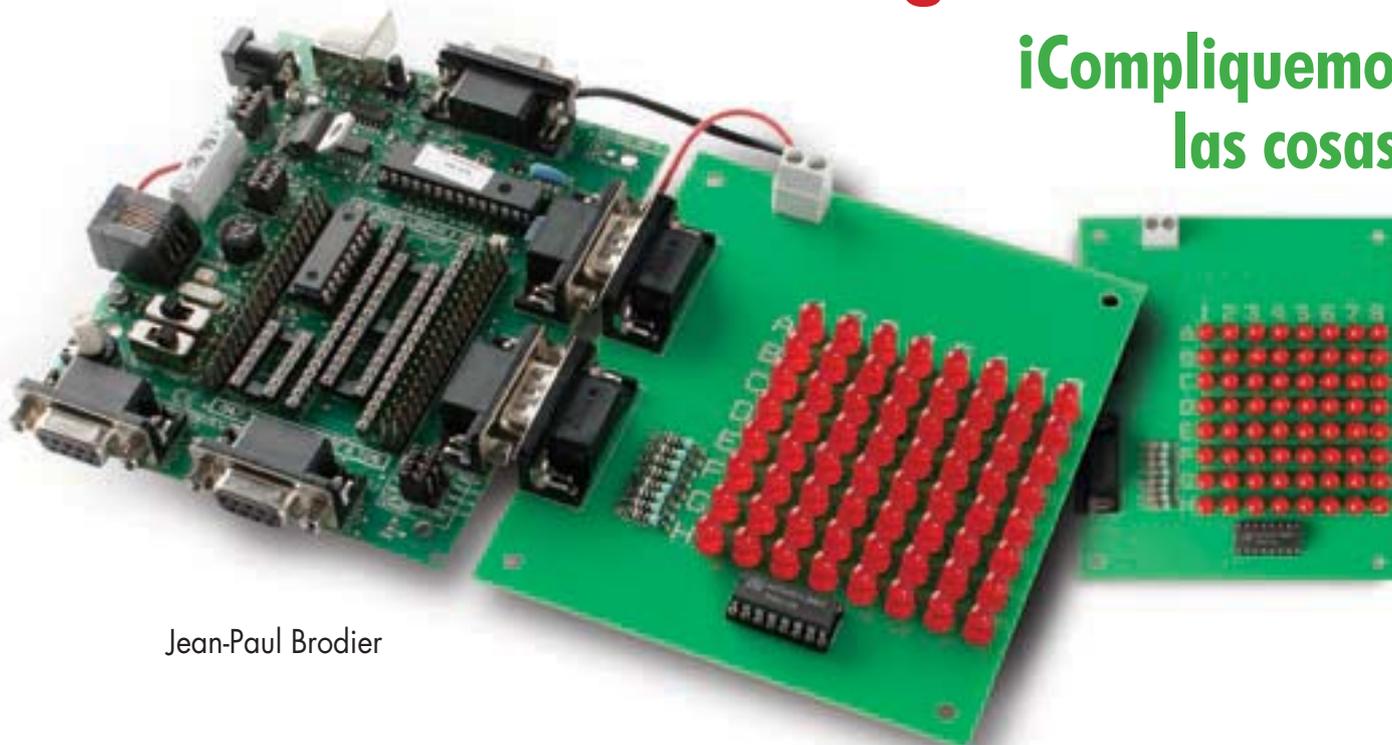


## Disponibilidad

Las muestras que hemos probado fueron obtenidas de sistemas de baterías alemanes suministrados por la casa MBZ [3]. Hasta donde sabemos, la casa BMZ es actualmente el único importador europeo de baterías del fabricante A123 System. Las baterías se venden bajo las marcas "BMZ" y "Konion" y son ensambladas por Akku-Service Untermain. Parece ser que a medida que se incrementa la demanda de células también aumenta el número de suministradores especializados en baterías, así como el gran número de distribuidores electrónicos. La casa A123 System ofrece kits de desarrollo desde su propia página web [4]. Una página web independiente, dedicada a los aficionados al modelismo [5], ofrece cargadores y paquetes de baterías ya fabricados.

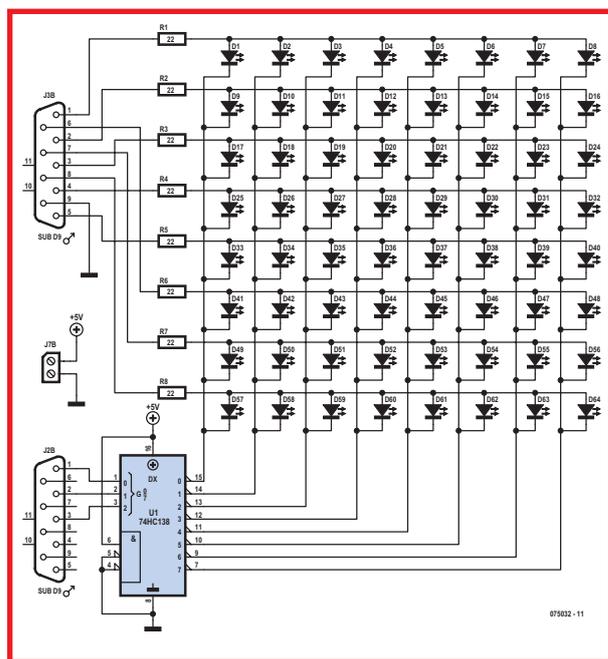
# Bloques electrónicos: Cuadrado seguidor de luz

iComplicuemos  
las cosas!



Jean-Paul Brodier

El “Bloque Electrónico Cazador de LEDs” de la entrega de febrero de 2007 era un poco elemental. Este mes vamos a ampliarlo con un número mayor de diodos LEDs, aunque el sencillo principio del cazador de luz no se aleja mucho del que aquí presentamos.



**Figura 1.**  
Los 64 diodos LEDs  
están configurados en  
una matriz de 8 s por 8  
columnas.

Si quisiéramos controlar 64 diodos LEDs directamente, necesitaríamos 64 líneas de salida distintas. Sin embargo, hemos decidido continuar con nuestro PIC16F88 de 18 pines, por lo que vamos a organizar los diodos LED en una matriz de 8 s por 8 columnas, como se muestra en el esquema eléctrico (**Figura 1**).

### Batalla de barcos

Cada diodo LED puede definirse por su número de fila y de columna, justo como en el juego “Batalla de Barcos”. Si habilitamos una fila (nivel lógico alto) y una columna (nivel lógico bajo), se encenderá el diodo LED de la intersección (su ánodo está conectado a la fila y su cátodo a la columna).

### Descodificar

Como hemos dicho anteriormente, las filas son controladas por las salidas del puerto PORT B; pero no tenemos suficientes líneas de salida disponibles para controlar las columnas de nuestra matriz directamente. Por este motivo necesitamos el circuito integrado 74HC138, que es un decodificador de línea de 3 a 8 (decodificador BCD). El número binario aplicado a las entradas A, B, y C se representa por el valor de la posición de la línea de salida activa (activa a nivel bajo). Para vigilar las ocho columnas tenemos que variar el núme-

ro, entre 0 y 7, y aplicarlo en binario a las tres líneas de salida del puerto A. El número de columna se incrementa usando la línea de comando `COLUMN = COLUMN + 1` y se limita a 7 por la operación de Módulo 8.

Vamos a crear un nuevo fichero, llamado en esta ocasión `Ch2D0.fcf` ("2D" significa dos dimensiones).

La primera tarea (ver **Figura 2**) es crear la columna variable `COLUMN` y las distintas variables necesarias para las filas. Para hacer esto arrastramos un cuadro rectangular "Calculation" entre `BEGIN` y `END`, y luego editamos sus propiedades. Las variables se añaden usando "Browse for variable" ("Mostrar Variables") y luego la opción "Add New Variable" (Añadir Nueva Variable). Las nuevas variables pueden usarse en cuanto son asignadas dentro del programa, por ejemplo, para incrementar el valor de `COLUMN` y copiar este valor sobre el puerto `PORT A`, de modo que podamos vigilar las ocho columnas, aplicando el correspondiente valor a `ROW` para el puerto `PORT B`.

### Lenguaje C

Usaremos el lenguaje C siempre que sea más rápido o más sencillo que los símbolos sobre el diagrama de flujo (por ejemplo, cuando solamente hay que realizar una operación matemática).

La primera casilla "Code C" del programa, que da nombre a Módulo 8 (Figura 3) sólo tiene una instrucción en lenguaje C (basta con pulsar sobre "Properties" ("Propiedades"), como de costumbre...).

```
FCV_COLUMN = FCV_COLUMN % 8;
```

El prefijo `FCV_` en la parte inicial de la variable `COLUMN` indica al compilador que ya ha sido definido en el programa Flowcode. Esto es obligatorio para las instrucciones en lenguaje C.

Para instrucciones en lenguaje ensamblador, el prefijo obligatorio es `_FCV_`.

El símbolo `%` (tanto por ciento) significa la operación módulo - devuelve el resto después de la división por 8.

Nuestra variable `COLUMN` se incrementa en uno cada vez que se ejecuta el bucle. En ausencia de cualquier otra operación, el valor se incrementará hasta alcanzar 255, y luego regresará al cero, usando los ocho bits del registro. Esto es incompatible con el formato de salida que queremos, el cual sólo debe usar tres líneas del puerto `PORT A`, por ejemplo. Solamente puede tomar valores de 7 a 0.

Cuando el valor de la variable `COLUMN` llega a 7 (111 en el binario), `COLUMN` se iguala al resto después de la división por 8. Cuando el valor llega a 8, el resto de la división (el módulo) es 0, con lo que el contador vuelve a arrancar de 0.

Es posible conseguir lo mismo usando una máscara, es decir, un operador lógico `AND`. Hemos visto que los valores permitidos para la variable `COLUMN` van de 000 a 111 en binario (de 0 a 7 en decimal). La línea en lenguaje C entonces pasa a ser:

```
FCV_COLUMN = FCV_COLUMN & 7;
```

En lenguaje C, el signo `&` representa la operación lógica `AND`. La transferencia del valor de la variable `COLUMN` al puerto `PORT A` no puede hacerse bruscamente. Para no equivocarnos con el estado de las líneas `RA3` a `RA7`, debemos incluir un comando para "enmascarar" el valor que tiene que escribirse. Esto se realiza (**Figura 4**) en la ventana de "Properties" ("Propiedades") de la primera casilla `OUTPUT` (tan sólo pulse "Propiedades" con el botón derecho de ratón). Marcaremos la opción "Use Masking" ("Usar

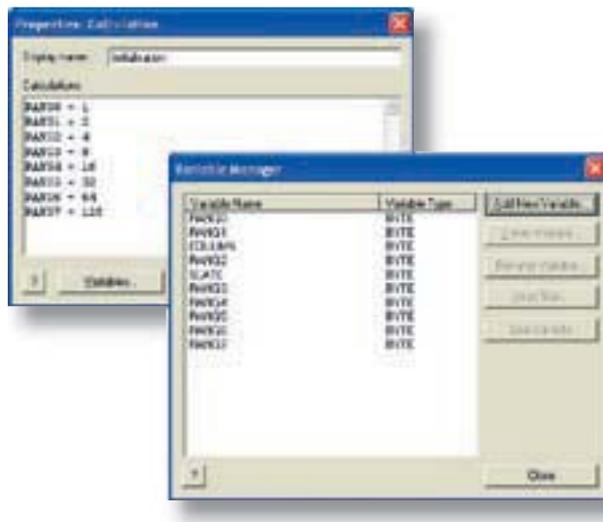


Figura 2. Las nuevas variables son creadas y asignadas con un valor inicial.

enmascaramiento") y dentro de dicha opción, los bits que tiene que escribirse; los otros no se verán afectados.

Cada vez que se ejecuta el bucle enviamos un nuevo valor de `ROW` al puerto `PORT B`, de manera similar a como se desplazaría una mancha de luz en cualquier dirección. Éste es el trabajo de la segunda sección escrita en lenguaje C.

El valor de la variable `SLATE` (una especie de "tabla pintada") se modifica de acuerdo con el valor de la variable `COLUMN` y, a continuación, se transfiere al puerto `PORT B`. El byte `SLATE` se usa de forma temporal para escribir un valor que, más tarde, tiene que sacarse de nuevo.

Una vez compilado el programa sin obtener ningún error, puede enviarse hacia el microcontrolador por medio de las acciones: "PIC - Compile to PIC", tal y como vimos en el artículo previo. Ahora tenemos un punto de luz que se mueve en diagonal a través de nuestro cuadrado de  $8 \times 8$ , pero por ahora solamente hemos visto un único punto de luz a la vez.

Para ver una línea apropiadamente será necesario encender todos los diodos LEDs de la diagonal. La cuestión que surge entonces es ¿cómo podemos encender los LEDs `A1` y `B2` al mismo tiempo? Si habilitamos las filas `A` y `B` al mismo tiempo que las columnas 1 y 2, tendremos cuatro diodos LED encendidos en lugar de dos. La respuesta es la multiplexación: es decir, escribir de forma sucesiva un 1 en la variable `ROW` y habilitar la columna 1 para encender el diodo LED `A1`; escribir ahora un 2 y habilitar la columna 2 para encender el diodo LED `B2`; y así sucesivamente. Si estas operaciones se realizan lo suficientemente rápido, nuestro ojo percibirá que los diodos LEDs `A1`, `B2`, etc., se encienden al mismo tiempo.

Vamos a modificar la forma de hacer esto, después de lo cual renombraremos; por ejemplo, con el nombre `Ch2D1` (yendo a la opción de menú `File`→`Save as...`, es decir, `Fichero`→`Salvar como...`).

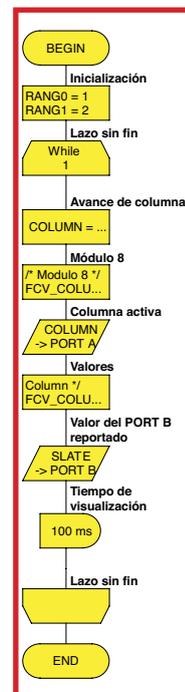
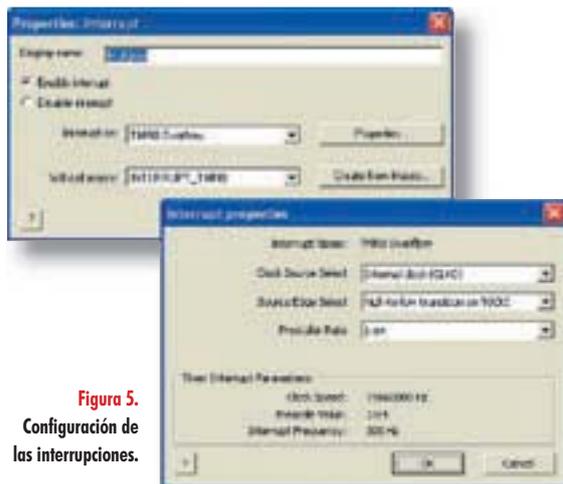


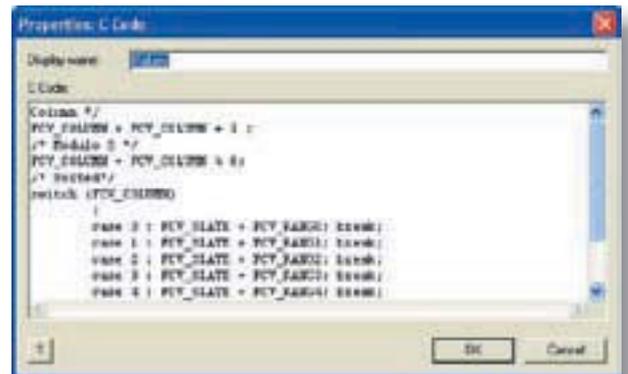
Figura 3. Programa de prueba de la matriz del visualizador.



Figure 4. Transferencia del contenido de la variable `COLUMN` al `PORT A`.



**Figura 5.**  
Configuración de las interrupciones.



**Figura 6.** Código en lenguaje C incluido en la rutina de interrupción.

**Interrupciones**

Esta operación de exploración debe ser extremadamente rápida, pero es una rutina que no requiere ningún tipo de cálculo. Así que ahora vamos a ocuparnos de una interrupción provocada por uno de los temporizadores del microcontrolador.

Dibujamos un hexágono INT por debajo de la fase de inicialización de las variables y configuramos la interrupción tal y como se muestra en la **Figura 5**.

Cada vez que el contador TMR0 pasa por cero, por ejemplo, 300 veces por segundo, dispara la ejecución de la rutina (llamada MACRO en el lenguaje de Flowcode) INTERRUPT\_TMR0. Así que todo lo que tenemos que hacer es transferir las instrucciones que hasta ahora han estado en el cuerpo principal del programa, a esta rutina. Hacemos "clic" con el ratón en la opción Macro en la barra de menús, a continuación lo hacemos sobre Edit / Delete (Editar / Eliminar), y luego sobre INTERRUPT\_TMR0. A continuación dibujamos una casilla "C CODE" en el inicio y copiamos allí las instrucciones del programa previo.

Para evitar mucho trabajo y el riesgo de introducir errores, lo único que tiene que hacer es abrir el fichero Ch2D0.c (creado por la última compilación) en la aplicación "Wordpad" de Windows u otro sencillo editor de texto. Utilizaremos el ratón para seleccionar el bloque que va a

copiarse, a continuación presionamos sobre Ctrl - C (para Copiar), volvemos de nuevo al editor de Flowcode y pulsamos Ctrl - V (para pegar) (**Figura 6**).

Después del código en lenguaje C, todo que queda por hacer es añadir los símbolos de salida para los puertos PORT A y PORT B (**Figura 7**). El programa de demostración de multiplex (**Figura 8**) selecciona de nuevo la rutina de interrupción.

**¡Vamos a movernos!**

Como nuestro objetivo es conseguir una pantalla de luz animada, vamos a perseguir la diagonal, añadiendo una cuatro pasos más adelante, lo que ejecutará el programa Ch2D2.

Antes de continuar debemos reemplazar los valores iniciales de la variable ROW de tal manera que se iluminen dos puntos de luz y, a continuación, el bucle principal desplace el contenido de todos los registros.

Los valores hexadecimales sucesivos para las variables ROW0 a ROW3 son 0x11, 0x22, 0x44, y 0x88. Estos cuatro valores se repiten para las variables ROW4 a ROW7. Como el programa Flowcode no entiende los datos en binario ni en hexadecimal [tampoco en los modos de lenguaje C (0x11) o de Intel (11h)] estos datos tienen que escribirse en notación decimal: 17, 34, 68, 136.

**El estándar ANSI y el lenguaje C utilizados por MPLAB**

El lenguaje C comprendido por MPLAB (la herramienta de desarrollo de la casa Microchip) no se corresponde exactamente con el estándar ANSI.

La operación de "enmascaramiento" puede escribirse como: `FCV_COLUMN & = 7;`

Los programadores en lenguaje C aman estos formatos altamente condensados, ya que son difíciles de leer (¡hasta para ellos!) y desconciertan a los principiantes, que siempre deben respetar a los maestros.

Curiosamente, la expresión: `FCV_COLUMN %= 8;`

(correcta de acuerdo con el estándar ANSI) es rechazada por el compilador.

El uso de ordenadores y editores de texto modernos han puesto a nuestro alcance las operaciones de "cortar y pegar", que son tan fáciles de usar. En ambos casos el resultado es idéntico, como podemos verificar con tan sólo ver el archivo .LST generado por el compilador y el ensamblador cada vez. Cuando el compilador rechaza una línea en lenguaje C o en lenguaje ensamblador, todo que hace es decirlo, sin explicar el porqué. Así que siempre tendremos que volver a mirar en el archivo .LST, el cual contiene todos los detalles del programa en lenguaje ensamblador.

Hay otra pequeña diferencia entre el estándar ANSI y MPLAB: en MPLAB los nombres de las variables deben estar en mayúsculas, mientras que el estándar ANSI reconoce ambos casos y diferencia entre ellos.



ST50404

## ESTACIÓN SOLDAR Y DESOLDAR 50W. PROFESIONAL.

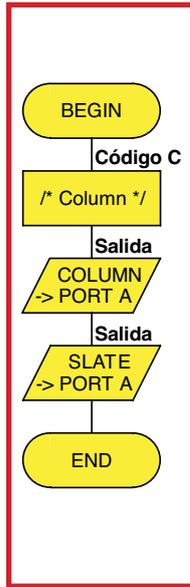
- \* Medidas de la estación: 125x185x80 mm.
- \* Tensión de alimentación: 220-240V / 50-60Hz.
- \* Soldador 50W / 12V con calefactor cerámico.
- \* Admite todas las puntas de soldador con taladro de 6,5 mm diámetro, y de las desoldador con rosca M5.
- \* Regulación electrónica para un preciso control de la temperatura, y de la aspiración, hasta 350 l/h.
- \* Regulación de calefacción: 150-450°C.

Este equipo satisface tanto a ingenieros electrónicos como al usuario profesional, ya que ofrece todas las ventajas de una estación para soldar y desoldar a nivel profesional. Combinando los diferentes accesorios podrá realizar desde pequeñas soldaduras SMD, hasta grandes masas.

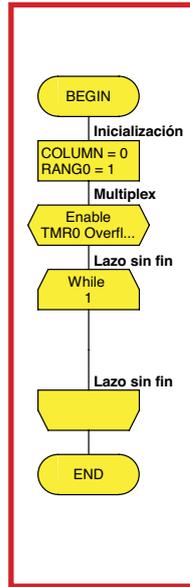
Precio: 195,10 €  
IVA NO INCLUIDO



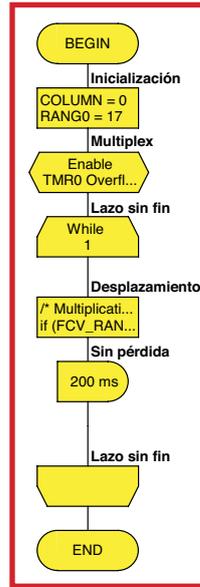
**FADISEL** Distribuidor oficial de la firma Alemana Startec.  
Más información y catálogo en [www.fadisel.com](http://www.fadisel.com) [info@fadisel.com](mailto:info@fadisel.com)



**Figura 7.**  
La rutina de interrupción más sencilla.



**Figura 8.**  
Demostración de multiplexación. Se comienza a mostrar una diagonal estacionaria.



**Figura 9.**  
La sencillez del diagrama de flujo esconde numerosas sentencias e instrucciones en lenguaje C.

Mientras se ejecuta el programa tienen lugar los desplazamientos en cada registro por medio de un multiplicador de dos veces. Cuando el bit a ser desplazado es el más alejado a la izquierda, es decir, un valor de 136 (10001000 en binario), salta de nuevo al valor inicial de 17 (00010001). Dependiendo del momento exacto en que esto se produce, tendremos tres o cuatro líneas en lugar de dos (Figura 9).

Ahora es posible cambiar los valores iniciales para producir, por ejemplo, una única diagonal (1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128), el símbolo del galón (1, 2, 4, 8, 4, 2, 1, 2), o una línea rota en diferentes puntos de luz. El propio programa puede contar el número de búsquedas y, después de un número dado, cambiar los valores para hacer que aparezca otro patrón diferente, cargado a partir de bloques de las constantes definidas en la memoria de programa.

Aunque este microcontrolador es uno de los más pequeños, la última versión de este programa ocupa tan sólo una pequeña fracción de la memoria flash disponible: 391 palabras de un total de 4.096.

### Montaje

El proyecto puede construirse sobre una placa de prototipos perforada o sobre una placa de circuito impreso como la que se muestra en la Figura 10. Tiene dos conectores sub-D macho, J2B y J3B, que se corresponden con los conectores DB9 hembra J2 (del puerto PORT A) y J3 (del puerto PORT B), en la placa del "Multiprogramador de Bloques Electrónicos". La tensión de alimentación de + 5 se toma de los terminales + V del bloque de terminal atornillado J7. La masa se conecta a través del terminal 9 de los conectores de DB9.

Las resistencias de 22 Ω se toman como elementos de limitación de corriente para los diodos LEDs (¡qué horror, qué herejía!) por las salidas del microcontrolador a máxima corriente de salida. La corriente total consumida por los ocho terminales del puerto PORT B es de 100 mA.

En cualquier caso, es mejor usar diodos LED de alta eficiencia.

La placa de circuito de doble cara no es absolutamente necesaria. Las conexiones que la atraviesan pueden reproducirse muy fácilmente usando cable para soldar. Lo más recomendable es comenzar dando estaño a los "pads" libres, por encima de los ánodos de los diodos LEDs. A continuación, empuje el cable hasta la gota de estaño usando la punta del soldador y la suficiente fuerza. La protección de plástico se derrite y se retracta lo suficiente como para que el cobre quede soldado al bloque. Tiraremos suavemente para verificar que los puntos están soldados y cambiaremos al próximo punto. Corte el cable después de la última soldadura que hagamos sobre la fila correspondiente.

(075032-1)

## LISTA DE MATERIALES

### Resistencias

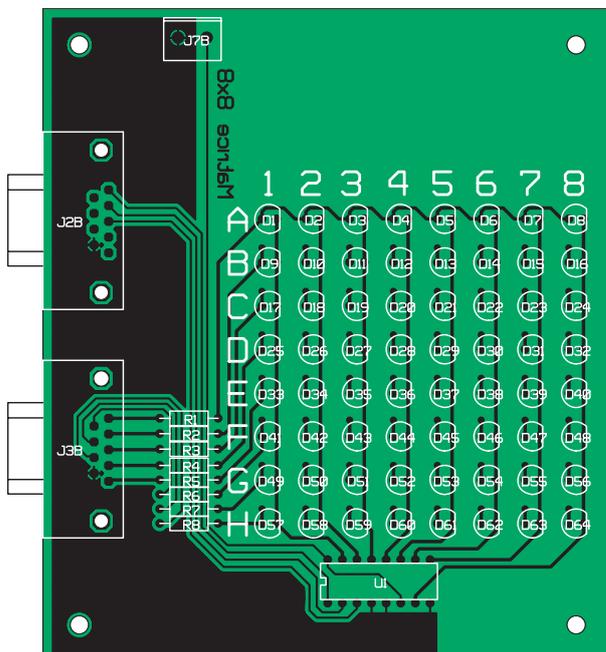
R1-R8 = 22Ω

### Semiconductores

D1- D64 = Diodo LED de 3 ó 5 mm de diámetro  
IC1 = 74HC138

### Varios

J2B, J3B = Conector Sub-D de 9 terminales macho para montaje en placa de circuito impreso (PCI)  
J7B = Bloque terminal de 2 terminales para montaje en placa de circuito impreso (PCI).



**Figure 10.**

La placa puede construirse con pistas en una sola cara, con una serie de puentes para colocar en paralelo los 8 diodos LEDs de cada. La serigrafía de implantación de componentes informa sobre la orientación correcta de los diodos LED.



 **Electrónica  
Postal**

# La Electrónica Fácil

Sin componentes

## Entrenadores Electrónicos

- MX-909 Entrenador 500 prácticas 399,50 €
- C-9751 Entrenador 75 prácticas 40,50 €
- MX-720 Entrenador 15 prácticas 16,90 €
- MX-802 Entrenador 10 prácticas 14,50 €
- MX-803 Entrenador 20 prácticas 23,95 €
- MX-908 Entrenador 300 prácticas 99,50 €
- MX-903 Entrenador 30 prácticas 19,90 €
- MX-906 Entrenador 130 prácticas 49,50 €



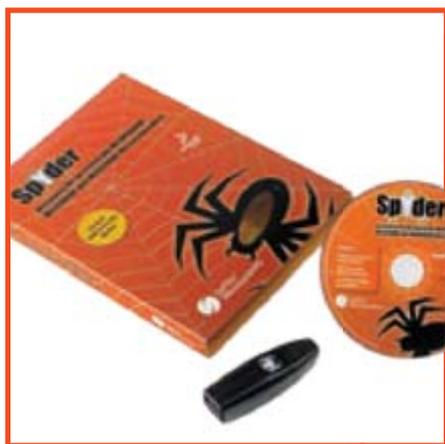
# Fuerza “g” sobre Diodos Led

## Acelerómetro de 2g en dos dimensiones con microcontrolador Freescale y SpYder

Aquí tenemos una interesante y entretenida aplicación educativa de un MC 9S08, un microcontrolador de la casa Freescale. Es una continuación de la publicación del artículo “El ataque de la Araña (SpYder)” de nuestra pasada entrega y está pensado para ayudarnos a progresar en las bases de la migración hacia un microcontrolador MC9S08, desde el diseño mismo al circuito final, todo ello con un proceso extremadamente económico y con tres elementos disponibles en exclusiva para los lectores de Elektor.

Jan Buiting y  
Luc Lemmens, en  
colaboración con  
Inga Harris

(ingeniero de aplicaciones,  
Freescale Semiconductor Inc.)



**Figura 1.** El Kit SpYder Discovery en su entrega definitiva (el mes pasado les mostramos una versión “beta”). Gracias a un acuerdo especial con la casa Freescale Semiconductor, el kit está disponible en Elektor a un precio de tan sólo 9,75 €, más gastos de envío y manipulación. Hay que señalar que el cable plano BDM de seis líneas tiene que suministrarse o fabricarse localmente.

Este mes todo encaja en su lugar: la teoría, la experiencia práctica, los componentes y los programas gratuitos..., todos juntos forman un proyecto completo divertido y educativo que, seguro, encontrará un lugar en nuestro automóvil, en el mando remoto (RC) de nuestro modelo o en nuestra bicicleta. ¡Hasta podemos imaginarnos el uso del acelerómetro en un coche de carreras, a tamaño real o a escala! Además de los dos artículos de esta revista (el segundo es el que usted lee ahora mismo), todos los elementos que necesitamos para poner en marcha el proyecto están referenciados en la **Tabla 1**. El bajo coste del kit SpYder y del acelerómetro gratuito, que podemos conseguir con las dos placas de circuito impreso (PCIs) para este proyecto, es el resultado de una cooperación exclusiva entre Elektor y Freescale en beneficio de nuestros lectores de Elektor.

### Objetivos del proyecto

Elektor y Freescale intentan publicar este proyecto con unos objetivos ambiciosos

y reales en mente. Vamos a numerarlos a continuación en una lista con las soluciones encontradas impresas en letras cursivas:

- 1- El microcontrolador usado debería ser económico, a ser posible gratuito. Se ha elegido un dispositivo MC9S08 del que podemos conseguir varias muestras gratuitas de la casa Freescale.
- 2- El microcontrolador debería tener un completo complemento de programación y herramientas de depuración. CodeWarrior y el SpYder USB BDM cumplen con esta tarea.
- 3- Debe disponer además de un soporte en línea. Los foros de Freescale y Elektor están disponibles.
- 4- El proyecto debería ser educativo y encontrarse en una “plataforma abierta”. Todos los ficheros de código fuente, las hojas de características y las notas de desarrollo están disponibles gratuitamente.
- 5- El proyecto debería tener un aspecto de ‘vida real’. Un acelerómetro compacto de dos ejes con un rango de 2g y lectura sobre diodo LED.

Elemento	Fuente / Suministrador	Descripción	Cómo conseguirlo	Coste
Kit SpYder Discovery	Elektor	Contiene USB BDM, muestra del MC9S08 de 8 terminales, CD con CodeWarrior y utilidades	Código de pedido 060296-91 en la tienda de Elektor (SHOP).	9,75€ más gastos de envío. Gratuito con módulo o kit en la tienda Elektor SHOP
MC9S08QG8CPBE	Freescale	Microcontrolador PDIP de 16 terminales de la casa Freescale	Pedir a Freescale en el servicio de muestras gratuitas	Gratuito
Conjunto de PCIs	Elektor	Dos PCIs desnudas para montaje en casa utilizando componentes de taladro pasante	Código de pedido 060297-71 en la tienda de Elektor (SHOP).	15€
MMA7260Q	Elektor	Dispositivo acelerómetro de la casa Freescale sobre las placas	Dos (!) piezas gratuitas Incluidas con el conjunto de PCIs 060296-71.	Gratuito
Otros componentes	Suministrador local / pedido por correo	Varios componentes de taladro pasante, tal y como se muestra en la lista de componentes.	Comprar localmente o por correo, por ejemplo, a Farnell	7,50€

Tabla 1. Qué – Dónde - Cómo Resumen de los elementos hardware y software que se necesitan para construir el proyecto del Acelerómetro de dos ejes.

