

Este circuito de ultrasonidos detecta cualquier objeto en movimiento dentro de una distancia de unos 4 metros, lo que le permite ser utilizado como alarma. Otra curiosa aplicación es la de controlar la calidad de un material absorbente del ruido que, de ser eficaz, no será capaz de reflejar los ultrasonidos.

DETECTOR DE MOVIMIENTO

Muchos lectores han hecho uso del **proyecto** presentado en el **número 284**, por su capacidad de **detectar** esta distancia, para emplearlo en su plaza de **aparcamiento**: en este caso, el circuito activa un **indicador** cuando el coche está a una distancia de unos **10-15 cm** de la pared.

Algunos lo han utilizado para verificar el **nivel** del grano almacenado en un silos o el líquido dentro de cisterna o incluso como **antirrobo**, colocando este circuito delante de una puerta. Desde que expusimos en dicho artículo, que se podían hacer pruebas como un **radar** volumétrico o **antirrobo**, muchos lectores nos solicitaron la publicación de ésta aplicación. Dado que se trata de un circuito que **detecta** un objeto al pasar a una distancia no mayor a los 4 metros, hemos sentido la necesidad de **revisar** nuestro proyecto, sustituyendo la definición de "**radar ultrasónico**", por otra más apropiada: **Detector de Movimiento**.

Para detectar el "**movimiento**" se emplea un integrado tipo **4046** conocido como **PLL**, que, como se observa en la figura 5, contiene un **VCO** que se utiliza para obtener mediante un oscilador **R / C** (Resistencia/ condensador), una señal con una frecuencia de **40 KHz** capaz de pilotar la cápsula del transmisor **ultrasónico** identificado por las letras **TX**.

Aunque la **frecuencia** de trabajo de estas cápsulas de ultrasonidos se considera de **40 KHz**, debido a su tolerancia, pueden trabajar a partir de un mínimo de **39 KHz** hasta los **41 KHz**.

El trimmer **R3** aplicado al pin número 12 del **4046** (véase figuras 3 y 5) se utiliza para variar la **frecuencia** del oscilador y así poder **sintonizar** la frecuencia exacta de la cápsula receptora **RX**.

Como se muestra en la figura 5, la frecuencia de los **40 KHz** es enviada a la cápsula transmisora **TX** y al terminal 3 de **IC2**, que resulta ser

Fig.1 Nuestro antirrobo por ultrasonidos ya dispuesto en su mueble de plástico.



COMO ANTIRROBO

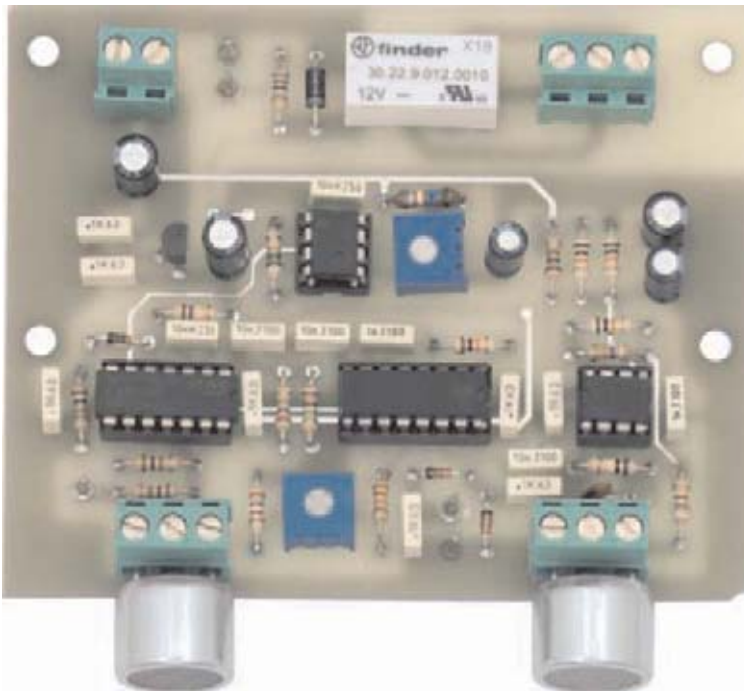


Fig. 2 Aspecto del circuito impreso con todos los componentes montados. La cápsula transmisora TX se fijará a la regleta de conexiones izquierda, mientras que la cápsula receptora RX se conectará en la derecha.

