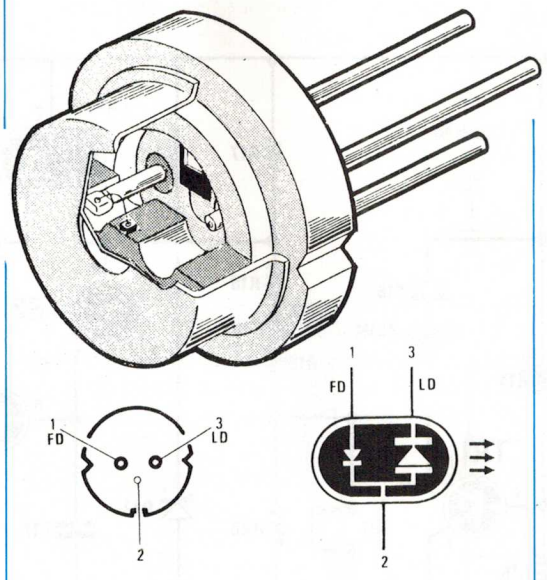


Fig. 2 **En la parte trasera de un diodo Láser sobresalen tres terminales. El terminal 1 enlaza con el Anodo del fotodiodo; el terminal 3 con el cátodo del Láser, mientras que el terminal 2 es el común que se conecta siempre al positivo de alimentación**

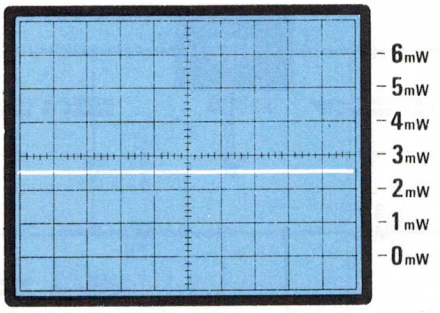


Fig. 3 **Si, a toda costa, se desea modular en AM un diodo Láser tendremos que encenderlo en ausencia de modulación a mitad de potencia. En consecuencia, un Láser de 5 milivatios deberá ajustarse para suministrar un máximo de 2,5 milivatios.**

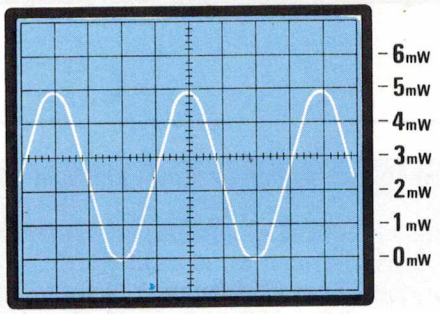


Fig. 4 **Al regularlo a mitad de potencia es dificil controlar el porcentaje de modulación, por lo que se corre el riesgo de que los picos negativos apaguen el diodo Láser y los positivos lo quemen.**

eléctrico se ha marcado como IC3.

Al aplicar en las patillas 6 y 7 un condensador de 1.000 pF (véase C11) y en la patilla 11 una resistencia de 47.000 ohmios (véase R12), el VCO oscilará a una frecuencia de aproximadamente 40 KHz.

Para los menos entendidos, diremos que un VCO es un oscilador que genera una frecuencia que se puede variar con tensión fácilmente; en este caso, aplicando en la patilla de entrada 9 cualquier señal de BF.

En nuestro proyecto, haremos que la frecuencia se desvíe desde un mínimo de 30 KHz hasta un máximo de 50 KHz.

Por consiguiente, a diferencia de cualquier radio que emite en FM, que utiliza una portadora de alta frecuencia (entre los 88 y los 108 MHz), nosotros utilizamos para el rayo Láser una portadora ultrasónica de alrededor de 40 KHz.

Estos 40 KHz, modulados en FM, se recogen de la patilla de salida 4 del integrado CD.4046 (véase IC3) y se aplican en la Base del transistor TR1.

Como el Colector de este transistor está conectado al trimmer multigiro R19, a través de éste y de la resistencia R18 esta frecuencia alcanza el fotodiodo existente en el interior del diodo Láser, con lo que la lumionosidad de éste queda modulada en FM.

La potencia luminosa máxima está controlada de forma continua por el fotodiodo, por lo que si aumenta o disminuye debido a las invevitables variaciones térmicas, el fotodiodo se encarga a toda velocidad de devolerla al valor previamente fijado.

Una vez descrita la etapa de modulación, podemos pasar a la etapa final, formada por el diodo Láser y los dos transistores TR2 y TR3.

Esta etapa se alimenta con una tensión estabilizada de 5 voltios que se recoge de la salida del integrado uA.7805, que en el esquema eléctrico se ha marcado como IC2.

Esta tensión estabilizada, aplicada a la patilla 2 del diodo Láser, alimenta también el fotodiodo de control, incluido en el interior de su cuerpo metálico.

El terminal 1 del fotodiodo va conectado a la Base del transistor TR2, un PNP, mientras

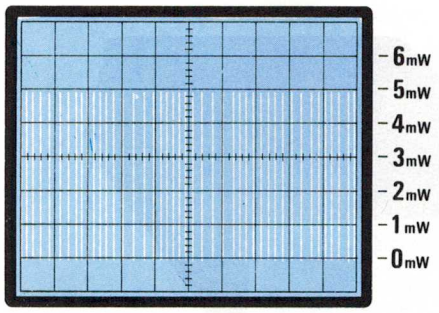


Fig. 5 **La modulación en FM nos ofrece la oportunidad de aprovechar la potencia luminosa máxima del diodo Láser, situándolo en los 5 milivatios, utilizando una frecuencia portadora de 40 LHz, que se recoge de un integrado PLL.**

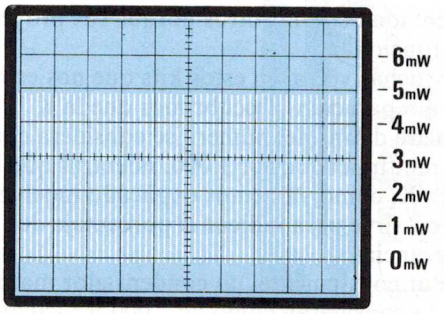


Fig. 6 **Al hablar ante el micrófono, la potencia luminosa del diodo Láser permanece fija en 5 milivatios porque la modulación sólo varía la frecuencia de la portadora, entre un mínimo de 30 y un máximo de 50 KHz.**

que el terminal 3 del diodo Láser va conectado al Colector del transistor TR3, un NPN, mediante la resistencia R22.

El fotodiodo, excitado internamente por la luz emitida por la parte trasera del diodo Láser, gobierna la Base del transistor TR2 que, a su vez, controla la Base del transistor TR3.

Si debido a una repentina variación térmica aumenta la potencia luminosa del diodo Láser, el fotodiodo reduce rápidamente la polarización de la Base del transistor TR2 que, al controlar la Base de TR3 que alimenta al diodo Láser, consigue automáticamente una atenuación de la potencia luminosa.

Si, por el contrario, la potencia del diodo Láser se reduce, el fotodiodo excitado por una menor intensidad luminosa aumentaría la polarización en la Base del transistor TR2, que al conducir más se encarga automáticametne de incrementar la corriente en el Colector del transistor TR3 y, en consecuencia, la potencia luminosa vuelve al valor fijado.

El secreto para no dañar un diodo Láser radica es este sencillo circuito de contrarreacción, por lo que todos los valores que indicamos en el listado de componentes se han de respetar al pie de la letra.

El diodo zener DZ1, de 3,3 voltios, situado sobre el emisor del transistor TR2, sirve para mantener siempre excitado el diodo Láser, es decir, para impedir que se apague.

El trimmer multigiro R19, de 50.000 ohmios, situado entre el Colector de TR1 y la resistencia R18, sirve para ajustar la potencia luminosa, como explicaremos detalladamente en el apartado dedicado al ajuste.

Para alimentar este transmisor se requiere una tensión continua de 12 voltios, que se puede recoger de una pila o de una batería.

Si la tensión se recoge de la batería del coche, hay que apagar el motor, ya que los impulsos espúreos generados por la bobina de AT que alimenta las bujías, podrían dañar el diodo Láser.

CARACTERISTICAS TECNICAS
Tensión de alimentación..... 12 voltios
Corriente consumida..... 80 mA
Potencia luminosa del laser 5 miliwatios 5mW
Señal BF mínima en entrada..... 5 mVpp
Señal BF máxima en entrada..... 1 vpp
Frecuencia portante..... 40 KHz
Max. desviación de modulación... 30-50 KHz

Realización práctica del circuito

En el circuito impreso de doble cara, marcado LX1090, se montan todos los componentes necesarios, excluido el diodo laser, colocándolos como se indica en la figura 7.

Para empezar, se pueden instalar los dos zócalos para los integrados IC1 e IC3, soldando todas sus patillas a las pistas del circuito impreso.

Realizada esta operación se pueden montar todas las resistencias, comprobando en sus cuerpos el valor óhmico, tras lo que se pueden montar todos los diodos.

En el diodo DS1 con el cuerpo de plástico, el lado rodeado por una franja blanca se orienta hacia el condensador C6.

En los diodos de germanio DG1 y DG2, con cuerpo de vidrio, el lado rodeado por una franja negra se orienta como se indica en el dibujo práctico de la figura 7.

En el diodo zener DZ1 de 3,3 voltios, cuyo cuerpo puede ser de color azul o marrón, el



En el panel frontal de nuestro transmisor de FM con diodo Láser encontraremos, además del portaobjetivo, los dos distanciadores de latón necesarios para fijar el téster óptico en la fase de ajuste para conseguir en salida la potencia máxima de 5 milivatios (ver la figura 14). En el panel trasero fijaremos el conector hembra jack para el micrófono magnético. En el orificio de la izquierda sobresaldrán dos cables, rojo y negro, para los 12 voltios de alimentación. Si se desea, se puede aplicar en este panel dos tomas aisladas en lugar de los dos cables.

lado rodeado por una franja negra va hacia la resistencia R21.

Luego se pueden montar ya los dos terminales del puente P1, que se pueden cortocircuitar entre sí con un hilo fino que se retira tras realizar el ajuste previo.

Se toman entonces el trimmer multigiro vertical R19 y, con un téster en el rango de ohmios, se comprueba el valor de resistencia presente entre el terminal central y uno de los dos terminales laterales.

Como se trata de un trimmer de 50.000 ohmios, hay que girar el tornillo de su cursor de forma que se lea la mitad del valor óhmico, es decir, entre 22.000 y 25.000 ohmios aproximadamente.

Realizada esta operación se puede montar el trimmer en el circuito y soldar sus tres terminales.

Se montan a continuación todos los condensadores de poliéster; en sus cuerpos la capacidad puede figurar expresada en nanofaradios o en microfaradios, por lo que indicamos a continuación las siglas que se pueden encontrar:

1n = 1.000 pF
10n = 10.000 pF
.1 = 100.000 pF
.22 = 220.000 pF
1 = 1 mF

Esta tabla será de ayuda para aquellos lectores que suelen cometer errores al descifrar los valores de capacidad y que luego se enfadan con nosotros porque sus proyectos no funcionan.

Muchas veces, en estos kits que nos envian para reparación, descubrimos que la K situada detrás del número se considera como un multiplicador por 1.000, mientras que la letra K, como ya hemos explicado muchas veces, sirve para indicar el porcentaje de tolerancia.

Por consiguiente, un condensador marcado 1K lo consideran como de 1.000 pF, cuando en realidad es de 1 microfaradio.

Un condensador marcado 1n lo consideran de 1 microfaradio cuando en realidad es de 1.000 pF y lo mismo se puede decir de los condensadores marcados .22K, que creen que son de 22.000 pF, mientras que su capacidad es de 220.000 pF, ya que el punto antes del número se ha de leer como 0,22 microfaradios.

Cerraremos este paréntesis y volveremos a nuestro montaje.

Se instalan luego todos los condensadores electrolíticos, respetando la polaridad positiva y negativa de sus dos terminales.

Llegados a este punto, se pueden montar los transistores, el fet y el integrado estabilizador IC2.

Los transistores y el fet tienen un cuerpo de plástico y se han de montar en el circuito impreso comprobando que la parte plana del cuerpo quede orientada como indica el dibujo práctico de la figura 7.

Sólo en el caso del transistor TR3 hay que orientar la pequeña muesca metálica que sobresale de su cuerpo hacia el integrado IC2.

Al montar el integrado IC2, antes hay que doblar en forma de L sus patillas ya que, como se puede ver en las fotos y en el esquema práctico, este integrado se monta en el circuito en sentido horizontal, fijándolo con

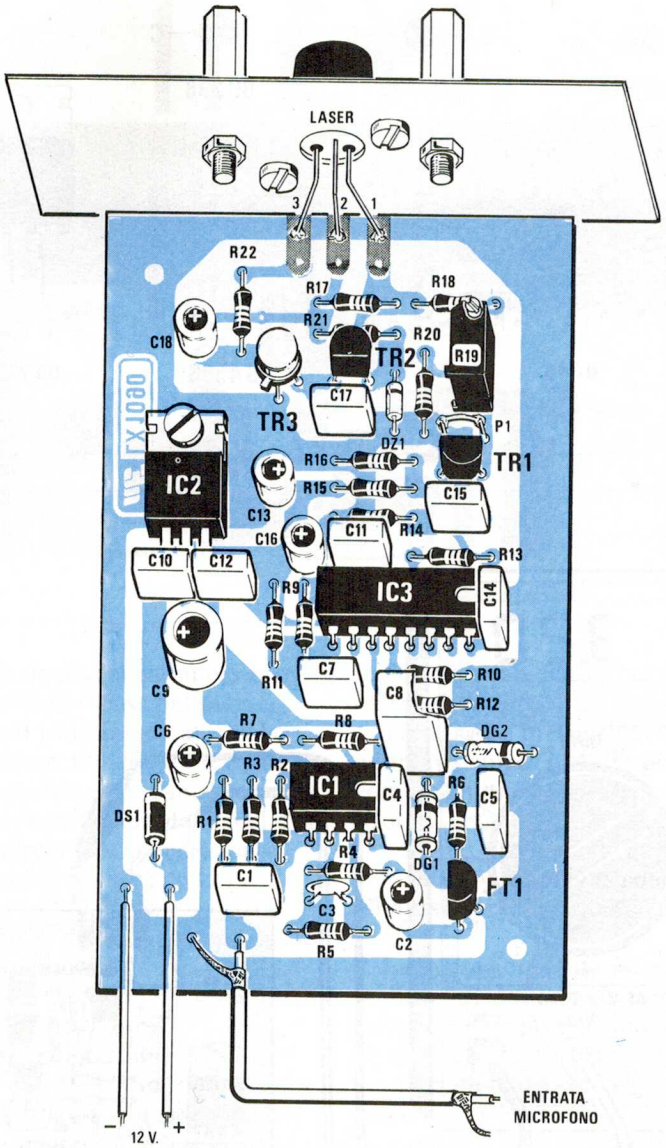


Fig. 7 **Esquema práctico de montaje del transmisor con diodo Láser. Obsérvese, cerca del transistor TR1, el puente de hilo de cobre (ver P1) que se retira una vez ajustado el circuito. EL diodo Láser no se monta hasta que no se ha realizado la operación indicada en la figura 10.**

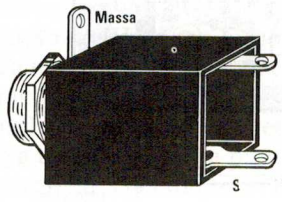


Fig. 8 **En la toma jack hembra del micrófono, el terminal de masa esta conectado al tornillo de fijación, mientras que el de señal sobresale en el lado trasero. Si en la parte posterior hubiera dos terminales, uno de ellos está conectado a un interruptor interno.**

un tornillo con tuerca al circuito.

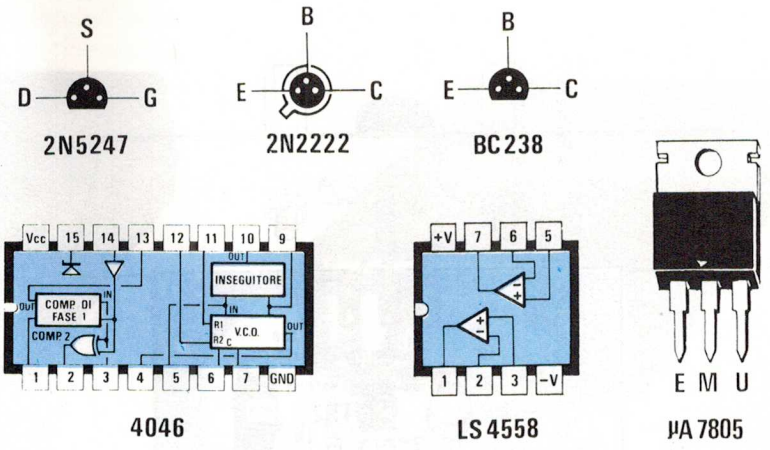
Finalizado todo el montaje, se encajan en sus zócalos los integrados comprobando que la marca de referencia, es decir la U situada en un lado de su cuerpo, quede colocada en el sentido indicado en el esquema de la figura 7.

El circuito impreso se fija luego con cuatro tornillos autorroscantes en el interior del mueble.

En el pequeño panel trasero de este mueble se fija la toma jack para el micrófono empleando un trozo de cable apantallado.

Como es lógico, la malla de este cable se

Fig. 9 **Conexiones del fet y de los transistores vistas desde abajo y de los integrados vistos desde arriba.**



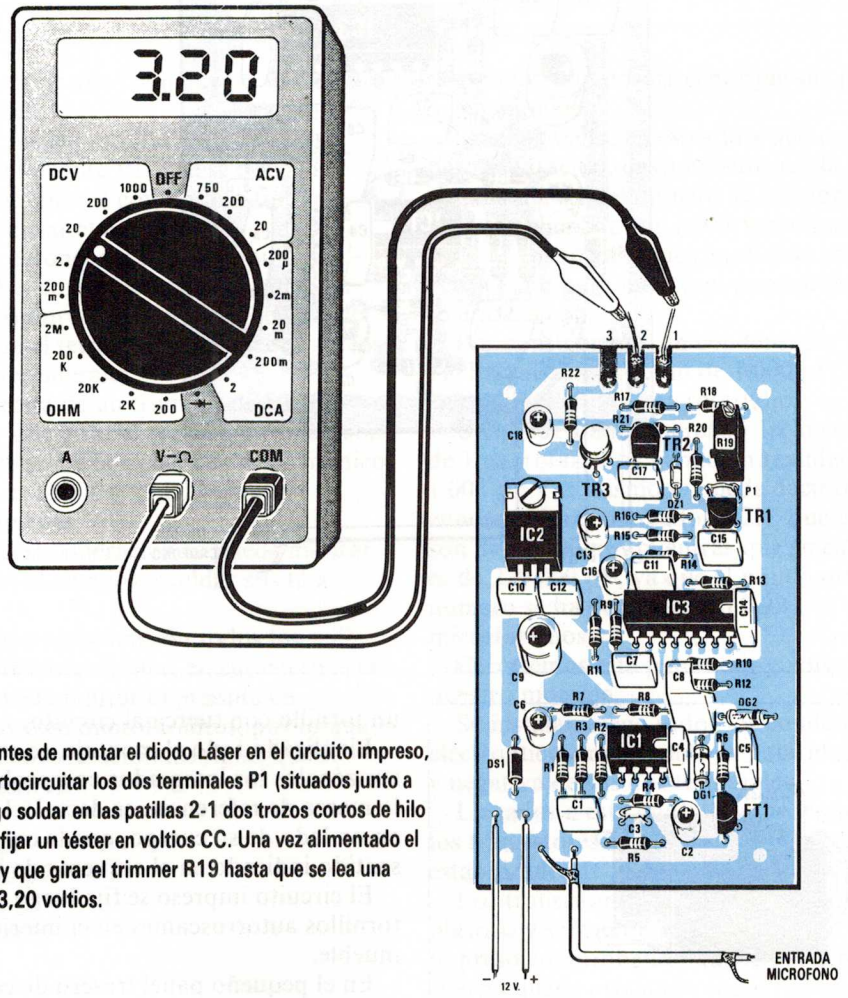


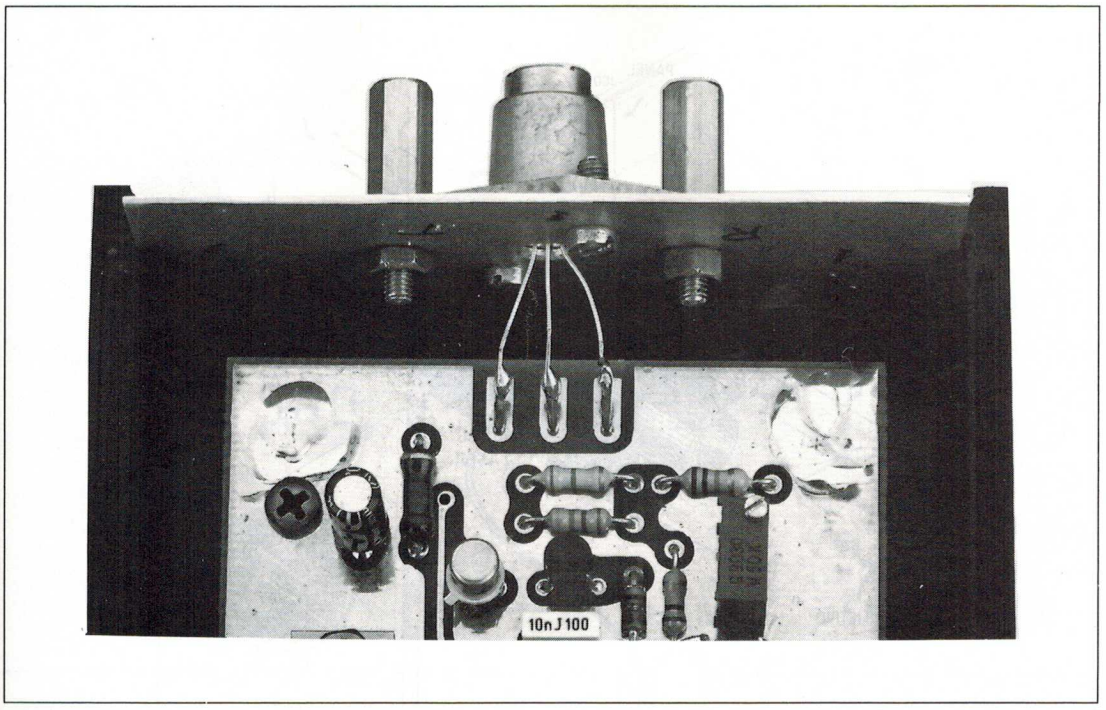
Fig. 10 **Antes de montar el diodo Láser en el circuito impreso, hay que cortocircuitar los dos terminales P1 (situados junto a TR1) y luego soldar en las patillas 2-1 dos trozos cortos de hilo para poder fijar un téster en voltios CC. Una vez alimentado el circuito, hay que girar el trimmer R19 hasta que se lea una tensión de 3,20 voltios.**

conecta al terminal de masa mientras que el cable de señal se conecta al terminal trasero.

Si en la parte posterior de esta toma jack hubiera dos terminales, hay que comprobar de cuál sale la señal, ya que uno de estos terminales podría conectar con un 'interruptor" interno que se abre al enchufar el conector macho del micrófono.

Si se conecta el cable al terminal erróneo, no se podrá modular el transmisor.

Para la alimentación, hemos preferido salir con dos cables, uno de color rojo para el positivo y uno de color negro para el negativo, ya que casi siempre conviene llevar



Los tres terminales del diodo Láser van soldados a las pistas 3-2-1 presentes en el circuito impreso (ver la figura 7) tratando de no invertir los dos terminales laterales del diodo. En primer lugar, hay que soldar el terminal 2, luego la patilla 1 y la 3, o a la inversa. Si aún no se ha hecho, se retira el puente en los dos terminales P1 (ver en la figura 10 el puente junto a TR1).

baterías recargables de niquel-cadmio o bien de plomo de tipo sellado (véase batería de plomo utilizada en el proyecto de antirrobo publicado en el número 106 de esta revista).

Si se desea, en lugar de estos cables se puede aplicar en la parte trasera del panel dos tomas aisladas, una roja y otra negra, para diferenciar la polaridad positiva de la negativa.

El diodo Láser no se monta hasta que no se ha realizado el ajuste previo.

Consejos a leer con atención

Para no dañar el diodo Láser, hay que leer atentamente cuanto se indica a continuación:

- Al trabajar con el diodo Láser no se debe llevar calzado con suela de goma, para evitar que el cuerpo se cargue de electricidad estática tan elevada que pueda descargarse en el diodo.
- Para evitar daños al diodo por descargas electrostáticas, envolverlse en la muñeca un hilo desnudo de cobre que luego conectaréis a una placa metálica apoyada en el suelo (véase las figuras 12 y 14).
- No utilizar nunca soldadores de 220 voltios, ya que al apoyar la punta para soldar los tres terminales del diodo, si tiene dispersiones, se descargarán en el mismo.
- Utilizar sólo soldadores de baja tensión. Si no se dispone de una centralita termoestable, no olvidar conectar a tierra la punta del soldador con un hilo de cobre desnudo.
- No pasar nunca un diodo a las manos de otra persona, ya que entre ambos cuerpos puede haber una diferencia de potencial, debido siempre a cargas electroestáticas, que se descargarían dentro del diodo, durante la entrega.

Todas estas precauciones se deberían de adoptar siempre que se trabaje con componentes algo delicados, como son Mosfet, Gaasfet, Diodos Gunn, C/Mos.

El ajuste previo

La operación de ajuste previo se debe realizar sin el diodo Láser, por lo que, una vez terminado el montaje, hay que hacer lo siguiente:

- Con un trozo corto de hilo, si no se ha hecho ya, se conectan entre sí los dos terminales P1 para cortocircuitar a masa la resistencia R20 de 100.000 ohmios.
- Se conecta un téster (ajustado para 10 voltios fondo escala CC) a las dos pistas correspondientes a los terminales 1 y 2, con cuidado de aplicar el terminal positivo al terminal 2 y el negativo al terminal 1 del circuito impreso (véase la figura 10).
- Se gira lentamente el trimmer multigiro R19, hasta leer en el instrumento la tensión mínima de 3,2 voltios aproximadamente.
- Conseguido ésto, se puede retirar el téster y pasar al ajuste.

Colocación del diodo Láser y ajuste

Llegados a este punto, no se ha de olvidar

Fig. 12 En el panel frontal del mueble se aplica el portaobjetivo y las dos torretas de latón que sirven para fijar el téster óptico al ajustar el diodo Láser para su máxima potencia de 5 milivatios.

