

# elektor

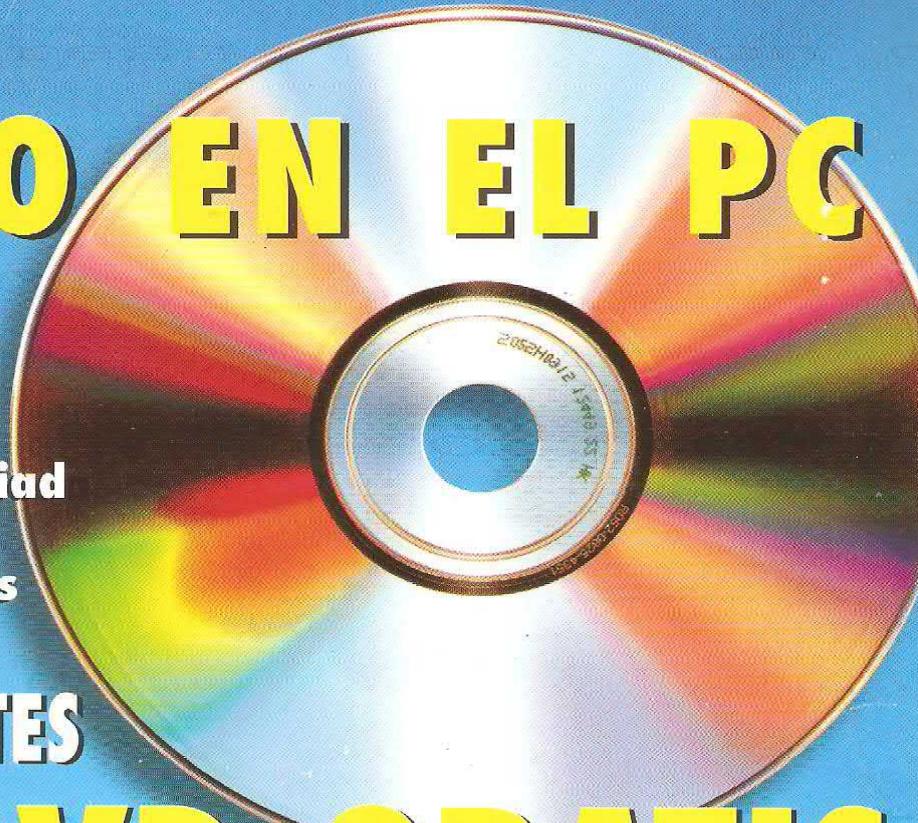
LA REVISTA INTERNACIONAL DE ELECTRONICA Y ORDENADORES

Nº 308

4,95 €

## DISÉÑALO EN EL PC

- esquemas, simulación y placas de circuito impreso
- desde el concepto a la realidad
- programación con imágenes

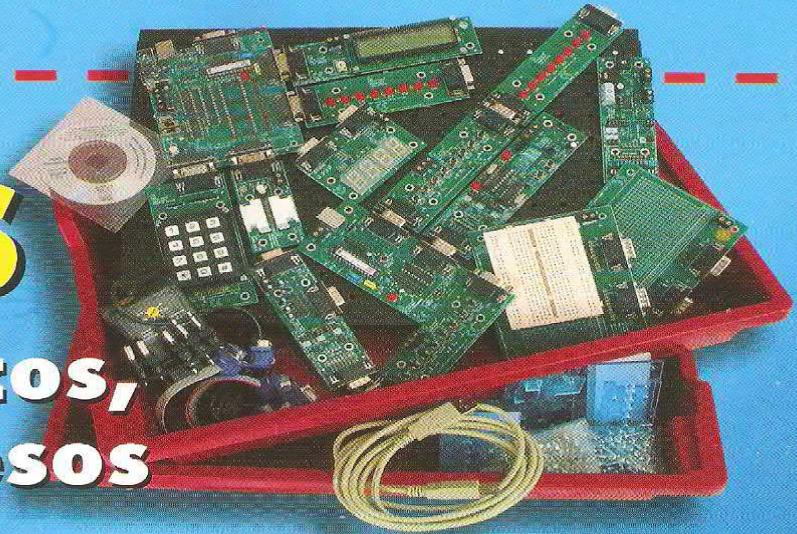


LOS MÁS IMPORTANTES  
PROGRAMAS  
DE E-CAD EN UN

DVD GRATIS

## E-blocks

módulos prácticos,  
grandes progresos



Redacción  
VIDELEC, S.L.

Dirección  
Eduardo Corral  
Colaboradores  
José Mª Viloch, Pablo de la Muñoz, Andrés Ferreir,  
José Muñoz Carmona.

Publicidad  
Secretaria: Gema Sustaeta  
gustaeta@grupov.es

Delegación Catalana  
AD PRESS, S.L.  
Director:  
Isidro A. Iglesias  
Publicidad:  
Laura Muñoz  
Correto d'Urgell, 165-167, B-1º-3º  
08036 Barcelona  
Tel.: +34 93 451 89 07 - Fax: +34 93 451 83 23  
email: lmu\_ad\_press@infonegocio.com

## Humanos Planeta

EDITOR  
Martín Gabilondo Viqueira  
SUBDIRECTOR GENERAL  
José Manuel Alonso Vigueras  
DIRECTOR COMERCIAL  
Amador Moreno  
DIRECTOR DE EXPANSIÓN  
Rafael Morillo  
DIRECTOR DE PRODUCCIÓN  
Andrés Valladolid  
DIRECTOR DE PUBLICACIONES  
Juan Francisco Calle

DIRECTORA DE ADMINISTRACIÓN  
Mar Molpeceres  
REDACCIÓN, PUBLICIDAD Y SUSCRIPCIONES  
C/Valportillo Primera, 11, 28108 Alcalá de Henares, Madrid  
Teléfono: 91 662 21 37 Fax: 91 662 26 54  
www.grupov.es

Servicios  
Redacción, traducciones y maquetación  
VIDELEC, S.L.

Imprime  
IBERGRAPHI 2000 S.L.L.

Distribución en España:  
S.G.E.L. Avda. Valdelaparra, 29  
Tel.: 91 657 69 00

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.  
C/ 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 Naucalpan de Juárez, (53330) Estado de México  
Tel.: (52 55) 5360 4167 - Fax: (52 55) 5360 7774  
Distribución Estados: Citem  
Distribución D.F.: Unión de Voceadores

Portugal  
Importador  
Ediber-Edicão e distrib. de Public. I.D.A.  
Rua D. Carlos Măscarenhas, 15 - 1000, Lisboa

Venezuela  
Distribuidora Continental

Colombia  
Disunidas, S.A.

Depósito legal: GU.3-1980  
ISSN 0211-397X  
31/nero/2.006

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

PVP en Canarias: 4,15 € (sobretasa aérea)

Nº 308  
ENERO 2006

## conocimientos

- 36** Del Concepto a la Realidad
- 44** ¿Modo Tensión o Modo Corriente?
- 50** Programación en Imágenes

## sobre el terreno

- 62** Mini Proyecto:  
Indicador de Giro de Estado Sólido
- 64** Control Remoto por Teléfono Móvil
- 69** Útiles de Laboratorio: Tolerancias

## tecnología

- 56** Bloques Electrónicos de Montaje
- 70** Delphi para Ingenieros  
Electrónicos (9)

## informática y mercado

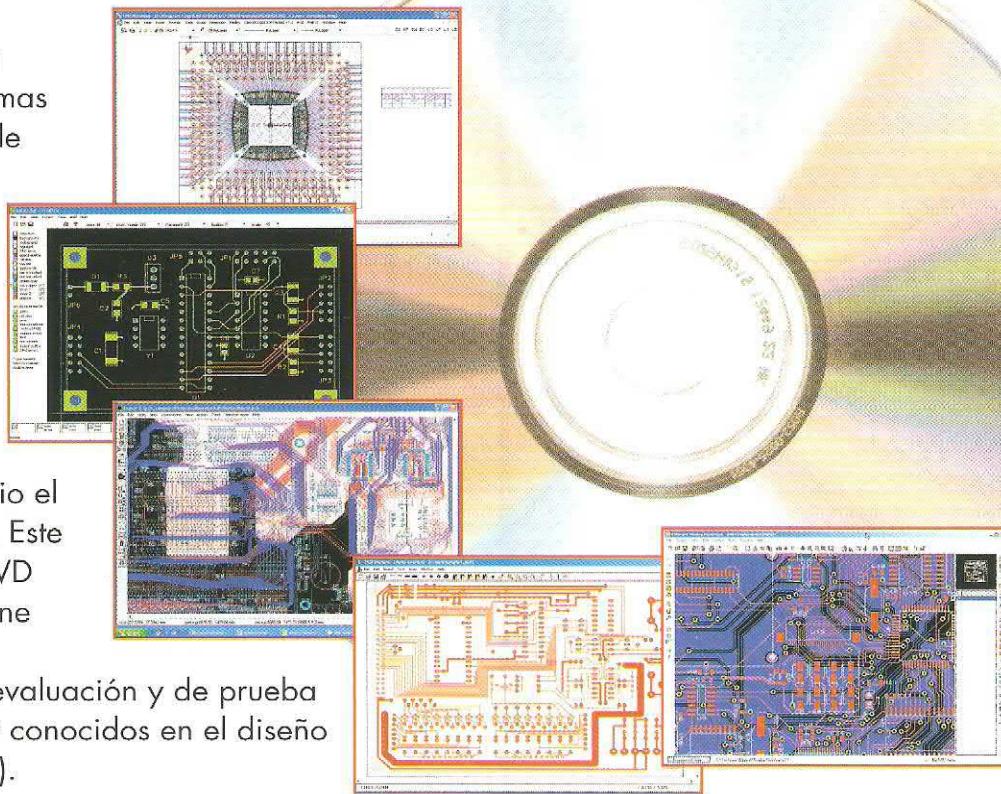
- 6** Kaleidoscopio
- 16** Noticias
- 30** Próximo número
- 31** Circuitos impresos
- 49** Libros

## información y entretenimiento

- 32** EPS
- 35** Nuevos Libros

# 6 KALEIDOSCOPIO

Actualmente los programas para la creación de esquemas eléctricos, diseño de placas de circuito impreso (PCBs) y programas de simulación, son herramientas indispensables para cualquiera, profesional o no, que se tome en serio el diseño electrónico. Este número tiene un DVD gratuito que contiene versiones de demostración, de evaluación y de prueba de programas muy conocidos en el diseño electrónico (E-CAD).



## 44 ¿Modo Tensión ó Modo Corriente?

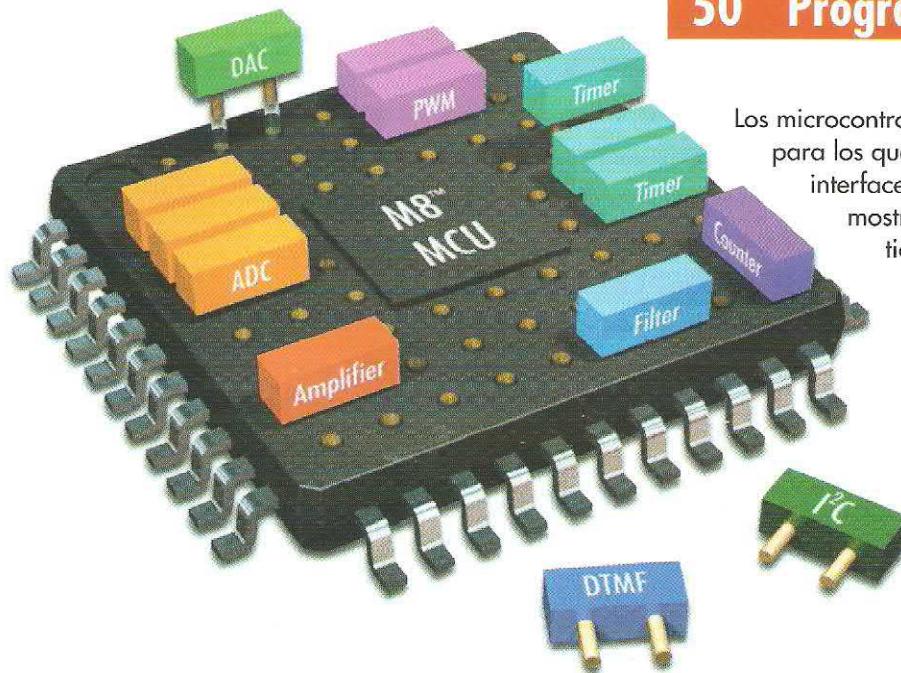
Existen otros tres diseños de amplificadores operacionales, además de los ya familiares modelos, que tienen una alta impedancia de entrada y una baja impedancia de salida. En este artículo podremos ver lo que estos otros modelos pueden ofrecer en términos de ancho de banda, con la ayuda de unos pocos circuitos esenciales.

## 56 Bloques Eléctricos de Montaje

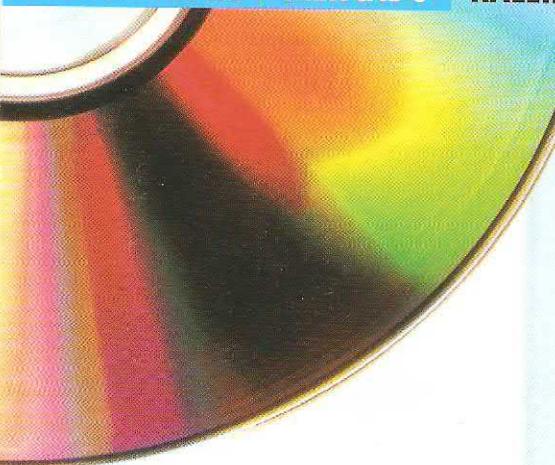
Desde nuestra experiencia de 35 años de publicaciones, podemos confirmar que es bastante difícil conseguir que la moderna tecnología esté al alcance de todo el mundo. Pero todo llega para quienes saben esperar... Acompáñenos a descubrir las numerosas posibilidades que ofrecen los "Bloques Electrónicos".



## 50 Programación en Imágenes



Los microcontroladores son particularmente difíciles para los que comienzan a programar. Las interfaces de usuario gráficas ayudan a mostrar las interdependencias, pero tienen sus limitaciones. Veremos un par de sistemas y algunos ejemplos de aplicaciones sencillas.



# Kaleid

## Software para captura de esquemáticos y diseño de PCB

Actualmente, los programas de captura de esquemáticos, diseño de placas (PCBs) y simulación, son herramientas indispensables para realizar cualquier diseño electrónico de forma seria. Este artículo de Elektor tiene un DVD anexo y gratuito con versiones completas de demo, evaluación y prueba de todos los programas populares de E-CAD. El DVD le permitirá ver qué programas son más adecuados para los requerimientos de sus aplicaciones, mientras que en estas líneas comentamos todos los programas incluidos en el DVD.

Guy Raedersdorf

<b>Abacom: Splan 6.0 – SprintLayout 4.0</b>	8
<b>AMS: Circuit Creator</b>	8
<b>Baas: Layo PCB 10.0</b>	8
<b>Bartels AutoEngineer: BAE 4.3.0.347</b>	9
<b>Cadence Design Systems: OrCAD V 10.0</b>	9
<b>CADInt PCB: CADInt PCB 2.11.15.0</b>	9
<b>CADSoft: Eagle 4.15</b>	9
<b>Capilano: DesignWorks 4.3.1</b>	10
<b>Edainnovation: EPD 7.2.31</b>	10
<b>Electronics Workbench: Design Suite 8.1</b>	10
<b>Free PCB: Free PCB 1.2</b>	10
<b>Friedrich (Bureau): Target 3001! V11 &amp; V12</b>	11
<b>Holophase: CirCAD '98</b>	11
<b>KiCAD: KiCAD</b>	11
<b>Labcenter Electronics/Multipower: Proteus 6.8</b>	11
<b>McCAD: McCAD Schematics – MAC PCB-ST</b>	11
<b>Merco electronics: PCB Elegance 3.0</b>	12
<b>Merlin: MerliPCB</b>	12
<b>Micrelec: WinSchém 6.1 – WinTYPON 6.1</b>	12
<b>Niche Software: PCB Designer 1.3.3</b>	12
<b>Number One: Easy PC 9.0</b>	12
<b>Pad2Pad: Pad2Pad 1.6.0</b>	12
<b>PCB123: PCB123 V2.1</b>	12
<b>PCB Editor: PCB Developer's Assistant V3.0</b>	13
<b>Seetrax: RangerXL – Ranger2XL</b>	13
<b>Tsien: Boardmaker 3</b>	13
<b>Visionics: EdWinXP 14.0</b>	13
<b>Vutrax: Vutrax 12.5</b>	13
<b>Zuken: CADStarexpress 7.0</b>	13

**Extras:** simuladores, auto-rutadores, diseño de cara principal, presentaciones de video (en francés), Adobe Reader, etc.

# loscopio



Cuando tuvimos la idea de hacer este estudio estábamos convencidos de que sería una cuestión hercúlea mostrar las ventajas de las casi treinta compañías que tienen un producto software de este tipo y que analizamos en el DVD gratuito que entregamos este mes. Pero quizás la mejor forma de comprobarlo es ver cómo funciona cada uno de ellos.

Originalmente pensamos usar un pequeño circuito (**Figura 1**), el Medidor de Frecuencia de 1 MHz del artículo especial del verano del 2005, empleando cada programa y, si fuese posible, un diseño de la placa correspondiente, posibilitando incluso la auto-colocación y el auto-rutado. Esta esperanza resultó ser un sueño vano, ya que necesitaríamos todo el tiempo para adentrarnos en cada programa y crear los componentes que no existían al tratar de abrir la placa. Sin embargo, esto tenía la ventaja de emplear programas para diseñar PCB, tales como LayOutPCB, ya que todo lo que necesitábamos era diseñar una placa en modo manual. Así pues, nos vimos forzados a cambiar nuestro plan y propósito y en su lugar ir colo-  
cando capturas de pantallas con ejemplos incluidos en los diferentes paquetes de soft-  
ware. Cuántas veces nos habremos preguntado: ¿dónde podemos encontrar un pequeño  
y simple programa que pueda hacer un circuito impreso de forma rápida y disponer  
de él en una hora? Gracias al contenido de este DVD, dicha posibilidad está a su alcance.

Aún así no queríamos abandonar completamente nuestra idea original e invitar a nuestros lectores a participar en esta aventura, por tanto trataremos de analizar los programas con un enfoque práctico que nos pueda resultar interesante (incluyendo los que ya conoczamos), usando el esquema de la Figura 1 como punto de partida. En la web de Elektor hay una página donde podemos encontrar los programas de nuestra elección. También queremos dar de nuevo la bienvenida a todos los usuarios profesionales de programas que diseñan PCB.

## Splan 6.0 Sprint Layout 4.0

Abacom fue tan amable de enviarnos un CD-ROM con una demo de todas las versiones de sus programas, e incluso el programa interface de que disponen.

Entraremos en el directorio Abacom y pulsaremos sobre el icono Start para ejecutar la demo.

Para producir los esquemas usaremos el *SPlan*, versión 6.0.

Para que el esquema aparezca entero en la página usaremos la función Zoom de página.

La creación de una lista de componentes sólo tarda unos pocos segundos y la búsqueda de componentes es muy fácil y rápida.

La modificación de componentes es sencilla, posiblemente porque las posibilidades son limitadas.

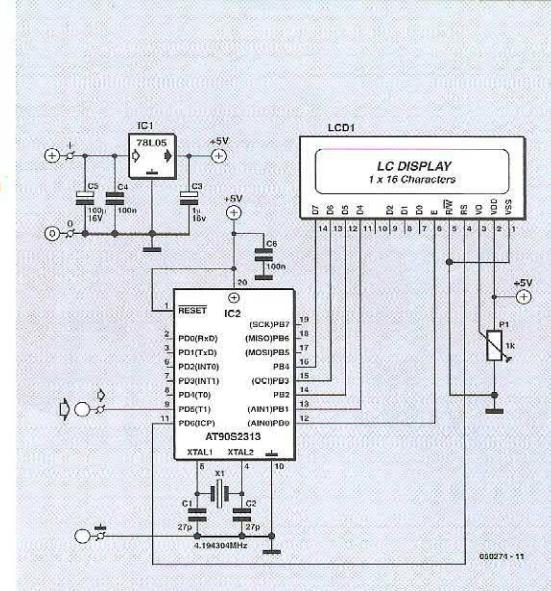
El programa de diseño de placas *Sprint Layout* no impresionará a quienes usen programas 'más grandes', tales como Pads Layout u OrCAD Layout, pero puede ser un fácil y buen camino para comenzar a hacer

nuestros propios diseños de pistas. La colocación de pads (hay varios modelos de pad disponibles) y pistas es tan fácil como su edición.

Hemos colocado las otras demos en un subdirectorio separado llamado 'Extras' porque queremos limitarnos a programas relacionados con la captura de esquemas y diseño de placas. Si queremos probar otros, como sPlane o Sprint Layout, debemos mover el fichero relevante del directorio de 'Extras' al directorio principal, colocado sobre (Abacom\Demo\).

# Circuit Creator

Circuit Creator es un set de programas que incluye *Board Creator*, *Route Creator*, *Symbol Creator*, *Logic Creator*, y *View Creator*, más un juego de documentación, incluyendo un manual en formato pdf de no menos de 364 páginas. Si la documentación es fiable, el proceso entero quedará resuelto: realización de esquemas, creación de símbolos interactivos, circuito de simulación y diseño de rutado automático. En la fase de captura de esquemas, el zoom no es progresivo y usa varios pasos. También hay otra versión mejorada. Se trata de la Platinum, que además nos ofrece una opción de simulación. Los comandos no son muy sofisticados, pero son menos eficientes. El programa de simulación, *SpiceCREATOR*, también



**Figura 1.** Este es el circuito que pensábamos usar con cada programa de captura de esquemáticos y diseño de PCB que contiene el DVD.

En el DVD no discutiremos cada programa con detalle, sin embargo nos centraremos en los problemas y peculiaridades que nos encontramos durante la instalación y el uso práctico. También ofrecemos algunos trucos especiales que pueden ser prácticos. Todo ello nos facilitará formarnos una visión y opinión propias con el fin de ayudarnos a decidir cuál es el objetivo más adecuado.

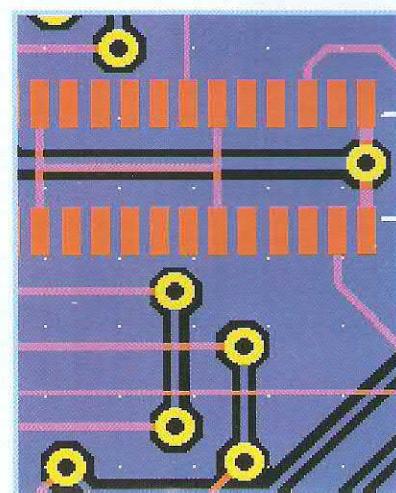
Veremos los programas del DVD en orden alfabético, usando la primera letra del nombre de la compañía o, si hay varios programas, el nombre del programa (algunas compañías han tomado el nombre de su programa o viceversa).

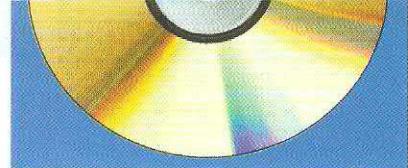
de la casa AMS, está dentro de la carpeta llamada Extras/Simulators.

Layo1PCB 10.0

El programa de instalación es el mismo, independientemente del idioma seleccionado, inglés, alemán o francés. La instalación se hace en el tiempo que dura el guinó de un ojo, debido a que el tamaño del programa es muy pequeño, apenas 2.5 Mb.

A pesar de la sencillez de manejo, este programa es realmente útil. Para establecer las conexiones requeridas puede usarse la netlist generada por un programa de dibujo de esquemas. La resolución interna de 0,0001 mm es útil cuando diseñamos placas con alta resolución.





Existe un DRC (Design RuleChecker) disponible de forma on-line.

Este pequeño programa nos permite probar y usar nuestros propios diseños de PCBs fácilmente.

## BAE 4.3.0.347

BAE (Bartels AutoEngineer®) es un paquete de programas para dibujar esquemas, diseñar PCBs y circuitos integrados ASIC.

Hay una versión para Windows y otra para Linux.

La instalación no presenta ningún problema, tardando unos segundos, debido al tamaño del programa. Una vez terminada la misma, le preguntará si quiere ir al modo demo o a realizar esquemas. Es bastante fácil pasar de un modo demo a un modo esquemas sustituyendo el fichero de configuración *router.cfg* con el fichero *schema.cfg* (pero que implica licencia de propiedad, la cual está fuera de este artículo).

BAE es un programa claramente profesional que tiene ya varios años en el mercado. También realiza la estructuración de un proyecto, empezando con el dibujo del esquema y continuando con la colocación de los componentes, para terminar con el auto-rutado.

Cada vez que abrimos un nuevo panel dentro del triple panel de la placa (pantalla), la manipulación de componentes se hace evidente.

La placa b1 del proyecto *sysdemo.ddb* es muy representativa. La demo auto-router es impresionante (260 interconexiones en menos de 30 s en un sistema a 1,8 GHz, cifras que ahora, con CPUs más rápidas y memorias mayores, se han incrementado). Este comentario se oye a menudo cuando vemos la potencia real de los auto-rutadores, incluso si somos nosotros los que colocamos los componentes, el auto-rutado no tiene problemas en insertar interconexiones en un espacio muy pequeño entre componentes.

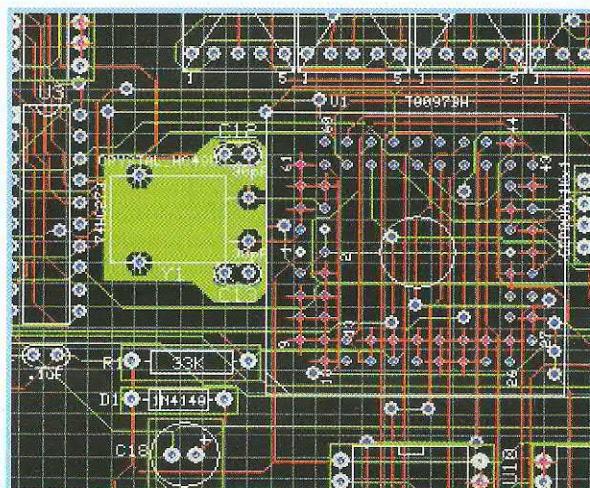
## OrCAD 10.0 Demo

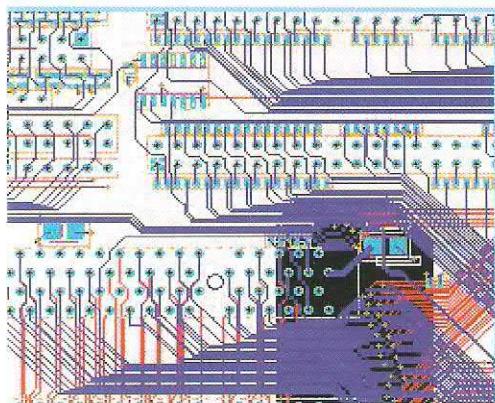
Si el nombre de la compañía no es muy significativo para nuestros lectores, seguramente el de OrCAD sí que lo será. OrCAD fue el primer programa de realización de esquemas que apa-

reció en el mercado, hace nada menos que veinte años.

Con alrededor de 175 Mb OrCAD es el programa más grande del DVD *calidoscopio*. En él se integran varios módulos, entre ellos *OrCAD Capture*, para la realización de esquemas, y *OrCAD Layout*, para el diseño de PCB.

Una de las ventajas del método OrCAD es la posibilidad de compartir datos en todo el proceso, una solución que cada vez encontramos en más programas, con edición retroactiva. Tan pronto como tenemos un 'netlist' podemos ejecutar la colocación de componentes y su rutado. Esos comandos, junto con la constante optimización que les ha dado la experiencia de los años, los ha convertido en un estándar en la profesión. Esta versión demo de OrCAD 10.0 incluye una versión demo de *OrCAD Unison Ultra*, con opción CIS. Ésta ofrece las siguientes funcionalidades:





Eagle es un programa muy apreciado en todo el mundo por su gran eficacia en la versión *Light*. No hemos visto cómo funcionan las versiones sobre Mac y Linux.

## DesignWork Professional Version 4.3.1

La versión presentada en el DVD también soporta simulación y VHDL. La instalación es rápida. De las cosas más interesantes que nos encontraremos es que tenemos acceso directo a los ejemplos que clarifican las capacidades del programa.

También tenemos la opción de importar un buen número de formatos de fichero. Los componentes se colocan directamente, sólo necesitamos moverlo dentro de la ventana y colocarlo en la superficie de trabajo (ventana del programa). Necesitaremos algún tiempo para pasar los casi 1.000 componentes que tiene la lista en total.

Colocaremos las conexiones de forma extremadamente simple, haciendo un clic en el primer pin y yendo después a la opción de cable con el cursor hasta el pin destino.

Se suministra documentación.

## EPD Windows 7.2.31

Este software Edainnovation tiene una habilidad especial para trabajar con un sistema de AutoCAD.

Será necesario introducir una licencia cuando ejecutemos *Windows EPD* por primera vez, para lo que necesitaremos estar on-line, aunque quizás pueda hacerse también por teléfono.

El sistema crea automáticamente el cuerpo del mensaje con el número de serie.

Como regla general recibiremos una respuesta en 24 horas con el fichero *EPDWINDMO.pwd* de licencia de evaluación para quince días. Necesitamos transferirlo al directorio de programa (típicamente C:\Program Files\CAD DESIGN SOFTWARE\acad) donde le daremos un nuevo nombre, *CDS.PWD*. Cuando restauraremos el programa, ignoraremos el mensaje de error y continuaremos.

La disposición es muy poco usual. Los gráficos son sorprendentemente sofisticados.

El programa entero parece bastante potente y a un nivel industrial, pero sin duda requiere un acercamiento a otro que nosotros usamos para este tipo de programa.

Cuando reducimos el tamaño de la ventana en la que estamos trabajando, el programa automáticamente re-centra el objeto. Afortunadamente, hay un buen número de ejemplos en los cuales practica y gana experiencia.

## Design Suite 8.1

Si lleva suficiente tiempo en el mundo del diseño de PCBs, recordará que a finales de los 80 había dos programas muy buenos el Ulticap y Ultiboard. Eran realmente buenos porque, adquiridos por Electronic Workbench, un especialista en simulación, se hizo muy popular en los centros de enseñanza especializados. Recientemente esta firma ha sido adquirida por National Instruments.

Las alianzas estratégicas han concluido y están empezando a reconducirse hacia una rápida introducción en los mercados. Electronic Workbench ya dispone de una versión demo de su software *DesignSuite 8.1*. En él se integran cuatro programas: *Multicap* para dibujar los esquemas, *Multisim* para simulación, *Ultiboard* para el diseño de PCBs y *Ultiroute* para el rutado.

Durante la instalación tenemos que introducir algunos datos personales antes de poder continuar. El programa nos asegura que el perfil es guardado. La instalación se realiza de forma pausada. Se nos presentan dos opciones cuando arrancamos el programa: Multisim 8 y Ultiboard 8.

La cuenta atrás del número de días en uso comienza tan pronto como la instalación ha terminado. Tenemos 45 días. El programa procede automáticamente

a verificar que está en uso. Entonces se abre de forma automática.

La zona de trabajo es bastante atractiva. La colocación de elementos es bastante sencilla: seleccionar, confirmar y después colocar. La colocación de interconexiones es fácil, ya que sólo tiene que pulsar en el punto de inicio y en el final. El programa incorpora potentes herramientas, tales como un osciloscopio digital que visualiza las señales durante la simulación.

Las pruebas proporcionan una preciosa información sobre lo que sucede en tiempo real donde está conectada la prueba (virtualmente).

Si sólo se ofrecen varios ejemplos, es porque es una demo superb.

El segundo de los programas, *Ultiroute*, tal y como su nombre indica, es un rutador de alta eficacia, y también un detector de errores.

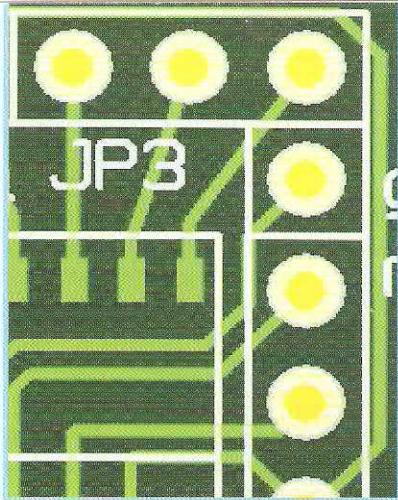
En Elektor nos hemos preguntado muchas veces qué software usan nuestros diseñadores. Si bien somos fans de Utiboard y OrCAD, hemos visto muchas versiones que algunos clientes han tenido de estos programas durante los veinte años que Elektor lleva diseñando placas PCBs reconocidas a nivel industrial.

## FreePCB 1.2

Este programa viene en forma de un fichero comprimido auto-extraíble. Debemos extraerlo de un directorio opcional. Introduzca el subdirectorio\bin en el directorio creado y ejecute el programa. Tal y como el nombre indica, es un programa de diseño de PCB. Se usa para importar y exportar netlist y usar las nets (uniones).

El manual está disponible en formato html y es muy accesible.





Se trata de un programa muy sencillo, con funciones de teclas muy fáciles de usar. Las teclas están colocadas de forma intuitiva.

## Target 3001! V 12

Tenemos el honor de presentar este software multifunción en su **versión 12**, la más reciente. Desgraciadamente no hemos podido hacer pruebas con él, ya que llegó a nuestras manos justo una hora antes de que el DVD empezaría a producirse.

Nos referiremos a la versión V11, que puede ejecutarse pulsando sobre el ícono *tarv11*.

*Target 3001* no contiene módulos! Es un programa que integra la captura de esquemas, simulación, diseño de PCB, auto-rutado, auto-colocación, análisis CEM e incluso diseño de panel frontal. La versión presentada aquí es una versión limitada a 100 pines/bloque, dos capas y la simulación de treinta señales. Deberíamos destacar que los desarrolladores pueden usar este software con libre distribución autorizada de la versión demo. Sin embargo, no se permite hacer uso de este software para usos comerciales.

No debemos alarmarnos cuando nos aparezcan mensajes anunciando que al software sólo le quedan seis meses... El programa ofrece un gran número de ejemplos que nos dan una buena idea de sus capacidades. Sin embargo, no es menos cierto que el límite de cien pines es relativamente restrictivo.

## CirCAD '98 4.20t

Este programa también se instala sin problemas bajo Windows. *CirCAD* nos muestra la tecnología como era hace unos diez años, tal y como nos indica la fecha de creación.

No es fácil de obtener un zoom. Una vez que hemos descubierto la técnica, es imprevisible saber qué podríamos hacer. Debemos destacar que

cada pin tiene su propio número, por lo que los errores de conexión no tienen excusa. Abriendo una ventana de referencia podemos hacer un zoom precisamente de la zona deseada. Entre los aspectos interesantes de *CirCAD* encontramos la '*ingeniería inversa*', que nos permite, a partir de una imagen escaneada de una PCB, obtener un esquema.

## KiCAD

*KiCAD* es una herramienta de CAD Electrónico que dispone de varios programas:

- Utilidad para la gestión de proyectos *KiCAD*.
- *EESchema* (Esquemas)
- *PCBNEW* (Circuitos Impresos)
- *CVPCB* para crear la lista asociada para *PCBNEW*, indicando las conexiones entre los componentes que aparecen en el esquema y los módulos correspondientes (forma física) para el circuito impreso.
- *GERBVIEW* (visualización de ficheros GERBER).

El programa viene en formato comprimido zip y debería descomprimirse en un directorio separado, lo cual requiere cierto tiempo, considerando el tamaño de los ficheros importantes.

Después, entraremos en el directorio que hemos creado y ejecutaremos *eescema.exe* para la entrada de esquemas. Tal y como se muestra en la captura de pantalla, hay algunos esquemas complejos...

También hay una opción de visualización en 3D – superb! Moviendo el ratón en cualquier punto de la superficie de la placa, veremos una representación espacial y los componentes en 3D. El centro de gravedad de la placa se identifica con un eje.

Existen diferentes ejecutables para Linux y Windows (98, XT, NT).

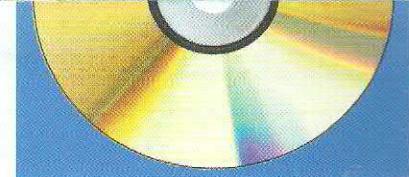
Los ficheros generados por los diferentes sistemas operativos son compatibles entre sí.

## Proteus 6.8

*Proteus* es una completa herramienta software compuesta por *ISIS* para la realización de esquemas y *ARES* para el diseño de PCB.

### ISIS

Los ejemplos disponibles son interesantes, un programador de EPROM y un emulador. Dentro de la superficie de



trabajo tenemos todo lo necesario: componentes, vista general, etc. Merece la pena, especialmente porque los precios son bastante razonables.

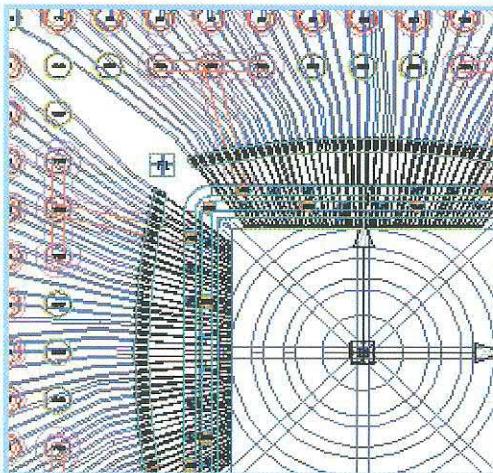
### ARES

Necesitaremos un poco de paciencia antes de poder usar este programa de diseño de PCB. La cantidad de subdirectorios que contiene el directorio *Labcenter Electronics* es impresionante. Deberá ir al subdirectorio *\Proteus 6 Lite\SAMPLES\Schematic & PCB Layout* para encontrar lo necesario. Aparecerá un reloj de arena ante cualquier nueva manipulación que se produzca. La demostración del auto-rutador es impresionante, aunque es posible que los usuarios profesionales tengan algunas dudas que los aficionados a la materia no notarán.

*Proteus*, en su versión completa, puede simular un enorme número de componentes, LEDs y displays LCD, usando microcontroladores Atmel y Microchip.

## McCAD Schematics MAC PCB-ST

Como su nombre indica, se trata de una versión para ordenadores Mac, lo cual es una excepción. Dado el enorme crecimiento de Windows, posteriormente se ha añadido una versión para PC. Cuando vayamos a utilizar el programa de instalación, veremos dos ejecutables y un documento. Comenzaremos leyendo este último, para instalar a continuación el programa de captura de esquemas y después el de diseño de PCBs. Esta operación se realiza de una vez. Al final, nos encontraremos con cinco herramientas: *Schematics para PCB-ST*, *PakEdit*, *Schematic Tools* y *Gerber 2*. Comenzaremos con el modo 'lite'.



El proceso de familiarización con el programa de realización de esquemas es muy rápido debido a la sencillez de los comandos y funciones disponibles. La capacidad del programa de diseño de PCB se agota rápidamente. Eventualmente, nos avisará que hay demasiadas ventanas abiertas y se bloqueará.

Por desgracia, no encontramos muy buena documentación, ni siquiera para cosas tan básicas como la forma de colocar un circuito integrado (sin embargo, existe un gran fichero en forma pdf con 386 páginas para la realización de esquemas, aquí vemos posiblemente la influencia de Mac).

## PCB elegance 3.0

La instalación es bastante rápida. No hay ejemplos disponibles para hacernos una idea del resultado final. El proceso de familiarización requiere algún tiempo, pero entonces los movimientos son lógicos. Los componentes se colocan ordenadamente en la rejilla.