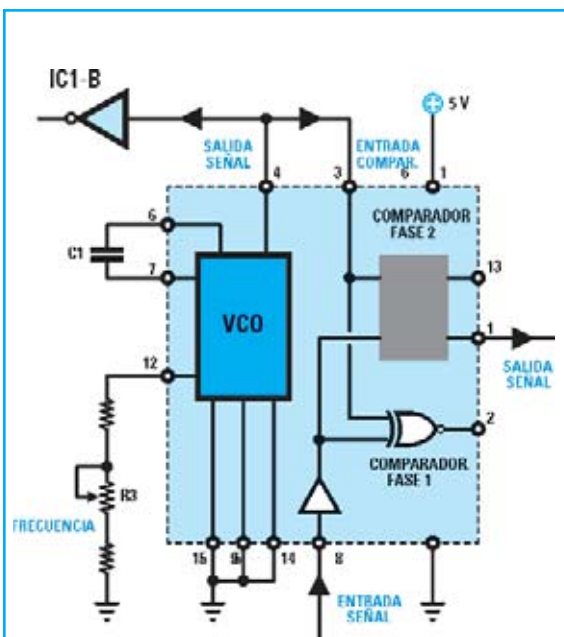


Fig.3 La frecuencia de 40 KHz suministrada por el pin 4 es enviada a la cápsula TX y también a una de las entradas del comparador de fase (pin 3).La frecuencia recibida por la cápsula RX se aplica a otra entrada del comparador (pin 14).Cuando un objeto se mueve frente a las cápsulas, la salida del comparador (pin 1) entrega una onda cuadrada.

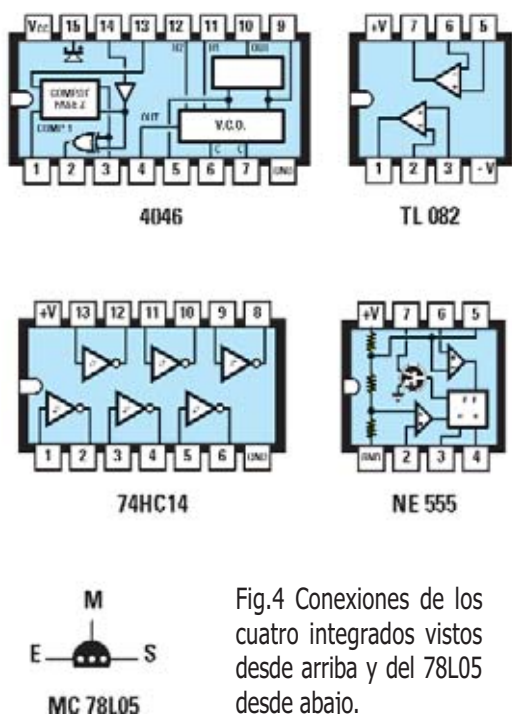


Fig.4 Conexiones de los cuatro integrados vistos desde arriba y del 78L05 desde abajo.

