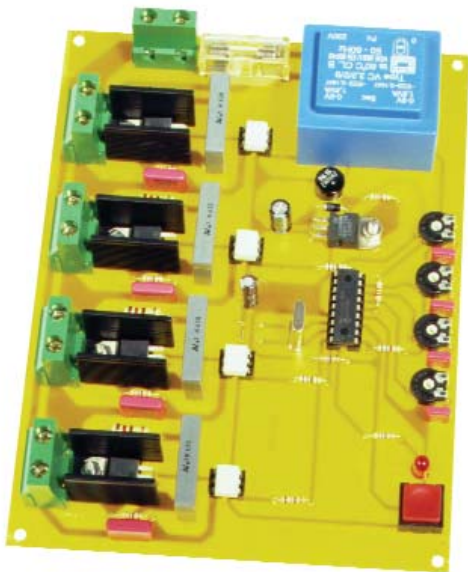


ILUMINACIÓN ESPECTACULAR PARA SU BELÉN



Consiga una efectista iluminación para su belén con el circuito que les proponemos: un control electrónico que simula cíclicamente el paso del día a la noche y de la noche al día que puede pilotar hasta cuatro cargas luminosas compuestas, por ejemplo, por la luz diurna, el brillo de las estrellas, el trémolo fulgor de los hogares y la radiante estrella de los Reyes. Entrega hasta 2.000 vatios por canal. Un microcontrolador programado

por Arsenio Spadoni

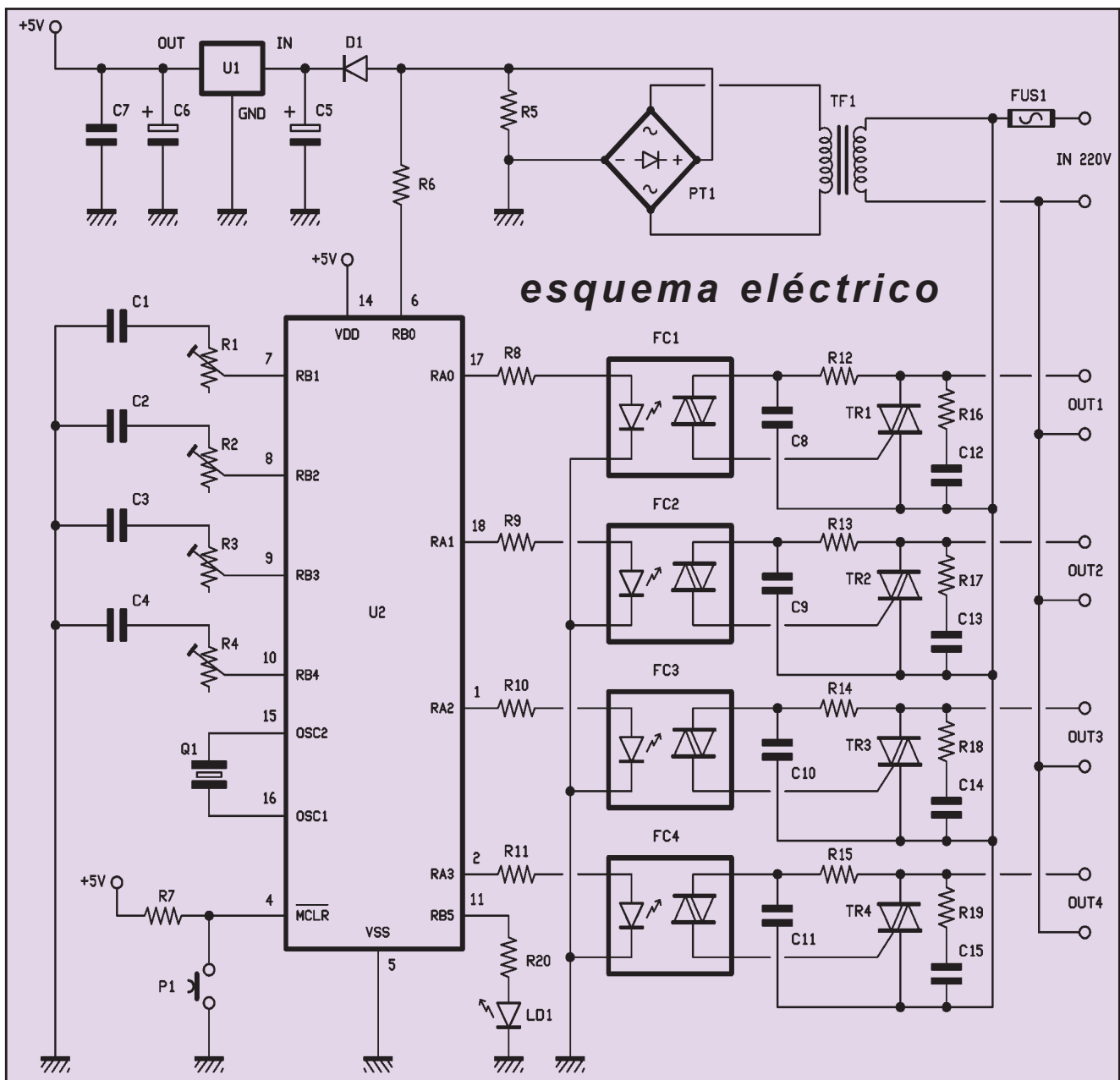
Querer es poder. Cada año soñamos con iluminar espectacularmente nuestro belén y acabamos colgando un par de guirnaldas porque no sabemos cómo hacerlo. Pero este año incorporaremos este estupendo kit que nos va a proporcionar una preciosa iluminación dinámica para el Nacimiento o árbol de Navidad. El circuito que se presenta se trata de una instalación sensiblemente más compleja (por tanto, más interesante) que los clásicos circuitos de alba y ocaso. Numerosos aficionados que no se limitan a realizar un belén doméstico sino el pesebre o diorama monumental de pa-rroquias, centros comerciales, instituciones oficiales, etc. han aportado sugerencias que nos han llevado a diseñar un circuito capaz de controlar cuatro cargas no inductivas de hasta 2.000 vatios cada una. En el caso de un belén doméstico puede que los Triacs de potencia no lleguen ni a calentarse. Las cuatro salidas permiten controlar las cargas luminosas simulando la evolución de la luz del sol, de las

