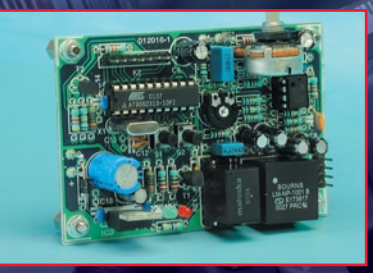
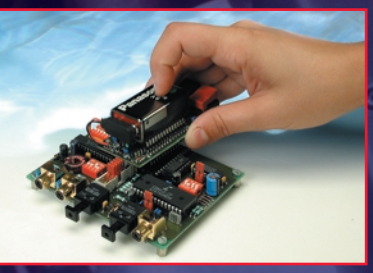
elektor

LA REVISTA INTERNACIONAL DE ELECTRONICA Y ORDENADORES Nº 272 3,60 €

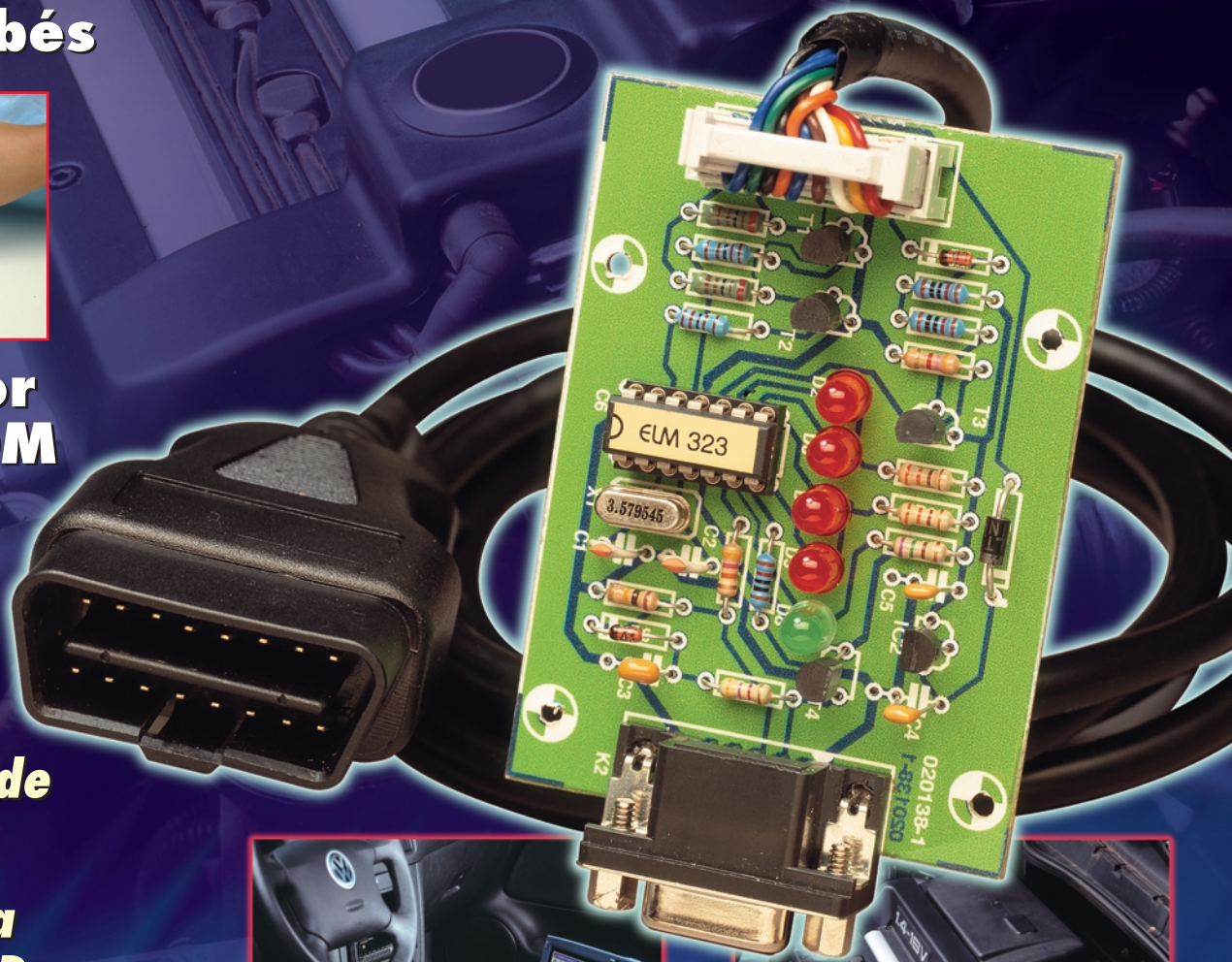


Monitor Telefónico para Bebés



Emulador de EPROM

Adaptador para Diagnósticos de Vehículos



Cámaras de Velocidad

Linterna a Diodos LEDs

Células de Combustible

00272
8 414090 101455

elektor

Director
Eduardo Corral

Colaboradores
Jose Mª Villoch, Pablo de la Muñoza, Andrés Ferrer.

Redacción
VIDELEC, S.L.
Santa Leonor, 61 4º-1
28037 MADRID
Tel.: 91 375 02 70
Fax: 91 375 61 42

Publicidad
Director de Publicidad: Julio Mollejo
julio.mollejo@larpress.com
Coordinadora de publicidad: Gema Sustaeta
C/ Medea, 4 5ª planta (Edificio ECU)
Tel.: 91 754 32 88
Fax: 91 754 18 58
28037 MADRID
email: publicidad@lar.es

Delegación Cataluña

ad press
Delegado: Isidro Ángel Iglesias López
iai_ad_press@infonegocio.com
Jefe de publicidad: Eva Matute Calvo
emc_ad_press@infonegocio.com
Comte d'Urgell, 165-167, B-1º-3ª
08036 BARCELONA
Tel.: 93 451 89 07
Fax: 93 451 83 23
email: ad_press@infonegocio.com

Suscripciones: suscrip@larpress.com
C/ La Forja, 27
28850 Torrejón de Ardoz (Madrid).
Tels.: 91 677 70 75 - Fax: 91 676 76 65

Edita
LARPRESS, S.A.

Director Editor
Julio Rodríguez

Director de Producción
Gregorio Goñi
Director Comercial
Eloy Zamanillo

Distribución en España
COEDIS, S.A.
Ctra. Nacional II Km. 602,5
08750 Molins de Rei - Barcelona
Tel.: 93 680 03 60

Importador para Chile:
Iberoamericana de Ediciones, S.A.
C/ Leonor de la Corte, 6035. Quinta Normal
Santiago de Chile
Tel.: 774 82 87 - 774 82 88
Distribución en Chile:
Alfa, S.A.
Distribución México:
Importador exclusivo Cade, S.A. de C.V.
C/ Lago Ladoga, 216
Colonia Anahuac-Delegación
Manuel Hidalgo. 11320 Mexico D.F.
Tel: 5254-2999 Fax: 5545-6879
Distribución Estados: Citem
Distribución D.F.: Unión de Voceadores
Distribución en Venezuela:
Distribuidora Continental
Distribución en Colombia:
Disunidas, S.A.
Distribución en Ecuador:
Disandes
P.V.P. en Canarias, Ceuta y Melilla 3,61 €

Imprime
IBERGRAPHI 2002 S.L.L.
C/ Mar Tirreno, 7 Bis. Polígono Industrial San Fernando.
28830 San Fernando de Henares. Madrid.
Depósito legal: GU.3-1980
ISSN 0211-397X
31/Enero/2.003

Preimpresión
Videlec, S.L.
C/ Sta. Leonor, 61 -4º local 1

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

ARI Asociación de Revistas de Información

MONTAJE DE PROYECTOS

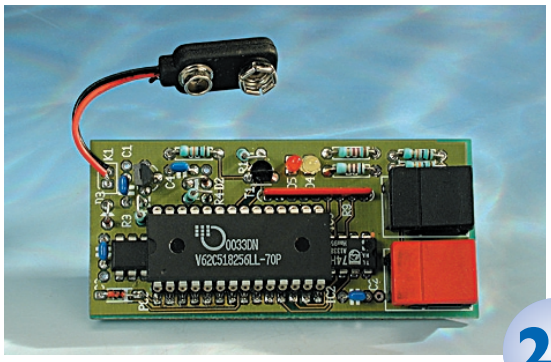
Adaptador para Diagnósticos de Vehículos

Como prometimos en la entrega del último mes, en el artículo sobre Diagnóstico para Coche OBD-2, presentamos ahora un interfaz adaptador que nos permite obtener sobre nuestro ordenador los secretos más internos de nuestro vehículo.

6

Emulador EPROM

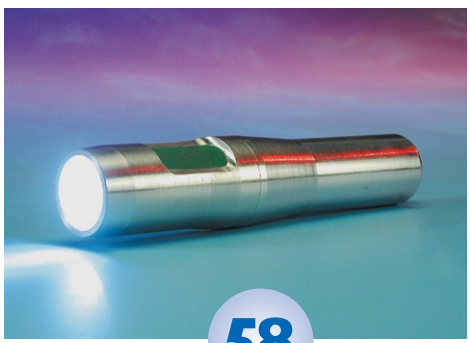
Al contrario que la mayoría de los emuladores de memorias EPROM, el diseño tratado en este artículo proporciona una imitación virtual perfecta de un dispositivo 27C256 de "la vida real", el cual puede programarse sobre cualquier programador o insertado en la tarjeta destino.



28

Linterna Luminosa a Diodos LEDs

Una linterna es, probablemente, el circuito más pequeño y de menos componentes diseñado: todo lo que necesitamos es una pila, un interruptor, una bombilla y ya está todo. Sin embargo, si añadimos a este circuito un microcontrolador, podemos construir un montaje con unas prestaciones mucho más interesantes, que hacen que la linterna sea mucho más útil...



58

Nº 272
ENERO 2003

ELEKTOR

CONTENIDO

ARTÍCULOS INFORMATIVOS

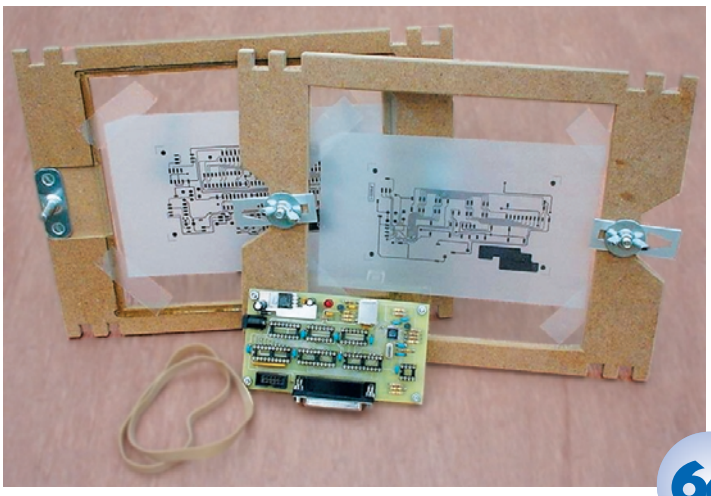
Cámaras de Velocidad

Temida por la mayoría de los motoristas, la cámara de velocidad, que normalmente contiene un radar, es un dispositivo electrónico cuyo modo de funcionamiento sigue siendo un misterio para la mayoría de los aficionados a la electrónica. En este artículo intentaremos descubrir y conocer estos curiosos dispositivos.

36

Placas de Circuito Impreso (PCBs) de Doble Cara

Cualquiera puede construir esta caja con pantalla luminosa muy fácilmente y nos permite alinear, de forma precisa, láminas de placas de circuito impreso de doble cara.



64

Proyectos de construcción

6 Adaptador para Diagnósticos de Vehículos

28 Emulador de EPROM

46 Monitor Telefónico para Bebés

58 Linterna a Diodos LEDs

68 Verificación de Nivel de Audio para Entrada de Línea

Artículos Informativos

36 Cámaras de Velocidad

40 Programación de Controlador USB (II)

56 Células de Combustible

64 Placas de Circuito Impreso (PCBs) de Doble Cara

Regulares

3 Sumario

16 Noticias

27 Ojeada al próximo número

51 Nuevos Libros

52 EPS

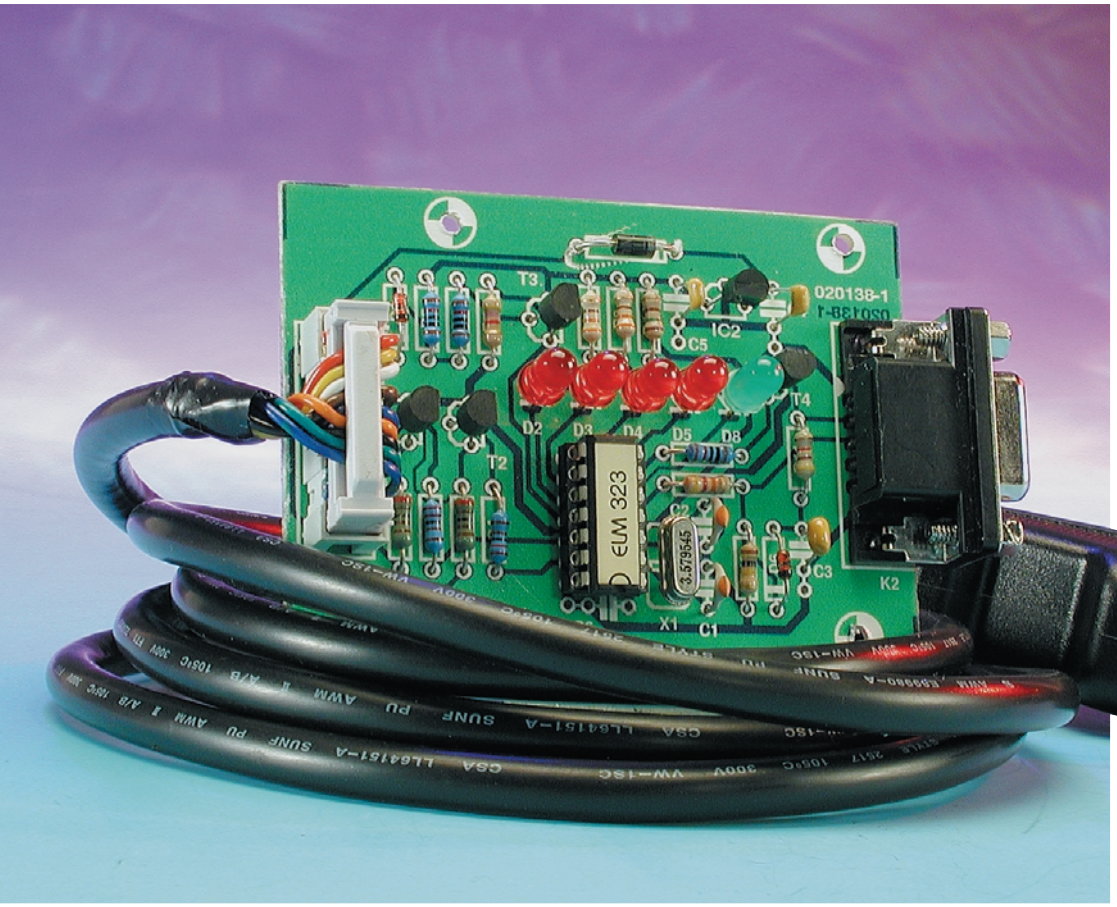
55 Libros

Adaptador para Diagnóstico de Vehículo

Interfaz entre un conector de diagnosis para vehículo OBD-2 y un puerto serie de ordenador

Diseñado por G. Müller

Como prometimos en la última entrega, en el artículo sobre Diagnóstico para Coche OBD-2, presentamos ahora una interfaz adaptador que nos permite obtener sobre nuestro ordenador los secretos más internos de nuestro vehículo.



Podemos dar gracias a una directiva de la Unión Europea de 1998, que permitió la introducción y la estandarización del conector de diagnóstico de vehículos OBD-2. El conector es estándar en todos los sistemas de encendido de los vehículos fabricados a partir del año 2000 y debe incorporarse en todos los sistemas de encendido de los coches diesel a partir del año 2003. Los protocolos de comunicación utilizados pueden presentarse en tres variedades diferentes. En

Datos Técnicos del ELM 323

Rangos Máximos Absolutos:

Temperatura de Almacenamiento:	–65 °C to +150 °C
Temperatura ambiente con alimentación aplicada:	–40 °C to +85 °C
Tensión en V_{DD} con respecto a V_{SS}:	0 to +7.0 V
Tensión en cualquier otro terminal con respecto a V_{SS}:	–0.6 V to (V_{DD} + 0.6 V)

Características Eléctricas

Todos los valores se suponen con una temperatura de funcionamiento de 25° C y una tensión de alimentación de + 5 V, si no se especifica ninguna otra cosa. Para más detalles ver las notas que se proporcionan más abajo..

Característica	Mínimo	Típico	Máximo	Unidades	Condiciones
Tensión V_{DD} de funcionamiento	4.5	5.0	5.5	V	
Velocidad de subida de V_{DD}	0.05			V/ms	Ver Nota 2
Corriente de alimentación media I_{DD}		1.0	2.4	mA	Ver Nota 3
Tensión Baja de Entrada	VSS		0.15 VDD	V	
Tensión Alta de Entrada	0.85 VDD		VDD	V	
Tensión Baja de Salida			0.6	V	Corriente (Entrada) = 8.7 mA
Tensión Alta de Salida	VDD – 0.7			V	Corriente (Fuente) = 5.4 mA
Corriente de entrada en terminal RS232Rx	0.5		0.5	mA	Ver Nota 4
Velocidad de transmisión en RS 232		9600		Baudios	Ver Nota 5

Notas:

1) Este circuito integrado tiene un PIC 16C505, de la casa Microchip Technology, como microprocesador central integrado en el componente.
2) Esta especificación debe ser cumplida asegurándose de que se produce el pulso de "reset" correcto. Si la tensión de alimentación aumenta demasiado lentamente se pueden producir errores en la señal de "reset" interna.
3) Dispositivo sólo. Sin ninguna carga de corriente.
4) Este valor representa el flujo de corriente a través de los diodos de protección de entrada, cuando se aplican tensiones de alimentación de entrada elevadas a la entrada RS232Rx (terminal 5), a través de una resistencia limitadora de corriente.Los valores dados son los máximos que se deberían permitir para un flujo de corriente constante.
5) Velocidad nominal de transferencia de datos cuando se está utilizando el cristal de cuarzo de 5,579 MHz recomendado, como frecuencia de referencia. Los datos se transfieren hacia y desde el ELM 323 con 8 bits de datos, sin paridad y con un bit de parada (8 N 1).

Europa el protocolo más común es el estándar ISO. Todos estos protocolos están basados en la transferencia de datos serie, aunque los niveles de señal y el formato del mensaje no son compatibles con el puerto serie de comunicaciones de un ordenador personal.

La interfaz adaptador que se describe en este artículo contiene un microcontrolador ya programado, producido por la empresa Elm Electronics de Canadá. Este controlador, junto con unos pocos componentes externos, permite que el conector del vehículo OBD pueda comunicarse con el puerto serie de un ordenador, un portátil o un dispositivo PDA que esté ejecutando un programa de emulación de terminal. La alternativa a este diseño sería la creación de un programa mucho más sofisticado que puede desarrollarse en el ordenador, para proporcionar una interfaz de usuario que nos permita la interpretación y la puesta a cero de los códigos de fallo, además de mostrarnos en tiempo real la información actual de los distintos sensores.

En la siguiente entrega de este artículo echaremos una ojeada al desarrollo de un programa de este tipo y describiremos en detalle los pasos necesarios para producir el programa acabado. El código fuente para este programa está escrito en lenguaje C y puede exportarse a cualquiera de los sistemas operativos más comunes, tales como Linux, BeOS o QNX, utilizando el programa compilador gcc que está disponible, de forma gratuita, en el mercado. El código fuente, junto con una versión del programa compilado para ser ejecutado bajo Windows, estará disponible para bajarlo gratuitamente de Internet.

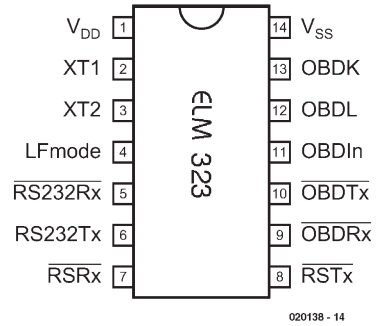


Figura 1. Distribución de terminales del ELM 323.

El circuito integrado intérprete

El ELM 323 fue diseñado específicamente como una solución de bajo coste para realizar la función de interfaz de un ordenador personal o un PDA con un conector de diagnosis para vehículo. Para mantener las cosas lo más sencillas posible, esta comunicación se realiza a una frecuencia fija de 9.600 baudios y no ofrece la posibilidad de "handshaking" (algo así como intercambio de confirmación en la comunicación) para la interfaz RS 232. Además, este circuito sólo es capaz de comunicarse utilizando el protocolo de 10,4 kHz, ISO 9141. Este estándar es el modelo que se utiliza de manera más común por la mayoría de los fabricantes europeos y asiáticos. Los vehículos montados en Estados Unidos utilizan los protocolos VPW y PWM. El circuito integrado intérprete para este tipo de protocolos también está disponible en la casa Elm Electronics.

Las especificaciones técnicas más importantes del circuito integrado ELM 323 se muestran en el apartado "Datos Técnicos del ELM 323". En la Figura 1 se muestra la distribución de terminales de dicho circuito integrado, mientras que en la Figura 2 se representa el diagrama de bloques interno del mismo. A continuación se describen los distintos terminales:

V_{DD} (Terminal 1)

Este terminal es la patilla positiva de alimentación y debe ser el terminal positivo de mayor tensión en el circuito (ver las especificaciones técnicas). Desde este terminal se deriva

una señal de reset interno, en el momento del encendido, de manera que se pueda inicializar el microcontrolador.

XT1 (Terminal 2) y XT2 (Terminal 3)

Entre estos dos terminales debe conectarse un cristal de 3,579545 MHz (trama de color de la televisión NTSC). Entre cada uno de estos dos terminales y el terminal de VSS debe conectarse un condensador (cuyo valor típico es de 27 pF).

LFmode (Terminal 4)

Esta entrada selecciona el modo fin de línea por defecto después de producirse una señal de reset en el momento del encendido. Un nivel alto en este terminal significa que cada línea enviada por el circuito integrado ELM 323 finalizará con un carácter de retorno de carro (CR) y con otro de fin de línea (LF). Un nivel lógico bajo en esta entrada se traduce en que cada línea enviada finalizará tan sólo por un carácter de retorno de carro, sin el de fin de línea. Este modo de trabajo también puede cambiarse mediante programación, utilizando los comandos ALT0 y ALT1 del conjunto de comandos AT.

RS232Rx (Terminal 5)

La señal de transmisión del interfaz RS 232 puede conectarse directamente a este terminal, siempre y cuando se proporcione una resistencia limitadora de corriente (con un valor típico de unos 47 KW), conectada en serie. Los diodos internos del propio circuito integrado aseguran que las entradas del ELM 323 están protegidas contra sobretensiones, mientras que su comportamiento como puertas "triggers Schmitt" reduce el efecto del ruido en las salidas.

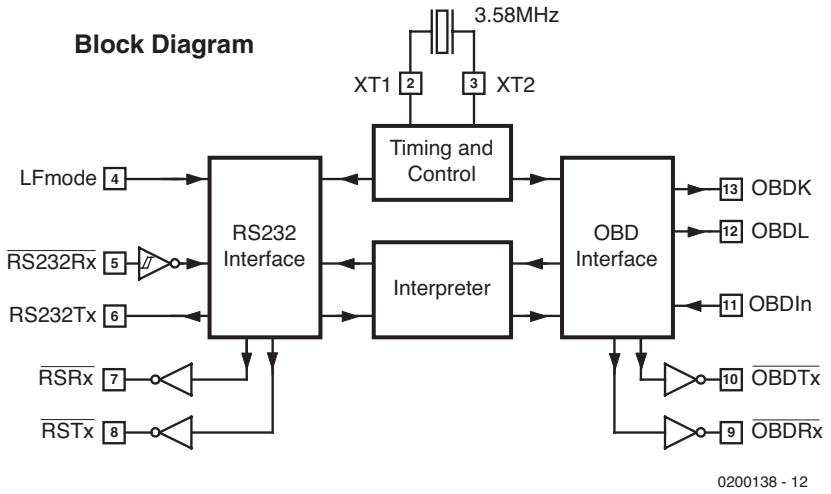


Figura 2. Diagrama de bloques del convertidor OBD-2 a RS 232.

RS232Tx (Terminal 6)

El circuito integrado ELM 323 transmite los datos desde esta salida. El nivel de señal es compatible con la mayoría de los circuitos integrados controladores de interfaz e incluso proporciona suficiente corriente para utilizar un único transistor PNP como controlador de línea.

Salidas de control para diodos LED (Terminales 7, 8, 9 y 10)

Estos cuatro terminales están a nivel bajo cuando el ELM 323 está transmitiendo o recibiendo datos desde la interfaz RS 232 o del OBD. Siempre que la correspondiente resistencia serie limitadora de tensión esté montada, las salidas pueden suministrar o recoger suficiente corriente como para controlar directamente un diodo LED.

OBDIn (Terminal 11)

El dato serie OBD de entrada llega al circuito integrado por este terminal. Un nivel lógico alto en esta señal representa el estado activo de la línea K OBD. Esta entrada no es del tipo Trigger Schmitt, por lo que se debe emplear un buffer de entrada externo para reducir los

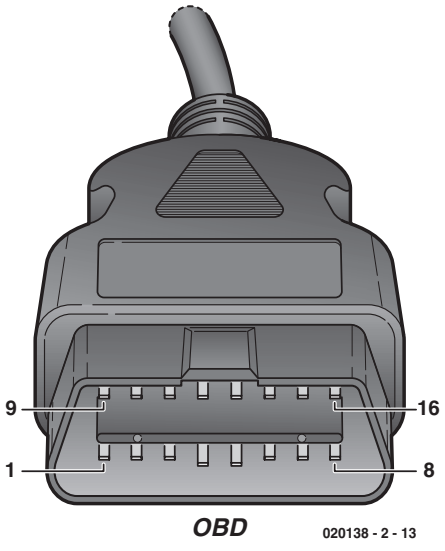


Figura 3. Conector de 16 terminales para el conector de diagnosis para vehículo.

tiempos de transición de la señal de entrada.

OBDL (Terminal 12) y OBDK (Terminal 13)

Estas señales de entrada, activas a nivel alto, se emplean para controlar el bus OBD mediante transistores controladores NPN externos. La transferencia de datos se produce normalmente sobre la línea K, pero el estándar especifica que el controlador para la línea L puede estar implementado también para asegurar que el bus está inicializado adecuadamente. Más adelante veremos esto con más detalle.

V_{SS} (Terminal 14)

Es el terminal de masa común (el punto más negativo del circuito).

El circuito interfaz

El estándar SAE J1962 estipula que todos los vehículos que cumplen con la norma OBD deben proporcionar un conector estándar cerca del asiento del conductor. La forma y la distribución de terminales de este conector de 16 patillas ya ha sido descrita en el artículo previo "Sistemas de Diagnosis para Coche" (publicado en la entrega de Diciembre de 2002 de Elektor Electronic). El circuito descrito aquí se conecta directamente sobre este conector sin necesidad de realizar ningún cambio sobre el vehículo.

El conector J1962 hembra (ver Figura 3) necesario para incrustar en el conector del vehículo, puede ser difícil de obtener (ver lista de materiales) llevándonos a intentar improvisar realizando una conexión en la parte trasera del conector OBD del vehículo. Si intentamos esto, debemos estar seguros de que no vamos a realizar ninguna operación que comprometa la integridad de la red OBD del vehículo. No se recomienda el uso de cualquier tipo de conector que pudiera cortocircuitar fácilmente los terminales de dicho conector (por ejemplo, el conector de tipo teléfono RJ 11).

En la Figura 4 se muestra el circuito del interfaz OBD/RS 232 con el circuito integrado ELM 323. La alimentación se toma de la batería del vehículo (cuyo valor nominal es de 14,4 V), por medio del terminal 16 del conector OBD (K1), mientras que la masa del vehículo se lleva al terminal 5. El regulador de tensión IC2 proporciona la tensión de + 5 V para el circuito y su limitador de corriente interno ofrece un cierto tipo de protección para el circuito completo. El diodo D7 proporciona la protección necesaria para evitar una inversión de polaridad. El diodo LED D8, "Encendido", nos indica que la tensión de + 5 V está disponible en el circuito.

Las dos conexiones que quedan hacia el vehículo (terminales 7 y 15 del conector OBD), son las líneas de datos descritas en los estándares ISO 9141 e ISO 14230. De acuerdo con estos estándares, el terminal 7 del conector es la salida K, mientras que el terminal 15 es la salida L. A partir de ahora, nos referiremos a estos terminales como la línea K y la línea L del sistema OBD. Para cumplir con la especificación, el circuito integrado ELM 323 controla estas dos líneas utilizando transistores NPN con una resistencia de "pull-up" de 510 Ω.

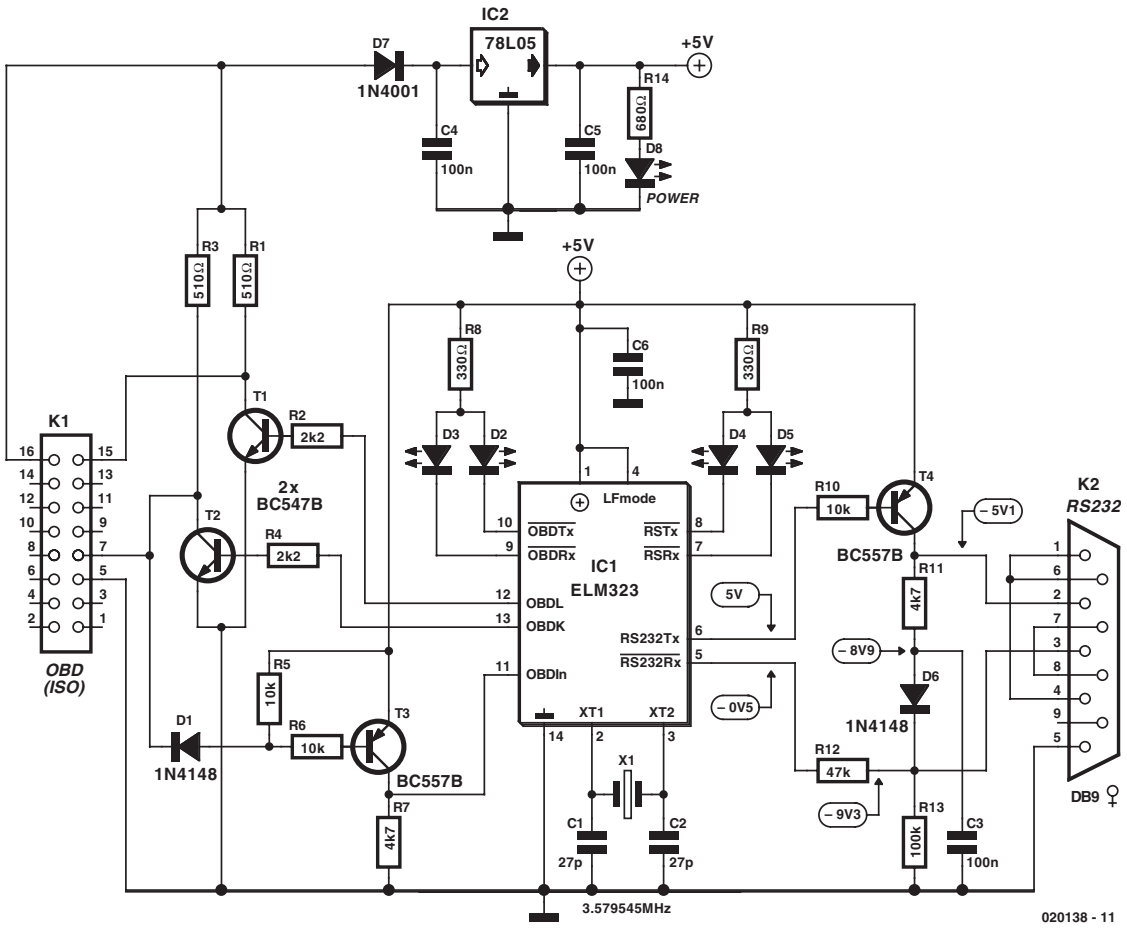


Figura 4. Esquema eléctrico del circuito adaptador de OBD-2 a RS 232.

El circuito adaptador recibe los datos del diagnóstico desde la línea K (terminal 7 del conector OBD). El dato se invierte por medio del transistor T3 antes de que el circuito integrado IC1 (terminal 11) lo lea. Esta etapa con transistor aumenta la tensión umbral hasta unos 4 V, en lugar de los 2,5 V estándar de una entrada CMOS. El efecto de esto es una mejora de la inmunidad al ruido en la entrada y que la ganancia de la etapa acelere los tiempos de transición de la señal.

Para la interfaz con un ordenador hay una configuración RS 232 bastante sencilla que utiliza tan sólo las señales RxD (terminal 2) y TxD (terminal 3) de un conector sub-D de nueve terminales. La mayoría de los circuitos interfaces RS 232 requieren un conversor de tensión para producir una tensión negativa que permita balancear de forma correcta las señales RS 232. Sin embargo, el circuito de nuestro diseño almacena una carga negativa, proveniente de la línea TxD, en el condensador C3, de manera que se asegura que el dato de salida proveniente del ELM 323 será lo suficientemente negativo cuando el transistor T4 pase a estar desconectado. La resistencia R12 limita la corriente de entrada proveniente del ordenador. Por su parte, la resistencia R13 asegura que la entrada RS 232 (terminal 5 de IC1) se colocará a nivel bajo cuando el conector K2 esté desconectado. El transistor T4 controla el dato RS 232 que va hacia el ordenador. La tensión de la señal variará entre + 5 V (nivel alto), cuando el transistor T4 está conduciendo, a – 5,1 V (nivel bajo), para la carga negativa almacenada en el condensador C3 cuando el transistor T4 está desconectado. A pesar de la sencillez de esta interfaz RS 232, su funcionamiento es bastante bueno y fiable.