El trabajo con los componentes es sencillo, en la forma tradicional, con algunos cortocircuitos para acelerar las cosas. Pulse en 'repintar' de vez en cuando para dar color de fondo a la rejilla.

El diagrama de bloques puede usarse para pasar de un módulo a otro y clasificar las interconexiones.

Éste es un programa general que da la impresión poder hacer cosas interesantes, tiene mucha documentación y es necesario recurrir a ella muchas veces.

## MerliPCB

Éste es un programa muy especial, que no es exactamente un programa de realización de esquemas, aunque es un diseño de programa que trabaja bajo Corel Draw versión 7 o superior. Como muchos de nuestros lectores tendrán alguna de las versiones de este programa, hemos decidido incluir el Merlin PCB Designer en el DVD.

## WinSchem 6.1 WinTypon 6.1

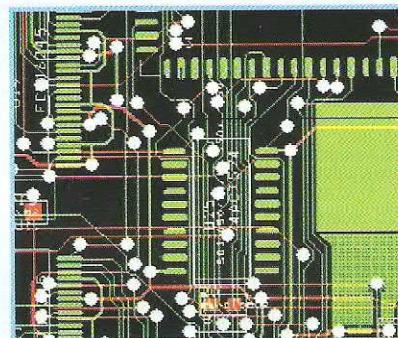
Éste es un grupo de software en francés para nuestros lectores franceses. Winschem es un módulo para crear y preparar copias finales de esquemas electrónicos. Los usuarios tienen mucha libertad para diseñar sus esquemas, el

programa no tiene restricciones importantes. Winschem también puede servir como una base para transferir a WinTypon, el programa que sirve para realizar circuitos impresos.

WinTypon es el módulo para dibujar o hacer una copia final del rutado del circuito impreso. Las burbujas de ayuda junto con las teclas de ayuda nos ayudan a familiarizarnos rápidamente con los procesos. WinTypon se puede usar como herramienta de diseño de PCB, pura y simple, pero también es posible acceder desde el software de dibujo de esquemas Winschem para transferir datos.

## PCB Designer 1.3.3

Designer es uno de los programas más antiguos, con un tamaño no mucho mayor de 400 kB. La instalación sólo tarda unos segundos y abrir un nuevo



diseño poco más. Su única función, tal y como nos indica su nombre, es la de diseñar PCBs. Colocaremos los componentes tal y como nos gustaría y los interconectaremos con trazas. Por favor, tenga presente que sólo sirve para diseños a doble cara. Las opciones disponibles son primitivas pero, como muchos circuitos impresos, fueron creadas de esta manera. Tenemos la opción de realizar un gran zoom si queremos centrar bien las vías de conexión.

## Easy-PC 9.0

Number One Systems nos ofrece una versión demo de Easy-PC para Windows Schematic Capture & PCB Layout, además de una versión demo, en versión 2.0, de Easy-Spice, un módulo simulador mezcla A/D que se puede encontrar en el directorio Extra/Simulators de nuestro DVD. Comenzaremos con una gran pantalla, porque no hay forma de minimizar la

pantalla de Ayuda o el Panel de Control (es todo o nada). El programa ofrece un gran número de posibilidades. Con los diferentes ejemplos de ayuda podremos entender las opciones de programa. El sistema comprueba si hay una nueva versión. Easy-PC también nos proporciona una función de ingeniería inversa (Reverse Engineering) que nos permite obtener un esquema a partir de una PCB. Otra nueva característica incluye un display 3D y una característica de verificación para ver si hay espacio suficiente entre las dos placas superpuestas, una función que nos permite "empujar" componentes de forma que podamos juntarlos más, y un Track Necking que reduce automáticamente la anchura de una traza cuando se debe conectar a un bloque más delgado.

## Pad2Pad Version 1.6.0

Instalación simple y sin problemas. El comienzo del programa se ilustra con una pequeña PCB. Éste es un programa sólo para diseño de PCBs. Conforme a los ejemplos que nos proporciona este programa, vemos que puede manejar PCBs muy complejas (uno de los ejemplos es un componente SMD con 248 contactos).

## PCB123 2.1

La instalación de PCB123 es muy fácil. Hay dos cortocircuitos en la parte superior;

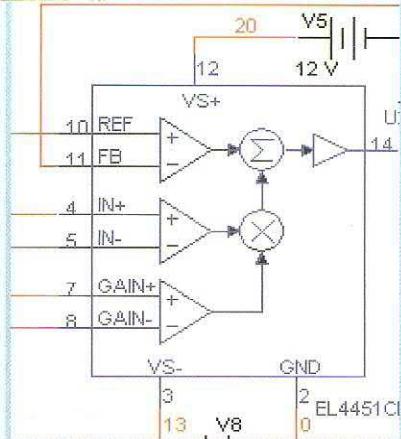
- PCB123 el programa de realización de esquemas y
- PCB123 Layout V2, el programa de diseño de circuitos impresos.

PCB123 Layout nos ofrece varios modelos básicos para el PC104 y el Rabbit en particular.

La edición está habilitada con activación automática de componentes o la traza que se encuentra justo debajo del cursor. Un clic sobre el componente hace que aparezca toda la información relevante.

## PCBEdition Version 3.0

Hay una configuración disponible para instalar el programa. Esta versión demo no nos permite salvar ficheros.



Según la página About, el desarrollo finalizó hace cuatro años, en el 2001. La forma de colocar los componentes no tiene problemas. Los componentes SMD se colocan incluso de forma automática por la parte de debajo de la placa. La colocación de conexiones es fácil de hacer. Las trazas tienen diferentes ángulos, dependiendo de la distancia cubierta. Se usa un ángulo de 45° para las más cortas, a 1/20 de una pulgada. La documentación ocupa cerca de 75 páginas bien organizadas. La edición profesional puede manejar mayores superficies de trabajo, 32 x 32 pulgadas en lugar de 15 x 15. El sistema requerido es muy modesto: espacio de disco duro 10 Mb, Windows 95, 98, NT, 2000 y también XP, como nosotros mismos podemos confirmar. El Editor de PCB tiene una función Help (Ayuda) bien diseñada que se puede activar directamente.

## Ranger XL Ranger2 XL

Ejecutaremos Autorun o, si lo preferimos, el setup. Veremos una doble opción de instalación. Deberíamos comenzar leyendo el fichero README, porque contiene alguna información que puede ser muy interesante. Ante cualquier problema de instalación siempre tiene la posibilidad de ir al directorio correspondiente y ejecutar el setup del programa relevante.

El uso de estos dos programas es sencillo: abra un nuevo proyecto y busque las formas de los diferentes componentes usados.

Los ejemplos más importantes no pueden editarse dentro de las limitaciones de estas versiones demo.

¡Nada como un poco de diversión mientras nos familiarizamos con un programa!

## BoardMaker 3

La instalación se completa rápidamente.



Las librerías sólo pueden instalarse una vez que el programa está instalado (y eso parece lógico). Este proceso sobre-escribe los ficheros librería instalados durante la instalación del programa principal. La familiarización con el programa es rápida. Es fácil modificar el tamaño de la superficie de trabajo colocando los bordes del panel central y moviendo el diseño de placa tocando dichos bordes. Mover los trabajos de las placas diseñadas también es muy fácil. Muchas de las ideas están reflejadas en la herramienta de las fuentes. Abriendo el segundo proyecto en paralelo con el primero se produce un cuelgue brutal del programa, forzando a comenzar de todo nuevo (esto puede deberse a una memoria insuficiente). Los símbolos fuente son relativamente gruesos, pero tenemos acceso directo para editarlos. Si conseguimos acercarnos al trabajo y al borde de la superficie de trabajo, la vista se desplaza, lo cual puede sorprendernos e incluso molestarnos. Podemos abrir el esquema entrando directamente. Hay varios ejemplos demos que nos ayudan a ver cómo funciona el programa. Hay un gran manual on-line, ¡impresionante!, y una ayuda en línea.

**CADStarExpress 7.0**

CadStarExpress de la firma Zuken requiere la introducción de una clave. La instalación se completa rápidamente y sin tener que introducir ningún dato de información personal. La versión de entrenamiento está limitada a 300 pines y 50 componentes. La ejecución del programa abre automáticamente un fichero pdf de unas veinte páginas de instrucciones. Merece la pena imprimirla para seguirlo paso a paso y crear nuestro primer esquema y circuito impreso que nos permita verlo incluso en 3D. El programa siempre se abre con el último proyecto con el que hayamos estado trabajando.

Es posible realizar muchas veces la opción deshacer para restablecer una situación óptima anterior a varias posibles manipulaciones desafortunadas. En la mayoría de los programas, el símbolo ohm es difícil de visualizar y sustituir por una E.

El ejemplo tres, basado en el microcontrolador 80C552-4, es impresionante. La rotación de componentes es posible con una precisión de 1/1.000 de grado. El diseño de PCB trabaja bien. Podemos ver, en definitiva, que estamos ante un programa profesional.

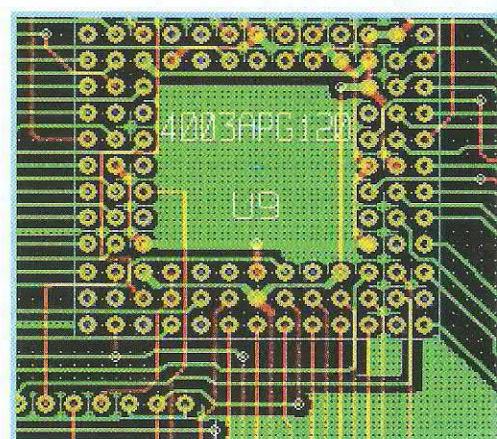
## EDWinXP 1.40

Los suecos de Visionics nos enviaron un CD-ROM con la última versión de su producto, EDWinXP, versión 1.40. Nosotros lo hemos incluido en el DVD. El fichero Autorun.exe generó algunos errores durante el proceso de instalación. Es mejor usar la opción Setup.exe. Si durante la instalación aparecen uno o varios mensajes que nos dicen que alguno de los ficheros no se puede copiar, ¡que no cunda el pánico!, pulse en Restart para continuar. El proceso de instalación tarda algún tiempo debido al tamaño del programa, pero es un deleite visual.

## Vutrax 12.5c

La instalación es algo compleja, usando DOS Windows. La instalación de cerca de 2.000 ficheros no es muy pausada. La interface de programa nos muestra su edad, pero no interfiere con su utilización. El directorio de ejemplos está bien nutrido.

Los trazos no son tan finos como debieran ser con Windows, pero sabemos que algunos lectores no tienen Windows. El fichero de ayuda es muy grande.



**Extras**

Además de los diferentes programas que hemos visto en este artículo, hay otros que no encajan en la estructura definida de diseño de PC y software de esquemas, pero que son lo suficientemente interesantes como para merecer estar en nuestro DVD. Nosotros los hemos clasificado en un directorio propio: Extras.

Mencionaremos alguno de ellos aquí: AsicAtoms suministra símbolos para OrCAD Capture y Psice, Psim6.1 librerías, un simulador Powersymtech, otro del Number One, HyperLynx de Mentor Graphics, etc... Por último, no podemos olvidarnos de una versión reciente de Acrobat Reader que nos permite leer todos los ficheros pdf que acompañan a muchos de los programas.

El directorio Extras tiene un aire muy francés, ya que la mayoría de los programas que hemos recibido vienen de ese país.

Ya sólo queda que cada uno de ustedes descubra por si mismo estas aplicaciones.

**¿Una oportunidad perdida?**

Algunas compañías con las que nos pusimos en contacto declinaron nuestro ofrecimiento para poner sus programas en el DVD, principalmente por razones técnicas. Entre ellas está Altium (ex-Protel), que nosotros incluimos en la lista de enlaces, para que no peligre la integridad.

Nos hubiera gustado llegar más allá con la sección de Simuladores, pero algunas de las grandes compañías, como PsPice y B2Spice, no respondieron a nuestros e-mail.

**Agradecimientos**

El autor desea dar las gracias a Cadence Design Systems, Inc por permitir a Elektor distribuir el Software OrCAD en este número impreso.

Gracias de todo corazón también a todas las demás compañías, incluso sin haber solicitado un reconocimiento formal. Los lectores podrán encontrarlas todas en la lista final que hemos titulado: ¿Dónde encontrar eso?

**Para finalizar**

Por supuesto, debemos decir que cuando lea este artículo algunos programas ya tendrán una nueva versión, e incluso algunas compañías ya las han sacado a la calle. Indudablemente, la mejor solución para saber un poco más sobre cualquiera de estos programas es visitar su página web. Por favor, diríjase a la lista de direcciones de Internet y si allí no encuentra respuesta a sus preguntas, envíe un correo electrónico a la dirección indicada en la página, por supuesto, al contacto geográficamente más cercano, y si es posible en nuestro mismo idioma, para que no haya confusiones. No podemos garantizar que todos los programas funcionen en todas las máquinas. Nosotros los verificamos en varios PCs de nuestras oficinas y laboratorio sin ningún problema grave.

El personal de dirección de la editorial espera recibir sus correos electrónicos con sus opiniones favorables o no a unos y otros programas. ¡Explore los programas del DVD! ¡Puede llevarse algunas sorpresas!

(050274-1)

## ¿Dónde encontrar eso?

<b>Abacom</b>	<a href="http://www.abacom-online.de/">www.abacom-online.de/</a>	<b>Niche Software</b>	<a href="http://www.niche.co.uk/">www.niche.co.uk/</a>
<b>AMS</b>	<a href="http://www.advancedmsinc.com/">www.advancedmsinc.com/</a>	<b>Number One Systems</b>	<a href="http://www.numberone.com/">www.numberone.com/</a>
<b>Asic Atoms</b>	<a href="http://www.asicatoms.com/">www.asicatoms.com/</a>	<b>OrCAD (Cadence)</b>	<a href="http://www.orcad.com/downloads.aspx">www.orcad.com/downloads.aspx</a>
<b>Baas</b>	<a href="http://www.baas.nl">www.baas.nl</a>	<b>Pad2Pad</b>	<a href="http://www.pad2pad.com/">www.pad2pad.com/</a>
<b>Bartels AutoEngineer</b>	<a href="http://www.bme.ie/bae/bae/">www.bme.ie/bae/bae/</a>	<b>PCB123</b>	<a href="http://wwwpcb123.com">wwwpcb123.com</a>
<b>CADint PCB</b>	<a href="http://www.cadint.se/">www.cadint.se/</a>	<b>PCB Editor</b>	<a href="http://www.waldherr.com/">www.waldherr.com/</a>
<b>CADSoft</b>	<a href="http://www.cadsoft.de/">www.cadsoft.de/</a>	<b>Seetrax</b>	<a href="http://www.seetrax.co.uk/">www.seetrax.co.uk/</a>
<b>CirCAD</b>	<a href="http://www.holophase.com/">www.holophase.com/</a>	<b>Target 3001 !</b>	<a href="http://ibfriedrich.com/">http://ibfriedrich.com/</a>
<b>DesignWorks</b>	<a href="http://www.capilano.com/">www.capilano.com/</a>	<b>Tsien</b>	<a href="http://www.tsien.info/">www.tsien.info/</a>
<b>Edainnovation</b>	<a href="http://www.edainnovation.com/">www.edainnovation.com/</a>	<b>Visionix</b>	<a href="http://www.visionics.a.se/">www.visionics.a.se/</a>
<b>Electronic Workbench Europe</b>	<a href="http://www.electronicsworkbench.com/">www.electronicsworkbench.com/</a>	<b>Vutrax</b>	<a href="http://www.vutrax.co.uk">www.vutrax.co.uk</a>
<b>Friedrich (Bureau)</b>	<a href="http://www.ibfriedrich.com/">www.ibfriedrich.com/</a>	<b>Zuken</b>	<a href="http://www.zuken.com">www.zuken.com</a>
<b>Free PCB</b>	<a href="http://www.freepcb.com/">www.freepcb.com/</a>		
<b>KiCAD</b>	<a href="http://iut-tice.uif-grenoble.fr/kicad/">http://iut-tice.uif-grenoble.fr/kicad/</a>		
<b>Labcenter Electronics</b>	<a href="http://www.labcenter.co.uk/">www.labcenter.co.uk/</a>		
<b>Layo1PCB</b>	<a href="http://www.baas.nl">www.baas.nl</a>		
<b>McCAD</b>	<a href="http://www.mccad.com/">www.mccad.com/</a>		
<b>Mentor Graphics</b>	<a href="http://www.mentor.com/products/pcb/pads/">www.mentor.com/products/pcb/pads/</a>		
<b>Merco electronics</b>	<a href="http://http://www.merco.nl/">http://www.merco.nl/</a>		
<b>Merlin PCB</b>	<a href="http://www.geocities.com/MerliPCB/">www.geocities.com/MerliPCB/</a>		
<b>Micrelec</b>	<a href="http://www.micrelec.fr/lyctech/tele.htm">www.micrelec.fr/lyctech/tele.htm</a>		
		<b>Otros enlaces de interés para compañías que no aparecen en el DVD.</b>	
		<b>Altium</b>	<a href="http://www.altium.com/pcad/">www.altium.com/pcad/</a>
		<b>Ariadne</b>	<a href="http://www.cad-ul.de/htm/ariadne-start.htm">www.cad-ul.de/htm/ariadne-start.htm</a>
		<b>Circuit Maker</b>	<a href="http://www.circuitmaker.com/">www.circuitmaker.com/</a>
		<b>Pulsonix</b>	<a href="http://www.pulsonix.com/index.asp">www.pulsonix.com/index.asp</a>
		<b>The PCB Designer</b>	<a href="http://www.cad-design.com/">www.cad-design.com/</a>

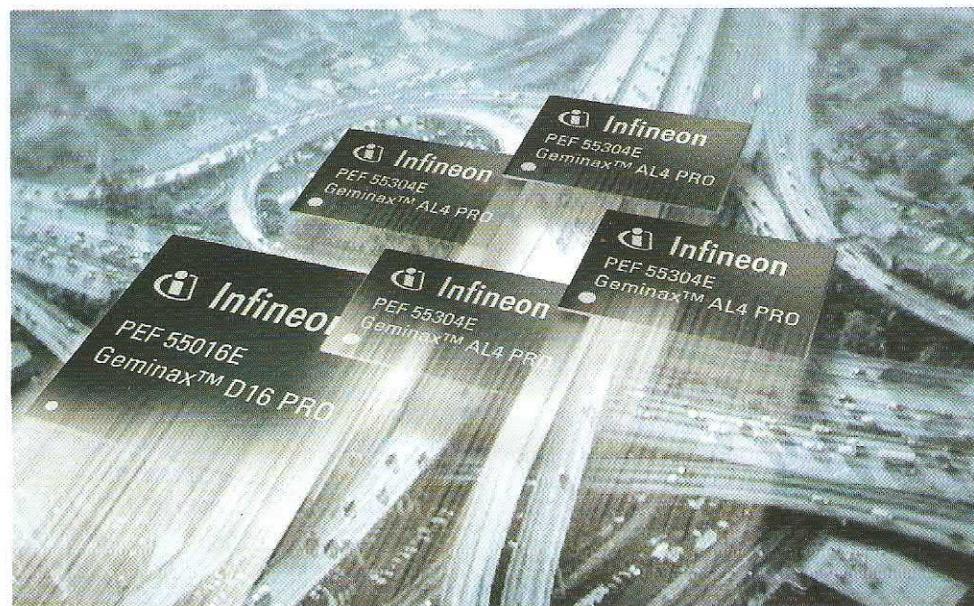
## Infineon introduce un nuevo chip ADSL2+

Establece estándares en consumo de energía y costes de sistema

**Infineon Technologies AG** ha introducido el chip más pequeño y económico para ADSL2+, la red de datos DSL del futuro. Este chip permite a las compañías de telecomunicaciones aumentar el número de conexiones DSL de superalta-velocidad que ofrecen a sus clientes en aproximadamente un 33%, sin realizar inversión adicional.

El chipset ADSL2+ GEMINAX PRO ofrece a las oficinas centrales unas características de rendimiento inigualables. El consumo de energía es un 30% menor que en el caso de chip convencionales y, en consecuencia, se genera menos cantidad de calor.

Gracias a sus múltiples ventajas y al reducido tamaño, es posible instalar los chip en sistemas de conmutación con densidades superiores sin necesitar ventilación adicional. Además, GEMINAX PRO hace posible la instalación de



El chip más pequeño y económico para ADSL2+.

un tercio más de conexiones ADSL2+ sin incrementar el número de espacio de cabinet requerido.

La tecnología en modo conmutado del GEMINAX PRO está siendo empleada en dis-

positivos portátiles de audio (como reproductores MP3), debido a los bajos niveles de consumo de potencia.

Mediante estas innovaciones tecnológicas, los desarrolladores de Infineon han adap-

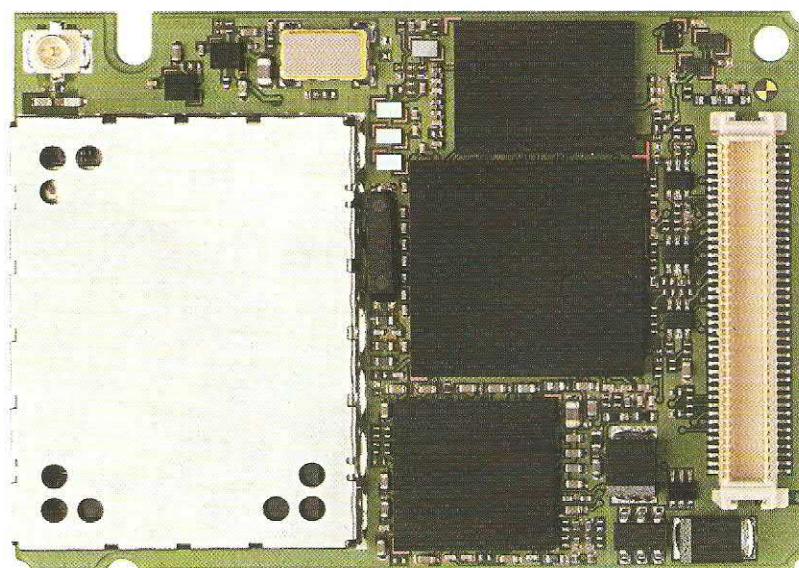
tado esta tecnología para aplicaciones de banda ancha, aunque los requerimientos en este sector son mucho más exigentes y la frecuencia empleada es cien veces superior.

## Módulo inalámbrico GSM/GPRS con tecnología EDGE

### MC75

**SIEMENS**, empresa representada en España por **Anatronic, S.A.**, anuncia el MC75, el primer módulo GSM / GPRS con tecnología EDGE integrada. Esta es, actualmente, la de mayor velocidad de transferencia de datos en redes GSM.

La tecnología EDGE permite la descarga y el envío de ficheros multimedia con gran cantidad de datos, el intercambio de correos adjuntos y el acceso rápido a Internet. Gracias a EDGE, los usu-



Especialmente diseñado para teléfonos inteligentes y PDA's.

rios pueden mantener sus actividades de negocio a través de Internet o la Intranet corporativa mediante sus teléfonos móviles inteligentes, PDA o PC laptop, ya que se opera casi tres veces más rápido que con GPRS. Teóricamente, EDGE posee una velocidad de transferencia de datos de 474 kbps, mien-

tras que GPRS permite una transmisión de 171 kbps. Gracias a su driver RIL / NDIS, el MC75 está especialmente indicado para teléfonos inteligentes y PDA basados en el sistema operativo Microsoft Windows Mobile™, garantizando una comunicación óptima entre el sistema operativo y el módulo.

El MC75 también incluye una conexión USB que posibilita 'plug and play', algo muy conveniente cuando se utilizan módems GSM / GPRS. Otros beneficios de integrar el módulo en soluciones de comunicación móvil son su tamaño compacto de 34 x 45 x 3.5 mm (pesa menos de 10 gramos) y la distribución 'one-sided' de los componentes en la tarjeta de circuito impreso. El MC75 cumple con los requerimientos de R&TTE, FCC, IC, UL, GCF y PTCRB, y se presenta sin plomo, cumpliendo con la directiva de la Unión Europea de Restricción de Sustancias Peligrosas en Equipos Eléctricos y Electrónicos (RoHS).

## AU Optronics anuncia sus nuevas tecnologías LCD TV

Mejoras en tiempo de respuesta, imagen de color y ángulo de visión

**AU Optronics (AUO)**, empresa representada en España por **Anatronic, S.A.**, anuncia sus últimas tecnologías para LCD TV: tiempo de res-

puesta de 4 ms mediante GFI, NTSC del 90% con HiColor Technology, y mayor ángulo de visión con AUO Advanced Technology (AMVA), que permite a los paneles alcanzar un ratio de contraste de 1.200:1 con mínima pérdida de color.

La tecnología GFI de la compañía es un display de cinta tipo CRT que reduce los 'residuos' y mejora la calidad de imagen en movimiento. Esta técnica disminuye el tiempo de respuesta a sólo 4 ms (gris a gris) y aumenta la cali-

dad de imagen en movimiento sin alterar la esperanza de vida CCFL. Otra característica de calidad LCD TV es su espectro de color. Este espectro de LCD TV que utilizan fuentes de luz CCFL es alrededor del 72%



ARRAY ELECTRONICA PROFESIONAL, S.A.

## ¿Está buscando Componentes Electrónicos?

Tenemos las últimas novedades y las mejores marcas en:

Microcontroladores transistores tarjetas diodos placas memorias

Grabadores resistencias conmutadores potenciómetros

Herramientas librería técnica.

Instrumentación laboratorio

Circuitos impresos pre-series desarrollo y montaje

Envíos  
a toda  
España

Envíos  
a toda  
España

### Tenemos una gran exposición a su servicio

Total garantía de nuestros productos, consultenos sus dudas y nuestros profesionales le asesorarán.

Array Electrónica Profesional S.A.

c/Juan de Austria, 20 - 28010 - Madrid - Tf. 91 591 97 80 - Fax 91 448 58 79 - email: arrayep@teleline.es - www.arrayep.com

NTSC. Además, la tecnología HiColor crea colores intensos con menores costes. Modificando la estructura CCFL convencional se mejora la saturación de color al 90 % NTSC. El módulo de iluminación trasera y el filtro de color de AUO posibilitan un espectro diferente para longitud de onda roja, verde y azul de filtro de color, optimizando la saturación de color para crear colores más naturales. La tecnología AUO Advanced MVA Technology (AMVA), que utiliza una baja pérdida de color para resolver el problema de la distorsión de color con ángulos de visión tradicionales. Esta tecnología crea más dominios que un LCD de alineación vertical multi-dominio (MVA) y reduce la variación en ángulos oblicuos, dotando de una mejor calidad de imagen.



Nueva tecnología que mejora el tiempo de respuesta, imagen de color y ángulo de visión.

La tecnología AMVA también influye en el ratio de contraste, que puede alcanzar

1.200:1 o 1.500:1. En LCD TV de 32", por ejemplo, su ratio original era de 800:1 y,

después de aplicar esta tecnología, se ha mejorado 1.5 veces.

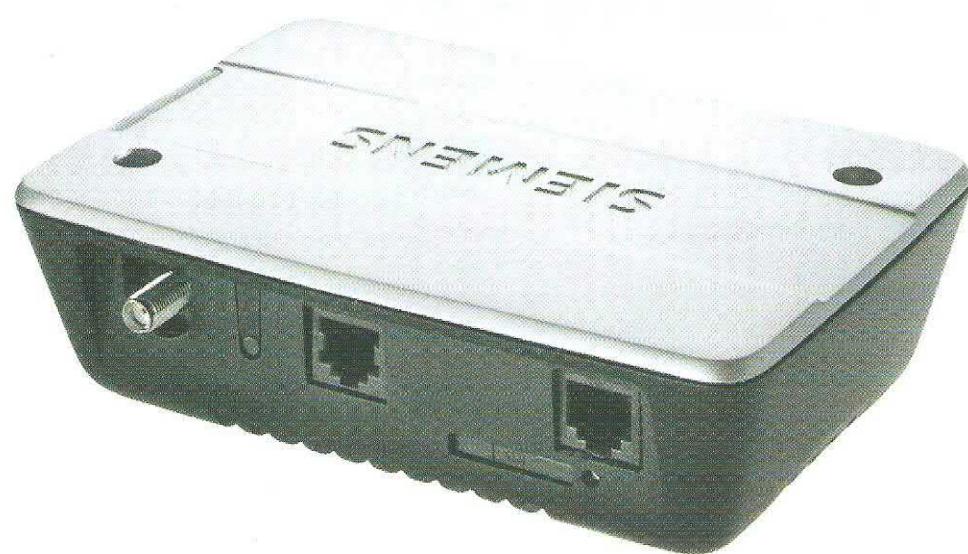
## Terminal TC65 para el mercado M2M inalámbrico

**SIEMENS**, empresa representada en España por **Anatronic, S.A.**, anuncia su terminal TC65, un dispositivo que va a revolucionar el mercado machine-to-machine (M2M).

Con características como la plataforma para desarrollo de software Java™ y un buen número de interfaces industriales estándares, este terminal se convierte en la primera elección para desarrolladores de productos que buscan una solución plug & play para aplicaciones M2M.

Además de estas características, el encapsulado compacto y robusto del TC65 incorpora un holder de tarjeta SIM y también se puede montar como DIN rail.

El entorno Java™ permite a los usuarios trabajar directamente con el software de aplicación mediante el micro-



El TC65, la revolución del mercado "machine-to-machine" (M2M).

procesador del TC65, una ventaja muy apreciada en aplicaciones M2M. De esta forma, los datos de sensores

se pueden transmitir a un servidor vía Internet. El soporte IMP Next Generation (NG) actualiza el soft-

ware de aplicación "over the air" (OTA) de una forma sencilla y fiable, y hace posible una transferencia y recepción

de datos en un entorno seguro que usa encriptación PKI o HTTPS. El terminal también incorpora un LED que

indica el estado operativo del dispositivo. Este terminal inalámbrico, que posee múltiples aproba-

ciones y es conforme a los estándares R&TTE, FCC, IC, GFC y PTCRB, ha sido diseñado para su aplicación en

campos como gestión de flotas, seguridad, máquinas de venta, medición y control remoto.

## MCU de 8 bit de elevada velocidad con USB integrado

*El AT76C713 se puede utilizar con sistemas operativos estándares para comunicaciones de host periféricos*

**Atmel Corporation**, empresa representada en España por **Anatronic, S.A.**, anuncia un nuevo microcontrolador AVR® de elevada velocidad y baja potencia con características exclusivas para aplicaciones USB de bajo coste.

El AT76C713, que es el primer microcontrolador AVR que trabaja a 48 MHz, ha sido diseñado para ofrecer un interfaz esclavo USB full-speed, compatible con la especificación USB 2.0, a sistemas que necesitan comunicar con un periférico estándar o dispositivo USB a medida. El nuevo MCU implementa una arquitectura de memoria novedosa que integra 16 kbytes de memoria SRAM para código de programa y cuatro bancos SRAM de 2 Kbytes cada uno para datos, stack y variables. Se puede emplear hasta tres de estos bancos como memoria de programa, además de los 16 kbytes por omisión, logrando un sistema muy configurable dependiendo de los requerimientos de aplicación.



Sistema de desarrollo para el AT76C713.

El AT76C713, que no requiere memoria no volátil externa, ofrece un gran número de pines de entrada / salida con capacidades multifunción, tales como interfaz de memoria de datos de expansión, líneas de interrupción de entrada, temporizadores de comparación de salida o señales de control de módem

para enlaces serie soportados por dos módulos UART internos. Para facilitar las aplicaciones de desarrollo a medida con el AT76C713, se encuentra disponible un Kit de Desarrollo (AT76C713-DK) con programas, herramientas para descarga de programa y una actualización de software.

El AT76C713 se presenta en un encapsulado TQFP de 100 pines libre de plomo (compatible con la directiva RoHS de la Comisión Europea).

**Para más información:**  
**Anatronic, S.A.**  
**Tel:** 913660159  
**Fax:** 913655095  
**E-Mail:** info@anatronic.com

## Refrigeración de convertidores de frecuencia por agua

**Rittal Direct Cooling Package DCP:** la placa de montaje con circuito de líquidos para la disipación de potencias de pérdida

Para poder realizar de forma eficiente la disipación de potencias de pérdida en los

armarios de distribución con elevado grado de protección, Rittal ofrece ahora una refrigeración innovadora para la electrónica de alta potencia, especialmente diseñada para aquellas soluciones en las cuales los métodos

de refrigeración convencionales no han dado buenos resultados.

Con el **Rittal Direct Cooling Package (DCP)** pueden refrigerarse componentes electrónicos de alta potencia como: interruptores de

frecuencia, servos reguladores, reguladores de motor, resistencias de freno, filtros de red y toberas de forma eficiente mediante una placa de montaje parcial con un circuito incorporado para líquido. La denominada Cold



Rittal Direct Cooling Package: refrigeración optimizada de un variador de frecuencia con la Direct Cooling DCP de Rittal, una placa de montaje parcial con paso de líquido que disipa elevadas potencias de pérdida.

Plate puede instalarse utilizando la fijación del sistema compuesta por ranuras en T y brida.

De esta forma, no es preciso realizar taladros adicionales sobre la placa de refrigeración. Por otra parte, también se encuentra disponible con la superficie completamente libre para la realización de taladros roscados por parte del cliente pudiéndose reali-

zar el montaje de los diferentes componentes de forma flexible. Ambas variantes están disponibles con diferentes estructuras del medio refrigerante, bien con tuberías simples del armario o con distribuidor de acero inoxidable con tuberías flexibles.

La gran variedad de accesorios del sistema ofrece al usuario un montaje variable en el sistema de armarios TS

8 de Rittal. La fijación del sistema simplifica la instalación y el montaje. Uno de los requisitos es la acometida a un circuito de agua de refrigeración o a una instalación de refrigeración centralizada. Con la DCP de Rittal el usuario obtiene una solución eficiente para la refrigeración de la electrónica de elevada potencia con la técnica del rear-flat o cold-plate ade-

cuada especialmente para altos grados de protección del armario.

#### Para más información:

**RITTAL DISPREL, S.A.,**  
Mas Baiona, 40  
Polígono Industrial Can Roqueta  
08202 Sabadell (Barcelona)  
Tel. 93 700 13 00  
Fax. 93 700 13 01  
E-mail: [info@rittal.es](mailto:info@rittal.es)  
Website: [www.rittal.es](http://www.rittal.es)

## AXIOMTEK Iberia anuncia una tarjeta Mini-ITX económica y de elevado rendimiento

El modelo SBC86807 ofrece magníficas ventajas I/O. **AXIOMTEK Iberia**, compañía líder en sistemas y componentes industriales y embebidos, anuncia una nueva tarjeta Mini-ITX SBC86807, que es un SBC económico compatible con procesador Pentium® M.

El SBC86807 soporta procesadores Socket 479 Intel® Pentium® M e Intel® Celeron® M,

una velocidad FSB de 400 MHz y características como CPU de tipo BGA U1V / IV. Las características I/O de este SBC hacen que sea una magnífica solución para encapsulados, mientras que el formato estándar se beneficia de la implementación en sistemas para aplicaciones embebidas. La tarjeta soporta Audio, Fast Ethernet dual, cuatro puertos COM, seis puertos USB 2.0,

DualView (LVDS LCD + CRT) e I/O digital. Además, el slot PCI a través de la tarjeta riser permite una capacidad de expansión fácil.

El SBC86807 reduce el coste total de propiedad, disminuyendo los gastos de implementación y mejorando el tiempo de llegada al mercado. Con las características antes mencionadas, la nueva tarjeta Mini-ITX es una solución idó-

nea para terminales de transacciones, kioscos, teléfonos de pago por Internet y aplicaciones de baja potencia.

#### Para más información:

**Axiomtek Iberia**  
Puerta de las Naciones  
C/ Ribera del Loira, 46  
28042 Madrid  
Tel: 915030261  
Fax: 915030099  
[www.axiomtek.com](http://www.axiomtek.com)

## Nueva generación de ordenadores embebidos mono-caja sin ventilador

**Advantech**, empresa representada en España por **Iberica de Componentes, S.A.**, anuncia su nueva generación ARK de ordenadores embebidos mono-caja sin ventilador, que combina interfaces de display y otras características industriales en un chasis metálico compacto y rugerizado para aplicaciones multimedia intensivas. Además, la operación sin ventilador dota de un rendimiento silencioso en la plataforma cuando se despliega en entornos externos.

Esta nueva serie de ordenadores mono-caja sin ventilador, compuesta por los modelos ARK 3380, ARK 3381 y ARK 3382, es ideal para aplicaciones de PC embebidos, ya que todos los componentes electrónicos están protegidos en una cubierta sellada y compacta para aplicaciones embebidas y autónomas, donde el espacio y las consideraciones ambientales son críticas.

Gracias a los interfaces de display de DVI, LVDS o salida de televisión con capacidad de display dual y al audio estéreo AC97, la nueva serie ARK se puede emplear en un gran número de aplicaciones,



Un ordenador silencioso para un gran número de aplicaciones.

incluyendo puntos de información, juegos y sistemas de emisión de display digital. Los ordenadores embebidos mono-caja ARK de fácil integración se presentan con procesador Intel® Ultra Low Voltage Celeron® o Low Voltage Intel® Pentium® M que dota de un magnífico rendimiento informático con muy bajo consumo de energía. Otras ventajas de la serie ARK son un diseño especial que absorbe la vibración y

garantiza la máxima fiabilidad bajo condiciones adversas, y un amplio rango de tensión de alimentación (12 – 24 VDC) que ofrece flexibilidad de entrada de potencia para múltiples entornos de automatización. Los modelos existentes son:

**ARK 3380:** Multimedia DVI, S-Vídeo, C-Vídeo, salida de altavoz, line-in, line-out, ULV Celeron CPU, 256 SDRAM e IDE HDD de 2.5".

**ARK 3381:** Multi-Coms, dos

RS-232, cinco RS-232/422/485, ULV Celeron, 256 SDRAM y tarjeta CF de 256 MB.

**ARK 3382:** Multi-Lans, cuatro 10/100 BaseT Fast Ethernet, ULV Celeron CPU, 256 SDRAM y tarjeta CF de 256 MB.

**Para más información:**  
**Iberica de Componentes, S.A.**  
Tel: 916587320  
Fax: 916531019  
[www.ibercom.net](http://www.ibercom.net)  
E-mail: [informa@ibercom.net](mailto:informa@ibercom.net)

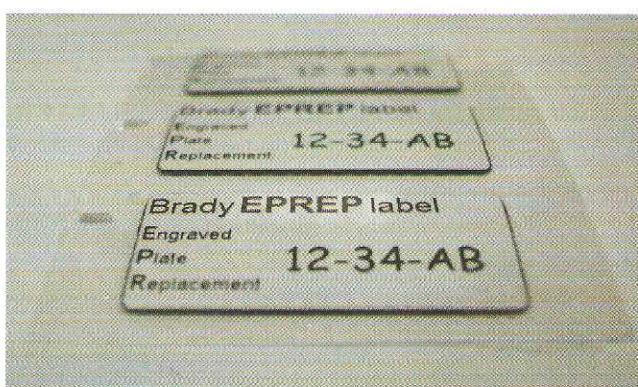
## Etiquetas diseñadas específicamente para sustituir las placas grabadas

**MONOLITIC S.A.**, como distribuidor de Brady®, les presenta una solución que poner fin a la molestia de comprar placas grabadas de una vez por todas. Las etiquetas de EPREP son etiquetas innovadoras diseñadas específicamente para sustituir las placas grabadas para la identificación de componentes eléctricos, de los paneles de control, etc.

Flexible >> Impresión las etiquetas que usted necesita, cuando y donde usted los necesita. ¡Las reimpresiones y las correcciones se hacen fácilmente!

Rápido >> El software de etiquetado le permite rápidamente hacer series de etiquetas usando plantillas predefinidas.