estrellas, de los fuegos y luces de las casas de los pastores y también de la estrella de los Reyes Magos, encendiéndolas y apagándolas gradual y proporcionalmente siguiendo un ciclo equivalente a una jornada entera. La secuencia consta de las cuatro fases "Día", "Ocaso", "Noche" y "Alba", cuya duración puede regularse independientemente. "Ocaso" y "Alba" son las sugestivas: durante el Ocaso la luminosidad del Día disminuye gradualmente mientras en el cielo empiezan a iluminarse las estrellas; en un momento dado, antes de oscurecer totalmente, se encienden los fuegos y las luces de las casas y del pesebre. Es más: en un alarde de virtuosismo, una de las cuatro salidas reproduce el fulgor tembloroso de los hogares y de las hogueras de los pastores. Cuando todas las estrellas están completamente iluminadas, se enciende la estrella de los Reyes Magos. Durante la fase de amanecer (Alba) se van apagando todas las luces mientras la del Día crece lentamente hasta la luminosidad máxima.

El resultado es realmente espectacular. Un microcontrolador PIC16F84 (U2) debidamente programado gestiona todas las funciones. Cuatro de sus líneas atacan sendos fotoacopladores que, a su vez, pilotan cuatro triacs de potencia. En las líneas que terminan en las puertas RA0 (patilla 17), RA1 (patilla 18), RA2 (patilla 1) y RA3 (patilla 2) aparecen los impulsos (sincronizados con la tensión de red) que activan los triacs y, consecuentemente, encienden

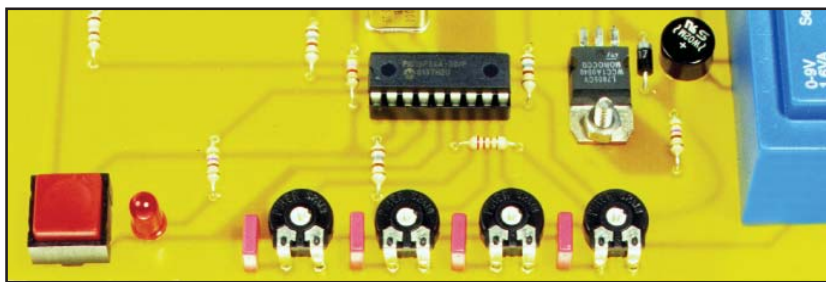
las lámparas. El triac conduce por un tiempo que puede variar entre cero y el 100% del semiperiodo de la senoide de red, en función del retraso entre el paso por cero de la senoide de red y el impulso de encendido (que aparece a cada semiperiodo). Ello determina que la lámpara brille con una luminosidad comprendida entre el valor mínimo y el máximo. Para obtener el encendido gradual se va reduciendo el retardo hasta su total desaparición. Igualmente, para

el apagado gradual, el retardo (inicialmente máximo) se reduce poco a poco hasta la completa eliminación de los impulsos. En la patilla 6 del PIC (puerta RBO) se aplica el impulso de sincronización con la tensión de red, impulso que se obtiene de la tensión alterna unidireccional que aparece a la salida del puente rectificador PT1 antes de ser filtrada por el condensador electrolítico C5. Se ha intercalado el diodo D1 para separar el puente de la etapa de filtrado.



