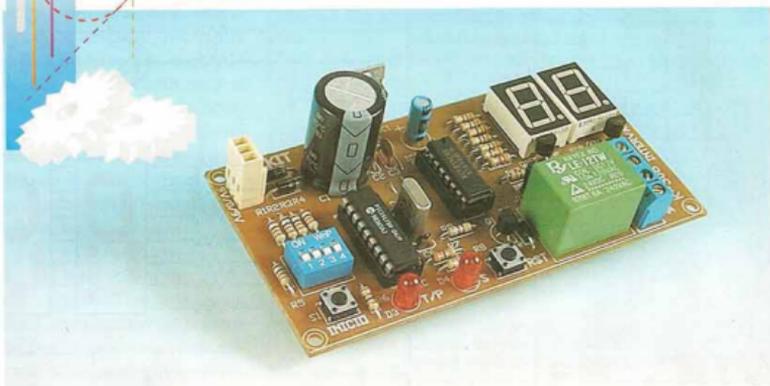


Proyecto 9

Intervalómetro



Una de las necesidades más frecuentes que se puede encontrar en muchos procesos industriales son los temporizadores, ya que muchos de estos procesos requieren retardar o sostener algunas acciones durante algún tiempo. Muchos de los temporizadores que usa la industria son de tipo mecánico, y algunos utilizan sistemas eléctricos o electrónicos poco confiables, basados incluso en redes RC o en osciladores como el popular 555.

Este intervalómetro puede operar de dos maneras fundamentales: como una temporización única o como un ciclo repetitivo en el que

Especificaciones y características técnicas

- Dispositivo configurable como temporizador/intervalómetro (cíclico)
- Ajuste de los tiempos de encendido y apagado
- Tiempo ajustable en segundos o en minutos
- Visualización en displays de los tiempos programados
- Capacidad de iniciar en on o en off
- Salida por medio de Relé o por dispositivo de estado sólido
- Capacidad de hasta 99 minutos en cada estado

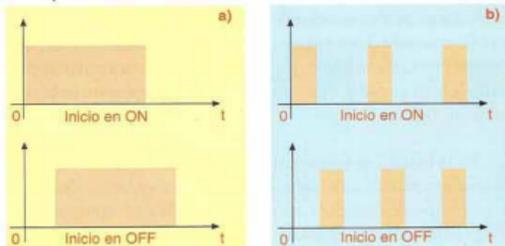


Figura 9.1 Modos de trabajo del sistema
(a) Único o temporizador, (b) Cíclico o intervalómetro

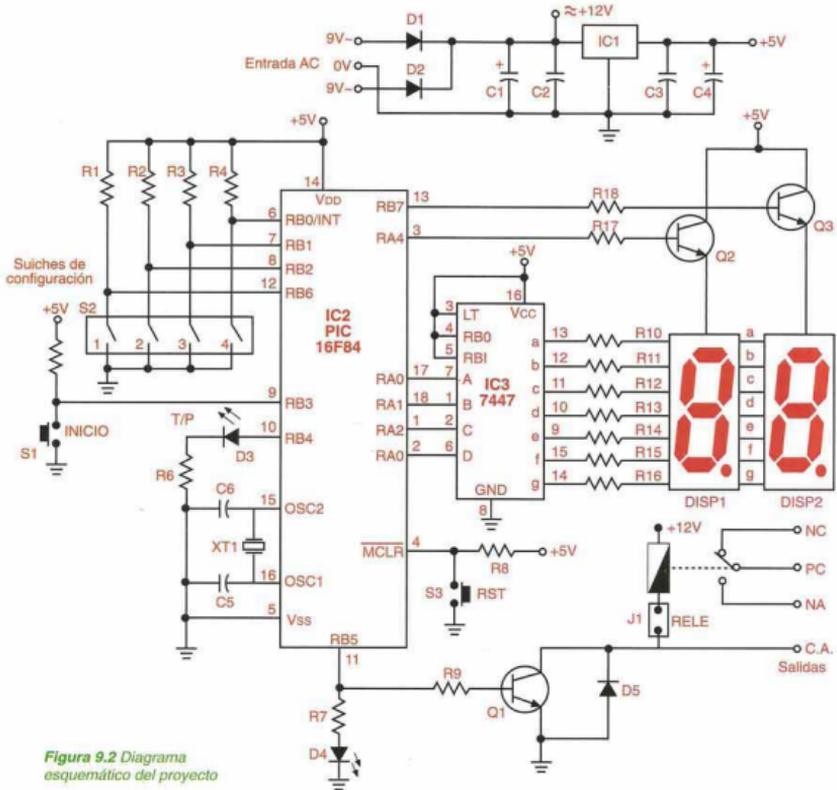


Figura 9.2 Diagrama esquemático del proyecto

la carga se activa y desactiva cíclicamente durante unos tiempos de encendido y apagado configurados por el usuario, figura 1.

