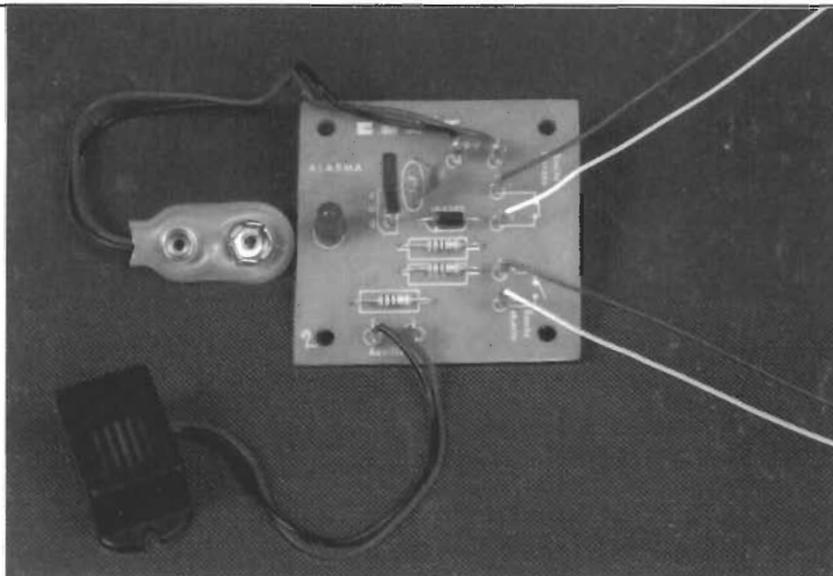


# Proyecto Nº 1



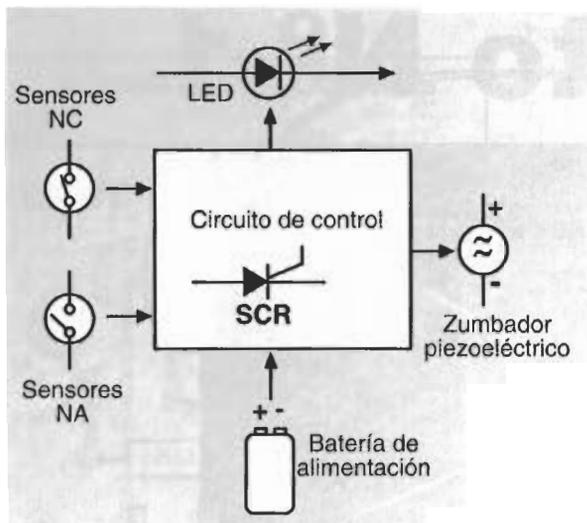
## Alarma contra ladrones

*Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito de alarma que activa un indicador sonoro cuando uno o más sensores, ubicados estratégicamente en puertas, ventanas, etc., detectan una intrusión. Puede ser utilizada en la casa o el automóvil. Incluye un indicador luminoso que informa silenciosamente cuando la alarma está activada.*

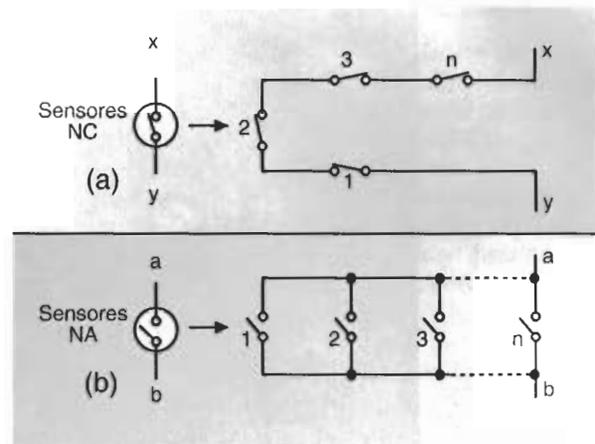
Una de las actividades más agradables, interesantes y útiles que realizan los aficionados, estudiantes y profesionales de la electrónica es el montaje de proyectos. A través del desarrollo de los distintos tipos de proyectos propuestos en esta sección del **Curso Básico de Electrónica Moderna** usted no solamente comprobará y aplicará los conceptos teóricos y prácticos aprendidos, si no que también aprenderá a familiarizarse con componentes, circuitos y técnicas reales, a desarrollar habilidades y a elaborar planes de trabajo.

Además, cada proyecto que usted construye y logra que funcione satisfactoriamente es al final un logro personal muy importante y un paso más hacia adelante en la adquisición de maestría en su profesión o su *hobby*. Es muy diferente, por ejemplo, adquirir un amplificador de audio en una tienda de electrodomésticos que construir uno desde el principio. Este último siempre tendrá un valor especial por los aportes, sacrificios, tiempo, etc. que implicó su realización, calibración y puesta en funcionamiento.

Nuestro primer proyecto es un sencillo sistema de alarma que activa automáticamente un indicador audible o luminoso cuando se cierra un sensor abierto o se abre un sensor cerrado. Una vez disparada, la alarma se mantiene activada incluso después que los sensores retornan a su estado original. Bajo esta condición, la única forma de silenciar la alarma es desconectándola de la batería de alimentación. Como indicador sonoro se utiliza un componente llamado **zumbador** y como indicador visual uno llamado **LED**.



**Figura 1.1 Diagrama de bloques.** Al cerrarse el sensor NA (normalmente abierto) o abrirse el sensor NC (normalmente cerrado), se energizan el zumbador y el LED. Esta situación subsiste incluso después que los sensores retornan a sus estados originales. La alarma se silencia desconectando momentáneamente la batería de alimentación.



**Figura 1.2 Formas de conexión de los sensores.** A las entradas de la alarma se conectan grupos de sensores normalmente abiertos (NA) o cerrados (NC) distribuidos alrededor y en el interior de la zona protegida.  
 (a) Sensores NC conectados en serie.  
 (b) Sensores NA conectados en paralelo.

**La resistencia**

La resistencia es un dispositivo que permite controlar la cantidad de corriente que circula a través de un circuito. Entre más alto sea el valor de la resistencia, se tendrá una menor corriente y viceversa. El valor de la resistencia se mide en Ohmios ( $\Omega$ ). Una resistencia lleva escrito su valor en forma de líneas de colores, dicha codificación se enseña en la sección **Electrónica Básica**, por ejemplo la de  $220\Omega$  se identifica con los colores: rojo, rojo, café y dorado y la de  $33K\Omega$  con los colores: naranja, naranja, naranja y dorado.

Los sensores pueden ser interruptores mecánicos, magnéticos o de otros tipos y se ubican en puntos estratégicos del área a proteger, por ejemplo detrás de puertas o ventanas, debajo de objetos valiosos, etc. Para proteger varios puntos al mismo tiempo, los sensores normalmente abiertos (NA) deben conectarse en paralelo y los normalmente cerrados (NC) en serie, figura 1.2.

Cada grupo de sensores que provocan independientemente la activación de la alarma recibe el nombre de zona. Por tanto, la nuestra es una alarma de dos (2) zonas, relativamente simple comparada con alarmas profesionales que manejan hasta 16 o más zonas, utilizan microprocesadores o microcontroladores y están conectadas a centrales de alarma o estaciones de policía.

### Funcionamiento

El componente esencial de nuestro circuito es un dispositivo semiconductor llamado **SCR** o **rectificador controlado de silicio**, identificado en el diagrama esquemático como Q1, figura 1.4. El SCR actúa como un interruptor electrónico. S1 representa uno o más sensores NA conectados en paralelo y S2 uno o más sensores NC conectados en serie.

En el momento de conectar la batería y aplicar potencia por primera vez al circuito, el SCR está abierto (OFF) y no permite la circulación de corriente. Por tanto, el LED (D2) y el zumbador (BZ1) no se energizan. Se supone que S1 está abierto y S2 está cerrado. Así, el voltaje aplicado a la compuerta del SCR es esencialmente cero. La alarma está desactivada.

Al cerrarse S1, circula corriente a través de la resistencia R1 y la compuerta del SCR recibe un voltaje positivo. Por tanto, el SCR se cierra (ON) y permite la circulación de corriente a través del LED y el zumbador. La alarma entonces se activa, manteniéndose activada incluso después que S1 se abre. La resistencia R3 limita la corriente a través del LED a un valor seguro.

Una situación similar se presenta cuando se abre S2. En este caso, circula una corriente a través de la resistencia R2 y el diodo D1. Nuevamente, aparece un voltaje positivo en la compuerta del SCR que lo conmuta al estado conductivo, permitiendo la circulación de corriente a través del LED y el zumbador, incluso después que S2 retorna a su estado original.



Figura 1.3 Todos los componentes necesarios para la construcción del proyecto, con excepción de los sensores y la caja de montaje, están incluidos en el kit K-002 de CEKIT (Alarma contra ladrones).