6- Pensando en los estudiantes, el coste global debe ser el mínimo. Un acelerómetro gratuito, un microprocesador MC9S08 gratuito, placas de circuito impreso económicas y el kit SpYder Discovery. Una lista impresionante que seguro que tendrá preocupados a los directores y trabajadores de los departamentos comerciales, y que hará rechinar los dientes a los responsables de este proyecto. A través de las publicaciones de nuestra revista, extendemos el desafío a quien esté interesado en iniciarse en la tecnología utilizando un microcontrolador de 8 bits económico cuya eficacia ya han probado en aplicaciones del automóvil (muy probablemente su nuevo automóvil incorporará uno).

## Acelerómetro

Un acelerómetro es un dispositivo que mide e indica la fuerza ejercida sobre un cuerpo en movimiento debido a la aceleración (+g) o a la desaceleración (-g). El proyecto actual puede medir fuerzas de hasta 2 g en dos planos: adelante/atrás e izquierdo/derecho.

La lectura se realiza sobre diodos LED de colores, con el valor g más alto indicado mediante diodos LED rojos. El instrumento se alimenta con una batería y es apropiado para montarlo en un vehículo, proporcionándonos bastante información sobre nuestros hábitos de conducción.

## SPYDER de nuevo - Paso a paso

Antes de seguir adelante en el proyecto y confiar en el soldador, una o dos palabras sobre nuestro nuevo compañero embebido en tierra en 8 bits. El SpYder (Figura 1) está unido al HCS08 y al RS08 Background Debug Controller (BDC). Esto permite una manera rápida y fácil de programar la memoria Flash interna y cualquier otra memoria. Es la principal interfaz de depuración para el desarrollo, permitiendo un acceso no intrusivo a los datos de memoria y características de depuración habituales, tales como puntos de ruptura para modificar los registros de la CPU y comandos para trazar una única instrucción. Si hemos utilizado un HC05 u otro microprocesador Freescale con un nú-

cleo más antiguo, como en nuestro caso, podremos apreciar los avances que este módulo permite.

La herramienta SpYder utiliza una interfaz estándar USB para comunicarse con el ordenador y usa la tensión del bus USB para alimentar la herramienta y el microcontrolador sin los voluminosos adaptadores antiguos de pared, haciéndolo realmente portátil. Esta fuente de energía del puerto USB también puede alimentar la placa de destino, siempre y cuando no queramos controlar demasiados motores sobre la misma (hasta 100 mA).

Con la confianza de dicha herramienta en el puerto USB, el corazón de la herramienta SpYder es el microprocesador MC908JB16 MCU de la casa Freescale. El MCU incorpora una interfaz USB (2.0 de baja velocidad) y puede operar a partir de una tensión de +5 V suministrada por el puerto USB. Como la herramienta también soporta los microcontroladores del tipo RS08, es necesaria una tensión de 12 V para programar los dispositivos RS08. El MC908JB16 puede reconocer la tarjeta de destino y a través del control PTDO nos permite habilitar la señal de 12 V utilizando el circuito integrado conversor DC-DC ST662.

### Paso 1 – Ensamblaje de la placa SpYder

Las partes esenciales de la herramienta SpYder ya se han montado, lo que nos permitirá utilizarla como un instrumento independiente con el microprocesador montado en un zócalo.

Si queremos utilizar otro tipo de encapsulado o usar nuestra propia tarjeta (como en el caso de la aplicación de nuestro acelerómetro) podemos hacerlo. Añadiendo una resistencia de 0 Ω o un cortocircuito en el espacio que hay al lado de la cama de pinchos, etiquetado como R2, estamos efectivamente uniendo la fuente de

alimentación al conector BDM, de modo que podemos usar otra tarjeta de destino. El resultado global es que el Kit Discovery SpYder se convierte en un equipo BDM, aunque no debemos preocuparnos... el SpYder continúa trabajando como una herramienta independiente. Si no disponemos de una forma de cable BDM podemos construir una fácilmente: todo lo que necesitamos son dos conectores IDC de 6 terminales con soporte duro para cable ("strain relief"), (Farnell código de pedido 1097021) y cable plano con una separación de hilos de 1,27 mm (Farnell código 9187111). Un pequeño tornillo permite que los conectores IDC puedan presionar fácilmente sobre los terminales del cable plano. Debemos mantener la longitud del cable por debajo de los 30 cm, aproximadamente.

Recordemos que sólo podemos tener un microcontrolador conectado a la vez: bien el conector de la placa SpYder o sobre la placa de destino.

Las Placas de Circuito Impreso (PCIs) que componen el proyecto vienen con dos sensores acelerómetros MMA 7260 montados sobre ellas, por cortesía de Elektor y Freescale.

### Paso 2 – Instalación del depurador

La herramienta CodeWarrior™ Development Studio para el HC(S)08/RS08 v5.1 de la casa Freescale, está libre de coste en su Edición Especial, y tenemos una copia en el CD de SpYder. En la dirección de Internet [HYPERLINK "http://www.freescale.com/codewarrior"](http://www.freescale.com/codewarrior) www.freescale.com/codewarrior podemos ver una pequeña valoración de las características que presenta esta Edición Especial frente a las ediciones Estándar y Profesional. Sin una clave de licencia, el producto ejecutará un tamaño de código limitado a 1 kB en su modo de demostración. Para superar el

**La placa de circuito impreso para montar este proyecto viene con dos sensores de acelerómetro MMA7260 gratuitos montados en placas portadoras - cortesía de Elektor y Freescale.**

límite de 1 kB tenemos dos opciones:

1 - Contactar con Freescale para solicitar un periodo ilimitado. La clave de la licencia gratuita aumenta la limitación del tamaño de código a 16 kB.

2 - Contactar con Freescale para solicitar un periodo de uso limitado de 30 días. La clave de la licencia gratuita podrá ejecutar el compilador sin ninguna limitación.

**Paso 3 - Controladores**

Una vez que la placa está físicamente configurada como queremos que esté y el programa CodeWarrior está instalado, debemos conseguir comunicar el SpYder con nuestro depurador. El siguiente paso es instalar los controladores de SpYder que se encuentran en el CD que se acompaña. Las instrucciones sobre cómo hacer esto las encontraremos en la cubierta interior. Cuando conectemos la herramienta al ordenador por primera vez, Windows reconocerá un nuevo dispositivo USB; "El Asistente de Nuevo Hardware" abrirá una caja de diálogo y nos preguntará por el controlador que necesita. Para completar la instalación debemos elegir la opción de "Instalar automáticamente". ¡Así de fácil!



**Figura 2.** En el programa CodeWarrior debemos asegurarnos de seleccionar la conexión correcta de depuración hacia el ordenador.

**Listos para comenzar**

Es importante comprender que SpYder utiliza el microcontrolador de destino para lanzar la ejecución "in-circuit", es decir, no es un emulador, por lo tanto los periféricos del microcontrolador, como por ejemplo, temporizadores, conversores A/D, módulos de comunicación serie, etc. no se reconstruyen mediante el programa o un dispositivo externo.

La primera vez que entramos en una sesión de depuración se abre una caja de diálogo de configuración de la MCU, donde tendremos que seleccionar la conexión del circuito de depuración que vamos a llevar a nuestro ordenador. Debemos asegurarnos que la conexión que hemos

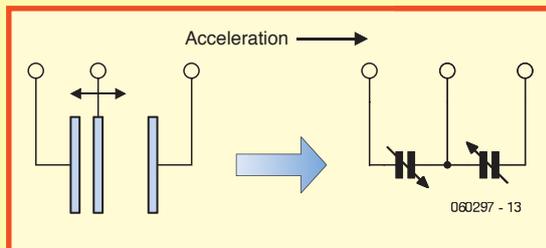
**Sensor de aceleración MMA 7260Q**

**No es nada sorprendente que la casa Freescale suministre un amplio rango de sensores de aceleración, dada su experiencia en la electrónica del automóvil. ¡Muy probablemente, la luz de control de frenado de su nuevo coche tendrá uno!**

La comunidad electrónica también rápidamente descubrió las ventajas de los sensores de fuerza g de la casa Freescale para su uso en la construcción de equipos de modelismo (cohetes de aficionados, RC para modelismo, etc). Publicaremos un ejemplo de una de estas aplicaciones en nuestra próxima entrega del mes de julio de 2007.

El MMA 7260 es un acelerómetro de micromecánica capacitiva de bajo coste, con señal de acondicionamiento, un filtro paso/bajo de un polo, con compensación de temperatura y una selección de fuerza g que nos permite escoger entre una selección de cuatro sensibilidades. El desplazamiento de cero-g en toda su escala y el filtro de corte se configuran en fábrica y no requieren dispositivos externos. Este dispositivo incluye un modo de reposo que es ideal para equipos electrónicos con baterías de mano.

La célula-g dentro del MMA 7260Q tiene una estructura mecánica construida de materiales semiconductores (polisilicio) utilizando procesos semiconductores (enmascaramiento y proceso por ácido). Puede ser modelado como un conjunto de diminutas vigas fijadas a una masa móvil central que se mueve entre vigas fijas. Las vigas móviles pueden ser desviadas de su posición de descanso sometiendo el sistema a una aceleración.



Como las vigas están sujetas a la masa central móvil, la distancia entre ellas y las vigas fijas se incrementará en un lado en la misma cantidad que la distancia a las vigas fijas se reduce por el otro lado. El cambio en la distancia es una medida de la aceleración. Las vigas de la célula-g forman condensadores entre sus lados que se enfrentan. Como el centro de la viga se mueve con la aceleración, la distancia entre las vigas cambia y el valor de cada condensador cambiará también, tal y como se expresa en esta ecuación:

$$C = A \Sigma / D$$

Donde A es el área de la viga, Σ es la constante dieléctrica del medio, y D es la distancia entre las vigas. El ASIC montado sobre el circuito utiliza la técnica de condensadores conmutados para medir los condensadores de la célula-g y extraer el dato de la aceleración de la diferencia entre dos condensadores. El ASIC también acondiciona y filtra la señal (condensadores conmutados), proporcionando un alto nivel de tensión de salida que es una medida de relación proporcional a la aceleración.

Los dispositivos MMA7270Q SMA gratuitos, montados en las placas que se añaden al proyecto, se incluyen con las placas del proyecto descrito en este artículo. El precio habitual de este dispositivo es de unos 10€, aproximadamente, para un pedido mayor de 1.000 unidades, en cuyo caso se suministra sin la placa que lo aloja. Para nuestra tranquilidad, en la sección de descargas gratuitas de este mes, referentes a este proyecto, se incluyen las hojas de características del MMA 7260Q.

También podemos encontrar notas de aplicación (¡y vídeos!) de este interesante dispositivo en: [HYPERLINK "http://www.freescale.com/webapp/sps/site/prod\\_summary"](http://www.freescale.com/webapp/sps/site/prod_summary)

seleccionado es el tipo "USBSPYDER08" (Figura 2). Llegados a este punto, el programa CodeWarrior ya ha borrado y reprogramado la memoria y ajustado el oscilador, si esa característica se encuentra disponible en la configuración de la MCU

seleccionada. Ahora que ya tenemos todo lo necesario para comenzar a depurar nuestro código, sólo necesitamos saber cómo hacerlo. CodeWarrior tiene una gran variedad de modos para analizar el flujo de un pro-

## LISTA DE MATERIALES

### Resistencias

- R1 = 10Ω
- R2 = 4kΩ
- R3-R7, R9, R12, R13 = 1kΩ
- R8, R10, R11 = 100Ω

### Condensadores

- C1-C7 = 100nF

### Semiconductores

- D1 = Diodo zéner de 18 V 500 mW
- D2, D3, D4, D5 = Diodo LED verde de 3 mm y de baja corriente
- D6, D7, D8, D11 = Diodo LED ámbar o amarillo de 3 mm y de baja corriente
- D9, D10, D12, D13 = Diodo LED rojo de 3 mm y de baja corriente
- T1, T2, T3, T4 = BC 547
- IC1 = TS 2950 CT-3.3
- IC2 = MC9S08QG8CPBE (microcontrolador PDIP de 16 terminales; servicio de muestras gratuitas de la casa Freescale)
- IC3 = MMA 7260Q sensor acelerómetro sobre la placa (gratuito, ver conjunto de PCI mas abajo)

### Varios

- K1 = Conector tipo "pinheader" de 2 terminales para conexión de batería
- K2 = Conector tipo "boxheader" de 6 terminales
- K3 = Conector tipo "pinheader" SIL de 9 terminales
- K4 = Conector tipo de 9 terminales para recibir a K3
- S1, S2 = Pulsadores de un contacto con huella de 6 mm
- 4 Separadores de Placa de Circuito Impreso (PCI) de 10 mm de longitud
- PCB Conjunto de 2 Placas de Circuito Impreso que incluyen dos dispositivos acelerómetros MMA 7260Q (IC3). El código de pedido es **nº 060297-71**, en la tienda de Elektor.
- Programas del proyecto y documentos suplementarios, descarga gratuita **# 060297-11.zip** (ver [www.elektor-electronics.co.uk](http://www.elektor-electronics.co.uk))

grama a través de puntos de ruptura, puntos de vigilancia y una traza del "buffer". Todas estas características se implementan aprovechando el periférico de depuración del microcontrolador de destino. Nuestra ventana constará de:

- Una ventana fuente que nos presenta nuestro código.
- Una ventana ensamblador donde veremos qué es lo que el compilador ha generado a partir de nuestro código fuente.
- Una ventana de registros donde están disponibles todos los registros de la CPU.
- Una ventana de memoria donde podemos

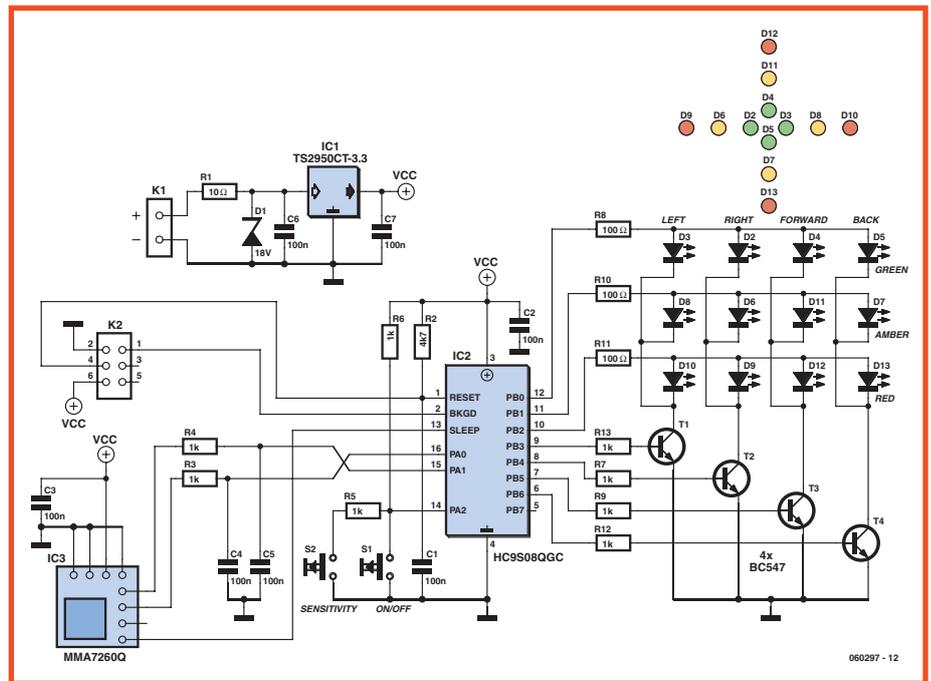


Figura 3. Esquema eléctrico del circuito del acelerómetro de "2g" en dos ejes.

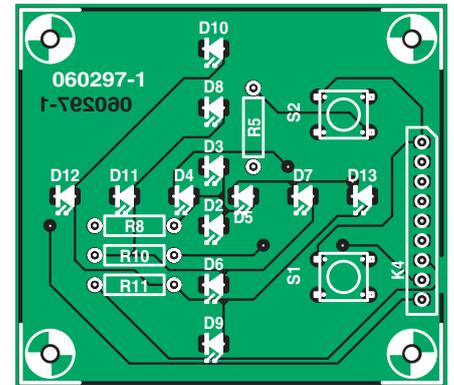
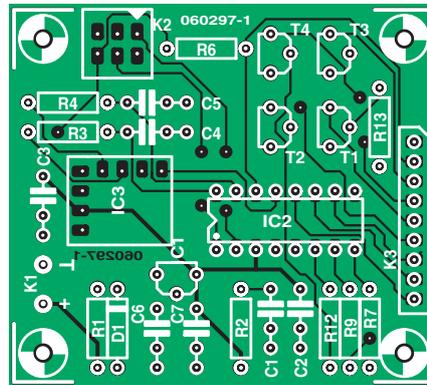


Figura 4. Plano de montaje de componentes de las dos placas que tenemos que montar y ensamblar más tarde una sobre la otra.

os ver cualquier asignación de memoria o forzar los bytes a otro valor.

- Otra ventana con datos, procedimientos y comandos.

El formato de los datos y las velocidades de refresco de los mismos pueden cambiarse haciendo clic con el botón derecho del ratón en la ventana correspondiente y cambiando el modo o el formato. Podemos guardar los cambios siguiendo el procedimiento siguiente: "File Save Configuration" (es decir, "Salvar la Configuración del fichero"). Necesitaremos algunos minutos para encontrar y jugar un poco con los botones Star/Continue, Single Step, Step Over, Step Out, Assembly Step, Halt and Reset Target. Estos dos documentos: AN3335 – Introduction to HCS08 Background Debug Mode y AN2616 – Getting Started with HCS08 and CodeWarrior Using C, son un buen punto de comienzo para encontrar el camino dentro del entorno de depuración.

La cama de pinchos al lado de la MCU puede conectarse a una salida "que nos permita monitorizar los terminales" con la

depuración en tiempo real.

### Nuestro primer proyecto: un acelerómetro

En la **Figura 3** se muestra el esquema eléctrico del circuito del acelerómetro MC9S08 alimentado. El microcontrolador, IC2, es un dispositivo PDIP de 16 terminales que podemos conseguir del programa de muestra gratuito "en línea" de la casa Freescale, como ya publicamos el mes pasado. El microcontrolador viene "en blanco" y obviamente tenemos que programarlo con el programa interno necesario. Esto se realiza utilizando el kit SpYder. El tipo de sensor del acelerómetro MMA 7260Q es un dispositivo SMA que viene incorporado en una placa portadora de 12 x 12 mm, diseñada especialmente para este proyecto de Elektor. Podemos conseguir dos de estos sensores, libres de costes, con las placas de circuito impreso (PCIs) para este proyecto (ver la lista de componentes). Por lo demás, existen poco más de 12 diodos LED, que se ordenan

## Modificación de este acelerómetro

El dispositivo acelerómetro puede modificarse fácilmente para guardar y mostrar la lectura máxima de la fuerza g para cada eje. Empezaremos abriendo el proyecto en el entorno de CodeWarrior (5.1). El fichero fuente, main.c, está en el mismo directorio en el que se encuentra el código de la aplicación. El cambio a realizar es sobre la función Byte2LED.

El siguiente código reemplaza la versión previa:

```
void Byte2LED(char Val, char Dir, char SenMode){
    /* Verde Positivo */
    if ((Val < PosA[SenMode])&&(Val >= PosG[SenMode])) {
        //if (PosA[SenMode] > Val >= PosG[SenMode]) {
            LEDMag[NegYLED + Dir] = (LEDOFF | LEDMax[NegYLED + Dir]);
            if (LEDMag[PosYLED + Dir] > LEDMax[PosYLED + Dir]) {
                LEDMax[PosYLED + Dir] = LEDG;
            }
            LEDMag[PosYLED + Dir] = (LEDG | LEDMax[PosYLED + Dir]);
        }

        /* Ámbar Positivo */
        if ((Val < PosR[SenMode])&&(Val >= PosA[SenMode])) {
            //if (PosR[SenMode] > Val >= PosA[SenMode]) {
                LEDMag[NegYLED + Dir] = (LEDOFF | LEDMax[NegYLED + Dir]);
                if (LEDMag[PosYLED + Dir] > LEDMax[PosYLED + Dir]) {
                    LEDMax[PosYLED + Dir] = LEDA;
                }
                LEDMag[PosYLED + Dir] = (LEDGA | LEDMax[PosYLED + Dir]);
            }

            /* Rojo Positivo */
            if (Val >= PosR[SenMode]) {
                LEDMag[NegYLED + Dir] = (LEDOFF | LEDMax[NegYLED + Dir]);
                LEDMag[PosYLED + Dir] = LEDGAR;
                LEDMax[PosYLED + Dir] = LEDR;
            }

            /* Verde Negativo */
            if ((Val < NegG[SenMode])&&(Val >= NegA[SenMode])) {
                //if (NegG[SenMode] > Val >= NegA[SenMode]) {
                    LEDMag[PosYLED + Dir] = (LEDOFF | LEDMax[PosYLED + Dir]);
                    if (LEDMag[NegYLED + Dir] > LEDMax[NegYLED + Dir]) {
                        LEDMax[NegYLED + Dir] = LEDG;
                    }
                    LEDMag[NegYLED + Dir] = (LEDG | LEDMax[NegYLED + Dir]);
                }

                /* Ámbar Negativo */
                if ((Val < NegA[SenMode])&&(Val >= NegR[SenMode])) {
                    //if (NegA[SenMode] > Val >= NegR[SenMode]) {
                        LEDMag[PosYLED + Dir] = (LEDOFF | LEDMax[PosYLED + Dir]);
                        if (LEDMag[NegYLED + Dir] > LEDMax[NegYLED + Dir]) {
                            LEDMax[NegYLED + Dir] = LEDA;
                        }
                        LEDMag[NegYLED + Dir] = (LEDGA | LEDMax[NegYLED + Dir]);
                    }

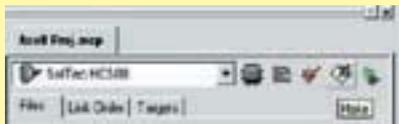
                    /* Rojo Negativo */
                    if (NegR[SenMode] >= Val) {
                        LEDMag[PosYLED + Dir] = (LEDOFF | LEDMax[PosYLED + Dir]);
                        LEDMag[NegYLED + Dir] = LEDGAR;
                        LEDMax[NegYLED + Dir] = LEDR;
                    }

                    /* Neutral */
                    if ((Val < PosG[SenMode])&&(Val > NegG[SenMode])) {
                        //if (PosG[SenMode] > Val > NegG[SenMode]) {
                            LEDMag[PosYLED + Dir] = (LEDOFF | LEDMax[PosYLED + Dir]);
                            LEDMag[NegYLED + Dir] = (LEDOFF | LEDMax[NegYLED + Dir]);
                        }
                    }
                }
            }
        }
    }
}
```

El código utiliza el paso del parámetro Val para buscar el rango del espectro G y encontrar y averiguar si es neutral, el positivo (G, A o R) o el negativo (G, A o R). Una vez que ha encontrado el rango correcto, borra el eje opuesto pero deja el diodo LED máximo encendido. En ese momento decide si el valor de la variable Val es un nuevo máximo y realiza la actualización, si corresponde (siempre si Rojo). En esa situación, la rutina muestra la magnitud con el máximo correspondiente a ese eje.

Debemos recordar añadir las definiciones del nuevo mapa de bits del diodo LED en el archivo cabecera y el mapa de bits de LEDMax a las variables globales en el fichero main.c.

Ahora debemos salvar el proyecto bajo un nombre diferente. Si queremos, podemos hacerlo de la forma siguiente: File>Save A Copy A... Tan pronto como el proyecto haya sido realizado, se salvará, de modo que la versión anterior del proyecto se perderá. También podemos salvar los archivos fuente individuales haciendo: File>Save As... cuando estemos en la ventana del código fuente.



Una vez que el código ha sido modificado debemos compilar/realizar el proyecto. Si no se generan mensajes de error (crucemos los dedos) podemos depurar el proyecto utilizando el botón del lado derecho (la flecha verde con el insecto).

Debemos asegurarnos que el USBSpYder08 está seleccionado como "Hardware Model" (Modelo del Circuito) y que el MC9S08QG8 lo está como "Device" (Dispositivo). La aplicación CodeWarrior borrará ahora el dispositivo y lo reprogramará con el nuevo proyecto.

Si nos dirigimos a la función Byte2LED y colocamos punto de ruptura en la primera sentencia "if", pulsando sobre el botón derecho del ratón, la aplicación CodeWarrior detendrá la ejecución del programa cuando llegue a este punto. En la ventana de datos seremos capaces de ver el valor de la variable Val y desplazándonos paso a paso por la función podremos ver el flujo del programa en el rango correcto. Podemos añadir más puntos de ruptura y quitarlos, con tan solo pulsar el botón derecho del ratón, en cualquier otra parte del programa que deseemos.

físicamente en cuatro direcciones y se encienden y apagan en una constelación de matriz, bajo el control de las líneas PBO a PB6 del microcontrolador MC9S08. El circuito está alimentado por una bat-

ería (conjunto) con una tensión mínima de 4,5 V (por ejemplo tres pilas AA ó AAA en serie) y consume alrededor de 25 mA cuando encendemos los tres diodos LEDs de una fila. Un regulador TS2950CT-3.3

disminuye la tensión de la batería a 3,3 V para el circuito. Se incorporan dos pulsadores: S1 es el de control de encendido/apagado y S2 para la selección de la sensibilidad. Hay que señalar el mé-

todo inteligente y económico de leer los interruptores.

El circuito está construido sobre dos placas de circuito impreso, que se montan utilizando separadores para PCIs de 10 mm. Aunque en las Figuras 4a y 4b se muestra claramente el diagrama de pistas y la distribución de componentes, no aconsejamos a nuestros lectores que se impliquen en la labor de tener que fabricar las placas de circuito impreso y hacer el taladrado correspondiente, sobre todo teniendo en cuenta que podemos conseguir, por un precio muy bajo, el conjunto de las placas ya fabricadas con los dos sensores gratuitos montados sobre las mismas. Esto es insuperable.

Aunque estuvimos tentados de diseñar todo el conjunto en SMA, pensándolo mejor decidimos añadirlo a un microcontrolador que se suministra en un viejo encapsulado plano PDIP de 16 terminales y trabajar con componentes comunes de taladros pasantes que se montan sobre dos placas de 55 x 55 mm con taladros pasantes plateados.

La placa portadora del sensor se monta sobre la zona marcada como "IC3". El conector K2 es el enlace BDM de 6 terminales con el SpYder.

La placa LEDs/conmutadores está montada sobre la parte superior de la placa del microcontrolador utilizando separadores para PCI. La conexión eléctrica con la placa del controlador se realiza a través de un conector tipo "pinheader" SIL. En la fotografía de la introducción se muestra la placa del prototipo totalmente montada y operativa, mientras que en la Figura 5 se muestran las dos placas separadas.

## Programación

Lo crean o no todavía recibimos quejas de lectores que comentan que los proyectos de Elektor no funcionan a pesar "del nuevo microprocesador comprado en Corp Xyyzz, conectado en la posición correcta y con todo el trabajo de soldadura supervisado por un amigo experto hace cuarenta años en electrónica". Los microcontroladores "en blanco" tienen que programarse antes de que puedan hacer algo

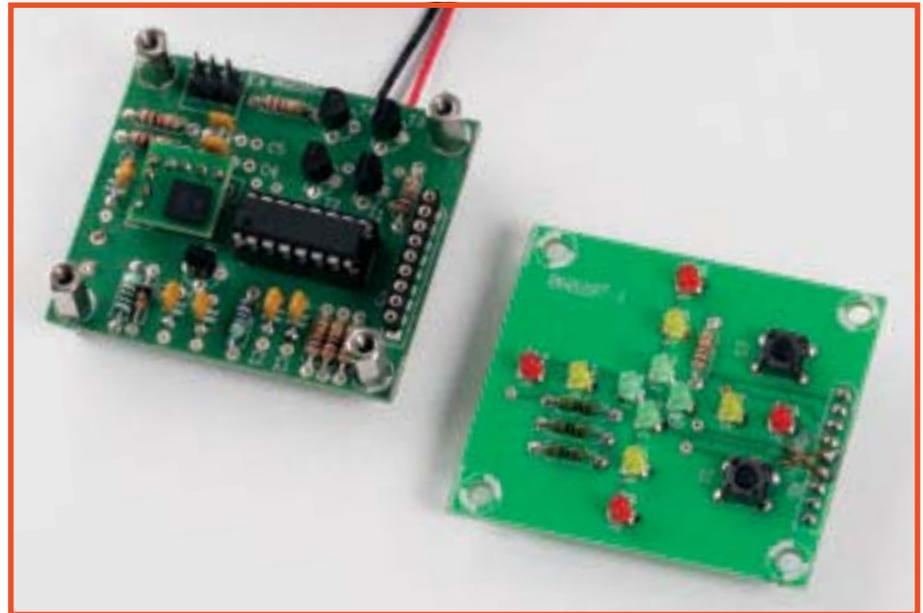


Figure 5. Populated boards prior to assembly with PCB spacers in the four corners.

que pueda ser remotamente útil.

Descargaremos el archivo gratuito **060297-11.zip** del la página de Elektor y lo descomprimiremos en un directorio adecuado llamado, por ejemplo, 'acelerómetro'.

Ya tenemos el Kit de SpYder, el circuito del acelerómetro y CodeWarrior conectados y trabajando. En el entorno de desarrollo IDE de CodeWarrior seguiremos el siguiente procedimiento: File Open 'Project' y luego navegaremos por el directorio que hemos creado anteriormente para localizar el fichero 'Accel Proj.mcp'. Cargaremos el proyecto, seleccionaremos el dispositivo correcto para programar (MC9S08QG), compilaremos, crearemos el código objeto y programaremos el microprocesador en la placa de control del acelerómetro a través del enlace DBM. Conocer todos los aspectos sobre el entorno de trabajo de los microcontroladores de la casa Freescale es un buen ejercicio y nada puede salirnos mal realmente, ya que siempre podemos borrar lo que hemos grabado y realizar un nuevo intento. Por favor, ¡cuéntenos cómo se desarrollan sus experimentos! Para ello, en el Foro de Elektor nuestros lectores podrán encontrar un apartado específico en el que se podrán comunicar con otros usuarios y diseñadores.

## Uso práctico

Debemos mantener el botón encendido/apagado pulsado hasta que el diodo LED se encienda. Entonces se encenderá una secuencia luminosa, permitiéndonos comprobar que el micro está activo, que el programa interno está trabajando y que todos los diodos LEDs funcionan. El equipo estará entonces listo para ser utilizado. Imprimiremos a las placas algunos movimientos bruscos con nuestra mano para verificar la lectura de la fuerza g en las cuatro direcciones.

Podemos presionar el conmutador de sen-

sibilidad para escoger entre tres rangos, de la siguiente manera:

Sensibilidad	Min.	Med.	Max.
En verde	0.45g	0.29g	0.15g
En amarillo	0.80g	0.53g	0.27g
En rojo	1.15g	0.97g	0.39g

El instrumento se desconecta manteniendo presionado el botón de encendido/apagado hasta que los diodos LED comienzan a hacer la imitación de un "punto de mira".

Podemos conseguir información más detallada sobre el funcionamiento del programa interno del acelerómetro. Esta información está disponible en un documento aparte incluido con la descarga gratuita con este artículo. El contenido está dirigido a programadores experimentados.

