

# Módulo de prácticas para empezar con el PIC 16F84

XAVIER SOLANS\*, EA3GCV

*Difícilmente se pueden empezar a aprender los principios básicos de un microcontrolador si no se dispone de ningún sistema de «hardware» para efectuar las primeras prácticas de programación.*

En la actualidad, el modelo de PIC por excelencia que resulta más útil para aprender a programar es el modelo 16F84, el cual dispone de un total de 13 bits de entrada/salida (E/S) digitales. La mayoría de aficionados autodidactas que se inician en la programación de este fantástico microcontrolador, se encuentran con una barrera infranqueable en el momento en que deciden poner en práctica los primeros conocimientos adquiridos.

En este artículo se describe una placa de entrenamiento muy simple y económica con la que se pueden realizar muchas experiencias reales con las salidas y entradas del PIC 16F84. Posiblemente ésta será una de las mejores herramientas para ayudar a dar los primeros pasos a cualquier aficionado que pretenda entrar en el mundo de los microcontroladores.

## Controlador y microcontrolador

El nombre de controlador se refiere a un dispositivo que se emplea para el gobierno de uno o varios procesos. Por ejemplo, el controlador que regula el funcionamiento de un horno dispone de un sensor que mide constantemente su temperatura interna y, cuando traspasa los límites prefijados, genera las señales adecuadas que accionan los sistemas de calentamiento para mantenerlo dentro del margen de temperatura estipulado.

Aunque el concepto de controlador ha permanecido invariable a través del tiempo, su implementación física se ha modificado frecuentemente. Hace tres décadas, los contro-

ladores se construían exclusivamente con componentes de lógica discreta, posteriormente se emplearon los microprocesadores, que se rodeaban con chips de memoria y entradas/salidas en la misma placa de circuito impreso. En la actualidad, todos los elementos del controlador se han podido incluir en un chip, el cual recibe el nombre de *microcontrolador* ( $\mu\text{C}$ ). En realidad, consiste en un sencillo pero completo computador, contenido en el interior de un circuito integrado.

Un microcontrolador es un circuito integrado con un nivel de integración muy alto, que incorpora la mayor parte de los elementos que configuran un computador.

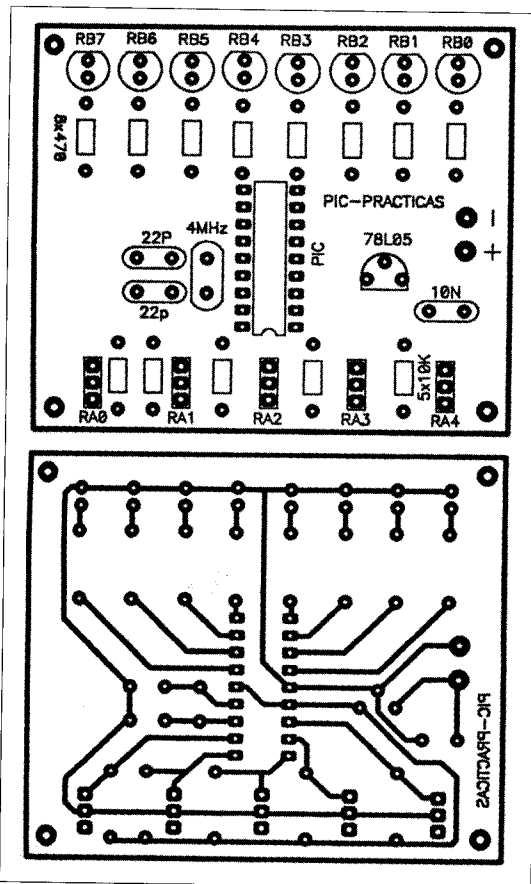
Un microcontrolador dispone normalmente de los siguientes componentes:

- Procesador o UCP (Unidad Central de Proceso).
- Memoria RAM para contener los datos de trabajo.
- Memoria para el programa tipo ROM / PROM / EPROM / EEPROM/Flash.
- Líneas de E/S para comunicarse con el exterior.
- Diversos módulos para el control de periféricos: temporizadores, puertas serie y paralelo, conversores analógico/digital, conversores digital/analógico, etc. Generador de impulsos de reloj que sincronizan el funcionamiento de todo el sistema.