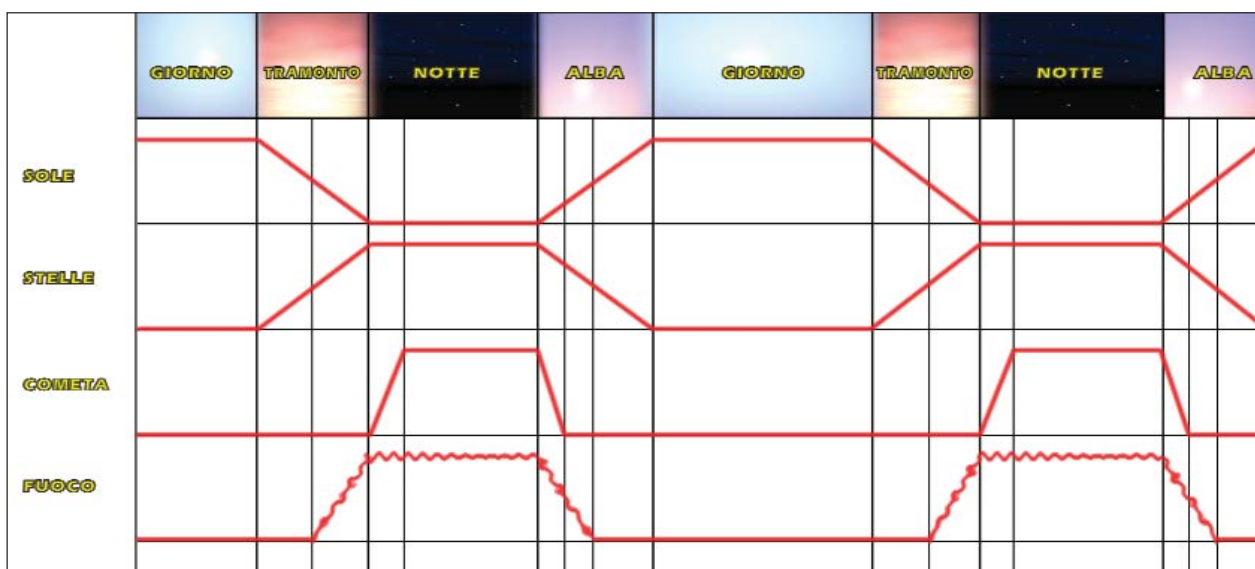
24 HORAS

El gráfico adjunto muestra la secuencia de luces controlada por el circuito FT405K. En la fase "Día", la única luz encendida es la que simula el sol y que ilumina el pesebre literalmente "como si fuera de día". La duración de esta fase puede ajustarse entre 3 y 10 minutos con el trimmer R1. Al final de este periodo se arranca la fase de puesta de sol (Ocaso), cuya duración depende del trimmer R2, ajustable entre 20 y 100 segundos. La luz del día se atenúa gradualmente mientras aumenta la luminosidad de las lámparas que simulan las estrellas, hasta el



al término del ciclo. Esta salida, la núm. 4, genera una luz temblorosa que simula el temblor del fuego. Finalmente, se va encendiendo gradualmente la lámpara que ilumina la estrella. El paso de la mínima a la máxima luminosidad se produce en un tiempo del orden de la cuarta parte del pro-

fase, arranca la cuarta y última: el alba. La luz de las estrellas se reduce gradualmente mientras aumenta la del día hasta el completo apagado de las estrellas y el completo encendido de las lámparas que simulan la luz solar. Al comienzo de esta fase también la estrella de los Reyes se apaga