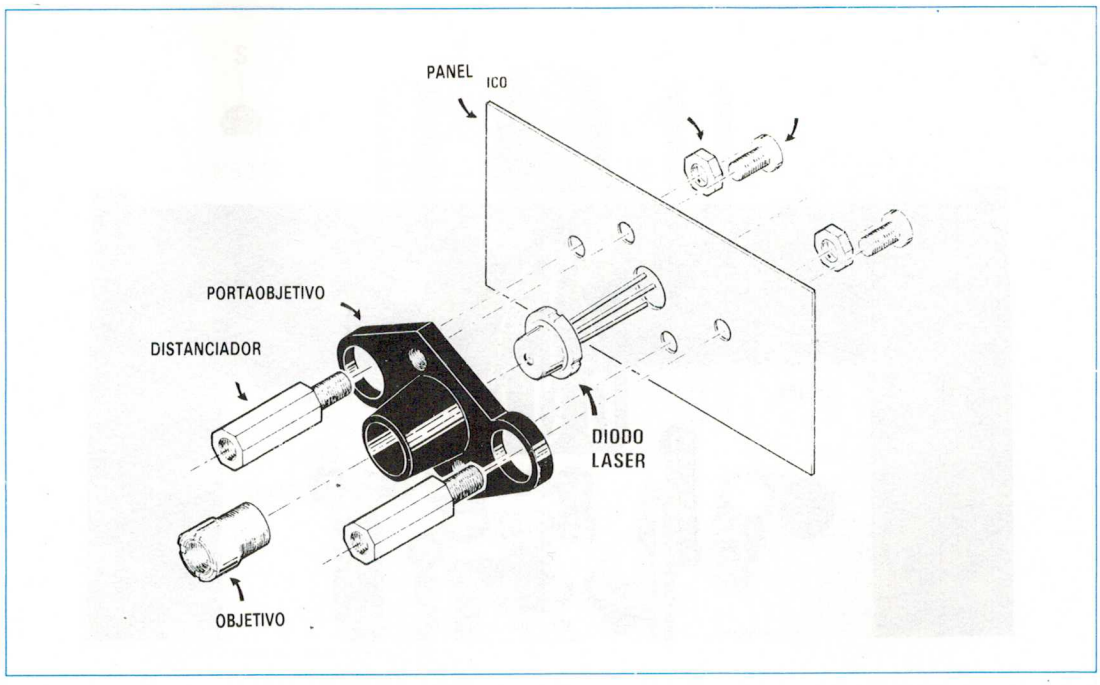
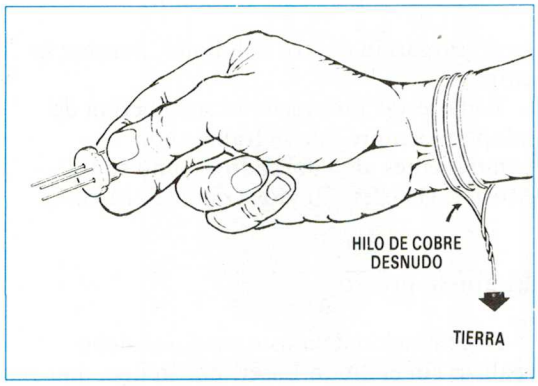


Fig. 12 Antes de manipular el diodo Láser no hay que olvidar envolver en el brazo dos o tres vueltas de hilo de cobre desnudo que luego se conecta a tierra, con el fin de descargar posibles cargas electroestáticas del cuerpo.



envolver la muñeca con dos o tres vueltas de hilo de cobre desnudo y conectar éste a tierra para evitar posibles descargas electroestáticas del cuerpo.

- Una vez conectado a tierra el cuerpo, se puede tomar el diodo Láser y encajarlo en el hueco existente en el portaobjetivo.

- Apoyar en el portaobjetivo el panel frontal de aluminio del mueble y fijarlo con los dos tornillos incluidos en el kit, tratando de colocar los tres terminales 1-2-3 en V.

- Aplicar en el panel frontal los dos distanciadores de latón de 15 mm de longitud, como se observa en la figura 11.

- Montar el panel en la parte frontal del mueble y luego soldar en primer lugar el terminal 2 del diodo Láser a la pista central y, a continuación, los dos terminales laterales 1 y 3 con cuidado de no invertirlos (ver el dibujo de la figura 7).

- Sacar del portaobjetivo el minúsculo objetivo, tomar el kit LX1088, es decir el Téster óptico y fijarlo con dos tornillos a los distanciadores de latón (ver la figura 13).

- Aplicar una pila de 9 voltios al Téster óptico y conectar los dos terminales de salida de tensión a un téster (a ser posible digital) preparado para medir voltios CC (figura 13).

- Aplicar en los terminales de alimentación del transmisor una tensión continua de 12 voltios. Al proporcionar tensión al circuito, el diodo Láser podría emitir ya una débil luz, pero también puede quedarse apagado; no obstante, ésto carece de importancia.

- Girar lentamente el cursor del trimmer multigiro R19, comprobando cuidadosamente la tensión que lee el téster digital

- Se podrá observar que desde 1 a 2 voltios la tensión al principio aumenta muy lentamente, para aumentar después con brusquedad.

Una vez alcanzada una tensión de 4 voltios, hay que girar el trimmer con mucho cuidado hasta leer 4,8 o 4,9 voltios, y alcanzados los 5,0 voltios, parar de inmediato.

- Cuando en el téster se lea una tensión de 5 voltios, se ha alcanzado el límite de seguridad que hemos fijado para un diodo Láser de una potencia de 5 milivatios, por lo que no se debe intentar superarla.

-Quienes intenten aumentarla hasta leer 5,5 voltios, destruirán el diodo en pocos segundos.

-Conseguidos los 5 voltios, el transmisor queda ajustado.

-Quitar las pilas de alimentación del transmisor y ya se puede quitar el Téster óptico de los dos distanciadores de latón.

-Con un par de alicates o con un par de tijeras retirar el cortocircuito de los dos terminales P1. Al realizar esta operación hay que tener aún la muñeca a potencial de tierra.

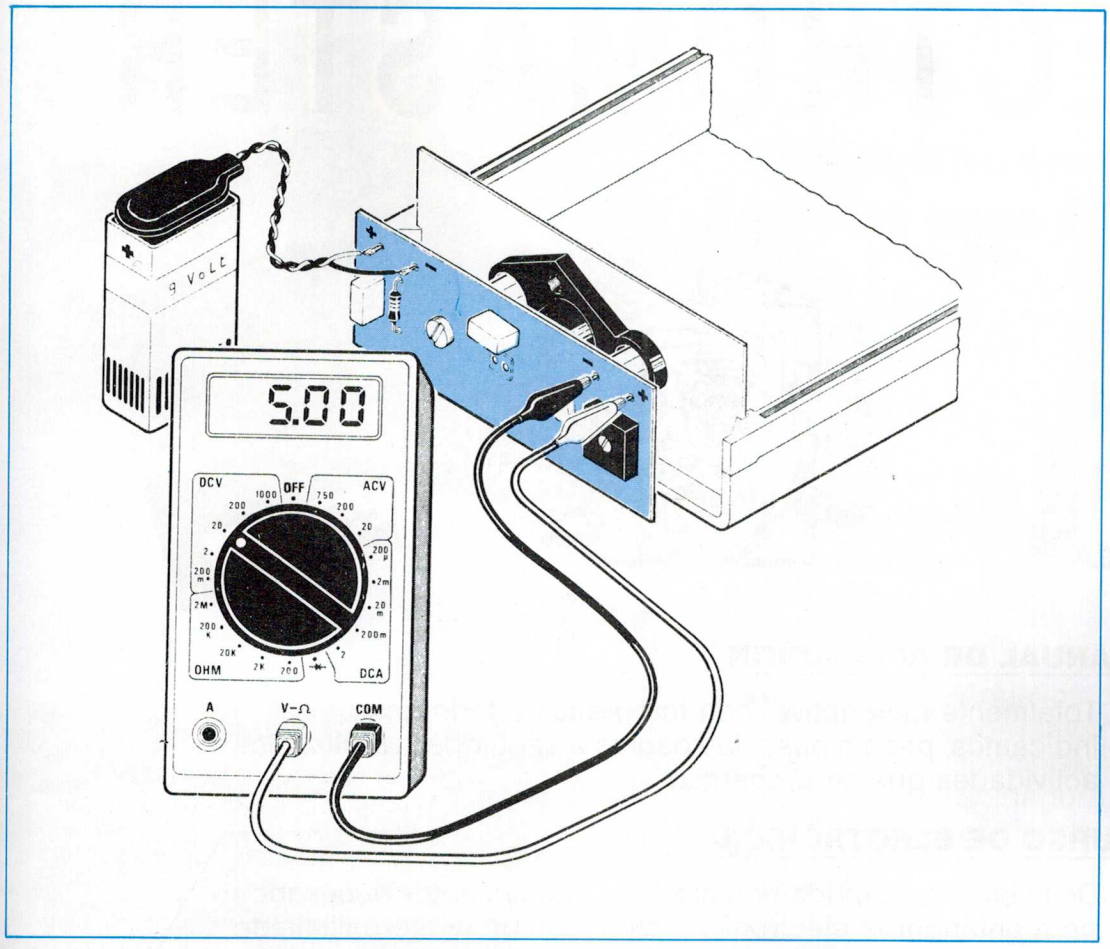


Fig. 13 Tras haber aplicado en los dos distanciadores de latón el téster óptico publicado en el número anterior, hay que alimentarlo aplicando en los dos terminales de la derecha un téster, a ser posible digital. Entonces se gira lentamente el cursor del trimmer R19 hasta leer un máximo de 5 voltios. Puntualizaremos que si se aumenta la luminosidad hasta leer en el téster una tensión de 5,6 voltios, tras pocos segundos el diodo Láser se destruye.

-Ahora ya se puede colocar el objetivo, las pilas de alimentación y encender el aparato.

- Del diodo Láser saldrá una luz color rubí, que se puede orientar hacia una pared alejada unos 4, 5 o 10 metros.

-Como en la pared no se verá de inmediato un pequeño punto luminoso, hay que atornillar lentamente el objetivo para enfocarlo.

Anticiparemos que es normal ver un punto ligeramente cuadrado y no totalmente circular.

- Si os interesa realizar una transmisión con rayo Láser a larga distancia, conviene realizar el enfoque sobre una pared que se encuentre a una distancia de 100 metros o más.

-Para modular el haz Láser, aconsejamos utilizar el micrófono magnético que servimos en el kit.

-Una vez enfocado el objetivo, hay que montar el receptor que se publica en este mismo número.

-Quienes dispongan de un osciloscopio pueden comprobar si el transmisor funciona correctamente, aunque no tengan el receptor, aplicando el téster óptico LX1088 y conectando a la salida de éste la entrada del osciloscopio, tras haber orientado el haz Láser hacia la superficie del fotodiodo BPW.34.

Girando el mando de amplificación vertical (voltios por división) y el de la base de tiempos (tiempo por división), se puede visualizar en pantalla la onda sinusoidal de los 40 KHz, que se ensanchará y se estrechrá al hablar de frente al micrófono (figura 6).

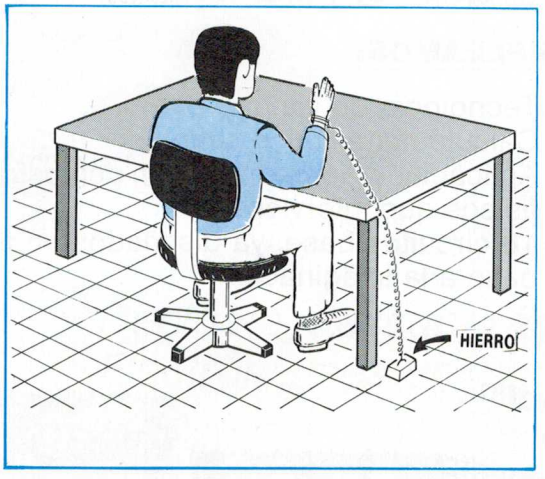


Fig. 14 Como todos los diodos Láser son muy sensibles a las descargas electroestáticas, al usarlos no se deben llevar zapatos con suela de goma ni camisas de material sintético. Además hay que conectar a tierra el cuerpo, envolviendo un hilo de cobre a la muñeca y conectando éste a un trozo de hierro colocado en el suelo.

Importante. Antes de sacar el diodo Láser del blister, conectad la muñeca a tierra. El diodo Láser incluido en el kit ha sido comprobado por nuestros técnicos a 2,5 milivatios, por lo que funciona perfectamente.

RECEPTOR DE FM

El receptor con PLL que presentamos aquí se ha proyectado para recibir las señales de FM emitidas por el transmisor de diodo Láser LX1090, presentado en este mismo número.

En este receptor podemos incluir un detector fotosensible que utiliza un fotodiodo BPW34, o bien un detector que utiliza un fototransistor BPW77 si se necesita aumentar el alcance del enlace.

Una vez montado el transmisor con diodo Láser LX1090 publicado en este número, hay que complementarlo con un receptor adecuado, capaz de descodificar la portadora de 40 KHz modulada en FM.

Como este receptor lo emplearán experimentadores jóvenes, de Institutos de Formación Profesional, para transmitir a distancias cortas y Radioaficionados para realizar conexiones a larga distancia, es decir superiores a 1 Km, hemos realizado dos etapas fotodetectoras intercambiables para satisfacer ambas necesidades.

La etapa que lleva el fotodiodo BPW34 sirve para realizar conexiones a distancias cortas, es decir, comprendidas entre 1 y 500 metros.

La etapa que lleva el fototransistor BPW77, que según indica el gráfico de la figura 4 es más sensible a las radiaciones entre 670 y 680 nanómetros, sirve para enlaces a larga distancia.

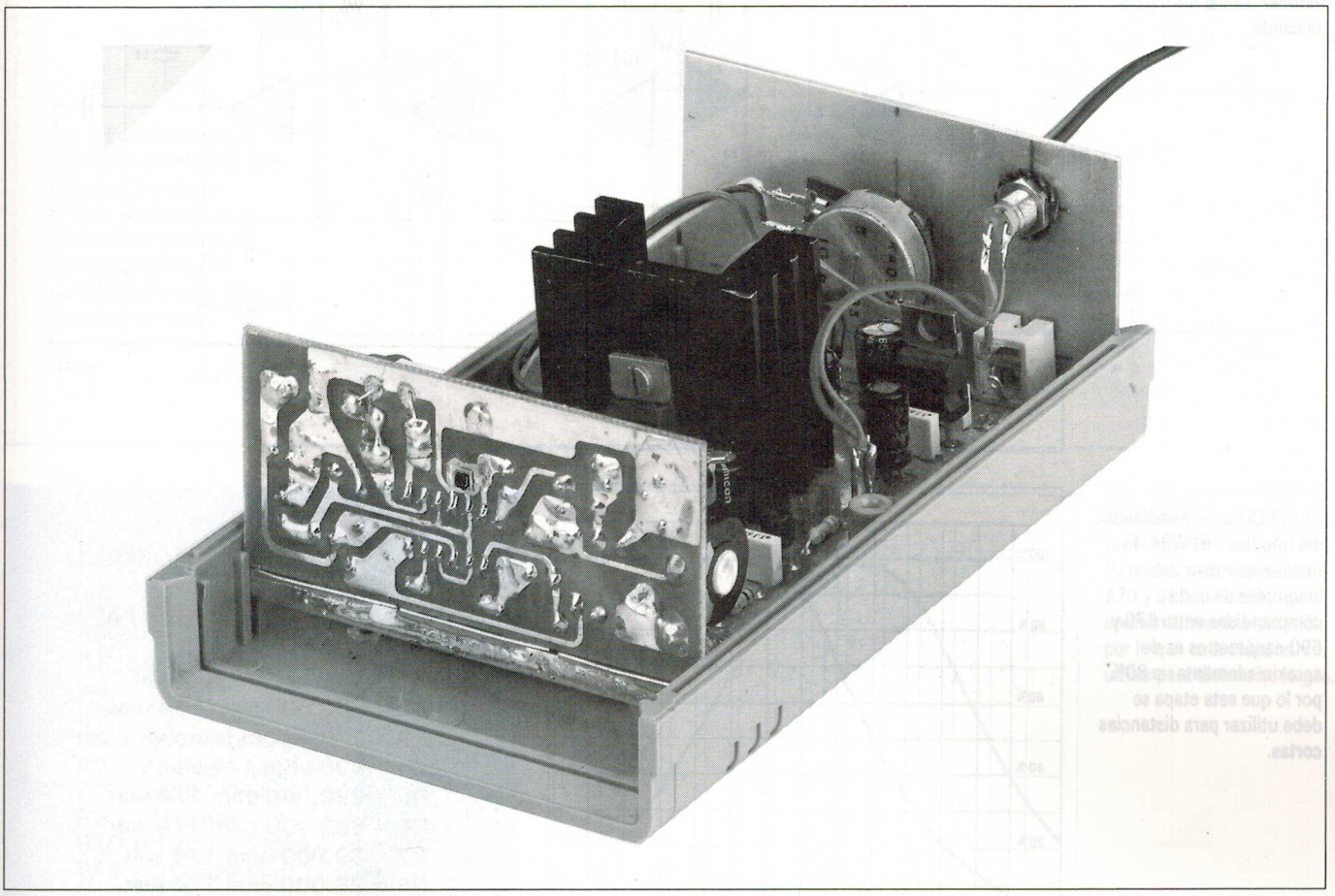
Para las conexiones a larga distancia se puede aumentar más la sensibilidad de la etapa receptora, añadiendo frente al sensor una lupa corriente de las utilizadas por los filatélicos, buscando de forma experimental la distancia focal exacta para poder concentrar el haz luminoso sobre la superficie reducida del fotodiodo o del fototransistor (ver la figura 11).

Esquema eléctrico del receptor

Antes de presentar el esquema completo de este receptor, preferimos presentar los dos esquemas de las etapas fotodetectoras, es decir la que lleva el fotodiodo y la que lleva el fototransistor.

En la figura 1 se encuentra el esquema del

PARA HAZ LASER



kit LX1091/A, que incluye el fotodiodo BPW34.

Esta etapa detectora sólo lleva un integrado TL.084, formado por cuatro operacionales, marcados IC1/A, IC1/B, IC1/C e IC1/D.

El primer operacional IC1/A se utiliza como convertidor de corriente/tensión.

Los dos operacionales siguientes, marcados IC1/B e IC1/C se utilizan como filtro paso de banda, para permitir exclusivamente el paso de la frecuencia portadora de 40 KHz, emitida por el transmisor.

El trimmer R3 de 2.200 ohmios, conectado mediante el condensador C3 a la patilla inversora 2 del operacional IC1/B, sirve para poder centrar este filtro a la frecuencia exacta de 40 a 41 KHz.

La señal seleccionada, presente en la patilla de salida 7 del operacional IC1/C, se aplica a la patilla inversora 9 del último operacional IC1/D, utilizado como etapa amplificadora y conformadora.

En la patilla de salida 8 de este último operacional encontramos una señal de 40 KHz modulada en FM que, a través del condensador C9 de 100.000 pF, se aplica a la entrada del detector de FM a PLL IC1, un C/Mos 4046 incluido en el circuito impreso marcado LX1090 (ver el esquema eléctrico de la figura 5).

En la figura 3 se encuentra el esquema del kit LX1091/A, que lleva el fototransistor BPW77 montado en configuración Darlington con el transistor TR1.

También esta etapa lleva sólo un integrado TL.084, formado por 4 operacionales.

El primer operacional IC1/A se utiliza como etapa preamplificadora, para aumentar la sensibilidad del receptor.

Los dos operacionales siguientes, marcados IC1/B e IC1/C, se utilizan, como en el esquema anterior, como filtro paso de banda, que se centra en la frecuencia de 40 a 41 KHz mediante el trimmer R5 de 2.200 ohmios.

Por último, el operacional IC1/D se utiliza para amplificar y conformar la señal.

Fig. 1 **Esquema eléctrico del detector LX1091/A, que lleva el fotodiodo BPW34. En los dos terminales TP1 hay que conectar un téster para poder ajustar el trimmer R3 del filtro paso de banda.**

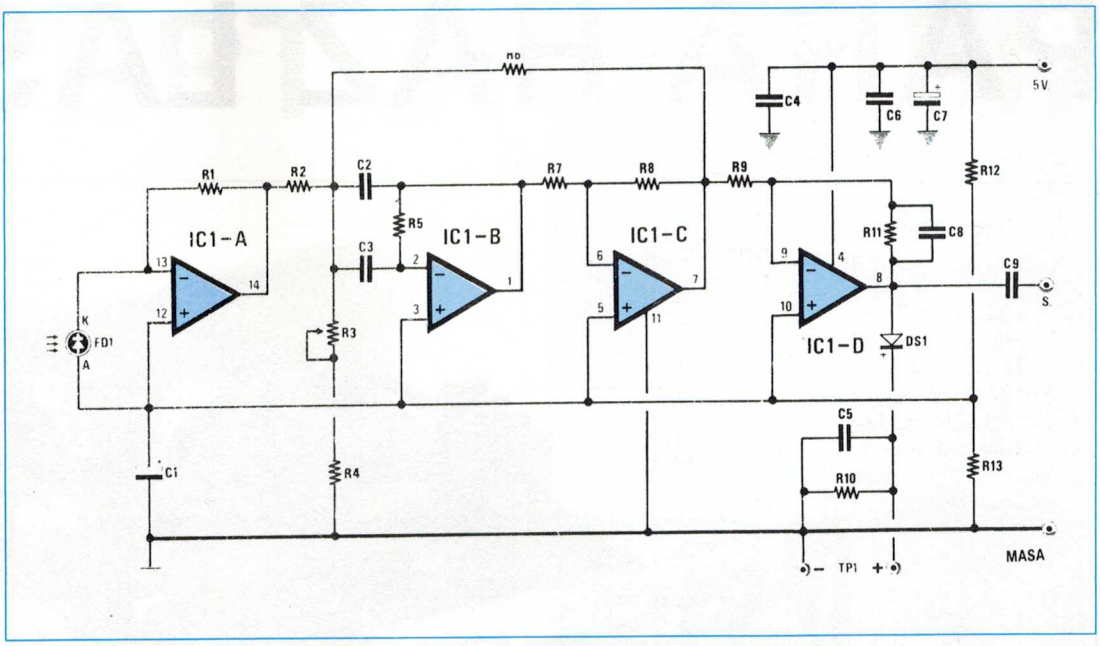
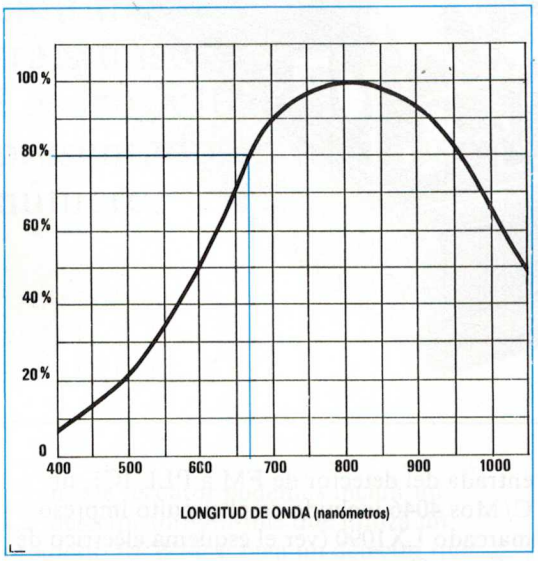
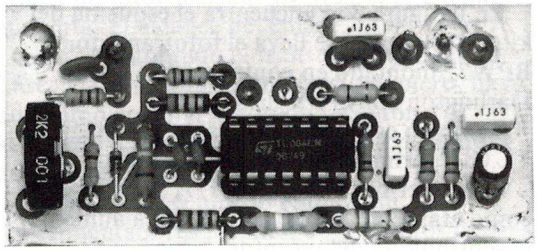


Fig. 2 **Curva de sensibilidad del fotodiodo BPW34. El rendimiento para las longitudes de onda comprendidas entre 670 y 690 nanómetros es de aproximadamente un 80%, por lo que esta etapa se debe utilizar para distancias cortas.**





Fotografía del circuito impreso que lleva el fotodiodo BPW34 con todos los componentes montados.

COMPONENTES LX1091/A

R1 = 1 megaohm 1/4 wat
R2 = 390.000 ohm 1/4 wat
R3 = 2.200 ohm trimmer
R4 = 330 ohm 1/4 wat
R5 = 390.000 ohm 1/4 wat
R6 = 680.000 ohm 1/4 wat
R7 = 39.000 ohm 1/4 wat
R8 = 20.000 ohm 1/4 wat
R9 = 10.000 ohm 1/4 wat
R10 = 1 megaohm 1/4 wat
R11 = 100.000 ohm 1/4 wat
R12 = 100.000 ohm 1/4 wat
R13 = 100.000 ohm 1/4 wat
C1 = 1 mF elect 63 volt
C2 = 150 pF cerámico disco
C3 = 150 pF cerámico disco
C4 = 100.000 pF poliéster
C5 = 1.000 pF cerámico disco
C6 = 100.000 pF poliéster
C7 = 10 mF elect 63 volt
C8 = 120 pF cerámico disco
C9 = 100.000 pF poliéster
DS1 = diodo 1N.4148
FD1 = fotodiodo tipo BPW.34
IC1 = TI.084

En la patilla de salida 8 de este operacional encontramos una señal de 40 KHz modulada en FM que, a través del condensador C10 de 100.000 pF, se aplica a la entrada del detector de FM a PLL presente en el circuito impreso LX1091.