LISTADO DE COMPONENTES

- R1 = 100 ohm
- R2 = 100 ohm
- R3 = 5.000 ohm trimmer
- R4 = 2.700 ohm
- R5 = 22.000 ohm
- R6 = 10.000 ohm
- R7 = 1 megaohm
- R8 = 1 megaohm
- R9 = 1 megaohm
- R10 = 100.000 ohm
- R11 = 15.000 ohm
- R12 = 560.000 ohm
- R13 = 500.000 ohm trimmer
- R14 = 4.700 ohm
- R15 = 10.000 ohm
- R16 = 10.000 ohm
- R17 = 47.000 ohm
- R18 = 10.000 ohm
- R19 = 100.000 ohm
- R20 = 100 ohm
- R21 = 560 ohm
- C1 = 1.000 pF poliéster
- C2 = 100.000 pF poliéster
- C3 = 10.000 pF poliéster
- C4 = 100.000 pF poliéster
- C5 = 10.000 pF poliéster
- C6 = 10.000 pF poliéster
- C7 = 100.000 pF poliéster
- C8 = 10.000 pF poliéster
- C9 = 100 microF. electrolítico
- C10 = 100.000 pF poliéster
- C11 = 100.000 pF poliéster
- C12 = 100 microF. electrolítico
- C13 = 10 microF. electrolítico
- C14 = 100.000 pF poliéster
- C15 = 10.000 pF poliéster
- C16 = 10 microF. electrolítico
- C17 = 1.000 pF poliéster
- C18 = 22 pF cerámico
- C19 = 100.000 pF poliéster
- C20 = 100.000 pF poliéster
- C21 = 100 microF. electrolítico
- C22 = 100.000 pF poliéster
- DS1-DS2-DS3 = diodo 1N4148 - 1N4150
- DS4 = diodo silicio 1N4007
- DL1 = diodo led
- IC1 = TTL tipo 74HC14
- IC2 = C/Mos tipo 4046
- IC3 = integrado tipo MC.78L05
- IC4 = integrado tipo NE.555
- IC5 = integrado tipo TL.082
- TX = capsula transmisora SE5.1
- RX = capsula receptora SE5.1
- Relé 1 = relé 12 Volt 1 circuito

