

# Módulo receptor de DTMF hasta ocho canales

XAVIER SOLANS\*, EA3GCV

*Las señales DTMF no sólo sirven para hacer llamadas telefónicas o para activar el silenciador de un equipo remoto. Añadiendo un sencillo accesorio, un par de transceptores dotados de capacidad DTMF pueden convertirse en un poderoso sistema de control remoto.*

**S**in duda, nuestro mundo de la radio abarca un amplio abanico de posibilidades de comunicación: CW, fonía, imagen, datos, etc., sin embargo hay otras facetas poco comentadas en nuestros foros, pero no por ello menos interesantes, como son por ejemplo el telemando y la telemetría.

Los sistemas de control remoto son muy utilizados en el campo comercial, en cambio, no resultan usuales en el mundo del radioaficionado y, por consiguiente, el mercado nos ofrece una variedad muy limitada de estos dispositivos. Sin embargo, el control remoto vía radio es muy útil para el accionamiento a distancia de repetidores, balizas, alarmas, cámaras y para muchas otras aplicaciones.

La ventaja de los tonos DTMF en relación a otros códigos de control remoto, es que pueden ser transmitidos y recibidos por prácticamente cualquier aparato de radio en modo FM y sin necesidad de ninguna adaptación técnica especial.

## Un módulo receptor DTMF de hasta 8 canales

En la figura 1 se muestra el esquema electrónico completo del módulo receptor de DTMF que vamos a describir con detalle en este artículo; incorpora todos los componentes para disponer del control de ocho relés con salidas libres de circuito conmutado, totalmente independientes unas de las otras y del propio circuito electrónico.

El circuito integrado receptor DTMF CI2 es un MC145436 que dispone de una entrada de audio para la recepción de los tonos y un puerto de salida de cuatro bits en el que nos presentará el patrón binario de cada código DTMF que se reciba. En la tabla I se muestran los 16 caracteres DTMF junto a su valor binario y hexadecimal.

Para todo el sistema interno de filtros, detección de tonos y codificación de salida, el MC145436 utiliza un circuito interno de oscilador de reloj comandado por el cristal de cuarzo X1 conectado entre sus patillas 9 y 10. Las salidas D1, D2, D4 y D8 (patillas 1, 2, 14 y 13) se dirigen a las entradas RA0 a RA3 del microcontrolador CI3 (PIC16F84), que se encarga de: discernir qué código DTMF ha entrado, determinar si corresponde a alguno de los códigos de acti-