Tras haber descrito estos dos fotodectores, podemos pasar al esquema de la figura 5, marcado LX1091, donde se encuentra la etapa

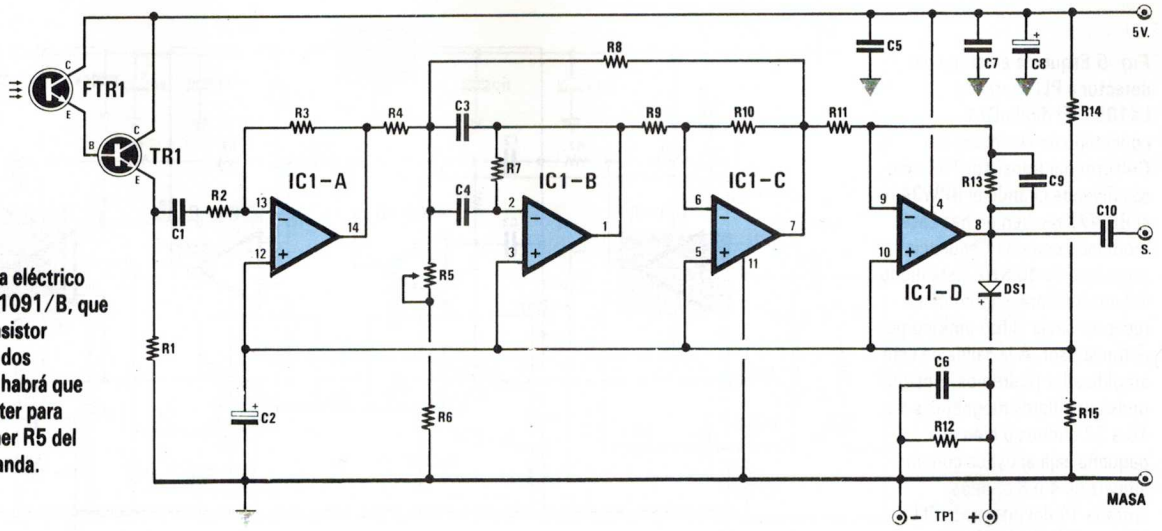


Fig. 3 Esquema eléctrico del detector LX1091/B, que lleva el fototransistor BPW77. En los dos terminales TP1 habrá que conectar un téster para ajustar el trimmer R5 del filtro paso de banda.

COMPONENTES LX1091/B

R1 = 68 ohm 1/4 wat
R2 = 10.000 ohm 1/4 wat
R3 = 470.000 ohm 1/4 wat
R4 = 390.000 ohm 1/4 wat
R5 = 2.200 ohm trimmer
R6 = 330 ohm 1/4 wat
R7 = 390.000 ohm 1/4 wat
R8 = 680.000 ohm 1/4 wat
R9 = 39.000 ohm 1/4 wat
R10 = 120.000 ohm 1/4 wat
R11 = 10.000 ohm 1/4 wat
R12 = 1 megaohm 1/4 wat
R13 = 470.000 ohm 1/4 wat
R14 = 100.000 ohm 1/4 wat
R15 = 100.000 ohm 1/4 wat
C1 = 100.000 pF poliéster
C2 = 1 mF elect 63 volt
C3 = 150 pF cerámico disco
C4 = 150 pF cerámico disco
C5 = 100.000 pF poliéster
C6 = 1.000 pF cerámico
C7 = 100.000 pF poliéster
C8 = 10 mF elect 63 volt
C9 = 120 pF cerámico disco
C10 = 100.000 pF poliéster
DS1 = diodo 1N.4148
TR1 = NPN BC.238
FTR1 = fototransistor BPW.77
IC1 = TL.084

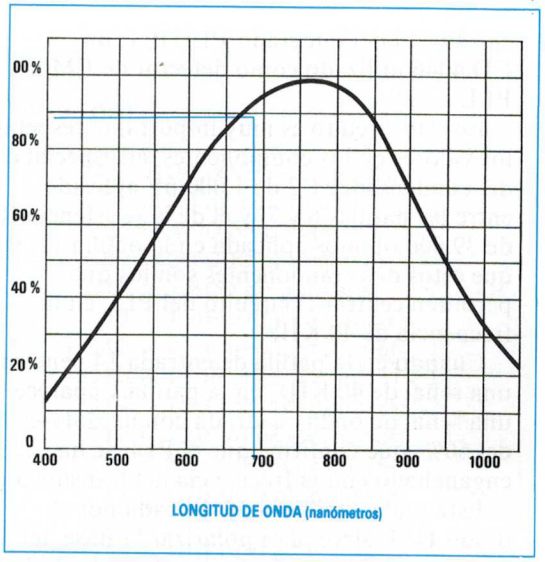
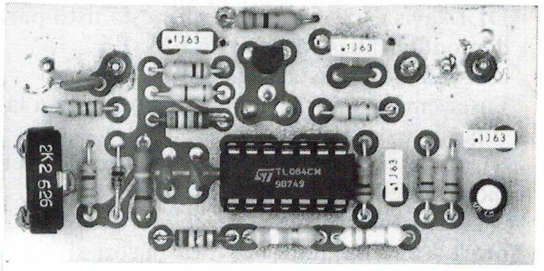


Fig. 4 Curva de sensibilidad del fototransistor BPW77. El rendimiento para longitudes de onda comprendidas entre 670 y 680 nanómetros es aproximadamente del 90%, por lo que esta etapa se utiliza para distancias largas.



Fotografía del circuito impreso que lleva el fototransistor BPW.77 con todos los componentes montados.

detectora a PLL y la etapa amplificadora final de potencia, que acciona el altavoz.

En este esquema hemos incluido en color la etapa fotodetectora LX1091/A, ya que al tener a la vista un esquema completo la descripción es más fácil de entender.

La señal de 40 KHz, presente en la patilla de salida 8 del operacional IC1/D, llega a través del condensador C9 a la patilla de

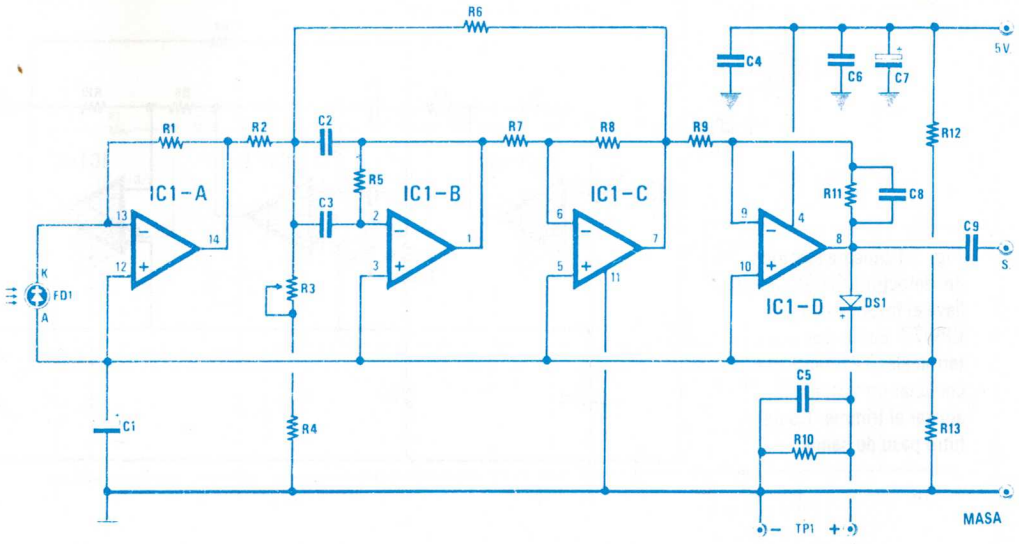


Fig. 5 Esquema eléctrico del detector a PLL marcado LX1091. El diodo DL1 conectado en el circuito del Colector del transistor TR1 sólo se enciende cuando el BPW34 o el BPW77 reciben un haz Láser modulado con una frecuencia portadora de 40 KHz. Este diodo led nos ayudará a apuntar el receptor hacia el haz emitido por el transmisor. A la salida de este amplificador podremos conectar unos auriculares magnéticos de 16 a 32 ohmios o bien una pequeña caja acústica con un altavoz de 4 u 8 ohmios. entrada 14 del integrado PLL IC1, un CD.4046 utilizado como detector de FM a PLL.

entrada 14 del integrado PLL IC1, un CD.4046 utilizado como detector de FM a PLL.

En este circuito es muy importante respetar los valores de los componentes, en especial el del condensador C2 de 1.000 pF aplicado entre las patillas 6 y 7, y el de la resistencia R2 de 39.000 ohmios aplicada en la patilla 11, ya que estos dos componentes son los que permiten centrar el circuito del PLL en la frecuencia de 40 KHz.

Cuando en la patilla de entrada 14 penetra una señal de 40 KHz, en la patilla 1 aparece una señal de onda cuadrada con un duty-cycle del 50%, que confirma que el PLL se ha enganchado con la frecuencia del transmisor.

Esta onda cuadrada, rectificada por el diodo DS1, sirve para polarizar la Base del transistor TR1, que encendiendo el diodo led DL1 "avisa" de que el receptor está listo para demodular nuestra señal de FM. En consecuencia, hasta que el rayo del diodo Láser emitido por el transmisor no llega a la superficie del BPW34 el diodo DL1 permanece apagado; cuando el haz del Láser incide en el BPW34, el led se enciende.

Este diodo led sirve para poder centrar el haz Láser emitido por el transmisor; al encontrarse a una cierta distancia, hay que tratar de desplazar el receptor, milímetro a milímetro, hasta que se encienda este led.

Cuando el PLL esté enganchado en la frecuencia de 40 KHz, se podrán oir de inmediato en el altavoz los sonidos o vocs presentes en la señal modulada en FM.

De hecho, de la patilla de salida 10 del integrado CD.4046 sale la señal de BF que mediante R7 se aplica a la patilla no inversora 5 de IC3/A, utilizado como etapa separadora.

La señal recogida de la patilla de salida 7 de IC3/A se aplica, mediante R9 y R10, a la patilla de entrada no inversora 3 del integrado IC3/b, utilizado como filtro paso-bajo calculado para una frecuencia de corte de aproximadamente 15 KHz y una atenuación de 12 dB por octava, para impedir que posibles residuos de la frecuencia portadora de 40 KHz presentes en salida en la patilla 10 de IC1 puedan ser amplificados.

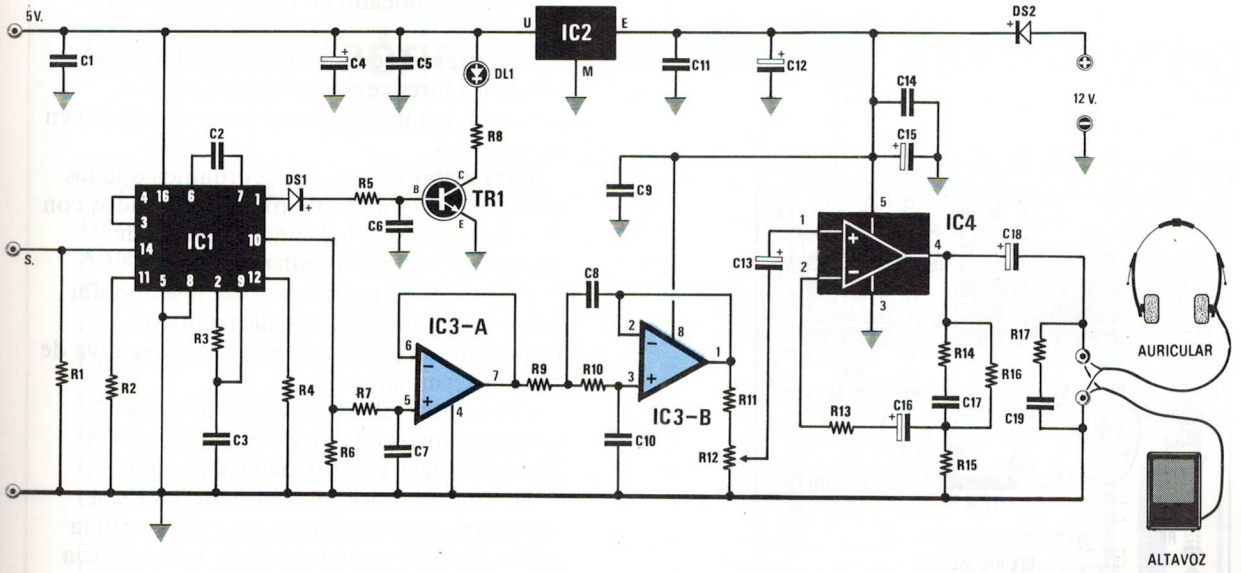
En la patilla de salida 1 de IC3/B se presenta la señal de BF ya filtrada, que atraviesa R11 y llega al potenciómetro R12, utilizado como simple regulador de volumen.

EL integrado IC4, un amplificador final TDA.2002 amplifica en potencia esta señal, con el fin de poder accionar un altavoz de 4 o de 8 ohmios, o bien unos auriculares de 16 a 32 ohmios. El integrado IC4 puede ofrecer en salida una potencia de 4,5 vatios sobre un altavoz de 4 ohmios y una potencia equivalente a la mitad, es decir 2,25 vatios, en un altavoz de 8 ohmios.

La etapa amplificadora final y la etapa fotodetectora se alimentan directamente de una tensión no estabilizada de 12 voltios, mientras que el integrado CD.4046 se alimenta con una tensión estabilizada de 5 voltios, que se recoge de la salida del integrado IC2, un uA.7805 corriente.

Todo el circuito consume, en ausencia de modulación, una corriente de 40 miliamperios y, en presencia de modulación y a mitad de volumen, una corriente de 150 miliamperios.

Si para la escucha se emplean unos auriculares corrientes de 32 ohmios, el consumo en nigún caso llegará a ser superior



COMPONENTES LX1091

R1 = 1 megaohm 1/4 wat
R2 = 39.000 ohm 1/4 wat
R3 = 33.000 ohm 1/4 wat
R4 = 33.000 ohm 1/4 wat
R5 = 10.000 ohm 1/4 wat
R6 = 10.000 ohm 1/4 wat
R7 = 100.000 ohm 1/4 wat
R8 = 330 ohm 1/4 wat
R9 = 10.000 ohm 1/4 wat
R10 = 10.000 ohm 1/4 wat
R11 = 5.600 ohm 1/4 wat
R12 = 10.000 ohm pot log
R13 = 220 ohm 1/4 wat
R14 = 100 ohm 1/4 wat
R15 = 10 ohm 1/4 wat
R16 = 1.000 ohm 1/4 wat
R17 = 10 ohm 1/4 wat
C1 = 100.000 pF poliéster
C2 = 1.000 pF poliéster
C3 = 470 pF cerámico
C4 = 100 mF elect 25 volt
C5 = 100.000 pF poliéster
C6 = 100.000 pF poliéster
C7 = 150 pF cerámico
C8 = 1.500 pF poliéster
C9 = 100.000 pF poliéster
C10 = 1.500 pF poliéster
C11 = 100.000 pF poliéster
C12 = 220 mF elect 25 volt
C13 = 1 mF elect 63 volt
C14 = 100.000 pF poliéster
C15 = 220 mF elect 25 volt
C16 = 220 mF elect 25 volt
C17 = 100.000 pF poliéster
C18 = 100 mF elect 25 volt
C19 = 100.000 pF poliéster
DS1 = diodo 1N.4148
DS2 = diodo 1N.4007
DL1 = diodo led
TR1 = NPN tipo BC.238
IC1 = C/Mos tipo 4046
IC2 = uA.7805
IC3 = LM.358
IC4 = TDA.2002

a los 100 miliamperios.

Puntualizaremos que el altavoz no lo hemos aplicado dentro del receptor, no sólo por evitar la necesidad de aumentar su tamaño sino para evitar que sus vibraciones repercutan en el mueble.

En lugar del pequeño altavoz que servimos se puede utilizar una caja acústica con un altavoz para bajos-medios y otro para agudos, para mejorar la fidelidad de la reproducción.

Realización práctica

Para la etapa base detector/amplificador, se utiliza el circuito impreso de doble cara marcado LX1091 (ver la figura 6).

El montaje comienza instalando los dos

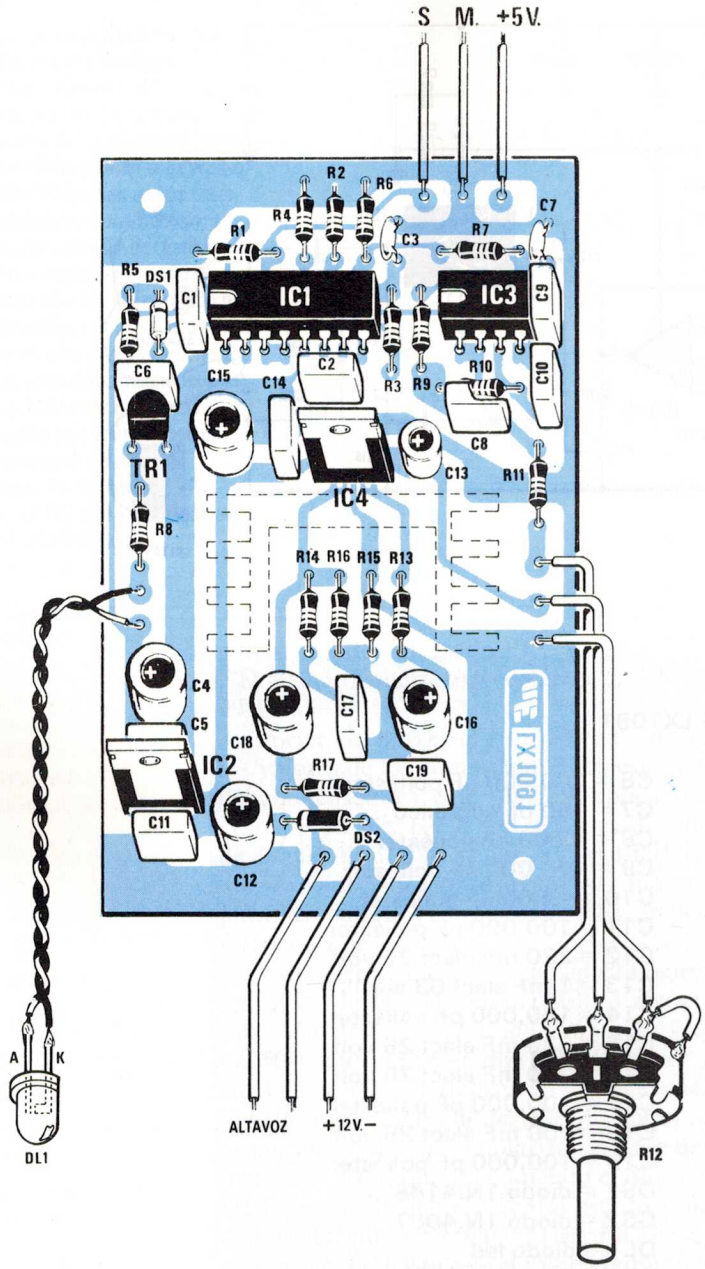


Fig. 6 **Esquema práctico de montaje del circuito LX1091. Los tres cables "S, M y +5V" se conectan a las etapas fotodetectoras (ver las figuras 8 y 10).**

zócalos para los integrados marcados IC1 e IC3, soldando al circuito impreso todas sus patillas.

En segundo lugar se pueden montar todas las resistencias y una vez finalizada esta operación se puede montar el diodo DS1, con cuerpo de vidrio, orientando el lado rodeado de una franja negra hacia arriba; se coloca luego el diodo DS2, con cuerpo de plástico, con el lado rodeado de franja blanca hacia DS2.

Entonces ya se pueden montar todos los condensadores cerámicos y luego los de poliéster, comprobando el valor que figura en sus cuerpos.

Para evitar errores os recordamos que los condensadores de 1.500 pF van marcados con 1n5, mientras que los condensadores de 100.000 pF llevan la indicación .1.

Tras estos componentes conviene montar todos los condensadores electrolíticos, respetando la polaridad positiva y negativa de sus dos terminales.

Por lo general, en el cuerpo de estos condensadores, en correspondencia con el terminal negativo se encuentra el signo −.

Se toma entonces el transistor TR1 y se monta en el circuito impreso, orientando la parte plana de su cuerpo hacia la resistencia R8; luego se coloca el integrado IC2, con la parte metálica del cuerpo hacia abajo, como se puede ver en la figura 6.

Por último, se monta el integrado IC4 sobre la aleta de refrigeración incluida en el kit, insertando sus 5 patillas en el circuito impreso y soldándolas por el otro lado.

Para finalizar este circuito no debemos olvidarnos de introducir en los orificios todos los terminales para las conexiones externas, es decir, para el potenciómetro de volumen, para la salida de la señal BF, para la alimentación, para el diodo led y para las conexiones con el circuito del detector fotosensible; ni de encajar en sus zócalos los integrados IC1 e IC3, con el lado del cuerpo que lleva la muesca en U hacia la izquierda (ver el esquema de montaje de la figura 6).

Detector con el BPW34

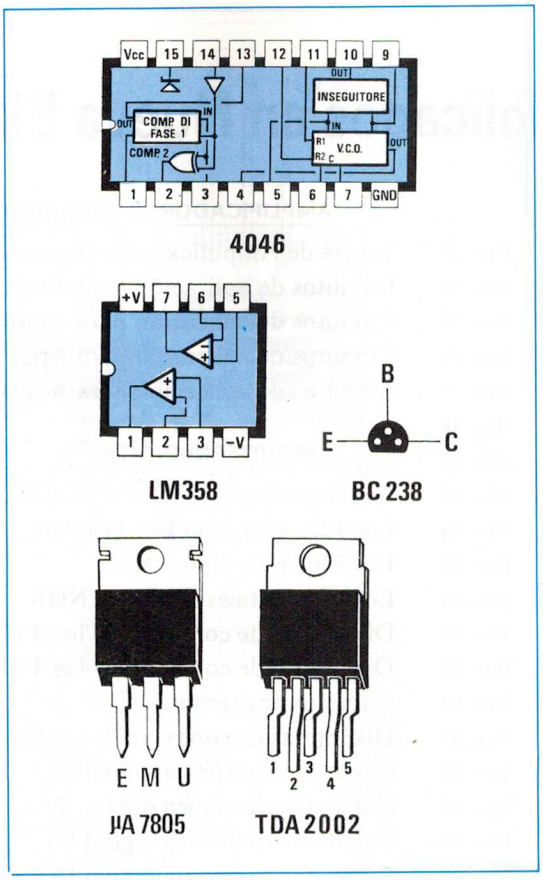
A quienes utilicen este receptor para distancias cortas les aconsejamos montar el circuito impreso LX1091/A, que incluye un fotodiodo BPW34 (ver el esquema eléctrico de la figura 1).

En el lado que se puede ver en la figura 8 se monta el zócalo para el integrado IC1 y a continuación todas las resistencias, el trimmer R3, los condensadores cerámicos, los de poliéster y los electrolíticos, así como el diodo DS1, orientando la parte de su cuerpo rodeada por una franaja negra hacia la resistencia R10.

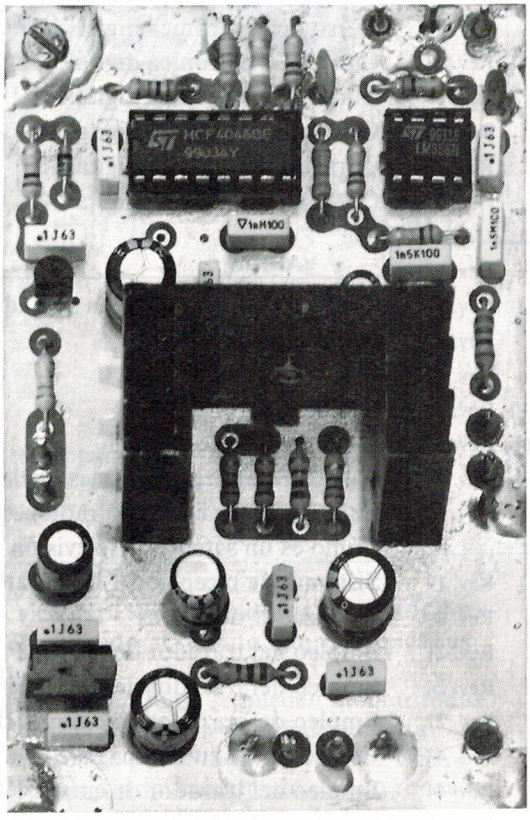
En el lado contrario de este circuito impreso se monta, en los dos orificios que se observan en la figura 8, el fotodiodo BPW34, comprobando cuidadosamente la polaridad de sus dos terminales, ya que es muy fácil colocarlo del revés.

De hecho no es fácil identificar cuál de los dos terminales es el Anodo y cuál es el Cátodo ya que tiene un cuerpo totalmente

Fig. 7 **Conexiones de los integrados CD.4046 y LM.358 vistas desde arriba y del transistor BC.328 visto desde abajo.**



Fotografía de un primer prototipo del circuito LX1091. En este circuito falta el diodo DS2 (situado junto a R17), que se ha incluido en el último momento.



cuadrado, sin marca de referencia.

Si se mira en el interior del fotodiodo, en un solo lado de la superficie fotosensible se puede ver una pequeña I metálica conectada directamente al terminal de salida: pues bien, este terminal es el Anodo (ver la figura 9). En consecuencia, al montar este fotodiodo en el circuito impreso, este lado I queda hacia la izquierda (ver la figura 8).

En el lado contrario del circuito impreso se han de soldar los dos terminales a las pistas de cobre, tratando de no provocar cortocircuitos con la pista de masa.

Finalizado el montaje, se encaja en su zócalo el integrado IC1, con la muesca de referencia en forma de U hacia el trimmer R3.

Detector con el BPW77

Quienes utilicen este receptor para distancias largas es preferible que monten el circuito impreso LX1091/B que lleva un fototransistor BPW77 (ver el esquema eléctrico de la figura 3).

En el lado que se observa en la figura 10 se monta el zócalo para el integrado IC1 y luego todas las resistencias, el trimmer R5, los condensadores cerámicos, los de poliéster y los electrolíticos, así como el diodo DS1, orientando el lado de su cuerpo rodeado por una franja negra hacia la resistencia R12.

El transistor de plástico TR1 se monta en el circuito impreso orientando la parte plana de su cuerpo hacia arriba, como se puede ver en el esquema práctico.

En el otro lado de este circuito impreso se monta el fototransistor BPW77, orientando la pequeña marca metálica que sobresale de su cuerpo hacia abajo, como se observa en la figura 9. Los tres terminales, que se pueden acortar ligeramente, van soldados a las tres pistas de cobre situadas en la parte posterior del circuito impreso, tratando de no provocar cortocircuitos con las pistas adyacentes.

Finalizado el montaje, se encaja en su zócalo el integrado IC1, orientando hacia la izquierda la marca en forma de U.

El montaje en el mueble

Tras haber fijado, con ayuda de cuatro tornillos roscantes, el circuito base LX1091 en el interior del mueble de plástico, hay que perforar tanto el panel delantero como el posterior.

En el panel frontal hay que abrir un orificio de un diámetro aproximado de 10 mm para dejar pasar el rayo Láser hasta la superficie fotosensible del BPW34 o del BPW77.

Insertando el circuito LX1091/A o el LX1091/B en las dos guías del mueble, se determina con facilidad el punto en que hay que practicar el orificio.