En la figura 2 se muestra el diagrama esquemático del circuito; allí se puede destacar como componente principal el microcontrolador PIC16F84 de Microchip. Este es un microcontrola-

dor tipo RISC, basado en una arquitectura Harvard, que necesita pocos elementos externos para conseguir los objetivos de la temporización y se ha programado de tal manera, que pueda manejar todos los aspectos relacionados con la temporización.

El sistema incluye de un interruptor tipo *dipswitch* de cuatro posiciones, con el cual se

calibra el sistema, y dos displays de siete segmentos en los cuales se puede apreciar el tiempo de programación. La salida para el manejo de estos elementos se da por medio de 6 pines del microcontrolador. Con los pines RA0(17), RA1(18), RA2(1) y RA3(2) se manejan los segmentos gracias a un decodificador BCD a siete segmentos referencia 7447 y la habilitación de

cada display se da por medio de dos transistores 2N2222 conectados a los pines RB7(13) y RA4(3).

La salida está dada por un solo pin del PIC, el RB5(11). A este pin se le ha conectado un transistor que actúa como interruptor de estado sólido y además un relé el cual puede ser útil en aplicaciones donde la velocidad de conmutación no sea muy grande y no se corra el riesgo de desgaste físico de este elemento.

Al empezar la ejecución del sistema, se lee la posición del interruptor tipo *dipswitch* de cuatro posiciones denominado S2, el cual configura todas las funciones como se describe a continuación y se ilustra en la figura 3.

Con el pin 1 se le dice al programa si se necesita que el temporizador inicie su temporización en **on** (1) o en **off** (0). Esta característica se adicionó teniendo en cuenta que algunos procesos necesitan iniciar con ON DELAY y otros con OFF DELAY. El pin 2 configura la base de tiempo con que se va a programar el sistema, es decir en segundos(1) o en minutos (0).

El pin 3 configura el modo de trabajo como **temporizador** (1) o como **intervalómetro** o **cíclico** (0). El pin 4 sirve

Lista de materiales	
Intervalómetro	
Referencia	Descripción (cantidad)
Componentes electrónicos	
IC1	Regulador fijo 7805 (1)
IC2	Microcontrolador PIC 16F84 programado (1)
IC3	Decodificador de siete segmentos 7447 (1)
DISP1 y DISP2	Displays de siete segmentos ánodo común (2)
R1a R5, R8	Resistencias de 10k - 1/4W (6)
R6, R7 y R10 a R16	Resistencias de 330 - 1/4W (9)
R9	Resistencia de 4.7k - 1/4W (1)
R17 y R18	Resistencias de 2.7k - 1/4W (2)
C1	Condensador electrolítico de 2200uF - 50V (1)
C2 y C3	Condensadores cerámicos de 0.1uF - 50V (2)
C4	Condensador electrolítico de 10uF - 16V (1)
C5 y C6	Condensadores cerámicos de 20pF - 50V (2)
XT1	Cristal de cuarzo de 4MHz (1)
D1, D2 y D5	Diodos de propósito general 1N4004 (3)
D3 y D4	Diodos LED de 5mm, rojos (2)
Q1, Q2 y Q3	Transistores de propósito general NPN, 2N3904 (3)
RL1	Relé de 12VDC (1)
S1 y S3	Pulsadores de 4 pines pequeño para PCB (2)
S2	suiche tipo DIP de 4 posiciones (1)
K-308	Circuito impreso CEKIT (1)
J1	Conector tipo cerca de 2 pines (1)
	Base de 18 pines (1)
	Base de 16 pines (1)
	Conector en línea de 3 pines (1)
	Conectores de tornillo de 2 pines para PCB (2)
	Jumper (1)

para informar, en el momento de la programación del aparato, si se está ajustando el tiempo de **on** o el tiempo de **off**.

Funcionamiento

El funcionamiento del proyecto puede dividirse en tres fases, dos de configuración del sistema y la última, que es la de funcionamiento normal. Cuando el sistema se inicia se enciende el LED T/P indicando que se ha entrado en la fase de programación inicial o calibración del dispositivo. En este momento se debe configurar el *dipswitch* S2 con los valores que se deseen según los parámetros que ya se

mencionaron. Cuando ya está seguro de la correcta ubicación de todos los elementos del *dipswitch* se oprime el pulsador de inicio y se entra a la segunda etapa de programación, la cual corresponde a la del ajuste de los tiempos de encendido y apagado.

