

elektor

LA REVISTA INTERNACIONAL DE ELECTRONICA Y ORDENADORES

Nº 312

4 €

Módulo FPGA

tecnología fresca para usted, también

- La Marcha Triunfante del 6502
- Kits de Desarrollo
- Motores Lineales

Placa de Aplicación para el R8C/13

Todas las revistas del año 1982 en CD

elektor

1982

Enero
Febrero
Marzo
Abril
Mayo
Junio
Julio
Agosto
Septiembre
Octubre
Noviembre
Diciembre

Planeta

8 414090 101455

00312

Humano
Planeta

Redacción
VIDELEC, S.L.

Dirección
Eduardo Corral
Colaboradores
Jose M^o Villoch, Pablo de la Muñoza, Andrés Ferrer,
José Muñoz Carmona

Publicidad
Jefe de grupo dpto comercial
Javier Menendez
Jefe de publicidad
Isidro Iglesias
Valportillo primera nº11
28108 Alcobendas (Madrid)
Tel.: +34 91 141 69 16 - Fax: +34 91 661 47 54
email: iiglesias@grupov.es

Delegación Cataluña
AD PRESS, S.L.
Director:
Isidro A. Iglesias
Publicidad:
Annie Cabarubias
Comte d'Urgell, 165-167, B-1^o-3^a
08036 Barcelona
Tel.: +34 93 451 89 07 - Fax: +34 93 451 83 23
email: acc@ad-press.com

Humano Planeta

EDITOR
Martín Gabilondo Viqueira
SUBDIRECTOR GENERAL
José Manuel Alonso Viguera
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 Alcobendas, 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. Valdeparra, 29
Tel.: 91 657 69 00

Distribución en el Exterior
Argentina
Importador
Edilogo S.A.
Av. Belgrano 225, 1^o, B C1276ADB Buenos Aires
Distribución Capital
DISTRIBED
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 Nº 6. Col. Alce Blanco
Municipio de Naucalpan de Juárez. (53330) Estado de México
Tel.: (52-55) 5360-4167 - Fax: (52-55) 5560-7774

Distribución Estados: Citem
Distribución D.F.: Unión de Voceadores

Portugal
Importador
Ediber-Edicao e distrib. de Public. L.D.A.
Rua D. Carlos Mascarenhas, 15 - 1000, Lisboa

Venezuela
Distribuidora Continental

Colombia
Disunidas, S.A.

Depósito legal: GU.3-1980
ISSN 0211-397X
31/Mayo/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)

conocimientos

30 Motores Lineales

sobre el terreno

6 Módulo FPGA Versátil

34 Placa de Prototipo para FPGA

50 Placa de Aplicación para el R8C/13

62 Un µC PLC Real

70 Trucos de Diseño

- Recuperación de Energía
- Sirena del FBI con Luz de Parpadeo
- Más Ahorro de Energía para Relés
- Amplificador Operacional con Corriente de Salida Incrementada

tecnología

66 Bloques Electrónicos – Generación de Ondas

informática y mercado

12 Noticias

28 Próximo número

40 Kits de Desarrollo

69 Libros

información y entretenimiento

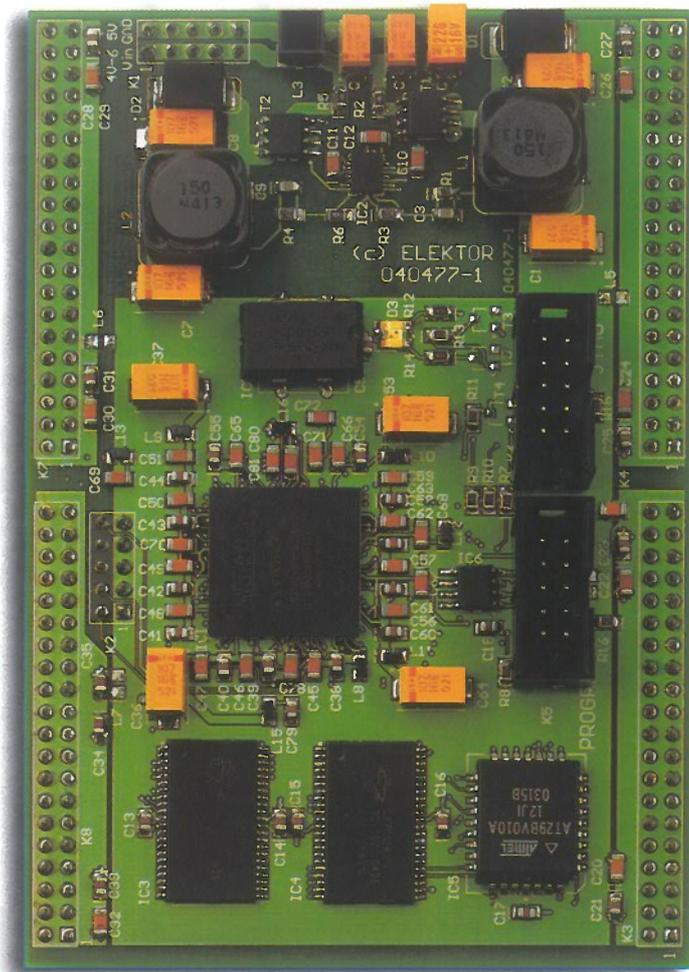
45 Nuevos Libros

46 La Marcha Triunfante del 6502

72 EPS

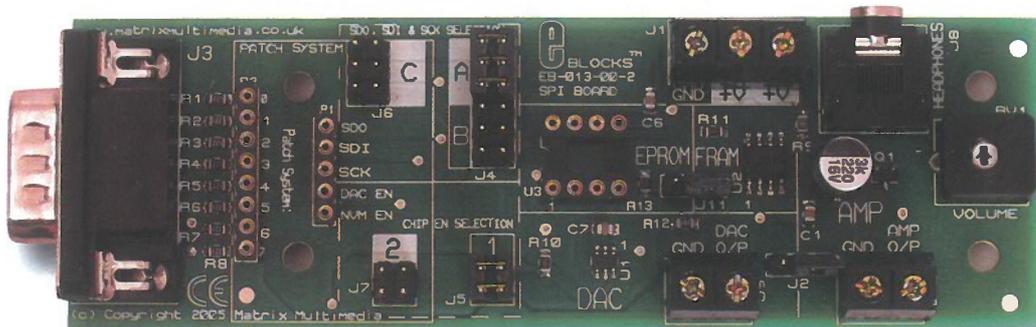
6

Hasta hace poco tiempo, las FPGAs estaban prácticamente reservadas a los especialistas en compañías de alta tecnología. Todo esto ha cambiado actualmente gracias a la disminución de precios de los componentes y a los programas de diseño gratuitos, de manera que ya es hora de dedicar nuestra atención a esta tecnología en Elektor. El módulo FPGA tratado en este artículo forma el centro de varios proyectos futuros de la revista.



Módulo FPGA Versátil

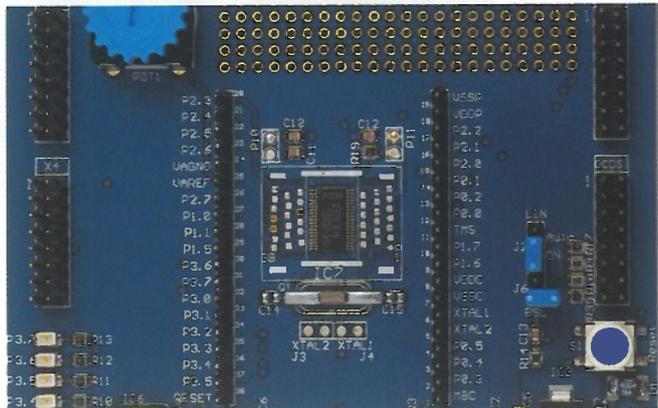
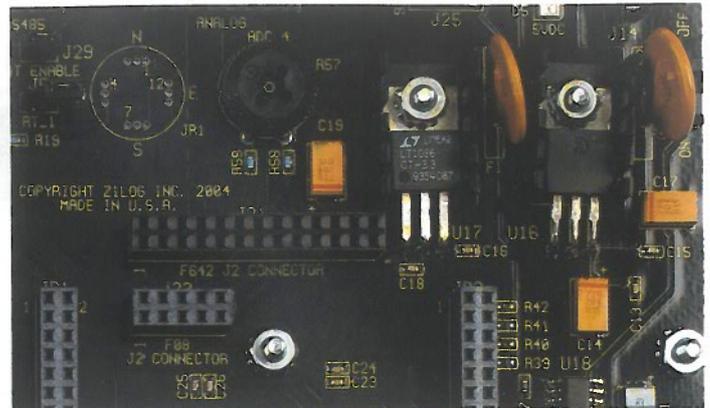
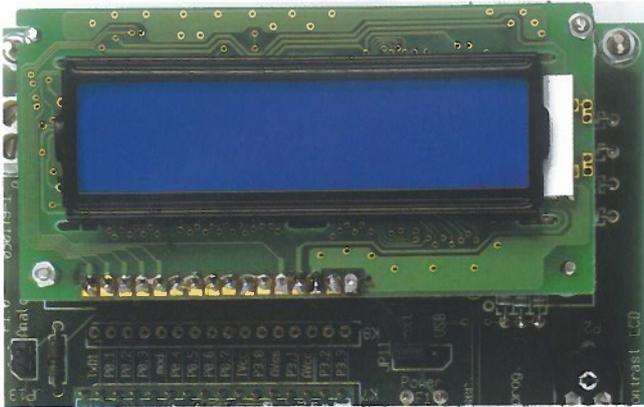
66 Bloques Electrónicos - Generación de Ondas



Muchos lectores ya estarán familiarizados con el uso de las entradas A/D del microcontrolador PICmicro, pero el uso de los convertidores D/A es menos común. Este pequeños artículo examina cómo puede utilizarse el programa "Flowcode" y "Bloques Electrónicos" para producir un sencillo oscilador de onda senoidal que se use en la verificación de circuitos de audio.

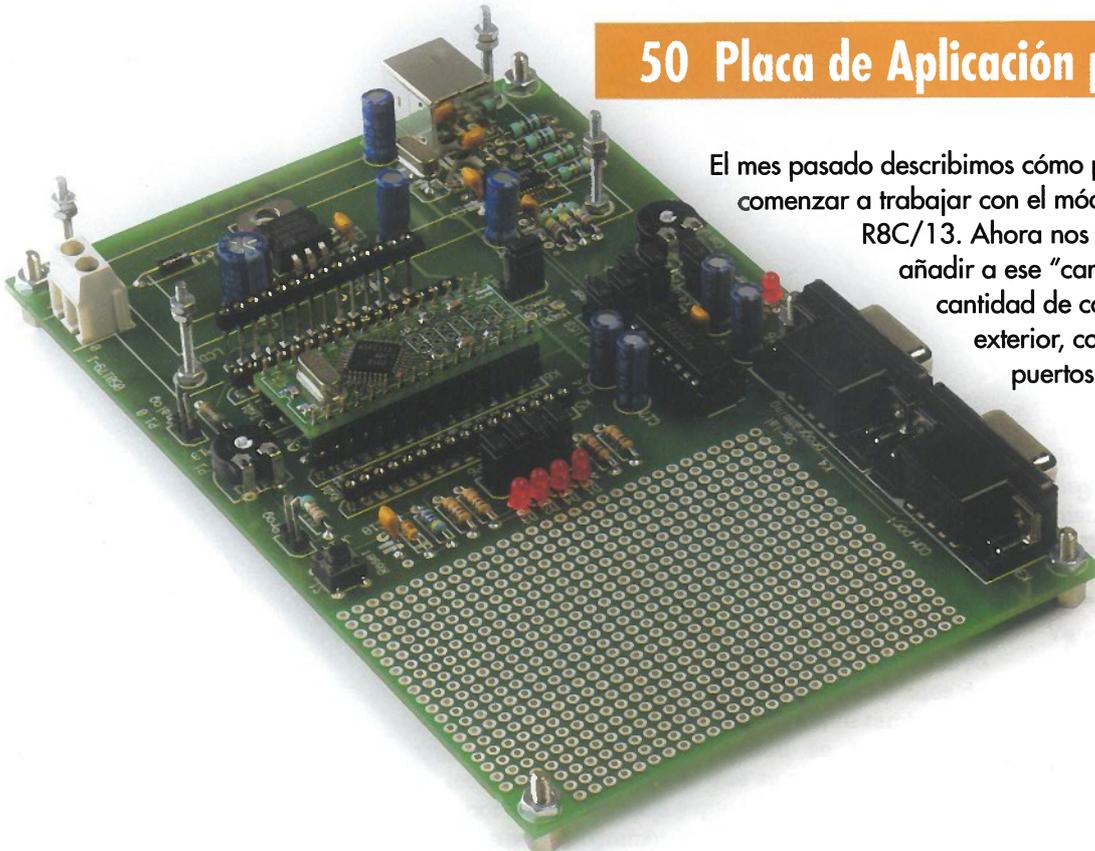
CONTENIDO

40 Kits de Desarrollo



Hemos centrado nuestra atención en los kits que hemos considerado interesantes y al mismo tiempo asequibles a nuestros lectores, y no solamente en los que son adecuados para un entorno comercial, sino también muy interesantes para el uso doméstico.

50 Placa de Aplicación para el R8C/13



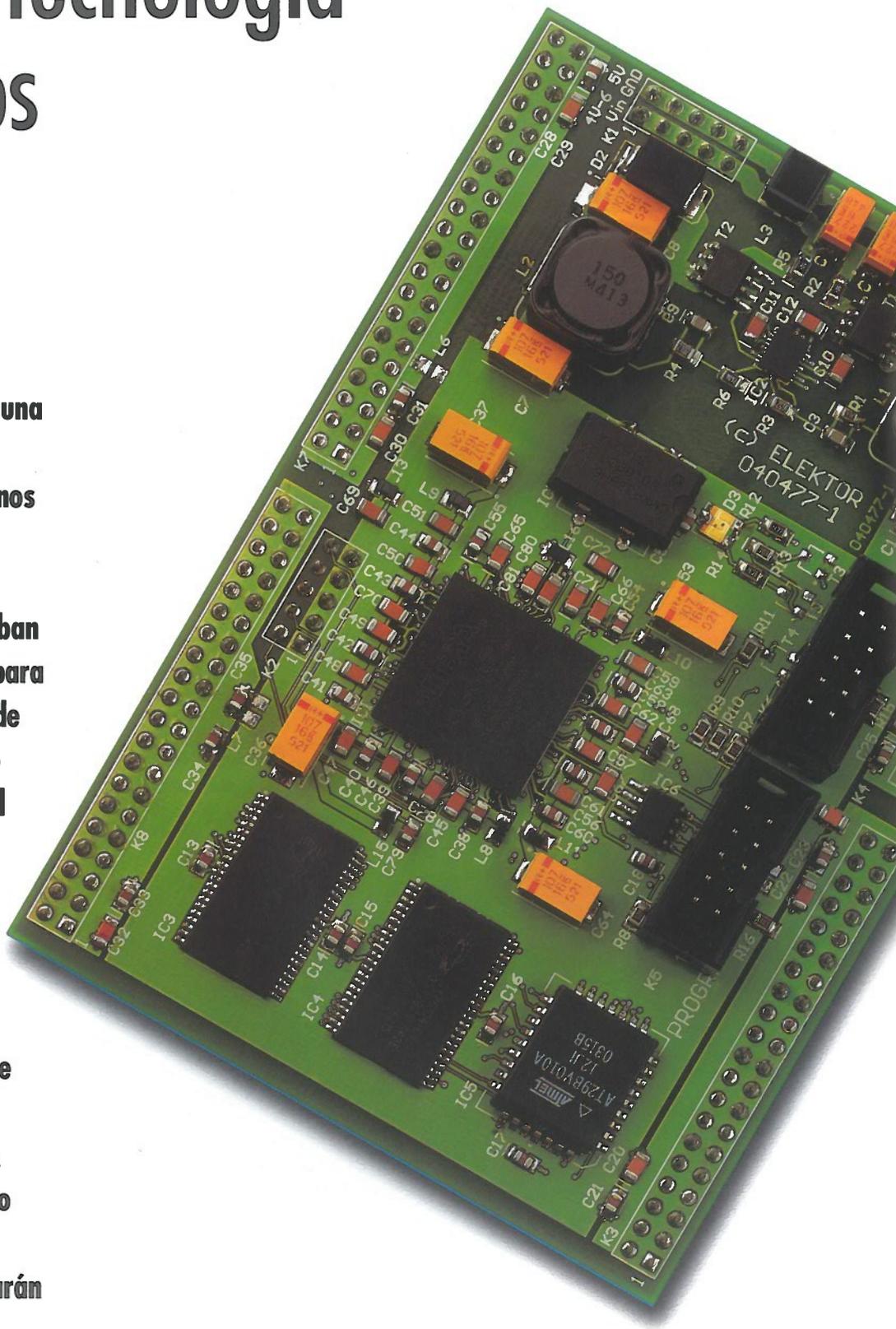
El mes pasado describimos cómo preparar todo para comenzar a trabajar con el módulo microcontrolador R8C/13. Ahora nos vamos a dedicar a añadir a ese "campo base" una gran cantidad de conexiones con el mundo exterior, como un puerto USB, dos puertos serie y una interfaz LCD.

Módulo FPGA Ve

Moderna tecnología para todos

Paul Goossens

Las FPGAs han conseguido una posición firme entre las herramientas de los modernos diseñadores electrónicos. Hasta hace poco estos "súper componentes" estaban prácticamente reservados para especialistas en empresas de alta tecnología. Ahora todo esto ha cambiado gracias al bajo precio de los componentes y a la gran cantidad de programas de diseño gratuitos que hay en el mercado, de modo que ya es hora de que Elektor atienda a esta tecnología. El módulo FPGA que se trata en este artículo será el núcleo de varios proyectos que se desarrollarán en esta revista.



rsátil

Si queremos utilizar una FPGA en nuestros diseños, necesitaremos una serie de cosas sin las que no lo podremos hacer, incluyendo una interfaz de programación y una memoria de configuración.

Por eso hemos pensado que sería una gran idea incorporar los elementos estándar que normalmente van asociados con una FPGA, dentro de un simple módulo electrónico, de manera que evitemos la necesidad de que cualquiera de nuestros lectores tenga que "reinventar la rueda" cada cierto tiempo. De esta forma, este módulo puede usarse como un "núcleo digital" para varios circuitos. El mayor beneficio de esta configuración es que permite a los diseñadores concentrarse en sus aplicaciones específicas sin tener que preocuparse de la solidez de los elementos de la FPGA.

La parte "dura"

Para aquellos que no han usado FPGA's anteriormente, estos módulos y las placas de prototipos asociadas, descritas en otros artículos de esta entrega, forman un punto de partida ideal para el aprendizaje sobre FPGA's. Es imposible evitar el uso de componentes SMDs en un circuito como éste, y para empeorar más las cosas decidimos usar una FPGA en un encapsulado de BGA para este circuito, lo que significa que los procesos de soldadura domésticos, con un soldador normal de hierro, son simplemente imposibles. La soldadura de otro miembro de la familia (en un encapsulado PQFP) también es muy difícil. En cualquier caso el uso de estos "complicados" componentes, nos permite mantener las dimensiones de la placa del circuito razonablemente compactas.

Afortunadamente, nuestros lectores no tienen que preocuparse por el ensamblaje de la placa, ya que el módulo FPGA está disponible en

Características Técnicas

- FPGA Altera Cyclone
- 12.060 elementos lógicos
- 4 MB de memoria de configuración
- 8 MB de memoria SRAM de usuario
- 1 MB de memoria flash RAM de usuario
- Reloj de 50 MHz sobre la placa
- Interfaz JTAG / programación
- Compatible con Byteblaster
- 80 líneas de E/S de usuario
- Señales de reloj dedicadas
- Indicador LED
- Fuente de alimentación conmutada integrada en placa
- Pequeña placa de circuito impreso multicapa (110 x 77 mm)
- Se suministra una lista preparada para su uso.

Elektron con la mayor parte de los componentes pre-ensamblados. Los únicos componentes que se tienen que soldar a mano son los conectores. Junto a este módulo, necesitaremos una interfaz de programación que se conecte entre el PC y la placa FPGA. Naturalmente también hemos desarrollado un diseño para esta interfaz.

La construcción de un circuito es algo más que la de una FPGA

Como ya hemos mencionado anteriormente, necesitaremos alguna electrónica periférica que nos permita el uso de una FPGA en un circuito práctico. Uno de los elementos más importantes, junto a la FPGA, es la memoria de configuración. A diferencia de la mayoría de las FPGAs, la memoria de configuración almacena sus datos cuando se retira la tensión de alimentación del circuito.

Cada vez que se enciende la unidad, la FPGA debe configurarse de nuevo antes de que pueda realizar las funciones para las que ha sido concebida. Por fortuna, los fabricantes de las FPGAs han desarrollado circuitos integrados de memoria especiales que pueden configurar los circuitos integrados FPGAs de forma automática en el momento en que son alimentados. Nuestro circuito incluye uno de estos circuitos integrados de memoria. Otra cosa que también es deseable cuando se trabaja con FPGAs es que su programación sea sencilla y que se pueda realizar y programar la memoria de configuración durante la fase de desarrollo. Éste es

el motivo por el que se necesita una interfaz de programación (el JTAG) y porque dicha interfaz forma parte de la circuitería periférica estándar.

Otra parte bastante importante de este circuito es su fuente de alimentación. La tensión de funcionamiento interna de la mayoría de estos circuitos integrados es bastante baja (1,5 V en nuestro caso). Por otro lado, la tensión de alimentación debe ser capaz de proporcionar cortos picos de corriente sin demasiados problemas. Además, se utiliza una tensión diferente para las entradas y para las salidas. En este caso, hemos decidido utilizar una tensión de 3,3 V. La tensión suministrada para obtener estas tensiones debe ser capaz también de proporcionar corrientes bastante elevadas y permanecer estable bajo cargas "pesadas".

Nuestro circuito también incluye un oscilador, una memoria SRAM y una memoria flash. La aplicación puede usar libremente estos elementos.

Todos los elementos individuales del circuito pueden identificarse fácilmente en el esquema eléctrico del mismo.

El diseño

Vamos a empezar por el principio, comenzando con la fuente de alimentación. Dicha fuente está construida alrededor del circuito integrado TPS 75003 (IC2) y puede trabajar con una tensión de entrada que esté comprendida entre 4,5 y 6,5 V. Este circuito integrado está diseñado especialmente para su uso con circuitos

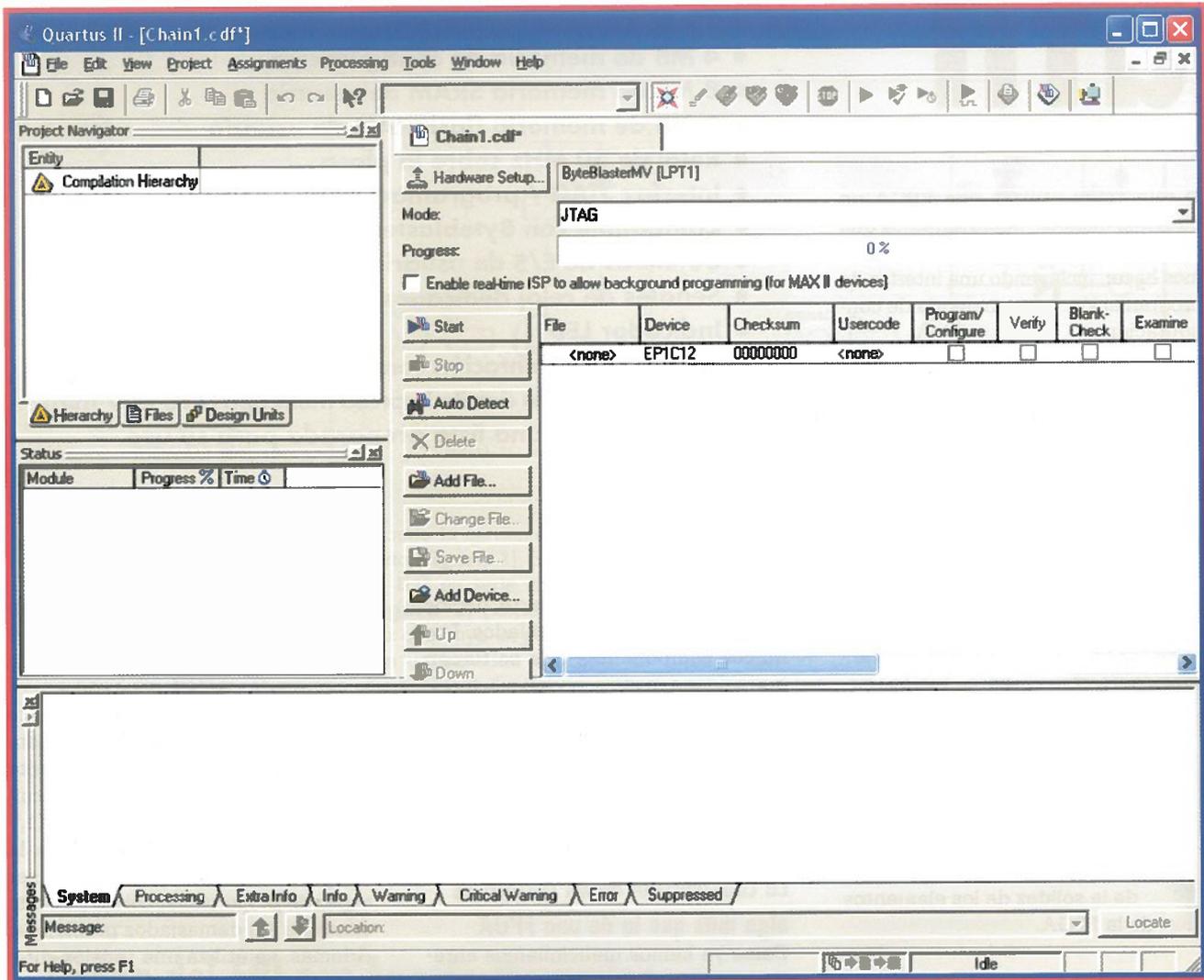


Figura 1. El modo de programación del programa "Quartus".

FPGAs, contiene dos circuitos de alimentación conmutados y un regulador serie. Este último componente no se emplea en nuestro circuito. Solamente se han utilizado los dos circuitos conmutados.

Utilizando el transistor T1, el diodo D1, la bobina L1 y el condensador C1, junto con los componentes asociados, se ha conseguido obtener un circuito conversor regulador que proporciona una tensión de alimentación de 3,3 V. El circuito integrado IC2 controla, de forma periódica, el transistor FET T1, de manera que lo pone en conducción para permitir un flujo de corriente desde la entrada de tensión, a través de T1, L1 y C1. Esto provoca que la corriente que pasa a través de la bobina se incremente, lo que a su vez, hace que el condensador C1 se cargue. Cuando el circuito integrado IC2 desactiva al transistor FET, el

paso de corriente a través de la bobina L1 no se detiene de modo inmediato, de manera que continúa el flujo de corriente a través de C1 y D1. Las resistencias R1 y R3, junto con el condensador C3, proporcionan la realimentación necesaria para que el circuito integrado IC2 pueda determinar si tiene que suministrar más o menos potencia.

Los valores de estos componentes han sido seleccionados de manera que IC2 intenta mantener la tensión de salida a 3,3 V. La resistencia R2 es un sensor de resistencia. El circuito integrado IC2 limitará la corriente si la tensión a través de esta resistencia aumenta por encima de los 0,1 V. El valor utilizado en nuestro circuito (50 mΩ) se traduce en un límite de corriente umbral de 2 A.

Alrededor del transistor T2 se ha construido un circuito similar, de

manera que los únicos valores de los componentes que son diferentes son las resistencias de realimentación. Estos valores han sido elegidos para proporcionar una tensión de salida de 1,5 V. Los condensadores electrolíticos de la entrada sirven para estabilizar la tensión de entrada. Estos condensadores también evitan que se puedan proporcionar picos de corriente rápidos en la placa, lo que previene la generación de interferencias que podrían impedir el funcionamiento correcto de equipos próximos.

LA FPGA está alimentada través de estas tensiones de alimentación, pero no directamente. Las líneas de alimentación para las dos secciones de la FPGA tienen que llevarse primero a través de un conjunto de ferritas que bloquean la radiación de alta frecuencia. Una serie de condensadores adicionales también estabilizan las

tensiones de alimentación cerca de este circuito integrado. Todo esto puede hacer parecer que el circuito está un poco sobrecargado, pero realmente nos encontramos con que existen corrientes de conmutación bastante grandes y de frecuencias elevadas que pueden pasar a través de la FPGA, dependiendo de la configuración final del circuito. Por ello, siempre es una buena idea mantener el camino de estas corrientes lo más corto posible. Si no fuese así, el circuito podría generar fácilmente demasiadas interferencias indeseables.

Parte digital

Ahora que ya hemos estudiado un poco las tensiones de alimentación, vamos a volver nuestra mirada sobre la parte digital del circuito. Lo primero que necesita la FPGA es la memoria de configuración, que está presente en el circuito en la forma del circuito integrado IC6, el cual ha sido diseñado para trabajar con la FPGA. Cuando la señal MSEL, proveniente de la FPGA, tiene un nivel cero (masa), el circuito integrado espera para buscar una memoria de configuración (como pueda ser la EPCDS4) conectada a él. En ese momento la FPGA tomará un control independiente del circuito integrado de memoria y leerá los datos del mismo, de manera que consiga configurarse a sí misma basándose en los datos leídos. Esto hace que el proceso sea muy fácil con este modo de trabajo. Para programar la memoria IC6 se ha proporcionado un conector de programación (K5). La asignación de terminales de este conector ha sido elegida de manera que sea compatible con la interfaz de programación "Byteblaster" de la casa Altera.

El conector K6 se utiliza para la programación de la FPGA en el propio circuito, a través de un ordenador. Esto hace innecesario programar en primer lugar un diseño sobre la memoria de configuración. Este conector puede utilizarse para verificar de manera rápida un diseño sin tener que utilizar la memoria de configuración. Aquí de nuevo las señales han sido configuradas para que sean compatibles con la interfaz "Byteblaster".

La circuitería alrededor de los transistores T3, T4 y T5, forma un circuito indicador que muestra claramente el estado de la FPGA utilizando el diodo LED D3 de dos colores. Cualquier

estado de error que pueda producirse también se indica visualmente mediante el diodo D3.

Abundancia de E/S

Como este circuito se ha pensado para todo tipo de aplicaciones, se ha diseñado con una gran cantidad de terminales de E/S (Entrada / Salida). Estos terminales están accesibles a través de los conectores K3, K4, K7, K8 y K2, los cuales utilizan terminales estándar del tipo "headers" con un espaciamiento entre los mismos de 0,1" (0,25 mm aprox.). Esto evita la dificultad de utilizar conectores SMD sobre la placa base y hace que sea bastante más fácil conectar la placa a nuestro propio circuito.

Los conectores K3, K4, K7 y K8 presentan una impresionante cifra total de 80 terminales de E/S de la FPGA con el mundo exterior. Las líneas de E/S han sido rutadas todas a un lado de cada conector. La tensión de alimentación (3,3 V) y la masa están disponibles en la otra cara del conector en terminales alternativos. Podemos utilizar los terminales de alimentación y de masa para alimentar nuestro propio circuito si no requiere un consumo de corriente muy elevado. Esta tensión de alimentación está también filtrada en el módulo por un grupo de ferritas y dos condensadores.

El conector K2 proporciona una conexión especial. Además de las líneas de masa este conector dispone de varias señales que están específicamente pensadas para usarse como señales de reloj. El terminal 10 es una entrada que puede usarse para proporcionar una señal de reloj externa a la FPGA. Los terminales con numeración par que quedan están todos conectados a las salidas de los PLLs internos de la FPGA.

Por supuesto, es posible proporcionar una señal de reloj externa sobre cualquier otra entrada que se desee de la FPGA, pero estos terminales están diseñados específicamente para usarse con este propósito.

Los extras

Muchos diseños basados en FPGAs requieren el uso de memoria. Aunque existe una cierta cantidad de memoria disponible en la FPGA, no es suficiente para una gran cantidad de tipos de aplicaciones. Teniendo cuenta el hecho de que a menudo se utiliza un procesador de núcleo soft-

ware, el uso de una memoria flash que almacene el firmware interno de procesador puede ser una opción bastante interesante y útil. Esto hace posible el uso de una gran cantidad de código en diseños de aplicaciones que no van a ocupar un espacio adicional dentro de la FPGA. En nuestro circuito, la memoria flash está presente en la forma del circuito integrado IC5.

En algunos casos también puede ser deseable tener un poco de memoria RAM adicional. Además de ser muy útil, si se están utilizando uno o más procesadores de núcleo software internos en la FPGA, la memoria RAM adicional también es muy agradecida si vamos a trabajar con varios tipos de procesamiento de señal.

En nuestro circuito, la memoria RAM viene equipada a través de los circuitos integrados IC3 e IC4, que tienen una capacidad de 4 Mbits y están configurados como 256 palabras de 16 bits. Las señales \overline{BHE} y \overline{BLE} (ambas negadas), pueden usarse como dos líneas \overline{CE} (también negada), siendo la línea \overline{BHE} la línea de dispositivo habilitado (Chip Enable) para el byte de mayor peso (D8 a D15) de la línea de datos, y la señal \overline{BLE} la línea de dispositivo habilitado para el byte de menor peso (D0 a D7). Esto significa que esta memoria también puede emplearse como una memoria de 512 KBytes con 8 bits de datos.

El circuito integrado IC3 está conectado directamente a la FPGA, mientras que el IC4 comparte sus buses de datos y de direcciones con la memoria flash (IC5). Estos buses se comparten para asegurar que se mantienen suficientes terminales de E/S libres dentro de la FPGA para los conectores de usuario. Sin embargo,

Elementos Incluidos

- Módulo FPGA module (listo para su uso)
- Interfaz de programación (listo para su uso)
- Cable de programación
- Cable de interconexión (entre el ordenador y la interfaz de programación)
- 8 conectores tipo "pinheaders" (suministrados de forma separada)

esto significa que la FPGA no puede leer o escribir la memoria RAM y la memoria flash al mismo tiempo. Esto no supone un mayor problema en la práctica, especialmente cuando utilizamos procesadores con núcleo de programa (núcleo software).

Con esto hemos descrito las principales partes del circuito. Como ya hemos mencionado, la placa del circuito para el módulo se suministra prácticamente ensamblada, lo único que nuestros lectores tendrán que hacer es soldar los ocho conectores que se proporcionan a la placa. Los conectores K2, K3, K4, K7 y K8 se montan sobre la cara inferior de la placa. Los otros tres conectores se montan en la cara superior de la placa (en la cara de componentes). Asegúrese que el terminal 1 de cada conector está colocado en su posición correcta, ya que dicho terminal viene marcado como "1" en el propio cuerpo del componente y en la serigrafía de la placa.

La interfaz de programación

Este módulo por sí mismo sólo es un punto de comienzo. Tanto la FPGA como la configuración de memoria deben programarse antes de usarse, para lo que se necesita una interfaz de programación. El esquema eléctrico de esta interfaz de programación también se muestra en el esquema general que se adjunta. Esta interfaz conecta la FPGA o la memoria de configuración al puerto paralelo de un ordenador. La interfaz de programación es compatible con la interfaz "Byteblaster" de la casa Altera y puede emplearse con programas gratuitos de la casa Altera. El circuito es bastante sencillo y claro.

Todos los elementos están alimentados con una tensión de 3,3 V, que se toma del módulo de la FPGA. Se utilizan dos circuitos integrados para convertir las señales de +3,3 V, provenientes de la FPGA, en señales de +5 V que van al ordenador, y viceversa. Las resistencias de 100 Ω evitan que las señales de +5 V puedan llegar a superar la tensión de alimentación por encima del nivel permitido.

La interfaz se conecta al puerto paralelo de un ordenador a través del conector K3. El conector K2 es del tipo "box header" y está conectado a la placa de la FPGA por medio de un

cable plano de diez vías, con un conector de adaptación en cada uno de sus extremos.

Si sólo deseamos programar la FPGA para poder probar algunas cosas, este cable tiene que estar conectado al conector K6 (JTAG) en el módulo de la FPGA. Si queremos programar el módulo de forma que pueda funcionar por sí mismo, este cable debe estar conectado al conector K5 (PROGRAM) del módulo de la FPGA.

El programa

Un proyecto de este tipo incluye naturalmente los programas correspondientes. El fabricante de la FPGA que utilizamos en nuestro diseño, la casa Altera, dispone de un paquete muy agradable de programas de soporte para sus FPGAs. La versión gratuita de este programa se denomina "Quartus Web Edition" y puede descargarse de la página web de dicho fabricante (www.altera.com). Es un paquete con un tamaño de descarga bastante considerable (240 MB en el momento de escribir este artículo), pero también podemos solicitar un CD-ROM gratuito en la página web de la casa Altera.

Después de instalar los programas, lo cual podemos hacer sin mayores problemas, necesitaremos una licencia. Podemos obtener dicha licencia a través de la página web de la casa Altera, y es válida durante seis meses. Al final de estos seis meses tenemos que solicitar una nueva licencia. Para aquellos lectores que sean escépticos, el fabricante nos ha asegurado que todos estos programas permanecerán gratuitos en el futuro.

No disponemos de suficiente espacio en este artículo para mostrar a nuestros lectores lo que pueden hacer con todos estos programas, del mismo modo que es prácticamente imposible presentar un curso completo sobre VHDL en nuestra revista. Si somos nuevos aficionados que intentamos utilizar FPGAs, recomendamos a nuestros lectores echar una ojeada previa al artículo "Placa de Prototipo para FPGA" que se describe en otro apartado dentro de esta revista.

Verificación

Aunque este circuito no dispone de ningún tipo de capacidad real de

entrada o de salida, es posible realizar una comprobación sencilla.

Después de haber instalado los programas, es mejor apagar nuestro ordenador para hacer los siguientes pasos. Comenzaremos conectando la interfaz de programación al puerto paralelo de nuestro ordenador. A continuación, utilizaremos el cable plano de diez vías suministrado para conectar la interfaz al módulo de la FPGA. Debemos conectar el cable plano al conector K6 (JTAG) en el módulo de la FPGA. Seguidamente encenderemos el ordenador y conectaremos una fuente de alimentación al módulo de la FPGA (precaución: tensión de alimentación máxima de 6,5 V).

