

Temporizador universal con salida a relé activable tanto en modo cíclico, como en impulso individual, con duración de los intervalos ON y OFF configurable entre 1 segundo y 60 horas.

## TEMPORIZADOR PROGRAMABLE DE 1 SEGUNDO A 60 HORAS

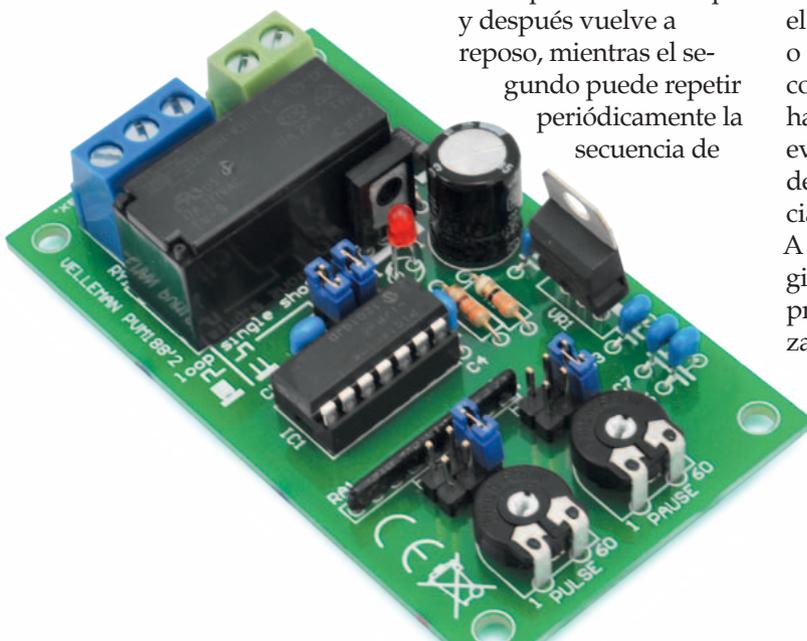
FRANCESCO DONI

Cuando debemos controlar un sistema eléctrico por tiempo, podemos recurrir a dos tipos de dispositivos

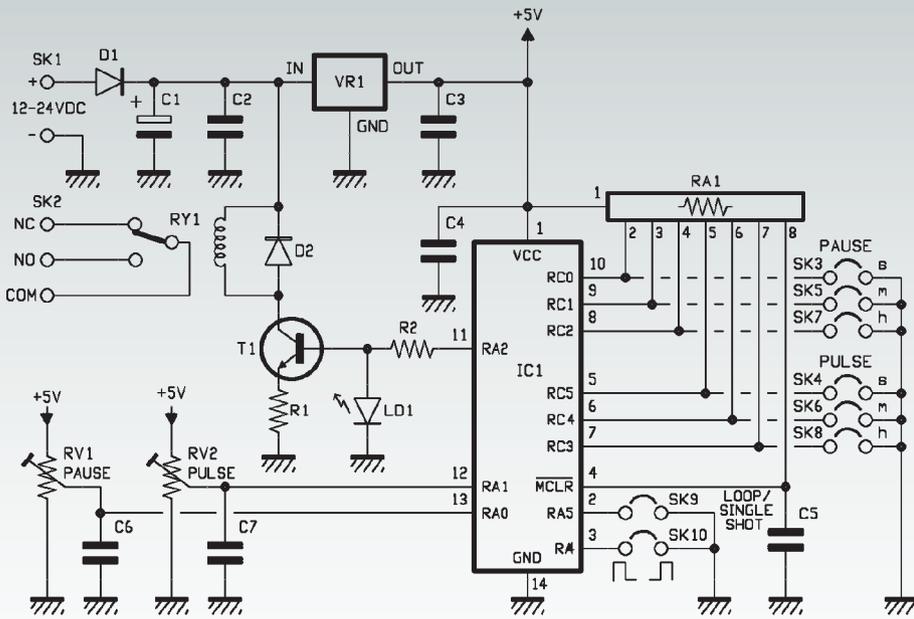
temporizados: "one-shot" y cíclico; la diferencia entre ambos radica en el hecho de que el primero activa la carga por un cierto periodo de tiempo y después vuelve a reposo, mientras el segundo puede repetir periódicamente la secuencia de