### Lista de materiales

- 1 Condensador cerámico de  $0.1\mu\text{F}$
- 1 Diodo LED
- 1 SCR C106B ó C106D
- 1 Diodo común 1N4001 ó silmilar
- 2 Resistencias de  $33\text{K}\Omega$   
(Naranja, Naranja, Naranja, Dorado)
- 1 Resistencia de  $220\Omega$   
(Rojo, Rojo, Naranja, Dorado)
- 1 Conector para batería de 9V
- 8 Terminales para circuito impreso y 6 cables
- 1 Circuito impreso CEKIT K2
- 1 Zumbador

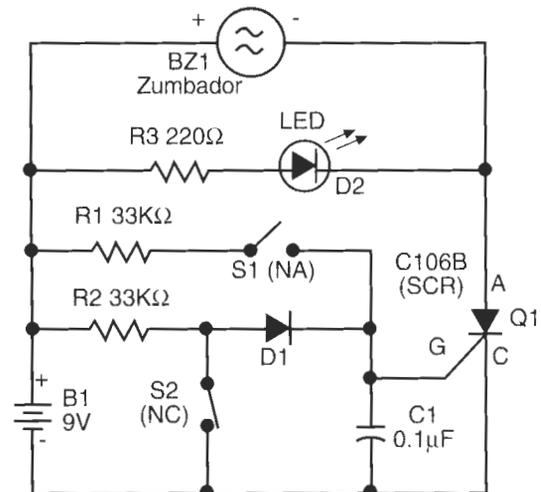


Figura 1.4 Diagrama esquemático. El corazón de la alarma es un SCR o rectificador controlado de silicio (Q1), el cual energiza automáticamente el LED (D2) y el zumbador (BZ1) cuando se cierra S1 o se abre S2. El condensador C1 evita el disparo del SCR por ruido u otros factores.

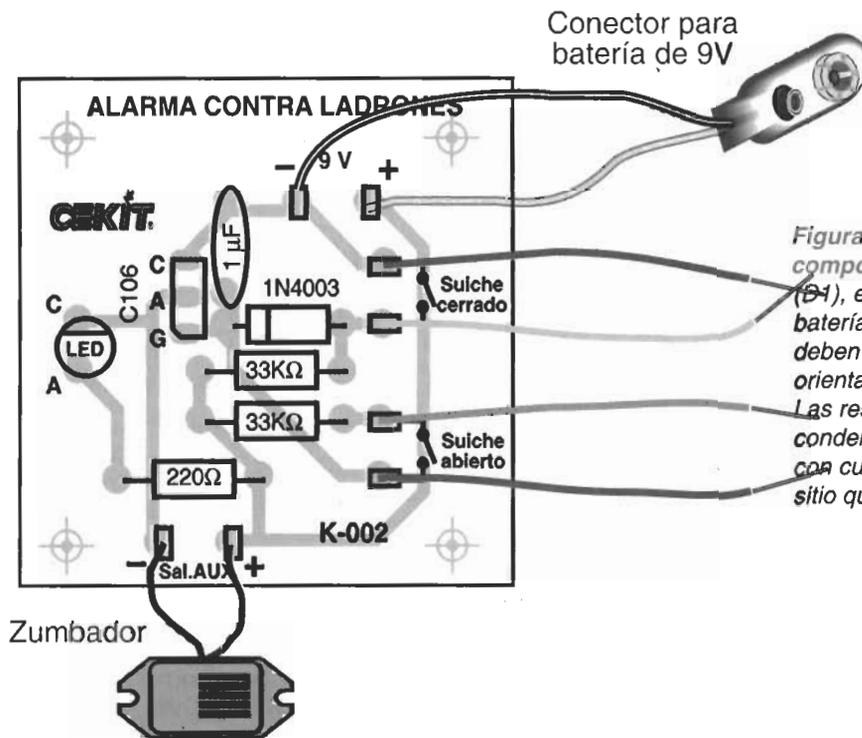
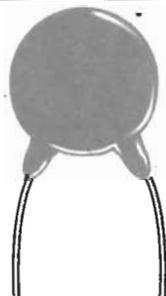


Figura 1.5 Guía de instalación de componentes. El LED (D2), el diodo (D1), el SCR (Q1), el conector de la batería (B1) y el zumbador (BZ1) deben ser instalados con las orientaciones y polaridades indicadas. Las resistencias (R1, R2, R3) y el condensador (C1) se pueden instalar con cualquier orientación, pero en el sitio que les corresponde.



(a) Símbolo



(b) Aspecto físico

**El condensador cerámico**

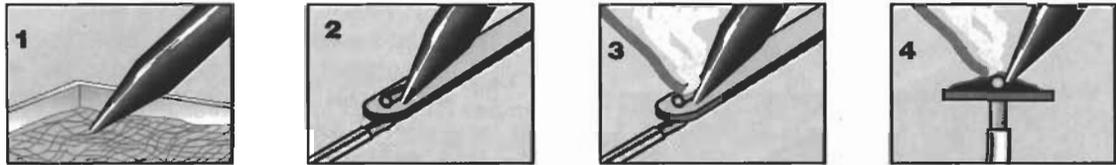
El condensador es un dispositivo que se utiliza para almacenar energía en forma temporal. Los condensadores se clasifican según su construcción, para este proyecto utilizamos uno del tipo cerámico, el cual tiene su valor escrito en forma de código sobre el cuerpo del mismo. La capacidad o capacitancia del condensador se mide en picofaradios, por ejemplo el número 104 equivale al número 10 seguido de 4 ceros, por lo tanto se tienen 100.000 picofaradios, lo que equivale a decir 0,1 microfaradios (0,1µF).

Una vez disparada la alarma, y después que S1 y S2 han retornado a sus estados originales, la única forma de desactivarla es desconectando la batería. Esto hace que el SCR se abra (OFF). Bajo esta condición, no circula corriente a través del LED y el zumbador hasta que S1 o S2 cambien de estado. Para desconectar la batería sin retirarla, puede usarse un interruptor.

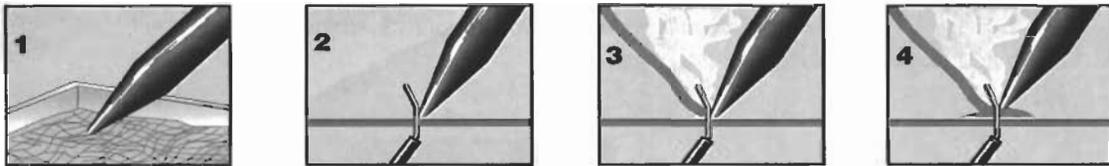
### Construcción y prueba

Todos los componentes necesarios para la construcción del proyecto, con excepción de los sensores, pueden ser adquiridos en forma de *kit* (piezas sueltas para armar) bajo la referencia K-002 de CEKIT, figura 1.3. El kit incluye una tarjeta de circuito impreso sobre la cual se instalan y sueldan los distintos elementos, así como un manual de instrucciones.

Al observar la plaqueta del circuito impreso notará que por una de sus caras están dibujados en serigrafía (*screen*) los componentes del circuito y por la otra están trazadas en cobre las conexiones entre ellos. Los componentes se montan por la primera cara y sus terminales se sueldan por la otra cara en los círculos de conexión (*pads*) correspondientes, figura 1.5.



**Figura 1.6** *Cómo soldar alambres a terminales.* Caliente la punta del cautín, límpiela con una esponja húmeda (1) y estáñela (aplique soldadura) con el fin de evitar su oxidación. Para soldar, caliente con la punta del cautín el terminal y el alambre (2), aplique la soldadura (3) y permita que fluya uniformemente sobre la unión (4). Retire la soldadura y el cautín.

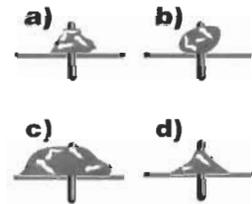


**Figura 1.7** *Como soldar sobre tarjetas de circuito impreso.* Nuevamente, caliente la punta del cautín, límpiela con una esponja húmeda (1) y estáñela. Para soldar, caliente con la punta del cautín el terminal del componente y la pista del circuito impreso (2), aplique la soldadura (3) y permita que fluya uniformemente sobre la unión (4). Retire la soldadura y el cautín.

(a) Símbolo

(b) Forma física

**El diodo**  
 El diodo es un dispositivo semiconductor de dos terminales, llamados **ánodo (A)** y **cátodo (C)**, que permite la circulación de corriente cuando se polariza en forma directa, es decir, cuando el ánodo es positivo con respecto al cátodo. En el caso contrario (ánodo negativo y cátodo positivo), el dispositivo queda polarizado inversamente y no permite la circulación de corriente. Existen varios tipos de diodos. El utilizado en este proyecto es un diodo **rectificador**.