El terminal 4 del circuito integrado IC1 se lleva a nivel alto para forzar que el microcontrolador envíe un carácter de final de línea (LF) después de cada carácter de retorno de carro (CR).

Los cuatro diodos LEDs conectados a los terminales 7, 8, 9 y 10 , proporcionan una indicación visual del dato que fluye por las interfaces OBD y RS 232. Los dos grupos

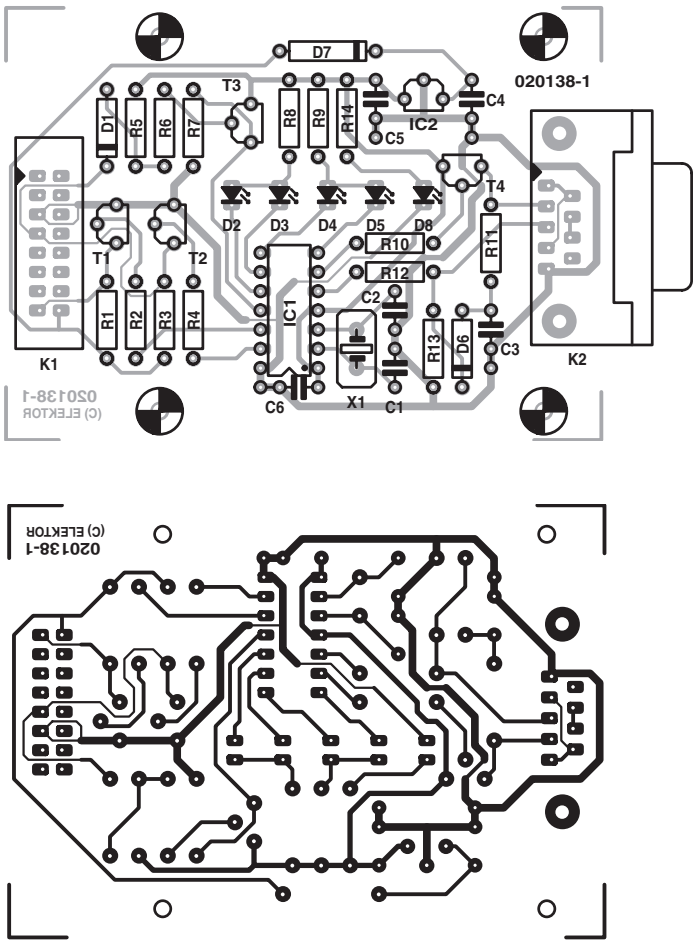


Figura 5. Distribución de pistas y de componentes de la placa de circuito impreso (placa disponible ya fabricada).

LISTA DE MATERIALES

Resistencias:
R1,R3 = 510Ω
R2,R4 = 2kΩ2
R5,R6,R10 = 10kΩ
R7,R11 = 4kΩ7
R8,R9 = 330Ω
R12 = 47kΩ
R13 = 100kΩ
R14 = 680Ω

Condensadores:
C1,C2 = 27pF
C3-C6 = 100nF

Semiconductores:
D1,D6 = 1N4148
D2-D5 = Diodo LED rojo
D8 = Diodo LED verde
D7 = 1N4001
T1,T2 = BC547B
T3,T4 = BC557B
IC1 = ELM323 *
IC2 = 78L05

Varios:
K1 = Conector tipo "boxheader" de 16 terminales
K2 = Conector Sub-D de 9 terminales (hembra) en ángulo recto para montaje sobre placa de circuito impreso (PCB)
X1 = Cristal de cuarzo de 3,579545 MHz (NTSC), con condensador resonante paralelo de 32 pF
Conector OBD-2 macho de 16 contactos *
PCB, Placa de circuito impreso con código de pedido Nº: 020138-1 (ver página de nuestro Servicio de Lectores)

* Fuente sugerida para el ELM 323 y para el kit de conector OBD:
Küster Datensysteme (KDS)
Geibelstrasse 14
D-30173 Hannover
Germany
Tel. (+49) 511 886059
Fax (+49) 511 8093329
E-Mail: OBD-Service@KDS-Online.com

* Elementos del conector OBD también disponibles en las páginas web:
www.scantool.net
www.autoxray.com

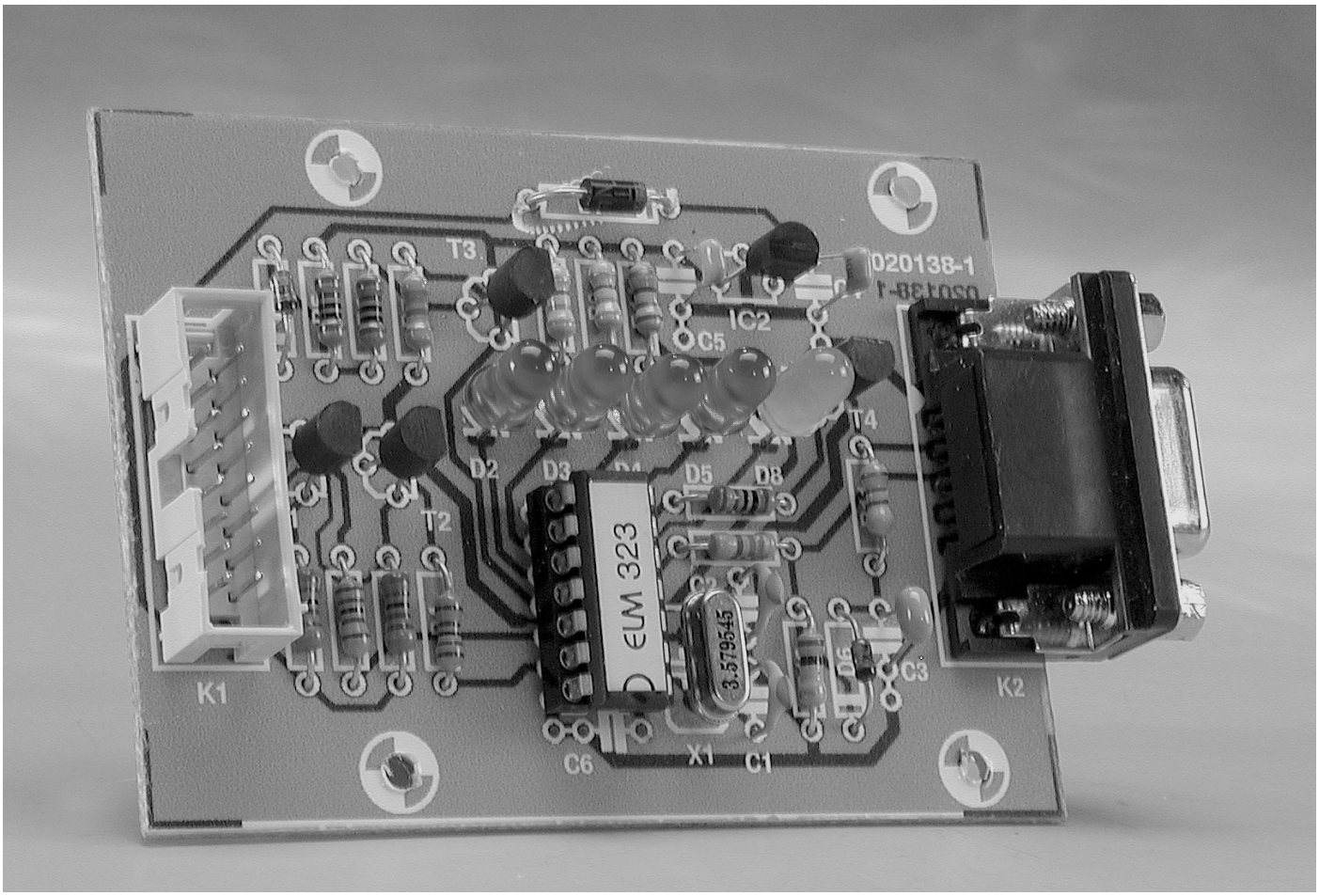


Figura 6. Placa de circuito impreso con todos los componentes ya montados. Los diodos LEDs rojos indican la transmisión y recepción de datos a través de los puertos.

de diodos LEDs comparten una resistencia común limitadora de corriente, ya que el dato sólo circulará en una dirección en un momento determinado en cualquiera de los dos interfaces (el circuito integrado EIM 323 no es capaz de realizar una multitarea verdadera). El bus OBD también puede estar en su fase de inicialización cuando el dato RS 232 se envía hacia él, de modo que existen resistencias limitadoras de corriente separadas para cada interfaz, el OBD y el RS 232.

Entre los terminales 2 y 3 del circuito integrado IC1 se monta un cristal de cuarzo, al que se conectan dos condensadores de carga de 27 pF. Los valores de los condensadores que se muestran son valores típicos, pero puede ser necesario cambiarlos, dependiendo de la especificación del cristal que estemos utilizando. La frecuencia elegida es la de un cristal de cuarzo utilizado en la trama de color de un televisor NTSC estándar, ya que debe ser relativamente barato y bastante fácil de encontrar.

Montaje y verificación

En la Figura 5 podemos ver la distribución de pistas y de componentes del circuito perteneciente a nuestro proyecto. Aunque la placa de circuito impreso es de una sola cara, no es necesario montar sobre la misma ningún puente con hilos. El conector K9 es un conector sub-D hembra de nueve terminales (no debemos cometer el error de montar un conector macho).

Para construir el cable RS 232 debemos asegurarnos que el cable de extensión estándar se ha realizado como una conexión de 1:1 y no como un cable tipo "null módem" donde los hilos están conectados con unas pequeñas diferencias.

Para obtener los componentes especiales empleados en este diseño tendremos que dirigirnos a los suministradores referenciados en la lista de materiales (en especial el circuito integrado ELM 323 y el conector macho OBD). Esperamos que la publicación de este artículo estimule la aparición de algún suministrador más.

Una vez soldados todos los componentes en su lugar, verificaremos cuidadosamente que todos los componentes están montados correctamente y que no hay cortocircuitos en la cara de pistas. Con el circuito terminado, probablemente estaremos ansiosos de probarlo, aunque debemos resistir la tentación de conectarlo sobre el conector del vehículo sin hacer primero algunas verificaciones preliminares. Así, alimentaremos el circuito en nuestro banco de trabajo utilizando una tensión de alimentación de red de 12 V o una batería de 9 V, junto con un ordenador con una interfaz serie. Conectaremos el terminal positivo de la fuente de alimentación al terminal 16 (+ 12 V) y el terminal negativo al terminal 5 (masa). Si todo funciona correctamente, el diodo LED verde se encenderá brevemente durante unos segundos. En este momento se puede verificar la tensión de alimentación de + 5 V.

El siguiente paso consiste en conectar el adaptador del vehículo al puerto serie de un ordenador. En este momento es posible verificar las tensiones alrededor del circuito y compararlas con los valores típicos proporcionados en el esquema eléctrico del circuito. Las tensiones de + 5 V y de – 0,5 V mostradas en los terminales 6 y 5 de IC1 deben estar muy próximas a estos valores, pero la tensión presente en el terminal 3 del conector K3 se toma del ordenador y depende en gran medida del tipo de circuito integrado interfaz utilizado en el ordenador externo. Podemos obtener cualquier valor comprendido entre – 3 y – 12 V. La tensión sobre el condensador C3 depende del nivel de esta tensión y debe tener un valor más positivo que la tensión medida en el terminal TxD (en concreto el valor de la caída de tensión en un diodo, que suele estar comprendido entre 0,4 y 0,6 V). En el esquema eléctrico del circuito se ha supuesto que la tensión en el terminal TxD es de – 9,3 V, con lo que obtenemos una tensión de – 8,9 V, después de la caída de tensión en los extremos del diodo D6.

Si los niveles de las tensiones están sustancialmente por debajo de los valores mostrados en el esquema eléctrico del circuito, debemos encontrar el origen de esta anomalía antes de ir más allá en nuestras manipulaciones. Un cortocircuito en la interfaz RS 232 normalmente no se traduce en un daño sobre el ordenador, ya que estas señales están limitadas en corriente.

Para una comprobación funcional de la interfaz serie es lógico pensar que necesitamos algún programa que se ejecute sobre el ordenador, de manera que se envíen y se reciban los datos serie. El programa con ventanas que acompaña a este proyecto (que será descrito en el siguiente artículo), podría ser la herramienta adecuada para este trabajo, pero si estamos ansiosos de verificar la interfaz podemos utilizar un programa emulador de terminal, como el HyperTerminal, que siempre acompaña al sistema operativo Windows. Con un poco de suerte este programa debe estar cargado en nuestro sistema operativo, normalmente en la carpeta “Archivos de Programa”, bajo “Accesorios”. Si no es así, el programa puede bajarse gratuitamente de la página web: www.hilgraeve.com.

El programa HyperTerminal debe inicializarse con los siguientes parámetros de comunicación: velocidad de datos 9.600 baudios, ocho bits de datos, sin bit de paridad, 1 bit de Stop y sin “handshake” (sin “handshake eléctrico y sin “handshake Xon/Xoff). Esto abreviado queda: 9.600, 8N1.

Si suponemos que la interfaz está conectada correctamente, debemos ver los cuatro diodos LEDs rojos encenderse y aparecerá el siguiente mensaje en la pantalla de nuestro ordenador:

```
ELM 323  v1.0
>
```

Este mensaje nos proporciona el número de versión del programa almacenado en el microcontrolador y también nos indica que el circuito integrado está funcionando de forma correcta, además de que la velocidad de transmisión de datos y que el camino de recepción (la entrada Rx del ordenador) están configurados adecuadamente. El carácter “>” es un símbolo generado por el circuito integrado ELM 323 que indica que está listo para aceptar datos desde el puerto RS 232. Podemos pensar en mensajes provenientes del ordenador que pueden dirigirse al uso interno del ELM 323 o para el sistema de diagnóstico del vehículo. El circuito integrado ELM 323 controla todas las comunicaciones y determina el destino del mensaje, analizando los caracteres detectados en la trama. Los comandos enviados para el ELM 323 siempre llevan el prefijo “AT”, al igual que sucede con el conjunto de comandos para los módem compatibles Hayes, mientras que las instrucciones para el dispositivo OBD utilizan números y código ASCII hexadecimal (del 0 al 9 y de la A a la F). Como prueba, podemos introducir el comando “ATE1” (activar el eco), seguido por la tecla”ENTR”. Si no obtenemos una respuesta”OK” tendremos que verificar la conexión a masa (terminal 5) y verificar las configuraciones en el programa emulador de terminal, para asegurarnos que no se ha seleccionado la opción de “handshake”.

Ahora el taller del coche

Sin lugar a dudas, es más fácil comunicarse con el sistema OBD utilizando el programa basado en el sistema operativo Windows al que nos hemos referido con anterioridad. Este programa será tratado con más amplitud en el próximo artículo de este proyecto. Si no podemos esperar, el emulador de terminal puede sernos de nuevo de gran ayuda. Así, armados con una copia de la documentación de la interfaz OBD-2 y con el conjunto de comandos del ELM 323, podemos desvelar todos los secretos de nuestro vehículo. Hemos conseguido reunir alguna información que le ayudará en esta tarea y todo ello está disponible para ser bajado en la página web de Elektor Electronics, bajo las siguientes cabeceras:

- Comunicación entre el PC y el ELM 323.
- Comandos AT.
- Inicialización del bus OBD.
- Comandos OBD.
- Modos de pruebas de diagnósticos.
- Lectura y evaluación de los códigos de fallo.
- Borrado de los códigos de fallo.
- Códigos de fallo del ELM 323.

Esta información detallada debe ser de interés, no solamente para aquellos que construyan este proyecto, sino también para todos aquellos que piensen en el desarrollo de una aplicación basada en el entorno del sistema OBD. En la cuarta entrega de este artículo nos centraremos en el programa para este proyecto e incluiremos trucos y ejemplos de código, así como otros programas que ya han sido mencionados con anterioridad.

(020138-2)

Nota:

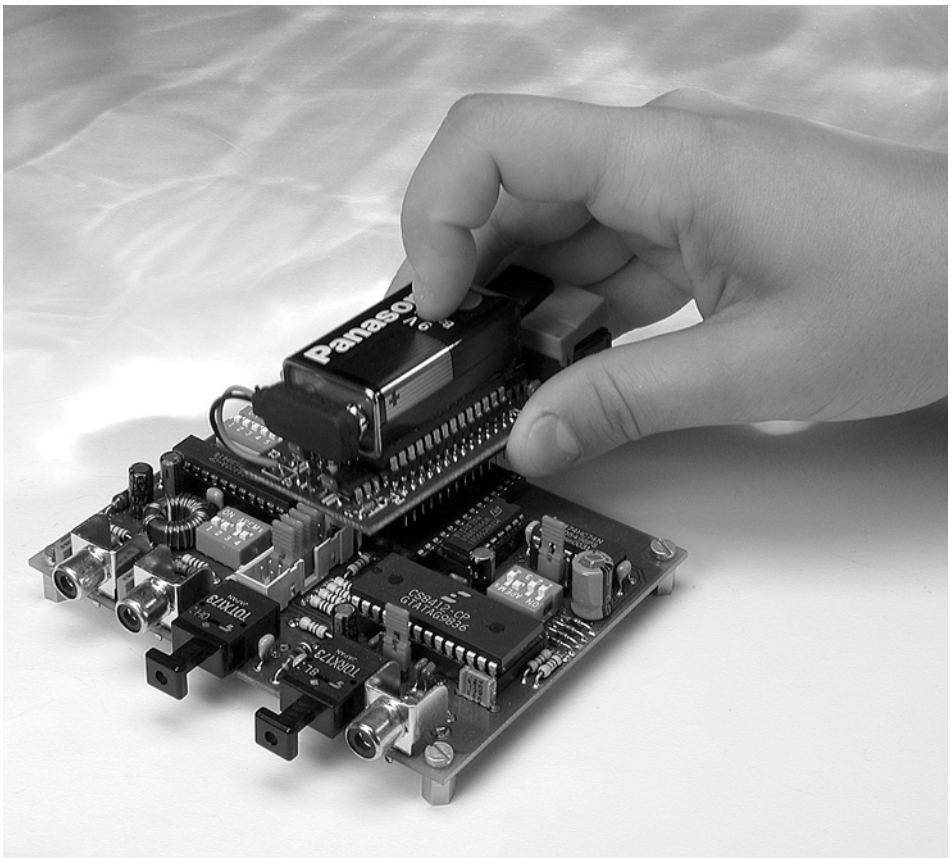
La mayoría del material del que se habla en este artículo se ha tomado de las hojas de caract6erísticas de la casa Elm Electronics, en Canadá. La documentación original la podemos bajar de la página web: www.elmelectronics.com/dsheets.html.

Emulador de EPROM

una imitación perfecta de una EPROM

Diseñado por P. Goossens

Al contrario que la mayoría de los emuladores de memorias EPROM, el diseño tratado en este artículo proporciona una imitación virtual perfecta de un dispositivo 27C256 de "la vida real", el cual puede programarse sobre cualquier programador o insertarse en la tarjeta destino.



Un emulador de memorias EPROM es una herramienta muy útil, si no indispensable, cuando estamos trabajando en el desarrollo de programas para sistemas que emplean una memoria EPROM para almacenamiento del código ejecutable o de datos fijos. Este tipo de dispositivos, una especie de "imitación de memoria EPROM programable", elimina la necesidad de disponer de una memoria EPROM después de cualquier ciclo de programación, antes de que un nuevo programa (que se cree mejorado) pueda cargarse sobre el circuito integrado. El proceso de borrado de las memorias EPROM, con la ayuda de luz ultravioleta, normalmente requiere unos 20 minutos, un tiempo que (muchos estarán de acuerdo en ello) es bastante dentro del trabajo global. Si deseamos probar una nueva versión del programa durante estos 20 (largos) minutos, debemos disponer de una segunda memoria EPROM con la que poder alternar, pero el proceso completo sigue siendo tedioso y poco efectivo.

A lo largo del tiempo han ido apareciendo en el mercado muchos y diferentes modelos de emuladores de memorias EPROM. En nuestra revista, Elektor Electronics, también se han presentado diferentes proyectos de este tipo. En la mayoría de ellos, si no en todos, estos emuladores estaban conectados sobre el circuito de destino (a veces también llamados circuitos receptores), a través de un cable plano de una cierta longitud que estaba terminado en un conector estilo DIP, donde podía insertarse la memoria EPROM dentro de un zócalo. La longitud de este "cordón umbilical" estaba limitada para evitar que se crearan altas capacidades de carga en los buses de datos y de direcciones del sistema de destino, o que se produjesen problemas de temporización provocados por la reflexión de pulsos en el cable. En la práctica, la conexión entre el emulador de memorias EPROM y el circuito de destino suele ser a menudo una fuente de averías.

Una segunda y, a menudo, descuidada desventaja del tradicional emulador de memorias EPROM es que no puede programarse con un programador normal de memorias EPROM. Normalmente, una programación con unidades de este tipo requiere la presencia de un programa especial contenido en el propio emulador (y que en muchos casos se suministra dentro del kit).

El emulador presentado en este artículo deja a un lado este camino tan trillado y no se ve involucrado por la desventaja mencionada anteriormente. Nuestro emulador puede programarse en cualquier viejo programador de memorias EPROM, al mismo tiempo que la unidad completa puede conectarse en un zócalo de memorias EPROM, sobre el circuito de destino, sin mayores problemas.

La EPROM

Una memoria EPROM se programa normalmente sobre un programador de memorias EPROM de propósito general. La mayoría de estas unidades ejecutan en primer término una verificación de que la memoria insertada está borrada. Esto se realiza con la lectura de todos los bytes de la memoria EPROM para verificar si todos tienen el contenido FF. Si se ha encontrado uno o más bytes cuyo contenido sea diferente a este valor, se considera que la memoria EPROM no está borrada y se produce la información del correspondiente error de memoria no vacía. En muchos casos no es posible realizar muchas más operaciones hasta que el componente está totalmente borrado. Algunos programadores son capaces de detectar la marca y el modelo de la memoria EPROM insertada sobre el zócalo de programación. Una vez que esta información se ha establecido (de forma automática), se configura el correspondiente algoritmo de programación y se seleccionan las tensiones de programación adecuadas para dicho componente. El reconocimiento del componente (si

Prestaciones

- Emula memoria EPROM 27C256.
- Adecuado para cualquier programador que soporte la memoria 27C256.
- Protección eléctrica contra lecturas de "DEVICE-ID", es decir, Identificador de Dispositivo.
- Fácil de borrar.
- Compacto.
- Fácil de utilizar.

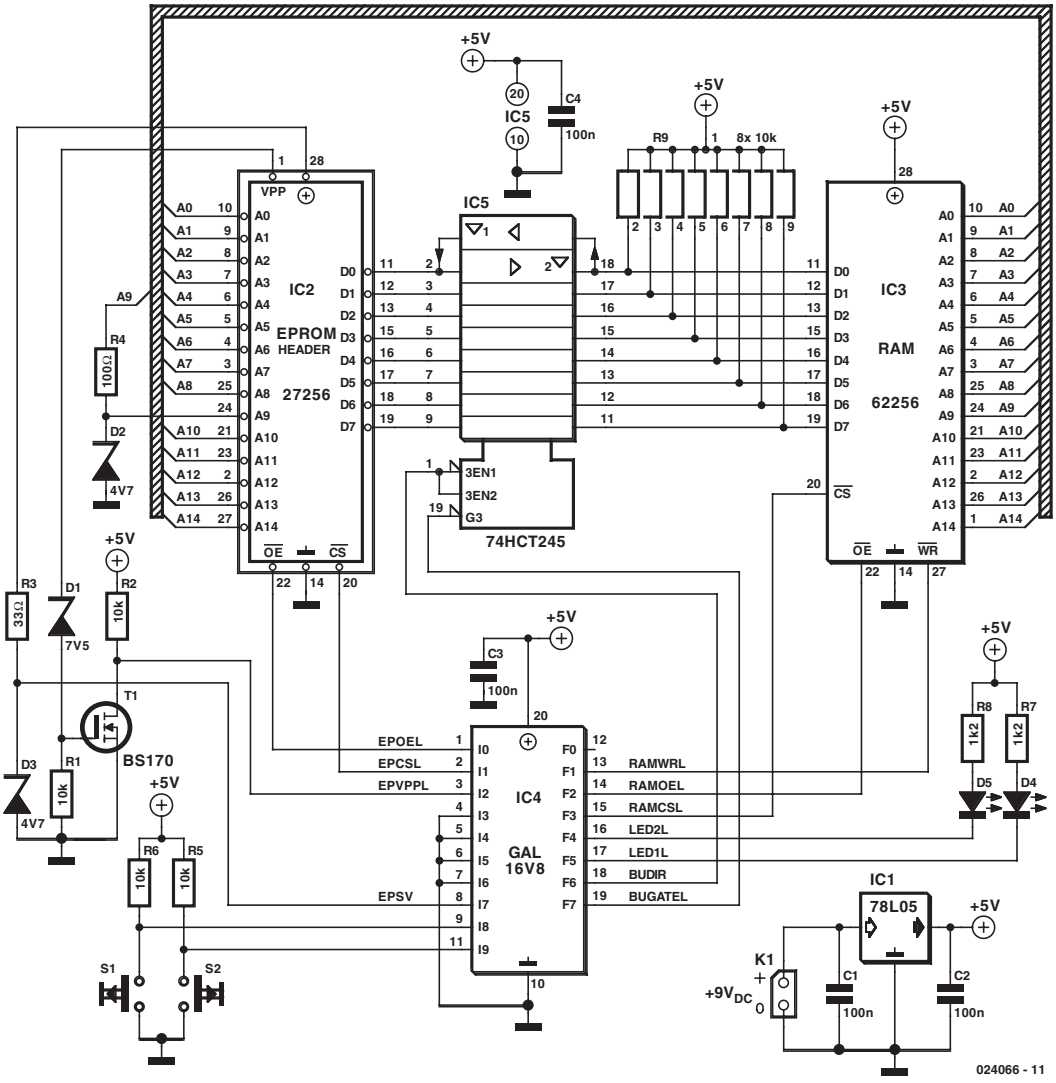


Figura 1. Esquema eléctrico del circuito del emulador de memoria EPROM (de una sencillez exquisita).

lo soporta el fabricante del circuito integrado) se efectúa por la aplicación de una tensión de + 12 V en el terminal A9, leyéndose entonces ciertas direcciones de la memoria EPROM.

Una vez que el programador ha establecido que la memoria EPROM estaba vacía, se permite iniciar la secuencia de programación normal. En primer lugar, la memoria EPROM se conmuta a su modo de trabajo de programación, por medio de la aplicación de una tensión relativamente alta en el terminal Vpp del componente. El nivel de la tensión de programación depende del modelo de memoria EPROM utilizado, que suele estar comprendido entre los valores de + 12,5 y + 21 V. Al mismo tiempo, la tensión de alimentación de la memoria EPROM (situada en el terminal Vcc) aumenta de + 5 a + 6 V. Si tenemos la curiosidad de saber cómo se realiza esto en la práctica, podemos mirar en la parte superior de la Figura 4.

Con la memoria EPROM colocada en el modo de programación, un nivel lógico bajo en la entrada CS (Chip Select, es decir, Selección de Circuito) del circuito nos permite que las señales aplicadas en las líneas de datos puedan programarse en la localización (dirección) "apuntada" por el bus de direcciones. Un nivel lógico bajo aplicado a la entrada OE (Output Enable, es decir salida habilitada), permite que el contenido de la dirección actual pueda leerse. Normalmente esto se hace inmediatamente después de haber programado un byte, de manera que estemos seguros de que el proceso de programación se ha realizado correctamente. Si la verificación nos devuelve el mensaje de "correcto", se continua con la programación del siguiente byte.

La longitud del pulso de programación depende del algoritmo de programación aplicado. Lo mismo sucede con la repetición del ciclo de programación si el correspondiente byte no ha sido programado correctamente.

Durante el funcionamiento normal de la memoria EPROM (los terminales Vpp y Vcc con + 5 V aplicados), el componente responderá "normalmente" a las señales aplicadas en los terminales CS y OE. Solamente si ambas entradas están activadas (por ejemplo, como un nivel lógico bajo), la memoria EPROM suministrará el dato que se corresponde con la dirección colocada en el bus de direcciones.

Circuito práctico

El esquema eléctrico del circuito que se muestra en la Figura 1 comprende un número de componentes relativamente pequeño (tres cir-

```
*IDENTIFICATION
    024066;
*TYPE
    GAL16V8;

*PINS

% Asignación de terminales para señales de entrada %

    EPVP     = 8,         % Detección de la tensión de alimentación de + 5 V %
    /EPVPP   = 3,         % Detección de VPP > 12 V, activa a nivel bajo  %
    /EPOE    = 1,         % Entrada para  /OE desde el zócalo de la EPROM %
    /EPCS    = 2,         % Entrada para  /CS desde el zócalo de la EPROM %
    /SW1     = 9,         % Entrada para el conmutador S1          %
    /SW2     = 11,        % Entrada para el conmutador S2          %

% Asignación de terminales para señales de salida %

    /RAMCS.t    = 15,     % salida para señal  /CS de la memoria RAM IC3  %
    /RAMOE.t    = 14,     % salida para señal  /OE de la memoria RAM IC3  %
    /RAMWR.t    = 13,     % salida para señal  /WR de la memoria RAM IC3  %
    /BLANK.t    = 16,     % salida de estado "BLANK" para el diodo  LED D5  %
    /PROGRAM.t = 17,      % salida de detección de "PROGRAM" para el diodo LED D4 %
    /BUGATE.t   = 19,     % salida para señal  /G del buffer IC 5   %
    BUDIR.t     = 18;     % salida para señal  DIR del buffer IC 5   %

*BOOLEAN-EQUATIONS
   RAMCS.e    = VCC;      % Estas líneas aseguran que todo se ha utilizado %
   RAMOE.e    = VCC;      % las líneas de salida de la GAL están  %
   RAMWR.e    = VCC;      % controladas constantemente            %
   BLANK.e    = VCC;
   PROGRAM.e = VCC;
   BUGATE.e   = VCC;
   BUDIR.e    = VCC;

% La conmutación al estado "BLANK" se realiza por medio de S1. Al presionarlo %
% se mantiene este estado hasta que el programador de memorias EPROM desee    %
% programar la memoria EPROM o el usuario decida conmutar al modo NORMAL  %
% de funcionamiento pulsando S2                                            %
% Esta señal también controla el diodo LED D5 para indicar el modo "BLANK"  %
   BLANK    = BLANK*/PROGRAM*/SW2+SW1 ;

% Detección de un pulso de programación para controlar el diodo LED D4  %
   PROGRAM = EPVPP*EPCS*/EPOE;

   % CS para la memoria RAM : Continuo durante la programación, si no igual a %
   % CS sobre la memoria ROM                                                  %
   % Sólo activa durante la presencia de alimentación externa para ahorrar  %
   % batería                                                                  %
   RAMCS= EPVPP*EPVP+/EPVPP*EPCS*EPVP;

   % OE para la memoria RAM : Durante la programación, si OE en la memoria ROM %
   % está activa, AND CS de la memoria ROM está inactiva                      %
   RAMOE= EPVPP*EPOE*/EPCS + /EPVPP*EPOE*/BLANK;

   % WR para la memoria RAM : Durante la programación, si ROM-OE está inactiva,  %
   % AND ROM-CS está inactiva, si no, si estamos en el modo "BLANK", AND ROM-OE   %
   % está activa. Esto significa que la acción de lectura mientras estamos en modo "BLANK" %
   % provoca que la memoria RAM sea escrita. Las resistencias de "pull-ups"   %
   % aseguran que el código 0xFF será escrito                                 %
   RAMWR= EPVPP*EPCS*/EPOE + /EPVPP*BLANK*EPOE;

   % La señal DIR para el 74HCT245. Cuando este terminal está activo, el  %
   % dato se transfiere desde el zócalo al circuito integrado de la memoria RAM.  %
   % En cualquier otro caso, el camino de los datos es DESDE la memoria RAM al zócalo %
   BUDIR = EPVPP*/EPOE;

   % La señal GATE para el 74HCT245. Si está activa (nivel bajo)        %
   % los controladores están activos, en cualquier otro modo los terminales A y B  %
   % están en el estado de alta impedancia (High-Z)                     %
   % Tiene que estar activa incluso en el modo "BLANK", de modo que forzará un%
   % 0xFF en el bus de datos externo durante la verificación de memoria vacía (blank) %

   % BUGATE sólo está activa cuando la alimentación externa se está aplicando %
   % para ahorrar energía de la batería, para lo que no se requiere que el dispositivo %
   % esté activo                                                              %

   BUGATE=EPVP*EPVPP*EPOE + EPVP*EPVPP*EPCS  + EPVP*/EPVPP*EPOE;
*END
```

Figura 2. Listado del fichero JEDEC del contenido de la GAL.