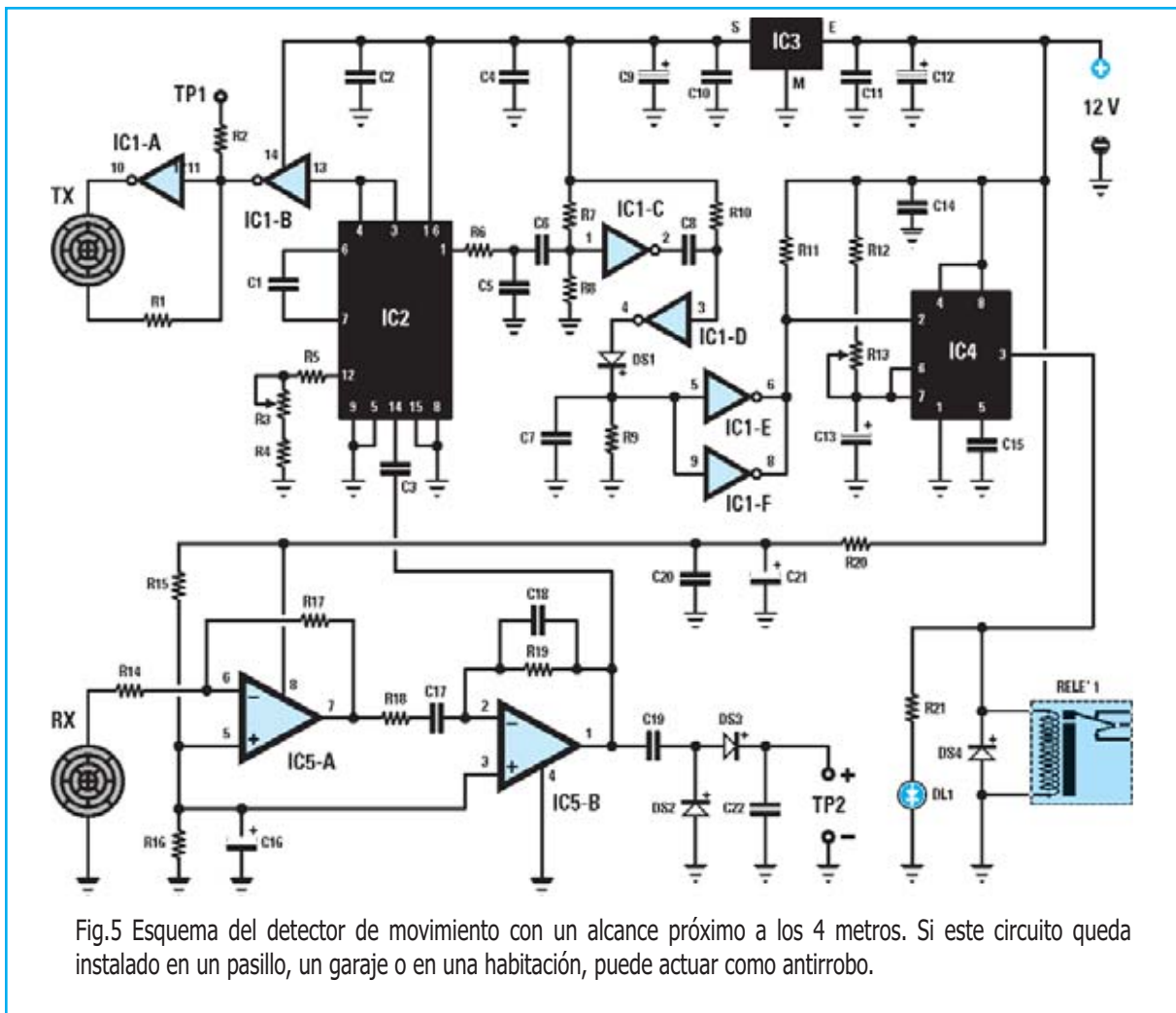


Fig.5 Esquema del detector de movimiento con un alcance próximo a los 4 metros. Si este circuito queda instalado en un pasillo, un garaje o en una habitación, puede actuar como antirrobo.

la entrada del comparador de **fase**. Esta señal ha de **compararse** con la frecuencia recibida por la capsula **RX** (terminal de entrada número 14).

Si frente a las dos **cápsulas** no hay objetos en movimiento, el terminal de salida de **IC2** (pin 1) presenta un nivel **lógico 0**, pero tan pronto como un objeto o persona se mueve, en este **terminal** aparecerán una serie de pulsos cuadrados, que aplicados al integrado **IC4**, producirán la **activación** del relé, encargándose éste de activar una **sirena de alarma** o un **indicador óptico**.

Después de estas breves notas introductorias pasaremos a una **descripción** del circuito.

ESQUEMA ELÉCTRICO

Observando la figura 5 comenzaremos por la

descripción de **IC2** que, como hemos comentado, se trata del **PLL 4046**, también disponible en el comercio con las iniciales **CD.4046** o **HCF.4046**.

Su pin 4, suministra la señal de **40 KHz**, generada por el **VCO** interno, que antes de ser aplicada a la cápsula transmisora **TX**, pasa a través de las dos **puestas inversoras IC1/B-IC1/A**.

Estos dos puestas están configuradas de modo que suministran a la cápsula una señal de unos **10 voltios**, ya aplican a cada uno de sus terminales una señal de polaridad **opuesta**. Como ya hemos mencionado la función del trimmer **R3** es la de ajustar la **frecuencia** de salida.

La señal, además de ser aplicada a la **cápsula transmisora**, se introduce en el terminal 3 del **4046** para llegar a una etapa de **comparación interna**.

Aquí nos detenemos y pasamos a la **etapa del receptor**, compuesta por los dos operacionales **IC5/A-IC5/B**.

La señal captada por la cápsula receptora **RX** es enviada a la **entrada inversora** (6 pin) del primer operacional **IC5 / A**, que amplifica ésta unas **10 veces**.

La ganancia se calcula con la fórmula:
Ganancia = R17: R14

Como el valor de **R17** es 47.000 ohmios y el valor de **R14** es 4700 ohmios, obtenemos:
Ganancia = 47000: 4700 = 10

La señal amplificada pasa a la **entrada inversora** del segundo operacional (pin 2) **IC5 / B**, que amplifica de nuevo otras **10 veces**.