\* Apartado de correos 814, 25080 Lleida.  
Correo-E: ea3gcv@wanadoo.es

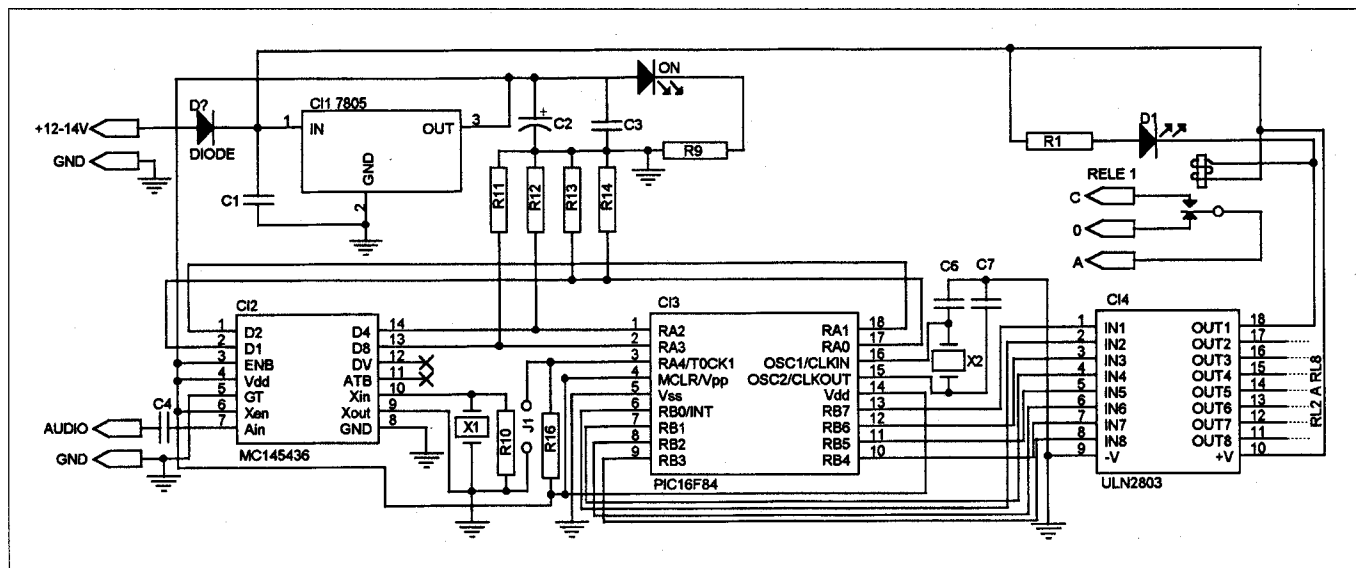


Figura 1. Esquema del módulo receptor DTMF de 8 canales.

DTMF	D8	D4	D2	D1	Hexadecimal
1	0	0	0	1	01h
2	0	0	1	0	02h
3	0	0	1	1	03h
4	0	1	0	0	04h
5	0	1	0	1	05h
6	0	1	1	0	06h
7	0	1	1	1	07h
8	1	0	0	0	08h
9	1	0	0	1	09h
0	1	0	1	0	0Ah
*	1	0	1	1	0Bh
#	1	1	0	0	0Ch
A	1	1	0	0	0Dh
B	1	1	1	0	0Eh
C	1	1	1	1	0Fh
D	0	0	0	0	00h

Tabla 1. Los 16 caracteres DTMF, junto a su valor binario y hexadecimal.

vación o desactivación de las salidas, determinar si está en modo «instantáneo» o en modo «enclavamiento» y, en su caso, encargar el oportuno movimiento al circuito de salida de relés.

El circuito de salida de relés es el CI4 (ULN2803), un útil circuito integrado que encapsula ocho transistores Darlington con sus resistencias de limitación, diodos de protección ante las extracorrentes de los relés, etc. Las entradas IN1 a IN8 reciben un nivel lógico de activación de +5 V desde los puertos de salida RBO a RB7 del microcontrolador, las salidas OUT1 a OUT8 comandan directamente cada uno de los relés de 12 V y los diodos LED. En el esquema, sólo se ha dibujado el relé RL1 junto a su correspondiente LED indicador. Obsérvese que las salidas son a colector abierto y cierran el circuito a masa cuando se activan; los relés están conectados a la línea de alimentación de 12 V.

### La placa de circuito impreso

La figura 2 muestra la disposición de componentes sobre la placa receptora DTMF de ocho canales y la figura 3 es el diseño de la cara de pistas. El dibujo de la figura 2 puede utilizarse directamente como original para obtener una plantilla para la fabricación de la placa de circuito impreso, ya sea mediante una fotocopia de alta calidad en papel de transparencia o bien mediante algún sistema fotográfico o de escaneado. El original que se muestra en la figura 3 está revisado y comprobado, es decir, libre de errores.

Antes de redactarse este artículo, la plantilla ha sido reproducida ya por unos cuantos aficionados, todos los circuitos funcionaron «a la primera» y fueron destinados a diversas aplicaciones que en la actualidad siguen prestando un excelente servicio.

El montaje de la placa es sumamente sencillo, hay que realizar el trabajo siguiendo la lista de componentes y confrontando sus referencias con las del dibujo de disposición de componentes de la placa. Una vez tengamos todos los componentes soldados se podrá proceder al cableado, puesta en marcha y comprobaciones.

La alimentación puede estar entre 12 y 14 V y se conectará a los terminales Vcc, la señal de audio procedente del receptor de radio se conectará a los terminales IN. El MC145436 acepta un nivel de entrada entre 0,1 y 5 Vpp y su entrada es de alta impedancia, del orden de los 100 kΩ. Las salidas de los relés están referenciadas como C/1: C-0-A, C/2: C-0-A y así sucesivamente, de manera que por ejemplo C/1 es el canal 1 y C-0-A son los bornes de salida de dicho relé «Cerrado-Común-Abierto», respectivamente (cuando el relé está en reposo).