## Conclusión

El Kit Discovery SpYder es una herramienta asombrosamente flexible que cubre todas las necesidades de desarrollo con bajo presupuesto. Puede trabajar directamente con los dispositivos PDIP S08 de 8 terminales de la casa Freescale con la posibilidad de aumentar el contador de terminales utilizando la opción del componente "destino". El entorno CodeWarrior es una herramienta muy potente aunque un poco desalentadora al principio, pero una vez que conocemos dónde están todos los botones necesarios, podemos comenzar a utilizarla rápidamente. Estamos seguros que nuestros lectores aprenderán muchas más cosas sobre dicha herramienta en cuanto empiecen a utilizar de forma habitual, con la ayuda de los documentos y el entrenamiento que la casa Freescale proporciona on-line.

En la galería de Elektor nuestros lectores pueden encontrar proyectos adicionales que utilizan el kit de SpYder.

(060297-1)

# Programador para el Freescale 68HC(9)08

**Primeros pasos en un desarrollo de 8 bits**

Guillaume Dupuis



La casa Freescale es uno de los líderes en el mercado de microprocesadores y microcontroladores, con un amplio rango de productos de soporte y herramientas de desarrollo de altas prestaciones que los respaldan. Por el precio de un circuito integrado TTL 74xx, disponen de componentes para deleitar a cualquier nostálgico de los microprocesadores 68HC11. En este proyecto presentamos un programador que nos permite programar la memoria flash de las familias de microcontroladores M68HC08 y 68HC908.

Hay distintos rangos en las familias de microcontroladores de la casa Freescale, disponibles en diferentes encapsulados (DIL, SOIC, QFP, LQFP). También existen soluciones híbridas (RF, control de motores, etc.).

Revisaremos los productos de 8 bits de este fabricante y presentaremos un programador adecuado. La arquitectura es inherente a los microprocesadores 68HC05, modificados y optimizados con lenguaje C (modos de direccionamiento, operaciones con pilas, saltos condicionales y mucho más).

No recomendamos la programación pura en ASM (lenguaje ensamblador), es mejor incluir módulos de código ASM dentro de un programa en lenguaje C. El entorno de programación suministrado por la casa Freescale es muy potente y ahorra una gran cantidad de tiempo.

## **EL RANGO DE FREESCALE**

La casa Freescale nos ofrece sus micros ColdFire de 32

bits, pensados para aplicaciones pesadas (entornos de desarrollo IDE Ethernet, etc.). También dispone de DSPs y de microcontroladores de 16 bits 68HC12, utilizados principalmente en el campo de la automoción. En la categoría de 8 bits dispone de tres rangos diferentes:

### **68HC908**

éste es el más antiguo, de manera que no nos debe sorprender que incluya un amplio abanico de productos. La programación se consigue mediante un programa monitor presente en la memoria ROM a través de un enlace RS 232.

### **68HCS908**

se trata de su última generación de microcontroladores, por lo que disponen de un gran número de puertos de comunicación (I2C, USB, Serie, LIN) y unas frecuencias de trabajo elevadas. Una característica clave es

## Ventajas de la programación en C

El lenguaje C permite manipular directamente la memoria (punteros), olvidándonos del código ensamblador específico del microprocesador. En términos de optimización, el lenguaje C puede generar un código rápido, en particular gracias a los distintos modos de dirección. Siempre es posible insertar bloques del código ASM para optimizar una función y conseguir así una mayor velocidad de ejecución. Somos libres de hacer lo que nos guste.

### Ejemplo:

```
DDRA = 0xFF;
For (PTA=0; PTA !=0xFF; PTA++ )
{ PTA++; }
Or:
DDRA = 0xFF;
For (PTA=0; PTA !=0xFF; PTA++ )
{ _asm INC PTA; }
```

Manipulación de bits en lenguaje C: El lenguaje ANSI C no permite la manipulación de bits o de un byte. Afortunadamente, la programación de los microcontroladores de la casa Freescale hace declaraciones de tipos de bytes como una estructura de ocho caracteres.

### Ejemplo:

```
x = PTA_PTA2;
x = (PTA & 0x04) >>2;
```

Estas dos expresiones son equivalentes; la primera de ellas es más comprensible y almacena el resultado en la pila, lo que evita problemas cuando utilizamos una interrupción o funciones recursivas.

su enlace BDM. Le aconsejamos que lea el artículo "El Ataque de la Araña" (publicado en el mes de mayo del 2007) y el "Acelerómetro de 2g en dos ejes" (dentro de esta entrega). Elektor, en cooperación exclusiva con la casa Freescale, vende el Kit de desarrollo SpYder por sólo unos 10 €.

## 68RS08

se trata de un microcontrolador muy barato (en torno a los 0,50 € en grandes cantidades) disponible en su versión de 8 ó 6 terminales, con un juego de instrucciones muy reducido, y muchas funciones de circuitos emuladas por programa (por ejemplo temporizadores, interrupciones, y varias más).

## ELECCIÓN DE UN MICROCONTROLADOR EN EL RANGO DEL 68HC908

En vista del número de versiones que existen en una familia como la 68HC908, antes de elegir un microcontrolador necesitamos definir las especificaciones que queremos para el mismo. ¿Es necesario que se comunique? ¿Debe tener capacidad para USB? ¿Debe tener salidas especializadas?

Puede que sea mejor echar una rápida ojeada a las características de cada uno de estos elementos para ver qué opciones tenemos...

**Comunicaciones:** ¿Nuestra aplicación necesita puertos específicos de comunicaciones?

Dispone de puertos serie síncronos y asíncronos, así como un convertor A/D o una interfaz I<sup>2</sup>C.

**USB:** El puerto USB es un elemento muy utilizado actualmente, por lo que dos de las familias incorporan un controlador USB1.

**Salidas Especializadas:** Algunas aplicaciones pueden necesitar controlar un motor de tres fases. Para

ello necesitamos un circuito integrado especializado. La familia 68HC908MR32 incorpora una salida 6 PWM capaz de trabajar con un puente IGBT. La frecuencia y el tiempo muerto (tiempo de reposo) pueden ajustarse de forma independiente para cada puente.

En ciertas familias se proporcionan salidas con fuentes de corriente de hasta 20 mA, ideales para alimentar diodos LEDs, por ejemplo.

También hay salidas que incluyen resistencias internas de "pull-up" y "pull-down".

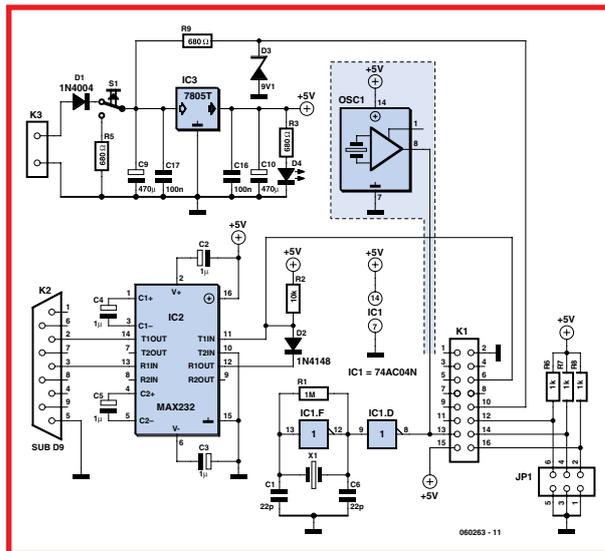
**Requerimientos de Espacio:** Cada modelo se ofrece en diferentes modelos de encapsulados: DIP, PSDIP, LQFP. Éste es el motivo por el que algunas familias sólo tienen un número limitado de E/S (Entradas/ Salidas).

**Memoria:** Cada familia dispone de varios modelos con diferentes tamaños de memoria flash, desde 2 a 64 kB, por lo general, compatibles a nivel de terminales. Las herramientas de desarrollo están limitadas a 16 kB. Para eliminar esta restricción necesitamos comprar una licencia profesional. El número de ciclos de lectura/escritura no es infinito para una memoria de tipo flash. Éste es el motivo por el que la familia 68HC908AB32 incorpora una zona de memoria EEPROM.

**Tensión de Alimentación:** Hay que prestar mucha atención a las tensiones de alimentación: ciertos modelos trabajan a 1,8; 2,5; 3,3 ó 5 V. El programador que estamos presentando sólo trabaja con microprocesadores de 5 V.

**Entradas Especiales:** Prácticamente todos los microprocesadores incorporan un convertor A/D multiplexado con distintas entradas. La resolución de dicho dispositivo cambia de un modelo a otro (8 ó 10 bits) así como el tiempo de adquisición y el número de salidas multiplexadas. Podemos producir contadores de pulsos

**Figura 1.** Esquema eléctrico del programador. Observe la presencia de la opción del oscilador de cuarzo, el cual no está montado sobre la placa.



utilizando los temporizadores. Recomendamos a nuestros lectores que utilicen uno de estos dos modelos:

**68HC908QY4A**

Este microcontrolador está pensado para pequeñas aplicaciones y está construido en formato DIL con las siguientes características:

- Oscilador incorporado.
- Memoria flash de 4 kB.
- 2 temporizadores de 16 bits.
- 6 conversores A/D de 10 bits.
- 13 líneas de E/S.

**68HC908JL16**

Este microprocesador tiene una memoria mayor y puertos de comunicaciones I2C y serie, además de:

- Memoria flash de 16 kB.
- 2 temporizadores de 16 bits.
- 13 conversores A/D de 10 bits.
- 26 líneas de E/S, incluyendo 10 controladores para diodos LEDs (de 20 mA) y 8 interrupciones.
- Puerto serie e I2C

**PERIFÉRICOS COMUNES A LA FAMILIA 68HC908**

**Memoria Flash:** Esta memoria puede programarse a lo largo del programa, pero la rutina de escritura y los datos que van a escribirse tienen que estar en la memoria RAM. El número máximo de escrituras es de 10.000, mientras que el tiempo medio de almacenamiento de datos es de 10 años

Todos los microprocesadores 68HC(S)08 disponen de un elemento para aumentar la tensión y producir el voltaje requerido para escribir en la memoria flash.

La memoria flash está protegida contra escritura por un registro de seguridad, lo que ofrece una seguridad al programa.

**Periféricos Especiales:** Todos los microprocesadores disponen de una LVI (Low Voltage Interrupt, es decir, una Interrupción de Baja Tensión) que permite la generación de una interrupción cuando la tensión de alimentación cae por debajo de un cierto valor, muy útil para guardar las configuraciones antes de que el sistema se venga abajo. Ciertos microprocesadores disponen de un KBI (KeyBoard Interrupt, es decir, Interrupción

del Teclado). El principio es el de tener un gran número de salidas con interrupciones para facilitar la interfaz con el teclado.

**Ahorro de Energía:** Todos los microprocesadores disponen de la instrucción WAIT que hace posible colocar la CPU en modo de "reposo" hasta la recepción de una interrupción. Una de las familias coloca todos los periféricos en modo "reposo", excepto el módulo de interrupciones. En esa situación, el consumo de corriente es prácticamente despreciable (800 nA).

**LA INTERFAZ MON08**

Para estandarizar los distintos tipos de programadores se ha decidido adoptar un método de conectividad común. Los datos que proporcionan los fabricantes dan información acerca de la distribución de terminales utilizados de acuerdo con la familia (ver los ejemplos dados en el apartado "Configuración de los puentes en K3")

**ENLACE BDM**

enlace puede encontrarse en las categorías HCS908 y RS908, para lo que recomendamos ver el artículo SpYder mencionado anteriormente.

A diferencia del enlace MON08, que utiliza un gran número de E/S, el enlace BDM utiliza tan sólo tres hilos: masa, datos, Vap (memoria flash).

Esta interfaz se comunica a través del puerto USB, con la ventaja de que hay circuitos disponibles para programadores. Sin embargo, su uso es más complicado, ya que un 68HC908 tiene que programarse para gestionar el enlace USB y el BDM. Podemos encontrar en el mercado programadores BDM por unos 50€ (por ejemplo, en la casa P&E micro)

**PRÓXIMAMENTE**

Freescall espera sacar al mercado este año su modelo ColdFire V1, una CPU de 32 bits con los periféricos de un 68HCS908. Los encapsulados serán compatibles a nivel de terminales con sus equivalentes de 8 bits.

**DESCRIPCIÓN DEL CIRCUITO**

Los programadores de microcontroladores actuales tienen una cosa en común: su electrónica es lo más sencilla posible. Como se muestra en el esquema eléctrico de la Figura 1, hemos optado por una solución muy probada y una interfaz RS 232. Esto explica la presencia de nuestro viejo amigo el MAX 232, IC2. En la parte inferior izquierda del esquema eléctrico tenemos la tradicional fuente de alimentación, basada en un circuito integrado regulador, IC3, con su filtrado usual y sus condensadores de desacoplo. El diodo LED D1 se enciende para indicar la presencia de la tensión de alimentación. Es posible que nos preguntemos cuál es el motivo de la presencia de IC1. Bien, este circuito integrado es un inversor de seis puertas, que se utiliza muy a menudo para la generación de pulsos de reloj cuando no hay ningún procesador en la placa. En nuestro caso se utiliza para generar la frecuencia de reloj necesaria por el "Modo Monitor" para que el ordenador conozca cuál es la frecuencia serie que este último espera encontrar. La frecuencia de reloj puede obtenerse de dos modos: por la combinación de un cristal y unos condensadores más un par de puertas inversoras to-

## Lista de materiales

### Resistencias

R1 = 1M $\Omega$   
 R2 = 10k $\Omega$   
 R3,R5,R9 = 680 $\Omega$   
 R6,R7,R8 = 1k $\Omega$

### Condensadores

C1,C6 = 22 pF  
 C2-C3-C4-C5 = 1 $\mu$ F, condensador electrolítico de 16 V radial  
 C9,C10 = 47 $\mu$ F, condensador electrolítico de 16 V radial  
 C16, C17 = 100nF

### Semiconductores

D1 = 1N4004  
 D2 = 1N4148  
 D3 = Diodo zéner de 9,1 V y 400 mW  
 D4 = Diodo LED rojo de 5 mm  
 IC1 = 74AC04N  
 IC2 = MAX232 (de la casa Maxim)  
 IC3 = 7805

### Varios:

S1 = conmutador temporal – pulsador  
 X1 = cristal de cuarzo de 9,8304 MHz.  
 K1 = conector tipo “pinheader” (HE10) de 2 filas de 8 contactos por fila  
 K2 = conector Sub-D de 9 terminales hembra para montaje en placa de circuito impreso  
 K3 = conector tipo “pinheader” de 1 fila de 2 contactos (para alimentación)  
 JP1 = conector tipo “pinheader” de 2 fila de 3 contactos por fila  
 PCI = Placa de Circuito Impreso con código de pedido n° 060263, en la tienda PCBShop

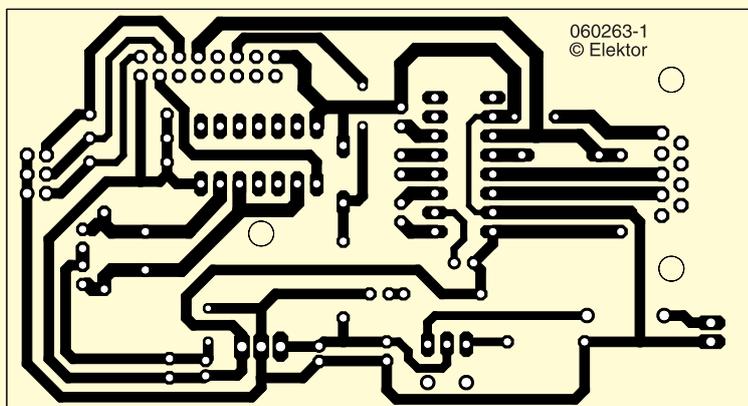
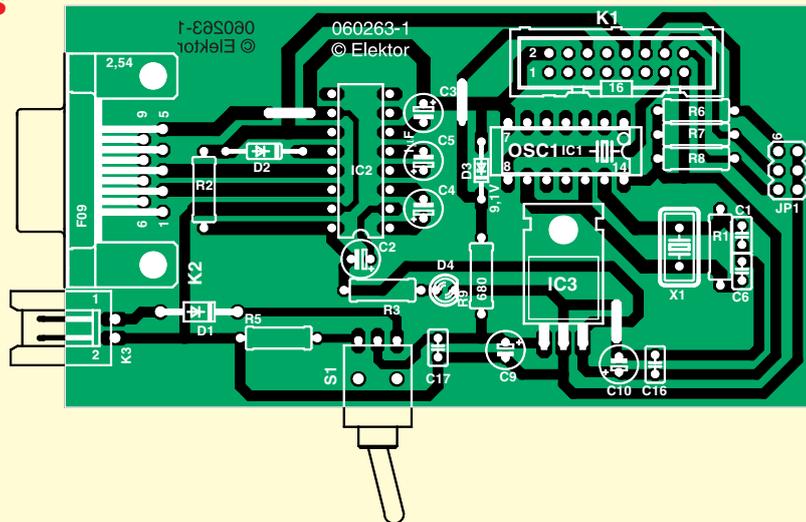


Figura 2. Planos de distribución de pistas y de implantación de componentes diseñado para este proyecto.

madras de IC1 (la solución que hemos elegido aquí); o utilizando un resonador de cuarzo, OSC1 (mostrado en el esquema eléctrico en gris). En este último caso, los componentes IC1, R1, X1, C1 y C6 no tendrían que montarse. El pulsador momentáneo S1 se utiliza para reiniciar el circuito.

El conector K1, tipo “header”, se usa para conectar el programador a la tarjeta de destino. Este conector acepta un cable de 16 hilos que tenga en el otro extremo el conector que se adapte a las características de la unidad que va a programarse (vea el apartado “Soporte de Programación” más adelante).

### ENLACE SERIE

El programador que estamos intentando construir utiliza un enlace serie RS 232, el cual prácticamente ya no incorporan los modernos ordenadores portátiles y de sobremesa. La versión 5.1 del programa no trabaja muy bien con adaptadores USB a RS 232. Una solución consiste en utilizar la versión 3.1 del programa de desarrollo.

### MONTAJE

Gracias a la placa de circuito impreso que se muestra en la Figura 2, la construcción de este proyecto debe ser cosa de niños para la mayoría de nuestros lectores, incluidos los principiantes. Primero debemos decidir qué tipo de oscilador vamos a utilizar, el cristal de cuarzo

X1 y sus componentes asociados, o el bloque oscilador OSC1 (ver la referencia de este elemento en el apartado “Descripción del Circuito”). La solución más sencilla es la de montar un zócalo de 14 terminales para la posición marcada como IC1 y conectar aquí IC1 o OSC1 (los dos componentes tienen la misma distribución de terminales, aunque el oscilador de cuarzo solamente dispone de cuatro terminales). Si se ha elegido la opción IC1 deben montarse los componentes R1, X1, C1 y C6. Si hemos elegido la configuración con OSC1, estos cuatro componentes no tienen que instalarse. Como es habitual, comenzaremos montando los componentes pasivos (resistencias y condensadores) y, a continuación, los diodos (poniendo atención a la polaridad de los mismos, junto a la polaridad de los condensadores C2, C3, C4, C5, C9 y C10). Hay tres puentes con hilos en el circuito que no podemos olvidar, ya que ello originaría un fallo difícil de encontrar.

La conexión entre el programador y el soporte se realiza a través de un cable plano de 16 hilos.

Ahora ya podemos montar los zócalos para los circuitos integrados, el cristal y el regulador (este último colocado de forma plana sobre la placa), así como los conectores correspondientes. El pulsador S1 se soldará directamente sobre la placa, en los terminales proporcionados para él, o unido a la placa a través de tres cables flexibles de la longitud correspondiente, si el programador tiene que montarse dentro de una caja.

## Configuración de los puentes en K3

El conector tipo "header" K3 de selección tiene que estar configurado de acuerdo con el modelo exacto del microcontrolador 68HC908 en uso (Figura 3). Aquí se proporcionan dos ejemplos que utilizan un conector JL16 o un conector QY4A.

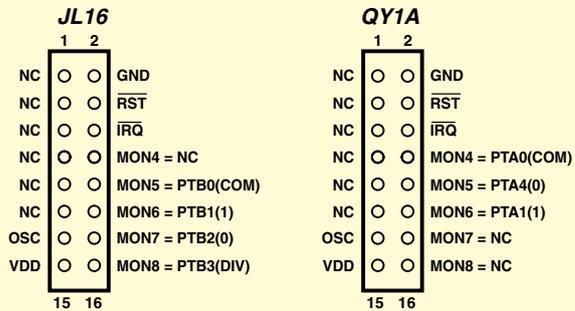
### 68HC908 JL16

**Comunicación @ 9,600 baudios**

F <sub>osc</sub>	PTB1	PTB2	PTB3
4,9152	1	0	0
9,8304	1	0	1

### 68HC908 QY4A

F <sub>osc</sub>	PTA1	PTA2	Velocidad de datos
4.9152	1	0	4,800 baudios
9.8304	1	0	9,600 baudios



**Figura 3.** Asignación de terminales en el conector MON08 y en el QY4A que se están usando en el proyecto.

### COMPROBACIÓN DEL PROGRAMADOR

Cuando el conmutador está en la posición "ON" el diodo LED debe de estar encendido. Verifique la orientación de los diodos y de los condensadores electrolíticos. Antes de montar los circuitos integrados conviene verificar las líneas de masa y de alimentación para comprobar su correcta continuidad. Compruebe la continuidad de las pistas del programador así como el zócalo de programación.

Existe una aplicación de ayuda que muestra cómo comprobar los elementos del programa.

### ZÓCALO DE PROGRAMACIÓN

Las líneas de E/S utilizadas para hacer la programación difieren entre los distintos modelos, de modo que tenemos que fabricar un zócalo de programación para cada familia. Este zócalo es muy sencillo de fabricar, ya que tan sólo se necesita un zócalo de circuito integrado y un conector MON08 (de 16 terminales). Utilizando la distribución de terminales del conector MON08 hacemos que el zócalo sea compatible con todos los programadores, algo que es muy útil cuando utilizamos soportes QFP o ShrinkDIP.

Otra configuración consiste en utilizar un conector MON08 en la tarjeta de destino.

### RELOJ DEL PROGRAMADOR

Se puede utilizar un reloj de 4,9152 MHz o de 9,8304 MHz. La selección de los puentes adecuados nos permite que la frecuencia del oscilador pueda dividirse por dos. También es posible seleccionar una velocidad de transferencia de datos de 4.800 baudios en lugar de 9.600. Es preferible utilizar un resonador de cuarzo, aunque no siempre son fáciles de encontrar en las tiendas, pero también es posible montar un cristal de cuarzo con su circuito oscilador.

### PROGRAMADOR FRENTE A EMULADOR

El principio del programador es el de comunicarse con el microprocesador HC908 para depurar y enviar el programa. Las líneas de E/S utilizadas para realizar estas operaciones no pueden estar habilitadas durante la depuración.

Un simulador es un sistema mucho más complejo que conlleva la emulación de estas líneas de E/S por otro circuito, dejando todas las líneas de E/S disponibles du-

rante la depuración, de ahí su elevado precio.

### KIT DE DESARROLLO

La casa Freescale ofrece kits que comprenden el programador, la conexión al puerto USB y un microcontrolador en la misma placa (por ejemplo, la SpYder BDM). Las líneas de E/S están disponibles, junto con un conector, para tener un acceso remoto a las mismas. El coste normal de estos kits es de unos 40€.

### DEPURACIÓN

El programa incluye un depurador que nos permite ir paso a paso a través de las instrucciones en cualquier momento. En todo momento se puede visualizar el contenido de cada registro. Sin embargo, tenemos que tener cuidado en no interrumpir la comunicación entre el microprocesador y el programador.

### PRINCIPIOS DE PROGRAMACIÓN

Para poder programar el circuito integrado, éste tiene que estar en el modo "monitor". Para llegar a este estado, todo lo que tenemos que hacer es aplicar una tensión de 9 V, generada por el diodo zéner D3 en el terminal IRQ.

Una vez que estamos en el modo "monitor" debemos seleccionar la velocidad de transferencia de datos utilizando los puentes correspondientes.

Los comandos se envían a través del enlace RS 232 para poder realizar las operaciones sobre la memoria flash, mostrar el estado de los registros y ejecutar el programa en modo paso a paso (depuración en el propio circuito).

### APLICACIONES

¿Por qué desearía alguien programar un microcontrolador como el 68HC08 en primer lugar? La casa Freescale seguro que ha tenido que hacerse la misma pregunta y sugerir numerosas aplicaciones para los productos de su familia. Mencionaremos tan sólo algunas para saciar el apetito de nuestros lectores y mostrarles hasta dónde podemos llegar con estos componentes tan baratos, ya que la inversión requerida para un programador de este tipo es prácticamente despreciable.

**Controlar un Ventilador:** El objetivo es el de ajustar la velocidad de rotación utilizando un sensor de efecto

## Soporte de desarrollo

A través de su entorno de desarrollo CodeWarrior, Freescale nos ofrece tres herramientas para aumentar la velocidad en el tiempo de desarrollo. Por lo tanto necesitamos comenzar por la instalación de este IDE (Integrated Development Environment, es decir, Entorno de Desarrollo Integrado).

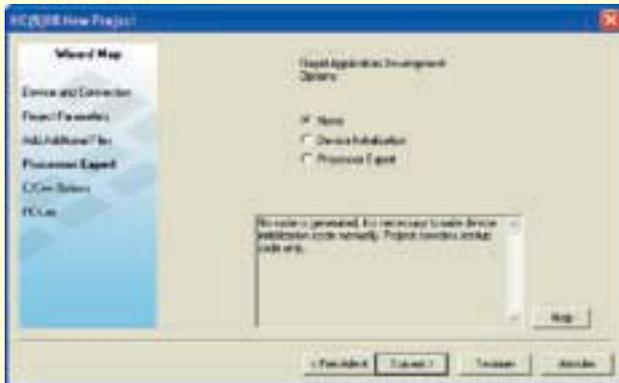


Figura 4. Ésta es la primera pantalla con la que nos encontramos cuando comenzamos a desarrollar un proyecto basado en el HC08. El programa CodeWarrior tiene una interfaz de usuario muy amigable.

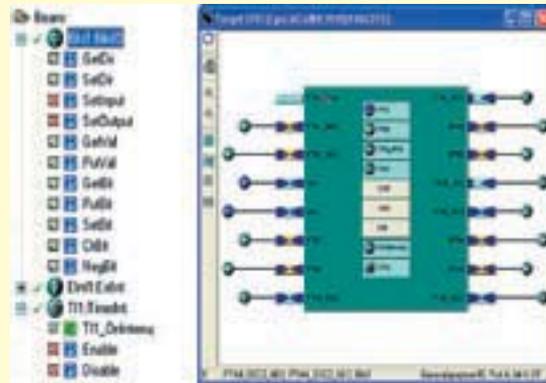


Figura 5. Desarrollo usando el Processor Expert: a la izquierda tenemos la lista de "tareas" y a la derecha el microprocesador de destino.

**Ninguno:** Este modo crea un proyecto, inicializando tanto los registros como la memoria. Incluye una librería que define las direcciones de todos los registros.

**Inicialización de dispositivos:** Con esta herramienta se configuran los distintos registros cuando arranca el microprocesador. Todo es muy gráfico e intuitivo. La aplicación genera tanto código C como código ensamblador (ASM), así como las funciones necesarias (interrupciones, etc.). Este paso es transparente para el usuario.

**Procesador Experto:** Esta es la solución máxima, cuyo principio es que se utilicen una serie de "tareas" a lo largo del proyecto. Cada "tarea" puede configurarse de modo gráfico, dispone de funciones y puede generar interrupciones. Tan sólo tenemos que marcar las funciones en las que estamos interesados. Para utilizarlas basta con copiarlas y pegarlas en su lugar. El sistema funciona muy bien y ofrece configuraciones avanzadas. Aún se pueden seguir creando funciones en el lenguaje C o en ASM.

Los más rigurosos podrán decir que este modo no está optimizado en lo referente al tamaño del código. Es verdad, no está optimizado, pero ¿es esto realmente un problema cuando disponemos de 16 kB de memoria flash con la que jugar? Por otro lado, cualquiera que desarrolle aplicaciones sencillas estará encantado de la cantidad de tiempo que se ahorra.

Para los proyectos más pequeños es posible crear una aplicación incluso isin llegar a abrir la documentación!

"Hall", al mismo tiempo que se limita la velocidad en el caso de un sobrecalentamiento.

### Controlador de Aire Acondicionado sin Hilos:

Esta aplicación comprende dos módulos, una unidad base que controla el equipo de aire acondicionado, y un mando remoto por infrarrojos (IR) que controlaría el equipo. La unidad base estaría diseñada alrededor de un microprocesador especializado, utilizado para la gestión de pantallas LCD.

### Control de Diodos LEDs de Alta Potencia:

Ya hemos hablado de un microprocesador 68RS08 que puede sustituir al tradicional circuito regulador. Con un modelo más potente podría producirse una aplicación denominada "industrial" que consistiría en controlar varios canales (RGB). La casa Freescale también ofrece módulos ZigBee y Bluetooth pensados especialmente para todo tipo de control remoto.

## CONCLUSIÓN

Se trata de un rango muy extenso de productos de altas prestaciones, diseñados principalmente para aplicaciones industriales y que son bastante desconocidos para los profanos en la materia. La elección a realizar

ya no está basada en la velocidad de funcionamiento. Una comparativa realizada por el autor de este artículo demuestra la optimización de los microprocesadores de la casa Freescale frente a los PICs de la casa Microchip. Los fabricantes compiten sobre los entornos de desarrollo, un importante criterio en la elección de un microprocesador para una determinada aplicación. La llegada de la nueva generación de microprocesadores ColdFire V1 de la casa Freescale debería abrir algunas posibilidades muy interesantes.

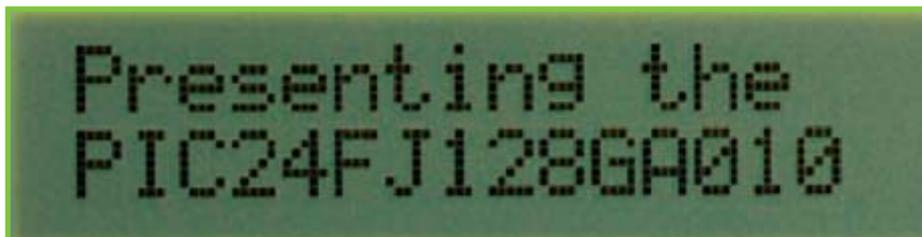
(060263-I)

## ENLACES EN INTERNET

[www.freescale.com](http://www.freescale.com)  
[www.softcmicro.com](http://www.softcmicro.com)  
[www.pemicro.com](http://www.pemicro.com)  
[www.68hc08.net](http://www.68hc08.net) (Francés)  
<https://www.freescale.com/webapp/search/MainSERP.jsp?SelectedAsset=Design%20Tools#1694054>  
Busque por CWX-HC08-SE (debe registrarse para poder hacer descargas)

# Explorer-16 (4)

## Parte 4 (final): Potenciación del Termómetro Parlante



En la parte final de esta serie de artículos hemos combinado la información proporcionada a nuestros lectores en la segunda y tercera entregas para crear un sistema que proporcione una capacidad de memoria mucho mayor y que, por lo tanto, incremente su flexibilidad, aumente su potencial para almacenar mensajes hablados más largos y, como ya hemos visto, incorpore la opción para soportar diferentes lenguajes y un vocabulario más extenso.