De nuevo, como **R19** es de 100.000 ohmios, y **R18** de 10.000 ohmios, obtenemos:
Ganancia = 100.000: 10.000 = 10

Entonces la **señal** recibida se amplifica por estos dos operacionales $10 \times 10 =$ **100 veces**. La señal de **40KHz**, amplificada por los dos integrados se toma de la salida de **IC5 / B** (pin 1) y es aplicada a la entrada 14 del **4046** (véase IC2) donde debe compararse con la frecuencia de **40 kHz**, que entra por el pin 3 (ver figura 3).

Si delante de las dos **cápsulas** no existe un objeto en movimiento, la salida 1 del **4046** no entregará ninguna **tensión**, pero tan pronto como cualquier objeto se mueve, este pin suministrará una señal de **onda cuadrada** que, a través del condensador **C6**, llegará a la entrada de la **puerta inversora IC1 / C**, polarizada por el divisor de tensión formado por las dos resistencias **R7-R8** de 1 megaohm. La señal se transfiere a la entrada de la segunda **puerta inversora IC1 / D**, que rectificadora por el diodo **DS1** se aplica e invierte por las **puertas IC1/E -IC1/F** para obtener un nivel **lógico 0**.

Por lo tanto, la tensión positiva que se mantiene a través de la resistencia **R11**, resulta cortocircuitada a masa y por lo tanto el terminal 2 del integrado **NE.555** (Ver IC4); ya que este se emplea como un **multivibrador monoestable** su salida (pin 3) cambiará de un nivel **lógico 0** a un nivel **lógico 1**, de modo que se excite el relé.

Ajustando el trimmer **R13** conectado a los

pinos 6-7 de **IC4**, es posible ajustar el tiempo durante el que queremos que el **relé** permanezca **activado**.

Al haber empleado un condensador electrolítico para **C13** de 10 microFaradios, podemos mantener activado el relé durante un **tiempo** que van desde un mínimo de alrededor de **6 segundos** a un máximo de unos **11 segundos**.

Para **reducir** a la mitad este **tiempo**, sólo tenemos que utilizar uno con una capacidad de **4,7 microFaradios**, mientras que para el **doble** vamos a tener que **duplicar** esta capacidad a nos **22 microFaradios**. La etapa receptora y el integrado **IC4**, es decir el **TL082** y **NE555** se alimentan a **12 voltios**, mientras que la etapa del transmisor se alimenta con una tensión de **5 voltios** estabilizados por **IC3**.

Concluimos diciendo que el **TP1** (punto de prueba 1) permite controlar la frecuencia que se aplica a la cápsula **TX**, mientras que **TP2** (punto de prueba 2) nos muestra la amplitud de la señal **ultrasónica** capturada por la cápsula receptora **RX**.

REALIZACIÓN PRÁCTICA

Todos los componentes necesarios para la ejecución de este **detector** están montados en el circuito impreso **LX.1724**, dispuestos como se indica en la figura 6.

Para el montaje, recomendamos se sigan las sugerencias contenida en este breve párrafo. Empezamos por insertar los **zócalos** para los integrados, con especial atención al soldar la totalidad de sus pines **correctamente**. Para su correcta orientación consultaremos la figura 6 respetando la **muesca** que disponen en su cuerpo.

Después de haber **soldado** todos sus terminales, comprobaremos con una lente de **aumento** que inadvertidamente no se ha producido un **cortocircuito** entre dos pines adyacentes por una cantidad excesiva de estaño, lo que impediría un **correcto** funcionamiento del circuito.