activación, o encender el sistema por un periodo muy preciso intercalado por una pausa, también bien definida. Todo ello indefinidamente, desde el encendido al apagado o desde la recepción del comando de arranque hasta cuando llega el eventual comando de detección de la secuencia. A menudo, en estas páginas habéis encontrado proyectos de temporizadores de varios tipos, pero prácticamente todos han sido del tipo impulso

individual (*one-shot*) o temporización simple, o dispositivos capaces de encender la carga una sola vez, empezando con la activación o con una pausa, después de una orden de un nivel de tensión o de un pulsador. En estas páginas queremos proponeros ahora un temporizador bimodal, capaz pues de trabajar en dos modos: en el primero controla un sistema por un cierto intervalo, seguido o después de una pausa, mientras en el segundo activa cíclicamente el



## [esquema **ELÉCTRICO**]



sistema. El control se realiza mediante un relé del que está dotado el circuito, que puede alimentar el sistema o quitarle la tensión, en base a la conexión preseleccionada y a la configuración del circuito. Por lo tanto, el circuito aquí propuesto es un temporizador universal con amplia gama de temporización, en el cual podemos definir separadamente el tiempo de activación y el de pausa entre 1 segundo y 60 horas para cada modalidad; la configuración se efectúa muy fácilmente mediante dos potenciómetros de ajuste (RV1 permite definir la duración de la pausa y RV2 aquella de la activación) y dos ternas de jumper. El circuito está operativo apenas es alimentado, por tanto no necesita de comando externo. En la modalidad *one-shot*, se puede optar por dos funciones: en la primera el temporizador parte con el sistema activo y se apaga una vez superado el tiempo de activación establecido; en la segunda, el circuito respeta la pausa establecida y después activa el sistema, que se apaga de nuevo una vez transcurrido del tiempo definido para la activación.

En el modo cíclico, el temporizador alterna cíclicamente periodos de activación y de reposo del relé de salida desde que se enciende hasta que se le priva de la alimentación; también en esta modalidad es posible establecer si al iniciar la secuencia el relé debe empezar activado o estar en reposo. Los modos de funcionamiento se configuran con dos simples jumper.

### **ESQUEMA ELECTRICO**

Dicho esto, echamos un vistazo al circuito refiriéndonos a su esquema eléctrico: todo ha sido muy simple por la adopción de un microcontrolador Microchip PIC16F676, con un encapsulado dip de 7+7 terminales y basado sobre arquitectura RISC de 8 bit con memoria de programa de tipo Flash. Por cómo está programado, en el encendido, después del power-on-reset, el micro inicializa los propios pines de I/O configurando RA1 y RA0 como entrada asignados al convertidor A/D y RA2 como salida dedicada al control del relé. Las líneas RA4 y RA5 son inicializadas como entradas con pull-up interno dedicadas a la

lectura de los jumper de configuración del modo de funcionamiento, mientras las I/O del registro RC son todas inicializadas como entrada sin pull-up, que son utilizadas por el firmware para leer los jumper con los que, en fase de configuración del tiempo, se define si el correspondiente potenciómetro está aplicando horas, minutos o segundos. Para la precisión, los jumper SK3, SK5, SK7 controlan respectivamente la definición de segundos, minutos y horas de la pausa (asociados al potenciómetro RV1) mientras SK4, SK6, SK8 hacen aplicar a RV2 respectivamente los segundos, los minutos y las horas de duración del impulso.