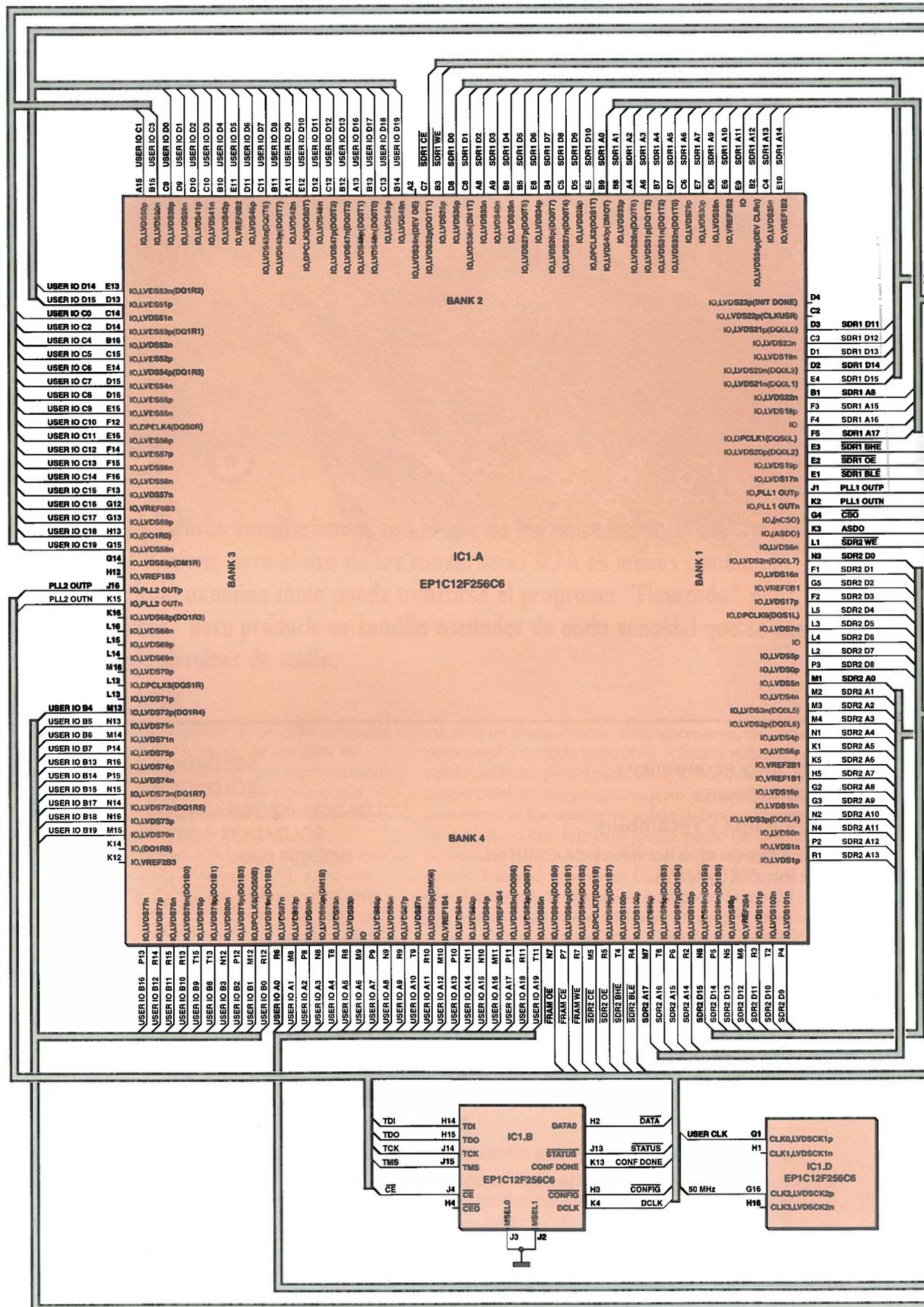
Arrancaremos el programa "Quartus" y, seguidamente, pulsaremos sobre el icono de programación en la barra de menús, o en la opción del menú "Tools" ("Herramientas") y seleccionaremos "Programmer" ("Programador") (el resultado será el mismo en ambos casos). A continuación veremos cómo se abre la ventana de programación. En el siguiente paso pulsaremos sobre el botón "Hardware Setup" ("Configuración del Hardware") y, en la siguiente ventana que se abra pulsaremos sobre la opción "Add Hardware" ("Añadir Hardware"). Seleccionaremos la opción "Byteblaster" y especificaremos el puerto de impresora al que hemos conectado la interfaz de programación (normalmente LPT1:).

Si a continuación pulsamos sobre el botón "Autodetect" ("Autodetectar"), en la ventana principal, el programa detectará, de manera automática, nuestra FPGA (EP 1C12). De este modo, podemos estar seguros que la FPGA está trabajando y que la tensión de alimentación está presente.

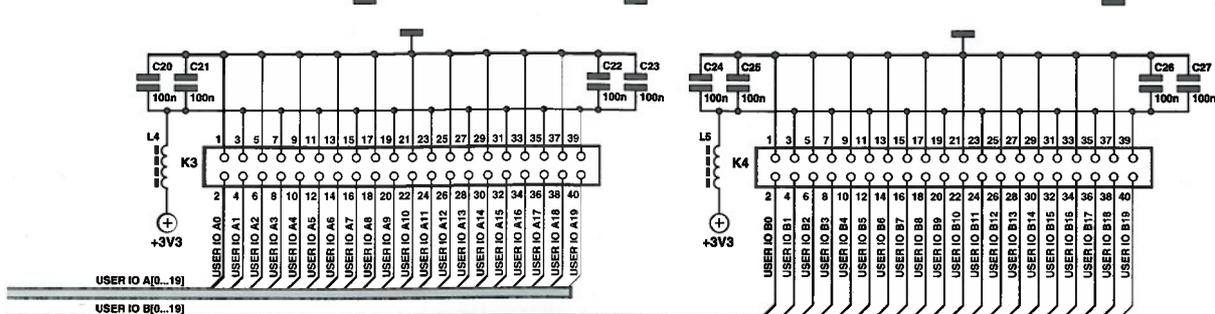
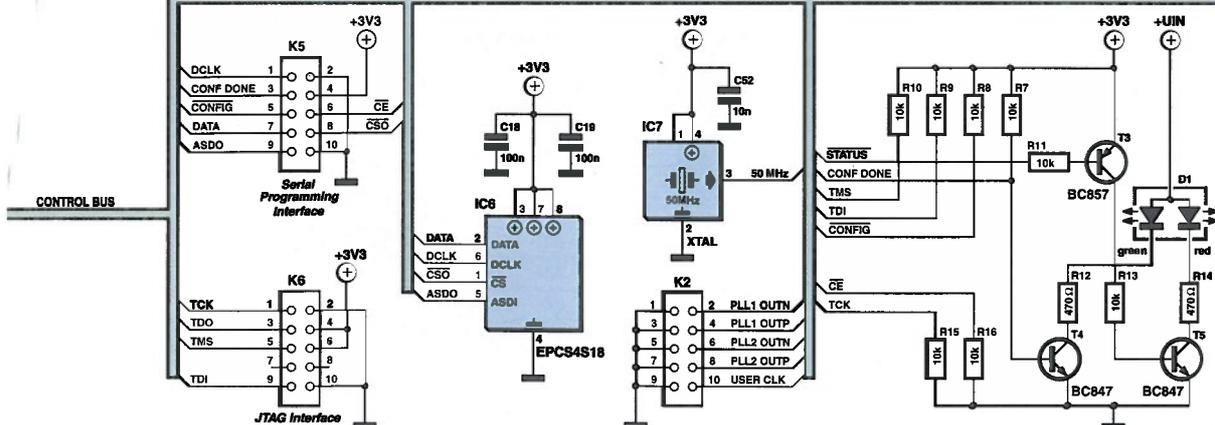
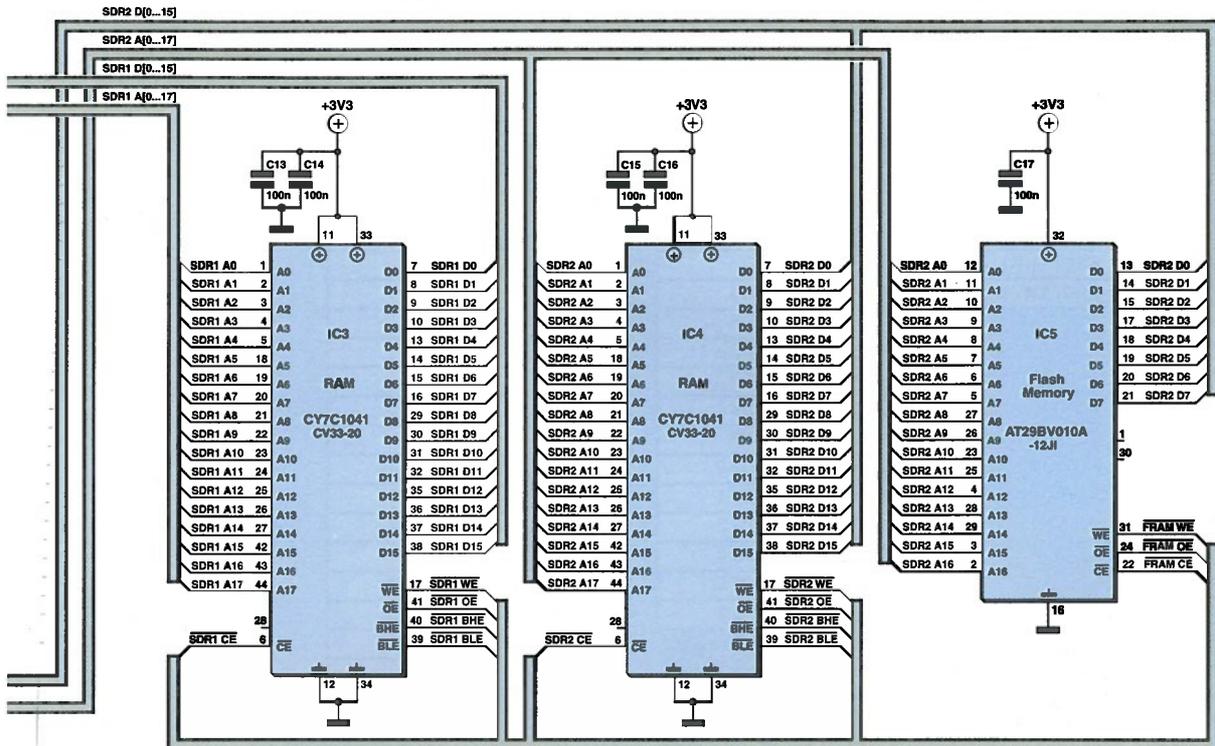
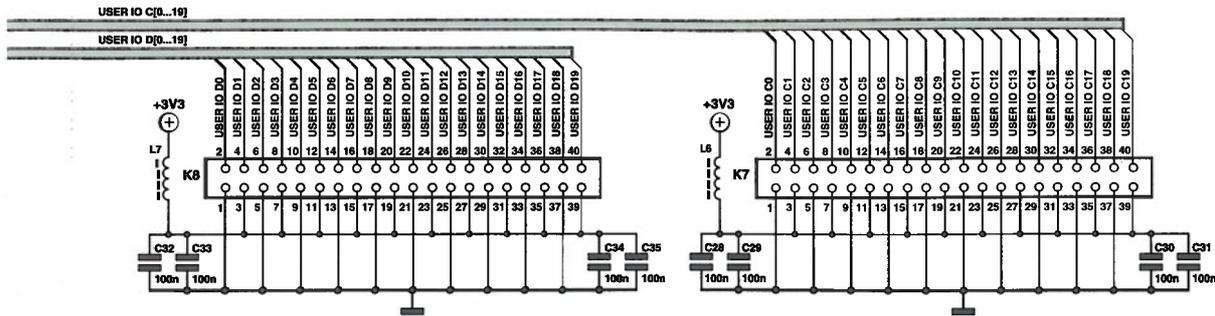
(040477-1)

El módulo "FPGA Versátil" puede pedirse a través del Servicio de Lectores de Elektor Electronics, bajo el Número de Pedido Nº: 040477-91.

FPGA DESCRIPCIÓN



DE LA UNIDAD CENTRAL



Pin	Signal
M1	SDRAM2_A0
M2	SDRAM2_A1
M3	SDRAM2_A2
M4	SDRAM2_A3
N1	SDRAM2_A4
K1	SDRAM2_A5
K5	SDRAM2_A6
H5	SDRAM2_A7
G2	SDRAM2_A8
G3	SDRAM2_A9
N2	SDRAM2_A10
N4	SDRAM2_A11
P2	SDRAM2_A12
R1	SDRAM2_A13
R2	SDRAM2_A14
P6	SDRAM2_A15
T6	SDRAM2_A16
M7	SDRAM2_A17

Pin	Signal
N3	SDRAM2_D0
F1	SDRAM2_D1
G5	SDRAM2_D2
F2	SDRAM2_D3
L5	SDRAM2_D4
L3	SDRAM2_D5
L4	SDRAM2_D6
L2	SDRAM2_D7
P3	SDRAM2_D8
P4	SDRAM2_D9
T2	SDRAM2_D10
R3	SDRAM2_D11
M6	SDRAM2_D12
N5	SDRAM2_D13
P5	SDRAM2_D14
N6	SDRAM2_D15

Pin	Signal
M5	SDRAM2_CE(INV)
R5	SDRAM2_OE(INV)
L1	SDRAM2_WE(INV)
T4	SDRAM2_BHE(INV)
R4	SDRAM2_BLE(INV)

Pin	Signal
C7	SDRAM1_CE(INV)
E2	SDRAM1_OE(INV)
B3	SDRAM1_WE(INV)
E3	SDRAM1_BHE(INV)
E1	SDRAM1_BLE(INV)

Pin	Signal
D8	SDRAM1_D0
C8	SDRAM1_D1
A8	SDRAM1_D2
A9	SDRAM1_D3
B6	SDRAM1_D4
B5	SDRAM1_D5
E8	SDRAM1_D6
B4	SDRAM1_D7
C5	SDRAM1_D8
D5	SDRAM1_D9
E5	SDRAM1_D10
D3	SDRAM1_D11
C3	SDRAM1_D12
D1	SDRAM1_D13
D2	SDRAM1_D14
E4	SDRAM1_D15

Pin	Signal
B9	SDRAM1_A0
B8	SDRAM1_A1
A4	SDRAM1_A2
A6	SDRAM1_A3
B7	SDRAM1_A4
D7	SDRAM1_A5
C6	SDRAM1_A6
E7	SDRAM1_A7
B1	SDRAM1_A8
D6	SDRAM1_A9
E6	SDRAM1_A10
E9	SDRAM1_A11
B2	SDRAM1_A12
C4	SDRAM1_A13
E10	SDRAM1_A14
F3	SDRAM1_A15
F4	SDRAM1_A16
F5	SDRAM1_A17

Pin	Signal
R6	USER_IO_A0
M8	USER_IO_A1
P8	USER_IO_A2
N8	USER_IO_A3
T8	USER_IO_A4
R8	USER_IO_A5
M9	USER_IO_A6
P9	USER_IO_A7
N9	USER_IO_A8
R9	USER_IO_A9

Pin	Signal
T9	USER_IO_A10
R10	USER_IO_A11
M10	USER_IO_A12
P10	USER_IO_A13
N11	USER_IO_A14
N10	USER_IO_A15
M11	USER_IO_A16
P11	USER_IO_A17
R11	USER_IO_A18
T11	USER_IO_A19

Pin	Signal
R12	USER_IO_B0
M12	USER_IO_B1
P12	USER_IO_B2
N12	USER_IO_B3
M13	USER_IO_B4
N13	USER_IO_B5
M14	USER_IO_B6
P14	USER_IO_B7
T13	USER_IO_B8
T15	USER_IO_B9

Pin	Signal
R13	USER_IO_B10
R15	USER_IO_B11
R14	USER_IO_B12
R16	USER_IO_B13
P15	USER_IO_B14
N15	USER_IO_B15
P13	USER_IO_B16
N14	USER_IO_B17
N16	USER_IO_B18
M15	USER_IO_B19

Pin	Signal
C14	USER_IO_C0
A15	USER_IO_C1
D14	USER_IO_C2
B15	USER_IO_C3
B16	USER_IO_C4
C15	USER_IO_C5
E14	USER_IO_C6
D15	USER_IO_C7
D16	USER_IO_C8
E15	USER_IO_C9

Pin	Signal
F12	USER_IO_C10
E16	USER_IO_C11
F14	USER_IO_C12
F15	USER_IO_C13
F16	USER_IO_C14
F13	USER_IO_C15
G12	USER_IO_C16
G13	USER_IO_C17
H13	USER_IO_C18
G15	USER_IO_C19

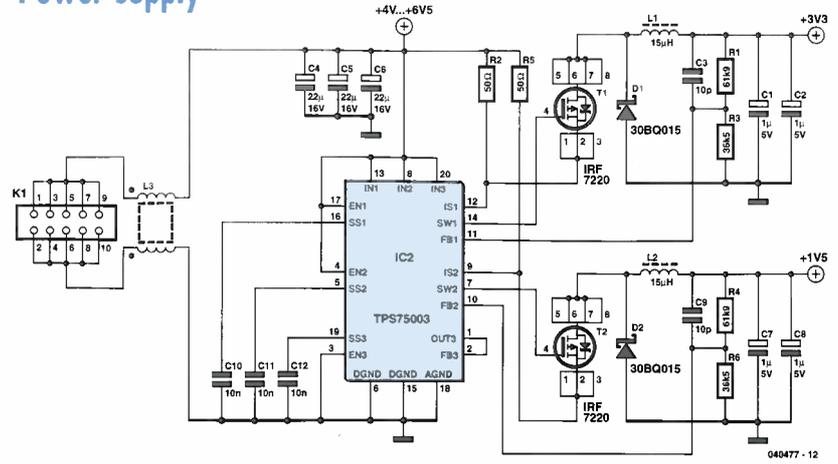
Pin	Signal
C9	USER_IO_D0
D9	USER_IO_D1
D10	USER_IO_D2
C10	USER_IO_D3
B10	USER_IO_D4
E11	USER_IO_D5
D11	USER_IO_D6
C11	USER_IO_D7
B11	USER_IO_D8
A11	USER_IO_D9

Pin	Signal
E12	USER_IO_D10
D12	USER_IO_D11
C12	USER_IO_D12
B12	USER_IO_D13
E13	USER_IO_D14
D13	USER_IO_D15
A13	USER_IO_D16
B13	USER_IO_D17
C13	USER_IO_D18
B14	USER_IO_D19

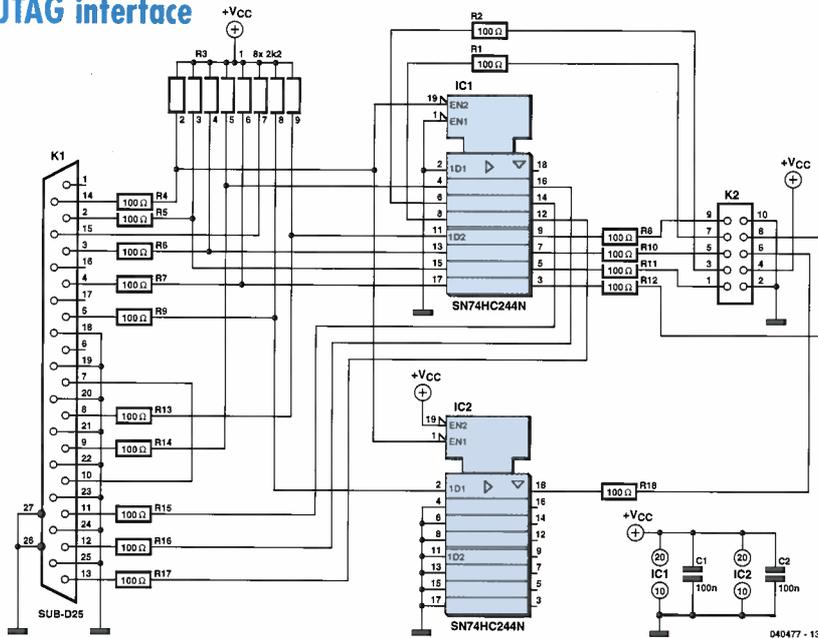
Pin	Signal
G16	50MHZ
G1	USER_CLK
K2	PLL1_OUT (INV)
J1	PLL1_OUT
K15	PLL2_OUT (INV)
J16	PLL2_OUT

Pin	Signal
P7	FRAM_CE (INV)
N7	FRAM_OE (INV)
R7	FRAM_WE (INV)

Power supply



JTAG interface

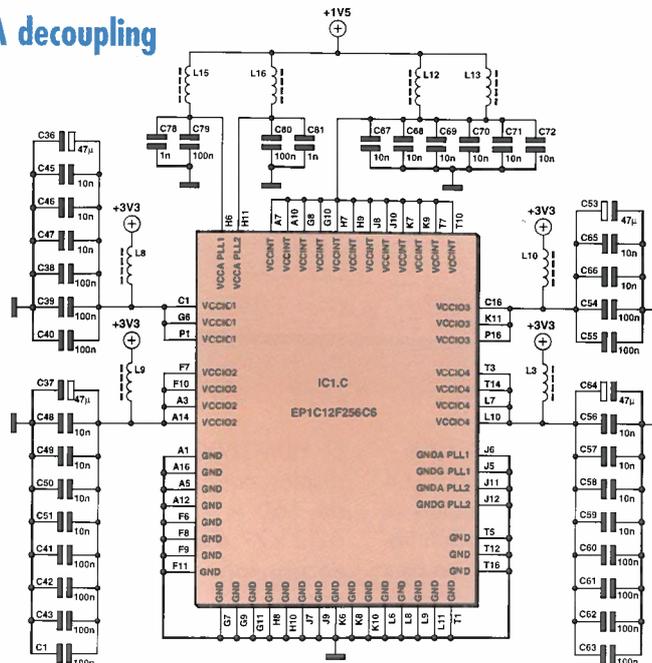


elektor

elektor
electronics

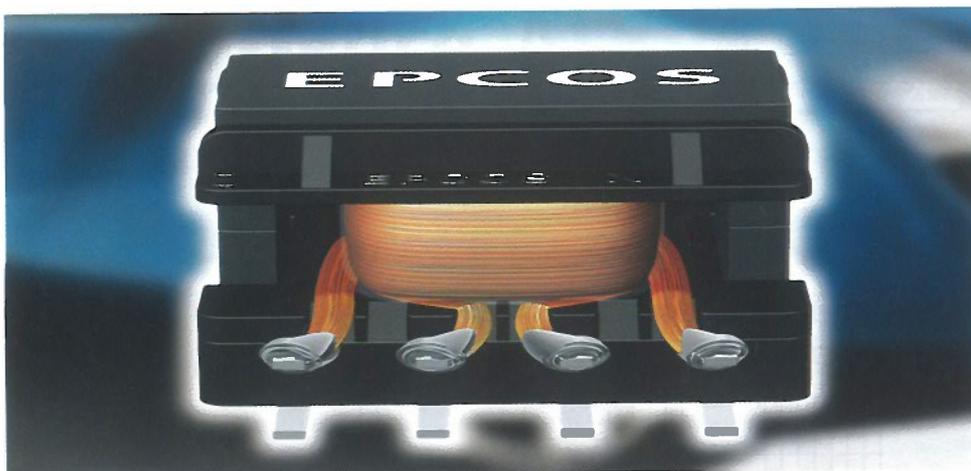
elektuur

FPGA decoupling



Transformadores eléctricos de pequeñas dimensiones

Con su nueva serie E high-power, **EPCOS**, empresa representada en España por **Anatronic, S.A.**, ha introducido una familia de transformadores que son capaces de gestionar densidades de potencia extremadamente elevadas, al mismo tiempo que reducen significativamente sus dimensiones. El modelo, EHP 16, por ejemplo, puede transferir 25 W, el doble que el transformador EF 16 con el mismo footprint. Esta nueva serie de transformadores se compone de cuatro dispositivos. Los modelos EHP 16 y EHP 19 (SMD) han sido diseñados para transferir 25 y 35 W, respectivamente, mientras que el EHP 50 y el EHP 26 se han desarrollado para gestionar 50 y 100 W, respectivamente. Las dimensio-



Nueva serie de transformadores de reducidas dimensiones.

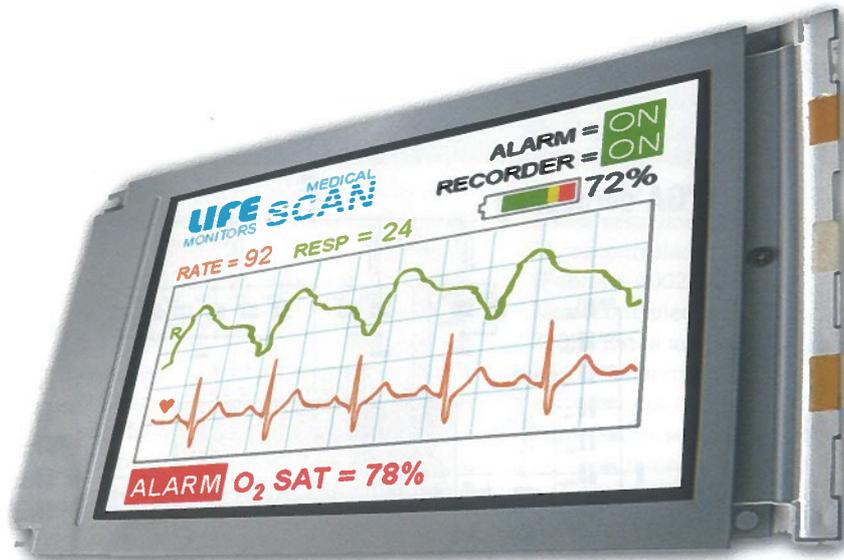
nes de estos nuevos dispositivos se sitúan entre 17 x 23.3 y 27 x 27.5 mm. Además, el núcleo pre-estañado se puede soldar directamente al circuito impreso, lo que garantiza una exce-

lente transferencia de calor y mejora la ventilación. Las aplicaciones típicas para estos nuevos transformadores eléctricos incluyen fuentes de alimentación compactas en vehículos, como las emplea-

das en faros de descarga de elevada intensidad o sistemas de gestión de motor. También se pueden utilizar con convertidores DC/DC con restricciones de espacio en fuentes de alimentación industriales.

LCD a color de elevado rendimiento para PDA y aplicaciones handheld

Hantronix, Inc., empresa representada en España por **Anatronic, S.A.**, anuncia una nueva incorporación a su línea de displays a color con el tamaño idóneo para PDA y aplicaciones handheld. El modelo HDM160GS16C (160x160), que ha sido diseñado para desarrollar un display con características ópticas superiores en un formato pequeño, destaca por un consumo de potencia muy bajo, convirtiéndose en el LCD ideal para aplicaciones con batería. Este LCD se caracteriza por un ratio de contraste de 45:1 con un ángulo de visión vertical y horizontal de 110 y 55°, respectivamente, y un rango de temperatura operativa de 0 a +50 °C. Este display opera a 3.3 V y requiere muy poca potencia, incluyendo la iluminación tra-



sera, 0.25 W @ 38 cd / m₂; 0.35 W @ 47 cd / m₂; 0.4 W @ cd / m₂. La unidad se presenta con iluminación trasera de LED blanco y una pantalla táctil analógica opcional.

El HDM160GS16C es un display con una resolución de 160 x 160 que mide 62.2 x 77.4 x 8.1 mm en un encapsulado de sólo 47.4 gramos.

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

Sistema de empalme óptico Fibrllok 2600

3M presenta el sistema de empalme óptico multifibra Fibrllok 2600, que se compone de un kit de empalme para fibras ribbon o ribbonizables y de empalmes para cuatro, ocho o doce fibras. Este sistema de empalme óptico multifibra usa la misma tecnología probada en campo del Fibrllok simple para realizar empalmes múltiples de fibra óptica de manera eficiente y permanente. Con este sistema, las fibras se pueden empalmar en menos de cinco minutos (incluyendo la preparación: pelado, corte y ensamblado de empalme), siendo ideal para aplicaciones de nueva construcción y reparación de cables.



Sistema de empalme óptico para la reparación de cables de manera eficiente y permanente.



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, consúltenos sus dudas y nuestros profesionales le asesorarán.

Array Electrónica Profesional S.A.

El sistema de empalme Fibrok 2600 ha sido realizado con material termoplástico inyectado con un elemento

de aleación de aluminio que sujeta las fibras. Su nivel de prestaciones ópticas es similar al de Fibrok simple.

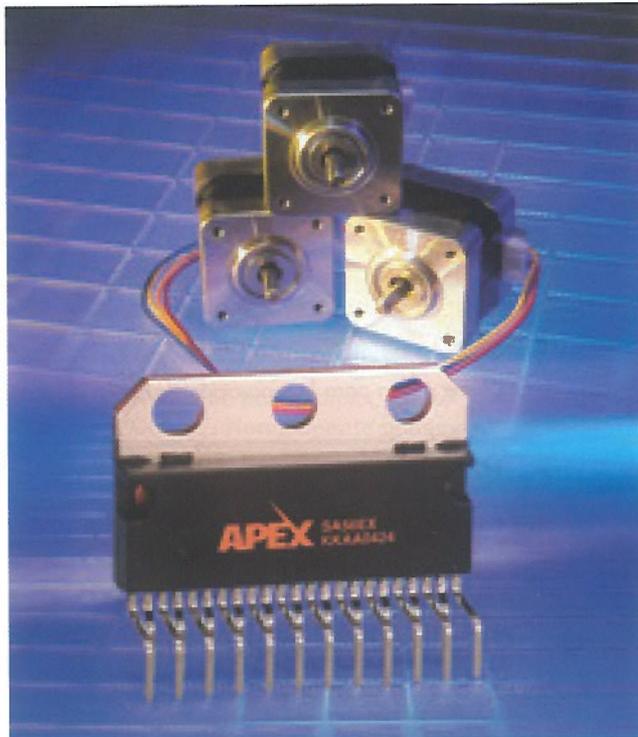
Además, su temperatura operativa de -40 a +80 °C, capacidad de inmersión de agua, resistencia a la vibración (EIA

estándar FOTP-11) y a los hongos (ASTM G-21-70) hacen que el Fibrok 2600 sea ideal para cualquier aplicación en campo.

Amplificador PWM capaz de ofrecer 5A a 60V usando ocho entradas analógicas o digitales

Sagitrón, distribuidor para España de APEX Microtechnology, presenta el SA56, un amplificador monolítico, por modulación de ancho de pulso de 5A 60 voltios. El **SA56** maneja mayor potencia para actuar sobre un amplio rango de motores de continua y motores paso a paso de hasta de 1/3-HP, mientras el uso de la tecnología PWM proporciona una potencia entregada muy eficiente que minimiza las pérdidas térmicas. Con este simple dispositivo los diseñadores pueden integrar sofisticados controles de movimiento en sus diseños sin ser expertos en diseños de potencia o analógicos.

El **SA56** entrega potencias en un rango desde 250W hasta 500W, esto representa un incremento del 50% comparado con otros amplificadores PWM. Otra ventaja es la disponibilidad de seleccionar entre entrada analógica o digital. El **SA56** es compatible con entradas de tipo TTL y CMOS para el control digital de un motor. Para sistemas analógicos un



comparador y un oscilador PWM convierten las señales analógicas para dar la dirección y la magnitud.

La eficiencia de la modulación por ancho de pulso del **SA56** hace que se pueda ahorrar tamaño, peso y costes en el

diseño. El uso de tecnologías de conmutación minimiza la disipación, como resultado se elimina la necesidad de usar un gran disipador externo, esto también significa que el motor y el sistema operaran en un entorno menos caluroso

incrementando la fiabilidad a largo plazo. El **SA56** también usa pequeños filtros debido a que trabaja conmutando a frecuencias altas de hasta de 100 KHz.

El diseño del **SA56** usa un proceso tecnológico que combina circuitos con tecnología bipolar y CMOS con dispositivos de potencia DMOS dentro de la única estructura monolítica del amplificador. El diseño de este circuito incorpora también circuitos de protección incluyendo protección contra cortocircuitos, monitorización de corriente de salida y limitación de corriente programable.

El **SA56** se suministra en un encapsulado de 23 pines donde el disipador del encapsulado esta conectado a -Vs proporcionando flexibilidad en el trazado de la tarjeta de circuito impreso y reduciendo el número de componentes externos, su uso más común es en aplicaciones aeroespaciales, médicas, militares, equipos de test, audio industrial, control industrial, control de motores, etc.

Alarmas de nueva ola mejoradas gracias a la Tecnología Mobitex de CML

Sagitrón, distribuidor de CML (Consumer Microcircuits Limited), ofrece, con su CI **CMX909B** y el nuevo CI módem **GMSK M2M** en miniatura de banda estrecha **CMX990**, un 100% de precisión gracias a su capacidad de operar la red del paquete de datos inalámbrica de **Mobitex**. Cuando

se combina con el módem de línea **CMX850**, el **CMX990** y el **CMX850** ofrecen una solución completa de ultra baja energía, la cual ya se usa en muchos diseños de última generación, para paneles de alarma de comunicación dual.

CNI, es una compañía que distribuye un dispositivo de

comunicación dual que incorpora los CIs de módem de CML, los cuales se pueden conectar a cualquier sistema de alarma de última generación. La unidad "LinkBox", caja de conexión, de CNI está conectada a la unidad de control maestro dentro de un sistema de seguridad y monitoriza los detectores;

remite señales de alarma y señales de monitorización de transportes desde y hacia el centro de operaciones centrales. La red de datos **Mobitex** es el principal canal de comunicaciones que se usa para garantizar transmisiones críticas, mientras que el módem de línea se usa como línea de seguridad.

El test de campo de la unidad "LinkBox", dio como resultado una actuación impecable de la red de datos **Mobitex** y de los CIs de módem de **CML**, proporcionando transmisiones de datos libres de errores 100% fiables. Además, **Mobitex** es inalámbrica, por lo que un ladrón no puede cortar los cables. Las aplicaciones se pueden aprovechar de la característica de trabajo en grupo cerrado de usuarios, CUG, en **Mobitex** para garantizar que las personas no autorizadas no sean capaces de acceder al sistema de seguridad.

CML está apostando por el nuevo estándar activamente, ayudando a los diseñadores a integrar sus módems de línea e inalámbricos en los

diseños URN (que cumplen la respuesta policial). Una gama de kits de CML está disponible para diseñar rápidamente. Estos nuevos kits permiten a los diseñadores completo acceso a todas las funciones del chip y a sus componentes externos.

Hay tres kits disponibles y diferenciados para el **CMX990**, basados en placas:

1. **EV9900** - El kit de evaluación universal del **CMX990**, esta placa permite probar operaciones generales de datos, viene completa con un interfaz paralelo para conectarse a un servidor externo. Tiene montados los componentes para uso en la banda de 800-900 MHz y con soporte para montar y realizar operaciones a 400 MHz.

2. **EV9902** - Una tarjeta de desarrollo de microcontroladores de Hyperstone con un firmware integrado, que se suministra con un **GUI** basado en **PC**, para permitir una fácil evaluación del **CMX990**, en aplicaciones de propósito general que no sean de **Mobitex**.

3. **DE9901** - Un kit de evaluación totalmente de **Mobitex** "plug and play" con un código de objetos AB con tecnología **Mobitex** integrado, lo que permite a la placa conectarse directamente a redes en el aire de **Mobitex**. El **CMX990** es un CI de datos inalámbricos que ahorra tiempo, espacio y componentes, usando una variedad de aplicaciones **M2M**, desde máquinas expendedoras hasta utilidades de

medida. Este innovador CI es un módem **GMSK** de paquetes de datos, "half-duplex", en un solo chip con transceptor de RF, que ofrece: un versátil módem de banda base, funciones de proceso de RF y frecuencia intermedia, FI, sintetizadores programables, funciones de programación de niveles de señal, de control, monitorización e interconexión de periféricos en el chip.

El **CMX990** ofrece un rango de datos de 4 a 16 kb/s con valores BT seleccionables de 0,3 o 0,5 para frecuencias de RF desde 400 MHz a 1 GHz. El **CMX990** es configurable tanto para esquemas de paquetes de datos como para esquemas de formato libre, es completamente compatible con **Mobitex** y se



La tienda **on-line**
que estabas esperando...

- Microcontroladores PIC
- Circuitos Integrados
- Semiconductores
- Optoelectrónica
- Transformadores
- Placas
- Baterías
- Memorias
- Reles
- etc...

www.electan.com

- Envíos por correo contra reembolso.
- Envíos por mensajería.
- Sin pedido mínimo.
- Envíos a toda España.

puede configurar para cumplir con los estándares **EN 300 113** y **FCC CFR 47 Part 90**, empleando una configuración de comando-tarea simple para proporcionar simplicidad y eficiencia al control y operatividad del modem. Las funciones de transferencia y de codificación de datos **FEC** y **CRC** están disponibles en el **CMX990**. La extracción de reloj Rx automática y la compensación/medición del nivel de señal permiten a la unidad operar en todas las condiciones de señal. Empleando entradas **VCO** exter-



nas, los dos sintetizadores programables en el chip, proporcionan todas las frecuencias necesarias para operaciones de datos inalámbricas. Se proporcionan DACs y

ADCs ubicados en el chip para controlar y monitorizar una amplia gama de funciones externas, incluyendo niveles de sistema y bucles **VCO**, con funciones dedicadas separadamente de las etapas de control del amplificador de potencia de RF y del TCXO externos. Trabajando a bajo voltaje, de 3V a 3,6V, en un encapsulado **VQFN** de 9x9mm con 64 contactos sin terminales, se garantiza un óptimo consumo por el ahorro del modo dinámico así como de las funcionalidades que no se usan.

STMicroelectronics amplía su catálogo de subsistemas de memoria Flash NOR con las primeras soluciones de 512 Mbit en tecnología de 90 nm

Permiten crear subsistemas de hasta 1 Gbit en combinaciones de encapsulado multi-chip con PSRAM o LPSDRAM en BGA. STMicroelectronics, uno de los principales proveedores de dispositivos Flash NOR y líder en tecnologías basadas en geometrías de proceso, anuncia nuevos subsistemas de memoria basados en Flash NOR para la última generación de teléfonos móviles. Estos subsistemas multi-chip combinan los nuevos dispositivos monolíticos Flash NOR de 256 y 512 Mbit de ST con Memoria de Acceso Aleatorio Seudo-Estática (PSRAM) o Memoria de Acceso Aleatorio

Dinámica Síncrona de Baja Potencia (LPSDRAM) en un mismo encapsulado. Desarrollados y fabricados en proceso de 90 nm state-of-the-art de ST, los nuevos subsistemas de memoria Flash NOR ofrecen una ejecución de código más rápida y reducción de costes para aplicaciones handheld 3G. Los subsistemas de memoria, que se encuentran disponibles en encapsulados multi-chip (MCP), se presentan en diversas combinaciones, incluyendo: 512 Mbit de Flash y 64 Mbit de PSRAM (M36POR9060); 512 Mbit de Flash y 128 Mbit de PSRAM (M36POR9070) y 512 Mbit de Flash y 128 Mbit

de LPSDRAM (M39POR9070). Las versiones triple-stack con hasta 1 Gbit de Flash y encapsulados multi-chip basadas en Flash NOR de 256 Mbit completan la oferta. Las nuevas memorias Flash NOR de ST soportan velocidades de lectura de hasta 133 MHz, el doble que los dispositivos encontrados en el mercado. Además, las prestaciones de programa de hasta 0.5 MB / s triplican el rendimiento de las soluciones Flash NOR existentes. Estos dispositivos Flash de ST se benefician de la combinación de litografía 90 nm con tecnologías avanzadas de memoria, tales como

Flash de celda multi-nivel (MLC), y la arquitectura de múltiples bancos, respondiendo a los requerimientos de elevada densidad, pequeño tamaño, reducido consumo de potencia y alta flexibilidad en microteléfonos multimedia 3G. El soporte de software, para integrar capacidades de gestión de datos y ficheros en las plataformas de los clientes, completa la oferta de subsistemas de memoria de ST y permite reducir el tiempo de llegada al mercado. Todos los nuevos dispositivos se presentan en una amplia gama de encapsulados BGA (ZAC y ZAD).