**Figura 1.8** *Un punto de soldadura correctamente realizado debe tener un aspecto suave y uniforme como en (d). Los casos (a), (b) y (c) corresponden a soldaduras mal ejecutadas.*

(a) Símbolo

(b) Aspecto físico

**El SCR**  
 El rectificador controlado de silicio o SCR es un dispositivo semiconductor de tres terminales, llamados **compuerta (G)**, **ánodo (A)** y **cátodo (C)**, que se comporta como un interruptor controlado por voltaje. Para "cerrar" un SCR, es decir permitir la circulación de corriente entre el ánodo y el cátodo, debe aplicarse un voltaje positivo entre la compuerta y el cátodo. El dispositivo se mantiene "cerrado" incluso después de retirar el voltaje de compuerta. Para "abrirlo" debe interrumpirse la corriente de ánodo o reducirse por debajo de cierto valor.

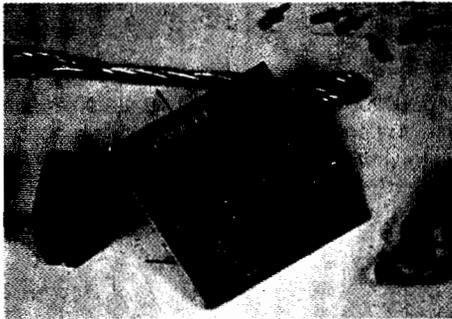


Figura 1.9 Inicialmente, identifique e instale las resistencias R1 ( $33k\Omega$ )(Naranja-Naranja-Naranja-Dorado), R2 ( $33k\Omega$ )(Naranja-Naranja-Naranja-Dorado) y R3 ( $220\Omega$ )(Rojo-Rojo-Café-Dorado), el diodo D1 (1N4004 o equivalente), el condensador C1 ( $0.1\mu F$ ), el LED D2 (rojo) y el SCR Q1 (C106B o equivalente). Asegúrese que el diodo, el LED y el SCR queden correctamente orientados. El cátodo, el ánodo y la compuerta de este último deben coincidir con los agujeros marcados "C", "A" y "G" en la tarjeta. El condensador debe quedar a una altura de aproximadamente 3 mm con respecto a la tarjeta.

Figura 1.10 A continuación, con ayuda de unas pinzas, instale las 4 parejas de espadines que proporcionan acceso a la batería (B1), los sensores NA (S1), los sensores NC (S2) y el zumbador (BZ1). Al soldarlos, no aplique más calor del absolutamente necesario.

**Nota:** En algunas tarjetas, los espadines para el conector de B1 han sido sustituidos por un conector de dos pines. Ver la nota técnica correspondiente incluida con el kit.

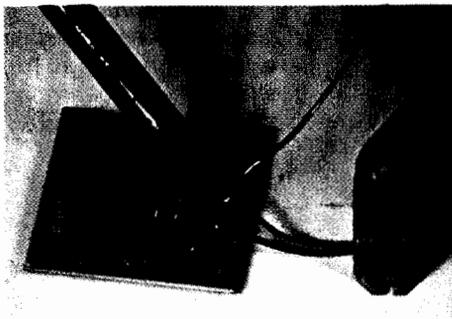
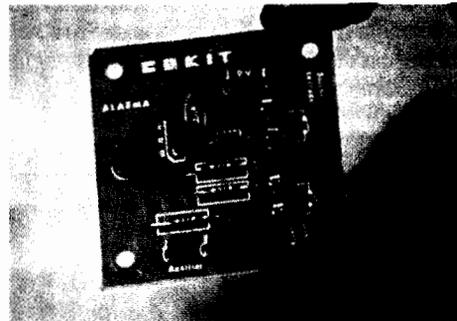
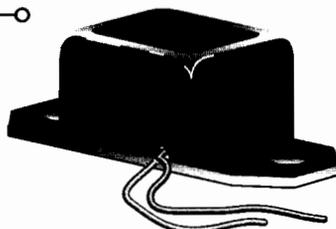


Figura 1.11 Hecho lo anterior, instale el zumbador (BZ1) entre los espadines marcados con el rótulo "AUXILIAR". Conecte el cable rojo (positivo) del zumbador al espadín de la derecha y el negro (negativo) al espadín de la izquierda. Por ahora, este zumbador servirá de prealarma, es decir de alarma audible de baja intensidad. En la práctica, para impulsar una sirena u otro dispositivo de potencia, la salida auxiliar debe conectarse previamente a un circuito de interface adecuado, por ejemplo un relé.



(a) Símbolo

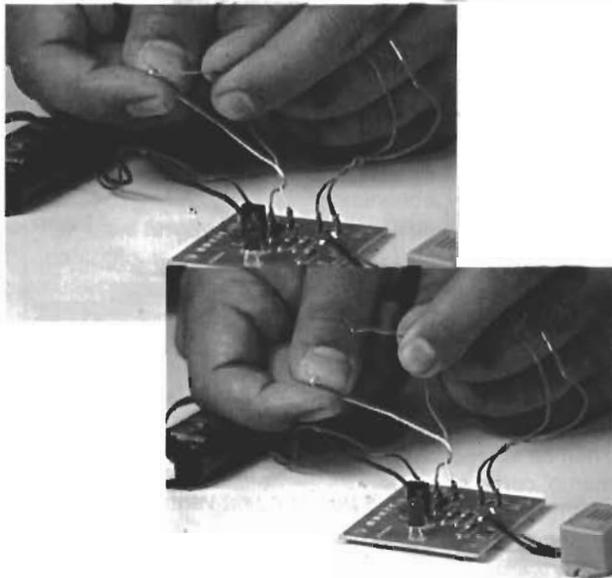
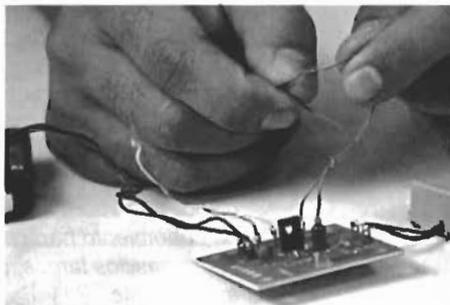
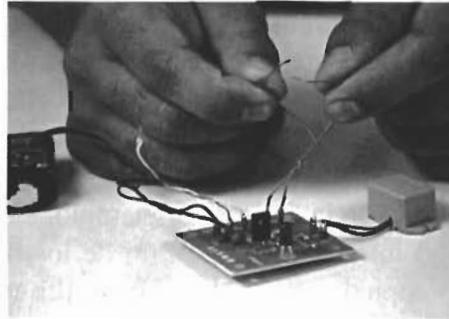


(b) Forma física

### El zumbador piezoeléctrico

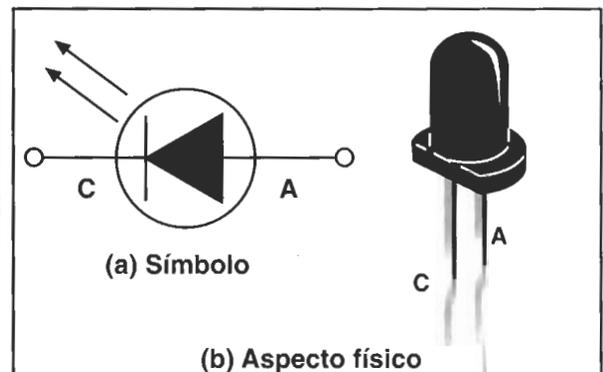
El zumbador piezoeléctrico es un dispositivo electrónico que emite un sonido audible distintivo cuando se aplica un voltaje directo (DC) entre sus terminales («+» o positivo al rojo y «-» o negativo al negro). Un zumbador puede también operar con un voltaje alterno (AC) convirtiéndolo en un voltaje directo mediante un diodo rectificador.

**Figura 1.12** Instale a continuación el conector de la batería al conector o espadines marcado(s) con el rótulo "9V" así: cable rojo (positivo) al terminal "+", cable negro (negativo) al terminal "-". Hecho esto, conecte un par de alambres telefónicos a los espadines rotulados S1 (CERRADO) y otro par a los espadines rotulados (ABIERTO). Estos alambres simulan la acción de los sensores. En la práctica, son reemplazados por agrupaciones de sensores mecánicos, de presión, de vibración, etc. Retire el aislante de la punta libre de cada alambre y una entre sí las correspondientes al interruptor cerrado. Los alambres asociados al interruptor abierto se dejan al aire.



**Figura 1.14** Hecho lo anterior, separe momentáneamente las puntas de los alambres que simulan el sensor cerrado. Nuevamente, el zumbador y el LED deben energizarse y continuar energizados incluso si los alambres de prueba vuelven nuevamente a unirse. Esta prueba demuestra que la red detectora de sensores NC está operando correctamente. Para desenergizar la alarma, reconecte los alambres de prueba, retire la batería y vuelva a instalarla.