Rentable >> Más bajo coste que las placas grabadas



## PC de montaje en rack con procesador Intel® Pentium® M

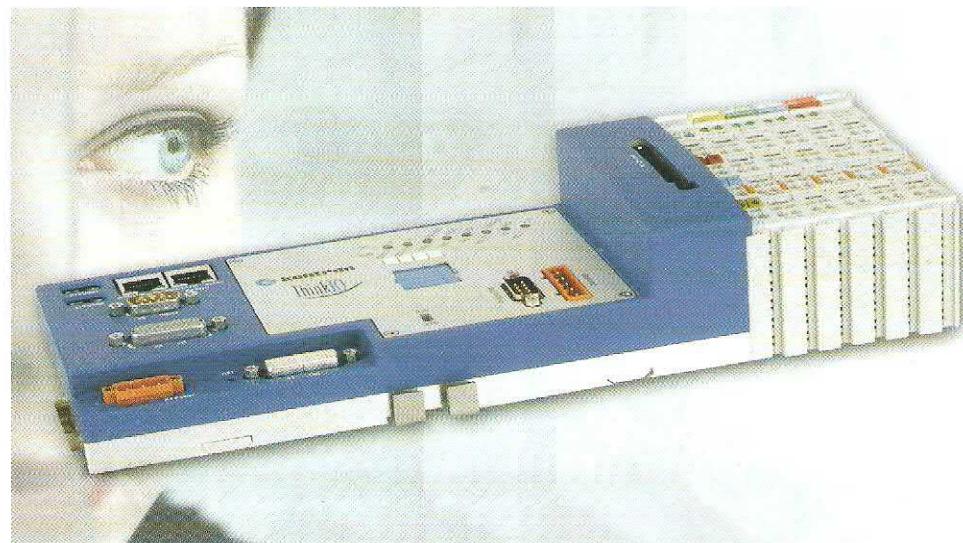
El ThinkIO-P sin ventilador se convierte en el 'maestro' de DIN Rail.

Con el ThinkIO-P, **Kontron Industrial Control** (una división de **Kontron Applications**) introduce una nueva clase de PC plano de montaje en rack modular y potente con profundidad de 70 mm que se puede adaptar a cualquier cabinet de control del mercado.

El nuevo sistema está completamente cerrado y no tiene ventiladores, y puede ser equipado con procesadores de un rango que comprende desde Intel® Mobile Celeron de 600 MHz con caché L1/OKB L2 de 64 KB a Intel® Pentium® M de 1.4 GHz, siendo bastante más rápido que modelos anteriores y compatible con Intel® Pentium® MMX.

El ThinkIO-P se caracteriza por un sistema de conexión de potencia industrial para los terminales inteligentes de Wago I/O System 750 y 753, que ofrecen una configuración I/O flexible de aplicación específica. Las aplicaciones para el ThinkIO-P son maquinaria industrial y controladores de sistema de complejidad media o elevada.

Este PC con ventilación pasiva se integra en una cubierta de aluminio y no sólo



El ThinkIO-P con ventilación pasiva.

ofrece elevada potencia informática y conexión directa, sino que con el Wago I/O System, también se presenta hasta 1 GB de RAM, 1-2 MB de RAM de batería-buffered, una tarjeta CompactFlash a medida e interfaces estándares de PC (dos USB, DVI analógico y digital, y uno serie). Dos interfaces Fast Ethernet independientes que incluyen routing / bridging para cadena tipo margarita, dos I/O digitales opto-aisladas (24 VDC) y buses de campo opcionales (Profibus, CAN o DeviceNet) hacen posible el

control óptimo para redes industriales clásicas y state-of-the-art y pueden realizar funciones de pasarela y firewall para integración vertical.

Los interfaces de usuario de hasta treinta metros de distancia se pueden conectar al sistema vía un HMI de larga distancia opcional. Además, el ThinkIO-P ofrece soporte para los sistemas operativos Windows XP Embedded y Linux. Un temporizador watchdog y un reloj en tiempo real completan las características.

La conexión al Wago I/O System es sencilla: una vez

acoplado, el sistema reconoce un módulo I/O automáticamente. Por lo tanto, se puede crear una plataforma abierta de control a medida con muy pocos pasos. Esta plataforma de control también se encuentra disponible como un PLC soft con compatibilidad IEC 61131-3. También existen opciones para un servidor OPC o WebServer.

Gracias al uso exclusivo de procesadores embebidos Intel, Kontron puede garantizar una disponibilidad a largo plazo de esta solución.

## Tarjeta Mini-ITX con procesador Intel® Celeron® de 733 MHz

Un procesador familiar en un nuevo formato

**Kontron**, una de las mayores compañías de tecnología informática embebida, ha lanzado la nueva placa madre mini-ITX embebida 786LCD/mlTX, la cuarta de su serie de placas madre Embedded Mini-ITX.

La nueva tarjeta ha sido diseñada para ofrecer bajo con-

sumo de potencia y elevado valor, y se dirige al segmento de aplicaciones de gran volumen / coste reducido del mercado Mini-ITX embebido, en industrias como juegos, puntos de información, puntos de venta, comunicaciones de datos y equipos médicos. La placa madre 786LCD/mlTX está equipada con un procesador Intel® Celeron® de 733

MHz de Bajo Voltaje (caché L2 256 K) y se basa en el chipset Intel 815E. También existe una versión del 786LCD/mlTX para soportar el procesador Intel Celeron de 400 MHz de Ultra Bajo Voltaje con ventilación pasiva.

El modelo 786LCD/mlTX se ha desarrollado para uso a largo plazo en aplicaciones embebidas y ofrece una com-

binação de magníficas características. La tarjeta tiene una CPU de Bajo Voltaje (pronto contará una opción de Ultra Bajo Voltaje), soldada directamente en la tarjeta para aumentar la fiabilidad. La tarjeta estándar posee 256 MB de SDRAM soldada y es capaz de soportar 256 MB extras en el socket DIMM.

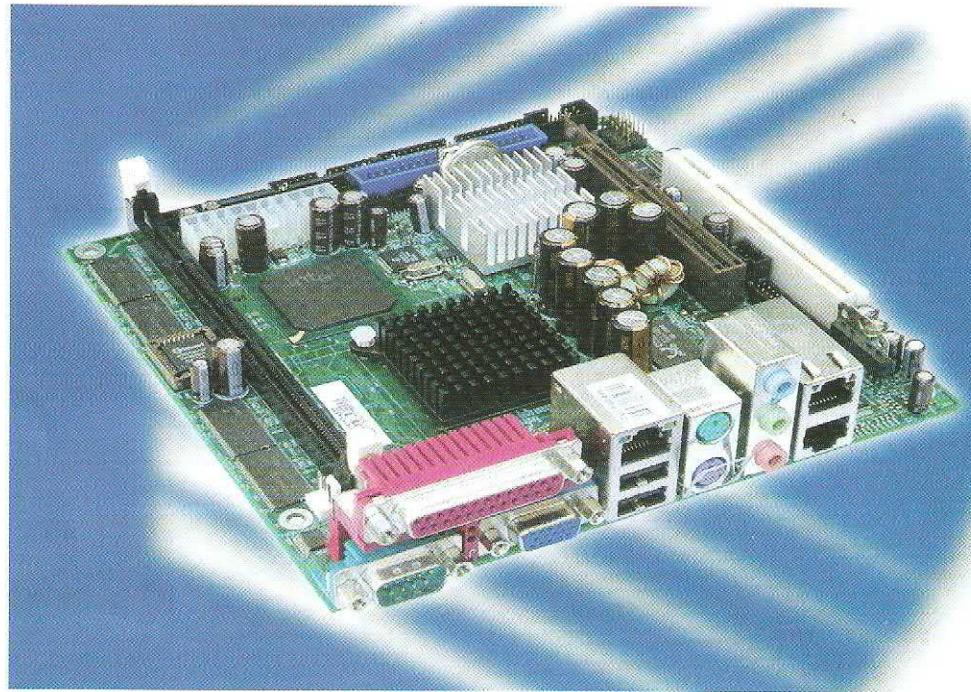
La tarjeta 786LCD/mITX ofrece dos opciones de display, ya que puede soportar los interfaces LVDS y DVI. También dispone de tres puertos Ethernet de 10 / 100 Mbps para responder a los requerimientos de red, así como dos interfaces ATA 100 y dos SATA150 IDE. Seis puertos USB2.0 y cuatro RS232C, junto con dos interfaces IEEE 1394 dotan de unas magníficas posibilidades de expansión. La monitorización remota de hardware con software de interface API de Kontron completa las características.

#### Mini-ITX

Mini-ITX es un estándar de placa madre compatible con ATX que ha obtenido rápidamente una gran aceptación por parte de usuarios profesionales. Con unas dimensiones de 16 x 17 cm, Mini-ITX es el formato más pequeño compatible con ATX. Este tamaño reducido permite su uso en sistemas muy compactos. Todas las tarjetas Mini-ATX de Kontron están especialmente diseñadas para utilización en sistemas embebidos y, por lo tanto, ofrecen robustez y disponibilidad a largo plazo.

#### Acerca de Kontron

Como líder global en tecnología informática embebida y soluciones



Un procesador familiar en nuevo formato.

rugerizadas móviles, Kontron suministra soluciones a su amplia clientela formada por OEM, integradores de sistema y proveedores de aplicación en los mercados de comunicaciones, automatización, test y medición, transporte, medicina, defensa, aeroespacial y energía. La compañía ayuda a sus clientes a reducir considerablemente el tiempo de llegada al mercado y obtener ventajas competitivas con productos que incluyen sistemas y plataformas

informáticas abiertas de elevado rendimiento, ordenadores monotarjeta, interfaces Human-Machine y ordenadores rugerizados móviles. Kontron tiene una plantilla formada por más de 1900 profesionales en todo el mundo y posee centros de producción en Europa, América del Norte y Asia - Pacífico. La compañía está presente en el índice TecDAX 30 alemán bajo las siglas "KBC". Kontron es la única empresa europea con la

categoría miembro Premier en la Intel® Communications Alliance, que permite un acceso casi inmediato a tecnologías leading-edge y soporte de ingeniería de Intel.

Para más información:  
KONTRON Embedded Computers, AG.  
Gobelás, 21  
28023 Madrid  
Tel: 917102020  
Fax: 917102152  
[www.kontron-emea.com](http://www.kontron-emea.com)

## Microchip introduce nuevos microcontroladores PIC de 6, 8, 14 y 20 pines y un nuevo encapsulado 4x4mm QFN

Sagitrón, distribuidor para España de **Microchip Technology**, añade, ocho nuevos microcontroladores PIC, a su catálogo de microcontroladores de pocos pines junto con un diminuto y nuevo encapsulado QFN.

La familia PIC10F es la primera familia de microcontroladores de tan solo 6 pines en el mundo, y ahora ofrece incrementar sus característi-

cas incluyendo 2 canales de convertidor A/D de 8 bits, nuevo y preciso oscilador interno de 8 MHz, una memoria flash de programa desde 256 hasta 512 instrucciones, un consumo de corriente en modo bajo consumo de tan solo 100nA, un amplio rango de tensión de alimentación desde 2.0 hasta 5.5 voltios, un encapsulado de 6 pines SOT-23 y por

supuesto la tecnología de programación en circuito.

**Microchip** también añade 3 canales de convertidor A/D de 8 bits, rápido oscilador interno de 8MHz, 2 comparadores y una memoria de programa de 1024 instrucciones a los microcontroladores de la gama base de 8 y 14 pines. El PIC12F510 y el PIC16F506 están disponibles en encapsulados PDIP,

SOIC, MSOP de 8 pines y PDIP, SOIC, TSSOP de 14 pines respectivamente. También se añade un nuevo rango de microcontroladores de 20 pines con un coste efectivo, código compatible para una posible migración desde los existentes PIC de 8 y 14 pines y un rico conjunto de periféricos. Los periféricos mejorados de los nuevos PIC16F685/687/689/690

incluyen un nuevo módulo comparador con más conexiones internas y externas, un

convertidor A/D con 12 canales y 10 bit de resolución. Además soportan co-

municaciones I<sub>2</sub>C™ y todo ello con tecnología nano-Watt. Estos PICs de 20 pins

están disponibles en encapsulados PDIP, SOIC, SSOP y QFN.

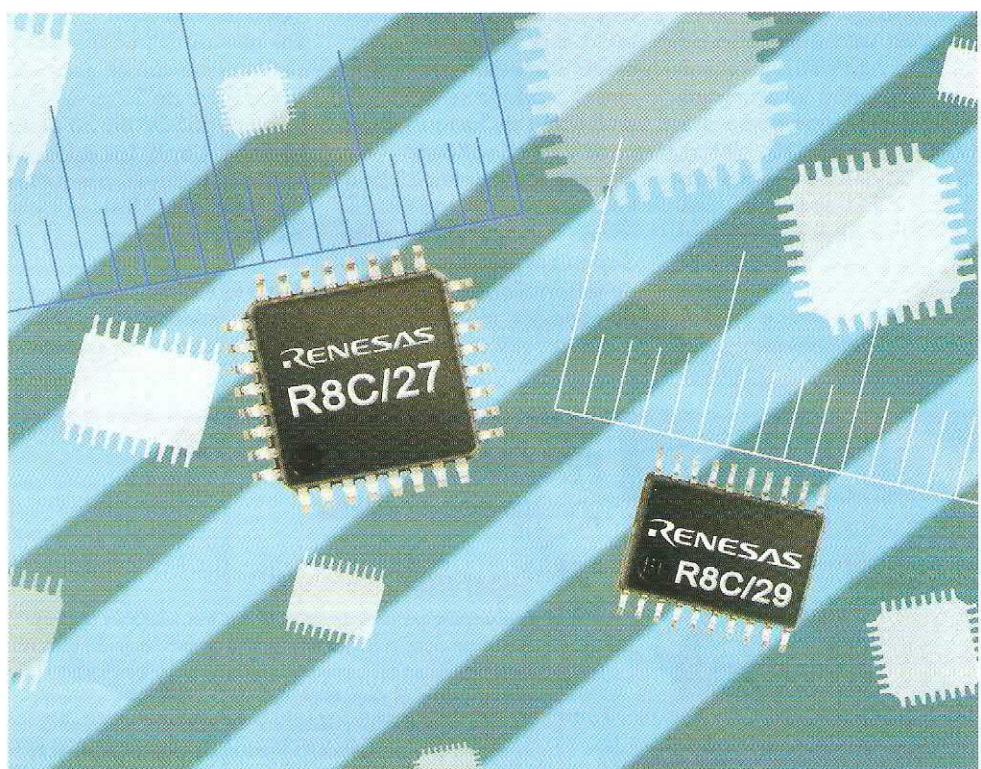
## Reneses Amplía su Serie R8C/Tiny de Microcontroladores de 16 BIT

Los nuevos productos se caracterizan por operación a bajo voltaje y mayor rango de temperatura

**Reneses Technology Europe** anuncia la incorporación de treinta y seis nuevos modelos a su serie R8C/Tiny de microcontroladores de 16 bit de elevado rendimiento, pequeñas dimensiones y número reducido de pines con memoria Flash on-chip.

La nueva línea incluye dispositivos que se caracterizan por un voltaje operativo reducido al mínimo y amplio rango de temperatura, así como un interface LIN. Estos modelos permitirán que la serie cumpla requerimientos específicos en un mayor número de aplicaciones, tales como productos alimentados por batería, consumo, seguridad, dispositivos de imagen e industriales, equipos de automoción y productos OA. La serie R8C/Tiny tiene un total de ciento cuarenta y ocho dispositivos en producción, todos ellos con memoria Flash on-chip. Los nuevos modelos están clasificados en cuatro grupos: R8C/26 y R8C/27 con encapsulado de 32 pines y R8C/28 y R8C/29 con encapsulado de 20 pines. Todos ellos se caracterizan por la misma CPU R8C de 16 bit de elevado rendimiento y una frecuencia operativa máxima de 20 MHz. Esto permite el uso del software de la serie R8C/Tiny previamente desarrollado, contribuyendo a reducir los períodos de desarrollo de producto.

La nueva línea incluye modelos que destacan por un voltaje operativo reducido al mínimo



La nueva serie se caracteriza por un elevado rendimiento, baja tensión de alimentación y bajo consumo.

de 2.2 V, desde los 2.7 V de la anterior serie de productos R8C/Tiny, además de un rango de tensión ampliado de 2.2 a 5.5 V, permitiendo su uso en aplicaciones que requieran bajo consumo de potencia y mínimo voltaje. Los nuevos microcontroladores también ofrecen un interface compatible con la red de automoción LIN, a pesar de reducido número de pines, y un amplio rango de temperatura operativa (de -40 a +125 °C) para satisfacer las necesidades de aplicaciones de automoción. La mayoría del proceso se realiza mediante hardware, empleando un canal tempo-

rizador de 8 bit y un canal de interface síncrono / UART. Esto simplifica el desarrollo de productos compatibles con LIN y reduce la carga de proceso de software de la CPU.

Además, un temporizador watchdog, EEPROM y sub-microcontrolador que hasta ahora eran tres componentes separados se pueden implementar con un chip R8C/Tiny, haciendo que estos productos sean ideales para su empleo en control de carrocería de automoción y sub-microcontroladores de sistemas de elevadas prestaciones, por citar un par de ejemplos.

Todos los modelos incluyen memoria Flash on-chip que ofrece fuente de alimentación, programación de elevada velocidad, alta fiabilidad y capacidad de programación on-board. La memoria Flash para almacenamiento de programa está disponible para cuatro capacidades de 8, 16, 24 y 32 kbytes para los grupos R8C/26 y R8C/27 y dos capacidades de 8 y 16 kbytes para los grupos R8C/28 y R8C/29. Los modelos R8C/27 y R8C/29 también disponen de 2 kbytes de Flash de datos (dos bloques de 1 kbyte).

El temporizador de 16 bit se caracteriza por una velocidad operativa superior que la serie previa. Un oscilador on-chip de elevada precisión hace posible la generación de un reloj de 40 MHz, permitiendo una operación de 16 bit de elevada velocidad. Esto duplica la resolución de contador de tiempo en comparación con la operación máxima actual (20 MHz), dotando de una enorme precisión en el control de producto y mayores prestaciones. Al igual que los modelos existentes de la serie R8C/Tiny, se ofrece un conjunto de funciones periféricas

on-chip, incluyendo un oscilador on-chip de elevada resolución y un circuito de detección de voltaje. La provisión de estas nuevas funciones y las mejoras de las ya existentes, junto con la ampliación de la serie, posibilita que el usuario seleccione el modelo ideal para que el producto se desarrolle en función de factores como coste y funcionalidad. El depurador on-chip E8 Emulator que permite una interconexión mono-pin se encuentra disponible como un entorno de desarrollo. La capacidad de conexión mono-pin hace posible la utilización de todos

los pines durante la depuración, logrando un desarrollo de programa más eficiente. Una característica adicional de este depurador es que se puede emplear como un 'writer' de memoria Flash, así como un emulador. Los nuevos microcontroladores se presentan en encapsulados LQFP de 32 pines (7 x 7 mm) y LSSOP de 20 pines (6.5 x 4.4 mm). Las opciones también incluyen productos con memoria Flash programada o 'en blanco'.

**Acerca de Kontron**  
Renesas Technology Corp., diseña y fabrica soluciones de sistemas

semiconductores integrados para los mercados de informática móvil, redes, automoción, industrial y audiovisual. Fundada el 1 de abril de 2003 como joint venture entre Hitachi Ltd (TSE:6501, NYSE:HIT) y Mitsubishi Electric Corporation (TSE:6503), con sede central en Tokio (Japón), Renesas Technology es una de las mayores compañías de semiconductores del mundo y el proveedor número uno de microcontroladores a nivel global. Además de microcontroladores, Renesas Technology ofrece LSI de sistema, componentes para tarjetas inteligentes, productos de señal mixta, memorias flash y SRAMs. Para más información: [www.renesas.com](http://www.renesas.com)

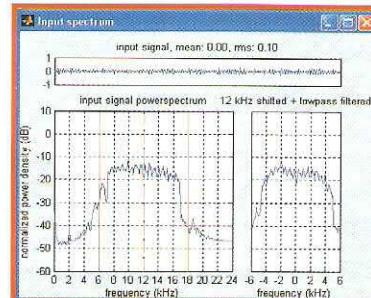
## INFORMÁTICA Y MERCADO

PRÓXIMO NÚMERO  
próximo mes en elektor**Supervisor telefónico**

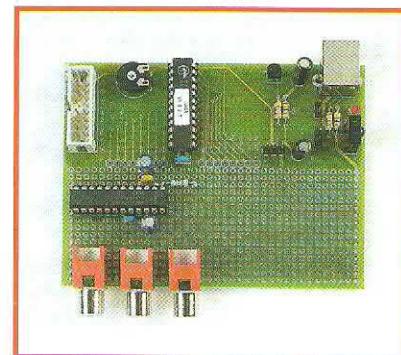
Este circuito permite que uno de los tres teléfonos analógicos tenga acceso a una línea externa, produciendo un tono de ocupado en los otros dos aparatos para evitar cortar la conversación. El circuito es compatible con el PC a través de un enlace RS232 y viene con un software en entorno Windows que nos ofrece la función de registro telefónico.

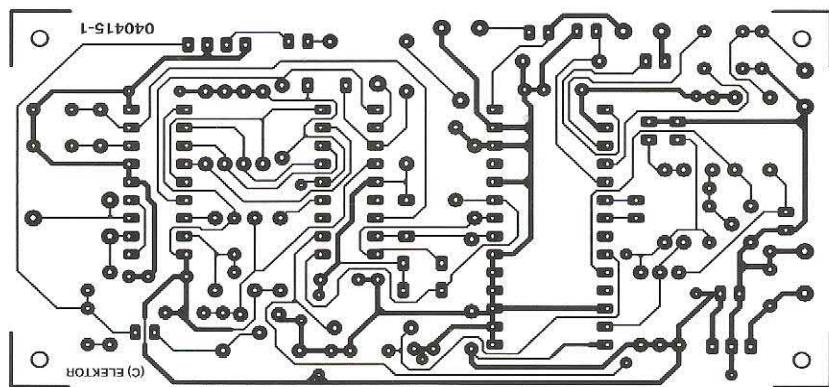
**Diorama**

Diorama es un programa de desarrollo reciente con código abierto en C para usar con el receptor DRM de Elektor (entre otros). Está basado en MATLAB y nos ofrece interesantes capacidades.

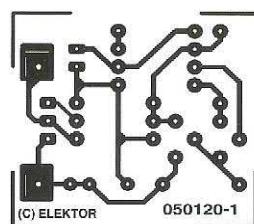
**De la A a la D con USB**

Gracias a su fácil uso, la interface USB se ha convertido en un estándar industrial. En este artículo proponemos un módulo a medida con una entrada de ocho canales en un inteligente chip USB con 12 bits de resolución.





Control remoto por teléfono móvil  
(040415-1)



Indicador de Giro  
de Estado Sólido  
(050120)

Todos los circuitos están a tamaño real (100%)  
excepto indicación en contra.

## CONDICIONES GENERALES

Los circuitos impresos, carátulas autoadhesivas, ROMs, PALs, GALs, microcontroladores y discos 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 período 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 500 pts. (incluidos gastos de envío).

- Los EPROMs, GALs, PALs, (E)PLDs, PICs y otros microcontroladores se suministran 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 ENVÍO

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 indica 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.

## SUSCRIPCIONES A LA REVISTA Y EJEMPLARES ATRASADOS

Las suscripciones o pedido de números atrasados, si se encuentran disponibles, se realizarán a LARPRESS, C/ La Forja, nº 27 - 28850 Torrejón de Ardoz (Madrid). Tel: 91 677 70 75, Fax: 91 676 76 65. E-mail: suscripc@larpres.com

Los precios de ejemplares atrasados son de 3,60 € más gastos de envío.

## 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 período 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, solicitándole 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 LARPRESS 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, discos 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 Editorial LARPRESS.

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 LARPRESS, 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.

## CONSULTORIO TÉCNICO

Existe un Consultorio técnico gratuito a disposición de todos los lectores. Este servicio se presta todos los lunes y martes laborables en horario de 17 a 19 h.

**El número de teléfono para consultas es el 91 375 02 70.**

Código	Precio (€)
--------	------------

## E308 ENERO 2006

## Control remoto por teléfono móvil:

- PCB	040415-1	13,00
- Disco, PIC código fuente y hex	040415-11	11,00
- PIC16F84A-20/P, programado	040415-41	21,00

## E307 DICIEMBRE 2005

## 27C512 Emulador:

- Disco, software de proyecto	030444-11	11,00
- EPM7064SLC84-15, programado	030444-31	55,00
- AT90S8515-4PC, programado	030444-41	30,00

## Pequeño Coloso:

- Disco, código fuente del PIC	040267-11	11,00
- PIC12F675-C/P, programado	040267-41	6,00

## Cerradura Flash para PCs:

- PIC16F628A-VSO, programado	050107-41	10,00
- CD-ROM, software de proyecto	050107-81	14,00

## E306 NOVIEMBRE 2005

## Medidor ESR/C:

- 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

## Medidor de distancia manual:

- ATmega8-16PC, programado	040015-41	31,00
- Disco, software de proyecto	040015-11	11,00

## E305 OCTUBRE 2005

## Adaptador MP3 para TV:

- PCB, desnudo	054035-1	8,00
- Disco, software de proyecto	054035-11	10,50
- EPM7064SLC44-10, programado	054035-31	55,00

## Cerradura codificada con un botón:

- Disco, código fuente y hex	040481-11	10,50
- PIC16F84, programado	040481-41	14,00

## Contador de Frecuencia de 1 MHz:

- Disco, software de proyecto	030045-11	10,50
- AT90S2313-10PI, programado	030045-41	11,00

## E304 SEPTIEMBRE 2005

## Placas de experimentación DIL/SOIC/TSSOP:

- 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

## Diagnóstico Del Vehículo Mediante OBD-2:

- PCB, desnudo	050092-1	18,00
----------------	----------	-------

## E303 AGOSTO 2005

## Comprobador de Contaminación Eléctrica:

- PCB, solo	050008-1	10,50
- PCB, montado y comprobado	050008-91	

## Práctico Receptor GPS sobre USB:

- PCB, solo	040264-1	9,00
- Kit de componentes	040264-71	121,00

## Registrador de temperatura manual:

- PCB, solo	030447-1	8,00
- Disco, software de proyecto	030447-11	10,50
- PIC16F876, programado	030447-41	11,00
- Kit de componentes	030447-71	51,50

## Sintonización de la Contaminación Electromagnética:

- PCB	040424-1-1	7,00
-------	------------	------

## E302 JULIO 2005

## Programador para Control DCC para Modelismo Ferroviario:

- PCB	040422-1	38,00
- Disco, código fuente y Hex ATMega	040422-11	10,30
- ATMega8515-8PI, programado	040422-41	33,00

## Medidor de Densidad de Flujo Magnético

- Disco, código fuente del PIC	040258-11	10,30
- PIC16F876-20/SP, programado	040258-41	33,00

## E301 JUNIO 2005

## Sistema de Desarrollo LPC210x "ARMee":

- Placa procesador montada y comprobada	040444-91	40,00
---	-----------	-------

## Analizador SC 2005:

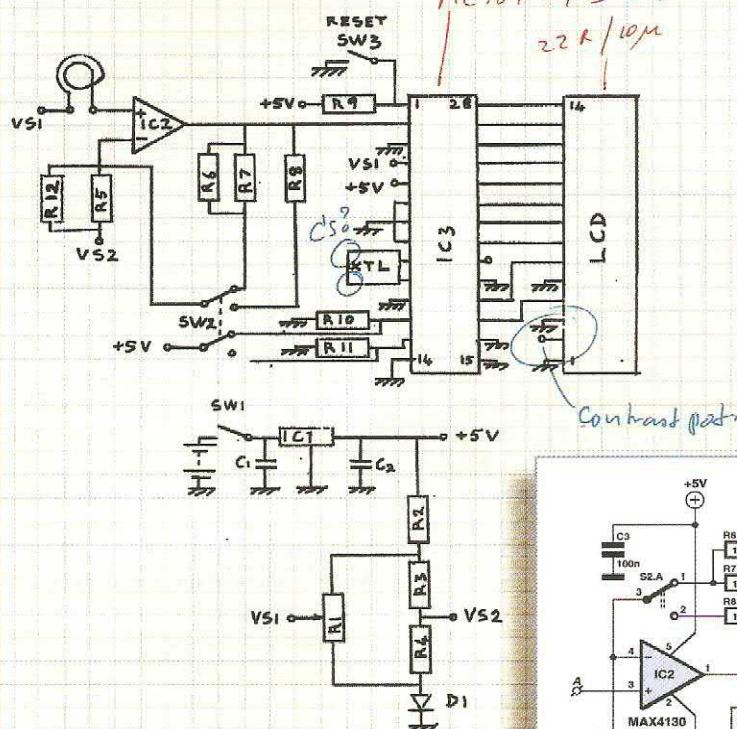
- PCB	030451-1	11,00
- Disco, software de proyecto	030451-11	10,50
- PIC16F876-20/SP, programado	030451-41	27,50

	Código	Precio (€)
<b>Pocket Pong:</b>		
- Disco, software PIC	030320-11	9,12
<b>Router de vías:</b>		
- PCB	030403-1	20,19
- Disco, software PC Y PIC	030403-11	9,12
- PIC16F877-20/P, programado	030403-41	40,02
<b>Operador Silencioso:</b>		
- Disco, PIC software	030209-11	9,12
- PIC16F84-10P, programado	030209-41	27,41
<b>E290 JULIO 2004</b>		
<b>Diseño de Nuestro Propio Circuito Impreso:</b>		
- PCB	030385-1	29,00
<b>Preamplificador de Gama Alta Controlado Digitalmente (2):</b>		
- PCB placa principal	020046-1	16,00
- PCB placa de relés	020046-2	14,00
- PCB placa de alimentación	020046-3	12,50
- Disco	020046-11	9,00
- PIC18LF452-I/L, programado	020046-41	52,00
<b>Medidor de Velocidad y Dirección del Viento:</b>		
- Disco, software del proyecto	030371-11	9,00
- PIC16F871, programado	030371-41	33,00
<b>E289 JUNIO 2004</b>		
<b>Construya su Propio Receptor DRM:</b>		
- PCB	020148-1	16,00
- Disco, proyecto ejemplo	020148-11	9,12
<b>Caja De Música y el Sonido de Pandora:</b>		
- PCB	030402-1	20,00
- Disco, código fuente y hex	030402-11	9,12
- PIC16F871/P, programado	030402-41	38,50
<b>Explorador de VHF de Banda Baja:</b>		
- PCB	020416-1	16,50
<b>E288 MAYO 2004</b>		
<b>Construya su Propio Receptor DRM:</b>		
- PCB	030365-1	17,00
- Disco, programa DRM.exe	030365-11	9,00
<b>Cerradura Codificada:</b>		
- PCB	020434-1	14,40
- Disco, código fuente y hex	020434-11	9,00
- PIC16F84A-4P, programado	020434-41	27,41
<b>Multicanal Seguro para Modelos Controlados por Radio:</b>		
- Disco, código fuente	020382-11	9,00
- AT89C52-24I/P, programado	020382-41	16,24
<b>Medidor de Frecuencia Multifunción:</b>		
- PCB	030136-1	17,50
- Disco, software del proyecto	030136-11	9,00
- AT90S2313-10PC, programado	030136-41	15,00
<b>E287 ABRIL 2004</b>		
<b>Reloj Digital con Alarma:</b>		
- Disco, PIC código fuente y hex	030096-11	9,11
- PIC16F84-04/P, programado	030096-41	28,36
<b>iAccess:</b>		
- Disco set, código fuente y control	020163-11	14,02
- AT89S8252-12PC, programado	020163-41	25,94
<b>Sencillo Inversor de Tensión de 12V a 230V:</b>		
- PCB	020435-1	16,00
<b>Comutador Controlado por Tacto:</b>		
- Disco, PIC código fuente	030214-11	9,12
- PIC12C508A04/S08, programado	030214-41	11,49
<b>E286 MARZO 2004</b>		
<b>Placa flash 64-K 80C552:</b>		
- PCB	030042-1	17,45
- Disco, misc. software del proyecto	030042-11	9,12
- 29F010, programado	030042-21	18,66
- GAL 16V8D15QP, programado	030042-31	11,38
<b>Registrador Climático:</b>		
- PCB	030076-1	14,44
- Disco, software Windows	030076-11	9,12
<b>Codificador FMS para Simulador de Vuelo:</b>		
- PCB	030066-1	19,03
- 87LPC767BN, programado	030066-11	31,74
<b>Rueda a Diodos Led:</b>		
- PCB	030168-1	33,00
- Disco, código fuente y hex	030168-11	9,12
- 89C2051-12PC, programado	030168-41	15,02

	Código	Precio (€)
<b>E285 FEBRERO 2004</b>		
<b>Receptor de Control Remoto en FM:</b>		
- PCB	034044-1	19,00
<b>Cronómetro de Proyectos:</b>		
- Disco, códigos fuente y objeto	020350-11	9,12
- PIC16F84-10P, programado	020350-41	24,52
<b>Descubriendo el motor paso a paso (II):</b>		
- Disco, código fuente	020127-11	9,12
<b>Generador de Reloj Universal:</b>		
- Disco, código fuente	020395-11	9,12
<b>Enlace RS232 sin hilos:</b>		
- PCB	030204-1	16,24
<b>E284 ENERO 2004</b>		
<b>Contador de revoluciones para modelos de radio-control:</b>		
- PCB	024111-1	33,00
- Disco, código fuente y hex	024111-11	9,00
- 89C2051-12PC, programado	024111-41	16,00
<b>Visualizador de Texto con Desplazamiento:</b>		
- Disco, código fuente y hex	020407-11	9,00
<b>Conversor USB analógico:</b>		
- PCB	020374-1	14,00
- Disco, códigos hex y software Windows	020374-11	9,00
- PIC16C765, programado	020374-41	25,00
<b>E283 DICIEMBRE 2003</b>		
<b>Generador de Señal de RF con DDS:</b>		
- PCB, generador	020299-1	22,00
- PCB, control/alimentación	020299-2	23,00
- AT90S8515 8PC, programado	020299-41	57,00
<b>Detector de metal por inducción balanceada:</b>		
- PCB	020290-1	17,00
<b>E282 NOVIEMBRE 2003</b>		
<b>Generador de imágenes ATV:</b>		
- Disco, código fuente y hex	020295-11	9,12
- AT90S8515-8PC, programado	020295-41	28,37
- AT90S1200-12PC, programado	020295-42	25,70
<b>Interruptor remoto mediante teléfono DTMF:</b>		
- PCB	020294-1	22,00
- Disco, software del proyecto	020294-11	9,12
- PIC16F84A-20/P, programado	020294-41	27,50
<b>Display de Cristal Líquido con Bus I<sup>2</sup>C:</b>		
- PCB	030060-2	14,00
<b>PICProg 2003:</b>		
- PCB	010202-1	17,00
- Disco, software Windows	010202-11	9,12
- PIC16F874-20/P, programado	010202-41	44,00
<b>Central de Medida de Precisión (2):</b>		
- Placa ensamblada y comprobada	030060-91	68,00
<b>Preamplificador a válvulas (I):</b>		
- PCB, placa amplificador	020383-1	22,00
- PCB, placa alimentación	020383-2	21,00
- PCB, placa I/O	020383-3	19,00
<b>E281 OCTUBRE 2003</b>		
<b>Mini Generador de Carta de Ajuste:</b>		
- Disco, código fuente	020403-11	9,46
<b>Selector de Disco Duro:</b>		
- PCB	034050-1	18,33
<b>Herramienta de Programación para el ATTiny 15:</b>		
- PCB	030030-1	14,60
- Disco, software del proyecto	030030-11	9,46
<b>Amplificador de coche en puente cuádruple:</b>		
- PCB	034039-1	16,79
<b>E280 SEPTIEMBRE 2003</b>		
<b>Adición de un destello:</b>		
- Disco, código fuente y hex	020293-11	9,29
- PIC12C509A-04/SM, programado	020293-41	14,33
<b>Programador AT90S2313:</b>		
- PCB	034036-1	17,50
<b>Mini display para texto en movimiento:</b>		
- Disco, código fuente	020365-11	10,00
<b>Control Remoto de Luz con Regulador de Intensidad:</b>		
- Disco, código fuente y hex	020337-11	9,46
- AT89C2051-12, programado	020337-41	12,09

# Del Concepto a

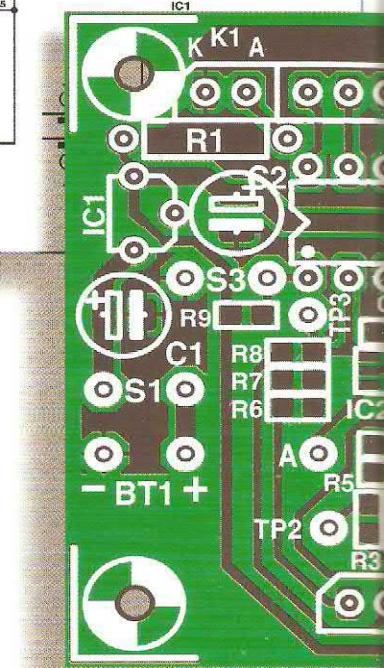
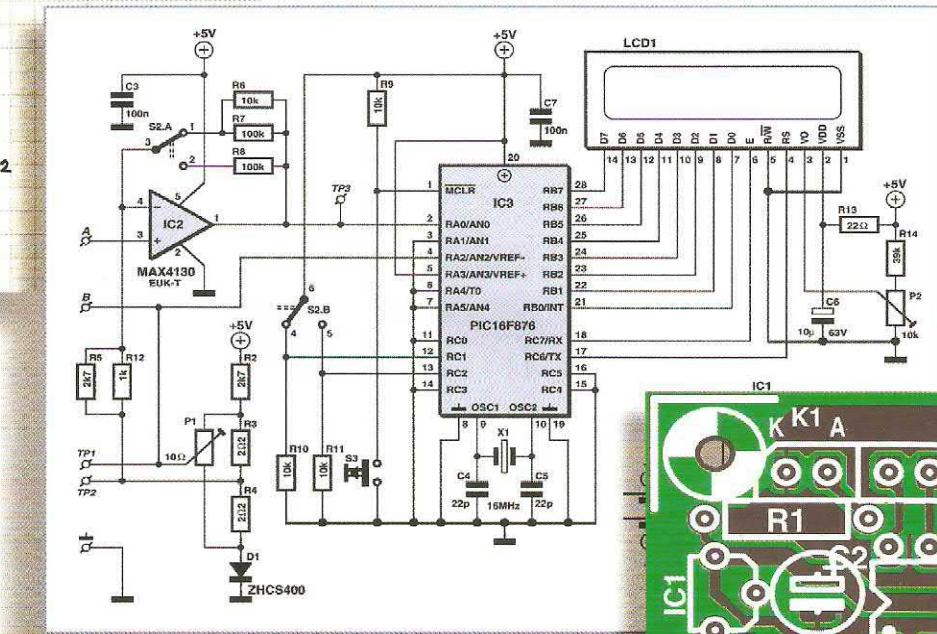
**El largo camino  
del campeón**



**El montaje de circuitos,  
desde los que publicamos  
cada mes en Elektor, hasta  
los nuevos diseños  
electrónicos de los  
laboratorios de investigación, pasando por nuestras propias  
aplicaciones, siempre sigue los mismos pasos.**

**Hasta hace pocos años el proceso de creación de los diseños  
electrónicos era totalmente manual, pero actualmente es  
totalmente diferente y existen en el mercado muchos y variados  
programas que ayudan al diseñador electrónico en esta tarea.**

Christian Tavernier



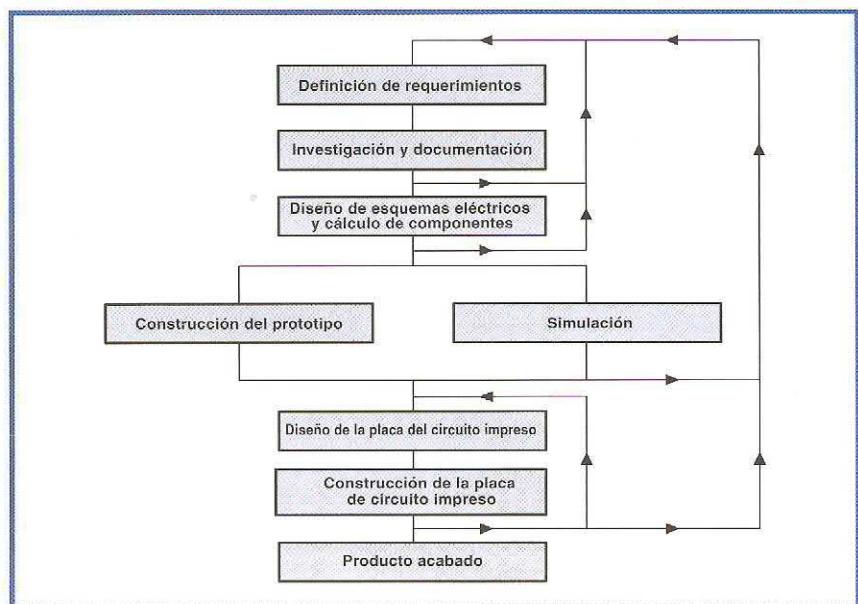
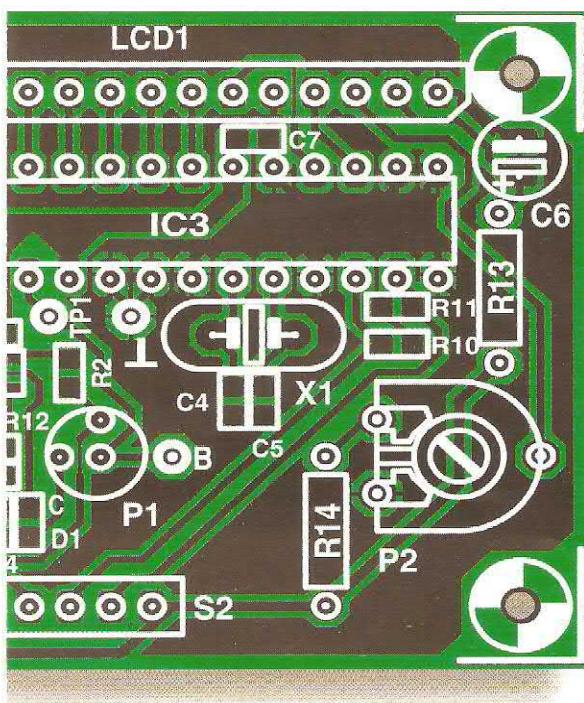
# La Realidad

Algunos de estos programas son muy caros e inalcanzables para los aficionados a la electrónica o los pequeños negocios, pero hay muchos otros que sí tienen un precio muy asequible e incluso son gratuitos.