Kontron desarrolla una tarjeta portadora AdvancedTCA para módulos AdvancedMC

Kontron, compañía líder en tecnología informática embebida, ha introducido el AT8400, una de las primeras tarjetas portadoras AdvancedTCA disponibles comercialmente que soporta hasta cuatro módulos Advan-

cedMC full-height y hot-swappable. Las bahías AdvancedMC se pueden poblar con una amplia variedad de módulos reemplazables en campo, tales como Processor-AMC, Storage-AMC e I/O-AMC de

telecomunicaciones específicas. Con esta flexibilidad, la tarjeta AT8400 simplifica y amplía las opciones de diseño disponibles para fabricantes de equipos de telecomunicaciones y red que tienen previsto desarro-

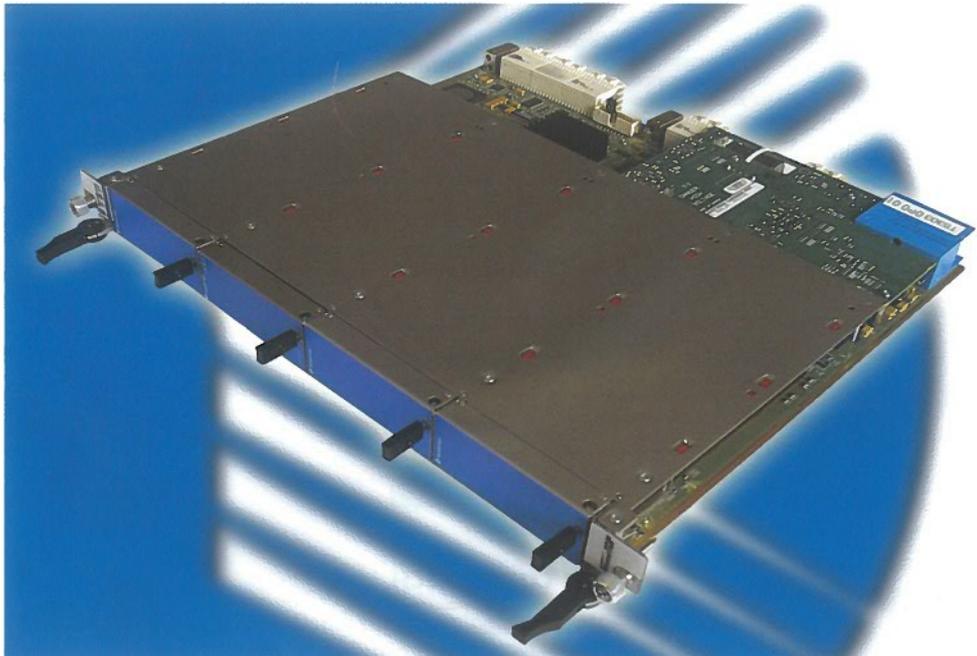
llar sistemas con plataformas de comunicaciones modulares abiertas. "En el mercado competitivo de telecomunicaciones y comunicaciones de datos, la versatilidad y la capacidad de actualización de sistemas

y servicios son extremadamente importantes para operadores y proveedores de servicios", comenta Benoit Robert, Director Ejecutivo de Desarrollo de Producto de Kontron. "Para estas compañías es vital poder reaccionar rápidamente a los nuevos cambios del mercado, y la tarjeta AT8400 para AdvancedMC desarrolla una versatilidad jamás lograda en sistemas carrier-class. Esto es lo más destacado de las múltiples ventajas que ofrecen los módulos AdvancedMC, que contribuyen a reducir los gastos operativos (OpEx) e integrar mayor rendimiento y funcionalidad en menores dimensiones, siendo las unidades reemplazables más pequeñas del mercado".

La tarjeta AdvancedTCA AT8400 en un vistazo

Con el objetivo de ofrecer soporte para un amplio rango de configuraciones de módulo AdvancedMC reemplazables sin parar la carga, el modelo AT8400 se caracteriza por PCI-Express y una infraestructura de conmutación Gigabit Ethernet, un controlador SAS para soportar AdvancedMC de almacenamiento, así como un interface base redundante, un interface de tejido redundante dual y reloj de telecomunicaciones para cada slot.

Totalmente hot-swappable, la tarjeta AT-8400 es ideal para configuraciones en estrella



El modelo Kontron AT8400 es uno de los bloques de construcción modular abierta más potentes y versátiles del mercado, e incrementa el número de opciones de diseño para fabricantes de equipos de telecomunicaciones y redes.

dual y full-mesh en sistemas de 14 y 16 slot, y puede ser gestionada vía SNMP, TELNET, CLI (in-band o out-of-band) a través de 10/100 Base-T Ethernet o RS232. Con soporte IPMI 1.5, el modelo AT-8400 también destaca por un microcontrolador como un Firmware Update Manager (FWUM) adicional para actualizaciones de campo, rollbacks y funciones watchdog.

Amplio abanico de posibilidades de aplicación

Los fabricantes de equipos de telecomunicaciones y redes que diseñan varios elementos de

red inalámbrica o cableada ahora pueden elegir diversas configuraciones de bloques de construcción Kontron AdvancedTCA y AdvancedMC, totalmente integrados en una solución modular abierta, tales como un AMC de procesador, un AMC de almacenamiento, un AMC DSP y un I/O AMC; cuatro AMC de procesador; dos AMC de procesador y dos AMC de almacenamiento; un AMC de procesador y tres AMC de almacenamiento; o tres I/O AMC y un AMC de almacenamiento.

Para proveedores de servicio, existen numerosas ventajas para desplegar servi-

cios en soluciones de comunicaciones de estándar abierto usando los bloques de construcción AdvancedTCA y AdvancedMC de Kontron. Tales beneficios incluyen mejoras de flexibilidad y escalabilidad de redes para "swap-in – swap out" nuevos servicios sin periodos de inactividad ni gastos de actualizaciones. Además, los operadores de red pueden reducir dramáticamente los costes operativos (OpEx) y responder a los requerimientos de "estado real", facilitando el mantenimiento y la coordinación de inventarios.

Primer pirodetector digital del mercado

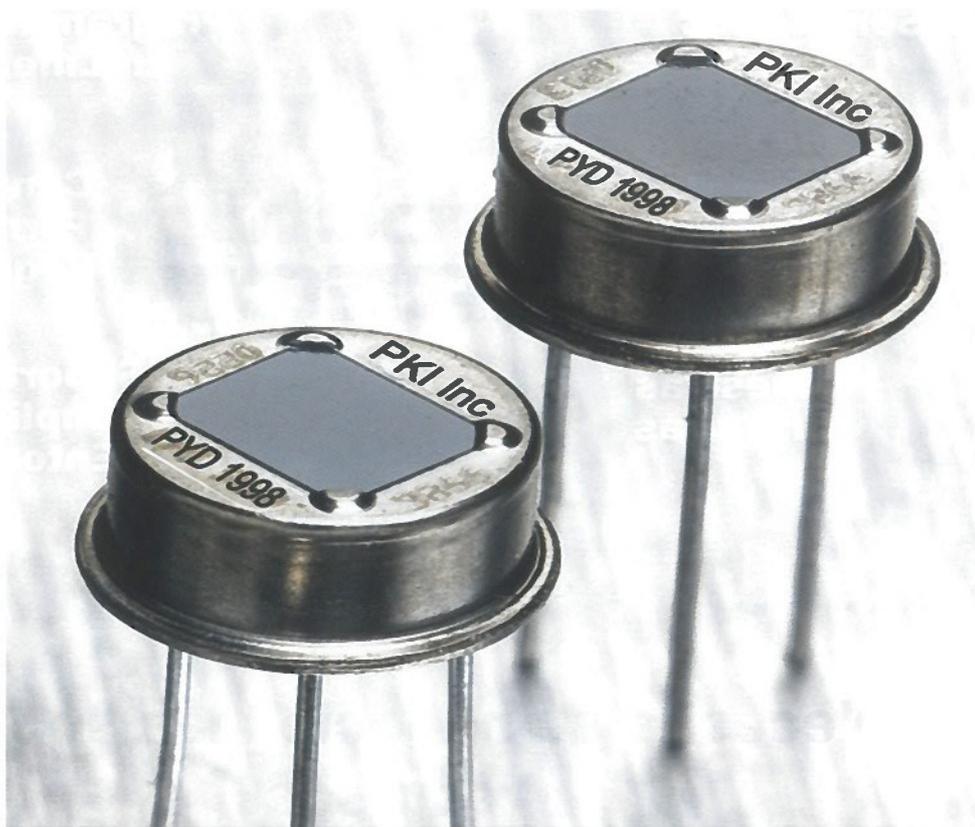
PerkinElmer Optoelectronics, empresa representada en España por **Lober, S.A.**, anuncia el DigiPyro™ PYD 1998, el primer pirodetector digital del mundo para aplicaciones domésticas e

industriales de detección de movimiento. Este nuevo DigiPyro mejora la inmunidad EMI y reduce las dimensiones y los costes de sistema. El detector de infrarrojos piroeléctrico digital PYD 1998

combina una configuración de elemento dual cerámico con un convertidor A/D integrado. Un reloj interno y una unidad de control permiten que el pirodetector DigiPyro "establezca" un diálogo con

cualquier microprocesador externo sin la necesidad de componentes adicionales. La migración de una tecnología analógica a digital permite que el DigiPyro desarrolle múltiples ventajas, incluyendo aho-

rro de espacio al requerir menos componentes y mejora de la inmunidad EMI. Las pruebas realizadas indican que el PSRR se ha mejorado en 30 dB en comparación con la tecnología analógica tradicional. Este pirodetector con salida digital también se caracteriza por acoplamiento directo de señales de detector a un μP (simplificando el proceso de señal digital inteligente), amplio rango de frecuencia, respuesta rápida (gestión fácil de paso de banda) y corrección automática "out-of-range". Con todas estas propiedades, el PYD 1998, que se encuentra disponible en un encapsulado metálico TO-5 compatible con la normativa RoHS, se convierte en la solución ideal para detección de movimiento y alarmas de intrusión. Para comprobar y evaluar el nuevo DigiPyro, PerkinElmer Optoelectronics también anuncia la disponibilidad de un kit de aplicación.



El detector de infrarrojos PYD 1998, es el primer pirodetector para aplicaciones domésticas e industriales.

Nueva fuente de alimentación front end

Lambda ha presentado una nueva versión de su fuente de alimentación front-end FSP1000 con un voltaje de salida nominal de 32 V, ajustable de 28.8 a 38.4 V. Este modelo también destaca por una salida de potencia máxima de 992 W y la posibilidad de conectar hasta ocho unidades en paralelo. También se encuentra disponible un rack 1U para albergar hasta tres fuentes de alimentación front end FPS1000. Cada unidad pesa dos kilogramos. La serie Lambda FPS1000 tiene una eficiencia del 87% a 200 VAC, lo que permite la disipación de menos calor en el sistema. Cada unidad es capaz de ser reemplazable sin parar la carga y, por lo tanto, se convierte en una



Este modelo, que reduce el coste de propiedad, es la solución ideal para amplificadores de potencia RF y aplicaciones que demandan elevada fiabilidad.

solución ideal para aquellas aplicaciones que requieren redundancia N+1.

Con un conjunto completo de señales opto-aisladas (DC OK, Fallo AC, aviso de elevación

de temperatura, fallo general), el nuevo modelo facilita la monitorización del sistema.

Aceptando un amplio rango de entrada de 85 a 265 V, la nueva fuente de alimentación dota de protección de sobrevoltaje de 41.5 a 45.5 V y protección de sobrecor-

riente del 105 al 125 % (corriente constante). La unidad FSP1000 posee un rango de temperatura operativa se sitúa entre 0 y +70 °C y cumple con el estándar

de choque y vibración ETS 300 019.

El modelo FSP1000 reduce el coste de propiedad mediante una combinación de densidad de potencia, eficiencia,

N+1 y garantía de dos años. Además, está especialmente indicado para amplificadores de potencia RF, broadcast y aquellas aplicaciones que demanden elevada fiabilidad.

Pelco presenta nuevos productos de fibra óptica

Pelco se complace en anunciar la incorporación de nuevos productos de vídeo a su exitosa línea PelcoFiber, que ofrecen múltiples beneficios como ahorro de espacio, balance óptico de 28 dB y una mayor distancia de transmisión de hasta 46 km.

"En todos los nuevos productos, la mejora del balance óptico dota de una capacidad de adaptación superior en aplicaciones complicadas con fibra, mientras que el aumento de la distancia de transmisión permite incrementar la flexibilidad de uso, especialmente en el mercado de transporte", destaca Tracy Farrington, Product Manager de Pelco.

El FT8301A Miniature Fiber Transmitter es un transmisor de fibra en miniatura que ofrece la capacidad de transmitir un canal de vídeo compuesto sobre una fibra óptica. Diseñado específicamente para uso en aplicaciones con espacio limitado, como cubierta de cámara o domos de montaje fijo, el



La compañía aumenta la oferta de la línea PelcoFiber.

FT8301A también se puede utilizar como un dispositivo autónomo.

Un nuevo transmisor y receptor monocanal (FT8301A/FR8301A) ofrece la posibilidad de transmitir y recibir un canal de vídeo compuesto sobre un cable de fibra óptica, y dota de un balance excepcional de potencia

óptica de 28 dB y de una distancia de transmisión de hasta 46 km.

El receptor FR8302A es capaz de aceptar dos canales de vídeo compuesto sobre dos cables de fibra óptica y es compatible con todos los transmisores FT8301/FT8301A, lo que supone que cada uno de los

transmisores puede enviar un canal de vídeo independiente a cada receptor.

Con la introducción de estos nuevos productos, Pelco con su línea de productos PelcoFiber continúa respondiendo a la demanda creciente del mercado con la mejor calidad de transmisión disponible sobre grandes distancias.

MCU Flash de Alta Velocidad con Triple Adc y Temporizador

Gracias a sus prestaciones y características, reduce el coste de control de motores Renesas Technology Europe anuncia dos nuevos microcontroladores Flash de elevada velocidad para control de motores, calentamiento por inducción y otras aplicaciones industriales y de consumo que requieren un rendimiento 100 Dhrystone MIPS y un excelente comportamiento en tiempo real. El SH7146F y el SH7149F también poseen una fuente temporizadora y triple ADC que permiten el control de dos motores desde un solo dispositivo. Esto hace posible una

reducción de costes en comparación con sistemas de un solo microcontrolador por motor. Joachim Hüpper, Responsable de Marketing de la División de Consumo / Industrial de Renesas Technology Europe, comenta que "con 256 KByte de memoria Flash

zero-wait, estos dispositivos se dirigen al campo de los microcontroladores embebidos high end y ofrecen nuevos niveles de rendimiento y respuesta en tiempo real mas económicos. Los nuevos dispositivos también destacan por tener triple convertidor AD para dar el rendimiento

de los microcontroladores embebidos high end y ofrecen nuevos niveles de rendimiento y respuesta en tiempo real mas económicos. Los nuevos dispositivos también destacan por tener triple convertidor AD para dar el rendimiento

que necesita un control de motor avanzado, de alta velocidad, cuando dos convertidores AD no son suficientes”.

Los modelos SH7146F y SH7149F han sido realizados usando Flash MONOS (Metal Oxide Nitride Oxide Silicon) de Renesas Technology, la tecnología Flash embebida más rápida de la industria con tiempos de acceso real de 12.5 ns. El núcleo central logra tamaños de celda más pequeños, consiguiendo rápido acceso de lectura a menor coste.

Ambos dispositivos tienen dos unidades temporizadas avanzadas denominadas MTU2 y MTU2S. El MTU2 posee seis canales de temporizadores de 16 bit que se pueden utilizar para tareas de propósitos generales y para controlar un motor trifásico simultáneamente. Por esto, el temporizador genera la modulación de ancho de pulso de seis fases requerida, tiene una entrada de parada de emergencia hardware, y feedback de codificador en cuadratura. El MTU2S es un subconjunto del MTU2 y se comporta como la parte que tiene la capacidad de controlar el motor. Por lo tanto, todos los microcontroladores SH con MTU2 y MTU2S



pueden controlar dos motores eléctricos.

Los SH7146F y el SH7149F disponen de 256 KByte de Flash MONOS, que consigue operación zero-wait en 5 V hasta 80 MHz. Los nuevos productos ofrecen 8K de RAM y un conjunto de periféricos compuesto por un Controlador de Transferencia de Datos (DTC) para movimiento de datos flexible y autónomo, tres puertos serie, un watchdog, un temporizador compare-match adicional y hasta 63 líneas IO.

El SH7146F se encuentra disponible en un encapsulado QFP de 80 pines, mientras

que el SH7149F se presenta en un QFP de 100 pines con opción de bus externo de 8 bit para conectar periféricos exteriores. Ambos encapsulados son compatibles con la normativa RoHS. Los dispositivos están soportados por el depurador on-chip E10A-USB Renesas y una tarjeta de evaluación.

Renesas Technology Corp es uno de los mayores proveedores de soluciones de sistemas semiconductores del mundo para los mercados móviles, automoción y PC/AV (audiovisual) y el número uno en microcontroladores. También es líder en IC de driver LCD, microcon-

troladores Smart Card (Tarjeta Inteligente), RF-IC, amplificadores de elevada potencia, IC de señal mixta, System-on-Chip (SoC), System-in-Package (SiP) y otros muchos. Fundada en 2003 como una joint venture entre Hitachi Ltd. (TSE:6501, NYSE:HIT) y Mitsubishi Electric Corporation (TSE:6503), Renesas Technology obtuvo unos ingresos de 1002.4 billones de yenes en el año fiscal 2004 (que acabó en marzo de 2005). Renesas Technology tiene su sede central en Tokio (Japón) y posee una red global de instalaciones de fabricación, diseño y ventas en más de veinte países con unos 26.000 empleados. Para obtener más información, visite: www.renesas.com

Segway Inc amplía su mercado con el nuevo programa de licencias tecnológicas

Segway® Smart Motion en 2007

Tras el éxito de los productos Segway® tecnológicamente innovadores, **Segway Inc.** anuncia sus planes para ofrecer licencias de su tecnología Segway Smart Motion a terceras compañías y, en algunos casos, cooperar en el desarrollo de productos con

otros fabricantes que utilicen esta tecnología.

WowWee Ltd., empresa matriz de WowWee Robotics, será la primera compañía en emplear tecnología Segway Smart Motion y lo hará en el P.E.A. BOT™, el próximo modelo de la serie Robosapien™, que se espera que llegue al mercado en 2007.

“Nuestra inversión en Investigación y Desarrollo ha permitido conseguir un amplio portfolio tecnológico que es aplicable a múltiples categorías de producto. Como hemos decidido utilizar la tecnología Segway Smart Motion para aumentar aún más nuestra oferta, trabajaremos con Segway para

maximizar el impacto de esta tecnología en el mercado”, afirma Richard Yanofsky, Presidente de WowWee Ltd. “Este programa de licencias tecnológicas extenderá el mercado global para Segway Smart Motion y pronto veremos que esta tecnología se convierte en el núcleo de otros muchos productos”.

La tecnología Segway Smart Motion ofrece control y movimiento inteligentes para una gran variedad de dispositivos y en el "corazón" de todos los productos que desarrolla Segway, incluyendo el Segway Human Transporter (HT), el Segway Robotic Mobility Platform (RPM) y el "Concepto Centauro", un vehículo eléctrico de cuatro ruedas. Esta tecnología integra los últimos avances en sensores, sistemas de propulsión eléctrica y software de control en una solución inteligente que crea una forma de movimiento completamente nueva. Una vez mejorado con Segway Smart Motion, un producto puede monitorizar su entorno, controlar con enorme precisión su movimiento y tomar las decisiones correctas acerca de cómo moverse.

"El éxito del Segway HT ha demostrado que la tecnología Segway Smart Motion no sólo ofrece una capacidad de maniobra y una libertad de movimiento sin precedentes, sino que también es fiable, segura y práctica", destaca Doug Field, Vicepresidente de Desarrollo de Producto de Segway Inc. "Nuestro equipo técnico ha desarrollado unos conocimientos exclusivos que integran ingeniería de controles, sistemas embebidos, sistemas de energía y tecnologías de sensor. Esta 'sabiduría' ahora se puede aplicar rápidamente en cualquier nueva aplicación o categoría de productos



arrollo de Producto de Segway Inc. "Nuestro equipo técnico ha desarrollado unos conocimientos exclusivos que integran ingeniería de controles, sistemas embebidos, sistemas de energía y tecnologías de sensor. Esta 'sabiduría' ahora se puede aplicar rápidamente en cualquier nueva aplicación o categoría de productos

mediante la adecuación de la tecnología Segway Smart Motion".

Acerca de WowWee
WowWee Ltd. es una compañía con sede en Hong Kong y oficinas en América del Norte que posee una amplia red de ventas y distribución en todo el mundo. La compañía es líder en la fabricación de electrónica y robótica de consumo

hi-tech y productos de ocio. Sus divisiones incluyen WowWee Robotics, WowWee Tech, WowWee RC y WowWee Alive. Para obtener más información y ver los últimos productos WowWee, tales como Roboraptor, RobosapienV2 y Robopet, visite www.wowwee.com.

STMicroelectronics lanza un decodificador AVC y VC-1 de segunda generación

STMicroelectronics, líder mundial en el suministro de IC para Set Top Boxes, anuncia el STB7109, el decodificador AVC y VC-1 de elevada definición de segunda generación de la compañía. Continuando el éxito obtenido por el modelo STB7100, el primer decodificador AVC y VC-1 monochip del mundo lanzado en enero de 2005, el STB7109 incluye todas sus características e incorpora mejoras en seguridad y conectividad, y

soporte para los nuevos formatos de DVD y estándares de seguridad. Beneficiándose de los ratios superiores de compresión ofrecidos por AVC y VC-1, el contenido de alta definición se puede codificar, emitir y distribuir en todo el hogar de una forma más eficiente que con material MPEG-2. Para ofrecer soporte, el STB7109 posee un interface Ethernet de elevada velocidad, convirtiéndose en el componente cen-

tral de una red doméstica en dispositivos como STB de cable, satélite, IP y terrestre, DVR, reproductores y grabadores de DVD, pasarelas y servidores de medios. Para dispositivos más sofisticados, el STB7109 incluye un interface de elevada velocidad para conectar dos dispositivos. Las opciones de conectividad adicionales son un interface SATA y un puerto host USB 2.0. Para proteger servicios y contenidos valiosos, el nuevo

decodificador AVC y VC-1 dispone de tecnología de seguridad de cuarta generación de ST que permite que los sistemas estén respaldados por cadenas de hardware. Esto permite que el STB7109 soporte Windows Media DRM 10 y los estándares Secure Video Processor (SVP), posibilitando el paso de datos digitales entre los dispositivos del hogar. Una conectividad segura se hace realidad a través de un interface HDMI y HDCP, que son

requeridos para conectar dispositivos a displays de alta definición.

El STB7109, que se presenta en un encapsulado PBGA de 35 x 35, cumple los requerimientos de HD-DVD y Blu-Ray, soportando todos los estándares de audio y vídeo requeridos y las tecnologías de protección de copia, permitiendo a los fabricantes realizar un diseño de hardware para ambos mercados.

El nuevo decodificador se presenta con una CPU ST40, que ofrece 400 Dhrystone 2.1 MIPS y es soportada por sistemas operativos como Microsoft Windows CE, Linux y OS21. ST también dota de drivers de software STAPI, así como herramientas de desarrollo y tarjetas de evaluación state-of-the-art.



Este nuevo dispositivo hace realidad el concepto de "hogar digital seguro".

PRÓXIMO NÚMERO PRÓXIMO MES EN ELEKTOR



Caja SPI

Muchos de los microcontroladores de hoy en día y los circuitos integrados de periféricos asociados disponen de una conexión SPI –Serial Peripheral Interface– para propósitos de programación y control. El SPI es relativamente sencillo de añadir y requiere poco hardware para excitarlo desde un PC. Normalmente se usa un puerto RS232 para este propósito, pero debemos admitir que tiene muchas desventajas. El programador que hemos pensado va a solucionar esos problemas, asegurándonos unos tiempos de programación cortos incluso si se usa un adaptador USB/Serie para tener un puerto RS232 en un PC o portátil.

La lavandería electrónica

Los microcontroladores se aplican masivamente en el mercado de consumo de equipos eléctricos. Grandes fabricantes gastan mucho tiempo y dinero en hardware y software de desarrollo para un producto específico. Eventualmente, las unidades tienen que producirse en masa, por millones, así que no pueden permitirse los errores de diseño y fallos. Nosotros visitamos a un fabricante de lavadoras como Miele, para ver su gran departamento de hardware y software.

Adaptadores de red al desnudo

De manera increíble, se ven versiones en modo conmutado del adaptador de red (o 'eliminador de batería') con equipos móviles como PDAs, teléfonos y reproductores MP3. Las versiones más nuevas no son tan voluminosas, tienen débiles transformadores de red y reguladores lineales. Tomaremos en cuenta algunas de esas nuevas consideraciones para examinar su construcción y operación. La experiencia así obtenida se pondrá en práctica con la construcción de un convertor DC-DC.



Motores Lineales y sus modernas aplicaciones

Dr. Thomas Scherer



Un motor lineal es aquel que simplemente produce un movimiento en línea recta en lugar de hacerlo en círculo. Ojcaremos la tecnología y sus aplicaciones, incluyendo ejemplos de 'motores lineales genuinos' y dispositivos relacionados.

Aunque las limitaciones de espacio no permiten una completa introducción a la teoría electromagnética en este artículo, deberíamos mencionar que hay sistemas de excitación lineal en los que la electricidad se convierte en movimiento lineal que no se consideran como genuinos 'motores lineales'. Estos se denominan actuadores dinámicos, y operan con un principio sencillo, usando un imán y una bobina, la cual se ha empleado en numerosas aplicaciones.

Un buen ejemplo de este tipo de excitador es el clásico altavoz dinámico. La Figura 1 es un esquema de este dispositivo. Su funcionamiento es sencillo y bien conocido: una bobina en un campo magnético experimenta una fuerza proporcional al flujo de corriente. Aparte de aplicaciones en producción de sonido, este principio se ha usado durante casi veinte años en el posicionamiento de mecanismos de cabezas para

lectura/escritura en discos duros. En cuanto la capacidad excede de 40 Mb, la anchura de pistas se reduce, necesiándose una cabeza más precisa para que la rotación del motor dé paso, como en el driver de una unidad de disquete. Bajo el control de sensores de posición, el mecanismo de la bobina de voz, como sabemos, alcanza previamente la posición de rastreo y, gracias a la alta fuerza disponible, busca rápidamente. En los actuadores de las herramientas de máquinas está empezando a usarse para sencillos y cortos movimientos lineales, sustituyendo sistemas neumáticos. En eso, las reglas de la bobina e imán son inversas: la bobina se fija y el imán o trozo de metal se mueve. Al contrario que los actuadores pseudo-lineales, en los que el movimiento lineal deriva en rotación de un motor eléctrico convencional usando un soporte y piñón o una correa, esas soluciones tienen la ventaja de ser más pequeñas y sencillas.

Más ventajas

Las amplias ventajas incluyen menos desgaste, alta potencia y consecuentemente facilidad de uso y fiabilidad. Debido a que los motores seudolineales son baratos de producir y pueden actuar a grandes distancias, tendrán sus aplicaciones en máquinas y herramientas.

Genuinos motores lineales

Un motor lineal genuino difiere de los rotatorios en que el estator (la jaula exterior dentro de la cual gira el rotor) tienen una salida chata. El rotor se vuelve un objeto que se mueve a lo largo de los raíles del estator o lo encierra en un estator uni-dimensional. Debido a que el movimiento de traslación en una dirección particular se produce sin el uso de mecanismos de soportes y piñón, esta clase de excitación a menudo se denomina 'excitación directa'. En eso estriba la ventaja del jefe: con muchas partes en movimiento hay mucho menos que llevar y soportar y prácticamente no interviene en el mecanismo. Esto nos lleva a una muy alta fiabilidad.

Es interesante observar que este principio se conoce desde hace 150 años, aunque el uso industrial sólo se ha extendido durante los últimos treinta años. Esto es porque la gran precisión en el posicionamiento de las máquinas herramientas, dentro del rango de los micrómetros, sólo ha podido alcanzarse usando sensores semiconductores diseñados especialmente y controladores electrónicos de motor de alta velocidad. La enorme potencia disponible (en la práctica pueden alcanzarse aceleraciones de 20 g y más,) hace de los motores lineales una buena elección, donde el movimiento rotacional no es necesario.

En teoría todos los principios empleados en motores eléctricos rotatorios, incluyendo los motores de paso y máquinas trifásicas, pueden aplicarse a motores lineales. Dependiendo de la aplicación, esos motores se pueden comprar fuera del rango de nuestro requerimiento según los niveles de potencia de salida, máximo desplazamiento y construcción física. Esto incluye variantes con bobinados estacionarios o móviles, con imanes permanentes o electromagnéticos, y diseños exóticos para aplicaciones especiales.

Cañón de fusil y catapultas

Algunos avances tecnológicos terminan con aplicaciones para fines destructivos, y los excitadores lineales electromagnéticos no son una excepción. La **Figura 2** muestra el esquema de un fusil como un dispositivo que, debido a su construcción, se conoce como un 'cañón de fusil'. Un proyectil conductor se desliza entre dos raíles de cobre y experimenta una gran aceleración cuando circula corriente. Durante la segunda guerra mundial Alemania intentó (sin éxito) construir misiles usando este principio elemental. Afortunadamente tales misiles no se han usado mucho, ni siquiera hoy, por las corrientes extremadamente altas (miles o millones de amperios) involucradas en las grandes fuerzas que los componentes de un misil llevan implícitos.

Usando un proyectil propulsado electro-magnéticamente, como una catapulta a gran escala, nos adentramos en el campo militar. En principio una catapulta sería un camino ideal para lanzar un avión a alta velocidad usando un motor a reacción. Este tipo de motores sólo empieza a funcionar cuando se excede una velocidad relativamente alta, bastante más que la velocidad del sonido. Experimentos actuales usan un prototipo de trabajo con un motor de cohete suplementario, o bien se transporta sobre raíles en un avión militar convencional a una gran altura y se suelta para que en la caída alcance la velocidad requerida para que el motor comience

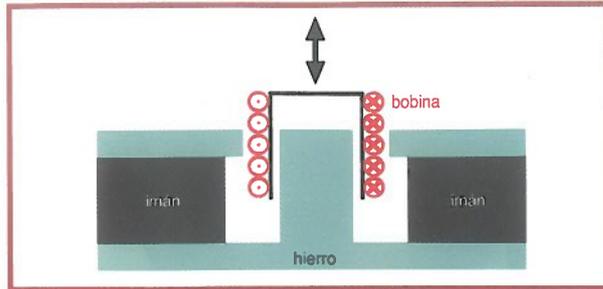


Figura 1. Principio del altavoz dinámico. Este tipo de excitación se usa en actuadores de aplicaciones industriales.

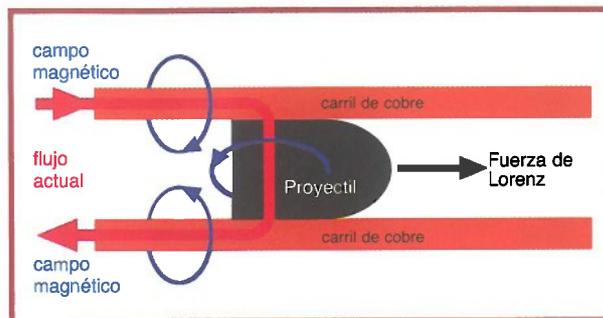


Figura 2. La 'excitación' en un fusil es muy sencilla. Todo lo que necesitamos son dos carriles soportes y un proyectil conductor.

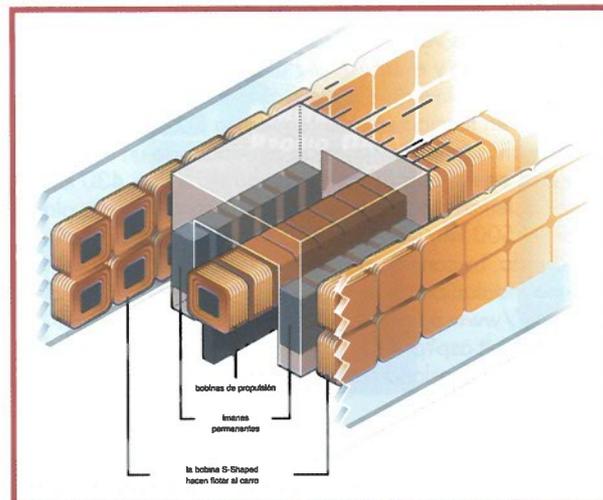


Figura 3. El motor lineal en una catapulta. Las bobinas de propulsión y guido permiten acelerar una silla de metal y mantenerla en su camino. (Fuente: Schwandt Infographics)

a funcionar. Con estos propulsores, capaces de alcanzar velocidades de hasta Mach 15, es técnicamente razonable usar una catapulta para acelerar varias veces la velocidad del sonido. Teóricamente es posible alcanzar esto usando motores lineales de alta potencia (**Figura 3**). La NASA ya ha producido modelos de estos motores a pequeña escala, por supuesto, bajo la tutela de los militares. Sin embargo, el sistema todavía es de ciencia-ficción, ya que las fuerzas no se pueden controlar de forma adecuada, es extremadamente caro y los humanos no son capaces de sobrevivir a las aceleraciones que se producirían si la catapulta (de al menos 10 km de longitud) se accionara. Las aplicaciones prácticas de motores lineales para el transporte de personas está tomando caminos diferentes.

El Transrapid

Los trenes de velocidad relativamente alta se pueden construir a partir de motores rotatorios convencionales y ruedas y raíles: los trenes bala Japoneses de Shinkansen, el ICE Alemán y el TGV Francés pueden alcanzar velocidades de más de 300 km/h. Para unas velocidades mayores son necesarios unos carriles especiales que deben colocarse para soportar la fricción. Una versión experimental del

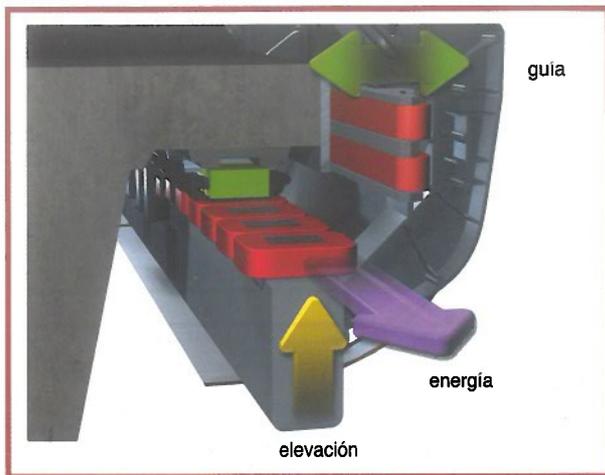


Figura 4. El sistema de propulsión y guiado del tren Transrapid en una vista cortada. (Fuente: Siemens AG).

TGV en 1990 alcanzó la increíble velocidad de 515,3 km/h, aunque a esas velocidades el sobrecalentamiento de cables y pantógrafos requeriría un mantenimiento diario. Las vías férreas de levitación magnética no experimentan ningún tipo de desgaste debido a la fricción y es natural propulsar un tren levitado magnéticamente usando un motor lineal. Las versiones prácticas de esta idea son el JR-Maglev japonés y el Transrapid alemán. Décadas de investigación se han invertido en ambos sistemas. El Transrapid ha estado en funcionamiento regular en Shanghai durante casi dos años y ha transportado alrededor de un millón de pasajeros en sus casi 30 km de recorrido a casi 430 km/h. Ambos sistemas están diseñados para uso práctico a alrededor de 500 km/h y en principio podría incluso funcionar más rápido. La consideración se está teniendo en cuenta con una instalación de una vía de Transrapid en Holanda (ver <http://www.magneetzweefbaan.nl/magneetzweefbaan/Default.asp?p=17>); en Alemania hay sólo un prototipo de vía en Emsland en la baja Sajonia.

Tecnología de levitación

En el diseño del Transrapid la levitación y la propulsión están combinadas. La **Figura 4** muestra una sección en corte de la vía y sistema de levitación/propulsión del tren. En la parte izquierda y derecha de la vía hay platos de metal que actúan como guías electromagnéticas. Los electroimanes responsables para elevar el tren actúan en las laminaciones que forman el estator construido en la parte



Figura 5. Bajo la cubierta del sistema de propulsión y guiado del tren Transrapid. (Fuente: Siemens AG).

inferior de la vía, tanto a la izquierda como a la derecha. El hueco de aire, controlado electrónicamente desde la parte interior del tren es de unos 10 mm. Los bobinados responsables de la propulsión se incorporan en las laminaciones, y están hechos de un cable de aluminio aislado con una sección de unos 300 mm². Todo funciona de la misma forma que un motor síncrono de tres fases. Se induce un campo magnético de viaje en el bobinado de la vía. Si hay una corriente en los imanes del elevamiento, el tren se elevará. Desde que el tren entra en la vía, es prácticamente imposible que descarrile. La **Figura 5** muestra una vista de la construcción con la cubierta quitada. Cada tren o vagón es elevado de forma independiente y propulsado por la vía. No hay ninguna locomotora para tirar o empujar el tren. La velocidad del tren está directamente relacionada con la frecuencia de las corrientes alternas suministradas a los bobinados, mientras alcanzan los 300 Hz para una velocidad aproximada de 550 km/h en el caso del Transrapid.

Merece la pena preguntarse cómo se pueden mantener los 10 mm levitando a esas velocidades. El hueco se midió inductivamente miles de veces por segundo cada segmento del tren y las corrientes en la guía y los imanes de levitación correspondientemente regulados. Teniendo en cuenta la masa del vagón una frecuencia de control práctica es de unos 30 Hz. Para levantar un segmento del tren y guiarlo alrededor de una curva de vía requiere una potencia eléctrica de entre 55 y 110 kW, dependiendo de la carga. La energía necesaria llega desde una batería dimensionada adecuadamente, la cual es capaz de mantener la levitación durante aproximadamente una hora si se pierde la energía. Si la batería se descarga el tren se baja hacia el raíl. La batería se carga inductivamente desde armónicos del campo de propulsión magnética cuando el tren está viajando a más de 100 km/h. Un tren compuesto de tres segmentos requiere de una potencia de excitación de hasta 45 MVA para una velocidad de 500 km/h. Así que toda la vía no siempre está alimentada, sino que está dividida en muchas pequeñas secciones excitadas selectivamente por inversores colocados a lo largo de la vía. Los inversores se construyen usando semiconductores de potencia tales como tiristores GTO y IGBTs (transistores bipolares de puerta aislada) que operan a tensiones de más de 4.000 KV y corrientes de más de 1 KA. Las estaciones inversoras controlan tanto frecuencia como tensión, y reciben comandos desde una estación central de control para la vía. El Transrapid por lo tanto, no requiere un conductor en el tren.

El viajero moderno naturalmente será consciente de cómo operar su portátil correctamente o si los datos en la banda magnética de su tarjeta de crédito sobrevivirán cerca de los campos magnéticos de alta energía. Debido a que la separación de aire es relativamente pequeña - 10 mm- los campos magnéticos perdidos se mantienen al mínimo y el campo dentro del compartimento del pasajero es comparable en magnitud al campo magnético natural de la tierra. Las cosas son diferentes en el caso del sistema japonés de JP-Maglev donde el tren puede repeler el campo magnético. Esto exige un hueco mayor en la región de 10 cm, creando campos perdidos hasta mil veces mayores que el Transrapid.

Por supuesto, no podemos cubrir todos los detalles del sistema aquí. Se puede encontrar información en profundidad buscando en Internet usando las palabras clave 'linear motor', 'rail gun', 'scramjet', 'transrapid' y 'maglev'. Wikipedia también tiene una cantidad considerable de información útil.

(060374-1)

Placa de Prototipos para

Paul Goossens

VGA

Una salida VGA genuina que podemos utilizar para mostrar tanto texto como imágenes en una pantalla de un ordenador. Todo se ha realizado con unos pocos componentes estándar.

Ver página 24.

Ethernet

Nuestra conexión a Internet. El circuito integrado asociado proporciona el acoplamiento entre las partes analógica y digital.

Ver página 24.

USB

Esta interfaz USB hace que las comunicaciones con nuestro ordenador sean más rápidas y sencillas. Sólo utiliza cinco componentes, incluyendo el conector.

Ver página 24.

E/S Analógicas

Cuatro entradas analógicas y una salida analógica. Además de toda la "artillería" digital de esta placa, se hace totalmente indispensable una interfaz analógica. Estos puertos de E/S tienen una resolución de 8 bits, algo que es suficiente para la mayoría de las aplicaciones.

Ver página 24.