Los equipos electrónicos que incorporan un microcontrolador para su control disponen de las siguientes ventajas:

**1.** Aumento de prestaciones: un mayor control sobre un determinado elemento representa una mejora considerable en el mismo.

**2.** Aumento de la fiabilidad: el microcontrolador reemplaza a un elevado número de elementos, disminuyéndose el riesgo de averías y precisándose menos ajustes.



Placa de circuito impreso (cara de pistas y cara de componentes) que nos servirá como módulo de aprendizaje de los principios básicos de un microcontrolador.

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

3. Reducción del tamaño del producto acabado: la integración del microcontrolador en un chip disminuye el volumen, la mano de obra y las existencias.

4. Mayor flexibilidad: las características de control están programadas, por tanto, su modificación sólo necesita cambios en el programa de instrucciones.

Cada vez existen más productos que incorporan un microcontrolador con el fin de aumentar sustancialmente sus prestaciones, reducir su tamaño y coste, y mejorar su fiabilidad. Algunos fabricantes de microcontroladores superan el millón de unidades de un solo modelo en una semana. Este dato, puede dar una idea de la masiva utilización de estos componentes en la actualidad. Además de la radio-comunicación e instrumentación, los microcontroladores están siendo empleados en multitud de sistemas presentes en nuestra vida diaria, desde juguetes, hornos de microondas, frigoríficos, televisores y ordenadores hasta las impresoras, módems, teléfonos, automóviles, etc. En una aplicación típica, como de hecho ocurre en cualquier PC, pueden emplearse incluso varios microcontroladores para controlar pequeñas partes del sistema. Estos pequeños controladores pueden comunicarse entre ellos y con un procesador central, probablemente más potente, que coordine sus trabajos.

## Cómo empezar

En números anteriores de esta revista ya se ha explicado cómo grabar los microcontroladores PIC y cómo efectuar el ensamblado de los programas [CQ *Radio Amateur*, núm. 224, Agosto 2002, pág. 14 y núm. 225, Septiembre 2002, pág. 17]. En la primera de ellas y en el artículo «Cómo grabar los microcontroladores PIC» se comenta cómo efectuar la grabación de un PIC desde cualquier ordenador personal, e incluso se muestra una plantilla para la construcción de una placa grabadora muy versátil que trabaja con el popular programa *IC-Prog*. En la segunda, en el artículo «El sistema GCUE. Programación de microcontroladores PIC para todos», se describe un Grupo de Comandos Ultra Específicos (GCUE) que permite efectuar un programa para un *keyer* capaz de emitir un mensaje automático con poco más de media docena de comandos; después explica el ensamblado del programa para su posterior grabación en el PIC. Es indispensable también disponer de la hoja de características (*data-sheet*) del 16F84, que se puede descargar directamente de la web de su fabricante y empezar con algún libro y curso adecuado para conocer el interior del microcontrolador antes de empezar a trabajar en serio con él (ver *Notas* al final). Para los aficionados autodidactas que no tengan conocimientos de electrónica digital ni de la arquitectura interna en general de los microcontroladores, es recomendable antes de nada revisar algún buen tratado de electrónica digital básica, el cual también suele contener algún capítulo de introducción a los microcontroladores.

### Lista de componentes de la placa

- 8 LED rojos de 3 o 5 mm
- 8 Resistencias de 470  $\Omega$ , 1/4 W para los LED
- 5 Interruptores miniatura de rabillo
- 5 Resistencias de 10 k $\Omega$ , 1/4 W para los interruptores
- 1 Regulador 78L05
- 2 Condensadores 22 pF
- 1 Cristal de cuarzo de 4 MHz
- 1 Condensador de 10 nF (0.01)
- 1 Zócalo torneado para CI de 2x9 (18 patitas)
- 2 Terminales de patilla para circuito impreso (entrada de alimentación)

Aun así, todos los conocimientos teóricos de los microcontroladores no son absolutamente necesarios si de momento tan sólo queremos empezar a acercarnos y «jugar» con ellos, en ese caso podremos empezar con alguna práctica sencilla de programación en ensamblador, efectuar el ensamblado y la grabación, para después poder realizar nuestras primeras pruebas reales. Hasta que no asimilemos un buen nivel de conocimientos teóricos referentes a los microcontroladores y sin un cierto tiempo de experiencia en programación, no podemos aspirar a programar un frecuencímetro ni un descodificador de CW/RTTY o controlar un módem de radiopaquete; sin embargo, sí podremos ya efectuar sencillas aplicaciones digitales como el control de secuenciadores, *keyer* simples, conmutaciones automáticas, temporizadores, etc.