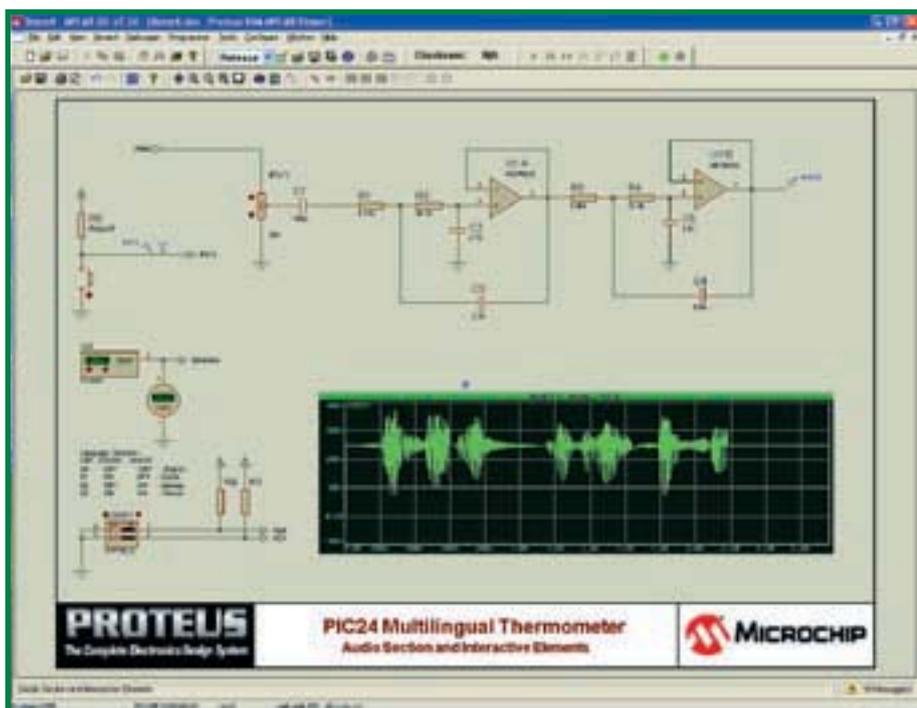


Figura 1. El paquete Demo4 de MPLAB/VSM reúne todo lo que hemos aprendido en las dos entregas anteriores.

Estamos seguros que nuestros lectores pueden adquirir un termómetro parlante en cualquier establecimiento de oportunidades de electrónica por menos que lo que cuesta el diseño de Explorer-16 que hemos presentado en estas páginas y en nuestra página web. Desgraciadamente, los dispositivos que tienen su origen en los países asiáticos no solamente tiene una construcción de dudosa calidad, sino lo más importante, no nos podrán enseñar nada sobre programación y simulación de

microcontroladores. Buscando el lado positivo, podemos encontrar cosas muy divertidas en las traducciones de los manuales de usuario que habitualmente vienen con estas "cajas negras" de bajo coste. Considerando el aspecto de los componentes de esta serie de artículos, nuestro Pack Value de Explorer-16 ha demostrado su popularidad con la venta de los 250 primeros equipos en menos de tres semanas después de la publicación de la segunda entrega.

### ¡El puzzle encriptado!

El puzzle encriptado que presentamos el mes pasado ha tenido una buena respuesta y una gran cantidad de lectores se ha divertido descifrando el código del agente secreto. El entusiasmo ha sido tal que hemos recibido soluciones correctas en nuestro foro sólo un día después de la entrega de este artículo y de que las descargas gratuitas estuviesen disponibles en nuestra página web! Como nuestros lectores pueden comprobar, no ha sido necesario proporcionar pistas para resolver el puzzle.

Para solucionar el puzzle nuestros lectores han tenido que explorar el contenido del fichero CFIMAGE.BIN utilizando un editor de texto hexadecimal y encontrando la tabla de directorios y/o el posible propio texto del fichero ENCODE.C. Éste revelaba el algoritmo descifrado. A partir de aquí resultaba bastante sencillo modificar el código en el fichero DEMO3.C para leer, descodificar y mostrar el fichero SECRET.DAT dentro de nuestro entorno simulado.

El propio algoritmo era una sencilla máscara XOR repetitiva. La operación que se tenía que establecer era simétrica, ya que usaba el mismo lazo para codificar y para descodificar. Por lo tanto, no era necesario ningún conocimiento de criptografía para resolver el puzzle. ¡Gratis, divertido y con fundamento!

Una vez que la información ha sido descodificada, nuestros lectores pueden encontrar la dirección de correo electrónico "elektor\_competition@microchip.com" donde enviar los pormenores de su búsqueda, junto con los detalles de términos y condiciones relacionados con el concurso.

Los programas que permitieron a nuestro "agente secreto" crear el puzzle, están ya disponibles para una descarga gratuita con el nombre "Crypto.zip" en la página del proyecto Explorer-16.

### No demasiado sencillo

Existen bastantes complejidades a la hora de intentar conseguir un sistema multi-lenguaje que funcione utilizando el método de construcción de vocabulario que ha sido implementado para tener una programación estructurada y usos de ficheros. Por lo tanto, el proyecto Explorer-16 es en sí mismo un reto sobre microcontroladores, especialmente cuando ya hemos superado la fase de trabajar con demostraciones, así que vamos a enfrentarnos a estas complejidades.

El inglés, el holandés y el alemán son idiomas germánicos que comparten características comunes en lo referente a acentuación, construcción de sentencias y morfología. Sin embargo, el francés, que pertenece a la lengua románica, es un poco más difícil, ya que requiere mayores construcciones lógicas en el código fuente que tiene que desarrollarse, pero, sorprendentemente, es más eficiente en términos del número total de palabras requeridas.

### Limitaciones

Para ayudarnos con el uso de los recursos del sistema, los ficheros individuales han sido limitados a un tamaño de 4 kB sobre la tarjeta de memoria flash (tarjeta CF, vea la tercera entrega). Obviamente, este tamaño puede aumentarse si es necesario grabar frases mayores, sin embargo, el almacenamiento en el lado de la MCU también se hará más complejo. Para comprender esto más fácilmente, el método de almacenamiento tiene que mantenerse lo más sencillo posible, ya que utiliza pequeños trozos de sonidos menores de 4 kB para crear el vocabulario, lo que proporciona un tamaño de fichero a tener en cuenta en relación a la cantidad de memoria RAM disponible sobre la MCU y en la disminución de la complejidad del código. Esto también facilita la creación de tramas de datos desde la memoria flash utilizada. En aquellas situaciones donde se disponga de una memoria RAM más amplia pueden utilizarse tamaños de ficheros mayores o almacenar mayor cantidad de datos. Además, el sistema debe asegurar que el fichero se mantiene abierto en la tarjeta.

El formato para el vocabulario total es similar a la variante del lenguaje original inglés, pero utiliza un prefijo del idioma que permite seleccionar el fichero correc-

to para el idioma. Como ejemplo, el fichero DE100.dat sería el fichero utilizado para la palabra "cien" en alemán. Cuando construyamos nuestras propias muestras de sonido y las salvemos, debemos tener en cuenta los límites requeridos en la creación de dicho nombre del fichero, ya que estamos limitados a un nombre de fichero corto de seis caracteres en lugar de los ocho tradicionales.

### Simulación con MPLAB/VSM #4

Para la entrega final de este mes, Microchip y Labcenter han creado otra versión de demostración gratuita para ejecutar en nuestro ordenador. Al igual que las tres versiones de demostración previas, funciona incluso si no disponemos del "Pack Value" de Explorer-16. El fichero Demo4.zip que tenemos que conseguir en la zona de descargas gratuitas con este artículo de la revista, muestra de nuevo cómo los correspondientes productos PIC 24F y Proteus VSM trabajan entre sí sin problemas y bien conjuntados. En la captura de pantalla de la Figura 1 se muestra el fichero Demo4 en acción.

Para la simulación se ha añadido al diseño un conmutador DIP adicional que no existe en el circuito de la placa Explorer-16. Este componente ha sido añadido con el objetivo de hacer una simulación y, en última instancia, si se tuviese que generar una placa de circuito impreso (PCI) a partir de los ficheros de simulación, el conmutador DIP podría excluirse de la placa, así como el multímetro digital virtual (DVM). Ésta es una de las características más potentes del entorno VSM, ya que permite que este diseño dual "esquema eléctrico/PCI" y la posibilidad de simulación, puedan trabajar con el mismo fichero de di-

seño. Si añadimos a esto la capacidad de depuración proporcionada por la combinación de MPLAB y Proteus VSM, obtendremos una herramienta muy potente. El conmutador DIP se ha añadido para permitir que pueda realizarse la simulación en modo "por lotes" ("batch") y, a partir de aquí, generar la salida de voz. Como el modo de trabajo "por lotes" es un modo de simulación mezcla de dos, el usuario no dispone de la posibilidad de introducir y realizar ese tipo de operaciones con tan sólo pulsar un botón. Esto quiere decir que es necesario añadir algunos estímulos para permitir que el código pueda interpretar la operación deseada por el usuario. Este método ya ha sido utilizado en el diseño original de voz de Explorer-16 con el fichero Demo2, el cual utiliza una entrada de estímulos para simular la activación del pulsador S4 que inicia el muestreo del conversor A/D y la generación de las correspondientes salidas. De la misma manera, el conmutador DIP se usa para realizar las funciones de los botones S3 a S6 y proporcionar una selección del idioma. El lenguaje con el que se trabaja por defecto es el inglés. Dejamos como ejercicio para nuestros lectores cambiar el idioma por defecto.

### En el circuito...

Si queremos poner en funcionamiento el circuito necesitamos conectar entre sí las tarjetas PICtail Audio Plus (tarjeta de audio) y CF Card (tarjeta de memoria), sobre la placa de desarrollo Explorer-16. Esta última está disponible a través del servicio Microchip Direct con el número de pedido AC164122 (por su parte, la tarjeta PICtail podemos encontrarla en SD & MMC), como podemos ver en la **Figura 2**. Nece-



Figura 2. Tarjeta PICtail CF/MMC y una muestra de una tarjeta flash SD de la casa SanDisk (no incluida con el AC164122).

sitaremos hacer unas soldaduras sobre el segundo conector del bus PICtail de la tarjeta de desarrollo. El conector está disponible en la página web [www.samtec.com](http://www.samtec.com), o a través de la casa Digikay, con código de pedido MEC1-160-02-SD-A. En la **Figura 3** se muestra la imagen de la configuración hardware completa. Por lo tanto, el conector tipo "pinheader", con terminales en ángulo recto, montado sobre la placa hija PICtail de Microchip, tiene la función de permitir que dicha placa pueda trabajar con los dispositivos 18F montados en la placa estándar PICtail. Aquí, en Elektor, hemos decidido cortar los terminales, ya que están peligrosamente cerca del conector JTAG de la placa de desarrollo Explorer-16. El conector situado en el borde de la placa PICtail CF/MMC se ajusta a la parte libre en el segundo segmento o en el tercero del conector del bus de alta densidad de la tarjeta de desarrollo. Esto se ha hecho así para permitir que pueda trabajar con SPI1 o con SPI2. El programa FAT utiliza SPI1.

El idioma debería poder seleccionarse pulsando las correspondientes teclas cuando se realiza la función de reinicio. De esta manera, el estado del idioma deseado debería mantenerse hasta que se requiera la opción de utilizar un idioma diferente. De nuevo, todo esto puede modificarse para poder utilizar una pantalla LCD o un terminal serie. Sin embargo, en este caso hemos optado por un funcionamiento simplificado, de modo que tan sólo probamos el concepto.

**Guía para crear nuestros propios ficheros de sonido**

La acción de ir creando paso a paso los ficheros de sonido para el termómetro que habla es compleja y requiere un poco de especialización, por ello hemos decidido crear un apartado adicional denominado "free supplementary article" (es decir, "artículo gratuito suplementario"), que nuestros lectores podrán encontrar en la página del proyecto Explorer-16, dentro de nuestra página web de Elektor. Para ello buscaremos en la Zona de Descargas Gratuitas, en la sección Parte 4. El documento pdf se proporciona principalmente para aquellos programadores que están comenzando y que tienen interés en el muestreo de sonido, en la imitación de los "Chemical Brothers"...

Debemos señalar que para tarjetas de sonido externas podemos omitir el paso realizado con la utilidad MPFS. En su lugar vamos a utilizar la herramienta **FATUtil**, descrita en otra descarga gratuita con la entrega de este mes. Esto lo hacemos para poder añadir los ficheros ADP-

# PUZZLE ENCRIPTADO: ¿CÓMO SE HA HECHO?

**Los lectores de Elektor son inteligentes.**

**En esta ocasión uno de ellos (que ha deseado permanecer en el anonimato) ha resuelto el puzzle encriptado de Explorer-16.**

**Recordad, es sólo una de las posibilidades para descifrar el código.**

**Estamos impresionados. Éste es el proceso que siguió:**

1. Escribí el fichero .bin de la imagen sobre una tarjeta SD card (no había tarjetas CF disponibles en ese momento).
2. Leí la tarjeta SD utilizando el lector de tarjetas, a continuación anoté los dos ficheros: ENCODE.C y SECRET.DAT

3. Hice este programa:

```
// Almacena el carácter en el "buffer" usando un sencillo
// esquema de encriptación xor
buffer [pos++] = c ^ mask;
mask++;
```

4. La desencriptación se hace básicamente, de la misma forma que la encriptación

```
Buffer [pos++] = c ^ mask;
mask++;
```

5. Apliqué Winhex y seleccioné el contenido del fichero secret.dat. Lo salvé como un array en lenguaje C, miré el contenido del fichero xorc.txt y, a continuación, usé C++ para añadir el array usando un lazo "for"

```
unsigned char data[1130] = {
0x56, 0x67, 0x6F, 0x68, 0x25, 0x62, 0x68, 0x66, 0x6C, 0x2B, 0x06,
0x06, 0x20, 0x04,
0x56, 0x7F,
0x64, .....
};
ofstream outFile("c:\xor.txt", "w+b");
for (i = 0; i < 1130; i++) {
fputc((data[i]^(i+1)), outFile);
}
fclose(outFile);
```

Utilicé la placa Explorer-16 para combinar la base de datos y fijar el gran array (1130), a continuación conecté una tarjeta SD a dsPIC.

Lo primero que hice fue leer el fichero secret.dat usando el comando "fopen", seguidamente sobre-escribí este fichero en la tarjeta SD con el contenido convertido del array usando el comando "fwrite" carácter u otro similar (básicamente lo mismo que hace el comando "fputc"). Fichero secret.dat. Leí el contenido del array usando el comando "fread" carácter.

```
for (i = 0; i < 1130; i++) {
data[i]=fread; //suponiendo que fread apuntará al siguiente carácter
cada vez que sea llamada
}
fclose

fopen secret.dat
for (i = 0; i < 1130; i++) {
fputc((data[i]^(i+1)));
}
fclose;
```

La solución me llevó algo de tiempo hasta que la encontré, ya que, en mi caso, tuve que hacer algunas modificaciones en el fichero sdcard.c (aún tengo una experiencia limitada en el uso de Proteus).

¡Muy bien hecho! Este lector ha conseguido desencriptar el mensaje secreto almacenado en la tarjeta de memoria flash compacta. Hay un premio esperando a las primeras doce soluciones correctas. Para participar en la competición debe enviarse un e-mail a: [elektor\\_competition@microchip.com](mailto:elektor_competition@microchip.com) con el siguiente contenido:

- a) Una breve descripción del método utilizado para extraer el mensaje secreto, incluyendo cualquier código usado.
- b) Sus datos de contacto, incluyendo nombre, dirección física, número de teléfono y dirección de correo electrónico.

La compañía Microchip Technology estudiará las soluciones recibidas para verificar su correcta solución. Todas las soluciones serán respondidas con una indicación de si la solución ha sido correcta o no, y si su respuesta está entre las doce primeras recibidas.

Si participa en la competición asume que los empleados de Elektor, Microchip o Labcenter Electronics, pueden ponerse en contacto con usted por motivos comerciales y de investigación, sin embargo, nuestros lectores pueden estar seguros de que sus datos no se transferirán a terceras partes. También deben aceptar que Elektor pueda publicar la solución que nos entregan o colocarla en su página Web.

CM (.dat) comprimidos a la imagen binaria de la tarjeta en el directorio de diseño Proteus. En el caso de añadir los ficheros a la tarjeta de audio que tenemos para utilizar con el circuito, solamente tendremos que copiar los ficheros .dat sobre la tarjeta. La limitación impuesta es que todos los ficheros deben estar en el directorio raíz de la tarjeta de sonido, ya que el código de demostración que se presenta no tiene soporte implementado para poder navegar entre los distintos directorios. También debemos advertir a nuestros lectores que **el código FAT16 se suministra en formato beta** para dar soporte sobre estos artículos y poder realizar así futuros cambios. En el momento de escribir este artículo, el código no estaba soportado de forma oficial por la red de soporte estándar de la casa Microchip, lo que demuestra una vez más que Elektor está al frente de la tecnología de microcontroladores. Una vez que tenemos el código correspondiente como una librería completa, dispondremos del soporte normal totalmente. En el período intermedio el soporte o las cuestiones de nuestros clientes se realizarán a través del foro de Elektor, dentro de la sección Explorer-16.

### Cabos sueltos

Hemos considerado necesario informar de algunos detalles preocupantes, especialmente para aquellos que no siguen las actualizaciones y mensajes publicados en la página del proyecto Explorer-16 y/o en el foro de Elektor:

- Cuando cambiamos el cupón de descuento C30, en el "Pack Value" de Explorer-16, a través de la página web [www.microchiodirect.com](http://www.microchiodirect.com) (seleccionamos nuestra bandera de idioma), cerca del final del proceso de solicitud del compilador C30, se nos pide que introduzcamos el número de referencia del cupón. Omite "ELEKTOR" y el dígito final.
- El terminal central del conector de alimentación en la tarjeta de desarrollo Explorer-16 es el positivo de la fuente de alimentación (de 9 a 15 V DC no regulado).
- Labcenter dispone de una oferta especial para cierto número de sus módulos de simulación para Proteus VSM, vea la página web [www.labcenter.co.uk/products/elektoroffre.htm](http://www.labcenter.co.uk/products/elektoroffre.htm).
- Nuestros lectores pueden disponer de PIMs PIC 24F/H y dsPIC33 de repuesto en la página web [www.microchipdirect.com](http://www.microchipdirect.com) (donde seleccionaremos nuestra bandera de idioma).
- No hay posibilidad de que se puedan ejecutar los ficheros de demostración y simulación sobre un ZX81 o sobre un PC



Figura 3. Tarjeta Audio Plus y tarjeta CF/MMC conectadas sobre el bus PICtail de la tarjeta de desarrollo Explorer-16.

con Windows 98.

### Conclusión

Esperamos que esta cuarta entrega del artículo destinado al Explorer-16 haya proporcionado una visión más profunda sobre algunas de las posibilidades y tareas que pueden realizarse sobre un microprocesador PIC 24. Como ya hemos comentado en entregas anteriores, hay mucho más que ofrecer. Esta serie de artículos también ha dejado ver la excelente combinación de los paquetes de herramientas de MPLAB y Proteus VSM, lo que nos ha permitido proporcionar a nuestros lectores unas demostraciones con unas altas funcionalidades sobre sistemas microcontroladores simulados, con un coste nulo para el usuario. Estaremos atentos sobre futuras novedades de esta combinación para mantenerlos al día. Por último, nos gustaría agradecer a los expertos de las casas Microchip Technolo-

gy y Labcenter Electronics el esfuerzo realizado, llegando a trabajar en ocasiones hasta altas horas de la noche, para poderles ofrecer esta serie de artículos única, con un CD-ROM y una gran cantidad de programas gratuitos añadidos pensando siempre en lo mejor para nuestros lectores.

(060280-IV)

Si no se indica lo contrario, se sobrentiende que las marcas (™) y derechos de copia (copyrights) (©) son de Microchip Technology para sus productos PIC, dsPIC y MPLAB.

En la página web [www.elektor-electronics.co.uk/explorer-16](http://www.elektor-electronics.co.uk/explorer-16) y en el tema 'Explorer-16' dentro del Foro, en <http://www.elektor-electronics.co.uk/default.aspx?tabid=29&view=topics&forumid=22>, hay nuevos proyectos, descargas gratuitas y actualizaciones para todo el proyecto Explorer-16.

## Paquete de evaluación de Explorer - 16

El paquete de evaluación de Explorer - 16 está constituido por cuatro componentes principales empaquetados juntos en una única caja:

1. Placa de Demostración Explorer 16
2. Kit de Inicio PIC Kit 2
3. Placa hija PICtail Audio Plus
4. Vale de Descuento para MPLAB C30

El paquete está disponible a un precio de 179€ en la tienda de Elektor (Elektor SHOP), vea la página web [www.elektor-electronics.co.uk](http://www.elektor-electronics.co.uk) o las página de la tienda de esta entrega.

Labcenter Electronics ha presentado varias ofertas de su programa VSM Proteus para los lectores de Elektor Electronics a lo largo de esta serie de artículos sobre Explorer - 16. Solamente tienen que visitar la página [www.labcenter.co.uk/products/elektoroffer.htm](http://www.labcenter.co.uk/products/elektoroffer.htm)



# Tarjeta Identificativa Electrónica

Michael Gaus y Thijs Beckers

## Pantalla LCD de teléfono móvil con desplazamiento

El mercado de las tarjetas identificativas electrónicas está creciendo a un ritmo que nunca antes había tenido. ¿Podemos hacer algo interesante nosotros mismos? ¡Por supuesto! En el artículo de este mes “Modificaciones y Actualizaciones” vamos a utilizar una pantalla LCD de un teléfono móvil para mostrar imágenes de forma dinámica. Portátil, bien iluminada y muy discreta, al igual que una tarjeta nominativa.



Figura 1. Pantalla LCD del teléfono móvil C60 de Siemens.

Actualmente todo el mundo conoce las tarjetas identificativas que se sujetan con un clip. Son casi un mal necesario cuando visitamos ferias y exposiciones. Pero, ¿por qué no convertirlas en algo agradable y divertido? Este es el motivo que ha hecho nacer este proyecto. Utilizando una pantalla LCD de un viejo teléfono móvil es bastante fácil de conseguir.

### Muchos colores

Las pantallas de los teléfonos móviles son cada vez mejores. Antes sólo había pantallas en blanco y negro, actualmente los colores parece que saltan de la pantalla. Por supuesto, podríamos utilizar las últimas y más grandes pantallas, pero por desgracia, esto nos costaría bastante dinero. Algo menos caro también funcionará sin problemas, como por ejemplo, la pantalla del modelo C60 de la casa Siemens, que podemos comprar en E-bay por unos 10 € (Figura 1). ¡Qué más podemos pedir!

La pantalla, con el número de serie LM15GFNZ07 asociado, tiene una resolución de 101 x 80 píxeles y puede mostrar hasta 4.096 colores. Después de hacer unas pocas pruebas, hemos descubierto que la pantalla LCD trabaja con un bus SPI. Una vez que conocemos esto, nos hemos dado cuenta que podemos utilizar un microcontrolador AVR del tipo ATmega8 para controlar la pantalla. La única cosa que quedaba por determinar era el tipo de medio utilizado para almacenar las imágenes que tenían que mostrarse. Para ello hemos decidido utilizar una tarjeta de memoria del tipo SD (también podría utilizarse una tarjeta de memoria del tipo MMC, ya que tienen las mismas dimensiones y distribución de terminales). El microcontrolador AVR lee los ficheros alojados en la tarjeta de memoria y los muestra en la pantalla. Podemos mostrar distintos mapas de bits (imágenes), uno después de otro, de forma deslizante. También podemos ajustar el tiempo en que cada imagen se mostrará.

### Corazón de silicio

En el esquema eléctrico (Figura 2) podemos apreciar que tan sólo se han utilizado ocho componentes discretos. Los otros dos componentes son los circuitos integrados. El cora-





Figura 5. La pantalla LCD trabaja realmente bien.

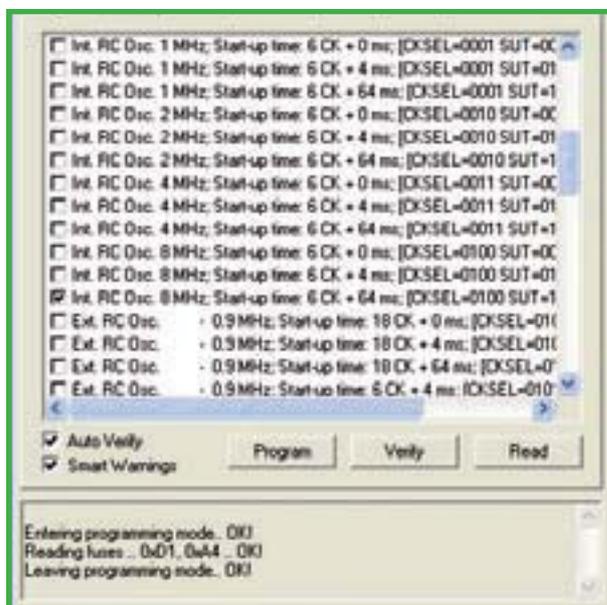
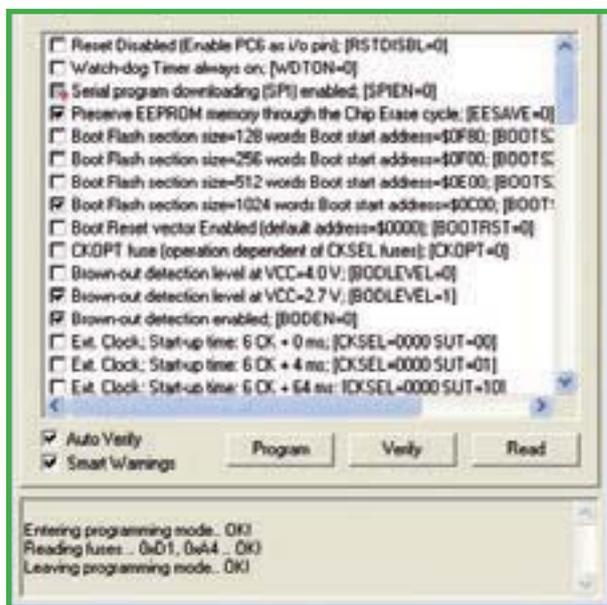


Figura 6. Por supuesto, los elementos de selección del micro AVR deben estar configurados correctamente.

### Trabajo preliminar

Los ficheros BMP tienen que estar de acuerdo con una serie de requerimientos. En primer lugar, las dimensiones: 101 píxeles en horizontal y 80 en vertical. La profundidad de color tiene que ser de 16,7 millones. De este modo, cada fichero "bitmap" (mapa de bits), incluyendo la cabecera, tiene un tamaño exacto de 24.374 bytes. El microcontrolador toma los cuatro primeros bits de cada uno de los colores (rojo, verde y azul).

La imagen tiene que almacenarse al revés (por ejemplo, generando una imagen espejo horizontal primero). La razón de esto es el modo en que se almacena un fichero BMP, que es "desde abajo hacia arriba". Al almacenar una imagen invertida ("normal"), la tarea de lectura del fichero y su presentación en pantalla por el microcontrolador AVR es mucho más sencilla.

La tarjeta de memoria tiene que estar formateada en formato FAT-16. Esto se puede hacer con un lector de tarjetas estándar. Este formato limita el número de ficheros que pueden almacenarse en el directorio raíz a 512. Teniendo en cuenta el fichero de configuración y puesto que no está soportada la estructura de directorios, tan sólo se puede almacenar un máximo de 511 imágenes sobre la tarjeta de memoria. Esto es suficiente para comenzar. Tampoco está permitido que los ficheros estén fragmentados. Por lo tanto, primero daremos formato a la tarjeta y a continuación, copiaremos todos los ficheros BMP de una sola vez para evitar que se produzca dicha desfragmentación.

Las imágenes se muestran en el mismo orden en que han sido almacenadas en la tarjeta SD. El nombre del fichero tiene que estar en formato DOS de 8.3 (es decir, 8 caracteres para el nombre y 3 caracteres para el tipo de fichero). Los ficheros de nombre largo no están soportados.

### Trabajo de montaje

Como la tarjeta se la llevaron unos colegas para presentarla en la feria Embedded 2007, tuvimos que diseñar rápidamente una pequeña placa de circuito impreso (Figura 3). El diseño de una adecuada PCI lo dejamos al gusto de cada lector.

Cuando montemos los componentes es mejor comenzar con el microcontrolador ATmega8. A continuación seguiremos con el dispositivo que aloja la tarjeta de memoria, después del cual se puede montar el resto de componentes. Debemos señalar que en el esquema eléctrico se ha referenciado la resistencia R5, pero realmente tan sólo es una unión con cable.

Para conectar la pantalla es más fácil conectar primero a la misma unos hilos de cobre (Figura 4). Tenemos que cortar los cables con diferentes longitudes para que así sea más fácil pasarlos a través de los orificios de la placa. Una pequeña pieza de cinta adhesiva de doble cara mantiene sujeta la pantalla LCD en el frontal de la placa del circuito (Figura 5).

Teniendo en cuenta que el circuito tiene que transportarse como si se tratase de una tarjeta, la tensión de alimentación está formada por tres pilas, las cuales proporcionan la tensión de alimentación necesaria de 4,5 V. El regulador convierte esta tensión en un valor de 3 V para el procesador. Una vez que hemos verificado esto, podemos programar el microprocesador AVR.

Para realizar esta tarea utilizamos un ISP (In System Programming, es decir, Programación en el Propio Sistema). Esto se hace de una de las dos maneras siguientes:

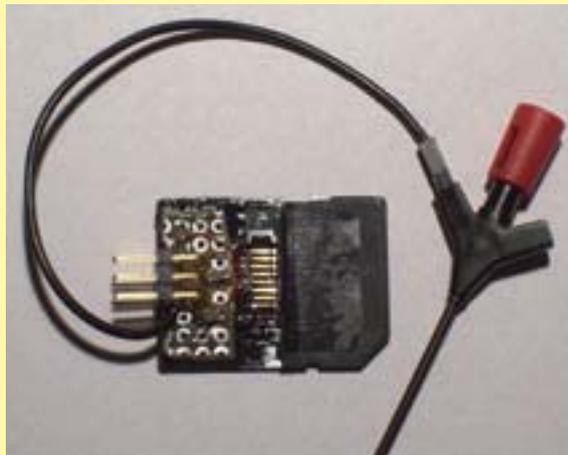
1. Soldando cables a los terminales de programación del microcontrolador ATmega8 (MOSI, MISO, SCK, RESET, VCC y GND) y conectando dichos cables con los correspondientes terminales de un dispositivo AVR-ISP de la casa Atmel.
2. Fabricando un adaptador SD (ver el apartado "Adaptador

## Adaptador de programación para SD

Un adaptador Transflash a SD se puede convertir fácilmente en un adaptador de programación de tarjetas SD. Por ejemplo, los terminales de los contactos se conectan sencillamente al conector (de 6 líneas) del dispositivo AVR-ISP (Programación en el Propio Sistema). Para hacer esto cortamos cuidadosamente la apertura del adaptador, de manera que los terminales de conexión para el soporte de la tarjeta Transflash sean accesibles. A continuación conectamos los terminales a una pequeña placa de circuito impreso a la que soldamos el conector "header" del ISP. Esta placa de circuito impreso puede pegarse al adaptador. Las conexiones correctas son:

SD DI→MOSI  
SD DO→MISO  
SD CLK→SCK  
SD VCC→VCC  
SD GND→GND

Un clip de prueba se conecta al terminal de "reset". De esta manera puede conectarse fácilmente al terminal de "reset" del microcontrolador ATmega8 (o sobre la resistencia R3). Podríamos hacer un pequeño lazo con hilo en el lado adecuado de R3 para permitir esta conexión más fácilmente.



de Programación para SD).

Antes de iniciar la programación deberemos poner especial atención en la configuración de los bits de selección (Figura 6).

### Trabajo práctico

Una buena idea es verificar el circuito la primera vez sin tener montada una tarjeta SD. De cualquier modo, cuando conectemos la batería debemos colocarla correctamente, respetando la polaridad de la misma, ya que el circuito no dispone de protección contra inversión de polaridad.