Soldados todos los **zócalos**, podemos empezar a incorporar las **resistencias**,

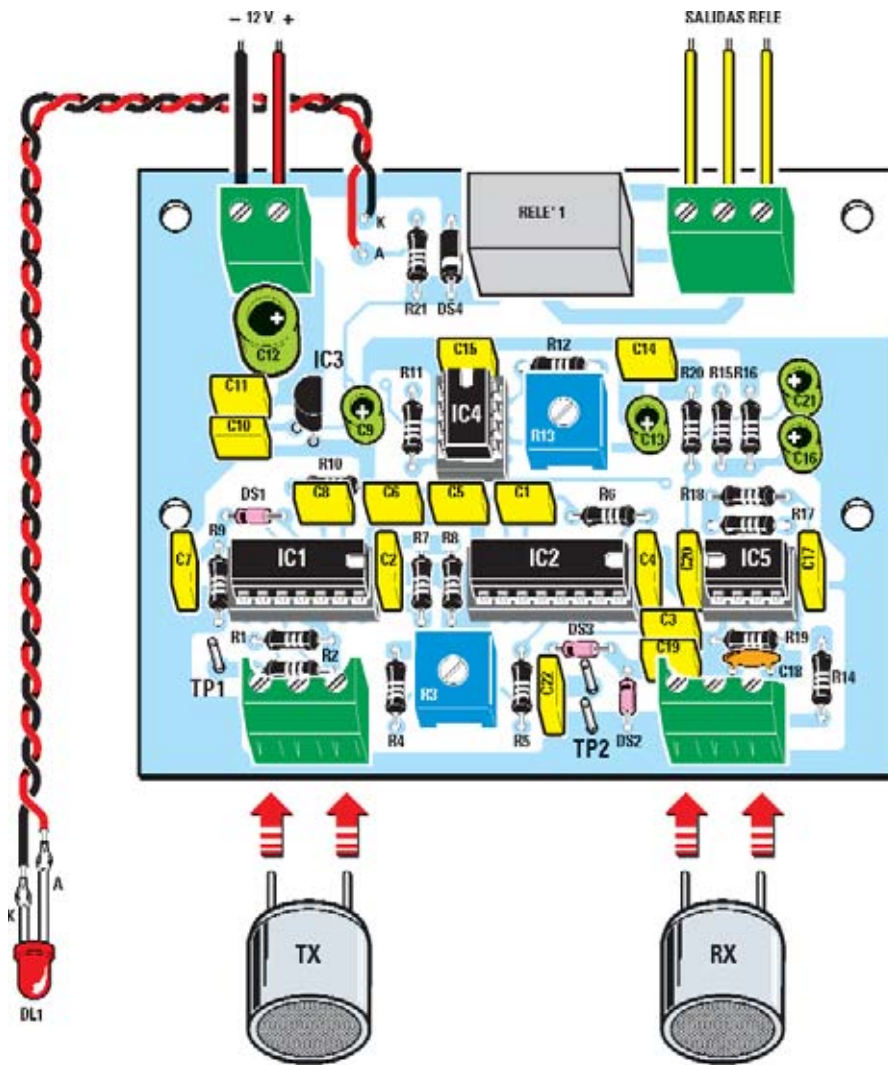


Fig.6 Esquema práctico de montaje del detector. Para distinguir las cápsulas RX-TX sólo es necesario atender a las indicaciones de las figuras 7-8.



Fig.7 La cápsula transmisora TX muestra estampadas las iniciales 400ST. Otros caracteres debajo de 400ST no son significativos.



Fig.8 La cápsula receptora RX cuenta con la indicación 400SR. Cualquier otro símbolo no es significativo.