El pull-up de las líneas RC0, RC1, RC2, RC3, RC4, RC5 está asociado a una red resistiva 8x1 (ocho resistencias con terminales en común) porque no puede ser implementado internamente en el registro RC. Completada la inicialización, se ejecuta el programa principal, que prevé la verificación cíclica del estado de las líneas de entrada RA1, RA0, RC0, RC1, RC2, RC3, RC4, RC5; más exactamente, el firmware verifica la configuración de los jumper SK9 y SK10 para decidir qué modo de temporización ejecutar. Si SK9 se encuentra abierto, el temporizador funciona a impulsos individuales, ejecuta un solo ciclo, mientras si el jumper está cerrado la temporización se repite cíclicamente hasta mientras el circuito esté alimentado. En cuanto al SK10, si está abierto el temporizador parte desde la pausa y después activa el relé, mientras si SK10 está cerrado se arranca con el ciclo de activación y después ejecuta la pausa. En todo momento es posible modificar los tiempos asignados a pausa e impulso, utilizando a este propósito el potenciómetro correspondiente; para limitar el número

de potenciómetros y el tamaño del circuito impreso, en el temporizador se ha recurrido a una estrategia: cada uno de los potenciómetros establece horas, minutos y segundos del periodo al cual está relacionado, pero uno solo a la vez. En práctica, el potenciómetro define el tiempo correspondiente, de dependiendo del jumper que esté cerrado; la correspondencia es RV1 con SK3, SK5, SK7 y RV2 con SK4, SK6, SK8. Hay que destacar que cada potenciómetro regula en sentido horario, entendiendo con esto que el cursor a la izquierda del todo corresponde al tiempo mínimo mientras todo girado en sentido horario corresponde al máximo.

Para configurar la duración de la pausa usamos RV1: cerrando SK3 la posición asumida por el cursor define los segundos, haciendo lo mismo con SK5 cerrado establecemos los minutos y para definir las horas cerramos SK7. El cursor girado del todo en sentido anti horario corresponde al mínimo

(1) mientras cuando está en el extremo opuesto coincide con el máximo (60); medio recorrido equivale a 30 segundos, minutos, horas, 1/3 de recorrido desde el extremo de la izquierda corresponde a 20 segundos, minutos u horas, y dos tercios de recorrido en sentido horario son 40 segundos, minutos, horas.

Por ejemplo, si queremos configurar una duración de la pausa de 1 hora, 30 minutos y 30 segundos debemos cerrar SK7 y rotar el cursor del potenciómetro todo en sentido anti horario, después abrir SK7 y cerrar SK5, poniendo a mitad de recorrido el cursor del RV1, después abrir SK5, cerrar SK3y rotar de nuevo a mitad de recorrido el cursor del potenciómetro. Hecho esto es necesario eliminar el puente de SK3 y dejar SK3, SK5 y SK7 abiertos.

La configuración de la duración de la pausa es igual: se cierra SK4 y se gira el cursor del RV2 en la posición correspondiente a los segundos deseados, después se abre

SK4 y se cierra SK6 posicionando el cursor por los minutos, finalmente se abre SK6 y se cierra SK8 rotando el cursor en la posición relativa a las horas deseadas. Para completar la configuración se abre SK8 y se dejan abiertos, claramente, también SK4 y SK6.

La figura en la página siguiente ejemplifica la configuración de los tiempos de pausa e impulso y de los modos de funcionamiento del circuito.

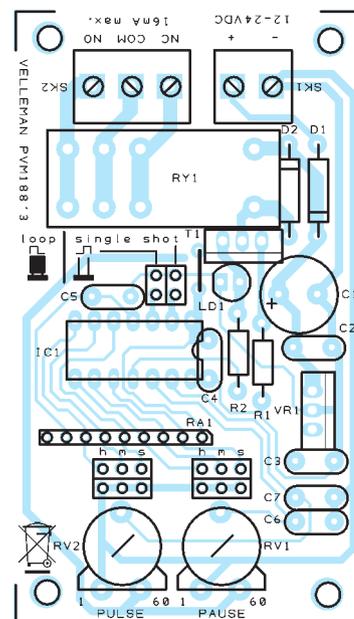
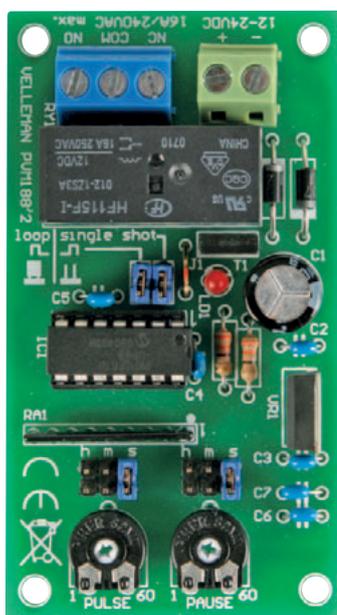
Después de haber modificado los ajustes de los tiempos, para hacer efectivamente utilizables las modificaciones es conveniente desconectar el circuito de la alimentación, esperar unos veinte segundos, y después alimentarlo de nuevo.