Después del encendido del circuito, la pantalla muestra cuatro barras de colores (blanco, rojo, verde y azul), así como la versión del programa interno y el texto "No SD card" (es decir, "sin tarjeta SD") (Figura 7). Si todo funciona de manera correcta, desconectaremos las pilas e insertaremos la tarjeta SD. Nunca insertaremos o quitaremos una tarjeta SD cuando el circuito esté alimentado. Una vez que la batería ha sido conectada nuevamente, las cuatro barras de colores aparecerán otra vez durante un corto período de tiempo, después del cual se iniciará la presentación de las imágenes.

Para ajustar el contraste de la pantalla, el pulsador S1 debe mantenerse presionado mientras se enciende nuestro dispositivo. Así conseguiremos que aparezca un menú donde podemos seleccionar el ajuste del contraste (Figura 8). Con una breve pulsación sobre S1 (< 500 ms) podemos desplazarnos a través de las opciones del menú. Para seleccionar una opción, necesitamos que el pulsador S1 se mantenga pulsado durante más de 500 ms.

¡El producto acabado es algo que hay que contemplar! Por supuesto, no es necesario utilizar la pantalla sólo como una tarjeta identificativa, también puede emplearse como una original caja de moda. Para aquellos que sean realmente inteligentes y que estén pensando en hacer una pequeña película con 511 imágenes, cada una de ellas mostrada durante 50 ms, tenemos malas noticias, por desgracia, el microcontrolador AVR que estamos utilizando no es lo suficientemente rápido para hacer esto.

(075043-I)



Figura 7. El micro AVR genera una imagen de prueba cuando el circuito se enciende por primera vez.the first time.



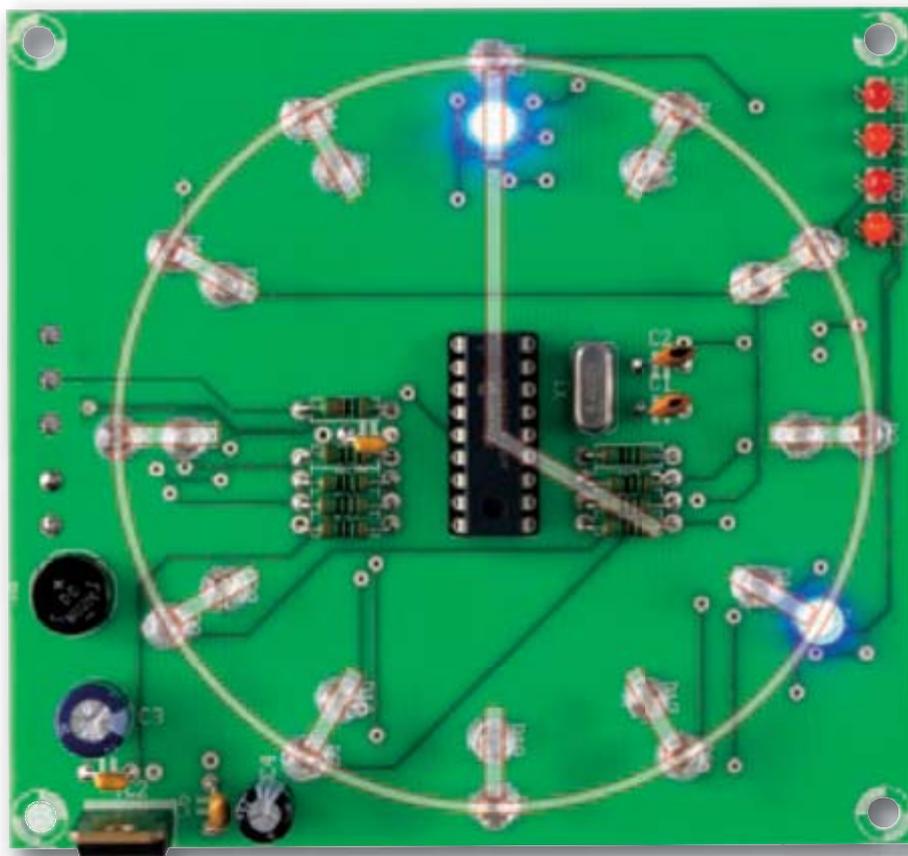
Figura 8. El microprocesador AVR controla incluso el ajuste del contraste.

# Reloj muy sencillo

## Adaptación de un diseño de 1971

Martien Schot

**En 1971, la edición holandesa de Elektor publicó un "Reloj de Hebinck". Este artículo original estaba dividido en dos partes y tenía casi diez páginas de extensión en total. Ahora podemos hacer lo mismo, y más, con menos componentes. Este "reloj tan sencillo" contiene aproximadamente veinte componentes, mientras que su homólogo, hace treinta y cinco años, tenía casi 100.**



La electrónica evoluciona con el tiempo. Con el paso de los años las opciones disponibles cambian y siempre encontramos soluciones diferentes que hacen que nos demos cuenta de lo cierto de este concepto. Este es el caso del incremento de la integración. Un buen ejemplo es este reloj muy sencillo, que se basa en el reloj de Hebinck, que fue publicado en los artículos de mayo y junio de 1971 en el Elektor de Holanda (el diseño nunca fue publicado en la edición inglesa, la cual apareció por primera vez en 1975).

### Viejos tiempos

El reloj de Hebinck de entonces fue construido con lógica TTL en combinación con transistores. El tiempo se indicaba con pequeñas bombillas de bicicleta. Para muchos ésta fue la introducción a la tecnología TTL integrada. Ahora, más de treinta

y cinco años después, presentamos la misma manera de indicar el tiempo, pero utilizando en su lugar electrónica moderna. El "Reloj Muy Sencillo" se denomina así debido a la sencillez del circuito. A pesar del módulo receptor DCF77, el número de componentes es muy moderado. DCF77 es un transmisor de código de tiempo ubicado cerca de Frankfurt, en Alemania. La estación transmite señales de códigos de tiempo CET a 77,5 kHz y alcanza un radio de unos 2.000 km. Volviendo al presente proyecto, la complejidad en el año 2006 no está tanto en el circuito sino en el programa de control.

### Sencillo

El esquema eléctrico (Figura 1) consta de la fuente de alimentación, el microcontrolador y el visualizador. La fuente de alimentación es una tensión de 8 V en al-

terna (AC). Esta tensión la podemos conseguir fácilmente de un adaptador de tensión de red normal. Esta tensión, conectada a K1, es rectificadora (por B1) y posteriormente regulada con un circuito integrado 7805 (IC2). Hemos utilizado un PIC16F628 para el microcontrolador. Este microcontrolador trabaja con un cristal de cuarzo (X1) de 16 MHz que le proporciona su señal de reloj.

Ahora, obviamente, utilizaremos diodos LEDs para el visualizador, en lugar de las bombillas de bicicleta. La opción del color es cosa nuestra, pero seleccionando diodos LEDs de colores diferentes para las horas y minutos la lectura del reloj será más fácil. Utilizaremos diodos LEDs con una alta emisión de luz, de manera que facilitemos aún más la lectura del reloj durante el día, con la luz del sol brillante. El objetivo de las resistencias R1 a R8 es

el de limitar la corriente. La resistencia R9 sirve como resistencia de "pull-up" la salida al colector abierto del módulo receptor DCF77.

El plano de distribución de componentes de la Figura 2 muestra que los diodos LEDs D1 a D12 están colocados para indicar los minutos, mientras que los diodos de D13 a D24 indicarán las horas.

Montaremos el microcontrolador en un zócalo, de manera que será mucho más fácil realizar una actualización de software, si surge la necesidad.

Si colocamos los diodos LEDs un poco más elevados sobre la placa, resultará más fácil situarlos en un posible panel frontal opcional en el que podríamos también tener los números de la hora y los minutos.

La "resolución" del reloj con diodos LEDs D1 a D24 asciende a 5 minutos. Los diodos LEDs D25 a D28 se usan para mostrar los minutos intermedios. El número de diodos LEDs que se encienden indica el número de los minutos que tenemos añadidos al "dial" principal. Veamos un ejemplo: en la Figura 3 se nos muestra la hora 10:12. La función DCF asegura que el reloj siempre indicará la hora correcta. El horario de verano se corrige automáticamente.

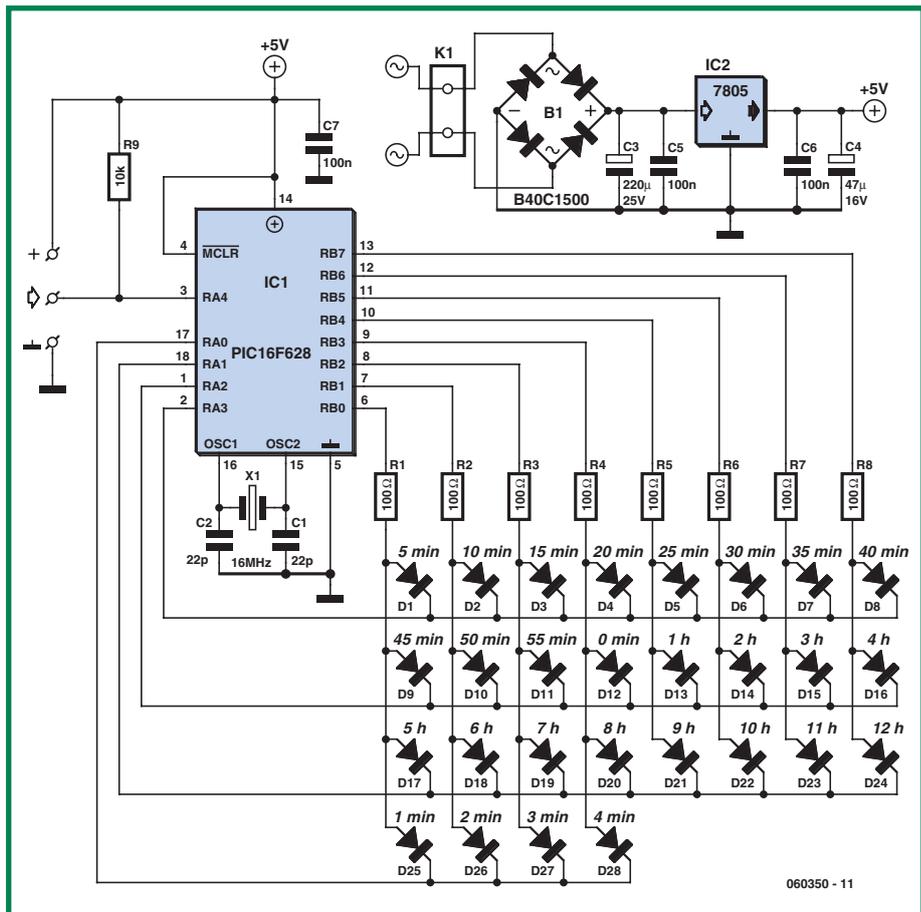


Figura 1. Plano de distribución de componentes para la placa de circuito impreso (PCI) de doble cara para este reloj. Los planos de pistas y componentes de la PCI pueden descargarse gratuitamente de la página de Internet de Elektor Electronics.

## LISTA DE MATERIALES

### Resistencias

R1-R8 = 100Ω  
R9 = 10kΩ

### Condensadores

C1, C2 = 22pF  
C3 = 220 μF condensador electrolítico de 25 V radial  
C4 = 47 μF condensador electrolítico de 16 V radial  
C5, C6, C7 = 100nF

### Semiconductores

D1-D24 = Diodo LED de 5 mm de alta intensidad  
D25-D28 = Diodo LED de 3 mm de alta intensidad  
B1 = B40C1500R (encapsulado redondo) (40V piv, 1.5A)  
IC1 = PIC16F628-20/P, programado con código de pedido **060350-41**  
IC2 = 7805

### Varios

DCF Módulo receptor DCF, Conrad Electronics con código de pedido **#641138**  
K1 = Bloque terminal de 2 conexiones de 5 mm de separación entre terminales  
X1 = Cristal de cuarzo de 16 MHz  
PCB, Placa de Circuito Impreso con código de pedido N° 060350-1, en ThePCBShop  
PIC Ficheros con el código fuente y código hexadecimal, con descarga gratuita en la página web [www.elektor.com](http://www.elektor.com), con código de pedido **# 060350-11**

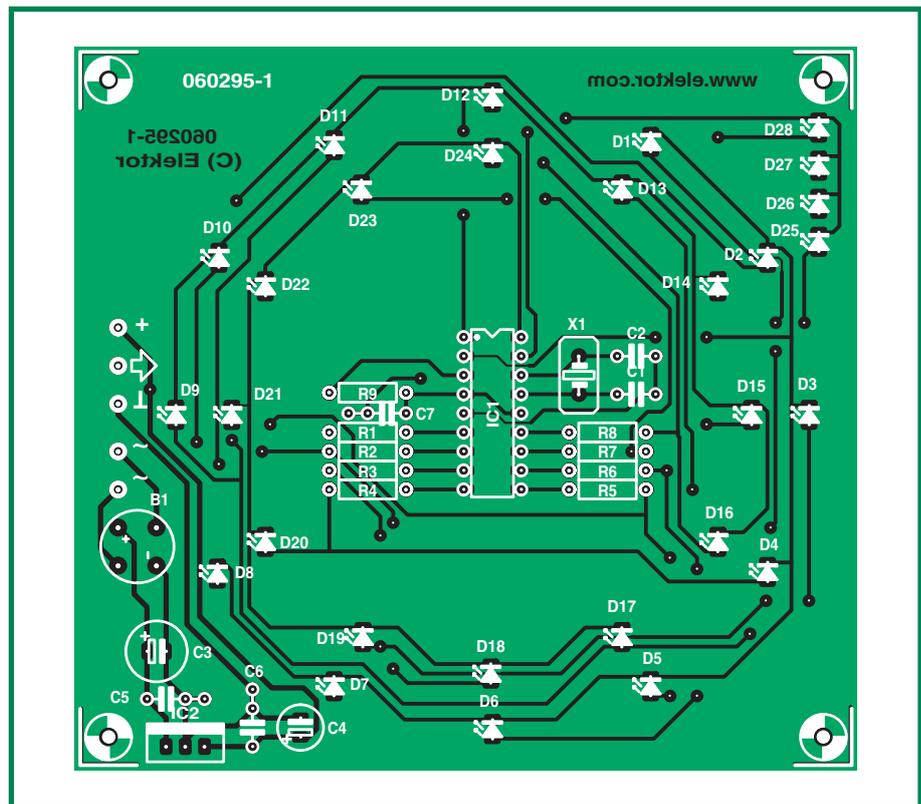


Figura 2. Plano de distribución de componentes para la placa de circuito impreso (PCI) de doble cara para este reloj. Los planos de pistas y componentes de la PCI pueden descargarse gratuitamente de la página de Internet de Elektor Electronics.

**Funcionamiento**

El Reloj Muy Sencillo está basado principalmente en su programa. Dicho programa consta de una rutina de interrupción y un programa principal que se ejecuta en un bucle sin fin (para el código fuente ver [www.elektor.com](http://www.elektor.com)). El diagrama de flujo completo para el programa también está disponible en una descarga gratuita.

La rutina de interrupción realiza las siguientes tareas:

- Contar los flancos ascendentes provenientes del módulo receptor DCF77 para la indicación de fallo.
- La propia señal de fallo.
- El reloj binario interno.
- Descifrar la información de tiempo para que los diodos LEDs correctos puedan encenderse y multiplexar las salidas de los diodos LEDs.

El programa principal realiza las siguientes tareas:

- copiar el código binario al reloj interno si la paridad es correcta y se han contado 59 segundos en el minuto anterior;
- leer la información del DCF77 (códigos BCD y paridad);
- verificar la paridad y, por supuesto,
- convertir el código BCD recibido en binario.

El temporizador Tmr0 genera una interrupción cada 2 ms. Ésta es la fuente de los registros binarios para los segundos, los minutos y las horas del reloj interno. Por lo tanto el reloj también trabajará cuando no reciba una señal del DCF77 (al menos, durante una hora). Cuando se recibe una señal válida, los registros para las horas y los minutos se completan con el tiempo recibido del DCF77 y el registro de los segundos se pone a cero.

**Utilización**

Para el receptor DCF77 hemos escogido una sencilla implementación de la casa Conrad Electronics. Con este módulo utilizamos la salida de no-inversora (es decir, su terminal 3). Conectamos la fuente de alimentación a los terminales 1 y 2. Podemos obtener más información en las hojas de características del módulo que proporciona Conrad Electronics.

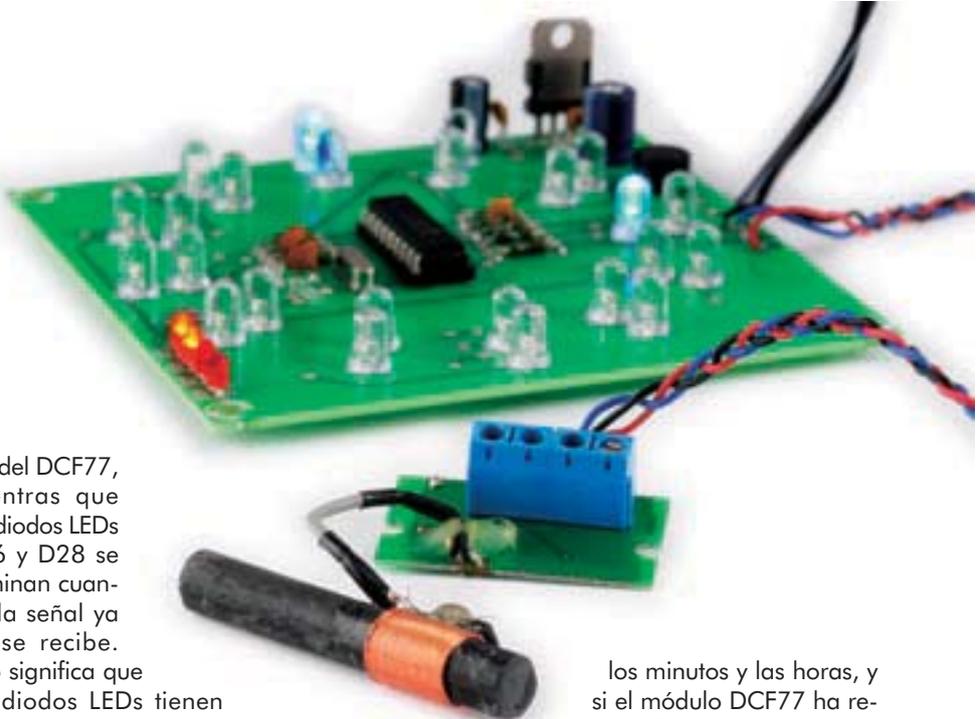
Después de encender la fuente de alimentación, todos los diodos LEDs se iluminarán uno a uno. Esto nos permite comprobar que todos los diodos LEDs están conectados debidamente y que la placa de circuito impreso (PCI) ha sido montada correctamente. Podemos utilizar los diodos LEDs D25 a D28 para encontrar la orientación óptima de la antena para el módulo DCF. Los diodos LEDs D25 y D27 se encienden cuando se recibe una se-

ñal del DCF77, mientras que los diodos LEDs D26 y D28 se iluminan cuando la señal ya no se recibe. Esto significa que los diodos LEDs tienen que parpadear en pares para una buena recepción. La frecuencia es de 1 Hz. Después de un máximo de 1 minuto y 59 segundos, el reloj dará un salto a la hora correcta. Si esto no ocurre es que la antena no está orientada correctamente o la fuerza de la señal del DCF77 es demasiado baja.

Además, el reloj comprueba la paridad de

los minutos y las horas, y si el módulo DCF77 ha recibido 59 pulsos de segundos en un minuto. Si durante un período de una hora no se recibiera ningún minuto correcto, el reloj cambiaría a la indicación de fallo (los diodos LEDs D25 a D28 destellarán de nuevo indicando que no se recibe señal).

(060350-1)



**DCF77**

El DCF77 es un transmisor de códigos de tiempo que funciona a la frecuencia de 77,5 kHz, en la banda de onda larga (VLF). DCF es la abreviatura para este transmisor; las letras representan Deutschland (D), onda-larga (C) y Frankfurt (F). El número 77 indica la frecuencia de 77,5 kHz a la que el transmisor realiza su difusión. El transmisor está situado en la actualidad en Mainflingen, cerca de Frankfurt, y transmite una cadena completa de código de tiempos/fecha, cada minuto. Esta señal puede recibirse sobre un área con un radio de unos 2.000 km, aproximadamente, utilizando antenas bastante básicas.

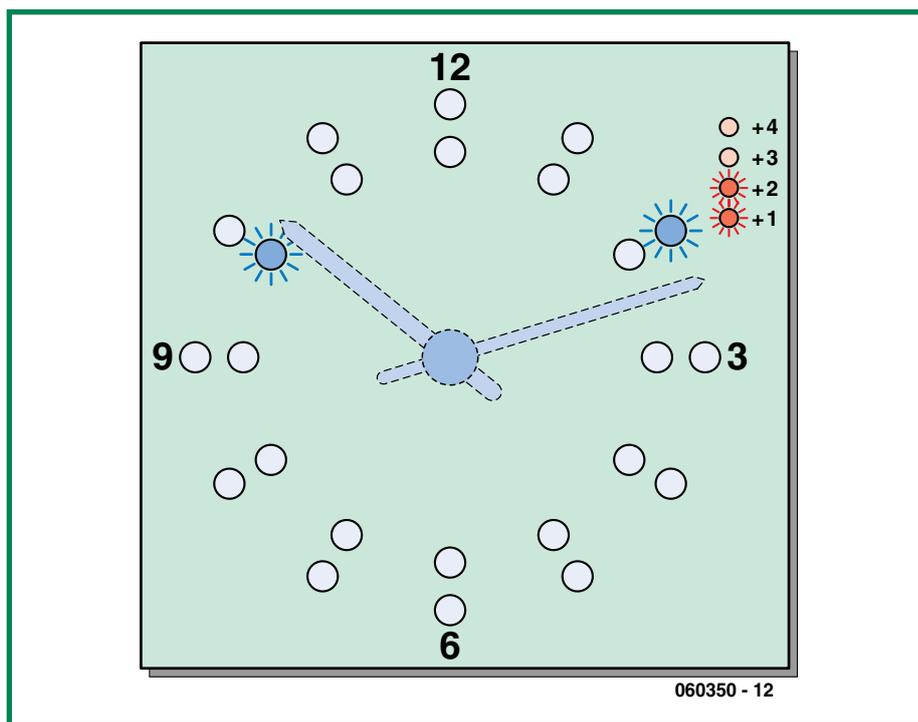


Figura 3. La hora en este momento es 10:12, según el Reloj Muy Sencillo.



## Radio Definida por Programa con USB

El concepto radio definida por programa (SDR, del inglés Software Defined Radio) permite la recepción excelente de emisoras de radio con un mínimo de electrónica que montar. Esto es debido a que todo el procesamiento de la señal se realiza por programa. Nuestro proyecto muestra como ningún otro la sencillez y la potencia del SDR: sintonizada en el rango de 150 kHz a 30 MHz; para modulaciones de AM, DRM, SSB y CW. El receptor (o lo que queda de él) es alimentado y sintonizado por una conexión USB (por ejemplo, de un ordenador). Su señal de salida se aplica a la tarjeta de sonido para la demodulación controlada por programa. El programa ofrece un ancho de banda variable de forma continua y un medidor de parámetros S preciso.

## Programador JTAG Universal

La lógica programable de la gran variedad de CPLD, EPLD, uPSD o MSPS es extremadamente potente pero, por desgracia, no intercambiable en relación con el programador que necesitamos. Las buenas noticias son que existe una conexión entre plataformas de programadores llamada JTAG (Joint Test Action Group, es decir, Grupo de Acción de Prueba Conjunta), que permite que todos estos circuitos integrados puedan programarse sobre el propio circuito de trabajo. Nuestro programador JTAG puede construirse en varias configuraciones para hacerlo compatible con CPLD y EPLD (de las casas Altera, Xilinx), PSD, uPSD / DSM (de STMicroelectronics) y MSP430 (de Texas Instruments).



## Transmisor RC para Emulador de Joystick USB

Con el paso de los años ha habido un cierto número de diseños publicados que han permitido que un transmisor de control por radio (RC), se comunice con un ordenador personal que está ejecutando un programa de simulación de vuelo. Una interfaz de este tipo permite que pilotos de aeronave en ciernes afinen su destreza usando un programa de simulación, en lugar de pasear su orgullo y placer en el paisaje cercano. El circuito está basado en un microcontrolador 16C745 PIC que trabaja con un reloj de 6 MHz o un 18F2550 a 8 MHz.

**También...** Recepción ELF; Magnetómetro / Sismógrafo; Ganador del Concurso RBC; Transmisor RDS de Prueba; Bloques Electrónicos: Visualizador Gráfico...

**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.es www.elektor.es www.elektor.es www.elektor.es www.elektor.es www.elektor.es

**www.elektor.es**

En los próximos meses, nos iremos sumando a las ventajas de la globalización y abriremos nuevos caminos para la divulgación de nuestros contenidos, con más agilidad y ventajas para nuestros lectores. Para que vayáis comprobando estos cambios, te recomendamos que visites cada mes nuestra nueva página web...

### Ahora disponible en [www.elektor.es](http://www.elektor.es):

- 10 Artículos más solicitados internacionalmente
- 10 Artículos seleccionados por el editor
- Suscripción al boletín electrónico E-BLOCK
- Solicitud kit fresadora "PROFILER"



# Un sencillo inversor de tensión de red

**12 V DC de entrada,  
230 V AC de salida**

Reinhardt Weber  
(weber.reinhardt@t-online.de)



**A los circuitos que convierten una tensión de alimentación continua (DC) en una tensión de alimentación alterna (AC) de 50 Hz se les denominan inversores. Las unidades comerciales son notables por su pequeño tamaño, su alta eficiencia y su alta potencia de salida. Sin embargo, una alternativa más sencilla es la de utilizar un transformador de red estándar para alimentar un televisor y el receptor de satélite a partir de una batería de automóvil de 12 V.**

La tarea de convertir una tensión alterna a una tensión más alta o más baja, es realizada habitualmente por un transformador. Este equipo ofrece una buena eficiencia y proporciona el aislamiento galvánico entre las dos tensiones. La generación de un nivel de tensión más alto a partir de una fuente de tensión continua, no es algo tan sencillo, ya que antes de que podamos utilizar cualquier forma de transformador, es necesario primero utilizar un circuito que convierta la corriente continua (DC) en corriente alterna (AC).

## De vuelta a los orígenes

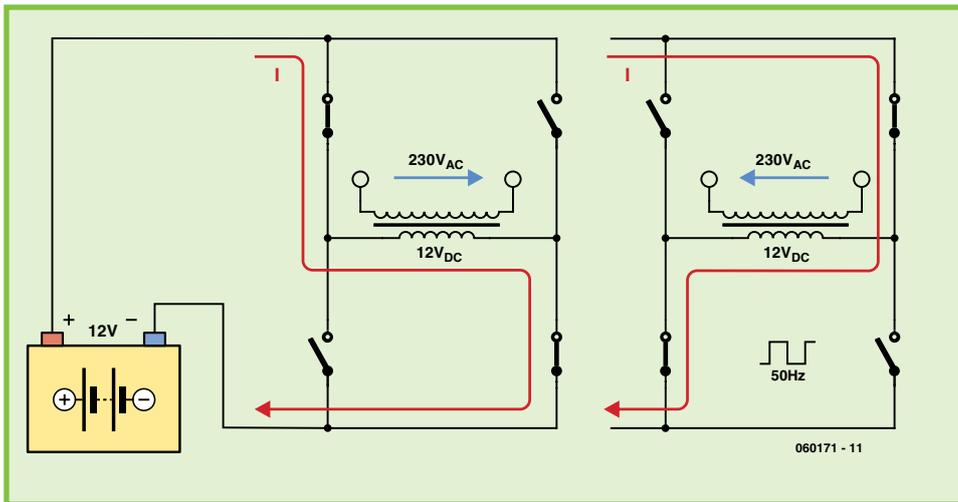
Existen básicamente dos configuraciones utilizadas para diseños de inversores de red eléctrica:

- conversión directa, que usa un transformador de red de 50 Hz;
- conversión que utiliza un inversor a modo de conmutador.

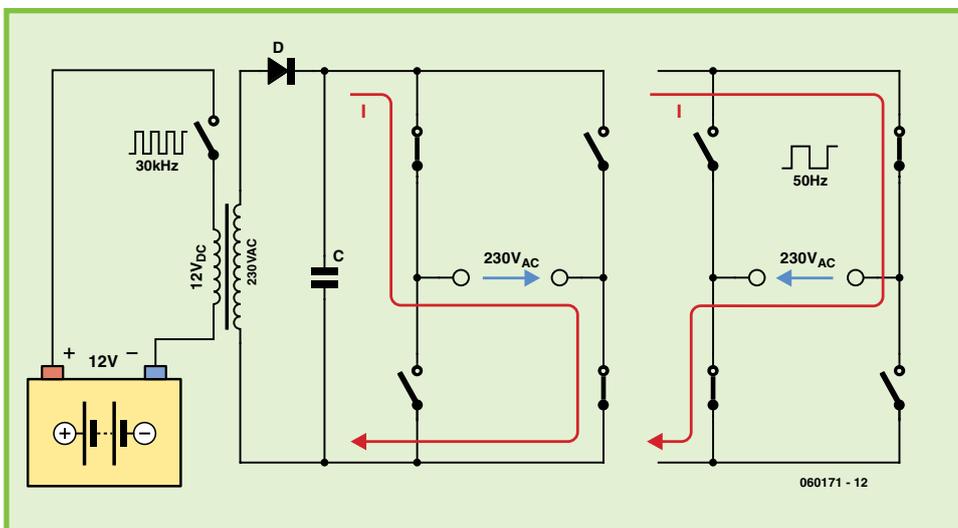
El principio de conversión directa que se muestra en la Figura 1 conmuta una baja tensión de alimentación continua (DC), por medio de un bobinado de baja tensión de un transformador de red estándar. La configuración de conmutación lleva la corriente alterna en una direc-

ción y, a continuación, en la otra, a través del bobinado. Una señal conmutada de 50 Hz produce una salida de una onda cuadrada AC de 50 Hz de alta tensión, donde el nivel de tensión está controlado sencillamente por la "relación de vueltas" del transformador de red. Esta configuración tiene la ventaja de su sencillez, ya que toda la electrónica está contenida en el lado de la baja tensión del circuito, pero su principal inconveniente es el tamaño y el peso del transformador. Los diseños de inversores con rangos de potencia mayores a los 200 W comienzan ya al ser bastante voluminosos.

Los convertidores que utilizan el principio del modo conmutado (Figura 2) interrumpen o conmutan la tensión DC de entrada que pasa a través del bobinado de un transformador. La frecuencia de conmutación utilizada es mucho más elevada y, por lo general, está en la región entre los 30 y los 100 kHz, lo que permite que el transformador diseñado sea mucho más pequeño y ligero. La salida de alta tensión del transformador también cambia a la misma frecuencia de conmutación, por lo que es necesario hacer primero una rectificación de la misma y, seguidamente, utilizar algunos componentes electrónicos más complejos que incluyan cuatro conmutadores semiconductores en una configuración en puente, que permitan convertir la alta tensión DC en una salida AC de



**Figura 1.**  
Un sencillo inversor que utiliza un transformador de red. Cuatro semiconductores, que conmutan en una configuración de puente, producen una señal AC en el bobinado de baja tensión del transformador de red invirtiendo, de forma alternativa, la fuente de baja tensión DC.



**Figura 2.**  
Los inversores de alta potencia conmutan a alta frecuencia. La alta tensión es rectificad y filtrada y, a continuación, convertida en una tensión de red AC de 50 Hz usando un semiconductor de alta tensión que conmuta en una configuración de puente.

