

INTERFAZ DE 4 CANALES E/S BLUETOOTH RN-42 ANDROID BASED



..... TOMMASO Y ALESSANDRO GIUSTO

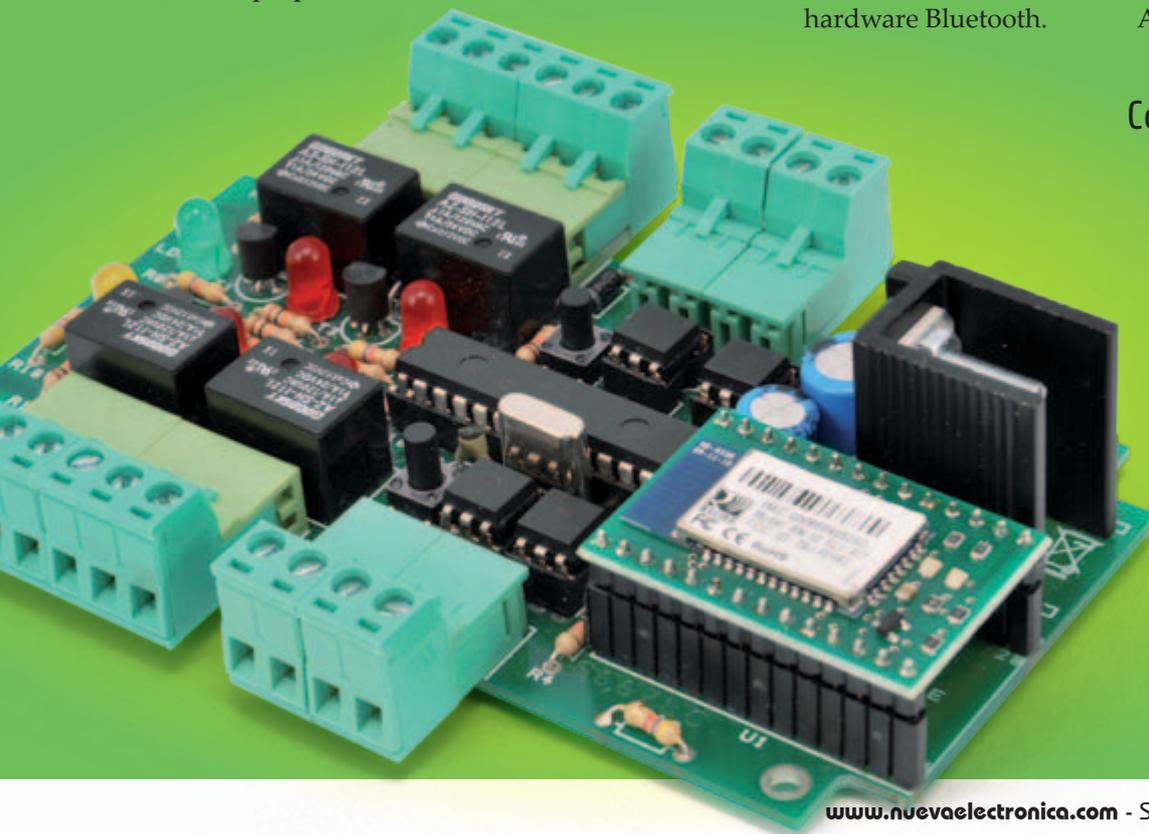
El protocolo Bluetooth se utiliza mucho en las comunicaciones *wireless* de corto radio entre aparatos como teléfonos celulares, impresoras, auriculares, dispositivos de adquisición de datos. Por esta razón, muchas veces nos hemos ocupado de ello, proponiendo

proyectos prácticos, primero con el módulo BISM2 de Ezurio, después con el nuevo RN-42 de Roving Network, con el que os proponemos una nueva aplicación en estas páginas: se trata de una tarjeta de gestión de entradas/salidas, que en realidad es una revisión

de otra publicada hace algunos años, a la que hemos adaptado el RN-42. Además hemos reescrito el firmware para hacer de la tarjeta un sistema Android Based, permitiendo el control desde cualquier dispositivo con sistema operativo Android dotado de hardware Bluetooth.