En el panel posterior hay que abrir 4 orificios: uno para el potenciómetro de volumen R12, uno para el jack de salida que sirve para conectar la pequeña caja acústica que contiene el altavoz o para unos auriculares, uno para encajar el diodo led de indicación de enganche de la señal y otro para dar salida a los cables, uno de color rojo y otro de color negro, para la alimentación.

También en el caso del receptor hemos preferido dejar fuera la alimentación, ya que los 12 voltios se pueden recoger de un grupo de pilas o bien directamente de la batería de un coche.

Quienes prefieran colocar el diodo led y el potenciómetro de volumen en la tapa superior de la caja de plástico, lo pueden hacer.

En el esquema práctico de la figura 6 se puede ver que los tres terminales del potenciómetro se conectan al circuito impreso utilizando un trozo corto de cable apantallado, sin olvidarse de conectar el cuerpo metálico del potenciómetro al terminal al que enlaza con la malla metálica.

En el caso del diodo led hay que respetar la polaridad de sus dos terminales, ya que de no hacerlo el led no se enciende.

También con el jack de salida hay que tener cuidado ya que al ser casi siempre de tipo estéreo, si no se conectan las dos salidas, en los auriculares sólo habrá sonido en un lado.

Otras tomas jack, aunque dispongan de 2 terminales, pueden ser tomas mono corrientes, dotadas de interruptor, por lo que se deben comprobar las conexiones para no encontrarse con los auriculares mudos por haber dejado sin conexión la salida.

Encajar en las dos guías laterales el circuito fotosensible elegido -es decir con el BPW34 o con el BPW77- y conectar sus tres terminales de salida a los terminales correspondientes presentes en el circuito impreso base LX1091. Con ello queda listo para funcionar.

El ajuste del circuito

El circuito requiere un mínimo aunque indispensable ajuste para poder centrar el filtro paso de banda a la frecuencia portadora de 40 a 41 KHz. Para ajustar el circuito fotodetector LX1091/A, que lleva el fotodiodo BPW34, hay que colocar el receptor a una distancia de 4 a 5 metros del trasmisor, tratando de centrar el haz luminoso sobre la superficie del PBW34.

Aunque al hacerlo se encienda el diodo led DL1, que indica el enganche de la señal, ésto no significa que el filtro esté bien ajustado, por lo que se habrá de tomar un téster, a ser posible digital, y aplicarlo en los terminales TP1, con el fin de poder leer la tensión que sale de dicho filtro.

En condiciones normales, es decir con el haz perfectmente centrado en el fotodiodo y

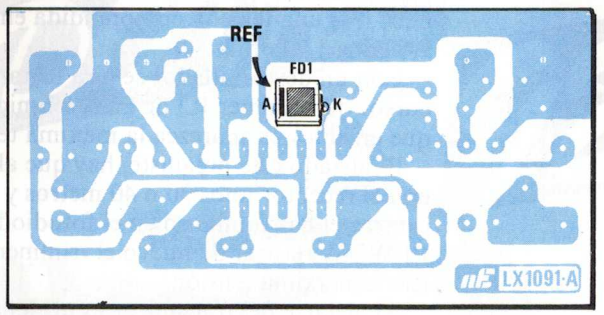
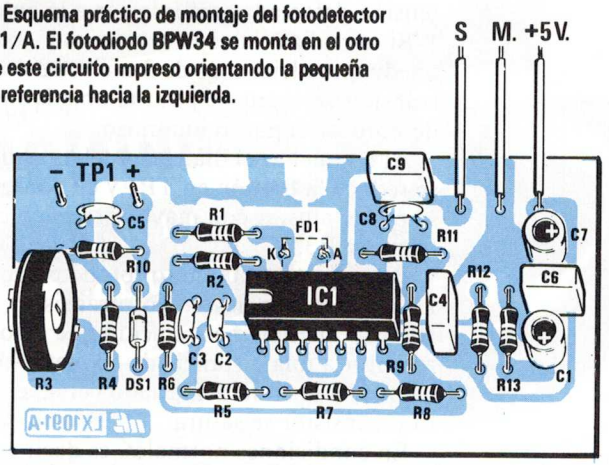


Fig. 8 **Esquema práctico de montaje del fotodetector LX1091/A. El fotodiodo BPW34 se monta en el otro lado de este circuito impreso orientando la pequeña "I" de referencia hacia la izquierda.**



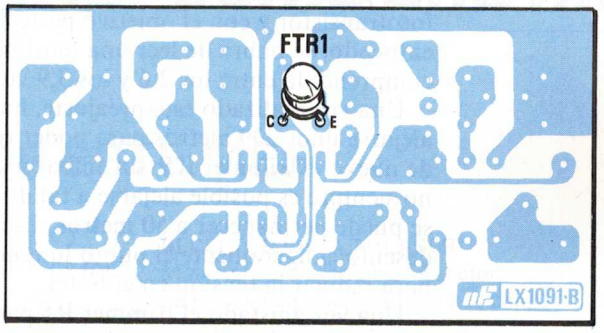
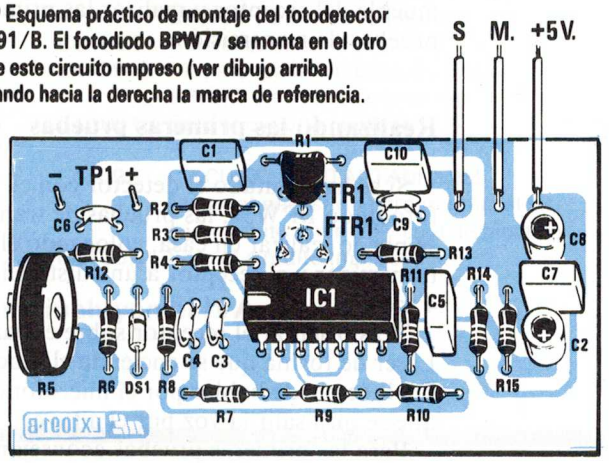


Fig. 9 **Esquema práctico de montaje del fotodetector LX.1091/B. El fotodiodo BPW77 se monta en el otro lado de este circuito impreso (ver dibujo arriba) orientando hacia la derecha la marca de referencia.**



con el objetivo perfectamente enfocado, se debe leer una tensión comprendida entre los 2,6 y los 3,9 voltios.

Con un destornillador se gira lentamente el cursor del trimmer R3 de 2.200 ohmios, hasta que en el téster aparezca la máxima tensión.

Realizado este preajuste, hay que alejarse con el receptor unos 30 o 40 metros y volver a centrar el haz luminoso en el fotodiodo BPW34 y retocar de nuevo el trimmer para leer la máxima tensión.

Al alejarse del transmisor es evidente que la tensión detectada será inferior a la anterior.

Si se realiza este ajuste en casa y no se puede uno alejar más de 3 metros del transmisor, se puede girar el objetivo para desenfocar el punto luminoso.

Al ensanchar el diámetro del haz luminoso, se reduce la tensión en TP1 y en consecuencia se puede ajustar con mayor precisión el trimmer R3.

Para ajustar el circuito fotodetector LX1091/B, que lleva el fototransistor BPW77, no hay más remedio que colocar el receptor a una distancia de 50 metros o más ya que, si se sitúa demasiado cerca, el fototransistor se satura.

En condiciones normales, es decir con el rayo perfectamente centrado en el fototransistor y con el objetivo perfectamente enfocado, se habrá de leer una tensión comprendida entre los 2,6 y los 3,9 voltios.

Una vez realizado este preajuste, habría que alejarse unos 200 metros para poder retocar de nuevo el trimmer R5; sin embargo, como no siempre es posible alejarse a tal distancia, se puede permanecer a 50 metros si se desenfoca ligeramente el punto luminoso, para reducir la tensión en el téster.

Una vez ajustado el trimmer R5 para la máxima tensión de salida, se puede cerrar el mueble del receptor y realizar las primeras pruebas de transmisión.

Realizando las primeras pruebas

Si se ha montado el detector con el fotodiodo BPW34, las pruebas de transmisión se puede realizar en casa, colocando el transmisor y el receptor a una distancia de 3 a 4 metros.

Tras orientar el receptor sobre el haz del Láser de forma que se encienda el diodo led DL1, se puede hablar por el micrófono con lo que se oirá salir la voz por el altavoz.

Para las primeras pruebas aconsejamos colocar el micrófono cerca del altavoz de una radio o, aún mejor, recoger la señal de BF de la toma de auriculares de la radio e introducirla en la entrada del transmisor, para poder apreciar la fidelidad de reproducción.

El volumen de la radio no se debe mantener demasiado elevado para no saturar el compresor de dinámica constituido por

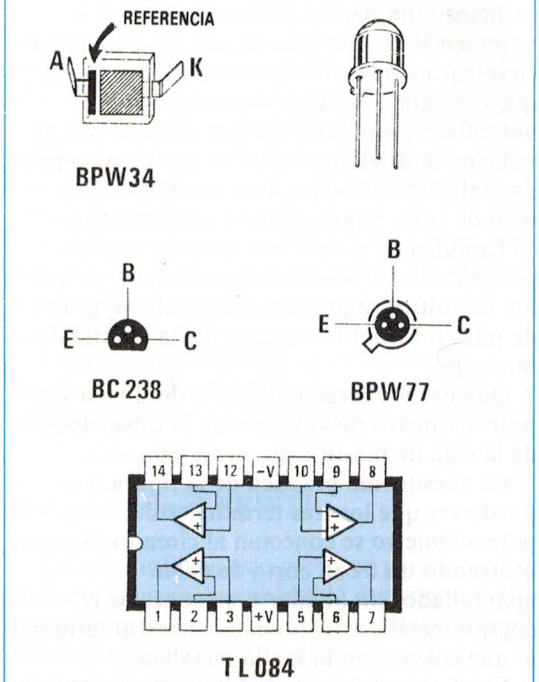


Fig. 10 **Conexiones del BPW34 vistas desde arriba, del BC.328 y del BPW77, vistos desde abajo, y del integrado TL.084, visto desde arriba.**

IC1/A, IC1/B y FT1 del transmisor LX1090.

En la práctica, si a la patilla 5 del operacional IC1/A presente en el transmisor llega una señal de BF superior a 1 voltio pico/pico, la señal de BF saldrá distorsionada.

Ya en casa se pueden realizar experimentos interesantes, como interrumpir el haz del Láser con una mano para que cese el sonido de inmediato, o bien orientar el rayo Láser sobre un espejo y recoger el haz reflejado con el receptor.

Por la noche, se puede dirigir el haz Láser hacia la pared de una casa cercana o hacia un árbol y luego llevar el receptor a dicha posición y orientar el fototransistor hacia el transmisor hasta que se encuentre la posición en que se enciende el diodo led DL1.

De esta forma, en los auriculares o en el altavoz se oirá el sonido transmitido en alta fidelidad.

Si en el receptor habéis montado el fotodetector que lleva el fototransistor BPW77, las pruebas de transmisión se han de hacer de noche y a una distancia comprendida entre 300 y 500 metros.

Si tenéis unos prismáticos podéis comprobar el enfoque a distancia al ver el punto sobre la pared de una casa.

LAS BOBINAS Y

Quienes tienen que calcular filtros paso-bajo, paso-alto, paso de banda o circuitos de sintonía para RF muchas veces tropiezan con la dificultad de encontrar fórmula comprensibles. En este artículo os enseñaremos cómo resolver este problema.

El interés despertado por la publicación en nuestra revista del artículo dedicado al cálculo del valor de los componentes de los filtros activos paso-bajo, paso-alto y paso de banda para baja frecuencia, nos ha sugerido estudiar la conveniencia de complementar nuestras informaciones con datos sobre los filtros para radiofrecuencia formados por una inductancia y una capacidad.

En este artículo reflejamos, por lo tanto, todas las fórmulas que habréis de utilizar para calcular el valor en microhenrios de las bobinas y el valor en picofaradios de los condensadores.

Medidor de inductancia.

Aunque existen fórmulas para calcular a nivel teórico la inductancia de una bobina sabiendo el número de espiras del devanado, el diámetro del soporte y la distancia entre espiras, podemos afirmar que la tolerancia entre el cálculo teórico y el valor real que dicha inductancia mostrará, es demasiado elevada.

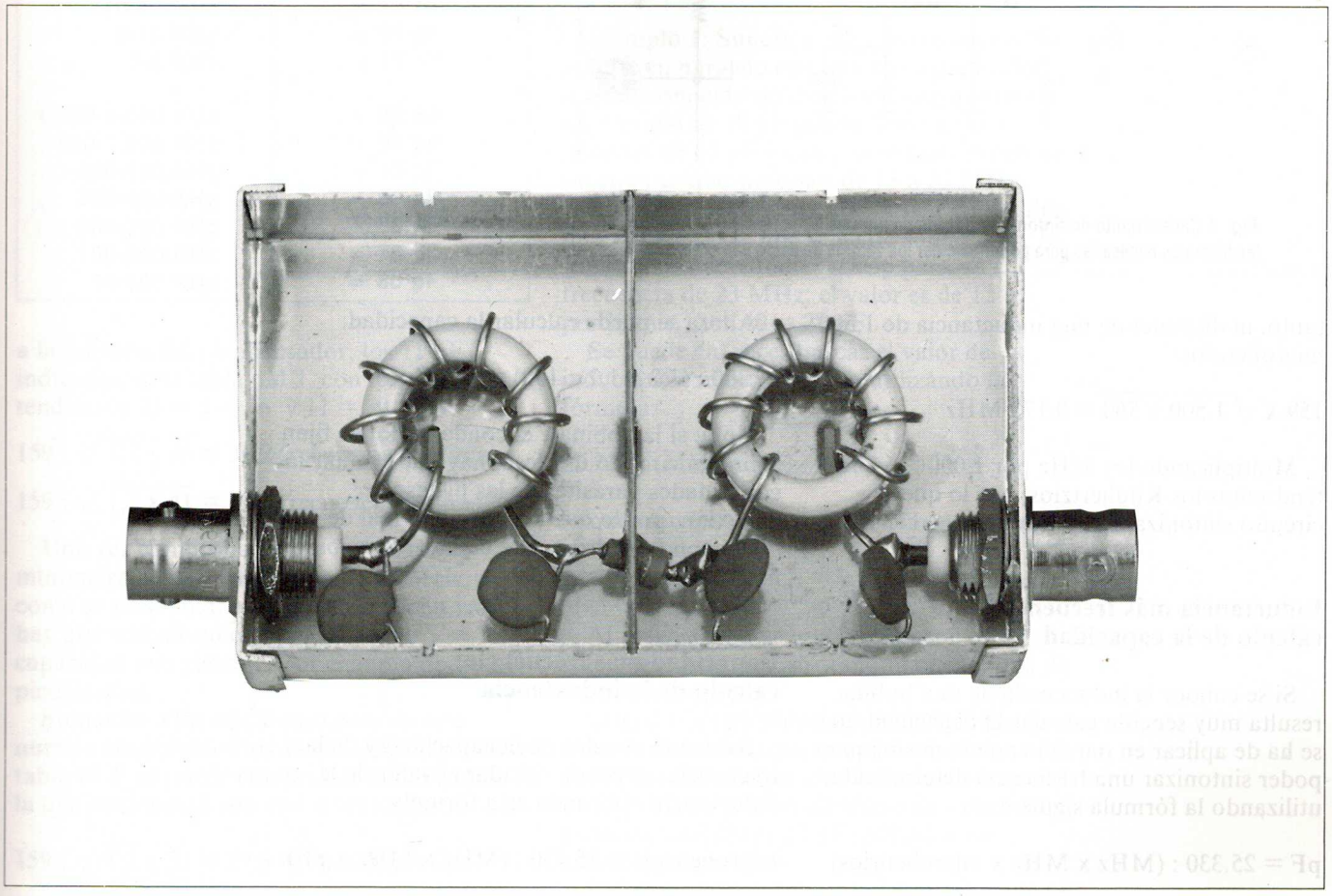
Para evitar este inconveniente, basta con conseguir un medidor de inductancia preciso, capaz de indicar exactamente cuantos milihenrios o microhenrios caracterizan a la bobina que pretendéis emplear en vuestros circuitos.

Este instrumento es indispensable, sobre todo si se quiere averiguar la inductancia de bobinas ya enrolladas alrededor de un núcleo ferromagnético cuya permeabilidad no se conoce.

Por esta razón, os aconsejamos montar el kit LX1008, un medidor de imductancia digital con lectura automática (sin conmutación de escala), capaz de medir desde un mínimo de 0,02 microhenrios hasta un máximo de 20 milihenrios y que se ha publicado en el número 92 de nuestra revista.

Importante: hay que recordar que al aplicar sobre cualquier bobina de radiofrecuencia una

FILTROS EN RF



pantalla de aluminio o de otro material, su inductancia aumenta de un 10 a un 15%. Por lo tanto, si se mide la inductancia sin pantalla y luego se coloca dentro de cualquier pantalla, la inductancia aumenta.-

La frecuencia de resonancia

Sabiendo el valor de la inductancia de una bobina y el valor de la capacidad del condensador situado en paralelo con ella (véase la figura 1), se puede calcular la frecuencia que sintonizará este circuito, la frecuencia de resonancia, utilizando la fórmula:

$$MHz = 159 : \sqrt{pF \times microH.}$$

Ejemplo 1. Situando en paralelo con una bobina de 15 microhenrios un condensador de 82 picofaradios, este circuito sintonizará a la frecuencia de:

$$159 : \sqrt{82 \times 15} = 4{,}53 \text{ MHz.}$$

Nota: Este cálculo teórico indicará aproximadamente la frecuencia de resonancia, ya que al fijar una bobina y un condensador sobre un circuito impreso las pistas de cobre añadirán capacidades parásitas de varios picofaradios.

Suponiendo que la capacidad parásita de las pistas de cobre oscile alrededor de los 10 picofaradios, se conseguirá sintonizar sobre:

$$159 : \sqrt{(82+10) \times 15} = 4{,}28 \text{ MHz}$$

Ejemplo 2: Se pretende averiguar a qué frecuencia sintonizará un circuito en el que, en paralelo con una bobina de 1,5 milihenrios, se ha conectado un condensador de 560 picofaradios.

Antes de efectuar el cálculo matemático tendremos que convertir los milihenrios en microhenrios, multiplicando por 1.000. Por lo

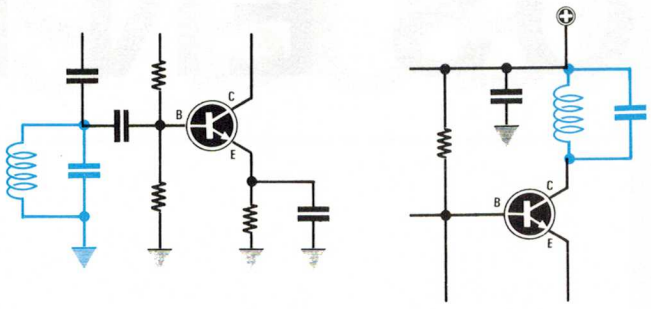


Fig. 1 **Cada circuito de sintonía esta formado por una inductancia y una capacidad. En el artículo se ofrecen todas las fórmulas necesarias para poder calcular los valores de estos dos componentes.**

tanto, al disponer de una inductancia de 1.500 microhenrios:

$159 \times \sqrt{1.500 \times 560} = 0{,}173$ MHz

Multiplicando los MHz por 1.000 tendremos los Kilohertzios, por lo que el circuito sintonizará alrededor de los 173 KHz.

Inductancia más frecuencia: cálculo de la capacidad

Si se conoce la inductancia de una bobina, resulta muy sencillo calcular la capacidad que se ha de aplicar en paralelo con la misma para poder sintonizar una frecuencia determinada, utilizando la fórmula siguiente:

pF = 25.330 : (MHz x MHz x microhenrios)

Ejemplo 1. Supongamos que disponemos de una bobina de 2 microhenrios y queremos calcular qué capacidad hay que aplicar en paralelo para sintonizar el circuito en la frecuencia de 21 MHz.

La operación que hay que realizar es la siguiente:

25.300 : (21 x 21 x 2) = 28,6 picofaradios.

Ejemplo 2. Supongamos que tenemos una bobina de 0,1 milihenrios y queremos calcular el valor de capacidad necesaria para conseguir un circuito de sintonía sobre los 1.200 KHz.

Lo primero que hay que hacer es convertir los 1.200 KHz en Megahertzios, dividiendo por 1.000, con lo que se obtienen 1,2 MHz; en segundo lugar hay que convertir los milihenrios en microhenrios, multiplicando por 1.000, con lo que tenemos un resultado de 100 microhenrios.

Ahora se puede calcular la capacidad:

25.300 : (1,2 x 1,2 x 100) = 175,6 pF.

Nota: si la bobina y el condensador se fijan sobre un circuito impreso, hay que evaluar las capacidades parásitas de las pistas de conexión, por lo que la capacidad real de dicho condensador puede oscilar sobre los 155 a 160 pF.

Capacidad más frecuencia; cálculo de la inductancia

Sabiendo el valor de la capacidad y de la frecuencia, se puede calcular el valor de la inductancia utilizando esta fórmula:

microhenrios = 25.330 : (MHz x MHz x pF).

Ejemplo 1. Se dispone de un compensador de 5 a 30 picofaradios, y se desea realizar un circuito de sintonía para una gama comprendida entre 21 y 36 MHz.

Lo primero que se ha de hacer es localizar en la tabla nº 1 la capacidad que se ha de sumar para la frecuencia más elevada a la capacidad mínima del compensador.

Teniendo en cuenta que dicha capacidad es de 11 pF, se puede desarrollar la suma 11 + 5, 16 pF, y entonces se puede calcular el valor de la inductancia con la fórmula:

25.330 : (36 x 36 x 16) = 1,22 microhenrios.

En la práctica, se puede escoger una inductancia de 1,2 microhenrios, o incluso una de 1,3 microhenrios.

Suponiendo que se haya escogido una inductancia de 1,2 microhenrios, hay que calcular la frecuencia de sintonía de esta bobina girando el compensador de un extremo a otro, mediante la fórmula:

MHz = 159 : $\sqrt{\text{microH x pF.}}$

No olvidéis sumar a la capacidad mínima y

Frecuencia	C. parásita
40-50 MHz	= 10 pF
30-40 MHz	= 11 pF
20-30 MHz	= 12 pF
10-20 MHz	= 13 pF
5-10 MHz	= 14 pF
2-5 MHz	= 15 pF
1.000-2.000 KHz	= 20 pF
500-1.000 KHz	= 30 pF
400-500 KHz	= 40 pF
300-400 KHz	= 50 pF
200-300 KHz	= 60 pF
100-200 KHz	= 70 pF
50-100 KHz	= 80 pF

Fig. 2 En esta tabla se reflejan los valores aproximados de capacidades parásitas que tendremos que sumar siempre a la capacidad del condensador conectado en paralelo con la bobina de sintonía.

a la maxima del compensador, los 11 pF indicados en la tabla nM 1, con lo que tendremos 11 = 5 = 16 y 11 = 30 = 41:

$159 : \sqrt{1{,}2 \times 16} = 36{,}2$ frecuencia máxima

$159 : \sqrt{1{,}2 \times 41} = 22{,}6$ frecuencia mínima

Una vez comprobado que la frecuencia mínima es de 22,6 MHz y no de 21 MHz, como se pretendía, para alcanzar dicho valor hay que utilizar un compensador de capacidad más elevada, por ejemplo de 5 a 40 picofaradios.

Sumando a los 40 pF máximos de este nuevo compensador los 11 pF indicados en la tabla nº 1, se puede comprobar la frecuencia a la que sintonizará con este nuevo valor:

$159 : \sqrt{1{,}2 \times 51} = 20{,}3$ MHz mínimos

La inductancia más idónea

En el último ejemplo planteado, os hemos dicho que sumárais a la capacidad mínima y máxima del compensador un valor fijo de capacidad, que se consultaba en la tabla nº 1

Los valores indicados en esta tabla son, en la práctica, las capacidades parásitas medidas en distintos circuitos impresos y otros montajes.

Como es lógico, tales capacidades deberán tenerse en cuenta, sobre todo al calcular el valor de inductancia que se ha de asignar a la bobina de sintonía.

Las normas básicas para calcular el valor de una inductancia son las siguientes:

1.- Buscar en la tabla nº 1 el valor de capacidad que se ha de sumar a la capacidad mínima y máxima del compensador o del diodo varicap.

2.- Tener en cuenta, para el cálculo de la inductancia, el valor mínimo del compensador o del diodo varicap ya sumada la capacidad parásita y tomando como referencia la frecuencia más elevada en MHz a la que se desea sintonizar.

Ejemplo 1: Supongamos que queremos aplicar en paralelo con una bobina de valor aún desconocido un diodo varicap que desde un mínimo de 10 pF pueda llegar a un máximo de 60 pF y que pretendamos realizar un circuito que sintonice de 13 a 23 MHz.

En primer lugar, hay que buscar en la tabla nº 1 la capacidad que se ha de sumar a los 10 pF mínimos del diodo varicap para una frecuencia de 23 MHz; el valor es de 12 pF, por lo que 12 + 10 = 22 pF.

Se puede entonces buscar el valor de inductancia más apropiado utilizando la fórmula:

25.330 : (MHz x MHz x pF)

lo que, con los valores que tenemos, supone:

25.330 : (23 x 23 x 22) = 2,17 microhenrios.

Al no encontrarse una bobina con este valor, se puede escoger tranquilamente una de 2,2 microhenrios.

Llegados a este punto se puede calcular la frecuencia mínima que se puede sintonizar con dicha bobina cuando el diodo varicap se sitúe en los 60 pF, sin olvidarse de sumar a dicha capacidad los 12 pF indicados en nuestra tabla nº 1.

Se comprueba entonces la frecuencia que se puede alcanzar cuando el diodo varicap se sitúa en 60 pF + 12 pF de capacidad parásita:

$159 : \sqrt{2{,}2 \times (60 = 12)} = 12{,}6$ MHz

y la frecuencia que se puede alcanzar cuando el diodo varicap se sitúa en los 10 pF + 12 pF de capacidad parásita:

$159 : \sqrt{2{,}2 \times (10 + 12)} = 22{,}8$ MHz.

Ejemplo 2. Supongamos que se quiere realizar un circuito de sintonía para Onda Media que sintonice de 500 KHz a 1.500 KHz, utilizando un condensador variable de 450 pF cuya capacidad residual presunta sea de 20 pF.

En la tabla nº 1 se puede ver que para una frecuencia de 1.500 KHz hay que sumar a la capacidad mínima del condensador variable otros 20 pF de capacidad residual,

Fig. 3 **TABLA 2** Conociendo el diámetro del núcleo podemos determinar de inmediato la sigla, es decir si se trata de un T30 o de un T68 o T184.