E/S Digitales

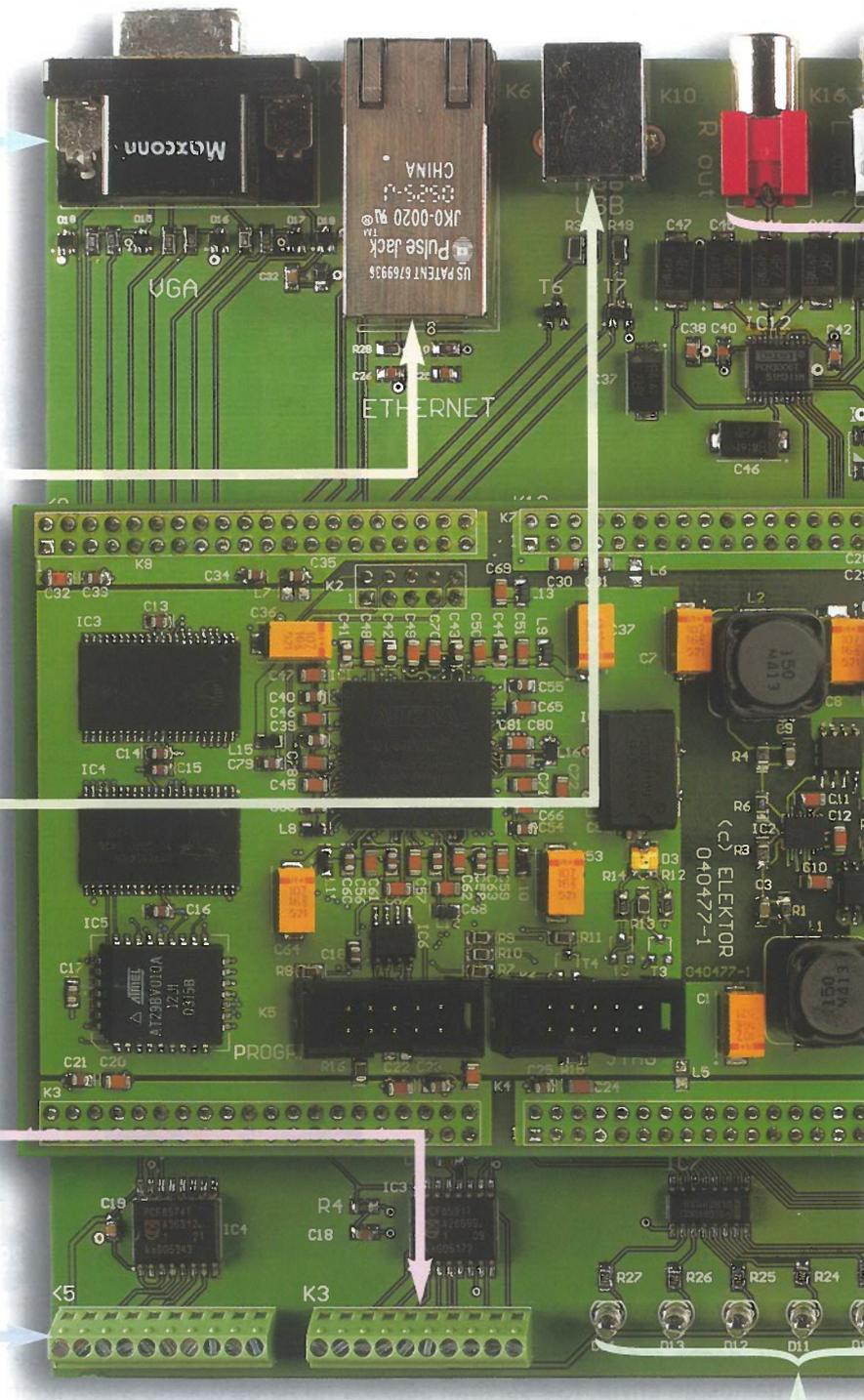
Esta interfaz nos permite realizar la conexión de nuestros circuitos a la placa de prototipos.

Ver página 24.

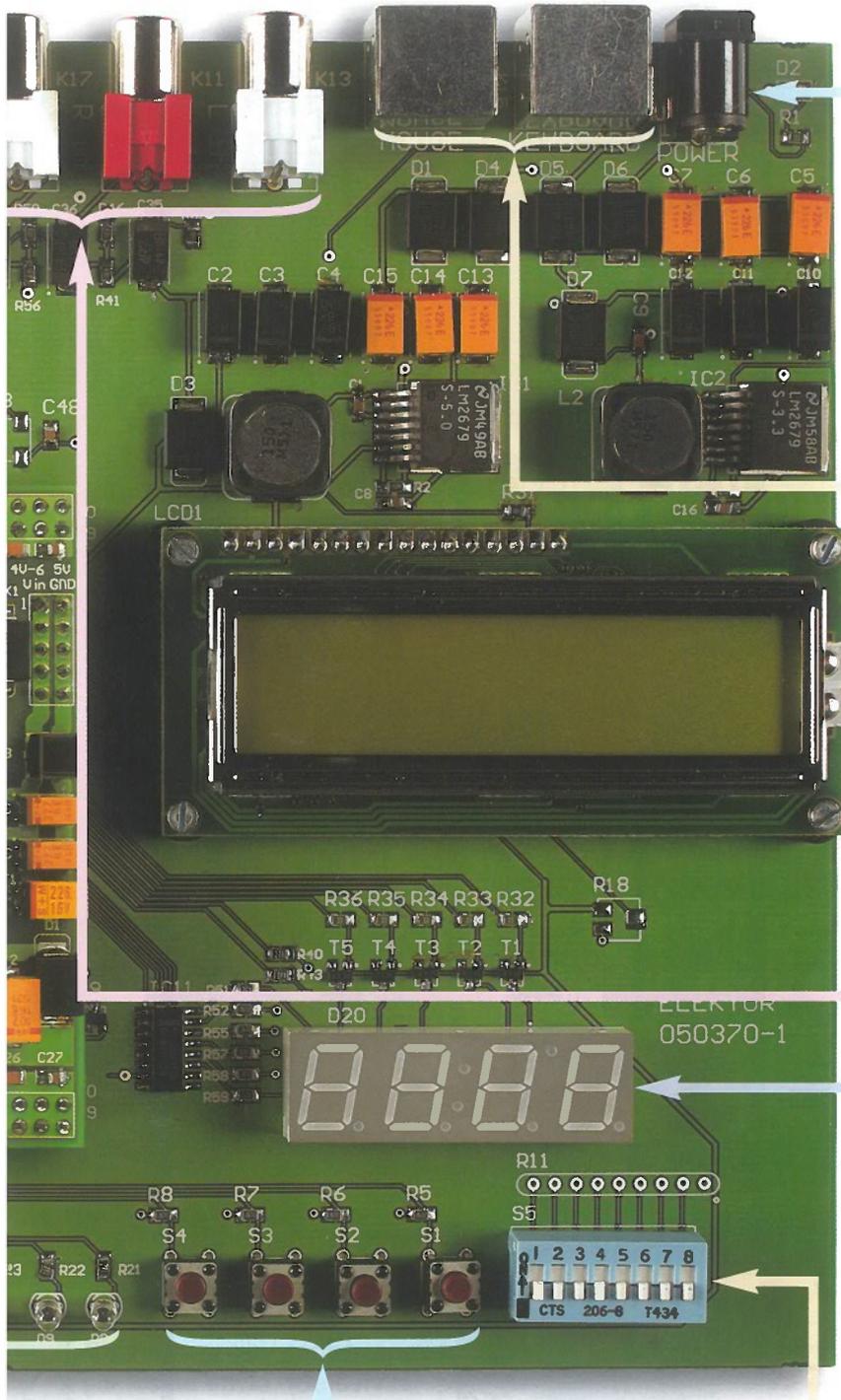
Diodos LEDs

Podemos usar los diodos LEDs para disponer de una indicación visible del estado de varios componentes.

Ver página 24.



a FPGA Las FPGAs llegan a la vida



Tensión de Alimentación

La fuente de alimentación es bastante tolerante. Siempre y cuando la tensión de entrada esté dentro de los márgenes de 6 y 20 V, el regulador se encargará de realizar el resto del trabajo. Incluso podemos despreocuparnos de la polaridad, el circuito de la fuente de alimentación no tiene problemas.

Ver página 25.

PS/2

Un puerto para un teclado de ordenador y un ratón.

Ver página 25.

LCD

Un módulo visualizador LCD de dos líneas con un máximo de dieciséis caracteres por línea. ¡Una parte esencial para toda placa de prototipos que se precie!

Ver página 24.

E/S de Audio

Con una salida y una entrada estéreas de dieciséis bits, esta placa de prototipos también puede alojar su propio mundo de audio.

Ver página 25.

Visualizadores

La manera ideal de mostrar números. También son muy útiles para mostrar la fecha y la hora.

Ver página 24.

Pulsadores

Además de los distintos tipos de entradas y salidas sofisticadas de esta placa, a menudo es deseable disponer de operaciones sencillas que usen pulsadores.

Ver página 24.

Conmutadores DIP

Utilizados para habilitar e inhabilitar opciones. Naturalmente, también pueden usarse como conmutadores independientes.

Ver página 25.

Esta placa para prototipos proporciona un entorno de conexionado para el módulo FPGA que permite que dicho módulo pueda hacer cosas interesantes. Esto da a nuestros lectores una oportunidad de descubrir las prestaciones de nuestro módulo FPGA por sí mismos. Naturalmente, nuestros lectores no tienen que realizar este viaje de descubrimiento totalmente solos, ya que, por supuesto, les guiaremos en ese camino con una serie de artículos futuros que irán llegando a estas páginas.

Hemos diseñado una placa prototipo que permite que una FPGA pueda usarse para una gran variedad de tareas. Como nuestros lectores podrán observar en la lista de características, en la cabecera de este artículo, esta placa para prototipos está equipada con una gran variedad de nuevos interfaces modernos. Para muchos de nuestros lectores, el diseño de un circuito que pueda ser implementado en su fase final sobre una FPGA, será toda una experiencia nueva. Por esta razón, vamos a comenzar una serie de artículos sobre programación de FPGAs en la entrega del siguiente mes. Dicha serie de artículos estará basada en la placa para prototipos que se describe aquí. Al igual que el módulo FPGA, esta placa de circuito se suministra de forma que ya está lista para su uso.

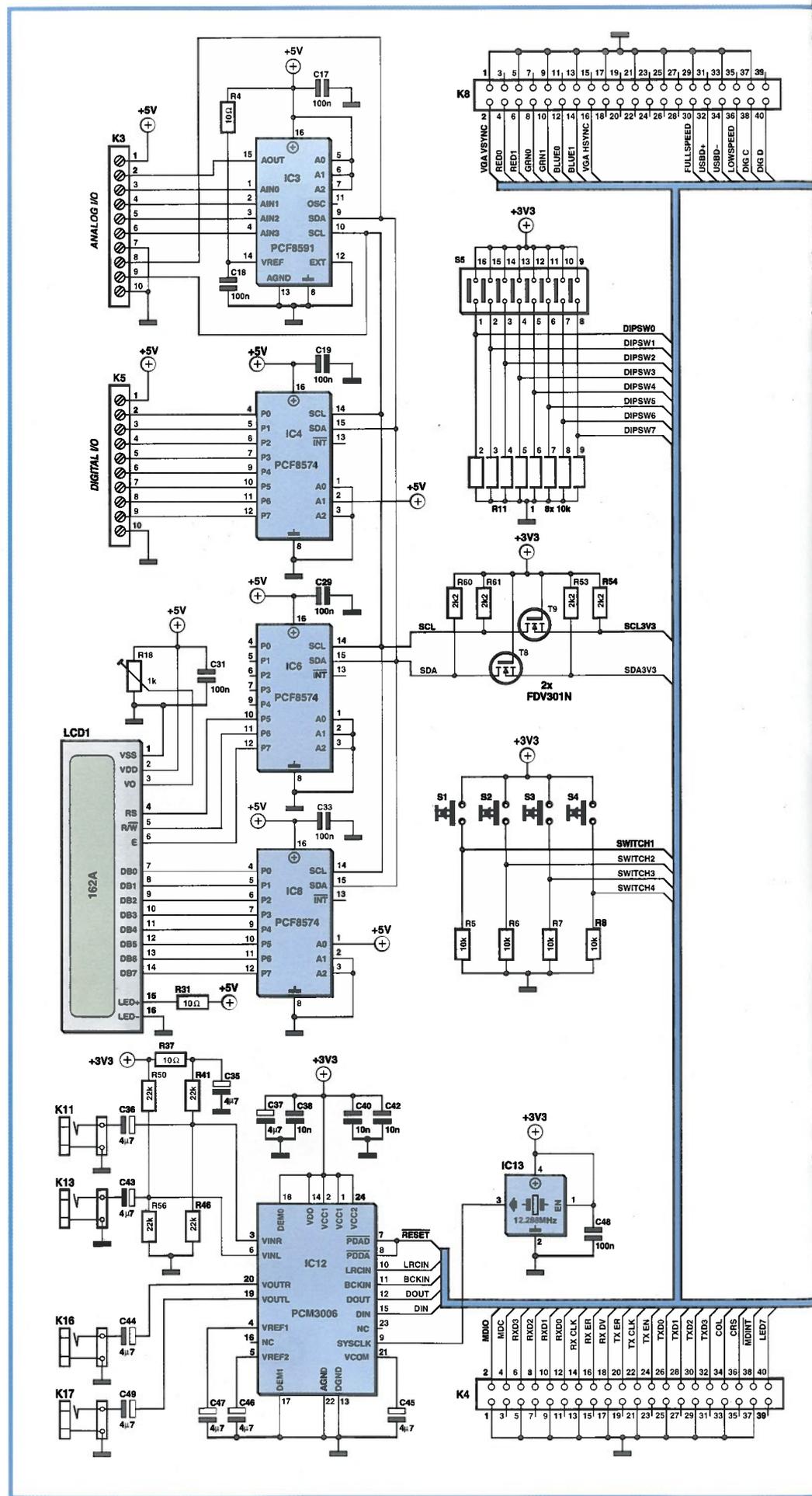
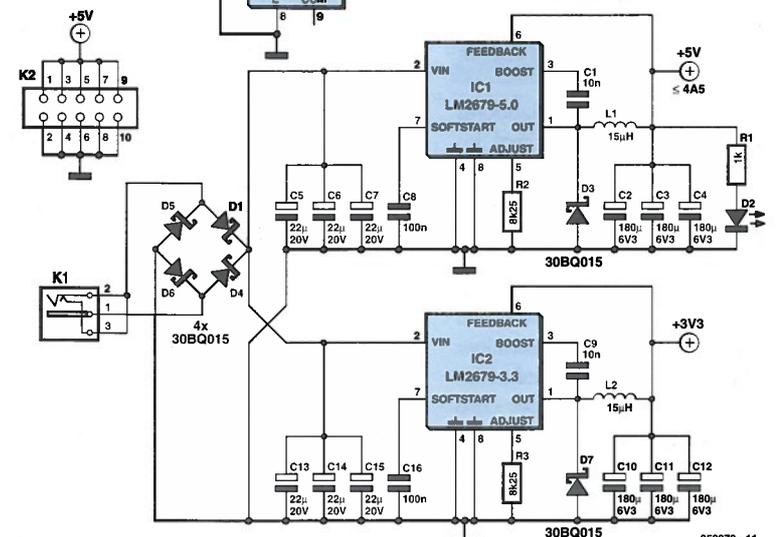
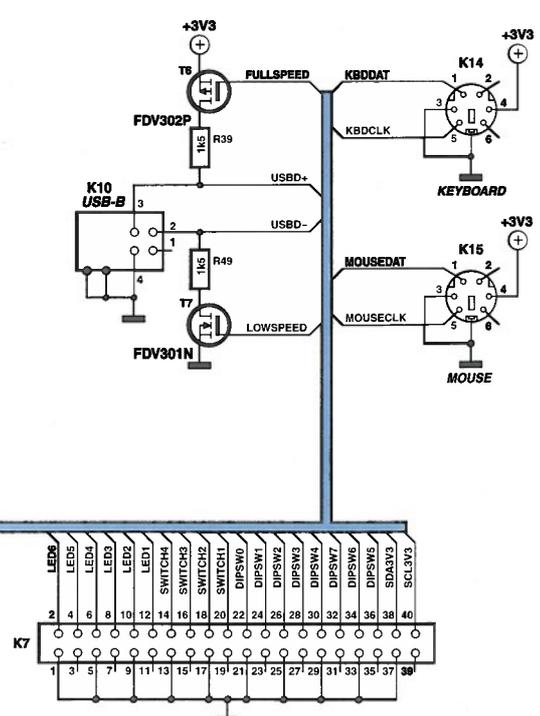
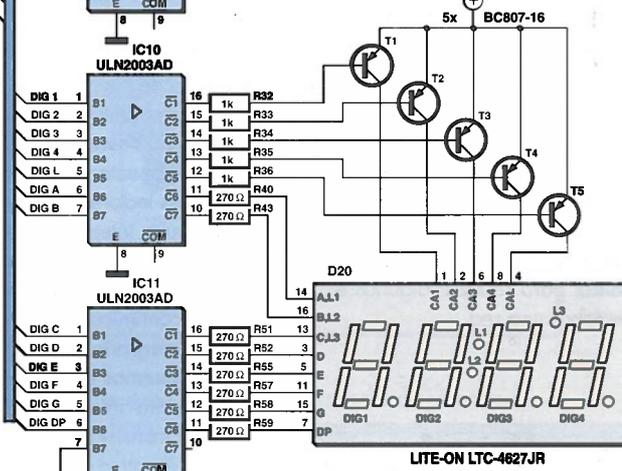
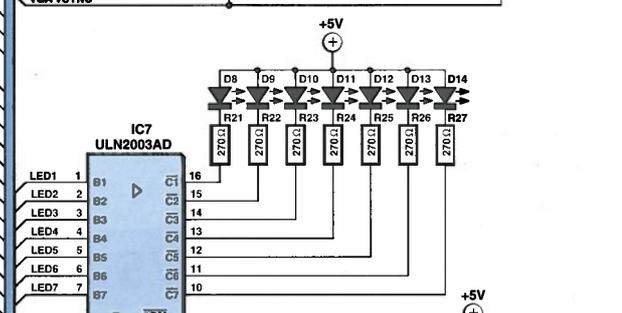
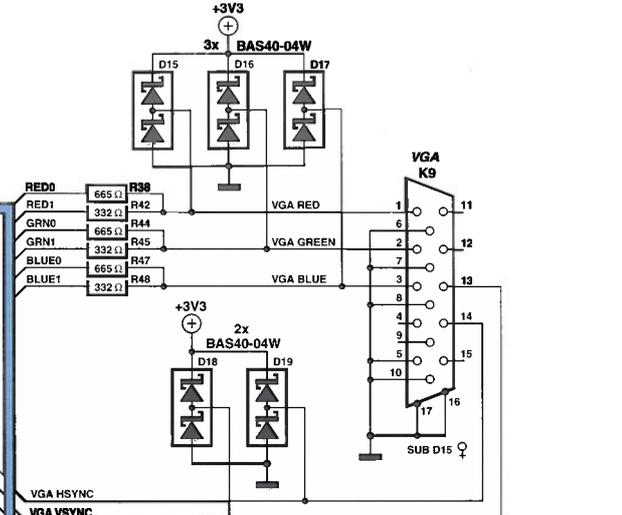
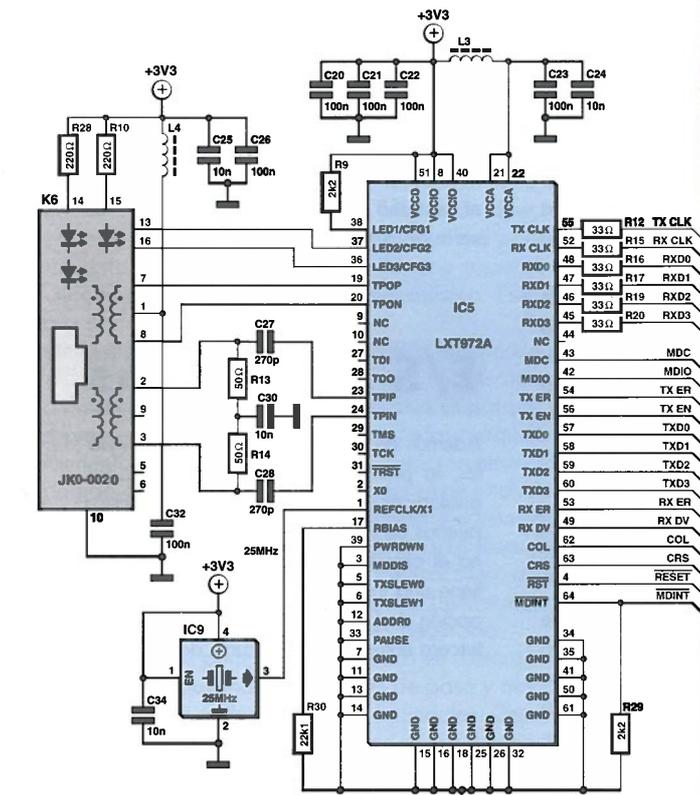
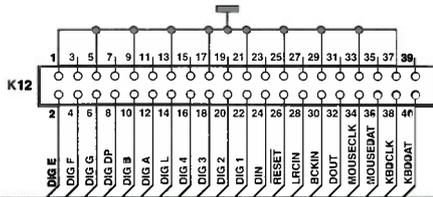


Figura 1. Esquema eléctrico de la placa de prototipos para la FPGA. La distribución de pistas y la implantación de componentes está disponible en formato PDF, totalmente gratis, en la página web de Elektor en www.elektor-electronics.co.uk



050370 - 11

VGA

Nuestra placa de prototipos dispone incluso de su propia salida VGA. La circuitería que realiza esta tarea podemos encontrarla alrededor del conector K9. Se han implementado tres convertidores D/A muy económicos utilizando tan sólo seis resistencias. Las señales de sincronización pueden permanecer en forma digital. Como con este tipo de señales pueden esperarse señales de reflexión, todas estas líneas están protegidas contra niveles excesivos por un conjunto de diodos Schottky rápidos (D15 a D19). La generación de la señal VGA es más sencilla de lo que parece. Después de leer la séptima entrega del curso, estamos seguros que nuestros lectores conocerán exactamente cómo se genera dicha señal.

Ethernet

La interfaz Ethernet está construida alrededor del circuito integrado IC5, el cual convierte señales analógicas en digitales y viceversa, de acuerdo con el estándar Ethernet. El control de esta interfaz es bastante complejo. En la novena entrega de esta serie de artículos utilizaremos esta interfaz para realizar algunos experimentos sobre una red.

Visualizadores de 7 Segmentos

La placa dispone de cuatro visualizadores de siete segmentos con punto decimal, los cuales están alojados todos juntos con tres diodos LEDs separados en un único encapsulado (D20). Este módulo visualizador dispone de varios terminales de ánodo común (cinco en total). Estos terminales pueden conectarse individualmente a una fuente de alimentación para determinar cuáles de las cinco áreas del visualizador deben estar iluminadas. En nuestro caso cuatro de los cinco terminales se usan para los cuatro visualizadores de siete segmentos y sus puntos decimales asociados. El quinto terminal proporciona corriente para los tres diodos LEDs independientes.

Los terminales de los ánodos pueden emplearse para controlar qué elementos de estas cinco áreas van a encenderse. Para controlar las señales hemos utilizado el mismo tipo de circuito integrado que para controlar las señales de los diodos LEDs. Se emplean varias de las salidas de los circuitos integrados IC10 e IC11 para llevar los ánodos a masa bajo control de la FPGA. También se usan cinco terminales para activar los transistores T1 a T5. De este modo, podemos utilizar las señales DIG1 a DIG4 y DIG L para controlar qué parte del visualizador está activa. El control de este visualizador es algo más difícil, ya que las distintas partes del mismo deben controlarse de manera rotativa. Mostraremos cómo hacer todo esto en la segunda entrega del curso sobre la FPGA.

E/S Digitales

Como es fácil de imaginar, la placa de prototipos puede emplearse como una unidad de control sobre algún elemento o para cualquier otra cosa. En dicha placa hay ocho líneas de E/S digitales que permiten conectar los distintos circuitos de nuestros lectores a la placa de prototipos. El circuito integrado que hemos seleccionado para este propósito (IC4) dispone de una interfaz I²C, que también se usa para comunicarse con cualquier otro circuito integrado de este tipo, proceso que describiremos rápidamente. El circuito integrado situado alrededor de los transistores T8 y T9 ya se ha utilizado en otros diseños de Elektor. Dicho circuito convierte las señales I²C de +3,3 V en señales I²C de +5 V. El bus I²C utiliza un protocolo de transmisión de datos serie. El modo en que dicho bus está implementado en la FPGA será descrito en la tercera entrega de este curso.

USB

Alrededor del conector K10 se ha implementado una interfaz USB estándar, que opcionalmente puede configurarse como un dispositivo USB rápido o un dispositivo USB lento. El ordenador reconoce un dispositivo USB rápido por el hecho de que la línea USB "D+" está conectada al polo positivo de la tensión de alimentación por medio de

una resistencia. Para un dispositivo USB lento, la línea "D-" de la interfaz USB se lleva a masa por medio de una resistencia. En la placa de prototipos puede seleccionarse cualquiera de estas dos opciones, según se desee, por medio de la FPGA, con tan sólo activar o desactivar los transistores FETs T6 y T7. Aquí de nuevo, las dos líneas de datos están conectadas directamente a la FPGA. Realizaremos algunos experimentos con el bus USB en la octava entrega de esta serie de artículos.

E/S Analógicas

Además de las opciones de las E/S digitales, la placa dispone de cuatro entradas analógicas y de una salida analógica. Estos puertos de E/S de ocho bits los proporciona el circuito integrado IC3, que también tiene una interfaz I²C. Por esta razón, esta opción de E/S también será descrita en la tercera entrega sobre el curso de FPGAs.

Diodos LEDs

Los diodos LEDs D8 a D14 pueden controlarse directamente desde el módulo de la FPGA, por medio de las señales LED1 a LED7. El circuito integrado IC7 generará las señales de control necesarias. En cuanto una de sus entradas esté a nivel lógico alto, la correspondiente salida se lleva a masa. Las corrientes a través de los diodos LEDs están limitadas por las resistencias R12 a R27. Este tipo de control es muy sencillo. En la quinta entrega de nuestro curso sobre la FPGA utilizaremos estos diodos LEDs para estudiar varias funciones digitales.

Pulsadores

Una de las opciones de entrada de la placa de prototipos se realiza en la forma de pulsadores. Esta función se realiza mediante los pulsadores S1 a S4. Las líneas de señal "SWITCH1" a "SWITCH4" se mantienen a nivel bajo por medio de las resistencias R5 a R8, cuando los pulsadores no se presionan. Si un pulsador se pre-

siona, la línea de la señal asociada se conecta a la tensión de alimentación. Las líneas de las señales "SWITCH1" a "SWITCH4" están conectadas directamente al módulo FPGA, justo como lo hacen las líneas de las señales de los diodos LED. Podemos utilizar estos pulsadores para controlar los estados de las cuatro entradas de señal que van hacia la FPGA. Estos cuatro pulsadores también pueden emplearse para sencillas funciones de entrada en la quinta entrega que haremos del curso sobre la FPGA.

Conmutadores DIP

El módulo de conmutadores S5 aloja un total de ocho pequeños conmutadores que están cableados de la misma manera que los pulsadores S1 a S4. Esto permite que el usuario controle ocho entradas de señal adicionales de la FPGA.

Una buena aplicación de este tipo de conmutadores es la de habilitar o inhabilitar diferentes opciones. En la segunda entrega del curso sobre la FPGA utilizaremos estos conmutadores DIP en varios ejemplos.

E/S de Audio

La circuitería alrededor del integrado IC12 forma un genuino puerto de entrada/salida exterior de dieciséis bits. La frecuencia de muestreo está configurada a 48 KHz por la velocidad de reloj del circuito integrado IC13.

Este circuito integrado se comunica con la FPGA a través de cinco líneas de señal que serán descritas con mucho más detalle en la cuarta entrega del curso sobre la FPGA. Naturalmente, en ese momento también se incluirán algunos ejemplos de una aplicación en la que dicho circuito integrado esté controlado por la FPGA.

LCD

El módulo LCD de dos líneas por dieciséis caracteres (LCD1 en el esquema eléctrico del circuito) está controlado por los circuitos integrados IC6 e IC8. Estos circuitos integrados funcionan bajo el mismo principio que los utilizados para las líneas de E/S digitales.

En la quinta entrega de este curso sobre la FPGA veremos el funcionamiento de dicho módulo con más detalle.

PS/2

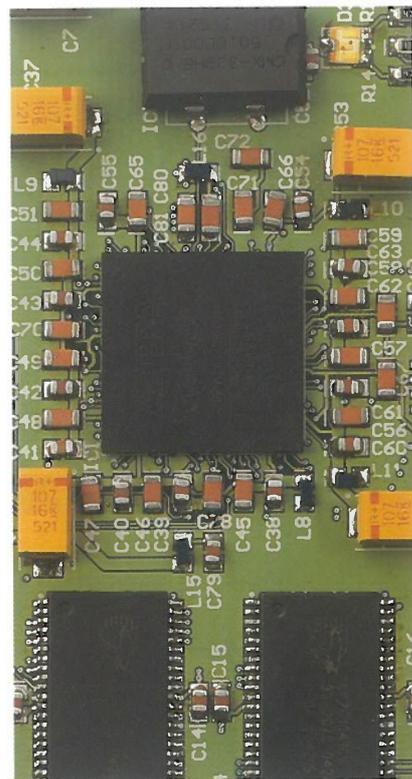
A través de los conectores K14 y K15 pueden conectarse un teclado y un ratón PS/2 a la placa de prototipos. Todas las señales de este bus están conectadas directamente a los terminales de E/S del módulo FPGA. Al igual que sucede con la mayoría de los otros puertos de E/S, la FPGA proporciona un control "inteligente" para estas señales. La FPGA puede procesar directamente incluso las señales de datos bidireccionales, sin la intervención de ningún circuito integrado externo. Esta comunicación utiliza un protocolo de transmisión serie especial que se examinará más detenidamente en la sexta entrega de este curso.

Power supply

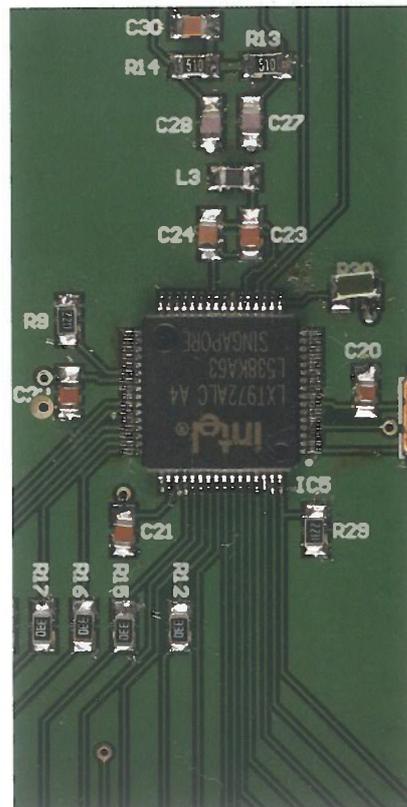
Todos los elementos que acabamos de describir están rodeados por las líneas de la fuente de alimentación. Ésta es la única parte del circuito que no está controlada por la FPGA.

Los circuitos integrados IC1 e IC2 son controladores de disminución de tensión. Cada uno de estos circuitos integrados forma un convertidor-reductor de tensión, en combinación con una bobina, un diodo y una serie de condensadores de almacenamiento. La ventaja de estos convertidores es que una alta tensión de entrada no hace que la fuente de alimentación tenga que disipar una gran cantidad de potencia en forma de calor, a diferencia de lo que sucede con una fuente de alimentación regulada que utilice un circuito integrado 7805 o similar.

La tensión de entrada sobre el conector K1 puede conectarse de cualquier manera. Los diodos D1 y D4 a D6 son responsables de ello, de manera que la polaridad de la tensión a la entrada de los circuitos integrados IC1 e IC2 siempre sea correcta. Los condensadores electrolíticos de la entrada aseguran que las corrientes rápidas de conmutación permanezcan en la placa, justo donde tienen que estar. Como resultado, la fuente de alimentación genera unas interferencias relativamente pequeñas. La FPGA se alimenta a través del conector K2.



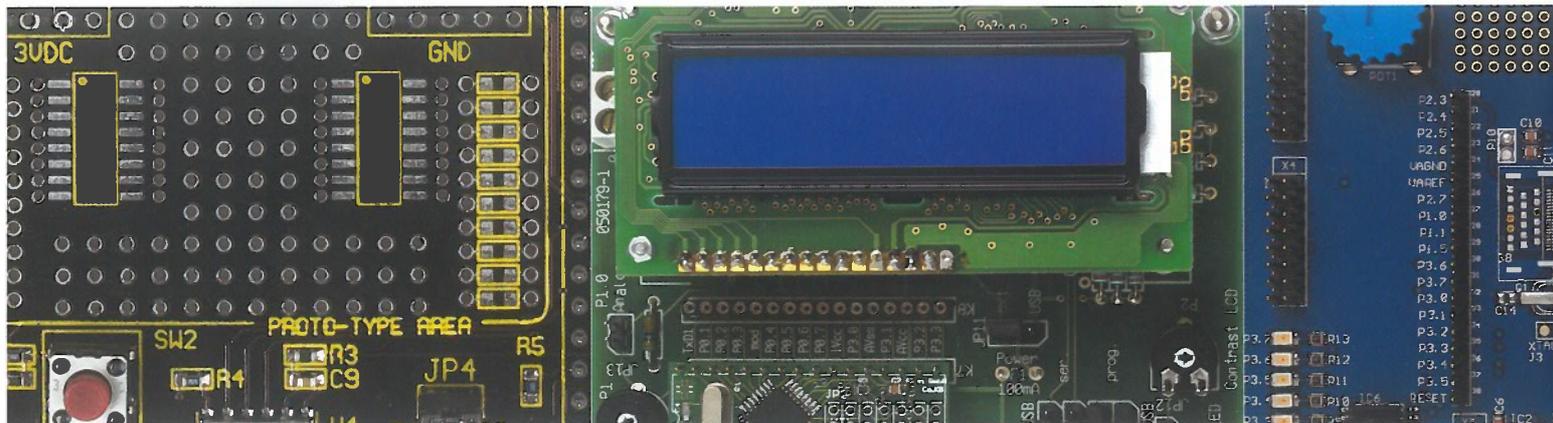
El "cerebro" de la Unidad FPGA versátil.



La interfaz Ethernet construida alrededor de IC5.

(060370)

Kits de Desar



En este número, que está dedicado a FPGAs y microcontroladores, no podíamos dejar de hablar de los kits de desarrollo. Nos centraremos en equipos interesantes y económicos, especialmente los que son adecuados para una buena disposición comercial, pero que pueden usar fácilmente los aficionados.

Los primeros pasos son siempre difíciles, lo cual también es cierto cuando trabajamos con FPGAs, microcontroladores y DSPs. Varios fabricantes de chips ofrecen los llamados 'kits de desarrollo' (también llamados algunas veces 'kits de inicio'), con objeto de que los desarrolladores comerciales se enteren fácilmente de sus nuevos productos, sin embargo, para un uso casero tampoco es un problema conseguirlos, ya que pueden pedirse al distribuidor apropiado para propósitos privados. La única cuestión es escoger el equipo con el que nos gustaría empezar, lo cual puede ser mucho más complicado de lo que parece a primera vista. En este artículo intentamos ofrecer una visión global de equipos interesantes y económicos, seleccionando algunos equipos de cada categoría y resumiendo los detalles más importantes en una tabla.

Opciones

Como ya mencionamos, antes de esforzarnos en nuestro desarrollo, tenemos que elegir las diferentes opciones que nos ofrecen los diferentes fabricantes. Es conveniente que se plantee no sólo lo que necesita ahora, sino también las posibles extensiones que puede desear añadir posteriormente. Implementar un pequeño diseño en una FPGA no es generalmente un problema, pero hacer fijo un gran diseño (por ejemplo, más puertas) puede ser más difícil. Eso es porque los kits de desarrollo a menudo están equipados con uno de los grandes miembros, si no el miembro mayor, de una familia. Para microcontroladores también es bueno tener en cuenta nuestros requerimientos futuros. Usando unas pocas entradas y salidas siempre es posible, pero querer usar más que el integrado suministrado es imposible. Incluso la elección entre una FPGA y un microcontrolador puede no ser tan obvia. Un microcontrolador es menos

complejo que una FPGA, pero una FPGA, en otras palabras, ofrece muchas más posibilidades.

Las placas de desarrollo tienen un número de entradas y salidas para comunicación con otros dispositivos (que puede controlar potencialmente). El puerto RS232 es una interface que nos resultará muy familiar. En muchos casos se usan conectores, así que se puede acceder de forma fácil a cada pin del integrado. Algunas placas tienen un número de ADCs y DACs y ocasionalmente también CAN, SPI e interfaces a un hilo. Para la programación, cada placa tiene su propio conector específico. Microchip utiliza una interface de programación llamada ICD, mientras que otros usan RS232, JTAG o alguna otra interface específica. Aquí se mantienen las mismas consideraciones: piense lo que podemos necesitar en una etapa posterior.

En la gran tabla tenemos que incluir un número de características críticas que nos facilitará la toma de una decisión final.

No obstante, proporcionaremos alguna guía de diseño para quien se inicie en el desarrollo para describir todas las características de los microcontroladores, DSPs y FPGAs.

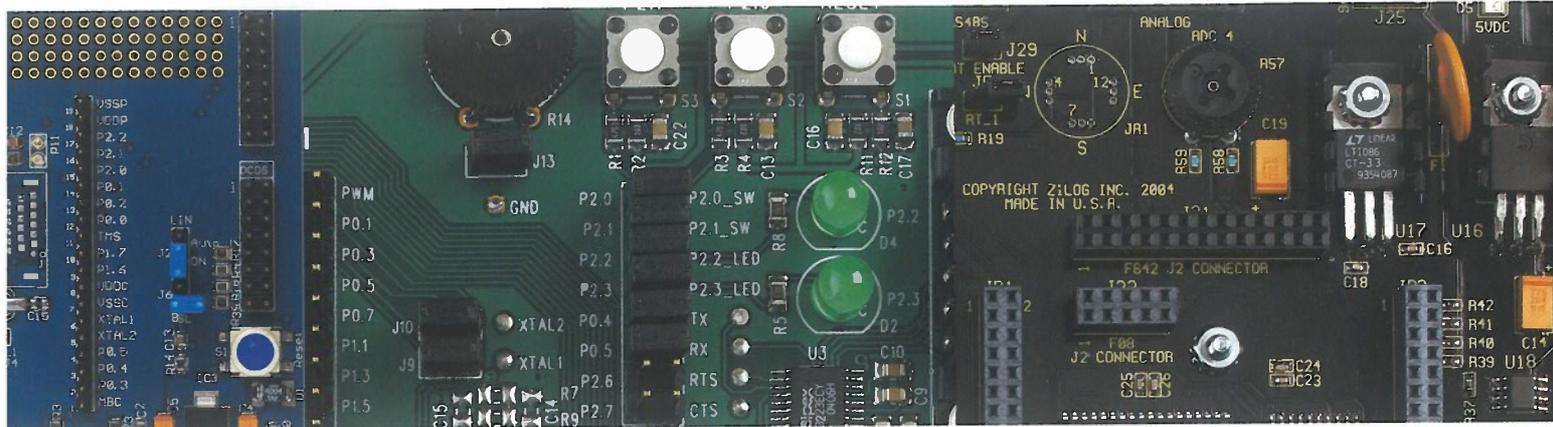
Microcontroladores

Un microcontrolador es esencialmente un ordenador en un chip (**Figura 1**). La unidad aritmética está integrada junto con toda la I/O y memoria en un integrado, así que no se necesitan chips adicionales (al contrario que un microprocesador que necesita chips adicionales).