Este artículo intenta proporcionar una visión global, mientras describimos, paso a paso, el proceso, desde la idea de una aplicación hasta la construcción de una placa de circuito impreso, mostrando y explicando cada solución disponible con sus ventajas y sus inconvenientes.

## **Un problema bien estudiado...**

...es un problema medio resuelto, o  
eso es lo que se dice. El primer paso,  
y que no hay que tomar a la ligera,  
consiste sencillamente en definir  
nuestras necesidades de la forma  
más precisa que sea posible. Por  
ejemplo, si queremos construir un  
amplificador tendremos que especifi-  
car los valores de las impedancias y  
los niveles de entrada y de salida, las  
fuentes de tensión, el rango de fre-  
cuencia de funcionamiento, etc.  
No existe ningún programa que  
pueda ayudarnos en esta parte del



**Figura 1.** El diagrama de flujo muestra los pasos a seguir desde que se tiene una idea hasta que el producto ya está acabado. Implica bastantes más acciones y decisiones de las que en un principio habíamos pensado.

proceso. Sin embargo, si consultamos el catálogo de fabricantes de productos acabados, o leemos cuidadosamente la última entrega de Elektor, o consultamos en Internet, es posible que obtengamos información sobre "las cosas más típicas" en el campo en el que se mueve nuestro proyecto. A menos que tengamos unas limitaciones específicas o que nuestra aplicación tenga que integrarse en una unidad mayor con sus propios requerimientos, es posible modificar esas especificaciones una vez que nuestro trabajo ya esté avanzado.

Ésta es una de las especialidades del diseño electrónico: estar preparados para muchos "lazos de retorno" o vuelta hacia atrás. Estos cambios forman parte del diseño, tal y como se muestra en el diagrama de flujo de la **Figura 1**. En el ejemplo de nuestro amplificador podemos ver que la fuente de tensión que inicialmente seleccionamos es demasiado débil para la potencia de salida que necesitamos. Por ello debemos incrementarla, lo que significa que tenemos que revisar nuestra elección de circuitos integrados o de transistores,

ya que es posible que no puedan trabajar con esta nueva tensión. Es como caminar en círculos, pero forma parte del diseño electrónico.

**Internet:**  
primer lugar para consultar

Podemos suponer que la mayoría de los ingenieros electrónicos realizan esquemas electrónicos a partir de borradores, utilizando diseños ya existentes para su inspiración, como base para mejorar o reinventar la rueda. En este campo Internet proporciona un sinfín de puntos de partida, gracias a dos diferentes fuentes de información: En primer lugar están las páginas web de los fabricantes de semiconductores, donde se encuentran todas las hojas técnicas de sus productos y, por supuesto, también muchas notas de aplicaciones, que pueden proporcionarnos consejos o sugerencias como punto de partida. Toda esta información la podemos descargar de manera gratuita y está disponible en formato "pdf", que puede leerse en todos los ordenadores gracias al programa Adobe Acrobat Reader.

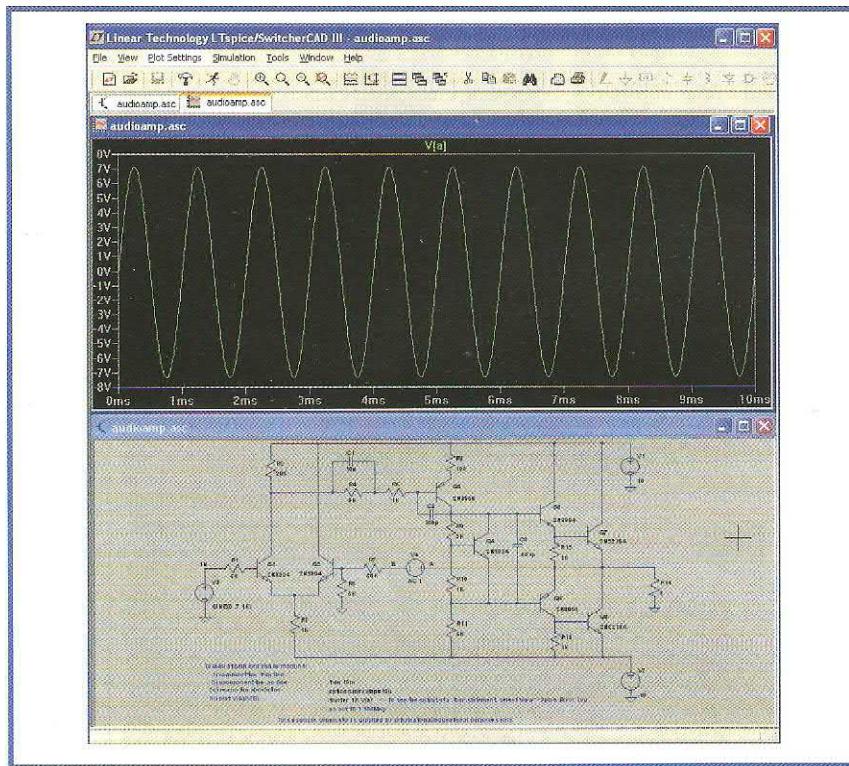


Figura 2. Algunos fabricantes presentan unas herramientas de diseño con unas altas prestaciones, como LT, con su programa Switchercad.

En segundo lugar están las páginas web de los aficionados a la electrónica que, a menudo, nos proporcionan acceso al fruto de sus esfuerzos. Con una búsqueda en Google ([www.google.com](http://www.google.com)) podemos ver rápidamente aquello en lo que estamos interesados, pero además nuestros lectores

también deben saber que hay páginas web que han sido confeccionadas como verdaderas enciclopedias de diseños electrónicos. Sin duda alguna, la página más conocida es Discovercircuits.com [1], donde podemos encontrar una recopilación de más de 11.000 circuitos clasificados en 500

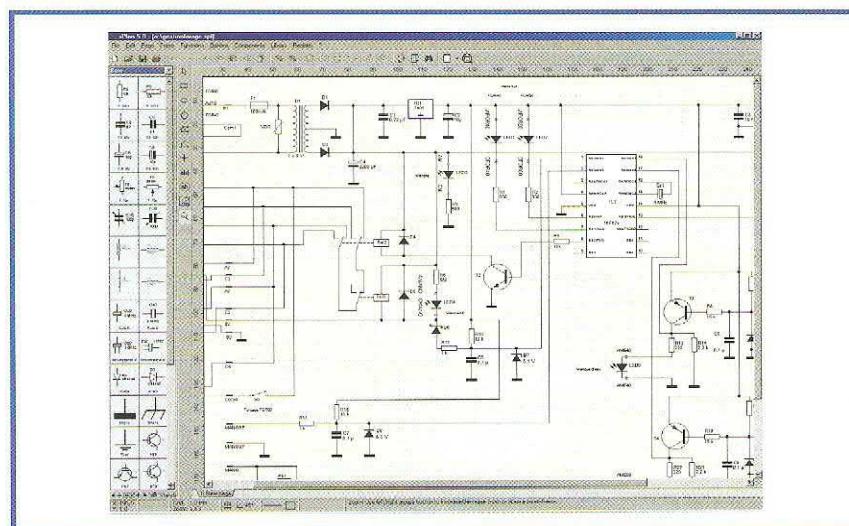


Figura 3. Debido a la alta resolución de nuestras pantallas y a las prestaciones y posibilidades de los últimos sistemas operativos, los esquemas eléctricos se han convertido en casi obras maestras.

categorías. Además, también podemos citar la página Sam Electronic Circuits [2], una página griega con una completa lista de circuitos, que también está disponible en inglés.

Como en el caso anterior, es posible que estas páginas web no nos proporcionen unos esquemas eléctricos ya hechos, pero realmente pueden ofrecernos unos buenos puntos de partida. Tenemos que tener en mente que aunque las notas de aplicación de los fabricantes normalmente son bastante fiables, escritas por diseñadores de sus propios laboratorios, no sucede lo mismo con respecto a la calidad de los esquemas eléctricos presentes en las páginas web de aficionados. En ocasiones los esquemas eléctricos están diseñados con mala calidad y es posible que no sean reproducibles, o pueden contener errores no intencionados que se producen durante la creación de la página web. Si tenemos la dirección de correo electrónico del administrador de la página web, probablemente podrá ayudarnos.

Por supuesto, la mayor parte de esta información está escrita en inglés y todos aquellos que sepan leer en este idioma tendrán alguna ventaja en este campo, aunque relativamente: ¡las páginas de Internet son mucho más fáciles de leer que la obra Macbeth de Shakespeare!

### Programas de cálculo y de diseño

Tantos si hemos encontrado parte de nuestro esquema eléctrico como si no disponemos de esquema eléctrico alguno en el paso previo, tendremos que diseñar el esquema eléctrico completo para nuestra aplicación. Ésta es, sin lugar a dudas, la parte más difícil del proceso, ya que nuestros lectores deben de tener, por fuerza, un mínimo de conocimientos en electrónica para poder crear estos esquemas eléctricos, donde los programas tampoco pueden reemplazarnos. Aunque hayamos tenido la oportunidad de ver algunos ejemplos en los que distintos productos nos puedan asistir en las fases más delicadas del diseño, si no sabemos nada sobre amplificadores operacionales, no sabremos cómo los tendremos que unir para poder crear una función específica y ningún programa puede hacer esto por nosotros. En este caso, incluso si somos unos ingenieros electrónicos con experiencia, también es posible que no tengamos suficientes conocimientos sobre ciertas áreas de competencias que son

más bien de especialistas o de personal dedicado, siendo tal el grado de complejidad que decidimos no tomar el riesgo de hacer ese diseño. Sin embargo, existen también numerosos productos que pueden ayudarnos en este proceso, pero para ello, lo primero que tenemos que hacer es encontrarlos, algo que no siempre es una tarea fácil. Las páginas web de los mayores fabricantes de semiconductores (¡sí, de nuevo ellos!) proporcionan bastantes recursos que suelen ser desconocidos para muchos ingenieros electrónicos. Así, por ejemplo, si estamos realizando un diseño de una fuente de alimentación conmutada, podemos asomarnos a la excelente página Switchercad, de la casa Linear Technology que, no solamente nos ayudará en el diseño de nuestra fuente de alimentación conmutada, sino que también nos permitirá simular nuestro diseño así como una gran cantidad de otros circuitos (ver **Figura 2**). Volveremos sobre este punto más adelante.

También debemos hacer mención de la página Simple Switcher, de la casa Nacional Semiconductors (NS), que ha sido diseñada para fuentes de alimentación conmutadas, aunque éstas están basadas en los reguladores SIMPLE SWITCHER® de este fabricante. No se trata de un completo diseño de conmutación pero es mucho más sencillo de utilizar.

Si, por el contrario, estamos buscando una gran cantidad de tipos de filtros, podemos utilizar la página FilterLab de la casa Microchip, donde podremos llegar a calcular y simular una multitud de filtros con sus frecuencias de corte y sus funciones de transferencia definidas por nosotros mismos. O, si lo preferimos, también podemos utilizar la página FilterCad de la casa Linear Technology, donde esta generosa compañía proporciona más información, en la forma de funciones disponibles, con el coste de un proceso de familiarización más delicado. Tampoco debemos olvidar mencionar la página Noise, un producto poco conocido de la casa (de nuevo) Linear Technology (LT), la cual, como su nombre indica, se utiliza para calcular el ruido producido por un amplificador basado en circuitos integrados de la casa LT, y seleccionar aquel que mejor se adapte a nuestras necesidades. Por último, debemos tener en mente que si utilizamos un circuito integrado en particular, es posible que exista un programa que esté dedicado expresamente a calcular los componentes que necesitamos utilizar junto con dicho cir-

cuito integrado. Éste es el caso, por ejemplo, del circuito integrado Max

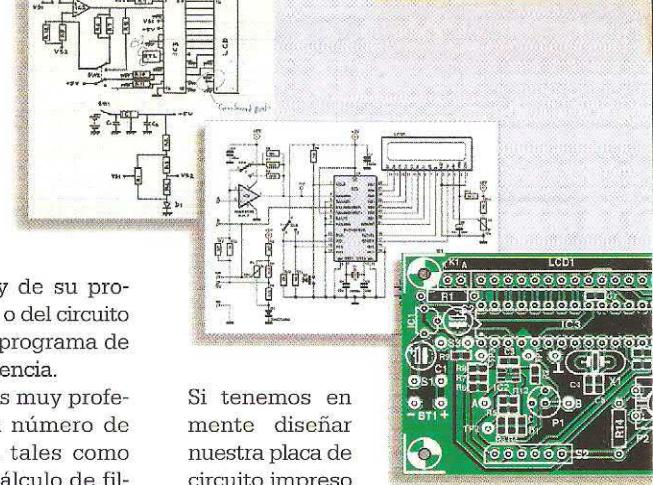
274, de la casa Maxim, y de su programa de diseño de filtros, o del circuito integrado Max 5003 y su programa de diseño aislado de baja potencia.

Junto con estos productos muy profesionales, existe un gran número de "pequeños" programas, tales como sencillos programas de cálculo de filtros R-C o programas que indican qué componentes tenemos que utilizar con el ya conocido circuito integrado 555, para poder generar una señal en particular. En este caso Internet también está aquí para ayudarnos y, como estos programas no son siempre fáciles de encontrar, recomendamos a nuestros lectores que utilicen el CD-ROM Elektor Freeware and Shareware 2000 de programas para diseño y captura de esquemas eléctricos, así como el DVD que se acompaña en esta entrega donde estarán la gran mayoría de ellos y a los que nuestros lectores podrán acceder por una modesta suma (o incluso de forma gratuita).

## ¿Captura de esquemas o papel y lápiz?

¡Está hecho! La creación del esquema eléctrico ha concluido, pero al mirarlo da la sensación de estar bastante enrevesado sobre el papel. Antes de ir al siguiente paso, necesitamos hacer una copia limpia utilizando un programa de captura de esquemas. Aquí tenemos varias opciones, dependiendo de lo que deseemos hacer más tarde.

Si planificamos verificar nuestro circuito utilizando un prototipo o lo vamos a montar sobre una placa de prototipos, por ejemplo, podemos elegir un programa de captura de esquemas que disponga, o no, de un programa de diseño de placa de circuito impreso asociado, respectivamente. Si nos colocamos en el supuesto de que sólo queremos el esquema eléctrico, podemos utilizar el excelente producto de la casa alemana Abacom, denominado sPlan. Este programa es muy barato y está disponible en toda Europa en tres idiomas: alemán, inglés y francés. El programa fue escrito por un ingeniero electrónico para sus compañeros y el proceso de familiarización es muy sencillo y se puede conseguir en menos de una hora. Además, los esquemas eléctricos resultantes tienen tan buena apariencia (o mejor) que las de aquellos que nuestros lectores ya han visto en Elektor (ver **Figura 3**).



Si tenemos en mente diseñar nuestra placa de circuito impreso de manera automática o semiautomática, necesitamos disponer de un programa denominado CAD electrónico, el cual incluye un módulo de captura de esquemas que se utiliza en conjunto con un módulo de diseño de placas de circuito impreso. Por otro lado, tendremos que verificar que el programa de captura de esquemas eléctricos es capaz de exportar una "netlist" (lista de puntos del esquema eléctrico, en pocas palabras, una lista de tiradas de hilos) y que el programa de diseño de la placa de circuito impreso es capaz de importar una "netlist" en el mismo formato.

Si no queremos montar el modelo que vamos a diseñar, pero preferimos verificarlo por medio de un programa de simulación, tendremos que elegir un programa de captura de esquemas eléctricos creado para este propósito. Considerando los programas disponibles actualmente en el mercado, tendremos que capturar el esquema eléctrico con el módulo que está integrado en el propio programa simulador, y aunque ciertos programas de simulación tienen unas prestaciones impresionantes, sus módulos de captura de esquemas eléctricos a menudo son una verdadera pesadilla.

## ¿Qué podemos esperar de la simulación?

Hemos tratado este tema con muchos aficionados que nunca se han enfrentado a un simulador con anterioridad, o que nunca han visto una demostración, y hemos comprobado que casi todos ellos cometan el mismo error: creen que un programa simulador, si pagamos el precio correcto, debe simular cualquier cosa y que de esta manera se pueden saltar la etapa del prototipo. Vamos a dejar esto muy claro, aun a riesgo de contradecir a alguna publicidad de simuladores: ¡esto es falso! Por supuesto, un simulador es muy útil y en muchas ocasiones puede facilitarnos la construcción de un prototipo, pero no siempre es así.

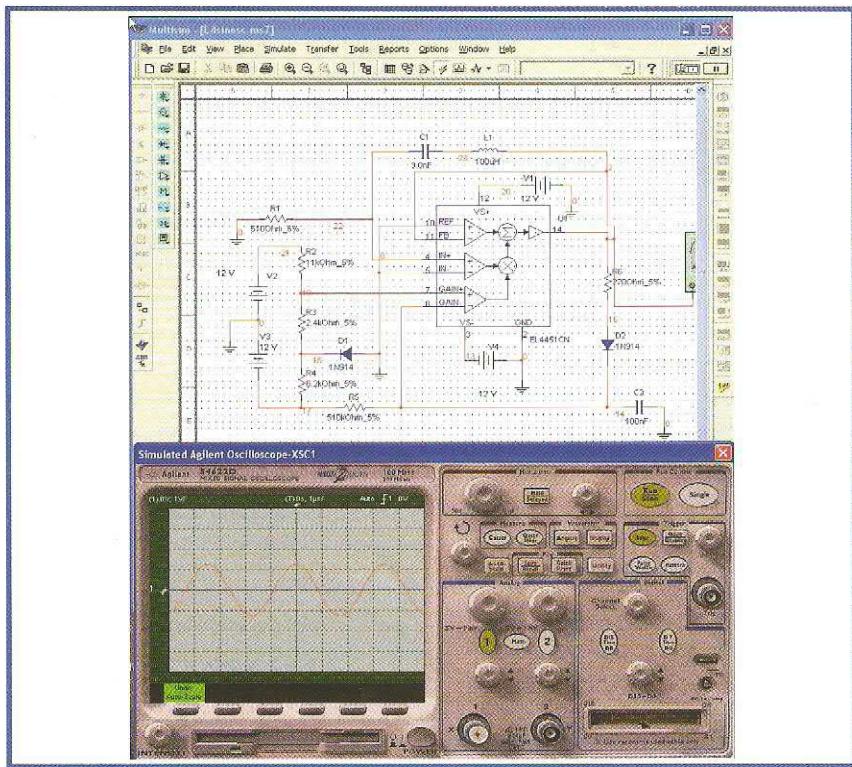


Figura 4. Los osciloscopios (virtuales) incluidos en el programa de simulación que presentamos, son tan buenos como sus equivalentes de la vida real.

Además, la selección de un programa simulador es un problema muy complejo. Los mejores simuladores son en la actualidad productos muy caros (debemos pensar en presupuestos de varios miles de euros), tanto que incluso una pequeña empresa puede que no llegue a amortizarlo.

Por fortuna, existen algunas soluciones que, aunque incompletas, pueden seguir siendo muy útiles si no queremos o no podemos hacer una fuerte inversión. En ambos casos, disponemos de un criterio que nos indica la elección del mejor simulador: hoy día, un buen simulador debe ser

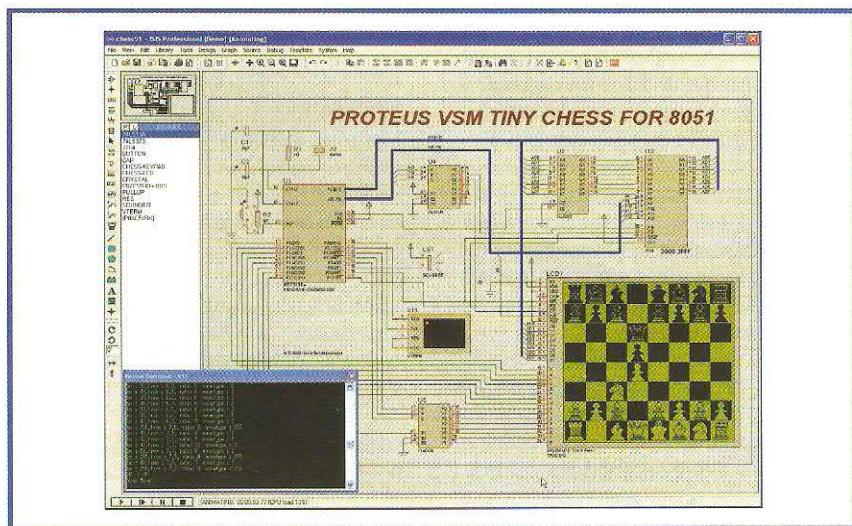


Figura 5. La potencia de algunos de los simuladores más recientes se puede observar en esta imagen. Aquí, el programa Proteus VSM simula un juego de ajedrez, basado en un microprocesador 8051

un simulador mixto, es decir, mitad analógico y mitad digital.

Cada vez más, estas tecnologías se combinan en una aplicación global y el simulador debe ser capaz de soportar todas ellas.

Para utilizar el simulador con el máximo número de componentes, el modelo de librería debe ser lo más grande posible y además debe permitir ampliaciones. Debemos verificar sus contenidos antes de realizar la compra, pero sin volvernos locos: ningún simulador en el mercado contiene en sus librerías el último circuito integrado (basta con pensar en el tiempo que se necesita para integrar el modelo de dicho circuito integrado en la librería), tampoco contendrá componentes raros que pertenezcan a fabricantes desconocidos de lugares remotos, ya que probablemente también serán desconocidos para los creadores del programa de simulación.

Además, si nuestra aplicación incluye uno o varios componentes de lógica programable (PAL, GAL, EPLD), o aún peor, un microcontrolador, las cosas pueden llegar a complicarse seriamente, ya que es en esta área donde los simuladores tienen la mayor parte de sus problemas. Algunos de ellos, como el potente Proteus VSM, de la casa Labcenter Electronics, puede incluso llegar a simular cierto número de dispositivos lógicos programables y microcontroladores, pero esto obviamente, tendrá impacto en el precio de compra (tendremos que cargar un módulo de programa independiente para cada familia de microcontroladores adicionales que exista).

Es posible que parezca que nuestro punto de vista es descorazonador. Nosotros no sacamos ningún placer en ser negativos, pero queremos ser realistas. Además, debemos considerar que el programa simulador nos permitirá simular parte de nuestra aplicación, pero en muy raras ocasiones lo hará en su totalidad. Por supuesto, excepto si el diseño es muy sencillo, pero en este caso, el propio programa de simulación tampoco será muy útil. Sin embargo, para terminar, queremos recomendarles dos productos:

- En primer lugar el programa Electronics Workbench, también conocido bajo el nombre de Multisim, que es un producto de altas prestaciones pensado para un uso tanto profesional como educativo y que dispone de una gran cantidad de instrumentos virtuales en los que podremos ver las señales, tal y como las veremos en el mundo real (ver Figura 4). Sus simu-

laciones son bastante fiables, incluso para circuitos no muy estables o para osciladores espontáneos.

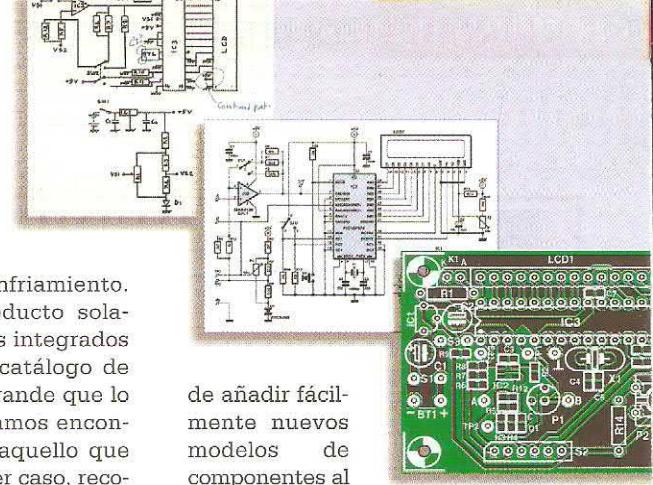
- En segundo lugar tenemos el programa Proteus VSM, uno de los pocos que puede simular microcontroladores y que también tiene un modo de pantalla virtual que realmente hace parecer que la simulación esté viva en la pantalla. Con un precio más asequible que el producto Multisim, aún se trata de un programa algo caprichoso y a veces se "cuelga", por razones desconocidas, cuando realizamos la simulación de un circuito ordinario, aunque simula perfectamente un juego de ajedrez electrónico basado en un microprocesador 8051 con una salida gráfica, lo cual nos proporciona una buena idea de su potencia de cálculo (ver **Figura 5**). Estos dos programas disponen de versiones de demostración que nuestros lectores podrán encontrar en el DVD gratuito que se acompaña con esta entrega. En algunos casos, estos programas disponen de períodos de prueba limitados y/o limitaciones en sus funcionalidades. Dependiendo de nuestro ejemplo específico, si nuestra aplicación no es demasiado compleja, podríamos llegar a simularla completamente.

Si nuestro presupuesto es muy ajustado, aún nos podemos beneficiar de los programas de simulación gracias a un cierto número de fabricantes de circuitos integrados que (¡gracias de nuevo!) han realizado unos productos muy respetables y disponibles de manera gratuita. En particular, el programa Switchercad, de la casa Linear Technology, que ya hemos mencionado con anterioridad, y que no solamente simula fuentes de alimentación conmutadas sino que, en la actualidad, dispone de un verdadero simulador en modo mixto, muy útil para la gran mayoría de esquemas eléctricos. Pero el más espectacular de los productos sigue siendo el programa Webbench de la casa Nacional Semiconductor (NS). Esta herramienta, que tan sólo puede ser utilizada "en línea" desde la página web de NS (se recomienda disponer de una conexión rápida a Internet), cubre la fase completa de diseño de una aplicación electrónica, desde la entrada de nuestras limitaciones iniciales hasta el montaje final, lo cual incluye el cálculo, el diseño del esquema eléctrico, la simulación, y el diseño de la placa de circuito impreso. Incluso dispone de un módulo de simulación térmica

que está pensado para evaluar las prestaciones de radiadores y otros dispositivos de enfriamiento. Por supuesto, este producto solamente reconoce circuitos integrados de la casa NS, pero el catálogo de este fabricante es tan grande que lo más seguro es que podamos encontrar exactamente todo aquello que necesitemos. En cualquier caso, recomendamos a nuestros lectores que se acerquen a dicha página web y hagan algún intento. ¡Es gratuito y realmente merece la pena!

### ¿Spice o no Spice?

Antes de cerrar esta sección, relacionada con la simulación, debemos recordar a nuestros lectores que la mayoría de los simuladores actuales están basados en el núcleo de "Spice", el cual es... ¡gratis! Sí, Spice fue desarrollado hace ya bastante tiempo en UC de Berkeley y se puso a disposición de la comunidad internacional gratuitamente (ver nuestro libro de direcciones [4]). Así que, teóricamente, podemos utilizar la función de simulación Spice sin que nos cueste nada. Pero, y siempre tiene que haber un pero, Spice es un programa que sólo trabaja con ficheros de texto. Por lo tanto, nuestro esquema eléctrico debe estar escrito en la forma de una "netlist" (sí, de nuevo) para poder ser aceptada como una entrada en Spice, y el estímulo que queremos aplicar debe estar descrito de la misma manera. En respuesta, Spice nos devolverá un fichero de texto, con lo que lo único que tenemos que hacer es decodificarlo. Esto lo haremos en la última línea, como el usuario lo hizo, pero no es fácil ni agradable. Los simuladores comerciales que dependen del núcleo de Spice adornan este núcleo con un pre-procesador gráfico que permite capturar el esquema eléctrico real y tener en cuenta, con sumo cuidado, la conversión en el lenguaje de Spice. Además, también disponen de un post-procesador gráfico que puede transformar las tediosas tablas de números de Spice en curvas atractivas. Estos dos procesadores explican por qué este producto, originalmente gratis, pero poco atractivo, tiene ahora un entorno mucho más llamativo, aunque ya ha dejado de ser gratis. Este hecho de que prácticamente todos los simuladores sean compatibles con Spice presenta una gran ventaja: la posibilidad



de añadir fácilmente nuevos modelos de componentes al simulador.

Actualmente, existe una gran lista de fabricantes de semiconductores que suministran modelos de Spice con sus componentes en algún lugar, de manera que todo lo que nos queda por hacer es integrarlos en el simulador para incrementar el tamaño de la librería de simulación. Estos modelos de Spice son ficheros de texto, por supuesto, por lo que es más fácil integrarlos en el programa de simulación.

### Diseño del circuito impreso

Después de cablear nuestro modelo o simular nuestro montaje tenemos que pasar al proceso de "ajuste fino", aunque tengamos que volver más de una vez al punto de comienzo y modificar nuestro esquema eléctrico, o la elección de nuestras prestaciones iniciales, o ambos. Sin embargo, el último paso es diseñar la placa del circuito impreso. Nuevamente es posible dos o tres modos diferentes de hacerlo, pero nuestra elección estará limitada, en gran medida, a las opciones previas que hayamos tomado. Vamos a ver esto con un poco más de detalle. Si hemos realizado nuestro esquema eléctrico utilizando un programa independiente, como pueda ser el sPlan (de la **Figura 6**), tratado en el apartado anterior, o si nuestro esquema eléctrico está todavía en la fase de papel, podemos elegir cualquier programa de diseño para placa de circuito impreso. Lo más normal es que estos programas sean, en sí mismos, programas autónomos, como el excelente Sprint Layout, también suministrado por la casa Abacom y que está disponible en tres idiomas para toda Europa. Sin embargo, con este programa no podemos aprovechar la función de auto-rutado y tendremos que diseñar nuestra propia placa a mano, algo que es perfectamente realizable para circuitos que se montan en una placa de una sola cara o de doble cara. Algunos programas ofrecen una función denominada "asistente de rutado", la cual se utiliza para resal-

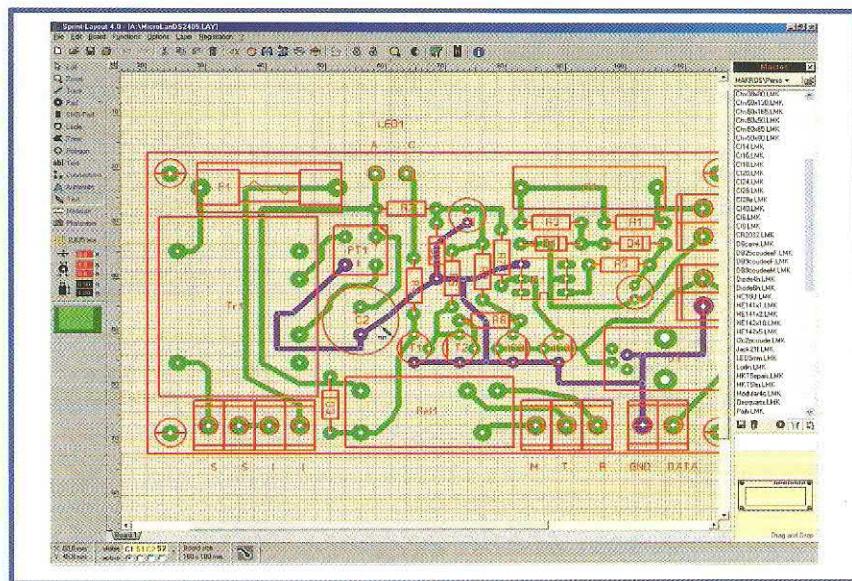


Figure 6. El autor ha estado trabajando con el programa Sprint Layout durante años, diseñando sus propias PCBs.

tar todos los componentes conectados a la misma línea, con lo que nos ayudará a detectar conexiones no deseadas o conexiones perdidas, al mismo tiempo que realiza los trazos de las pistas de manera automática, pero sólo una por una. Esta solución tiene la ventaja de que es muy económica y asequible para todos los aficionados y los pequeños negocios.

Si hemos utilizado un programa de captura de esquemas eléctricos, incluido en un paquete de CAD (Eagle, Orcad, Altium, legalmente Protel, etc), la transferencia del esquema eléctrico al programa de rutado es prácticamente automática y podemos comenzar nuestro diseño de la placa de circuito impreso de manera casi inmediata. Lo más normal es que tengamos que elegir dónde colocar nuestros componentes sobre la placa "a mano", de acuerdo a nuestras preferencias, y será el programa, más tarde, el que se encargue de realizar el rutado de todos ellos, o al menos de intentarlo. Volveremos de nuevo sobre este punto. Obviamente, esta solución es mucho

más costosa que la que hemos mencionado anteriormente, debido a que los programas CAD electrónicos tienen un coste comprendido entre varios cientos de euros hasta bastantes miles de euros. Sin embargo, tenemos que señalar la excelente iniciativa de la casa CadSoft, con su programa editor Eagle, el cual propone una versión "Light" (más sencilla y simple) para sus programas CAD que además es gratuita (para un uso no comercial). Sus funcionalidades son idénticas a las de la versión completa, pero el tamaño de la placa de circuito impreso está limitado a 10 x 8 cm, que seguramente será suficiente para construir la mayoría de los proyectos de nuestro interés. Si hemos elegido simular nuestro montaje, lo más seguro es que hayamos utilizado el editor de esquemas eléctricos que se proporciona con el programa simulador para capturar nuestro esquema eléctrico. Para no tener que volver a capturar ese esquema eléctrico sobre otro programa, todos los simuladores nos indican el nombre del programa de diseño de placas de circuito

impreso con el que están asociados (así, tenemos a Ultiboard para Multisim o Ares para Proteus VSM). Por tanto tendremos que situarnos en el caso previo. Si, de forma extraordinaria, el programa de rutado viene equipado con un módulo de simulación y no es el que necesitamos, tenemos que tener en cuenta que siempre es posible exportar una "netlist" desde cualquier simulador (ya que esto es exactamente lo que hace el programa de captura de esquemas del simulador). Una vez que tengamos esa "netlist" (lista de nodos) podremos importarla sobre otro programa de rutado, si fuese necesario. Sin embargo esto supone hacer muchas más manipulaciones que si todo estuviese integrado.

### El mito del auto-rutado

Durante la selección de un programa CAD electrónico o un programa de diseño de placas de circuito impreso, mucha gente se fija en la función de auto-rutado, tanto que hacen que su primer criterio de elección sea esta función. Si estamos construyendo circuitos impresos grandes, de varias capas, es obvio que deberemos elegir un programa con unas altas prestaciones en la función de auto-rutado, pero, para la mayoría de los proyectos de nuestro interés, y en los que normalmente se trabaja con placas de una sola cara o de doble cara, la función de auto-rutado deja de ser tan importante y, en algunos casos, puede convertirse hasta en un problema. Comenzando desde el esquema eléctrico (o más exactamente desde una lista de nodos), la función de auto-rutado comienza, de manera automática, a dibujar las pistas de circuito impreso en nuestra zona de trabajo. Obviamente, éste es un trabajo muy relajante para el usuario, pero, normalmente, se producen distintos errores. En primer lugar, la mayoría de los módulos de "auto-rutado" no superan, o por decirlo de manera más drástica, se comportan peor cuando trabajan en el modo de una sola cara, debido a que están pensados para trabajar, por defecto, y como mínimo, en el modo de doble cara, de forma que se puedan resolver fácilmente los problemas de cruce de pistas.

Por lo tanto, si estamos diseñando una placa de circuito impreso de una sola cara, que normalmente podemos realizar nosotros mismos con facilidad, podemos olvidarnos de la función de auto-rutado.

## Enlaces en Internet:

- [1] [Discovercircuits.com - www.discovercircuits.com](http://www.discovercircuits.com)
- [2] [Sam Electronic Circuits - http://users.otenet.gr/~athsam](http://users.otenet.gr/~athsam)
- [3] Ver el artículo 'Calidoscopio' dentro de esta entrega — en él se ofrecen varios enlaces a fabricantes de programas de captura de esquemas eléctricos, diseños de placas de circuito impreso (PCBs) y diseño y simulación
- [4] <http://bwrc.eecs.berkeley.edu/Classes/IcBook/tools.html>

Además, dicha función no puede tener en cuenta ciertas limitaciones técnicas de nuestro proyecto. Así, por ejemplo, en el campo de la radiofrecuencia (RF), esta función va a colocar pistas por ambas caras, las cuales crearán interacciones y producirán oscilaciones u otro tipo de fenómenos parásitos.

Por último, si queremos trabajar de la manera más adecuada, debemos considerar que estos programas de autorutado necesitan que les proporcionemos una gran cantidad de parámetros antes de comenzar a ejecutar dicha función, además de mucho tiempo para calcular todos los parámetros: tamaño máximo y mínimo de las pistas y entre los puntos de soldadura, tamaño mínimo de las zonas de aislamiento entre pistas, etc.