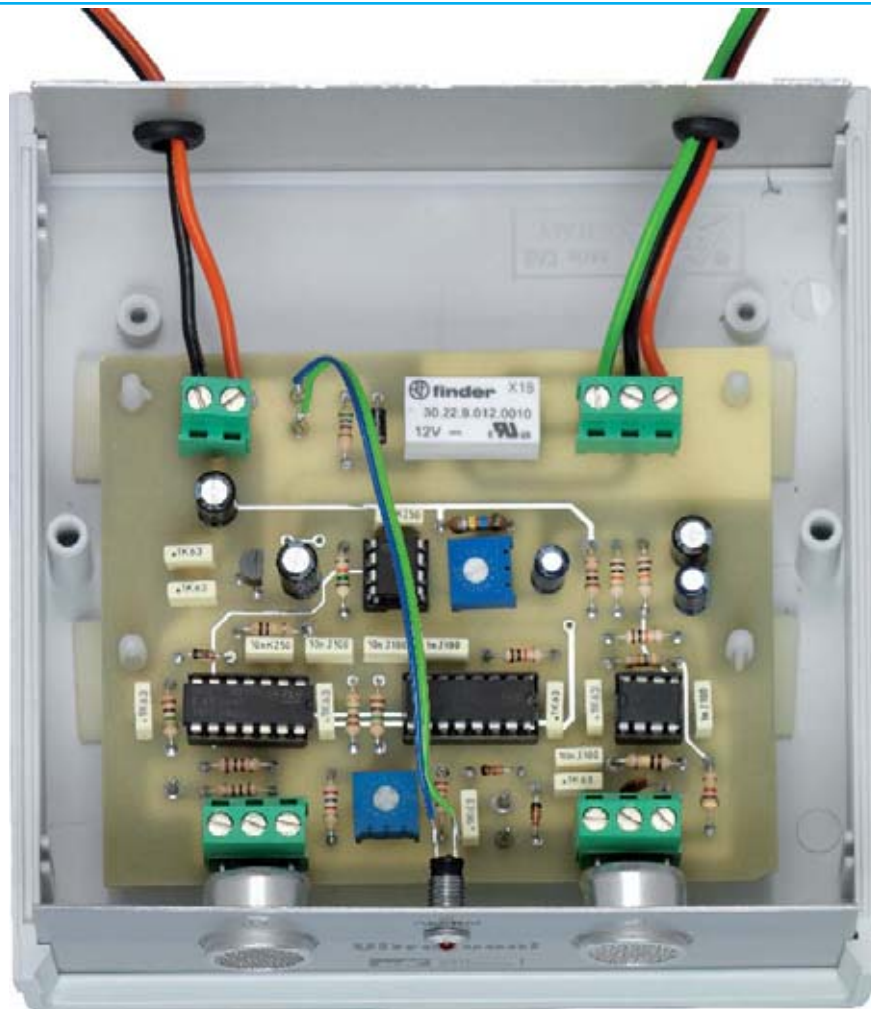


Fig.9 Para realizar el montaje del circuito en el mueble, debemos introducir en los 4 taladros de la placa, los separadores de plástico con base adhesiva, retirando el papel protector de éste y posicionando el circuito en la base de la caja.

comprobando el valor óhmico marcado en su cuerpo.

Abajo, junto al terminal de la cápsula **TX**, se inserta el trimmer **R3** para calibrar la **frecuencia** y, junto al integrado **IC4**, el trimmer **R13**. Después de las resistencias continuaremos con los **diodos de silicio** (ver DS1-DS2-DS3), cuidando la orientación del anillo **negro** de su cuerpo, como se muestra en el esquema práctico de la figura 6.

Sólo el cuerpo de plástico del **diodo DS4**, montado cerca del relé, tiene un anillo **blanco** que debe quedar hacia abajo (ver Fig.6).

Concluido esto, empezaremos con la inserción de todos los **condensadores** en el circuito impreso, respetando la polaridad de los terminales de los tres **condensadores** electro-

líticos, insertando el más largo, que corresponde al **positivo** en el taladro marcado con el **símbolo +**.

Continuando con el montaje, se puede posicionar los **bloques de terminales** de 2 y 3 polos que permitirán conectar la tensión de alimentación de **12 voltios**, las salidas del **relé**, y las dos **cápsulas** de ultrasonidos **TX** y **RX**.

Los últimos componentes para ser montados en el circuito impreso serán el **relé** y la integrado regulador **IC3**, orientando la parte plana de su cuerpo hacia el lateral derecho (ver fig.6). Completado el montaje, se pueden fijar los terminales en la **regleta izquierda** de la cápsula transmisora **TX** y en la **derecha** los de la cápsula receptora **RX**.