Primero describamos las características hardware y software de la tarjeta Interfaz Bluetooth 4 Canales In/Out: la tarjeta está provista de cuatro salidas a relé y otras tantas entradas opto-aisladas a nivel de tensión, controlables a través de Bluetooth. A nivel software, la

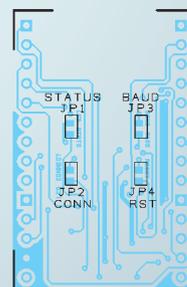
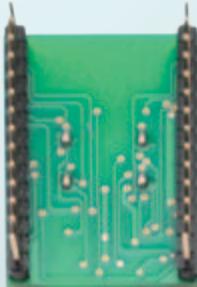
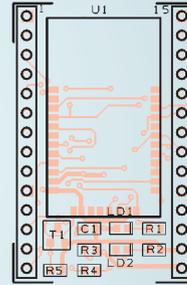
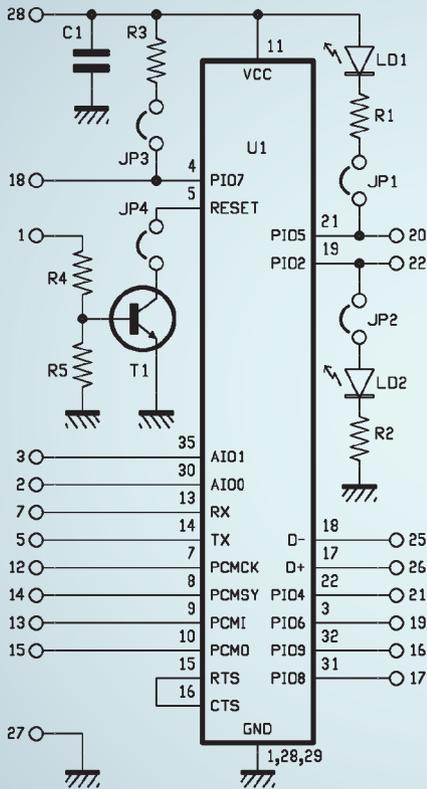
Con el nuevo módulo Bluetooth RN-42 mejoramos las prestaciones de la tarjeta para el telecontrol de 4 canales transformándola en un sistema basado en Android (Android Based).



El módulo bluetooth RN-42

Lista de materiales:

- R1: 220 ohm (0805)
 - R2: 220 ohm (0805)
 - R3: 1 kohm (0805)
 - R4: 3,3 kohm (0805)
 - R5: 10 kohm (0805)
 - C1: 100 nF Multicapa
 - LD1: LED naranja (0805)
 - LD2: LED verde (0805)
 - U1: RN-42
- Varios:
- Tira de 14 pines hembra (2 pz.)
 - Circuito impreso



El RN-42 es un módulo Bluetooth 2.1 de clase 2 con velocidad de comunicación de alrededor 3 Mbps dotado de antena transceptora integrada en el PCB, que tiene un rango de transmisión y de uso teórico de alrededor 15+20 metros; esta distancia puede subir incluso hasta los 1.000 metros en la versión con antena externa.

El módulo soporta las modalidades de funcionamiento denominadas SPP (Serial Port Profile) y HID (Human Interface Device); además implementa un eficaz mecanismo de reducción del consumo que lo lleva, en las mejores condiciones, a consumir solo 26 μ A (en las condiciones normales de uso el consumo aumenta).

En la modalidad SPP el velocidad de comunicación es de 240 kbps con respecto a dispositivos *slave* y de 300 kbps para los *master*; estas velocidades son más que suficientes para las diversas aplicaciones de Bluetooth (también para aquellas más exigentes).

El RN-42 dispone de una simple interfaz hardware y software UART que puede ser utilizada para la conexión a cualquier microcontrolador, con el fin de realizar sistemas embebidos; además, habiendo integrado en el propio dispositivo el *stack* software Bluetooth, no requiere la conexión a MCUs particularmente potentes. Como prevé el protocolo Bluetooth, el RN-42 implementa el cifrado de la comuni-

unidad prevé tres modalidades de funcionamiento: manual, automática y semiautomática (entre un apagado y el sucesivo reinicio se memoriza la última modalidad seleccionada). En la primera, a través de un software Android específico se puede conectar a un dispositivo móvil y, a través de comandos específicos, permite tanto activar o desactivar los relés indistintamente, como adquirir y visualizar la condición de las entradas.