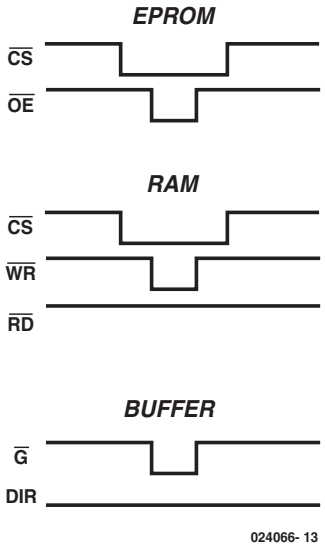


Figura 3. Señales en modo "Blank".

cuitos integrados, un regulador de tensión, un transistor FET y dos indicadores LEDs, realizan todo el trabajo). IC2 no es realmente un circuito integrado, sino un conjunto de dos vías de conectores tipo "pinheader" de 14 terminales, que proporcionan la conexión de la memoria EPROM que está emulandose en el circuito.

El circuito integrado IC3 es una memoria RAM del tipo 62C256 y es el corazón del circuito. Aunque en la lista de materiales se especifica un modelo de memoria RAM con un tiempo de acceso de 70 ns, es obvio decir que también se puede utilizar un componente más rápido. Sin embargo, no se recomienda usar versiones de este componente con un tiempo de acceso más lento.

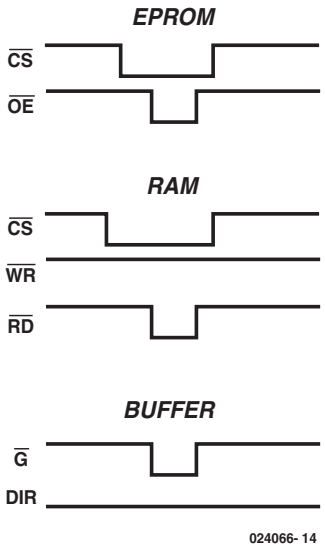


Figura 4. Señales en modo Programa.

El circuito integrado IC4 es una GAL del tipo 16V8, la cual ha sido programada para proporcionar una pequeña cantidad (invisible) de circuitería lógica que "traslada" las señales externas a las requeridas por el circuito integrado IC3. Este proceso de traslación requiere que la GAL esté conectada al zócalo de la memoria EPROM por medio de unos enlaces lógicos, de modo que se pueda proporcionar la información de la presencia de una tensión externa en el terminal Vcc y de una tensión superior a + 12 V en el terminal Vpp.

La combinación de la resistencia R3 con el diodo D3 se encarga de la protección de la GAL contra tensiones demasiado elevadas en el terminal Vcc de la memoria EPROM. Esto es necesario porque esta tensión supera normalmente los + 6 V durante el proceso de programación. El circuito establecido alrededor del transistor T1 detecta la tensión de programación en el terminal Vpp del zócalo de la memoria EPROM. El diodo zéner D1 comienza a conducir si la tensión de programación está presente. En ese momento, la tensión en la puerta del transistor T1 es lo suficientemente elevada para que el FET esté activo. Junto con la resistencia R1, el diodo zéner D1 disminuye la tensión a unos 7,5 V, lo que asegura que el transistor FET permanezca desconectado de forma segura con una tensión de + 5 V presentes en el terminal Vpp.

Por su parte, el circuito integrado IC5 actúa como un componente almacenador (buffer) entre la memoria EPROM y el bus de datos. Este circuito integrado es necesario mientras el emulador esté trabajando en el modo "BLANK", que es cuando se está esperando que se proporcione el valor FF en todo momento, durante el proceso del comando de lectura. La GAL se configura para que el controlador esté activado en la dirección B Æ A y la memoria EPROM no sea leída (actualmente se proporciona un comando de escritura hacia el circuito integrado de la RAM; posteriormente veremos más información sobre esto). Debido a la resistencia interna R9 de "pull-up", el circuito integrado IC5 sólo da niveles lógicos "1" y, por lo tanto, copia estos valores al bus de datos externo.

Algunos programadores de memorias EPROM están equipados con resistencias de "pull-down". Por este motivo el circuito integrado IC5 está integrado dentro del montaje, ya que sin dicho componente el valor de la resistencia R9, dependiente del programador, tendría que seleccionarse lo suficientemente bajo como para evitar que el emulador se comporte como una fuente de tensión importante (no deseada) en el circuito de destino ("host").

El conmutador S1 nos permite conmutar el emulador de memorias EPROM al modo "BLANK", mientras que el conmutador S2 se tiene que activar forzosamente, de modo manual, para abandonar este modo de trabajo.

Por último están los componentes colocados alrededor del regulador de tensión IC1. Este componente es un regulador de + 5 V estándar que disminuye la tensión de entrada de + 9 V a la tensión requerida de + 5 V para el resto de la circuitería lógica.

La GAL

Aparte de IC3, el componente más importante del circuito es la propia GAL. Como ya se ha mencionado antes, este componente contiene toda la circuitería lógica necesaria para trasladar y dar formato a las señales externas, de modo que puedan ser entendidas por el circuito integrado de la memoria RAM.

En la Figura 2 se muestra el listado del fichero fuente JEDEC perteneciente a la GAL. Aunque se trate de un programa modesto y poco complejo, la función lógica equivalente de la GAL es la misma que la ofrecida por la gran mayoría de los circuitos integrados, con la única diferencia de que si utilizásemos estos circuitos integrados el proyecto sería más grande y difícil de trabajar.

La GAL trabajará en cualquiera de los tres modos: "*Blank*", "*Normal*" y "*Programación*". Cada uno de estos tres modos requiere que la GAL se comporte en cada caso de forma diferente. El usuario puede seleccionar manualmente los modos "*Blank*" y "*Normal*". Cuando pulsamos una vez el conmutador S1, la GAL se configura en el *modo Blank*. En esta situación, el programador puede borrar el contenido del emulador a través de un módulo que se ejecuta y verifica que todo está "en blanco" (es decir, borrado). Este estado se mantiene hasta que el usuario presiona el conmutador S2 o el programador inicia el proceso de programar el emulador.

El *modo Normal* se selecciona pulsando una

segunda vez el conmutador S2. En esta situación, el emulador se comporta como si fuese una tradicional memoria EPROM 27C256.

El *modo Programa* se selecciona automáticamente tan pronto como se empieza a programar el emulador (Vpp alcanza y supera los > 12,5 V). Una vez que el proceso de programación ha acabado (Vpp cae hasta los + 5 V), el emulador vuelve, de forma automática, a su *modo Normal*.

Modo "Blank"

En la actualidad, este modo dispone de dos funciones: simulación de una memoria EPROM vacía ("en blanco") y borrado del circuito integrado de la memoria RAM. En la Figura 3 se muestran las señales utilizadas durante el modo de trabajo "*Blank*". La mayoría de los programadores de memorias EPROM verifican siempre que el componente esté vacío antes de iniciar el proceso de programación. Como el programador

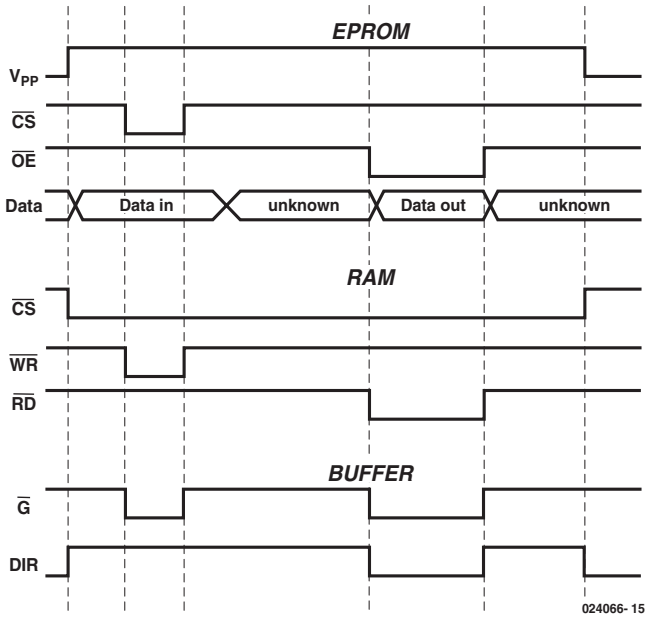


Figura 5. Señales en modo Normal.

LISTA DE MATERIALES

Resistencias:
R1,R2,R5,R6 = 10kΩ
R3 = 33Ω
R4 = 100Ω
R7,R8 = 1kΩ2
R9 = 10 Array SIL de 8 unidades

Condensadores:
C1-C4 = 100nF

Semiconductores:
D1 = Zéner de 7,5 V
D2,D3 = Zéner de 4,7 V
D4 = Diodo LED amarillo de alta eficiencia
D5 = Diodo LED rojo de alta eficiencia
T1 = BS170 o BS107
IC1 = 78L05
IC3 = 62256-70CP
IC4 = GAL 16V89 programada, con código de pedido 024066-31 (ver página de nuestro Servicio de Lectores)
IC5 = 74HCT245

Varios:
IC2 = Conector tipo "pinheader" de 2 x 14 terminales
S1,S2 = Pulsador de un sólo circuito
K1 = Pila de 9 V con terminales tipo "clip"
PCB, Placa de circuito impreso con código de pedido Nº: 024066-1 (ver página de nuestro Servicio de Lectores)
Disco, más listado JEDEC para GAL, con código de pedido Nº: 024066-11

El diseño de la PCB y el listado de la GAL también están disponibles como ficheros que pueden bajarse gratuitamente de nuestra página web www.elektor-electronics.co.uk.

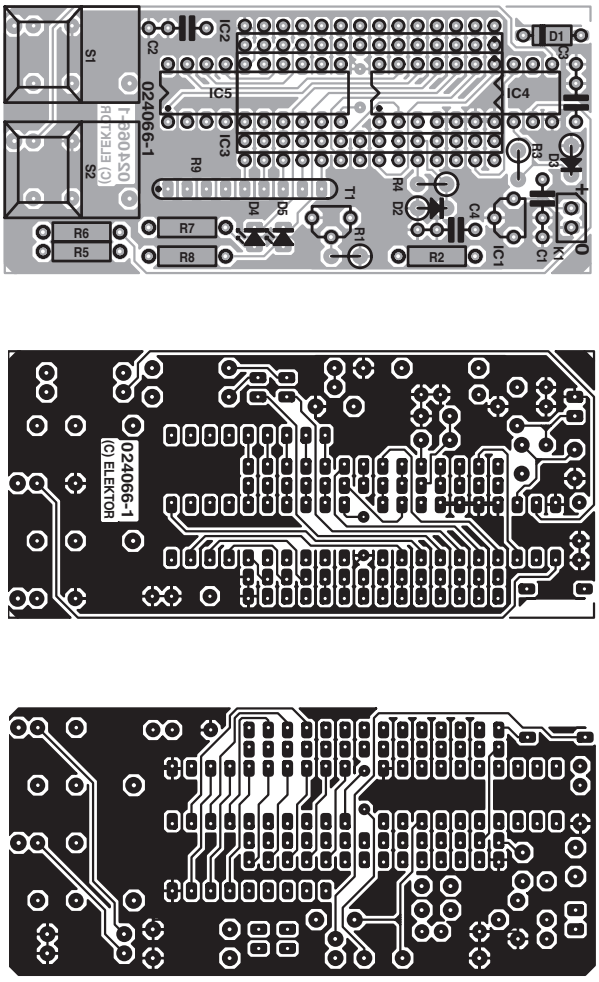
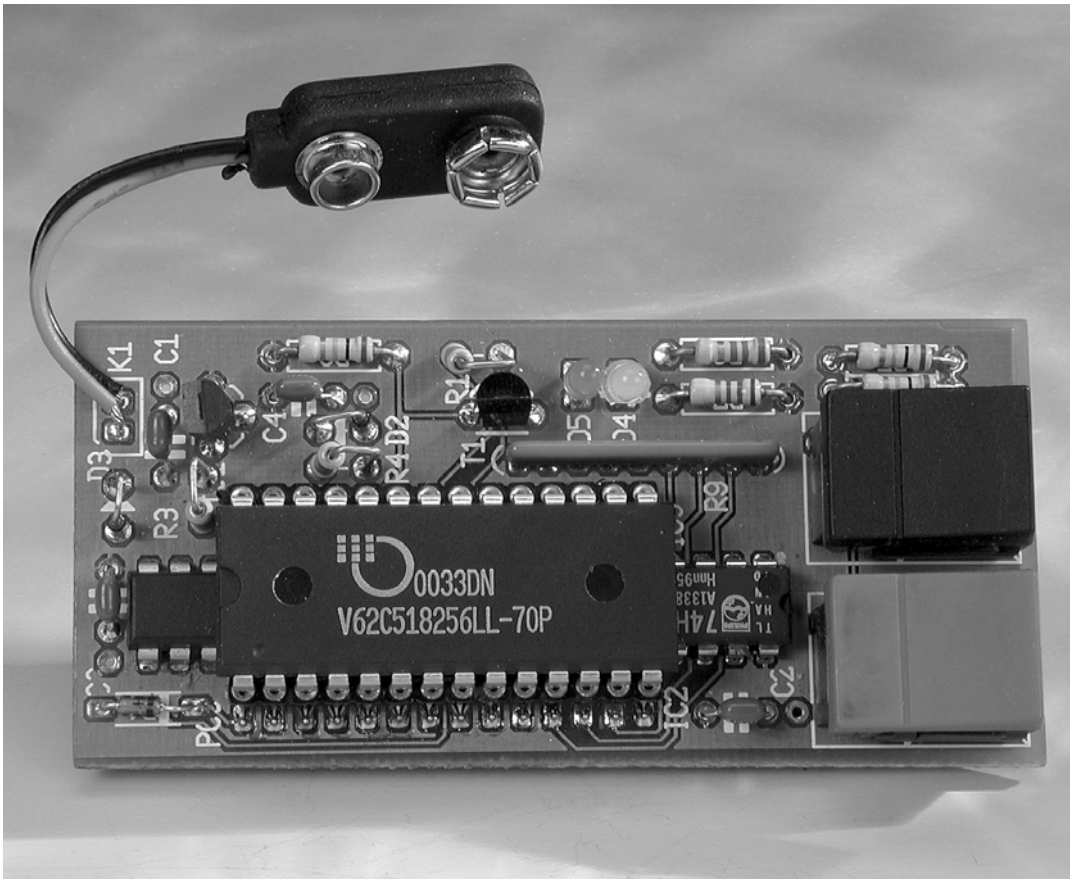


Figura 6. La unidad es compacta gracias a que el circuito integrado IC3 está montado sobre los circuitos integrados IC4 e IC5.

"sabe" que cada dirección de memoria que lea debe tener el contenido "FF", puede saltarse todas las direcciones que tengan el contenido "FF" durante el proceso de programación. Esto disminuye el tiempo de programación, aunque requiere que el emulador de memorias EPROM esté vacío antes de iniciar el proceso de programación.

El procedimiento normal para verificar si una memoria EPROM está vacía es leer todas las direcciones y comparar el dato resultante con el valor FF. Para realizar esto, nuestro programador generará todas las direcciones posibles, al mismo tiempo que aportará un pulso de lectura en cada intento de lectura de una dirección. Estos pulsos pueden usarse también para borrar el emulador de memorias EPROM. Cada dirección se programa convirtiendo el pulso de lectura, proveniente del programador, en un pulso de escritura para el circuito integrado de la memoria RAM. Todas las líneas de datos serán colocadas a + 5 V a través del conjunto de resistencias R9. En ese momento, el circuito integrado IC3 se rellenará con el valor FF en todas las posiciones de memoria.

En este punto, el programador ha ejecutado un comando de lectura y espera que el dato contenido en el dispositivo (preferiblemente FF) sea colocado en el bus de datos. Esto se consigue a través del circuito integrado buffer IC5. La entrada DIR permanece a nivel bajo, de manera que las señales A son configuradas como salidas y las señales B están configuradas como entradas. Las señales B también se conectan a la tensión de + 5 V por medio del conjunto de resistencias R9, de manera que el circuito integrado buffer colocará completamente el dato deseado (FF) sobre el bus de datos.



Modo Programa

El circuito integrado GAL monitoriza la señal EPVpp para detectar la presencia de una tensión de programación (≥ 12,5 V, modo programación). Una memoria EPROM que está siendo programada responde de modo diferente a las señales CS y OE. En la actualidad, en este estado, estas señales podrían ser renombradas como WR y RD, respectivamente. Además, ya no es necesario disponer de la señal adicional para habilitar e indicar que en la memoria EPROM ha sido seleccionada. Por fortuna, esto no es necesario durante el proceso de programación, ya que la memoria EPROM no necesita compartir el bus de datos y el bus de direcciones con otros dispositivos de memoria. Por lo tanto, en este estado el circuito se comporta como si la memoria EPROM estuviese seleccionada de forma permanente (ver también la Figura 4).

Durante la duración de un pulso de programación el circuito integrado buffer tiene que transferir el dato desde el programador hacia la memoria RAM (IC3). Esto se consigue colocando la señal DIR a nivel alto. Durante un pulso de lectura (OE activada) el componente 74HC245 tiene que almacenar el dato en la dirección opuesta. El circuito integrado GAL está encargado de realizar este trabajo, que coloca la entrada DIR a nivel bajo.

Modo normal

En la Figura 5 se muestran las principales señales usadas en el circuito con el modo de trabajo *Normal*. Analizando el diagrama de tiempos está claro que en este modo el circuito integrado GAL no realiza funciones particularmente difíciles.

La GAL también es responsable de la reducción automática del consumo cuando el emulador no está usándose. El circuito integrado IC4 es capaz, por medio de la resistencia R3 y el diodo D3, de detectar la presencia de una tensión de alimentación externa. Si no se detecta la presencia de una tensión de alimentación externa, los circuitos integrados IC3 e IC5 pueden desconectarse. El circuito integrado IC4 evita que las señales G y CS pasen a estar activadas, con lo que se reduce, de forma efectiva, el consumo de corriente de la memoria RAM y del buffer, cuando este circuito

no está siendo utilizado. Esta particularidad es muy interesante, ya que nuestro emulador de memorias EPROM está alimentado a través de baterías.

Fuente de alimentación

El circuito completo está alimentado a través de una batería de 9 Voltios. No se ha proporcionado la posibilidad de una alimentación de + 5 V en el terminal "+ 5 V" de la EPROM, a propósito. Después de todo, la tensión en este terminal puede llegar a ser de + 6 V durante el proceso de programación, y dicha tensión no es un nivel crítico para los circuitos integrados presentes en el emulador. Si deseamos utilizar esta tensión de alimentación, deberemos tomar algunas medidas para que dicha tensión esté estabilizada a + 5 V. Se podría utilizar un conversor DC - DC estabilizado para este propósito, pero las desventajas siempre sobrepasarán los beneficios, principalmente debido a que el circuito se hará más grande y más difícil de trabajar con él en la práctica. De cualquier manera, la batería podría eliminarse, ya que el circuito no está conectado permanentemente a una tensión de alimentación externa, la cual podría garantizarnos que el contenido de la memoria RAM no se perdiera o se volviera corrupto en el momento en que el emulador se retirara del programador y se llevara al zócalo de la memoria EPROM del sistema de destino.

Montaje

En la Figura 6 se muestra el conjunto de los elementos de la placa de circuito impreso diseñada para el emulador de memorias EPROM. El diseño resultante de la placa permite que la unidad pueda ser muy compacta y fácil de manejar. El montaje de la misma es bastante fácil y se realiza según el proceso estándar. Como de costumbre, lo mejor es comenzar con los componentes de tamaño más reducido (en este caso, las resistencias montadas en posición horizontal). A continuación, seguirán los componentes discretos, los circuitos integrados y los pulsadores.

Llegados aquí debemos hacer notar dos puntos:

El primero de ellos hace referencia a las conexiones del emulador marcadas con "IC2". Estas conexiones están formadas por dos filas de un conector tipo"pinheader" de 14 terminales, cuyos terminales deben sobresalir por la cara inferior, de manera que los propios terminales tengan que soldarse por la cara inferior de la placa de circuito impreso. Esto se realiza mejor con los circuitos integrados ya montados.

El otro punto a tener en cuenta es que el circuito integrado IC3 está montado por encima de los circuitos integrados IC4 e IC5. Por lo tanto, estos dos últimos circuitos integrados tienen que soldarse sobre la placa en primer lugar, mientras que el circuito integrado IC3 se montará con su correspondiente zócalo. Como podemos suponer, los circuitos integrados IC4 e IC5 se montarán sin utilizar zócalos, ya que entonces el circuito integrado IC3 requeriría un segundo zócalo adicional. Por lo tanto, la posición correcta de IC3 será, visto desde arriba, al lado derecho de los conectores para"IC2".

Seguidamente, daremos algunos detalles prácticos adicionales. El alojamiento para la pila de 9 V puede sujetarse al circuito integrado IC3 mediante cinta adhesiva de doble cara, de manera que obtengamos una unidad robusta y compacta. También es una buena idea colocar una pequeña pieza de material sobrante de una placa de circuito impreso, a la derecha del diodo D1, para crear algo de espacio para la palanca del zócalo ZIF del programador. Sin embargo, en la práctica hemos notado que la palanca debe manipularse muy suavemente para que el circuito pueda insertarse sobre el zócalo. Por lo tanto, es posible que este último truco no pueda aplicarse en todos los casos.

Por último...

Con la placa totalmente montada y la batería conectada, el emulador está, en principio, listo para ser utilizado. Sin embargo, lo primero que vamos a recomendar es realizar algunas pruebas de verificación.

El funcionamiento del circuito integrado GAL se puede chequear activando el pulsador S1. En ese momento el diodo LED D5 se debe encender, y apagarse de nuevo cuando se active el pulsador S2 una vez más.

Seguidamente, insertaremos el emulador de memorias EPROM sobre el zócalo ZIF de nuestro programador y, a continuación, presionaremos el pulsador S1. En el paso siguiente, ejecutaremos una verificación de memoria borrada sobre el programador. Si todo funciona como está establecido, el programador debería informarnos de la presencia de una memoria EPROM vacía (borrada). A continuación, presionaremos el pulsador S2 para forzar al emulador a trabajar en el *modo Normal*. En el siguiente paso ejecutaremos de nuevo una verificación de memoria borrada sobre nuestro programador. Esta prueba debería completarse sin ningún problema, verificando que todas y cada una de las posiciones de la memoria RAM (IC3) del emulador contienen el valor FF.

Como prueba final, también podemos verificar el *modo de Programación*. Elegimos un fichero de programación arbitrario en el programador y lo intentamos pasar a la memoria EPROM (emulada). Al hacer esto el diodo LED D4 debe estar encendido. Lo siguiente es realizar la operación de Verificación (Verify) para comprobar que la programación se ha realizado de forma correcta.

Si nos encontramos con algún problema, inspeccionaremos cuidadosamente el montaje de nuestro emulador. Comprobaremos la orientación de los circuitos integrados, de los diodos, etc., así como el valor de todos los componentes. También verificaremos los distintos puntos de soldadura, de modo que estemos seguros de la ausencia de cortocircuitos y soldaduras frías.

Un último truco: instalaremos de forma temporal un zócalo ZIF en el zócalo de la memoria EPROM del circuito de destino. Esto permite que la unidad del emulador pueda insertarse y retirarse tantas veces como sea necesario sin riesgo de realizar malos contactos entre el circuito destino y el emulador. En la actualidad proliferan en el mercado diferentes modelos de zócalos para circuitos integrados de no muy buena calidad, sobre todo en el mundo de la electrónica para aficionados, de modo que estos zócalos son propensos a generar problemas de contactos cuando se usan más de dos o tres veces.

(024066-1)

Todo lo que siempre ha deseado saber sobre

Cámaras de Velocidad

pero siempre ha tenido miedo a preguntar...

Por: B. Bouchez

Temida por la mayoría de los automovilistas, la cámara de velocidad, que normalmente contiene un radar, es un dispositivo electrónico cuyo modo de funcionamiento sigue siendo un misterio para la mayoría de los aficionados a la electrónica. En este artículo intentaremos descubrir y conocer estos curiosos dispositivos, así como intentar describir su funcionamiento en detalle, al mismo tiempo que tendremos en cuenta algunas ideas para poder luchar contra sus acciones.

(Source: Applied Concepts, Inc. / Stalker Radar)

Un poco de historia

Las investigaciones en el campo de la radiación electromagnética, realizadas durante los años 30, revelaron que algunos objetos aparentaban reflejar las ondas de radiofrecuencia (RF). Esta propiedad se veía con más claridad a medida que la frecuencia se incrementaba (por encima de los 100 MHz). Hasta finales de los años treinta no pudieron generarse fácilmente ondas del tipo SFH (f > 1 GHz), gracias a la introducción del "magnetrón" (el cual aún sigue utilizándose en las cámaras de microondas modernas).

La primera aplicación práctica de este sistema fue la Detección y Medida de Distancia por Radio (Radio Detection And Ranging), más conocido con su acrónimo RADAR. El funcionamiento del radar está basado en la transmisión de una serie de ondas SHF en intervalos regulares. Cuando éstas ondas inciden sobre un objeto de una masa suficientemente grande, parte de ellas son reflejadas hacia el transmisor, donde una antena puede recogerlas y detectarlas.

En el sistema original el inicio del barrido horizontal en el tubo catódico estaba sincronizado con la transmisión de una trama de señal, y la señal de retorno recibida en la antena era dirigida hacia un amplificador de deflexión vertical. Cuando la antena recibía una señal de retorno (las ondas reflejadas por un objeto) se podía ver un punto reflejado en el tubo a una cierta distancia, cuya posición dependía de la distancia a la que estaba el objeto (ver Figura 1).

Este sistema no solamente podía ser utilizado para detectar la presencia de cualquier objeto (avión) que estuviese en el campo de "vista" del radar, sino que también podía determinar de manera precisa la distancia entre la antena y el objeto, ya que la velocidad de propagación de las ondas y la velocidad de la deflexión horizontal (base de tiempos) eran conocidos. Así es como el acrónimo R.A.D.A.R derivó pronto en una palabra completa muy utilizada hoy en día.

A lo largo del tiempo el radar fue mejorado de manera que pudiese cubrir todo el área que rodeaba un cierto punto, en lugar de vigilar solamente una pequeña sección directamente en un frente de la antena de recepción. Esto se consiguió montando una antena aérea en la parte superior

de un sistema de giro (en este caso, el tubo de rayos catódicos proporcionaba una deflexión en dos direcciones).

Introducción al efecto Doppler

El dispositivo que acabamos de describir no es capaz de determinar la velocidad del objeto detectado, ya que está limitado a medir el movimiento del eco en la pantalla, lo cual nos da un resultado bastante poco preciso.

Como ejemplo, consideremos un coche que genera un sonido a una frecuencia fija (un automóvil conducido con unas ciertas revoluciones fijas, por ejemplo). Cuando estamos en el interior del coche no notamos ninguna variación en la frecuencia del sonido del motor.

Sin embargo, si permanecemos en un lado de la carretera y escuchamos el coche cuando se conduce bajo idénticas condiciones, notaremos que la frecuencia del sonido del motor se incrementa a medida que el automóvil se aproxima y que disminuye a medida que se aleja de nosotros (este efecto también se observa en las carreras del campeonato de Fórmula 1, cuando los coches pasan por delante de la cámara).

Este fenómeno también funciona en el otro sentido: cuando conducimos nuestro automóvil y pasamos delante de una persona que está golpeando el suelo, podemos notar que la frecuencia del golpeteo se incrementa a medida que nos acercamos a esa persona y que disminuye a medida que nos alejamos de ella.

Cuando la distancia entre la fuente de sonido y el receptor permanece constante la frecuencia de la señal recibida tampoco varía.

El efecto Doppler (denominado así en deferencia al físico que lo descubrió) es exactamente lo que acabamos de describir, y se representa en la Figura 2, pero por medio de la fórmula:

$$f_M = 2\ v\ f_E \cos(\alpha/c)$$

donde:

f_M es la frecuencia de la señal recibida.

v es la velocidad del vehículo.

f_E es la frecuencia de la señal transmitida.

α es el ángulo entre el transmisor y el camino a lo largo del cual se mueve el vehículo.

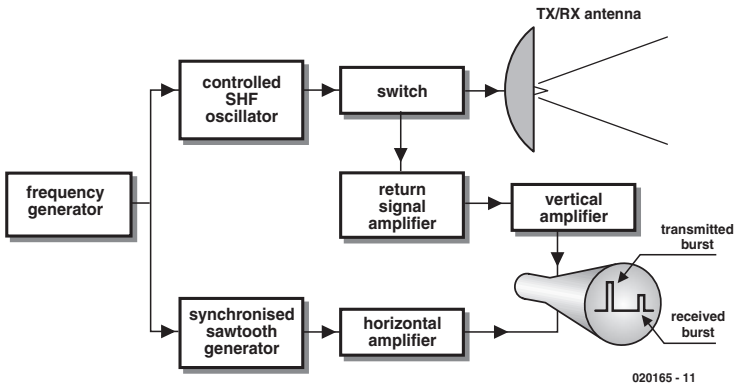


Figura 1: Principio de funcionamiento de la primera generación de radares en 1940.

c es la velocidad de propagación de la señal en el aire (300.000 Km/s para las ondas de radio, 340 m/s para las ondas de sonido).

De todo esto podemos deducir que el envío de una señal con una frecuencia fija hacia el coche y la medida de la frecuencia de la señal de vuelta, nos proporcionará la velocidad del coche.

Éste es el principio utilizado por los radares que se montan en las cámaras de velocidad, aunque tienen poco en común con el sistema descrito en la primera parte de este artículo.

También debemos mencionar que la sensibilidad del radar se incrementa a medida que el ángulo entre el foco emisor y el camino del vehículo disminuye. Por este motivo las antenas de las cámaras de velocidad se colocan en paralelo a la carretera en lugar de que el haz emisor las atraviese. Ésta es también la razón por la que muy pocos tipos de radares pueden trabajar a lo largo de una curva, ya que el ángulo entre el foco emisor y el vehículo cambia constantemente, creando errores en las medidas

De la teoría a la práctica

Ahora que ya hemos visto como se puede utilizar el efecto Doppler para medir la velocidad de los vehículos, vamos a echar una pequeña mirada a las aplicaciones comerciales que podemos encontrar del lado de la carretera.

La base de toda cámara de velocidad (permítannos llamarle radar) es un generador de SHF, el cual puede transmitir un haz de radiofrecuencia en una dirección específica. En la sección anterior hemos aprendido que la sensibilidad del dispositivo es directamente proporcional a la frecuencia del haz emisor. La frecuencia exacta utilizada depende del fabricante, pero generalmente está comprendida entre 2 y 15 GHz. El dispositivo puede tener un oscilador SHF basado en un diodo Gunn y una cavidad resonante, o bien un oscilador de transistores seguido por un amplificador de potencia. La potencia de estos osciladores no es demasiado elevada (normalmente menos de 10 mW), pero la potencia efectiva de salida se ve incrementada por el uso de una antena direccional.

El receptor para la señal reflejada a menudo está basado en un diodo Schottky, situado en el punto focal de la antena (normalmente se usa la misma antena para la transmisión y para la recepción), el cual funciona como un mezclador de las señales transmitida y reflejada.

La señal de salida del receptor es amplificada y acondicionada por una circuitería analógica y, a continuación, pasada a la sección de medida, la cual no es más que un contador de frecuencia.

La señal proveniente del contador de frecuencia va hacia un microprocesador que calcula la velocidad y envía el resultado hacia un visualizador. También verifica si la velocidad medida supera un valor preseleccionado y avisa al oficial de policía que está vigilante,

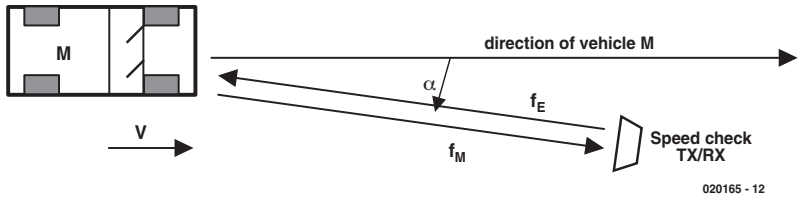


Figura 2: El efecto Doppler.

que acaba de pasar un infractor o activa una cámara y dispara la correspondiente foto.

En resumen, los principios básicos que están detrás de un detector de velocidad de alta frecuencia (ver Figura 3) no son demasiado complejos. (Hay que señalar que estamos hablando sobre los principios y que una implementación práctica es algo bastante más serio, especialmente la sección de alta frecuencia).

¿Cómo trabajan?

Ahora que ya conocemos cómo funciona todo, podemos preguntarnos el grado de exactitud y fiabilidad de las medidas realizadas con estos dispositivos. Debemos aclarar una cuestión: no tenemos ninguna intención de alentar a nuestros lectores a sobrepasar el límite de velocidad o comportarse de manera irresponsable. Nosotros tan sólo afrontamos el problema desde un punto de vista técnico para descubrir cuáles son los límites de las cámaras de velocidad SHF. De este modo podemos distinguir entre pruebas fehacientes y "rumores" que circulan y que generalmente extienden personas con muy pocos conocimientos de electrónica. En lugar de adentrarnos en las consideraciones de las dificultades técnicas del proyecto, nos centraremos en responder algunas de las cuestiones más comunes:

Funcionamiento bajo la lluvia o con niebla: al contrario de la opinión más extendida, el radar funciona perfectamente cuando llueve o hay niebla (después de todo, el radar se usa como ayuda en el aterrizaje de los aviones en condiciones atmosféricas adversas). En general, cuando la lluvia cae lo hace de una manera vertical (¡al menos así lo hace aquí!), lo que significa que crea un ángulo recto con el haz del radar, lo que se traduce en un valor de cero para el efecto Doppler correspondiente (cos 90° = 0, por lo que $f_M = 0$). Cuando cae una lluvia fuerte y espesa, con un cierto ángulo debido a las rachas de viento, se puede crear un pequeño efecto Doppler que afecte a la relación señal/ruido del receptor, haciendo que funcione incorrectamente. En este caso, el procesador simplemente rechazará la medida.

