

RECEPTOR 1 Y 2 CANALES

ALESSANDRO SOTTOCORNOLA

Receptores de 433,92 MHz mono y bicanal capaces de emparejarse con un máximo de 10 TX cada uno. Monoestable o biestable.



Basado en el integrado MM53200, emplea una de las codificaciones más antiguas y probadas que se utiliza en los radiocontroles generales y en los de apertura de puertas, tanto es así, que la mayoría de los transmisores disponibles en el mercado para tales aplicaciones la utilizan. El estar en el comercio durante mucho tiempo, tiene el problema de que los codificadores integrados quedaron obsoletos y fueron sustituidos por otros nuevos, por ejemplo por el UM3750 y el UM86409 (ambos fabricados por

UMC). Por esta razón, es bueno tener un receptor con microcontrolador capaz de adaptarse

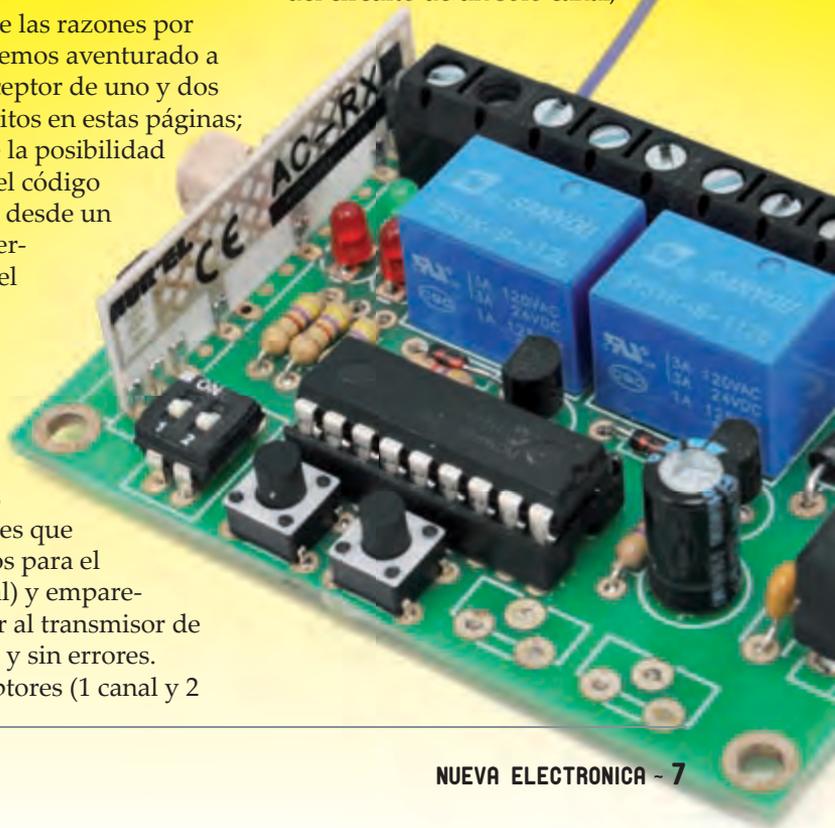
a ésta codificación y que la aprenda en modo automático; esto aleja el problema de la obsolescencia de los chips y permite también replicar los receptores incluso sin disponer del decodificador.

Ésta es una de las razones por las que nos hemos aventurado a diseñar el receptor de uno y dos canales descritos en estas páginas; la otra es que la posibilidad de aprender el código directamente desde un transmisor permite reducir el tamaño del circuito del receptor (porque no se necesitan los interruptores dip de 12 pines que son necesarios para el ajuste manual) y emparejar el receptor al transmisor de forma rápida y sin errores. Los dos receptores (1 canal y 2

canales) descritos en este artículo son compatibles, tanto con los codificadores MM53200, UM86409 y UM3759, como con el más reciente Holtek HT-12, que tienen una configuración binaria de codificación compatible.

