

Radiocontrol de cuatro canales

Por Arsenio Spadoni

Receptor de UHF a 433,92 MHz con autoaprendizaje de la codificación. Funciona acoplado a los transmisores estándar de UHF con codificación MM53200/TM3750, con 4.096 combinaciones. Cada canal puede operar en impulsos o en niveles

Para quien tenga que controlar a distancia más de un actuador, o desee controlar varios sistemas (antirrobo, cerradura eléctrica, iluminación, etc.) con un solo dispositivo, para no llevar en el bolsillo tantos minitransmisores existen desde hace tiempo radiocontroles multicanal. Los más corrientes son los de dos canales, pero teniendo en cuenta que a veces este número no es suficiente, se ha preparado para su publicación en esta Revista un nuevo sistema de radiocontrol de cuatro canales, utilizable con los minitransmisores estándar más capaces con cuatro pulsadores y, por tanto, de cuatro canales.

Este nuevo radiocontrol tiene cuatro salidas independientes, que pueden disponerse de manera que funcionen por impulso (monoestable) o por nivel (permanente, o sea biestable). Cada una de estas salidas está asociada a un relé normalmente en reposo, por lo que pueden controlar toda clase de actuadores o aparatos controlables eléctricamente. De hecho, aunque se utilizan relés miniatura cuyo juego de contactos puede controlar un máximo de 1 A, si se desea trabajar con cargas mayores o interrumpir circuitos de gran corriente, bastará utilizar los mismos relés del radiocontrol para alimentar las bobinas de otros relés exteriores de mayor capacidad, todo ello sin ningún problema.

En resumen, lo que se propone es un circuito versátil y flexible, y de un empleo muy cómodo, porque la implantación de los códigos no requiere ningún ajuste de las filas de dip-switches como en los radiocontroles tradicionales. Para ello se ha

previsto el autoaprendizaje del código base, que se efectúa con un procedimiento muy sencillo. En pocas palabras, funcionando con los sistemas codificados MM53200 National (UM3750 y UM86409 UMC), el receptor reconoce los códigos de 12 bits generados por estos codificadores. Estos sistemas constan de una primera trama de 10 bits que constituye el código base, mientras que los dos últimos bits sirven para indicar el canal seleccionado. En la práctica, el código base es el que distingue el funcionamiento de una pareja de transmisor-receptor de las otras, mientras que los dos últimos bits son diferentes según el pulsador que se oprime en el TX, es decir, presentan una combinación diferente según si se desea activar el canal 1, el 2, el 3 o el 4. En los transmisores y receptores de los radiocontroles típicos, el código base se establece con los dip-switches, mientras que en este circuito el receptor lo adquiere automáticamente cuando, en la fase de autoaprendizaje, recibe una señal codificada estándar MM53200/UM3750. En cambio, el dispositivo ignora los dos últimos bits porque, como ya se ha comentado, definen el pulsador oprimido.

Todo esto no se ha logrado con un nuevo circuito integrado, sino simplemente empleando un microcontrolador adecuadamente programado: un sencillo PIC16C54 de Microchip, muy corriente en el mercado y empleado en muchas aplicaciones. En este caso, el microcontrolador es el que realiza todas las tareas y, para completar el radiocontrol, sólo hay que