**Figura 1.13** Conecte entonces la batería. Al hacerlo, no debe energizarse el zumbador. Ahora, toque momentáneamente las puntas de los alambres que simulan el sensor abierto. El zumbador y el LED deben energizarse y continuar energizados incluso si los alambres de prueba vuelven nuevamente a separarse. Esta prueba demuestra que la red detectora de sensores NA está operando correctamente. Para desenergizar la alarma, separe los alambres de prueba, retire la batería y vuelva a instalarla.



#### EL LED

El **LED** es un dispositivo semiconductor de dos terminales, llamados **ánodo (A)** y **cátodo (C)**, que emite una luz visible cuando se polariza en forma directa, es decir cuando el ánodo es positivo con respecto al cátodo. La luz emitida por un LED puede ser roja, amarilla, verde o azul dependiendo de su construcción interna. También se dispone de LEDs que emiten luz infrarroja y láser. Los LEDs deben ser protegidos mediante una resistencia en serie que limita la corriente a través suyo a un valor seguro.

Una vez armada y probada la tarjeta, el siguiente paso es seleccionar los sensores adecuados de acuerdo a sus necesidades de protección. Actualmente se dispone de una gran variedad de sensores electromecánicos y electrónicos diseñados específicamente para sistemas de alarma: magnéticos, de presión, de vibración, de ruptura, infrarrojos, ultrasónicos, de microondas, híbridos, etc. El mostrado en la figura, por ejemplo, es un sensor pasivo infrarrojo o PIR, uno de los más empleados y populares por su bajo costo, alta confiabilidad y facilidad de instalación.

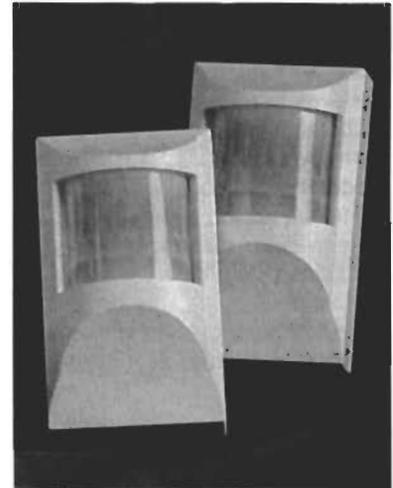


Figura 1.15 Los PIR realizan su trabajo pasivamente, es decir sin emitir ningún tipo de energía. En la mayoría de los casos, la lente es intercambiable, permitiendo optimizar la sensibilidad del dispositivo sobre áreas o ángulos de cobertura particulares tales como pasillos largos, alcobas, salones, etc.

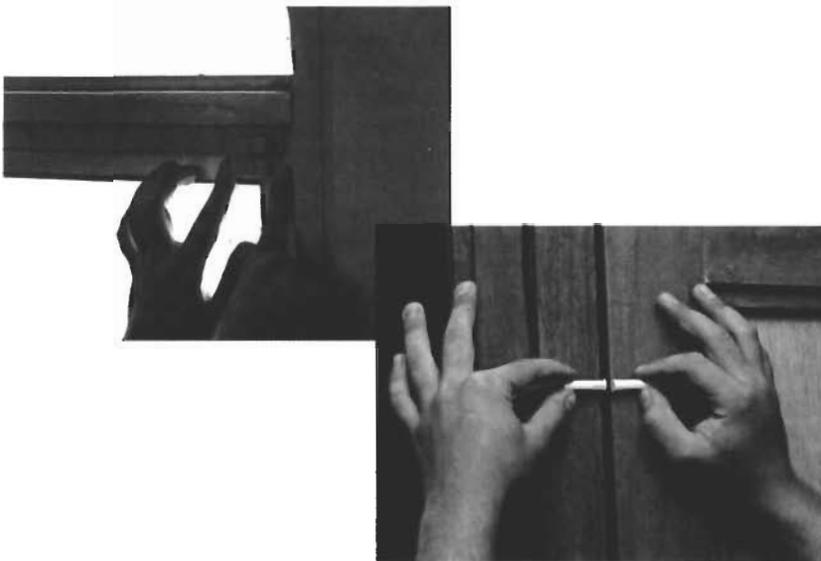
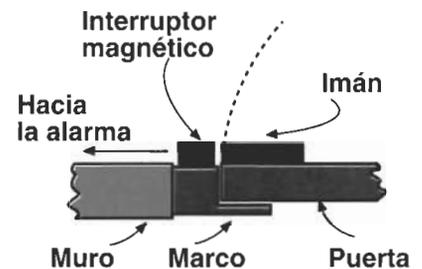


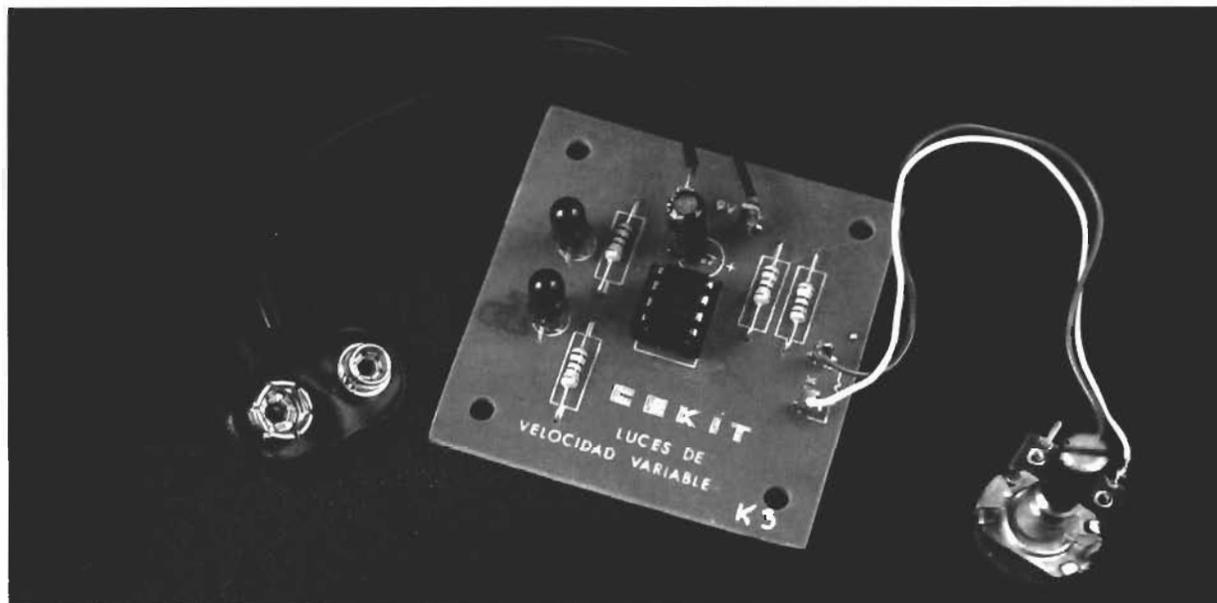
Figura 1.16 Otro tipo de sensores muy comunes son los magnéticos o reedswitches, formados por la combinación de un interruptor magnético y un imán, y utilizados para proteger puertas y ventanas. El imán se instala en el borde de la puerta o la ventana y el interruptor en el marco, como se indica en la fotografía. Al cerrarse la puerta o la ventana, el campo magnético del imán mantiene el interruptor en una posición, digamos cerrado.



Forma de instalar una combinación de interruptor magnético e imán en una puerta o una ventana.

Para su utilización práctica, la alarma K-002 debe montarse en una caja o chasis adecuado que incluya terminales para la alimentación y los sensores, ya sea para utilizarse en la casa, la oficina o el automóvil. De hecho, la batería original de 9V puede ser sustituida por una batería de automóvil de 12V o una fuente de alimentación DC con capacidad de corriente suficiente para manejar la sirena o el elemento de alerta deseado. En los terminales correspondientes a la salida auxiliar, se puede conectar un relé o cualquier tipo de carga cuyo consumo no sea superior a 3 amperios y que funcione a 9V ó 12V. Para más detalles, refiérase al manual del kit. ➔

# Proyecto N° 2



## Luces de velocidad variable

*Al ensamblar este proyecto se obtiene un juego de luces con dos LED, los cuales encienden de forma alternada, produciendo un efecto luminoso especial. La velocidad del destello se puede variar desde muy lenta hasta tan rápida que los cambios no se pueden apreciar.*

En este proyecto utilizaremos por primera vez un circuito integrado, el famoso **555**. Este dispositivo es un componente muy versátil y por sus múltiples aplicaciones es quizás el circuito integrado más empleado en la historia.