A primera vista, las dos cápsulas podría confundirse porque son exactamente iguales, pero con tan sólo observar la parte posterior, es decir, de los terminales, seremos capaces de identificarlas con certeza (véase figuras 7-8).

- La **cápsula transmisora TX** (ver fig.7) presenta estampadas las iniciales **ST-400** (transmisor de señal);

- La **receptora RX** (ver Fig.8) presenta estampadas las iniciales **SR-400** (receptor de señal).

Las otras abreviaturas que figuran no son significativas.

Nota: Dependiendo del fabricante estas cápsulas pueden presentar una envoltura exterior de **plástico** o **metal**.

FIJACIÓN al MUEBLE

La placa mostrada en la figura 6 se inserta en el **mueble de plástico** como se aprecia en la Figura 9.

En el panel frontal se monta el embellecedor cromado que contiene el diodo **LED** y cuidando en este último de no invertir los cables que alimentan los terminales **A-K**.

Antes de la fijación de la placa de circuito impreso en el interior del mueble, hay que colocar los **separadores** de plástico, suministrados en el kit, en los cuatro **taladros** dispuestos para éstos y, a continuación, tras retirar el papel protector de sus bases **adhesivas** posicionar y asegurar la placa en la base de la **caja**.

CALIBRACIÓN

Quedando fijado el circuito a la caja, sólo es necesario aplicar la tensión de alimentación de **12v**, de una fuente externa, para proceder a la calibración del trimmer **R3**.

Ya hemos mencionado que todas las **cápsulas** de ultrasonidos, incluso si están marcadas como "**40 KHz**", debido a su tolerancia puede trabajar dentro de un rango de frecuencias desde un mínimo de **39 KHz** a un máximo de **41 KHz**.

Si sólo tenemos un **tester**, la ajustaremos en una escala para medir **1 volt DC** y lo conectaremos al terminal **TP2**(punto de prueba 2). Orientaremos las dos **cápsulas** hacia una pared a una distancia de aproximadamente **1 metro** y, a continuación, giraremos el cursor del trimmer **R3** para leer en el medidor la **máxima** tensión.

Si encontramos que el tester sobrepasa su escala la conmutaremos a una escala mayor, es decir, alrededor de **3 voltios DC**. Obtenido el **máximo** valor podemos considerar concluido el ajuste y proceder a cerrar el mueble y ejecutar los primeros **experimentos** con ultrasonidos.

Si además del **tester** disponemos de otros instrumentos de medición, por ejemplo, un **osciloscopio** y un **frecuencímetro** la calibración será más **precisa**.

Conectaremos el contador de frecuencia a **TP1** y giraremos lentamente el cursor del trimmer **R3** hasta leer una frecuencia de **40.000 Hz** Para determinar la frecuencia exacta de trabajo de la pareja de **cápsulas**, conectaremos el **osciloscopio** con una escala de **0,2 voltios AC** en el pin 1 de **IC5**.

Enfrentando las dos **cápsulas** a una pared a una distancia de aproximadamente **1 metro**, giraremos el cursor del trimmer **R3** para obtener la **máxima** amplitud en la señal. Hecho esto, se puede proceder con la **prueba final** del circuito, pasando frente a las dos **cápsulas**, a una distancia de unos 3 metros y comprobando correcto funcionamiento.

PRECIO DE REALIZACIÓN

LX 1724: Todos los componentes necesarios para montar el detector (ver fig.2), incluida la placa de circuito impreso, las dos cápsulas RX (SE5.1) y TX (SE5.2) visibles en las figuras 7-8, con excepción del mueble:.....**61,60€**

MO 1724: Mueble con frontal mecanizado y serigrafiado:.....**15,40€**

CS 1724: Sólo el circuito impreso para LX.1724:.....**11,20€**

Estos precios no incluyen IVA