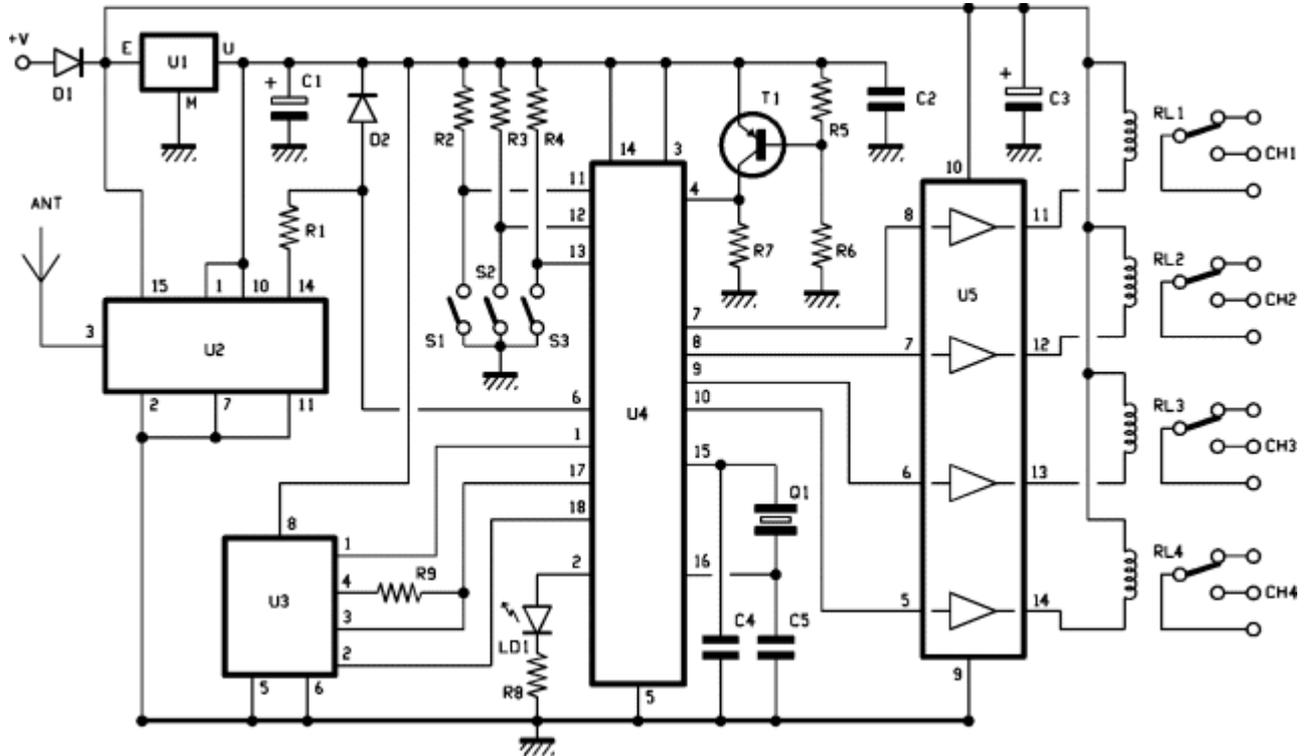


Figura 1 - Esquema teórico.

añadir un receptor UHF híbrido y un circuito excitador de los relés, que son cuatro relés miniatura de 1 A.

El esquema eléctrico

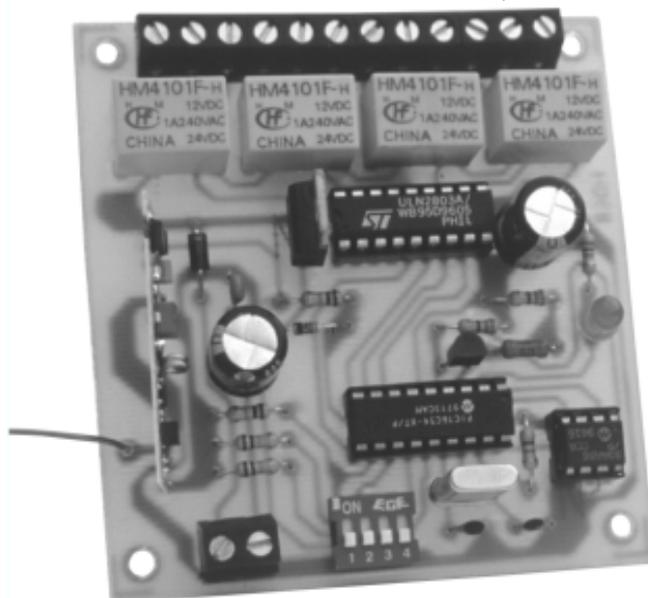
Como puede verse en el esquema eléctrico de la figura 1, este radiocontrol tiene un circuito bastante sencillo, y más si se piensa en lo que hace. La sección de entrada, es decir, la parte radorreceptora indispensable para captar la señal radio emitida por el TX portátil, está constituida por un módulo de Aurel (ver figura 6): el popular RF209A en versión de 433,92 MHz, ya que las actuales normativas exigen que los radiocontroles deben funcionar solamente en esta banda.