ESQUEMA ELÉCTRICO 1 CANAL

Empezaremos con el análisis del circuito de un solo canal,



basado en un microcontrolador PIC16F683 y un módulo híbrido receptor AC-RX2, sintonizado a 433,92 MHz. Este módulo, U2, contiene la parte de radio del circuito y es un receptor de Aurel modelo AC-RX2 que está provisto de un amplificador de la señal de antena (que le confiere una sensibilidad de -106 dB), un etapa de sintonía superregenerativa sintonizado a 433,92 MHz calibrada en fábrica y dotada de un filtro de RF (el filtro se encarga de mejorar la selectividad, que no es elevada en los súperregenerativos) y un demodulador de amplitud. Completan el módulo un comparador en cuadratura de la señal digital (nivel TTL) disponible en el pin 14 y un amplificador de BF para la señal de salida del demodulador AM. Inmediatamente después del encendido, el micro inicializa sus propias E/S estableciendo GP0 y GP1 como salidas para controlar respectivamente el LED de señalización LD2 (que indica tanto el modo de funcionamiento, como el procedimiento de auto aprendizaje) y el transistor NPN T1 que con-

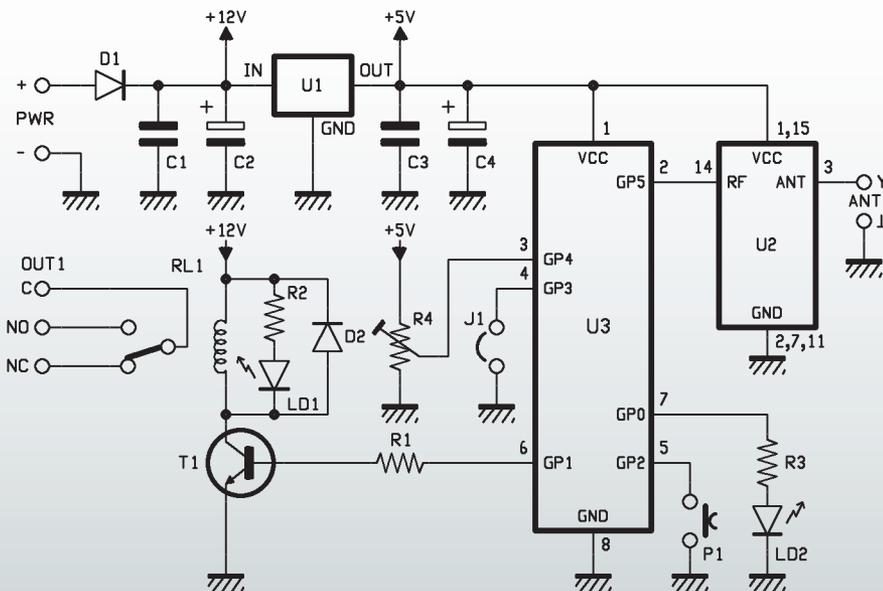
trola el relé. Éste último se excita cuando el transistor entra en saturación, lo que ocurre cuando GP1, que controla la polarización de la base, se halla a un nivel lógico alto (R1 limita la corriente de base del T1 para evitar que la unión base-emisor se dañe); cada vez que el transistor conduce, además de a la bobina del relé, alimenta R2 y LD1, que se encarga de la señalización de relé activo. En paralelo a la bobina del relé está también el diodo D2, cuya función es provocar un cortocircuito a la extracorrente inversa que genera la bobina del cuando el transistor pasa al corte y se desactiva el relé; si no existiera el diodo, la tensión se cerraría sobre la unión base-colector de T1, dañándolo en muy poco tiempo. Continuando con la inicialización, el PIC configura GP2, GP3 y GP5 como entradas, dedicados respectivamente a la lectura del botón P1, del puente J1 y de los datos de salida del AC-RX2; los dos primeros tienen activo el pull-up interno. La línea GP4 se inicializa como entrada asignada al con-