50 Hz. El gran inconveniente de este diseño es principalmente que el transformador de alta frecuencia (HF) no es un componente estandarizado en sí mismo. Es decir, será necesario fabricar uno especialmente para cada diseño, utilizando un núcleo de ferrita. Las formas de onda de conmutación de alta frecuencia también producen niveles importantes de EMI (Electro Magnetic Interference, es decir, Interferencias ElectroMagnéticas), las cuales deben suprimirse mediante filtros. Por todo esto, este tipo de inversores no es un proyecto de montaje ideal para todos aquellos que acaban de incorporarse al mundo de la electrónica.

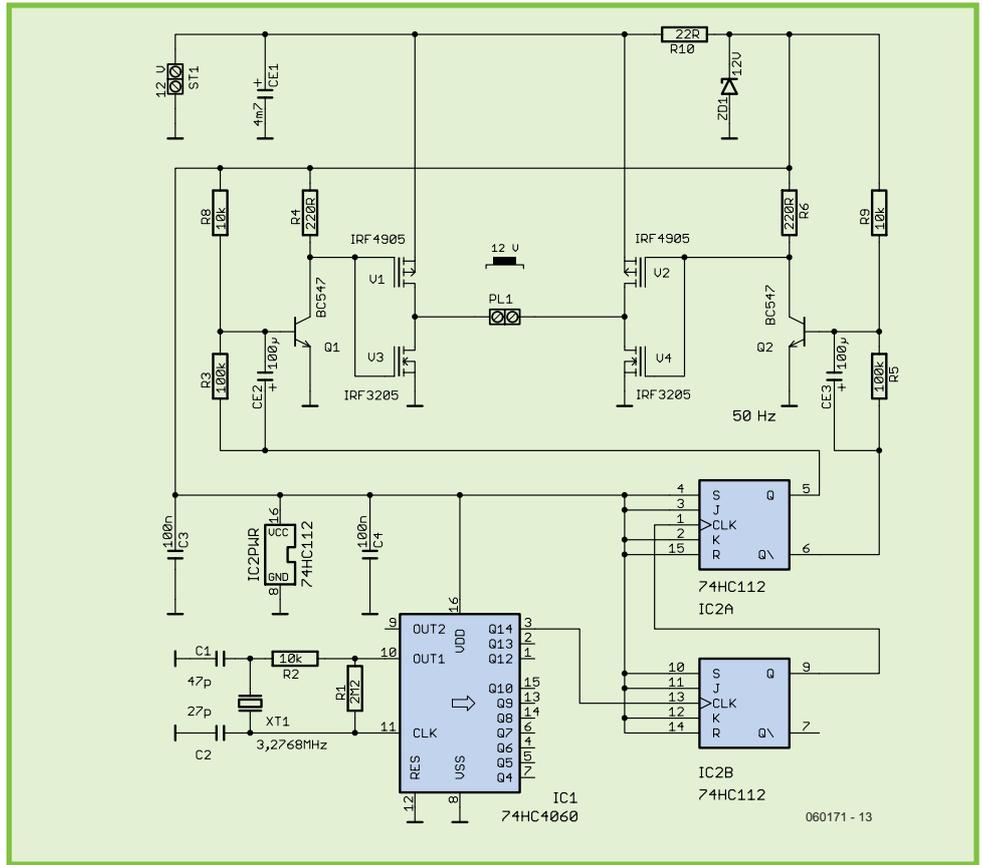
El diseño de inversor que hemos sugerido en este proyecto utiliza un transformador de red estándar conmutado por una señal de 50 Hz, generada a partir de un oscilador de cristal. La precisión de la frecuencia asegura que cualquier equipo de tensión de red con un reloj interno (o conmutador del tiempo), mantendrá una buena hora cuando sea alimentado por esta unidad.

### Muy Sencillo

En la Figura 3 se muestra el esquema eléctrico del circuito inversor que es bastante sencillo y no hay ninguna trampa oculta al montador incauto. El circuito integrado IC1 (un 74HC4060) es un contador binario con un oscilador asociado. Así, un cristal de cuarzo de 3,2768

MHz está conectado entre las entradas del oscilador de este circuito y produce una señal de onda cuadrada, una vez dividida, de 200 Hz en la salida Q14 del circuito integrado contador. El circuito integrado IC2 (un 74HC112) es un biestable JK que realiza una función de división por dos de dicha señal, mientras que la segunda mitad de este circuito integrado divide otra vez dicha frecuencia para producir una señal cuadrada de 50 Hz en el terminal 5, junto con la misma señal invertida en el terminal 6 (por ejemplo, desplazada en fase en 180°). Los cuatro transistores MOSFET, V1 a V4, están trabajando en una configuración denominada "puente H", con el bobinado de baja tensión del transformador formando el brazo principal del puente. Un transformador, con dos bobinados de baja tensión de 6 V también puede usarse con los dos bobinados conectados en serie para formar un único bobinado de 12 V. De forma similar, también se podría utilizar un transformador con dos bobinados de baja tensión de 12 V independientes, si estos dos bobinados están conectados en paralelo. En ambos casos tenemos que asegurarnos de la correcta fase en la conexión de los bobinados.

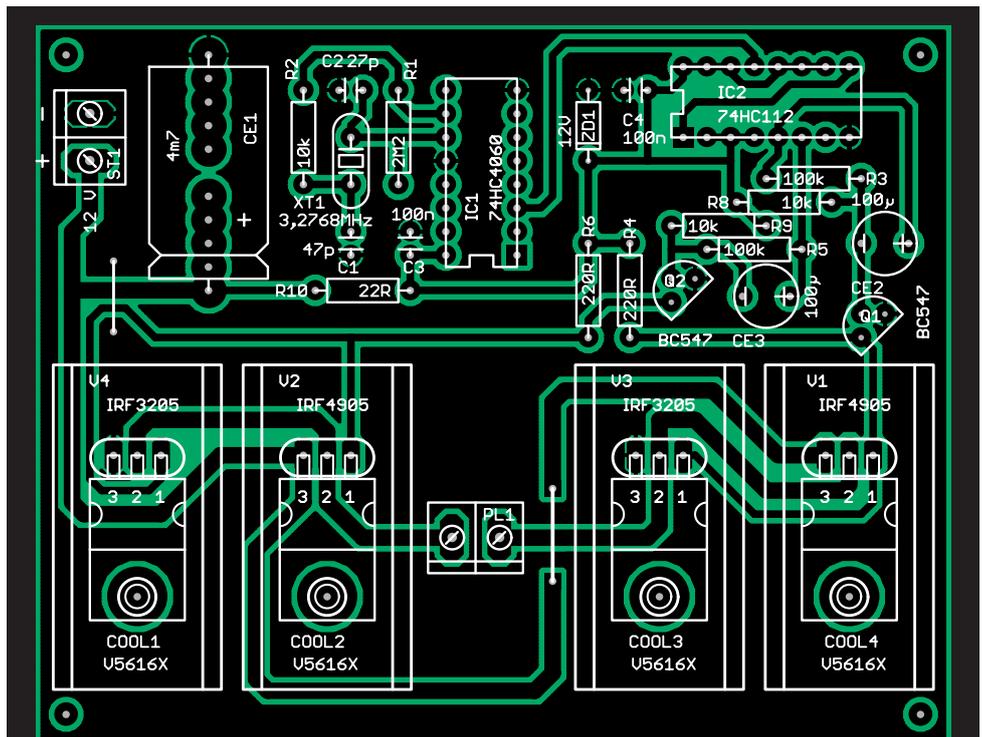
Los transistores MOSFET de potencia tienen una capacidad de entrada (puerta) relativamente elevada, de unos pocos nanofaradios, la cual hace descender un poco su máxima velocidad de conmutación. La etapa de control, que utiliza los transistores Q1 y Q2, tiene una baja im-



**Figura 3.**  
El circuito utiliza un oscilador de cristal para proporcionar una frecuencia de trabajo de 50 Hz estable y precisa.

pedancia de salida para ayudar a corregir esta capacidad y a aumentar la velocidad de conmutación. Las señales de control que llegan a los transistores Q1 y Q2 se generan en las salidas complementarias (Q y Q̄) del circuito integrado IC2A. El oscilador puede dejar de funcionar cuando la tensión de alimentación de la batería sea tan baja que los condensadores CE2 y CE3 no puedan proporcionar el acoplamiento de alterna (AC) de

las señales de control que llegan a los transistores Q1 y Q2. Las resistencias de "pull-up" R8 y R9 aseguran que los dos transistores Q1 y Q2 pasan a conducir, lo que hace que los transistores V1 y V2 ya no estén activos, con lo que consiguen mantener los terminales del bobinado del transformador a la misma tensión que si no hubiese camino disponible para la corriente destructiva, que pasa a través del bobinado y de los transistores MOSFET.



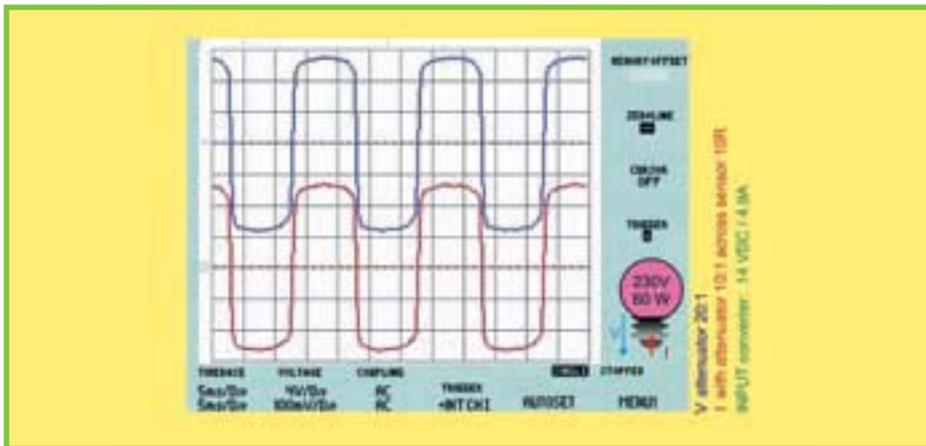


Figura 4. Localización de los componentes en la placa de circuito impreso de una sola cara.

## Resultados

La captura de la pantalla del osciloscopio de la Figura 4 muestra las formas de onda de tensión y corriente en la salida del transformador cuando está trabajando con una carga resistiva (una bombilla de red de 60 W). Utilizando una batería de coche de 12 V totalmente cargada (con tensión en los terminales de 14 V) como fuente de alimentación, la corriente de entrada era de 4,9 A, lo que nos proporcionaba un consumo de potencia de 67 W. El consumo de potencia que medimos en la carga era de 54 W (215 V a 0,25 A) lo cual nos lleva a una eficiencia de funcionamiento de, aproximadamente, el 80%, ¡no demasiado malo para un diseño tan sencillo!

Las pérdidas internas ocurridas en el transformador y en los transistores de conmutación hacen que la tensión de salida no llegue a alcanzar los 230 V, pero sí que esté dentro de la tolerancia de la tensión de alimentación necesaria para la gran mayoría de las aplicaciones eléctricas. Un transformador de red de 11 V podría ayudarnos a compensar las pérdidas de tensión, pero este tipo de transformadores son difíciles de encontrar. Sin embargo, podemos modificar un transformador de red toroidal estándar de 12 V. Este tipo de transformadores generalmente tiene el bobinado de baja tensión realizado sobre el bobinado de la tensión de red, de manera que es relativamente fácil quitarle unas pocas vueltas (alrededor del 10%) para producir una tensión de 11 V en el bobinado secundario.

El radiador especificado para los transistores MOSFET permite el uso de un transformador con un rango de potencia de hasta unos 150 W. Si queremos utilizar transformadores de mayor potencia, debemos usar radiadores de mayor tamaño para los transistores MOSFET (las hojas de características de estos transistores indican que pueden conmutar una corriente máxima de 50 A).

El plano de distribución de pistas y de implantación de componentes que se muestra en la Figura 4 pertenece a una placa de circuito impreso (PCI) con un tamaño "half-eurocard" (es decir, la mitad de una tarjeta euro-card) y su montaje es bastante sencillo. En primer lugar colocaremos los dos enlaces con hilos antes de hacer lo propio con el resto de los componentes.

Los circuitos integrados pueden montarse sobre la placa utilizando zócalos. Cada transistor MOSFET tiene su propio radiador de manera que sea posible montarlos sin ningún otro tipo de aislamiento eléctrico, siempre y cuando el radiador nunca llegue a tener ningún contacto eléctrico con cualquier otra parte del circuito durante su funcionamiento (aunque si hacemos caso a la

forma más pesimista de la ley de Murphy, que dice que "si algo puede ir mal, irá mal", lo más seguro es montar dichos radiadores con su aislamiento). Los dos bloques de terminales utilizados para la conexión de la batería y del transformador deben ser del tamaño adecuado para los cables que estemos utilizando. Debemos asegurarnos que los cables que van a la batería tienen la sección suficiente como para trabajar con la corriente de entrada hacia del inversor. Del mismo modo, también tenemos que asegurarnos de montar un fusible en la línea entre el inversor y la batería. Es suficiente con utilizar un fusible de 15 A (de fundido lento) para conseguir que la unidad funcione con una potencia de hasta unos 150 W.

(060171-1)

## LISTA DE MATERIALES

### Resistencias

R1 = 2MΩ  
R2, R8, R9 = 10kΩ  
R3, R5 = 100kΩ  
R4, R6 = 220Ω  
R10 = 22Ω

### Condensadores

C1 = 47pF  
C2 = 27pF  
C3, C4 = 100nF  
CE 1 = 4700μF condensador electrolítico radial  
CE2, CE3 = 100μF condensador electrolítico radial

### Semiconductores

IC1 = 74HC4060  
IC2 = 74HC112  
Q1, Q2 = BC547  
V1, V2 = IRF4905  
V3, V4 = IRF3205  
ZD1 = diodo zéner de 10 V y 0,5 W

### Varios

PL1, PL2 Bloque terminal de 2 terminales para montaje en placa de circuito impreso (PCI)  
XT1 Cristal de cuarzo de 3,2768 MHz  
PCI Placa de Circuito Impreso con código de pedido nº 060171-1, en ThePCBShop.



# Generador de campo magnético rotatorio en miniatura

**Ventilador para PC analizado**

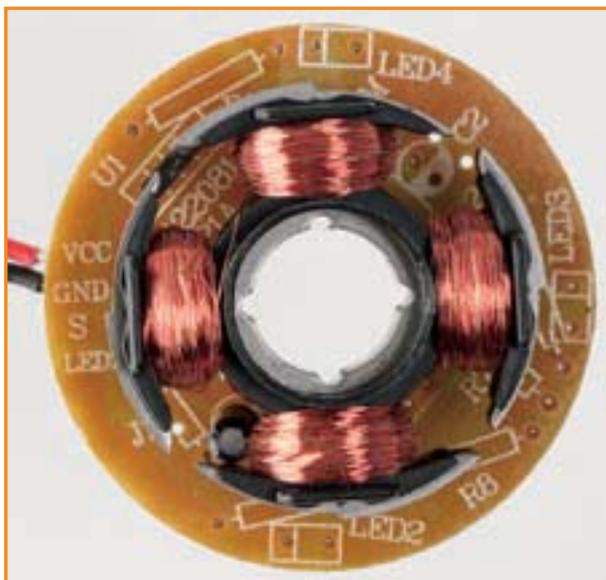
Harry Baggen

**Hoy día la mayoría de los ordenadores contienen varios ventiladores que ayudan a enfriar la CPU, el procesador gráfico, el "chipset" (el circuito integrado que integra la mayor parte de los elementos de control) de la placa base y el resto de la electrónica. A primera vista, un ventilador de este tipo puede parecer que tiene una construcción sencilla, pero existe una gran cantidad de electrónica de control que trabaja debajo de este escenario.**

En los días actuales el ventilador es un componente de baja importancia en una caja que contiene procesadores super-rápidos, memoria y otros circuitos integrados de alta tecnología. Incluso así, los fabricantes de estos ventiladores han incorporado una gran cantidad de electrónica para equiparlos con distintos mecanismos de seguridad y una vida de uso de mayor alcance. ¡Los motores, que utilizan un conmutador y unas escobillas (¡demasiado para

ser equipado!), no se han utilizado para este propósito durante mucho tiempo!

Hemos desmontado varios ventiladores de ordenador en los laboratorios de Elektor Electronics para dar a nuestros lectores una visión general de su montaje. El interior de un ventilador moderno de este tipo (llamado motor de continua sin escobillas) está formado por un número de hojas de metal apiladas, las cuales constituyen cuatro polos, cada una de las cuales tiene una bobina bobinada (valga la redundancia) a su alrededor (**Figura 1**). El rotor (la parte rotatoria con espadas) es un imán circular que tiene cuatro polos Norte/Sur, dividido en partes iguales alrededor de su circunferencia. Si ahora generamos un campo magnético rotativo en las cuatro bobinas, usando un circuito electrónico alimentado por la fuente de alimentación de un ordenador, el rotor comenzará a girar con un número específico de revoluciones. Para detectar la posición instantánea de los polos Norte/Sur del rotor-imán, se ha montado un sensor Hall (el cual reacciona a los cambios del campo magnético), cerca del imán. Esta señal es utilizada para controlar las bobinas por pares, justo en su momento correcto, para conseguir que el ventilador gire a la velocidad requerida. Gracias al alto nivel de integración que hay en la actualidad, es posible colocar toda la electrónica de control, incluyendo el sensor Hall, dentro de un único encapsulado de cuatro terminales, tal y como podemos ver en la **Figura 2**. Hace algunos años necesitaríamos una gran cantidad de componentes para hacer esto, tal y como podemos ver en la fotografía de un viejo modelo, en la **Figura 3**.



**Figura 1.** La placa de circuito impreso dentro del ventilador tiene cuatro polos con bobinas que son controladas por un generador de campo magnético rotativo.



**Figura 2.** La denominación de generador de campo magnético rotativo es una controversia: toda la electrónica y el sensor Hall están en un circuito integrado de cuatro terminales. Aparte del condensador electrolítico no se requiere ningún otro componente.

### Todo en un único circuito integrado

En la **Figura 4** podemos ver el diagrama de bloques interno de un circuito integrado de cuatro terminales utilizado para este ventilador. En este caso se trata de un ATS 276 fabricado por la casa Anachip, pero existen muchos otros circuitos integrados similares en el mercado de otros fabricantes. Dentro del circuito integrado hay un regulador de tensión (Reg.), el cual proporciona una tensión de alimentación estable a la circuitería interna. La salida del sensor Hall se lleva a un amplificador diferencial (Amp) con un circuito de histéresis, el cual controla los dos transistores para las bobinas del motor.

Éste es un circuito integrado bastante básico. Existen también otras versiones más inteligente que pueden detectar cuándo se detiene el rotor, proporcionando una señal de

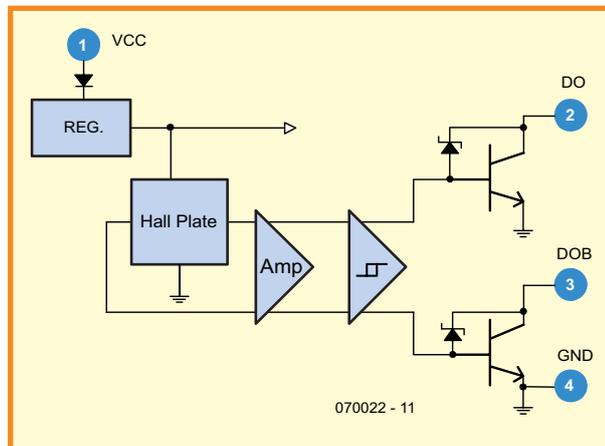
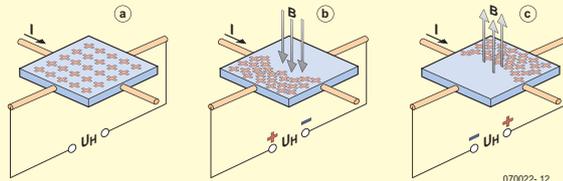


**Figura 3.** Como comparación hemos abierto un ventilador más viejo. La electrónica de control y el sensor lo constituyen componentes discretos.

## Hall-sensor

Un sensor Hall funciona utilizando el denominado efecto Hall. Dicho efecto fue descubierto en 1879 por el físico americano Edwin Hall.

Cuando una corriente fluye a través de un campo magnético, se crea una diferencia de potencial formando ángulo recto con el campo magnético. La fuerza del campo magnético puede determinarse midiendo esta diferencia de potencial. Un elemento Hall está formado por una delgada hoja de material semiconductor al que se le hace pasar una corriente a su través. Cuando hay un campo magnético perpendicular a la hoja semiconductor, se produce un cambio de dirección en la corriente que circula. Esto crea un cambio en la concentración de la carga eléctrica transportada que es perpendicular al flujo de corriente. Esta diferencia de potencial se denomina la tensión Hall. En la producción de elementos Hall se hace uso de materiales tales como antimonio de indio (InSb) y arseniuro de indio (InAs).



**Figura 4.** Diagrama de bloques interno del circuito integrado utilizado en nuestro ventilador. Las bobinas están controladas directamente por el CI, con corrientes de hasta 0,4 A.

salida del número de vueltas (normalmente este tipo de circuitos integrados se encuentran en ventiladores de CPU's y "chipset" de placas base) y también dispone de una protección térmica.

A menudo, el punto más débil de un ventilador para PC no es la electrónica del control, sino los rodamientos internos. Los ventiladores más baratos utilizan normalmente una única banda de rodamientos que puede variar en poco tiempo e introducir algún juego en el rotor. Los ventiladores más claros (y también los mejores) utilizan bolas de rodamientos. En los últimos años se han introducido nuevas técnicas y lubricantes especiales que hacen que los ventiladores funcionen casi sin ruido y con una vida de funcionamiento mucho más larga.

(070022)

# Fuente de alimentación de alta tensión ajustable (1961)

Jan Buiting

Cometí un pequeño error cuando recogí este instrumento de un amable lector que estaba abandonando su casa (debido a la emigración): pensar que se trataba de una unidad muy pesada. De hecho sus más de 13 kilos de peso se podían transportar fácilmente por medio de sus asas de cromo plateado. Este error es bastante común, basta con combinar una serie de circunstancias: (1) una caja de 19 pulgadas con una capa de barniz gris apagado; (2) el nombre de "Fuente de Alimentación" impreso en el panel frontal y (3) grandes válvulas visibles a través de su tapa con agujeros. Juntamos todo esto y fácilmente podemos comprender por qué los americanos llaman a este tipo de equipos un "boat-anchor" (equipo pesado, voluminoso y obsoleto).

De acuerdo con el manual, la fuente de alimentación Van der Heem, tipo 8619, puede emplearse para suministrar una tensión continua (DC) estabilizada de una baja impedancia de salida, para alimentar configuraciones de prueba, realizar calibraciones de instrumentos y otras numerosas aplicaciones, tanto en el laboratorio como en la industria.

La tensión estabilizada suministrada por la 8619 está ajustada continuamente dentro de tres rangos: de 0 a 35 V, de 20 a 190 V y de 180 a 350 V, con una corriente máxima de salida de 150 mA en todos los rangos. También están disponibles tensiones no estabilizadas de 245, 375 y 540 V.

Además, el instrumento proporciona dos tensiones de filamentos de válvulas, de 6,3 VAC y de 4 VAC, y una tensión negativa ajustable dentro del rango de 0 a -40 V.

El instrumento está construido sobre una caja profesional estándar de 22 cm de alto y de 19 pulgadas de ancho, acabada con una capa de barniz mate, típica en todos los instrumentos de laboratorio de altas prestaciones vendidos en los años 60. El panel frontal dispone de varias tomas esparcidas, mandos con punta indicadora, conmutadores resistentes y medidores de aguja con escalas combinadas de



pués de volverla a apagar, detectamos que un fusible de 150 mA estaba fundido. Una vez que dicho componente fue sustituido, el instrumento funcionó de manera correcta.

Una fuente de alimentación ajustable y regulada no es nada especial, pero nuestros lectores pueden intentar encontrar una con las altas tensiones requeridas en los equipos de válvulas y comprobarán que son tan raras como los "mirlos blancos". Algo que no nos sorprendió fue que la fuente



8619 tuviera válvulas en su interior, pero se trataba de modelos comunes que aún se siguen utilizando, como la EL34 (6CA7), la EF94 (6AU6), la OA2 y la 85A2. El circuito simplificado de la sección del regulador muestra siete resistencias (incluyendo un potenciómetro y un "preset"), que forman un divisor de tensión entre la tensión de referencia (-85 V) y la tensión de salida estabilizada. El potenciómetro "preset" se utiliza para la calibración, mientras que el potenciómetro normal permite ajustar la tensión de salida deseada. El control de rejilla de la válvula amplificadora EF94 está conectado a un terminal del divisor de tensión. Debido a la alta ganancia de lazo y a la alta relación de realimentación negativa, la válvula EF94 crea una diferencia de tensión constante con respecto a la tensión común. En consecuencia, la tensión de salida viene determinada por la relación de división efectiva seleccionada en la cadena del divisor por el potenciómetro.

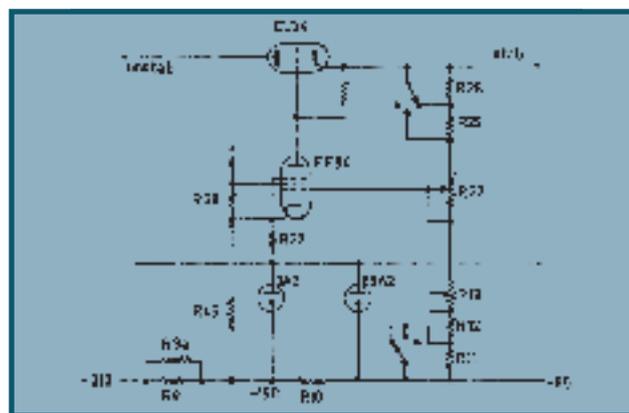
Debemos dar las gracias al Sr. Cor de Boer por poner este raro instrumento a nuestra disposición.

V / mA. Todo tiene un aspecto muy sólido y fiable.

Una vez que quitamos todo el polvo acumulado, confiamos plenamente en que este modelo 8619 podía trabajar sin mayores problemas. Por lo tanto, procedimos a realizar un "arranque lento" para evitar que los condensadores electrolíticos acabasen mal. El truco a tener en cuenta con un equipo de válvulas de "gran solera", que han estado acumulando polvo durante años, es siempre el de utilizar un transformador de red ajustable

para permitir que el equipo pueda funcionar a, digamos, entre el 50 % y el 75 % de su tensión de red nominal durante un cierto número de horas. Esto permitirá que cualquier componente electrolítico, ya seco, de alta tensión interno del equipo vuelva a "recuperarse" y que las válvulas se reactiven de una forma controlada y suave.

A pesar de una gran dosis de paciencia y el cuidado que pusimos al "despertar" esta belleza dormida, no obtuvimos ninguna tensión de salida indicada por el 8619. Des-



Retronics es una columna mensual que trata la electrónica antigua, incluyendo legendarios diseños de Elektor. Son bienvenidas todas las contribuciones, sugerencias y preguntas, por favor enviarlas al mail del editor: [redaccion@elektor.es](mailto:redaccion@elektor.es), asunto: Retronics EE.

(075036-1)

## Sensor de temperatura de ultra baja potencia para teléfonos celulares 3G

STMicroelectronics anuncia un sensor de temperatura de precisión con un requerimiento de corriente de alimentación ultra bajo de menos de 4.3  $\mu\text{A}$  (típico) y un encapsulado UDFN de cuatro cargas, siendo ideal para teléfonos celulares 3G y otras aplicaciones con batería, donde se necesita baja potencia, pequeñas dimensiones, precisión y linealidad sobre un amplio rango de temperatura operativa.

El STLM20, el primer modelo de una nueva serie de sensores de temperatura de elevada precisión, se convierte en el reemplazo drop-in de menor corriente para los dispositivos LM20 de la industria.

El nuevo dispositivo es un sensor de temperatura con salida analógica que opera sobre un

rango de -55 a +130 °C. A +25 °C, la precisión de temperatura a tensión es de  $\pm 1.5$  °C, estando en  $\pm 2.5$  °C para el resto del intervalo.

Operando con una tensión de alimentación de 2.4 a 5 V, el

STLM20 consume un máximo de 8  $\mu\text{A}$  en todo el rango operativo. Por lo tanto, es ideal para la sección RF de teléfonos móviles 3G y PDA multimedia, monitorizando los amplificadores de potencia de transmisor y garantizando

la linealidad necesaria en los estándares 3G W-CDMA.

Este nuevo sensor también es apropiado para osciladores de cristal de temperatura compensada, cargadores de batería y otras aplicaciones portátiles, tales como dispositivos GPS e instrumentos médicos.

El STLM20 se presenta en un encapsulado UDFN 4-lead de 1.0 x 1.3 x 0.5 mm o SOT323 5-lead (SC70) para cumplir con los requerimientos de productos con restricciones de espacio.

**Para más información:**  
**STMicroelectronics Iberia, S.A.**  
**Tel: 914051615**  
**Fax: 914031134**  
**web: www.st.com**



(0706PL10)

## RENESAS TECHNOLOGY y ZMD colaboran en un chipset ZigBee® de banda de 900 mhz

Renesas Technology Corp. y ZMD AG anuncian un acuerdo de desarrollo conjunto que permite a Renesas incorporar tecnología RF de ZMD en sus microcontroladores (MCU) para optimizar el chipset ZigBee® de banda de 900 MHz.

Según los términos de la colaboración, que se completará en 2008, ambas compañías crearán un equipo conjunto con el objetivo de lanzar un nuevo chipset ZigBee al mercado. Este dispositivo se espera que acelere el desarrollo de varios tipos de sistemas IEEE802.15.4 y ZigBee.

ZigBee es un estándar de comunicación inalámbrica de corta distancia basado en IEEE 802.15.4 que ha sido desarrollado para sistemas de control en tareas de automatización en entornos domésticos y oficinas, aplicaciones de comunicación para equipos sanitarios o sistemas automatizados de inspección.

Se espera que las soluciones basadas en IEEE 802.15.4, incluyendo ZigBee, se conviertan en el estándar de comunicación de corta distancia en un futuro cercano. De las varias bandas soportadas por ZigBee, la de 900 MHz ya ha sido introducida en Europa y América del Norte, gracias a sus ventajas de amplia

cobertura, optimización de la vida de batería y reducción al mínimo de interferencia de señal.

ZMD es líder mundial en el suministro de chips RF en la banda de 900MHz. La compañía dispone de la tecnología RF necesaria y tiene probada experiencia en productos ZigBee en el mercado.

Para responder a la gran demanda que se espera, ZMD está buscando la forma más adecuada para combinar RF y funcionalidad MCU. Renesas Technology también está estudiando alternativas para ofrecer soluciones de sistema basado en MCU que soporten la banda de 900 MHz.

"ZigBee de 900 MHz es una tecnología crítica para soportar el desarrollo de sistemas de automatización de edificios y hogares, que tendrán un rápido crecimiento en los próximos años", afirma Hideharu Takebe, Director General de la Unidad de Negocio MCU de Renesas Technology Corp. "Combinando la experiencia de la tecnología RF de 900 MHz de ZMD y la tecnología MCU de Renesas, podemos crear una solución ZigBee para nuestros clientes, que les de ventaja sobre a sus competidores".

Thilo von Selchow, CEO y Presiden-

te de ZMD AG, destaca que "nuestra compañía está muy satisfecha de haber alcanzado este acuerdo de desarrollo con Renesas para desarrollar soluciones ZigBee de 900 MHz. ZMD es el líder del mercado desde hace años en chipsets RF sub-GigaHerzio y ahora tiene la oportunidad de combinar nuestro IP y know-how de diseño con la tecnología del líder en microcontroladores para aportar soluciones RF innovadoras. Además, seguiremos trabajando con Renesas Technolo-

gy para consolidar el desarrollo de productos ZigBee".