Cerramos la descripción del esquema eléctrico con la etapa de salida y el bloque de alimentación: como ya hemos comentado la salida del circuito es un relé, utiliza un relé de un circuito con bobina de 12 voltios, controlado por la línea RA2 del microcontrolador

## [plano de MONTAJE

### Lista de materiales:

R1: 33 ohm	D2: 1N4007
R2: 330 ohm	IC1: PIC16F676-I/P
RA1: Red resistiva 8x47kohm + C	(VMK188)
RV1: Trimmer	VR1: 7805
4,7 kohm MO	LD1: LED 3 mm rojo
RV2: Trimmer 4,7	T1: BD139
kohm MO	RY1: Relé 12V
C1: 220 $\mu$ F 16 VL	VR17V121C
electrolítico	Varios:
C2: 100 nF multicapa	- Terminal 2 polos
C3: 100 nF multicapa	- Terminal 3 polos
C4: 100 nF multicapa	- Zócalo 7+7
C5: 100 nF multicapa	- Tira de 2 pines macho
C6: 100 nF multicapa	(8 pz.)
C7: 100 nF multicapa	- Jumper (4 pz.)
D1: 1N4007	- Circuito impreso



mediante el transistor T1, que actúa de amplificador de corriente o, si preferís, como interruptor estático. Cada vez que RY1 debe conectar COM y NO, el terminal 11 del PIC16F676 se lleva a 1 lógico polarizando la base del transistor NPN mediante la resistencia R2, que tiene la doble función de limitar la corriente de base del T1 y la corriente directa del LED LD1, que en el circuito nos sirve para indicar de forma visual cuando el relé está activado.

Hay que destacar la resistencia R1, indispensable para elevar el potencial de base del transistor lo suficiente para permitir el encendido del LED, que al ser rojo requie-

re una tensión ánodo-cátodo de al menos 1,8 voltios; si el emisor del T1 estuviese directamente conectado a masa, el NPN seguiría entrando en conducción ya que la tensión  $V_{be}$  de un transistor de silicio es típicamente de  $0,6 \div 0,7$  voltios, pero esa tensión no bastaría para encender el LED. Insertando R1, la suma de la  $V_{be}$  del T1 y de la caída de tensión sobre la R1 determinan los 1,8 voltios requeridos por el LD1 para iluminarse. Cuando se polariza la base, por el colector de T1 circula una corriente bastante elevada que excita la bobina del relé y, por consiguiente, desencadena la conmutación; sin embargo cuando la línea RA2 del microcon-

trolador vuelve a cero lógico, T1 pasa al corte, LD1 apagado y el relé queda en reposo.