PIN	DIP	Función
RB0	4	Inicio de la temporización ON (1), OFF (0)
RB1	3	Base de tiempo de la temporización minutos (0), segundos (1)
RB2	2	Modo de funcionamiento temporizado (1), cíclico (0)
RB6	1	Programación de los tiempos ON (1), OFF (0)

Figura 9.3 Descripción de las funciones que se configuran con el *dipswitch*

Intervalómetro



Figura 9.4 Secuencia que se debe seguir para manipular el sistema.

En esta segunda fase se habilitan los displays de siete segmentos y en ellos se visualiza el tiempo que se está programando; para programar los tiempos se debe primero ajustar el pin 4 del **dipswitch** para el tiempo de **on** y de **off**, y a continuación se utiliza el pulsador de inicio para incrementar ese valor para cada uno de los estados de la salida.

Después de programar esos tiempos, se deja el sistema quieto por unos cuantos segundos, al cabo de los cuales el aparato entenderá que ya se ha culminado la fase de programación; el LED indicador T/P parpadeará por un momento indicando que ya todo está listo para iniciar su trabajo. Ahora ya se puede accionar el pulsador de inicio para activar la temporización. En cualquier momento, este proceso se puede detener con el pulsa-

dor de RESET. Al darle esta acción, el proceso se debe repetir desde el principio.

La salida del sistema se da por el pin 11(RB5) del microcontrolador. En este, además de un LED indicador, hay una salida por medio de transistor, y adicionalmente se le puede activar, si se desea, una salida por relé, el cual es un medio mecánico muy utilizado para controlar cargas; la activación de este relé se hace al colocar el jumper J1. En la figura 4 observamos un diagrama del funcionamiento del sistema.

Explicación del programa

Una de las principales funciones que tiene el programa grabado en el microcontrolador es la de establecer una base de tiempo confiable a la cual se pueda acudir para alcanzar los tiempos especificados en el *dipswitch*.

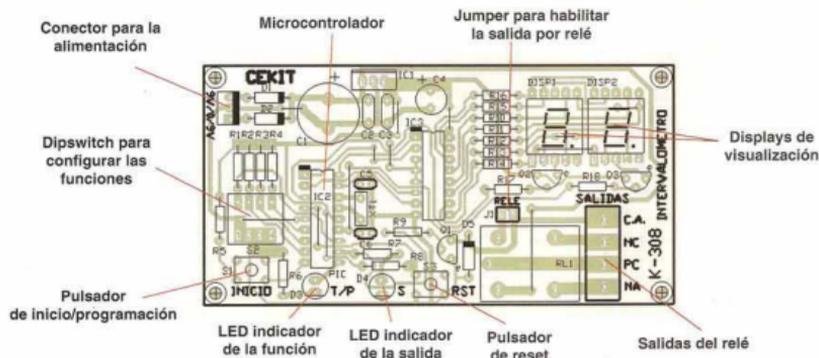


Figura 9.5 Guía de ensamblado del proyecto

Para cumplir este objetivo, se han hecho dos rutinas (una para los segundos y otra para los minutos) que desarrollan un retardo basándose en un módulo

interno del chip denominado *timer 0*. Una vez ajustadas estas dos rutinas, el programa lleva a cabo secuencialmente cada una de las fases, lee la configuración dada por el usuario en los *dipswitchs* y, según esta lectura, configura las condiciones internas para que se cumplan los objetivos deseados. Observe los diagramas de flujo de la **figura 6**.

Guía de ensamble

En la **figura 5** se muestra la guía de ensamble de este intervalómetro. En éste, como en todos los proyectos, se debe tener especial cuidado al colocar los elementos que requieren una polarización: diodos, transistores, puente rectificador, condensadores, regulador de voltaje y circuito integrado. En esta guía puede ubicar fácilmente cada

uno de los componentes del sistema para su ensamblaje y manipulación.