Los microcontroladores se usan principalmente para el control de equipos electrónicos, tales como, por ejemplo, nuestro reciente horno SMD (ver revista de Elektor de Marzo 2006). La diferencia entre un controlador de 8 bits y 16 bits es principalmente la velocidad. Un controlador de 16 bits,

rollo

¿Qué hay disponible?, ¿dónde comenzamos?



comparado con un controlador de 8 bits con el mismo número de MIPS (Millón de Instrucciones Por Segundo), procesa el doble de datos.

La mayoría de las placas demo se han diseñado de tal forma que pueden funcionar por sí mismas. Eso significa que en la mayoría de los casos hay un microprocesador en la placa que corre un programa (demo). Además existe la posibilidad de simular la placa usando el software atado, incluso si el programa no es el 100 % correcto, usa el modo depuración para dar los últimos retoques. En la caja de texto podemos leer algunos consejos sobre la elección de un modelo particular de microcontrolador.

DSPs

DSP significa Digital Signal Processor, que es realmente una clase de microprocesador especializado. La diferencia significativa entre un microcontrolador y un DSP es que éste último se ha optimizado para operaciones mate-

máticas que son necesarias para procesamiento digital de señales. Por ejemplo, un DSP tiene una estructura de registro y mecanismos para realizar una FFT (Transformada Rápida de Fourier) –una operación matemática para analizar las frecuencias en una señal– tan rápidamente como sea posible y mover gran cantidad de bloques de datos de la forma más eficiente posible.

Estos días, el límite entre DSPs y microcontroladores está suponiendo un aumento considerable, por ejemplo las series PIC de Microchip. Los microcontroladores están provistos de una funcionalidad parcial del tipo del DSP (lo que significa ni más ni menos, que instrucciones adicionales).

FPGAs

Una FPGA (Field Programmable Gate Array) es, como su nombre indica, un 'campo' con puertas lógicas y conexiones internas programables (Figura 2). Es un milpiés real. Una FPGA se puede programar de tal forma que sea capaz

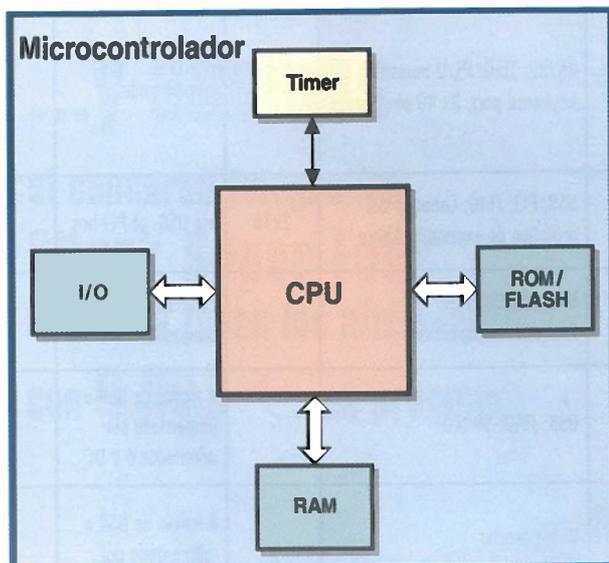


Figura 1. Diagrama de bloques típico de un microcontrolador.

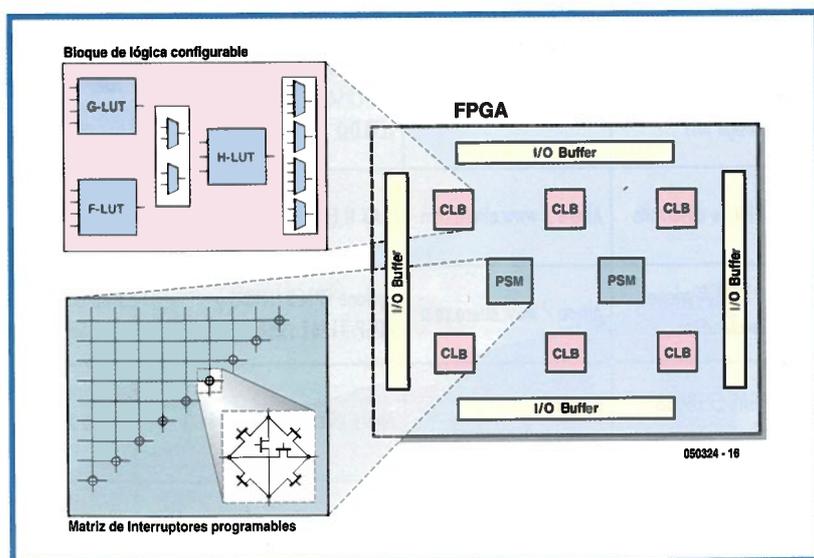


Figura 2. Arquitectura típica de un FPGA.

Microcontroladores	Fabricantes/ pág. Web	Tipo de IC suministrado	Interface de programación	I/O	LCD	Fuente de alimentación	R.R.P.
PICDEM 2 Plus	Microchip / www.microchip.com	PIC18F452 y PIC16F877	ICD	RS232	2x16	Adaptador estándar	108
PICDEM 4	Microchip / www.microchip.com	PIC12F1320 y PIC16F627A	ICD	RS232; PIC16LF72 I/O expander	2x16	Adaptador estándar de 9 V DC. Batería de 9 V	137
DS89C450-K00	Maxim/Dallas Semiconductor / www.maxim-ic.com	DS89C450	RS-232	2x RS232; 4x 8-bit I/O	-	Adaptador 6-9 V DC	115
Z8 Encore! XP 4K Series Kit de desarrollo	Zilog / www.zilog.com	Z8FOXXA (seleccionable)	USB o serie	conector para entrada ADC (hasta 8 canales),	-	Adaptador de alimentación 5V	63
Z8 Encore! MCU Kit de desarrollo	Zilog / www.zilog.com	Z8FXX (seleccionable)	USB o serie	RS232; IrDA, conector para entrada ADC (hasta 8 canales)	-	Adaptador de alimentación 5V	63
SK-XC866 Kit de inicio	Infineon / www.infineon.com	XC866	JTAG	RS232, CAN, LIN, JTAG; Conector para control de motores y placa SBC	-	Adaptador 8-18 V DC	180
eCOG1 Kit de desarrollo	Cyan Technology Ltd / www.cyantechology.com	eCOG1	Puerto paralelo	Fast Ethernet, parallel; debugger interface; 2x RS-232; I ² C, SPI, IrDA	2x16	Adaptador alimentado	360
AVR STK500	Atmel/ www.atmel.com	AT90S8515-8PC	RS232	2x RS-232; Pines de conexión para puertos I/O para AVR	-	Adaptador 10-15 V DC	162
R8C Kit de inicio	Elektor/Glyn / www.elektor-electronics.co.uk; www.glyn.com	Renesas R8C-13 R5F21134FP#U0	RS232	USB; 2x puerto serie; LCD conexión	-	A través de USB o adaptador	115
DSP's							
dsPICDEM 2	Microchip / www.microchip.com	dsPIC30F4011	ICD	RS232; CAN; conectores para todos los puertos I/O	2x16	Adaptador estándar	108
Explorer 16	Microchip / www.microchip.com	PIC24FJ128GA010 y dsPIC33F128GP710DSC	ICD, JTAG y PICkit 2	USB; RS232, JTAG; conectores para todos los puertos I/O; PICTail Plus	2x16	Adaptador estándar de 9-15 V DC	137
MAXQ2000-KIT	Maxim/Dallas semiconductor/ www.maxim-ic.com	MAXQ2000	JTAG	RS232, JTAG, 1-Wire interface; conectores para todos los puertos I/O	4 1/2	A través de interface JTAG, 5 V y adaptador 6-9 V DC	105
FPGA's							
High Volume Starter Kit Bundle (comprising Spartan-3 Starter Kit and CPLD Design Kit)	Xilinx/www.xilinx.com	XC3S200-4FT256C (FPGA), XC9572XL-10VQ44C y XC2C256-7TQ144 Coolrunner-II (CPLDs)	JTAG	RS232; JTAG; PS/2 mouse / keyboard port, 3x 40-pin header	-	suministrada	108
MAX II Kit de desarrollo	Altera / www.altera.com	MAX II EPM1270F256C5 (CPLD)	JTAG a través de ByteBlaster	USB; PCI; JTAG; Conector del prototipo de expansión Altera	2x16	via USB- of PCI-bus	188
ADDS-21261/Cyclone Kit de evaluación	Altera / www.altera.com	Cyclone EP1C3 (FPGA) y ADSP-21261 (SHARC DSP chip)	JTAG para FPGA, USB para SHARC	USB; RS232; JTAG; Conector de expansión	-	conexión para adaptador	252
EasyFPGA's EZ1 KUSB Kit de desarrollo	EasyFPGA / www.easyfpga.com	Altera ACEX EP1K50TC144-3	USB o JTAG	USB; JTAG; 58 I/Os	-	A través de USB o alimentado por adaptador 6 V DC	234
Morph-IC	Morph-IC / www.morph-ic.com	Altera ACEX EP1K10TC100-3	USB	USB; conector 2x20 pines	-	A través de USB o alimentado por adaptador 5 V DC	177

Dispositivos aceptados	Manual	Software	Requerido para programar	Varios elementos suministrados
3-, 28- & 40-pin PIC16XXXX PIC18XXXX	en CD	MPLAB IDE, MPASM, MPLAB C18	PRO MATE II, MPLAB PM3, PICS-TART PLUS or MPLAB ICD 2	Potenciómetro 5 K, sensor de temperatura TC74, zumbador piezoeléctrico
8-, 14-, & 18-pin PIC16XXXX y PIC18XXXX	en CD	MPLAB IDE	PRO MATE II, MPLAB PM3, PICS-TART PLUS or MPLAB ICD 2	NanoWatt technology/circuito supercondensador, cuatro potenciómetros de 5 k, espacio para transceptor LIN y driver de motor
ds89C430, DS89C440, ds89C450, DS5000	en CD	Kit Herramientas Microcontrolador	Sólo software; PC (MTK)	64 kB Flash memory, 128 kB SRAM
o intercambiable	en CD	Dispositivo de desarrollo integrado ZDS II Compilador ANSI C	Proporciona cable serie o Smart Serie	256-1 k bytes RAM, 1-4 k flash memory, 2 16 bit timers, comparador. Opcional: 8 canales de 10-bits ADC, sensor de temperatura
o intercambiable	en CD	Dispositivo de desarrollo integrado ZDS II Compilador ANSI C	Proporciona cable serie o Smart Serie	1-64k bytes Flash/ROM, 256-4 k bytes RAM, hasta 60 I/Os, hasta 24 interrupciones, hasta 4 16-bit timers, hasta 12 channels 10 bit ADCs, opcional: DMA controlador, SPI e I2C
o intercambiable	en CD	Versiones de evaluación de Keil u Vision y Ulink o Debugger Hitex Tiantino-Eco, DAVÉ	USB Tantino (suministrado)	Compatible con 8051, generador PWM, ADC 10 bit, 3 timers 16 bit, 27 I/O de propósito general, 768 bytes RAM, 16 k flash, potenciómetro
LOG1	en CD	CyanIDE con Compilador ANSI C, Simulator, Depurador y Herramienta de Configuración	Sólo software; PC	2MB 16-bit SDRAM, zumbador piezo-eléctrico, 12-bit ADC, sensor de temperatura
8-, 20-, 28- and 40-pin AVR (Atiny, AT90S, ATmega)	en CD	AVR Studio	Sólo software; PC	2Mbit dataflash
o intercambiable	En Elektor / en página web	KD30, NC30, HEW, Herramientas de desarrollo	Sólo software; PC	8-bit timer, 12 canales 10 bit ADC, 5 interrupciones externas & 11 internas, 4kB flash, 10 k potenciómetro
3-, 28- y 40-pin PIC30FXXXX	en CD	MPLAB IDE	MPLAB ICD 2	potenciómetro, sensor de temperatura, nueve canales ADC de 10 bits, SPI
C24 y familias dsPIC33	en CD	MPLAB IDE	MPLAB ICD 2	sensor de temperatura TC1047A, potenciómetro 10 k, 256 kb EEPROM
o intercambiable		MAX-IDE	Sólo software; PC	MAX1407 ADC/DAC, potenciómetro, placa interface JTAG, placa LCD
Spartan-3, Coolrunner-II, C9500XL	En papel y CD-ROM	Versiones de evaluación de Xilinx ISE & EDK	Cable JTAG3	3 bit, puerto display VGA de 8-colores, 1 MB SRAM
o intercambiable	en CD	Quartus II Web Edition	Cable de descarga paralelo ByteBlaster II	Sensor de Temperatura, potenciómetro 128 kB SRAM, medidor de potencia en placa
o intercambiable	en CD	Versión de evaluación Visual DSP++, Versión Quartus II Web	Sólo software; PC	64 Mb SDRAM, 64Mb EE memory, 4Mb Flash
tera ACEX EP1K10TC144-3, CEX EP1K30TC144-3, ACEX P1K50TC144-3	en CD	Quartus II Web Edition, USB-drivers	Sólo software; PC	
o intercambiable	en CD	USB drivers, FPGA loader program, Windows DLL (for use with Visual C++, Visual Basic, Borland Delphi), Quartus II Software Starter Suite	Sólo software; PC	Onboard 93C56 EEPROM

de realizar todo tipo de operaciones lógicas. Estas pueden ir desde funciones básicas de puertas lógicas (AND, OR, XOR, NOT, etc.) hasta lógica combinacional compleja del tipo de funciones matemáticas y decodificadores. También es posible emular un completo microprocesador (8051) en una FPGA (teniendo en cuenta que la FPGA tiene bastantes puertas, por supuesto).

Esos puertos están formados por CLBs, los cuales están conectados en una disposición de matriz. Cada CLB consta de múltiples tablas (LUT), algunos multiplexores y opcionalmente un número de flip-flops. De esta forma, los CLBs llevan todas las funciones lógicas. Conectando los CLBs con conmutación programable una con otra de la forma

correcta, obtendremos la funcionalidad deseada. El software de desarrollo generalmente saca esas interconexiones para nosotros, por lo que no necesitamos hacer mucho. Las FPGAs han evolucionado desde los CPLDs (Complex Programmable Logic Device). Como consecuencia de su arquitectura interna, las FPGAs tienen una gran facilidad de diseño comparado con los CPLDs. Por otro lado, el aumento de flexibilidad también ha incrementado la complejidad. Sin embargo, no debemos tomar al pie de la letra el enorme número de posibilidades y acompañamiento de datos, descripciones, tutoriales y otras cosas. Una vez que hemos comenzado con las FPGAs, sus posibilidades harán que no podamos vivir sin ellas.

(050324-1)

El microcontrolador correcto para cada usuario

Florian Schäffer

A primera vista, los primeros pasos en el mundo de los microprocesadores parecen fáciles. Los innumerables kits de inicio que existen en el mercado tienen al comprador con todo tipo de campanillas y silbato, pero examinándolos con detenimiento vemos que son muy parecidos.

Una PCB con un microprocesador, ocho o más I/O, un puerto RS232 para comunicaciones con un PC y un LCD para la visualización de texto es muy estándar, de manera que al elegir el hardware, podemos equivocarnos mucho. Entonces, ¿cuál es la elección correcta?

Aparte de las diferencias en el precio, no consideramos muchas cosas cuando escogemos un kit de desarrollo para uso personal. Si estamos comenzando en el mundo de los microprocesadores y vamos a comprar nuestro primer kit debemos pensar qué es lo que pretendemos realizar y cuánto lo podríamos ampliar. Si sólo vamos a diseñar un sistema de control específico, el número de entradas y salidas ya están definidas, sin embargo, será distinto si intentamos realizar pequeñas aplicaciones de microprocesador haciendo un poco de programación para que parpadee un LED y reaccionen a pulsadores de entrada, tales como un puerto serie, una interface USB o un puerto I2C para intercambio de datos con otro dispositivo.

Dependiendo del propósito que tengamos en mente para la placa, tendremos que examinar los diferentes módulos con un poco más de detenimiento. Es mejor no confiar en las breves hojas de características del fabricante, y consultar las discusiones de varios de los numerosos foros de Internet para leer las experiencias de los usuarios. De esta forma podemos encontrar que una determinada placa tiene una interface RS-232, que no es muy útil en la vida real,

porque el buffer de 8 bytes es demasiado pequeño y el procesador es demasiado lento para recibir y procesar más que cuatro símbolos y velocidades de datos de 9.600 baudios y superiores.

Con todo ello llegamos al siguiente criterio: set de instrucciones y velocidad del procesador. Para una aplicación de control de calefacción no es necesario una gran velocidad para la CPU, sin embargo si se calienta después de unos pocos segundos no será un buen síntoma. Si lo que se quiere es excitar unos pocos miles de LEDs a través de algún esquema de multiplex será diferente. Si la CPU no es bastante rápida, los LEDs parecerá que parpadean sin sentido. Si nuestro programa tiene que reaccionar rápidamente a señales 'desde la parte exterior', por ejemplo entrada de teclado o datos de una interface, entonces se debe valorar si el microprocesador es bueno procesando interrupciones.

También pensaremos en las diferentes soluciones de programa. Necesitamos un hardware adicional para programar el microcontrolador o puede reprogramarse en el sistema (ISP - programado en sistema) ¿Qué método preferimos?

¿Cuáles son nuestras ambiciones en relación a estas cosas? La mayoría de los kits de desarrollo consta de una PCB. El LCD está conectado con un cable de cinta y la fuente de alimentación consta de un adaptador de red estándar, el cual está regulado en la placa con un 780x. Con los modelos muy sencillos incluso es posible suministrar nuestra propia fuente de alimentación regulada.

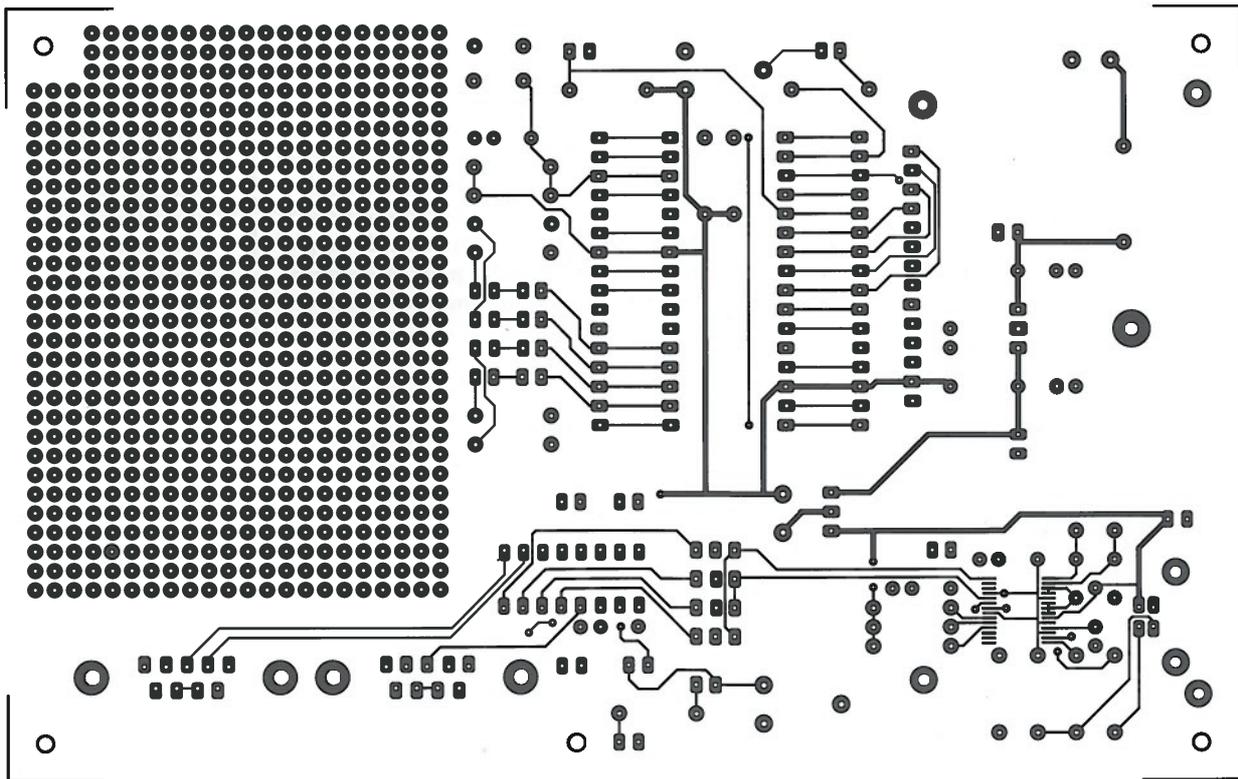
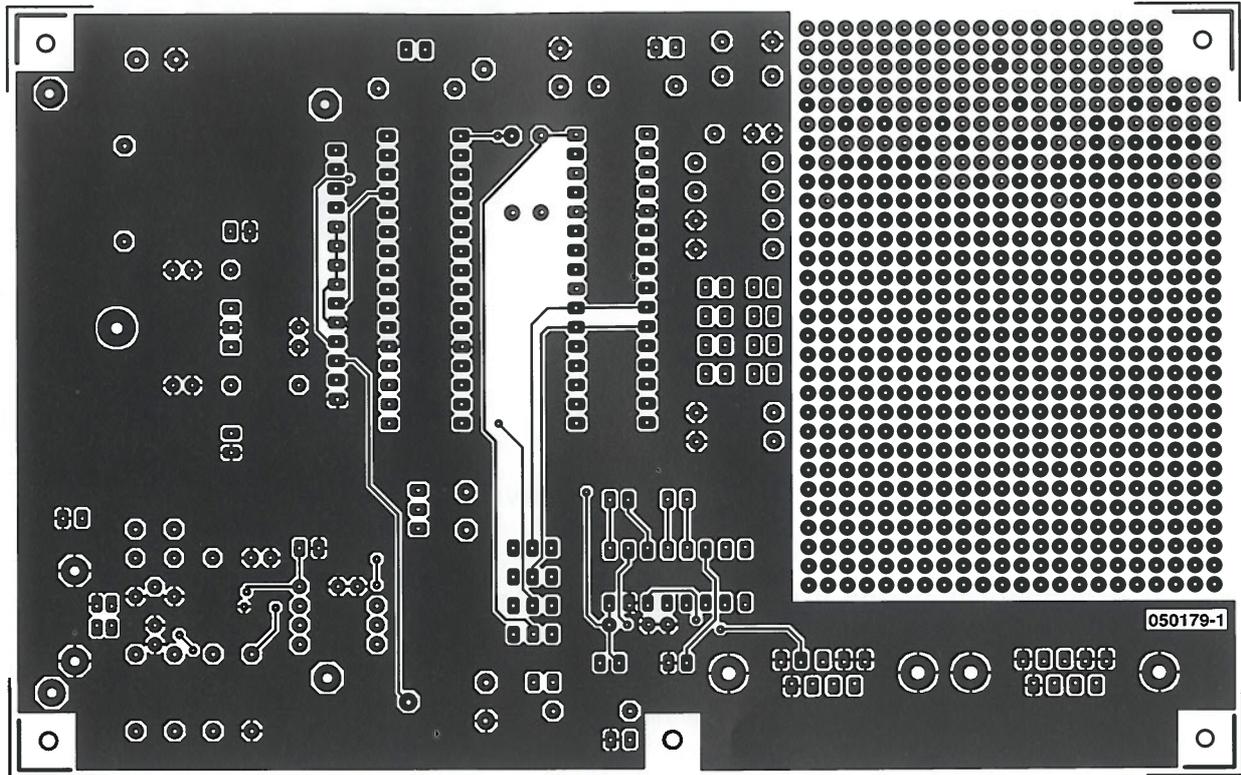
Quizás estemos pensando realizar algo relacionado con temas de control en nuestro hogar. En instalaciones eléctricas, puede ser muy práctico y se usa típicamente un módulo diseñado para montaje sobre rail o soporte. En lo que se refiere a comprender los planos, probablemente necesitaremos más partes que tendremos

que construir, lo cual posiblemente estará disponible para leer. Ejemplos de esto son un driver de motor de paso o una placa relé para controlar grandes cargas.

Después de decidirnos con respecto al hardware, no olvidaremos el aspecto del software. Por supuesto, para la mayoría de los microprocesadores está disponible un formulario de desarrollo. La cuestión es, ¿cuánto tendremos que pagar para conseguirlo, y con qué lenguaje de programación tendremos que trabajar?. El ensamblador no es algo con lo que todos estemos familiarizados. El lenguaje C y el BASIC son más fáciles para los principiantes, aunque los piratas del ensamblador se echarán unas risas sobre el BASIC. El código máquina resultante, finalmente cargado en el procesador, no es sustancialmente diferente comparado con el escrito a mano. Debido a que al principio probablemente necesitaremos confiar en la ayuda de otros usuarios, es mejor echar un vistazo en un foro adecuado y ver qué clase de tópicos se están discutiendo. La mejor forma para buscar foros es en los que se tratan este tipo específico de controlador es usar Google.

Es posible que un kit de desarrollo contenga un lenguaje de programación que en la práctica no es realmente usado en combinación con ese kit, por ejemplo un dispositivo de desarrollo C. Si tiene cuestiones relacionadas con eso, tardará mucho más en conseguir una respuesta si otros usuarios usan predominantemente BASIC o ensamblador.

En los foros hay siempre gente que participa para ayudar a los demás. La mayoría de las preguntas del principiante ya se ha preguntado, así que habrá que pagar primero antes de buscar. En general tenemos que estar preparados para hacer una pequeña búsqueda antes de lograr un resultado final satisfactorio. También tendremos que pasar por numerosos manuales de características.



Placa de Aplicación para el R8C/13
(050179-1)

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

La Marcha Triunfante

El trigésimo aniversario del viejo diseño inspira a n

Roelf Sluman

¿Los procesadores de ocho bits son algo del pasado o todavía es posible usarlos para desarrollos útiles? En Elektor hemos investigado un poco y hemos descubierto que muchos aficionados todavía usan el viejo y buen 6502 en un mundo en el que los ordenadores llevan procesadores de doble núcleo.

En los años 70 y 80 los procesadores de ocho bits copaban todo el mercado: el 6809 de Motorola, el Z80 de Zilog y el 6502 de MOS. Pero, sin ninguna duda, el más popular de todos era el 6502: su bajo coste (cuando apareció en el mercado costaba unos 25 dólares) y el avanzado diseño para su época lo convirtió en un arma segura para conquistar el mundo, incluso en los ordenadores personales de aquel entonces: el Commodore 64 y el Apple II.

Actualmente, casi treinta años después, los procesadores que dominan el mercado son miles de veces más rápidos que el 6502. Sin embargo, eso no significa que no haya aplicaciones que resulten elegantes para el procesador de ocho bits. Muchos miles de afi-

cionados y entusiastas de todo el mundo todavía trabajan a diario con el 6502 y hacen cosas que resultarían impensables en 1975.

Precio de guerra

Cuando el 6502 se introdujo en 1975 su coste era de unos 25 dólares. Eso lo convertía en un serio competidor del procesador del que se había copiado, el 6800, el cual por comparación de costes valía 179 dólares. Algunos fabricantes de ordenadores tales como Apple y Commodore se decantaron por el 6502. Steve Wozniak de Apple se fijó, inicialmente, en el 6800, pero la enorme diferencia de precio le forzó a tomar la decisión.

Historia

El procesador 6502 celebra su trigésimo aniversario este año. Su introducción fue precedida de un escándalo: los diseñadores del 6502 habían desarrollado en primer lugar otro procesador: el 6501, desgraciadamente, era una copia virtual del procesador 6800 de Motorola.

Esto no fue una sorpresa para nadie, porque fueron

ellos mismos los que desarrollaron el Motorola 6800. Poco tiempo después, apareció en el mercado el procesador 6800, un calentón entre Motorola y los diseñadores del 6800. Este conflicto dio lugar a la resignación de la mayoría de diseñadores, los cuales estaban a favor de eliminar la tecnología MOS (en los años 70 Motorola era el mayor competidor). MOS reconoció el potencial del 6800 y pidió a los diseñadores que realizaran un diseño de un procesador que fuera compatible con el 6800. Como resultado de esto salió el 6501, el cual era mucho más barato, porque el coste de desarrollo era insignificante.

Naturalmente, Motorola no estaba dispuesta a ceder y amenazaba con arrastrar a MOS a los tribunales. Entonces, MOS respondió con el 6502, el cual era exactamente idéntico al 6501 con la única diferencia del patillaje. Como consecuencia de esto, el 6502 no se fijaba en las placas donde se diseñaba el 6800, razón suficiente para que Motorola no siguiera el camino de los tribunales.

Debido a que no había placas donde fijar un 6502, MOS tenía que diseñar algo para atraer la atención de



Figura 1. El ordenador KIM-1, desarrollado por MOS Technology. La entrada era a través de un teclado hexadecimal, para la salida un display de dígitos a LED hace la presentación.

e del les de diseñadores



los desarrolladores de software hacia el 6502. Esto dio lugar al KIM-1 (ver **Figura 1**), una simple placa de ordenador con 1 kB de memoria RAM.

Los fabricantes de ordenadores rápidamente apreciaron el enorme potencial que nos ofrecía el 6502. Con la introducción de los ordenadores personales Apple II y Atari 400, el 6502 rompió el mercado americano. Igualmente Commodore tuvo mucho éxito en Europa con el VIC-20, y posteriormente con el Commodore 64 (con una versión más avanzada del 6502, el 6510). Sólo las ventas del Commodore 64 superaron los veinticinco millones, mientras que el número total de procesadores 6502 vendidos en todo el mundo rondaban los cien millones. Elektor también ha incluido proyectos usando el 6502. El 'ordenador Junior' era un sistema de aprendizaje publicado en los años 80 que tuvo mucho éxito. Desde 1983 se desarrollaron una serie de placas que permitían construir un completo ordenador 6502. Esto, finalmente, dio lugar a que en el año 1985 apareciera un sistema llamado Octopus 65.

La tecnología

El 6502 es un procesador de ocho bits, 5 V, con un bus de direcciones de dieciséis bits, y un rango que va desde 0x0000 a 0xFFFF, lo que permite direccionar hasta 64 kb de memoria. Está compuesto de 4.300 transistores. La velocidad del reloj es de 1 MHz, pero debido a que el 6502 no tiene que trabajar a través de una lista de micro-código de instrucciones para cada código ejecutado, en la práctica es tan rápido como 4 MHz en el Z80 (que no usa micro-código).

El set de instrucciones consta de cincuenta y seis instrucciones, ya que debido a que la memoria RAM era mucha más rápida, los diseñadores ahorraban en registros internos. El 6502 sólo tiene tres, cada ocho bits de ancho: el acumulador (el único registro en el cual las operaciones se pueden realizar) y los registros índice X e Y. La cantidad relativamente grande de modos de direcciones del 6502 permiten direccionar 64 kb de memoria eficientemente, para lo que sólo se requieren 19 bytes de código y operandos. ¿Sabes cómo? Envía un e-mail al autor: rsluman@gmail.com)

Hay variantes del 6502, con más o menos características. La más conocida es el 6507 (el cual se usaba en el ordenador de juegos Atari VCS2600) y el 6510, que puede encontrarse en el Commodore 64. El Commodore 64 fue el primer ordenador personal con una memoria de 64 kb

en el que se podía conmutar como entrada o salida según deseemos, a través de un

método llamado banco de conmutación (por ejemplo, en la zona de memoria donde se mapearon los puertos de I/O también había una sección de RAM que podía conmutarse en 'vista', de manera que los datos se podían copiar a él y conmutar después a 'fuera de vista', para que los puertos de I/O estuvieran accesibles de nuevo).

Conviértase en un crack del 6502

La mejor forma de conocer el 6502 es trabajar con él.

Simulador

La forma más fácil es usar un simulador, una parte de software que imita el comportamiento de un 6502. Un ejemplo de un excelente simulador 6502 es el programa Simulador 6502, que puede descargarse gratuitamente desde la página http://home.pacbell.net/michal_k/6502.html (Figura 2), entre otros.

Emulador

Un emulador es un programa de ordenador que crea una máquina virtual: un ordenador dentro de un ordenador. Debido a que un emulador es una réplica software de un auténtico ordenador o procesador, todo el software escrito para un cierto ordenador o procesador también corre en el emulador. Incluso es posible que los fallos que

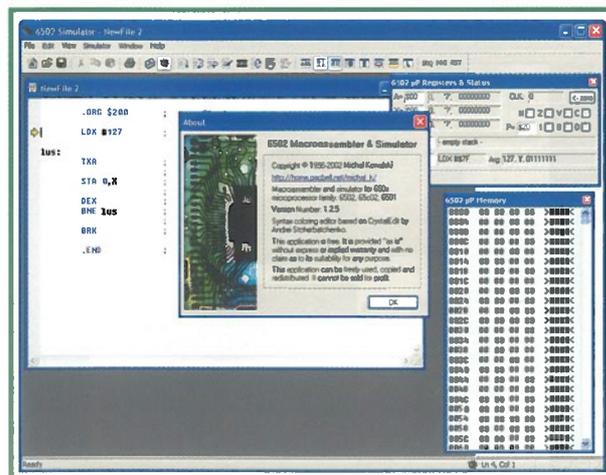


Figura 2. Ideal para todos aquellos que trabajan con un 6502: el macro-asmbler 6502 y simulador de Michal Kowalski.

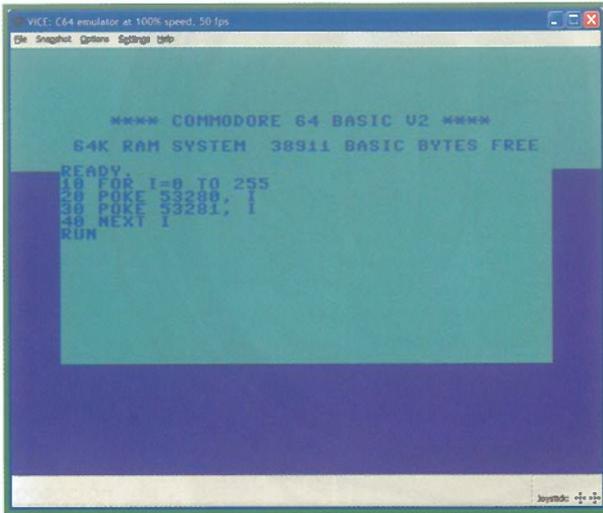


Figura 3. La vieja y leal pantalla del Commodore 64, ahora como emulador en un moderno ordenador.

aparecieron en el hardware original se presentan en el emulador. Prácticamente se han emulado todos los ordenadores desde los 70 y 80. Los que hacen software desde este popular ordenador frecuentemente lo dejan a disposición de todos de manera gratuita. Si está pensando con nostalgia en su ordenador Apple, Atari o Commodore, puede recordar esos tiempos con un emulador.

Uno de los programas emuladores más conocidos es VICE (una abreviatura del Emulador Versátil de Commodore), el cual puede encontrarse en la página www.vice-team.org. VICE estaba escrito para emular todos los ordenadores Commodore conocidos (incluyendo Commodore 64). El emulador VICE es perfecto para que prácticamente cada trozo de software que se escriba para el Commodore 64 corra perfectamente bajo VICE. Después de arrancar VICE, aparecen las famosas pantallas azules del Commodore 64 (Figura 3), y desde este momento es como si estuviéramos trabajando con un

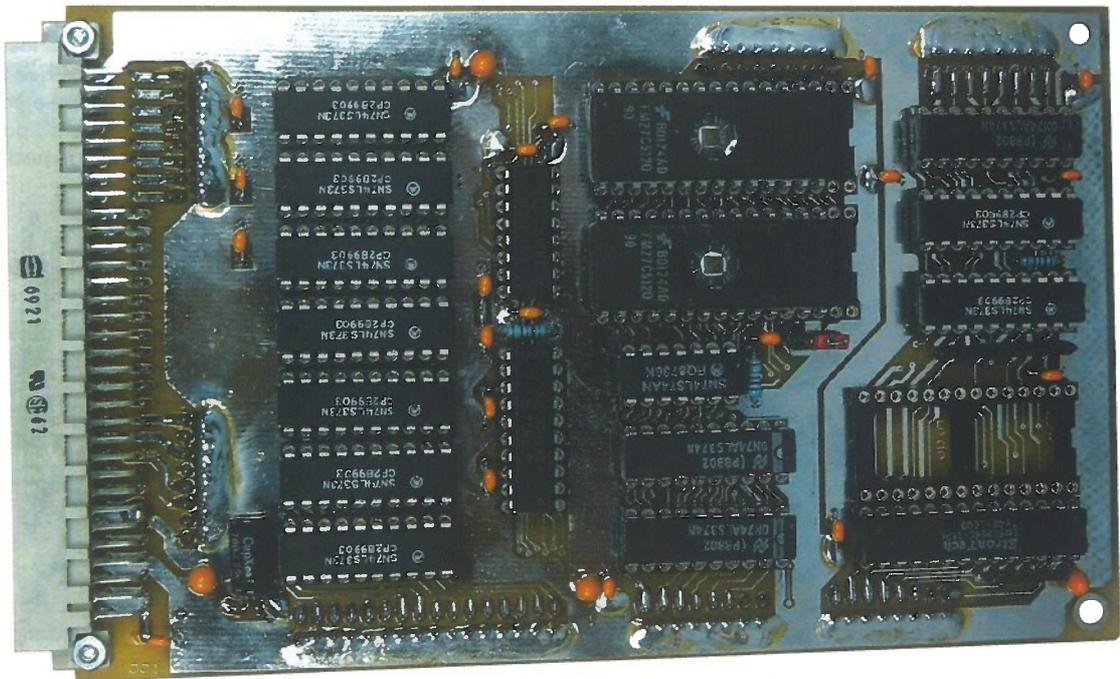


Figura 4. Una de las dos PCBs de Dieter Müller que tiene el 6502 está formada de elementos discretos. (fuente: página web Dieter's Hobby Projects).

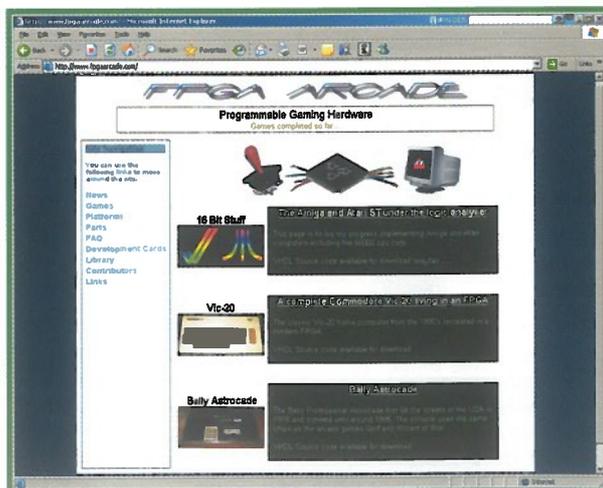


Figura 5. Una FPGA Arcade varía el hardware 6502 emulado en una FPGA.

Commodore 64 real. Incluso el teclado, que se había dispuesto de forma diferente, corresponde al de un teclado de un Commodore 64. La unidad de disco y reproductor de cinta, incluyendo cualquier posible turbo cargador también están totalmente emulados.

Copia

Podemos copiar un 6502 usando componentes 'discretos' como un integrado de la serie 7400, RAMs y EPROMs. Éste es el que Dieter Müller hizo con algunos viejos elementos que tenía en casa. Él lo consiguió usando unos 40 circuitos integrados y dos PCBs (Figura 4). La concesión más importante es una temporización diferente, pero su procesador conoce todos los códigos del 6502 y 65C02 (ver <http://people.freenet.de/dieter.02/m02.htm>).