En el futuro, ambas compañías planean fortalecer esta colaboración y contemplan la posibilidad de desarrollar una solución monochip, que combine un MCU con funcionalidad RF embebida.

**Para más información:**  
**Renesas Technology Corp**  
**web: www.renesas.com**

(0706PL11)

Publicidad

ELEKTR-N®

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

## Nuevos dispositivos de protección para HDMI 1.3

Los modelos RailClamp® ofrecen una capacitancia de 0.3 pF.

Semtech Corp., empresa representada en España por Anatronc, S.A., anuncia los modelos RClamp®0524P y RClamp®0522P, los dos primeros dispositivos de protección de 5 V en estado sólido capaces de alcanzar una capacitancia de 0.3 pF para responder a las necesidades de High Definition Multimedia Interface (HDMI) 1.3 y otras líneas de datos de alta velocidad.

HDMI ha obtenido un gran éxito con más de sesenta millones de dispositivos equipados con este interface en 2006. El nuevo estándar HDMI 1.3, introducido para mejorar la profundidad de color y la salida de audio, dobla el ratio de datos de señales HDMI a 3.4 Gbps por par diferencial.

La protección de las líneas de datos a estas velocidades supo-

ne un reto, ya que al introducir cualquier capacitancia significativa se puede degradar la integridad de señal. Las soluciones RClamp0524P de cuatro líneas y RClamp0522P de dos líneas son arrays TPV con una capacitancia de 0.3 pF entre pines I/O, pudiendo ser usados en circuitos que operan a más de 3 GHz sin atenuación de señal. Esta capacitancia ultra baja elimina la necesidad de choques en modo común en diseños HDMI.

Una protección ESD dinámica es esencial en sistemas HDMI como consecuencia del creciente uso de cámaras de vídeo, consolas, reproductores de DVD y otros dispositivos, que incrementa el riesgo de una descarga por el cable (CDE).

Los nuevos modelos RClamp cumplen el estándar IEC 61000-4-2 para protección ESD ( $\pm 15$  kV para aire y  $\pm 8$  kV para contacto) y la normativa IEC para



EFT y descarga de rayos.

Ambos dispositivos se presentan en encapsulados SLP sin plomo con un diseño ultra plano que reduce las discontinuidades de traza, pudiendo ser usados en tarjetas y eliminando la necesidad de "guesswork" en el diseño.

Para más información:

**ANATRONIC, S.A.**

**Tel: 913660159**

**Fax: 913655095**

**e-mail: info@anatronc.com**

**web: www.anatronc.com**

(0706PL03)

## Transceptor bidireccional 1x9 trenzado de 155 Mbps

NEOPTTEK, empresa comercializada en España por Ibérica de Componentes, S.A., anuncia

los transceptores de fibra monomodo bidireccional NTBT-S1xxH09-xx, unos módulos de

elevado rendimiento especialmente indicados para comunicación de datos con cables holgados de 0.9 mm.

Estos dispositivos se componen de un diodo láser InGaAsP SMQW-FP como transmisor y un fotodiodo InGaAs como receptor. Además, un filtro WDM (Wavelength Division Multiplex) se integra como WDM de 1310 / 1550 nm para una fibra.

Las funciones del transceptor (transmisor y receptor) se encuentran disponibles en un patillaje de salida 1 x 9 con encapsulado compacto y conectores opcionales (FC / PC, FC / APC, SC / PC y SC / APC).

Los módulos bidireccionales, que poseen un ratio de datos de 155 Mbps, pueden ser aplicados en una gran variedad de aplicaciones de comunicación de datos con elevada velocidad en grandes distancias, mediante fibra monomodo de 9 / 125  $\mu$ m.

El transmisor incorpora un Láser 1310 / 1350 nm InGaAs SMQW FP muy fiable y circuito de dri-

ver que convierte datos PECL (Pseudo Emitter Coupled Logic) en luz. El receptor, por su parte, dispone de un fotodiodo InGaAsP / InP PIN que convierte la señal de luz en una corriente eléctrica, que se amplifica y regenera en datos compatibles PECL. El IC amplificador de transimpedancia tiene un AGC interno para un amplio rango dinámico.

La baja reflexión y el ancho de banda soportan un rendimiento estable en un amplio rango de temperatura operativa con una alimentación de 5 V.

Para más información:

**IBÉRICA DE COMPONENTES, S.A.**

**Tel: 916587320**

**Fax: 916531019**

**e-mail: informa@ibercom.net**

**web: www.ibercom.net**

(0706PL04)



## Nuevo MCU I/O económico de 8 bit

Holtek Semiconductor Inc., empresa representada en España por Anatron, S.A., ha lanzado al mercado el dispositivo HT48R062, un nuevo miembro de su gama de microcontroladores.

El nuevo MCU posee 1 K de memoria de programa OTP, 32 bytes de memoria de datos, once pines I/O y funciones 'full power-down' y 'wake-up', así como temporizador watchdog y reset de baja tensión.

El HT48R062, que trabaja en el rango de tensión de 2.2 a 5.5 V, tiene un oscilador de circuito que ofrece la posibilidad de elegir entre un RC externo o cristal.

El nuevo dispositivo es conforme a las especificaciones de la industria y está especialmente indicado para pequeños electrodomésticos y otras aplicaciones que requieran un controlador a baja escala, incluyendo cargadores de batería, controladores de juguetes y

menaje de cocina.

El HT48R062 se complementa con el dispositivo tipo Mask HT48C062. Esta combinación responde a las necesidades del mercado, dotando de superioridad en términos de proceso y

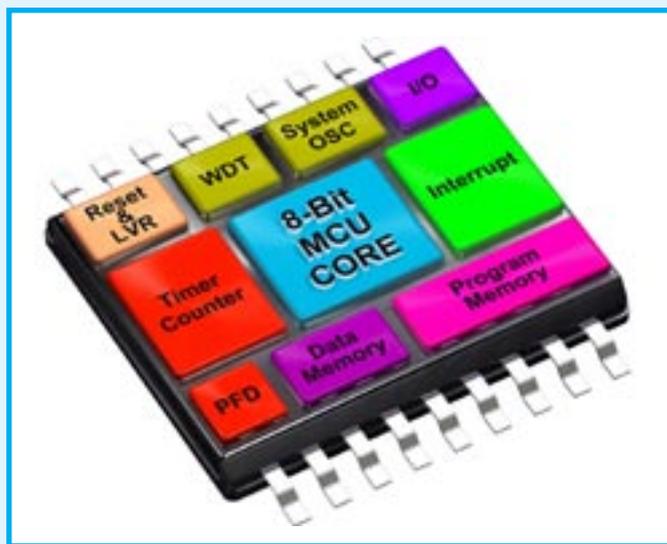
coste de desarrollo.

Para completar la gama de dispositivos MCU, Holtek y Anatron, S.A. también suministran un sistema de desarrollo de hardware y software (HT-IDE3000) con múltiples características

como emulación en tiempo real, funciones de lectura y escritura de memoria / registro de datos, breakpoints de hardware con montaje lógico y funciones de análisis de traza.

Por lo tanto, el HT48R062, que se presenta en encapsulados 16DIP, 16SSOP y 16SSOP, garantiza que todos los usuarios tienen las herramientas necesarias para asegurar un diseño y una depuración en el tiempo más corto posible.

**Para más información:**  
**ANATRONIC, S.A.**  
**Tel: 913660159**  
**Fax: 913655095**  
**e-mail: info@anatron.com**  
**web: www.anatron.com**



(0706PL06)

## Nuevo firewall con ocho puertos Gigabit Ethernet

El Halon SX-200 ofrece elevadas prestaciones, seguridad y fiabilidad.

Ultimobyte, empresa especializada en la seguridad informática y consultoría en sistemas libres, anuncia la disponibilidad del firewall SX-200 de Halon Security, una solución equipada con tecnología H/ANYPORT™, que permite definir cada uno de los ocho puertos Gigabit Ethernet, convirtiéndose en el producto ideal para grupos de trabajo y departamentos de pequeñas y medianas empresas y dotando de la posibilidad de conectar oficinas centrales, delegaciones y clientes.

El Halon SX-200 posee la suficiente potencia para gestionar el tráfico de Intranet / Internet de un departamento sin restricciones de calidad o rendimiento y se caracteriza por UTM (gestión unificada de amenazas con protección ante spam y virus), VLAN, WLAN, QoS, routing estático, IPSec y PPTP VPN, gestión de ancho de banda y preven-

ción de intrusión en línea.

Este nuevo firewall se distingue por ofrecer protección efectiva, rendimiento interno para filtrar el tráfico, el amplio número de conexiones VPN, el balance de carga y las novedosas funciones para definir los ocho puertos Gigabit Ethernet.

El SX-200, una solución en rack de 19", también destaca por rendimiento 8 x 2 Gbps (full duplex), IDS de 1 Gbps, AES / 3DES / VPN de 250 Mbps, mil túneles VPN y soporte de 500.000 sesiones concurrentes.

Las características se completan con sistema operativo H/OS Extreme 2.3.0, procesador de 3.2 GHz, memoria de 256 MB, indicadores LED (potencia, actividad y enlace) y soporte de los protocolos IPv4 e IPv6, ofreciendo un magnífico rendimiento sin comprometer la seguridad de red.

El firewall Halon SX-200 también incluye programas de análisis y un motor de protección de intrusión en línea de elevado

rendimiento, que sólo remite datos que han sido examinados y aceptados para su transmisión, dotando así de una solución de protección completa con tecnología UTM.

A diferencia de otros firewalls de este tipo, la serie SX-200 no sólo incluye un filtrado de estado, sino que también dota de normalización TCP/IP. De esta forma, se compensa cualquier tipo de trá-

fico con problemas de transmisión y se previene ataques DoS, troyanos o gusanos.

**Para más información:**  
**ULTIMOBYTE ESPAÑA, S.L.**  
**Tel: 902 158 894**  
**web: www.ultimobyte.es**

(0706PL08)



## Medidor OTDR compacto para fibra multimodo y monomodo

Solución potente, rápida y ligera para pruebas de redes. C3, Cables y Componentes para

Comunicaciones, S.L., nueva empresa del Grupo COFITEL, presenta el medidor OTDR compacto



FTB-150 de EXFO, que está especialmente indicado para llevar a cabo una completa caracterización da fibra óptica en instalaciones de redes de comunicaciones

El FTB-150, con tecnología OTDR de EXFO, soporta cualquier configuración multimodo y monomodo diseñada para medir en las diversas longitudes de onda de trabajo:

850, 1300 nm (multimodo) y 1310, 1490, 1550 y 1625 nm (monomodo).

De esta forma, el OTDR es ideal para los instaladores que configuran redes LAN / WAN, FTTH, WDM, corporativas, metropolitanas y de largo alcance, ya que puede trabajar con fibras multimodo y monomodo en la misma unidad.

Para el timbrado e identificación de fibras, el FTB-150 cuenta con una fuente de luz visible, con capacidad de emisión continua y pulsada, y comprobador visual de conectores.

El FTB-150 utiliza el software ToolBox Office, el cual ofrece unas magníficas funciones de post-procesamiento de datos de OTDR, tales como análisis de curva bidireccional, realización eficaz de pruebas en múltiples fibras con curva de plantilla, generación de informes profesionales y exportación de archivos de OTDR en formato Bellcore/

Telcordia o ASCII.

Las características se completan con funcionalidad de pantalla táctil y teclas de acceso directo, posibilidad de conexión a nuevos avances tecnológicos y aumento de productividad (encendido en cuatro segundos y mayor rapidez de adquisición, procesamiento y generación de informes).

Todas las configuraciones de OTDR presentan una fuente de luz estable, además de la opción de agregar un localizador visual de fallos, un medidor de potencia o una sonda.

**Para más información:**  
**CABLES Y COMPONENTES PARA COMUNICACIONES, S.L.**  
**Tel: 916224111**  
**Fax: 916200323**  
**e-mail: info@c3comunicaciones.es**  
**web: www.c3comunicaciones.es**

(0706PL09)

## Solución de amplificación de potencia de audio para teléfonos móviles

Este sistema monochip añade salidas de altavoz y manos libres al driver de auriculares estéreo con interface I<sup>2</sup>C y características de protección.

STMicroelectronics, líder mundial en soluciones de audio para teléfonos móviles, ha introducido un chip driver de auriculares y altavoz con un interface de control de bus I<sup>2</sup>C flexible para teléfonos móviles, PDA y ordenadores portátiles.

El nuevo TS4956, que se presenta en un encapsulado flip-chip de 2.5 x 2.4 mm, puede dirigir hasta 38 mW por canal en cargas de auriculares de 16 Ω o 450 mW en cargas de altavoz de 8 Ω, operando con una tensión de alimentación de 3.3 V.

Los diseñadores de teléfonos móviles están "cambiando" los amplificadores tradicionales de potencia de audio por soluciones integradas más complejas. El TS4956 ofrece un sistema con tres salidas en un solo chip: drive de auriculares estéreo, salida de altavoz estéreo y línea mono

para un set manos libres.

Desarrollado para aplicaciones con restricciones de espacio, el nuevo dispositivo minimiza el número de componentes externos requeridos al ofrecer la selección I<sup>2</sup>C de ocho modos operativos diferentes, incluyendo una opción de altavoz estéreo y control de volumen digital de -34 a +12 dB en 32 pasos.

El TS4956 se caracteriza por una corriente standby ultra baja de 0.5 μA, con corriente de cierre de sólo 10 nA, y puede operar con tensiones de alimentación de 2.7 a 5.5 V. Además, la circuitería de reducción de ruido pop and click elimina el ruido de encendido y apagado.

La salida de auriculares está li-

mitada mediante la monitorización de la tensión y la corriente de salida en la configuración "phantom ground" para reducir la posibilidad de daños en el oído del usuario. Además, el nuevo dispositivo posee protección a través de un mecanismo de cierre ante elevación de temperatura activado a +150 °C. El rango operativo se sitúa

entre -40 y +85 °C.

**Para más información:**  
**STMICROELECTRONICS IBERIA, S.A.**  
**Tel: 914051615**  
**Fax: 914031134**  
**web: www.st.com**

(0706PL13)



## Monitor de panel plano industrial de 15" con entrada multiseñal

AXIOMTEK Co., Ltd., empresa representada en España por Anatron, S.A., anuncia el PANEL6153, un monitor de panel plano industrial equipado con un LCD XGA de gran brillo de 15" y entrada multiseñal (DVI, VGA, S-Vídeo y Vídeo). El diseño de adaptador "tipo tornillo" y la conexión de alimentación de 12 / 24 V DC- In ofrecen soporte para toda clase de aplicaciones industriales heavy-duty. Por lo tanto, el PANEL6153 es una solución idónea para puntos de información, kioscos o aplicaciones HMI (Human Machine Interface). Este monitor LCD industrial con compatibilidad RoHS se caracteriza por una luminosidad superior a 250 cd / m<sup>2</sup>, ra-

tio de contraste de 500:1, bisel frontal con protección NEMA4 / IP65 y soporte de montaje en panel, pared, rack o VESA

FPMPMI, pudiendo trabajar en un amplio rango de entornos heavy-duty. La serie PANEL6000 de moni-

tores planos se compone de modelos de 12.1, 15, 17 y 19" para aplicaciones específicas, que soportan LCD TFT de alto brillo, paneles frontales resistentes al agua y al polvo, chasis y paneles de aluminio y múltiples modo de montaje. Además, con el objetivo de ofrecer configuraciones más flexibles, esta gama se puede incorporar a diseños open frame.

**Para más información:**  
**ANATRONIC, S.A.**  
**Tel: 913660159**  
**Fax: 913655095**  
**e-mail: info@anatron.com**  
**web: www.anatron.com**



(0706PL12)

## Nuevo panel PC con procesadores multi-núcleo escalables

Un IPC, dos núcleos y múltiples oportunidades. Kontron ha introducido un nuevo panel PC, el Kontron V Panel Express, equipado con tecnología Intel® Core™ Duo T2500 en Computer-On-Modules (COM) ETXexpress® escalables con formato compatible con COM Express. El nuevo modelo Kontron V Panel Express con tecnología de procesador multi-núcleo embebida es ideal para trabajar en aplicaciones de control en tiempo real, visualización (HMI) y otras muchas tareas simultáneas, tales como protocolos de seguridad y firewalls para tele-servicios, donde hasta ahora tenían que trabajar dos o más sistemas. Este panel PC permite ahorrar mucho dinero, ya que los OEM sólo necesitan un IPC (PC Industrial) para múltiples funciones, que operan en un núcleo separado. Además, está especialmente indicado para aplicaciones informáticas rugeri-

zadas high-end, como imagen industrial, incluyendo codificado y proceso de datos a elevada velocidad. Otras características son ventilación pasiva (sin ventiladores) para maximizar el rendimiento del procesador, tamaño de display de 12 a 17" y bisel frontal en acero inoxidable que se puede customizar. El Kontron V Panel Express es un HMI de grado industrial con una RAM de hasta 2 GB, equipado con dos tarjetas CF y hasta dos drivers de disco duro SATA. Con una amplia variedad de opciones de interface, como dos puertos serie, cinco puertos USB (uno frontal y cuatro traseros), un DVI-I y dos LAN 10/100/1000 Base-TX, el nuevo panel PC se adapta a los requerimientos de cualquier aplicación específica. Este nuevo producto, que soporta Windows XP, Win-

dows XP Embedded, Linux y Embedded Linux, también ofrece dos slot PCI libres para expansión, watchdog integrado y funciones de gestión de potencia. La serie Kontron V Panel Express se compone de sistemas basados en COM con interfaces HMI de elevadas prestaciones para aplicaciones industriales. Además, Kontron garantiza disponibilidad a largo plazo de cinco

años en todos los componentes y ofrece resistencia a choque, vibración y temperatura como características estándares.

**Para más información:**  
**KONTRON**  
**Tel: 917102020**  
**Fax: 917102152**

(0705PL11)



## Nueva núcleo térmico para aplicaciones militares y de seguridad

El modelo Thermal-Eye™ 3600AS ofrece bajo consumo de energía y elevado rendimiento.

BFI Optilas, División Imagen, presenta el modelo Thermal-Eye™ 3600AS, un nuevo núcleo térmico de L-3 Communications Infrared Products que, diseñado para uso en aplicaciones militares y seguridad, se caracteriza por ofrecer bajo consumo de energía y elevado rendimiento. Sus reducidas dimensiones hacen que sea el producto ideal para su integración.

Uno de los aspectos esenciales del núcleo Thermal-Eye 3600AS es su mínimo consumo de potencia, ya que la unidad se puede alimentar usando dos pilas AA estándares, siendo accesible para un amplio número de usuarios.

El nuevo núcleo térmico posee un detector de 30 micras, que se caracteriza por un elevado rendimiento con una sensibili-

dad de 50 mK para aumentar la capacidad de detalle y permitir el uso de componentes ópticos de pequeñas dimensiones, permitiendo nuevos diseños.

Gracias a la tecnología Thermal-Eye Advanced Image Processing, este núcleo térmico produce imágenes detalladas en una amplia variedad de escenarios y campos de aplicación.

El núcleo térmico Thermal-Eye 3600AS, que también se caracteriza por zoom electrónico, polaridad, y ajuste de color a través de un avanzado interface GUI, se convierte en la solución idónea para aplicaciones con restricciones de espacio, como aviones no tripulados o sistemas encubiertos.

Por ejemplo, en incendios y tareas de rescate, gracias a la capacidad de color a medida, las zonas con elevada temperatura aparecen en múltiples matices de colores, mientras que las áreas frías se muestran



en tonos grises, acelerando el proceso de toma de decisiones cuando hay vidas en juego.

**Para más información:**  
**Tel: 91 4531160**  
**Fax: 91 6626837**  
**e-mail: info.es@bfioptilas.es**  
**web: www.bfioptilas.com**

(0705PL10)

## Nuevo servo digital de eje dual con tecnología de elevado rendimiento

El DC2000 es una solución ideal para aplicaciones de escaneado de alta velocidad

BFI Optilas, División Láser y Optoelectrónica, presenta una nueva innovación en servos de espacio de estado auto-sintonizados para aplicaciones de escaneado de elevada velocidad. El driver de servo digital con eje dual

DC2000 es el último miembro de la familia Self-tuned Digital State Space de Cambridge Technology, Inc.

El DC2000 utiliza un algoritmo patentado para lograr velocidades de galvanómetro muy superiores a las obtenidas con servos PID analógicos convencionales. El nuevo modelo, que es entre dos y

cuatro veces más rápido, es una solución auto-sintonizada que no requiere un ordenador host, simplificando así el proceso de fabricación y los costes de servicio para el cliente.

El interface de comando digital directo facilita la integración de sistema, mientras que la retroalimentación back-channel permite al usuario monitorizar digitalmente el estado del servo en tiempo real para avisar al usuario en caso de superar algún límite establecido. Además, la capacidad de soporte remoto hace posible un examen del sistema vía Internet para ofrecer apoyo inmediato desde cualquier centro de soporte a cualquier instalación.

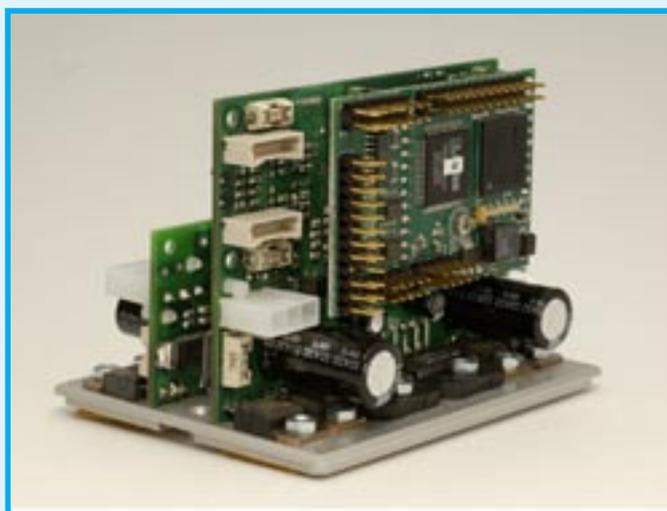
El nuevo servo digital de eje dual ha sido diseñado para dirigir la gama completa de galvanómetros 62xx de Cambridge Technology que soportan aperturas de 3 a 30 mm. También es posible sustituir el DC2000 de un determinado tamaño de galvanómetro o espejo a cualquier otro con una simple descarga del modelo

adecuado con la ayuda del algoritmo de auto-sintonizado, eliminando la necesidad de cambios de hardware.

BFI Optilas es un distribuidor técnico paneuropeo de productos y servicios especializados, que incluyen soporte de diseño e ingeniería para los mercados electrónicos y fotónicos. BFI Optilas se centra en productos de tecnología nicho, tales como láseres, óptica, electro-óptica, imagen, fibra óptica, componentes magnéticos, sensores, conectores, componentes RF y microondas y otros componentes, sistemas y ensamblajes.

**Para más información:**  
**Tel: 91 4531160**  
**Fax: 91 6626837**  
**e-mail: info.es@bfioptilas.es**  
**web: www.bfioptilas.com**

(0705PL14)





JUNIO 2007

### SUSCRIPCIONES A LA REVISTA Y EJEMPLARES ATRASADOS

Las suscripciones o pedido de números atrasados (hasta el nº 320), si se encuentran disponibles, se realizarán a Grupo V, C/ Valportillo Primera 11 - 28108 Alcobendas (Madrid). Telf: 91 662 21 37, Fax: 91 662 26 54. E-mail: boutique@editorial.es. Los precios de ejemplares atrasados son de 4,50 € más gastos de envío.

Las suscripciones o pedido de números atrasados (a partir del nº 321), si se encuentran disponibles, se realizarán a ELEKTOR España, C/ Salvador Olivella, 17-Local 79 A - 08870 Sitges (Barcelona). Telf/Fax: 93 811 05 51. E-mail: info@elektor.es. Los precios de ejemplares atrasados son de 4,50 € más gastos de envío.

### CONSULTORIO TECNICO

Existe un Consultorio Técnico gratuito a disposición de todos los lectores, que se responde en la sección "Cartas de los Lectores", donde se publican las consultas y respuestas mensualmente. Las consultas deben enviarse a la dirección de e-mail: [redaccion@elektor.es](mailto:redaccion@elektor.es). Elektor se reserva el derecho de reducir el contenido de las consultas a publicar por posibles problemas de espacio en la sección.

## ADELTRONIK

### CONDICIONES GENERALES

Los circuitos impresos, carátulas autoadhesivas, ROMs, PALs, GALs, microcontroladores y disquetes que aparecen en las páginas de ELEKTOR se encuentran a disposición de los lectores que lo requieran. Para solicitarlos es necesario utilizar el cupón de pedido que se encuentra en las páginas anexas.

Este mismo cupón también puede utilizarse para efectuar pedidos de los libros de la colección de ELEKTOR (en versión original inglesa).

- Los ítems marcados con un asterisco (\*) tienen una vigencia limitada y su disponibilidad solo puede garantizarse durante un cierto periodo de tiempo.

- Los ítems que no se encuentran en esta lista no están disponibles.

- Los diseños de circuitos impresos se encuentran en las páginas centrales de la Revista. En ocasiones y por limitación de espacio no se garantiza la publicación de todos los circuitos. En estos casos los lectores interesados pueden solicitar los diseños, utilizando el mismo cupón de pedido y les serán enviados a su domicilio contra reembolso de 3 € (incluidos gastos de envío).

- Los EPROMs, GALs, PALs, (E)PLDs, PICs y otros microcontroladores se suministrarán ya programados.

Los precios y las descripciones de los diferentes productos están sujetos a cambios. La editorial se reserva el derecho de modificar los precios sin necesidad de notificación previa. Los precios y las descripciones incluidas en la presente edición anulan los publicados en los anteriores números de la Revista.

### FORMA DE ENVIO

Los pedidos serán enviados por correo a la dirección indicada en el cupón de las páginas anexas. Además los lectores pueden formular pedidos por teléfono llamando al número 91 327 37 97 de lunes a viernes en horario de 9,30 a 14 h y de 16 a 19 h. Fuera de este horario existe un contestador telefónico preparado para recoger las demandas. Los gastos de envío serán abonados por el comprador, tal como se indica en el cupón.

### FORMA DE PAGO

Todos los pedidos deberán venir acompañados por el pago, que incluirá los gastos de envío, tal como se indicó anteriormente. El pago puede realizarse mediante cheque conformado de cualquier banco residente en territorio español, giro postal anticipado, tarjeta VISA (en este caso debe indicarse la fecha de caducidad, domicilio del propietario de la tarjeta y firma del mismo). Nunca se deberá enviar dinero en metálico con el pedido. Los cheques y los giros postales deben ser nominativos a la orden de VIDELEC S.L.

### COMPONENTES UTILIZADOS EN LOS PROYECTOS

Todos los componentes utilizados en los proyectos ofrecidos en las páginas de la Revista se encuentran generalmente disponibles en cualquier establecimiento especializado o a través de los anunciantes de este ejemplar. Si existiera alguna dificultad especial con la obtención de alguna de las partes, se indicará la fuente de suministro en el mismo artículo. Lógicamente los proveedores indicados no son exclusivos y cualquier lector podrá optar por su suministrador habitual.

### CONDICIONES GENERALES DE VENTA

**Plazo de entrega:** El plazo normal será de 2-3 semanas desde la recepción del pedido. No obstante no podemos garantizar el cumplimiento de este periodo para la totalidad de los pedidos.

**Devoluciones:** Aquellos envíos que se encuentren defectuosos o con la falta de alguno de los componentes podrán ser devueltos para su reposición, solicitando previamente nuestro consentimiento mediante llamada telefónica al número (91) 3273797 en horario de oficina. En este caso la persona que llame recibirá un número de devolución que deberá hacer constar al devolver el material en un lugar bien visible. En este caso correrá por nuestra cuenta el gasto de envío de la devolución, debiéndolo hacer así constar el remitente en su oficina postal. A continuación se le enviará nuevamente el pedido solicitado sin ningún gasto para el solicitante.

En cualquiera de los casos anteriores, solo se admitirán las devoluciones en un plazo de tiempo de 14 días contados a partir de la fecha de envío del pedido.

**Patentes:** Algunos de los circuitos o proyectos publicados pueden estar protegidos mediante patente, tanto en la Revista como en los libros técnicos. La editorial no aceptará ninguna responsabilidad derivada de la utilización inadecuada de tales proyectos o circuitos para fines distintos de los meramente personales.

Copyright: Todos los dibujos, fotografías, artículos, circuitos impresos, circuitos integrados programados, disquetes y cualquier otro tipo de software publicados en libros y revistas están protegidos por un Copyright y no pueden ser reproducidos o transmitidos, en parte o en su totalidad, en ninguna forma ni por ningún medio, incluyendo fotocopiado o grabación de datos, sin el permiso previo por escrito de la Editorial.

No obstante, los diseños de circuitos impresos si pueden ser utilizados para uso personal y privado, sin necesidad de obtener un permiso previo.

**Limitación de responsabilidad:** Todos los materiales suministrados a los lectores cumplen la Normativa Internacional en cuanto a seguridad de componentes electrónicos y deberán ser utilizados y manipulados según las reglas universalmente aceptadas para este tipo de productos. Por tanto ni la editorial, ni la empresa suministradora de los materiales a los lectores se hacen responsables de ningún daño producido por la inadecuada manipulación de los materiales enviados.