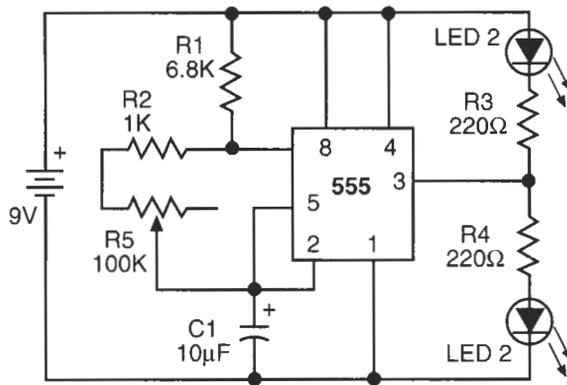
El funcionamiento del circuito consiste en generar una onda cuadrada para controlar el encendido y el apagado de los LED. Una onda cuadrada es una señal de voltaje que está variando constantemente entre un nivel positivo y un nivel negativo. Este tipo de circui-

tos se conoce también como “*circuito de reloj*”. Un reloj emite una serie continua de pulsos, cuya frecuencia puede variar desde menos de uno por segundo hasta más de un millón de pulsos por segundo.

Como se puede observar en el diagrama esquemático, este circuito no tiene ninguna señal de entrada, por lo tanto opera como un *oscilador*. La cantidad de pulsos o de cambios entre un nivel positivo y uno negativo (frecuencia) lo determinan los valores del condensador C1, el potenciómetro R5 y la resisten-

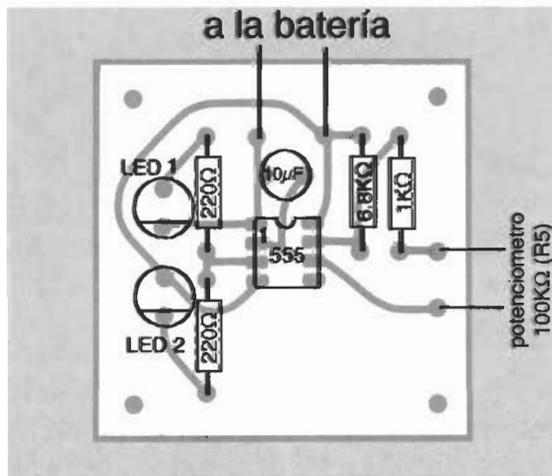
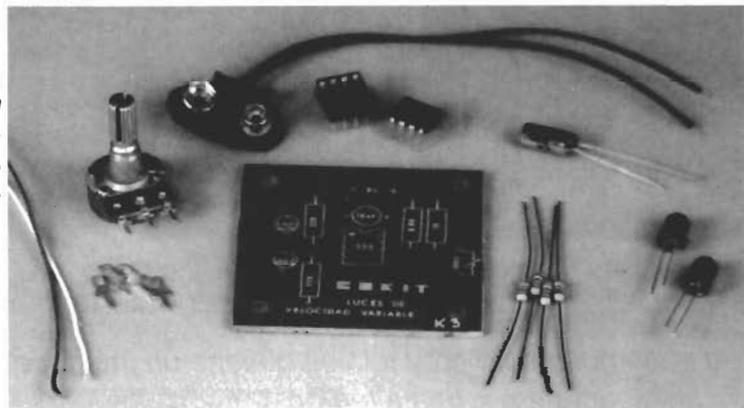
cia R1. Entre mayor sea el valor del condensador y las resistencias, menor es la frecuencia de encendido y apagado de los LED y viceversa.

Los pulsos producidos por el 555 salen por el pin tres (3), al cual se encuentran conectados los LED. Durante el tiempo en que la señal tiene el nivel de voltaje positivo se enciende el LED 1 debido a que recibe corriente a través de R4; durante el tiempo en que se tiene el nivel de voltaje negativo se enciende el LED 2 que recibe corriente a través de R3.



**Figura 2.1 Diagrama esquemático.** El circuito integrado 555 actúa como elemento central del circuito. El valor del condensador C1 (10 µF), del potenciómetro R5 (100K) y de la resistencia R1 (6,8K) determinan la velocidad de encendido y apagado de los LED. Las resistencias R3 y R4 sirven para limitar el valor de la corriente que circula a través de los LED. Su valor es de 220 Ω (rojo - rojo - café - dorado).

**Figura 2.2 Componentes que forman el kit.** Antes de iniciar el ensamble del circuito se debe revisar que los componentes estén completos, haciendo la comparación con la lista de materiales.

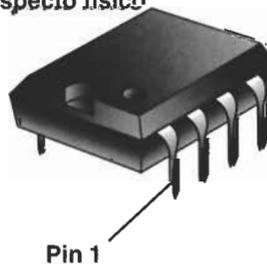


**Figura 2.3 Guía de ensamble y circuito impreso.** Se debe tener mucho cuidado para ubicar los componentes en forma correcta ya que los LED, el condensador electrolítico y el circuito integrado tienen una posición definida; si esta labor no se hace correctamente se puede dañar el componente.

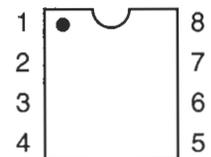
**Circuito integrado 555**

El 555 es un circuito integrado de ocho pines; su modo de funcionamiento depende de los componentes externos que le sean conectados. Cada pin del integrado cumple una función específica, por ello es muy importante hacer una correcta identificación de los mismos; para esto se tiene un círculo o una pequeña muesca al lado de la pata número uno. Este integrado se puede utilizar como temporizador, oscilador, generador, etc.

**Aspecto físico**

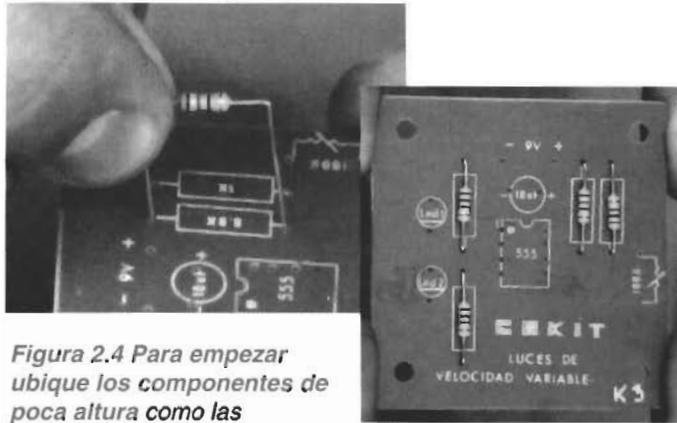


**Símbolo**



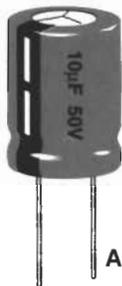
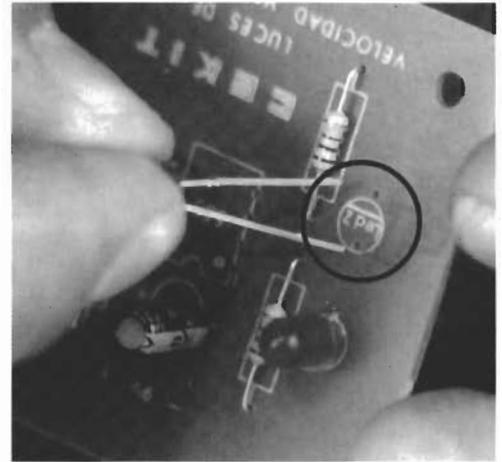
## Lista de materiales

- 1 Circuito integrado 555
- 1 Condensador electrolítico de 10  $\mu$ F a 16 ó 25 V (C1)
- 1 Potenciómetro de 100 k $\Omega$  (R5)
- 2 LED (LED 1 y LED 2)
- 1 Conector para batería de 9V
- 1 Resistencia de 6,8 k $\Omega$  (azul, gris, rojo, dorado) (R1)
- 1 Resistencia de 1K $\Omega$  (café, negro, rojo, dorado) (R2)
- 2 Resistencia de 220  $\Omega$  (rojo, rojo, café, dorado) (R3, R4)
- 1 Base para circuito integrado de 8 pines
- 4 Terminales para circuito impreso (espadines)
- 2 Cables de 10 cm
- 1 Circuito impreso CEKIT K3



**Figura 2.4** Para empezar ubique los componentes de poca altura como las resistencias. Las técnicas de soldadura correctas se explican en la sección de **Electrónica Práctica del Curso Básico de Electrónica Moderna**.

**Figura 2.5** Los componentes de altura mediana como los LED y el condensador electrolítico se ubican luego de los componentes de bajo perfil. Se debe poner especial cuidado a la polaridad que se encuentra marcada en el circuito impreso para no cometer errores. En el caso del LED se debe hacer coincidir la parte plana con la línea recta del dibujo que está en el circuito impreso. El condensador electrolítico puede tener un símbolo + marcando el terminal positivo o una línea rellena (-) que indica el negativo. El circuito integrado tiene un punto que indica donde se debe ubicar el pin número uno.