Como la niebla no se mueve con respecto al haz del radar (o lo hace muy lentamente), será prácticamente invisible para el receptor y la medida no se verá afectada en ningún caso.

Rango de medida: la distancia desde la cual un radar puede medir la velocidad de un vehículo depende de dos factores: la potencia del oscilador de SHF y la sensibilidad del detector. Ya sabemos que la potencia del oscilador generalmente es baja y que el uso de una antena direccional incrementa la potencia transmitida. El mayor problema para el detector es la relación señal/ruido, la cual no mejora demasiado utilizando diodos Schottky. En este sentido, la sensibilidad también puede mejorar aprovechando el uso de antenas. Mientras que los primeros radares solamente podían realizar medidas a distancias próximas a los 20 metros, los nuevos modelos, con sus detectores ultra-sensibles, son capaces de realizar medidas sobre varios cientos de metros, de modo que pueden realizar la medida antes de ser vistos desde el coche.

Tiempo de reacción: al igual que sucede con otros equipos que utilizan contadores de frecuencia, estas cámaras de velocidad también requieren un cierto tiempo para tomar la medida. Además, la mayoría de los dispositivos actuales toman varias medidas muy rápidamente, lo que permite rechazar cualquier error en la medida. Los modelos más viejos requerían alrededor de medio segundo para realizar una medida fiable. Los modelos actuales reaccionan dentro de la décima de segundo, de modo que los motoristas que ignoran los límites de velocidad tendrán muy pocas oportunidades de evitar una multa, después de darse cuenta de la presencia de una cámara de velocidad. Algunas veces los equipos de radar también contienen un DSP (Digital Signal Processor, es decir, un Procesador Digital de Señal), el cual utiliza un algoritmo especial con un tiempo de ejecución muy corto, lo que se traduce en la posibilidad de realizar lecturas extremadamente rápidas.

Transmisión continua: al contrario de lo que podríamos pensar después de haber leído la parte teórica de este artículo, el radar no necesita tener su oscilador funcionando constantemente. Tan sólo necesita estar activo un tiempo lo suficientemente largo como para poder establecer y tomar una medida. Los equipos de radar actuales funcionan sobre una base aleatoria o son activados sólo cuando un vehículo se les aproxima.

Discriminación: cuando varios vehículos que circulan a diferentes velocidades se encuentran con un haz de radar, la señal Doppler resultante contiene una mezcla de señales a diferentes frecuencias. La mayoría de los dispositivos actuales no pueden separar estos componentes y rechazan la medida como un fallo. Sin embargo, ya existen nuevos sistemas que contienen un DSP (el autor de este artículo ha trabajado sobre uno de estos sistemas), que puede medir la velocidad de varios coches de manera simultánea. Por lo tanto, en la actualidad se puede decir que sólo aquellos coches que circulan "a la sombra" de otros coches, pueden escapar a las cámaras de velocidad.

Las cámaras de velocidad han llegado a ser tan precisas y fiables (algo que pueden confirmar los conductores que no han respetado el límite de velocidad), que es extremadamente difícil poder evadirlas.

En el lado opuesto de la ley

Mankind, un especialista en automóviles, piensa que cuando se enfrenta a un problema o un obstáculo, siempre intentará realizar cualquier cosa para rodearlo en lugar de atravesarlo. Las cámaras de velocidad no son una excepción a esto y numerosos inventores (tanto los más competentes como los menos), han contribuido al desarrollo de contramedidas.

Antes de continuar queremos dejar una cosa perfectamente clara: en la mayoría de los países europeos, la posesión, e incluso más que eso, el uso de equipos pensados para perturbar el funcionamiento de las cámaras de velocidad, es ilegal. No recomendamos que nuestros lectores se muestren indiferentes a este hecho, ya que las consecuencias pueden ser fatales (retirada del per-

miso de conducir, confiscación del vehículo, persecuciones, etc.).

A pesar de esto, algunos conductores piensan que merece la pena correr el riesgo y no sienten ningún reparo en utilizar este tipo de dispositivos.

Hablando claramente, existen dos tipos de sistemas "anti-radar": los dispositivos perturbadores y los detectores.

Los dispositivos perturbadores son, sencillamente, pequeños osciladores SHF, que envían una señal de retorno "falsa" hacia las cámaras de velocidad, provocando que la medida tomada se considere errónea y evitando el análisis lógico de la frecuencia. Además del hecho de que estos dispositivos son relativamente ineficaces (en la mayoría de los radares los circuitos internos son poco sensibles a las señales de interferencia y la frecuencia de la señal perturbadora debe estar lo más próxima posible a la frecuencia de la cámara de velocidad, además de que cada cámara tiene su propia frecuencia), los circuitos electrónicos del propio radar pueden detectar estas señales perturbadoras y notificarlo a la policía. Por lo tanto, podemos decir que un dispositivo perturbador es un modo seguro de ser detectado y capturado.

Por otro lado, un detector está formado por un simple receptor SHF y, por definición, no puede detectarse. En Estados Unidos (donde su uso está permitido) estos dispositivos se venden en grandes cantidades. En Internet los podemos encontrar fácilmente y en algunos países europeos están disponibles también libremente (¡su venta está permitida pero su uso no!). Estos dispositivos normalmente son circuitos relativamente sencillos que contienen un detector de microondas y un comparador que dispara una alarma. En resumen, una sencillez exquisita (¡aunque su precio parece sugerir lo opuesto!).

No es difícil diseñar un detector de banda ancha que reaccione a frecuencias comprendidas entre 2 y 10 GHz, que es el rango en el que funcionan la mayoría de los dispositivos actuales. Sin embargo, si el oscilador de una cámara de velocidad está seleccionado a una frecuencia que está fuera del rango cubierto por el detector, o utiliza un láser óptico, no debemos dudar que seremos detectados sin remisión.

El segundo problema se deriva del hecho de detectar algo, ya que la primera condición necesaria es que exista algo que detectar (es obvio, ¿no?). Los equipos de radar más viejos transmitían de manera continua, lo que hacía que la tarea fuese bastante más sencilla. Pero los modelos más modernos sólo transmiten de forma intermitente, bien de manera aleatoria o bien en ráfagas muy cortas, lo que reduce las oportunidades de detectar estos dispositivos. Algunos modelos (como el Mesta 208, vendido en Francia donde vive el autor de este artículo), son incluso más astutos y sólo entran en funcionamiento cuando un coche entra dentro de su rango de acción. Estos "balas verdes", como son conocidos debido a su forma y color, disponen de un detector óptico en la parte superior que "ve" literalmente los vehículos que se acercan. Tan pronto como algo se mueva delante del dispositivo, éste entrará en acción.

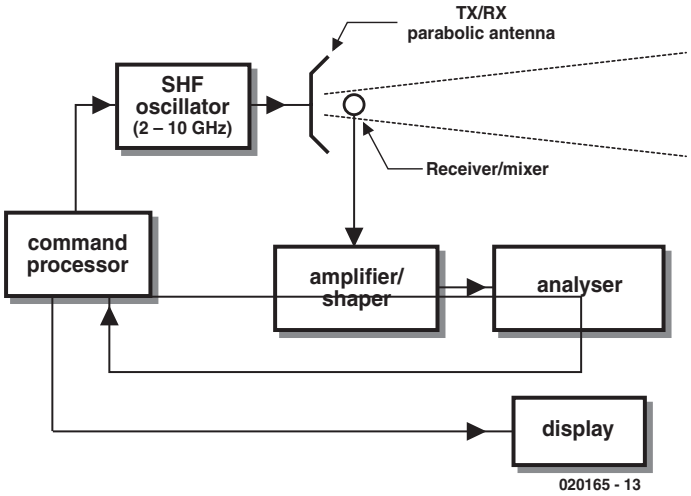


Figura 3: Principio básico de una cámara de velocidad de alta frecuencia.

Esto nos lleva al tercer problema: un detector de radar será sensible al haz emitido en un determinado instante. Pero al mismo tiempo, la cámara de velocidad ya estará haciendo su trabajo. Desde este momento hasta el instante en que el detector nos avise (un tiempo de reacción típico para una persona es de, aproximadamente, medio segundo) para realizar la correspondiente acción (frenar o perturbar la medida), el radar ya habrá tomado cuatro o cinco medidas.

Además, la detección se está haciendo cada vez más difícil debido al hecho de que se están utilizando haces cada vez más estrechos, creados para trabajar con una pequeña "área de detección". Algunos usuarios de detectores de radar han notado que el haz también puede detectarse cuando es reflejado por otros coches que están delante de nosotros, por lo que están encantados de poder utilizar esta propiedad.

Ahora es el momento de plantear el problema final: la mayoría de los equipos de radar pueden tomar medidas de aproximación (es decir, desde el frente del vehículo) o de alejamiento (es decir, desde la parte posterior del mismo). Sin embargo, la sensibilidad de la mayoría de los detectores está limitada tan sólo en una dirección. Por lo tanto, para estar preparados para cualquier eventualidad, el vehículo debería disponer de un detector en ambos extremos del mismo: en el frente y en la parte trasera.

Por último...

Como suele decirse, "si jugamos con fuego podemos quemarnos". Hemos visto en este artículo que las cámaras de velocidad se han convertido en instrumentos muy fiables y que son muy difíciles de localizar o de interferir.

Saber cómo se puede detectar un rayo SHF es una cosa, pero perturbar la medida de velocidad es muy distinto. En resumen, aunque la mayoría de los detectores de radar internos del coche que se venden en el momento actual funcionan y nos muestran la presencia de cámaras de velocidad, se está haciendo un uso muy pequeño de los mismos, debido a que las cámaras ya se han disparado antes de que el conductor pueda disminuir su velocidad.

Incluso pensando en las cámaras de velocidad que, a veces, están situadas en lugares donde no hay justificación, nos parece que es más sensato respetar los límites de velocidad (al mismo tiempo que respetamos a los otros conductores), que intentar saltarnos la ley a cualquier precio.

(020165-1)

Programación de un Controlador USB (2)

escribir nuestro propio controlador de dispositivo

Por M. Müller and C. Ehmer

En la anterior entrega de Elektor, describimos cómo se utilizaban los controladores de dispositivos. Esta ocasión es el momento adecuado para modificar un controlador de un dispositivo de la casa Cypress. Sólo necesitamos un par de programas para ello, incluso si nunca antes hemos trabajado con el entorno de programación Microsoft Visual Studio. Todos los pasos necesarios para conseguirlo se desscriben, al mínimo detalle, en este artículo.

En el Gestor de Dispositivos de Windows podremos ver todos los dispositivos USB conectados en ese momento a nuestro ordenador, listados bajo el nombre "Controladores USB". La Figura 1 nos muestra las entradas para un dispositivo USB que utiliza un circuito integrado Cypress sin una memoria EEPROM, así como un espía de datos USB para el BinTerm.

La escritura de nuestro propio controlador completo desde cero es prácticamente imposible para los mortales más normales. Por fortuna, la casa Cypress proporciona el controlador EZUSB no solamente como una versión instalable, sino también en la forma de código fuente.

Un controlador de dispositivo está dividido en dos partes que se componen de un fichero .INF, que contiene la información de configuración; y un fichero .SYS, que es el propio controlador del dispositivo. El fichero .INF puede editarse utilizando un sencillo editor de texto. Sin embargo, se necesita un compilador de C ++ para la generación de un fichero .SYS.

Elementos requeridos

Requerimientos del sistema:

Windows 2000 o Windows XP.
Acceso a Internet.

Programas y herramientas

MmVisual Bin Term, Versión 2.2.2421 o posterior.
Borland Delphi 6 o Microsoft Visual Basic.
Kit de Desarrollo EZ – USB de la casa Cypress semiconductor.
Microsoft Visual C + + 6.
Kit de Desarrollo de Controladores DDK2000 de Microsoft para Windows 2000

Circuitos:

Un circuito integrado AN 2131SC de la casa Cypress funcionando (con EEPROM), conectado al puerto USB, o un adaptador Bin Term conectado al puerto USB. Este último circuito se describirá en un artículo futuro en Elektor Electronics. Para proyectos experimentales es idóneo un adaptador Bin Term conectado al puerto USB, ya que evita la necesidad de almacenar código de programa en una memoria EEPROM. Todos los programas se transfieren hacia el dispositivo por medio de la aplicación Bin Term en tiempo de ejecución.

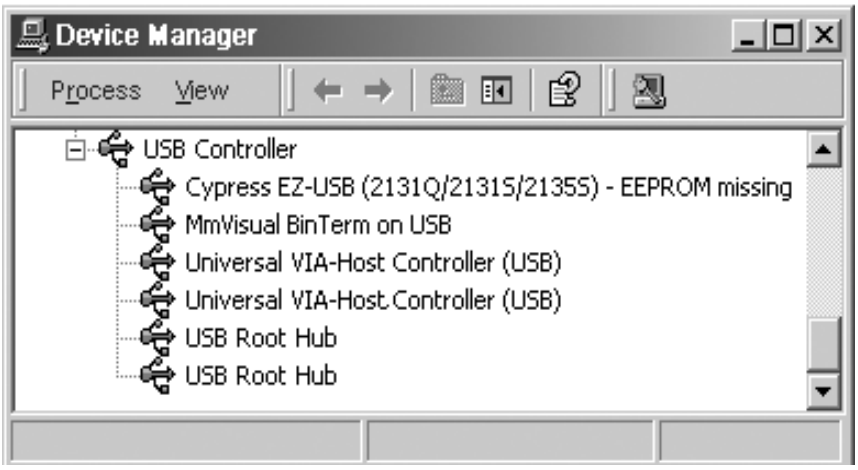


Figura 1. Listado del gestor de Dispositivos de Windows con un controlador generado por el usuario incluido.

Si usted es de los que aún no sabe cómo se programa en el lenguaje C, esto no es una carga demasiado pesada. Necesitaremos disponer de Microsoft Visual Studio 6 con la opción DDK (Kit de Desarrollo de Controladores) para Windows 2000 y, naturalmente, también necesitaremos el código fuente del controlador del dispositivo de la casa Cypress.

Debemos estar seguros de haber instalado correctamente Visual Studio y el paquete mencionado sin modificar los caminos de instalación. Para el controlador de dispositivo necesitaremos el Kit de Desarrollo EZ-USB, que ya debemos tener instalado y ya hemos utilizado en la primera parte de esta serie de artículos.

Información de la configuración

El sistema operativo Windows siempre necesita un fichero .INF para la instalación de un controlador de dispositivo. Un fichero de este tipo contiene los datos que especifican lo que debe ser instalado, dónde debería instalarse y cómo. Este fichero tiene que modificarse para adaptarse a nuestras necesidades particulares, ya que no deseamos que el controlador del dispositivo Cypress entre en conflicto con nuestro propio controlador de dispositivo. En el Listado 1 se muestran en "negrita" los elementos que tienen que modificarse.

Tabla 1

```
[Version]
provider=%Cypress%
[Manufacturer]
%Cypress%=Cypress
[Cypress]
%USB\VID_0547&PID_2131.DeviceDesc%=EZUSB.Dev, USB\VID_0547&PID_2131
[DestinationDirs]
EZUSB.Files.Ext = 10,System32\Drivers
EZUSB.Files.Inf = 10,INF
[EZUSB.Dev]
CopyFiles=EZUSB.Files.Ext, EZUSB.Files.Inf
AddReg=EZUSB.AddReg
[EZUSB.Dev.NT]
CopyFiles=EZUSB.Files.Ext, EZUSB.Files.Inf
AddReg=EZUSB.AddReg
[EZUSB.Dev.NT.Services]
Addservice = EZUSB, 0x00000002, EZUSB.AddService
[EZUSB.AddService]
DisplayName    = %EZUSB.SvcDesc%
ServiceBinary  = %10%\System32\Drivers\ezusb.sys
[EZUSB.AddReg]
HKR,,NTMPDriver,,ezusb.sys
[EZUSB.Files.Ext]
ezusb.sys
[EZUSB.Files.Inf]
ezusbw2k.Inf
[Strings]
Cypress="Cypress Semiconductor"
USB\VID_0547&PID_2131.DeviceDesc="Cypress EZ-USB (2131Q/2131S/2135S) - EEPROM missing"
```

Antes de comenzar a editar el fichero .INF debemos salvarlo con un nuevo nombre y, seguidamente, introducir el nuevo nombre en la sección [xxx.Files.Inf]. A continuación, tendremos que cambiar el nombre de la empresa (“Cypress”) por el nuevo nombre propio que hayamos decidido. La descripción que el sistema operativo Windows muestra en su ventana del Gestor de Dispositivos tiene que introducirse en la sección [Strings]. El controlador del dispositivo que estamos produciendo también debe poseer un nuevo fichero .SYS. Por lo tanto, deberemos dar un nuevo nombre al fichero .SYS existente, algo similar a “MIUSB.SYS”, y realizar los correspondientes cambios en todos los identificadores marcados como “EZUSB” con nuestro identificador “MIUSB”. También debemos asegurarnos que el nombre del fichero de un controlador de dispositivo no contenga ningún carácter que no sean los estándares o espacios en blanco, en otras palabras, sólo utilizaremos letras y números ¡con un máximo de ocho caracteres!

Los elementos más importantes del controlador son los números VID y PID. Estos números pueden ser cualquiera de los comprendidos en el rango de 1 a 65.534, y se proporcionan en formato hexadecimal. Quien lo desee puede alquilar (por una cierta cuota en concepto de derechos) un número VID a través de la organización USB (www.usb.org). Si el VID está registrado, se autorizará a que al producto lleve un símbolo USB y se garantiza que el número sea único. En contrapartida, tenemos que decir que la cuota no es lo que se dice barata.

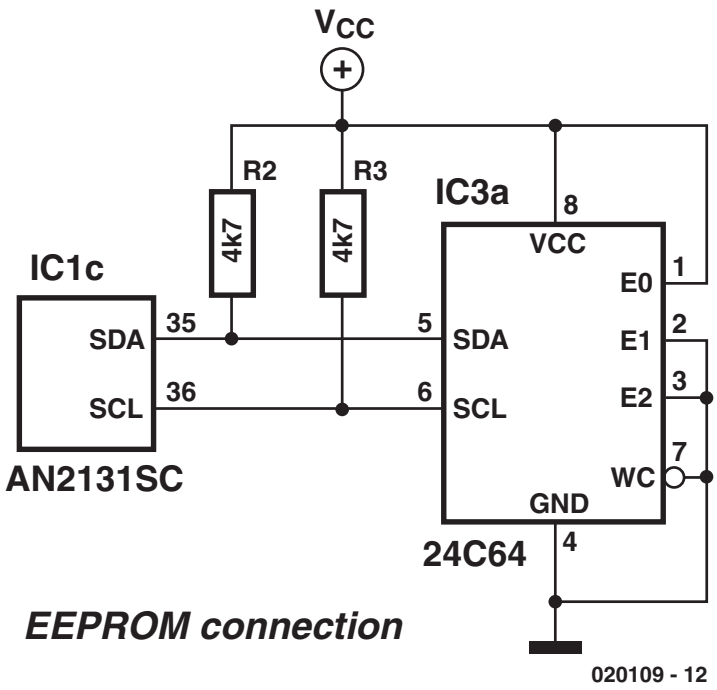


Figura 2. Esquema eléctrico de la ampliación de memoria EEPROM.

La solución que hemos propuesto en nuestro proyecto es la de utilizar libremente unos ciertos números VID y PID seleccionados. Esto significa que existe la posibilidad (bastante remota, por cierto) de que aparezca un conflicto con dispositivos

Tabla 2

```
NTSTATUS DriverEntry( IN PDRIVER_OBJECT DriverObject, IN PUNICODE_STRING RegistryPath)
{  NTSTATUS ntStatus = STATUS_SUCCESS;
   PDEVICE_OBJECT deviceObject = NULL;
   : :
   DriverObject->MajorFunction[IRP_MJ_DEVICE_CONTROL] = Ezusb_ProcessIOCTL;
   : :
   DriverObject->DriverExtension->AddDevice = Ezusb_PnPAddDevice;
   : :
}
```

Tabla 3

```
NTSTATUS Ezusb_CreateDeviceObject(IN PDRIVER_OBJECT DriverObject,
                                  IN PDEVICE_OBJECT *DeviceObject, LONG Instance)
{  NTSTATUS ntStatus;
   WCHAR deviceLinkBuffer[]  = L"\\DosDevices\\Ezusb-0";
   UNICODE_STRING deviceLinkUnicodeString;
   WCHAR deviceNameBuffer[]  = L"\\Device\\Ezusb-0";
   : :
   deviceLinkBuffer[18] = (USHORT) ('0' + Instance);
   deviceNameBuffer[14] = (USHORT) ('0' + Instance);
```

Tabla 4

```
NTSTATUS Ezusb_ProcessIOCTL(IN PDEVICE_OBJECT fdo, IN PIRP Irp)
{  : :
   switch (ioControlCode)
   {
      case IOCTL_Ezusb_VENDOR_REQUEST: // = $00222014
         length = Ezusb_VendorRequest (fdo, (PVENDOR_REQUEST_IN) ioBuffer);
         if (length)
         {  Irp->IoStatus.Information = length;
            Irp->IoStatus.Status = STATUS_SUCCESS;
         } else
         {  Irp->IoStatus.Status = STATUS_SUCCESS;
         }
         break;
```

Tabla 5

```
         case IOCTL_EZUSB_GET_DRIVER_VERSION:
         {  PEZUSB_DRIVER_VERSION version = (PEZUSB_DRIVER_VERSION) ioBuffer;
            if (outputBufferLength >= sizeof(EZUSB_DRIVER_VERSION))
            {  version->MajorVersion = EZUSB_MAJOR_VERSION;
               version->MinorVersion = EZUSB_MINOR_VERSION;
               version->BuildVersion = EZUSB_BUILD_VERSION;
               Irp->IoStatus.Status = STATUS_SUCCESS;
               Irp->IoStatus.Information = sizeof(EZUSB_DRIVER_VERSION);
            } else
            {  Irp->IoStatus.Status = STATUS_UNSUCCESSFUL;
            }
         }
         break;
```

de otros fabricantes que sí hayan registrado sus productos. Nosotros sugerimos cambiar el número VID a "8B16" y el PID a "A001".

Los números VID (IDentificador de Vendedor), PID (IDentificador de Producto) y DID (IDentificador de Dispositivo) forman un conjunto de tres palabras de datos de 16 bits que el circuito integrado Cypress reporta al sistema operativo. Los números VID y PID se usan para buscar, instalar y cargar el controlador de dispositivo.

Para emplear nuestros números VID y PID con el circuito integrado Cypress necesitaremos utilizar una memoria EEPROM. En la Figura 2 se muestra cómo se puede añadir una memoria EEPROM de 8 KB al circuito utilizado en la primera parte de esta serie de artículos. Tendremos que programar la siguiente secuencia de números sobre la memoria EEPROM, comenzando por la dirección 0:

```
B0h   byte de inicio
   Copia de los Ids
16h,  8Bh      VID = 8B16h
01h,  A0h      PID = A001h
01h,  00h      DID = 0001h
```

La próxima vez que el dispositivo USB se inserte en el ordenador, el circuito integrado Cypress informará de estos nuevos

Figura 3. Comprobación del controlador del dispositivo en el programa Bin Term.

identificadores al sistema operativo, permitiendo que Windows instale el controlador adecuado.

Uso de C + + para modificar el controlador de dispositivo SYS

Comenzaremos ejecutando Visual C + + Studio, yendo a "Open Working Area" (es decir, "Abrir Área de Trabajo") en el menú "File" ("Fichero") y abriendo el fichero denominado "EZUSB.DSW". Seguidamente, tendremos que verificar si, en ese momento, es posible generar el proyecto. En el menú "Generate" ("Generar") seleccionaremos "Generate ezusb.sys (F7)" (es decir, "Generar ezusb.sys (F7"). Si todo se ejecuta de forma correcta, en la ventana de mensajes que aparece se mostrará "0 errors, 0 warnings" ("0 errores, 0 advertencias"). Si los caminos de instalación se han cambiado durante dicho proceso de instalación, todos los caminos en el compilador y en las opciones del "linkador" deben cambiarse para estar de acuerdo con la ubicación de los ficheros. Si el código no puede generarse sin ningún mensaje de error o de advertencia, quiere decir que el entorno de programación no ha sido configurado adecuadamente.

Bajo lenguaje C es prácticamente imposible renombrar un proyecto entero, por lo que sugerimos dejarlo todo tal y como se indica en la instalación. Después de que todo este proceso haya acabado, grabaremos nuestro nuevo nombre (MIUSB.SYS) al fichero .SYS creado.

Los ficheros individuales

El fichero más importante es *ezusb-sys.c*, el cual contiene todo el código necesario para las comunicaciones entre los controladores de los dispositivos USB del sistema operativo Windows y la aplicación. En este artículo sólo vamos a describir ciertos extractos del código fuente C Cipress.

El sistema operativo carga primero el fichero SYS y, a continuación, apunta hacia las otras funciones escritas por el usuario que han sido asignadas en la etiqueta de entrada (*DriverEntry*), que está presente en todo controlador de dispositivo, de manera que permita al sistema operativo ejecutar directamente las instrucciones correspondientes. El sistema operativo genera un nuevo dispositivo utilizando la función *Ezusb_PnPAddDevice* (**Listado 2**), el cual llama a la función *Ezusb_CreateDeviceObject* y genera un hombre de dispositivo virtual (similar a"COM 1" o "LPT"). La tarea principal la realiza la función *Ezusb_ProcessIOCTL*, la cual salta a la función *DeviceIoControl* del fichero *Core32.dll,* cada vez que es llamada.

Podemos modificar el nombre del dispositivo, dándole el que deseemos, tal y como se muestra en el **Listado 3**. En este listado debemos cambiar el nombre "EZUSB" por el nombre "MIUSB" (por ejemplo). Puesto que ambos nombres tienen la misma longitud, las declaraciones de longitud "*18*" y "*14*" no tienen que cambiarse.

Tan pronto como el sistema operativo carga el controlador, el programa desarrollado por el usuario puede utilizar la función *CreateFile* para establecer una conexión, utilizando el nombre \\.*Mysys-0*. En teoría, el controlador del dispositivo puede gestionar hasta un total de ocho dispositivos idénticos. Este es el motivo por el que el nombre acaba con el sufijo añadido de un número. Esta rutina es llamada por cada instrucción *DeviceIoControl* que se comunica con el dispositivo USB (ver el **Listado 4**). El dispositivo USB requiere la ejecución de la instrucción *Ezusb_VendorRequest* para su manejo, pero no hablaremos de ello en este momento.

Todas las instrucciones que se pueden ejecutar utilizando el controlador del dispositivo son gestionadas por medio de la sentencia *switch* (*ioControlCode*). Incluso la verificación de la versión se gestiona utilizando *DeviceIoControl*, tal y como podemos observar en el **Listado 5**. Los números mayor ("*MAJOR*"), menor ("*MINOR*") y de creación ("*BUILT*"), están localizados en el fichero *Version.h* que puede modificarse a nuestro antojo.

El programa ejemplo escrito en Delphi, publicado en la primera parte de esta serie de artículos, recibe ahora un nuevo tipo de declaración para el registro *_VENDORREQUEST_IN*. Este tipo está definido en el fichero *ezusb-sys.h* de la casa Cypress (ver **Listado 6**). Esta estructura, al igual que el resto de

Tabla 6

```
typedef struct _VENDOR_REQUEST_IN
{    BYTE    bRequest;
     WORD    wValue;
     WORD    wIndex;
     WORD    wLength;
     BYTE    direction;
     BYTE    bData;
} VENDOR_REQUEST_IN, *PVENDOR_REQUEST_IN;
```

Table 7

```
#define Ezusb_IOCTL_INDEX  0x0800
#define IOCTL_Ezusb_VENDOR_REQUEST CTL_CODE(FILE_DEVICE_UNKNOWN,
                                    Ezusb_IOCTL_INDEX+5, METHOD_BUFFERED, FILE_ANY_ACCESS)
```

las estructuras para las instrucciones *DeviceIoControl*, puede incorporarse directamente sobre las aplicaciones programadas y generadas en C, o incorporadas en las aplicaciones Delphi de una forma derivada.

Todas las instrucciones para el comando *DeviceIoControl* serán definidas más adelante en el mismo fichero (ver **Listado 7**), cuyas definiciones han sido calculadas utilizando la macro *CTL_CODE*. La mejor manera de encontrar cómo se colocaron los números juntos es estudiar el fichero de ayuda *Help*. Si deseamos verificar de manera manual el índice, es importante saber que el código se inicia en la dirección $00222000, donde el código para cada subsecuencia ha sido incrementado en $4. Por lo tanto, el código para *IOCTL_Ezusb_VENDOR_REQUEST* es $00222014.

A continuación pulsaremos la tecla "F7" para compilar el código fuente. El resultado que obtendremos será un fichero con el nombre EZUSB.SYS, que tendremos que renombrar como MIUSB.SYS. Seguidamente, copiaremos el fichero INF modificado, así como el fichero MIUSB.SYS, en un disquete. En este momento hemos conseguido producir un disquete con los controladores para un circuito integrado Cypress con los números de VID y PID que hayamos definido.

Por último, conectaremos en el ordenador el dispositivo USB que tenga los correspondientes identificadores VID y PID. Al reiniciar el sistema operativo Windows, éste reconocerá de manera automática el nuevo dispositivo. Utilizaremos el programa BinTerm para comprobar el controlador del dispositivo (ver **Figura 3**). Si seleccionamos la versión "USB Test" en dicho programa, podemos introducir el nombre del dispositivo virtual y probar las comunicaciones con el circuito integrado Cypress.

(020109-2)

Enlaces en Internet

Cypress Semiconductor	www.cypress.com
MmVisual BinTerm	www.mmvisual.de
Keil Software	www.keil.com
Borland Delphi	www.borland.com
	www.borland.com
Microsoft	www.micosoft.com
USB- Organisation	www.usb.org
Braintechnology	www.braintechnology.de

(source for buying Cypress ICs)

Guía práctica de montaje

En esta publicación no se suministran componentes, sin embargo, se diseñan las PCBs, carátulas del panel frontal y el software del montaje (que no siempre lleva). En cuanto a los componentes, se detallan todos e incluso en muchos de ellos, ante un posible problema de suministro, se dan posibles alternativas.

Para distinguir valores grandes y pequeños en los componentes se utiliza la siguiente nomenclatura de prefijos:

E (exa) = 10^{18}	a (atto) = 10^{-18}
P (peta) = 10^{15}	f (femto) = 10^{-15}
T (tera) = 10^{12}	p (pico) = 10^{-12}
G (giga) = 10^{9}	n (nano) = 10^{-9}
M (mega) = 10^{6}	µ (micro) = 10^{-6}
k (kilo) = 10^{3}	m (milli) = 10^{-3}
h (hecto) = 10^{2}	c (centi) = 10^{-2}
da (deca) = 10^{1}	d (deci) = 10^{-1}

En algunos esquemas de circuitos, para evitar confusión, y contrariando las normativas IEC y las recomendaciones BS, el valor de los componentes se da sustituyendo el prefijo por un punto decimal. Por ejemplo:

3k9 = 3.9 kΩ 4µ7 = 4.7 µF

A menos que se indique lo contrario, la tolerancia de las resistencias es del ±5 % y su potencia de $^1/_3$ -$^1/_2$ W. La tensión de trabajo de los condensadores es ≥50 V.

Montaje de una placa de circuito impreso. Siempre comenzaremos por los componentes pasivos más pequeños, esto es, puentes con cables, resistencias y pequeños condensadores, después seguiremos con zócalos, relés y condensadores electrolíticos y de gran valor y conectores. Los circuitos integrados, al ser muy delicados, los dejaremos para el final.

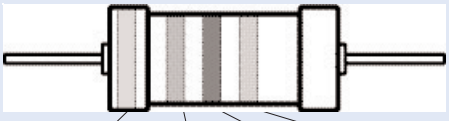
Soldadura. Utilizaremos un soldador de estaño de 15-30 W con una punta fina y estaño con núcleo de resina (60/40). Insertaremos los terminales de los componentes en la placa, sujetaremos ligeramente, cortaremos lo que sobra de los terminales y soldaremos: esperaremos 1-2 s para que el estaño se agarre bien y se solidifique. Debemos procurar en todo momento no sobrecalentar algunos componentes, en especial semiconductores y sobre todo circuitos integrados. Para desoldar utilizaremos un chupón metálico o un desoldador especial de malla.

Buscando fallos. Si el circuito no funciona, comprobaremos, uno a uno, que todos los componentes insertados son los que aparecen en la lista, después verificaremos que todos están colocados en su posición correcta, observando la polaridad de los mismos. También se deben repasar las soldaduras y los puentes que a menudo se olvidan.

Si los niveles de tensión se han dado en el esquema del circuito, debemos comprobar que todos están dentro de una desviación de ±10 % con respecto a los valores marcados.

Cada cierto tiempo publicamos correcciones a posibles errores y además todos nuestros lectores disponen de un servicio donde pueden enviar sus comentarios que siempre serán estudiados con detalle.