Sigla núcleo	Diámetro externo
T30	= 7,8 mm.
T37	= 9,5 mm.
T44	= 11,2 mm.
T50	= 12,7 mm.
T60	= 15.2 mm.
T68	= 17,5 mm.
T80	= 20,0 mm.
T94	= 23,9 mm.
T106	= 26,9 mm.
T130	= 33,0 mm.
T157	= 34,9 mm.
T184	= 46,7 mm.
T200	= 50,8 mm.

Fig. 4 **TABLA 3** Sabiendo los colores que aparecen en el cuerpo, podremos identificar la permeabilidad y la frecuencia de trabajo.

número	colores	frecuencia
/0	Marrón	50 - 300 MHz
/1	Azul - Negro	0,5 - 50 MHz
/2	Rojo - Negro	1 - 30 MHz
/3	Gris - Negro	0,03 - 1 MHz
/6	Amarillo - Neg.	2 - 50 MHz
/7	Blanco - Negro	1 -20 MHz
/10	Negro	10 - 100 MHz
/12	Verde - Blanco	20 -200 MHz
/15	Rojo - Blanco	0,1 - 3 MHz
/17	Azul - Amarillo	20 - 200 MHz

consiguiendo con ello un total de 40 pF.

Ahora ya se puede buscar el valor de la inductancia, tras haber convertido los 1.500 KHz en MHz, es decir 1,5 MHz:

$25.330 : (1,5 \times 1,5 \times 40) = 281,4$ microhenrios

que se redondean a 280 microhenrios.

Se comprueba luego la frecuencia a la que se puede bajar cuando se gira el condensador variable a su máxima capacidad de 450 pF más los 20 pF de capacidad parásita:

$$159 : \sqrt{280 \times 470} = 0,438$$

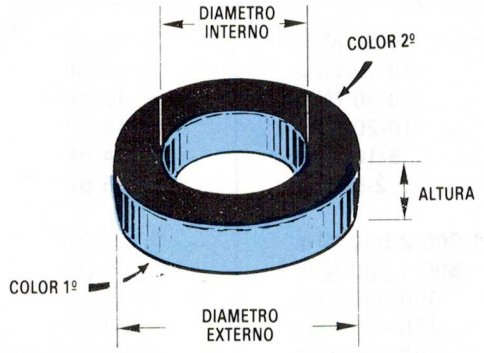


Fig. 5 Para identificar un núcleo toroidal, bastará con medir el diámetro externo y observar sus colores.

que corresponden a 438 KHz, por lo que se pueden sintonizar tranquilamente los 500 KHz.

Bobinas de sintonía con toroides

Todos los radioaficionados conocen los núcleos toroidales.

Habréis podido observar que en estos núcleos nunca figura la sigla de referencia, es decir, T44/3 - T68/10 -T80/0, por lo que para identificarlos sólo se dispone de la referencia de su diámetro y de sus colores.

La letra T y los dos números que la siguen indican su diámetro exterior en décimas de pulgada, por lo que para facilitar la identificación en la tabla nº 2 hemos preferido expresarlo en milímetros.

El número que figura después de las siglas del diámetro, por ejemplo T80/0 - T80/3 - T80/10, indica la permeabilidad ferromagnética de cada núcleo, por lo tanto la gama de frecuencias en que es preferible hacer que trabaje.

No obstante cabe la posibilidad de emplear también estos núcleos en frecuencias considerablemente superiores a las aconsejadas en la tabla nº 3, aunque con cierto perjuicio para el Q.

En la tabla nº 3 indicamos los colores que aparecen en estos núcleos en función del número y las gamas de trabajo correspondientes.

Todas las fórmulas indicadas en los párrafos anteriores, relativas a la forma de calcular la frecuencia sabiendo el valor de la capacidad y de la inductancia, o a cómo calcular la capacidad sabiendo el valor de la frecuencia y de la inductancia o cómo calcular el valor de la inductancia sabiendo el valor de la frecuencia y de la capacidad, son válidas también para estos núcleos toroidales.

La ventaja que garantiza el empleo de estos

Núcleo Toroidal	/0	/1	/2	/3	/6	/7	/10	/12	/15	/17
T327/	4,9	80	40	120	30	32	25	15	90	15
T44/	6,5	105	52	180	42	46	33	19	150	19
T50/	6,4	100	49	175	40	43	31	18	135	18
T60/	- -	- -	65	- -	55	- -	- -	- -	- -	- -
T68/	7,5	115	57	195	47	42	32	21	180	- -
T72/	- -	- -	128	360	- -	95	- -	- -	- -	- -
T80/	8,5	115	55	180	45	50	32	22	170	- -
T94/	10,6	160	84	248	70	- -	58	- -	200	- -
T106/	19,5	325	135	450	116	133	- -	- -	345	- -
T130/	15	200	110	350	96	103	- -	- -	250	- -
T157/	- -	320	140	420	115	- -	- -	- -	250	- -
T184/	- -	500	240	720	195	- -	- -	- -	- -	- -
T200/	- -	250	120	425	100	105	- -	- -	- -	- -

Fig. 6 **TABLA 4 Una vez determinado el tipo de toroide y su permeabilidad, podremos deducir de esta tabla la inductancia que obtendremos envolviendo en este núcleo 100 espiras.**

núcleos es la de poder calcular las espiras que se han de enrollar en cada uno de ellos para conseguir el valor de inductancia en microhenrios.

Para calcular el número de espiras hay que utilizar la tabla nº 4 en la que indicamos el valor de la inductancia L expresado en microhenrios, envolviendo en dichos núcleos 100 espiras.

Cálculo del número de espiras

El valor de L indicado en la Tabla nº 4 sirve para determinar cuántas espiras se han de envolver alrededor de estos núcleos para conseguir el valor de inductancia en microhenrios necesario, utilizando la fórmula siguiente:

$$\text{Espiras} = 100 \times \sqrt{\text{microH} : \text{L}}.$$

Ejemplo 1. Se desea calcular las espiras que se han de envolver alrededor de un núcleo T68/12 para conseguir una inductancia de 4,2 microhenrios.

En primer lugar hay que buscar en la tabla nº 4 el valor de L del núcleo T68/12, que es de 21.

Utilizando la fórmula anterior tendremos:

$$100 \times \sqrt{4{,}2 : 21} = 44{,}7 \text{ espiras}$$

que podemos redondear a 45 espiras.

Si se utiliza hilo de un diámetro de 0,3 a 0,4 mm se podrá envolver el número necesario de espiras.

Si se utilizan hilos de diámetros superiores, se pueden envolver varias capas.

Cálculo de la inductancia.

Sabiendo el número de espiras envueltas sobre un determinado núcleo toroidal, se puede averiguar el valor de la inductancia en microhenrios, utilizándo la fórmula:

microH = (espiras x espiras x L) : 10.000.

Ejemplo 2. Se dispone de un núcleo de colores verde y blanco con un diámetro de 12,7 en el que están envueltas 16 espiras, y se desea calcular cuál puede ser su inductancia en microhenrios, no pudiéndolo desmontar del circuito en que se encuentra para medirla con un medidor de inductancia.

En primer lugar se identifica en base al diámetro el tipo de núcleo, consultando la tabla nº 2, en la que veremos que un diámetro de 12,7 milimetros corresponde a un núcleo T50.

Entonces, en la tabla nº 3 se puede ver a qué número corresponden los colores verde y blanco, que es el 12, por lo que habremos descubierto que este núcleo es un T50/12.

Ahora, en la tabla nº 4 se busca el valor L del núcleo T50/12, que es 18.

Con estos datos se puede calcular el valor de la inductancia que será de:

$$(16 \times 16 \times 18) : 10.000 = 0{,}46 \text{ microhenrios.}$$

Si en paralelo con esta inductancia se encuentra aplicado un condensador de 39 picofaradios, este circuito estará sintonizado a una frecuencia de:

$$159 : \sqrt{0{,}46 \times 39} = 37{,}5 \text{ MHz.}$$

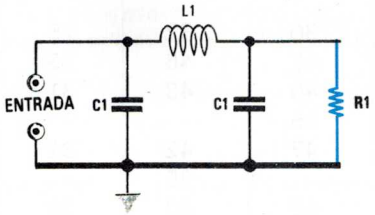
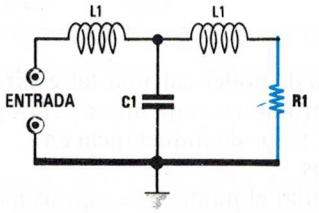


Fig. 7 Filtro paso-bajo en Pi. Para calcular los valores de L1 y C1 se pueden utilizar las fórmulas siguientes:

L1 microH = (0,318 x R1) : MHz
C1 picoF = 159.000 : (MHz x R1)
MHz = 159 : microH x (pF :2)

Fig. 8 Filtro paso-bajo en T. Para calcular los valores de L1 y C1 se pueden utilizar las fórmulas siguientes:

L1 microH = (0,159 x R1) : MHz
C1 picoF = 318.000 : (MHz x R1)
MHz = 159 : microH x (pF :2)



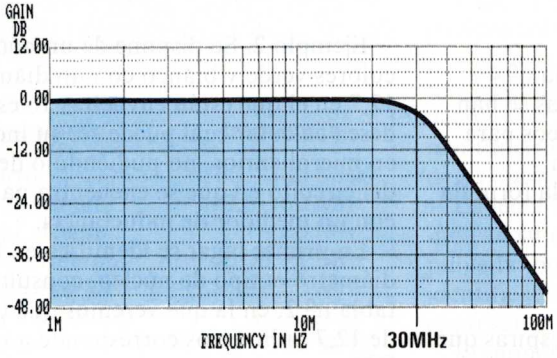


Fig. 9 El filtro paso-bajo se utiliza cuando se desea permitir el paso de todas las frecuencias inferiores a la frecuencia de corte. En este gráfico, un filtro paso bajo calculado para una frecuencia de corte de 30 MHz.

En realidad ésta no sería la freuencia exacta de sintonía, ya que no se han tenido en cuenta las capacidades parásitas del circuito impreso, por lo que, consultando la tabla nº 1, se puede ver para la gama 40 a 50 MHz una capacidad parásita de 10 pF que hay que sumar a los 39 pF del condensador.

Por lo tanto, es más probable que esta bobina esté sintonizada a:

$159 : \sqrt{0{,}46 \times 49} = 33{,}4$ MHz.

Filtro paso-bajo en pi

El filtro paso-bajo se emplea cuando se pretende permitir sólo el paso de todas las frecuencias inferiores a la frecuencia de corte, descartando de esta forma todas las frecuencias más elevadas (ver la figura 9).

Para el cálculo de estos filtros hay que escoger como frecuencia de corte aquella que se desea dejar pasar como límite superior.

Las fórmulas que se han de utilizar para calcular el valor de L1 y C1 son las siguientes:

L1 microH = (0,318 x R) : MHz
C1 picoF = 159.000 : (MHz x R).

Nota: R es el valor de la impedancia de los circuitos que se van a aplicar tanto en la entrada como en la salida de este filtro. Por lo general, este valor se fija previamente en 50 ohmios.

Sabiendo el valor de la inductancia y de la capacidad se puede calcular la frecuencia de

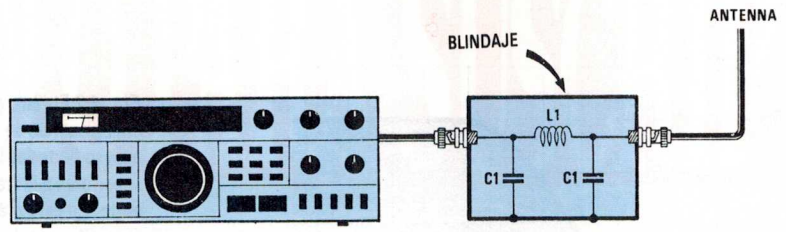


Fig. 10 **Un filtro paso-bajo aplicado a la salida de un transmisor, eliminará todos los armónicos.**

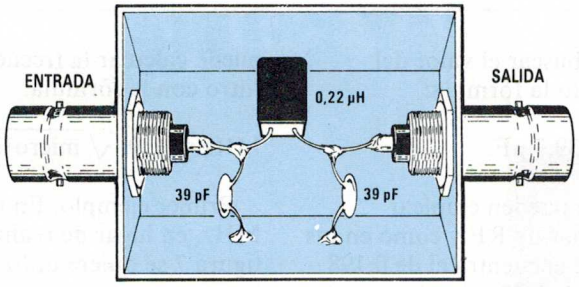


Fig. 11 **Los filtros paso-bajo se incluyen también en las entradas de un receptor para eliminar las interferencias. Todas las bobinas que se han de utilizar en los transmisores deben ir bobinadas al aire o en toroides. En cuanto a los receptores, se pueden utilizar tranquilamente inductancias minúsculas para radiofrecuencia.**

corte empleando la siguiente fórmula:

$$MHz = 159 : \sqrt{microH \times (pF : 2)}.$$

Ejemplo 1. Supongamos que tenemos un transmisor en la gama de 21 MHz que irradia, además de la frecuencia fundamental, un número infinito de armónicos a 42, 63, 84, 105 MHz que sería conveniente eliminar.

Se pretende calcular el valor de inductancia y de capacidad que se han de emplear para eliminar estos armónicas.

El filtro, como se puede ver en la figura 10, se aplicará entre la salida del transmisor y la entrada de la antena.

Para calcular el valor de la inductancia de L1, aconsejamos tomar una frecuencia ligeramente superior a los 21 MHz necesarios, por lo que se puede escoger un valor de 22 MHz.

Para esta frecuencia la inductancia de L1 tiene que tener un valor de:

$(0{,}318 \times 50) : 22 = 0{,}72$ microhenrios.

NOTA: 50 es el valor de la impedancia y 22 es la frecuencia en MHz.

Como capacidad, para C1, hay que utilizar un valor de:

$159.000 : (50 \times 22) = 144{,}5$ pF.

En los valores estándar no se encuentra una capacidad de 144 pF y el valor más cercano es de 150 pF, por lo que se habrá de comprobar cuál será la frecuencia de corte de este filtro con dicha capacidad, utilizando la fórmula:

$$159 : \sqrt{0{,}72 \times 150 : 2} = 21{,}6 \text{ MHz}.$$

Para elevar más la frecuencia de corte, se puede utilizar una capacidad de 120 pF y, en este caso, tendremos:

$$159 : \sqrt{0{,}72 \times 120 : 2} = 24{,}1 \text{ MHz}.$$

Las bobinas que se han de utilizar en un transmisor tienen que ir envueltas al aire o sobre un núcleo toroidal.

Ejemplo 2. Al encontrarnos en las cercanías de una emisora de una radio privada en FM que interfiere en nuestro receptor para onda corta, debido a la fuerte señal irradiada, pretendemos aplicar en la entrada del receptor un filtro que elimine todas las frecuencias superiores a los 80 MHz.

En primer lugar hay que buscar el valor de la inductancia utilizando la fórmula:

$(0{,}318 \times 50) : 80 = 0{,}198$ microhenrios.

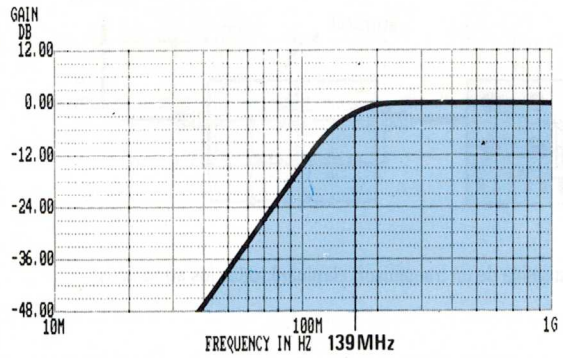


Fig. 12 El filtro paso-alto se utiliza cuando se desea permitir el paso de todas las frecuencias superiores a la frecuencia de corte. En este gráfico, un filtro paso alto calculado para una frecuencia de corte de 139 MHz.

Entonces se puede buscar el valor del condensador utilizando la fórmula:

159.000 : (80 x 50) = 39,7 pF.

Para un receptor se pueden emplear minúsculas inductancias de RF y como en los valores estándar no se encuentra el de 0,198 microhenrios, sino el de 0,22 microhenrios, hay que comprobar con este valor la frecuencia de corte empleando un condensador de 39 pF:

$159 : \sqrt{0{,}2 \times 39 ; 2} = 76{,}7$ MHz.

Por lo tanto, se pueden emplear estos dos valores. Si se utiliza un condensador de 33 pf en lugar del de 39 pF, la frecuencia de corte de tal filtro será de:

$159 : \sqrt{0{,}22 \times (33 : 2)} = 83{,}4$ MHz.

En este caso, también se podrían emplear estos dos valores, ya que la gama de FM comienza en los 88 MHz.

Si un único filtro no consigue atenuar de forma considerable las señales de tal emisora, se pueden conectar dos en serie como se observa en la figura 18.

Filtro pasa-bajo en T

Entre este filtro y el anterior no existen diferencias en cuanto al factor de atenuación, por lo que el empleo de uno u otro depende de las "simpatías" de cada cual.

La única diferencia que existe consiste en que el filtro en T requiere una inductancia menor y una capacidad superior; de hecho las fórmulas de cálculo de estos dos valores son las siguientes:

L1 microH = (0,159 x R) : MHz
C1 pF = 318.000 : (MHz x R)

Conociendo el valor de C1 y de L1 se puede calcular la frecuencia de corte de tal filtro con la fórmula:

$MHz = 159 : \sqrt{microH \times (pF : 2)}$

Primer ejemplo. En un transmisor de 21 MHz, en lugar de realizar el filtro en Pi de la figura 7 se quiere utilizar un filtro en T, por lo que, tomando siempre como referencia una frecuencia de corte de 22 MHz, se puede calcular el valor de la bobina y del condensador efectuando estas dos sencillas operaciones:

(0,159 x 50) : 22 = 0,36 microhenrios
318.000 : (22 x 50) = 289 picofaradios

Ahora se puede comprobar si empleando estos dos valores la frecuencia de corte sigue en 22 MHz, empleando la fórmula:

$159 : \sqrt{0{,}36 \times (289 : 2)} = 22$ MHz

Para conseguir una capacidad de 289 pF, se puede colocar en paralelo con 220 pF un condensador de 68 pF, sin que sea preocupante que se obtengan 288 pF.

Si el filtro se monta en un circuito impreso, hay que tener en cuenta las capacidades parásitas de las pistas y, teniendo en cuenta que no se conocen, conviene siempre calcular la frecuencia de corte a una frecuencia superior (en este caso de 22 a 23 MHz) respecto a la deseada.

Filtro paso-alto en Pi

El filtro paso alto se emplea para permitir el paso de todas las frecuencias más altas que la frecuencia de corte,

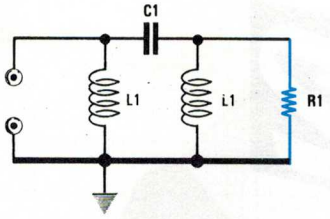
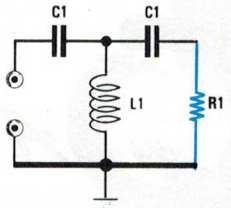


Fig. 13 Filtro paso-alto en Pi. Para calcular los valores de L1 y C1, se pueden utilizar estas fórmulas:

L1 microH = (0,159 x R1) : MHz
C1 pF = 79.600 . (MHz x R1)
MHz = 79,6 : microH x (pf :2)

Fig. 14 Filtro paso-alto en T. Para calcular los valores de L1 y C1 se pueden utilizar estas fórmulas:

L1 microH = (0,0796 x R1) : MHz
C1 pF = 159.000 : (MHz x R1)
MHz = 79,6 : microH x (pF : 2)



descartando de esta forma todas las frecuencias más bajas (ver la figura 12).

Para calcular estos filtros hay que escoger como frecuencia de corte la que se desea que pase como límite inferior.

Las fórmulas que se han de utilizar para calcular el valor de L1 y de C1 son las siguientes:

L1 microH = (0,159 x R) : MHz
C1 pF = 79.600 : (MHz x R)

NOTA: R es el valor de la impedancia que se calcula tanto en la entrada como en la salida de dicho filtro. Por lo general este valor se fija en unos 50 ohmios.

Sabiendo el valor de L1 y de C1, se puede calcular la frecuencia de corte mediante la fórmula:

$$MHz = 79{,}6 : \sqrt{microH \times (pF : 2)}$$

Primer ejemplo. Se va a realizar un preamplificador de antena de banda ancha de 139 a 160 MHz y se quiere evitar la preamplificación de todas las frecuencias inferiores con el fin de eliminar fenómenos de intermodulación.

En primer lugar hay que calcular la inductancia de las dos bobinas L1, tomando como referencia la frecuencia inferior, es decir, los 139 MHz:

(0,159 x 50) : 139 = 0,057 microhenrios

Este valor se puede redondear con toda tranquilidad a 0,06 microhenrios.

En segundo lugar se calcula el valor del condensador C1:

79.600 : (139 x 50) = 11,45 pF

Teniendo en cuenta que la capacidad estándar más aproximada a este valor es de 12 picofaradios, hay que calcular cuál será la frecuencia de corte utilizando una bobina de 0,06 microhenrios de inductancia y un condensador de 12 pF:

$$79{,}6 : \sqrt{0{,}06 \times (12 : 2)} = 132{,}6 \text{ MHz}$$

Para conseguir una frecuencia de corte superior a los 132 MHz, habrá que utilizar un condensador de 11 picofaradios, con el que se obtiene el siguiente resultado:

$$79{,}6 : \sqrt{0{,}06 \times (11 : 2)} = 138{,}5 \text{ MHz}$$

Con este segundo valor, nos hemos acercado más a una frecuencia de corte de 139 MHz.

Se puede observar que cuando se trabaja en frecuencias muy elevadas basta una pequeña diferencia de 1 picofaradio en la capcidad para conseguir en el resultado saltos de frecuencia considerables.

Segundo ejemplo: Habiendo realizado una etapa duplicadora de frecuencia de 36 a 72 MHz, en la salida, además de la frecuencia duplicada, nos encontramos también con la fundamental de los 36 MHz, que desearíamos eliminar porque interfiere.

En estos casos, es aconsejable fijar en principio la frecuencia de corte en 70 MHz, para evitar el atenuar los 72 MHz en caso que

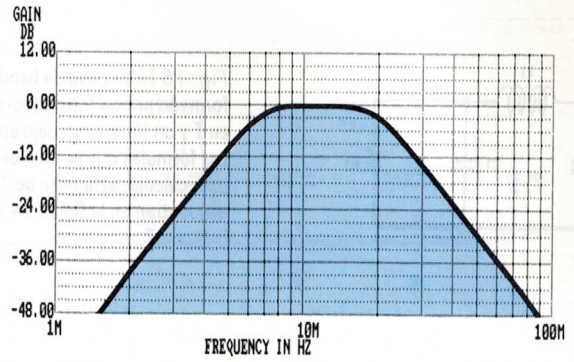


Fig. 15 **Los filtros paso de banda se emplean para permitir sólo el paso de una gama restringida de frecuencias. En esta figura, un filtro calculado para permitir el paso de la banda de 6 a 20 MHz.**

se produjeran tolerancias elevadas de las bobinas o de las capacidades.

Lo primero que hay que hacer es calcular la inductancia de las bobinas L1:

(0,159 x 50) : 70 = 0,113 microhenrios

Estas bobinas se pueden utilizar tranquilamente de 0,12 microhenrios.

Lo segundo que hay que hacer es buscar el valor de C1:

79.600 : (70 x 50) = 22 pF

Utilizando una inductancia de 0,12 microhenrios y teniendo en cuenta que, además de los 22 pF del condensador puede haber otros 2 picofaradios de capacidad residual, en teoría se obtendría una capacidad total de 24 pF.

Considerando un valor total de 24 pF, se puede comprobar cual será la frecuencia de corte:

$79{,}6 : \sqrt{0{,}12 \times (24 : 2)} = 66{,}3$ MHz.

En la práctica, se puede dejar este filtro de paso-alto en este valor, siempre que no se desee reducir de forma experimental la capacidad del condensador.

Si la capacidad parásita fuera de 4 pF, se obtendría una frecuencia de corte alrededor del valor:

$79{,}6 : \sqrt{0{,}12 \times (26 : 2)} = 63{,}7$ MHz

Filtro paso-alto en T

Al igual que en el caso que ya hemos visto del filtro paso-bajo, entre este filtro y el anterior no existen diferencias en cuanto al factor de atenuación, por lo que se pueden utilizar indistintamente uno u otro.

La única diferencia que se puede encontrar reside en el hecho de que el filtro en T requiere una inductancia menor y una capacidad mayor; de hecho, las fórmulas para calcular estos dos valores son las siguientes:

L1 microH = (0,0796 x R) : MHz
C1 pF = 159.000 : (MHz x R)

Sabiendo los valores de la inductancia y de la capacidad, se puede calcular la frecuencia de corte con la fórmula:

$MHz = 79{,}6 : \sqrt{\text{microH} \times (\text{pF} : 2)}$

Primer ejemplo: se pretende realizar en esta configuración en T, un filtro para un preamplificador de banda ancha para 139-160 MHz, por lo que hay que comprobar los valores de inductancia y de capacidad que se han de utilizar.

Lo primero que hay que hacer es buscar el valor de L1:

(0,0796 x 50) : 139 = 0,0286 microhenrios

valor que se puede redondear a 0,03 microhenrios.

En segundo lugar, se calcula el valor de C1 con la fórmula:

159.000 : (139 x 50) = 22,87 pF

En la práctica, se puede utilizar un condensador de 18 pF, teniendo en cuenta que en un circuito siempre hay de 3 a 4 pF de capacidad parásita.

Suponiendo que la capacidad parásita sea de 4 pF, se obtiene un total de 4 = 18 = 22 pF y, con este nuevo valor, se puede comprobar cual será la frecuencia de corte real:

$79{,}6 : \sqrt{22 \times (0{,}03 : 2)} = 138{,}5$ MHz

Segundo ejemplo: se quieren comprobar los

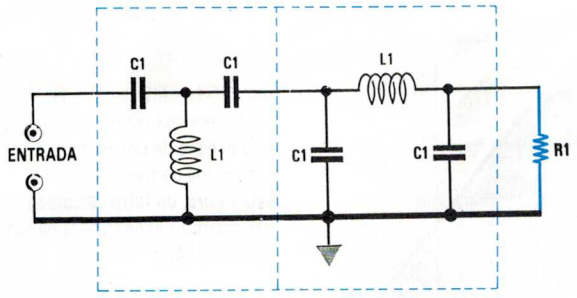
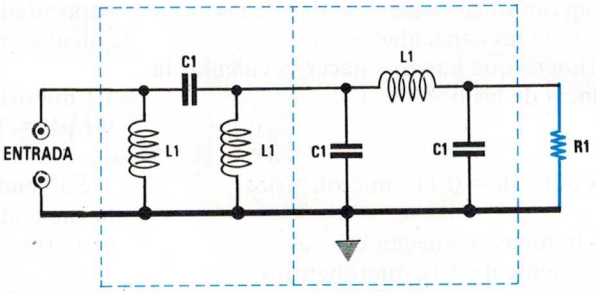


Fig. 16 Filtro paso de banda, formado por un filtro paso-alto en T y un filtro paso-bajo en pi. Las fórmulas que se emplean para calcular este filtro se encuentran en la figura 14 y en la figura 7.