Para comenzar con un FPGA y construir la funcionalidad del 6502 debemos hacer una aproximación diferente. Un

FPGA, después de todo, contiene un gran número de bloques programables y en una versión moderna el circuito para un 6502 se puede acomodar fácilmente (o incluso múltiples copias en una FPGA). Existe una organización, denominada Opencores, que está especializada en el desarrollo de varios núcleos de CPU en FPGAs (<http://opencores.nnytech.net>). El código del 6502 se puede encontrar después de indagar un poco, se llama T65 y también está disponible en la página <http://www.fpgaarcade.com/>, donde también encontramos cierto número de variaciones de juego del 6502 (Figura 5).

Aplicaciones

Debido a que el 6502 es un procesador versátil y barato, y porque es fácil combinar con otro hardware, todavía es un elemento de los considerados favoritos en muchos proyectos DIY. En Internet pueden encontrarse muchos proyectos con el 6502. La mayoría de estos comprenden un ordenador empotrado como su nervio central, también se puede encontrar un gran número de aplicaciones inspiradas...

El 6502 en el casino

Un par de estudiantes americanos de California inventaron el 'Eudemónico', basado en un 6502 y que puede usarse para ganar mucho dinero. Realizaron dos circuitos basados en el 6502, que metieron en dos zapatos. Después, fueron a un casino y se pusieron a jugar a la ruleta. Uno de los estudiantes movía su zapato al mismo ritmo que las revoluciones de la rueda de la ruleta. El procesador 6502 de este zapato usaba un revolucionario algoritmo para calcular el número al que la bola no iría. Esta información se enviaba automáticamente al

¿Dos kB de memoria?, ¡Más que suficiente!

El primer ordenador en el que se usó el 6502 era, por aquel entonces, el ordenador de juegos más famoso del mundo, un Atari, el VCS2600. Aunque el 6502 ya era el procesador más barato de su clase, Atari gestionó la reducción del precio incluso más allá pidiendo una versión especial del 6502, el 6507. Este procesador podía direccionar un máximo de 8 kb en lugar de los 64 kb normales. No era un problema, de acuerdo a los diseñadores de Atari 2600. Después de todo, la memoria era tan cara que el ordenador de juegos no podría usar más de 2 kb.

estudiante número dos, el cual determinaba, basado en las vibraciones de su zapato, en qué número saldría.

Dando ojos a nuestro robot

Mike Naberezny usó una combinación de cuatro sensores de infrarrojos de tipo Sharp GP2D02 y un 6502 para dar 'ojos' a sus robots. El programa no hacía nada más que leer continuamente el estado de los cuatro sensores (valores de nivel alto significaba 'cerca' y valores de nivel bajo 'lejos') y pasar la información al robot. En Internet (en la página www.6502.org) podemos encontrar muchos y muy buenos proyectos hechos a partir del 6502.

(050316-1)

¿Dónde podemos encontrar un 6502 ahora?

Gunther Ewald

Es duro creer, pero los microcontroladores con un núcleo 6502 todavía se producen hoy en día. Algunos fabricantes como Micronas y Renesas usan esta CPU en microcontroladores baratos para cuestiones sencillas de control.

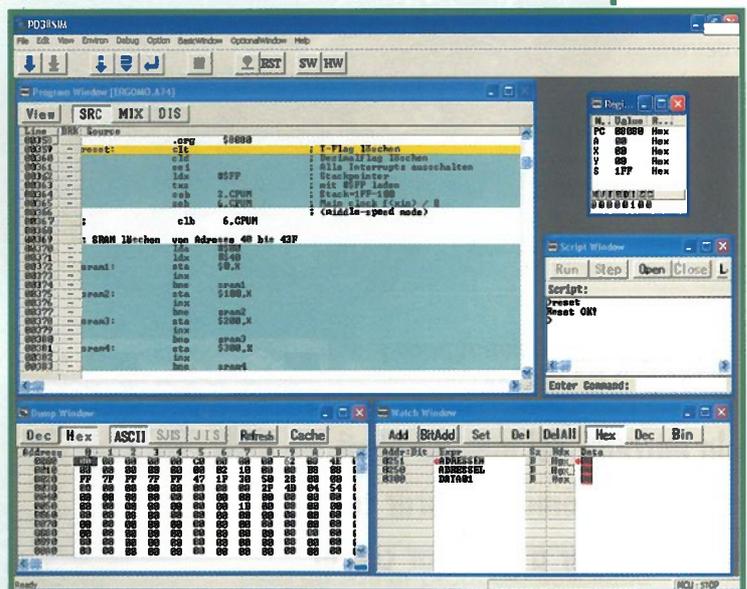
Si echamos una ojeada en Micronas, las CPUs WDC65C816 se usan mayoritariamente en aplicaciones de automoción:

http://www.micronas.com/products/by_function/dc_1607f-e/product_information/index.html

Renesas utiliza el núcleo del 6502 en toda la familia 740. Esos son (con excepción de ampliaciones específicas) completamente compatibles con el código original.

Desgraciadamente, la selección se ha reducido algo como resultado del cambio de producción a cualquier tipo de pines, pero los fabricantes todavía tienen treinta y siete derivados con un núcleo 6502:

www.renesas.com/fmwk.jsp?cnt=740_family_landing.jsp&fp=/products/mpumcu/740_family/

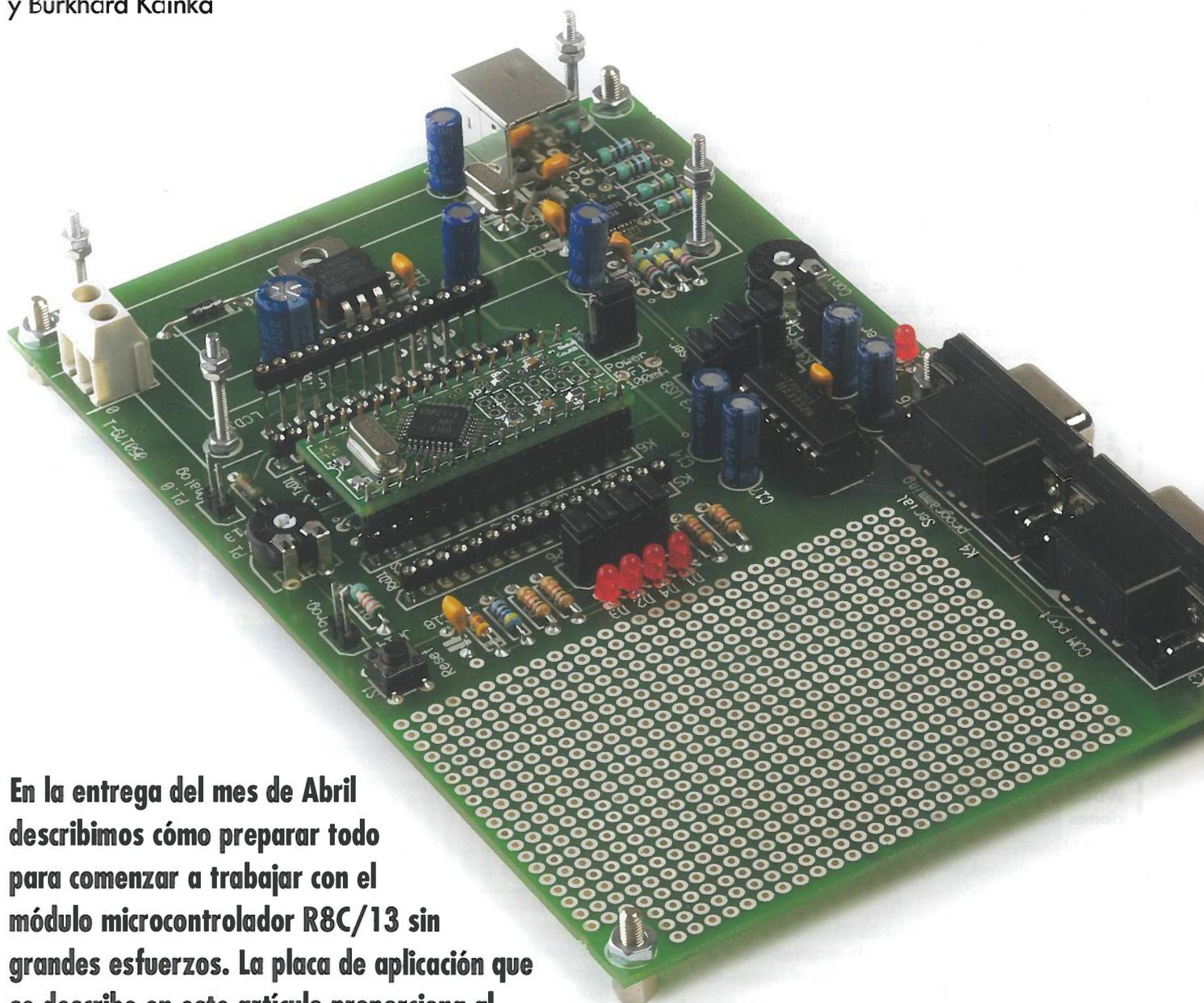


Esos productos no son realmente adecuados para aplicaciones de aficionados. Necesitamos usar una emulación especial MCU y un emulador. El fabricante hace un simulador MCS gratuito disponible con un tiempo de ejecución de cuatro meses. Esto ofrece simulación de I/O, simulación de interrupción, medida del ciclo de ejecución, visualización del monitor RAM y cobertura de medida. El programa está disponible desde la página de Renesas.

Placa de Aplicación

Campo base para grandes esfuerzos

Gunther Ewald
y Burkhard Kcinka



En la entrega del mes de Abril describimos cómo preparar todo para comenzar a trabajar con el módulo microcontrolador R8C/13 sin grandes esfuerzos. La placa de aplicación que se describe en este artículo proporciona al módulo un "campo base" con una gran cantidad de conexiones con el mundo exterior, incluyendo un puerto USB y dos puertos serie. También dispone de una interfaz LCD y otras características muy útiles para el desarrollo de nuestras aplicaciones.

1 para el R8C/13

El punto de partida para este diseño fue la pregunta: ¿qué necesitamos para utilizar sin problemas la mayor cantidad de prestaciones de un microcontrolador con la mínima cantidad de esfuerzo? La respuesta fue una placa de circuito que tiene implementadas las siguientes funciones:

- Dos puertos con interfaz serie
- Un puerto USB que utiliza un adaptador USB/serial integrado
- Una interfaz LCD
- Cuatro diodos LEDs que pueden conectarse a las líneas de los puertos
- Un potenciómetro conectado a una de las diferentes entradas analógicas
- Un conector para una fuente de alimentación y un regulador de tensión de +5 V
- Una opción para alimentar la placa a través del puerto USB
- Un conmutador de reset
- Un puente para la entrada MODE

La interfaz USB de la placa requiere una mención especial. Las interfaces serie tienen cada vez menos presencia en la configuración de los nuevos ordenadores, pero las interfaces serie

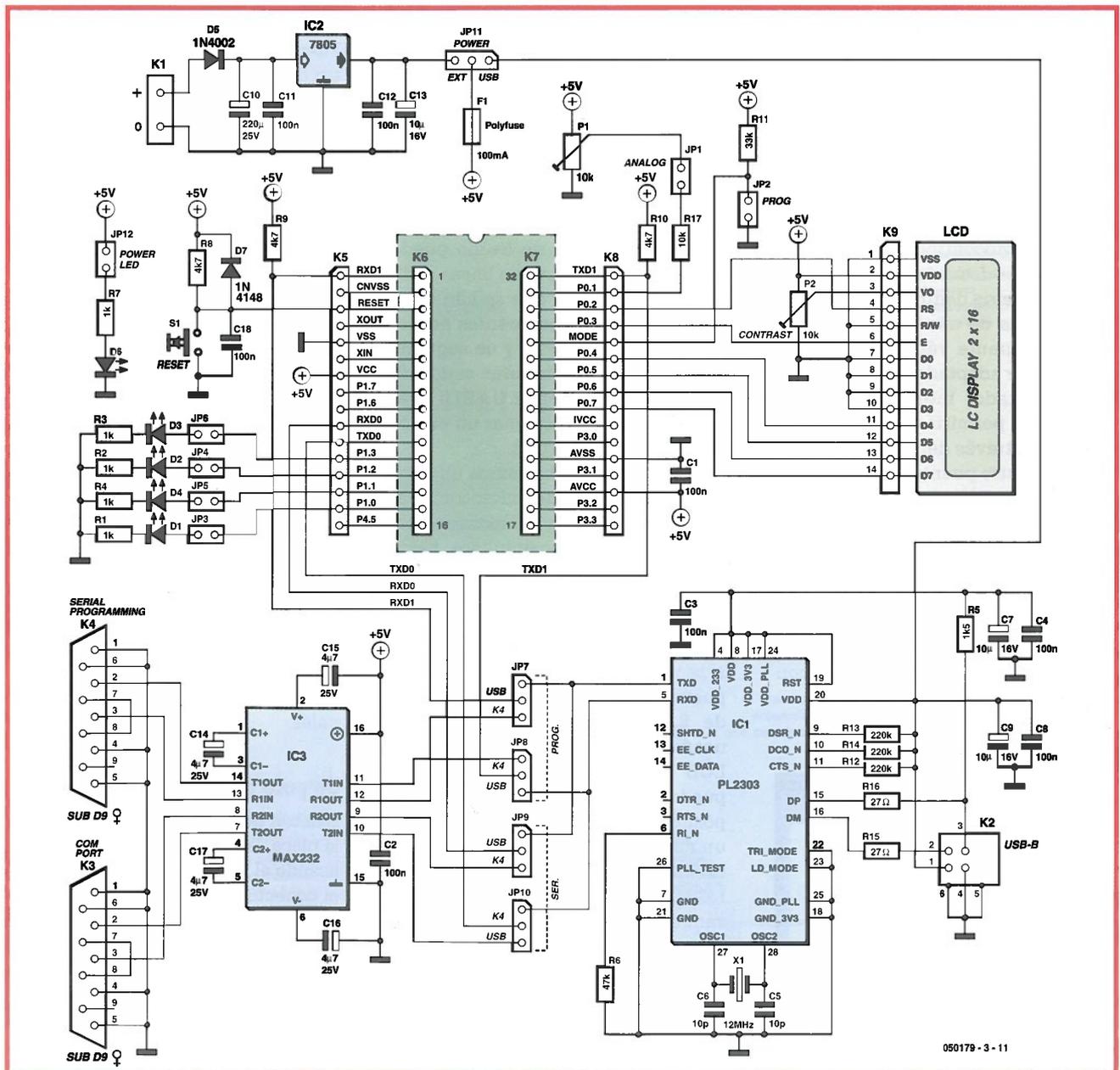


Figura 1. La circuitería de la placa de aplicación proporciona dos puertos serie, una interfaz USB y un visualizador LCD para conectar a la placa hija R8C con el mundo exterior.

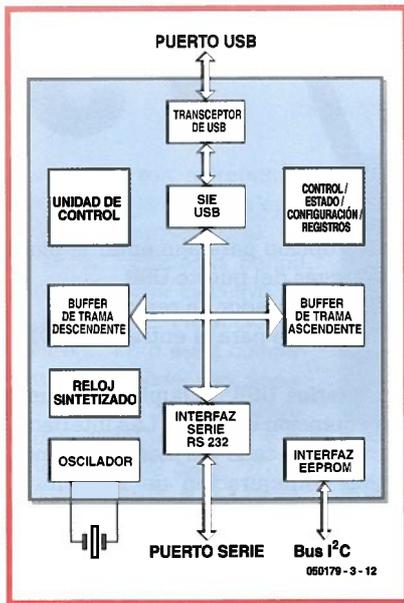


Figura 2. Diagrama de bloques del convertidor de interfaz "Prolific".

asíncronas aún son necesarias, fundamentalmente para las comunicaciones con el microcontrolador. Por esta razón, hemos decidido incluir un adaptador USB/serie dentro de la placa. A diferencia de una opción alternativa, igualmente válida, que utilice una interfaz adaptadora externa USB, este adaptador integrado tiene la ventaja de permitir que la placa se alimente a través del puerto USB. Un total de cuatro puentes nos ayudan a determinar cuál de las disponibles en el microcontrolador es la interfaz serie que se llevará a los puertos RS 232 o al puerto USB. Por ejemplo, podemos cargar y depurar programas a través de la interfaz USB, o utilizar la interfaz USB para comunicaciones serie con el microcontrolador y con nuestros programas.

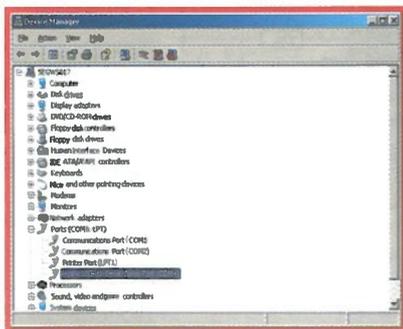


Figura 3. Interfaz COM virtual en la ventana del Gestor de Dispositivos de Windows XP.

Puertos del microcontrolador

El esquema eléctrico (Figura 1) muestra esencialmente las principales características de un sistema R8C, tal y como ya se mencionó en la entrega de Abril de este año. El puente "MODE" ("MODO") y el conmutador de "Reset" son unas características importantes. Los controladores de la interfaz también son necesarios para los terminales RXD1 y TXD1 de la interfaz de depuración, que está rutada a través de los puentes JP7 y JP8 para permitir que pueda utilizarse la interfaz RS 232 o la interfaz USB. Dependiendo de la selección de dichos puentes, podremos utilizar el circuito integrado MAX 232 y el conector K4 o el controlador USB PL 2303 y un enlace USB.

Además de la interfaz de depuración serie (UART1), el R8C/13 dispone de una segunda interfaz serie, totalmente independiente (UART0), que se comunica a través de las líneas TXD0 y RXD0. Como nuestros lectores ya sabrán, el circuito integrado MAX 232 puede trabajar con más de dos únicas líneas, de hecho puede trabajar con hasta cuatro líneas. Éste es el motivo por el que se han montado en la placa dos puentes adicionales más, JP9 y JP10, y un segundo conector para una interfaz serie adicional. Para la interfaz UART0 también podemos seleccionar un enlace RS 232 o un enlace USB.

A continuación hablaremos un poco sobre los puertos del microcontrolador. Los terminales del microcontrolador han sido encaminados hacia conectores tipo "header" de una única fila, para dejar todas las opciones abiertas. Sin embargo, también se han asignado funciones especiales a la mayoría de los terminales del puerto. En nuestro caso, el puerto P0 de 8 bits ha sido diseñado para usarse para la conexión del módulo LCD pero, por supuesto, también puede emplearse para algún otro propósito si no necesitamos trabajar con un módulo LCD. En el modo de cuatro bits se puede controlar un módulo LCD alfanumérico estándar, utilizando tan sólo seis terminales del puerto. Se han definido los terminales P0_2 a P0_7 para que los use el módulo LCD.

La línea P0_0 está reservada para la interfaz de depuración (TXD1) y sólo está disponible para aplicaciones de usuario si no está utilizándose la función de depuración. Esto aún

deja libre la línea P0_1. Como este terminal también puede emplearse como una entrada analógica, aquí puede conectarse un potenciómetro que proporcione una tensión de entrada variable entre 0 y 5 V a través del puente JP13. Una resistencia adicional de protección (R17) evita la sobrecarga de esta línea si P0_1 se configura, de modo accidental, como una salida, mientras está conectada al potenciómetro. Los dos terminales del puente también pueden usarse como una entrada de medida. Si queremos conectar un sensor que proporcione tanto tensiones positivas como negativas, podemos utilizar el potenciómetro para ajustar el punto cero al lugar exacto en que lo necesitamos.

Los cuatro bits de menor peso del Puerto 1 pueden conectarse a los cuatro diodos LEDs a través de puentes y de resistencias serie. Esto es ideal para nuestros ejercicios iniciales de programación, tales como los que se describieron en la entrega del mes pasado. Si nuestros lectores aún no han intentado verificar cómo funciona el programa de ejemplo "blinker" ("parpadeo"), ahora puede ser el momento de hacerlo con facilidad. Si retiramos los puentes JP3 a JP6, estos terminales también pueden emplearse como cuatro entradas analógicas adicionales. ¡Sólo necesitaremos añadir unas cuantas líneas de código y dispondremos de un multímetro digital de cuatro canales con pantalla LCD!

Se han dejado abiertos un total de siete terminales individuales del puerto, pero estamos seguros que nuestros lectores pensarán un uso para ellos. Aplicaciones tales como la de una interfaz I2C o la de una interfaz SPI, y similares, siempre pueden necesitar uno o dos terminales adicionales.

Un poco de sentido común

Existen dos opciones para alimentar la placa, las cuales se seleccionan utilizando el puente JP11. Podemos usar el conector de la fuente de alimentación (K1) y el regulador de tensión IC21, o el puerto USB con su tensión de alimentación de + 5 V integrada. Si hemos decidido utilizar el puerto USB podemos olvidarnos de utilizar una fuente de alimentación externa. Sin embargo, si éste es nuestro caso deberemos de tomar algunas precauciones. De acuerdo con las espe-

cificaciones USB, cada nivel bajo del puerto USB debe estar protegido contra sobrecargas por un dispositivo de protección denominado "PolySwitch". En cualquier caso, nuestra experiencia nos ha demostrado que esto no siempre es así. Un pequeño cortocircuito en la línea de alimentación del puerto USB puede producir una pequeña quemadura o la salida de humo de la placa base de nuestro ordenador y hacer que el correspondiente puerto se desconecte de manera permanente de la tensión de alimentación. Por razones de coste, los fabricantes lo único que hacen es colocar una pequeña resistencia serie en el camino de alimentación, la cual sólo realiza una función de fusible.

Por esta razón, se ha incluido en nuestra placa de aplicación un dispositivo "PolySwitch" de protección (F1), dimensionada para una corriente de 100 mA, con el propósito específico de proteger el ordenador. Esto nos da una gran tranquilidad y nos permite experimentar de un modo mucho más relajado.

Interfaz USB

A continuación vamos a pasar a trabajar con la interfaz USB. El circuito integrado PL 2303X, que soporta la designación de "Controlador Puente USB a RS 232", proviene del fabricante de Taiwán Prolific (cuyo representante de ventas en Europa es la casa "Glyn"). Nuestros lectores más detallistas, puede que ya hayan visto este circuito integrado de la casa Prolific en un montaje integrado, encapsulado en la forma de un cable interfaz conversor, descrito en el número de noviembre de 2005 de Elektor.

Este circuito integrado es un dispositivo USB de velocidad completa para el estándar USB 1.1 y, además, es compatible con la interfaz USB 2.0 de especificaciones más recientes. Esto significa que la velocidad de transmisión de datos sobre el bus es de 12 Mbits/s. La resistencia R5 conecta el terminal "D+" del conector USB a la tensión de + 3,3 V para indicar al ordenador si hay conectado un dispositivo de velocidad completa. Esto provoca que el ordenador cargue un controlador para una interfaz serie virtual. Este tipo de controlador permite que los interfaces serie puedan trabajar a una velocidad de transmisión de hasta 1.228.800 baudios (es

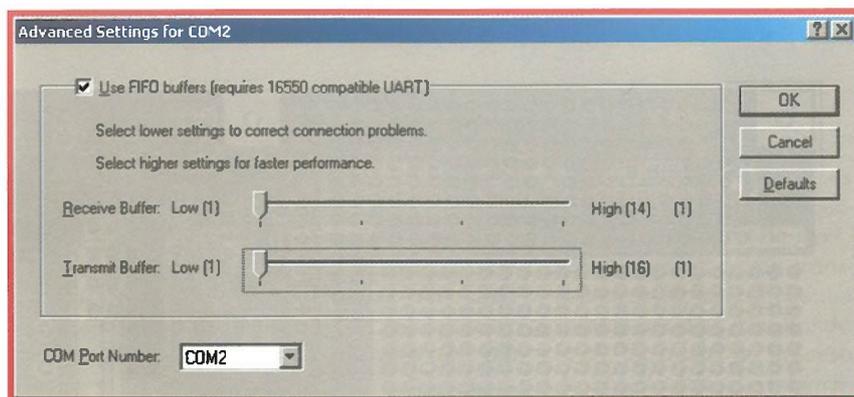


Figura 4. Configuración de los tamaños de los "buffer" y del número de puerto COM.

decir, 1,2 Mbaudios). En línea con las capacidades del microcontrolador R8C/13, en nuestro diseño hemos utilizado varios estándares de velocidades de transmisión de datos. La interfaz serie virtual se comporta exactamente igual que una interfaz RS 232 real para la carga y la depuración de programas. La Figura 2 muestra la estructura interna del circuito integrado, la cual está formada por un transceptor USB, una interfaz serie y dos "buffers" de datos. Los "buffers" de datos soportan veloci-

dades de transmisiones de datos rápidas e ininterrumpidas, con bloques de datos que se empaquetan en tramas USB individuales. También es posible conectar una memoria EEPROM I2C para almacenar las opciones de configuración del usuario, pero esta opción no se ha utilizado en nuestro diseño.

Las señales no invertidas RXD y TXD, están disponibles en el lado serie del conversor y pueden conectarse directamente al módulo R8C. Las entradas del circuito integrado

LISTA DE MATERIALES

Resistencias:

- R1-R4, R7 = 1k Ω
- R5 = 1k Ω
- R6 = 47k Ω
- R8, R9, R10 = 4k Ω
- R11 = 33k Ω
- R12, R13, R14 = 220k Ω
- R15, R16 = 27 Ω
- R17 = 10k Ω
- P1, P2 = 10k Ω

Condensadores:

- C1-C4, C8, C11, C12, C18 = 100nF
- C5, C6 = 10pF
- C7, C9, C13 = 10 μ F, condensador electrolítico de 16 V radial
- C10 = 220 μ F, condensador electrolítico de 25 V radial
- C14-C17 = 4 μ F7, condensador electrolítico de 25 V radial

Semiconductors:

- D1-D4, D6 = Diodos LED
- D5 = 1N4002
- D7 = 1N4148
- IC1 = PL2303X (Prolific)
- IC2 = 7805
- IC3 = MAX232

Miscellaneous:

- JP3-JP6, JP12 = Puentes
- JP7-JP11 = Conector tipo "pinheader" de 3 terminales SIL
- K1 = Conector tipo bloque terminal para placa de circuito impreso de dos terminales, con separación entre terminales de 5 mm
- K2 = Conector USB, tipo B para montaje en placa de circuito impreso
- K3, K4 = Conector Sub-D de nueve terminales macho en ángulo recto para montaje en placa de circuito impreso
- K5-K8 = Conector tipo "pinheader" de dieciséis terminales SIL
- K9 = Módulo LCD de 2 x 16 caracteres
- S1 = Pulsador de un contacto (por ejemplo, TS 695)
- F1 = Fusible de 100 MA de la casa Polyfuse
- X2 = Cristal de cuarzo de 12 MHz
- PCB, Placa de Circuito Impreso desnuda con código de pedido n° 050179-1
- PCB, Placa de Circuito Impreso totalmente ensamblada y verificada, con código de pedido n° 050179-92
- Módulo LCD con retroiluminación, con código de pedido n° 030451-72
- Visualizador de diodos LEDs, Poly-LED, con código de pedido n° 030451-73

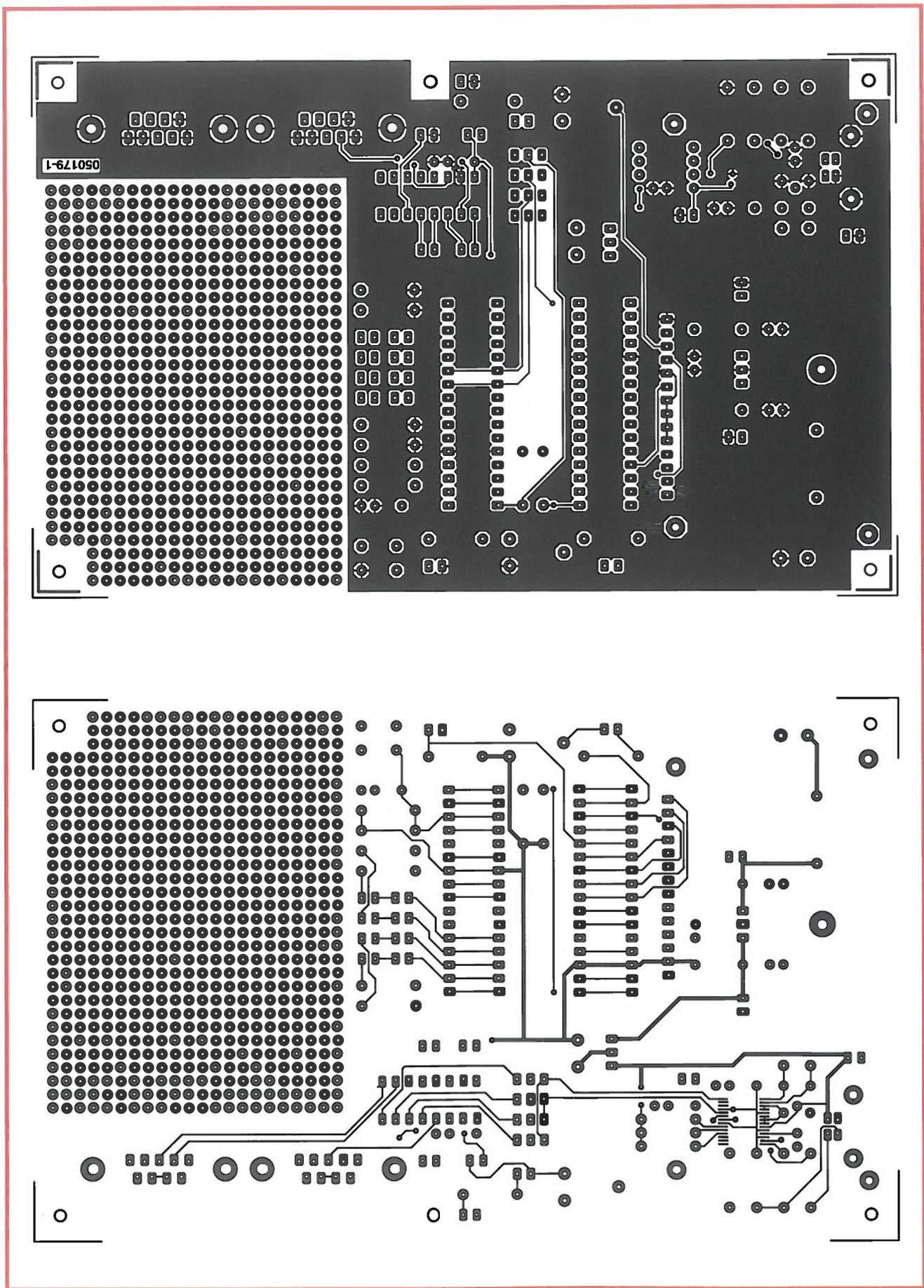


Figura 5a. La distribución de pistas y...

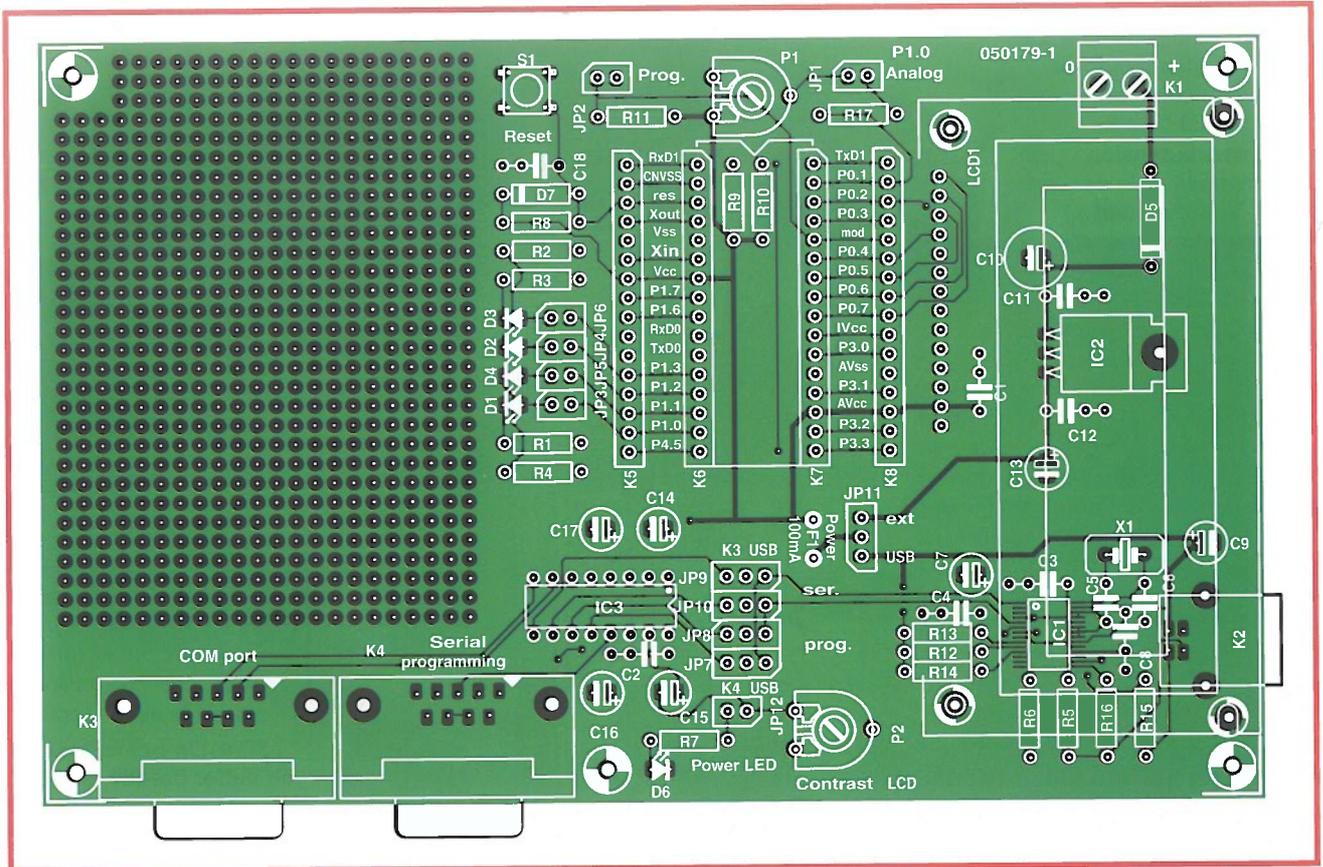


Figura 5b. ...la distribución de los componentes de la placa de circuito impreso de doble cara.

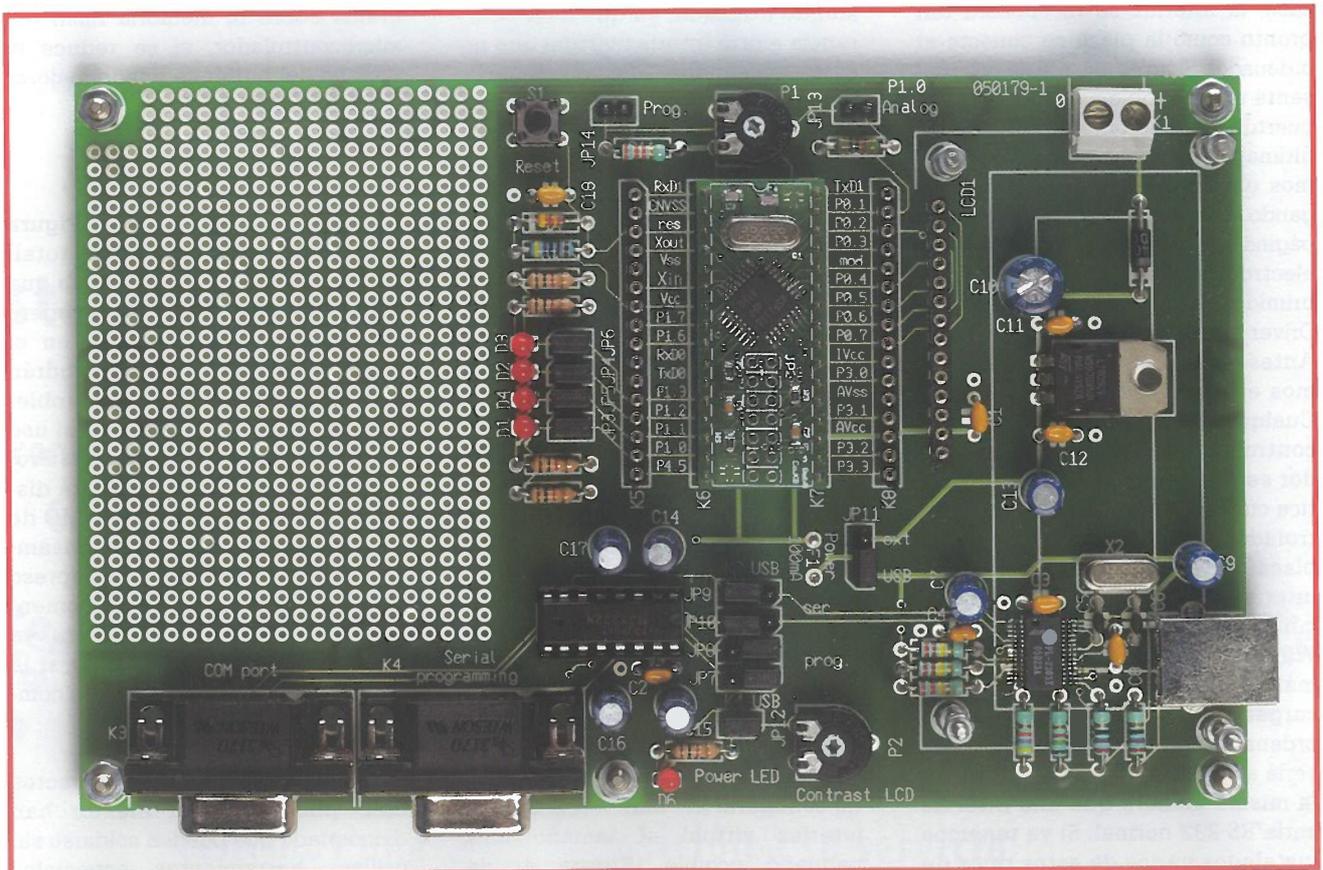


Figura 6. El prototipo de la placa totalmente ensamblada. La distribución de componentes es ligeramente diferente de la versión de producción que se muestra en la Figura 5.

PL 2303X son compatibles con los niveles lógicos de + 3,3 y + 5 V, dependiendo de la tensión conectada al terminal 4. En este caso, la tensión seleccionada es la de + 3,3 V proveniente del regulador de tensión interno del circuito integrado PL 2303. Esto significa que el nivel aplicado a la entrada serie del microcontrolador R8C/13 es de + 3,3 V, aunque el nivel que se espera en ese momento sea el de + 5 V. Aunque parezca que no, esto es permisible, ya que el R8C/13 puede también trabajar con la tensión de + 3,3 V y, además, esta señal de + 3,3 V en la entrada RXD del microcontrolador es adecuada incluso cuando éste trabaja a una tensión de + 5 V. Todas las entradas del microcontrolador R8C pueden trabajar con cualquier tensión por encima de 0,2 VCC como si fuese un nivel lógico alto.

Instalación de los controladores

Es posible que nuestros lectores ya hayan utilizado un adaptador USB de la casa Prolific con su sistema. En tal caso, la interfaz se reconocerá tan pronto como la placa se conecte al ordenador. Si no es así, o si se nos presenta algún problema con el uso del puerto USB, tendremos que instalar la última versión del controlador. Podemos obtener dicha versión descargando el fichero **050179-3-11.zip** de la página web de Elektor (www.elektor-electronics.co.uk). Este fichero comprimido contiene el fichero "PL-2303 Driver Installer.exe".