El valor de una resistencia se indica con el siguiente código de colores:



color	1st dígito	2nd dígito	factor de multiplicación	tolerancia
negro	–	0	–	–
marrón	1	1	x10^{1}	±1%
rojo	2	2	x10^{2}	±2%
naranja	3	3	x10^{3}	–
amarillo	4	4	x10^{4}	–
verde	5	5	x10^{5}	±0,5%
azul	6	6	x10^{6}	–
violeta	7	7	–	–
gris	8	8	–	–
blanco	9	9	–	–
oro	–	–	x10^{-1}	±5%
plata	–	–	x10^{-2}	±10%
ninguno	–	–	–	±20%

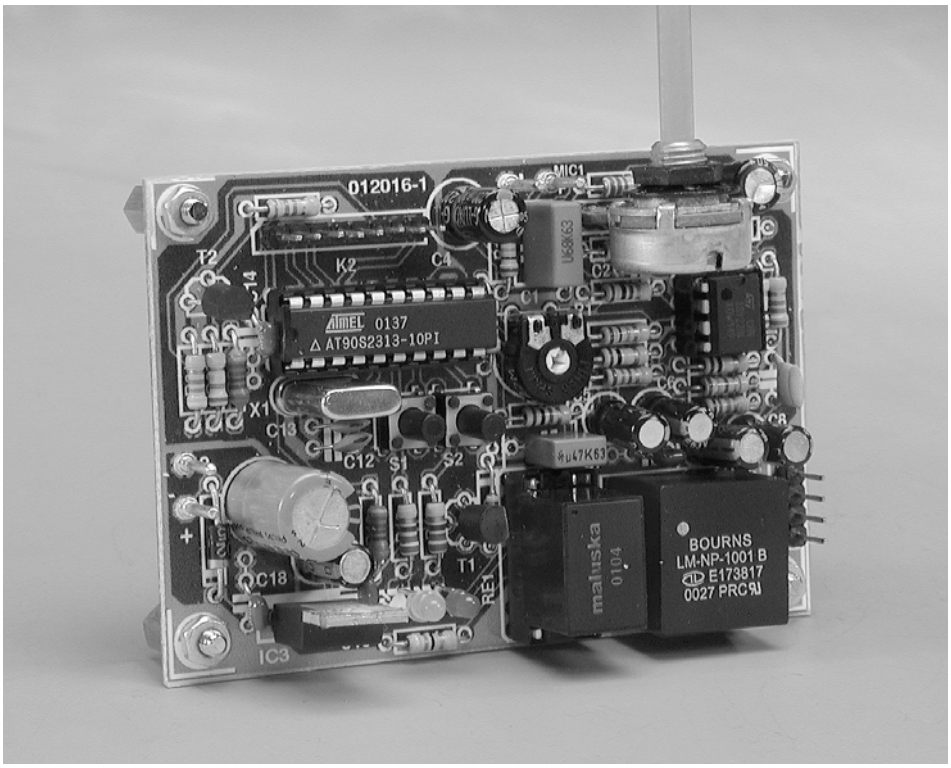
Ejemplos:
Marrón – rojo – marrón – oro = 120 KΩ, 5 %
Amarillo – violeta – naranja – oro = 47 KΩ, 5 %

Monitorizador telefónico de bebé

corta a través de la estática

Diseñado por T. Finke

La útil alarma monitorizadora de bebé mediante radio (FM) siempre ha estado limitada por un pequeño alcance y es susceptible de interferencias. En este nuevo diseño utilizamos un microcontrolador para dar un nuevo enfoque al problema.



Hay diferentes tipos de monitorizadores de bebé en el mercado. El más común proporciona un alcance del enlace muy corto (unos 100 m) entre el transmisor, colocado en la habitación del niño, y el receptor, portado por uno de los padres. Otro tipo utiliza audio para modular una frecuencia de portadora enviada por los cables de la red hasta el receptor, situado en el enchufe del dormitorio de los padres. El modelo de RF tiene un alcance limitado y la modulación de la tensión de red requiere que el padre no se aleje demasiado del enchufe. Ambos sistemas son bastante susceptibles de interferencias.

El dispositivo descrito aquí es distinto. La unidad se enchufa en la toma telefónica de la casa y se pone en la habitación del niño de forma que el micrófono colocado en ella pueda captar los sonidos de los niños. El monitorizador con microcontrolador analizará todos los sonidos y determinará si está llorando. Cuando detecte el llanto durante un tiempo, marcará el número de teléfono preprogramado (normalmente el teléfono móvil de uno de los padres). No hay necesidad de responder la llamada, el número de teléfono de casa, que aparece en la pantalla del móvil, nos indicará que el niño requiere de nuestra atención.

Discriminación de ruido

En la Figura 1 se muestra el esquema del monitorizador de bebés. El micrófono electret MIC1 detecta sonidos en la habitación. La resistencia R1 proporciona la polarización de la alimentación, mientras que R7 y C4 se utilizan para desacoplar cualquier ruido en la alimentación del micrófono. La señal de salida (audio frecuencia) se

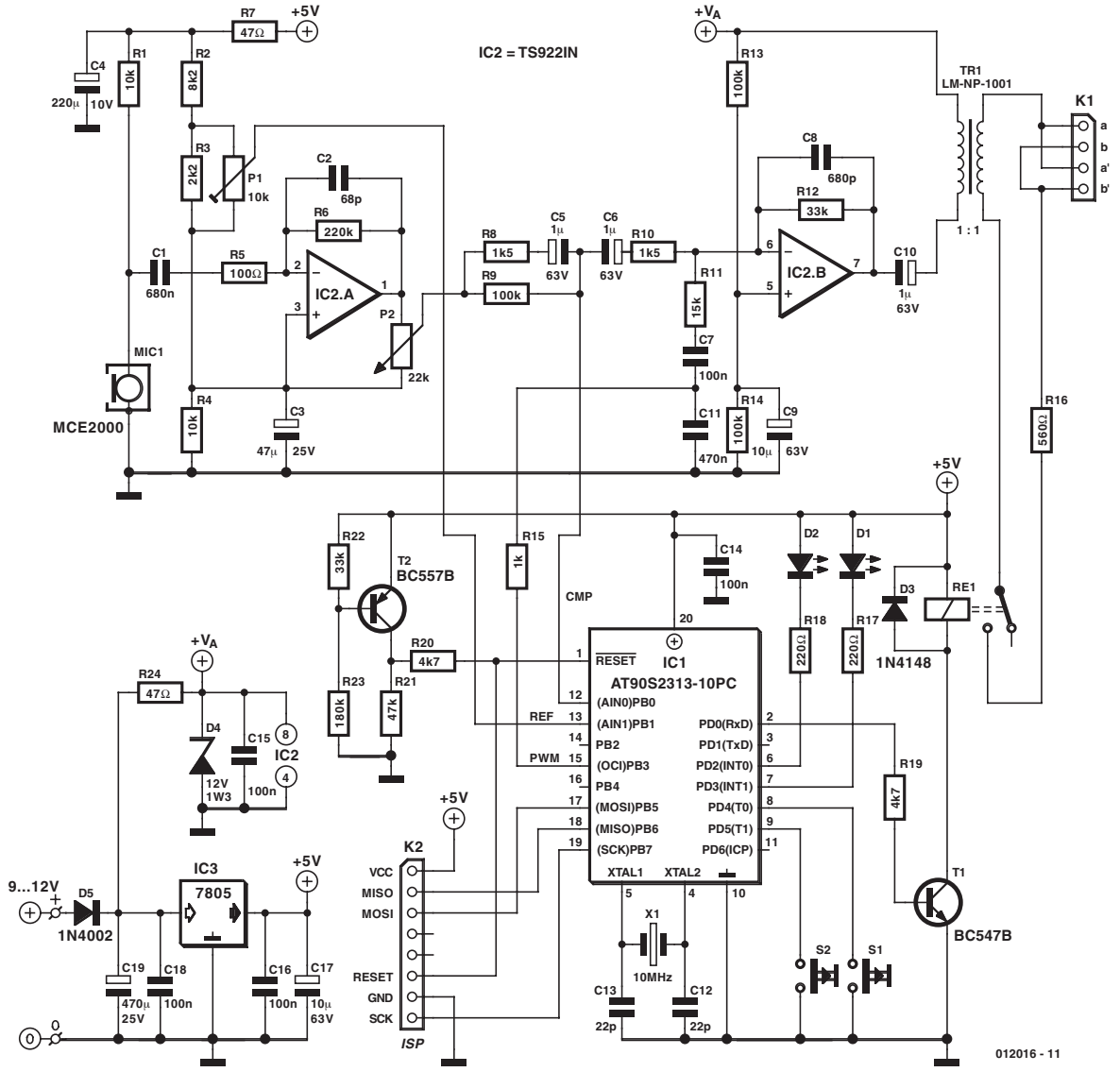


Figura 1. El circuito contiene tanto el circuito analógico y digital.

aplica a la entrada inversora de IC2A a través del condensador C1. IC2 es un doble amplificador operacional de ST (disponible en muchos proveedores). Este tipo de integrado es necesario en esta aplicación porque nos permite disponer de un elevado nivel de amplificación. La tensión de alimentación del integrado es de 12 V.

La señal de audio sale de esta etapa por la toma central del potenciómetro P2. La calidad de la señal no es hi-fi, pero tampoco es necesario para esta aplicación. El condensador C2 amortiguará cualquier oscilación o timbre de alta frecuencia.

El divisor de tensión formado por las resistencias R2, R3, P1 y R4 produce una tensión fija de aproximadamente la mitad de la de alimentación, para la entrada no inversora de IC2. El condensador C3 suaviza esta tensión.

Ahora la señal se aplica a la entrada del comparador de IC1. La Figura 2 muestra las características internas de la interface de este integrado. Una de las entradas del comparador (AIN1) se conecta a una tensión de referencia ajustable (REF). La otra entrada (AIN0) se conecta a la señal de AF (CMP) y cuando esta señal supere la tensión de referencia del comparador la salida conmutará y generará una interrupción en el microcontrolador. Si el microcontrolador establece que el sonido es un bebé llorando el pin AIN0 pasará a ser salida y después un cero, para cortocircuitar la señal de AF (R8 limita la corriente de cortocircuito). Después el microcontrolador envía las señales DTMF al pin PWM, para marcar el número de teléfono. Al final del artículo, bajo el nombre de 'Señales DTMF', se ofrece una descripción más detallada de este proceso.

El amplificador IC2.B tiene un doble propósito: amplificar audio o la señal PWM. El factor de amplificación requerido aquí es alrededor de dos para señales DTMF y diez para señales de audio. Las resistencias R13 y R14, colocadas en serie, proporcionan la tensión de referencia de la mitad de V_A para la entrada no inversora de IC2.B. El condensador C9 elimina cualquier ruido en esta tensión de referencia. Ambos amplificadores tienen un ancho de banda de 10 KHz, lo cual es más que suficiente para esta aplicación.

Protección contra pérdidas de alimentación de red

Cuando la tensión de alimentación de red cae durante un breve periodo se produce un apagón, que puede originar que se apaguen momentáneamente las luces de la casa. Estas interrupciones pueden producir estragos en un sistema de microcontrolador si éste carece de protección para evitarlo. Si la tensión del microcontrolador comienza a caer, produce una operación no fiable, pero después se recupera de nuevo antes de que se pueda generar un reset. El procesador puede perder los datos e instrucciones leídos, produciéndose un estado no definido. Un sistema que utilice EEPROMs puede acabar almacenando valores erróneos. El sistema de protección que hemos construido está diseñado alrededor del transistor T2 y lo hemos tomado de una nota de aplicación de ATMEL. Esta configuración es más económica que los integrados de protección comerciales. El circuito genera rápidamente un pulso de RESET cuando detecta una caída en la tensión de alimentación.

Conexión al teléfono

Para la conexión del monitorizador de bebé a una línea telefónica bastará con un cable largo acabado en un conector tipo RJ11 (el de cualquier teléfono estándar). Este conector consta de cuatro contactos, de los cuales sólo son importantes las dos posiciones centrales, pines 2 y 3, que deberíamos conectar a 'a' y 'b' del conector K1, sin preocuparnos de la polaridad.

Cuando el monitorizador de bebé marca, el transistor T1 conduce, se cierran los contactos de RE1, y R16 y el bobinado secundario de TR1 limitan el bucle de corriente. Los tonos de marcado de DTMF salen ahora de IC2.B hacia el bobinado primario de TR1.

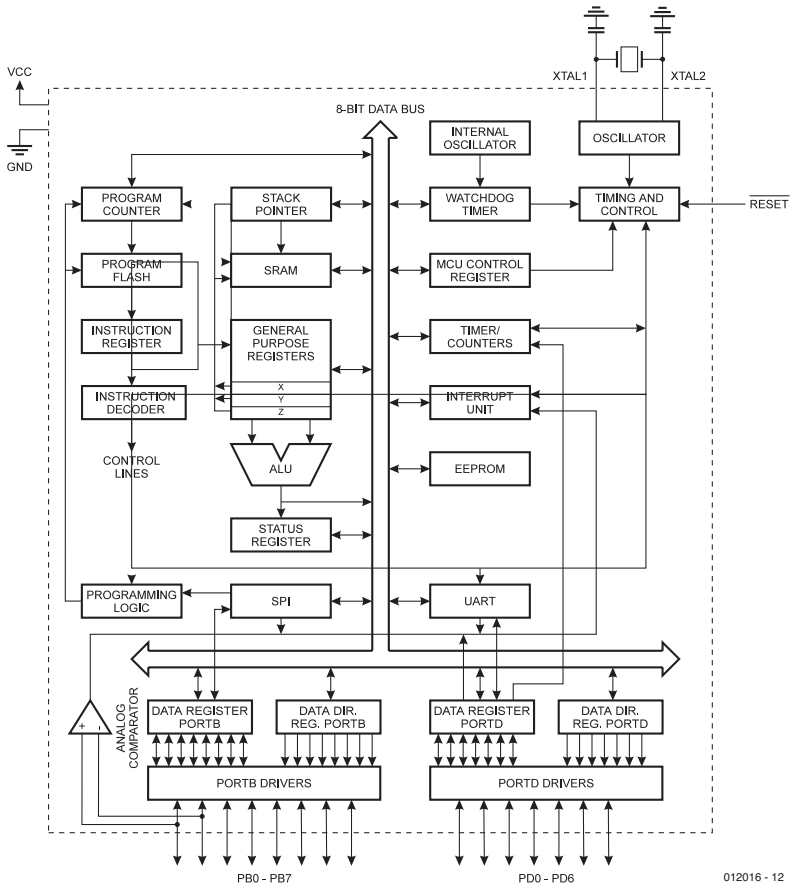


Figura 2. El controlador utiliza un comparador en placa.

Interface de usuario

La interface de usuario del monitorizador de bebés consta de los pulsadores S1 y S2 para controlar la unidad e introducir datos, mientras los LEDs D1 y D2 presentan su estado. Esta interface no es quizás la más elegante, pero cumple su función sin necesidad de tener que integrar un caro teclado y display LCD en el sistema.

Un alimentador de red de 9 a 12 V proporciona tensión a nuestro circuito. Un diodo de protección (D5)

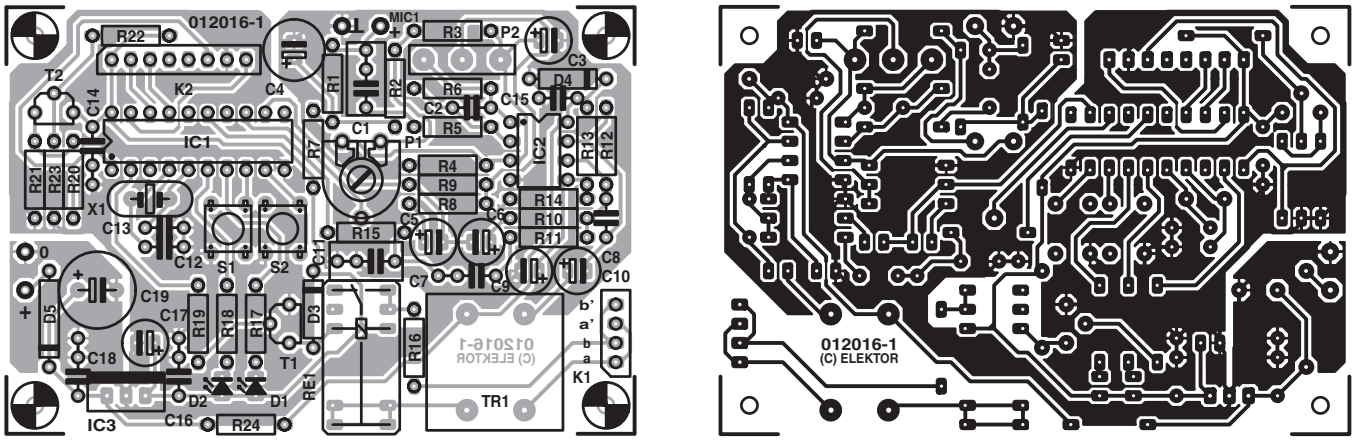


Figura 3. PCB de cara simple para el monitorizador de niño.

asegura que una inversión de polaridad no dañe al circuito. El condensador C19 actúa como filtro para reducir el rizado de la alimentación. El integrado IC3 proporciona 5 V al circuito, mientras que la tensión de alimentación del operacional se toma directamente de la entrada no regulada de la unidad de red. El diodo D4 asegura que esta tensión no exceda los 12 V como máximo para el amplificador operacional; su propósito es proteger contra una tensión mayor (sin carga) desde unidades de red no reguladas. No debemos esperar obtener una tensión de entrada continua a partir de la tensión de red mayor de 12 V.

Debería ser posible alimentar la unidad directamente desde la red telefónica, pero estaríamos infringiendo la Ley, ya que tendríamos que pedir permiso a la compañía telefónica. Además, por seguridad, interesa realizar un buen aislamiento galvánico entre la elevada tensión de la línea telefónica y la unidad monitorizadora de bebé.

La frecuencia de reloj del microcontrolador es de 10 MHz y aunque puede parecer alta, hay que alcanzar una cierta precisión en la generación de tonos DTMF. El microcontrolador se puede programar a través del conector K2. Los pines de este conector corresponden al estándar utilizado por Lattice para programar sus CPLDs. El mismo cable se puede utilizar tanto para descargar el programa para integrados Atmel como Lattice. Si tenemos pensado pedir un controlador preprogramado al Servicio de Lectores, podemos omitir el conector K2.

Ensamblaje y ajuste

En la Figura 3 se muestra la PCB a simple cara. Colocaremos todos los componentes en la placa, comen-

LISTA DE COMPONENTES

Resistencias:
R1,R4 = 10kΩ
R2 = 8kΩ2
R3 = 2kΩ2
R5 = 100Ω
R6 = 220kΩ
R7,R24 = 47Ω
R8,R10 = 1kΩ5
R9,R13,R14 = 100kΩ
R11 = 15kΩ
R12,R22 = 33kΩ
R15 = 1kΩ
R16 = 560Ω
R17,R18 = 220Ω
R19,R20 = 4kΩ7
R21 = 47kΩ
R23 = 180kΩ
P1 = 10kΩ preset H
P2 = 22kΩ potenciómetro, lineal, mono, versión miniatura

Condensadores:
C1 = 680nF
C2 = 68pF
C3 = 47µF 25V radial
C4 = 220µF 10V radial
C5,C6,C10 = 1µF 63V radial
C7,C14,C15,C16,C18 = 100nF cerámico
C8 = 470pF
C9,C17 = 10µF 63V radial
C11 = 470nF
C12,C13 = 22pF
C19 = 470µF 25V radial

Semiconductores:
D1 = LED, rojo, 3 mm
D2 = LED, verde, 3 mm
D3 = 1N4148
D4 = diodo zéner 12 V, 1,3 W
D5 = 1N4002
T1 = BC547B
T2 = BC557B
IC1 = AT90S2313-10PC, programado, código de pedido **012016-41**
IC2 = TS922IN (Farnell)
IC3 = 7805

Varios:
K1 = tira SIL de 4 contactos
K2 = tira SIL de 8 contactos
S1,S2 = pulsador, 6x6 mm
Re1 = relé miniatura 16x 119 x 11,5 mm con contacto SPDT, por ejemplo Maluska FRS1B-S DC 5 V, (5 V, 56 W, Conrad Electronics # 505188)
X1 = cristal de cuarzo 10 MHz (Cload = 32 pF, resonancia paralelo)
Tr1 = transformador de línea, Bourns LM-NP-1001 B
MIC1 = micrófono electret (por ejemplo, Monacor/Monarch MCE2000)
PCB, código de pedido **012016-1**
Disco, código fuente en C y ficheros hex, código de pedido **012016-11**
(Ver página Servicio de Lectores)

Generación de señal DTMF

Un sencillo integrado generador de tonos DTMF (como el TP5088 de NS) es todo lo que necesitamos. En nuestros días, los generadores de tono DTMF tienen todo tipo de timbres, los cuales no necesitamos en esta aplicación. Existen muchos tipos y algunos realmente son difíciles de encontrar si deseamos que tengan algún tipo especial de señal para una interface concreta (por ejemplo, el MT80444 necesita la señal F2 del obsoleto 6502). Una buena solución a estos problemas puede ser generar los tonos vía software.

DTMF son las siglas de 'Dual Tone Multi Frequency' que significa 'marcación por tonos multifrecuencia'. Se utilizan 8 frecuencias que comprenden un grupo de 4 tonos bajos y un grupo de 4 tonos altos. Cada una de las 16 teclas de un teclado telefónico se representa por una combinación diferente de un tono alto y un tono bajo. Parece lógico que estos tonos no se emitan en una conversación normal. La frecuencia de los ocho tonos necesita tener una precisión de 1,5 %, ya que cualquier otra frecuencia no es reconocida como señal DTMF de una tecla pulsada.

Un conversor D/A debería ser un componente ideal para generar los tonos necesarios para las señales DTMF. Desgraciadamente el microcontrolador Atmel utilizado aquí no tiene uno encapsulado. Sin embargo, el micro dispone de una salida modulada en anchura de pulsos (PWM) y también puede realizar esta misma función. Esta salida tiene una resolución de 8 bits con una frecuencia de reloj de 19,6 KHz (fCLK/510). Las dos ondas seno se generan al cargar el contador PWM con valores tomados de la tabla de control de anchura de pulso. El espectro de la forma de onda resultante muestra picos, las dos frecuencias seno fundamentales y un pico en f = 0 (este componente dc se sustituye por los condensadores C7 y C11). Otros componentes de esta señal son la frecuencia de conmutación del PWM. El filtro de paso/bajo formado por R15 y C11 asegura la eliminación de esos componentes de la onda cuadrada de la señal de salida, para obtener las dos ondas senoidales. Las amplitudes de estas componentes, tanto para los tonos del grupo alto como del bajo, se almacenan en una tabla de onda senoidal. Si el periodo almacenado no es de la precisión de la frecuencia deseada entonces se almacenan dos o tres valores diferentes. La tabla de onda senoidal contiene aproximadamente unos 200 bytes de datos.

Dirección Función Defecto $00 - $1F Marcar Nº teléfono (Código ASCII). $00 es el carácter final $20 Frecuencia de corte inferior. Los sonidos por encima de esta frecuencia se consideran llantos del bebé (fg = X x 38 Hz) 10 $21 Longitud de la ventana de monitorización después de detectarse el sonido: 2x x 6,5 ms 10 $22 Número de periodos de tiempo (6,5 ms) 'ruido' en la ventana de monitorización antes de que se dispare la alarma 80 $23 Tiempo entre el marcado y descuelgue (tiempo de timbre) x X x 6 s (aproximadamente) 4 $24 El monitorizador de bebé está en modo 'standby' después del marcado. Esperará durante este periodo de tiempo (X x 16 s) antes de ponerse a la escucha de sonido nuevamente 10 Donde 'X' es el valor almacenado en memoria.

zando por los de menor perfil y continuando por los más largos. No necesitamos realizar puentes en la placa. Para los pulsadores S1 y S2 elegiremos modelos con botón alto, para que pueda sobresalir a través de la tapa de la caja y sea más fácil el acceso.

El micrófono insertado debería montarse bajo la tapa de la caja para protegerlo, pero no debemos olvidar hacer un agujero en la caja para que el sonido alcance el micrófono. El ensamblaje del cable telefónico al conector deberíamos hacerlo con una herramienta especial o, lo cual aconsejamos, podemos comprarlo en cualquier tienda especializada de telefonía o incluso en grandes superficies.

Antes de alimentar el circuito conviene realizar una última comprobación de la PCB. Nos aseguraremos que todos los componentes están colocados de forma correcta y que no hay ninguna conexión suelta entre las pistas de la placa de circuito impreso. Una vez alimentada, el LED verde indica que la unidad está operativa. Si se detecta un sonido, este LED comienza a parpadear. Pulsando S1 apagaremos la unidad y, por supuesto, el LED verde también. El potenciómetro P2 se utiliza para ajustar el nivel de sonido de forma que el llanto del niño no sobrecargue la entrada de IC2.B. Este ajuste se realiza mejor si podemos ver la salida de IC2.B en un osciloscopio mientras variamos P2. Por último, el nivel de disparo del trigger se realiza ajustando el potenciómetro P1. Este ajuste asegura que la unidad no responderá a ruidos que se produzcan en la habitación de los niños. El monitorizador de bebés no marcará el número de teléfono cada vez que este comparador se dispare, ya que la frecuencia del sonido que se genera debe ser superior a una determinada y el sonido debe persistir durante un tiempo superior a un periodo mínimo. Ambos parámetros se almacenan en una EEPROM y los podemos cambiar.

Cuando el microcontrolador reconoce el sonido como el llanto de un niño acciona el relé RE1, para conectar el monitorizador a la línea telefónica (equivale a levantar el auricular de un teléfono), ilumina el LED rojo de forma continua y a continuación marca el número de teléfono almacenado utilizando marcación de tonos. Después de un tiempo de llamada (dos o tres timbres) el monitorizador cuelga. El monitorizador permanecerá en un estado de 'standby' durante un periodo preprogramado para evitar que se dispare continuamente. El LED rojo parpadeará durante este periodo, y después la unidad pasará de nuevo a estado operativo.

Marcado

Si accionamos el pulsador S2 llamaremos al número de teléfono almacenado en memoria. Los equipos externos (por ejemplo la alarma o monitor de temperatura) disponen normalmente de un relé normalmente abierto o una salida en colector abierto que podemos cablear en paralelo con S2, de forma que el 'Monitorizador de bebés' pueda marcar cuando se detecte una condición de alarma.

Introducción del número de teléfono

El método de introducción del número de teléfono es un poco largo, pero una vez almacenado en la EEPROM no necesitaremos cambiarlo casi nunca. Al accionar S1 durante un largo tiempo (más de 2 segundos) pondremos la unidad en modo programación (el LED rojo se ilumina y el verde se apaga). Ahora introduciremos el primer dígito del número de teléfono, pulsando S1 el número de veces correspondiente al número (en caso de que sea 0, no pulsaremos S1), después pulsaremos S2 para introducirlo y pasaremos al segundo dígito del número de teléfono. Repetiremos el proceso hasta el último dígito del número de teléfono y después pulsaremos S1 durante unos segundos para terminar el proceso. Si necesitamos programar un retardo en el proceso de marcado pulsaremos S1 10 veces donde queramos el retraso en el número de teléfono. Si cometemos un error al introducir un dígito debemos pulsar S1 durante dos largos periodos de tiempo (varios segundos) para volver a comenzar a introducir el número.

Comprobación del número

El número de teléfono almacenado se puede comprobar manteniendo pulsado S2. El LED rojo se iluminará de forma continua y el LED verde parpadeará para indicar el valor del primer dígito programado, repetiremos después de un corto retardo (el LED permanecerá apagado si el número es cero). Presionaremos S2 para el siguiente dígito. Después del último dígito, el LED rojo se apagará y el LED verde se iluminará constantemente para indicar que la unidad está lista para operar.

Dirección	Función	Defecto
$00-$1F	Nº telefónico marcado (codificado ASCII). $00 es el carácter final.	
$20	Frecuencia de corte inferior. Los sonidos por encima de esta frecuencia se consideran lloros. ($f_g = X \cdot 38$ Hz)	10
$21	Longitud de la ventana de monitorización después de detectar sonido $2^X \cdot 6.5$ ms	10
$22	El número de periodos de tiempo de 'ruido' (de 6.5 ms) en la ventana de monitorización antes de que la alarma se dispare.	80
$23	Tiempo entre el marcado y el descuelgue (tiempo de timbre) X x 6 s (aproximadamente)	4
$24	El monitorizador de bebé está en modo standby después del marcado. Tendremos que esperar este tiempo (X x 16 s) antes de escuchar de nuevo este ruido.	10
Donde 'X' es el valor almacenado en memoria		

Programación

Todo el software del dispositivo está escrito en lenguaje C. Se han utilizado constantes en el programa (el detector de mínima frecuencia de ruido, varios valores de temporización y el número de teléfono marcado) que pueden cambiarse sin necesidad de volver a compilar el software, sino usando un simple dispositivo programable para sobrescribir los valores almacenados en la EEPROM: presionando S1 y S2 a la vez y al encender la alimentación, cargaremos los valores por defecto a la EEPROM.

(012016-1)

elektor

ENERO 2003

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 items marcados con un asterisco (*) tienen una vigencia limitada y su disponibilidad solo puede garantizarse durante un cierto periodo de tiempo.
- Los items 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 envio).
- Los EPROMs, GALs, PALs, (E)PLDs, PICs y otros microcontroladores se suministrarán ya programados.
Los precios y las descripciones de los diferentes productos estan sujetos a cambios. La editorial se reserva el derecho de modificar los precios sin necesidad de notificación previa. Los precios y las descripciones incluidas en la presente edición anulan los publicados en los anteriores números de la Revista.

FORMA DE ENVIO

Los pedidos serán enviados por correo a la dirección indicada en el cupón de las páginas anexas. Además los lectores pueden formular pedidos por teléfono llamando al número 91 327 37 97 de lunes a viernes en horario de 9,30 a 14 h y de 16 a 19 h. Fuera de este horario existe un contestador telefónico preparado para recoger las demandas. Los gastos de envio 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 envio, 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/ Medea, 4 5ª planta (Edificio ECU) 28037 Madrid.
Los precios de ejemplares atrasados son de 600 pts más gastos de envio.

COMPONENTES UTILIZADOS EN LOS PROYECTOS

Todos los componentes utilizados en los proyectos ofrecidos en las páginas de la Revista se encuentran generalmente disponibles en cualquier establecimiento especializado o a través de los anunciantes de este ejemplar. Si existiera alguna dificultad especial con la obtención de alguna de las partes, se indicará la fuente de suministro en el mismo artículo. Lógicamente los proveedores indicados no son exclusivos y cualquier lector podrá optar por su suministrador habitual.

CONDICIONES GENERALES DE VENTA

Plazo de entrega: El plazo normal será de 2-3 semanas desde la recepción del pedido. No obstante no podemos garantizar el cumplimiento de este periodo para la totalidad de los pedidos.
Devoluciones: Aquellos envios 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 envio 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 dias contados a partir de la fecha de envio 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, fotografias, 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 si pueden ser utilizados para uso personal y privado, sin necesidad de obtener un permiso previo.
Limitación de responsabilidad: Todos los materiales suministrados a los lectores cumplen la Normativa Internacional en cuanto a seguridad de componentes electrónicos y deberán ser utilizados y manipulados según las reglas universalmente aceptadas para este tipo de productos. Por tanto ni la editorial LARPRESS, ni la empresa suministradora de los materiales a los lectores se hacen responsables de ningún daño producido pos la inadecuada manipulación de los materiales enviados.

CONSULTORIO TECNICO

Existe un Consultorio técnico telefónico gratuito a disposición de todos los lectores. Este sevicio 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 (€)
E271 ENERO 2003		
Emulador de EPROM:		
- PCB	024066-1	18,50
- Disk, GAL JEDEC listing	024066-11	10,00
- GAL 16V89, programmed	024066-31	10,00
Linterna a LED:		
- Disk, project software	012019-11	10,00
- PIC12C672-04/SM, programmed	012019-41	40,00
Comprobador de Nivel de Audio:		
- PCB	020189-1	18,50
Monitorizador telefónico de bebé:		
- PCB	012016-1	20,00
- Disk, source and hex files	012016-11	10,00
- AT90S1313-10PC, programmed	012016-41	21,00
Adaptador para Diagnóstico de Vehículo:		
- PCB	020138-1	18,50
E271 DICIEMBRE 2002		
Programador AT90S8535:		
- PCB	024051-1	16,24
Vatímetro Digital de RF:		
- PCB	020026-1	26,00
- Disk, source code files	020026-11	10,00
- PIC16F876-04/SP	020026-41	40,00
Medidor de Nivel de Presión Sonora:		
- PCB	020122-11	39,25
Alarma de Robo para Moto:		
- PCB	000191-1	20,00
- Disk, source code files	000191-11	10,00
- PIC16F84-04/P	000191-41	40,00
- PIC16F84-04/P	000191-42	29,35
E270 NOVIEMBRE 2002		
Receptor de la banda de 20 m:		
- PCB	010097-1	28,47
Comprobador de condensadores ESR:		
- PCB	012022-1	32,00
Microprogramación para emulador EPROM:		
- Disk, hex file	024107-11	9,78
- AT89C2051-12P programmed	024107-41	16,00
Comprobador de continuidad:		
- PCB	020002-1	9,13
Placa controladora de alta velocidad (II):		
- PCB	020102-1	24,00
Interface paralela JTAG:		
- PCB	020008-1	18,00
E269 OCTUBRE 2002		
Medidas de Distancia mediante Rayos Infrarrojos:		
- Disk, project software	020010-11	9,79
- 87LPC762, programmed	020010-41	21,38
E268 SEPTIEMBRE 2002		
Limitador de Audio para DVD:		
- PCB	024074-1	27,00
Cambio entre Teclado/Ratón por Pulsador:		
- PCB	024068-1	20,00
E267 AGOSTO 2002		
Procesador de Señal de Audio Digital DASP-2002:		
- PCB	020091-1	38,59
- 27C256, programmed	020091-21	18,94
- Set: PCB + 020091-21	020091-C	55,00
Antorcha de diodos LED		
- PCB	010130-1	26,47
Verificador DMX Portátil		
- PCB	010203-1	26,47
- Disk, source & hex code files	010203-11	11,00
- AT90S8515, programmed	010203-41	87,15
Tube Box		
- PCB	010119-1	22,00
E266 JULIO 2002		
Regulador de luz DMX:		
- PCB	010210-1	50,46
- 68HC11F1FN, programmed	010210-41	78,72
- Set: PCB + 010210-41	010210-C	124,21
E265 JUNIO 2002		
Controlador de CompactFlash para Bus IDE:		
- PCB	024032-1	20,00
Interface I2C para Bloque Lego RCX:		
- Disk, project software	010089-11	11,00
Interface LPT/DMX:		
- PCB	010212-1	22,21
- Disk, source code files & program	010212-11	11,00
- AT90S8515-8PC, programmed	010212-41	89,00

CUPON DE PEDIDO

Por favor envíen este pedido a:
ADELTRONIK
Apartado de Correos 35128
28080 Madrid
ESPAÑA
Tel. 91 327 37 97

Nombre
Domicilio
C.P.
Tel. Fax Fecha

Por favor envíenme los siguientes materiales. Para circuitos impresos, carátulas, EPROMs, PALs, GALs, microcontroladores y disquetes indique el número de código y la descripción.