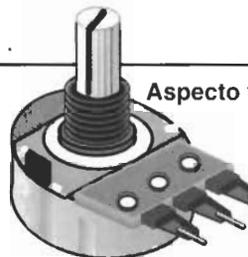
Aspecto físico



Símbolo

### El condensador electrolítico

Es un condensador del tipo polarizado, esto implica que se debe tener cuidado de conservar el sentido correcto en el momento de ubicarlo en el circuito. Normalmente el pin o terminal negativo viene marcado con una franja que contiene una cadena de ceros (0) o de signos menos (-). Su forma generalmente es cilíndrica, puede ser para montaje vertical (radial) o para montaje horizontal (axial). El valor de su capacitancia y el voltaje máximo que soportan está escrito en el material que los recubre.



Aspecto físico



Símbolo

### El potenciómetro

Un potenciómetro es una resistencia cuyo valor puede cambiar cuando se gira un eje mecánico. Es un dispositivo de tres terminales, entre los extremos se tiene la máxima resistencia y entre el pin central (llamado cursor) y alguno de los extremos se tiene una resistencia variable.

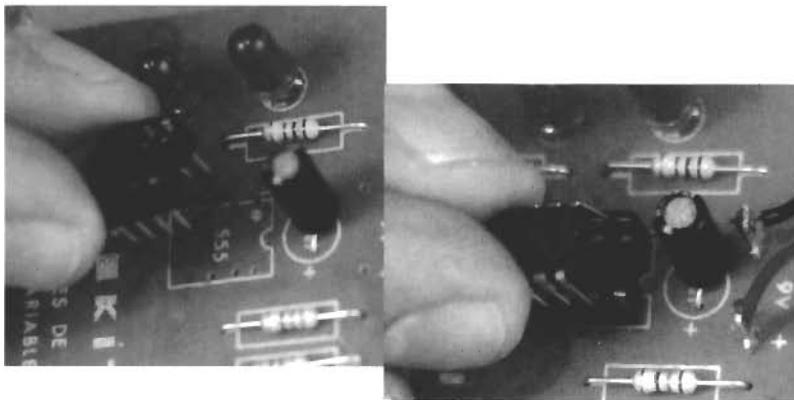


Figura 2.6 En el caso del circuito integrado se utiliza una base para que este no tenga ningún problema con las altas temperaturas a que se someten los componentes en el momento de hacer la soldadura y pueda ser fácilmente reemplazado cuando sea necesario.

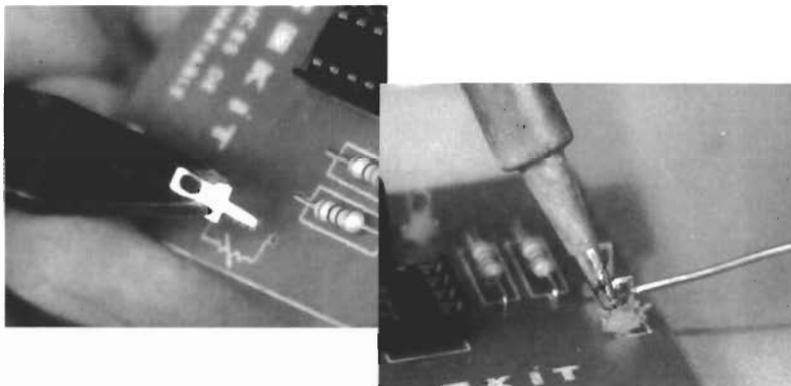


Figura 2.7 El terminal para circuito impreso, conocido popularmente como **espadin**, permite conectar cables a las tarjetas de circuito impreso de manera rápida y sencilla.

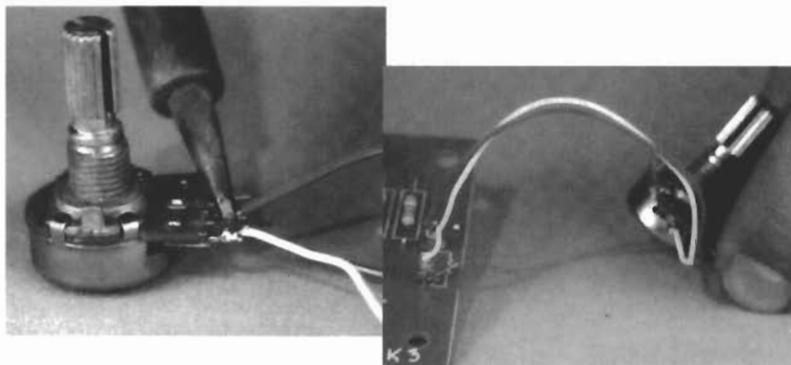
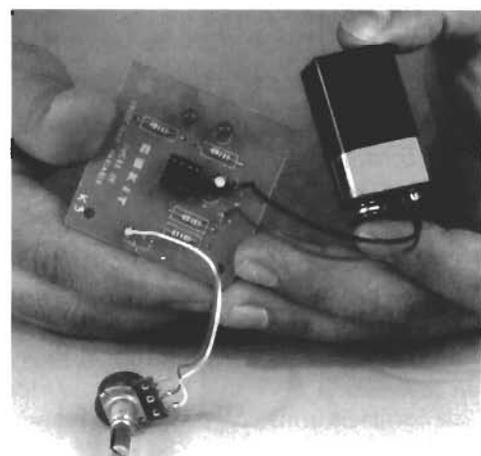


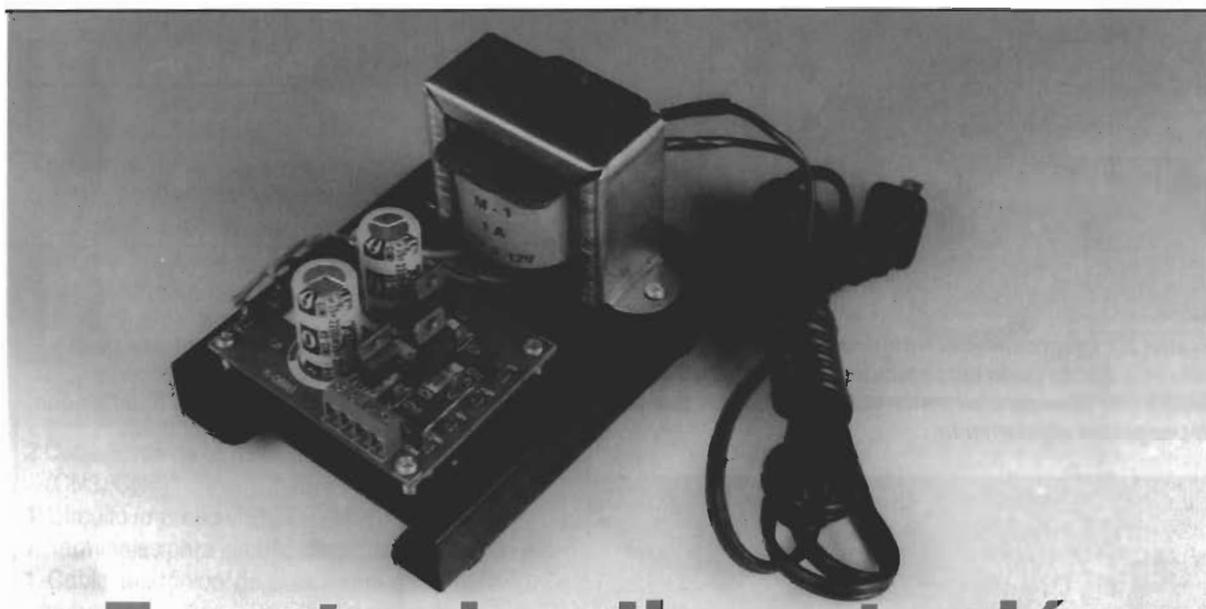
Figura 2.8 Una vez ubicados todos los elementos de la tarjeta, se deben soldar los cables a los terminales del potenciómetro y estos a su vez a los terminales para circuito impreso correspondientes.

Cuando se ha terminado de ensamblar el circuito, se debe revisar la correcta ubicación de los componentes y que no haya cortos causados por soldaduras defectuosas. Hecho lo anterior estamos listos para conectar la batería y apreciar los efectos luminosos esperados. La velocidad de las luces se puede modificar moviendo el eje del potenciómetro.

Figura 2.9 Para terminar se conecta el terminal para batería de 9 voltios a los terminales correspondientes. Se debe recordar que el terminal positivo es de color rojo y el negativo de color negro.



# Proyecto N° 3



## Fuente de alimentación de +5, +12 y -12VDC de 0,5A

Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que entrega tres voltajes constantes o regulados, +5V, +12V y -12V, los cuales sirven para alimentar todos los kits y experimentos que se realizan durante el curso, evitando así el uso de pilas o baterías que se desgastan rápidamente.