En la segunda (automática) cuando la unidad detecta, dentro del campo de cobertura Bluetooth, un celular previamente asociado mediante el procedimiento específico (el número máximo de dispositivos asociables es 5), se activa un relé (RL1 para ser precisos), que queda excitado hasta que el mismo aparato sale

del campo. Esta última modalidad puede ser utilizada como RFID: cuando se le acerca con un dispositivo de reconocimiento en el bolsillo, se activa un usuario o se da el consentimiento a otros aparatos para la ejecución de determinadas operaciones. La tercera y última modalidad (semiautomática) es similar, pero difiere por el hecho que la proximidad de un teléfono móvil Bluetooth (aunque en este caso el número máximo de dispositivos asociables es 5) no activa directamente un determinado relé, pero habilita el comando directo de todos los relés (RL1, RL2, RL3, RL4) mediante un nivel de tensión aplicado a las entradas: la presencia de tensión en una entrada determina la activación de la salida correspondiente, así, la entrada 1 actúa sobre RL1, la 2 sobre RL2

y así sucesivamente. En práctica en esta modalidad, cuando se le acerca un dispositivo Bluetooth habilitado, es posible obtener el acceso a determinadas funciones.

ESQUEMA ELÉCTRICO

El esquema eléctrico de la tarjeta está desarrollado entorno al microcontrolador U2 (un PIC16F876A de Microchip) y al módulo Bluetooth RN-42. El PIC controla los relés mediante cuatro líneas de E/S configuradas como salidas, cada una de las cuales controla un transistor NPN utilizado como amplificador de potencia y interruptor estático; los cuatro optoacopladores son leídos por el micro mediante otras tantas líneas de E/S y pueden ser utilizadas para controlar el estado de las entradas a nivel de tensión: cuando a

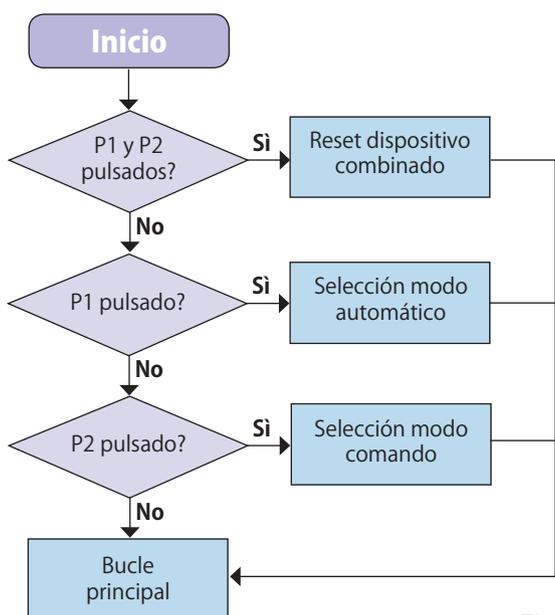
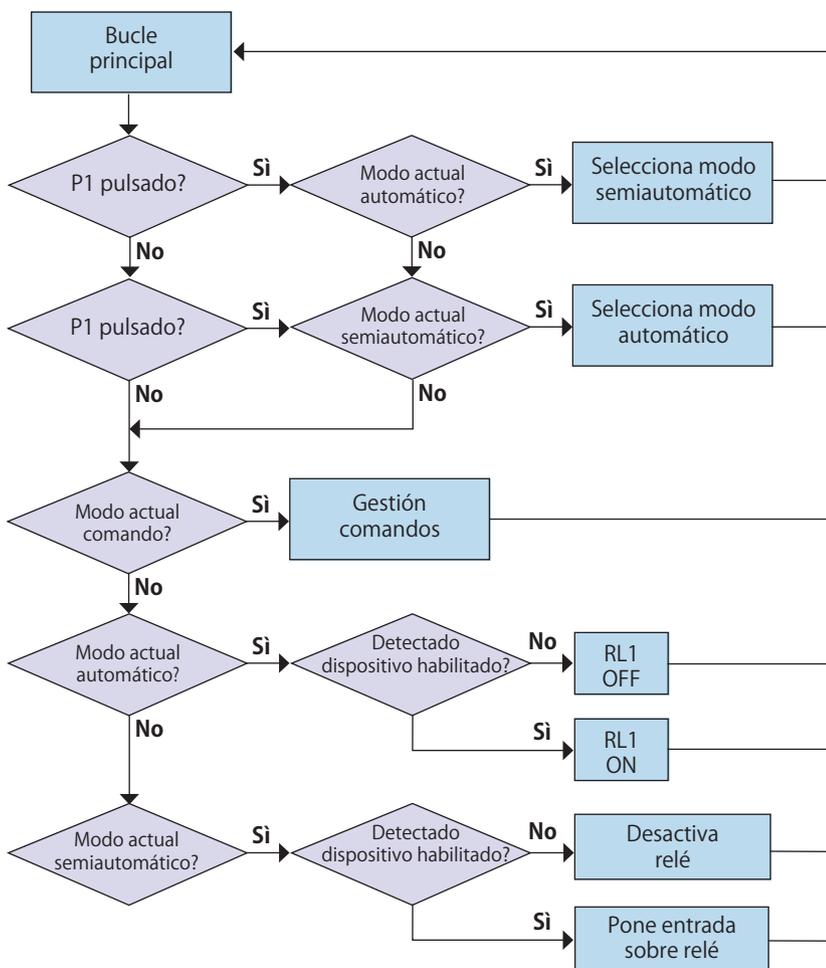