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Número de salidas: 1-2
- Modalidad salida: Monostable, Bistable
- Alimentación: 12 Vcc
- Absorción: 40 mA max.
- Memoria: 10 códigos por canal
- Codificación: MM53200/HT-12

vertidor A/D y está destinada a futuros desarrollos del firmware. Por el momento es irrelevante en el funcionamiento del circuito. El circuito se completa el bloque de la fuente de alimentación, que parte de los puntos + y - PWR (bornes de alimentación) y, pasa por el diodo D1 (que protege contra el daño que podría causar la inversión de la polaridad) para llegar al regulador integrado de tres terminales U1 cuya entrada se filtra con C1 y C2, que reducen el rizado de la tensión de alimentación (C2) y de los interferencias de RF e impulsos captados de los cables de alimentación (C1). Función similar la desarrollan C3 y C4 para la salida del regulador. Dicho esto, podemos explicar cómo funciona el receptor de 1 canal: aplicando alimentación al circuito, el firmware, después de la inicialización de las E/S, hace que LD2 parpadee 5 veces para indicar que se ha puesto en marcha correctamente y funciona con normalidad, que se corresponde con la ejecución del comando recibido; a continuación, se ejecuta el bucle principal en el que se comprueba las variaciones del nivel en el pin 4 (es decir, el cambio en el estado del puente J1) así como el posible accionamiento de P1. Una rutina especial comprueba periódicamente el estado del pin 2, o lo que es lo mismo, la llegada de datos de AC-RX2; cuando presionamos uno de los botones en el transmisor, la señal de RF transmitida por éste último alcanza la antena receptora del AC-RX2, que se encarga de demodular los datos y

[esquema del RECEPTOR DE 1 CANAL



enviarlos al terminal 14 para que estén disponible para el microcontrolador, que los lee en el pin 2. El micro funciona como decodificador del código correspondiente a la tecla pulsada en el control remoto (pero el firmware también ofrece una rutina para aprender de forma automática el mismo código de base sin necesidad de ajustarlo mediante microinterruptores) y funciona de esta manera: el micro controlador toma los impulsos TTL, los pone en la RAM y los analiza con un firmware apropiado que primero distingue, de entre las muchas señales captadas en el éter, aquellas que son compatibles con el formato la codificación UM3750, para después, en caso afirmativo, comprobar si el código recibido es uno de aquellos que se memorizaron durante la fase de auto aprendizaje; en caso contrario elimina los datos de la RAM y se prepara para un nuevo análisis. Veremos más adelante cómo emparejar el transmisor al circuito, mediante auto aprendizaje; por ahora basta decir

Tabla 1 - Funcionamiento de los LED en el receptor de 1 canal.

| Diodo | Funcionamiento Normal | Programación |
|-------|--|--|
| LD1 | actividad OUT1: on = RL1 activo off = RL1 en reposo | - |
| LD2 | entrada o salida en modo de aprendizaje, borrado de los códigos, indicación de inicialización correcta con 5 parpadeos en modo normal. | se encenderá durante 2 segundos al entrar en modo programación, parpadea cuando el circuito ha aprendido el código transmitido; queda fijo si el aprendizaje ha fallado. |

que el firmware puede aprender un máximo de 10 códigos, que incluso pueden ser de transmisores diferentes. De hecho cada código es memorizado completo, es decir, todos los 12 bits que lo componen. Ahora vamos a ver lo que sucede si la señal recibida contiene uno de los códigos aprendidos y almacenados en la EEPROM de trabajo del PIC: en este caso, pone en marcha la correspondiente rutina de gestión del relé, que determina diferentes acciones dependiendo de si el modo de funcionamiento es monoestable o biestable; el ajuste de modo se realiza con J1 (el puente abierto quiere decir funcionamiento mo-

noestable, mientras que cerrado lo hará en modo biestable). En el modo biestable el relé cambia de estado cada vez que el microcontrolador detecta un código válido, mientras que en el monoestable (o impulsivo) el relé pasa a un nivel alto tras la recepción de un código válido y vuelve a descansar cuando el botón correspondiente al código se suelta, es decir, al poner fin a la señal que causó la activación: en definitiva, el relé sigue al botón. Si simultáneamente se detiene la transmisión al tiempo que se recibe la de otro mando a distancia que haya sido emparejado (cuyo código sea uno del 10 aprendidos) dentro del tiempo de