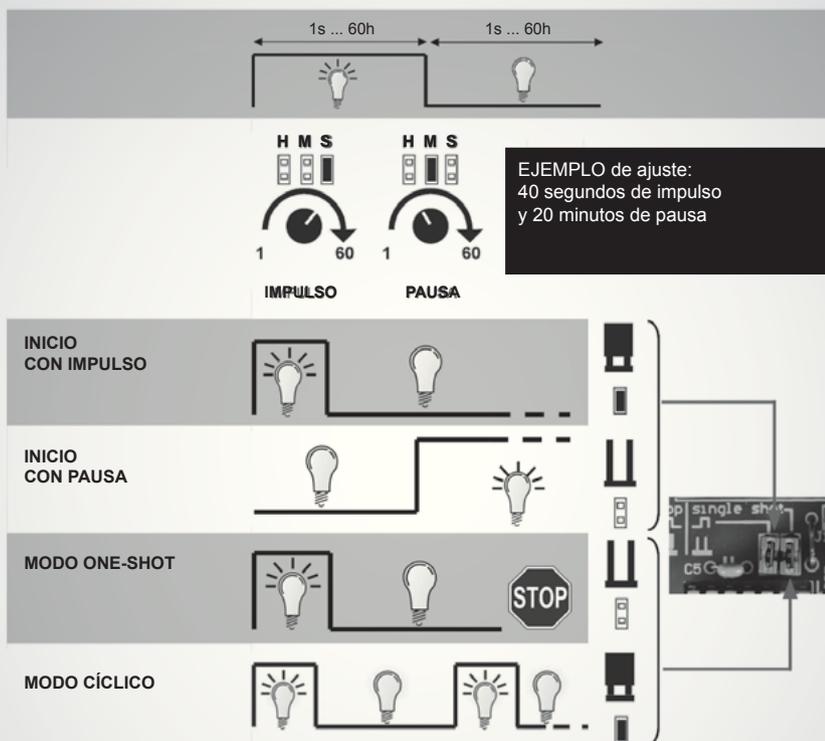
Destacar que el diodo D2 ha sido insertado para proteger la unión base-colector del transistor cuando este pasa al corte; de hecho en esta situación la bobina del relé, como todas las inductancias, reacciona a la brusca interrupción de la corriente generando un tensión extra de polaridad opuesta a aquella que la alimentada que podría dañar la unión base-colector de T1.

Concluamos el análisis del esquema eléctrico describiendo el bloque la fuente de alimentación; el circuito puede ser alimentado indiferentemente con tensión continua o alterna: en el primer caso es necesario aplicar  $12 \div 14 V_{cc}$  que tomados de una fuente de alimentación incluso no estabilizada o por una batería, mientras en el segundo es necesario proporcionar como máximo 11 Vca eficaces.

Usando la alimentación continua, el diodo D1 protege el circuito de la inversión de polaridad, mientras en el caso que se opte por la alterna, el mismo diodo rectifica (la rectificación es a una semionda) la tensión eliminando las semiondas de polaridad negativa y el electrolítico C1 filtra la componente resultante haciéndola continua. En todos los casos, la componente en los extremos de los condensadores C1 y C2 (este último sirve para filtrar posibles picos de tensión y ruidos impulsivos introducidos en la línea de alimentación) entra en el regulador integrado VR1 (un común 7805) que entrega 5 voltios perfectamente estabilizados con los cuales hace funcionar la lógica y por tanto el microcontrolador IC1.

Indicar que se puede alimentar el circuito también con 24 Vcc: en este caso, sin embargo, es necesario utilizar un relé con bobina compatible con tal tensión.

## Los ajustes



He aquí como se configura el temporizador para las distintas modalidades de funcionamiento y en qué modo se ajustan las duraciones de activación y pausa: SK9 ajusta la modalidad single-shot o cíclica, mientras que con SK10 es posible decidir si el temporizador debe empezar con el relé excitado o en reposo. Los potenciómetros ajustan horas, minutos y segundos (uno del impulso de activación del relé y el otro de la pausa de reposo) dependiendo de cuál es el jumper cerrado en ese momento.

## DESARROLLO PRÁCTICO

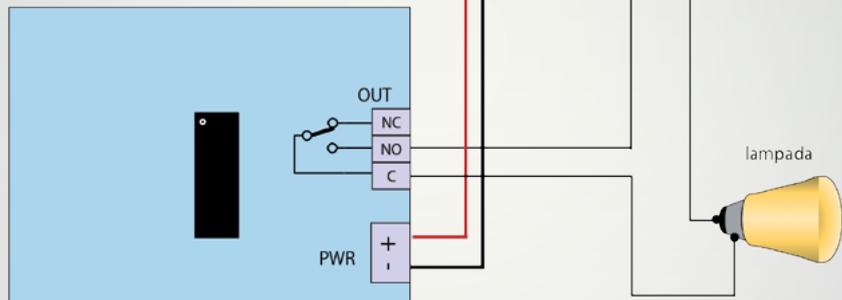
Ahora que hemos explicado cómo está hecho y en qué modo funciona nuestro temporizador, solo nos queda decir algunas palabras sobre la fabricación, que se desarrolla como es costumbre partiendo de un circuito impreso (en este caso monocapa) cuyo diseño encontraréis en nuestra web [www.nuevaelectronica.com](http://www.nuevaelectronica.com).