Fig. 1
El diagrama de flujo del firmware cargado en el microcontrolador.



dad de funcionamiento.

EL FIRMWARE

El firmware del microcontrolador se ha diseñado para gestionar el protocolo de comunicaciones serie (vía UART) del nuevo módulo utilizado; aunque todas las funcionalidades precedentes han sido mantenidas y se ha intentado mantener también la plena correspondencia en la selección/paso entre las modalidades.

El firmware del micro gestiona las comunicaciones con el módulo U1, lee cíclicamente el estado lógico de los optoacopladores correspondientes a las entradas y, según la modalidad de funcionamiento y de los comandos recibidos, pone a nivel alto o bajo las salidas que asociadas los relés. Al arrancar, el PIC inicializa sus propias líneas definiendo RA1, RA2, RA3 y RA5 como salidas para el control de los relés, RB0, RB1, RB6 y RB7 como entradas (con pull-up interno) para la lectura de los niveles de salida de los optoacopladores, y RA0 y RB3 como salidas para controlar los LED de señalización. RB4 y RB5 quedan definidos como entrada (con pull-up interno) para la lectura de los pulsadores; finalmente, el firmware utiliza la UART interna para comunicarse con el módulo Bluetooth.

El diagrama de flujo que muestra la **Fig. 1** muestra el funcionamiento del firmware.

La primera operación ejecutada al inicio es la verificación que pulsadores están siendo pulsados: si ambos están pulsados, se borra la estructura de memoria de los MAC address de la unidad *slave* Bluetooth habilitadas; si se presiona solo P1 se selecciona la modalidad de funcionamiento automática, mientras si es solo el pulsador P2 el que se presiona, se impone la modalidad manual

Modalidad de funcionamiento

Este sistema puede funcionar según 3 modalidades distintas:

- **Manual** (comando): la unidad ejecuta los comandos enviados por un dispositivo Android a través del protocolo de comunicación Bluetooth. Es posible activar o desactivar los relés individualmente, o leer y visualizar gráficamente el estado lógico de las entradas optoaisladas.
- **Automática**: si uno o más de los 5 dispositivos Bluetooth memorizados entra en el área de cobertura, el PIC activa el relé RL1, que queda excitado hasta que todos los dispositivos habilitados salen del área.
- **Semiautomática**: las entradas optoacopladas determinan el estado de los correspondientes relés (RL1 para IN1, RL2 para IN2, RL3 para IN3 y RL4 para IN4) solo cuando al menos un dispositivo Bluetooth habilitado entra en el campo de cobertura; la presencia de una diferencia de potencial suficiente en una entrada fuerza la activación del relé correspondiente.

(comando). De otra manera no se ejecuta ninguna acción, pero se mantiene la última modalidad memorizada.

A continuación, a través de los comandos oportunos, se configura el módulo RN-42: en particular si tiene que funcionar como *slave* (comando "SM,0") o como *master* (comando "SM,1") y el código PIN predefinido ("1234").

Hemos de señalar que si al inicio está seleccionada la modalidad automática, durante el funcionamiento normal es posible pasar de la automática a la semiautomática y viceversa, simplemente pulsando P1. Sin embargo, siempre en estas modalidades, P2 se utiliza para iniciar el proceso de asociación Bluetooth, durante la cual el módulo RN-42 ejecuta una exploración y memoriza los MAC Bluetooth de los primeros 5 dispositivos detectados.