En resumen, para circuitos de doble cara o de una única cara de una razonable complejidad, como los proyectos de los aficionados o de las pequeñas empresas, la función de autorutado no es indispensable y, en muchos casos, es innecesaria.

### Un ejemplo específico muy común

A menudo podemos encontrar en una revista, como Elektor, un circuito que es realmente lo que necesitamos, pero sobre el que nos gustaría realizar algunas modificaciones: mover un conector de lugar, sustituir un componente por otro que no tiene el mismo tamaño, etc. En esta situación, el único problema es el de dibujar la nueva placa de circuito impreso. Por supuesto, los más atrevidos pueden volver a copiar el diseño publicado completamente y hacer algunos pequeños cambios en las zonas necesarias, pero ésta es una tarea bastante tediosa y aburrida, además de una fuente de errores, ya que es muy fácil olvidar una o más pistas.

Por otro lado, tenemos que señalar que, hasta donde nosotros sabemos, el único producto de bajo precio de este tipo es el programa Sprint Layout de la casa Abacom. Este programa se puede utilizar para retocar finamente cualquier imagen escaneada con anterioridad, bajo el diseño de una placa de circuito impreso que esté un progreso. Esta función es ideal para ejecutar el tipo de modificaciones mencionadas anteriormente, ya que nuestros lectores sólo tendrán que escanear el diseño publicado en la revista, que nosotros hemos copiado con gran facilidad, tan fácilmente

como si hubiésemos aplicado un papel de copia en la pantalla.

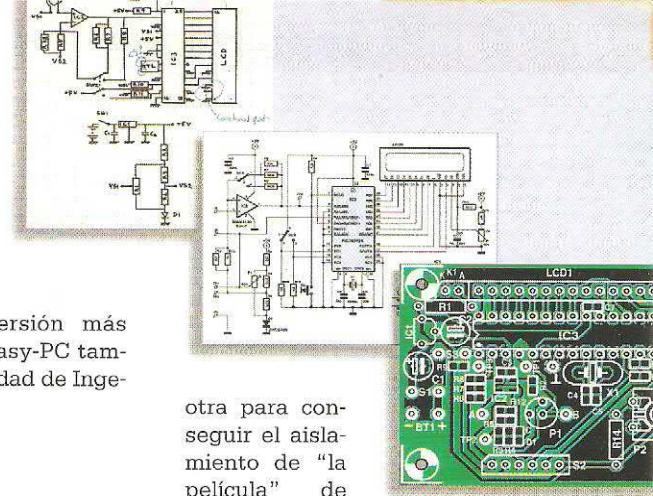
Nota del editor: la versión más reciente del programa Easy-PC también soporta la funcionalidad de Ingeniería Inversa.

### Casi hay...

Con nuestro proyecto diseñado una vez y verificado dos veces (¡mejor que una!), ya estamos listos para comenzar a construir la placa de circuito impreso. En este caso también disponemos de dos opciones donde elegir, dependiendo del programa que hayamos utilizado anteriormente y de los medios económicos de que disponemos.

Si hemos trabajado con un paquete de CAD electrónico y estamos pensando en realizar una producción industrial, o incluso en pequeñas cantidades, nuestro programa tendrá que ser capaz de proporcionar unos ficheros "Gerber", algo que todos los fabricantes de placas de circuito impreso son capaces de interpretar. Nosotros les daremos estos ficheros y, en pocos días, podremos recibir nuestra placa de circuito impreso que se corresponde con nuestro diseño. Todo lo que nos queda por hacer es colocar los componentes sobre las placas, cablearlas y verificarlas. Si sólo somos aficionados o si trabajamos en una pequeña empresa, es probable que deseemos hacer una o dos placas de circuito impreso a un precio razonable. Podemos hacer esto fácilmente sin tener en cuenta el tipo de programa que hemos utilizado anteriormente.

Actualmente la solución más sencilla es la de tener impreso sobre una transparencia el diseño de circuito impreso, y utilizar dicha transparencia directamente como película en el apartado de tratamiento químico de la placa. Los mejores resultados se obtienen con impresoras láser y transparencias adecuadas, pero si nuestra impresora es de chorro de tinta también podemos realizar este trabajo sin problemas si utilizamos transparencias especiales, pensadas para impresoras de chorro de tinta. En otro caso, la transparencia no retiene suficiente cantidad de tinta y las zonas negras no son lo suficientemente densas, lo que provoca que muchas pistas muy delgadas queden rotas. También podemos hacer nuestro diseño sobre dos transparencias iguales y, más tarde, poner una sobre la



otra para conseguir el aislamiento de "la película" de nuestra placa de circuito impreso, lo cual disminuye el riesgo de que las pistas más finas se corten. El autor de este artículo ha hecho esto durante dos años con una impresora láser de baja calidad y puede garantizar que los circuitos impresos se pueden fabricar de esta manera sin problemas, llegando a hacer pasar una pista entre dos patillas vecinas de un circuito integrado, sin llegar a romper ninguna pista. Deseamos que esto no les suceda a nuestros lectores, pero normalmente este último paso puede llevarnos a hacer uno o dos lazos en nuestro diagrama de flujo, ya que, a pesar de las medidas de control y de seguridad que hayamos tomado, lo más seguro es que encontremos algunos errores, que tan sólo podremos ver durante la fase de prueba de esta placa de circuito impreso: interacción entre distintas pistas o entre componentes, tolerancias de los componentes que hacen que el montaje no sea estable, etc. En estos casos, lo único que podemos hacer es iniciar nuestro proceso desde el principio. Si éste es nuestro caso, no podemos olvidar que debemos corregir también todos nuestros documentos cuando realicemos alguna modificación en nuestro proyecto. Si hemos estado utilizando un programa de CAD, verificaremos que permite realizar nuevas anotaciones, en otras palabras, si realizamos una modificación sobre la placa del circuito impreso, que se vea reflejada de forma automática en el esquema eléctrico (el programa funciona de manera retrospectiva, de forma que, cualquier modificación que se haga en una fase, se verá aplicada en el resto del proceso sin acción alguna por nuestra parte). Si estamos utilizando programas independientes, es nuestra responsabilidad hacer esto a mano si queremos que nuestro fichero de diseño se corresponda con el producto final.

(050275-1)

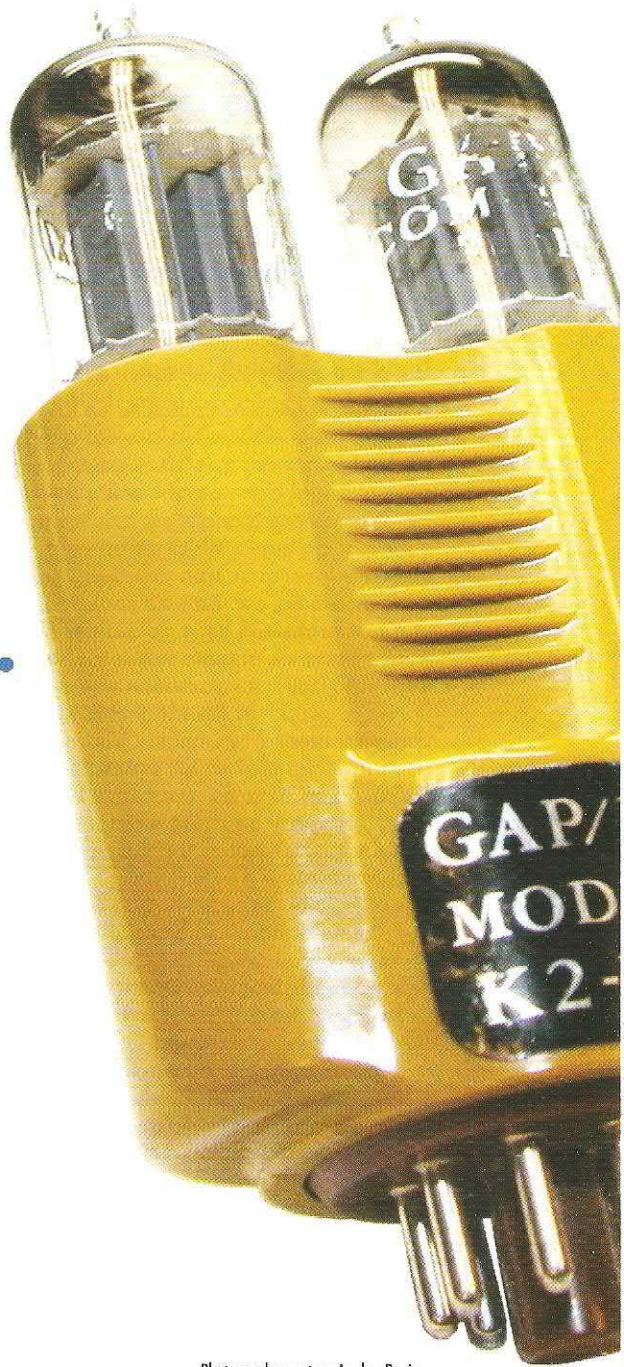
Christian Tavernier  
www.tavernier-c.com - contact@tavernier-c.com

# ¿Modo Tensión o ¿Cómo elegir un amp?

**En muchas aplicaciones habituales los amplificadores operacionales tradicionales se ven superados por sus "primos" más exóticos.**

Por Thomas Ußmüller y Ulrich Tietze

**Existen otros tres diseños de amplificadores operacionales además de los ya familiares modelos que tienen una alta impedancia de entrada y una baja impedancia de salida. En este artículo podemos ver lo que estos otros modelos pueden ofrecer en términos de ancho de banda, con la ayuda de unos pocos circuitos esenciales.**



Photograph: courtesy Analog Devices

# Modo Corriente?

## Amplificador operacional?

¿Qué sería de la electrónica sin los amplificadores operacionales? Casi todos los dispositivos electrónicos que utilizan circuitería analógica tienen uno o más de estos componentes. Es difícil creer que el primer amplificador operacional fue construido a válvulas: como sucede con muchas otras cosas, los desarrollos fueron conducidos por las necesidades del ejército, por ejemplo, en aplicaciones tales como la de control del objetivo de armas durante la guerra. El primer amplificador operacional comercial no llegó al mercado hasta el año 1952. El amplificador operacional de válvulas diseñado por George A. Philbrick Researches, fue montado en un zócalo de ocho terminales (ver fotografía).

Poco tiempo después, se produjo el primer amplificador operacional hecho con transistores discretos. El primer amplificador operacional integrado fue el μA702, diseñado para la casa Fairchild por Robert Widlar. Estuvo disponible en el mercado en el año 1962. Seis años más tarde llegó el μA741, que se ha mantenido en el mercado desde entonces. Estos importantes dispositivos, se producen actualmente por millones y son utilizados en aplicaciones que van desde amplificadores de audio y video hasta filtros activos y acondicionadores de señal de sensores.

Existen cuatro tipos básicos de amplificadores operacionales: el componente puede tener una alta o baja impedancia de entrada sobre la entrada inversora y una alta o baja impedancia de salida, en la salida (ver Figura 1). El modelo que más se utiliza, conocido por prácticamente todos los ingenieros electrónicos, es el modelo que trabaja en modo tensión, o del tipo "VV". Este modelo tiene una alta impedancia de entrada y una baja impedancia de salida (la entrada no inversora tiene una alta impedancia en todas las variantes de este componente). Sin embargo, en muchos circuitos una de las alternativas puede ser el tipo de amplificador operacional denominado "CC" (es decir, el modo corriente-corriente), o el tipo "VC" (es decir, el modo tensión a corriente, o trasconductancia), o el tipo "CV" (es decir, el modo corriente a tensión, o transimpedancia), que ofrece un ancho de banda significativamente más elevado. Vamos ahora a examinar todos estos modelos con más detalle, con la ayuda de un par de circuitos muy sencillos.

### Construcción de un amplificador operacional

Antes de nada vamos a ver cómo podemos construir cualquiera de los cuatro tipos de amplificadores operacionales a partir de bloques básicos. Para hacer la comparación lo

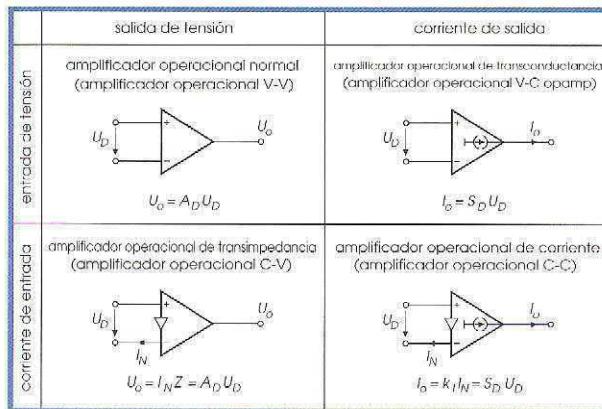


Figura 1.  
En este esquema se muestran los cuatro tipos diferentes de amplificadores operacionales que existen.

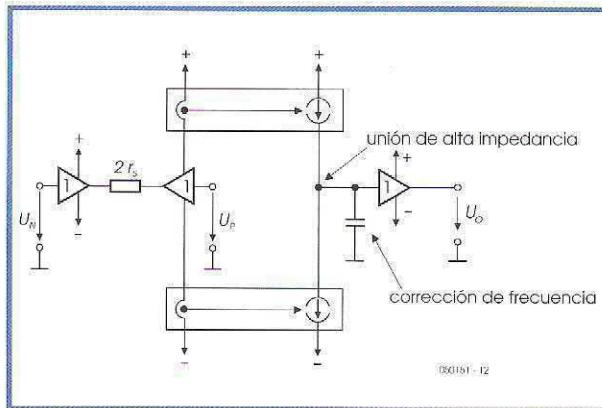


Figura 2.  
En el funcionamiento en clase AB de "push-pull", el amplificador en modo tensión utiliza sólo dos bloques básicos: un seguidor de tensión y un espejo de corriente.

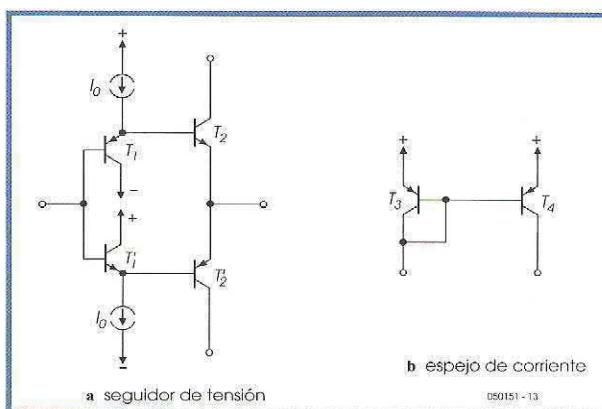
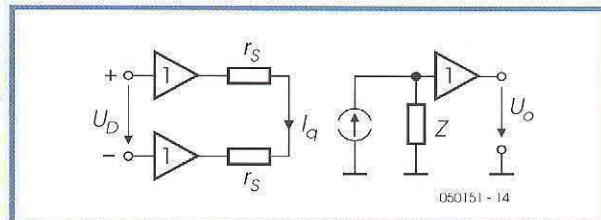
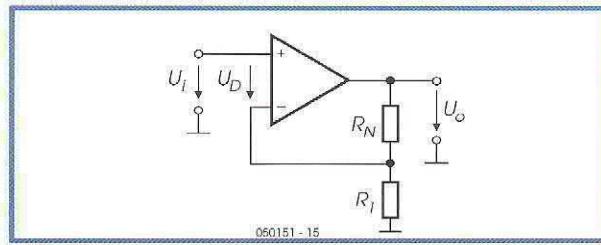


Figura 3.  
Circuito interno del seguidor de tensión y del espejo de corriente.

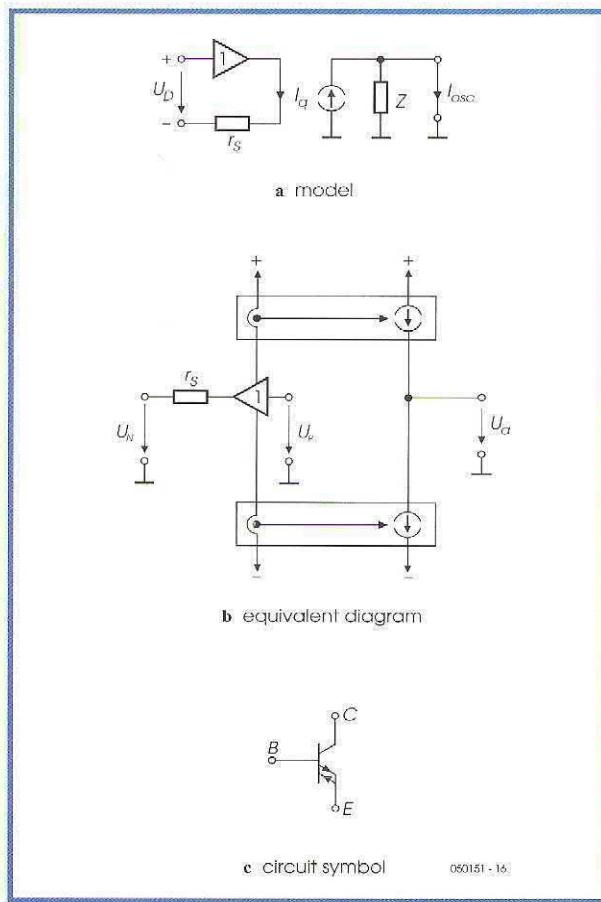
**Figura 4.**  
Modelo de un amplificador operacional real en modo tensión. La ganancia diferencial viene determinada por las resistencias  $r_s$ , en el conversor de impedancia a la entrada, y por la impedancia en el punto de alta impedancia.



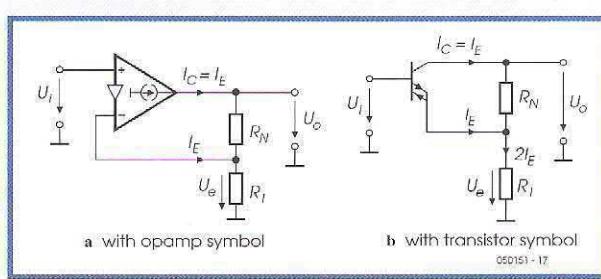
**Figura 5.**  
Conexión de un amplificador operacional en modo tensión para una prueba de ancho de banda ( $R_N = R_1 = 100 \Omega$ ).



**Figura 6.**  
Modelo de un amplificador operacional en modo corriente.



**Figura 7.**  
Un amplificador operacional en modo corriente usado como amplificador no inversor con realimentación negativa de tensión ("realimentación directa"):  $R_N = 200 \Omega$ ,  $R_1 = 100 \Omega$ .



más justa posible, usaremos los mismos componentes en cada caso. Hemos decidido utilizar una técnica, común en los modelos de amplificadores operacionales CV y CC, denominada funcionamiento en "clase AB push-pull" (también conocida como "corriente a medida").

Como podemos ver en la **Figura 2**, sólo hay dos circuitos básicos que vamos a necesitar: un circuito seguidor de tensión y un circuito llamado "espejo de corriente". El equivalente eléctrico de estos circuitos se muestra en la **Figura 3**. Los dos seguidores de tensión complementarios forman el amplificador diferencial necesario en la entrada del amplificador operacional. Las señales se toman en la forma de un generador de corriente, desde la tensión de alimentación y los seguidores de tensión hasta los espejos de corriente. La ventaja de un funcionamiento en "clase AB push-pull", cuando se compara con un amplificador diferencial convencional, es que, a pesar de su baja corriente de reposo, se pueden obtener picos de corriente bastante grandes según se desee. Una consecuencia de esto es que no hay límite en el parámetro "velocidad de subida de la señal". Las salidas de los dos espejos de corriente es el punto de alta impedancia del circuito. Si fuese necesario, se puede conectar un condensador (denominado "condensador de compensación"), entre la masa y este punto. La parte final de este circuito del amplificador operacional es un seguidor de tensión que proporciona una baja impedancia de salida.

### El modo tensión bajo el microscopio...

Un amplificador operacional en modo tensión está caracterizado por unas entradas en alta impedancia y una salida de baja impedancia. Funcionan como una fuente de tensión controlada por tensión. El amplificador operacional ideal presenta una ganancia de:

$$A_D = U_o / U_D = \infty \text{ (infinity).}$$

Los amplificadores operacionales reales tienen una ganancia diferencial comprendida entre  $10^3$  y  $10^6$ . A partir del modelo de amplificador operacional real (ver **Figura 4**) podemos ver que la ganancia diferencial está determinada por las resistencias de transconductancia,  $r_s = 1 / S$ , en el conversor de impedancia de la entrada y por la impedancia en el punto de alta impedancia.

Para conocer su ancho de banda, se conecta el amplificador operacional como se muestra en la **Figura 5**. Las resistencias de realimentación tienen valores de  $R_N = R_1 = 100 \Omega$ . Esto proporciona al circuito una ganancia de:

$$A = 1 + R_N / R_1 = 1 + 100 \Omega / 100 \Omega = 2.$$

Sin un condensador de compensación sobrepasaríamos considerablemente la respuesta de este amplificador, por lo que hemos conectado un condensador de compensación en el punto de alta impedancia. Esto se hace para evitar sobreponer la respuesta del amplificador, pero por desgracia, también reduce el ancho de banda del circuito. La respuesta de frecuencia del circuito se muestra en la **Figura 8**.

### ...y el modo corriente

Un amplificador operacional en modo corriente tiene una entrada inversora de baja impedancia y una salida de alta impedancia. De la misma manera que sucede con los otros tipos de amplificadores operacionales, la entrada no inversora tiene una alta impedancia. El modelo electrónico de este amplificador operacional se muestra en la **Figura 6**. Otro nombre común para este tipo de amplificadores operacionales es el de "transistor diamante", el cual deriva de la similitud de su com-

portamiento con el de un transistor bipolar ideal. Los amplificadores operacionales en modo corriente, disponibles en el mercado, incluyen los modelos MAX 435 y MAX 436 de la casa Maxim. Por desgracia, el ya conocido modelo OPA 660 de la casa Burr-Brown ha quedado obsoleto y ya no está en producción, pero en Internet podemos encontrar documentación muy interesante sobre este componente (vea el apartado de enlaces al final de este artículo). Para utilizar un amplificador operacional en modo corriente como un amplificador no inversor, tiene que estar conectado de la misma manera que un amplificador operacional en modo tensión, con una realimentación negativa de tensión (**Figura 7**). La configuración de este circuito también se conoce por el nombre de "realimentación directa". En nuestra simulación hemos dado valores de  $R_N = 200 \Omega$  y  $R_1 = 100 \Omega$ . La ganancia de este circuito de nuevo viene dada por la fórmula:

$$A = 1 + R_N / 2 R_1 = 1 + 200 \Omega / (2 \times 100 \Omega) = 2.$$

La frecuencia de corte del amplificador de tensión puede determinarse en la **Figura 8**.

Una configuración alternativa para el montaje de un amplificador no inversor, a partir de un amplificador operacional en modo corriente, utiliza las propiedades de transistor ideal de este amplificador operacional. Este amplificador puede conectarse en una configuración como seguidor de emisor con una realimentación negativa de corriente (ver **Figura 9**). En este caso, los valores de las resistencias son  $R_C = 200 \Omega$  y  $R_E = 100 \Omega$ . Por lo tanto, la ganancia es de:

$$A = R_C / R_E = 200 \Omega / 100 \Omega = 2.$$

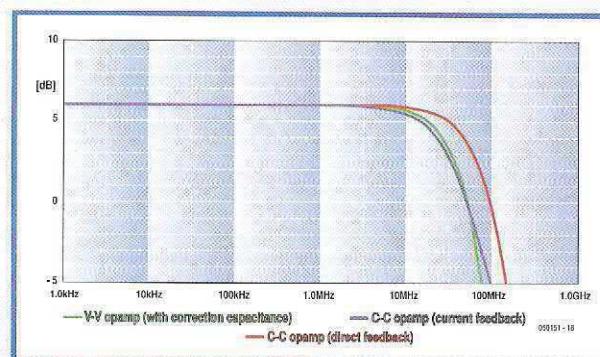
Esta configuración es conocida con el nombre de "realimentación de corriente". El ancho de banda es similar al conseguido utilizando una realimentación de tensión negativa (ver **Figura 8**).

Al igual que sucede con el resto de amplificadores que se han descrito en este artículo, hemos simulado también el funcionamiento de un amplificador operacional del tipo VC y otro amplificador operacional del tipo CV, los cuales pueden construirse a partir de los mismos bloques básicos. También hemos examinado el ancho de banda de cada uno de estos circuitos y hemos recopilado todos los resultados mostrándolos en la Tabla correspondiente. Sólo existen pequeñas diferencias en el ancho de banda entre las distintas configuraciones de amplificadores. Los amplificadores operacionales de los modos de tensión y VC tienen la necesidad de utilizar un condensador para corregir la respuesta frecuencia, con lo que aseguramos un funcionamiento estable del amplificador.

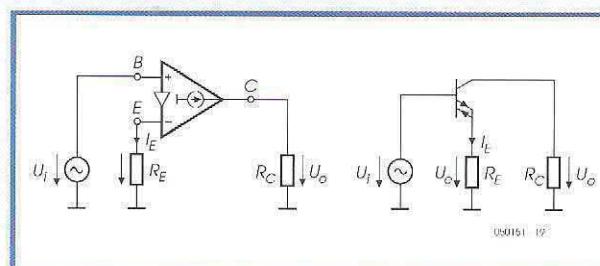
## ¿Cuál es el mejor amplificador operacional para usar en un integrador?

Un importante circuito que utiliza el amplificador operacional es el del integrador. Este circuito encuentra una aplicación práctica, por ejemplo, en los filtros. La **Figura 10** muestra circuitos de un integrador que utiliza un amplificador operacional en modo tensión, el cual puede trabajar a una frecuencia de hasta 2 MHz. Por encima de esta frecuencia se encuentra una región donde la ganancia se incrementa de nuevo (ver **Figura 11**). La razón de este comportamiento puede verse en la forma del circuito equivalente correspondiente (ver **Figura 12**). Los condensadores  $C$  y  $C_1$  son un cortocircuito efectivo para las altas frecuencias. Por lo tanto, se construye un divisor de tensión formado por las resistencias  $R$  y  $r_o$ , lo cual proporciona una tensión de salida de:

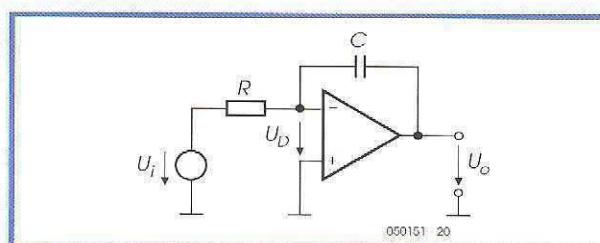
$$U_o = r_o / (R + r_o) U_i.$$



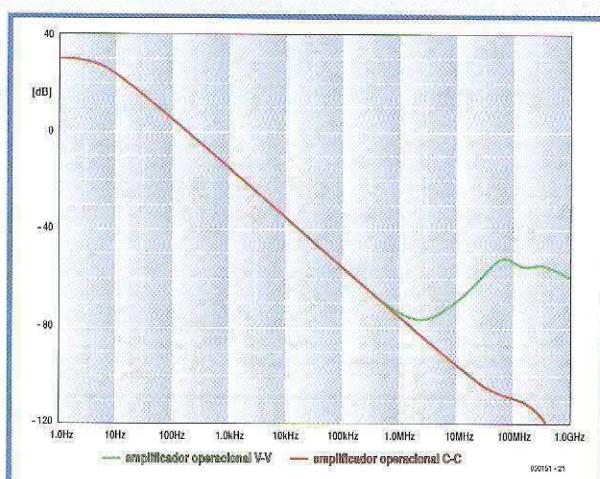
**Figura 8.**  
Respuesta en frecuencia de los amplificadores. Lo que se muestra es un amplificador operacional en modo tensión, con un condensador de compensación (en verde), un amplificador operacional en modo corriente con realimentación directa (en rojo) y un amplificador operacional en modo corriente con realimentación de corriente (en azul).



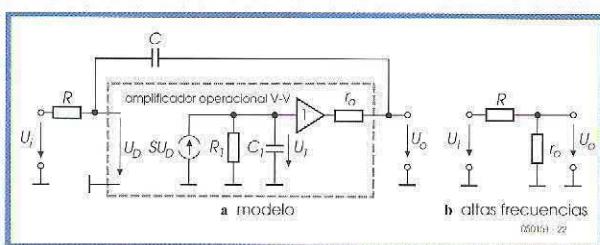
**Figura 9.**  
Un amplificador operacional en modo corriente conectado como un transistor ideal en una configuración de seguidor de emisor, con una realimentación negativa de corriente:  $R_C = 200 \Omega$ ,  $R_E = 100 \Omega$ .



**Figura 10.**  
Circuito de un integrador que utiliza un amplificador operacional en modo tensión.



**Figura 11.**  
Curvas características de integradores realizados mediante amplificadores operacionales en modo tensión (verde) y en modo corriente (azul). El circuito en modo corriente es claramente superior.



**Figura 12.**  
Circuito equivalente de un integrador construido a partir de un amplificador operacional en modo tensión. Los condensadores  $C$  y  $C_1$  se comportan como cortocircuitos reales a altas frecuencias.

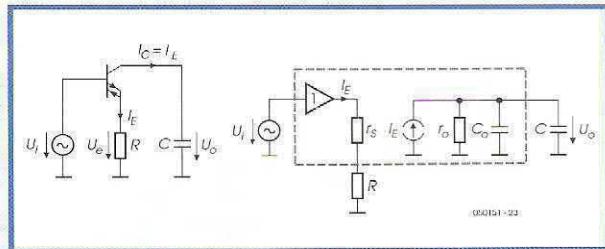


Figura 13.  
Circuito y modelo de un integrador que utiliza un amplificador operacional en modo corriente.

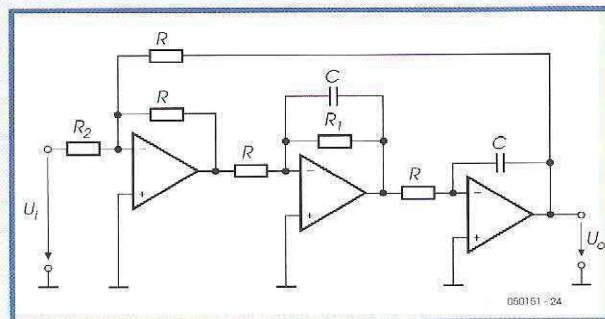


Figura 14.  
Filtro paso/bajo Butterworth de segundo orden, realizado mediante integradores en modo tensión.

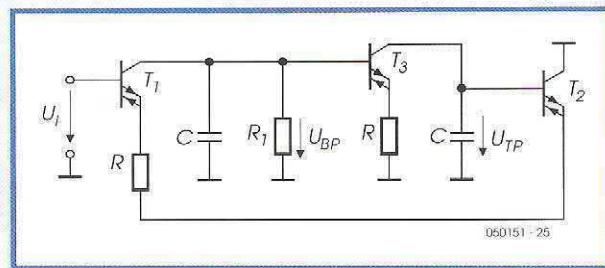


Figura 15.  
Filtro paso/bajo Butterworth de segundo orden construido con integradores en modo corriente.

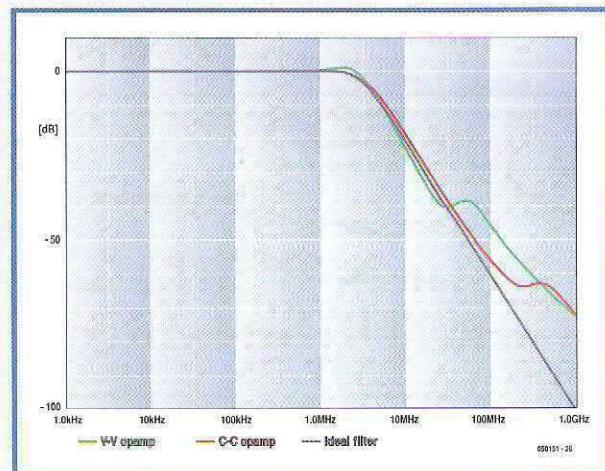


Figura 16.  
Curvas características de los filtros paso/bajo. El filtro integrador que utiliza amplificadores operacionales en modo corriente (rojo) sigue la curva característica ideal (azul) de manera más próxima que el filtro integrador en modo tensión (verde), y es más adecuado para usarlo con frecuencias de hasta 100 MHz.

## Comparación de anchos de banda

Amplificadores basados en diferentes amplificadores operacionales

Amplificador	Ancho de Banda
VV	32.1 MHz
VC	49.4 MHz
CV	59.1 MHz
CC (realimentación directa)	58.1 MHz
CC (realimentación de corriente)	29.5 MHz

El amplificador operacional en modo corriente también puede conectarse como un integrador, tal y como se muestra en la Figura 13. Como se ve claramente en la respuesta frecuencia, el ancho de banda de este circuito es mucho mayor que el del integrador formado por un amplificador operacional en modo tensión. El límite de frecuencia superior está alrededor de los 24 MHz (ver Figura 11). Además, no hay un rango de frecuencias en el que esta configuración presente un comportamiento diferenciador, debido a que las capacidades parásitas en el punto de alta impedancia del amplificador operacional en modo corriente están conectadas en paralelo con el condensador del integrador y no producen un "polo" parásito en la respuesta de frecuencia. En resumen, podemos decir que el amplificador operacional en modo corriente es mucho más adecuado para usarlo en circuitos integradores que el amplificador operacional en modo tensión, en primer lugar porque su ancho de banda es más de 10 veces superior y, en segundo lugar, porque no presenta un comportamiento diferente a altas frecuencias.

## Y por último: un filtro

Para terminar analizaremos la respuesta en frecuencia de un filtro paso/bajo de segundo orden del tipo Butterworth. El filtro ha sido realizado utilizando integradores en modo tensión (ver el circuito de la Figura 14) y con integradores del tipo modo corriente (ver el circuito de la Figura 15). Se utilizó un filtro ideal como banco de pruebas. La frecuencia de corte elegida fue de  $f_c = 3$  MHz. Si observamos la respuesta en frecuencia (ver Figura 16) podemos comprobar que el filtro que utiliza integradores del tipo modo tensión (curva verde) se separa pronto de la característica ideal (curva azul). Con frecuencias superiores a los 30 MHz, el filtro ya no se puede utilizar. El filtro integrador que utiliza amplificadores operacionales del tipo modo corriente (curva roja) sigue la característica ideal de filtro más estrechamente que el filtro que utiliza integradores del tipo modo tensión. Con todo ello podemos decir que los filtros que utilizan integradores del tipo modo corriente son más adecuados para usarlos con frecuencias de hasta 100 MHz.

## Conclusión

La conclusión es que un amplificador operacional en modo tensión "normal" es adecuado para la mayoría de las aplicaciones. En particular, cuando se utiliza como amplificador, la diferencia entre los distintos tipos no es demasiado grande, siempre y cuando se utilice la misma configuración de circuito. Sin embargo, en circuitos integradores y filtros integradores los amplificadores operacionales del tipo modo corriente presentan mejores prestaciones que los amplificadores operacionales del tipo modo tensión, sobre todo con respecto al ancho de banda, que lo hacen en un factor de alrededor de 10.

(050151\_1)

## Referencia

Tietze, U. and Schenk, C.:  
*Electronic Circuits: Handbook for Design and Application*, Springer, ISBN 3-540-50608-X / 0-387-50608-X

## Enlaces en Internet

[www.eetimes.com/anniversary/designclassics/opamp.html](http://www.eetimes.com/anniversary/designclassics/opamp.html)  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Operational\\_amplifier](http://en.wikipedia.org/wiki/Operational_amplifier)  
[www.uoguelph.ca/~antoon/gadgets/741/741.html](http://www.uoguelph.ca/~antoon/gadgets/741/741.html)  
<http://focus.ti.com/lit/an/sboa071/sboa071.pdf>

# Programación en imágenes

## Creación de código sin palabras de sentencias

Burkhard Kainka

**Los microcontroladores son particularmente difíciles para los que comienzan a programar. Las interfaces de usuario gráficas ayudan a mostrar las interdependencias, pero tienen sus limitaciones. Veremos un par de sistemas y algunos ejemplos de aplicaciones sencillas.**

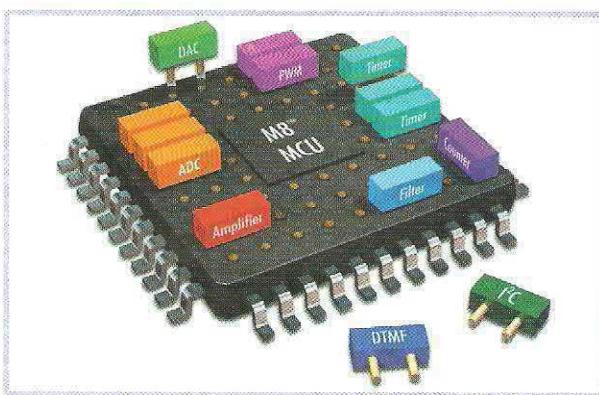


Figura 1.  
Diagrama de bloques esquemático de un PSoC y sus bloques funcionales.

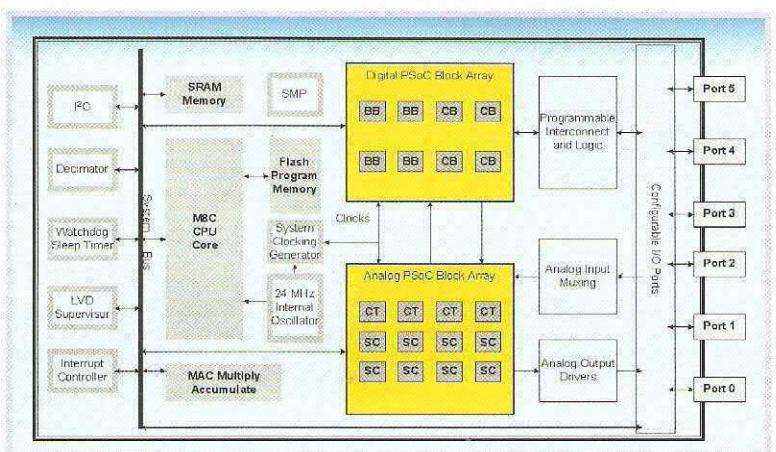
Casi todos hemos tenido la experiencia de reconocer una cara a la que no podíamos dar un nombre. Sucede lo mismo en programación: comandos y palabras claves, nombres de registros, nombres de las distintas banderas de control, etc..., es bastante difícil mantener en la memoria tal cantidad de información. A menudo es mucho más fácil pensar de una manera "gráfica", por ejemplo, describiendo el funcionamiento de un microcontrolador como si fuese un diagrama de flujo o un esquema eléctrico equivalente, antes de embarcarnos en el trabajo propiamente dicho. Esto es casi lo mismo que sucede cuando usamos una interfaz gráfica: en

lugar de escribir el texto del programa, es mucho más sencillo marcar las funciones lógicas y las conexiones, dibujar las líneas entre objetos con un pequeño barrido del ratón, y configurar las propiedades de los distintos elementos seleccionándolos sencillamente de una lista.