Cant.	Código	Descripción	Precio/unid. IVA incl.	Total €

Sub-total	
Gastos envio	3
Total	

Los precios y las descripciones están sujetas a cambio. La editorial se reserva el derecho de cambiar los precios sin notificación previa. Los precios y las descripciones aquí indicadas anulan las de los anteriores números de la revista.

Forma de pago (vea la página contigua para más detalles)
Nota: Los cheques serán en euros y conformados por una entidad bancaria.

❑ Cheque (nominativo a VIDELKIT, S.L.)
❑ Giro postal. Cuenta Postal (ARGENTARIA)
Nº 1302-9910-37-0022708812
❑ VISA Fecha de caducidad: _____ Firma: _____

Número de tarjeta: | | | | | | | | | | | | | | | | |

	Código	Precio (€)
Receptor de Infrarrojos Multi-estándar:		
- PCB	012018-1	18,00
- Disk, project software	012018-11	11,00
- P87LPC764BN, programmed	012018-41	25,00
Interfaz Serie para el Bus 1-Wire de Dallas:		
- PCB	020022-1	15,00
E264 MAYO 2002		
Sistema de Medida de Velocidad:		
- PCB	010206-1	25,74
- Disk, source and hex files	010206-11	11,38
- 87LPC762, programmed	010206-41	24,34
Control Remoto de Procesos utilizando un Teléfono Móvil (2):		
- PCB	010087-1	30,81
- Disk, project software	010087-11	11,38
- GAL16V8, programmed	010087-31	11,33
Sencillo Programador para Micros AVR:		
- PCB	010055-1	30,14
- Disk, project software	010055-11	11,13
- Set: PCB + 010055-11	010055-C	30,08
Receptor de Banda VHF:		
- PCB	010064-1	30,54
CI multi-propósito para modelismo (II):		
- PCB, speed controller	010008-1	11,00
- PCB, hot glow/go-slow	010008-3	11,00
- Disk, source code files	010008-11	14,00
- 87LPC762BN, programmed	010008-41	23,47
E263 ABRIL 2002		
Panel Mezclador de Luces:		
- PCB	0000162-1	78,00
Circuito integrado multipropósito para modelismo (I):		
- PCB, servo reserve	010008-2	10,58
- PCB, 2-channel switch	010008-4	10,58
- Disk, source code files	010008-11	13,44
- 87LPC762BN programmed	010008-41	23,00

	Código	Precio (€)
Sistema de Desarrollo PICee:		
- PCB	010062-1	38,39
- Disk, example programs	010062-11	11,00
- Set: PCB + 010062-11	010062-C	44,00
Amplificador Final Versátil:		
- PCB, amplifier	010049-1	20,00
- PCB, power supply	010049-2	33,00
E262 MARZO 2002		
Interfaz de disco duro para puerto de impresora:		
- PCB	010047-1	25,59
- Disk, project software	010047-11	10,84
- 7064LC84-15, programmed	010047-31	73,21
Iluminación y caja de cambios:		
- Disk, project software	010204-11	10,86
- PIC16C57, programmed	010204-41	25,40
Interrogador maestro:		
- PCB, transmitter and receiver	010030-1	39,00
- Disk, project software	010030-11	11,00
- PIC17C44-16/P, programmed	010030-41	59,30
E261 FEBRERO 2002		
Placa microcontroladora flash para 89S8252:		
- PCB	010208-1	32,00
- Disk, project software	010208-11	11,00
Medidor de descarga/capacidad de batería:		
- PCB set	010201-1	34,03
- Disk set, project sofware	010201-11	19,00
- ST62T65B6, programmed	010201-41	40,00
Cerradura electrónica codificada:		
- PCB	004003-1	22,54
- Disk, project softtware	006001-1	11,00
- PIC16F84-04/P, programmed	006501-1	31,28
Fuente de alimentación digital para laboratorio:		
- PCB	000166-1	25,00
- Disk set, project software	000166-11	13,44
- PIC16F84A-04P, programmed 1A version	000166-41	43,00
- PIC16F84A-04P, programmed 2.5 version	000166-42	43,00

	Código	Precio (€)
Control remoto RC5:		
- Disk, project software	000189-11	11,00
- Attiny22L-8PC, programmed	000189-41	20,00
UART USB:		
- PCB	010207-1	37,93
- Disk, project software	010207-11	18,00
- CY7C63001A, programmed	010207-41	63,02
- Set: PCB + 010207-11 + 010207-41	010207-C	86,00

E260 ENERO 2002

Control remoto PCM en miniatura (2):		
- Transmitter PCB	010205-1	23,52
- Receiver PCB	010205-2	19,84
- 87LPC768FN, programmed	010205-41	37,36
- 87LPC762BN, programmed	010205-42	23,20
- Disk, project software	010205-11	11,01
Medidor de capacidad y descarga de batería:		
- PCB, includes discharger PCB	010201-1	34,53
- ST62T65, programmed	010201-41	49,16
- Disk, project software	010201-11	19,24
Demultiplexor DMX de 8 canales:		
- PCB	010002-1	41,05
- EPROM 27C256 (programmed)	010002-21	18,91
- Disk, project software	010002-11	13,64

E259 DICIEMBRE 2001

Analizador de códigos de IR:		
- 87LPC764, programmed	010029-41	25,88
- disk, source code	010029-11	11,02
Saltador:		
- PCB	010038-1	17,05
- 89C2051, programmed	010038-41	21,33
- disk, source code	010038-11	10,83
Espionaje de datos en la línea RS232:		
- PCB	010041-1	10,84

E258 NOVIEMBRE 2001

Programador de Micro AVR Atmel:		
- PCB	010005-1	28,12
- Disk, project software	010005-11	13,35
- AT89C2051-12PC, programmed	010005-41	21,22
- Set: PCB + 010005-11 + 010005-41	010005-C	52,57
Módulo gráfico LCD para microprocesadores 8051:		
- PCB	000134-1	15,23
- Disk, project software	000134-11	10,77
- Set: PCB + 000134-11	000134-C	21,29
Interface I²C para Servo:		
- Disk, project software	010006-11	10,77
Miniservidor WEB personal:		
- PCB	010036-1	17,93
- Disk, project software	010036-11	10,90
- GAL 16V8, programmed	010036-31	20,90

E257 OCTUBRE 2001

Conversor de 12 a 24V:		
- PCB	014025-1	20,19
Control remoto por infrarrojos para PCs:		
- AT90S2313, programmed	000170-41	29,02

E256 SEPTIEMBRE 2001

Interface I²C para puerto RS232:		
- Disk, project sofware	010045-11	10,90
Dispositivo para concurso:		
- Disk, project sofware	000190-11	10,96

E255 AGOSTO 2001

PLC DCI:		
- PCB	000163-1	47,15
- Disk, project software	000163-11	11,62
- Set: PCB + 000163-11	000163-C	54,66
SMPSU para automóvil:		
- PCB	000193-1	23,09
Metrónomo y diapasón:		
- PCB	000198-1	38,62
- Disk, project software	000198-11	11,55
- PIC 16F84, programmed	000198-41	31,77
Display de Matriz de Puntos Modular:		
- Disk, project software	010021-11	11,55
- AT89C2051 programmed	010021-41	22,55
Tarjeta de 32 canales de entradas analógicas:		
- PCB	004090-1	29,52

E254 JULIO 2001

Mayor-Domo:		
- PCB	000184-1	27,60
- Disk, project software	000184-11	11,49
- AT90S8515, programmed	000184-41	59,28
Control remoto para modelismo:		
- PCB	000160-1	18,97
- Disk, project software	000160-11	11,49
- COP8782, programmed	000160-41	27,60

	Código	Precio (€)
Taladradora para PCB:		
- PCB	010024-1	52,96
- GAL16R8-25C, programmed	010024-31	16,11
- PIC16C64-20, programmed	010024-41	37,39
- Set: PCB + 010024-31 + 010024-41	010024-C	98,92
Amplificador de potencia a válvulas HiFi PPP:		
- PCBs available from Experience Electronics		

E253 JUNIO 2001

Conversor de velocidad de muestreo a 96kHz:		
- PCB	010014-1	43,62
Crescendo Edición Millenium:		
- PCB, amplifier (mono block)	010001-1	26,47
- PCB, power-on delay	974078-1	16,56
MIDI en el puerto RS232:		
- PCB	000139-1	31,49
- EPROM 27C256, programmed	000139-21	18,26
- Disk, driver, source code, hex file	000139-11	11,08
- Set: PCB + 000139-21 + 000139-11	000139-C	53,53

E252 MAYO 2001

Luces MIDI y control de diapositivas:		
- PCB	000179-1	76,76
- EPROM 27C256, programmed	000179-12	38,70
- disk, source code &binary	000179-11	28,38
ADC 2001 para audio:		
- PCB, converter	010017-1	39,67
- PCB, power supply	010017-2	21,68
Generador de pulsos programable:		
- PCB	000200-1	21,87
- Disk set, project software	000200-11a/b	13,54
- PCB + disk set	000200-C	32,18

E251 ABRIL 2001

Tarjeta prototipo para Bus PCI (I):		
- PCB	010009-1	112,95
- disk, Windows software	010009-11	12,69
- GAL22V10, programmed	010009-31	20,94
- disk, DOS software	010009-12	12,69
- PCB, 010009-31 + disk	010009-C	146,57
MCS BASIC-52 V1.3:		
- Disk, project sofware	000121-11	29,82
- EPROM, programmed	000121-21	39,97
Controlador de velocidad doble (2):		
- PCB, SpeedControl + speedPower2	000070-4	26,65
- PCB, SpeedControl + speedPower1	000070-5	28 55
- ST62R60BB6, programmed	000070-41	48,23
- Disk, ST6 source code	000070-11	20,94
Receptor de AM:		
- PCB	000176-1	34,90

E250 MARZO 2001

Decodificadores de control remoto RC5:		
- PCB	000081-1	17,77
- Disk, project software	000081-11	12,69
- AT90S2343, programmed	000081-41	31,09
Emulador para la memoria EPROM 27C256 :		
- PCB	000153-1	46,95
- AT89C2051, programmed	000153-41	24,81
- Disk, project software	000153-11	12,69
- PCB + AT89C2051 + disk	000153-C	76,14
GBPB – Placa de prototipo para Gameboy:		
- PCB	000151-1	49,5
Sistema de identificación de llamada vía radio:		
- PCB, caller unit	000108-1	20,31
- PCB, central receiver	000108-2	20,31
- 3 disk, project software	000108-11a/b/c	24,75
- 1 caller PCB + 1 receiver PCB + disk set	000108-C	56,47
Modulador de anchura de pulsos:		
- Disk, GAL listing	000123-11	12,69

E249 FEBRERO 2001

Conversor de sonido a luz PLUS:		
- PCB	000107-1	51,39
- Project disk	000107-11	12,69
- PIC16F84, programmed	000107-41	31,09

E248 ENERO 2001

CAN Adapter for ISA Bus:		
- PCB	000071-1	64,92
- Project disk	000071-11	13,25
- PCB + project disk	000071-C	73,53
USB Audio-DAC:		
- PCB	000169-1	23,18

Desarrollo de pilas de gasoil

una perspectiva superficial: más fría

Por Reg Miles

Aunque las pilas de combustible pueden considerarse todavía como materiales del futuro, algunos recientes desarrollos nos dan una buena idea de cómo va la investigación.

Motorola ha conseguido integrar el combustible en las baterías. Investigadores de NEC han logrado poner muy de moda los nanotubos de carbón, mientras en la Universidad de Pensilvania han conseguido hacer funcionar una batería con combustible diesel convencional, obviando la necesidad de modificar los combustibles por hidrógeno.

Pilas PEM

Las pilas de combustible realizadas por los investigadores de Motorola y NEC son de protón cambiado o de membrana electrolito-polímero (PEM). Un ánodo de carbón poroso contiene un catalizador de platino que separa el combustible en protones de hidrógeno (iones) y electrones. Los electrones pasan a través de un circuito eléctrico externo, mientras que los protones pasan a través de la membrana del humidificador. Los protones pasan a un cátodo del mismo material que el ánodo, y se recombinan con los electrones que vuelven y con el oxígeno del aire para formar agua. Esto se conoce como electrodo de membrana ensamblada (MEA).

Los investigadores de los laboratorios de Motorola han mostrado un prototipo miniatura integrado que utiliza metanol como combustible (DMFC) y también se están construyendo todos los componentes clave para una pila de metanol reformado a pila de combustible hidrógeno (RHFC).

Los sistemas anteriores a DMFC habían utilizado componentes discretos para procesar y liberar metanol para el combustible de la pila,

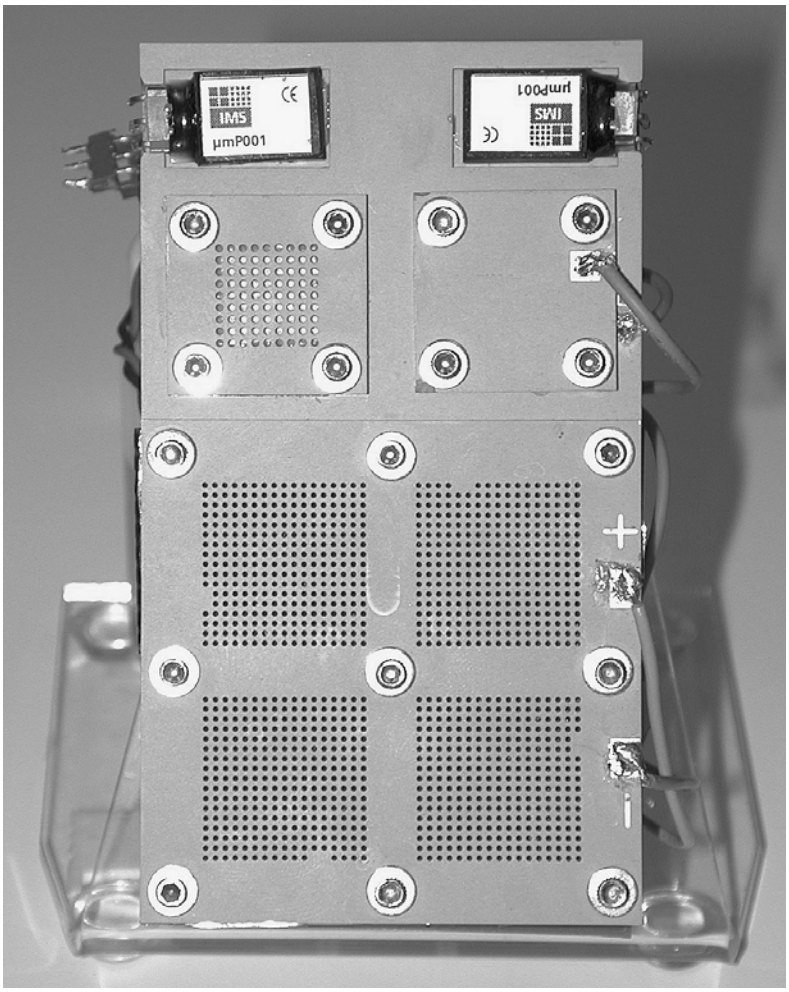


Figura 1. Modelo de pila experimental de Motorola con reformador de metanol a hidrógeno (RHFC).

para determinar la concentración de combustible dentro de la pila y para separar el dióxido de carbono generado dentro de la pila del combustible líquido. El pasado año, los investigadores anunciaron una tecnología multicapa para liberar el combustible y el aire al MEA. Ahora tienen integrados muchos de esos otros componentes, incluyendo un sensor de concentración de metanol y separación de gas-líquido para liberar CO2, directamente en el dispositivo cerámico. En el dispositivo también hay bombas miniatura y electrónica de conversión. El dispositivo experimental ensamblado (ver Figura 1) mide alrededor de 50 x 100 x 10 mm (con electrónica y combustible) y produce alrededor de 100 mW de potencia continua.

El trabajo sobre el RHFC también está dedicado a la integración de todas las partes. Los sistemas anteriores han utilizado componentes discretos metálicos para vaporizar el combustible metanol, pasando el metanol a hidrógeno y mejorando la salida del reformador.

Los investigadores, mediante la tecnología multicapa cerámica, han demostrado que un vaporizador integrado, un reformador de vapor metanol miniatura y un calentador químico para separar son tres de los componentes clave. El reformador ensamblado, que mide 38 x 13 x 1 mm, integra tanto el vaporizador de combustible como el reformador de vapor metanol. El calentador químico, con las mismas dimensiones, convierte un porcentaje de combustible metanol en calor para excitar la reacción del reformador. El plan es producir un dispositivo integrado dando 1 W o más.

Nanotubos o nanocuernos

El desarrollo de NEC se logró con un esfuerzo conjunto con la Corporación de Ciencia y Tecnología del Japón y el Instituto de Investigación e Innovación. En éste, los electrodos porosos de carbono se remplazan por otros construídos de nanotubos de carbono, o, con más precisión, nanotubos con forma de cuerno, también de carbono. Los dos fueron descubiertos por Sumio Iijima, del personal de Investigación de NEC. La principal característica de los nanocuernos es que cuando muchos de ellos se agrupan juntos, se crea un agregado de 100 nm. Esto no sólo da una gran superficie, sino que también facilita que el gas y el líquido penetren a través de él.

Los nanocuernos se pueden preparar fácilmente con una altísima pureza, por lo que se espera conseguir una materia prima de bajo coste. Además, debido a que el nanocuerno se produce por el método de ablación de láser, si se evapora simultáneamente un catalizador de platino, una partícula de platino se adherirá naturalmente a la superficie de un nanocuerno, mientras que obviemos el costoso procedimiento convencional de humidificar para compensar el platino en alguna magnitud.

¿Combustible diesel?

Volviendo ahora a la Universidad de Pensilvania, el Dr. Raymond J. Gorte, profesor de ingeniería química y colega del Dr. John M. Vohs, profesor y Jefe del Dto. de Ingeniería Química, han desarrollado la primera batería de combustible líquido. Es una pila de combustible óxido sólido (SOFC). Esto difiere de los que tienen un electrolito óxido sólido (a través del cual migran los iones de oxígeno, dando una mayor elección de combustible), y electrodos cerámicos (normalmente con níquel como catalizador). Sin embargo, el combustible de hidrocarbono hace una mezcla de SOFC basada en níquel, así que esta pila tiene el ánodo recubierto de cobre con un catalizador para oxidar directamente el combustible.

De acuerdo con el Dr. Gorte: "En nuestro trabajo no podíamos suministrar diesel como combustible porque no teníamos forma de vaporizarlo teniendo baja presión a temperatura ambiente. Este papel demuestra que podríamos suministrar esos líquidos a una pila utilizando un método análogo al inyector de gasoil en un motor de combustión interna y mantener estable el funcionamiento de la pila".

Las pilas de combustible operan en un horno a 700° C. Un contenedor de pila de combustible sería ideal para generar el calor para el combustible colocado en su interior. Obviamente, a esta temperatura no es posible utilizar un portátil, teléfonos móviles, etc. (otra cosa son la pilas de Motorola y NEC que operan a mucha menor temperatura), pero aún hay un gran rango de aplicaciones tales como automoción y generadores de potencia portátil. Aunque el dispositivo de laboratorio es pequeño (aproximadamente 3 mm cuadrados de superficie), como dice el Dr. Gorte: "No hay razones intrínsecas para trabajar con pilas tan pequeñas, pero es más fácil para nosotros y así las propiedades de los materiales permanecen inalteradas".

(020123-1)

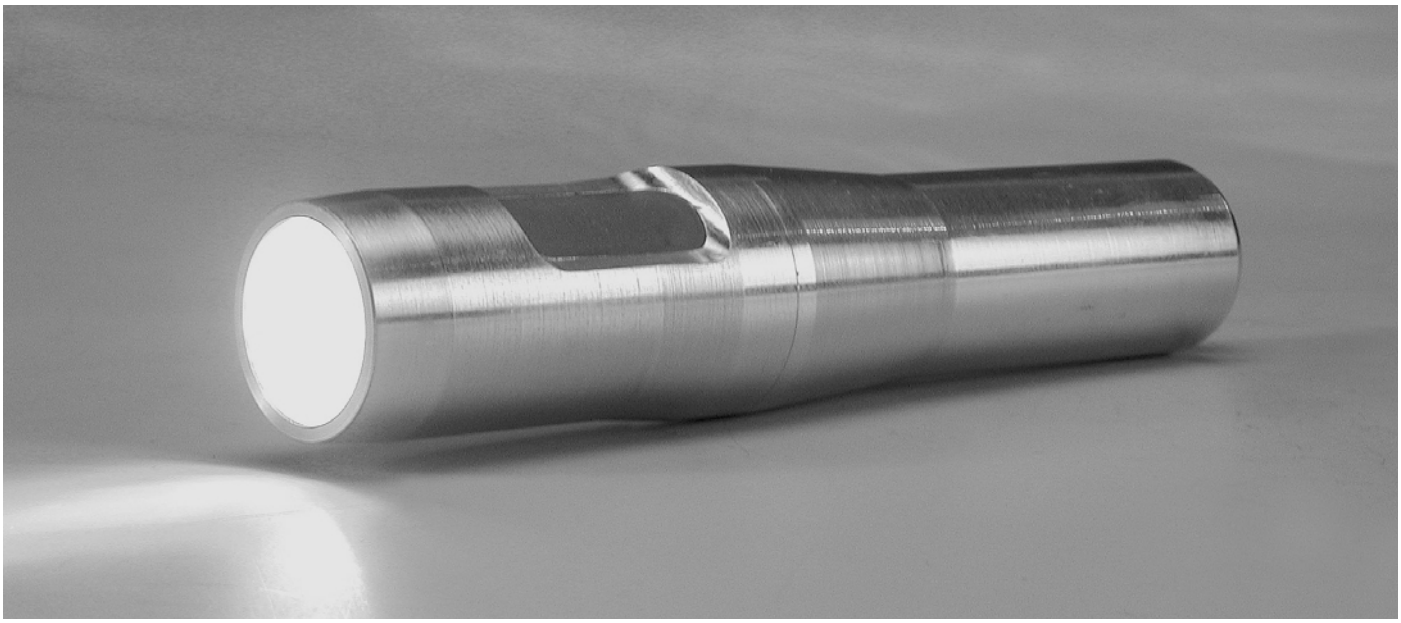
Figura 2. Hoy en día las pilas de combustible de baja temperatura, mientras no sean muy compactas, tienen pequeños dispositivos electrónicos de potencia tales como un PDA.

Linterna a LED

la alta tecnología llega a la linterna

Diseñado por H. Reisinger

Nos puede parecer extraño pensar en añadir un microcontrolador a una linterna, que es probablemente el último circuito minimalista (todo lo que necesita es una pila, un interruptor y una bombilla), pero de esta forma tendremos un montaje interesante.



Si hiciésemos una lista de las características que debería tener una linterna ideal probablemente comenzaríamos por su tamaño, pues debe ser lo suficientemente pequeña como para llevarla cómodamente en un bolsillo o mochila, pero al mismo tiempo tiene que ser lo suficientemente potente como para iluminar al menos un par de metros durante muchas horas. Además, desde el punto de vista medioambiental sus pilas deberían ser recargables y mantener su carga aunque se quede olvidada en un cajón durante un par de años. También sería interesante un indicador de la cantidad de carga que queda en la batería así como un corte automático para evitar una descarga accidental de las mismas. Por otra parte sería útil poder regular el nivel de luminosidad de forma eficiente para trabajar de forma continua durante varias noches y cuando la batería esté realmente baja (al 1 % de su capacidad) proporcionar un nivel de luz de emergencia durante algunas horas.

Para cumplir todos estos criterios hemos elegido un LED blanco en lugar de una bombilla halógena. Al contrario de lo que se cree, la eficiencia de un LED de luz blanca no es mucho mejor que el de una bombilla de tungsteno de pequeña potencia, y en realidad peor que las bombillas de mayor potencia (< 3 W). Sin embargo, el LED ofrece una ventaja significativa sobre las bombillas de filamentos: se pueden atacar con 1/1000 de su máxima potencia sin perder eficiencia. Un filamento de tungsteno, por el contrario, brillará menos y se perderá energía disipada en calor, pero la poca luz hace bajar su eficiencia casi hasta cero. Otra enorme ventaja es la enorme esperanza de vida que tiene un LED, que puede ser más de 1.000 veces mayor que la de una bombilla

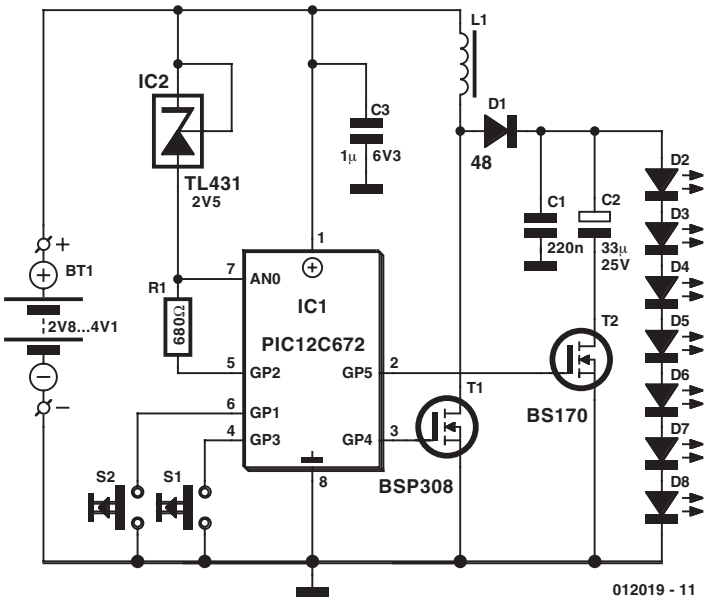


Figura 1. El convertidor de tensión utiliza un microcontrolador.

de tungsteno, por lo que haría innecesario el uso de repuestos. El LED encapsulado también incorpora óptica para dirigir el haz luminoso de forma que la 'cabeza' de la linterna pueda ser menor que la de una linterna convencional que necesita un reflector.

Como fuente de energía hemos elegido una pila recargable de ion-litio. Estas pilas son más caras que las de NiCd pero proporcionan muchas más ventajas: una pila de NiCd de la misma capacidad pesa tres veces más que la de ion-litio y además tiene una capacidad de auto descarga menor del 10% por año comparado con el 20% por mes de las de NiCd. Además tampoco sufren el denominado 'efecto memoria'.

El circuito

La tensión de una pila de ion-litio varía de 4,1 V, cuando está completamente cargada, a 2,8 V cuando está vacía. La tensión de conducción directa de un LED de luz blanca es de 3,6 V, por lo que no es posible limitar la corriente del LED con una simple resistencia como sería normal para un LED indicador rojo. El esquema del circuito de la Figura 1 muestra un regulador de tensión por pasos formado por L1, el MOSFET T1, el diodo D1 y el condensador de desacoplo C1, para alimentar la cadena de LED con una fuente de tensión controlada. La eficiencia del circuito es aproximadamente de un 94%.

No es normal en una linterna que el regulador por pasos esté controlado por un microcontrolador PIC12C672 (IC1). Este dispositivo tiene un oscilador RC interno de 4 MHz y un conversor A/D de 8 bits. La entrada analógica AN0 mide la tensión de referencia producida por IC2. IC2 se activa (poniendo GP2 a bajo) sólo durante el tiempo medido, para conservar la energía. El condensador C3 estabiliza la tensión de batería (VBATT) y el conversor A/D mide esta tensión en el pin VDD. El microcontrolador ajusta la potencia entregada a los LEDs alterando la marca de espacio del pin de salida GP4. La frecuencia de la señal en esta salida tiene un máximo de 30 KHz, con la potencia más baja. En el modo de muy baja potencia el microcontrolador consume más energía que los LEDs, por lo que en este caso el microcontrolador funciona la mayor parte del tiempo en modo 'dormido' y 'despierta' cada 18 ms para conmutar la potencia. En el modo de baja tensión el condensador C2 se utiliza para almacenar energía y suavizar el parpadeo cada 18 ms de los LEDs. En todas las demás configuraciones de energía, el transistor T2 es cortado para desconectar C2. Por otro lado C2 se emplea para prevenir un apagado limpio de la luz cuando la linterna se ponga en modo parpadeo.

Dos pulsadores encienden la linterna y permiten la selección de los seis posibles comandos.

Funciones

Una ventaja del uso de un microcontrolador en este diseño es que las características de la linterna están definidas en software, por lo que si necesitamos cambiar algunos aspectos del control es relativamente sencillo hacerlo (siempre y cuando tengamos las herramientas de programación adecuadas). Si vemos un poco más las características de la linterna tenemos:

– El brillo de la linterna se puede ajustar en seis pasos, cada uno de los cuales tiene un incremento de energía de tres.
– A la menor configuración la luz de salida es suficiente para iluminar la zona más próxima: es ideal para leer en la cama, para consultar mapas de estrellas durante la noche sin dificultar la visión desde el telescopio, etc. Esta configuración consume unos 0,5 mA, lo cual significa que una carga durará unos 120 días (un año si la linterna se utiliza durante unas 8 horas por la noche).
– En la Tabla 2 se incluye una medida de 'tiempo final' (time out) para cada nivel de potencia. Esta característica asegura que sólo se pierda el 3 % de la carga de batería si la linterna se enciende accidentalmente. La linterna nos avisará un minuto antes de apagarse modulando el nivel de luz.
– Cuando la tensión de batería cae por debajo de 3,3 V el controlador reducirá automáticamente la potencia de la lámpara asegurando que la batería tenga carga suficiente para al menos 15 minutos de iluminación. Cuando la tensión de la batería cae a 2,8 V la linterna se apaga para asegurar que la batería no está muy dañada debido a una carga profunda.
–Después de un periodo de recuperación, la batería de ion-litio alcanza alrededor del 0,5% de su capacidad y ésta será suficiente para una operación de 1 hora a 20 mW o 3 horas a 8 mW.
– La linterna puede configurarse para actuar como una luz parpadeante con una relación on/off ajustable para conservar la energía.
– El modo standby es el que menos consume. La luz parpadea muy lentamente y puede ser muy útil, por ejemplo, para encontrar la linterna en un lugar oscuro. Antes de que la lámpara pase a modo standby, un parpadeo indicará la energía restante en la batería. Cada parpadeo representa el 10% de la capacidad de la pila. Cuando la pila tiene menos del 10% de su energía se indicará después de un corto retraso en pasos del 1%.

La Tabla 1 muestra cómo se controla la linterna utilizando los pulsadores S1 y S2. La Tabla 2 ofrece los parámetros de la linterna a

Tabla 1. Función

Tecla pulsada	Función
S1 brevemente	Brightness level +
S2 brevemente	Brightness level –
S1 y S2 brevemente	Off
S1 más tiempo	Modo Flash +
S2 más tiempo	Modo Flash –
S1 y S2 más tiempo	Comprobación de batería, después standby, modo Reset continuamente

diferentes niveles de luz. La columna muestra la duración (por carga) para una batería cargada completamente, ignorando los efectos de la auto descarga.

Control de potencia

La función principal del regulador de pasos es proporcionar una tensión de alimentación a LED regulada, eliminando la caída de tensión de la batería. Echando un vistazo al circuito regulador encontramos que la energía (E), almacenada en la bobina (L) por la corriente (I), se puede expresar por la fórmula:

$$E = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2 \quad \ldots (1)$$

La corriente I se incrementará linealmente desde 0 y es una función del tiempo que el transistor T1 está encendido (TON).

$$I = \frac{V_{BATT} \cdot T_{ON}}{L} \quad \ldots (2)$$

Sustituyendo en la ecuación (1) obtenemos la potencia media (P) para el periodo:

$$E = \frac{1}{2} \cdot \frac{V_{BATT}^2 \cdot T_{ON}^2}{L}$$

$$P = \frac{1}{2} \cdot \frac{(V_{BATT}^2 \cdot T_{ON}^2)}{L} \quad \ldots (3)$$

Se puede ver que la potencia de los LEDs es un factor que depende de la tensión de batería, por lo que si no usásemos regulación, la potencia variaría por un factor de 2 cuando la tensión de batería cae de 4,1 a 2,8 V. La corriente media es P/VBATT. La relación on a off (conducción a corte) del transistor (TON a TOFF) es alterada por el microcontrolador para mantener P constante.