Antes de conectar la placa deberemos ejecutar el fichero instalador. Cualquier versión anterior de dicho controlador presente en el ordenador será borrada de forma automática cuando se instale el nuevo controlador. La próxima vez que la placa se conecte (o cualquier otra interfaz conversor que utilice el circuito integrado de la casa Prolific), Windows localizará de manera automática el controlador adecuado y lo cargará. Después de esto, nuestro ordenador dispondrá de una interfaz serie adicional que puede usarse de la misma manera que una interfaz serie RS 232 normal. Si ya tenemos instalados varios de estos tipos de conversores de interfaz, Windows asignará un número de puerto COM

más elevado a la nueva interfaz virtual. En este caso se recomienda utilizar la opción de "Configuración Avanzada" para reasignar la interfaz al, por ejemplo, puerto "COM2". Normalmente podemos ignorar cualquier mensaje que nos diga que esta interfaz ya está siendo utilizada, ya que hace referencia a otra interfaz virtual que no está empleándose al mismo tiempo. Todo lo que necesitamos es saber cuál es la interfaz serie que está actualmente presente en nuestro ordenador en la forma de dispositivo físico. Por ejemplo, el ordenador utilizado para nuestras pruebas tan sólo tenía presente el puerto COM1 sobre la placa base, pero también tenía una tarjeta interfaz con los puertos COM3 y COM4 incorporados. En este caso es una buena idea nombrar a la interfaz virtual como "COM2" (Figura 3), especialmente debido a que muchos programas antiguos sólo soportan los puertos COM1 y COM2. También se han observado problemas con números de puertos COM algo elevados con el programa de descarga FDT, de manera que deberemos de mantener, como mínimo, el número del puerto en el rango de un único dígito (es decir, de 1 a 9).

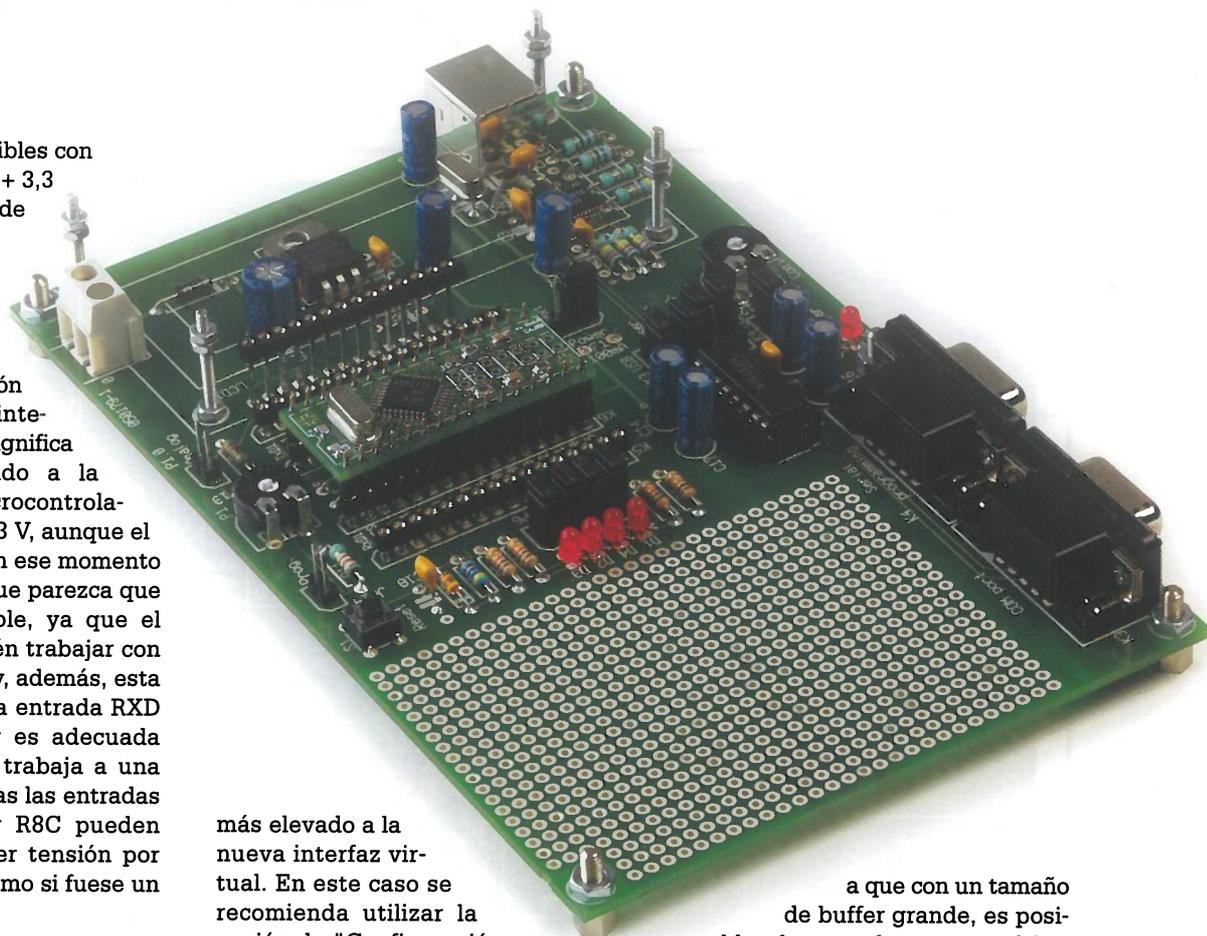
En algunos casos puede ser necesario configurar el "buffer" FIFO de la interfaz virtual al tamaño más pequeño posible (Figura 4) de manera que se pueda obtener la comunicación adecuada. Esto se debe

a que con un tamaño de buffer grande, es posible, al menos de manera teórica, que el programa del ordenador espere la respuesta mientras la pregunta aún está almacenada en el "buffer". Si se produce un error cuando se está descargando un programa sobre la memoria flash del microcontrolador, si se reduce el tamaño del buffer se puede mejorar esta situación.

Ensamblaje de la placa

La placa de circuito impreso (Figura 5) también está disponible totalmente ensamblada, de manera que los lectores que tenga una experiencia relativamente pequeña en el ámbito de la soldadura, no tendrán que preocuparse sobre los problemas que podrían derivarse del uso del circuito integrado de la casa Prolific (IC1), el cual tan sólo está disponible en un encapsulado SMD de 28 terminales (SSOP-28). Si ensamblamos la placa de circuito impreso nosotros mismos, debemos comenzar con este circuito integrado, ya que será más fácil de soldar si la placa está totalmente vacía de componentes.

Una gran cantidad de proyectos SMD publicados en Elektor han demostrado que pueden soldarse sin utilizar herramientas especiales SMD. Empezaremos soldando dos terminales opuestos de la diagonal



del circuito integrado, después de haber colocado cuidadosamente dicho circuito integrado en su lugar. Una lupa nos ayudará a comprobar si tenemos buen pulso. Si fuese necesario, aún estamos a tiempo de ajustar la posición del circuito integrado con relativa facilidad durante esta etapa. Si la posición es correcta, continuaremos soldando una fila completa de terminales con una cantidad suficiente de estaño. Cualquier exceso de estaño se podrá retirar fácilmente después con un trozo de malla de desoldar. Si nuestra inspección final con la lupa no revela ningún tipo de puente con estaño, todo estará correcto. El autor de este artículo descubrió que unas gafas con una corrección fuerte (3 dioptrías) son una alternativa excelente a una lupa. Son casi tan buenas como un microscopio estéreo, con la única diferencia del precio.

El resto de componentes no tienen ninguna dificultad especial. Si lo desea puede omitir los conectores del tipo "pinheader" K5 y K8. En cualquier caso, más adelante puede conectar el cable plano aquí o sólo las conexiones con los hilos que realmente necesitamos sobre la zona de prototipo. La experiencia nos ha demostrado que como conector para la pantalla LCD una tira de terminales para zócalos es una buena alternativa. Una vez instalado este conector, el módulo LCD podrá montarse fácilmente sobre la placa como si fuese un circuito integrado sobre su zócalo.

Prueba Inicial

Antes de utilizar la placa por primera vez recomendamos a nuestros lectores que vuelvan a inspeccionar el conjunto completo de todos los componentes y los puntos de soldadura, al mismo tiempo que instalan los puentes necesarios. La siguiente configuración de puentes es importante:

JP 11: hacia K7 / K8 (posición 'ext', con la tensión de alimentación proveniente de una tensión externa)

JP 3-6: montado (diodos LEDs conectados)

JP 12: montado (diodo LED 'Power' conectado)

JP 2: montado (modo de depuración)

JP 7-10: hacia IC3 (ambos interfaces a través de RS 232)

Debemos verificar la tensión de alimentación sobre la placa antes de conectar la placa hija del R8C/13, de manera que evitemos cualquier tipo de riesgo de dañar el microcontrolador. El diodo LED D6 debe estar encendido una vez que ya hayamos conectado un adaptador de tensión de red (AC) con una salida de 9 VDC. La tensión medida en el conector K6, entre los terminales 5 (VSS) y 7 (VCC), debe tener un valor de + 5 V. Después de verificar este punto, desconectaremos el adaptador de tensión de red y conectaremos la placa hija, asegurándonos que no hay tensión de alimentación en la placa. Una vez montada la placa hija, llega el momento más excitante. Volveremos a conectar el adaptador de tensión de red de 9 V y comprobaremos que el diodo LED "Power" se enciende. Uniremos el conector K4 al puerto serie COM1 del ordenador. Seguidamente podemos descargar de manera inmediata un programa sobre el microcontrolador, ya que el puente JP2 está configurado en modo de depuración. Utilizaremos el programa "FDT", como se describió en la entrega de abril de 2006 en Elektor. Una buena elección para nuestra primera descarga es la del programa "port_toggle". La herramienta de programación indicará si el proceso de descarga se ha completado sin contratiempos.

A continuación retiraremos el puente JP2 y pulsaremos brevemente el botón de "Reset". Los cuatro diodos LEDs conectados al puerto P1 deben comenzar a parpadear.

Si deseamos utilizar la interfaz USB, montaremos los puentes JP7 y JP8 en las posiciones adecuada (hacia el conector USB). Esto conecta las líneas RXD1 y TXD1 al circuito integrado conversor USB. Después de esto debemos configurar el programa "FDT" para emplearlo con la interfaz COM virtual. Todo debe de funcionar exactamente igual a como lo ha hecho con la interfaz RS 232 real.

Depurador KD30

Hasta ahora tan sólo hemos descrito cómo descargar programas ya acabados sobre el microcontrolador y ejecutarlos. Cuando estamos desarrollando un programa, especialmente uno que sea relativamente complejo, es muy útil emplear un programa depurador. Éste nos per-

mite interrumpir la ejecución del programa en cualquier punto, ver el contenido de la memoria, ejecutar el programa un único paso, y muchas opciones más.

Cuando usemos el programa depurador el microcontrolador debe estar siempre en el modo de depuración, lo que significa que el puente JP2 debe permanecer montado. El botón de "Reset" ya no es necesario en este caso, ya que solamente podemos ejecutar comandos de programa desde el depurador para comenzar y detener nuestro programa.

Hemos preparado una descripción bastante extensa de cómo comenzar a trabajar con el programa depurador y la hemos colocado en la página web de Elektor en www.elektor-electronics.co.uk. Dependiendo de la cantidad de espacio de que dispongamos, es posible que también podamos crear una página especial de actividad del microcontrolador R8C, de manera que aconsejamos a nuestros lectores que verifiquen este punto sobre nuestra página web.

(050179-3)

Referencias:

www.glyn.com

www.glyn.de

E-mail: elektor-r8c@glyn.de

Foro R8C:

Para trucos y consejos sobre cómo utilizar la placa R8C/13, recomendamos a nuestros lectores leer el apartado "Kit de Inicio para el Micro de 16 bits R8C" en nuestra opción de menú "Foro", en la página web www.elektor-electronics.co.uk. Naturalmente, también estamos a disposición de aquellos lectores que desean enviarnos por correo sus sugerencias y trucos en este foro, en beneficio del resto de nuestros lectores.

Un μ C PLC real

Mediante una placa AT89S8252

Erik Martens

¿Que convierte una placa de μ C en un PLC real? Un PLC es un controlador con un programa almacenado en memoria, donde la fiabilidad, disponibilidad y seguridad son lo más importante. Sólo cuando una placa μ C puede funcionar como un PLC y se completa con estándares industriales puede llamarse realmente PLC.

Este proyecto cubre todos los aspectos para convertir una placa de μ C AT89S8252 estándar en un PLC real, usando un número de componentes mínimo. Para añadir funcionalidad al PLC en una placa AT89S8252 necesitamos una pequeña sección de software extra (firmware) en el microcontrolador. Nuestro propio programa de μ C PLC trabajará entonces bajo la supervisión de este firmware.

Una ojeada al sistema

Para convertir una placa AT89S8252 estándar en un PLC haremos uso de cuatro pines I/O del microcontrolador (P1.0 a P1.3). Cuando el controlador se resetea, mediante el estado del flip-flop (IC2a e IC2b, lee a través de P1.0) conoce si sucede un reset hardware o un reset interno. Después de ocurrir un reset hardware, el firmware pone a uno el flip-flop usando P1.1. El puerto P1.1 también apaga todas las secciones de salida (un nivel alto en P1.1 apaga T1 a través de IC3d e IC2d).

El firmware usa el conmutador STOP/RUN/RESET (S1) para arrancar y parar el programa PLC. Este interruptor también puede usarse (a través de R3) para forzar un reset hardware en el μ C. El Terminal P1.2 se usa para leer el estado del conmutador STOP/RUN/RESET. Cuando el conmu-

tador está en la posición STOP, todas las salidas se apagan de forma automática. Los LEDs D7 y D8 muestran el estado actual del programa del PLC. Si el nivel de la tensión de alimentación para el regulador de tensión IC4 cae por debajo de 8,2 V, será reportado al μ C a través de P1.3, después de lo cual todos los módulos de salida se apagan de forma inmediata.

Se han incluido dos módulos de entrada en el esquema del circuito, aunque podemos añadir tantos como necesitemos para los puertos P0, P2 o P3. Las entradas están eléctricamente aisladas, por lo que podemos tratar señales de +24 V_{DC}, porque están protegidas contra picos y polaridad inversa. Las secciones de salida también están eléctricamente aisladas. Podemos conectar tantos módulos de salida como necesitemos a los puertos P0, P2 o P3. Sin embargo, las secciones de salida sólo pueden activarse cuando T1 conduce. Esto sólo sucederá cuando se satisfacen todas las condiciones de operación (P1.1 y P1.2 en alto, el conmutador STOP/RUN/RESET en posición RUN y una tensión de alimentación bastante alta).

Para programar el μ C podemos usar el puerto SPI (P1.5, P1.6 y P1.7) en el μ C. La programación sólo puede tener lugar cuando la línea reset esté activa.

Por esta razón se han añadido R8-R11 e IC3a, así que una entrada RS-232 (por ejemplo DTR) mantendrá la línea reset del μ C permanentemente a nivel alto. La funcionalidad de programación a través del puerto SPI no se muestra en el esquema del circuito.

Firmware

El programa principal del PLC trabaja bajo la supervisión del llamado firmware. En este artículo incluimos un ejemplo de este firmware que es relativamente pequeño (alrededor de 100 bytes). El firmware del PLC μ C se ha escrito usando el ensamblador TASM que es shareware. El uso de este ensamblador se ha comentado en anteriores artículos de Elektor: 'Placa de Microcontrolador Flash 89S8252' (Febrero 2002) y 'Curso Básico de Microcontrolador I y II' (Marzo/Abril 2002). Estos artículos también describen las diferentes formas en las que el software del microcontrolador puede implementarse en los microcontroladores (programador externo, SPI).

El firmware se encarga de las siguientes funciones:

Reset

Después de un reset en el μ C, se ejecutará inmediatamente el firmware. Si ocurre un reset hardware, el PLC

Nota: El laboratorio de Elektor no ha comprobado este proyecto.

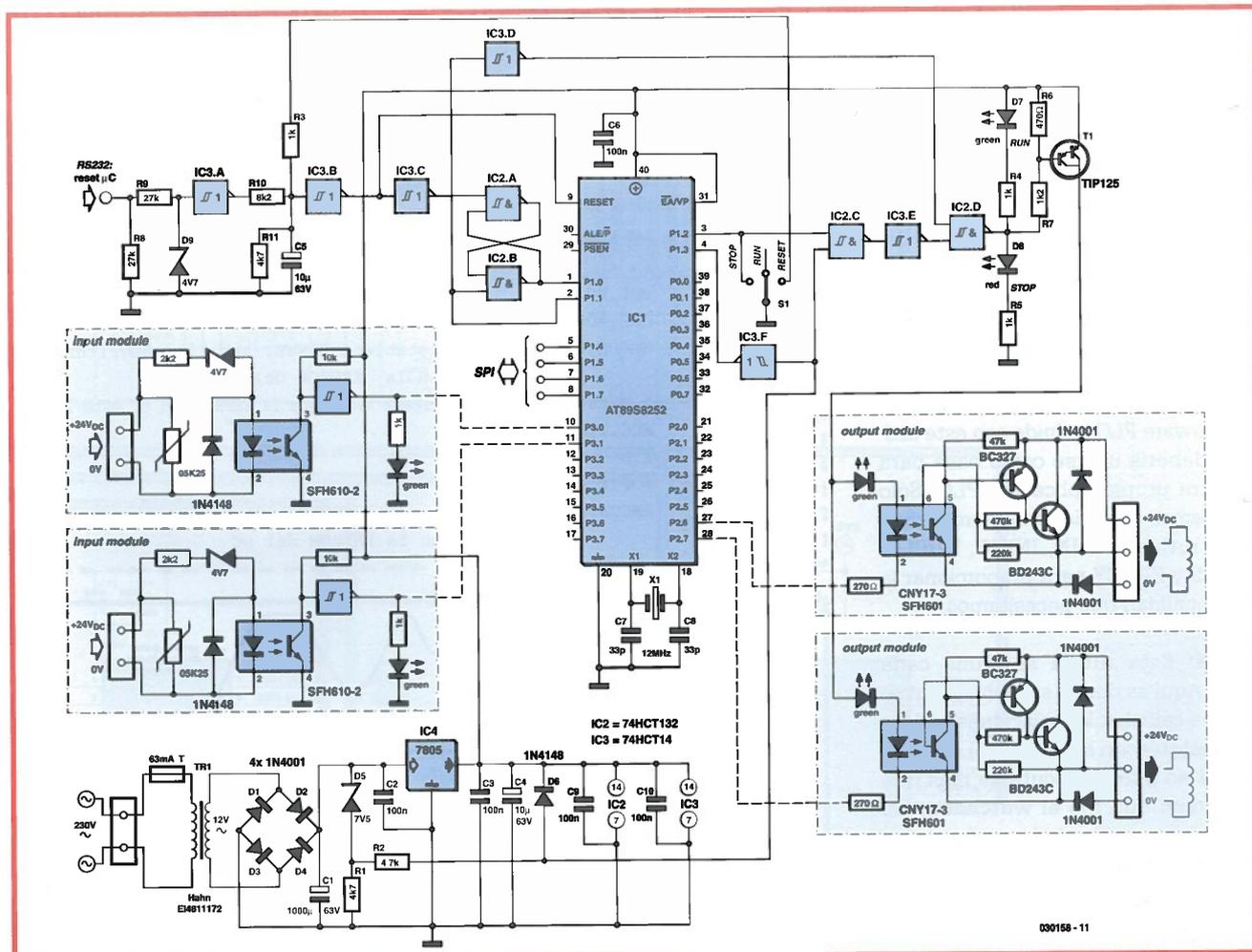


Figura 1. Esquema del circuito de un PLC real usando un AT89S8252.

comenzará el primer ciclo del PLC si se satisfacen todas las demás condiciones (conmutador STOP/RUN/RESET en posición RUN y una buena tensión de alimentación). Cuando se da un reset interno (cuando se excede el ciclo de tiempo), primero debe ponerse el conmutador STOP/RUN/RESET en la posición STOP, y después en RUN, antes de que el ciclo del PLC comience de nuevo.

Función RUN-STOP

La cuestión más importante del firmware es asegurarnos de que todas las condiciones se cumplen antes de comenzar un ciclo PLC. Un ciclo PLC puede comenzar si se encuentran las siguientes condiciones:

- El conmutador STOP/RUN/RESET está en la posición RUN;
- La tensión de alimentación es bastante alta;
- El conmutador STOP/RUN/RESET se ha pasado desde RUN-STOP-

RUN después de que el ciclo del PLC se ha excedido.

Conmutador STOP/RUN/RESET

Este conmutador se usa para controlar el funcionamiento del programa PLC. Cuando el conmutador se pone en la posición STOP el ciclo normal todavía no está completo, después de ello comienza un nuevo ciclo PLC. Cuando el PLC está en la condición de STOP todas las salidas de los módulos están desactivadas.

Monitorización de la tensión de alimentación

Antes de comenzar todo el ciclo PLC el firmware comprueba la tensión de alimentación. Si la tensión de alimentación de la entrada del regulador IC4 cae por debajo de 8,2 V, no comenzará un nuevo ciclo de PLC y la rutina ERRPS no será llamada. Esta rutina se puede usar para almacenar variables en una memoria no volátil (la EEPROM en el μ C) antes de que la tensión de alimentación caiga demasiado para detener el

funcionamiento del μ C. Si no hay una caída temporal de tensión (causada por ejemplo, por la interferencia), la cual no resetea el μ C, el ciclo PLC comenzará de nuevo tan pronto como la tensión de alimentación se restaure.

Ciclo de tiempo watchdog para PLC

El AT89S8252 tiene un temporizador watchdog integrado que se usa para controlar el ciclo de tiempo del programa PLC. Al inicio de cada ciclo PLC el temporizador watchdog se resetea. Debido a que un ciclo PLC, por ejemplo el causado por un bucle dentro de un programa PLC, tarda demasiado tiempo, el watchdog interno generará un reset interno del μ C. En el estado Reset del μ C, P1.1 pasará inmediatamente a nivel alto, de manera que todas las salidas del módulo se apagarán. Entonces el firmware detectará que ha ocurrido un reset interno (por el estado del flip-flop IC2a/b) e introduciremos la condición de STOP. A pesar de que el conmutador STOP/RUN/RESET está en la posición RUN, el programa

PLC permanecerá en la condición STOP. El programa sólo existe desde esta condición cuando el conmutador STOP/RUN/RESET pasa a la posición de STOP. Este comportamiento evita que el PLC comience de nuevo inmediatamente después de que se exceda el ciclo de tiempo del PLC. El tiempo de ciclo máximo del PLC se puede configurar a los siguientes valores: 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1.024 ó 2.048 ms.

Uso del firmware del µC PLC

El firmware PLC incluido con este artículo debería usarse como base para nuestra propia aplicación PLC. Sólo tendremos que añadir nuestro código a las rutinas MAIN, INIUC, INIPLC, ERRPS y ERRCY para proporcionar la funcionalidad que necesitamos.

MAIN: Esta rutina se llama cada ciclo. Aquí es donde se leen las entradas, se calculan las relaciones lógicas y se establecen las salidas. La rutina MAIN no puede ejecutarse más que el tiempo que fije el watchdog, así que tendremos cuidado con los retardos de bucle y los 'saltoing back'.

INIUC: Cuando la alimentación se aplica primero al µC PLC esta rutina se llama una vez. Podríamos, por ejemplo, usar esta rutina para restaurar variables desde la EEPROM del microcontrolador. El ejemplo de abajo muestra como conseguir el contenido de dirección 16 de la EEPROM y almacenarlas en el acumulador (vea el listado 1).

INIPLC: Esta rutina se llama una vez cuando el conmutador STOP/RUN/RESET se sitúa en la posición RUN (arranque en caliente). Podríamos usarlo para inicializar ciertas variables con un valor inicial. También podríamos inicializar aquí un enlace de comunicación. El tiempo de ciclo no se monitoriza mientras esta rutina esté en ejecución.

ERRPS: La rutina ERRPS se llama una vez cuando la tensión de alimentación se corta o cuando cae por debajo de un nivel crítico. En esta rutina podríamos almacenar variables permanentes (variables que tienen que mantener su valor durante un fallo de alimentación) en la EEPROM del microcontrolador. En el siguiente ejemplo se nos muestra qué valor del registro B se almacena en la dirección 16 de la EEPROM del microcontrolador (vea el listado 2).

Listado 1

```
ORL    WMCON,00001000B  establece EEMEN, selecciona EEPROM del uC
MOV    DPL,#010H
MOV    DPH,#000H
MOVX   A,@DPTR          almacena el contenido de la dirección 16 en el acumulador
```

Listado 2

```
MOV    DPL,#010H
MOV    DPH,#000H
ORL    WMCON,#00010000B  establece EEMWE, habilita escritura
                          en la EEPROM del uC
M001  MOX    A,WMCON      espera hasta que la EEPROM del uC esté lista
      JNB    ACC.1,M001
      MOV    A,B
      MOVX   @DPTR,A
      ANL    WMCON,#11101111B  resetea EEMWE, inhabilita escritura
                          en la EEPROM del uC
```

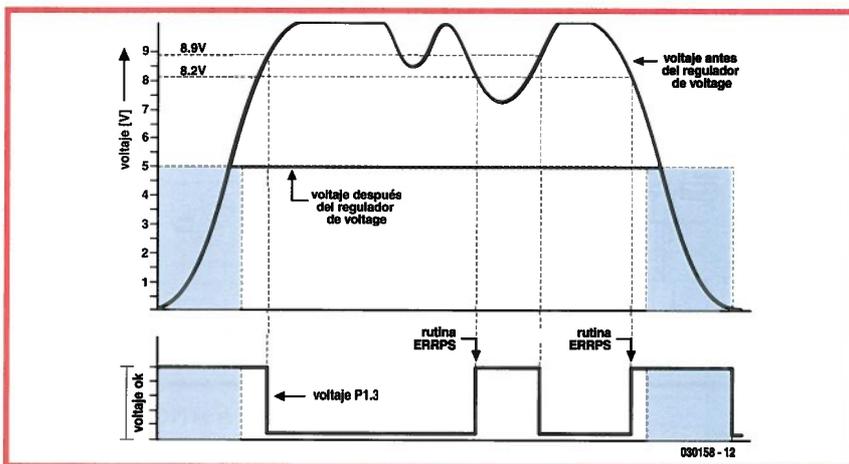


Figura 2. Monitorización de la tensión de alimentación.

ERRCY: Esta rutina se llama de forma continua cuando se excede el ciclo de tiempo y el conmutador STOP/RUN/RESET está en la posición RUN. Esta rutina podría usarse para iluminar un LED indicando que ha ocurrido un error de programa. Este LED debería apagarse de nuevo en la rutina. INIPLC.

gran número de módulos de entrada y salida según nuestras necesidades. También se completa con un estándar industrial para adaptación de señales, operación y control.

El código fuente para el firmware del controlador se ha hecho de forma que los lectores de Elektor puedan disponer de él gratuitamente. Este fichero se puede descargar de nuestra página web con el código número 030158-11.

(030158)

Y para finalizar...

Este proyecto forma la base de un PLC real, donde podemos añadir un



Este proyecto usa un transformador que está conectado a la tensión de alimentación de la red eléctrica. Esto podría tener consecuencias fatídicas si no cumplimos las normas de seguridad estándar, por ello es importante respetar todas las instrucciones que se muestran en la guía de seguridad, que normalmente aparece regularmente en una de las últimas páginas de la revista. Cuando se usa el transformador recomendamos montar el circuito en una caja que se completa con la estándar de Clase II.

Listado 3. Un ejemplo del firmware en el 89S8252.

```

;FIRMWARE mC PLC
WMCON .equ 096H
P1.0 .equ 090H
P1.1 .equ 091H
P1.2 .equ 092H
P1.3 .equ 093H
.org 0000H ;dirección de inicio después de un reset
LJMP START
.org 0200H

;RESET mC
START ANL WMCON,#1111110B ;inhabilita watchdog
JB P1.0,SOFT ;salta, reset software

;HARDWARE RESET mC
HARD CLR P1.2 ;inhabilita salidas usando P1.2, porque P1.1 se usará para el reset flip-flop
CLR P1.1 ;establece el reset del flip-flop
JNB P1.0,HARD ;salta, espera hasta que el reset del flip-flop se fija
SETB P1.2 ;habilita salidas usando P1.2
ACALL INIUC ;inicialización del mC siguiendo un reset
SJMP NCYC

;SOFTWARE RESET mC
SOFT ACALL ERRCY ;conmutador STOP/RUN/RESET en posición RUN después de que el ciclo de tiempo se ha excedido
JB P1.2,SOFT ;salto, espera a que el conmutador STOP/RUN/RESET esté en la posición STOP
ACALL INIUC ;mC inicialización que sigue a un reset
SJMP NCYC ;salto, conmutador STOP/RUN/RESET en STOP

;PLC CYCLE
PLC JNB P1.2,NCYC ;salto, conmutador STOP/RUN/RESET fijado en STOP
JB P1.3,NCYC ;salto, fallo de tensión de alimentación
SJMP WDTR ;salto, condiciones encontradas al inicio de un nuevo ciclo PLC
NCYC ANL WMCON,#1111110B ;inhabilita watchdog
SETB P1.1 ;inhabilita salidas usando P1.1
JNB P1.3,PSOK ;salto, tensión de alimentación OK
ACALL ERRPS ;fallo de tensión de alimentación
PSNOK JB P1.3,PSNOK ;salto, espera hasta que la tensión de alimentación está OK
PSOK MOV R2,#100 ;retardo: #100 x #50 x 2 ms = 10.000 ms = 10 ms
DELO MOV R1,#50 ;
DEL1 DJNZ R1,DEL1 ;
DJNZ R2,DELO ;
JNB P1.2,NCYC ;salto, conmutador STOP/RUN/RESET está en posición STOP
JB P1.3,NCYC ;salto, falla tensión de alimentación
ACALL INIPLC ;inicialización del PLC después de que el conmutador STOP/RUN/RESET
;esté en posición RUN, o cuando la tensión de alimentación vuelva
CLR P1.1 ;habilita salidas usando P1.1, conmutador STOP/RUN/RESET es colocado
;en RUN y la tensión de alimentación OK
ORL WMCON,#11100000B ;WMCON: ms WMCON: ms
;#000xxxxx 16 #100xxxxx 256
;#001xxxxx 32 #101xxxxx 512
;#010xxxxx 64 #110xxxxx 1024
;#011xxxxx 128 #111xxxxx 2048
ORL WMCON,#00000001B ;habilita watchdog
WDTR ORL WMCON,#00000010B ;reset watchdog-timer

;PLC PROGRAM
MAIN ...
LJMP PLC ;salto, siguiente ciclo PLC

;INITIALISE mC -llamado una vez después de un reset hardware
INIUC RET

;INITIALISE PLC (conmutador STOP/RUN/RESET switch es puesto en RUN o vuelve la alimentación)
INIPLC RET

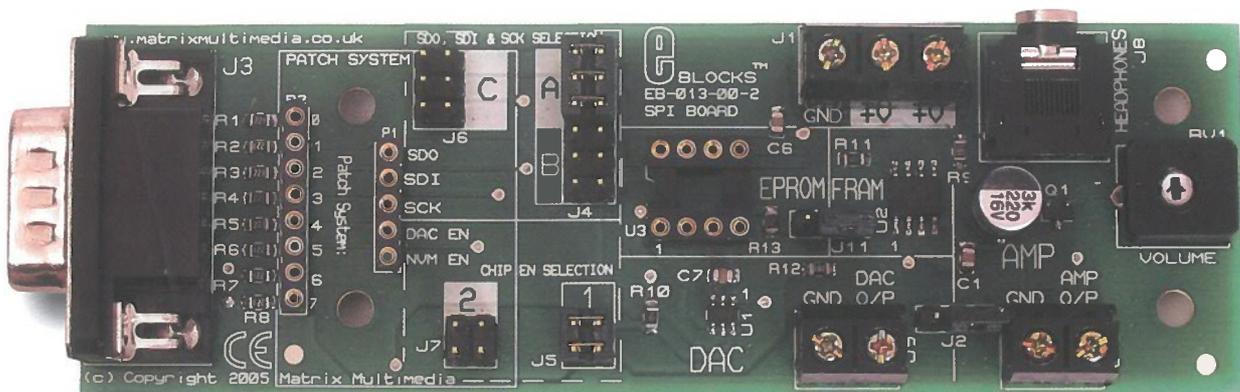
;POWER SUPPLY ERROR -llamado una vez después de que falla la tensión de alimentación
ERRPS RET

;CYCLE TIME ERROR (conmutador STOP/RUN/RESET colocado en posición RUN después de que se ha excedido el ciclo de tiempo)
ERRCY RET

```

Bloques Electrónicos Generación

John Dobson



E-blocks SPI Bus Board containing NVM and DAC

Muchos lectores ya estarán familiarizados con el uso de las entradas A/D del microcontrolador PICmicro, pero el uso de los conversores D/A es menos común. Este pequeños artículo examina cómo puede utilizarse el programa "Flowcode" y "Bloques Electrónicos" para producir un sencillo oscilador de onda senoidal que se use en la verificación de circuitos de audio.

Frecuentemente se necesita emplear un sencillo oscilador de onda senoidal para la verificación de circuitos de audio. El sistema "Bloque Electrónico" que aquí presentamos incluye un conversor D/A (CDA), de manera que, ¿por qué no construir un generador de forma de onda de propósito general con él?

Para empezar necesitamos decidir el rango de valores que queremos para producir dicha forma de onda, y realizar algunos cálculos sobre los parámetros globales para determinar si el proyecto es factible. El conversor D/A tiene un rango de salida que va de 0 a 5 V en 255 pasos iguales. No nos preocupa estar cerca de valores próximos a la tensión de alimentación para aquellos casos en los que se

necesite un dispositivo de almacenamiento, de manera que para simplificar todo lo posible, vamos a trabajar con una salida máxima, pico a pico, de 4 V. Además, este valor puede dividirse por programa para conseguir señales más pequeñas. La frecuencia de salida deberá estar alrededor de 1 KHz, ya que éste es el rango medio de la señal de audio. Una rápida comprobación de la especificación del circuito integrado conversor D/A, MAX 5385, nos muestra que dispone de un tiempo de configuración de 20 µs para una precisión de salida de "la mitad del bit menos significativo". Esto quiere decir que si disponemos de 256 muestras por forma de onda, obtendremos una frecuencia máxima de salida de 200 Hz. En teoría, esta frecuencia no es lo suficientemente elevada, pero como estamos utilizando una señal senoidal, con pequeños pasos de incremento entre muestras, el sistema puede disponer de la opción de copiar y siempre nos quedará la opción de reducir el número de muestras por forma de onda si esta primera opción no funciona demasiado bien.

Comenzando a subir con conversores D / As

Tenemos buenas noticias, los conversores D/A son relativamente sencillos de utilizar: si les introducimos un número, el nivel de salida analógico es igual a la tensión de salida de escala completa, multiplicado por una relación, N, del número que hemos introducido y de la entrada digital a fondo de escala. En el gráfico de la **Figura 1** podemos ver que se

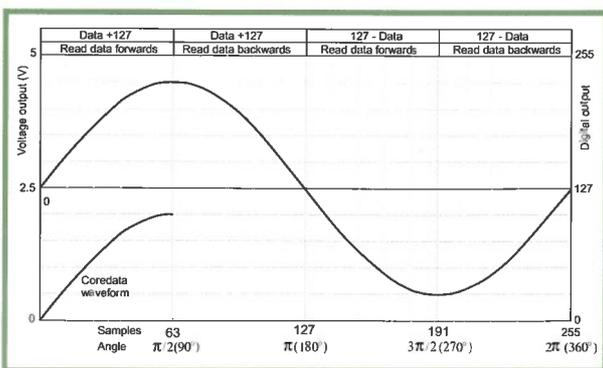


Figura 1.
Diagrama de la especificación inicial.

de Ondas

El Programa "Flowcode" en el control de conversores D/A

ha partido de una salida a fondo de escala de 5 V y de un total de ocho bits de datos en la entrada ($2^8 = 256$, o de 0 a 255). Normalmente, la tensión de salida del conversor D/A sólo llega al valor de $0,9 V_{CC}$, por lo que tendremos un error del 10 % en el nivel de tensión en la salida real, pero esto no nos debe preocupar, ya que podremos vivir con ello. El microcontrolador necesita generar un rango de valores que se corresponda a la salida de una onda senoidal. Con 256 pasos esto quiere decir que disponemos de 256 valores independientes. Por fortuna, las formas de onda senoidales son simétricas al mismo tiempo que periódicas, de manera que sería suficiente generar únicamente los valores necesarios para crear un cuarto de la forma de onda y utilizar un sencillo programa para reflejar los mismos datos de manera horizontal y vertical. Nosotros queremos una tensión de salida, pico a pico, de 4 V (aunque para hacer que los números sean más fáciles todavía, lo mejor es utilizar un rango de tan sólo 200 valores de los 256 bits disponibles). Esto nos da un valor de salida de 4 V para el rango completo (teórico) de + 5 V. La parte principal de la forma de onda se muestra en la sección inferior izquierda de la Figura 1: sus 64 valores en el eje "x" con un rango digital de 0 a 100, o alrededor de 2 V. Llegados a este punto, necesitamos utilizar una hoja de cálculo para obtener los valores de salida numéricos del núcleo de datos principal. La fórmula para la onda senoidal es $y = \text{sen}(x)$, donde x varía de 0 a 360° , o lo que es lo mismo, de 0 a 2π radianes. Tan sólo vamos a mostrar los tres primeros y los tres últimos de los valores del núcleo de 64. Para obtener los valores que necesitamos enviar al conversor D/A, simplemente tendremos que multiplicar $\text{sen}(x)$ por el rango completo de 100. ¿Está todo claro?, bueno pues pasemos de la teoría a...

La práctica

En primer lugar, vamos a echar una ojeada al circuito. Usaremos la **Placa de Bus SPI de Bloque Electrónico** que se muestra en la fotografía de la introducción. Esto nos lleva a la placa del Multiprogramador, la cual disponía de un microcontrolador PIC 16F877 en su interior. También podríamos utilizar cualquier microcontrolador PIC con una USART asociada. La placa SPI dispone de un puerto C y tiene un visualizador LCD sobre el puerto B, más un teclado en el puerto D. La placa SPI tiene en su interior un conversor D/A del tipo MAX 5385, así como un bus SPI y una memoria no volátil de 64 KBytes (NVM). En primer lugar tenemos que almacenar los datos en la memoria NVM. Como una futura ampliación del proyecto, podemos considerar construir una especie de carpetas de diferentes formas de onda en el interior de la memoria NVM, de manera que las podamos ir llamando de forma separada en función de nuestras necesidades, utilizando el teclado y la pantalla LCD para realizar dicha selección.