Fig. 17 Filtro paso de banda, formado por un filtro paso-alto en pi calculado para la frecuencia más baja que ha de pasar y por un filtro paso-bajo, también en pi, calculado para la frecuencia límite que se ha de excluir.



atenuación	voltios	vatios
6 dB	1,99	3,98
12 dB	3,98	15,84
24 dB	15,85	251,18
36 dB	63,09	3.981
48 dB	251,18	63.095

TABLA 5. En esta tabla se indica la relación entre las magnitudes de las señales de entrada y de salida (en tensión y en potencia) en funcion de los dB de atenuación del circuito.

valores de inductancia y de capacidad que se han de utilizar para conseguir un corte a la frecuencia de 70 MHz con un filtro en T.

En primer lugar, se calcula el valor de la inductancia:

(0,0796 x 50) : 70 = 0,056 microhenrios

Como se puede observar, en un filtro en T se requiere una inductancia de la mitad del valor con respecto a un filtro en pi.

Se puede calcular entonces el valor de la capacidad:

159.000 : (70 x 50) = 45 pF

El valor del condensador, en comparación con el utilizado en el filtro en pi, se ha duplicado.

Llegados a este punto, se puede comprobar si la frecuencia de corte corresponde, recurriendo a la fórmula habitual:

$$79{,}6 : \sqrt{0{,}056 \times (45 : 2)} = 70{,}9 \text{ MHz}$$

Filtro paso de banda

El filtro paso de banda se emplea para dejar pasar tan solo una gama de frecuencias restringida.

A nivel práctico, este filtro esta formado por un filtro paso-alto seguido por un filtro paso-bajo (véanse las figuras 16 y 17)

El primer filtro paso-alto se calcula a la frecuencia baja, en la que se pretende que comience la gama que interesa dejar pasar, mientras que el segundo filtro (paso-bajo) se calcula a la frecuencia más alta, en la que se pretende que termine la gama que interesa.

Las fórmulas que se han de utilizar para calcular las inductancias y las capacidades de los filtros paso-alto y paso-bajo, son las mismas que ya se han indicado en los apartados anteriores.

Primer ejemplo: se quiere realizar un filtro paso de banda que sólo permita el paso de las frecuencias de 25 a 30 MHz, utilizando un

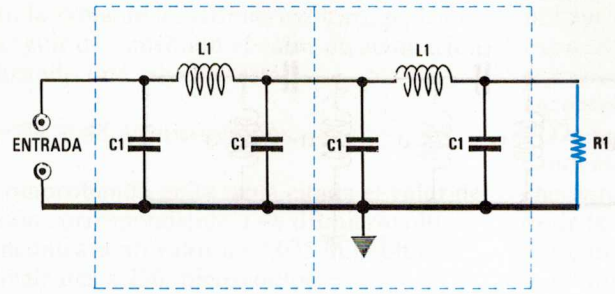
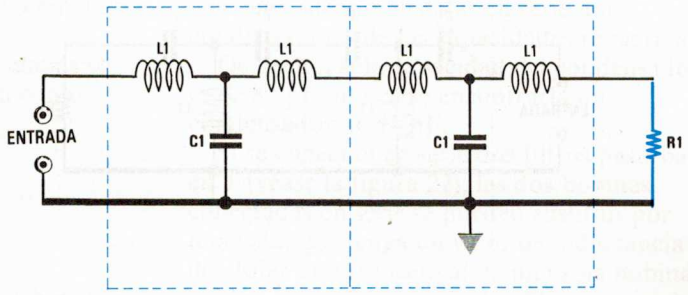


Fig. 18 Para aumentar los dB de atenuación por octava, podemos conectar en serie dos o tres filtros. En este ejemplo, un filtro paso-bajo en pi formado por dos etapas, capaz de atenuar 48 dB por octava.

Fig. 19 Un filtro paso-bajo en T, formado también por dos etapas, capaz de atenuar, como en el caso anterior (figura 18), 48 dB por octava.



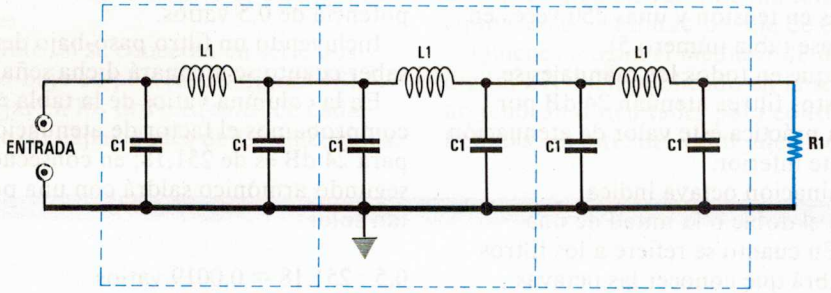


Fig. 20 Utilizando tres etapas conseguiremos un filtro que atenúa 72 dB por octava.

filtro paso-alto en T seguido por un filtro paso-bajo en pi (véase la figura 16).

En primer lugar se calcula la inductancia y la capacidad que se necesitan para el filtro paso-alto en T, que habrá que calcular en la frecuencia baja, es decir en 25 MHz:

(0,0796 x 50) : 25 = 0,16 microhenrios
19.000 : (26 x 50) = 127 picofaradios

Se calculan luego la inductancia y la capacidad necesarias para el filtro paso-bajo en pi, que se ha de calcular para la frecuencia más alta, es decir para 30 MHz:

(0,318 x 50) : 30 = 0,53 microhenrios
159.000 : (30 x 50) = 106 picofaradios

El filtro paso-alto permitirá el paso de todas las frecuencias superiores a 25 MHz, hasta el límite superior, que podría ser de incluso 200 o 300 MHz.
El filtro paso-bajo permtirá el paso de todas las frecuencias inferiores a 30 MHz, excluyendo todas las superiores.

Nota: los filtros paso de banda no conviene hacerlos muy restringidos ya que podrían atenuar la banda que se pretende recibir.

El factor de atenuación

Una sola célula de un filtro paso-bajo o

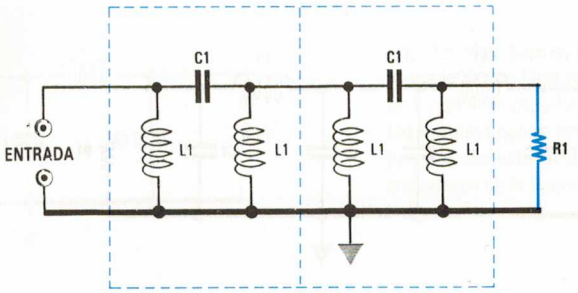


Fig. 21 Un filtro paso-alto en pi formado por dos etapas que puede atenuar 48 dB por octava.

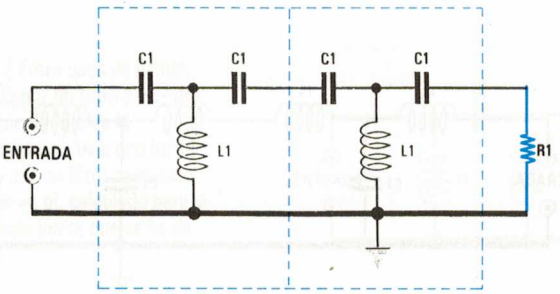


Fig. 22 Un filtro paso-alto en T, formado por dos etapas que puede atenuar, como en el caso anterior, 48 dB por octava.

paso-alto, atenúa 24 dB cada octava, es decir, unas 16 veces en tensión y unas 250 veces en potencia (véase tabla número 5).

Nota: aunque en todos los manuales se indica que estos filtros atenúan 24 dB por octava, en la práctica este valor de atenuación es ligeramente inferior.

La denominación octava indica simplemente el doble o la mitad de una frecuencia. En cuanto se refiere a los filtros paso-alto habrá que conocer las octavas inferiores. En cuanto a los filtros paso-bajo se deben conocer las octavas superiores.

Si se ha realizado un filtro paso-alto para una frecuencia de corte a 30 MHz, las octavas inferiores a dicha frecuencia serán las siguientes:

fundamental a 30 MHz
1ª octava 200 MHz
2ª octava 7,5 MHz

Si se ha realizado un filtro paso-bajo para una frecuencia de corte a 100 MHz, las octavas superiores a dicha frecuencia serán:

fundamental a 100 MHz
1ª octva 200 MHz
2ª octava 400 MHz

Aclarado este punto, podemos poner algunos ejemplos:

Primer ejemplo: hemos realizado un transmisor para la gama 72 MHz y hemos descubierto que su primer armónico, que cae en la frecuencia de 144 MHz, sale con una potencia de 0,5 vatios.

Incluyendo un filtro paso-bajo desearíamos saber cuanto se atenuará dicha señal.

En la columna vatios de la tabla ṅ 5 comprobamos el factor de atenuación que para 24 dB es de 251,18; en consecuencia, este segundo armónico saldrá con una potencia de tan solo:

0,5 : 251,18 = 0,0019 vatios.

Segundo ejemplo: en nuestro aparato de video entra una señal de una emisora de televisión local que emite en el canal 30 (543,25 a 548,75 MHz), que interfiere en la grabación de las cintas; en consecuencia, desearíamos saber cuanto se atenuará con un filtro paso de banda.

Suponiendo que la señal que entra a través de la antena sea de 4 milivoltios (equivalentes a 72 dBmicrovoltios), se pueden realizar los cálculos que antes hemos indicado. En la columna voltios de la tabla nº 5 se comprueba el factor de atenuación en tensión, que para 24 dB es de 15,84. Por lo tanto, esta señal llegará al aparato de video con tan solo:

4 : 15,84 = 0,25 milivoltios

Quienes hayan seguido nuestro curso para instalación de antenas y conozcan por lo tanto la tabla de los dBmicrovoltios, podrán conseguir de inmediato el valor de atenuación realizando una sencilla resta:

72 − 24 = 48 dBmicrovoltios.

Comprobando en la tabla citada el valor de tensión correspondiente a 48 dBmicrovoltios, se encontrará un valor de 0,025 milivoltios, equivalentes a 250 microvoltios.

Para incrementar la atenuación

Sabemos que una única etapa de un filtro paso-bajo o de un filtro paso-alto atenúa una señal en 24 dB por octava.

Conectando en serie dos o tres etapas se incrementan los dB de atenuación como indicamos a continuación:

1 etapa : 24 dB
2 etapas : 48 dB
3 etapas : 72 dB.

Al realizar una conexión en serie hay que utilizar los mismos valores para cada una de las etapas, tanto por cuanto se refiere a las inductancias como por cuanto se refiere a las capacidades.

Por lo tanto, si se conectan en serie dos etapas paso-bajo en pi (véase la figura 18), hay que dejar en los dos extremos de cada inductancia las capacidades de C1 calculadas.

En teoría, en lugar de los dos condensadores situados en paralelo se podría utilizar un único condensador de doble capacidad pero, en la práctica, esta solución es bastante incómoda ya que es dificil encontrar una capacidad del valor necesario.

De hecho, si la capacidad de un condensador es de 33 pF, nunca se encontraría una capacidad igual al doble, es decir 66 pF, por lo que es mejor utilizar los dos condensadores de 33 pF en paralelo.

Lo mismo podemos decir si se conectan en serie dos etapas paso-alto en T (véase la figura 22), donde esten presentes los dos condensadores situados en serie.

Aunque, en teoría, se podría usar un solo condensador con la mitad de capacidad, conviene siempre instalar en serie dos condensadores de las capacidades requeridas.

De hecho, si la capacidad del condensador es de 82 pF, nunca se encontraría un condensador de 41 pF.

Si se conectan en serie dos filtros paso-bajo en T (véase la figura 22), las dos bobinas conectadas en serie se pueden sustituir por una sola, que tenga un valor de inductancia del doble con respecto al de una sola bobina.

Si se conectan en serie dos filtros paso-alto en pi (véase la figura 21), se pueden sustituir las dos bobinas conectadas en paralelo por una que tenga un valor de inductancia equivalente a la mitad de una de ellas.

Quienes tengan el medidor de inductancia digital LX1008, publicado en la revista nº 92, no tendrán dificultades para construir las bobinas. en aire. del valor adecuado.

FINANCIACION PARA TUS PEDIDOS

En nuestro afán de ofrecer ventajas a nuestros lectores y suscriptores, ponemos a vuestra disposición la posibilidad de financiar todos los pedidos que deseéis realizar de nuestros productos, en arreglo al siguiente ejemplo:

Importe de la financiación: **39.539 ptas. (Electromaster)**

A pagar en tres meses: **13.555 ptas. al mes**
A pagar en seis meses: **6.921 ptas. al mes**
A pagar en doce meses: **3.607 ptas. al mes**

Teléfonos de información: (91) 571 68 57 - 58 - 59

TERMOMETRO PARA

Para poder medir temperaturas de −40 a +110 grados, tanto en el interior como en el exterior de la vivienda, se puede emplear este termómetro, de gran exactitud y que no requiere un ajuste especial.

Nadie podría imaginar cuánta gente, por trabajo o por curiosidad, está interesada en comprobar con bastante frecuencia la temperatura existente en dos o más lugares por medio de una centralita de control.

Por ejemplo, hay quienes en invierno quieren realizar un comparación entre la temperatura en el interior y en el exterior, para poder regular la caldera.

Muchos automovilistas, con aire acondicionado en su coche, desearían saber la temperatura existente en el exterior del vehículo para comparar con la que hace en el interior.

Y, en el terreno de la floricultura, muchos desearían mantener controlada en todo momento la temperatura interior de los invernaderos sin necesidad de salir de casa.

Este mismo problema se le plantea a aquellos que poseen incubadoras, secadoras o cámaras frigoríficas.

En el terreno industrial, pueden surgir situaciones en las que es necesario mantener controlada la temperatura de varias calderas, o tuberías de escape, etcétera.

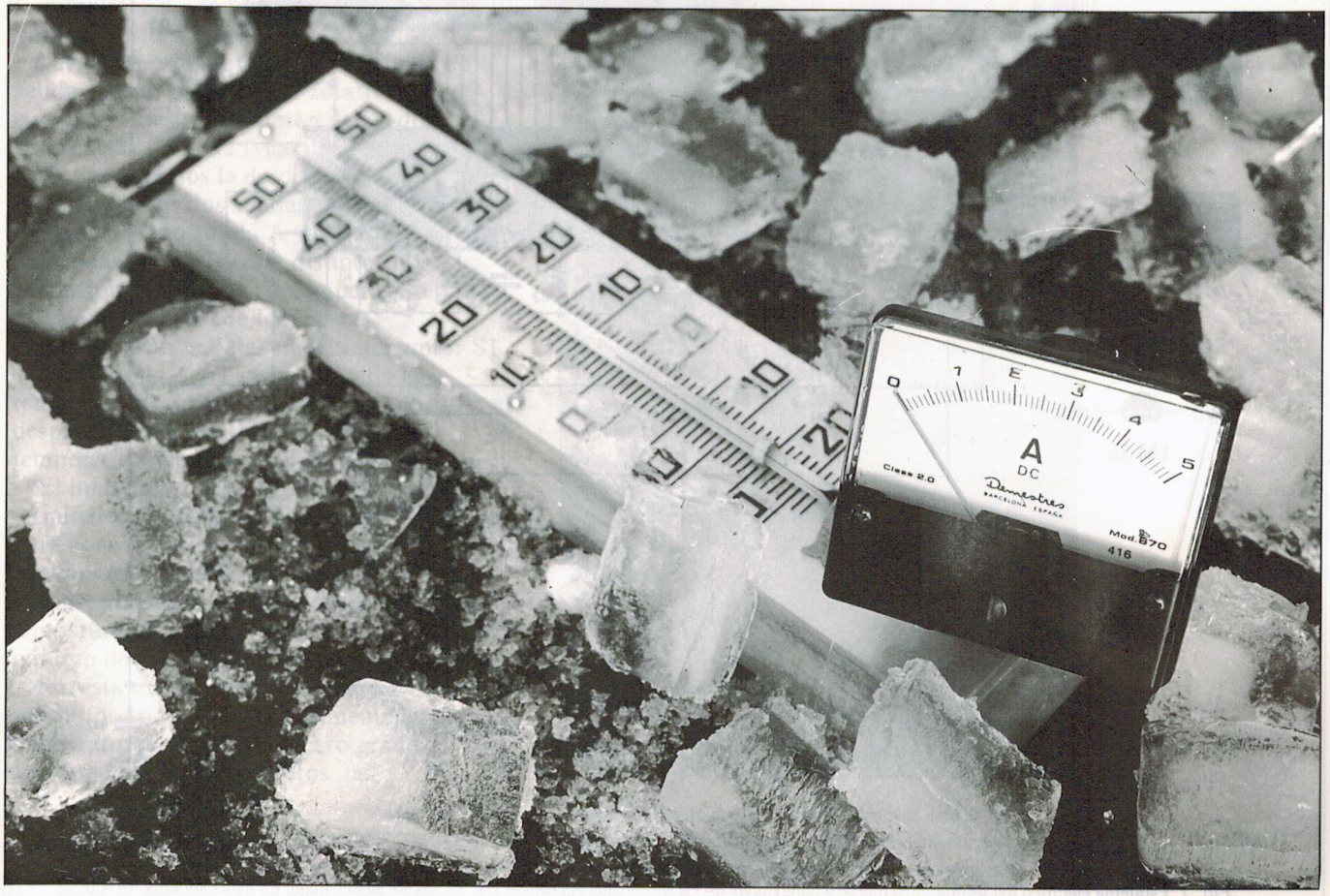
No insistiremos con los ejemplos de aplicación y nos limitaremos a decir que con este termómetro se puede controlar con gran precisión la temperatura en una docena de puntos distintos.

La sonda LM.35

Para poder medir una temperatura teníamos que buscar una sonda de precisión que no exigiera operaciones complicadas de ajuste y que pudiera medir temperaturas desde un mínimo de −40 grados hasta un máximo de +110 grados.

Estas características las hemos encontrado en la sonda LM.35, fabricada por National, que, como se observa en las figuras 1 y 3, tiene el tamaño de un minúsculo transistor de plástico, provista de tres patillas marcadas con +, GND y U.

SONDAS MULTIPLES



El error de lectura de esta sonda es totalmente insignificante, ya que es inferior a +/−0,25 grados; por lo tanto, si la temperatura real de un local fuera de 21,5 grados, la sonda podría indicarnos un valor que nunca sería inferior a 21,2 ni superior a 21,7 grados.

En consecuencia, si tenemos en cuenta que el error sólo influye en los decimales y que en el circuito hay un trimmer capaz de corregir esta pequeña tolerancia, podemos afirmar que los valores conseguidos tendrán siempre una gran exactitud.

Otra característica interesante de esta sonda es la de ser prácticamente insensible a las variaciones de la tensión de alimentación; de esta manera, ya sea que se alimente con 5 voltios, con 10 o con 15, en la patilla de salida U se consigue siempre una tensión idéntica, que es proporcional a la temperatura (véanse los datos de la tabla nº 1).

Nota: La tensión se mide entre la patilla U y la masa, con un voltímetro electrónico o con un téster digital de alta impedancia, y nunca con un téster analógico corriente.

Seguramente habréis notado que partiendo de una tensión de 2,5 voltios, correspondiente a 0 grados, a cada variación de 1 grado se produce un aumento o una disminución de 10 milivoltios; en consecuecia, si la temperatura fuese de 18 grados, encontraríamos una tensión de 2,50 + 0,18 = 2,68 voltios, mientras que si fuera de −5 grados, tendríamos una tensión de 0,05 inferior a 2,50 voltios, es decir 2,5 − 0,05 = 2,45 voltios.

Esquema eléctrico del circuito

Al disponer de una sonda capaz de ofrecernos una tensión proporcional a la temperatura, es fácil comprender que para conseguir en el display un número correspondiente al valor de la temperatura bastará con aplicar a la patilla de salida un voltímetro digital de alta impedancia.

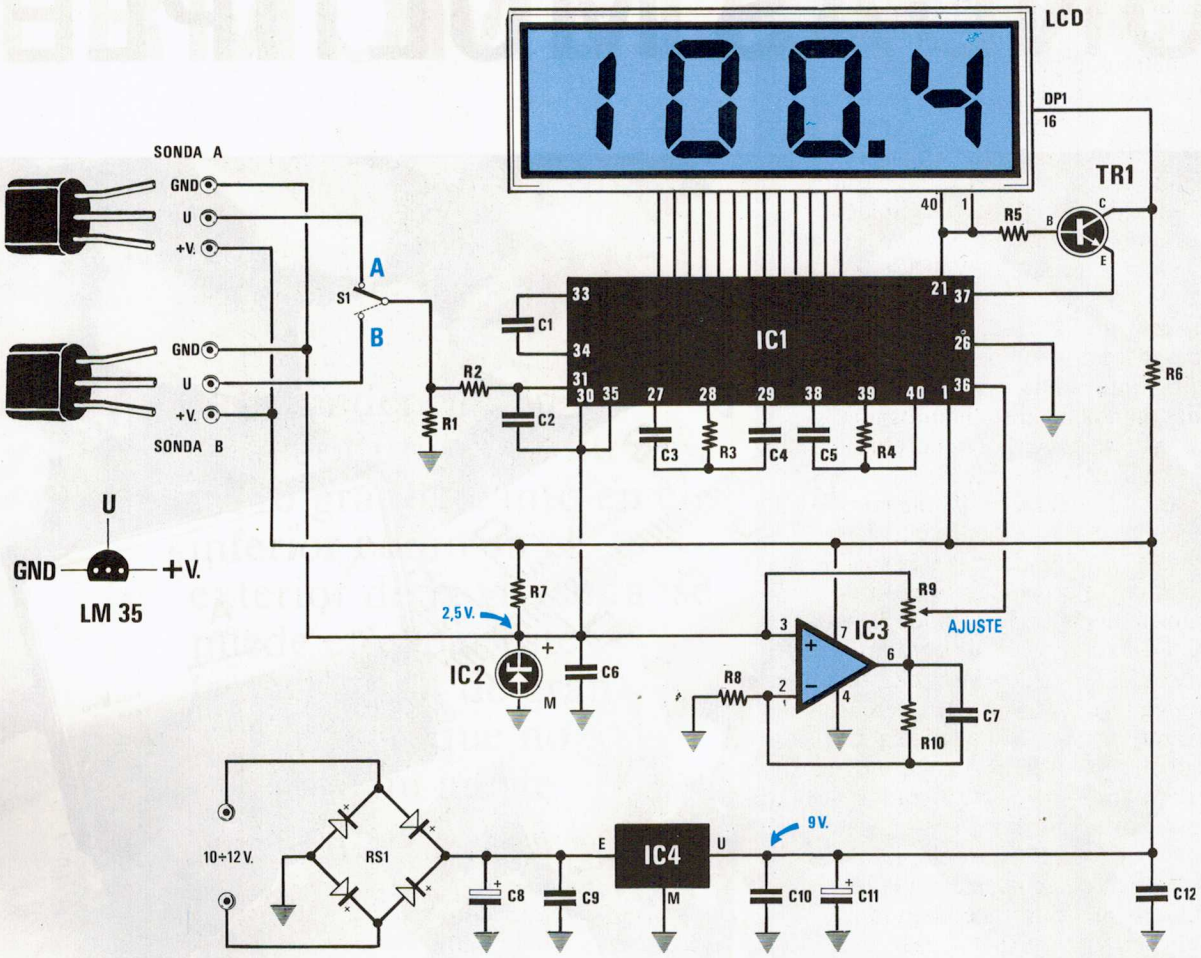


Fig. 1 Esquema eléctrico del termómetro digital y conexiones de los terminales del sensor LM.35, vistas desde abajo. En este esquema hemos incluido sólo dos sensores LM.35; si se quieren añadir más hay que modificar el esquema como se indica en la figura 9.

COMPONENTES LX1087

R1 = 56.000 ohm 1/4 wat
R2 = 1 megaohm 1/4 wat
R3 = 47.000 ohm 1/4 wat
R4 = 100.000 ohm 1/4 wat
R5 = 470.000 ohm 1/4 wat
R6 = 470.000 ohm 1/4 wat
R7 = 22.000 ohm 1/4 wat
R8 = 100.000 ohm 1/4 wat
R9 = 2.000 ohm trimmer
R10 = 100.000 ohm 1/4 wat
C1 = 100.000 pF poliéster
C2 = 10.000 pF poliéster
C3 = 220.000 pF poliéster
C4 = 470.000 pF poliéster
C5 = 100 pF cerámico disco
C6 = 100.000 pF poliéster
C7 = 82.000 pF poliéster
C8 = 100 mF elect 25 volt
C9 = 100.000 pF poliéster
C10 = 100.000 pF poliéster
C11 = 10 mF elect 63 volt
C12 = 100.000 pF poliéster
RS1 = puente rect. 100V 1A
TR1 = NPN tipo BC.238
IC1 = ICL.7106
IC2 = REF.25/Z
IC3 = TL.081
IC4 = uA.78L09
SONDA = LM.35
LCD = display LH.1331/C
S1 = conmutador

De hecho, como se puede ver en el esquema eléctrico de la figura 1, el circuito que proponemos está formado por dos sondas y un voltímetro con pantalla de cristal líquido.