Algunos fabricantes de microcontroladores han reconocido esta demanda. En la lucha por su parte de mercado no es suficiente competir en el número y calidad de prestaciones, el producto también debe ser fácil de utilizar para los consumidores potenciales. Conseguir que la primera experiencia de un usuario con un nuevo circuito integrado se convierta en un éxito hace que el (alto) coste de desarrollo de la herramienta de programación gráfica se justifique totalmente. A menudo debemos elegir entre un entorno de programación gráfico y un entorno de programación orientado al texto, y en general el entorno gráfico nos parecerá más sencillo, ya que, en la mayoría de los casos, las decisiones ya se habrán tomado y será más difícil para el usuario cometer un error. Sin embargo, este tipo de programación puede tener una limitación en proyectos bastante más complejos. La experiencia inmediata con un entorno de programación gráfica y los proyectos ya realizados suministrados con ellos ha sido positiva: parece tan fácil que cualquiera podría utilizarlo. Sin embargo, esta primera impresión no tiene en cuenta el hecho de que en la interfaz de pro-

## La familia PSoC

La figura muestra la arquitectura del PSoC dividida en cuatro bloques principales: el núcleo de procesador, los periféricos digitales, los periféricos analógicos y los recursos del sistema. Los buses globales, que pueden ser configurables, permiten que el PSoC pueda conectarse para formar un sistema completo. El CY8C27443, miembro de la familia PSoC, puede utilizar hasta cinco puertos de E/S como entradas y salidas analógicas y digitales. Existen ocho bloques digitales (temporizador de 8 a 32 bits, contadores, generadores de pulsos PWM, hasta dos UARTs "full-duplex", bus SPI maestro y esclavo, etc.), y doce bloques analógicos (conversores A/D de hasta 14 bits, conversores D/A de hasta 9 bits, amplificadores programables, filtros y comparadores, etc.). El dispositivo tiene un núcleo proce-



sador M8C que trabaja a una velocidad de hasta 24 MHz y tiene un oscilador interno de 24 MHz / 48 MHz, 16 Kbytes de memoria de programa flash y 256 bytes de memoria RAM. El programa del Diseñador PSoC es totalmente gratis.

gramación gráfica está ocultando muchas decisiones. Así, por ejemplo, es posible que el proyecto haya tomado varias propiedades que sólo pueden revelarse si pulsamos sobre él con el ratón. Si tomamos un proyecto de trabajo como ejemplo, conocer cuántas propiedades y decisiones están ocultas en el trasfondo del mismo no siempre es tan obvio. El hecho de que nos estemos enfrentando ante una montaña de información tan grande como la que estaríamos utilizando con una interfaz basada en texto quizás sólo resulte evidente cuando intentemos construir nuestro propio proyecto desde cero.

Podría suceder que nos embarcásemos, llenos de confianza, en una tarea de programación ambiciosa, de la misma manera que lo haría un niño que intenta jugar con una interfaz gráfica. Posteriormente, y de repente, aparecerá ante nosotros un gran obstáculo. El problema podría resolverse con tres líneas de código de pro-

grama, pero, por desgracia, el proyecto completo tendría que reiniciarse desde el punto de partida en la forma de texto.

Si merece la pena utilizar un entorno de programación gráfico, y si este entorno hace el trabajo más fácil, solamente se puede decidir claramente en un puñado de casos. Sin embargo, sí que es interesante para nosotros familiarizarnos con este estilo de programación. Los informes de nuestras experiencias, que se muestran más adelante, proporcionan una vista general bastante interesante de estas posibilidades. En este artículo no intentamos cubrir el sistema de microcontroladores de construcción por bloques, E-Blocks, cuya interfaz de programación, denominada Flowcode (que pronto estará disponible en nuestra página web <http://www.elektor-electronics.co.uk>) es adecuada incluso para aquellos que comienzan. Podemos encontrar más información sobre este sistema en otro artículo de esta entrega.

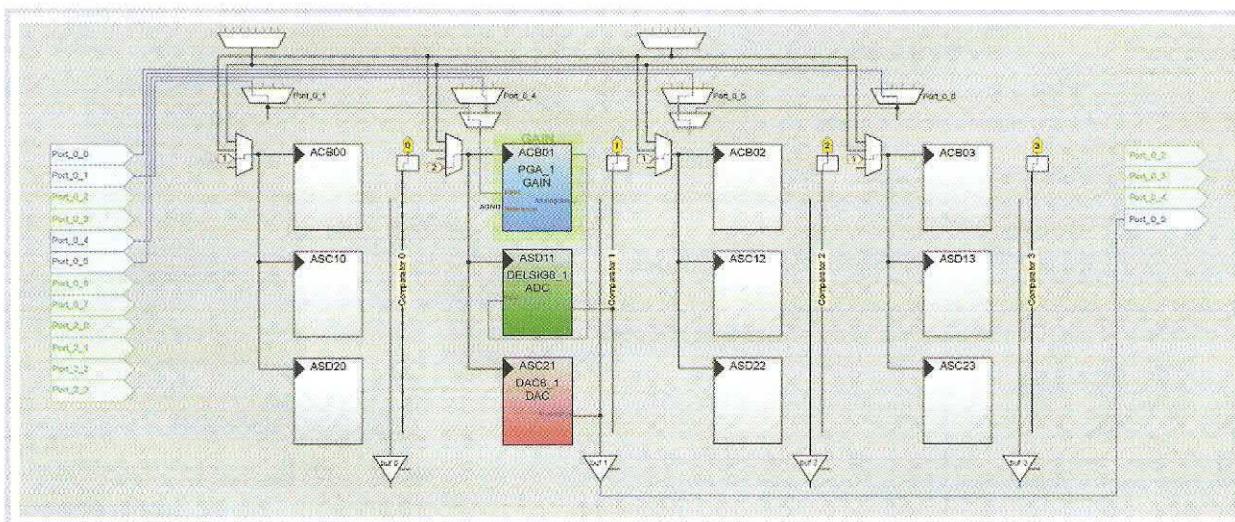
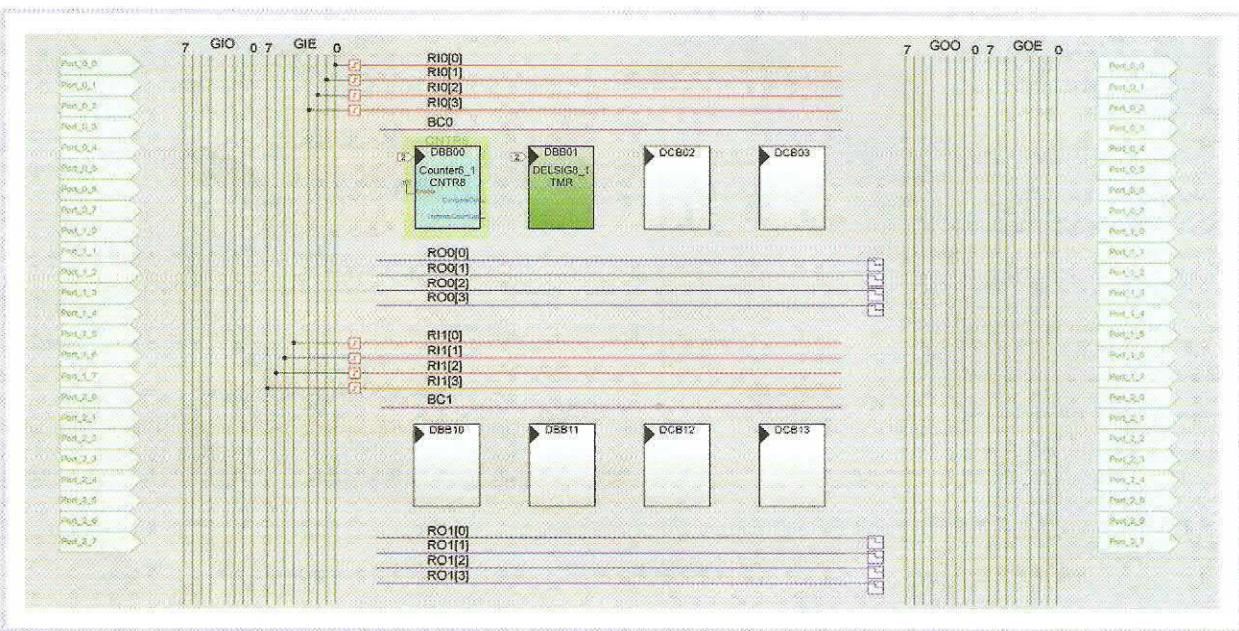


Figura 2.  
Los bloques analógicos que están en uso se muestran en el Editor de Dispositivos del programa PSoC Designer en colores resaltados.



**Figura 3.**  
El proyecto del generador de onda senoidal también utiliza el bloque digital "Counter8\_1".

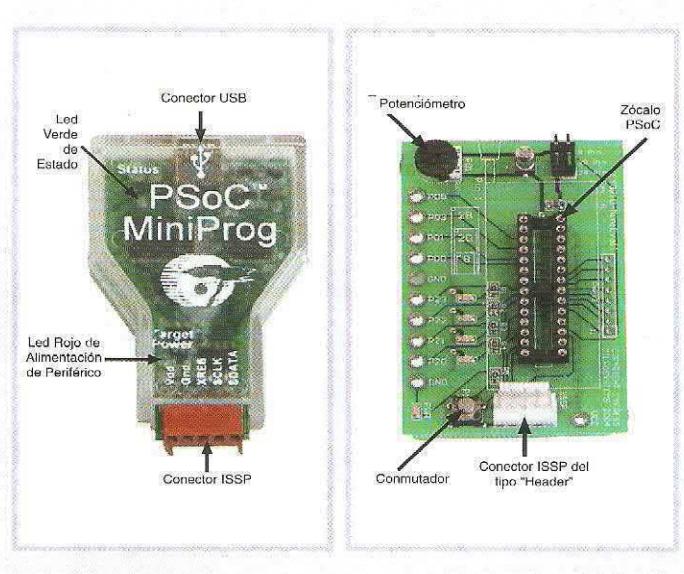
## Diseñador PSoC

La familia PSoC de la casa Cypress, está formada por un conjunto de microcontroladores equipados con un grupo de señales mezcladas adicionales. Cada controlador PSoC incluye bloques analógicos y digitales que pueden volverse a configurar fácilmente (ver **Figura 1**) con un sistema de interconexiones programable. Esta arquitectura permite que el usuario adapte fácilmente las interfaces externas de este componente a los requerimientos de la aplicación con la que va a trabajar. El dispositivo también incluye una CPU rápida con memoria RAM, memoria Flash ROM, programable en el propio circuito, y puertos configurables. La programación y la conexión de varios bloques es bastante compleja, ya que existe una cantidad incontable de posibles configuraciones, al mismo tiempo que

surgen muchas limitaciones. Por último, todo lo que está oculto detrás de la configuración de cada bloque PSoC y de las conexiones que forman un circuito, es un gran número de registros y de conmutadores asociados. La programación de todos estos bits a mano es un trabajo que va más allá de cualquier mortal, por lo que, la única manera práctica de conseguirlo es la de desarrollar el circuito de manera gráfica. Así, el usuario es asistido en este caso por el programa "PSoC Designer" ("Diseñador PSoC"), un complejo entorno de programación que incluye incluso un programa ensamblador y un compilador en lenguaje C. Por lo general, se utiliza la mayor parte del tiempo en el montaje del circuito. Al menos, con pequeños proyectos, la cantidad de programación orientada al texto es relativamente pequeña.

## MiniProg y MiniEval

El kit de inicio CY 3210 de bajo coste incluye: el dispositivo de programación MiniProg1, que dispone de una interfaz USB; una pequeña placa de circuito impreso MiniEval para el procesador, con un zócalo para circuito impreso de 28 terminales; y dos dispositivos PSoC de muestra, un CY8C27443 y un CY8C29466. También se incluye un manual, un CD-ROM que contiene el programa completo del Diseñador PSoC y del Programador PSoC, y un cable USB. Con este kit de inicio es posible comenzar a trabajar de forma casi inmediata. La placa de circuito impreso incluye cuatro diodos LED, un pulsador y un potenciómetro. La tensión de alimentación puede tomarse del propio puerto USB, a través del MiniProg1 o, como alternativa, puede alimentarse el controlador (una vez programado) a partir de una tensión de alimentación independiente de 5 VDC.



La manera más rápida de comenzar a utilizar el sistema es la de tomar un proyecto PSoC ya hecho y ampliarlo y modificarlo. De esta manera, todas las configuraciones necesarias para el proyecto ya estarán hechas de forma correcta. En nuestro caso, hemos tomado el proyecto ejemplo `asm_example_dac_adc.SOC`, configurado para el microcontrolador CY8C27443. El programa convierte a este componente en un generador de onda senoidal ajustable, que toma datos desde una tabla que se realimenta de valores senoidales y los pasa a través de un conversor D/A. Posteriormente, un conversor A/D mide la tensión en una entrada analógica y configura un temporizador de forma adecuada para que se pueda utilizar un potenciómetro para controlar la frecuencia de la onda senoidal de salida. Para ampliar este proyecto tenemos que crear un nuevo proyecto con su mismo nombre y hacer un clon del mismo proyecto ejemplo.

Una vez que el proyecto ha sido cargado, es posible seleccionar entre el "Application Editor" (es decir, el "Editor de Aplicaciones"), el cual nos muestra el código fuente del ensamblador, y el "Device Editor" (es decir, el "Editor de Dispositivos") de forma gráfica. La

**Figura 2** nos muestra una sección de la pantalla del editor de dispositivos (en este caso tan sólo nos muestra el bloque PSoC analógico y sus conexiones). Se pueden ver cuatro bloques configurados: el PGA\_1 es un amplificador programable, que aquí está siendo utilizado como un "buffer" de entrada con ganancia configurada a 1. La entrada está conectada al terminal "Port\_0\_1". La salida del "buffer" amplificador está conectada a la entrada del bloque conversor A/D DELSIG8\_1, un conversor Delta-Sigma con ocho bits de resolución. El tercer bloque PSoC es un conversor D/A de 6 bits, DAC6\_1, cuya salida está conectada al terminal "Port\_0\_5".

Además de los bloques analógicos, este proyecto también utiliza un bloque digital, Counter8\_1 (ver **Figura 3**). El temporizador configura la velocidad de salida de la onda senoidal, pero no está conectado en sí mismo a un terminal de salida. La parte digital del conversor Delta-Sigma también se puede encontrar en la sección digital.

## Vista global de los terminales

Tal y como puede verse desde el exterior, el circuito completo sólo tiene una entrada, donde hay un potenciómetro (VR) conectado y una salida para la señal de onda senoidal (AnalogOutBuf\_1). Los terminales de salida pueden verse en el módulo "Editor de Dispositivos" (ver **Figura 4**). Éste es prácticamente el circuito completo; por supuesto, se necesita hacer la conexión de las líneas VSS y VDD, pero aquí no se necesita ningún cristal ni ningún circuito de reset. El microcontrolador funciona por medio de un oscilador RC interno de 24 MHz, con una precisión de +/- 2,5 %.

Cada bloque PSoC tiene un gran número de parámetros configurables, los cuales se pueden establecer en la etapa de diseño. Los parámetros también pueden cambiarse bajo el control del programa. En cuanto se añade un nuevo bloque al circuito, el programa "PSoC Designer" añade el código necesario al proyecto en la forma de un módulo de la librería. El programa principal "`main.asm`" permanece, pues, a un nivel muy elevado y puede examinarse con la pantalla del "Editor de Aplicaciones". Lo primero que hay

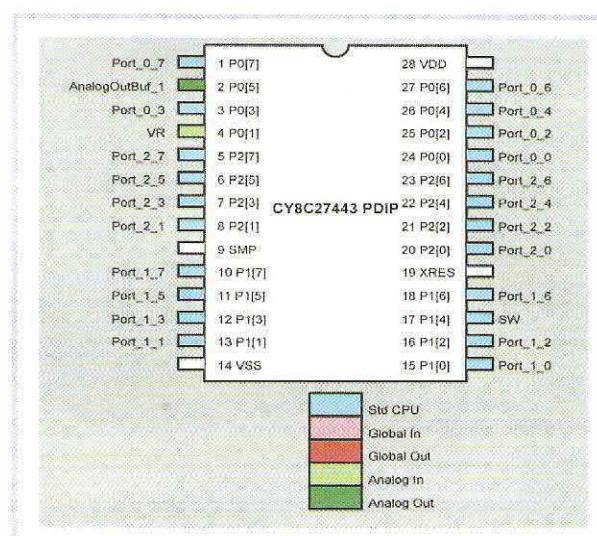


Figura 4.  
El editor de dispositivos proporciona una vista global de los terminales seleccionados.

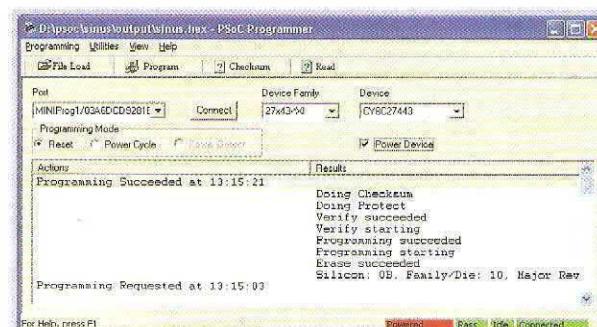


Figura 5.  
El MainProg (ver apartado de texto) se controla por el programa PSoC Programmer.

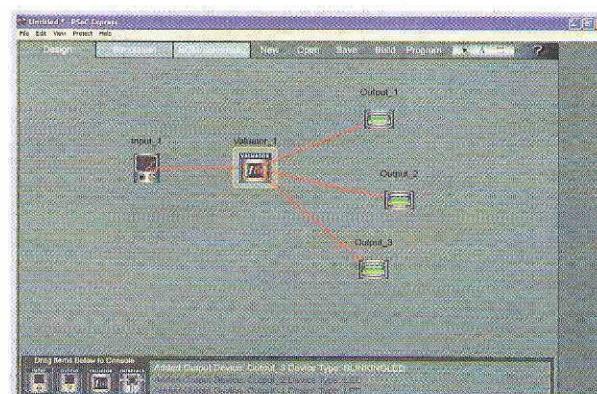


Figura 6.  
La zona de trabajo del programa PSoC Express muestra las entradas y las salidas de la misma forma en que lo haría un "evaluador".

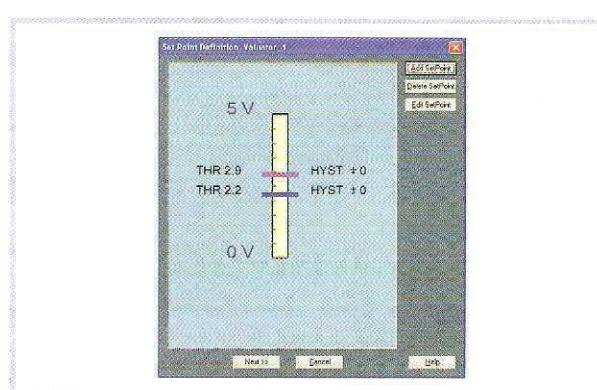


Figura 7.  
Los valores de umbral deseados se pueden introducir en el "evaluador".

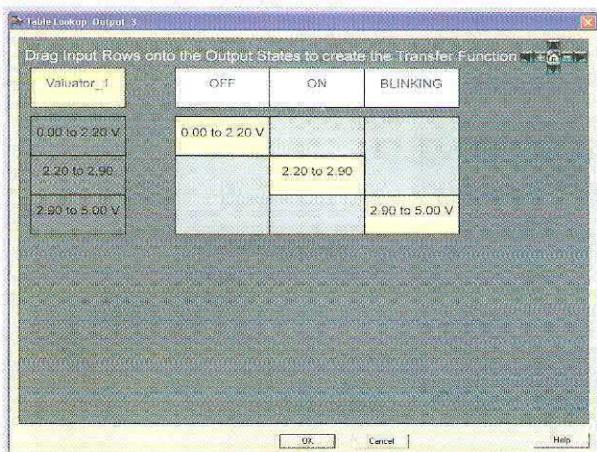


Figura 8.  
La función de transferencia para el diodo LED verde se configura usando una tabla de consulta.

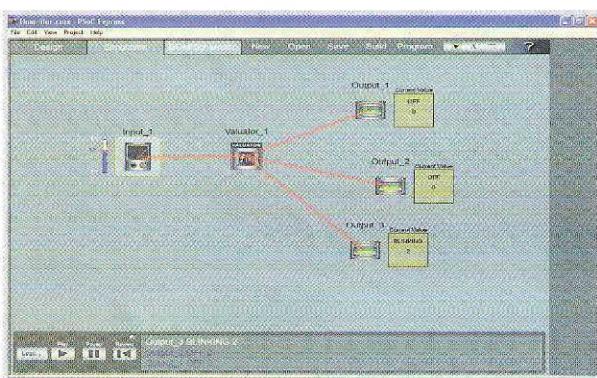


Figura 9.  
En la pantalla del ordenador se puede simular el proyecto completo.

que hacer con los bloques que han sido utilizados es habilitarlos, algo que se hace mediante llamadas estándar. Una vez que se ha hecho esto, el programa se ejecuta en un único lazo (ver listado del programa).

Ahora podemos construir nuestro proyecto utilizando la opción del menú "Build" ("Construir"). El resultado es el fichero "Sine.hex", que estará ubicado en el subdirectorio "Output" del directorio del proyecto principal. A continuación el fichero puede transferirse hacia el sistema de destino, por ejemplo, utilizando el dispositivo MiniProg (ver apartado correspondiente). El dispositivo MiniProg está controlado por el programa que le acompaña: "PSoC Programmer" (ver Figura 5). Es importante seleccionar la familia de dispositivos (27X43-\*XI) y el tipo de dispositivo (CY8C27443) adecuados. También tenemos que seleccionar el modo de adquisición a "reset", de forma que se produzca un reinicio del sistema y, a partir de aquí, aplicar la tensión de alimentación al dispositivo utilizando la opción "Power Device" ("Alimentar Dispositivo"). Cuando la programación se complete correctamente, se desactivará la opción "Power Device" y, a continuación, se volverá a activar. El potenciómetro necesario ya está presente sobre la placa de evaluación MiniEval CY3210 (ver apartado correspondiente), y debe estar conectado en la entrada correcta. En esta situación, la señal de onda senoidal estará presente en el terminal P05, y su frecuencia puede seleccionarse fácilmente al valor que se desee, comprendido aproximadamente entre 15 y 260 Hz.

## Lazo de salida de un generador de onda senoidal

```

loop:
    lcall DELSIG8_1_fIsDataAvailable // si la conversión ADC es completa, entonces...
    jz    loop

    lcall DELSIG8_1_cGetDataClearFlag // obtener el resultado ADC y convertir a un offset binario
    add   A, 0x80
    mov   [bADCvalue], A           // almacenar el valor para depurar la variable que
    cmp   A, 0x0F                 // se presenta periodo del contador menor de 0x03
    jnc   LoadCounter             // no es válido debido al excesivo servicio de interrupciones
    mov   A, 0x0F

LoadCounter:
    lcall Counter8_1_WritePeriod // actualización del DAC que actualiza la velocidad

    jmp   loop

area lit

SINtable:                                // 64 entradas en la tabla de consulta SIN
db  31, 33, 36, 39, 41, 44, 46, 49, 51, 53, 55, 56, 58, 59, 59
db  60, 60, 60, 59, 59, 58, 56, 55, 53, 51, 49, 47, 44, 42, 39
db  36, 33, 31, 28, 25, 22, 19, 16, 13, 11, 9, 7, 5, 3, 2, 1, 0
db  0, 0, 0, 1, 2, 3, 4, 6, 7, 10, 12, 14, 17, 20, 23, 26, 29

area text

```

## **PSoC Express**

Utilizando la herramienta de desarrollo gráfico PSoC Express es posible desarrollar aplicaciones para dispositivos de señales mezcladas PSoC de la casa Cypress, sin tener que escribir una sola línea de programa en C o en lenguaje ensamblador: el programa completo se crea de manera automática. Una de las razones por las que el programa PSoC Express ha salido al mercado con este fabricante, ha sido quizás el uso tan eficiente de la herramienta PSoC Designer, aunque no siempre es tan sencilla de utilizar. Debemos asumir que para algunos usuarios potenciales no está al nivel correcto. La interfaz totalmente gráfica de la aplicación PSoC Express puede llenar este hueco, ya que es muy sencillo y facilita su uso, pudiendo llegar a obtener los resultados de nuestra aplicación con un pequeño esfuerzo y en un período de tiempo verdaderamente corto.

Sólo hay que seguir cuatro pasos para comenzar a utilizar esta nueva herramienta:

1. Seleccionar los bloques de entrada y de salida en un catálogo. Para las entradas se pueden incluir elementos como sensores de temperatura, entradas de tensión analógica, interruptores y pulsadores, así como terminales de E/S. Para las salidas se incluyen interruptores MOSFET, relés, diodos LEDs y ventiladores.
2. Configurar la función de cada bloque utilizando sus parámetros.
3. El modo de simulación permite que el diseño pueda verificarse. Pueden seleccionarse valores de entrada utilizando mandos redondos o de desplazamiento y, a continuación, observar el comportamiento de las salidas.
4. En el paso final se selecciona un dispositivo PSoC adecuado y se genera un fichero hexadecimal que contenga los datos de programación.

PSoC Express es, por supuesto, una herramienta especializada que no puede llegar a cubrir todos los usos potenciales de la familia PSoC. Es más, esta herramienta está orientada hacia montajes con controladores analógicos y digitales y pantallas visualizadoras. Si, por ejemplo, deseamos indicar un rango de tensión dado utilizando diodos LEDs o activar un ventilador a una temperatura especificada, el programa PSoC Express es la herramienta correcta para este trabajo.

En nuestro ejemplo vamos a construir una pantalla que monitoriza una batería, indicando una tensión sobre un rango ya seleccionado y utilizando unos diodos LEDs. El límite inferior del rango fuera de tensión es de 2,2 V y viene indicado por un diodo LED rojo, mientras que el límite superior del rango fuera de tensión es de 2,9 V y se señala con un diodo LED amarillo / verde. El primer paso es el de crear una entrada adecuada que permita medir tensiones comprendidas entre 0 y 5 V en el área de trabajo (ver **Figura 6**). El segundo paso requiere un elemento "evaluador" del tipo "Setpoint Region", en el que tendremos que introducir los valores umbrales necesarios (ver **Figura 7**). Por último, las salidas se dibujan sobre la zona de trabajo.

Para cada salida se debe definir una función de transferencia. En este caso es adecuada una función de transferencia del tipo "TableLookup". A continuación, podemos decidir de qué entrada o evaluador de estado de salida depende y, seguidamente definir los estados individuales (ver **Figura 8**).

## **Sin soldaduras**

Ahora ya hemos completado la programación para el proyecto y podemos simularlo en la pantalla, tal y como se muestra en la **Figura 9**. Se utiliza un mando de desplazamiento para ajustar la tensión de entrada y, a continuación, se puede observar el estado de las salidas.

Cuando la simulación se ha completado de manera satisfactoria, podemos construir nuestro proyecto utilizando la opción "Build". En este punto necesitamos seleccionar el tipo de controlador que vamos a utilizar. La construcción del proyecto se toma un poco de tiempo: detrás de las pantallas, la aplicación PSoC Express está creando un proyecto PSoC completo en lenguaje C, lanzando el compilador C en el PSoC Designer y creando un programa ejecutable. También se genera un diagrama eléctrico del circuito y una hoja de datos con la distribución de terminales y una descripción funcional en forma de tabla. Todos lo que nos queda por hacer es transferir el código generado hacia el sistema de destino. Podemos utilizar la tarjeta MiniEval y controlar la entrada utilizando el potenciómetro. La salida 2 y la salida 3 que parpadea deben estar conectadas de manera adecuada a los diodos LED de la placa, de forma que el funcionamiento del circuito completo se pueda verificar sin realizar ninguna soldadura adicional.

Los usuarios más curiosos puede examinar el proyecto C que ha sido generado utilizando la herramienta PSoC Designer sin ninguna otra razón que la de aprender un poco sobre programación en lenguaje C y conocer la estructura del programa. El núcleo del programa es un lazo infinito que lee las entradas y controla las salidas.

El programa creado siempre está construido alrededor de un lazo infinito que incluye todas las decisiones y controles de procesamiento. No es posible añadir procesos que ejecuten un número especificado de veces o que utilicen bloques analógicos de propósito especial, tales como filtros. Sin embargo, si todo lo que necesitamos es un sencillo enlace permanente entre la entrada y la salida, esta interfaz es totalmente adecuada. El entorno PSoC Express pueden descargarse gratuitamente en la página web [www.cypress.com/psocexpress](http://www.cypress.com/psocexpress).

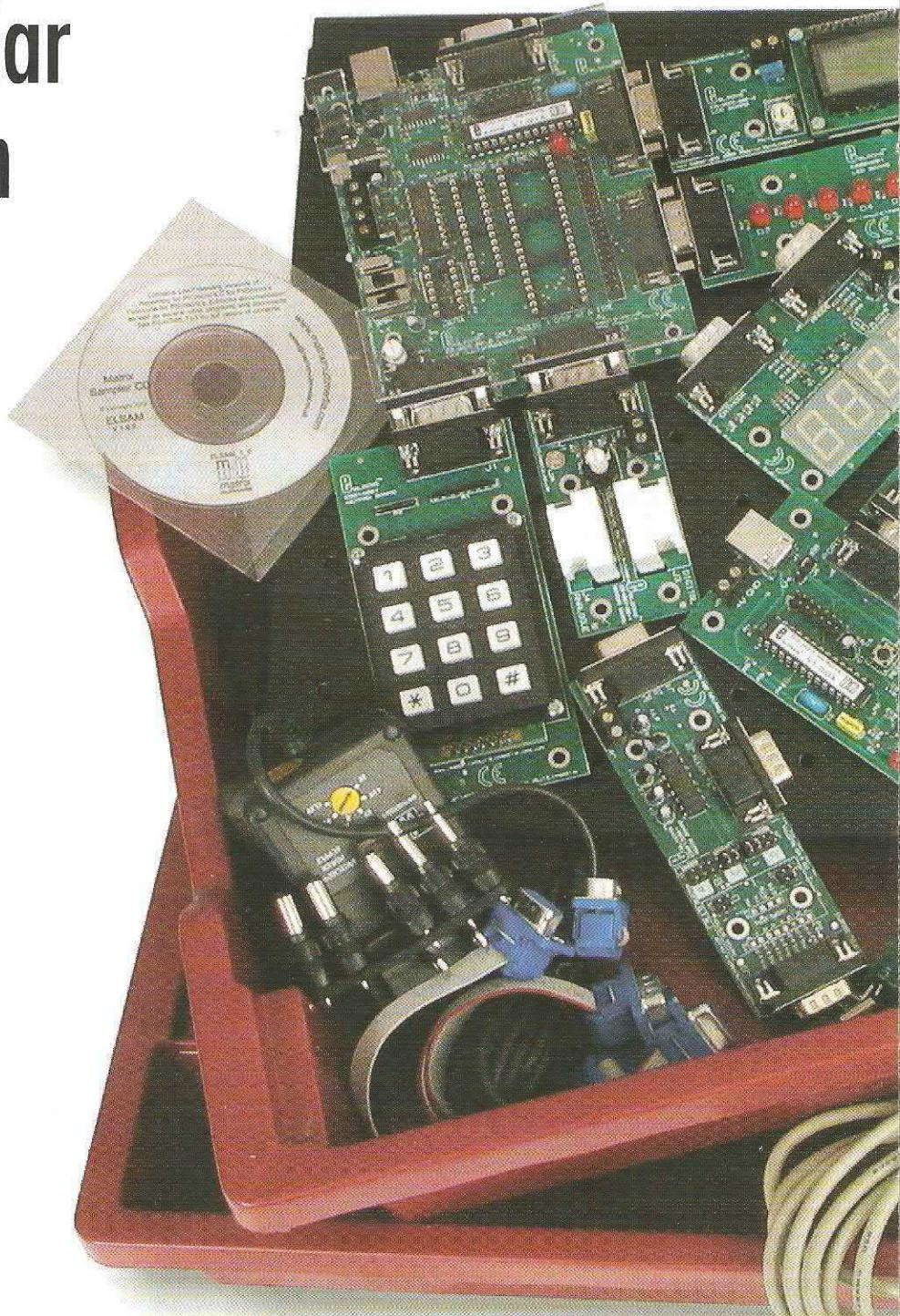
(060201-1)

# BLOQUES ELECTRÓNICOS

## Diseño modular y construcción mediante E-blocks

Evelien Snel & David Daamen

Frecuentemente nuestros lectores se quejan de falta de tiempo para soldar todas las partes de un proyecto de ensamble y de la complejidad de programación de los proyectos de microcontrolador de Elektor.



# LOS DE MONTAJE

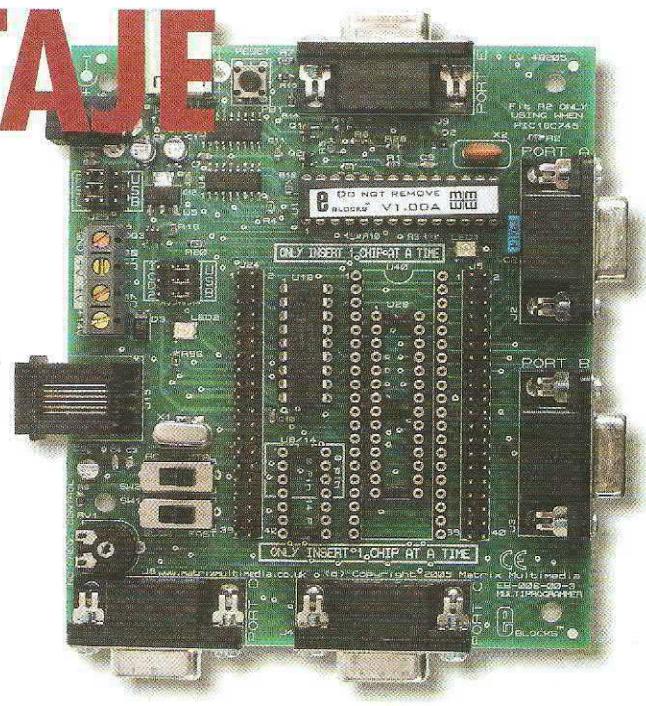
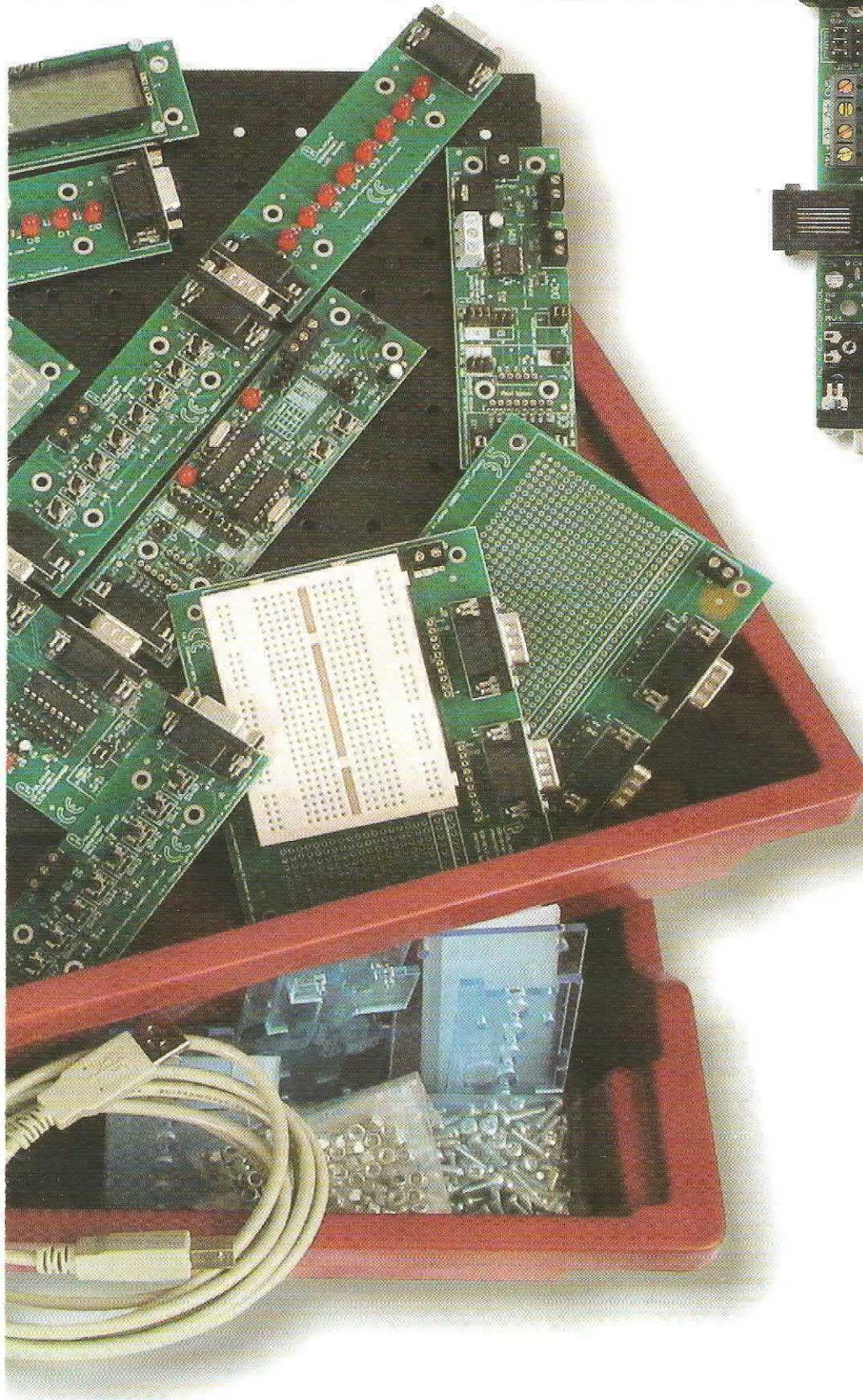


Figura 1. El Multiprogramador USB es el corazón del sistema.

Es difícil que la moderna tecnología sea accesible a todos, pero los E-Blocks ofrecen numerosas posibilidades. Hace algún tiempo que nuestro equipo editorial reparó en ello, al principio no sabíamos qué podríamos hacer, algunos no veían la utilidad y otros pensaron que era fantástico, finalmente la balanza se inclinó hacia el 'sí', ya que los diseñadores y personal de la editorial empezaron a admitir que era muy útil y estaba bien diseñado.

Pero, ¿por qué la gente tenía reservas sobre los E-Blocks? Principalmente porque el hardware ya estaba completo, o porque no teníamos nada más que soldar o porque ya sólo teníamos que programar.

En cualquier caso es mejor que cada uno juzgue por sí mismo, aunque una cosa sí es cierta y todos estamos de acuerdo: los E-Blocks son muy útiles cuando queremos diseñar algo de forma muy rápida y sin usar soldador. Podemos construir primero un prototipo usando un puñado de E-Blocks, comprobar el diseño y después comenzar con el diseño de la PCB.

Pero, ¿qué son exactamente los E-Blocks? Son una colección de placas intercambiables que se pueden usar de forma rápida y fácil para juntarlas con un sistema de microcontrolador. Aparte de varias placas de microcontrolador, hay otros muchos E-Blocks de este fabricante, que es nuestro proveedor desde hace mucho tiempo: Matrix Multimedia. Hay placas de entrada, placas de salida y placas con I/O combinadas. Para finalizar, pero no acabar, existe un completo rango de sensores que se pueden conectar en el sistema de E-Blocks.

### Multi-programador USB

Echemos un vistazo a los E-Blocks del Multiprogramador USB (**Figura 1**). Este E-Block puede ser un buen punto de arranque para nuestros proyectos. El Multiprogramador se puede usar para muchos diferentes tipos de PICs (ver en el interior) y también tiene un puerto USB que puede emplearse para conectar el sistema de E-Blocks a un PC. La conexión USB no está sólo para programar el sistema, sino que también puede usarse con la mayoría de ordenadores para proporcionar un sistema sencillo con alimentación. En muchos casos, por tanto, es innecesario usar adaptadores de alimentación. Por supuesto, hay un zócalo en la placa que toma la alimentación de una fuente exterior para esos proyectos que requieren más corriente que la que el puerto USB puede suministrar.