El circuito híbrido (U2) contiene el receptor de RF superregenerativo sintonizado

a dicha frecuencia, una etapa desmoduladora de AM y un circuito recortador que aplica, entre la patilla 14 y masa, la señal que llega del minitransmisor, es decir, el código de 12 bits enviado por el TX de base MM53200/UM3750 y cualquier otra

señal recibida de 433,92 MHz.

A través de la resistencia R1, esta señal se aplica a la patilla 6 (entrada de datos) del micro-controlador U4 (el PIC16C54), ue en este circuito sirve también de decodificador para los transmisores de norma MM53200/UM3750. El micro



Lista de componentes	
R1 a R4	= 10 kΩ
R5	= 470 kΩ
R6, R7	= 2,2 MΩ
R8	= 1 kΩ
R9	= 4,7 kΩ
C1, C3	Todas de 1/4 W, 5% = 470 µF/16 V, electrolíticos radiales
C2	= 100 nF multicapa
C4, C5	= 22 pF cerámico
U1	= L7805
U2	= Módulo RF290A/443
U3	= E2PROM 93AA56
U4	= POC16C54 con software MF205
U5	= ULN2803
T1	= BC557B
D1	= 1N4007
D2	= 1N4148
LD1	= LED rojo de 5 mm
ANT	= Antena (hilo de cobre rígido de 17 cm de longitud)
Q1	= Cuarzo de 4 MHz
RL1 a RL4	= Relés miniatura, 12 V, 1 circuito de 1 A
S1 a S3	= Dip-switches de 3 o 4 polos
2 zócalos DIL para IC de 18 patillas	
2 zócalos DIL para IC de 8 patillas	
4 regletas de tres terminales para CI, paso 5,08 mm	
1 regleta de dos terminales para CI, paso 5,08 mm	
Circuito impreso (CI) código S205	
Transmisor: TX de cuatro canales TX3750/4C/SAW (montado y comprobado)	

adquiere por entero cada código que recibe y comprueba la correspondencia con el que contiene la memoria EEPROM U3, conectada en serie con él a través de las patillas 1, 17 y 18.

Evidentemente, en la primera puesta en marcha el microcontrolador no tiene ningún código memorizado, y en la EEPROM los 12 bits están todos a cero. En consecuencia, antes de hacer funcionar el sistema es necesario que el microcontrolador aprenda del código del transmisor. Para ello, primero hay que conectar su patilla 13 a masa, lo que se consigue sencillamente cerrando y

Patillas del módulo receptor RF290A/433:

1 = +5 V; 2 = Masa; 3 = Antena; 7 = Masa; 10 = +5 V; 11 = Masa; 13 = Punto de prueba; 14 = Salida; 15 = +5, +24 V.

Disposición de los dip-switches

En el circuito hemos insertado tres dip-switches para ajustar el modo de funcionamiento del microcontrolador y permitir el aprendizaje del código del transmisor. Esta última característica, de gran importancia, permite adaptar el receptor al TX que se desea utilizar para activarlo, sin desplazar las habituales filas de dips, sino simplemente transmitiendo una sola vez el código base. El significado de los dips presentes en el circuito es el siguiente:

- S1 = selección del modo de control de las salidas 3 y 4: cerrado hace funcionar por impulsos los relés RL3 y

RL4, que permanecen excitados mientras se mantiene oprimido el correspondiente pulsador del TX portátil y después se desexcitan; abriendo el dip, el funcionamiento de RL3 y RL4 es por nivel, es decir, activando una sola vez el respectivo canal se excitan y se mantienen activados hasta una nueva orden, mientras que retransmitiendo con el TX, vuelven al reposo.

- S2 = igual a S1, sólo que corresponde al otro par de canales, es decir, el correspondiente a RL1 y RL2.

- S3 = autoaprendizaje: cerrando este dip, se activa la fase de autoaprendizaje, condición que se evidencia con la iluminación del LED DL1. Este dip sólo está cerrado mientras está iluminado el LED, que de otro modo está abierto. En funcionamiento normal, el dip-switch S3 debe estar abierto (off) si el transmisor está homologado.

volviendo a abrir el dip-switch S3: exactamente, este microinterruptor debe mantenerse cerrado hasta que se ilumine el LED rojo DL1 (controlado por la patilla 2 del micro, que pasa del 0 al 1 lógico) y después debe abrirse. El LED permanecerá encendido y se apagará cuando, al activar el minitransmisor portátil, el receptor híbrido, y por tanto el microcontrolador, reciben el correspondiente código.