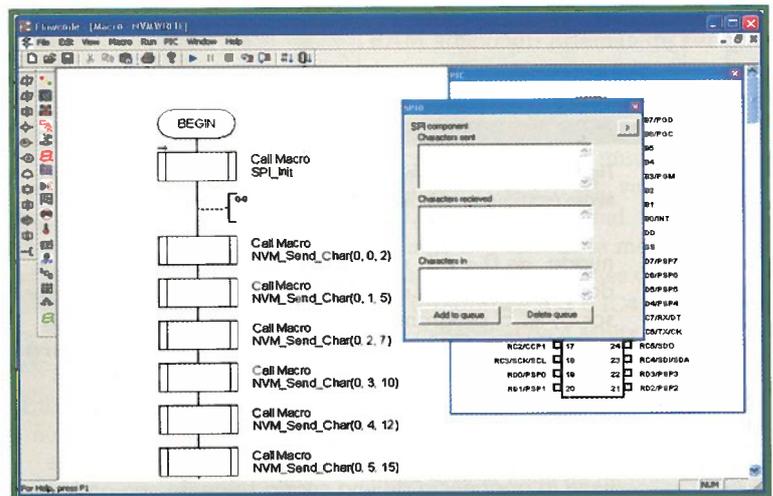
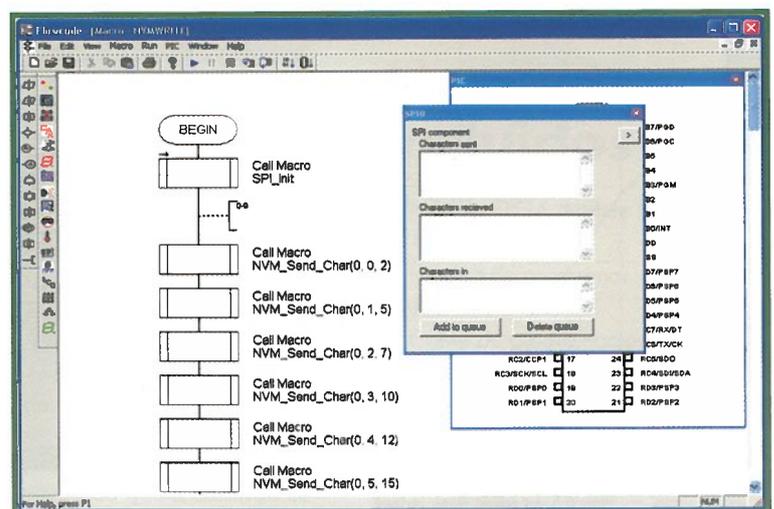


Figura 2. Programa de creación del NVM.

Para rellenar la memoria NVM hemos escrito un programa que almacena 64 valores de datos en el núcleo de la memoria NVM. Se ha configurado un contador que va de 0 a 63, seguido por una rutina que escribe bytes individuales de datos en dicha memoria, tal y como se muestra en la **Figura 2**. El siguiente paso será escribir un programa independiente y verificar que los valores del núcleo producen el primer cuarto de la onda senoidal. Esto es relativamente sencillo: de nuevo tenemos que establecer un contador que lea los valores de las posiciones de la memoria NVM, de forma conti-

Figura 3. Sencillo programa para tomar datos del NVM y enviarlos hacia el conversor D/A.



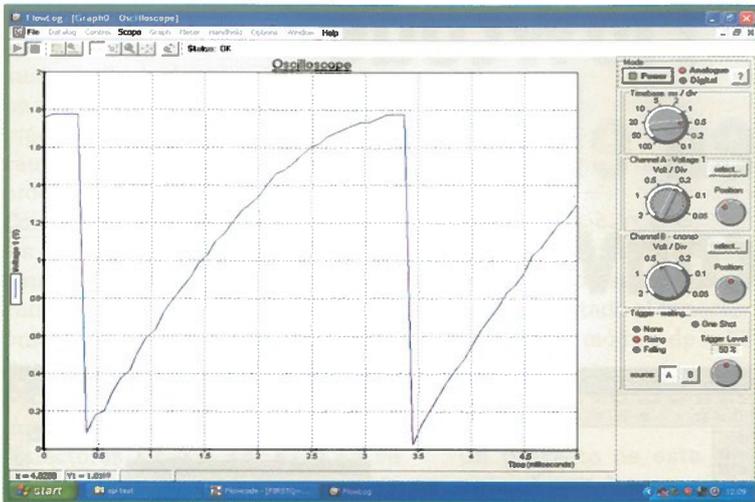


Figura 4. Primera forma de onda de salida que muestra que los valores del núcleo repetidos se están llevando a la salida.

nuada, de 0 a 63, seguido por una rutina que lleve los datos provenientes de la memoria NVM hacia el convertidor D/A. El programa "Flowcode", que se encarga de realizar esta tarea, puede verse en acción en la **Figura 3**. La forma de onda que se presenta en la **Figura 4** nos muestra la primera salida de la forma de onda para el primer cuarto del ciclo. Dicha forma de onda está un poco deformada alrededor de los flancos, pero sí que tiene la apariencia de una cuarta parte de una onda senoidal. Por desgracia, el período de tiempo para un

Tabla 1.- Valores de Salida			
Nº de muestras	x	Sen(x)	100Sen(x)
0	0.024544	0.024541	2
1	0.049087	0.049068	5
2	0.073631	0.073565	7
...
61	1.521711	0.998796	100
62	1.546255	0.999699	100
63	1.570798	1	100

cuarto del ciclo es de 3 ms, lo que nos proporciona una frecuencia final por debajo de los 100 Hz, un valor demasiado bajo para nuestros propósitos. Pero esto no nos debe de preocupar, ya que tenemos un segundo plan de reserva.

Hacia el objetivo

La necesidad de leer, de manera serie, los datos provenientes de la memoria NVM externa, lentifican el proceso. Sin embargo, ¡el microcontrolador '877 que estamos utilizando también dispone de una memoria EEPROM interna de 256 bytes!, de manera que podemos rellenar fácilmente la memoria EEPROM interna del microcontrolador PIC con nuestros datos, lo que aumentará considerablemente la velocidad del proceso. Hemos añadido una nueva "macro" de usuario, denominada "LOADEEPROM", al programa Flowcode. Esta nueva macro lee los datos de la memoria NVM externa y coloca los 64 bytes de datos en la memoria EEPROM interna. En consecuencia, el programa debe alterarse para leer de nuevo los datos del primer cuarto de onda y, a continuación, almacenar el segundo cuarto de la forma de onda. Seguidamente se añade un desplazamiento de 127 y los datos para la segunda mitad del ciclo, que tienen que manipularse de manera similar. Finalmente, haremos la medida del resultado, la cual podemos ver en la **Figura 5**.

La señal final tiene un período de 2,5 ms, o lo que es lo mismo, una frecuencia de 400 Hz y una tensión pico a pico de aproximadamente 3,5 V. La forma de onda no parece estar demasiado distorsionada, aunque en los puntos de paso por 0 podemos ver una pequeña discontinuidad. Presumiblemente esto lo provoca los retardos del programa entre cada cuarto del ciclo al tener que acceder a leer los datos de la memoria. La solución está en cargar la memoria EEPROM interna completamente con los 256 bytes de datos y comenzar la forma de onda a los 90 grados, donde la distorsión tendrá menos efecto. Agradeceremos a nuestros lectores que nos informen de cómo han conseguido modificar el proyecto para conseguir la forma de onda más perfecta en el foro "on-line" de "Bloques Electrónicos" de Elektor.

(065031-1)

Anteriormente en esta serie

Electronic Building Blocks, Enero 2006.
 Bloques Electrónicos y el programa Flowcode, Febrero 2006.
 Bloques Electrónicos - Ahora ya podemos (CAN), Abril 2006.

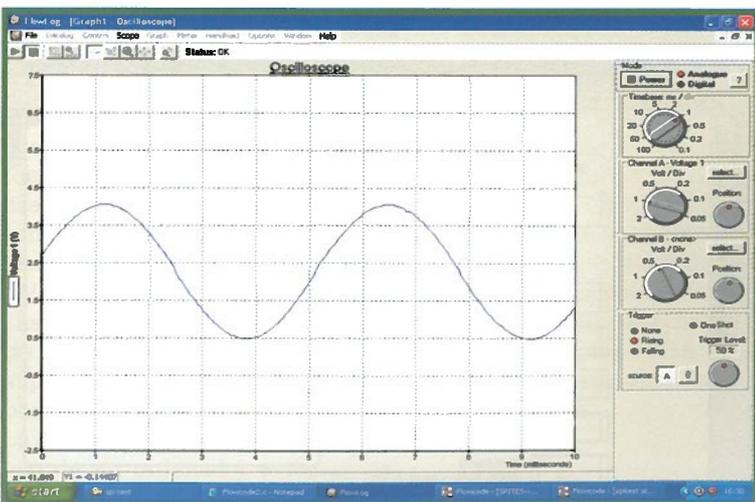


Figura 5. La salida final, output.

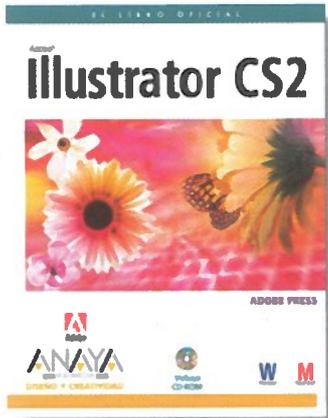
Programas Disponibles para Descarga

- SPI memory stuffing.fcf**
- First quarter.fcf**
- Sine wave gen.fcf**
- SPIscreen.FCF**

Nombre del fichero: 065031-11.zip

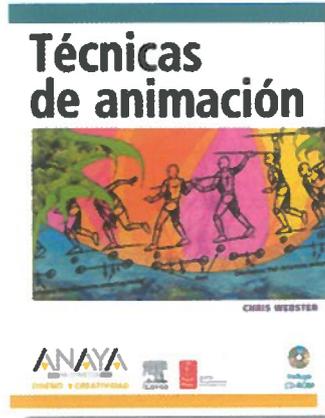
Localización: REVISTA → Mayo 2006 → 'Bloques Electrónicos - Generación de Ondas'.

Illustrator CS2
 Por Adobe Press
 ISBN 84-415-1962-5
 384 páginas
 Editorial Anaya
 Multimedia



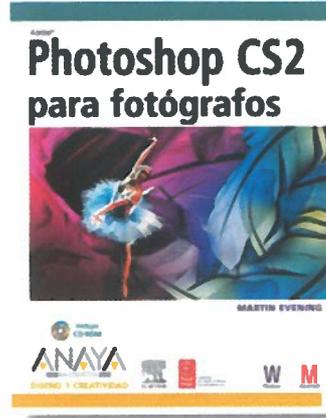
Adobe Illustrator se ha convertido en el programa de referencia para crear ilustraciones vectoriales de la forma más intuitiva. Muy útil para aquellos usuarios que deseen diseñar contenidos gráficos para todo tipo de soportes: impresos, sitios Web, gráficos e incluso dispositivos móviles. La versión CS2 ofrece nuevas funciones como la Paleta de Control, que permite acceder a casi todos los controles de Illustrator desde un único sitio, y la herramienta Calco Interactivo, la nueva función que convierte píxeles en vectores rápidamente. Este libro forma parte de la serie de formación oficial de Adobe Systems Incorporated, desarrollada con la colaboración de sus expertos. Se compone de quince capítulos que analizan los aspectos más importantes de Illustrator CS2, con útiles técnicas y trucos para desarrollar sus proyectos de forma más efectiva. Incluye un CD-ROM con los archivos de trabajo de cada capítulo.

Técnicas de animación
 Por Chris Webster
 ISBN 84-415-1987-0
 272 páginas
 Editorial Anaya
 Multimedia



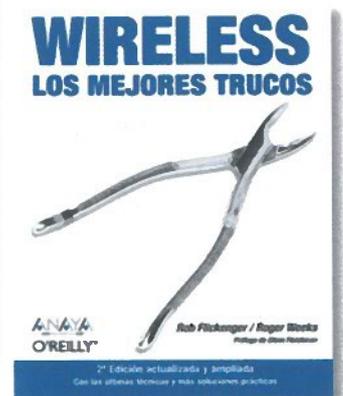
El auge digital de los últimos años ha influido espectacularmente en el desarrollo del arte. Aunque los principios de la animación permanecen atemporales, ahora es posible conseguir resultados hasta hace poco impensables gracias a la técnica. Este libro se centra en los principios básicos de la animación tales como el timing, la acción superpuesta, la acción continuada y la creación de deformaciones intencionadas. Trata además temas tan especializados de producción como la caracterización, la actuación y la gestión de la producción. Conocerá la experiencia práctica de los profesionales de la animación al mismo tiempo que desarrolla su creatividad personal. El CD-ROM adjunto incluye una treintena de animaciones que ilustran las técnicas descritas en el libro y plantillas profesionales con ejemplos de cuadros de producción.

Photoshop CS2 para fotógrafos
 Por Martin Evening
 ISBN 84-415-1964-1
 736 páginas
 Editorial Anaya Multimedia



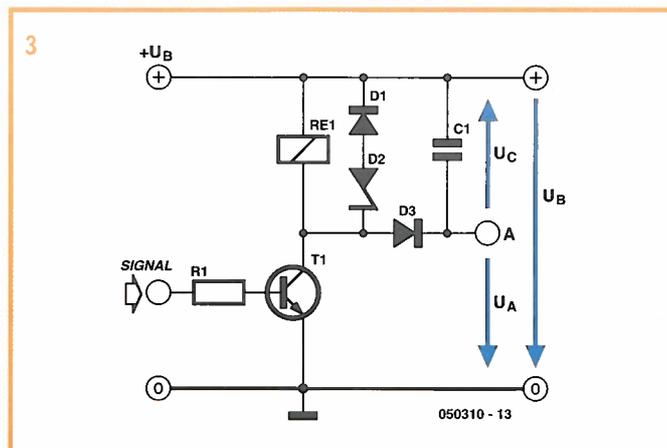
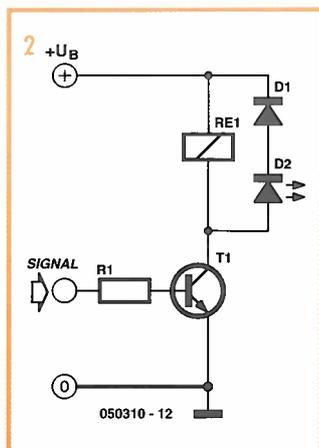
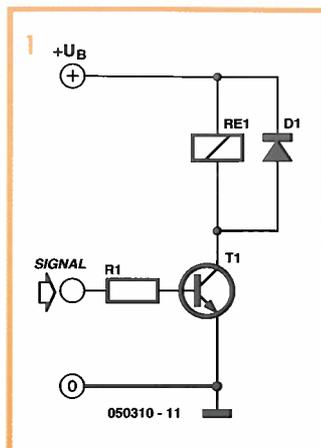
Photoshop ha demostrado ser un aliado esencial para los profesionales de la fotografía. Si tiene un conocimiento básico del programa e intenta mejorar la técnica, lograr composiciones impresionantes, este libro contiene todo lo necesario para convertirse en un profesional del procesamiento de imágenes. Explica con detalle las nuevas formas de trabajo que imperan en el mercado de la fotografía y las innovadoras herramientas que proporciona la nueva versión CS2. Abarca todo el espectro del proceso creativo, desde la captura digital y la exploración del nuevo navegador de archivos Adobe Bridge, hasta el procesamiento de archivos Raw de cámaras digitales. Encontrará útiles tutoriales, imágenes a color de alta calidad y explicaciones paso a paso que ofrecen cobertura detallada del flujo completo de trabajo digital. El CD-ROM adjunto contiene una selección de imágenes para realizar todos los ejemplos del libro.

Wireless. Los mejores trucos (2ª edición)
 Por Rob Flickenger y Roger Weeks
 ISBN 84-415-1997-8
 480 páginas
 Editorial Anaya
 Multimedia



La posibilidad de acceder a la red tan solo con un portátil y una tarjeta inalámbrica ha provocado un crecimiento masivo de las tecnologías inalámbricas. De hecho, ya son millones los dispositivos Wi-Fi instalados por todo el planeta, por la sencilla razón de que las redes inalámbricas ofrecen una conexión más sencilla y barata que ninguna otra tecnología desde la aparición del teléfono. Este libro se centra en obtener el máximo partido del hardware y el software de red inalámbrica. En él encontrará técnicas prácticas para ampliar la cobertura, incrementar la salida, gestionar recursos inalámbricos y convertir sus proyectos de redes inalámbricas en una realidad. Esta segunda edición de Wireless. Los mejores trucos incluye nuevos trucos, y mantiene los anteriores modificados o actualizados. En él aprenderá, a detectar, analizar y monitorizar redes inalámbricas o a diseñar y crear sus propios puntos de acceso y antenas sin cables.

Recuperación de Energía



Peter Lay

La energía es cada vez más cara, y por eso siempre estamos buscando la forma de ahorrar energía en los circuitos. El autor ha decidido intentar recuperar energía de un circuito de conmutación de relé.

Si una etapa de transistor en conmutación excita un relé, lo habitual es conectar un diodo volante en paralelo con la bobina para cortocircuitar la EMF producida

cuando la corriente del relé se corta (**Figura 1**). Si cableamos un LED en serie con el diodo (**Figura 2**) parpadeará cada vez que haya un pico inductivo con un transistor en corte. La duración y brillo del parpadeo dependen de la velocidad del cambio de la corriente de la bobina del relé y su inductancia: $u_i = -L di / dt$

Realmente hasta ahora no hemos recuperado ninguna energía. La

Figura 3 muestra un diseño teórico donde la energía almacenada en la bobina del relé se recupera de forma que puede usarse para alimentar un circuito (baja potencia). La mayor inductancia de la bobina y la más frecuentemente usada se conmuta, la mayor energía se almacena en el condensador C. El diodo zéner (en serie con el diodo) limita la tensión máxima a la que puede cargarse el condensador. La medida relativa de la

masa, la tensión del circuito abierto en el punto A, es la suma de la tensión del condensador debido a la energía recuperada y la tensión de alimentación. En particular, la tensión en el punto A es mayor que la tensión de alimentación.

El autor estaría dispuesto a discutir estas ideas más adelante con los lectores. Su dirección de correo electrónico es info@peterlay.de.

(050310-1)

Sirena del FBI con Luz de Parpadeo

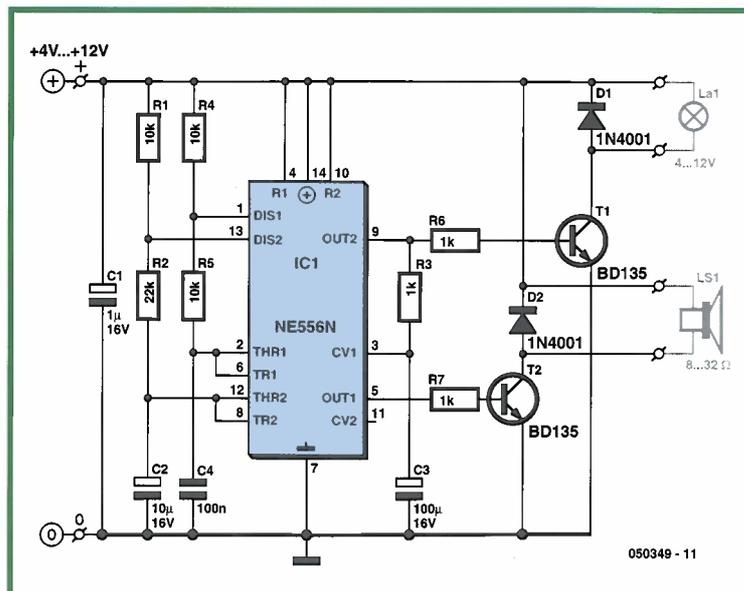
Arthur Schilp

Este circuito ultra-simple producirá el familiar sonido de sirenas usadas en los coches de la policía US en situaciones de emergencia. También parpadeará una pequeña lámpara de forma síncrona con el sonido de la sirena. El circuito es capaz de alimentar cargas mayores de 1 A para una o más lámparas, o un potente altavoz. El kit produce bastante ruido y luz.

El circuito se construye a partir de dos multivibradores astables, es este caso el familiar 555, de los cuales dos son presentados en un encapsulado NE556. Por supuesto, estamos libres de usar dos 555 si eso nos resulta mejor. Ambos integrados temporizadores están configurados para operar como multivibradores astables.

El primer temporizador está configurado con R1, R2 y C2 para

suministrar una señal rectangular de alrededor de 2 Hz en el pin 9. La lámpara se enciende y apaga por medio del transistor de potencia T1. El segundo 555 se configura usando R4, R5 y C5, y proporciona una señal cuadrada en el pin 5 que excita el altavoz. La tensión de cambio de la salida del primer temporizador (pin 9) hace que el condensador electrolítico C3 se cargue y se descargue de forma parcial, periódicamente, a través de la resistencia R3. El condensador C3 se conecta a la entrada de control del segundo temporizador -timer- (pin 3), haciendo que trabaje como un VCO (amplificador controlado por tensión). El resultado es que la frecuencia de la señal cuadrada se aplica al altavoz subiendo y



bajando de forma periódica, mientras se produce una buena imitación del sonido de la sirena de los coches de la policía (que se oye a menudo en las películas).

El pequeño número de componentes estándar usados permite construir este circuito en placas Veroboard sin problemas.

(050349-1)

Más Ahorro de Energía para Relés

Klemens Viernickel

Al tratar con relés debemos distinguir entre la tensión de subida y la tensión mantenida. Dependiendo del tipo de dispositivo, la última es de un 10 a un 50% más baja que la anterior. Esto significa que una vez activada la armadura del relé podemos bajar la tensión de la bobina a su valor de mantenimiento, reduciendo la potencia disipada.

El circuito que se muestra aquí consta de una combinación paralela de un LED, un condensador electrolítico y una resistencia, colo-

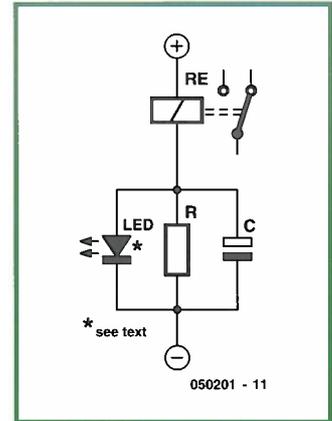
cados en serie con una bobina de relé. Además del ahorro de energía reducimos la corriente de funcionamiento del relé incrementando la vida de la operación del circuito, lo cual tiene la ventaja añadida de proporcionar un indicador de estado en forma de LED. El autor ha usado este circuito con prácticamente todos los relés, con varias corrientes y tensiones tasadas. Los valores de los componentes recomendados son los siguientes:

- El condensador electrolítico debería tener un valor entre 100 y 1.000 μF con una tensión de

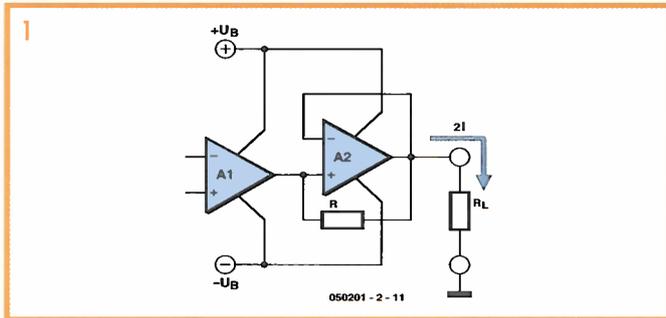
trabajo de 6,3 V, dependiendo de la corriente de funcionamiento de la bobina del relé.

- El valor de la resistencia debería estar entre 10 Ω y 1 k Ω , así que en este estado activo circula una corriente de 20 mA a través del LED.
- Se debería usar un LED estándar verde o amarillo con una corriente directa de 20 mA. Cuando usamos relés con una corriente de bobina muy baja, los LEDs pueden sustituirse. Añadiremos un diodo zéner en serie para tensiones de bobina mayores, como 24 ó 48 V.

(050201-1)



Amplificador Operacional con Corriente de Salida Incrementada



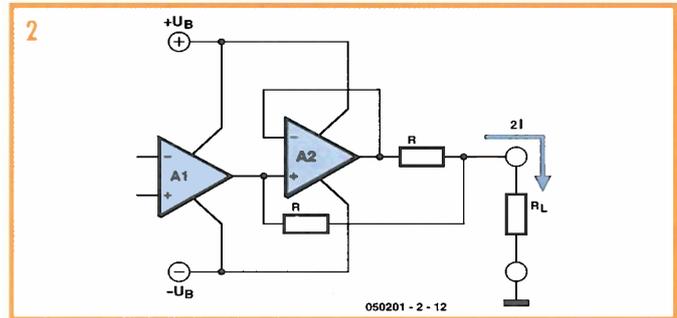
Klemens Viernickel

Los amplificadores operacionales integrados ofrecen ventajas como la facilidad de uso, una buena relación calidad precio y un pequeño tamaño. Sin embargo, raramente tienen una corriente de salida de gran capacidad, ya que no suelen entregar más de 12 mA, así que son inadecuados para usarlos en aplicaciones de bucles de corriente de 20 mA, por ejemplo. Una solución es añadir una etapa de excitación con la potencia de salida necesaria, comprendiendo de dos a cuatro transistores y algunos com-

ponentes más. Este diseño aumenta el espacio de placa y es relativamente caro, tendiendo a desplazar las ventajas de los dispositivos integrados.

Una alternativa es elevar la capacidad de excitación de la salida conectando amplificadores operacionales en paralelo. La corriente de salida será aproximadamente proporcional al número de amplificadores operacionales. En lugar de un simple amplificador operacional, se usa uno doble o cuádruple, para conseguir mayor potencia de salida.

La idea se muestra en la **Figura 1**. La salida del primer amplifica-

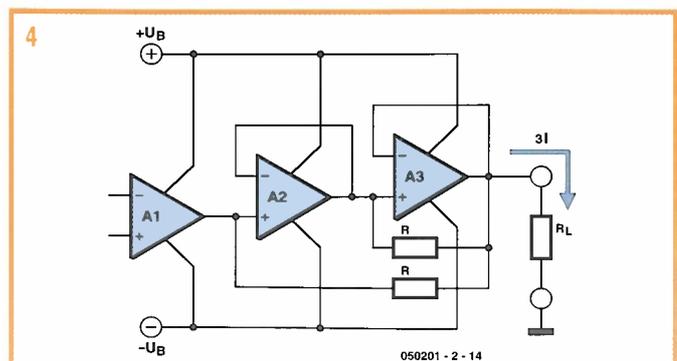
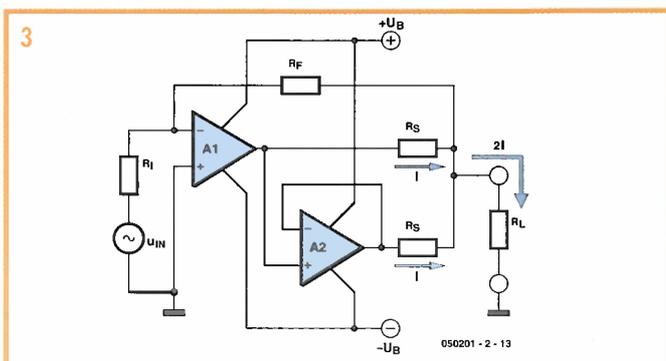


dor operacional se conecta a la entrada de una etapa amplificadora en configuración no inversora además de a la salida del circuito a través de una resistencia. El primer amplificador operacional excita el segundo amplificador no inversor que proporciona toda la corriente de salida del circuito además de que permanece dentro de su capacidad normal. Como la corriente de salida demanda incrementar, el segundo amplificador operacional alcanzará el límite de su capacidad de excitación. Su ganancia entonces caerá y se producirá una tensión diferente en sus entradas. El primer amplificador

operacional empezará entonces a demandar más y más corriente a la salida a través de la resistencia, y la suma de las corrientes de salida de los dos amplificadores operacionales debe circular a través de la resistencia de carga RL.

Añadiendo otra resistencia podemos comparar la contribución de corriente desde los dos amplificadores operacionales (**Figura 2**). El circuito completo con dos operacionales se muestra en la **Figura 3**. El principio del circuito se puede ampliar a más operacionales con sus corrientes de salida que se añaden juntas (ver **Figura 4**).

(050201-2)



elektor

MAYO 2006

CONDICIONES GENERALES

Los circuitos impresos, carátulas autoadhesivas, ROMs, PALS, GALS, microcontroladores y disquetes que aparecen en las páginas de ELEKTOR se encuentran a disposición de los lectores que lo requieran. Para solicitarlos es necesario utilizar el cupón de pedido que se encuentra en las páginas anexas. Este mismo cupón también puede utilizarse para efectuar pedidos de los libros de la colección de ELEKTOR (en versión original inglesa).

- Los ítems marcados con un asterisco (*) tienen una vigencia limitada y su disponibilidad solo puede garantizarse durante un cierto periodo de tiempo.
- Los ítems que no se encuentran en esta lista no están disponibles.
- Los diseños de circuitos impresos se encuentran en las páginas centrales de la Revista. En ocasiones y por limitación de espacio no se garantiza la publicación de todos los circuitos. En estos casos los lectores interesados pueden solicitar los diseños, utilizando el mismo cupón de pedido y les serán enviados a su domicilio contra reembolso de 500 pts. (incluidos gastos de envío).
- Los EPROMs, GALS, PALS, (E)PLDs, PICs y otros microcontroladores se suministrarán ya programados.
- Los precios y las descripciones de los diferentes productos están sujetos a cambios. La editorial se reserva el derecho de modificar los precios sin necesidad de notificación previa. Los precios y las descripciones incluidas en la presente edición anulan los publicados en los anteriores números de la Revista.

FORMA DE 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 indicó anteriormente. El pago puede realizarse mediante cheque conformado de cualquier banco residente en territorio español, giro postal anticipado, tarjeta VISA (en este caso debe indicarse la fecha de caducidad, domicilio del propietario de la tarjeta y firma del mismo). Nunca se deberá enviar dinero en metálico con el pedido. Los cheques y los giros postales deben ser nominativos a la orden de VIDELEC S.L.

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). Telf: 91 677 70 75, Fax: 91 676 76 65. E-mail: suscrip@larpress.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, solicitando previamente nuestro consentimiento mediante llamada telefónica al número (91) 3273797 en horario de oficina. En este caso la persona que llame recibirá un número de devolución que deberá hacer constar al devolver el material en un lugar bien visible. En este caso correrá por nuestra cuenta el gasto de envío de la devolución, debiéndolo hacer así constar el remitente en su oficina postal. A continuación se le enviará nuevamente el pedido solicitado sin ningún gasto para el solicitante. En cualquiera de los casos anteriores, solo se admitirán las devoluciones en un plazo de tiempo de 14 días contados a partir de la fecha de envío del pedido.

Patentes: Algunos de los circuitos o proyectos publicados pueden estar protegidos mediante patente, tanto en la Revista como en los libros técnicos. La editorial 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, disquetes y cualquier otro tipo de software publicados en libros y revistas están protegidos por un Copyright y no pueden ser reproducidos o transmitidos, en parte o en su totalidad, en ninguna forma ni por ningún medio, incluyendo fotocopiado o grabación de datos, sin el permiso previo por escrito de Editorial LARPRESS. No obstante, los diseños de circuitos impresos sí 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 telefónico 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 (€)

E312 MAYO 2006

Placa de Aplicación para el R8C/13:

- Placa montada	050179-92	96,00
- PCB	050179-1	27,35
- LCD con contraluz	050179-72	14,39
- Poly-LED display	050179-73	51,00

Placa de Prototipos para FPGA:

- Placa montada	050370-91	S/P
-----------------	-----------	-----

Módulo FPGA Versátil:

- Módulo montado plug-on	040477-91	
- Suscriptores		342,00
- No suscriptores		353,00

E311 ABRIL 2006

Controlador de Motor sin Escobillas:

- ST7MC1, programado	050157-41	7,54
----------------------	-----------	------

Un Tom Thumb de 16 Bits:

- R8C Starter Kit	050179-91	16,45
-------------------	-----------	-------

E310 MARZO 2006

Adaptador de Fuente de Alimentación para Portátil de 95 Vatios:

- PCB	050029-1	59,00
-------	----------	-------

Controlador Automático para Ventana de Ático:

- Disco, PIC código fuente y hex	050139-11	10,28
- PIC16F84A-20/P, programado	050139-41	26,00
- Módulo LCD 2x16 caracteres	030451-72	14,00
- Módulo PLED 2x16 caracteres	030451-73	51,00

Horno de Soldadura de Oja para SMD:

- Disco, PIC código fuente y hex	050319-11	10,28
- AT89C52/24JI, programado	050319-41	15,00
- Módulo LCD 2x16 caracteres	030451-72	14,39
- Módulo PLED 2x16 caracteres	030451-73	51,00

Computador Temporizado para Lavadora:

- PCB	050058-1	18,00
- Disco, PIC código fuente y hex	050058-11	12,44
- PIC16F84, programado	050058-41	26,00

E309 FEBRERO 2006

De la "A" a la "D" por medio del USB:

- PCB	050222-1	16,00
- IOW24-P, programado	050222-41	19,00

Supervisor de teléfono:

- PIC16F628-20/P, programado	050039-41	17,00
- CD-ROM, PIC hex & source codes, LCM First Server	050039-81	14,00

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-I/SO, 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

	Código	Precio (€)		Código	Precio (€)
E297 FEBRERO 2005					
BUS casero-I²C:					
- PCB	040033-1	22,56		030136-1	17,50
- Disco, código fuente y hex	040033-11	9,12		030136-11	9,00
				030136-41	15,00
E296 ENERO 2005					
Filtros de Supresión de Ruido:					
- PCB	030217-3	25,00			
E295 DICIEMBRE 2004					
Amplificador de Clase T de 2 x 300 W Clarity:					
- PCB	030217-2	30,00			
E294 NOVIEMBRE 2004					
Amplificador Clase-T 2x300 W:					
- Placa amplificador con SMD premontado; núcleos para L1 y L2	030217-91	59,00			
Dado rodante:					
- Set de PCB'S (6 caras)	040248-1	26,00			
- Disco, código fuente y hex	040248-11	9,00			
- AT89C2051-12PI, programado	040248-41	16,00			
Cuchillo del Ejército Suizo:					
- Set de PCB'S: MCU, RS232, USB	030448-1	17,71			
- Set de discos (a+b), todo el software del proyecto	030448-11	12,12			
- AT89S8252-24PC, programado	030448-41	48,00			
E293 OCTUBRE 2004					
Analizador R/C:					
- Disco, PIC código fuente	030178-11	9,12			
- PIC16F627-4/CP, programado	030178-41	19,00			
Convertidor USB Controlado a través de HTML:					
- Disco, programas ejemplo	044034-11	9,12			
E292 SEPTIEMBRE 2004					
Micro Servidor Web con placa MSC1210:					
- Placa microprocesador, ensamblada y comprobada	030060-91	119,00			
- Placa de expansión de red, ensamblada y comprobada	044026-91	78,00			
- Paquete combinado (incluyendo 030060-91 + 044026-91 y todos los artículos)	044026-92	195,00			
- Placa de expansión de red, sólo PCB	044026-1	20,00			
E291 AGOSTO 2004					
Multi Programador:					
- PCB	020336-1	16,45			
- Disco, firmware y código fuente	020336-11	9,12			
Pocket Pong:					
- Disco, software PIC	030320-11	9,12			
Router de vías:					
- PCB	030403-1	20,19			
- Disco, software PC Y PIC	030403-11	9,12			
- PIC16F877-20/P, programado	030403-41	40,02			
Operador Silencioso:					
- Disco, PIC software	030209-11	9,12			
- PIC16F84-10P, programado	030209-41	27,41			
E290 JULIO 2004					
Diseño de Nuestro Propio Circuito Impreso:					
- PCB	030385-1	29,00			
Preamplificador de Gama Alta Controlado Digitalmente (2):					
- 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			
- PIC18LF452-1/L, programado	020046-41	52,00			
Medidor de Velocidad y Dirección del Viento:					
- Disco, software del proyecto	030371-11	9,00			
- PIC16F871, programado	030371-41	33,00			
E289 JUNIO 2004					
Construya su Propio Receptor DRM:					
- PCB	020148-1	16,00			
- Disco, proyecto ejemplo	020148-11	9,12			
Caja De Música y el Sonido de Pandora:					
- PCB	030402-1	20,00			
- Disco, código fuente y hex	030402-11	9,12			
- PIC16F871/P, programado	030402-41	38,50			
Explorador de VHF de Banda Baja:					
- PCB	020416-1	16,50			
E288 MAYO 2004					
Construya su Propio Receptor DRM:					
- PCB	030365-1	17,00			
- Disco, programa DRM.exe	030365-11	9,00			
Cerradura Codificada:					
- PCB	020434-1	14,40			
- Disco, código fuente y hex	020434-11	9,00			
- PIC16F84A-4P, programado	020434-41	27,41			
Multicanal Seguro para Modelos Controlados por Radio:					
- Disco, código fuente	020382-11	9,00			
- AT89C52-24JI, programado	020382-41	16,24			
Medidor de Frecuencia Multifunción:					
- PCB				030136-1	17,50
- Disco, software del proyecto				030136-11	9,00
- AT90S2313-10PC, programado				030136-41	15,00
E287 ABRIL 2004					
Reloj Digital con Alarma:					
- Disco, PIC código fuente y hex	030096-11	9,11			
- PIC16F84-04/P, programado	030096-41	28,36			
iAccess:					
- Disco set, código fuente y control	020163-11	14,02			
- AT89S8252-12PC, programado	020163-41	25,94			
Sencillo Inversor de Tensión de 12V a 230V:					
- PCB	020435-1	16,00			
Conmutador Controlado por Tacto:					
- Disco, PIC código fuente	030214-11	9,12			
- PIC12C508A04/S08, programado	030214-41	11,49			
E286 MARZO 2004					
Placa flash 64-K 80C552:					
- 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			
Registrador Climático:					
- PCB	030076-1	14,44			
- Disco, software Windows	030076-11	9,12			
Codificador FMS para Simulador de Vuelo:					
- PCB	030066-1	19,03			
- 87LPC767BN, programado	030066-11	31,74			
Ruleta a Diodos Led:					
- PCB	030168-1	33,00			
- Disco, código fuente y hex	030168-11	9,12			
- 89C2051-12PC, programado	030168-41	15,02			
E285 FEBRERO 2004					
Receptor de Control Remoto en FM:					
- PCB	034044-1	19,00			
Cronómetro de Proyectos:					
- Disco, códigos fuente y objeto	020350-11	9,12			
- PIC16F84-10P, programado	020350-41	24,52			
Descubriendo el motor paso a paso (II):					
- Disco, código fuente	020127-11	9,12			
Generador de Reloj Universal:					
- Disco, código fuente	020395-11	9,12			
Enlace RS232 sin hilos:					
- PCB	030204-1	16,24			
E284 ENERO 2004					
Contador de revoluciones para modelos de radio-control:					
- PCB	024111-1	33,00			
- Disco, código fuente y hex	024111-11	9,00			
- 89C2051-12PC, programado	024111-41	16,00			
Visualizador de Texto con Desplazamiento:					
- Disco, código fuente y hex	020407-11	9,00			
Convertor USB analógico:					
- PCB	020374-1	14,00			
- Disco, códigos hex y software Windows	020374-11	9,00			
- PIC16C765, programado	020374-41	25,00			
E283 DICIEMBRE 2003					
Generador de Señal de RF con DDS:					
- PCB, generador	020299-1	22,00			
- PCB, control/alimentación	020299-2	23,00			
- AT90S8515 8PC, programado	020299-41	57,00			
Detector de metal por inducción balanceada:					
- PCB	020290-1	17,00			
E282 NOVIEMBRE 2003					
Generador de imágenes ATV:					
- Disco, código fuente y hex	020295-11	9,12			
- AT90S8515-8PC, programado	020295-41	28,37			
- AT90S1200-12PC, programado	020295-42	25,70			
Interruptor remoto mediante teléfono DTMF:					
- PCB	020294-1	22,00			
- Disco, software del proyecto	020294-11	9,12			
- PIC16F84A-20/P, programado	020294-41	27,50			
Display de Cristal Líquido con Bus I²C:					
- PCB	030060-2	14,00			
PICProg 2003:					
- PCB	010202-1	17,00			
- Disco, software Windows	010202-11	9,12			
- PIC16F874-20/P, programado	010202-41	44,00			
Central de Medida de Precisión (2):					
- Placa ensamblada y comprobada	030060-91	68,00			
Preamplificador a válvulas (I):					
- PCB, placa amplificador	020383-1	22,00			
- PCB, placa alimentación	020383-2	21,00			
- PCB, placa I/O	020383-3	19,00			