### Plug and Play

Las líneas de I/O del PIC pueden colocarse en el borde de la placa. Hay un máximo de cinco puertos, cada uno con un máximo de ocho líneas, dependiendo del tipo de PIC que utilicemos. Las conexiones entre todos los E-Blocks se han estandarizado, haciendo muy fácil la combinación de las partes que forman un sistema. Un periférico se conecta al puerto del microcontrolador simplemente en la placa. Este método de construcción distintivo tiene muchas ventajas, porque virtualmente en todos los sistemas de microcontrolador la mayoría del hardware consta de una combinación de bloques de construcción estándar. En lugar de rediseñar esos bloques para cada prototipo y después construirlos, podemos simplemente cogerlos y sacarlos del embalaje. Cuando hemos completado nuestro proyecto, podemos desarmarlo fácilmente y usar de

## Multiprogramador USB

**Los E-Blocks del Multiprogramador USB soportan los siguientes PICs:**

PIC12F629, PIC12F675, PIC12F635, PIC12F683  
 PIC16F627A, PIC16F627, PIC16F628A, PIC16F628,  
 PIC16F630, PIC16F648A, PIC16F676, PIC16F684,  
 PIC16F688, PIC16F636, PIC16F716, PIC16F72,  
 PIC16F737, PIC16F73, PIC16F747, PIC16F74,  
 PIC16F767, PIC16F76, PIC16F777, PIC16F77,  
 PIC16F818, PIC16F819, PIC16F83, PIC16F84A,  
 PIC16F84, PIC16F870, PIC16F871, PIC16F872,  
 PIC16F873A, PIC16F873, PIC16F874A, PIC16F874,  
 PIC16F876A, PIC16F876, PIC16F877A, PIC16F877,  
 PIC16F87, PIC16F88  
 PIC18F242, PIC18F248, PIC18F252, PIC18F258,  
 PIC18F442, PIC18F448, PIC18F452, PIC18F458,  
 PIC18F1220, PIC18F1320, PIC18F2220, PIC18F2320,  
 PIC18F2331, PIC18F2410, PIC18F2420, PIC18F2431,  
 PIC18F2439, PIC18F2455, PIC18F2510, PIC18F2515,  
 PIC18F2520, PIC18F2525, PIC18F2539, PIC18F2550,  
 PIC18F2585, PIC18F2586, PIC18F2610, PIC18F2620,  
 PIC18F2680, PIC18F2681, PIC18F4220, PIC18F4320,  
 PIC18F4331, PIC18F4410, PIC18F4420, PIC18F4431,  
 PIC18F4439, PIC18F4455, PIC18F4510, PIC18F4515,  
 PIC18F4520, PIC18F4525, PIC18F4539, PIC18F4550,  
 PIC18F4585, PIC18F4586, PIC18F4610, PIC18F4620,  
 PIC18F4680, PIC18F4681

nuevo los bloques individuales, o no, ya que los E-Blocks también son perfectamente adecuados para usarlos en un diseño permanente. Para este propósito se ha diseñado un plato base metálico. Tiene una rejilla llena de orificios, que se corresponde con los que hay en todos los E-Blocks. Por supuesto, que duda cabe, que un sistema realizado a partir de estos E-Blocks siempre será más grande que si lo montamos de forma normal sobre PCB, pero el tiempo extremadamente corto de desarrollo lo hace realmente muy interesante y rentable.

### Programación: ¿susto o desafío?

Naturalmente, parte del diseño mejora la programación del hardware. Para algunos el aspecto del diseño es lo que da un poco de emoción, lo que hace al proyecto más interesante, para otros, ésta es la razón principal

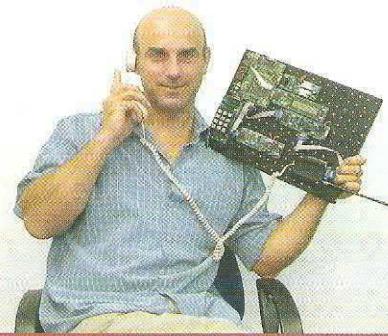
por la que no se consigue mejorar a un proyecto de microcontrolador.

En cualquier caso, incluso para aquellos que les resulta familiar el diseño con microcontrolador, no hace falta necesariamente ser expertos programadores. La programación es completamente diferente comparada con el diseño electrónico. Por lo tanto, debería ser muy útil si hubiera una forma de hacer la programación más sencilla, además de que también se reduce el tiempo.

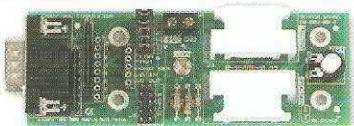
Matrix Multimedia ha diseñado una programación especialmente adecuada para usar con los E-Blocks que satisfaga ambos requerimientos.

### Flujo de código -flowcode-

Si no tiene mucha experiencia en programación de microcontroladores, encontrará que puede programar incluso complejos sistemas con la ayuda de

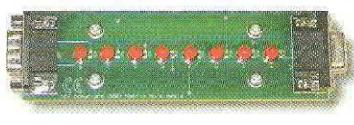


## Algunos módulos E-Blocks disponibles



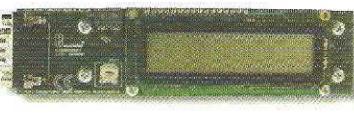
### Placa interface de sensores

No son sólo los E-Blocks los que han estandarizado los conectores, todos los sensores E-Blocks también los tienen. Estos pueden conectarse al sistema de E-Blocks a través de una placa de interfaces de sensor que ya contiene un sensor LDR.



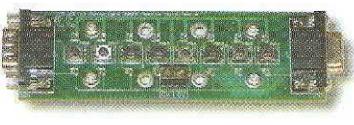
### Placa de LED

Esta placa tiene ocho LEDs que se pueden excitar de forma individual a través de una línea de I/O. Cuando se escribe un '1' en una línea de salida, el LED se encenderá. Esta placa se puede unir a otras placas.



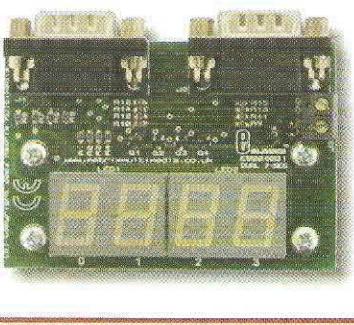
### Placa LCD

Esta placa tiene un display LCD con dos líneas de 16 caracteres.



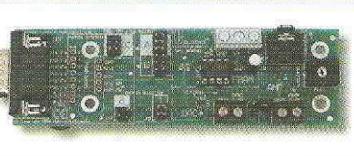
### Placa de conmutadores

Esta placa tiene ocho pulsadores. Cuando presionamos sobre un botón, aparecerá un '1' en la correspondiente línea de I/O. Esta placa se puede unir a otros E-Blocks.



### Cuádruple display de 7 segmentos

Esta placa contiene cuatro displays de 7 segmentos. Los displays son multiplexados, así que sólo se necesitan dos puertos de I/O para controlar los 32 segmentos.



### Placa SPI

Este E-Block tiene un 8 KB SPI (Serial Peripheral Interface) con un chip de memoria compatible además de un conversor A/D.

flowcode. Es literalmente 'programación con el ratón'. Elegimos la funcionalidad requerida desde un menú y en este camino creamos un flowcode de un programa.

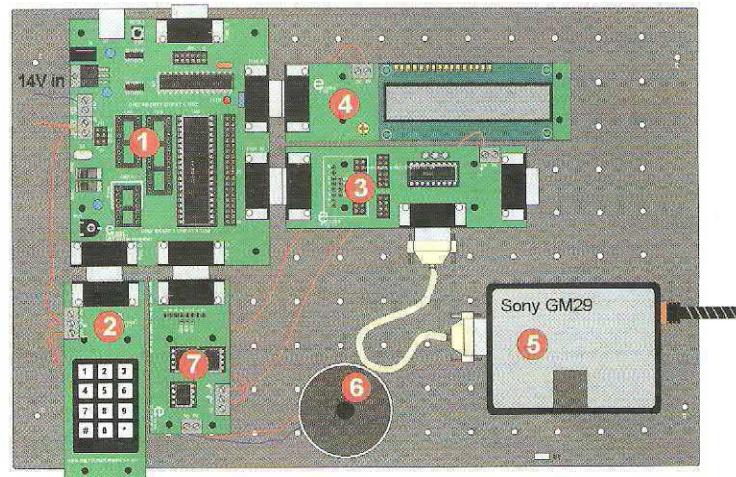
Cuando hemos completado el 'diagrama', el programa puede simularse en el PC. Entonces podemos ver en la pantalla cómo se comportan algunos periféricos tales como LEDs y LCDs. Todo esto sucede antes de que se haya compilado o ensamblado ni una simple línea, antes de enviar nada al microcontrolador. Mediante este sistema el proceso de diseño resulta mucho más fácil, ya que incluye automáticamente todo el software necesario para las rutinas requeridas.

Esto no significa que todo el proceso de fondo permanezca oculto a la vista. Flowcode primero traduce un diagrama de materiales en C, después de lo cual otro proceso convierte este código C en ensamblador. Ambas etapas o fases pueden modificarse, no sólo podemos revisar el código generado, sino que también podemos editarlo. Todo depende de nuestras preferencias: ¿queremos crear rápidamente un prototipo o hacerlo en un programa en C, o incluso en ensamblador? Si el Flowcode no nos convence, podemos hacerlo al revés.

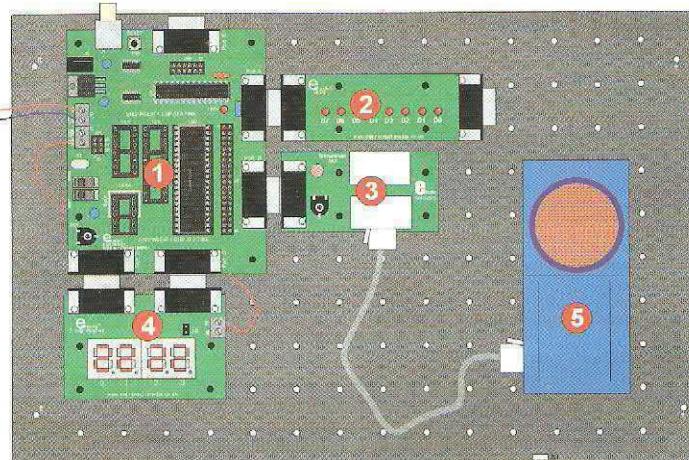
### De la idea al sistema

Lo más útil de este sistema son las posibilidades que nos ofrece. Podemos ver en detalle cómo trabaja el Multiprogramador USB y qué procesadores soporta, pero pensamos que es más importante saber para qué podemos usarlo y ver algunos ejemplos. ¿Cómo utiliza un sistema los teléfonos móviles para medida y control remoto (**Figura 2**)?: si conectamos un micrófono al conversor A/D del procesador podríamos usarlo como un monitor inalámbrico de bebés, o podríamos obtener un sistema de localización de vehículos añadiendo nuestro propio módulo GPS. Algo más sencillo aún, pero no menos interesante, es el sistema de medida ultrasónica que se muestra en la **Figura 3**. Podríamos usar esto para tomar medidas dentro de casa o como ayuda para aparcar nuestro coche en el parking.

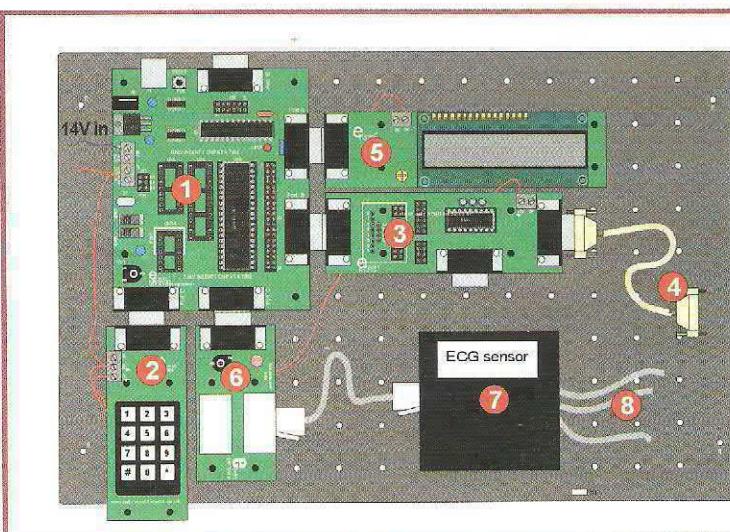
Si nos pica la curiosidad sobre la salud, con la ayuda de los E-Blocks y Flowcode podemos construir un avanzado ECG controlado por PC y monitorizar los latidos del corazón en un instante (**Figura 4**).



**Figura 2.** Aplicación de teléfono móvil – Multiprogramador USB (1), Teclado (2), Placa RS232 (3), Placa LCD (4), Unidad de GPRS (5), Altavoz (6) y placa SPI con convertidor D/A (7).



**Figura 3.** Sistema de medida por ultrasonidos – Multiprogramador USB (1), Placa de LED (2), placa de sensor (3), display de 7 segmentos (4), sensor de ultrasonidos (5).



**Figura 4.** ECG y monitor de latidos del corazón — Multiprogramador USB (1), teclado (2), placa RS232 (3), cable serie RS232 (4), placa LCD (5), placa de sensores (6), unidad ECG (7), cables y electrodos ECG (8).

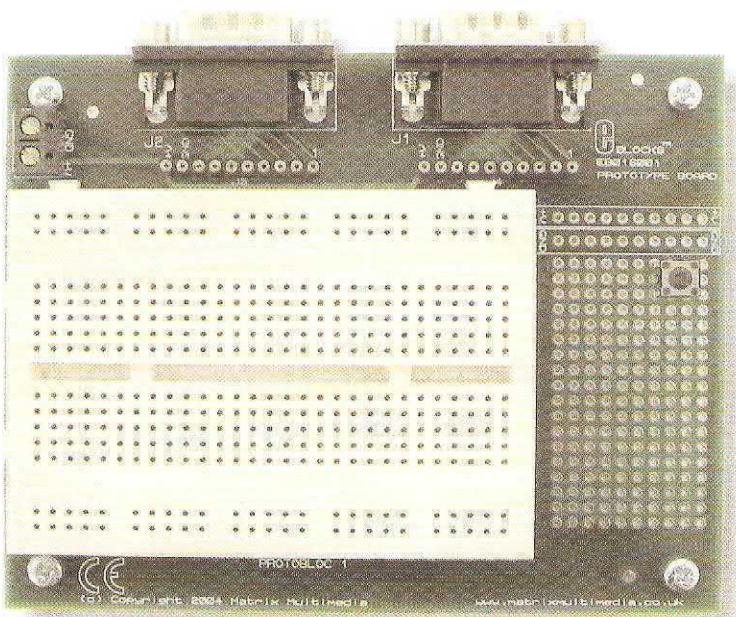
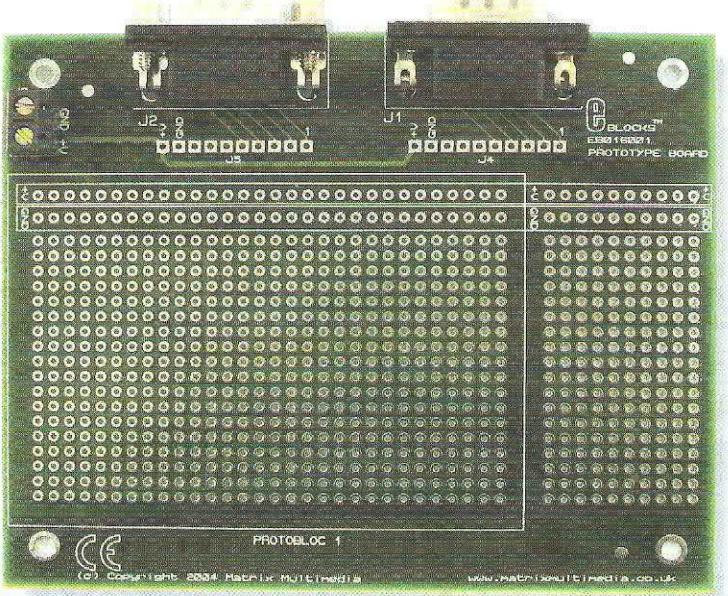


Figura 5. Todavía podemos experimentar con diseños, aunque estemos usando bloques de construcción estándar.

### Sensores

Podríamos continuar enumerando ejemplos bastante tiempo, las posibilidades realmente parecen infinitas. Una de las grandes ventajas del sistema de E-Blocks es que no está limitado solamente a las placas del microcontrolador, displays y pulsadores, sino que puede aplicarse a una gran cantidad de ideas que interactúan con el mundo exterior. Las opciones de comunicaciones incluyen, por ejemplo, una unidad de GPRS y una placa de Internet. También tenemos una gran cantidad de sensores disponibles. La lista de sen-

sores médicos incorpora un monitor de respiración, el cual se usa para medir la capacidad pulmonar, y un sensor de presión sanguínea que proporciona medidas electrónicas de los valores sistólico y diastólico. También hay sensores ECG y monitores de pulsación del corazón, los cuales se pueden emplear para visualizar la velocidad y forma del latido del corazón.

Hay igualmente un grupo de sensores agrupados bajo la categoría de tecnología de procesos que incluyen un sensor de velocidad de flujo, sensor de oxígeno, sensor de pH y un sensor de presión de gas.

Después están los sensores tales como detectores de radiación, acelerómetros, detectores de movimiento y sensores de campo magnético, además de los de uso más cotidiano como micrófonos, sensores de temperatura y de humedad relativa.

### ¿A la buena de Dios?

Ahora estamos realmente convencidos de que los E-Blocks y Flowcode son una combinación mágica que añaden una nueva dimensión a la forma en la que realizamos los diseños de microcontrolador, de manera que usaremos nuestra creatividad para conseguir un diseño único, e incluso aquí los E-Blocks pueden ayudarnos. Hay dos placas de prototipos estándar disponibles, con un par de conectores estándar (Figura 5). Una es como una placa experimental estándar llena de una matriz de agujeros; la otra también incluye una zona de montaje experimental. Estos últimos E-Blocks completan perfectamente el sistema. Con sólo un poco de estaño y sin tener que escoger componentes individuales o hurgar en el interior de los registros de un microcontrolador, podemos ser muy creativos en la moderna electrónica.

(054041-1)

**El catálogo completo de E-Blocks nos ofrece información y una introducción especial que podemos encontrar en la página [www.elektor-electronics.co.uk/eblocks](http://www.elektor-electronics.co.uk/eblocks)**

# Indicador de Giro

## FETs sustitutos de relés

Willy Dhooge

Algunos motociclistas no sólo disfrutan tocando el motor sino también adentrándose en la electrónica. El autor encontró problemas con el indicador de dirección mecánico de su moto Harley Davidson y comenzó con la alternativa electrónica. Por ello, este pequeño circuito es también muy útil para coches.

En vehículos de motor como patinetes, ciclomotores, motocicletas y automóviles, un indicador de dirección controlado mecánicamente (conocido históricamente como 'palanca de dirección') dispone de lámparas que parpadean en el lateral, frente y posterior del vehículo cuando el conductor intenta hacer un giro. Durante décadas, el circuito controla las luces del indicador de dirección que está basado en un relé o lámina bimetálica, la cual está sujeta a desgaste o avería. Si se produce un fallo, es muy difícil encontrar una unidad original, por lo que pensamos instalar una versión electrónica que tiene una vida casi eterna.

Este mes en el Mini-proyecto demostramos que el sustituto electrónico que presentamos es fácil de construir a partir de componentes estándar. El elemento clave es un MOSFET de potencia capaz de soportar corrientes de paso de hasta 26 A (Figura 1).

### ¿Cómo funciona?

El circuito está conectado en serie con las lámparas de indicación de dirección. Cuando el FET (transistor de efecto de



# de Estado Sólido

## LISTADO DE COMPONENTES

### Resistencias:

R1 = 1kΩ  
R2,R3 = 150kΩ  
R4 = 100kΩ  
R5,R6 = 10kΩ

### Condensadores:

C1 = 100μF o 150μF, 16V, radial  
C2 = 270nF

### Semiconductores:

D1 = 1N4001  
D1,D2 = 1N4148  
T1 = IRFZ34N  
T2,T3 = BC558

### Varios:

PCB, ref. 050120-1 de La PCBShop

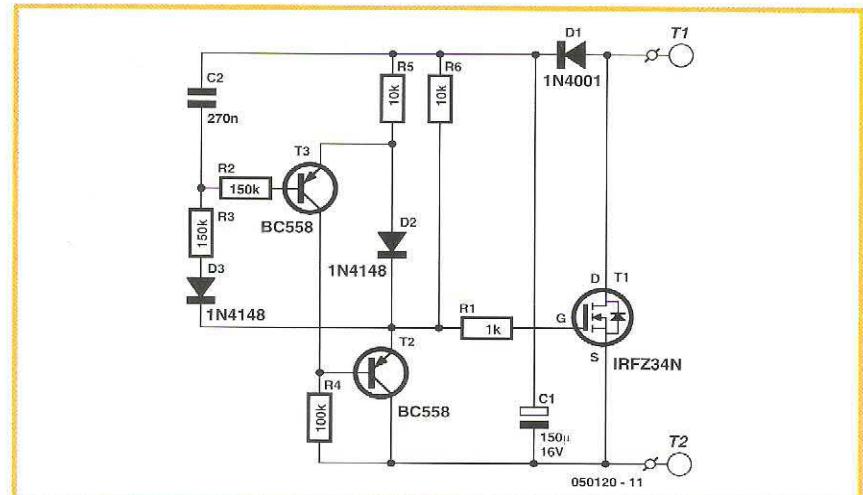


Figura 1. El circuito está diseñado para emplear una clase de efecto elevador cuando se excita la puerta FET.

campo) conduce, los componentes D1 y C1 aseguran que la tensión de alimentación permanece presente durante la excitación electrónica, durante los períodos on. Más aún, como resultado de la conmutación on/off, el cátodo de D1 se pone a unos 11 V por encima de la tensión de la batería, permitiendo que la puerta del MOSFET conmute el dispositivo en conducción total.

Cuando la tensión de alimentación se conecta, C2 está inicialmente descargado, lo que hace que T3 permanezca desconectado. La base de T2 se mantiene a nivel bajo a través de R4, de manera que T2 conduce y el emisor de T3 se pone a nivel bajo a unos 2 V. La puerta de T1 se conecta al emisor de T2 a través de la resistencia R1, de manera que T2 no conducirá. Una vez que C2 está completamente cargado (a través de R3, D3 y T2), T3 comienza a conducir, poniendo en corte a T2. Después, el FET T1 se pone en conducción a través de R6 y R1, iluminándose las lámparas. Mientras conduce T3, C2 se descarga a través de R5 haciendo que T3 se bloquee después mientras que T2 entra de nuevo en conducción. Después T1 no recibirá más la tensión de puerta y pasará a corte.

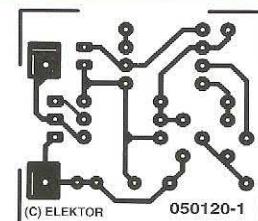
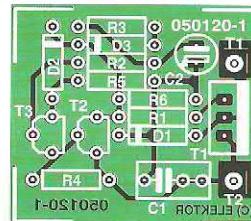


Figura 2. La placa del circuito es tan pequeña que se puede fijar en la caja de control del indicador de dirección.

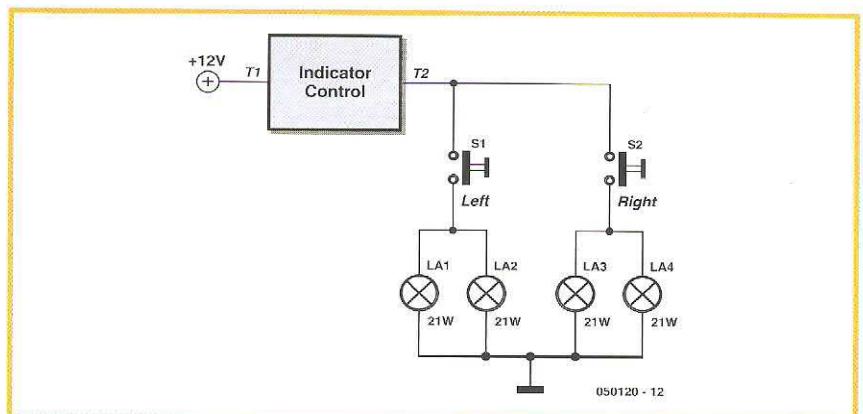


Figura 3. El esquema de conexión del indicador de dirección incorpora el circuito de excitación de estado sólido.

Figura 2, todo el circuito se coloca en una PCB cuadrada de 3 x 3 cm. El montaje de las partes es fácil, se monta el FET y no necesita dissipador.

El esquema de conexión de la Figura 3 es una guía para instalar el circuito dentro o sobre el vehículo. En

realidad, hay pocos cambios con respecto a la configuración original, aunque queremos destacar que la conexión de T1 está cableada a la línea de +12 V, y T2 a los interruptores del indicador de dirección.

## Una mini placa

Aunque el esquema del circuito parece contener un buen número de componentes, realmente la construcción del circuito en una PCB no es difícil ni pesado. Si observamos la PCB de la

# Control remoto por teléfono móvil

## Comutación y control usando una señalización DTMF

Heikki Kalliola

La mayoría tiene algún teléfono móvil que está cogiendo polvo y cuyo destino es la papelera.

El circuito que mostramos en este artículo proporciona a estos viejos móviles un nuevo halo de vida, permitiendo que puedan usarse para activar o desactivar una aplicación electrónica dentro de nuestro entorno doméstico. El circuito incluso nos hablará como respuesta a unos comandos ya definidos.

Los equipos disponibles comercialmente para comutación controlada por teléfono utilizan generalmente módems GSM especiales en combinación con mensajería SMS (de texto). Elektor ya publicó uno de estos circuitos para su montaje en casa ("Zócalos de red Controlados por SMS"). Por desgracia, los módulos

los GSM son bastante caros, por lo que la idea que se nos viene a la cabeza es la de utilizar teléfonos móviles obsoletos, o que ya no estamos utilizando, y que hemos dejado de lado en algún lugar de la casa. La funcionalidad que acabamos de mencionar tiene que ver con el presente circuito. El teléfono móvil está

unido a dicho circuito por medio de un conector que normalmente se utiliza para un micrófono externo o unos auriculares (hay que aplicar aquí algunas restricciones sobre este aspecto, para ello tenemos que ver el apartado correspondiente de "¿Qué teléfono móvil?").

Si nuestro viejo teléfono móvil utiliza



una tarjeta de prepago (por ejemplo, no está abonado a una compañía de telefonía móvil), este teléfono permite que se pueda implementar, de manera muy barata, un control remoto en cualquier parte del mundo. Piense que sólo paga por las llamadas que realizamos con el teléfono, no por las que recibimos por dicho equipo.

La complejidad total del circuito es bastante reducida ya que se utiliza un microcontrolador PIC. Se ha añadido también un circuito integrado sintetizador de voz que permite que la unidad de control nos devuelva una información hablada hacia el usuario con una llamada telefónica.

### El sistema

En la **Figura 1** se muestra el esquema eléctrico de la Unidad de Control Remoto por Teléfono Móvil. El conector para el conjunto de micrófono y auricular se conecta sobre el teléfono móvil y los hilos de los elementos de micrófono vía auricular se conectan a la entrada de un circuito integrado

descodificador DTMF del tipo 8870 (IC1). Las señales recibidas son amplificadas por el transistor T1 y, a continuación, enviadas al terminal RB2 del microcontrolador principal, un PIC 16F84 (IC2).

Las siglas DTMF vienen del inglés "dual tone multi-frequency" (es decir, multifrecuencia de doble tono), que es el sistema de codificación y descodificación de tonos que está siendo utilizado en los teléfonos fijos desde hace casi más de 30 años. Cada tecla de un teclado DTMF está unida a la combinación de dos tonos (no relacionados de forma armónica) en el rango del audio. En el lado del receptor, el par de tonos son descodificados con el número marcado que se corresponda (0 – 9, #, \*).

Para nuestra aplicación, el teléfono móvil está configurado en el modo de respuesta automática. En funcionamiento, el microcontrolador PIC está verificando de manera continua el nivel en la señal RB7 (terminal 13). Una señal de llamada despertará el microcontrolador PIC de su estado de reposo y hará que se active el circuito integrado de habla

(IC3), el cual suministra un mensaje hablado al teléfono móvil, a través del conector de micrófono correspondiente. Al final de los tonos de llamada, cuando el usuario desciende el teléfono, éste escucha el mensaje de bienvenida y se le pide que introduzca la contraseña del sistema (MSG1). El nivel de la señal de audio se puede ajustar a través del potenciómetro P2. La selección del texto hablado almacenado sobre el circuito integrado de voz, viene determinado por el estado lógico de las líneas de control A6, A7 y A8. A continuación, el programa que se ejecuta en el interior del microcontrolador PIC esperará la recepción de ciertos tonos DTMF introducidos por el usuario en su teléfono (móvil o fijo). Las señales DTMF recibidas son descodificadas por el circuito integrado IC1 para obtener los números marcados y, seguidamente, obtener una información con salidas binarias en las salidas Q1 – Q4, con la salida STD (terminal 15) activada y mostrando la recepción de un código válido para el PIC.

Una vez que hemos recibido una con-

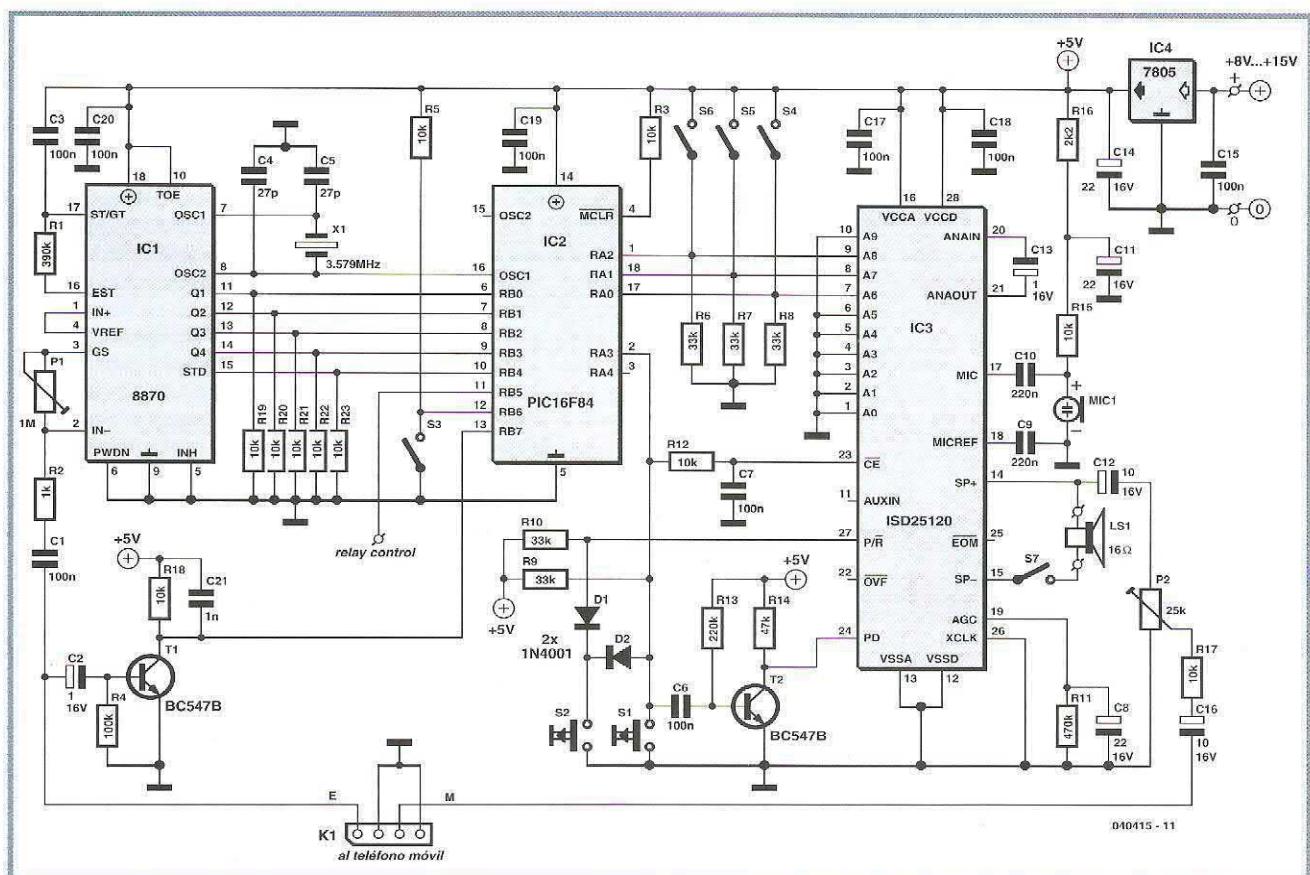


Figura 1. El circuito contiene tan sólo tres circuitos integrados: un decodificador DTMF, un microcontrolador PIC que se encarga de vigilar las funciones de control internas, y un circuito integrado de habla.

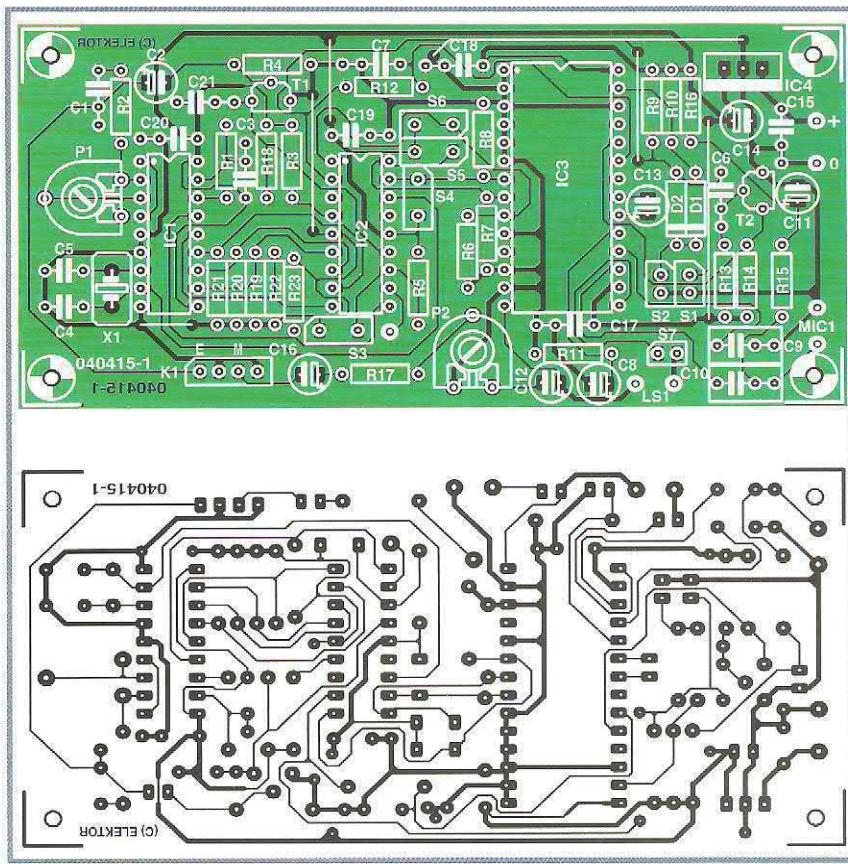


Figura 2. Esquema de distribución de pistas y de implantación de componentes de la placa de circuito impreso diseñada para el control remoto. Debemos asegurarnos de utilizar zócalos para los circuitos integrados, ya que el PIC, por ejemplo, tiene que retirarse durante el proceso de grabación de los mensajes hablados.

## LISTA DE MATERIALES

### Resistencias:

R1 = 390k $\Omega$   
 R2 = 1k $\Omega$   
 R3,R5,R12,R15,R17-R23 = 10k $\Omega$   
 R4 = 100k $\Omega$   
 R6-R10 = 33k $\Omega$   
 R11 = 470k $\Omega$   
 R13 = 220k $\Omega$   
 R14 = 47k $\Omega$   
 R16 = 2k $\Omega$   
 P1 = 1M $\Omega$  potenciómetro "presel" horizontal  
 P2 = 25k $\Omega$  potenciómetro "presel" horizontal

### Condensadores:

C1,C3,C6,C7,C15,C17-C20 = 100nF  
 C2,C13 = 1 $\mu$ F 16V radial  
 C4,C5 = 27pF  
 C8 = 2 $\mu$ F2 16V radial  
 C9,C10 = 220nF  
 C11,C14 = 22 $\mu$ F 16V radial  
 C12,C16 = 10 $\mu$ F 16V radial  
 C21 = 1nF

### Semiconductores:

D1,D2 = 1N4001  
 T1,T2 = BC547B

IC1 = MT8870BE  
 IC2 = PIC16F84A-20/P (Programado, código de pedido 040415-41\*)  
 IC3 = ISD25120P (Winbond, Digikey # ISD25120P-ND)  
 IC4 = 7805CP

### Varios:

K1 = Conector tipo "pinheader" de 4 terminales SIL  
 LS1 = Altavoz miniatura de 16  $\Omega$   
 MIC1 = Capsula de micrófono tipo electret  
 S1,S2 = Pulsador de un contacto  
 S3-S7 = Comutador de encendido / apagado de un circuito un contacto  
 X1 = Cristal de cuarzo de 3,579 MHz  
 Teléfono móvil con microteléfono (ver texto)  
 PCB, Placa de Circuito Impreso con código de pedido n° 040415-1\* disponible en PCB Publisher  
 Disco con ficheros en código fuente y hexadecimal del PIC, con código de pedido 040415-11 o a través de Descarga Gratuita

\* Ver página de Tienda de Elektor

traseña de cuatro dígitos válida (que se ha comparado con la almacenada en la memoria del microcontrolador PIC), el sistema volverá a solicitar el código de la función que deseamos realizar (MSG2). Dependiendo de la información recibida, en respuesta al mensaje MSG2, el microcontrolador colocará su línea de control RB5 a nivel lógico alto o a nivel bajo. Esta señal permite que un relé pueda comutar una aplicación eléctrica casera, correctamente cableada, para ser activada o desactivada (por ejemplo, una máquina de café o la caldera de nuestra calefacción central).

El relé puede ser un dispositivo de estado sólido (el cual permite un control remoto desde la línea RB5), o un conmutador tradicional basado en una bobina que es controlado a través de un transistor.

La acción ejecutada en el lado de la recepción es confirmada por medio de un mensaje hablado (MSG4 o MSG5). El circuito integrado de voz contiene además otros mensajes de texto (MSG3, MSG6 y MSG7) para el procesamiento de situaciones fuera de lo habitual.

### El circuito integrado de voz

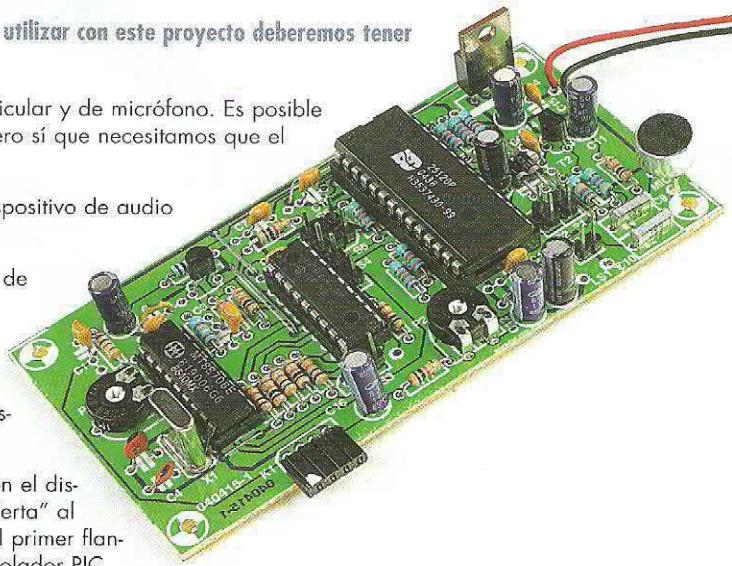
Los mensajes hablados son suministrados por un circuito integrado sintetizador de voz del tipo ISD 25120, el cual tiene una capacidad de almacenamiento de unos dos minutos de conversación. Se pueden seleccionar diferentes zonas de memoria en el interior del circuito integrado ISD 25120, utilizando las líneas de dirección A0 - A9. En este caso, la memoria ha sido dividida en ocho tramos, de unos 15 segundos cada uno, y que pueden direccionarse cada uno de ellos de manera individual con las líneas A6, A7 y A8. Esto permite que el microcontrolador PIC pueda seleccionar un mensaje hablado individual y volverlo a reproducir con tan sólo colocar la señal de control CE a nivel bajo.