En definitiva, cuando U4 reconoce un código binario de 12 bits en secuencia, transmitido con las temporizaciones típicas del MM53200/UM3750 (tres códigos en secuencia, cada

uno de unos 100 milisegundos de duración y espaciados unos 300 milisegundos), apaga el LED para indicar que ha adquirido el código enviado por el minitransmisor. Este código se envía en serie a la EEPROM exterior U3 a través del canal de datos correspondiente a la patilla 3 de esta última (patilla 17 del micro), aplicando la comunicación mediante la señal de reloj entre la patilla 18 del micro y la patilla 2 de la EEPROM.

U3 es una memoria programable eléctricamente de acceso serie (microwire) del tipo 93AA56 y de 2 kbits de capacidad, que puede ser organizada en bytes de ocho o 16 bits, según el nivel lógi-

La tarjeta propuesta en estas páginas es un receptor para radiocontrol a 433,92 MHz, con descodificación estándar con el MM53200 National Semiconductors o el UM86-409 UMV. Por tanto, para activarla es necesario utilizar un transmisor con codificación de este tipo. Los prototipos se han comprobado con el minitransmisor a 433,92 MHz con cuarzo (incluido en el kit) que responde a las normativas de la UE referentes a la emisión de señales espurias en los dispositivos de baja potencia. El transmisor debe funcionar necesariamente a 433,92 MHz, porque en el receptor se utiliza una sección de RF híbrida sintonizada

iprecisamente a esta frecuencia. La atribución de los canales en el receptor se ha hecho de manera bastante intuitiva: se ha asignado el canal 1 al relé RL1, el canal 2 al RL2, y así sucesivamente. La correspondencia entre los pulsadores y los canales del receptor es la siguiente: el pulsador de arriba a la izquierda activa RL1, es decir, el canal 1 (patilla 7 del microcontrolador); el de arriba a la derecha controla RL2 (patilla 8 del micro), el canal 2; el de abajo a la izquierda activa RL3, el canal 3 (patilla 9 del micro); y, finalmente, el pulsador de abajo a la derecha controla RL4 (patilla 10 del micro), el cuarto canal.

últimos dos bits correspondientes a las combinaciones lógicas 01, 10, 11 y 00.

En el microcontrolador PIC16C54 se han asignado, respectivamente, las patillas 7, 8, 9 y 10 a las salidas de los canales 1, 2, 3 y 4. Cada una de estas salidas está normalmente al nivel alto y conmuta al 0 lógico cuando es activada, es decir, cuando el micro identifica un código base válido y la correspondiente combinación de los dos últimos bits.

Mediante el excitador de línea ULN2803 de SGS-Thomson, se pueden controlar las bobinas de los relés de salida con los niveles lógicos procedentes del micro: cada excitador interno del ULN2803 es no inversor y controla uno de los relés en modo de absorción «sink», es decir, conecta a masa la respectiva bobina siguiendo la conmutación 1/0 lógico de la correspondiente salida del PIC16C54.

co lógico que haya en la patilla 6 (ORG). Con esta última puesta a 0, la subdivisión es de ocho bits, que es con la que debe trabajar con el PIC16C54, mientras que si dicha patilla se pone al nivel alto (+5 V), la subdivisión es de 16 bits. En este caso, la 93AA56 está organizada como 256 x 8 Bytes.

Una vez descrito el procedimiento de autoaprendizaje del código, volveremos al funcionamiento del radiocomando en el punto en que se interrumpió. Recibido y reconocido el código de base que ha llegado de un minitransmisor, el micro U4 lee el estado de los bits 11 y 12, es decir, de los dos últimos de cada transmisión, y activa una de las cuatro salidas correspondientes al valor binario expresado por los bits recibidos. En definitiva, activa la salida que corresponde a la combinación lógica de los dos últimos bits de la codificación. Normalmente, los transmisores portátiles consideran el primer canal con la combinación de los bits 11 y 12 del tipo 01,

, el segundo con 10, el tercero con 11 y el cuarto con 00: el microcontrolador está programado según esta tabla de verdad y habilita respectivamente la salida de los canales 1 a 4, recibiendo un código válido con los



Fig. 3 Minitransmisor..