completo apagado del sol, que coincide con la máxima iluminación de las estrellas. Seguramente ésta es la fase más espectacular del ciclo, la que arranca un ¡Ohhh! a los espectadores. A la mitad de esta fase de transición empiezan a encenderse los fuegos o luces de las casas y las hogueras de los pastores, que alcanzan la máxima luminosidad

gramado para el ocaso. A partir de aquí, el aspecto del diorama o belén es de noche cerrada, con las estrellas que brillan en el cielo, la estrella de los Reyes Magos luciendo plenamente y los fuegos de las casas y las hogueras de los pastores encendidos con su típico trémolo. La duración de esta fase (entre 3 y 10 minutos) se ajusta con el trimmer R3. Terminada la

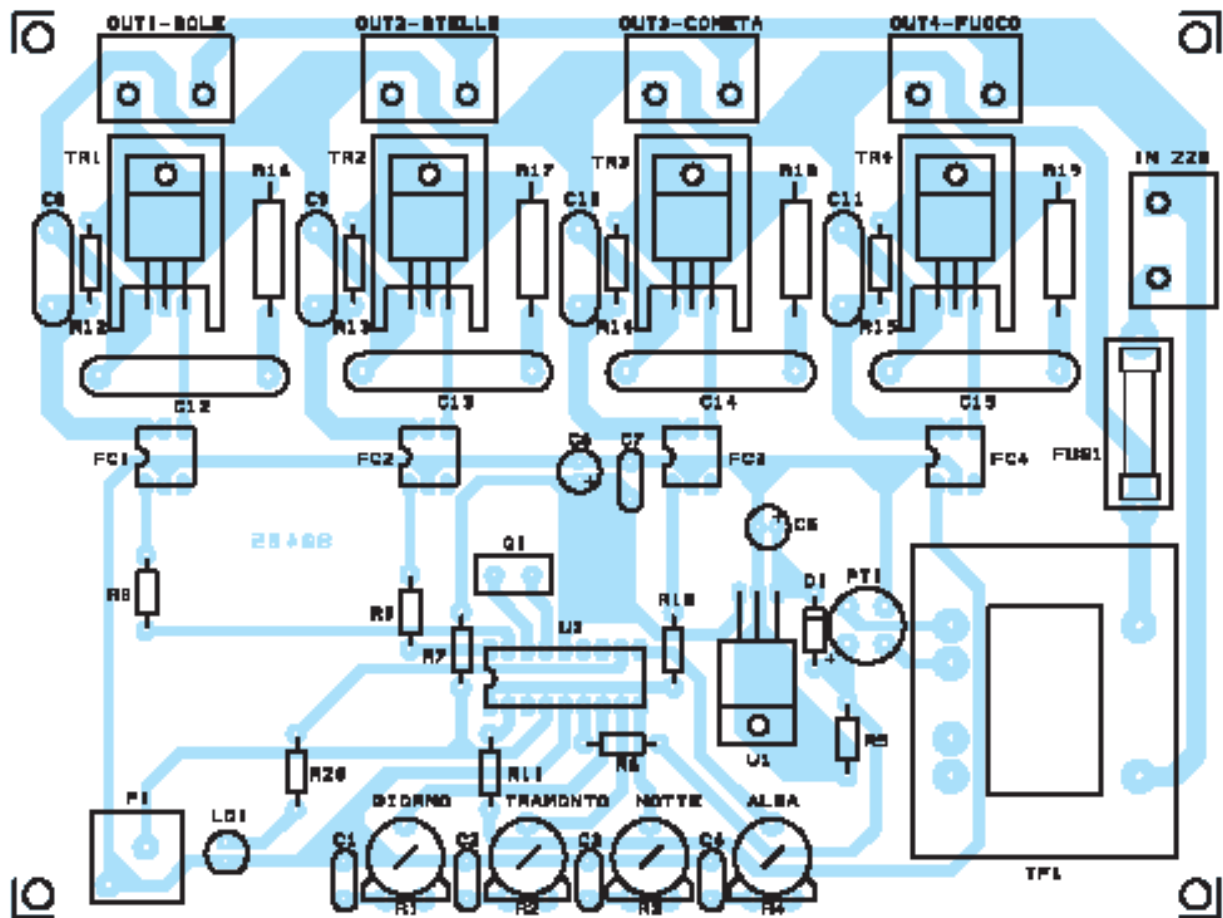
gradualmente pero a mayor velocidad, de modo que queda totalmente apagada hacia la cuarta parte del tiempo programado para el alba. Siempre al inicio de esta fase de transición, también la luminosidad de los fuegos inicia a calar hasta que se apagan. En este caso, el paso de la máxima luminosidad al total apagado se produce hacia la mitad de la fase