Para comprobar el funcionamiento de la placa bastará con conectar la alimentación y enviar los códigos DTMF a la entrada. No es necesario efectuar el cableado de las salidas de relés, ya que la iluminación de los LED y el movimiento de los relés nos indicará la activación de cada canal. La señal de audio se puede obtener desde un equipo que reciba los tonos transmitidos por otro o bien de la propia salida de auriculares de un walkie que disponga de teclado DTMF. Sin embargo, la alternativa más adecuada para realizar cómodamente todas las pruebas en nuestro banco de trabajo, es emplear un sencillo y económico «interrogador» de contestadores telefónicos efectuando una pequeña modificación previa.

Deberemos conectar un cable en paralelo con el altavoz interior del interrogador y sacarlo al exterior para que la señal pueda ser inyectada a la entrada del módulo receptor de DTMF. Esta solución, realmente muy sencilla y cómoda, es sin duda una de las maneras más prácticas de efectuar todas las comprobaciones y pruebas de la placa antes de instalarla en su ubicación definitiva.

### El código del programa para el microcontrolador

El código del programa para el PIC16F84 fue escrito con un compromiso primordial: sencillez y eficacia. La eficacia está comprobada, el software del PIC16F84 hace todo lo que tiene encomendado con absoluta fiabilidad y el circuito no tiene fallos. En cuanto a su sencillez, nos referimos por ejemplo a que el sistema no incorpora ningún tipo de password o clave de entrada «anti intrusos»; es decir, todas las placas funcionan igual con los mismos códigos de mando.

Nuestra propia experiencia nos dice que esto no es importante en la gran mayoría de aplicaciones, y más aun si tenemos en cuenta que el sistema está dirigido a usos de aficionado y no a usos profesionales, donde pudiera

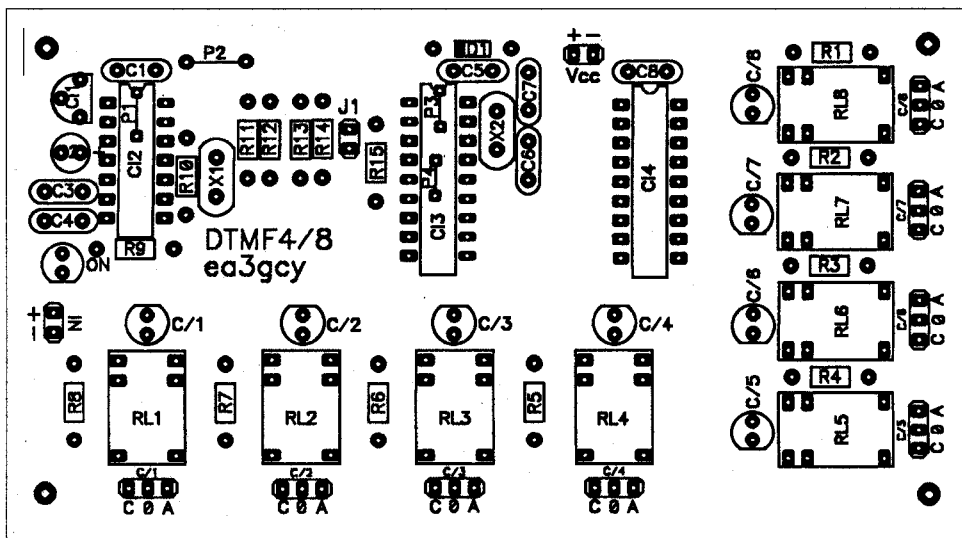


Figura 2. Disposición de componentes sobre la placa.

aparecer algún peligro de intrusismo.

El código del PIC16F84 y, por consiguiente, los códigos DTMF de acceso pueden ser personalizados para cada montaje en particular, los que tengan algunos conocimientos en el lenguaje ensamblador de la familia de microcontroladores PIC podrán fácilmente escribir el código para sus propios propósitos. El autor está dispuesto a recibir cualquier tipo de propuesta para tal fin y personalizar el código según se convenga, ya sea para usos particulares o para usos profesionales, por ejemplo con claves de acceso y de protección, modos de activación de salidas especiales, retardadas, combinacionales, etc.

### Configuración de modo y operación

El módulo DTMF ofrece dos modos de actuación diferentes: «instantáneo» o «enclavamiento». El puente J1 es el que indica al microcontrolador en que modo se inicia el sistema (al conectar la alimentación). Con el puente colocado, el circuito operará en modo de enclavamiento y con el puente sin colocar el circuito trabajará en modo instantáneo. Para cambiar la configuración de un modo a otro, se deberá desconectar la alimentación del módulo, colocar o quitar el puente (según el modo deseado) y volver a conectar la alimentación, es decir, debe producirse un reset.