Finalmente se entra en la sección principal de funcionamiento: en la modalidad comando, a través de datos enviados/recibidos del RN-42 son gestionados las E/S hardware y la comunicación con

el software Android; en las otras dos modalidades, el PIC ordena cíclicamente el módulo para ejecutar sucesivas exploraciones Bluetooth y, según las respuestas recibidas y del estado de las entradas hardware, activa o desactiva las correspondientes salidas.

SOFTWARE ANDROID

El software desarrollado para smartphone Android ("littleBlueControl") permite el conexionado y la gestión remota de la tarjeta en el caso en el que se seleccione la modalidad comando: es posible verificar el estado actual de las entradas digitales, conocer el estado de las salidas (ON u OFF) y modificar el valor según las propias necesidades.

Al inicio, después de una pantalla inicial de presentación del software (Fig. 2), comienza la exploración y estudio de todos los dispositivos Bluetooth presentes dentro de la zona de cobertura del smartphone.

En la lista visualizada a la derecha en la Fig. 2, se muestran tanto todos los sistemas ya acopla-

dos, como los nuevos detectados; al hacer clic en la pestaña (*Vecchia Scheda I/O*, en nuestro ejemplo) se la selecciona y se solicita inicio de la conexión.

Además hay un pulsador para pedir una nueva ejecución de la exploración y actualización de la lista.

En este punto, si es la primera vez que el dispositivo es detectado, se pide la introducción del código PIN (el predefinido por el firmware es 1234) como muestra la Fig. 3. Seguidamente, se pasa a la pantalla principal del programa (Fig. 4) en la cual, partiendo desde arriba, se muestra el estado de las cuatro salidas a los relés y de las otras tantas entradas optoacopladas. Para cada salida individual se utiliza la siguiente convención: en la izquierda está presente una etiqueta de texto que indica el estado actual; más a la derecha están presentes 2 pulsadores que sirven para modi-



Fig. 2 – Los sistemas Bluetooth emparejados y detectados por la unidad.

ficar el estado actual (etiquetados con ON y OFF, y de los cuales solo uno está habilitado).

Si la salida está activa, la etiqueta de texto muestra ON y está habilitado el botón OFF, y si no está activa, la etiqueta muestra OFF y está habilitado el pulsador ON.

Es así porque en el primer caso, estando la salida activa, solo será posible pedir la desactivación, por tanto es correcto que está habilitado solo el pulsador OFF; viceversa, en el segundo caso solo es posible el comando de activación y por tanto está habilitado el pulsador ON. En la Fig. 4 podemos ver que están activos los relés 1 y 3, mientras el 2 y el 4 están OFF.

Sin embargo, para cada entrada optoacoplada hay una sola etiqueta de texto que muestra el estado actual: ON en el caso que en la entrada optoacoplada tenga aplicada una tensión suficiente para activar optoacoplador; OFF en caso contrario (en la pantalla de la Fig. 4 se ve que las cuatro entradas están en OFF).

Volviendo sobre las salidas, para pedir la modificación del estado actual es suficiente con hacer clic sobre el correspondiente pulsador activo; en este punto, el comando seleccionado es enviado a la tarjeta y sobre el smartphone aparece una ventana que ilustra el envío del comando (Fig. 5); cuando se completa el proceso, se actualiza la interfaz gráfica.

Un último detalle a señalar acerca del software Android, es la presencia de un temporizador de actualización de la pantalla: cíclicamente el software se conecta a la tarjeta, lee el estado actual y de acuerdo a las informaciones recibidas, actualiza la interfaz gráfica (en particular si ha variado el estado de las entradas, también la correspondiente sección gráfica se modificada).

EL PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN

Cuando se selecciona la modalidad comando, el protocolo de comunicación entre tarjeta y smartphone prevé que este

último actuará como *master* Bluetooth, mientras la tarjeta se comportará como *slave*. El protocolo prevé tramas compuestas de 4 byte, estructuradas como sigue:

- Primer byte = tipo de operación (lectura o cambio de estado E/S de la tarjeta); GETNFO_CMD (byte 0x41) para lectura; SETNFO_CMD (byte 0x42) para cambiar;
- Segundo byte = identificador del tipo del recurso. Están previstas 3 posibilidades: estado completo tarjeta (STATUS_CMD; byte 0x40); única salida a relé (OUTRLE_CMD; byte 0x41) y finalmente única entrada digital (INPDIG_CMD; byte 0x44).
- Tercer byte = identificador número del recurso.
- Cuarto byte = estado de que debe tener el recurso (solo para controlar salidas relé).