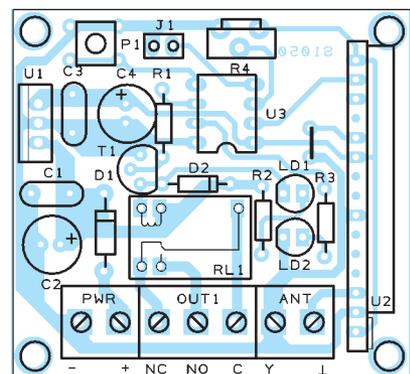
[plano de montaje del RECEPTOR DE 1 CANAL]

Lista de materiales:

- R1: 4,7 kohm
- R2: 1 Kohm
- R3: 470 ohmios
- R4: sin montar
- C1: 100 nF multicapa
- C2: 100 uF electrolítico VL 35
- C3: 100 nF multicapa
- C4: 10uF electrolítico VL 35
- U1: 7805
- U2: AC-RX2
- U3: PIC12F683 (MF1050)
- D1: 1N4007
- D2: 1N4148
- LD1: LED rojo 5 mm
- LD2: verde 5mm LED
- T1: BC547
- P1: Micropusador
- RL1: relé 12V

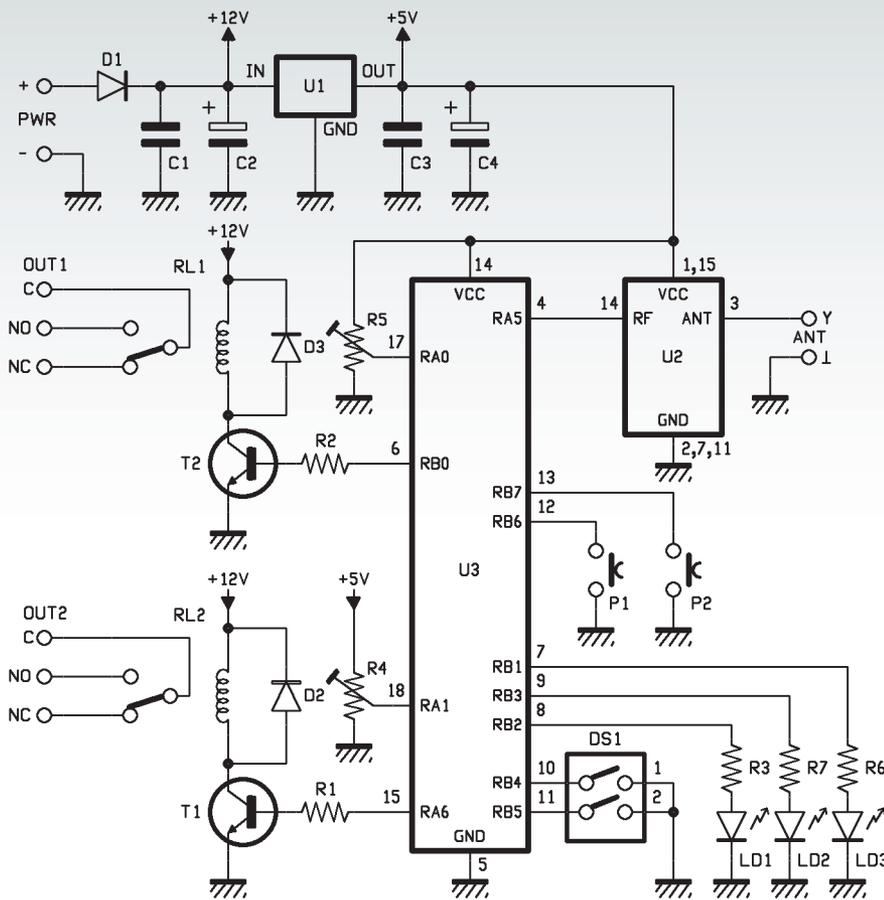


- Varios:
- Terminal 2 polos (2 uds.)
 - Terminal 3 polos
 - Zócalo 4+4



- Tira de pines macho 2 vías
- Puente
- Circuito impreso

[Esquema del **RECEPTOR DE 2 CANALES**



espera establecido en el firmware, el microcontrolador considera que la transmisión no se ha interrumpido. Si se coinciden el código de otro transmisor (TX) cuando el relé está activo con la transmisión de otro transmisor válido, no es aplicable lo anterior porque la señal del segundo interfiere con del primero y el receptor de radio demodula el batido entre los dos flujos de datos; como resultado, el microcontrolador interpreta que ya no es la señal de activación y desactiva el relé. Ten en cuenta que la modalidad de funcionamiento de la salida también se puede cambiar durante el funcionamiento del receptor, es decir, no es necesario apagar y reiniciar el circuito, ya que el estado del jumper J1 se lee continuamente.