A continuación de ésta, la tensión continua pasa al regulador integrado U1, que entrega los 5 voltios estabilizados con que se alimenta el microcontrolador. La duración de las fases se regula

independientemente actuando sobre las redes RC conectadas a las puertas RB1 (patilla 7), RB2 (patilla 8), RB3 (patilla 9) y RB4 (patilla 10), cuyas resistencias serie son sendos trimmers

de los que depende, en último término, la duración de cada fase. El software sólo lee el ajuste de tiempos en el momento del encendido, tras un impulso de reset. El pulsador P1 permite

diagrama de montaje



Lista de componentes

R1: 4,7 KOhm trimmer
 R2: 4,7 KOhm trimmer
 R3: 4,7 KOhm trimmer
 R4: 4,7 KOhm trimmer
 R5: 470 Ohm
 R6: 22 KOhm
 R7: 4,7 KOhm
 R8: 180 Ohm
 R9: 180 Ohm
 R10: 180 Ohm
 R11: 180 Ohm
 R12: 470 Ohm 1/2 W
 R13: 470 Ohm 1/2 W

R14: 470 Ohm 1/2 W
 R15: 470 Ohm 1/2 W
 R16: 120 Ohm 1 W
 R17: 120 Ohm 1 W
 R18: 120 Ohm 1 W
 R19: 120 Ohm 1 W
 R20: 470 Ohm
 C1÷C4: 100 nF poliéster,
 63VL
 C5: 100 µF 35VL electrolítico
 C6: 10 µF 63VL electrolítico
 C7: 100 nF multicapa
 C8÷C11: 10 nF 400VL polié-
 ster
 C12÷C15: 100 nF 630VL

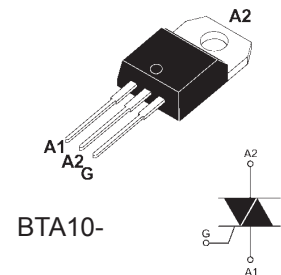
poliés.