En lo que se refiere a la regulación de potencia para el microcontrolador es necesario saber la tensión de batería VBATT. Para reducir la cantidad de componentes la tensión de alimentación no se mide directamente, en su lugar la tensión de batería se utiliza como la entrada de referencia (= fondo escala) y se mide la entrada AN0. El TL431AC de referencia produce una constante de 2,495 V. Para un conversor de 8 bits la medida que se almacena en el registro interno AD_{RES} viene dada por:

$$AD_{RES} = \frac{V_{BATT} - 2.495V}{L} \cdot 255 \ldots (4)$$

Reestructurando:

$$V_{BATT} = \frac{2.495V}{1 - AD_{RES} / 255} \quad \ldots (5)$$

VBATT se mide cada 100 ms para regular la potencia de salida.

El microcontrolador utiliza esta medida de tensión de batería para apuntar a uno de los 16 valores almacenados en la tabla para así controlar los tiempos de TON y TOFF en el pin de salida GP4.

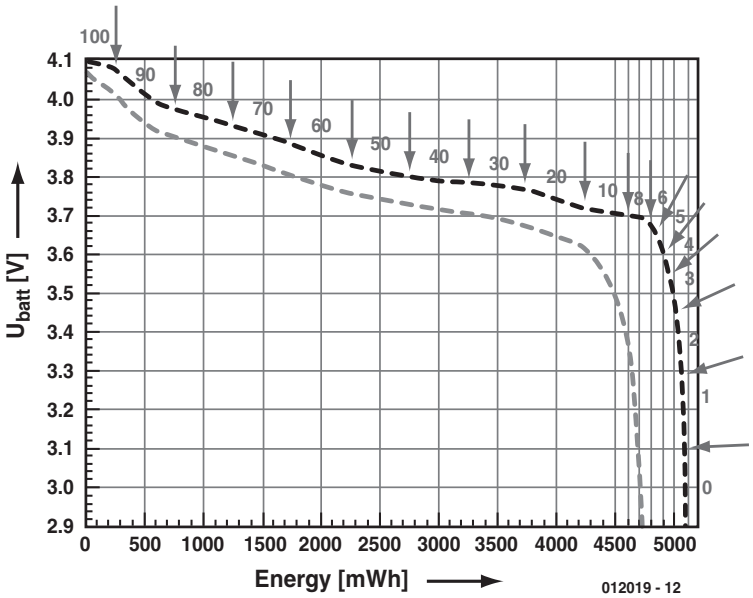


Figura 2. Características típicas de descarga de una pila ion-litio.

Tabla 2. Configuración de niveles de luz

Configuración	Potencia	Consumo V_{batt} = 3.6 V	Duración (1.3 Ah)	Timeout periodo
0	0.5 W	140 mA	10 hr	20 min
1	0.2 W	55 mA	24 hr	40 min
2	65 mW	18 mA	3 días	2 h
3	20 mW	6 mA	9 días	5 h
4	8 mW	2.4 mA	22 días	10 h
5	4 mW	1.0 mA	55 días	10 h
Standby	–	30 µA	5 años	24 h
Off	–	2 µA	70 años	–

El valor de la 'fuerza electromotriz' generada en la bobina L1 es aproximadamente de 6 VBATT cuando el transistor T1 está apagado (TOFF). El tiempo de corte (off) del transistor será TOFF > 1/6 x TON, lo cual asegura que la corriente I tiene tiempo de caer a cero. Las resistencias internas del diodo Schottky, bobina y batería, producen pérdidas en el circuito y reducen la eficiencia del circuito. La eficiencia a la potencia máxima puede llegar al 94%, pero incluso los LEDs del mismo fabricante que tie-

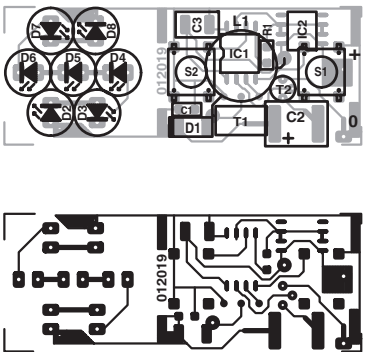


Figura 3. Las dos partes de la PCB utilizan componentes SMD.

LISTADO DE COMPONENTES

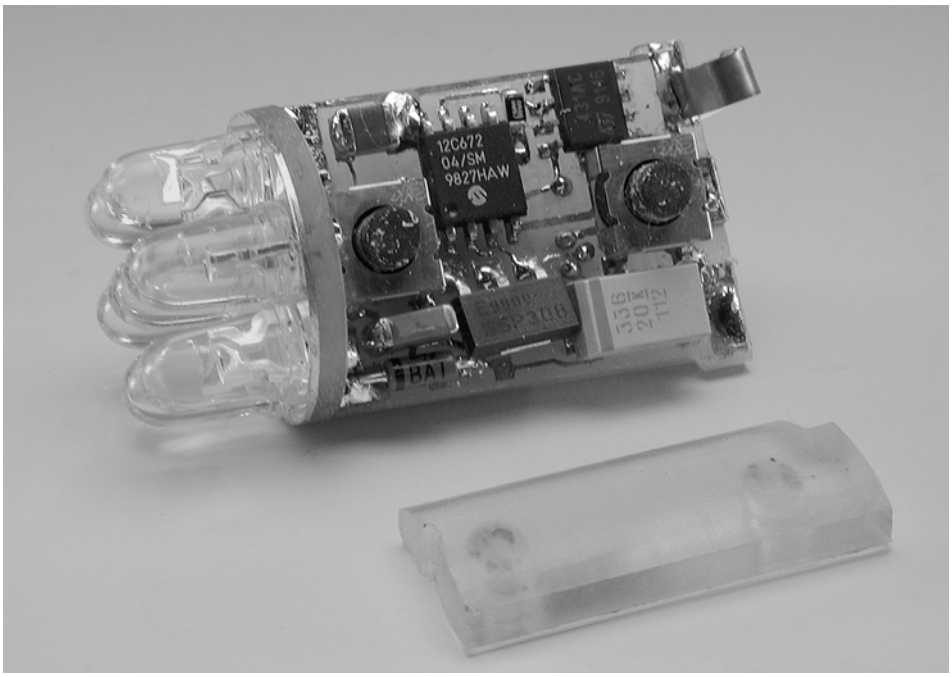
Resistencias:
R1 = 680 Ω, SMD tamaño 0805

Condensadores:
C1 = 220nF cerámico, SMD tamaño 0805
C2 = 33µF, 20V, SMD tamaño 2220
C3 = 1µF, 6,3V, SMD tamaño 1210

Bobina:
L1 = 233µH (100kHz), ESR = 0.27 Ω
Núcleo P9.0x5.0/N26 (A_l = 250) con 30,5 vueltas de hilo de 0,22 mm de diámetro ECW

Semiconductores:
D1 = BAT48 ó 1N4148
D2-D8 = LED, 5mm, blanco, 6.400 mCd (Nichia, NSPW500BS) (www.nichia.co.jp/lamp-e.htm), de Conrad Electronics
T1=BSP308, BSP319 (R_{ON}=50mΩ)
T2=BS170, BSS138 (R_{ON}=5Ω)
IC1=PIC12C672 04/SM, programado, código de pedido **012019-41**
IC2=LM9140-2.5 or TL431

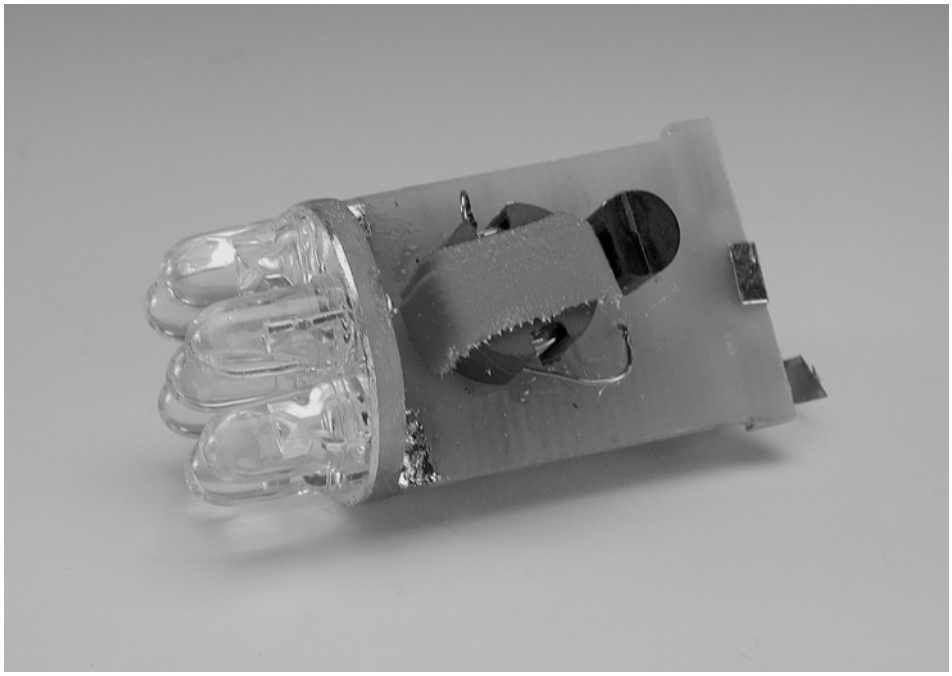
Varios:
S1,S2 = interruptor SMD, 1 contacto (Mentor 1254.1007 ó 1301.9314 u Omron B3FS-1052 de Farnell)
Battery = Sanyo UR18650 Li-Ion, 1350 mAh (18 mm, largo = 65 mm, peso 40 g) o Sanyo UR18500 Li-Ion, 1100 mAh (18 mm, l = 50 mm)



nen mucha menos calidad se pueden equiparar en eficiencia. En nuestros días, los LEDs de luz blanca más eficientes son los fabricados por Nichia. Esos LEDs sólo están especificados para utilizar por OEMs, (Equipos Originales de Fabricante) aunque es posible encontrarlos en algunas tiendas de componentes.

Indicación de carga

Una importante característica de diseño de la linterna es que el dueño nunca debería perderla en la oscuridad. Para ello es necesario que el controlador sea capaz de manejar la carga que hay en la pila. Esta carga es dependiente de la tensión de batería, la corriente de descarga, el histórico de la descarga previa y la temperatura de la pila. En la linterna nosotros determinaremos la carga restante midiendo simplemente la tensión de la pila alguna vez (1 s) después de apagar la luz. Las características de descarga de una pila ion-litio se muestran en la Figura 2. Una característica de estas pilas es que cuando se quita la carga, la tensión de la pila sube lentamente (en aproximadamente 1 s) desde la parte inferior de la curva hasta la superior. Las flechas y los números de la gráfica muestran el porcentaje de



carga restante en la batería y la correspondiente a la figura indicada por el microcontrolador. La resolución medida es aproximadamente ±30 mV, lo cual se corresponde con el peor caso medido que da un error del 4%.

Este método de medida de la carga no es particularmente preciso, pero es aceptable para nuestra aplicación. La auto descarga de la pila es típicamente menor del 5% por año, por lo que la linterna puede estar lista para usarse incluso si no se ha usado durante algún tiempo.

La característica de 'time-out' nos asegura que si la linterna se deja accidentalmente encendida no se agotará la batería. El 'time-out' ocurrirá (independientemente de la potencia) después de aproximadamente una pérdida del 3% de la capacidad de una pila de 5 Wh (watio-hora). Cuando la carga de la pila cae por debajo del 10% el microcontrolador reducirá la potencia de los LEDs al nivel inmediato inferior. La tensión de la pila subirá sensiblemente. Cuando la carga restante cae por debajo de un nivel de disparo los LEDs se apagarán. En este caso aún es posible encender la linterna con la menor potencia durante un corto periodo.

Con una carga del 1% en la pila de la linterna, ésta funcionará durante 5 horas con un nivel de iluminación 4, o más de 12 horas con un nivel 5, de forma que nunca estaríamos en completa oscuridad.

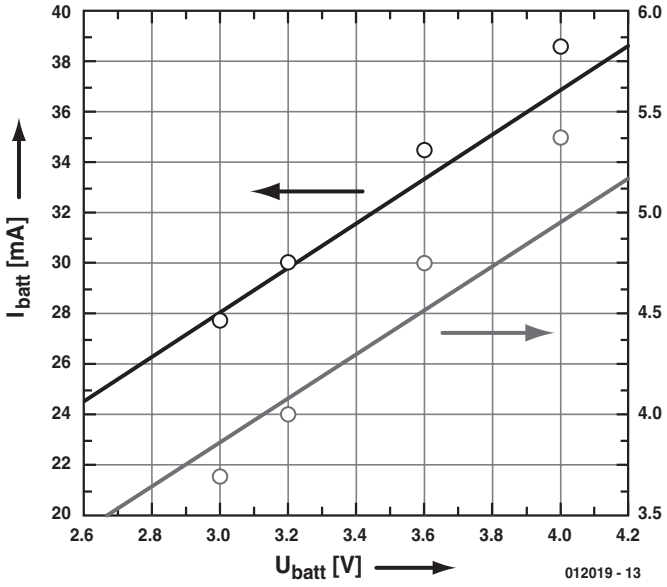


Figura 4. Consumo de corriente de la linterna a LED.

La batería y bobina

La batería especificada en el listado de componentes tiene una capacidad de 1,3 Ah (aproximadamente 5 Wh). Esto puede parecer demasiado para una simple linterna, pero esta pila es muy utilizada para portátiles, por lo que es relativamente económica. Las baterías de los móviles son más difíciles de obtener y, por lo tanto, son más caras.

Podemos encontrar más información de las pilas de ion-litio en las páginas web:

www.sanyo.com/industrial/batteries/industrial_liion.html

www.panasonic.com/industrial/battery/oem/chem/lithion/index.html

La bobina L1 tiene una inductancia de 229 a 259 mH con IMAX = 0,5 A y podemos realizarla nosotros mismos utilizando el núcleo EPCOS especificado junto con un hilo de cobre esmaltado con un diámetro de 0,2 a 0,22 mm. Cada capa de cable debería estar separada por dos vueltas de una fina capa de cinta de 0,1 mm. Esto redu-

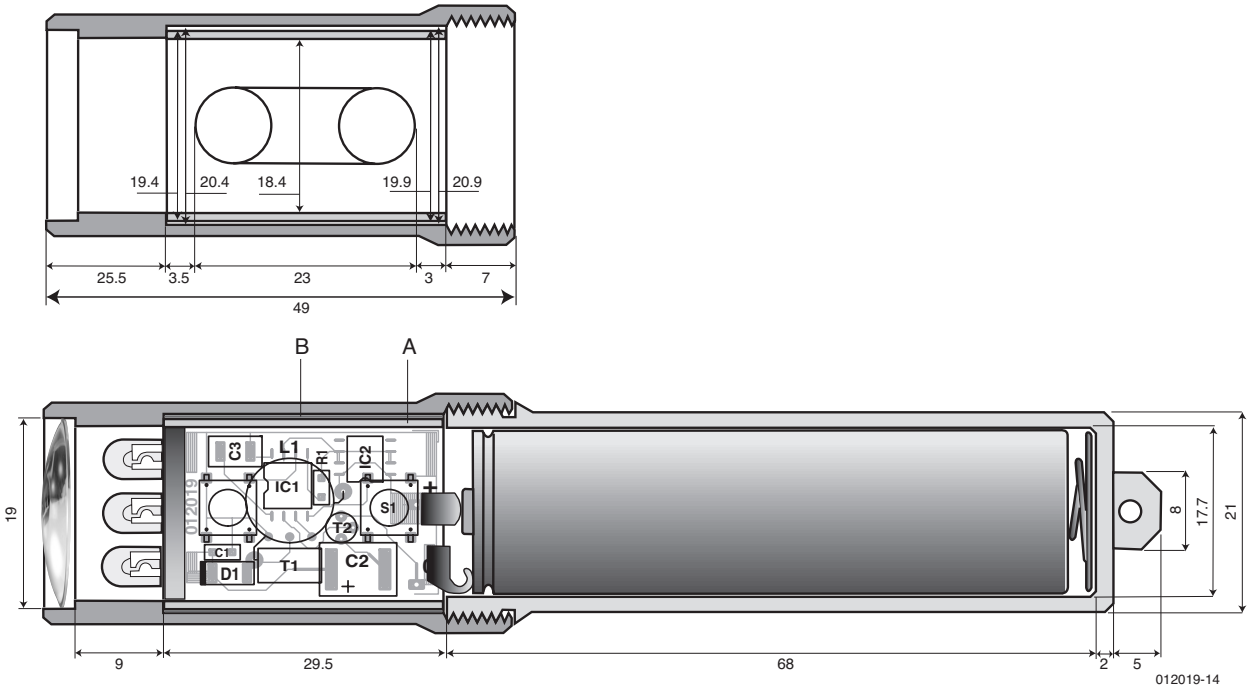
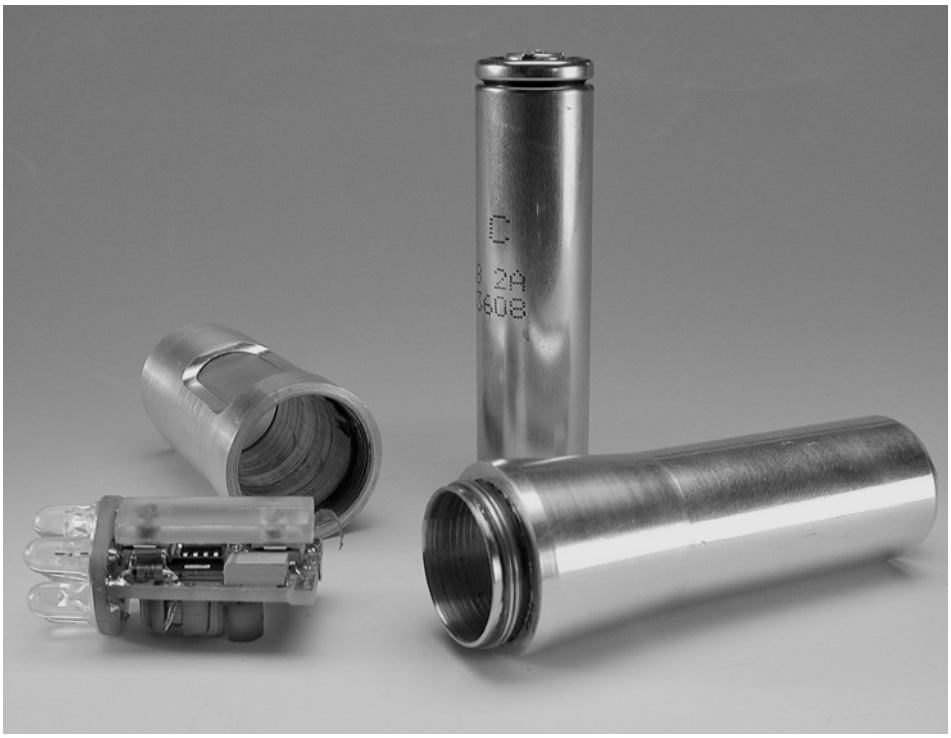


Figura 5. Dibujos acotados de la caja contenedor.

cirá la capacidad de la bobina acabada y proporcionará una fina capa para la siguiente capa bobinada. El núcleo EPCOS tiene un valor de Al de 250, lo que produce una inductancia de 233 mH, lo que requiere de 30,5 vueltas:

L = 30,52 x 250 nH = 233 mH

Para estar más seguros añadiremos una vuelta extra (L se incrementará un 6%). Después de completar la bobina, la medida puede hacerse directamente, con un medidor de inductancia o comprobarlo sobre el circuito como se describe en el siguiente punto. Si queremos colocar un imán a la bobina para fijarla a las superficies metálicas nos aseguraremos que éste colocado al menos a 2 cm de la bobina, de otra forma reduciría su inductancia alrededor del 10%.



Hágase la luz

La placa de circuito impreso se muestra en la Figura 3. Divide la PCB en dos partes y suelda todos los componentes de montaje superficial y LEDs en las placas. La bobina es el único componente 'convencional' y deberíamos soldarla al lado de los componentes de la PCB. Por tanto, las dos PCBs están soldadas juntas y en ángulo recto, de manera que los pads sirven para asegurar las PCBs y llevar la alimentación a los LEDs.

Para comprobar el circuito es mejor utilizar una fuente de alimentación con indicador de corriente (alternativamente es suficiente un amperímetro de baja impedancia en serie con la alimentación). Es importante resaltar que las hojas de características técnicas del microcontrolador especifican un tiempo mínimo para la fuente de alimentación. Si la tensión sube demasiado lentamente el reset interno no funciona correctamente y éste puede hacer que el FET conduzca con mucha dificultad. Esto no es un problema cuando el circuito está alimentado a batería, pero desde una fuente externa debemos asegurarnos de ajustar la tensión (por encima de 2,8 V) antes de conmutar la salida del circuito. Como paso previo a la alimentación de la fuente por primera vez, debemos limitar la corriente a 0,4 A y poner una resistencia de 10 W en serie con la alimentación.

Al conectar la alimentación (no se proporciona ningún botón de encendido) el PIC comenzará la primera de las dos rutinas de test. Esas rutinas sólo son llamadas cuando la batería está colocada y se encargan de comprobar que la frecuencia de reloj es de 4 MHz (correspondiendo un ciclo de máquina a 1 ms), así como la bobina y el conversor A/D.

Durante la primera rutina de prueba la lámpara parpadeará encendiéndose y apagándose con un periodo de 200 ms y un ciclo de trabajo del 50%. Si el tiempo de ON de la luz es mucho mayor que el tiempo de OFF (más del 20%) significa que el valor de L1 es demasiado alto y será necesario quitar una o dos vueltas del bobinado. La lámpara se apagará después de 1,000 periodo (200 ms), siempre que antes no se haya pulsado ningún botón. Durante el tiempo de ON el brillo de la lámpara se configura por un tiempo TON de 15 ms y un (TON + TOFF) de 100 ms. El consumo de corriente debería corresponder a la parte inferior de la gráfica de la Figura 4.

Si todo está en orden, presionaremos brevemente uno de los botones para apagar la lámpara y comenzar la segunda rutina del test. En esta rutina la lámpara se ilumina de forma continua incrementando los niveles de potencia. Doblando el tiempo TON incrementamos la potencia cuatro veces. El consumo de corriente del circuito debería corresponder con la línea de la parte superior de la Figura 4.

La linterna se apagará después de 50 s si no pulsamos ninguna de las teclas. Este time-out es necesario porque puede suceder, aunque no siempre, que ocurra un reset en el microcontrolador. La linterna puede, por ejemplo, padecer un fuerte impacto mecánico, suficiente como para desconectar la batería y generar un reset. Presionando y soltando cada pulsador volveremos a colocar la linterna en el modo normal de operación con un nivel de luz de 2.

Una buena caja

Las pilas de ion-litio no son del tamaño de las pilas estándar tipo AA, por lo que la caja de una linterna estándar no servirá.

En la Figura 5 podemos ver un dibujo con las cotas de la linterna y detalles para la fabricación de la caja.

Si no disponemos de un torno, que es lo normal, o de una taladradora con muela, podemos llevar estos dibujos a un taller de nuestra ciudad para que nos den un presupuesto. Los dibujos se han realizado en formato Micrographx y los ficheros se pueden descargar gratuitamente este mes de la web de Elektor. Observe que la PCB se desliza en los slots colocados en la cabeza de la linterna, lo cual asegura que la PCB y los pulsadores se mantienen en su lugar.

Soldaremos dos contactos de batería a la PCB y colocaremos un muelle en la base de la linterna para asegurar que la pila haga buen contacto.

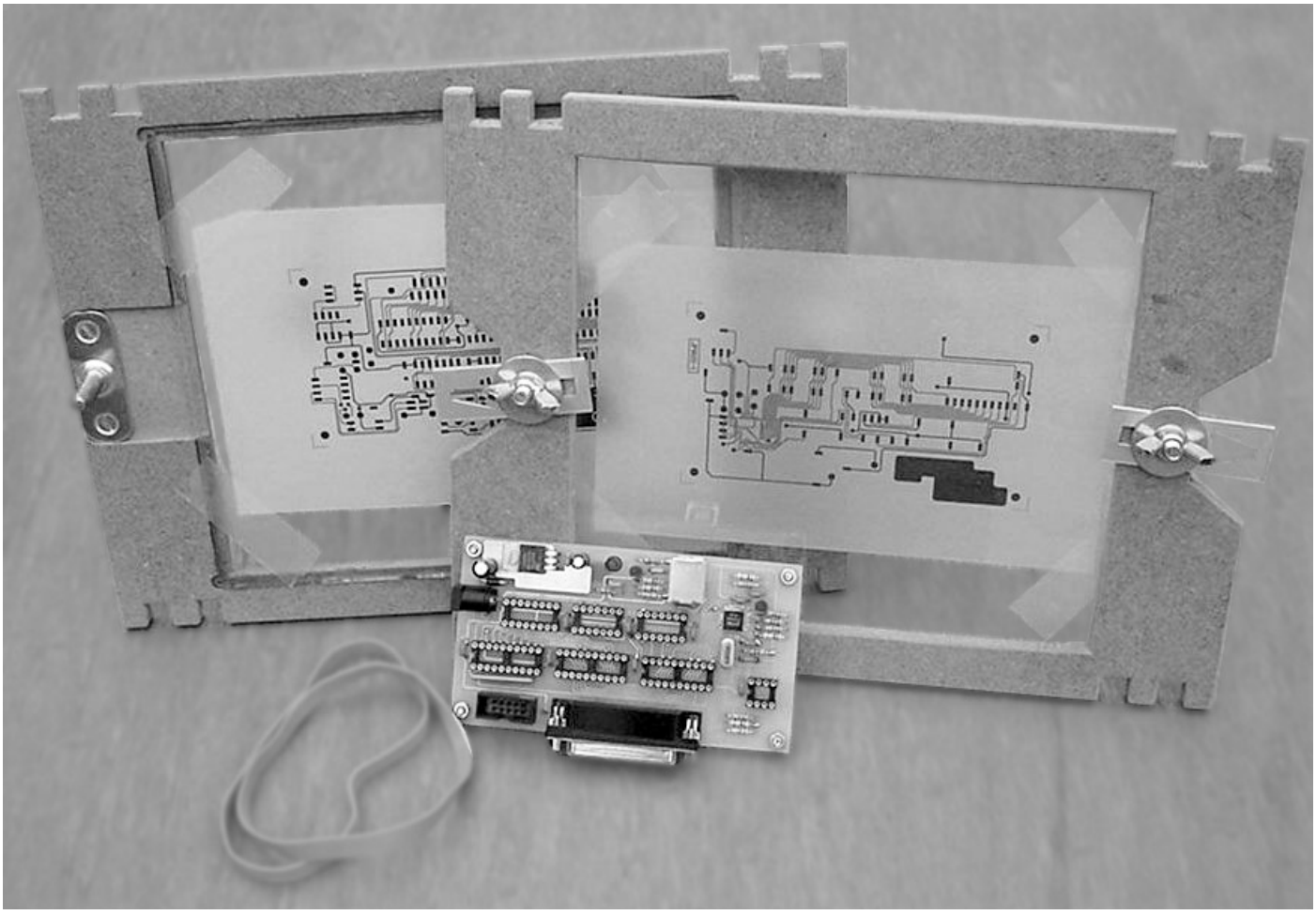
(012019-1)

PCBs de doble cara

hágalo usted mismo sin preocupaciones

Por J. van de Kamer jkamer@planet.nl

Cualquiera puede realizar fácilmente este marco transparente que permite alinear con precisión los negativos de las PCBs de doble cara.



Construir nuestras propias PCBs puede resultar un poco engorroso si partimos de productos disponibles en el mercado. Cuando la placa es a simple cara, su exposición a la luz es fácil, pero las de doble cara requieren que las transparencias con las pistas del circuito estén alineadas con precisión a ambos lados de la placa, para que los agujeros estén centrados en ambos lados.

La mayoría de los marcos transparentes se suministran con alineaciones y sujeción para las transparencias. En la práctica, para ser exactos, las alineaciones no son lo suficientemente precisas.

El marco transparente

La precisión se puede mejorar con la ayuda de este marco transparente que permite alinear las transparencias con precisión.

El marco completo de la ventana consta de dos partes, cada uno con

un trozo de cristal en el cual podemos colocar la transparencia (Figura 1). Cuando ponemos ambos marcos unos sobre otro, la posición de la parte superior se puede ajustar para alinear las transparencias. Cuando estén ajustadas las partes superiores del marco, los fijamos usando dos pequeños cierres y después colocamos la PCB entre ellos.

Posteriormente puede exponerse la PCB, ambos lados simultáneamente o un lado cada vez, exponiendo a la luz primero un lado y después el otro. Se han elegido las dimensiones del marco para dar una exposición cómoda de luz UV procedente de una insoladora comercial, como la Conrad Electronics (código de pedido 53 06 89-33) cuya ventana es desmontable y permite colocar nuestro marco encima. Por supuesto, podemos cambiar las dimensiones para usar con un tipo diferente de caja insoladora.

Las partes

Los marcos están hechos de dos trozos de tablero DM de 8 mm. Este material se puede trabajar fácilmente sin astillar. Cortaremos los marcos utilizando una sierra. Las aberturas para el cristal no las cortaremos hasta realizar las ranuras exteriores. Las áreas grises oscuras de la Figura 1 tienen que tener una profundidad de 3 mm, para ello podemos emplear una fresadora con un elemento cortante recto. El diámetro no es crítico: con 6 mm se puede hacer bien la operación. Si no es posible disponer de una fresadora también podemos utilizar un cincel afilado y un cuchillo.

Después de moldear las aperturas en las áreas grises, se pueden cortar, siendo éstas las que sostendrán después las hojas de cristal. También se pueden taladrar los agujeros para colocar varios cierres. Debemos eliminar todas las esquinas y bordes para dar un buen acabado y mayor seguridad.

El siguiente paso es el montaje de los cristales. Estos son cristales ordinarios que podemos comprar a la medida deseada en un establecimiento de bricolaje o en una cristalería. El espesor de 4 mm es muy importante, porque el cristal tiene que encajar perfectamente sobre el

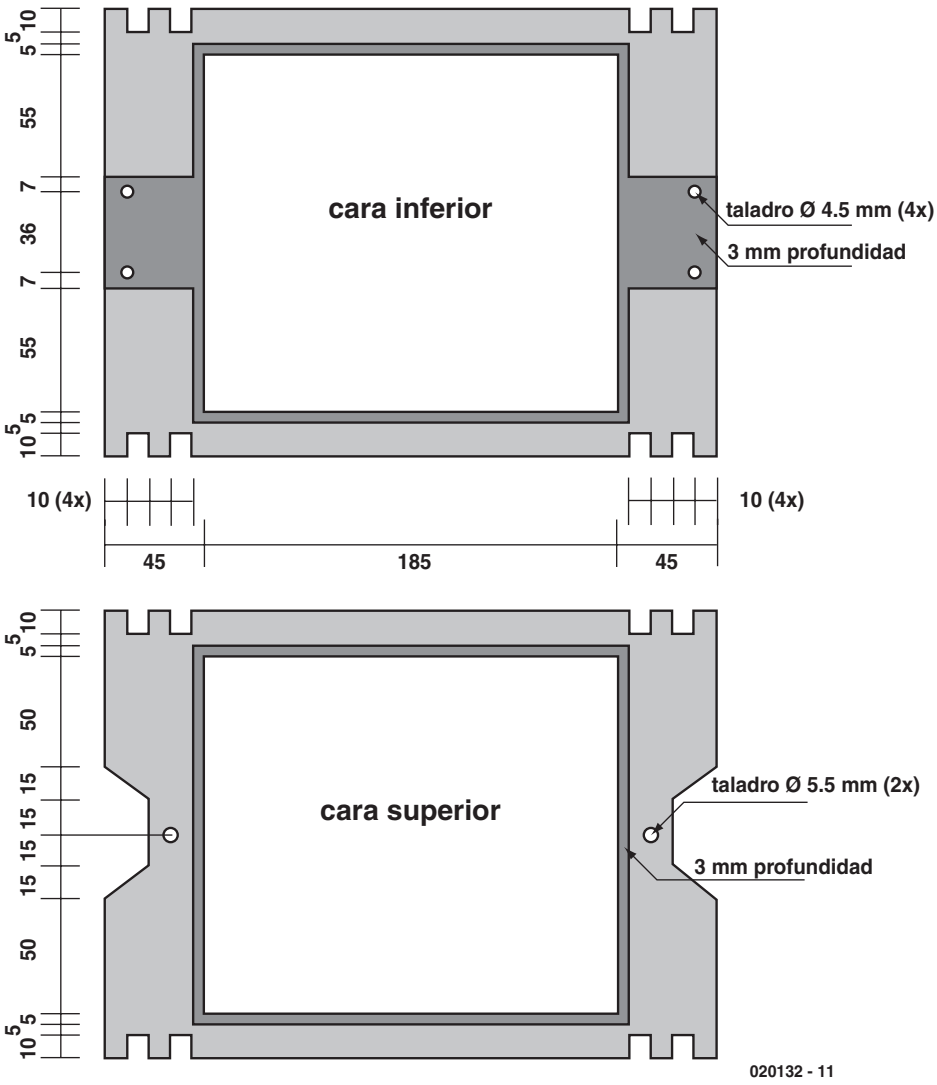


Figura 1. Dimensiones de los dos marcos.

marco DM. De esta forma las transparencias con las pistas del circuito se estarán tocando durante la alineación. Si el cristal estuviera por debajo de la superficie del marco de DM habría un hueco entre las transparencias y sería imposible realizar una buena alineación. Después de limpiar el cristal con un paño blanco o benceno, se puede pegar en el marco con una o dos gotas de pegamento adhesivo.