El protocolo prevé además que, a cada petición de comandos del *master*, el *slave* responda con paquetes de confirmación.

REALIZACIÓN PRÁCTICA

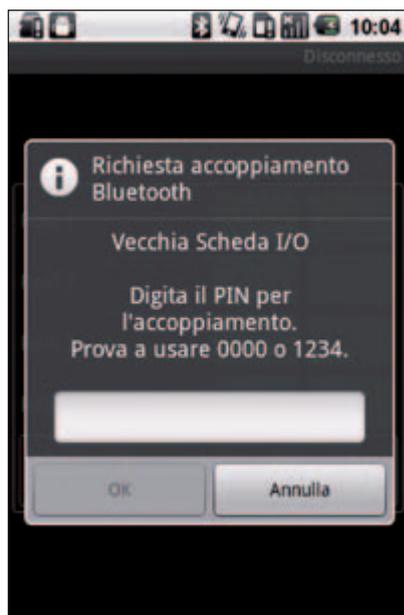


Fig. 3 – La introducción del PIN Bluetooth.



Fig. 4 – La ventana resume el estado de las entradas y los relés.



Fig. 5 – El envío del comando vía Bluetooth a la tarjeta.

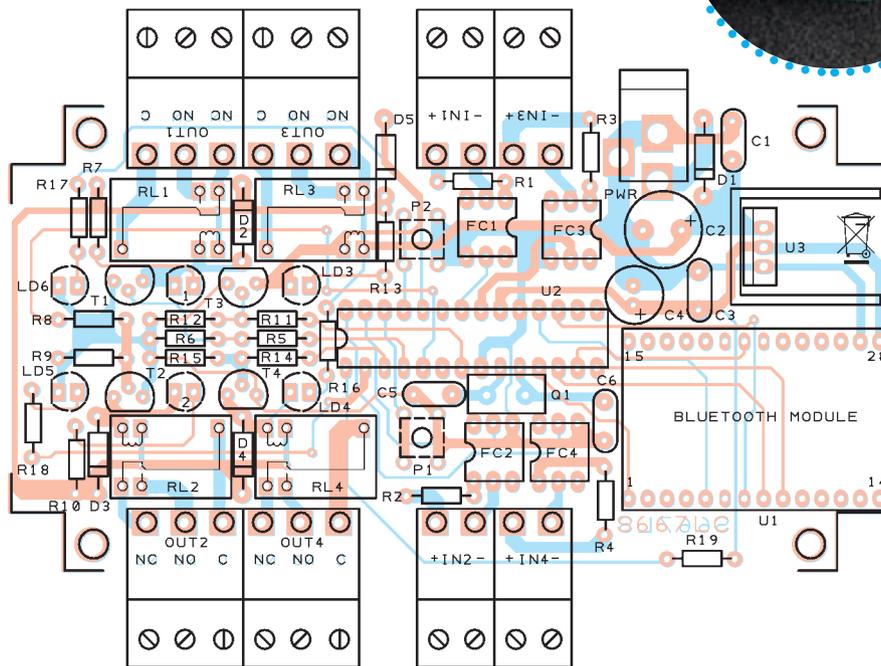
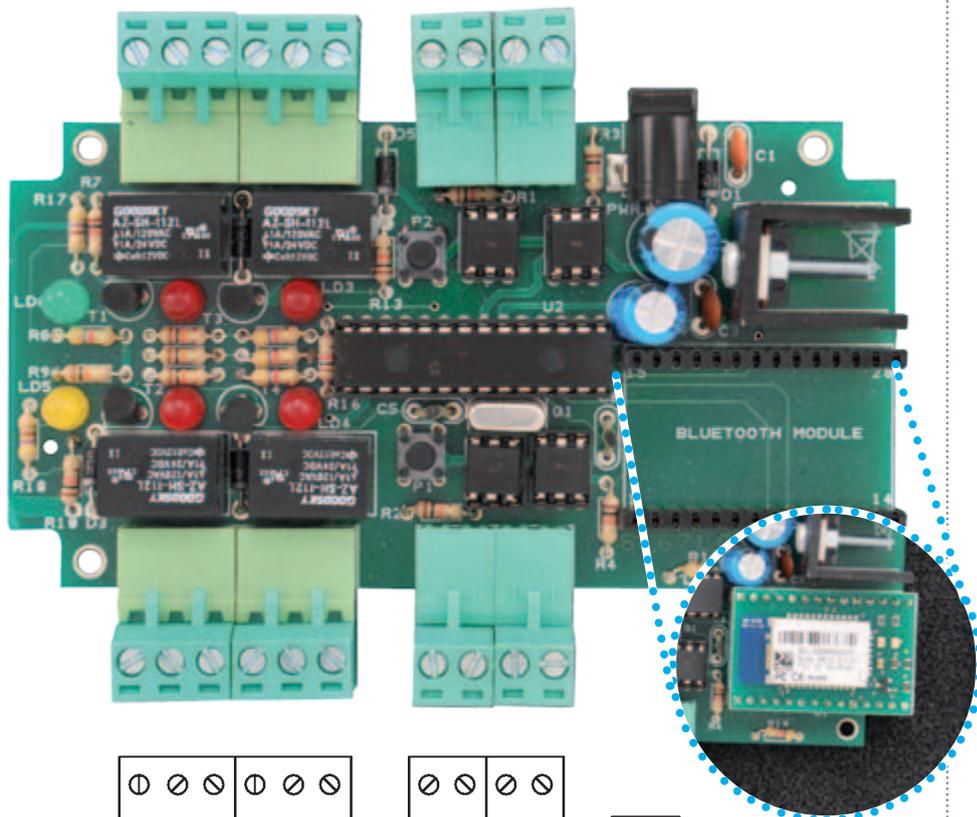
[plano de MONTAJE]