El modo de «enclavamiento» o *latch* consiste en que, cualquier salida que quede activada después de recibir la orden se mantendrá así hasta que reciba la orden de desactivación. Enviando la secuencia 1\* (1 seguido de asterisco) se activará la salida del canal 1 (se iluminará el LED C/1),

para desactivarlo se enviará 1# (1 seguido de almohadilla) y de la misma manera con cualquier canal de forma independiente.

Ejemplo: 1\* activa C/1 (salida 1), 2\* activa C/1 (salida 2); 1# desactiva C/1, 2# desactiva C/2, etc.

El modo «instantáneo» consiste en que, una salida permanecerá activada mientras se reciba el código del canal correspondiente. Mientras se envíe el código, 1 la salida del canal 1 permanecerá activada, cuando se deje de enviar 1 se desactivará.

Ejemplo: mientras se envía 1, salida C/1 activada; mientras se envía 2, salida C/2 activada, etc.

Otros modos posibles en este sistema (aunque no implementados) es por ejemplo el de «enclavamiento exclusivo»,

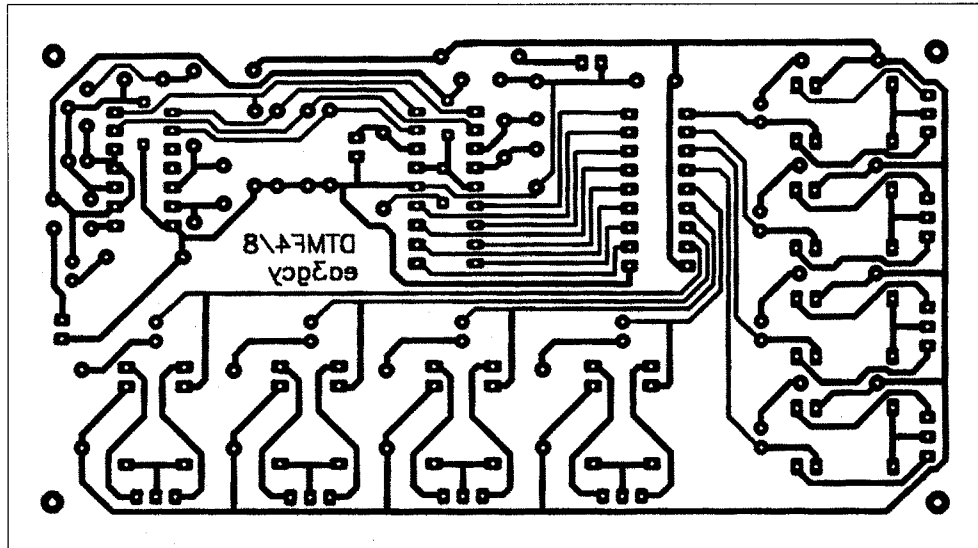


Figura 3. Diseño de la cara de pistas.