Alineación

La parte más importante del montaje del marco transparente es el mecanismo de ali-

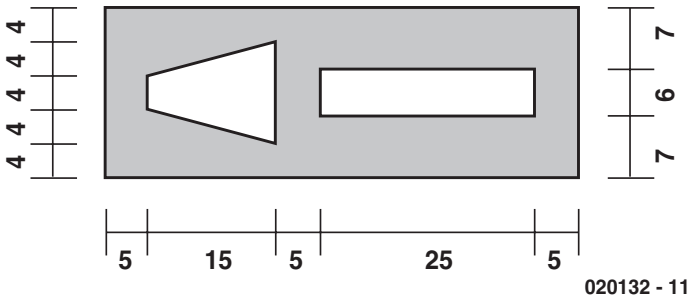


Figura 2. El posicionador del mecanismo de alineación.

neación. Éste no debería presentar ningún problema, será ajustable dentro de un cierto rango y nos permitirá recordar su posición cuando ambos marcos se tomen por separado. Esto suena más difícil de lo que es en realidad.

Para ayudarnos con la alineación podemos usar un pequeño émbolo de ventana. Todo lo que necesitamos es un terminal recto con un diámetro entre 6 y 8 mm soldado a un plato bajo. Este terminal tendrá la parte superior redondeada para facilitar el deslizamiento del marco sobre él.

La segunda parte del mecanismo de alineación tiene que ser casera y se construirá a partir de un trozo de aluminio. La Figura 2 muestra todas las dimensiones relevantes; el agujero de la izquierda se fija sobre el émbolo. Éste podría tener un agujero redondo, pero debería poseer el tamaño exacto para evitar cualquier holgura. Esto es prácticamente imposible de hacer, incluso eligiendo una forma de V. Los lados en ángulo tendrán alguna holgura en las direcciones X e Y.

La hendidura del lado derecho permite mover el posicionador que se muestra en la Figura 2 libremente alrededor de la clavija de la ventana superior. Necesitaremos dos como estos. Los orificios pueden hacerse fácilmente en el aluminio con una sierra de calar. También es aconsejable repasar todos los lados con una lima para suprimir la rebaba y evitar cortes.

Construcción

Ahora ya tenemos todas las partes para ensamblar. Montaremos los dos émbolos en el marco de la parte inferior, fijándolos con tornillos de M4 avellanados (de unos 10 mm de largo) y sus tuercas y arandelas. Para el marco superior deberíamos utilizar dos cierres de M5 con una longitud de 20 mm: un golpe preciso con un martillo debería ser suficiente para fijarlos en sus agujeros. Si no queremos riesgos de rotura de los cristales podemos repasar el agujero alrededor con una pequeña lima plana.

Cada posicionador se coloca sobre cada uno de los émbolos seguido por una gran arandela y una tuerca de mariposa que lo hace más fácil de apretar y aflojar. La Figura 3 muestra en detalle el mecanismo de alineación del prototipo. Ahora ya tenemos el invento listo para poder utilizarlo.

Las transparencias

El proceso de realización de una transparencia de la cara de componentes es exactamente igual que el la cara de soldadura. Sin embargo la transparencia debería estar impresa como imagen espejo (como si la viésemos desde el otro lado). Aparte de esto, recomendamos eliminar todos los 'pads' que no se utilicen. Con los circuitos integrados es especialmente difícil ver que pines se utilizan una vez que se monta el zócalo en la placa. Si quitamos los pads no utilizados, evitaremos tener que soldarlos. Algunos de los paquetes de software de diseño de PCBs disponen de una aplicación para hacer esto. Por ejemplo Layo1 tiene la facilidad de exportar el diseño como una capa y después quitar los pads inútiles de forma manual.

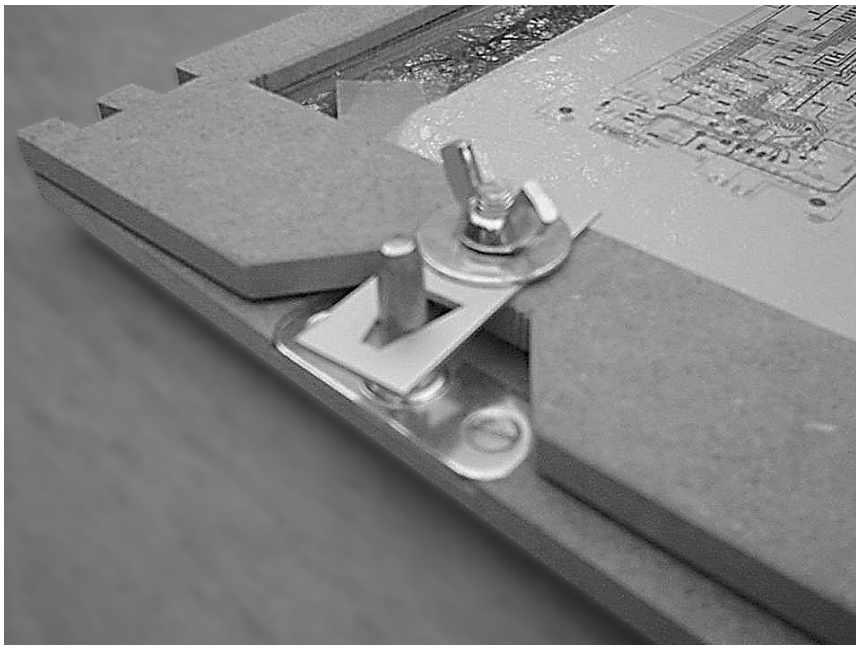


Figura 3. Vista del émbolo/posicionador/tuerca de mariposa.

Utilización del dispositivo

Después de haber impreso las dos transparencias, las podemos cortar a medida usando un cutter. Debemos dejar alrededor de las pistas un buen trozo. Las esquinas de la transparencia se fijan al cristal utilizando un trozo de cinta. Algo que debemos evitar es pegar cinta sobre alguna parte de lo que serán las pistas del circuito. Siempre debemos dejar un hueco entre la transparencia y la zona que debe recibir luz, de forma que la zona de pistas quede expuesta a la luz sin obstáculos.

Con las dos transparencias colocadas sobre los cristales las tuercas de mariposa estarán flojas, de forma que los marcos se podrán mover. Pondremos un marco sobre otro con los agujeros en forma de V de los posicionadores sobre los pines. Ahora debemos mover los marcos hasta hacer coincidir las transparencias.

Deberíamos quitar el plástico protector de las PCB fotosensibles en una habitación a oscuras. Podemos separar el marco superior del inferior, teniendo cuidado de no moverlo. Pondremos la PCB sobre la transparencia de la cara de componentes (evitando la cinta adhesiva) y colocaremos de nuevo el marco superior; éste debería quedar automáticamente alineado con el marco inferior.

Presionaremos un poco las transparencias utilizando dos gomas elásticas que también ayudarán a que los marcos se junten. Ese es el propósito de los pequeños cortes en ambos lados.

Y por último

Después de la exposición, desarrollo, grabado y taladrado en ambos lados de la PCB, haremos los agujeros en el centro de los pads por ambos lados. Para realizar los agujeros metalizados como es normal, soldaremos componentes en ambas caras de la placa en los lugares especificados.

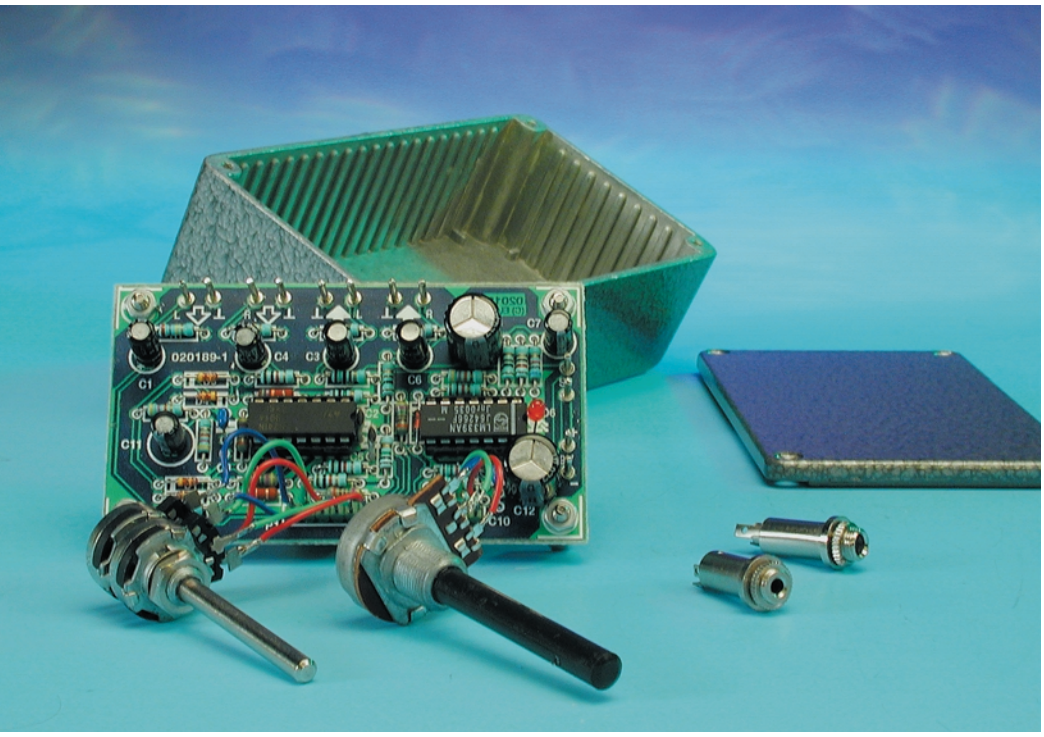
(020132)

Comprobador de Nivel de Audio

para entrada de línea de tarjeta de sonido para PC

Diseñado por T. Giesberts

Este sencillo circuito de control permite adaptar el nivel de una fuente de audio externa estéreo a la sensibilidad de, por ejemplo, una tarjeta de sonido. Además, un LED indica si los niveles de señal presentes pueden sobrexcitar la entrada.



Actualmente se tiende a la estandarización en la mayoría de las áreas, ya que ello supone una mejora en los costes de producción. Esto también es aplicable a los niveles de audio (un fenómeno que probablemente muchos hemos descubierto en los momentos más inoportunos). En los grabadores de cinta, sintonizadores, reproductores de CD-DVD, nunca podemos tener la seguridad de qué nivel de señal podemos encontrar. El rango de valores oscila entre unos 200 mV hasta 2 V.

Si deseamos conectar una señal a una entrada que no tenga un buen ajuste, podemos encontrarnos en una situación bastante desagradable. Una tarjeta de sonido de PC, por ejemplo, no dispone de control de nivel. Además, la máxima tensión de entrada permitida en dicha tarjeta está limitada por la tensión de alimentación que es de 5 V. Esto limita la entrada a señales menores de 1 a 1,5 V.

Los inconvenientes que se producen en la práctica por una sensibilidad de entrada fija y unos niveles de señal de salida limitada pueden mitigarse colocando antes de la línea de entrada el circuito que vamos a describir en este artículo. Los niveles de 2 V que se obtienen de los modernos reproductores de CD o DVD se pueden reducir a un máximo aceptable. Por otro lado, el nivel de salida de 200 mV que ofrecen los viejos modelos puede amplificarse, mejorando de forma considerable la relación señal/ruido.

El rango de ajuste de nuestro circuito está entorno a ±20 dB, por lo que debería ser posible adaptar casi cualquier tipo de señal. Para evitar sorpresas desagradables debido a señales de entrada excesivas, se ha colocado un LED indicador que avisa cuando la señal de salida excede un cierto valor (ajustable). Debido a que el consumo de corriente es de unos

pocos miliamperios, el adaptador de nivel se puede alimentar a partir de una batería de 9 V, lo que permite un uso universal del mismo allá donde nos encontremos.

Circuito de control

Si el circuito de control sólo fuera necesario para atenuar, bastaría con un simple divisor de tensión pasivo. Lo cierto es que también queremos amplificar y que la impedancia de entrada y salida no estén afectadas por la posición de los potenciómetros.

Decidimos realizar un montaje 'serio' que diera solución a las distintas posibilidades que se nos pudiesen presentar. Cada canal consta de un buffer de entrada y una etapa amplificadora ajustable. Hay un indicador simple común para ambos canales. En lo que se refiere a la alimentación simétrica de los amplificadores operacionales a partir de una batería de 9 V, se ha creado un punto de masa virtual con el divisor de tensión R27/R28/C11. La Figura 1 muestra el esquema completo.

El indicador se describirá más tarde, primero veremos el buffer y la etapa amplificadora.

La función de los buffers de entrada IC1c e IC1b es proporcionar una carga constante para acoplarla a la fuente de señal. Los valores son tales que la impedancia de entrada se fija al valor de 47 KW. Los amplificadores operacionales están conectados como seguidores de emisor mientras que las resistencias R3 y R12 fijan la tensión a la mitad de la alimentación. Debido a que el circuito está alimentado desde una tensión asimétrica, hay un condensador de desacoplo presente en la entrada. Este condensador se carga a través de las resistencias R1 y R10, para evitar efectos sonoros no deseados cuando conectamos la fuente de señal. El condensador de desacoplo está seguido por una red de protección que la salvaguarda de picos de tensión elevada. Esta red consta de dos diodos y una resistencia.

Por razones prácticas, hemos escogido una topología inversora para las etapas amplificadoras ajustables IC1a e IC1d. Para utilizar las entradas inversoras, la carga en el divisor de tensión para la masa virtual (R27/R28) es menor, seguida de un valor de resistencia mayor y como consecuencia un consumo de corriente total menor.

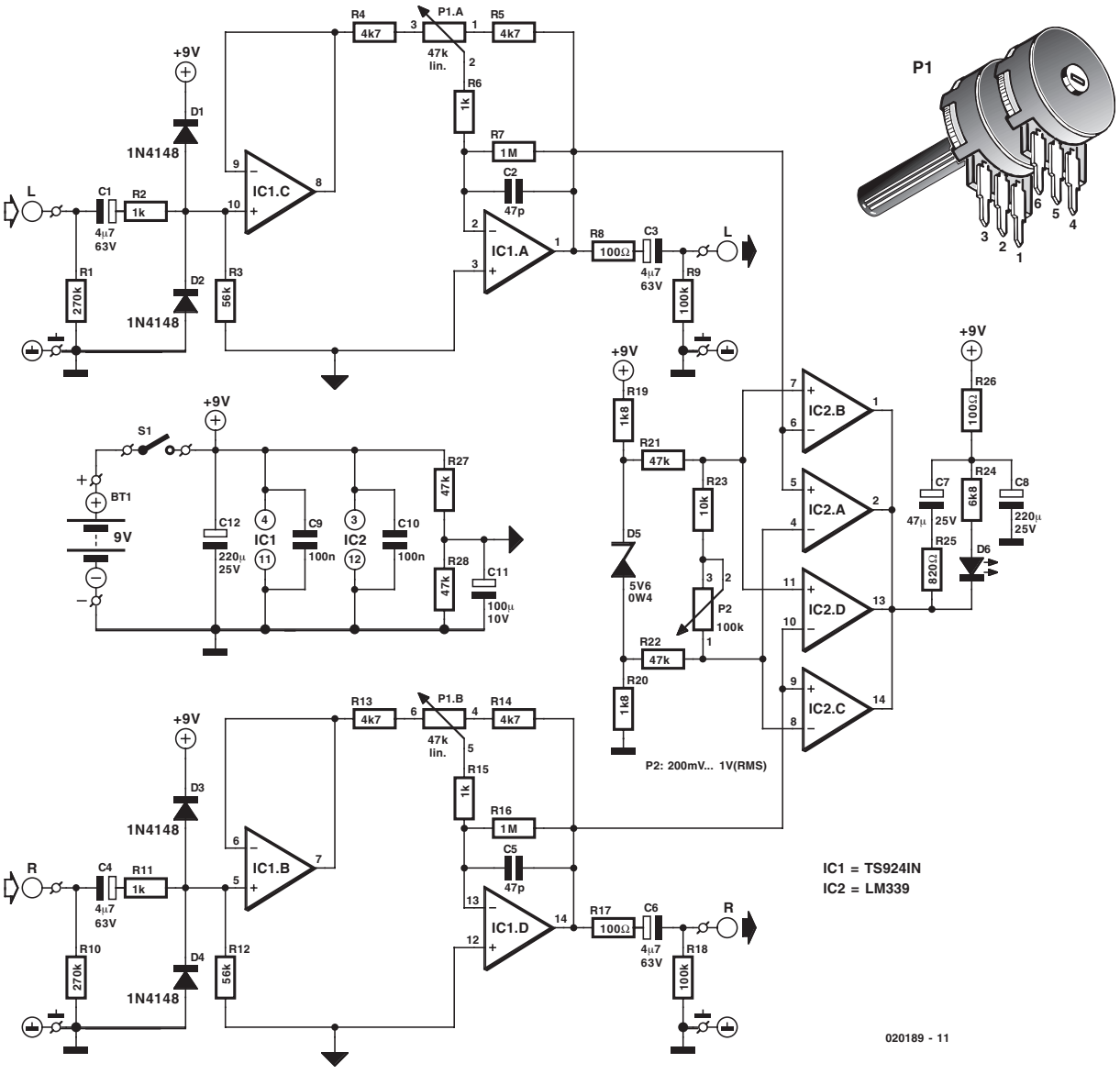


Figura 1. El adaptador de nivel consta realmente de dos circuitos separados: la sección de ajuste y un indicador de sobrexcitación.

Si, por el momento, limitamos la descripción sólo al canal izquierdo, podemos establecer que la amplificación máxima de IC1a es igual a (R5+P1)/R4 y la mínima R5/(P1+R4). Debido a que existen algunas pequeñas pérdidas, podemos tener un rango de ajuste entre 10,5 y 0,09, lo cual corresponde a ±20 dB.

La resistencia R6 (R15) se añadió para evitar la potencial inestabilidad del amplificador, como resultado de la capacidad parásita de la entrada del amplificador operacional en el caso de que el cableado de P1 sea un poco largo. Debido a que el mando de P1 sería esporádicamente intermitente, R7 (R16) asegura que siempre hay realimentación negativa alrededor del amplificador operacional y la salida será siempre exactamente la mitad de la tensión de alimentación. Por razones de estabilidad, C2 (C5) limita el ancho de banda a 60 KHz a amplificación máxima.

Otros dos componentes completan la lista: R8 (R17) asegura que el amplificador será incondicionalmente estable incluso con una carga capacitiva en la salida (debido a la longitud de los cables, por ejemplo). R9 (R18) asegura que el condensador electrolítico de salida esté siempre cargado para evitar ruidos en los altavoces cuando la carga de salida se conecte.

Hay que destacar que para IC1 seleccionamos un amplificador operacional que a pesar de la baja tensión de alimentación, soporta tensiones de alimentación altas. La tensión máxima es nominalmente mayor de 3 Vrms, mientras que con una batería exhausta de 2 Vrms aún funciona.

Indicador

El indicador de sobrexcitación se construye alrededor del comparador cuádruple IC2. Este circuito integrado se utiliza para construir un comparador de ventana para cada canal. El comparador de ventana compara la señal de salida de la etapa amplificadora ajustable a un valor de referencia. Las salidas de IC2 son de tipo colector abierto, por lo que se pueden conectar entre sí. Si una de las señales de entrada del comparador excede la tensión de referencia, ajustable con P2, el LED D8 se iluminará.

Veamos ahora algunos detalles más de este circuito. La referencia se fija simétricamente alrededor de la mitad de la tensión de alimentación con la ayuda de R19, D5 y R20, de forma que se monitoriza tanto la mitad de la tensión positiva como negativa. Debido a que la corriente de los zéner se fija a un valor realmente pequeño de 1 mA, la caída de tensión en D5 es de sólo 5,3 V. Las resistencias R21, R22, R23 y P2 están dimensionadas de forma que la tensión de referencia, ajustable con P2, corresponda con tensiones de 200 mV a 1 Vrms.

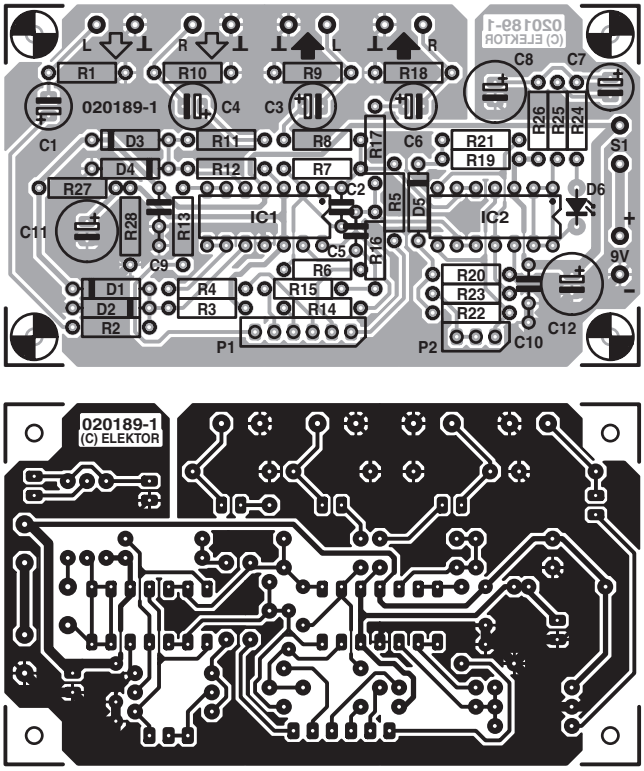


Figura 2. Las dimensiones de la PCB hacen muy compacto el montaje del adaptador de niveles.

LISTADO DE COMPONENTES

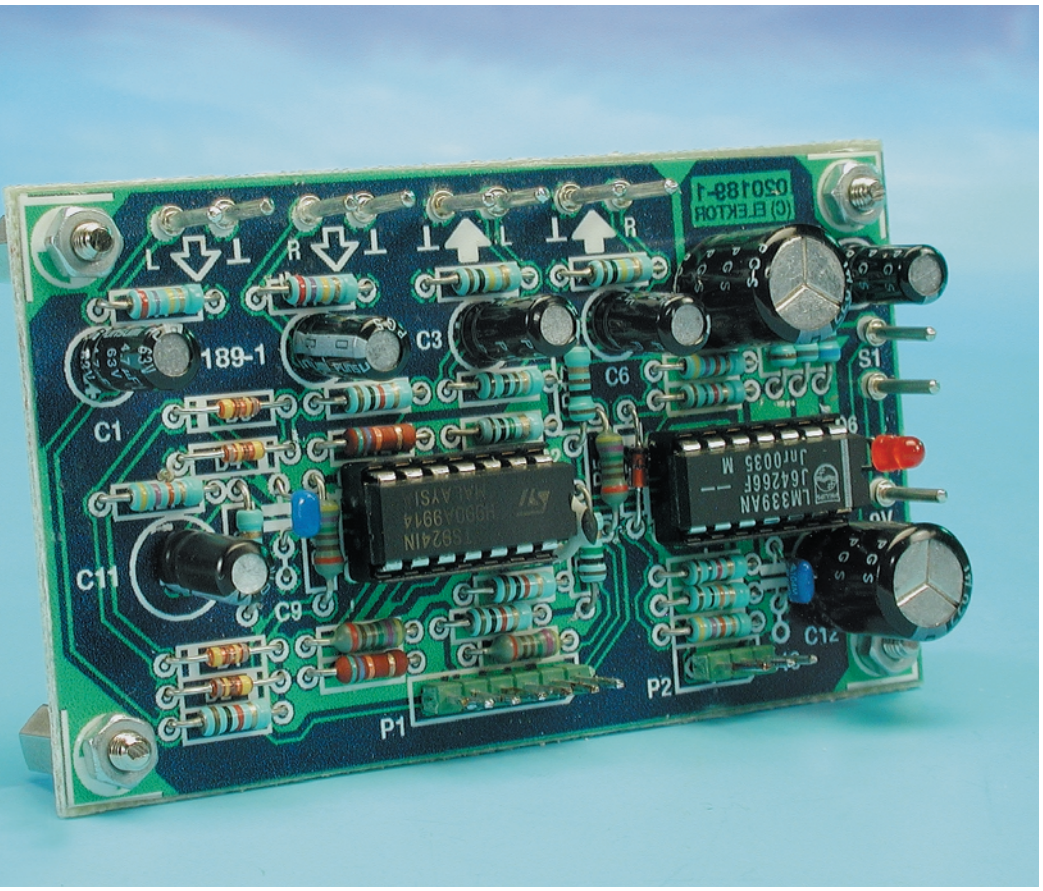
Resistencias:
R1,R10 = 270kΩ
R2,R6,R11,R15 = 1kΩ
R3,R12 = 56kΩ
R4,R5,R13,R14 = 4kΩ7
R7,R16 = 1MΩ
R8,R17,R26 = 100Ω
R9,R18 = 100kΩ
R19,R20 = 1kΩ8
R21,R22,R27,R28 = 47kΩ
R23 = 10kΩ
R24 = 6kΩ8
R25 = 820Ω
P1 = 47kΩ potenciómetro estéreo, lineal
P2 = 100 k potenciómetro mono, lineal

Condensadores:
C1,C3,C4,C6 = 4μF7 63V radial
C2,C5 = 47pF
C7 = 47μF 25V radial
C8,C12 = 220μF 25V radial
C9,C10 = 100nF
C11 = 100μF 10V radial

Semiconductores:
D1-D4 = 1N4148
D5 = diodo zéner 5,6 V; 0,4 W
D6 = LED, rojo, alta eficiencia
IC1 = TS924IN ST (Farnell)
IC2 = LM339

Varios:
S1 = interruptor de contacto simple para montaje en panel
BT1 = pila de 9 V con soporte
Dos zócalos jack hembra de 3,5 mm, montaje en chasis
PCB, código de pedido **020189-1** (ver página Servicio de Lectores). Fichero de PCB también disponible para descargar gratuitamente de la página www.elektor-electronics.co.uk

Tal y como podemos ver en el esquema, el LED D6 (y la resistencia serie R24) están conectados en paralelo con un condensador electrolítico (C7). Éste se ha añadido para proporcionar un destello, de forma que los picos de señales de corta duración se puedan visualizar. La resistencia R25 limita la máxima corriente de carga de C7 a un valor seguro para IC2. Por último, R26 y C8 desacoplan la tensión de alimentación, de forma que cualquier tensión de ruido en la conmutación del LED tenga el menor impacto posible en los amplificadores.



esquema se corresponden con los de los conectores SIL de la PCB. Una vez que se haya colocado el circuito en la caja, se pueden poner escalas en ambos potenciómetros, para la amplificación y el indicador de señal respectivamente.

Es aconsejable que la caja sea metálica, ya que minimiza posibles interferencias de cualquier fuente de ruido externa. La caja metálica debe conectarse a la masa del circuito. Por ejemplo, un modelo de caja válido es Box15901N1, de la firma H.O.D. Sin embargo, el espacio interior de la caja es un poco pequeño para la colocación de la pila, en ese caso, podemos optar por el modelo superior. Para terminar diremos que debemos montar el diodo D6 de forma que sea visible desde el exterior.

Como mencionamos anteriormente, el consumo de corriente del circuito es tan bajo (unos 7 mA) que se puede colocar una pila de 9 V. Sin embargo, si usamos el circuito en una aplicación permanente podemos usar un adaptador de red. En este caso debemos emplear uno que proporcione una tensión de salida regulada. Es particularmente importante que la tensión del adaptador no supere los 12 V, ya que es la máxima tensión de operación de IC1.

(020189-1)

Construcción

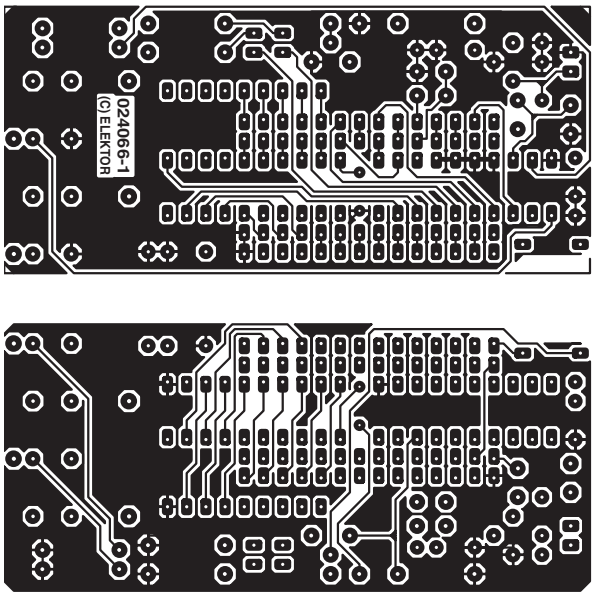
Para la aplicación se ha diseñado un circuito impreso extremadamente compacto, que se muestra en la Figura 2, donde puede verse la cara de componentes y la de pistas. Para asegurarnos que la parte del ajuste y la del indicador no se interfieren, hemos dejado a propósito una separación entre las masas de los dos circuitos. La placa del circuito está muy poblada de componentes, por lo que su montaje debe hacerse con la máxima cautela para evitar confusiones.

Los terminales para las entradas y salidas están agrupados en el lado de la PCB, mientras que en el lado contrario podemos encontrar dos tiras SIL para las conexiones de P1 y P2. Esos componentes no se han fijado directamente a la placa para que cada uno, según su caso, pueda poner el tipo de conectores de entrada y salida (por ejemplo, mini-jack, plano…) y los potenciómetros que desee. Además, esto también condiciona el tipo de caja que escojamos para el montaje.

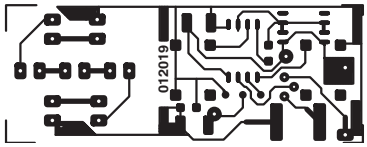
El cableado entre los conectores de entrada y salida debe realizarse con cable apantallado. Se puede utilizar cable con terminal para los potenciómetros, pero con separación de canales y con el cableado de P1 tan corto como sea posible. También se recomienda usar un potenciómetro con una caja metálica, la cual conectaremos a masa con un corto cable. Cuando P1 y P2 estén conectados nos aseguraremos que los niveles aumentan cuando giramos el mando en sentido horario. Los números de las conexiones mostradas en el

Algunos resultados medidos

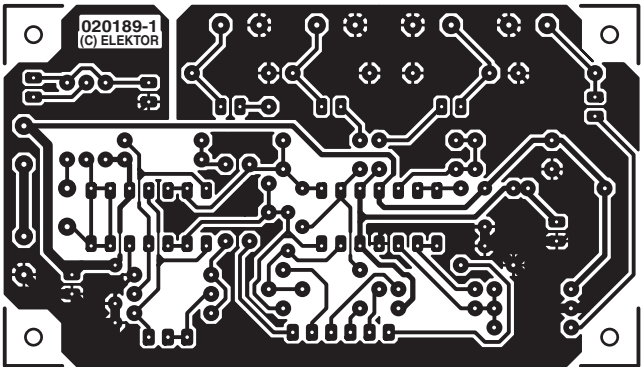
Impedancia de entrada		47 kΩ
Tensión entrada max.	(THD = 0.1%)	3.2 V_{RMS}
Tensión salida max.	(THD = 0.1%)	3.1 V_{RMS}
THD+N (B=80 kHz)	200 mV in, 20 mV out	0.027 % (20 Hz - 20 kHz)
	200 mV in, 200 mV out	0.005 % (20 Hz - 20 kHz)
	200 mV in, 2 V out	0.002 % (20Hz - 1 kHz)
		0.028 % (20 kHz)
THD+N (B=80kHz)	2 V in, 200 mV out	0.0026 % (20 Hz - 1 kHz)
		0.007 % (20 kHz)
	2 V in, 2 V out	0.002 % (20 Hz - 1 kHz)
		0.01 % (20 kHz)
Aislamiento de canal		> 66 dB (1 kHz)
		> 42 dB (20 kHz)
Consumo de corriente	LED apagado	6.7 mA
	LED encendido	7.8 mA



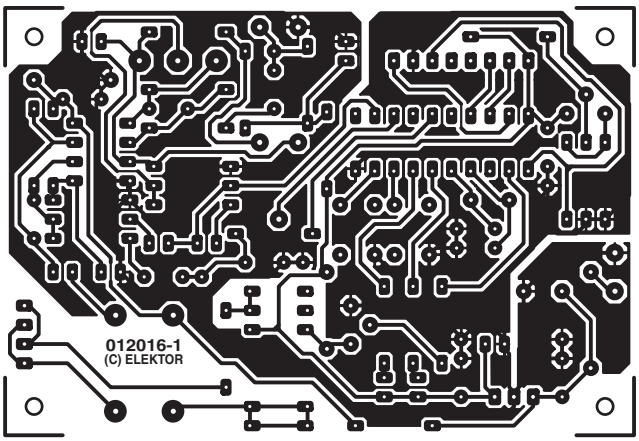
024066-1
Emulador de EPROM



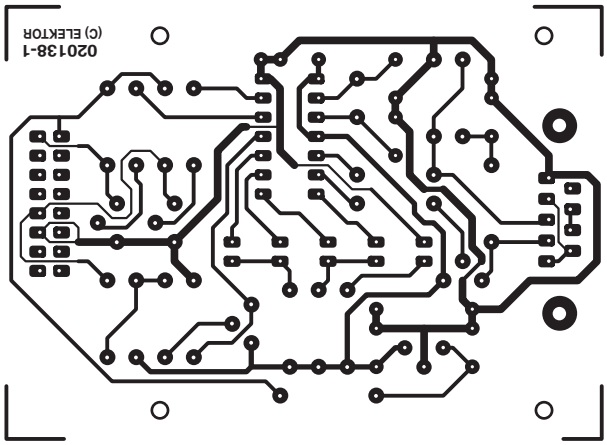
012019-1
Linterna a LED



020189-1
Verificador de Nivel de Audio para entrada de línea



012016-1
Monitor telefónico para bebé



020138-2
Adaptador para Diagnóstico de Vehículo