Lista de materiales:

- R1 ÷ R4: 1 kohm
- R5: 4,7 kohm
- R6: 10 kohm
- R7: 1 kohm
- R8: 4,7 kohm
- R9: 10 kohm
- R10: 1 kohm
- R11: 4,7 kohm
- R12: 10 kohm
- R13: 1 kohm
- R14: 4,7 kohm
- R15: 10 kohm
- R16: 1 kohm
- R17, R18: 470 ohm
- R19: 1 kohm
- C1, C3: 100 nF multicapa
- C2: 470 μ F/25 V electrolítico
- C4: 470 μ F/16 V electrolítico
- C5, C6: 10 pF cerámico
- U1: Socket RN-42 (FT1018M)
- U2: PIC16F876A (MF1095)
- U3: LD1086-3.6
- D1 ÷ D5: 1N4007
- Q1: cuarzo 20 MHz
- LD1 ÷ LD4: LED 5 mm rojo
- LD5: LED 5 mm amarillo
- LD6: LED 5 mm verde
- T1 ÷ T4: BC547
- RL1 ÷ RL4: Relé 12V, 2 posiciones x 1 circuito
- P1, P2: micro-interruptor
- FC1 ÷ FC4: 4N25

Varios:

- Conector de alimentación
- Terminal modular 2 polos 90° (4 pz.)
- Terminal modular 3 polos 90° (4 pz.)
- Zócalo 3+3 (4 pz.)
- Zócalo 14+14
- Tira hembra de 14 pines (2 pz.)
- Tornillos 10 mm 3 MA
- Tuerca 3 MA
- Disipador (ML26)
- Circuito impreso código S667



El hardware del sistema es básicamente el mismo anteriormente publicado, pero basado en el nuevo módulo Bluetooth RN-42; en otras palabras, la tarjeta base queda invariable y lo que cambia es la parte que contiene el RN-