APRENDIZAJE DE CÓDIGOS PARA EL MÓDULO DE 1 CANAL

Una vez visto cómo se comporta el receptor cuando llega un comando, veamos ahora como introducir los códigos, es decir, cómo se desarrolla el aprendizaje; esto se puede hacer en cualquier momento pulsando y manteniendo apretado el botón P1 hasta que el LED verde (LD2) se encienda: entonces comienza la fase de auto aprendizaje. En este punto, hay que transmitir al receptor el código a aprender presionando el botón del transmisor del control remoto que se desea aprender, y esperar hasta que el LED parpadee para indicar que el aprendizaje ha sido un éxito; si el TX dispone de más pulsadores, y por

tanto de más canales, se pueden aprender los códigos de todos. Si el LED permanece con la luz fija, significa que la memoria está llena o el código transmitido no es válido (no tiene el formato requerido para un TX con codificador MM53200, UM3750, UM86409 o HT-12. Presta atención a los detalles: por cómo funciona el firmware y por cómo se gestiona el EEPROM del microcontrolador, el circuito puede almacenar todos los códigos de transmisión sin limitación, excepto para el que proporciona todos los bits a 1 (todos los interruptores del transmisor en ON); por tanto, el transmisor podrá usar 4.095 combinaciones en lugar de 4.096. Si se desea borrar los códigos, hay que decir que el procedimiento se ha previsto, pero no es posible hacerlo de forma individual, ya que se puede borrar la memoria entera pero no parcialmente. Para borrar la EEPROM y así eliminar los códigos aprendidos, es necesario quitar alimentación al circuito y volver a encenderlo después de pulsar el botón P1, que sólo se soltará cuando el LED verde permanezca encendido de forma continua durante 2 segundos, lo que indica que el borrado de la memoria se ha completado. En este punto, se puede soltar el botón, con lo que el LED verde emitirá 5 parpadeos para indicar la salida del procedimiento de borrado y el arranque normal del receptor (Tabla 1).

ESQUEMA ELÉCTRICO 2 CANALES

Ahora echemos un vistazo al circuito de 2 canales sin repetir lo que ya se ha explicado para el receptor de un solo canal. Observando el esquema, se puede comprobar que la etapa de alimentación es la misma que

para el esquema de un solo canal. Lo mismo para la etapa receptora. El microcontrolador es diferente, es un PIC16F688, cuya elección se debe al mayor número de E/S que dispone con respecto al PIC16F683 utilizado en la versión de un solo canal.

Obviamente tenemos dos etapas de relé, que funciona como ya se ha descrito, y otros tantos diodos de protección en paralelo a las correspondientes bobinas.

Encontramos también un doble interruptor dip, que sirve para establecer la modalidad de activación de la salida de cada uno de los dos canales, y dos potenciómetros de ajuste que, como se menciona en la descripción del circuito de un solo canal, están reservados para desarrollos futuros. Inmediatamente después del encendido (señalado por una secuencia de 5 parpadeos del LED verde que indican una correcta puesta en marcha) el micro inicia sus E/S configurando RA4 como entrada para la adquisición de los datos procedentes del receptor AC-RX2, RB4 y RB5 como entradas (con pull-up interno activado en ambas líneas) para leer el estado de los conmutadores y RB6, RB7 para leer el estado de los botones P1 (inicio de aprendizaje de códigos para el canal 1) y P2 (inicio de aprendizaje de códigos para el canal 2); también estas últimas líneas de E/S tienen activo el pull-up interno. Continuando con la inicialización, el microcontrolador configura RB1, RB2, RB3 como salidas dedicadas, respectivamente, al control del LED de señalización LD3 (verde), que indica los pasos del procedimiento de auto aprendizaje y el funcionamiento normal, LD1, que indica la actividad del canal 1, y LD2 hace lo mismo para el canal 2. Para los dos relés el procedimiento es similar al realizado para RL1 del circuito de un solo canal, dado que las dos

etapas son iguales a aquella: T1 controla el relé RL2 mediante RA6, mientras que T2 controla RL1 mediante RB0. D2 y D3 protegen los transistores.