D1: 1N4007
 LD1: Led 5mm rojo
 U1: 7805
 U2: PIC16F84-20 (MF405)
 Q1: cuarzo 20 MHz
 PT1: puente de diodos 1 A
 FC1÷FC4: MOC3020
 TR1÷TR4: BTA10-700B
 TF1: transf. 220/9V, 1,6VA

Varios:

- zócalo 9+9;
 - zócalo 4+4 (4 ud.);
 - regleta conex. 2 polos

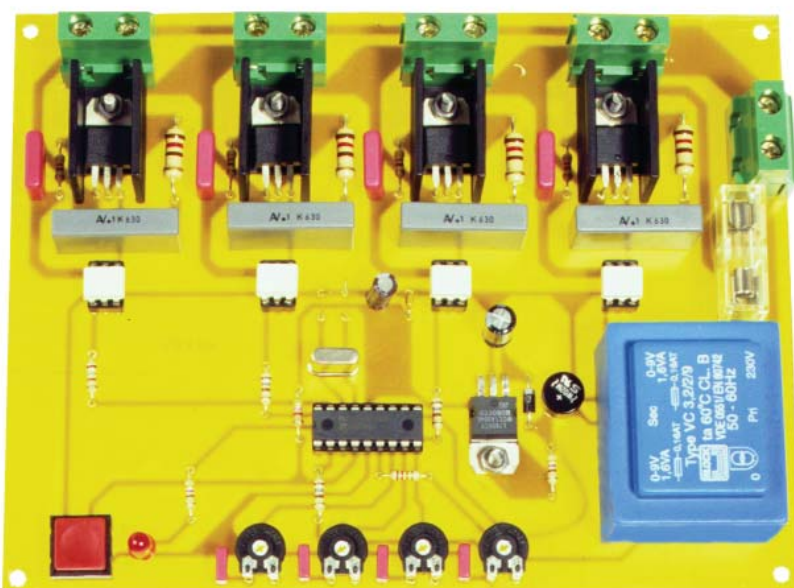
paso 10 mm (5 ud.);
 - pulsador N.A.;
 - portafusible miniatura;
 - disipador ML26 (4 ud.);



un reset y, en consecuencia, la memorización de los nuevos tiempos seleccionados. El led LD1 parpadea con una frecuencia del orden de 1/10 de la frecuencia de red, es decir, de unos 5 Hz. De este modo el led indica no sólo que el circuito

está funcionando sino también que la sección de sincronización funciona correctamente. El software implementado en el microcontrolador funciona como sigue: tras inicializar las líneas de I/O, el main menú lee el ajuste de los trimmers y pasa a

ejecutar las subrutinas de las fases "Día", "Ocaso", "Noche" y "Alba". Las más complejas son las que presentan activada la opción "fuego", que deben reproducir, además de la variación de luminosidad específica de los ciclos Alba y Ocaso, las



Aspecto del circuito terminado. Se distinguen claramente las regletas de conexión de paso 10 milímetros, capaces de soportar importantes corrientes. Para evitar sobrecalentamiento, especialmente si se utilizan cargas elevadas, es aconsejable estañar generosamente todas las pistas de la sección de poten-

características vacilaciones de la luz producida por una hoguera o un hogar. Las etapas de potencia, se han protegido con sendos fotoacopladores MOC3020 que separan galvánicamente la sección lógica de la que conduce tensión de red (220-230 voltios). Estos dispositivos están diseñados para el control de los triacs de potencia. Contienen un led y un diac que excita el triac: está conectado entre el gate y el ánodo 2. La carga queda conectada entre el ánodo 2 y un terminal de la tensión de red. Obviamente, el otro terminal de red está conectado al ánodo 1 del triac. Las redes RC que forman parte de la etapa de potencia tienen la finalidad de minimizar las habituales interferencias radioeléctricas generadas por la conmutación de los triacs: se ha elegido el tipo BTA10-700B, capaz de controlar una carga máxima de unos 2.000 vatios. Claro está