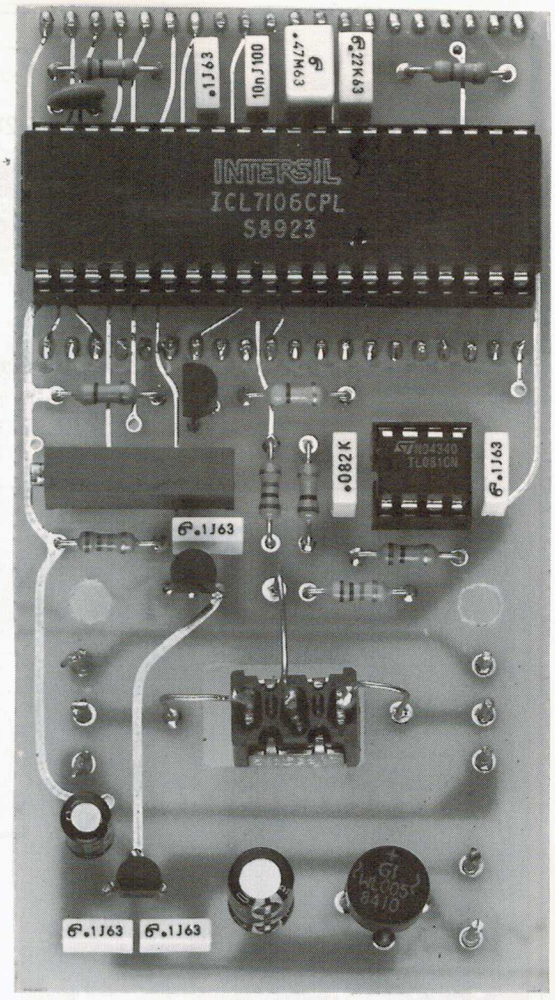
Quienes deseen añadir más sondas a este circuito, pueden hacerlo conectando todos los terminales +V a la tensión positiva de 9 voltios, los terminales GND a la tensión negativa de 2,5 voltios y los terminales de salida U a un conmutador rotativo, cuyo cursor se conecta a la unión de las dos resistencias R1 y R2 (véase la figura 9).

Comenzaremos la descripción de este circuito por las dos sondas de temperatura marcadas como sonda A y sonda B que colocadas en dos lugares distintos nos permitirán comprobar la temperatura que existe en cada uno de los lugares.

Al desplazar la palanca del interruptor S1, en posición la A, se lee en pantalla la temperatura correspondiente a la sonda A; al desplazarla a la posición B, se lee la temperatura medida por la sonda B.

El integrado IC2, que alimenta los terminales GND de las dos sondas, se utiliza para conseguir una tensión de referencia positiva muy estable, equivalente a 2,50 voltios, indispensable para poder medir las temperaturas por debajo de 0 grados hasta un mínimo de −40 grados.

Sin esta tensión de referencia, las dos sondas podrían detectar solamente las temperaturas superiores a cero grados centígrados, para ser exactos, las



Fotografía del circuito LX1087 visto desde el lado de los componentes. Observese, en la parte central inferior, la ventana abierta en el circuito impreso para poder realizar la conexión con los tres terminales del interruptor S1 (véase la figura 4).

Tabla nº 1

TEMPERATURA grados	TENSION volt patilla U
-40 grados	2,10 volt
-30 grados	2,20 volt
-20 grados	2,30 volt
-10 grados	2,40 volt
-2 grados	2,48 volt
-1 grado	2,49 volt
0 grados	2,50 volt
1 grado	2,51 volt
2 grados	2,52 volt
10 grados	2,60 volt
20 grados	2,70 volt
30 grados	2,80 volt
40 grados	2,90 volt
50 grados	3,00 volt
60 grados	3,10 volt
70 grados	3,20 volt
80 grados	3,30 volt
90 grados	3,40 volt
100 grados	3,50 volt
110 grados	3,60 volt

comprendidas entre +2 y +110 grados.

Puntualizaremos que IC2 no es un diodo zener corriente, sino que se trata de un minúsculo integrado, marcado REF.25Z, capaz de ofrecer una tensión de 2,5 voltios muy estables incluso al variar la temperatura.

En el esquema eléctrico se puede ver que esta tensión de 2,5 voltios se utiliza para alimentar los terminales GND de las dos sondas, las patillas 30 y 35 del integrado IC1 y la patilla no inversora 3 del integrado operacional IC3, un TL.081 corriente, empleado como amplificador de tensión.

El trimmer multigiro, marcado R9 y situado en la salida de IC3, permite modificar en el proceso de ajuste la tensión en la patilla 36 de IC1, con el fin de que aparezca en pantalla un número idéntico al valor de la temperatura detectada por las sondas.

El integrado IC1 que se emplea para excitar el display de cristal líquido es un ICL.7106 de la casa Intersil, que se encarga de encender en los displays un número correspondiente al valor de tensión presente en la patilla 31.

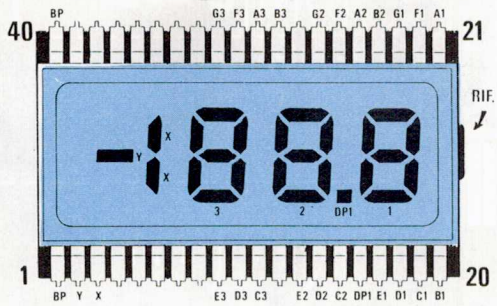


Fig. 2 La marca de referencia en estos displays consiste en una pequeña protuberancia de cristal que sólo se notará si se pasa el dedo por encima. Este punto de referencia se orienta hacia la derecha (véase la figura 5).

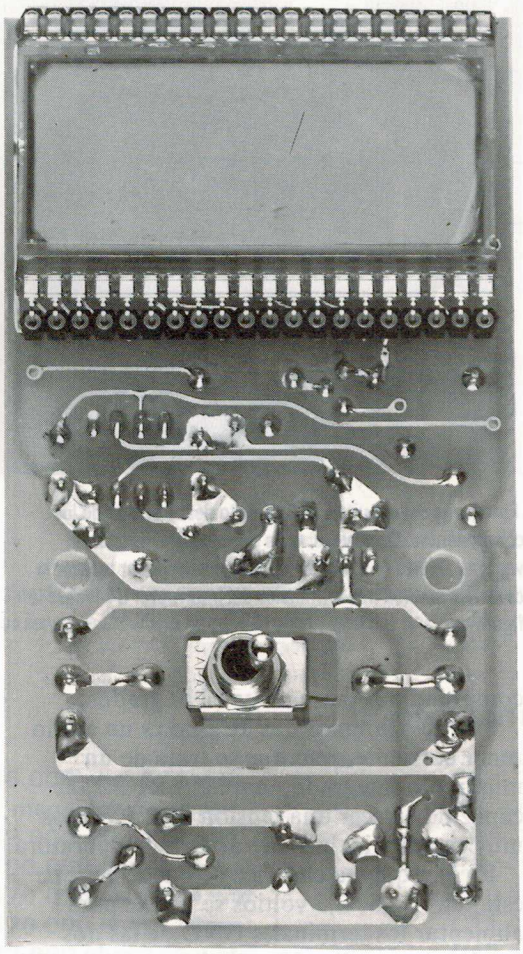


Foto del circuito LX1087 visto desde el lado del display. Antes de montar éste en los dos conectores hembra hay que comprobar que su marca de referencia esté situada a la derecha (véanse las figuras 2 y 5).

Tabla nº 2

TEMPERATURA	TENSION
-40 grados	-400 milivolt
-20 grados	-200 milivolt
-15 grados	-150 milivolt
-5 grados	-50 milivolt
0 grados	0 milivolt
+5 grados	+50 milivolt
+15 grados	+150 milivolt
+20 grados	+200 milivolt
+40 grados	+400 milivolt

En esta tabla se indican los valores de tensión que se pueden medir entre las patillas 35/30 y 31 del integrado IC1 en función de las distintas temperaturas. Se puede observar que a 0 grados hay 0 voltios; por cada grado de aumento 10 milivoltios positivos y por cada grado por debajo del cero, una tensión de 10 milivoltios negativos.

En la tabla nº 1 hemos indicado los valores de tensión medidos entre la patilla U y la masa, al variar la temperatura, y en la tabla nº 2, los valores de tensión medidos entre las patillas 35/30 y 31 del integrado IC1.

Se puede observar que cuando la temperatura se mantiene por encima del cero disponemos de una tensión positiva, mientras que cuando baja de cero la tensión es negativa.

El transistor TR1, incluido en este circuito, permite encender un punto antes de la última cifra que aparece en la derecha de las pantallas, con el fin de leer también los decimales de los grados.

De hecho, si la sonda proporciona en salida 150 milivoltios positivos, que corresponden a 15 grados en el display, leeremos 15.0; si la sonda proporcionara 153 milivoltios positivos, equivalentes a una temperatura de 15,3 grados, en el display aparecería 15.3.

Si la sonda suministra una tensión negativa de 120 milivoltios, que corresponden a 12 grados bajo cero, en el display leemos −12.0; en cambio, si la sonda proporciona una tensión negativa de 5 milivoltios, correspondientes a 0,5 grados bajo cero, en el display aparece −0.5, es decir que aparce a la

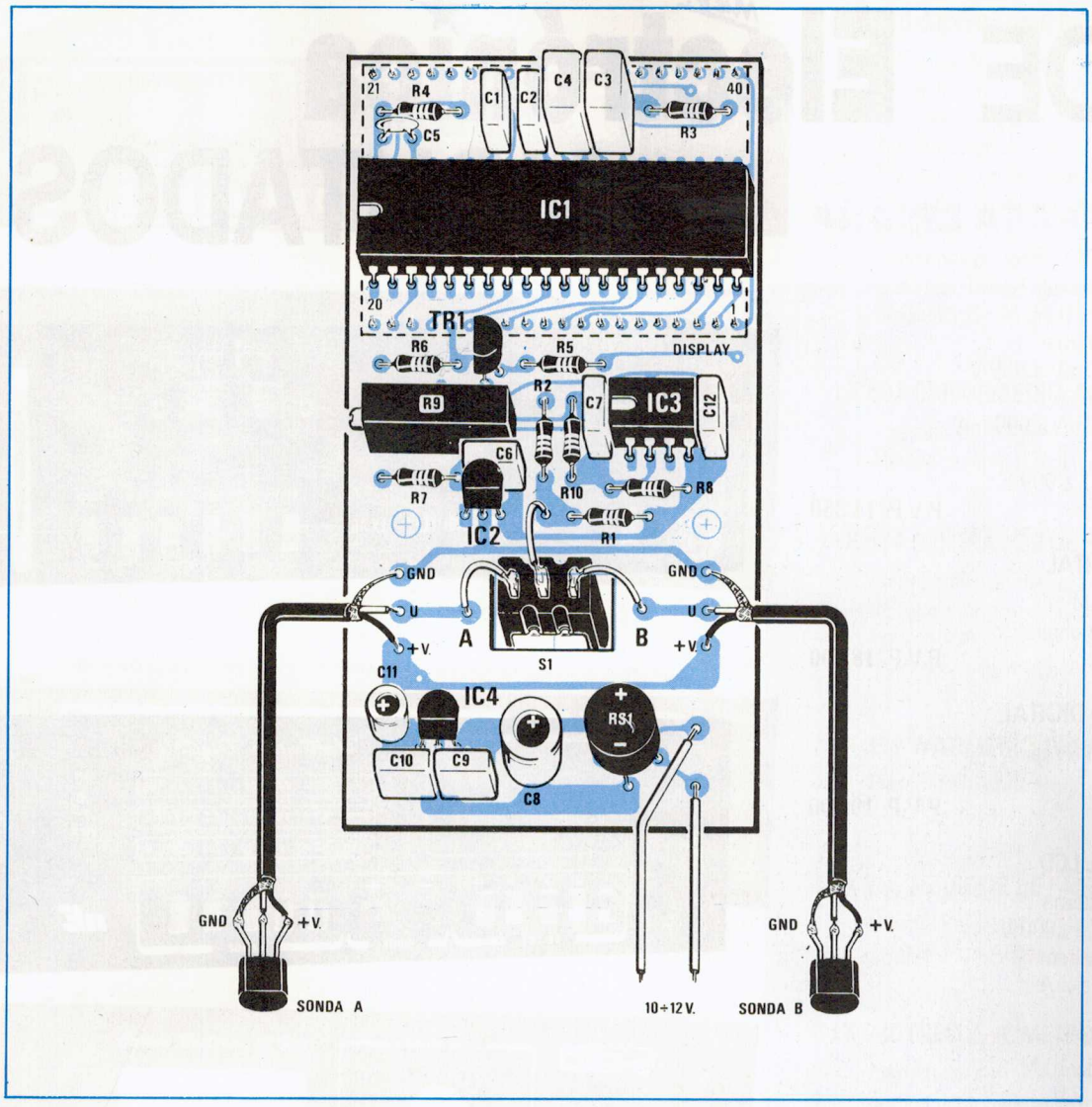


Fig. 3 El circuito impreso LX1087 desde el lado de los componentes. Para conectar las dos sondas aconsejamos emplear dos trozos de cable apantallado de dos hilos, tratando, como es lógico, de no invertir los hilos interiores.

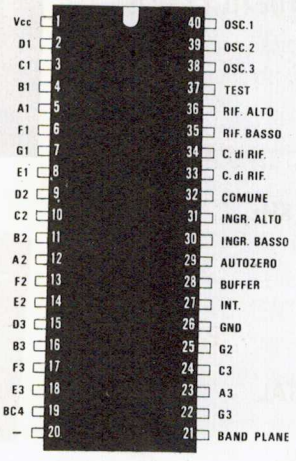
izquierda del número el signo negativo.

Aunque podíamos alimentar este termómetro con una pila de 12 voltios, teniendo en cuenta que todo el circuito no consume más de 5 miliamperios, hemos preferido complementarlo con un puente rectificador para poderlo alimentar indistintamente con una batería o con una tensión alterna de 10 a 12 voltios, que se puede recoger del secundario de un pequeño transformador de alimentación.

Al alimentar el circuito mediante este transformador reductor, podremos tener enchufado nuestro termómetro de forma continuada 24 horas al día.

En el esquema eléctrico de la figura 1 se puede ver que la tensión que sale del puente rectificador RS1 se estabiliza a 9 voltios con el integrado IC4, que es un pequeño MC.78L09 o un uA.78L09.

Si utilizamos una tensión continua de 12 voltios, que podremos recoger de una batería de coche, podemos conectarla a la entrada del puente rectificador RS1 sin respetar la polaridad, ya que serán los diodos incluidos en el puente rectificador los que lleven el



ICL 7106

Fig. 4 Conexiones, vistas desde arriba, del integrado ICL.7106.

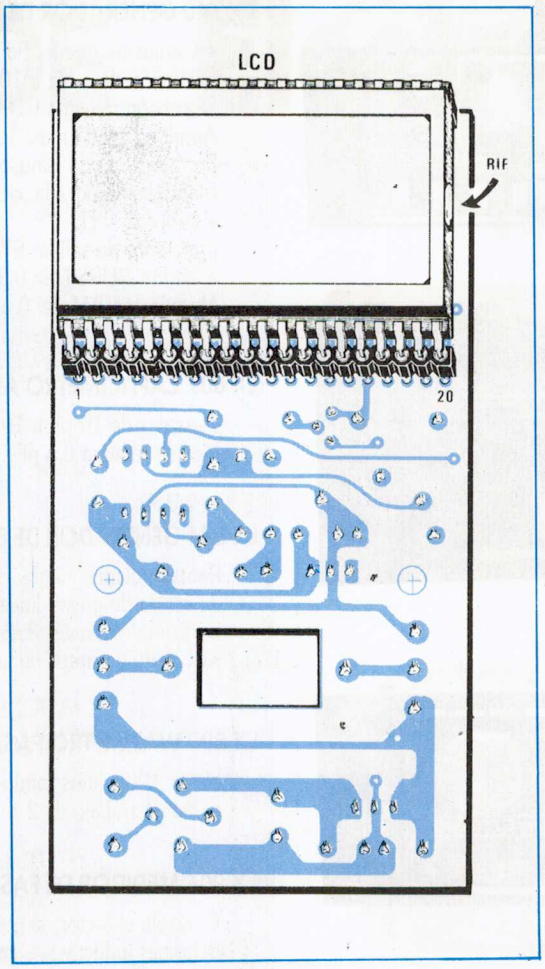


Fig. 5 El circuito impreso LX1087 visto desde la parte del display. Como no existe un zócalo para este display, hemos utilizado dos conectores hembra de 20 patillas. El lado de referencia con la indicación REF se orienta hacia la derecha.

positivo hacia IC4 y el negativo a masa.

Esquema práctico del circuito

La realización práctica que explicamos es aplicable a la utilización de dos sondas; quienes deseen utilizar un número superior de ellas pueden usar el mismo circuito impreso, sustituir el interruptor S1 por un conmutador rotativo (o de teclado) y colocarlo todo en el interior de un mueble más grande.

En el circuito impreso LX1087, un doble cara con orificios metalizados, hay que montar en un lado todos los componentes como se puede ver en la figura 3 y en el otro lado el display de cristal líquido (véase la figura 5).

Comenzaremos el montaje instalando en el lado del display los dos conectores de 20 patillas, que se utilizan como zócalo.

Tras haber soldado todos los terminales, se monta en el lado contrario el zócalo con 40 patillas para el integrado IC1 y el zócalo de 8 patillas para el integrado IC3.

Una vez realizada esta operación, se montan todas las resistencias, incluyendo el trimmer multigiro R9 y, a continuación, todos los condensadores de poliéster y los dos condensadores electrolíticos C8 y C11, respetando la polaridad de sus dos terminales.

Se pueden instalar luego el transistor TR1 y los dos pequeños integrados IC2 e IC3, sin acortar los terminales y comprobando que la parte plana de sus cuerpos quede orientada como indica el dibujo de la figura 3.

Por último, se monta el puente rectificador RS1, acortando sus cuatro terminales y orientando el lado positivo hacia el interruptor S1.

Una vez terminado el montaje se instalan los dos integrados IC1 e IC3, orientando hacia la izquierda la muesca de referencia en forma de U.

Al montar el integrado ICL.7106 (IC1) en el zócalo, hay que comprobar cuidadosamente que las 40 patillas entren en sus orificios correspondientes.

Decimos ésto porque muchas veces ocurre que una patilla no corresponde con su orificio y se dobla hacia dentro o hacia fuera: en este caso, el circuito no puede funcionar.

Si las dos filas de patillas están demasiado abiertas y no entran en el zócalo, bastará con tomar el integrado y presionar las patillas de ambas filas contra la superficie de una mesa, para estrecharlas.

En el lado contrario del circuito impreso se enchufa el display de cristal líquido en los dos conectores hembra, sin olvidar que el lado indicado como REF se orienta hacia la derecha (véase la figura 5).

Esta referencia no es muy visible, para localizarla conviene pasar un dedo por ambos laterales del display y, de esta forma, se notará que un lado es totalmente liso mientras que en el otro hay una pequeña protuberancia de cristal (véase la indicación REF en la figura 2).

Esta protuberancia se orienta hacia la derecha (véase el esquema práctico de montaje) ya que, de no hacerlo así, el display no se enciende.

Una vez finalizado el circuito LX1087 hay que pensar en el mueble, las dos sondas y el interruptor S1.

Una vez fijado el interruptor S1 en el mueble de plástico, con tres trozos cortos de hilo de cobre desnudo se conectan sus tres terminales a los orificios del circuito impreso.

Daremos salida a dos cables para la alimentación mientras que, para las dos sondas, necesitaremos dos trozos de cable apantallado de dos hilos, que llegarán hasta los locales cuya temperatura pretendemos comprobar.

Si en invierno queremos saber la temperatura externa, aplicaremos la sonda fuera de la ventana, encerrándola en un tubo de plástico para evitar que el agua o la nieve

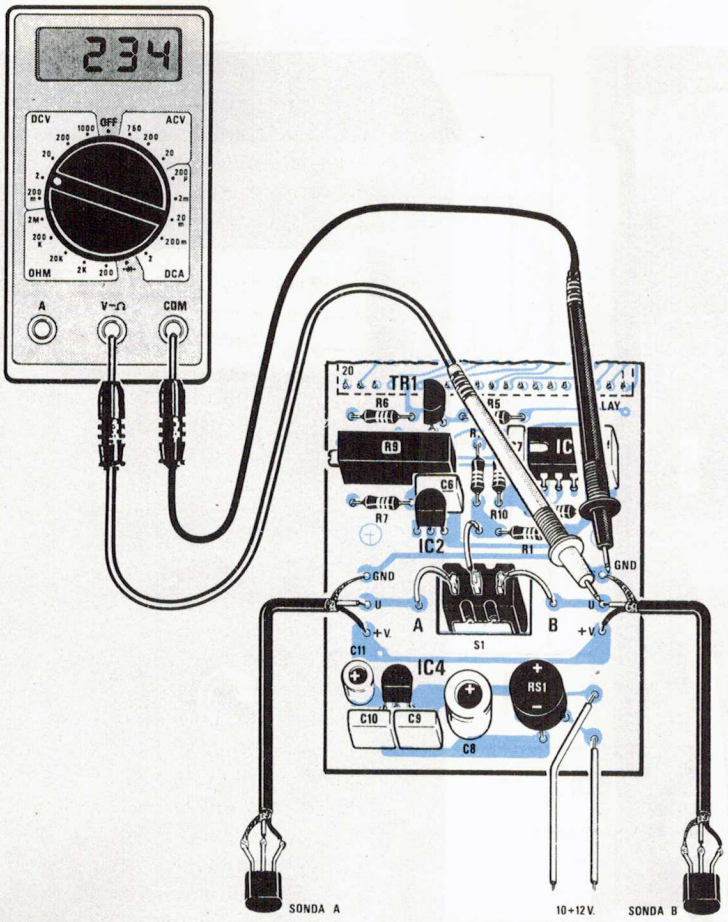
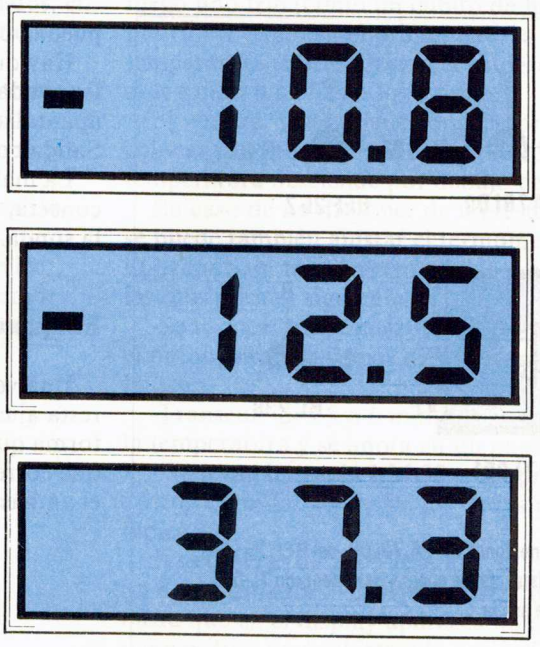
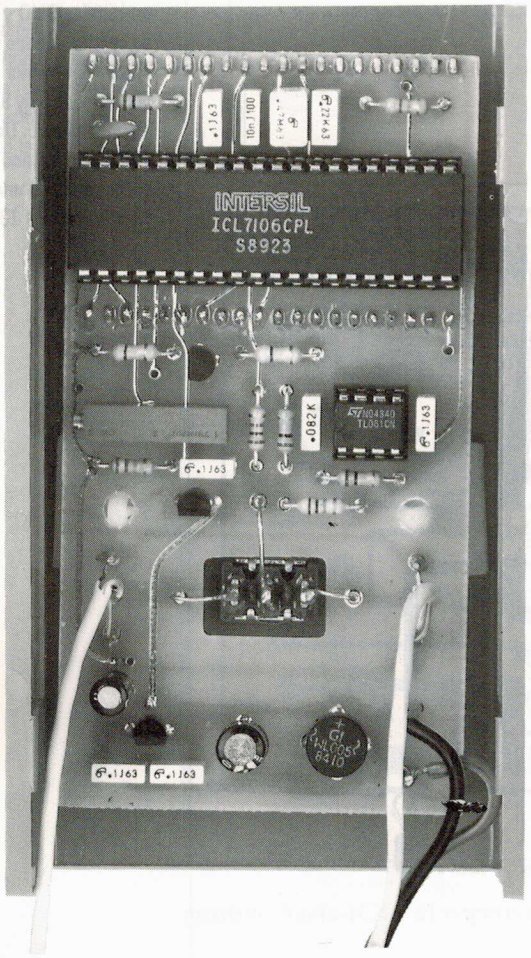
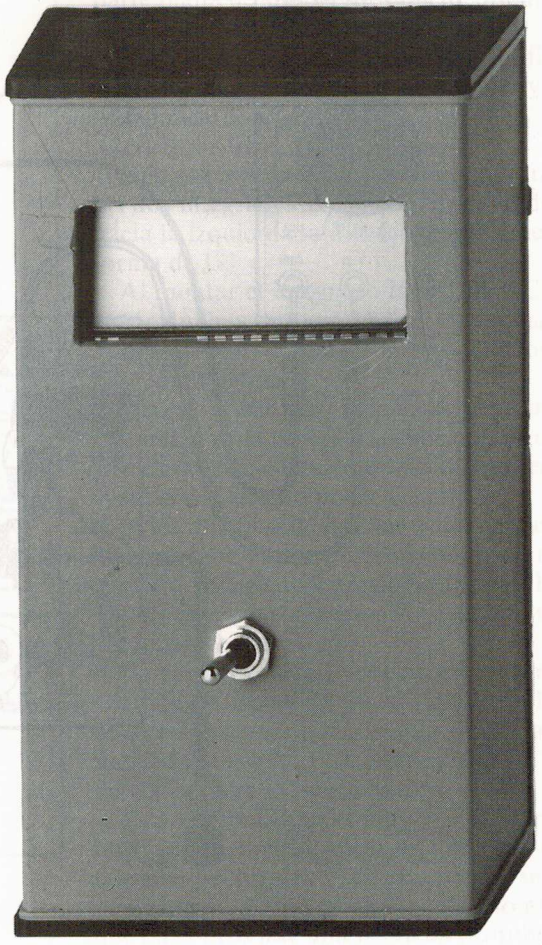


Fig. 6 Para ajustar este termómetro bastará con leer la tensión presente entre los terminales GND y U de una de las dos sondas y luego ajustar el trimmer R9 hasta que en el display aparezca el mismo número. Una tensión de 234 milivoltios tiene que corresponder a una temperatura de 23,4 grados.

Fig. 7 Ajustar este termómetro resulta muy sencillo ya que, en este caso, no se necesitan termómetros de muestra ni temperaturas de muestra; se ajusta simplemente midiendo la tensión que aparece entre los terminales GND y U de la sonda LM.35. Si con el téster se detecta una tensión de 108 milivoltios negativos hay que ajustar el trimmer R9 hasta leer -10,8; si la tensión es de 125 milivoltios negativos el trimmer ha de ajustarse hasta leer -12,5, mientras que si se lee una tensión de 373 milivoltios positivos se ajusta hasta leer 37,3 grados.