## La primera herramienta de aprendizaje

Como en casi todos los aprendizajes de cierta complejidad, los principios suelen ser los más arduos. Una placa de entrenamiento con interruptores y LED es una herramienta de gran utilidad cuando se empieza con la programación de los microcontroladores. Una placa de este tipo, aún siendo extremadamente económica (construirla nos costará poco más de 8 u 10 euros), resulta increíblemente útil cuando empezamos a aprender, y al poco tiempo nos daremos cuenta que sus posibilidades son mucho más amplias de lo que en un principio podíamos haber previsto y probablemente pensaremos que vale «su peso en oro». Gracias a los interruptores conectados a los 5 bits del puerto A (que trabajarán como entradas) y a los ocho LED conectados a los 8 bits del puerto B (que trabajarán como salidas) podemos, además de efectuar los primeros ejercicios de programación, simular también un gran número de aplicaciones reales, como un sencillo *keyer* o una baliza, hasta un temporizador programable, pasando por infinidad de ejercicios de combinatoria digital con entradas y salidas, contadores, secuenciadores de TX-RX, escritura y lectura de registros en EEPROM, sistemas con DTMF (emulando los patrones de entrada o salida), salida de protocolos de comunicación (simulándolos a velocidad muy lenta), control de periféricos externos, operaciones matemáticas, etc.

El circuito electrónico de esta placa es muy sencillo, hay ocho LED conectados directamente a cada una de las patitas del puerto B, RBO a RB7, del 16F84 con sus resistencias de carga de 470  $\Omega$  en serie. Por tanto, los LED se encienden por nivel digital alto (5 V), es decir, cuando desde el programa enviemos un 1 lógico al bit correspondiente, se iluminará su LED. En el puerto A están conectados cinco interruptores miniatura (no pulsadores) entre RA0 y RA5, con resistencias *pull-up* a la línea de positivo (+5 V). Cuando tenemos un interruptor abierto, en la patita correspondiente habrá +5 V (procedentes de su resistencia *pull-up*); es decir, un 1 lógico, y cuando cerremos el interruptor (a masa) habrá 0 V; es decir, un 0 lógico, de forma que desde el programa comprobaremos si hay un 1 o un 0 y sabremos si el interruptor está abierto o cerrado.

El cristal de 4 MHz y sus condensadores asociados determinan la frecuencia del oscilador de reloj interno del 16F84; este reloj es la referencia con que funciona todo el sistema interno del microcontrolador.

Poco hay que decir respecto a la placa de circuito impreso, que hay muy pocos componentes y en el dibujo adjunto podemos ver que la disposición es muy clara y uniforme. A resaltar que los interruptores son del tipo con «rabillo» y que debe colocarse un zócalo (preferentemente torneado) para sacar y poner el PIC 16F84 tantas veces como lo deseemos regrabar.

## Simular aplicaciones reales

Antes hemos dicho que con una placa de pruebas tan sencilla podemos simular aplicaciones reales, ¿era una broma? No, por supuesto que no. Cuando hablamos de simulación en nuestro caso, hablamos de «hacer como si fuese...».

Por ejemplo: el interruptor de RA0 puede ser la pala de punto y el interruptor de RA1 puede ser la de raya de un manipulador. La salida de manipulación podemos asignarla por ejemplo a RBO. Entonces, cada vez que cerremos el interruptor RAO el LED de RBO deberá encenderse el tiempo de un punto y si lo hacemos con el interruptor de raya (RA1), el LED deberá encenderse el tiempo de una raya. Si mantenemos el interruptor de punto cerrado, el LED deberá iluminarse repitiendo puntos continuamente... ¿No estamos simulando un *keyer* de verdad?