Código Precio (€)

### E325 JUNIO 2007

#### Ataque de la araña

#### Cargador/comprobador de baterías

- PCB, sin componentes, placa principal	050073-1	20,74
- PCB, sin componentes, placa display	050073-2	20,74
- CD-ROM, software del proyecto	050073-11	11,00
- ST7FMC2S4, programado	050073-41	34,00

#### Medidor de Fuerza "g" con LEDs

- PCB set, incl. 2 sensores MMA7260, cables BDM	060297-71	20,00
- CD-ROM, software del proyecto	060297-11	11,00

#### Programador para Freescale 68HC(9)08

- PCB, sin componentes	060263-1	web*
------------------------	----------	------

#### Sencillo inversor de tensión

- PCB, sin componentes	060171-1	web*
------------------------	----------	------

#### Reloj muy sencillo

- PCB, sin componentes	060350-1	web*
------------------------	----------	------

#### E-blocks Cuadrado seguidor de luz

- PCB, sin componentes	075032-1	web*
------------------------	----------	------

### E324 MAYO 2007

#### Ataque de la araña

- Kit de presentación	060296-91	13,30
-----------------------	-----------	-------

#### AVR que soporta USB

- PCB, sin componentes	060276-1	web*
- CDROM, software del proyecto incluyendo código fuente	060276-11	10,50
- ATmega32-16PC, programado	060276-41	18,00

#### USB inalámbrico en miniatura

- PCB, sin componentes, placa de prototipos iDwarf	050402-1	16,50
- iDwarf-168 módulo transmisor (montado y probado)	050402-91	48,00
- Placa Nodo iDwarf (montado y probado)	050402-92	34,50
- Placa Hub iDwarf (montado y probado)	050402-93	34,50

#### LCD de teléfono móvil para PC

- PCB, sin componentes	060184-1	web*
- CDROM, software del proyecto	060184-11	10,50
- ATmega16-16PC, programado	060184-41	18,00

#### Antical para tuberías

- PCB, sin componentes	070001-1	web*
------------------------	----------	------

### E323 ABRIL 2007

#### Una forma de dar la hora:

- CPLD, programado	050311-31	70,60
--------------------	-----------	-------

#### Curso FPGA (9):

- CD-Rom software del curso incluyendo código fuente	060025-9-11	10,30
--	-------------	-------

#### Explorer 16 Paquete de evaluación:

- Pack de cuatro componentes juntos en una única entrega	060280-91	245,00
--	-----------	--------

### E322 MARZO 2007

#### Un reloj muy simple:

- CD-Rom software del proyecto incluyendo código fuente	060350-11	10,30
- PIC16F628-20 programado	060350-41	11,00

#### Curso FPGA (8):

- CD-Rom software del curso incluyendo código fuente	060025-8-1	10,30
--	------------	-------

### E321 FEBRERO 2007

#### Receptor de onda corta:

- AT90S8515-8PC programado	030417-41	22,62
----------------------------	-----------	-------

### E320 ENERO 2007

#### Lápis USB con ARM y RS 232:

- PCB	060006-1	28,00
- AT91SAM7S64, programado	060006-41	56,00
- Tarjeta montada y probada	060006-91	159,00
- CD-ROM con software del proyecto	060006-81	11,00

### E319 DICIEMBRE 2006

#### Depurador/Programador para PICs en el Circuito:

- PCB	050348-1	10,50
- PIC16F877, programado	050348-41	36,00
- Kit, incl. PCB, controlador, todas las piezas	050348-71	68,50

#### GBEGC-GameBoy como electrocardiógrafo:

- PCB, ensamblado y probado	050280-91	110,00
-----------------------------	-----------	--------

#### ECG usando una tarjeta de sonido:

- PCB	040479-1	11,00
- CD-ROM, software del proyecto	040479-81	10,00

### E318 NOVIEMBRE 2006

#### Lector RFID de ELEKTOR:

- PCB, ensamblada y probada, con cable USB	060132-91	82,20
- LCD con retroiluminación	030451-72	14,50
- Caja	060132-71	18,00
- Software del proyecto	060132-81	10,50

#### Lector experimental RFID:

- Disk, all project software	060221-11	10,50
- ATmega16, programado	060221-41	18,00

#### Monitor DiSEqC:

- Disk, PIC código fuente y código Hex	040398-11	10,50
--	-----------	-------

(\*) www.thepcshop.com

	Código	Precio (€)
- PIC16F628A-20/P, programado	040398-41	11,00
<b>Conversor USB/DMX512:</b>		
- Disk, software del proyecto	060012-11	10,50
- PIC16C745, programado	060012-41	14,00
<b>E317-OCTUBRE 2006</b>		
<b>Temporizador de Cepillo de Dientes:</b>		
- Disco, software de proyecto	050146-11	10,50
- AT90S2313-10PC, programado	050146-41	14,00
<b>Sencillo Control Remoto Casero:</b>		
- Disco, software de proyecto	050233-11	10,50
- PIC16F84, programado	050233-41	20,50
<b>Termómetro de un Hilo con Pantalla LCD:</b>		
- Disco, software de proyecto	060090-11	10,50
- PIC16F84A-04CP, programado	060090-41	21,00
<b>E316-SEPTIEMBRE 2006</b>		
<b>Comprobador/Experimentador para Servo RC:</b>		
- Disco, software de proyecto	040172-11	11,00
- PIC16F84 (A), programado	040172-41	21,00
- Kit, Incl. PCB, controlador, all parts	040172-71	20,50
<b>E315-AGOSTO 2006</b>		
<b>Transmisor de prueba FM estéreo:</b>		
- PCB	050268-1	24,00
<b>Comprobador de Cable de Red:</b>		
- PCB	050302-1	17,00
- Disco, PIC código fuente	050302-11	11,00
- PIC16F874-20/P	050302-41	34,00
<b>E314-JULIO 2006</b>		
<b>Analizador OBD-2 en placa:</b>		
- LCD, 4x20 caracteres con luz de contraste	050176-73	S/P
- Kit de partes, incl. 050176-1, 050176-2, 050176-42, todos los componentes, excl. LCD	050176-72	S/P
- Caja, Bopla Unimas 160	050176-74	S/P
- ATmega16, programado	050176-42	21,00
- Kit de elementos, sin cable	050092-71	103,00
- DB9 a OBD cable adaptador	050092-72	55,00
<b>Mini Placa ATMega:</b>		
- PCB, incluye adaptador PCB 0500176-2	050176-1	18,00
<b>E313-JUNIO 2006</b>		
<b>Simple Caracterizador de Pilas AA Recargable:</b>		
- PCB, bare	050394-1	10,00
- Disco, software de proyecto	050394-11	11,00
<b>Caja SPI Universal:</b>		
- AT89C2051-24PC, programado	050198-41	15,00
<b>E312-MAYO 2006</b>		
<b>Placa de Aplicación para el R8C/13:</b>		
- Placa montada	050179-92	96,00
- PCB	050179-1	27,35
- LCD con contraluz	030451-72	14,39
- Poly-LED display	030451-73	51,00
<b>Placa de Prototipos para FPGA:</b>		
- Placa montada	050370-91	S/P
<b>Módulo FPGA Versátil:</b>		
- Módulo montado plug-on	040477-91	342,00
• Suscriptores		353,00
• No suscriptores		
<b>E311-ABRIL 2006</b>		
<b>Controlador de Motor sin Escobillas:</b>		
- ST7MC1, programado	050157-41	7,54
<b>Un Tom Thumb de 16 Bits:</b>		
- R8C Starter Kit	050179-91	16,45
<b>E310-MARZO 2006</b>		
<b>Adaptador de Fuente de Alimentación para Portátil de 95 Vatios:</b>		
- PCB	050029-1	59,00
<b>Controlador Automático para Ventana de Ático:</b>		
- Disco, PIC código fuente y hex	050139-11	10,28
- PIC16F84A-20/P, programado	050139-41	26,00
- Módulo LCD 2x16 caracteres	030451-72	14,00
- Módulo PLED 2x16 caracteres	030451-73	51,00
<b>Horno de Soldadura de Oja para SMD:</b>		
- Disco, PIC código fuente y hex	050319-11	10,28
- AT89C52/24JI, programado	050319-41	15,00
- Módulo LCD 2x16 caracteres	030451-72	14,39
- Módulo PLED 2x16 caracteres	030451-73	51,00
<b>Conmutador Temporizado para Lavadora:</b>		
- PCB	050058-1	18,00
- Disco, PIC código fuente y hex	050058-11	12,44
- PIC16F84, programado	050058-41	26,00
<b>E309-FEBRERO 2006</b>		
<b>De la "A" a la "D" por medio del USB:</b>		
- PCB	050222-1	16,00

	Código	Precio (€)
- IOW24-P, programado	050222-41	19,00
<b>Supervisor de teléfono:</b>		
- PIC16F628-20/P, programado	050039-41	17,00
- CD-ROM, PIC hex & source codes, LCM First Server	050039-81	14,00
<b>E308-ENERO 2006</b>		
<b>Control remoto por teléfono móvil:</b>		
- PCB	040415-1	13,00
- Disco, PIC código fuente y hex	040415-11	11,00
- PIC16F84A-20/P, programado	040415-41	21,00
<b>E307-DICIEMBRE 2005</b>		
<b>27C512 Emulador:</b>		
- Disco, software de proyecto	030444-11	11,00
- EPM7064SLC84-15, programado	030444-31	55,00
- AT90S8515-4PC, programado	030444-41	30,00
<b>Pequeño Coloso:</b>		
- Disco, código fuente del PIC	040267-11	11,00
- PIC12F675-C/P, programado	040267-41	6,00
<b>Cerradura Flash para PCs:</b>		
- PIC16F628A-I/SO, programado	050107-41	10,00
- CD-ROM, software de proyecto	050107-81	14,00
<b>E306-NOVIEMBRE 2005</b>		
<b>Medidor ESR/C:</b>		
- PCB, desnudo	040259-1	25,00
- Disco, PIC código fuente y hex	040259-11	11,00
- PIC16F877-20/P, programado	040259-41	31,00
- PIC16F84A-20/P, programado	040259-42	21,00
- Kits de piezas sin caja	040259-71	127,00
- Caja	040259-72	14,00
<b>Medidor de distancia manual:</b>		
- ATmega8-16PC, programado	040015-41	31,00
- Disco, software de proyecto	040015-11	11,00
<b>E305-OCTUBRE 2005</b>		
<b>Adaptador MP3 para TV:</b>		
- PCB, desnudo	054035-1	8,00
- Disco, software de proyecto	054035-11	10,50
- EPM7064SLC44-10, programado	054035-31	55,00
<b>Cerradura codificada con un botón:</b>		
- Disco, código fuente y hex	040481-11	10,50
- PIC16F84, programado	040481-41	14,00
<b>Contador de Frecuencia de 1 MHz:</b>		
- Disco, software de proyecto	030045-11	10,50
- AT90S2313-10PI, programado	030045-41	11,00
<b>E304-SEPTIEMBRE 2005</b>		
<b>Placas de experimentación DIL/SOIC/TSSOP:</b>		
- PCB, for 20-pines DIL IC	040289-1	14,00
- PCB, for 20-pines SOIC IC	040289-2	14,00
- PCB, for 20-pines TSSOP IC	040289-3	14,00
<b>Diagnóstico Del Vehículo Mediante OBD-2:</b>		
- PCB, desnudo	050092-1	18,00
<b>E303-AGOSTO 2005</b>		
<b>Comprobador de Contaminación Eléctrica:</b>		
- PCB, solo	050008-1	10,50
- PCB, montado y comprobado	050008-91	
<b>Práctico Receptor GPS sobre USB:</b>		
- PCB, solo	040264-1	9,00
- Kit de componentes	040264-71	124,00
<b>Registrador de temperatura manual</b>		
- PCB, solo	030447-1	8,00
- Disco, software de proyecto	030447-11	10,50
- PIC16F676, programado	030447-41	11,00
- Kit de componentes	030447-71	51,50
<b>Sintonización de la Contaminación Electromagnética:</b>		
- PCB	040424-1-1	7,00
<b>E302-JULIO 2005</b>		
<b>Programador para Control DCC para Modelismo Ferroviario:</b>		
- PCB	040422-1	38,00
- Disco, código fuente y Hex ATMega	040422-11	10,30
- ATMega8515-8PI, programado	040422-41	33,00
<b>Medidor de Densidad de Flujo Magnético</b>		
- Disco, código fuente del PIC	040258-11	10,30
- PIC16F876-20/SP, programado	040258-41	33,00
<b>E301-JUNIO 2005</b>		
<b>Sistema de Desarrollo LPC210x "ARMee":</b>		
- Placa procesador montada y comprobada	040444-91	40,00
<b>Analizador SC 2005:</b>		
- PCB	030451-1	11,00
- Disco, software de proyecto	030451-11	10,50
- PIC16F876-20/SP, programado	030451-41	27,50



**SUSCRÍBETE YA !!  
y benefíciate...**

Consigue **11** ejemplares + **CD**  
(incluido el DOBLE de Julio/Agosto) al precio de **10**

**FORMULARIO DE SUSCRIPCIÓN Y FORMA DE PAGO**

Recorta y envía este cupón o copia del mismo debidamente relleno a:  
**Elektor International Media Spain, S.L. CIF: B64401961**  
**C/ Salvador Olivella, 17 - Local 79 A - 08870 Sitges (Barcelona)**  
*(Oferta válida únicamente en España)*

**Sí,** deseo suscribirme a la revista ELEKTOR, por el período de un año.  
 La suscripción incluye 11 ejemplares (incluido el DOBLE de Julio/Agosto)

11 ejemplares + CD al precio de 66,00€  11 ejemplares al precio de 56,00€

NOMBRE \_\_\_\_\_  
 APELLIDOS \_\_\_\_\_  
 DOMICILIO \_\_\_\_\_  
 POBLACIÓN \_\_\_\_\_  
 PROVINCIA \_\_\_\_\_ CÓDIGO POSTAL \_\_\_\_\_  
 TELÉFONO \_\_\_\_\_  
 E-MAIL \_\_\_\_\_

Transferencia bancaria a **Elektor International Media Spain, S.L.**  
**(Número de cuenta LA CAIXA: 2100 1135 64 0200152440)**  
*(Importante: poner nombre, apellidos y provincia del remitente)*

Domiciliación Bancaria: NIF: \_\_\_\_\_  
 ENTIDAD AGENCIA DC CUENTA

Con tarjeta de crédito: Mes Año  
 VISA  4B/Mastercard Caducidad Tarjeta: \_\_\_\_\_

Número de tarjeta: \_\_\_\_\_

Firma (misma que en la tarjeta): \_\_\_\_\_

El interesado tiene derecho a conocer, rectificar, cancelar u oponerse al tratamiento de la información que le concierne, y autoriza a que pase a formar parte del fichero de Elektor International Media Spain, S.L. ante el cual podrá ejecutar sus derechos, y a que sea utilizada para mantener la relación comercial y recibir información y publicidad de productos y servicios de nuestra empresa y de otras relacionadas con los sectores de telecomunicaciones, financiero, ocio, formación, gran consumo, automatización, energía, agua, ONGs. Si no desea ser informado de nuestros productos o servicios, o de los de terceros, señale con una X esta casilla . (Ley orgánica 15/1999 de 13 de Diciembre de Protección de datos).

**SUSCRÍBETE TELEFÓNICAMENTE LLAMANDO AL: 93 811 05 51**  
**O SUSCRÍBETE ON-LINE EN LA DIRECCIÓN: info@elektor.es**





**SUSCRÍBETE YA !!**  
**y benefíciate...**

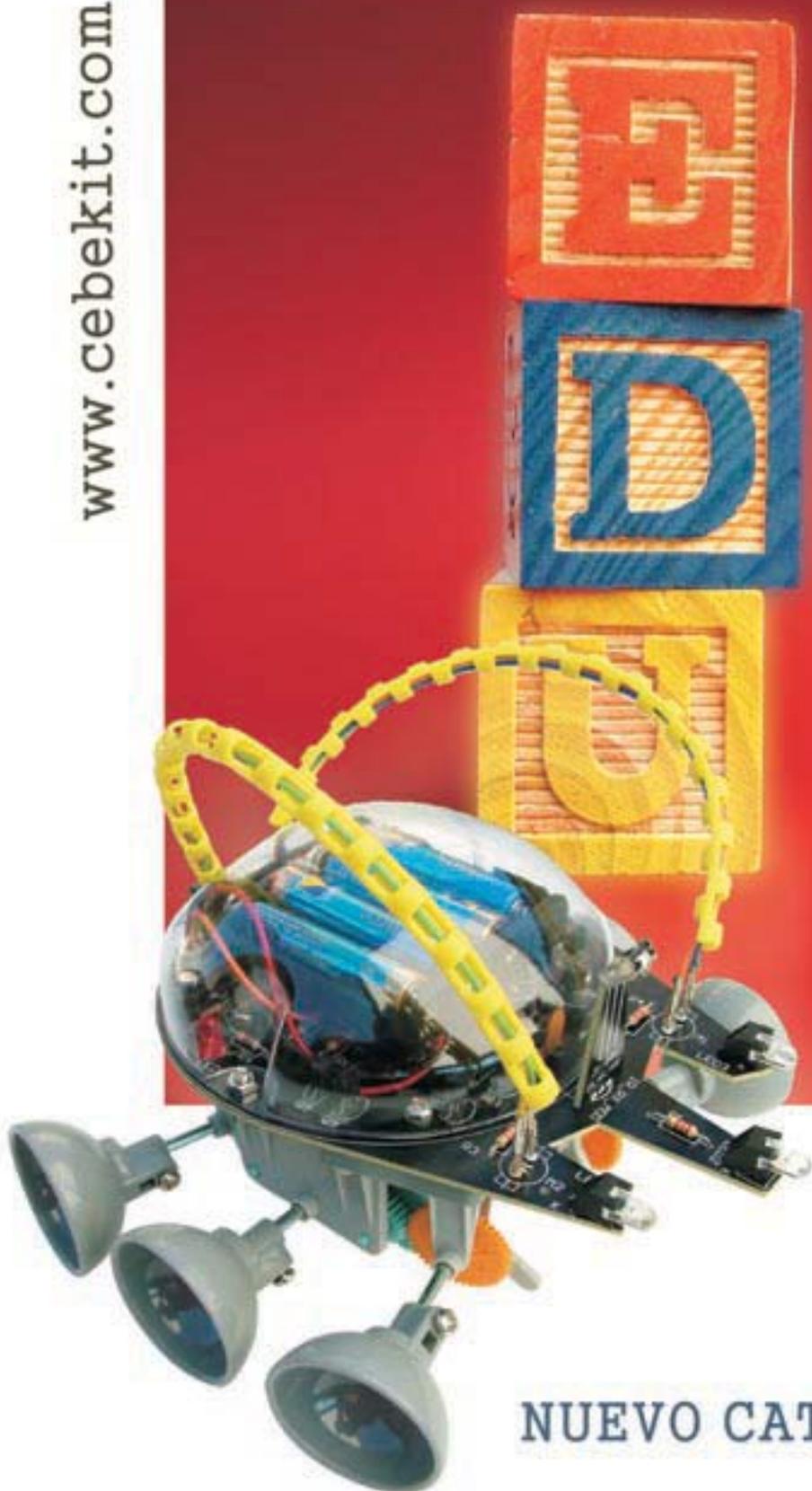
Consigue **11** ejemplares  
(incluido el DOBLE de Julio/Agosto)  
al precio de **10 !!**

**www.elektor.es**

www.cebekit.com

CEBEKIT®

Didac-01



Catálogo Educativo, Tecnología & Robótica

- Robótica
- Tecnología
- Kits solares
- y más productos

NUEVO CATÁLOGO EDUCATIVO

# Células Solares de té de fruta

## Realiza tus propias células solares con tinte sensibilizador

Dr. Axel Werner y Jens Nickel

Las células solares con tinte sensibilizador pueden ser el comienzo de un gran futuro, podrían suplantarse totalmente a las costosas células solares de silicio. Verdaderamente resulta emocionante que podamos construir estos revolucionarios nuevos tipos de células nosotros mismos, utilizando materiales sencillos.

Todos sabemos que las sustancias orgánicas de las plantas pueden convertir la luz solar en energía utilizable, siendo la clorofila el mejor ejemplo conocido. Sin embargo, mucha gente no comprende que los tintes orgánicos naturales pueden actuar también como donantes del electrón en células solares (ver el apartado). La materia prima de una célula solar no es tan solo de material de silicio semiconductor, en cambio el dióxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ) es semiconductor. El dióxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ) se hace utilizando procesos industriales en gran escala, y es empleado como pigmento blanco para el papel, pinturas y dentífricos. El dióxido de titanio sólo absorbe la luz en la banda ultravioleta, el cual forma una parte relativamente pequeña del espectro de la luz del Sol. Sin embargo, el dióxido de titanio puede ser "sensibilizado" con tintes orgánicos, por lo que puede absorber la luz del Sol bastante bien. Las células solares con tinte sensibilizador (también conocidas como Grätzel, gracias a su descubridor) son actualmente objeto de una intensa investigación mundial [1]. Su eficiencia es aproximadamente de un 7%, lo que es sólo un poco más de un tercio de la eficiencia de las células solares de silicio. Sin embargo, las células solares fabricadas con esta tecnología podrían ser mucho más económicas que las células solares de silicio, ya que el proceso de fabricación para células convencionales resulta complicado y caro.

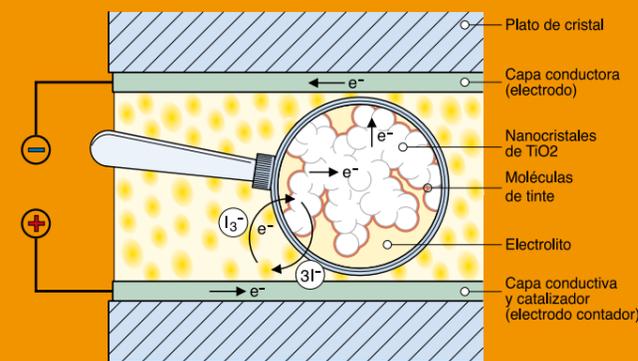
### ¿LA CÉLULA DEL FUTURO?

Probablemente tendrán que pasar varios años para que las



### Cómo funcionan las células solares con tinte sensibilizador

Una célula solar sensibilizada por tinte está formada por dos piezas planas de cristal con barnices conductores de electricidad. El barniz conductor se fabrica generalmente de un óxido de metal. Una fina capa (aproximadamente de 10  $\mu\text{m}$ ) de cristales de óxido de titanio (con unas dimensiones de unos 20 nm), los cuales han sido horneados para formar un barniz poroso, se encuentran entre las dos piezas de cristal. El tinte es depositado sobre este barniz poroso. El tinte utilizado en la industria de las células solares sensibilizadas contiene el metal noble rutenio, y naturalmente el tinte de color rojo puede usarse en procesos experimentales. Debido a las pequeñas dimensiones del dióxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ) y los espacios creados entre ellos, la estructura porosa tiene una superficie muy grande y la capa de tinte es muy fina. Esto es esencial para que el proceso sea correcto, ya que el tinte es un pobre conductor de electricidad. Cuando la luz golpea a una molécula del tinte inyecta un electrón en el dióxido de titanio. Los electrones se acumulan en el barniz conductor (electrodo que trabaja) localizado entre el dióxido de titanio y la lámina de cristal. Otro barniz conductor debe estar presente en otro lado para actuar como un electrodo contador, y llenar el espacio que hay entre ellos con una solución de electrolitos. Podemos utilizar una simple solución de sal de yodo (yodo/yoduro) para procesos experimentales ya que el electrolito de 'acetronitrilo' utilizado en la industria de células solares sensibilizadas es demasiado volátil y tóxico. Las moléculas de yoduro en una solución de electrolito están "inclinadas" a reaccionar con el electrodo contador para dar forma a las moléculas de yoduro, si aplicamos un catalizador al electrodo (las células industriales utilizan platino como catalizador, aunque se puede utilizar el grafito en células experimentales). Sin embargo esta reacción requiere de electrones. El sobrante de electrones sobre otro electrodo genera energía eléctrica que puede usarse. Si conectamos los electrodos externamente a través de una carga, fluirá una corriente. Las moléculas de yoduro de la solución proporcionan electrones al tinte y se convierten de nuevo en moléculas de tri-yodo durante este proceso, así queda cerrado el circuito eléctrico.



### ENLACES WEB

- [1] [www.farbstoffszelle.de](http://www.farbstoffszelle.de)
- [2] [http://en.wikipedia.org/wiki/Dye-sensitized\\_solar\\_cells](http://en.wikipedia.org/wiki/Dye-sensitized_solar_cells)
- [3] [www.mansolar.com](http://www.mansolar.com)
- [4] [www.solideas.com/solrcell/iceorder.html](http://www.solideas.com/solrcell/iceorder.html)
- [5] [www.elektor.de/Default.aspx?tabid=29](http://www.elektor.de/Default.aspx?tabid=29)

### Componentes y herramientas

- Piezas de cristal plano con una capa de barniz conductor de electricidad en un lado. Están incluidas en un kit que podemos solicitar por Internet. Sin embargo podemos utilizar piezas de cristal de baja emisión. Generalmente podemos conseguir trozos pequeños de cristal de baja emisión de cristaleros, ya que lo utilizan para hacer ventanas de aislamiento térmico. Necesitamos al menos dos piezas con unas dimensiones de aproximadamente 5 x 2 cms. El coste es de 1,50 euros aproximadamente, puesto que tienen que ser cortadas.
- Dióxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ) y glicol de polietileno. El glicol de polietileno es un ingrediente básico en muchos tipos de ungüentos y cremas. En este caso lo utilizaremos para preparar una suspensión de dióxido de titanio. Podemos conseguir estos ingredientes en cualquier droguería. El glicol de polietileno debe tener un peso molecular de aproximadamente 300, así queda suficientemente fluido (disponible también en forma sólida). Los kits disponibles en Internet incluyen una suspensión blanca ya preparada muy recomendable. Con la suspensión preparada debemos asegurarnos también de que el tamaño de la partícula del dióxido de titanio es el correcto (aproximadamente 20 nm), y que está finamente dispersada, algo que no es tan sencillo de conseguir en una suspensión de dióxido de titanio. Si queremos, podemos intentarlo también utilizando dentífrico blanco, Tippex, pintura blanca para paredes, o algún producto similar que contenga dióxido de titanio como algún blanqueador.
- Un electrolito. También está disponible en los kits de Internet. Para nuestros experimentos utilizamos una solución de yodo en una proporción del 65% de etanol (disponible en droguerías). Esto funciona, aunque produce alrededor de sólo un tercio de la corriente de un electrolito estándar.
- Té de frutas (Hibiso o de Rosas) Disponible en los kits de Internet, aunque lo podemos encontrar fácilmente en otro lugar.
- Cocina de camping gas y un encendedor.
- Puesto de laboratorio con una abrazadera, un timbre y una pantalla protectora (para proteger el cristal mientras se hornea).
- Pipeta (también podemos utilizar una cucharadita para gotear la suspensión de dióxido de titanio sobre el cristal).
- Pinzas
- Calentador para hervir
- Tetera
- Secador de pelo
- Tiras de cinta con pegamento ("Sellotape").
- Un trozo de papel de aluminio
- Plato de Petri (podemos utilizar un tazón plano o un plato de sopa)
- Un lápiz de grafito
- Un trozo de cristal o tarjeta de plástico para untar el dióxido de titanio.
- Multímetro
- Pinzas cocodrilo

# Células Solares de té de fruta

## Realiza tus propias células solares con tinte sensibilizador

En un futuro las células solares con tinte de color pueden hacer que las de silicio resulten más caras, y como resultado la corriente solar será más económica. Podemos construir estas revolucionarias células a base de materiales básicos, únicamente necesitamos una lámina de cristal conductor y algunos productos químicos (ver componentes y herramientas). El elemento básico es el dióxido de titanio y un tinte de color rojo, por ejemplo del de té de rosas. Más adelante encontraremos una guía explicativa con fotografías. ¡Vamos a intentarlo!

1. El sustrato de la célula solar es un trozo de cristal de una ventana corriente de aproximadamente 2 mm de grosor, con un óxido para cubrir metales transparentes (como el ZnO). Desafortunadamente, no podemos hacer este barniz nosotros mismos. Sin embargo, encontraremos disponibles estas piezas de cristal con un barniz conductor incluidas en el kit de Mansolar [3] (la fotografía nos muestra algunos de los ítems incluidos en el kit). Una de las versiones del kit incluye trozos de cristal con un barniz conductor y uno listo para hornear el barniz sobre el dióxido de titanio  $TiO_2$ .

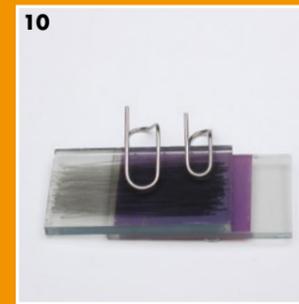
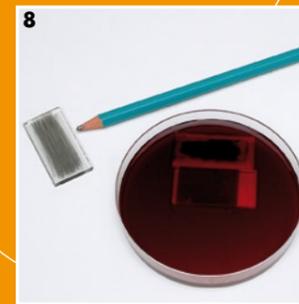
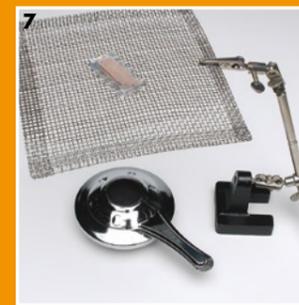
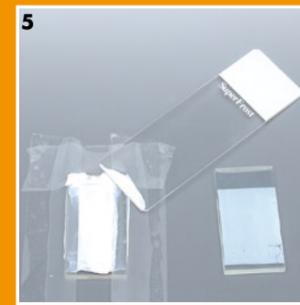
2. La fotografía muestra los principales elementos incluidos en el kit (fotografía izquierda), y algunos elementos alternativos (fotografía derecha). Una de las alternativas para las piezas de cristal del kit de Internet son los restos de piezas de cristal de baja emisión (ver los elementos en la descripción). El polvo del  $TiO_2$  debe tener un tamaño de la partícula de aproximadamente 15 a 25 nm. Debemos mezclar una parte de cada uno con el agente aceitoso emulsionado (glicol de polietileno) y revolver la mezcla totalmente hasta obtener una masa viscosa (consultar la lista de componentes). Podemos reemplazar el electrolito del kit de Internet por una solución de yodo en etanol (esto nos daría unos resultados algo más pobres). Ahora vamos a intentar lo y exponer nuestros resultados en el foro de debate de Elektor Electronics [5].

3. Utilicemos el rango de resistencia del multímetro para determinar qué lado de cada pieza del cristal puede conducir. Utilizando tres tiras de cinta con pegamento, aseguraremos una de las piezas del cristal a la tabla con el lado conductor hacia arriba.

4. Esparciremos un poco de la solución de dióxido de titanio en la pipeta, después depositaremos algunas gotas sobre la superficie conductora del cristal...

5. ...y lo golpearemos con algo plano utilizando la tarjeta de plástico u otra pieza de cristal. Podemos obtener una capa uniforme dejando la tarjeta sobre la tira de cinta en cada lado mientras golpeamos. En la fotografía de la derecha se muestra una pieza de cristal ya barnizada de los kits de Internet para poder tener una comparación. Por supuesto es posible obtener estos mismos resultados en casa.

6. El barniz debe ser horneado en un horno o sobre una llama (como la de una cocina de un camping gas a 450°C aproximadamente). En este caso utilizamos la última opción. Colocaremos la pantalla protectora a pocos centímetros de la llama y pondremos la pieza de cristal con el barniz de  $TiO_2$  en la parte alta.



7. La capa de  $TiO_2$  se volverá de color marrón durante el proceso de calentamiento (ver la fotografía), debido a que los elementos orgánicos están siendo quemados. Sin embargo, el barniz debe volverse de color blanco al final. Debemos esperar a que el cristal se enfríe despacio, ya que de lo contrario podría romperse en añicos. No debemos retirar el protector del cristal inmediatamente, sino que lo desplazaremos a una zona más fresca cerca del borde.

8. Ahora prepararemos el té de frutas con el agua hirviendo (utilizaremos varias bolsistas de té y poco agua), posteriormente lo verteremos en un tazón. Las fuentes de tintes alternativos son jugo de remolacha roja, jugo de frambuesa y tinta roja. Una vez que la pieza de cristal se haya enfriado a temperatura ambiente, lo colocaremos en el té en un tazón dejándolo reposar en remojo durante aproximadamente cinco minutos. Mientras se está empapando, cubriremos el lado conductor de la segunda pieza de cristal con una capa de grafito (por ejemplo de la punta de un lápiz). Esta capa actuará como un catalizador para transferir electrones del electrodo al electrolito.

9. A continuación retiraremos la pieza de cristal del "baño" de té. La capa de  $TiO_2$  habrá adquirido el color del té (ver la pieza del centro de la foto). Enjuagaremos el cristal con agua clara y posteriormente lo secaremos con un secador de pelo o algo similar. Todo lo que necesitamos para ensamblar la célula lo mostramos en la fotografía.

10. Colocaremos las dos piezas de cristal juntas con los lados conductores (teñidos) enfrentados entre sí y los terminales desplazados. Debemos tener cuidado para que no se deslicen, por otro lado el  $TiO_2$  puede ser raspado. Improvisamos sujeciones hechas de clips de papel que pueden ser utilizados para sujetar firmemente las dos piezas de cristal juntas, o podemos simplemente envolverlas con cinta con pegamento.

11. Introducimos el electrolito entre las dos piezas de cristal. Para hacer esto, debemos poner algunas gotas de electrolito sobre una de las piezas de cristal. Se colarán entre las dos piezas por la acción capilar.

12. Ahora podemos utilizar un voltímetro que mida la tensión (aproximadamente de 0,3 V) y un amperímetro para medir la corriente (hasta aproximadamente 1 mA, aunque aquí es algo menos debido a la luz del estudio). También podemos utilizar clips de cocodrilo para conectar varias células en serie.

Las células solares sensibilizadas por tinte industrial están selladas, pero aquí podemos saltarnos este paso. Esto nos permite utilizar las piezas de cristal otra vez. Si queremos volver a utilizarlas, separaremos las dos piezas de cristal cuando hayamos acabado el experimento y debemos lavar las superficies barnizadas con agua mientras las frotamos suavemente. Es posible que no podamos quitar la capa de grafito totalmente, por lo que es aconsejable utilizar el cristal contador de electrodos para este mismo propósito en futuros experimentos.