Continuando con la inicialización, el PIC configura GP2, GP3 y GP5 como entradas, dedicadas respectivamente a la lectura del botón P1, del puente J1 y de la salida de datos del AC-RX2; para los dos primeros está activo el pull-up interno.

El conmutador del DS1 se utiliza para ajustar la modalidad de funcionamiento deseado para cada canal; más exactamente, el Dip1 permite el ajuste de salida del OUT1 y el Dip2 hace lo propio para la salida OUT2. Cerrados significa funcionamiento biestable, mientras que abiertos significa funcionamiento monoestable. Como en el circuito de un solo canal, en la modalidad monoestable la salida no está temporizada, por tanto se activa pulsando el botón en el transmisor y se desactiva cuando se libera el mismo botón. Los potenciómetro R4 y R5 no están montados, pero están previstos para futuros desarrollos. Los dos LED rojos siguen el estado de las salidas durante el funcionamiento. LD1 se enciende si el relé del OUT1 se activa y LD2 se enciende si el relé del OUT2 se activa.

APRENDIZAJE DE CÓDIGOS EN EL MÓDULO DE 2 CANALES

Para emparejar los transmisores

con el circuito receptor es necesario proceder de la siguiente manera: presione y mantenga presionado el botón del canal que desea memorizar (P1 para el canal OUT1 y P2 para el canal OUT2). El LED rojo relativo a la salida correspondiente (LD1 para OUT1 y LD2 para OUT2) se enciende para indicar que se está en modo de aprendizaje. Una vez hecho esto, se debe pulsar el botón del mando a distancia que se desea memorizar y esperar hasta que el LED parpadee, lo que indica que el aprendizaje se ha realizado correctamente. Si el LED permanece fijo, quiere decir que la memoria está llena o el código transmitido no es válido. Como en el caso del receptor de un canal, debido a la forma en que se gestiona la EEPROM, no se permite el aprendizaje de los códigos que corresponden a todos los interruptores dip del transmisor en la posición ON, por lo que tenemos disponibles 4.095 combinaciones en vez de 4.096.

En cuanto al borrado de los códigos, se puede borrar la memoria en un canal de salida, pero no un código particular del mando a distancia. Para borrar la memoria de un canal hay que encender el circuito mientras se mantiene pulsado el botón asociado al canal que se desea borrar: P1 para el canal 1 (OUT1) o P2 para el canal 2 (OUT2). Cuando el LED verde (LD3) permanece encendido fijo durante 2 segundos significa que

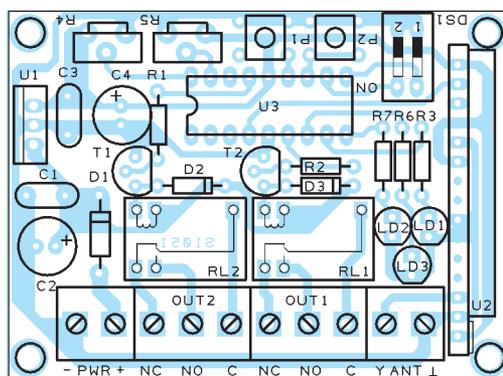
Tabla 2 - Funcionamiento de los LED en el receptor de 2 canales.

| Diodo | Funcionamiento Normal | Programmazione |
|-------|--|--|
| LD1 | actividad OUT1: on = RL1 activo off = RL1 en reposo | - |
| LD2 | actividad OUT2: on = RL2 activo off = RL2 en reposo | - |
| LD3 | entrada o salida en modo de aprendizaje, borrado de los códigos, indicación de inicialización correcta con 5 parpadeos en modo normal. | se encenderá durante 2 segundos al entrar en modo programación, parpadea cuando el circuito ha aprendido el código transmitido; queda fijo si el aprendizaje ha fallado. |