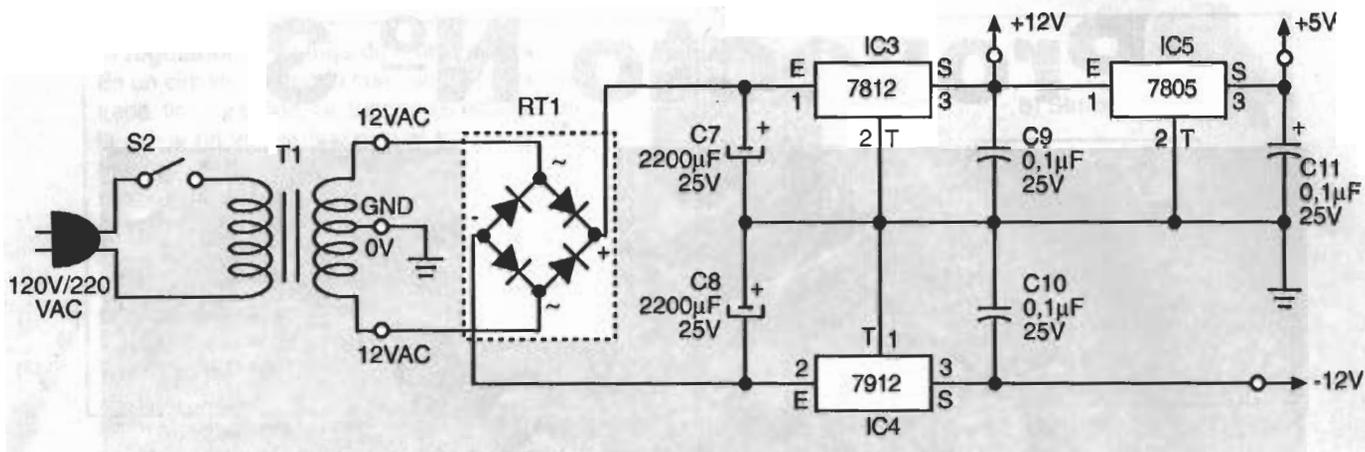
El funcionamiento de la fuente de alimentación se explica basado en el diagrama esquemático que se muestra en la figura 3.1 El circuito está formado por varios componentes muy importantes, el primero de ellos es *el transformador*, el cual toma el voltaje de corriente alterna de 110VAC (o de 220VAC en algunos países) a través de su bobina *primaria* y lo convierte a dos tensiones de 12VAC en el *secundario*; esta última

se puede observar en el diagrama esquemático marcada como 12-0-12.

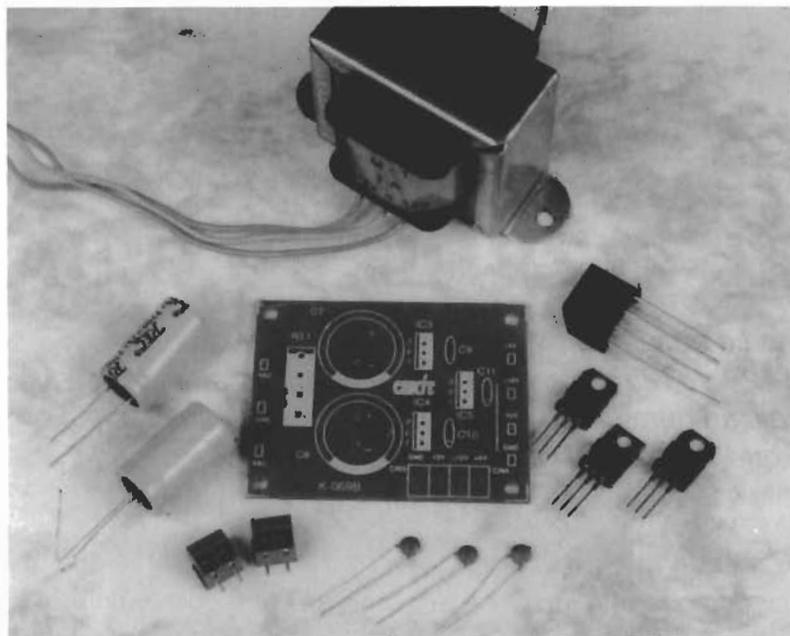
Los voltajes de corriente alterna obtenidos se deben pasar a corriente directa o continua, este proceso se llama *rectificación*. Para realizar dicha labor se utiliza el montaje con cuatro diodos que se muestra en el diagrama esquemático, esta estructura es conocida como *punteo rectificador*. Dicho circuito se puede obtener

conectando cuatro diodos independientes, pero dado que esa configuración es muy usada se puede utilizar también un dispositivo que tiene los 4 diodos en un sólo paquete, lo que representa algunas ventajas a la hora de armar el kit.

Las salidas del transformador marcadas con 12VAC se conectan a las entradas del puente rectificador que tienen el símbolo de corriente alterna  $\sim$ . Las salidas del puente rectificador que



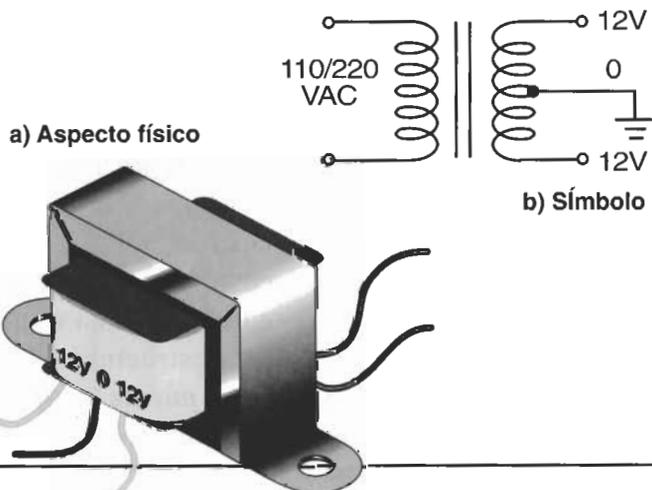
**Figura 3.1 Diagrama esquemático.** El transformador es el encargado de reducir la tensión de entrada de la línea AC, por su parte los reguladores de voltaje se encargan de mantener constante la salida de corriente directa que sirve para alimentar los experimentos que se ensamblen, evitando así el uso de pilas o baterías que se desgastan rápidamente.



**Figura 3.2 Componentes que forman el kit.** Antes de iniciar el ensamble del circuito se debe revisar que los componentes estén completos, haciendo la comparación con la lista de materiales.

**El transformador de potencia**

El transformador es un dispositivo que sirve para transferir energía eléctrica de un circuito a otro, utilizando el principio de la inducción magnética. Está conformado por dos bobinas, una de ellas se conecta al circuito de entrada y la otra al de salida; dichas bobinas están hechas de alambre de cobre esmaltado que se enrolla sobre un núcleo de material ferromagnético. Estos elementos sólo pueden trabajar con corriente alterna (como la que se encuentra en los tomacorrientes), se utilizan para elevar o reducir el voltaje según sea la necesidad.



## Lista de materiales

**Transformador**

T1: Primario=110VAC (ó 220VAC).  
 Secundario= 12-0-12 VAC.  
 Corriente= 1Amp.

**Condensadores**

C7, C8: 2200 $\mu$ F/25V, electrolítico  
 C9, C10, C11: 0,1 $\mu$ F, cerámico

**Semiconductores**

RT1: Puente rectificador de 3A  
 IC5: Regulador 7805 (+5V/1A)  
 IC3: Regulador 7812 (+12V/1A)  
 IC4: Regulador 7912 (-12V/1A)

**Electromecánicos**

2 Conectores de tornillo de 2 pines  
 (CN3, CN4)

1 Circuito impreso CEKIT K-069B  
 7 Terminales para circuito impreso  
 1 Cable telefónico de 5 cm para  
 puente

1 Cable de potencia con enchufe

**Accesorios opcionales \***

1 Chasis metálico para K-069B\*  
 4 Tornillo milimétrico de 3x15 con  
 tuerca\*  
 2 Tornillos milimétricos de 3x7 con  
 tuerca\*  
 4 Separadores plásticos de 1 cm\*  
 4 Patas de caucho\*

\* Opcional

están marcadas con el símbolo + y - van a alimentar los reguladores de voltaje de +12V (7812) y de -12V (7912) respectivamente. El cable central del secundario del transformador se conecta a la tierra de los reguladores de voltaje que están más adelante, con el fin de conformar la tierra de corriente continua general para el circuito. Hasta este punto, el voltaje que se ha obtenido a la salida del puente rectificador