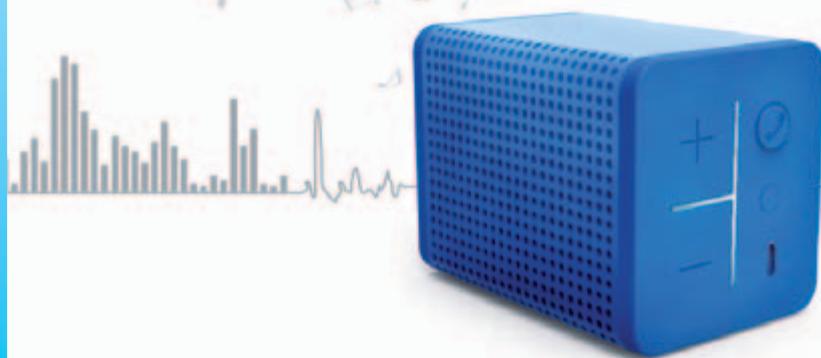
42, a montar sobre el conector de la placa base, tras dotarlo de dos tiras de pines de paso 2,54 mm de 14 contactos cada una. El socket dispone de 4 pequeños puentes bajo el circuito impreso preparados para diferentes confi-

guraciones no utilizadas aquí. En este proyecto los puentes están cerrados mediante de pequeñas gotas de estaño. Por el montaje, digamos que todo el circuito está compuesto por componentes convencionales,

por tanto la operación es simple y al alcance de todos: es suficiente un soldador de 25÷30 W y un poco de hilo de soldadura de 0,75 mm. Montamos primero los diodos y las resistencias, después, el zócalo para el microcontrolador y los optoacopladores, así como los pulsadores miniatura; a continuación los transistores y los LED, después los condensadores y el conector de alimentación. Montamos a continuación dos tiras de contactos hembra de paso 2,54 mm de 14 contactos cada una en los taladros previstos para la inserción del módulo Bluetooth, los cuatro relés y el terminal, concluyendo con el regulador de tensión U3, que debemos mantener vertical y levantado cuanto haga falta para fijarlo a un radiador en U que tenga una resistencia térmica de alrededor 20 °C/W (el clásico ML26). Para la orientación de los componentes polarizados referiros al plano de montaje publicado en estas páginas.

En cuanto al módulo Bluetooth, para mantener la compatibilidad con aquel del Ezurio (montado

la caja Bluetooth mini de las prestaciones maxi



El mundo de los accesorios para smartphone y tablet produce novedades a ritmo continuo; una de las más recientes es esta caja acústica miniatura completamente autónoma y conectable vía Bluetooth a todos los smartphone, tablet y PC notebook.

Se llama Mipow The Boom y es un altavoz con el cual es posible escuchar música sin alimentación externa y efectuar llamadas en manos libres por un

máximo de 12 horas.

El producto, realizado por Mipow (www.mipow.com), está disponible también en versión Mini, de dimensiones aún más compactas, que funciona hasta 9 horas en conversación o reproducción musical continua. Ambos soportan la tecnología bluetooth V4.0 de bajo consumo y pueden ser asociados también a dos dispositivos (smartphone, tablet...) simultáneamente.



el MATERIAL

Todos los componentes utilizados en este proyecto son de fácil localización. El circuito está también disponible en kit (cód. FT1095K) al precio de 64,00 Euros. El precio comprende el circuito base en kit y el módulo Bluetooth FT1018M ya montado. Este último está disponible también por separado al precio de 29,00 Euros.

Precios IVA incluido sin gastos de envío.

Puede hacer su pedido en:

www.nuevaelectronica.com

pedidos@nuevaelectronica.com

sobre una base y comercializado por Futura Elettronica como FT622M) hemos previsto montar también el RN-42 sobre una placa portadora (socket) dotado de dos tiras de pines de 14 contactos cada una, manteniendo el paso y la distribución de pines (*pin-out*) compatible con el antiguo; por tanto basta con insertar el nuevo módulo en el zócalo previsto. Tanto sobre el circuito impreso de la tarjeta principal que sobre el del nuevo módulo Bluetooth, está indicada la numeración de los pines del *socket* (están indicados los pines números 1, 14, 15 y 28), por tanto si insertáis el nuevo módulo teniendo cuidado de hacer coinci-

dir los pines todo irá bien. En cuanto al firmware del PIC, aunque claramente en las dos versiones de la tarjeta tenemos las mismas funcionalidades, el firmware entre las dos no puede ser el mismo en cuanto ha sido actualizado el módulo Bluetooth. Por tanto si seguís la actualización partiendo de una tarjeta precedente, además de sustituir el módulo Bluetooth hay cambiar también el PIC. Sin embargo si habéis construido ahora la tarjeta, programar vuestro PIC con el firmware descargable junto con el resto de archivos de este proyecto y no os preocupéis de nada más.

(180065)