[plano de montaje del RECEPTOR DE 2 CANALES

Lista de materiales:

R1: 4,7 kohm
R2: 4,7 kohm
R3: 470 ohm
R4: no montado
R5: no montado
R6, R7: 470 ohm
C1, C3: 100 nF multicapa
C2, C4: 100 μ F 35 V
electrolítico
U1: 7805
U2: AC-RX2
U3: PIC16F88 (MF1051)
D1: 1N4007
D2, D3: 1N4148
LD1: LED 3 mm rojo
LD2: LED 3 mm rojo
LD3: LED 3 mm verde



T1-T2: BC547
P1: Micropulsador
P2: Micropulsador
RL1: Relé 12V
RL2: Relé 12V
DS1: Microinterruptor DIP 2 vías

Varie:
- Terminal 2 polos (2 pz.)
- Terminal 3 polos (2 pz.)
- Zócalo 9+9
- Circuito impreso

se ha completado el borrado del banco de memoria correspondiente al canal elegido y se puede soltar el botón. El LED verde parpadeará 5 veces para indicar la salida del procedimiento de borrado y el arranque normal del receptor (Tabla 2).

REALIZACIÓN PRÁCTICA

Para ambos circuitos hemos diseñado un circuito impreso, del cual está disponible para su descarga (en la web www.elettronica.in.it) el diseño de la cara de cobre que se puede utilizar para crear la película necesaria para el fotograbado y construcción del circuito impreso. Una vez grabada y perforada la placa, podemos montar los pocos componentes necesarios, empezando por las resistencias y los diodos, continuando con los zócalos, el interruptor dip (sólo en la versión de 2 canales), los condensadores (primero los no polarizados y luego los electrolíticos), transistores, LEDs, relés, regulador de tensión, bornes de conexión, etc. Para la correcta orientación de los elementos polarizados (transistor, diodos, regulador, electrolíticos y micro-

controlador) debemos guiarnos por el correspondiente plano de montaje reproducido en estas páginas. Una vez completado en montaje, sólo queda insertar el microcontrolador (con el firmware correspondiente programado) en su zócalo, prestando atención a la orientación. Hay que dotar al receptor de una antena adecuada para 434 MHz: por ejemplo un plano de tierra o un sencillo lápiz; la conexión se hace preferiblemente con un cable coaxial RG59, cuyo conductor central (alma) tiene que unir el lápiz con el terminal Y del conector ANT, mientras que un extremo de la malla de pantalla tiene que ir a masa del mismo conector en el lado del circuito y el otro extremo al eventual plano de masa de la antena (si es un simple lápiz, la masa del lado de la antena debe aislarse, es decir, sólo irá conectada al circuito). La antena puede ser también un simple trozo de alambre de cobre de 17 cm de largo (para tener una antena a $\frac{1}{4}$ de longitud de onda) o 35cm (para tener una antena a media onda) unido al contacto Y del conector ANT. Todo esto vale para ambos receptores (1 ó

2 canales). Para la alimentación de los circuitos, se puede utilizar una fuente corriente continua de 12÷16 Vcc y capaz de suministrar una corriente de 70 mA para el receptor de un solo canal y 100 mA para el de dos canales.



EL MATERIAL

Todos los componentes utilizados en estos proyectos son fáciles de encontrar. El master de las placas de circuito impreso y el firmware se puede descargar desde la web www.elettronica.in.it.

Ambos receptores están también disponibles en kit: cod. FT1050K (mono canal, 17,00 Euros); cod. FT1051K (bicanal, 19,00 Euros). Con estos receptores es posible utilizar transmisores de 2 canales (cod.8110-TX3750-2CS 19,00 Euros) y 4 canales (cod.8110-TX3750-4CS 22,00 Euros).

Los precios incluyen IVA.
Los gastos de envío no van incluidos.
Puede hacer su pedido en:
pedidos@nuevaelectronica.com