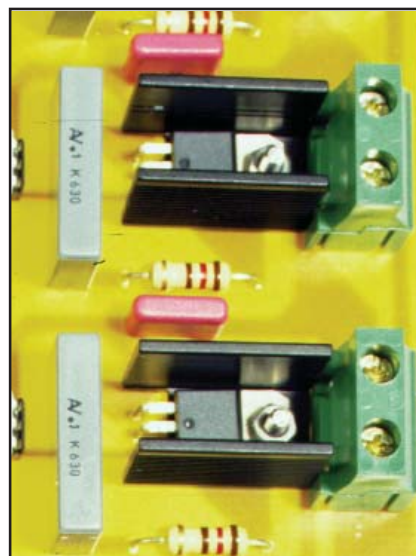
que, si es necesario, puede aumentarse este límite sustituyendo estos triacs por otros

DISPONIBILIDAD DEL KIT

El proyecto descrito en el presente artículo está disponible en kit para montar (cód. FT405K) al precio de 53,00 Euro, IVA incluido. El kit comprende la placa de circuito impreso taladrada y serigrafiada, el microcontrolador programado y todos los componentes. No incluye caja.

similares de más capacidad de corriente. La inversa también es válida: si se desea pueden montarse unos triacs de menor potencia.

Para construir este kit, manteniendo a la vista el diagrama de montaje y el esquema eléctrico, comenzar por insertar y soldar los componentes de menor perfil, re-sistores y diodos (atención a la polaridad de éstos: el cátodo está en la extremidad señalada con una franja



de color). Proseguir por los zócalos para los integrados y los fotoacopladores; después vienen los condensadores (respetando la polaridad de los electrolíticos), dejando los grandes de poliéster (C12 a C15) para el final, el transformador de alimentación (del cual sólo se utiliza un arrollamiento secundario), los trimmers, el cristal de cuarzo, el led y el pulsador. Ahora pueden incorporarse los semiconductores, empezando por el puente rectificador y el estabilizador de tensión. Los cuatro triacs se sueldan dejando las patas bastante largas, para luego poder doblarlas permitiendo que la aleta metálica quede atornillada en el disipador térmico. Más vale tomar previamente

la medida para no tener luego que flexionar extrañamente las patas. **NOTA: la aleta disipadora queda conectada eléctricamente al triac: no debe tocarse con la mano o alguna herramienta para no recibir una descarga que, además, podría destruir el componente.** Terminada esta fase, puede completarse el montaje con los condensadores C12 a C15, el portafusibles y las regletas de conexión, de paso 10 mm para soportar las corrientes que deben manejar. En este sentido, se recomienda estañar generosamente (para "engordarlas") las pistas de la sección de potencia del circuito impreso. Ultimado el montaje, tras una

cuidadosa verificación de los componentes y las soldaduras, podrá pasarse a comprobar el buen funcionamiento del circuito. Comenzar por girar completamente en sentido antihorario los cuatro trimmers de ajuste de tiempos, conectar a cada salida una lámpara de incandescencia de 40 vatios/220-230 voltios, insertar en el portafusible un fusible miniatura de 10 amperios y conectar el circuito a la red mediante un cable de suficiente sección terminado en una clavija certificada. La primera verificación es el parpadeo de LD1, a una frecuencia de 5 Hz exactos; tras el momento inicial, se deberá encender completa-

mente la lámpara conectada a la salida 1 y las otras tres deben permanecer apagadas. Si el led no se enciende o no parpadea a la frecuencia prevista debe controlarse que no queda por corregir ningún error de montaje en el circuito de sincronización. Bien. Ahora hay que armarse de paciencia y esperar que se desarrolle la primera fase (Día) y comience el ocaso. Verificar cuidadosamente que el encendido de las lámparas se realiza en la forma y duración previstos hasta llegar a la tercera fase (Noche). Transcurridos tres minutos se iniciará la cuarta fase (Alba) con el apagado gradual de las luces OUT 2, 3 y 4 y el encendido completo de la luz