Efectivamente, así podemos emular un sinfín de aplicaciones reales. Otro ejemplo podría ser un temporizador que según la combinación de tres interruptores pudiéramos configurar ocho niveles de tiempo preestablecidos, otro interruptor puede activar y desactivar el temporizador y un LED se iluminará mientras dure la temporización. Simular un secuenciador de TX-RX puede ser tan simple como asignar un LED como salida hacia la conmutación del previo, otro como conmutación del lineal, otro –por ejemplo– para un transversor y otro para el equipo. Un interruptor de entrada será el PTT y el programa deberá encender un LED detrás de otro con un tiempo y orden preestablecido. Para las simulaciones, programaremos retardos largos para poder ver los

cambios de los LED con comodidad, y antes de pasar a la versión real, reprogramaremos estos retardos para que cumplan los tiempos necesarios en la realidad.

He recibido algunos correos electrónicos, comentando lo difícil que les resultaba a algunos iniciarse en el mundo de los microcontroladores, creo que la herramienta mostrada en este artículo podrá ayudarles a empezar a escribir los primeros programas. No hay que olvidar que el primer programa que debe escribir uno mismo no es otro que ¡encender un LED con un interruptor!


Cuando tengáis claro cómo combinar interruptores y LED habréis cruzado la puerta de entrada a la programación. ¡Así de simple!

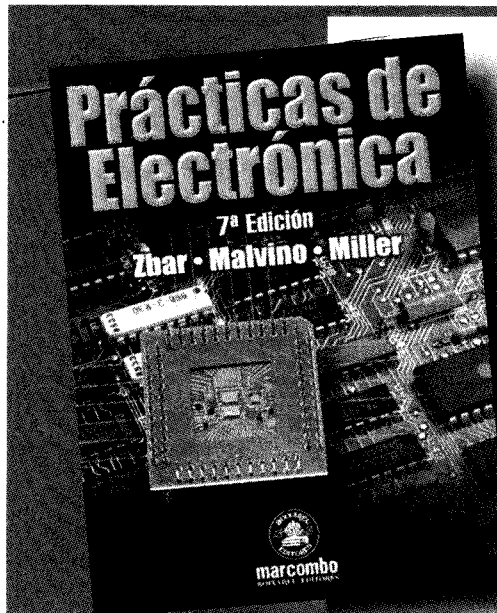
## Notas

– Los números atrasados de *CQ Radio Amateur* se pueden solicitar directamente (c/ Concepción Arenal, 5, 08027 Barcelona); o bien a través de la web en: [www.cq-radio.com](http://www.cq-radio.com)

– La plantilla en papel a escala 1:1 de la placa de prácticas puede solicitarse directamente al autor del artículo enviando un SFRS (sobre-franqueado-respuesta-segura). Comentarios, consultas e ideas siempre son bienvenidas por correo electrónico a: [ea3gcy@wanadoo.es](mailto:ea3gcy@wanadoo.es)

– Todos los materiales del circuito se pueden obtener en ARISTON Electrónica ([www.ariston.es](http://www.ariston.es)) o en la mayoría de comercios de electrónica.

– En Ingeniería de Microsistemas Programados. General Concha, 39 8º dcha. 48012 Bilbao; tel./fax 944 223 263; o en [www.microcontroladores.com](http://www.microcontroladores.com) podemos encontrar el libro «Microcontroladores PIC. Diseño práctico de aplicaciones» de editorial McGraw-Hill y el «Curso Práctico de Diseño con PIC», además de muchas útiles herramientas para microcontroladores. 



Para pedidos utilice la  
HOJA/PEDIDO  
LIBRERÍA  
insertada en la revista

Los estudiantes de ingeniería y los técnicos en electrónica encontrarán en esta séptima edición de esta obra –que se ha convertido en un «clásico» de la tecnología electrónica– una cuidada selección de experimentos prácticos de electrónica, que abarcan semiconductores y circuitos integrados y con los cuales se aprende a manejar los instrumentos de medida y se facilita la comprensión del comportamiento de los circuitos y componentes elementales. Asimismo, los instructores de electrónica encontrarán en el mismo una valiosa guía para organizar las clases prácticas y proponer montajes de resultado seguro y contrastado. Cada práctica se acompaña de una introducción a los conceptos básicos aplicables, los componentes electrónicos específicos y el resto de materiales necesarios, así como del procedimiento detallado del experimento y de un resumen de lo estudiado. Un cuestionario de autoevaluación (con respuestas incluidas) y unas preguntas completan el conjunto de temas que estimulan el análisis y el interés del estudiante.

El libro es adecuado para escuelas técnicas de grado medio, centros docentes profesionales y programas de entrenamiento y formación industrial.