Los mensajes hablados pueden grabarse y verificarse utilizando un micrófono y un pequeño auricular conectados al circuito integrado IC3. Los comutadores S4, S5 y S6 permiten seleccionar la correspondiente zona de memoria. El mensaje asociado a la memoria seleccionada es el que se graba en ese momento sobre el circuito integrado, a través de la línea MIC1, mientras está presionado el pulsador S2. Debemos soltar el pulsador al final de nuestro mensaje, el cual

## ¿Qué teléfono móvil?

Cuando tengamos que seleccionar un teléfono móvil para utilizar con este proyecto deberemos tener en cuenta las siguientes circunstancias:

1. Necesitamos un teléfono móvil que disponga de auricular y de micrófono. Es posible que no sea necesario ni el auricular ni el micrófono, pero sí que necesitamos que el teléfono móvil disponga de tal conector.
2. Algunos teléfonos móviles no llegan a detectar el dispositivo de audio conectado si no tienen un micrófono conectado.
3. El teléfono móvil ha de soportar el modo de trabajo de "auto-respuesta", es decir, tiene que ser capaz de responder a una llamada de entrada en el primer entorno de llamada. Algunos móviles no presentan esta opción hasta que han detectado la presencia de un dispositivo de audio conectado en el conector correspondiente.
4. La señal de llamada también tiene que ser audible en el dispositivo de audio, ya que es esta función la que "despierta" al microcontrolador PIC a través de transistor T1 / RB7. El primer flanco del pulso sobre el terminal del puerto del microcontrolador PIC indica que los códigos DTMF están a punto de introducirse y también provoca que el circuito integrado IC3 reproduzca el mensaje de bienvenida. Si la señal de llamada no se envía hacia el dispositivo de audio, el circuito también puede activarse diciendo cualquier cosa sobre la llamada de teléfono.



podemos volver a oír brevemente activando el pulsador S1 (esto requiere que el conmutador S7 esté cerrado). Si no estamos satisfechos con el resultado, podemos volver a grabar el texto. Durante el proceso de grabado y escucha de los mensajes (para verificación) el microcontrolador PIC no debe estar en su zócalo, ya que de lo contrario las líneas de dirección del circuito integrado IC3 no podrían controlarse manualmente. El apartado correspon-

diente de "Mensajes" nos proporciona ejemplos de texto que podríamos utilizar para almacenarlos como mensajes de voz, incluyendo la configuración de las direcciones asociadas.

### Cambiar la contraseña

En una aplicación como ésta, donde los equipos están controlados desde un lugar remoto, es esencial evitar accesos no autorizados. Por ello, en

cualquier caso se requiere una contraseña de protección.

El usuario puede marcar su propia contraseña de cuatro dígitos utilizando el teclado numérico de su teléfono móvil. Para que esto funcione hay que abrir el conmutador S3 (que está cerrado durante el funcionamiento normal del equipo). En este caso, los cuatro números introducidos tras la llamada de teléfono, después de escuchar el mensaje de bienve-

## Mensajes

Mensaje	Direcciones			Texto
	A8 (S6)	A7 (S5)	A6 (S4)	
MSG1	0	0	0	Éste es el control remoto por teléfono móvil de Jesús Díaz. Por favor, introduzca su contraseña.
MSG2	0	0	1	Correcto. Por favor, introduzca el código de la función. UNO para activar la aplicación, DOS para desactivar la aplicación.
MSG3	0	1	0	Se ha sobrepasado el tiempo disponible para la entrada del código. La conexión será interrumpida. ¡Adiós!
MSG4	0	1	1	Aplicación activada. La conexión será interrumpida. ¡Adiós!
MSG5	1	0	0	Aplicación desactivada. La conexión será interrumpida. ¡Adiós!
MSG6	1	0	1	Contraseña incorrecta. Por favor, inténtelo de nuevo.
MSG7	1	1	0	Contraseña cambiada correctamente. La conexión será interrumpida. ¡Adiós!

nida, serán aceptados como la nueva contraseña y, en consecuencia, almacenados en la memoria RAM del PIC. Si los cortes de tensión de red son más o menos habituales en nuestra casa, recomendamos alimentar el circuito por medio de un sistema de batería que disponga de una unidad de carga desde un conector de red, ya que, de no ser así, la contraseña se perderá.

### El montaje

En el anterior artículo de texto se ha descrito con gran detalle el funcionamiento y uso práctico del circuito, por lo que ya debemos conocer la función de todos los interruptores y de los otros controles, y utilizar esta información para montar los componentes correspondientes en cada caso y, de esta manera, conseguir que la unidad funcione fácilmente en la práctica.

El código fuente del programa de control para el PIC, que ha sido escrito por el autor de este artículo, está disponible en su página web para su descarga gratuita, así como en un disquete (con código de pedido 040415-11). Aquellos que no dispongan de acceso al correspondiente programador de este PIC pueden comprarlo ya programado bajo el código de pedido 040415-41.

En la Figura 2 se muestran los esquemas de implantación de componentes y la distribución de pistas de la placa de circuito impreso de este diseño. Con todos los componentes ya montados (y habiendo colocado los circuitos integrados sobre sus zócalos), podemos conectar los distintos controles a partir de pequeñas longitudes de cables. Así, tendremos que conectar los elementos S1, S2, S3, S4, S5 y S6, la cápsula del micrófono del tipo electret y (si se considera necesario) el pequeño auricular (junto con el interruptor S7). Estos últimos componentes son necesarios, principalmente, para verificar los mensajes hablados, donde el interruptor S7 permitirá que el pequeño altavoz pueda desconectarse durante su uso normal. A continuación, el enlace con el teléfono móvil puede retirarse del conector K1. El relé de salida para la aplicación eléctrica que deseamos controlar (literalmente desde cualquier lugar del mundo civilizado!) se conecta a los terminales S3 en la placa. El circuito trabaja correctamente con una tensión de alimenta-



ción comprendida entre 6 VDC y 15 VDC, provenientes de cualquier adaptador de tensión de red que proporcione una corriente de unos 100 mA. Tan sólo hay que realizar un ajuste en el circuito: el potenciómetro P1 determina la sensibilidad de entrada del cir-

cuito integrado DTMF. Sin embargo, este ajuste no es crítico y el circuito debería funcionar sin mayores problemas con el cursor del potenciómetro colocado a la mitad de su recorrido.

(040415-1)

# Tolerancias

Karel Walraven

## ¿Cuánta precisión necesitamos?

**Los precios de los productos del supermercado pueden oscilar desde unos céntimos de euro hasta los cien euros, pero el de los automóviles es normalmente de varios cientos de euros. Hay una relación aparente entre cantidad a pagar y la precisión.**

Esta idea puede desorientarnos, porque estamos acostumbrados a trabajar en cantidades absolutas. Cuando un vendedor dice que un producto es sólo un 5 % más caro y que no es mucha cantidad, yo inmediatamente le sugiero que me dé el 5 % de su salario. ¿No es mucho, verdad?. Desgraciadamente, este tipo de sugerencias no suele tener éxito. Cuando usamos un transistor ordinario, tal como el BC547B, la ganancia puede tener fácilmente una tolerancia del 100 %. Muchos condensadores electrolíticos tienen tolerancias que van desde -20 a +50 %. Con las resistencias, una tolerancia del 5 o el 1 % es bastante normal, pero la mayoría de los condensadores tienen una tolerancia de al menos el 10 %. Si lo miramos de esta forma, ¡es maravilloso que aún así, los circuitos funcionen perfectamente! ¿no es así como funcionan?

El diseñador del circuito electrónico tiene que mantener muchas tolerancias en mente. Debe diseñar de tal forma que garantice un funcionamiento adecuado bajo cualquier circunstancia, lo cual requiere un margen adecuado, por ejemplo, asumiendo la baja ganancia para todos los transistores. Esto da lugar a un diseño con mucha ganancia, que puede corregirse mediante una realimentación negativa. En este tipo de intercambio es donde se sacrifica la ganancia para realizar un diseño reproducible. A propósito de esto, la realimentación negativa también es necesa-

ria para un host, aunque por otras razones que ahora son irrelevantes. Podríamos decir que aquí la realimentación negativa es dominante. Las características del circuito de realimentación negativa determinan sus homónimas más importantes (ganancia en este ejemplo) en el diseño. Los componentes que son parte del circuito de realimentación negativa tienen una demanda mucho más alta si están colocados y no pueden tener grandes tolerancias. Afortunadamente, la realimentación negativa es mucho más sencilla y sólo consta de dos resistencias, las cuales son más estables y fáciles de fabricar para cualquier tolerancia. Nosotros usamos normalmente resistencias del 5 % (es decir, resistencias con tolerancia del 5 %) en nuestros diseños, y ocasionalmente alguna del 1 %. Nos permitimos hacerlo así porque no podemos oír si el volumen de un amplificador es 5 % más alto o más bajo. Si tuviéramos que medirlo (con un instrumento cuya precisión mejorase el 5 %) hallaríamos fácilmente una diferencia entre amplificadores (canal izquierdo y derecho). Esta es también la razón por la que nuestro voltímetro digital con una precisión del 1 % o mejor, 1 % o incluso 0,1 % las resistencias se usan en las posiciones críticas. Hace alrededor de un siglo, algunos diseñadores no tenían muy clara la idea de las tolerancias. Se fabricaban resistencias con valores de 1.000, 2.000, 3.000 ó 4.000  $\Omega$ ,

y otras con los mismos pasos. Obviamente, este rango no se podía mantener, porque con valores bajos, los pasos son mucho más grandes, y con valores altos más pequeños. Este dilema se soluciona entendiendo el concepto de las tolerancias como sigue: una resistencia de 1.000  $\Omega$  con una tolerancia de  $\pm 10\%$  puede tener un valor de 900 a 1.100  $\Omega$ . Por tanto, se cubre la región desde 900 a 1.100  $\Omega$ . El siguiente valor se selecciona de tal forma que permanezca de forma continua en el rango. El valor de 1.200  $\Omega$  es adecuado, porque el valor real estará entre 1.080 y 1.320  $\Omega$ ; después le seguirá 1.500  $\Omega$ , con un valor entre 1.350 y 1.650  $\Omega$ . Éstas están ahora en la familia llamada E12. Para escoger un valor debemos calcular los valores de la serie E12, para lo que necesitamos tomar la duodécima raíz de 10 que nos da unos resultados en un factor de 1,212. Así, para las series E12 deberíamos tener los siguientes valores: 1,0 – 1,212 – 1,468 – 1,778 – 2,154 – 2,610 – 3,162 – 3,831 – 4,642 – 5,623 – 6,813 – 8,254. Con esos valores, las regiones de tolerancia no se solapan.

No obstante, en la vida cotidiana no somos así de consistentes, ya que con una tolerancia del 5 % realmente deberíamos usar la serie E24, mientras que en realidad empleamos los valores de la serie E12, lo que nos permite un margen entre valores.

(050288-1)

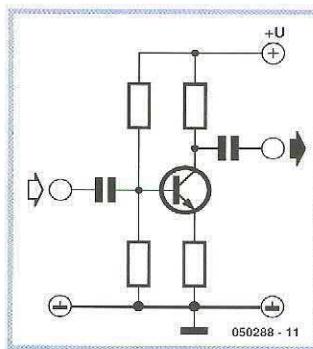


Figura 1. La realimentación negativa es la más sencilla de usar con  $R_t$ . Nosotros sacrificamos la ganancia, obteniendo como contrapartida una amplificación fija, una DC de ajuste y una resistencia de entrada elevada.

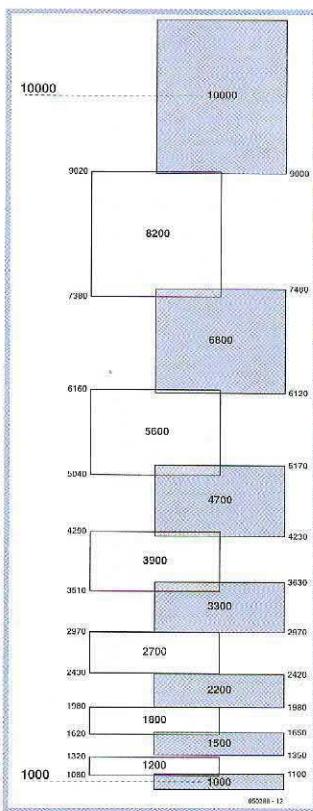


Figura 2. Regiones de tolerancia para la serie E12. Debido a que los valores están redondeados, las regiones no se solapan, quedando un pequeño margen entre los valores.

# DELPHI PARA INGENIEROS ELECTRÓNICOS

## Parte 9

### Delphi Stamp como controlador único, controlador autónomo

Detlef Overbeek, Anton Vogelaar y Siegfried Zühr

**El Delphi Stamp es un completo controlador del tamaño de un gran sello de correos que está basado en el microcontrolador ATmega128 de Atmel. En la última entrega vimos las capacidades de este módulo, en esta ocasión continuaremos programando el Delphi Stamp bajo entorno Delphi, que usaremos aquí en modo autónomo, lo que nos proporciona las funciones de un sistema de regadio.**

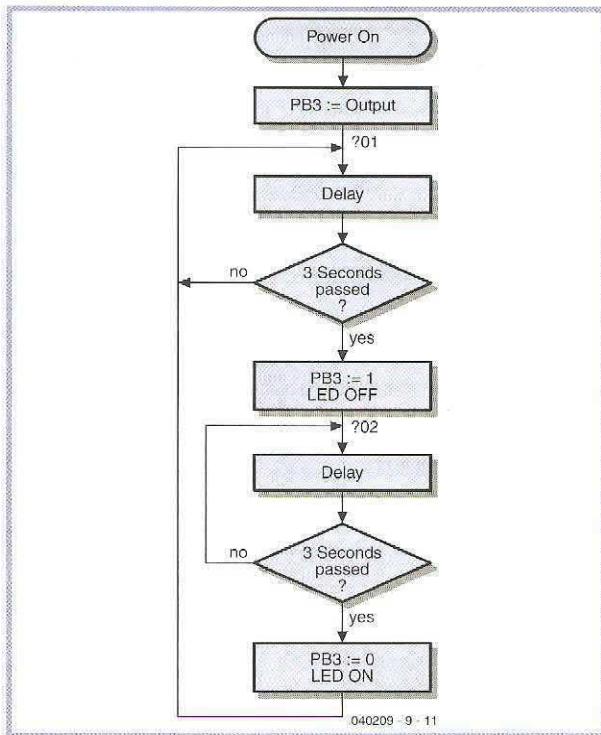


Figura 1. Diagrama de flujo para un sencillo programa de parpadeo de un LED.

El lenguaje de programación usado para programar directamente los microcontroladores es el lenguaje ensamblador (éste programa el microcontrolador al nivel más bajo posible). Sin embargo, escribir y depurar un programa en lenguaje ensamblador requiere mucho tiempo. Aunque es posible usar el Delphi Stamp como plataforma de desarrollo para programas en ensamblador, la herramienta software nos permite escribir y probar programas en Delphi, lo que significa que simplifica el desarrollo del firmware.

Se han incluido varias plantillas que hacen más fácil comenzar a escribir programas. En el primer ejemplo escribiremos un programa en ensamblador. Como es habitual, el primer paso es el dibujo de un diagrama de flujo, el cual nos da una visión de la funcionalidad de todo el programa (**Figura 1**). En este ejemplo, hacemos un LED parpadeando: 3 s encendido y otros 3 s apagado. El LED está conectado a través de una resistencia serie a + 5 V y a la salida 3 del puerto B. El controlador enciende el LED poniendo la salida a nivel bajo. Esto se hace de esta forma porque el ATmega128 puede consumir más corriente de la que se puede entregar.

Los puertos del microcontrolador pueden usarse como entradas o como salidas. Para configurar un pin de un puerto como salida debemos poner un '1' en la posi-

1. Por favor, piense que en muchas zonas hay escasez de agua, por lo que tenemos que hacer un uso racional de ella. (Editor)

ción correspondiente del Registro de Dirección de Datos (DDRB). Un '1' o un '0' en el bit relevante del registro de datos PortB determina si la salida es alta o baja. La conversión del diagrama de flujo en código comienza con una copia del fichero plantilla UMain.pas.

El programa ensamblador utiliza instrucciones del juego de instrucciones para este microcontrolador particular. El significado de las instrucciones que hemos usado se muestra a continuación:

SBI	Fija un bit a '1' en un registro I/O
DEC	Reduce el valor de un registro en '1'
BRNE	Salta si no es igual: salta a la dirección especificada si el resultado de la última operación no es igual a 0
SBIW	Resta inmediata de una palabra: reduce el valor de dos registros combinados
CBI	Borra un bit a '0' en un registro de I/O

El programa UMain.pas es compilado por PasAVR y después se descarga y ejecuta en el Delphi Stamp por el programa monitor Mon485.

```

Link $000,$180 // AtMega128 : Code $0000..$FFFF [W]
// RAM $0100..$10FF
// EePRom $000..$7FF

Programa Principal;
(* Delphi Stamp. Plantilla para escribir programas en
ensamblador
Suministrado por Vogelaar Electronics, Bunschoten NL
Rev 0.10 23-08-05 Initial release *)

(* ===== Start vectors ===== *)
{#P LLChar ?}
{#P ABS 0}

Begin
  Asm
    SBI...DDRB,3      ; PB3 := Output
    ?01...DEC...R29    ; Retardo 3 Sec Delay
    BRNE..?01
    SBIW..R30,1
    BRNE..?01
    SBI...PortB,3     ; PB3 := 1, Led Off
    ?02...DEC...R29    ; Retardo 3 Sec Delay
    BRNE..?02
    SBIW..R30,1
    BRNE..?02
    CBI...PortB,3     ; PB3 := 0, Led On
    RJMP..?01
  End;
End.

```

## Sistemas de radio

Para el siguiente proyecto necesitamos escribir dos programas: uno que se ejecuta en el PC y otro en el Delphi Stamp (véase la **Figura 2**). Ambos realizan las mismas funciones y se escriben en Delphi. Además el nombre para la placa controladora, un microcontrolador que está programado a través de Delphi, o hablando de forma más estricta el Delphi IDE. Las unidades han sido diseñadas para realizar un buen número de funciones, que son las mismas en ambos proyectos, pero cuya forma de trabajar se ha adaptado para el hardware.

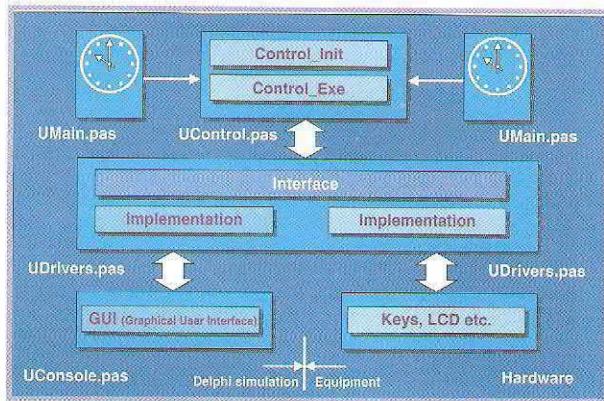


Figura 2. El proyecto consta de dos programas: uno se ejecuta en el PC y otro corre en el Delphi Stamp.

Por ejemplo, la unidad de *Drivers* para el Delphi Stamp trata con las entradas y escribe la información a las salidas. La unidad para el PC tiene el mismo nombre, pero toma sus entradas desde los botones y trackbars que se muestran en pantalla. Las salidas se representan mediante LEDs virtuales y texto en la pantalla. La unidad *UMain* también juega un papel importante, incluso aunque contenga muy poco, sólo un temporizador, tiene una función muy importante porque simula lo que sucede dentro del Delphi Stamp donde arranca, la cual es la inicialización de la I/O y generación de un reloj que llama periódicamente a una subrutina. Esto proporciona la misma funcionalidad al PC que tiene internamente el Delphi Stamp.

Para la unidad *GUI* esta comparación no se mantiene, ya que esta unidad sólo existe para proporcionar una visualización de las salidas excitadas por la unidad *Drivers*. Esto lo hace el contador de las entradas y salidas reales del Delphi Stamp, las cuales se componen de interruptores, potenciómetro o entrada analógica, un display LCD y los LEDs.

Por último, la unidad más importante de todas es *UControl*, que contiene toda la lógica para el proyecto y se comprueba en el PC. Una vez que esta unidad se ha depurado y sus funciones se pueden transferir de forma fiable al 'Delphi Stamp project', las unidades son compiladas por el PasAVR, el cual convierte los ficheros de Pascal en un fichero de lenguaje máquina que puede almacenarse en el Delphi Stamp. Por tanto, tiene la misma funcionalidad que el programa Delphi del PC, de manera que Delphi logra ser una parte importante del proyecto creado para un microcontrolador. El proyecto se desarrolla y comprueba en Delphi después de que el núcleo del programa (la unidad *UControl*) se transfiera en un nuevo 'dispositivo' que pueda realizar esta cuestión.

Para el desarrollo de proyectos para el Delphi Stamp necesitamos crear las unidades *UMain*, *UDrivers* y *GUI* sólo una vez; entonces el código en *UControl* puede modificarse para otros proyectos. El hardware del Delphi Stamp debería cambiar, lo cual puede replicarse fácilmente extendiendo o modificando las unidades.

A continuación veremos algunas cuestiones prácticas, una vez que sabemos que nuestro primer objetivo es especificar el diseño y después crear y probar una simu-

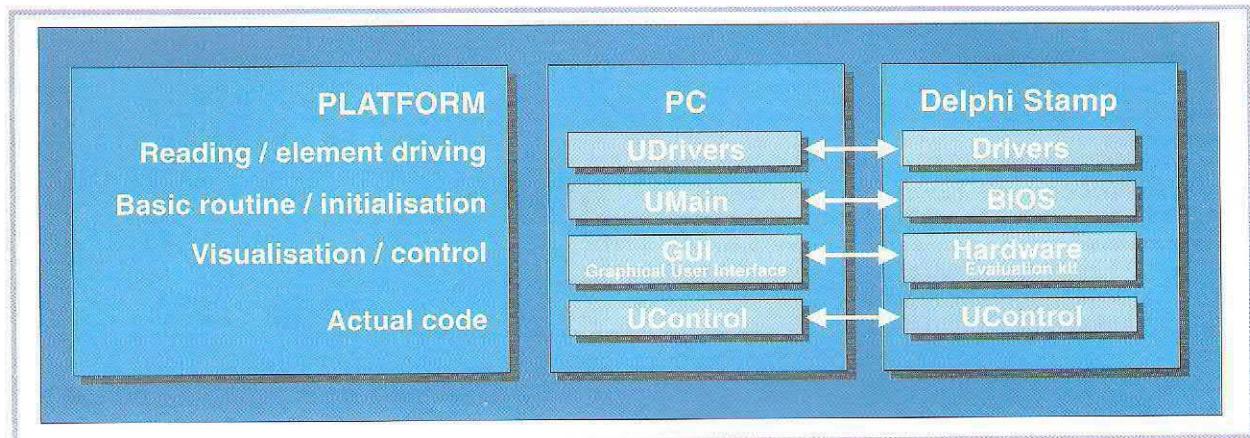


Figura 3. Relación entre las diferentes unidades para el PC y el Delphi Stamp.

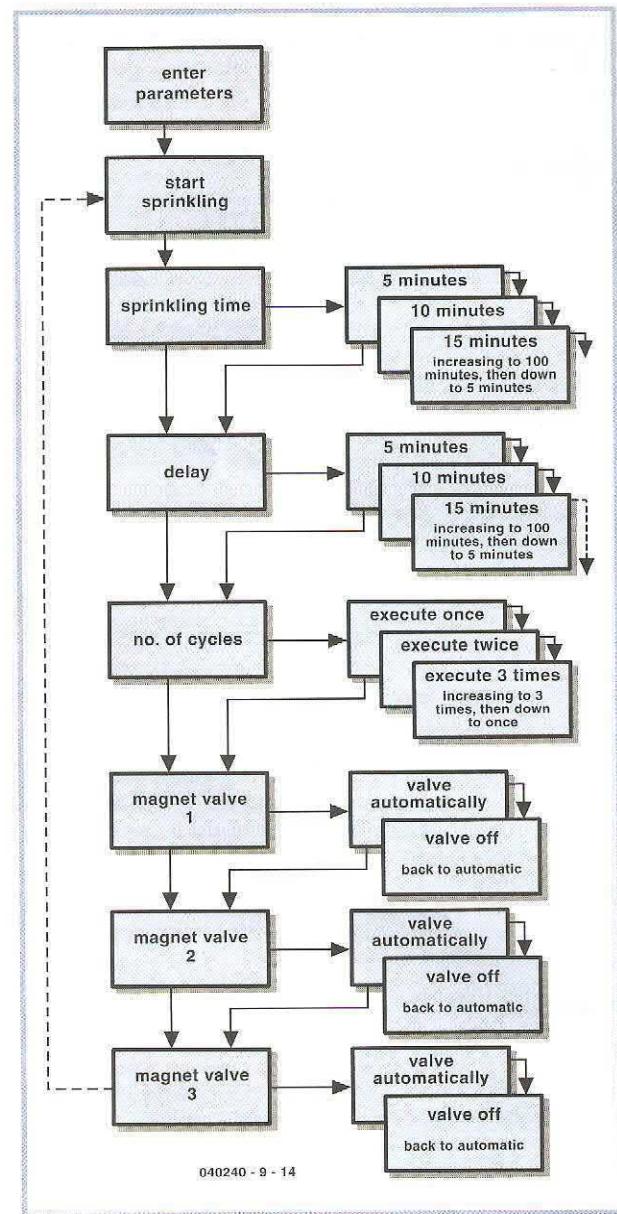


Figura 4. Parte del diagrama de flujo del sistema de riego.

lación en Delphi. Por esta razón pensamos en un sistema de riego automático para el jardín (que podemos manejar para el siguiente verano, y experimentar con ello a lo largo del invierno). Para esto sólo necesitaremos un poco de hardware extra para implementar en la placa de evaluación.

Por ejemplo, podríamos controlar tres válvulas de solenoide. Nos gustaría poder activarlas de forma individual durante tiempos específicos, y también sería útil regar el jardín durante cortos períodos de tiempo y repetir este proceso varias veces. Esto nos da una mejor opción para la absorción del agua.

Precisamos de tres salidas para las válvulas del solenoide, las cuales se pueden simular en la placa de evaluación por medio de LEDs. Para el control necesitamos dos pulsadores, los cuales pueden usarse con una estructura de menú fácil. Uno de los botones ya está presente en la placa y el otro se puede conectar a la segunda entrada analógica de la placa. Para el menú y el display de eventos usaremos un display LCD en la placa, la cual puede mostrar 16 caracteres de texto en una línea.

Usaremos el programa incluido *Start Delphi* para crear la simulación. Ésta contiene las pistas de la placa de evaluación en Delphi e incluye las unidades y rutinas requeridas para hacer uso de todas las partes.

Podríamos copiar el contenido de este directorio en uno nuevo, donde haremos el diseño (después de copiar los ficheros deberíamos borrar el fichero con la extensión '.dsk', porque contienen el camino de los ficheros, el cual debería apuntar al directorio original; tras arrancar Delphi, este fichero será recreado con el camino correcto al nuevo directorio).

En la unidad UMain podemos ver las partes más importantes del Delphi Stamp simuladas.

La inicialización del Delphi Stamp se produce cuando se crea el módulo de datos. Normalmente, en un Delphi Stamp real esto ocurre durante el arranque. También hay un temporizador interno, el cual llama a una rutina (el procedimiento *ControlExe*) cada 100 ms. Esta es parte de la unidad UControl, la cual se expandirá en un momento.

La unidad UDrivers contiene el código para simular el hardware del Delphi Stamp. Los procedimientos y funciones de esta unidad se usan para leer las entradas que se

introducen a través de la pantalla y visualizan las salidas generadas por el Delphi Stamp en la pantalla.

La unidad *UGUI* es la representación gráfica de la placa de evaluación y contiene código que enlaza con la unidad *UDrivers*.

No es necesario cambiar nada en las unidades arriba mencionadas; todo se ha diseñado para que esté listo para ser usado ahora y que se pueda reutilizar más tarde.

El núcleo del proyecto se puede encontrar en la unidad *UControl*.

El procedimiento *ControllInit* inicializa alguna de las variables usadas. En la primera línea tenemos *l0Init*, la cual inicializa la simulación del Delphi Stamp. Después de esto tenemos nuestras propias variables. Anteriormente hemos encontrado el procedimiento *ControlExe* dentro de la unidad *UMain*, donde el temporizador llama a este procedimiento cada 100 ms. Nosotros hemos añadido algo de código a este procedimiento para comprobar si se ha producido algún evento (por ejemplo, una pulsación) o si se ha completado un temporizador. La función *GetButton* se llama para comprobar si se ha presionado un botón, en cuyo caso retorna el valor True.

El código siguiente nos asegura que el procedimiento *Btn1Pressed* sólo se ejecuta una vez:

```
If GetButton  
Then // PushButton1 is pushed down.  
Begin  
  If Not Btn1Last Then  
    Btn1Pressed; // do the actual work.  
    Btn1Last := True  
  End  
Else Btn1Last := False;
```

El procedimiento *Btn1Pressed* es el que realmente hace todo el trabajo. Lo mismo se aplica al segundo botón, excepto que la entrada *Analog2* es de lectura, y después se comprueba para ver si tiene un nivel alto o bajo. Si es necesario se llamará al procedimiento *Btn2Pressed*.

Esos pulsadores se usan para realizar nuestro camino a través del menú (**Figura 4**).

**Button 1** se usa para moverse a través de todos los menús de entrada. Cuando alcancemos el final del menú saltaremos de nuevo al comienzo (ver *Menulevel*).

Con **Button 2** podemos abrir una opción de menú y cambiar su valor con Button 1. Cuando el programa acaba de comenzar usamos el LED 2 en el Delphi Stamp para indicar esto.

Después de presionar el Button 1 una vez entramos en el menú normal y el LED 2 parpadeará lentamente. Cuando presionamos el Button 2 para entrar en el modo edit, el LED 2 parpadeará rápidamente.

Los períodos se pueden fijar con cualquier valor entre 5 y 100 minutos en pasos de 5 minutos. Cuando el valor pasa por 100 salta de nuevo a 5. El número de repeticiones también salta de nuevo a 1 después de alcanzar el valor máximo de 3.

Las válvulas solenoide se pueden controlar de forma automática o desactivar.

Las configuraciones se almacenan en un array que tiene la misma estructura que el menú. Esta configuración lo hace más simple para expandir el menú a una fecha posterior.

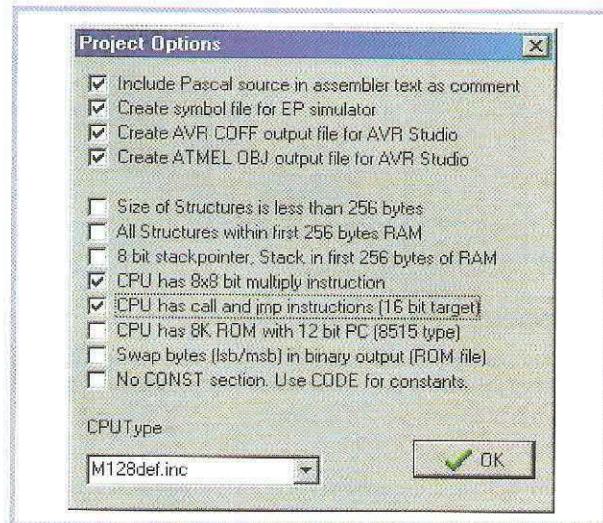


Figura 5. Nos aseguraremos de marcar la cuarta y quinta opción del segundo grupo dentro de AVRpas.

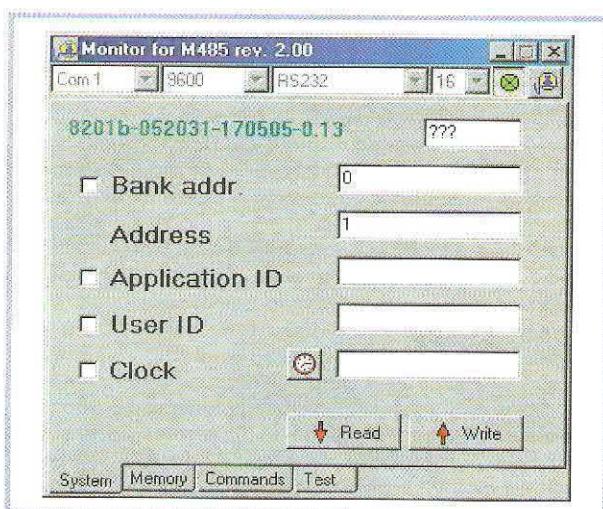


Figura 6. El programa monitor M485 se utiliza para conectar al Delphi Stamp.

Para mostrar algún texto en los displays LCD usamos procedimientos separados, los cuales se pueden volver a utilizar para mostrar los diferentes valores. El valor que aparece normalmente en el display se almacena en una variable separada que se copia en el array de configuración cuando el modo cambia.

Presionando el Button 2 desde la opción de menú 'Start sprinkler' comienza el proceso. Las válvulas de solenoide que se colocan en modo 'automático' se excitan en el tiempo de riego seleccionado.

Cuando se produce el mismo proceso en un programa más de una vez podemos salvar muchas líneas de código poniendo el código para este proceso en una rutina funcional. Un ejemplo se puede encontrar en *StartCycle*. Cuando ha pasado bastante tiempo, se llama a la rutina *NextValve*, la cual busca la siguiente

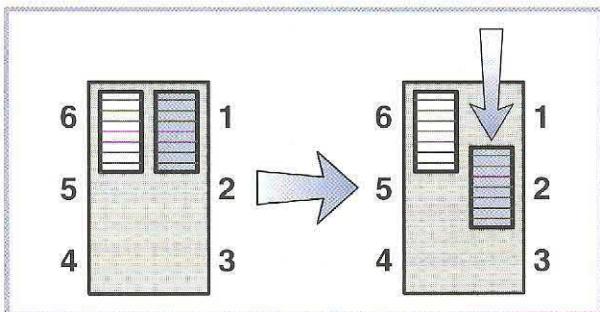


Figura 7. La barra de deslizamiento de la derecha activa el Delphi Stamp pulsando primero hacia arriba y después hacia abajo.

válvula activa. Entonces se usa SetValve para activar la válvula, o si se da un parámetro '0', apagar la válvula.

Después de procesar la última válvula comprobamos si el riego se ha repetido. Si es así, el contador se carga con el valor fijado y comienza un retraso. Cuando este retraso ha pasado, el ciclo comienza de nuevo con StartCycle. Al final de este proceso, el control es devuelto y el display muestra el texto de arranque inicial.

Este código se puede compilar en Delphi y comprobar en el PC. El pulsador de la placa de evaluación es Button 1, el cual se usa para movernos a través del menú. El Button 2 está conectado al pin 8 del Delphi Stamp o a J7 de la placa de evaluación, la cual es la segunda entrada analógica (el pulsador se conecta a través de una resistencia pull-up de 10 K a +5 V).

Los LEDs simulan la salida de las válvulas porque están en una buena configuración en la placa de evaluación. El texto en el LCD nos muestra lo que sucede.

Ahora ya está cubierto el desarrollo del código a través de una simulación en Delphi. El código Ucontrol se usa para excitar el Delphi Stamp. El camino más fácil para conseguir crear un directorio separado (paralelo) es copiar los ficheros generales para el Delphi Stamp (que se halla en el directorio AVR Start), entrar en esto y sobrescribir la unidad Ucontrol en este directorio con la unidad Ucontrol que acabamos de crear con Delphi.

Después continuamos con el compilador AVRpas, que también está incluido con el Stamp en el kit. Después de arrancar este programa creamos un nuevo proyecto con Project / New project.

Nos aseguraremos que la cuarta y quinta opción están seleccionadas, tal y como se muestra en la Figura 5, y pulsaremos sobre el botón OK.

Se abrirá una nueva ventana donde se ha dado el nombre y una posición para el proyecto.

Iremos al directorio donde hemos copiado los ficheros y daremos un nombre al proyecto, por ejemplo Rain. Los ficheros generados ahora serán almacenados en el mismo directorio como el código fuente.

Añadiremos el fichero principal al proyecto con Project / Add to project. Fijaremos el filtro para los ficheros \*.pas, seleccionando UMain.pas y pulsando Open. Después el editor de fichero abre y muestra el contenido de este fichero. Debemos indicar que éste es el fichero principal con Project / Project / Main file, seleccionando UMain.pas y pulsando Open.

Después abriremos los otros ficheros en el editor con File / Open y añadiremos UDrivers.pas y UControl.pas, y compilaremos esos dos ficheros a través de Compile / Current editor file. Ocasionadamente, pueden aparecer algunos mensajes de error producidos por algunas funciones Delphi que no se encuentran en AVRpas. Eso se puede corregir con unas sencillas modificaciones.

Finalmente compile el proyecto con Project / Main Project file. Entonces se generará el código y AVRpas se podrá cerrar.

El fichero con el código binario creado por el compilador se ha almacenado en el Delphi Stamp. Para esto, usamos el programa Mon485 (Figura 6), el cual puede hacer una conexión a Delphi Stamp a través del puerto RS232 y el servidor M485 ejecutándose en Stamp.

Arrancaremos el programa Mon485 y resetearemos el Delphi Stamp accionando el interruptor situado a mano derecha (junto a los LEDs) hacia la parte superior y después a la parte inferior (Figura 7). El LED entonces parpadeará a una velocidad de 0,5 Hz. Ahora el servidor M485 ya está listo.

Conectaremos el Stamp al puerto RS232 y comprobaremos la configuración de las comunicaciones (probablemente Com1, y usaremos una velocidad de 9.600 baudios). Pulsaremos en el botón rojo de la parte superior derecha para hacer una conexión. Presionaremos 'read' para mostrar el número de serie y comprobaremos las comunicaciones del canal. Después iremos a las opciones de Commands y presionaremos el botón de la parte izquierda de la caja de entrada para seleccionar el fichero que queremos descargar. Vaya al directorio donde AVRpas almacena el fichero creado y seleccione el fichero con la extensión 'ROM'. Pulse en el botón de código Hex para transferir el fichero al Delphi Stamp. El botón Run se puede usar para arrancar el programa.

Para arrancar el programa independientemente del Delphi Stamp hay un botón situado en la parte derecha, junto a los LEDs situados en la posición inferior.

Si todo va bien, la unidad funcionará de forma idéntica a la simulación.

Ahora ya podemos empezar a funcionar, con una aplicación independiente que corre en Delphi Stamp, que era el objetivo perseguido en este artículo.

(010240-9)

Para más información sobre el Delphi Stamp podemos recurrir a las páginas web [www.vogelaar-electronics.com](http://www.vogelaar-electronics.com) y [www.learningdelphi.info](http://www.learningdelphi.info)