Obsérvese que, como ya se ha dicho, las salidas pueden trabajar por impulsos o por nivel. El tipo de funcionamiento depende de la posición de los dip-switches S1 y S2, que controlan la modalidad de dos canales. S1 permite elegir el modo de funcionamiento de los canales 1 y 2, es decir, de los relés RL1 y RL2, mientras que S2 vale para los canales 3 y 4, los relés RL3 y RL4.

Con ambos microinterruptores en la posición ON (dip cerrado) o el nivel lógico bajo en la correspondiente patilla del micro U4, corresponde al funcionamiento por impulsos de las respectivas salidas,

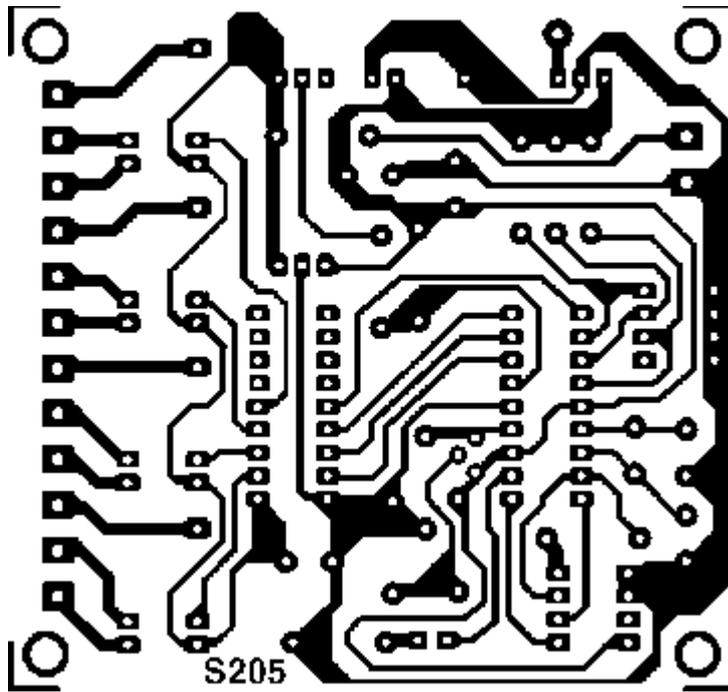


Fig. 4 - Circuito impreso visto por el lado pistas.

mientras que, en la posición OFF (díp abierto) o el nivel 1 lógico en las respectivas patillas del POC16C54, establece el funcionamiento biestable, es decir, por nivel.

Traducido a términos prácticos, esto significa que, con S1 cerrado, los relés RL1 y RL2 se excitan después de la recepción de un comando del minitransmisor (uno u otro, según el comando) y vuelven al reposo después de aproximadamente 1 segundo.

En cambio, en el funcionamiento biestable, los relés se excitan con la recepción del correspondiente comando, para desexcitarse solamente con la llegada de otro posterior comando. Para S2 sirve el mismo razonamiento, pero aplicado a los relés RL3 y RL4.

Visto por el usuario del radiocomando, esto significa que, en el modo astable (por impulsos), al oprimir un

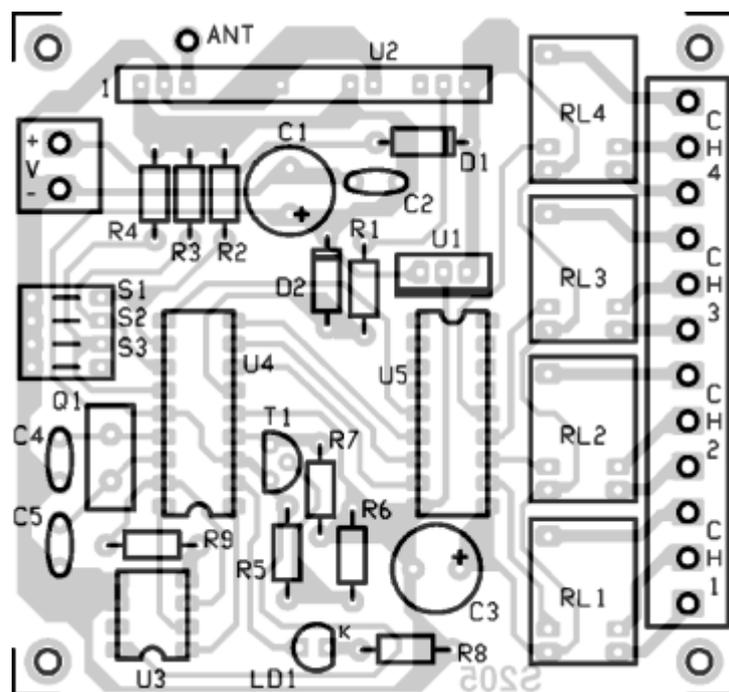
pulsador del minitransmisor se excita el correspondiente relé y permanece excitado durante un tiempo definido del orden de 1 segundo, después del cual se desexcita. En cambio, en el modo biestable (de permanencia, o por nivel), oprimiendo un