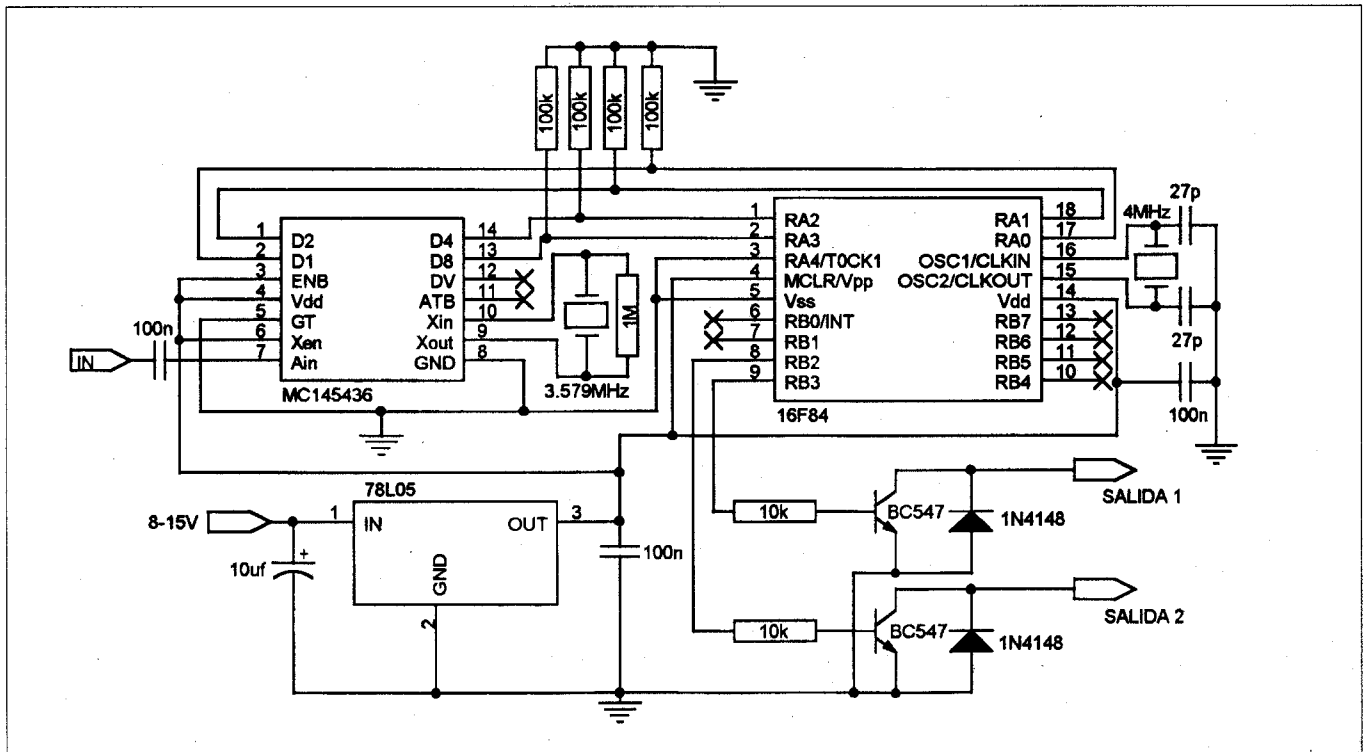


Figura 4. Receptor DTMF de 2 canales.

esto significa que solo un canal puede estar activado, al activarse otro canal el anterior se desactivará automáticamente y así sucesivamente, esto es útil por ejemplo para gobernar una cámara remota u otros dispositivos similares en los que no se deba activar más de una función al mismo tiempo.

Aunque menos usuales, también pueden requerirse sistemas de combinaciones; es decir, algunos canales en un modo y otros en otro, sistemas retardados en los que uno o varios canales necesiten de algún retardo de activación o desactivación, o incluso sistemas condicionales en los que deban cumplirse algunas condiciones entre canales para que uno o varios puedan activarse o desactivarse.

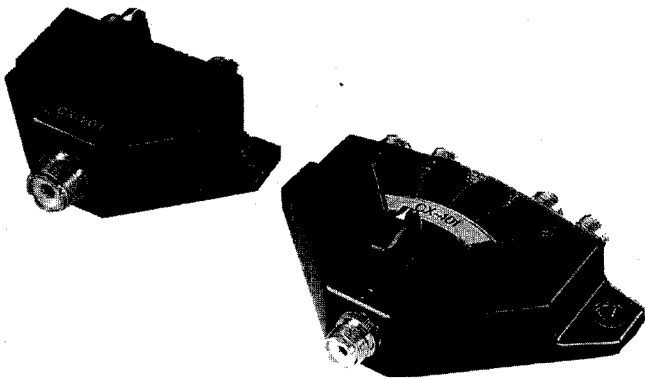
El objetivo de que hablemos aquí de diferentes modos de operación, sin duda inusuales, es a modo de reflexión sobre la elasticidad que nos proporciona un sistema basado en un microcontrolador. Aun siendo un circuito tan sumamente sencillo sus posibilidades resultan extremadamente amplias y sin necesidad de incorporar ninguna circuitería auxiliar.