Una vez descargado el archivo e impreso sobre papel translúcido o acetato, se puede proceder con el fotograbado. Una vez grabado y taladrado, la placa esta lista para alojar los componentes, que montareis empezando por aquellos de perfil más bajo (resistencias, zócalo para el microcontrolador y diodos de silicio) para después continuar con los potenciómetros, la red de resistencias (para la orientación prestar atención al punto que indica el terminal 1) los condensadores (primero lo no polarizados) y los jumper; estos últimos debéis realizarlos con los grupos de tiras de pines de paso 2,54 mm insertados y soldados en los respectivos taladros, mientras para cerrarlos durante los ajustes basta aplicar en las puntas los tradicionales "cap" de paso 2,54 mm.

Continuar el montaje insertando el LED y el transistor BD139, después el regulador integrado 7805, que va dispuesto con la parte metálica frente al LD1 (el chaflán de este último debe sin embargo mirar hacia los jumper SK9 y SK10). Por último montar el relé; no olvidéis realizar el puente cercano al T1, utilizando con tal fin un trozo de terminal de una resistencia o condensador.

Para las conexiones con la carga y la alimentación, montar terminales de paso 5 mm en las posiciones correspondientes. Para el correcto posicionamiento de todos los componentes referiros

*Cableado de la instalación para encender y apagar una o más lámparas: por ejemplo aquellas de un patio o de una escalera.*



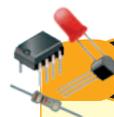
al plano de montaje que veis en estas páginas.

Terminar las soldaduras y comprobar que todo esté correcto, podéis insertar en el correspondiente zócalo el microcontrolador ya programado con el software específico.

Ahora estáis listos para instalar vuestro temporizador y ajustarlo para que ejecute los tiempos deseados. Recordar que el circuito se alimenta con una tensión comprendida entre 12 y 24 Vcc y requiere de una corriente de alrededor 100 mA; con el relé actual, la salida puede conmutar cargas que absorben hasta 16 A sobre una tensión de 230 Vca.

Al instalar el temporizador en instalaciones sujetas a la tensión de red, hay prestar mucha atención porque un error puede provocar daños o incluso la electrocución; por tanto trabajar siempre después de haber quitado la tensión a la instalación (actuar sobre el interruptor de red apropiado en el cuadro eléctrico del local) y revisar de nuevo las conexiones una vez realizado el cableado. Prestar particularmente atención al aislamiento del circuito impreso, cuyas pistas, una vez conectada la tensión, estarán expuestas a los 230 Vca; nuestro consejo es encerrar el temporizador en un

contenedor plástico que deberéis haberos encargado de mecanizar para hacer accesibles los potenciómetros y para dejar entrar los cables de alimentación y de la carga. Puede ser también suficiente encerrar el temporizador en una caja empotrada standard tipo Living Ticino, Ave Sistema 45, Vimar Idea y similares, porque las dimensiones del circuito impreso lo permiten; completado el cableado, podéis montar la placa de apoyo y la externa, del tipo y del color que os guste. (171029) ■



## el MATERIAL

Todos los componentes utilizados en este proyecto son fáciles de encontrar. El diseño del circuito impreso puede ser descargado de la web de la revista. El temporizador programable - fabricado por Velleman - está también disponible en kit de montaje (cod. MK188) al precio de 18,00 Euros. El kit incluye el circuito impreso mecanizado y serigrafiado, todos los componentes electrónicos y las piezas pequeñas. No está incluido la fuente de alimentación.

Precios IVA incluido sin gastos de envío.

Puede hacer su pedido en:

[www.nuevaelectronica.com](http://www.nuevaelectronica.com)

[pedidos@nuevaelectronica.com](mailto:pedidos@nuevaelectronica.com)