pulsador del TX portátil el correspondiente relé se excita y permanece en este estado durante un tiempo indefinido, desexcitándose al volver a oprimir el mismo pulsador del TX.

Hay que recordar que la programación del modo de funcionamiento de las salidas está determinada por los dip-switches S1 y S2 y depende de su condición, es decir, de los niveles lógicos de las patillas 11 y 12 del microcontrolador U4; por tanto, no se memoriza en la memoria EEPROM externa, porque el estado de los dip-switches permanece fijo debido a sus posiciones, que evidentemente no cambian al cortar y al volver a aplicar la alimentación.

En cuanto a la alimentación, el circuito funciona con una tensión de 12 a 14 V aplicada entre el punto +V y masa, tensión con la que (después del diodo de protección D1) funcionan

Fig. 5 - Disposición de los componentes en la placa del receptor..



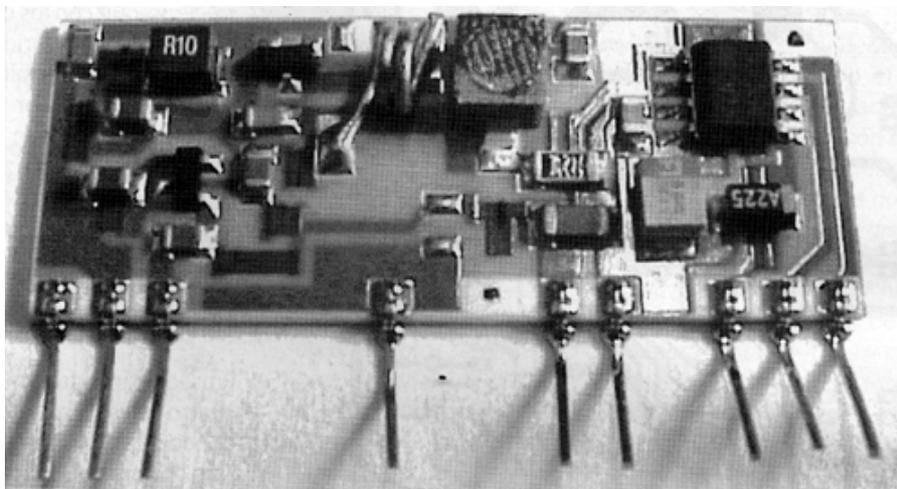


Fig. 6 Módulo híbrido RF-290A/4333

las bobinas de los cuatro relés y la sección de salida del híbrido U2. El regulador integrado 7805 (U1) entrega 5 V estabilizados para alimentar la lógica, es decir, parte del híbrido U2, el microcontrolador y la EEPROM. En cambio, el circuito integrado excitador de línea ULN2803 está alimentado con 12 V, a pesar de tener sus entradas compatibles con TTL.

Realización práctica

Por supuesto, lo que sigue se refiere solamente al receptor, porque el transmisor (figura 3) ya se entrega montado y comprobado.

Para poder construir el radiocontrol, antes que nada es necesario disponer de la placa de circuito impreso (figura 4). Se iniciará el montaje insertando en ella los componentes, empezando

por las resistencias y los diodos de silicio (es decir, 1N4148 y 1N4007), teniendo en cuenta que estos últimos deben montarse con la orientación que se muestra en la disposición de los componentes en la placa (ver figura 5). A continuación, insertar y soldar los zócalos DIL para la EEPROM, el microcontrolador y el excitador de línea: el primero debe ser de 4+4 patillas y los otros dos de 9+9 patillas; todos ellos deberán quedar con la muesca orientada como se muestran los componentes para tener la adecuada referencia al insertar los correspondientes circuitos integrados.