### ¿Por qué «hasta ocho canales»? ¿Otras posibilidades?

El título de este artículo denomina al circuito que estamos describiendo como de «hasta ocho canales». Si bien es cierto que la placa que se ha diseñado tiene implementadas las salidas de ocho relés, no hay nada en contra para montar solo cuatro relés, tres o tan solo uno. Siempre en orden numérico, por ejemplo, para 2 canales, montar canal 1 y 2, para cuatro canales montar canales 1 a 4, etc.,

INDIQUE 9 EN LA TARJETA DEL LECTOR

## CONMUTADORES COAXIALES



### CALIDAD A PRECIO RAZONABLE

CINCO MODELOS DIFERENTES DE DOS Y CUATRO CIRCUITOS con conectores PL-259 ó N-UG21; hasta 1 Ghz y 2'5 KW pep  
Aislamiento : 35 dB - inserción: 0'5 dB - Protección chispas

Distribuidos por:

# RADIO ALFA

Av. Moncayo, nave 16 - 28709 San Sebastián de los Reyes  
Tel. 916 636 086 - Fax 916 637 503 - <http://www.radio-alfa.com>

### Lista de componentes

#### Resistencias

R1, R2, R3, R4, R5, R6,  
R7, R8 de 1K  
R9 de 680 Ω.  
R10 de 1M  
R11, R12, R13, R14 de  
100K  
R15 de 10K

#### Condensadores

C1, C2, C3, C4, C5, C8 de  
100 nF  
C2 de 10 μF/16 V  
C6, C7 de 27 pF

#### Semiconductores

CI1 78L05  
CI2 MC145436  
CI3 PIC16F84  
CI4 ULN2803  
D1 1N4001

#### Cristales de cuarzo

X1 3,579 MHz  
X2 4,000 MHz

#### Varios

P1 a P4 son puentes de cable  
RL1 a RL8 relés Ralux RN12V-320 Ω o equivalentes  
1 LED rojo (indicador ON)  
8 LED amarillos o verdes C/1 a C/8 (indicadores de salidas activadas)  
8 tiras de tres contactos  
3 tiras de dos contactos  
1 zócalo CI de 14 contactos  
2 zócalos CI de 18 contactos

*Nota.* Las resistencias R1 a R7, los relés RL2 a RL8 y los LED C/2 a C/8 no se muestran el esquema eléctrico, sin embargo, sí están instalados en la placa.

de esta forma el software del microcontrolador podrá ser exactamente el mismo, y seguirá respondiendo a los códigos DTMF por el orden de canales, los que no existan en la realidad, simplemente no serán gobernados.

En estas alturas del artículo, estamos seguros que más de un aficionado experimentado habrá pensado en contruir su propia placa DTMF con menos o más canales de la que estamos describiendo aquí. Los que quieran escribir su propio código ensamblador para el PIC16F84 dispondrán ya de bastantes detalles técnicos e ideas para iniciar su propio proyecto. Los que quieran aprovechar el programa para el microcontrolador tal como se ha escrito para este artículo, pueden sin embargo simplificar el circuito obviando por ejemplo el CI4 ULN2803 y colocando en su lugar tantos transistores como canales se requiera, en ese caso se dispondrán de salidas a «colector abierto». Por ejemplo, en la figura 4 se expone el esquema de un sistema de dos canales con salida a transistores, los colectores podrán gobernar cualquier tipo de relé externo (dentro de su límite de corriente) u otros dispositivos electrónicos.

En caso de que se necesite controlar más de ocho canales, bastaría con conectar dos placas en paralelo (16 canales) y enviar la señal de audio a las dos placas al mismo tiempo. Para que los mismos canales de las dos placas no respondan al mismo tiempo, se debería modificar ligeramente el software de uno o de ambos PIC16F84, de manera que los códigos de uno sean diferentes del otro, por ejemplo asignar un código específico de placa antes del número de canal.

### Notas

1. Placas y chips grabados pueden obtenerse a través del autor, (enviando sobre franqueado para la respuesta).

2. Los que deseen adquirir el circuito montado y comprobado en su versión comercial, pueden dirigirse a *Astro Radio*, c/Pintor Vancells 203 A-1, 08225 Terrassa (teléfono 93 735 34 56. Correo-E: [info@astro-radio.com](mailto:info@astro-radio.com)).

3. Toda la información técnica del MC145436 se puede obtener en la Web de Motorola: <http://www.mot-sps.com>

4. Características técnicas, juego de instrucciones y herramientas de programación, hoja de características para descargar, etc., del PIC16F84 pueden obtenerse en la Web del fabricante: <http://www.microchip.com>