Para minimizar el número de líneas requeridas del microcontrolador, se utiliza un decodificador 7447, el cuál se encarga de manejar los visualizadores de siete segmentos, con la ayuda adicional de los transistores Q1 y Q2, los cuales determinan cuál de los visualizadores estará encendido en un momento dado. Estos transistores trabajan como interruptores; un nivel lógico alto en sus bases hará que cir-

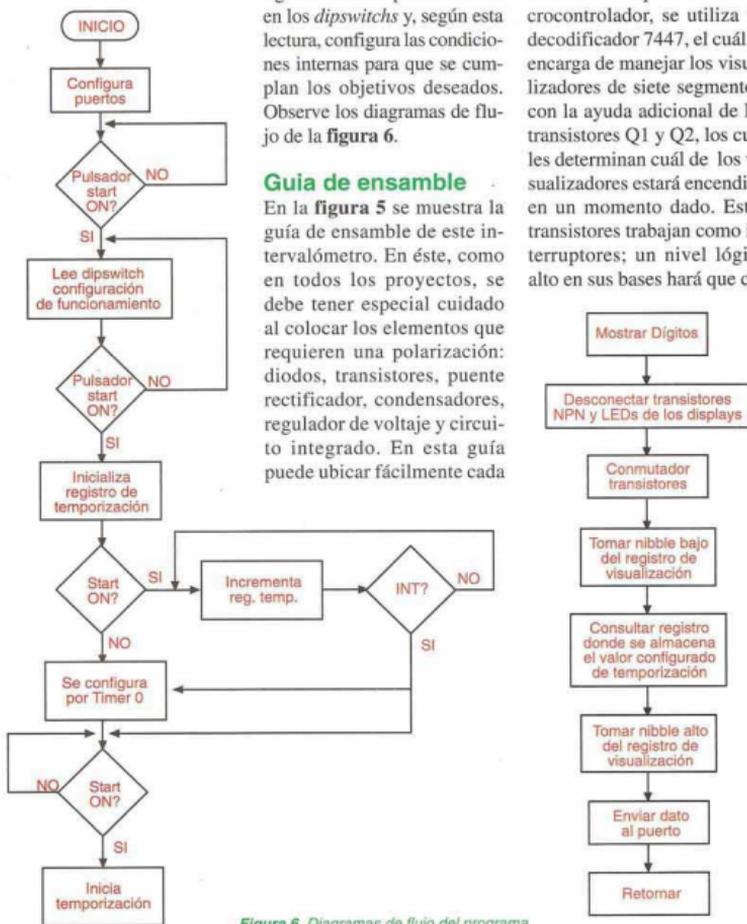


Figura 6. Diagramas de flujo del programa

cule corriente por el emisor, permitiendo activar aquellos segmentos cuyos cátodos estén a un nivel lógico alto. En este caso, las resistencias R10 a R16 limitan la corriente que circulará a través de cada seg-

mento, a un valor cercano a los 20 mA, más que suficientes para lograr una iluminación adecuada de los diodos LED de los segmentos. Observemos en la **figura 6** el diagrama de flujo del programa en el cual

se observa el algoritmo implementado en lenguaje ensamblador. En las **figuras 7, 8, 9 y 10** se pueden apreciar algunos aspectos del montaje que puede tomar como guía para desarrollar el proyecto.

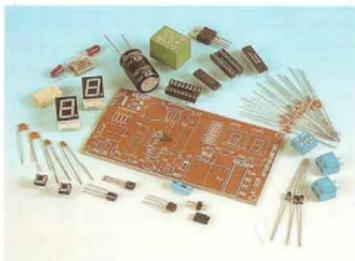


Figura 6. Aspecto final de la tarjeta ensamblada. Puede tomar como referencia la guía de montaje para ubicar las salidas de la tarjeta a la entrada de alimentación de los demás elementos.

Figura 7. Estos son los elementos necesarios para el ensamble del intervalómetro. El microcontrolador debe estar previamente programado.

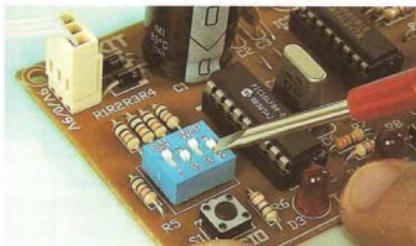
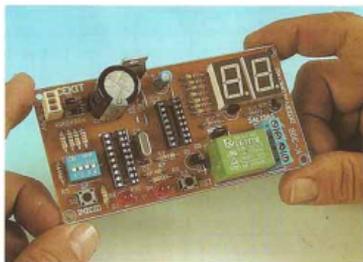


Figura 9. La configuración del dipswitch es la parte más importante del proceso. Para facilidad del usuario, puede hacerse mediante un atornillador, teniendo como precaución de no oprimir el pulsador de inicio.

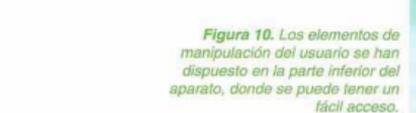


Figura 10. Los elementos de manipulación del usuario se han dispuesto en la parte inferior del aparato, donde se puede tener un fácil acceso.