Montar después el grupo de dip-switches, que comprende S1, S2, S3 y S4 (aunque este último no se utiliza). Proseguir con los condensadores,

electrolíticos, y montar después el transistor BC557 de manera que quede con su lado plano orientado hacia el zócalo de U4. Montar luego el cristal de cuarzo de 4 MHz y el LED rojo, recordando que el cátodo de este último corresponde a la parte que tiene una muesca en la cápsula.

Proseguir insertando y soldando los cuatro relés miniatura (del tipo ITT-MZ de 12V o equivalentes), que sólo entrarán en sus respectivos agujeros en un sentido. Finalmente, montar el módulo híbrido RF290A/433, que también entrará en un solo sentido, evitando así algún posible error. No deberá olvidarse el regulador 7805 (U1), que va montado verticalmente y con su lado metálico orientado hacia el zócalo de U5.

Para las conexiones de salida de los canales, es decir, de los contactos de los relés y de la alimentación, se han previsto regletas de paso 5,08 mm. Una vez montadas, terminar el montaje soldando un trozo de hilo de cobre rígido de 17 a 18 cm de longitud al topo correspondiente a la antena del módulo híbrido (patilla 3), que servirá de antena receptora.

A continuación, insertar los circuitos integrados en sus respectivos zócalos, comprobando que queden fuente

Cómo adquirir el kit

El receptor de cuatro canales descrito en estas páginas, junto con el emisor están disponibles como kit (código FT205K) al precio de 10.600 pts. (IVA incluido) El kit comprende todos los componentes, la placa agujereada y serigrafiada, la tornillería, el módulo receptor Aurel, el microcontrolador PIC16C54 programado así como el *módulo emisor (montado y comprobado)*. Para solicitar este kit (Ref. FT205K) utilice la cesta de la compra de la página principal de micro/bit, pulsando en el icono



orientados como se indica en la disposición de los componentes. Hay que tener en cuenta que el microcontrolador PIC16C54 (versión XT) debe estar programado previamente con su software correspondiente. Una vez montados los circuitos integrados, el montaje estará terminado y preparado para ser utilizado (figura 6).

Para la alimentación bastará emplear cualquier que suministre de 12 a 14 V de corriente continua y una corriente del orden de 300 mA a partir de la red o una batería de 12 V y 500 mA como mínimo. La tensión de alimentación se aplicará entre el punto +V (ánodo del diodo D1) y masa, respetando la correcta polaridad. Una vez alimentado el receptor y activado el transmisor, es posible adaptar los dos dispositivos de manera que el RX sólo responda a los comandos del TX: para ello hay que disponer el receptor en el modo de autoaprendizaje, lo que se logra sencillamente cerrando el dip-switch S3 hasta que se ilumine el LED LD1. Cuando esto suceda, volver a colocar S3 en OFF para que el circuito quede preparado para recibir la señal del TX.

Comprobación del radiocomando

Alejar el transmisor un par de metros del receptor, porque si están demasiado próximos es probable que la radiofrecuencia radiada por el oscilador del TX bloquee el funcionamiento del circuito o altere la actividad del microcontrolador.

A una cierta distancia, activar

uno cualquiera de los canales del transmisor y comprobar que el LED LD1 se apaga; en caso contrario, alejarse un poco más y transmitir. Cuando el LED se haya apagado, significará que el receptor habrá identificado el código y que, por tanto, el sistema está listo para su uso.

Para comprobarlo, bastará oprimir uno de los pulsadores y escuchar qué relé se excita. Esta operación puede hacerse visualmente, conectando un LED (en serie con una resistencia de 1 kW) en paralelo con cada una de las bobinas de los relés (de manera que el ánodo quede al positivo y el cátodo a la correspondiente salida del ULN2803). De esta manera, cada vez que se excite el relé de la salida que se activa, se tendrá una indicación inmediata de cuál es el canal que se ha activado. Si se desea, esta adición se puede dejar montada para disponer de un mejor control del radiocomando.