Para fijar el circuito integrado en el interior del mueble de plástico se utilizan los dos distanciadores de plástico autoadhesivos, incluidos en el kit. El frontal del mueble se sirve perforado como se ve en esta fotografía.

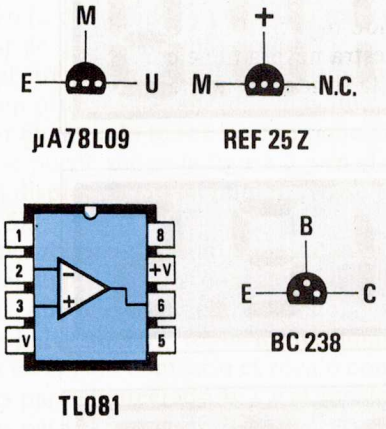


Fig. 8 **Conexiones del uA.78L09, del REF.25 y del BC.238, vistas desde abajo y del integrado TL.081, visto desde arriba.**

puedan cortocircuitar los tres terminales.

Hay que tener mucho cuidado al conectar las sondas a los dos hilos internos del cable apantallado para no confundir el cable de Salida con el cable +V de alimentación.

La malla metálica del cable apantallado se conecta, como es lógico, al terminal GND de la sonda.

El ajuste del circuito

Una vez terminado el circuito, sólo nos resta ajustar el trimmer multigiro R9 de forma que en el display aparezca un número que corresponda a la temperatura existente en el ambiente en que está colocada la sonda.

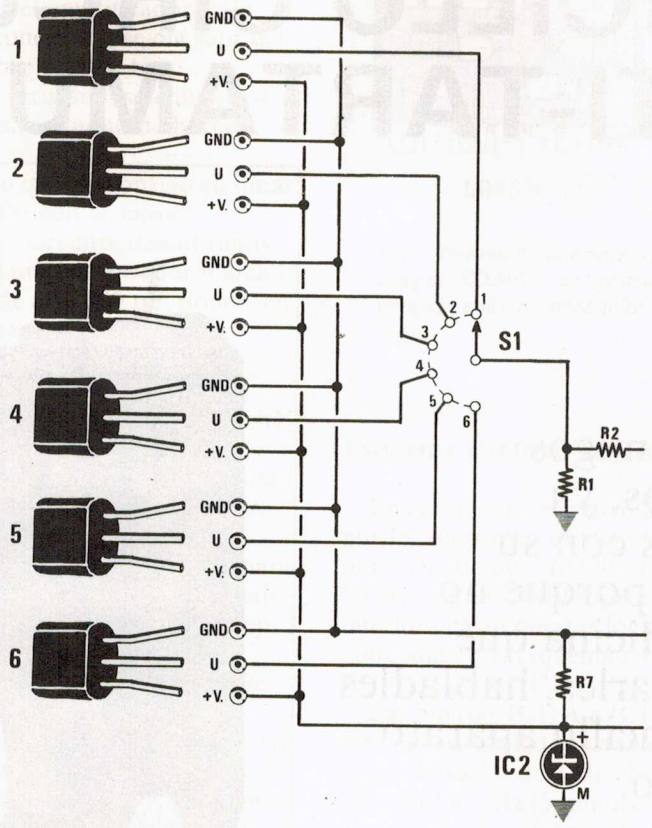


Fig. 9 **Quienes quieran añadir más sondas, tendrán que sustituir el interruptor de dos vías que hemos empleado, por un conmutador rotativo con varias posiciones. En este esquema, se puede observar lo sencillo que resulta aplicar al circuito, por ejemplo, 6 sondas.**

Ajustar este termómetro es muy fácil; en otros se necesita un termómetro de referencia, hielo para conseguir los 0 grados y agua caliente para conseguir los 80 o 100 grados: en este caso sólo se necesita un téster digital corriente.

El téster, conmutado en el rango de tensión continua, tiene que ir conectado en los dos terminales GND - U de la sonda, como se puede ver en la figura 6.

Como hemos visto en la tabla nº 2, existe una relación entre milivoltios y grados centígrados, por lo que si en el téster se lee una tensión de 234 milivoltios, ya sabremos que este número corresponde a 23,4 grados centígrados.

En consecuencia, bastará con girar lentamente el trimmer R9 con un destornillador, hasta que en el display aparezca el número 23.4.

Conseguido ésto, el termómetro ya esta listo para ser utilizado normalmente.

Entonces, si se acerca a la sonda un objeto caliente (como la punta de un soldador) y luego uno frio (como un cubito de hielo) se podrá ver cómo en el primer caso la temperatura sube de forma considerable y en el segundo baja hasta los 0 grados.

Si vuestra nevera tiene congelador, podéis colocar la sonda en su interior y veréis que la temperatura desciende por debajo de cero.

En caso de no disponer de un téster digital, se puede también ajustar el termómetro utilizando un termómetro clínico y realizando las operaciones siguientes:

-Se toma el termómetro clínico y se aprieta el bulbo entre las yemas de los dedos pulgar e índice.

-Transcurridos 5 o 6 minutos se comprueba la temperatura y se anota en un papel.

- Se toma la sonda LM.35 y se aprieta su cuerpo entre las yemas de los dedos pulgar e índice.

Tras esperar de 2 a 3 minutos, se gira con un destornillador el cursor del trimmer R9 hasta que en el display aparezca una temperatura equivalente a la que indicó el termómetro clínico.

SENCILLO CIRCUITO ANTI-TARTAMUDEZ

Si tenéis amigos tartamudos, ya resignados con su problema porque no existe medicina que pueda curarles, habladles de este sencillo aparato electrónico.



No queremos que nadie se haga falsas ilusiones, pero podemos aseguraros, porque nos los han confirmado, que en el 80% de los casos se consigue eliminar este defecto.

La tartamudez no es una enfermedad, se trata simplemente de un "tropezón" con las palabras, debido a un espasmo de los músculos del aparato fonador, que se manifiesta con un bloqueo convulsivo al principio de cada palabra, con la consiguiente repetición de una misma sílaba.

Las causas de la tartamudez son exclusivamente de origen psico-emotivo (timidez, retraimiento, estados de cólera, etcétera).

En el tartamudo que no logra "enjaretar" la frase, la tensión emotiva aumenta y en consecuencia el defecto se acentúa porque el sujeto siente que se encuentra en una situación de tensión ante su interlocutor.

Aunque en tiempos pasados se intentó buscar una solución a este inconveniente con tratamientos psicoterapéuticos, con resultados más o menos satisfactorios, hoy os proponemos un camino distinto para resolver este problema: un simple y económico circuito electrónico.

Es obligado puntualizar que este aparato surgió por casualidad, por un valor equivocado de un condensador y por indicación de una persona que padecía de tartamudez y consiguió hacerla desaparecer.

Todo comenzó hace varios meses, cuando un lector acudió a nuestro taller con un amplificador que autooscilaba de forma inexplicable.

Al entrar en el despacho de secretaría, tardó mucho tiempo en poder explicar la razón de su visita y cuanto más intentaba ayudarlo nuestra secretaria más empeoraba la situación:

— "Tengo un au-to-to-to"

Y ella: — "¿un automóvil"

— "No, tengo un cir-cir-cuito que au-auto-o-oscila".

En resumen, tenía un amplificador que

autooscilaba y al no conseguir resolver el problema solicitaba la ayuda de nuestros técnicos.

Una vez colocado el amplificador en la mesa de trabajo y conectado, se oía salir del altavoz un cadencioso toc-toc-toc.

Y nuestro lector, dirigiéndose a nuestros técnicos, ya sin el más minimo balbuceo, explicó:

"Este es el defecto que no consigo eliminar, espero que podáis dar con la causa".

Tras comprobar el circuito, descubrimos que había montado un condensador marcado 103, que corresponde a 10.000 pF, donde, en cambio, se requería uno de 100 pF.

Resuelto el problema se encaminó a la salida y al pasar ante la secretaria, al despedirse de ella, nuevamente se "enganchó":

— "Se-señorita, bu-buenos dias"

Trascurridos varios meses volvió hablando con normalidad y pidió ver al director para explicarle un descubrimiento sensacional.

Nos dijo que hasta poco tiempo antes había sufrido de tartamudez y que se había curado totalmente tras descubrir en el taller que en presencia del toc-toc de su amplificador dejaba de balbucear, de forma inexplicable.

Para comprobar si dicho toc-toc era realmente la causa de su inexplicable mejoría, experimentó con varios esquemas capaces de generar un sonido con cadencia y, tras meses de prueba, dió con el ritmo, es decir con la frecuencia que le había curado.

A la vista de los resultados, montó varios ejemplares que repartió entre algunos conocidos afectados por el mismo problema, y que curaron en poco tiempo.

Con su visita quería pedirnos que realizáramos un kit y lo ofreciéramos en la revista para ayudar a los tartamudos a resolver su problema.

Antes de asegurarle que ofreceríamos tal kit, era necesario —como siempre hacemos— que comprobáramos su eficacia; inesperadamente, ésto se convirtió en un problema dificil de resolver, ya que no teníamos amigos ni parientes afectados por este trastorno que se prestaran al experimento.

Para contactar con personas que pudieran ayudarnos a comprobar el aparato tuvimos que poner un anuncio en un diario y, a pesar de lo insólito de nuestra petición, se presentaron algunas personas dispuestas a colaborar.

En poco tiempo, el aparato antitartamudez demostró su eficacia tal como estaba previsto y en consecuencia nos decidimos a presentarlo en nuestra revista.

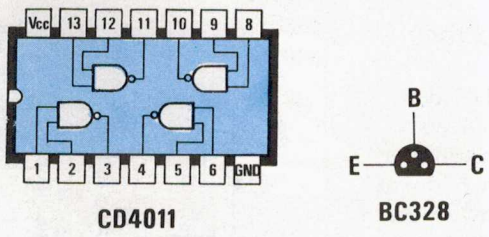


Fig. 1 **Para realizar este circuito se necesita un solo integrado CD.4011 y un transistor bc.328. El integrado está visto desde arriba y el transistor desde abajo.**

Esquema eléctrico del circuito

En el esquema eléctrico de la figura 2 se puede comprobar que se trata de un circuito muy sencillo que sólo lleva un integrado C/Mos tipo CD.4011 que contiene en su interior cuatro puertas lógicas tipo NAND, marcadas en el esquema eléctrico como IC1/A, IC1/B, IC1/C e IC1/D.

Las puertas IC1/A e IC1/B se utilizan para realizar un oscilador astable cuya frecuencia se puede variar de 2 Hz (2 impulsos por segundo) a 5 Hz (5 impulsos por segundo), girando de un extremo al otro el trimmer R3.

Las puertas IC1/C e IC1/D se utilizan para realizar un segundo oscilador astable capaz de generar una frecuencia fija de unos 2.000 Hz.

El primer oscilador astable, formado por IC1/A e IC1/B, es el que se utiliza para conseguir el "ritmo" cadenciado que ayudará a hablar a cualquier persona afectada por tartamudez.

La característica principal de este oscilador astable consiste en generar un impulso positivo con una duración de 7 milisegundos aproximadamente, que permanece constante aunque se gire el trimmer R3 sobre los 2 o sobre los 5 Hz.

Como la frecuencia comprendida entre 2 y 5 Hz no es audible, se aprovechan los impulsos generados por este oscilador para controlar el segundo oscilador astable, formado por IC1/C e IC1/D, que se encarga de proporcionar una frecuencia audible a 2.000 Hz.

En la práctica, cuando en la patilla 3 de la puerta IC1/B aparece el impulso de nivel lógico 1 de una duración de 7 milisegundos, el oscilador astable de 2.000 Hz empieza a oscilar y como en su salida (ver patilla 11 de la puerta IC1/D) está conectada la base del transistor TR1, utilizado como amplificador de corriente, esta nota acústica alcanza el auricular que el tartamudo llevará en el oido.

El trimmer R7, en serie con el auricular de 8 ohmios, sirve para dosificar el volumen de la nota emitida, para adaptarlo a la

COMPONENTES LX1092

R1 = 1 megaohm 1/4 wat
R2 = 5.600 ohm 1/4 wat
R3 = 200.000 ohm trimmer
R4 = 180.000 ohm 1/4 wat
R5 = 120.000 ohm 1/4 wat
R6 = 12.000 ohm 1/4 wat
R7 = 500 ohm trimmer
R8 = 33 ohm 1/4 wat
C1 = 100.000 pF poliéster
C2 = 22mF elect 25 volt
C3 = 1mF poliéster
C4 = 18.000 pF poliéster
DS1 = diodo tipo 1N.4150
DS2 = diodo tipo 1N.4150
DS3 = diodo tipo 1N.4150
TR1 = PNP tipo BC.238
IC1 = C/Mos tipo 4011
S1 = Interruptor
AURICULAR = 8 ohm

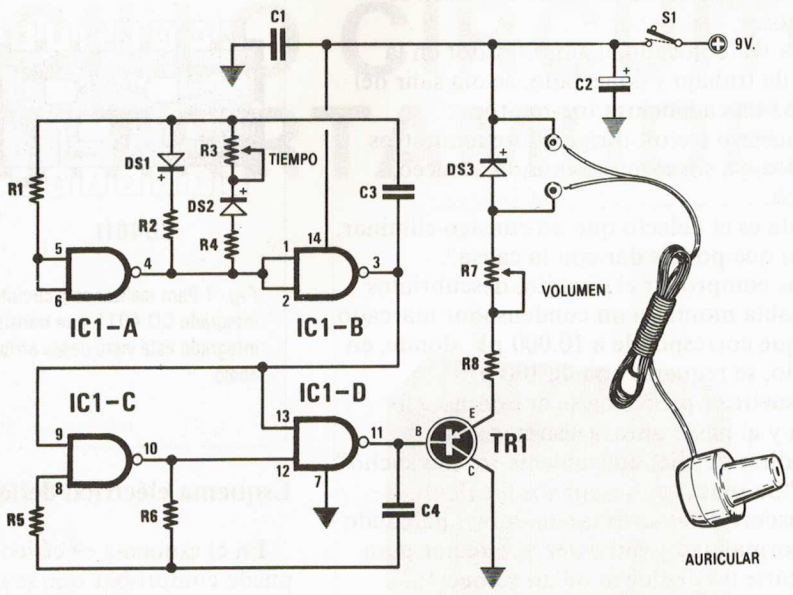
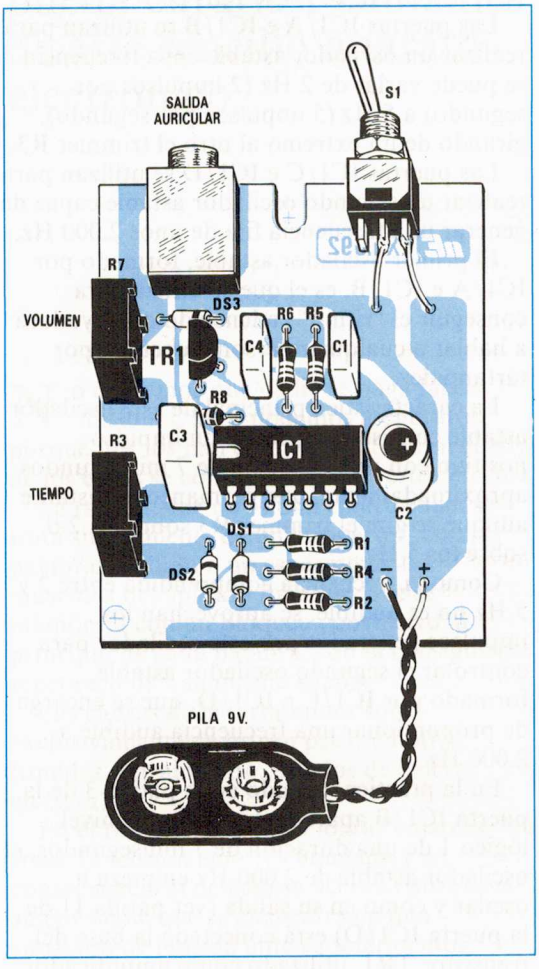
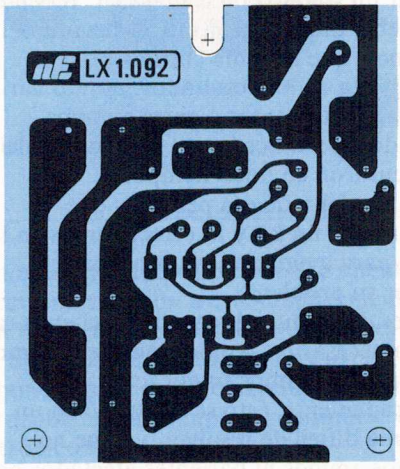


Fig. 2 Esquema eléctrico del circuito contra la tartamudez. El trimmer R3 sirve para modificar la frecuencia y el trimmer R7 para regular el volumen sonoro.

Fig. 3 Esquema práctico de montaje del circuito. El interruptor S1 de encendido se fija en el borde lateral superior del mueble de plástico (ver fotografías).





sensibilidad auditiva de cada persona.

El secreto de este circuito consiste en generar una nota acústica de 2.000 Hz, con una duración de 7 milisegundos que, al ofrecer un bip-bip cadenciado, ayudará a eliminar su defecto a las personas afectadas por tartamudez.

El circuito se alimenta con una pila corriente de radio de 9 voltios y, como el consumo total no supera los 3 miliamperios, la autonomía es elevada.

Realización práctica del circuito

Todos los componentes necesarios para la

realización de este proyecto se montan sobre el circuito impreso marcado LX1092, situándolos como se indica en la figura 3.

Tras haber instalado el zócalo para el integrado IC1 y haber soldado todas las patillas, se pueden montar las escasas resistencias, los tres condensadores de poliéster y el condensador electrolítico C2, con el terminal positivo hacia la derecha.

Entonces se pueden montar los tres diodos de silicio, sin olvidar que el lado rodeado por la franja negra se ha de colocar como se indica en el esquema práctico de la figura 3.

En consecuencia, la franja negra del diodo DS1 se ha de orientar hacia el condensador C4, la del diodo DS2 hacia el integrado IC1 y la del diodo DS3 en sentido contrario.

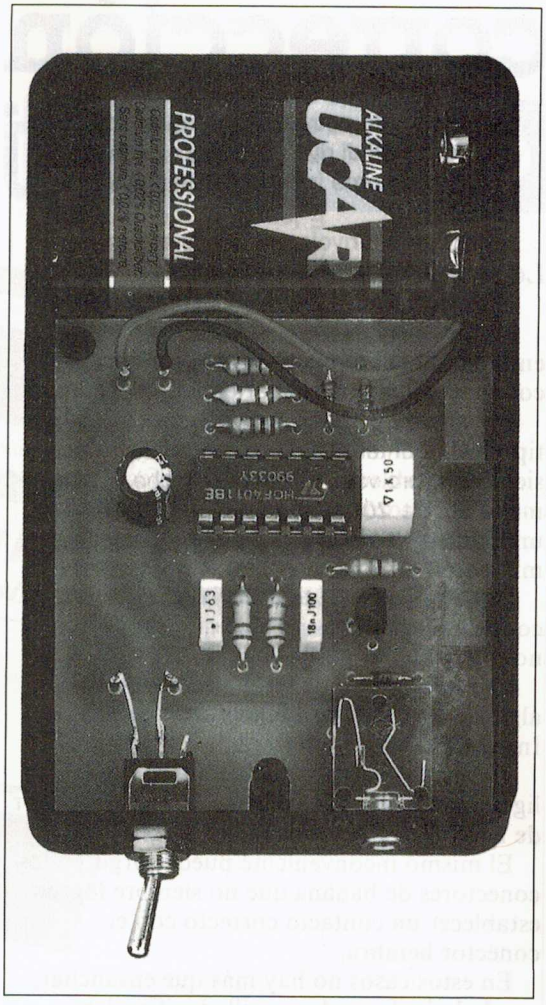
Una vez montados estos componentes, se puede montar el transistor TR1, orientando la parte plana de su cuerpo hacia el trimmer R7.

Al montar los dos trimmers, hay que tener cuidado con su valor óhmico, ya que R7 es de 500 ohmios y R3 de 200.000 ohmios.

Por último, se montan las tomas para el auricular y para la pila de alimentación.

El circuito se coloca dentro de un pequeño mueble de plástico que se puede llevar en el bolsillo de la chaqueta.

Antes de fijar el circuito en el interior del mueble hay que abrir en los bordes laterales dos orificios en correspondencia con los cursores de los trimmers R3 y R7, un orificio para el jack de salida del auricular y otro para fijar el interruptor en miniatura S1.



En el interior del contenedor de plástico se fija el circuito impreso y la pila de alimentación correspondiente. No olvidéis abrir un orifio en correspondencia con los dos trimmers para poderlos regular fácilmente con un pequeño destornillador.

La forma de utilizarlo

No debéis pensar que os curará al instante, en cuanto se aplica el auricular al oido, ya que es dificil que se produzca una desaparición inmediata del síntoma.

Quienes hayan padecido de tartamudez durante muchos años necesitarán algunas semanas de entrenamiento antes de notar una atenuación y una desaparición progresiva del defecto, para encontrarse hablando normalmente al final.

En la práctica, es como si durante años hubiéramos utilizado la mano derecha para escribir y de pronto por cualquier razón nos viéramos obligados a escribir con la izquierda.

Los primeros días surgen dificultades, luego poco a poco y con algo de entrenamiento seremos capaces de escribir con la zurda.

La utilización del aparato es muy simple: al principio hay que girar el trimmer R3 a la frecuencia más lenta, es decir a 2 Hz, luego, con el auricular en el oido, se gira el trimmer R7 del volumen hasta que se oiga claramente el bip-bip caracteristico.

Llegados a este punto, se puede tomar un libro y empezar a leerlo en voz alta.

Este ejercicio se debe repetir todos los días durante un mínimo de media hora y, en cuanto se note una mejoría, se puede aumentar la velocidad del bip-bip y seguir hasta que se observe que se puede leer sin "tropiezos" aunque se gire el trimmer R3 a la frecuencia más rápida de 5 Hz.

Además, podéis llevaros el circuito en el bolsillo para tenerlo a mano cuando tengáis que hablar con alguien, ya que el bip-bip os ayudará a no tartamudear.

Repetimos una vez más que se necesitan varios días de entrenamiento. Por lo tanto, aquellos que abandonen el aparato transcurridos uno o dos días, al no observar mejoría, no deben achacar el fracaso al aparato sino a su falta de constancia. De hecho, sólo si se continúa con el ejercicio que hemos explicado se consiguen los resultados esperados.

Algunas personas han conseguido resultados a las pocas semanas, otros han necesitado meses y hay quienes siguen llevándose consigo el aparato porque les es muy útil encenderlo cuando tienen que hablar con alguien.

corrección de erratas y consejos útiles

Los problemas de los conectores

En muchos aparatos, a veces, no hay señal en la salida debido tan sólo a un falso contacto de un conector.

Por ejemplo, en muchos conectores de BF tipo RCA, la masa del conector macho no siempre establece un contacto perfecto con el metal de la toma hembra, debido a que tiene un diámetro superior en unas décimas de milímetro.

Por esta pequeña tolerancia, al faltar la conexión a masa, es posible que el proyecto no funcione.

Este inconveniente se ha producido en algunos aparatos de Magnetoterapia, en el Interface LX1049, etcétera.

Para resolver estos problemas se dobla ligeramente con unos alicates el metal exterior de la toma macho como se ve en la figura.

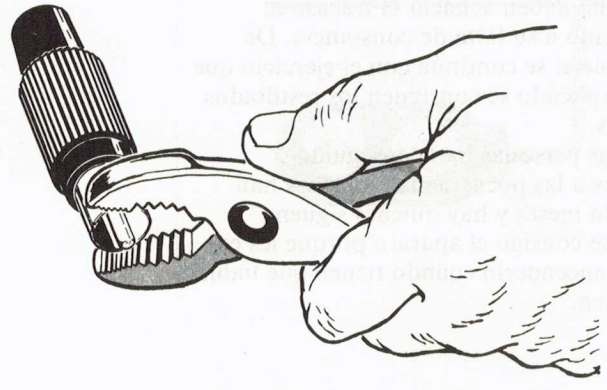
El mismo inconveniente puede surgir en los conectores de banana que no siempre logran establecer un contacto correcto con el conector hembra.

En estos casos no hay más que ensanchar, con la hoja de un destornillador fino las separaciones del conector.

Laser helio-neón LX1077

El laser helio-neón LX1070, presentado en la revista número 102, funciona a la perfección.

A pesar de ello, nos han llegado cuatro kits para reparación porque el tubo Laser no se encendía o bien parpadeaba.



Presionar ligeramente para asegurar el contacto

En uno de estos kits hemos descubierto que se había montado un diodo de alta tensión en sentido contrario al correcto; en otro, en lugar de una de las resistencias (ver R15 a R22) de 8.200 ohmios se había montado por error una resistencia de 82.000 ohmios.

En los otros dos Láser, que en el taller se encendían correctamente, telefoneamos a sus propietarios para que comprobaran su tensión de red.

Uno de ellos nos dijo que esta tensión oscila, normalmente, alrededor de los 210 a 215 voltios. Para resolver este problema no hubo más que cortocircuitar una de las resistencias de 8.200 ohmios.

El otro lector tenía el problema contrario: al vivir cerca de una central eléctrica, su tensión de red era superior a 220 voltios, y también en este caso, el tubo, aunque se encendía, no emitía el rayo laser.

En este último caso, para conseguir un funcionamiento correcto, no hubo más que añadir una única resistencia en serie de 8.200 ohmios a las ya existentes en el circuito (ver de R15 a R22).

Cargador de acumuladores Ni-Cd LX1069

Con referencia a este proyecto, que funciona a la perfección y sin problemas, nos llegan reparaciones que podríamos evitar si los lectores comprobaran el dibujo del esquema práctico con más minuciosidad.

Los errores que muchos cometen son los siguientes:

1- Errores al conectar los cables en los dos diodos led DL1 y DL2. De esta forma, el diodo led de descarga se convierte en el de carga, o a la inversa.

En algunos casos, estos tres hilos se conectan a los dos diodos led sin respetar orden alguno, por lo que se enciende un sólo led o no se enciende ninguno.

En la página 13 de la revista 103 se puede ver la conexión que hay que realizar en estos diodos.

2- Se invierten los hilos en los dos conmutadores S2 y S3, es decir: los hilos que deberían conectarse al conmutador S2 se conectan al S3, o a la inversa.

3- Algunos han fijado las tomas de salida sin aislarlas del panel, mientras que otros han conectado el cable positivo al conector negativo.