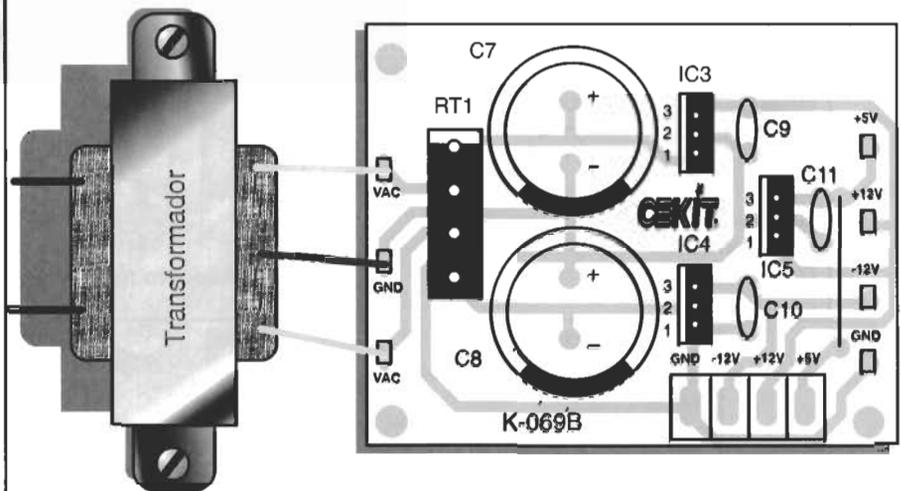


Figura 3.3 Guía de ensamblaje y circuito impreso. Se debe tener mucho cuidado para ubicar los componentes en forma correcta ya que el puente rectificador, los condensadores electrolíticos y los reguladores tienen una posición definida, si esta labor no se hace correctamente se puede dañar el componente.

no está regulado. Por lo tanto, puede variar de acuerdo a las fluctuaciones de la línea de corriente alterna que alimenta el primario.

Para mejorar la calidad de la señal que se ha obtenido se utilizan dos condensadores de 2200 $\mu$ F, uno de ellos conectado entre el voltaje positivo que va a la entrada del regulador de +12V (7812) y la tierra de corriente continua y el otro a la entrada del regulador de -12V (7912) y la misma tierra. El voltaje de entrada de estos reguladores debe ser de al menos 3V por encima de su especificación de salida, por ejemplo, para un regulador de 12V la tensión de entrada debe ser igual o superior a 15V.

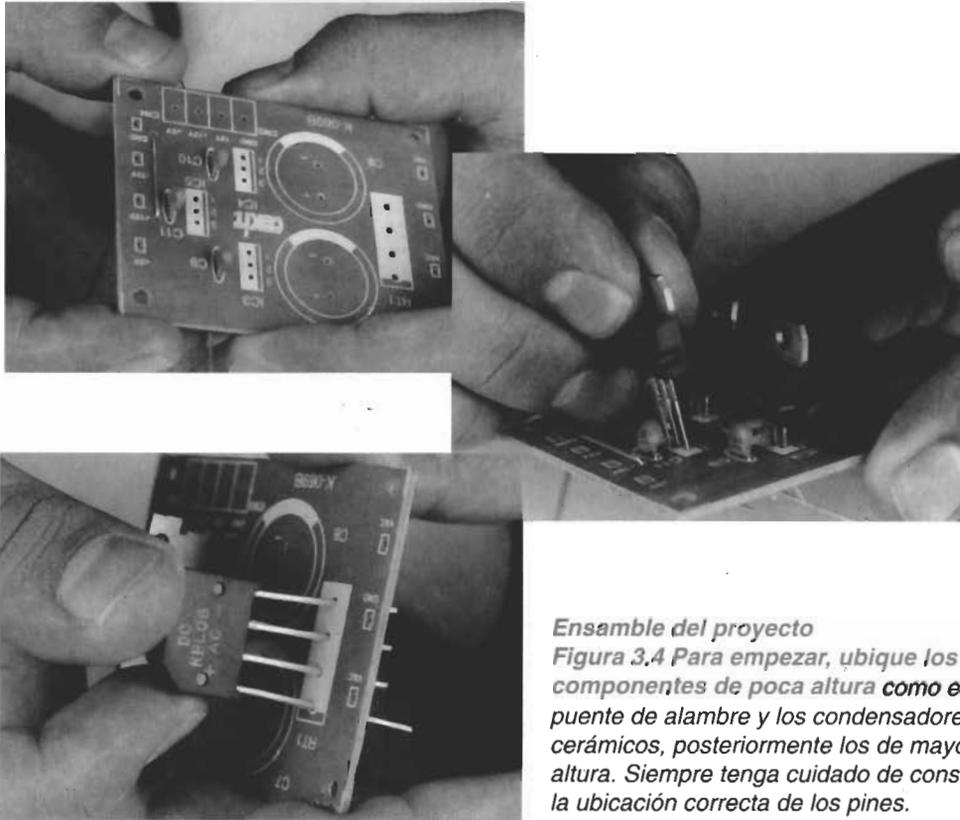
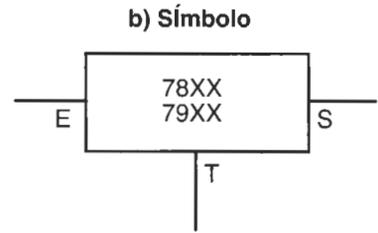
El trabajo de los reguladores de voltaje consiste en mantener a su salida un nivel constante, a pesar de las variaciones de su voltaje de entrada. Por ejemplo, para el regulador de +12V la tensión de alimentación puede variar entre +15 y +25 voltios y aún así su salida debe permanecer igual. En el circuito las salidas de los reguladores 7812 y 7912 van a los conectores directamente, en el circuito impreso se encuentran referenciados como +12 y -12. El regulador de 5V positivos toma su alimentación de la salida del regulador de +12V; su salida se lleva también directamente a los conectores de salida y está marcada en el circuito impreso como +5V.

**El regulador de voltaje de 3 terminales**

Es un circuito integrado que tiene 3 pines: entrada, tierra y salida. Su función es entregar en la salida un voltaje fijo, el cual sirve para alimentar circuitos electrónicos sin peligro de que sufran daños provocados por cambios de tensión. Los más populares son los de voltaje positivo de 5V (7805), los de 9 voltios (7809), los de 12 voltios (7812) y en voltaje negativo se consiguen los mismos valores, pero su referencia cambia, por ejemplo de -5V (7905), -9V (7909) y -12V (7912).



a) Aspecto físico

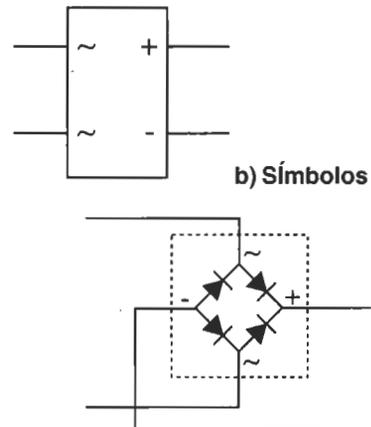
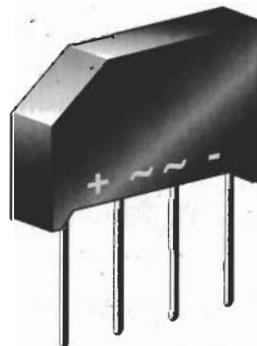


*Ensamble del proyecto  
Figura 3.4 Para empezar, ubique los componentes de poca altura como el puente de alambre y los condensadores cerámicos, posteriormente los de mayor altura. Siempre tenga cuidado de conservar la ubicación correcta de los pines.*

**El puente rectificador o puente de diodos**

Un puente rectificador es un dispositivo que contiene internamente 4 diodos conectados de la forma que se muestra en el diagrama. Se ha fabricado de esta forma debido a la gran utilización que tiene el circuito del puente rectificador, los cuales, si no se dispone del puente encapsulado en un sólo paquete, tendrían que implementarse con 4 diodos independientes; lo que implicaría mayor demora en el montaje y seguramente mayor espacio en el circuito impreso.

a) Aspecto físico

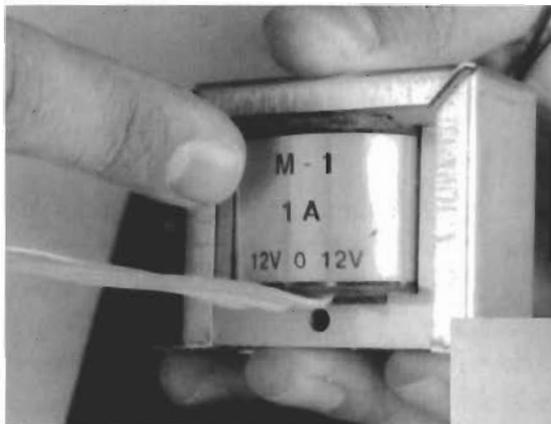
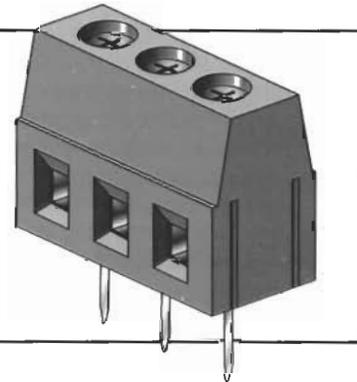




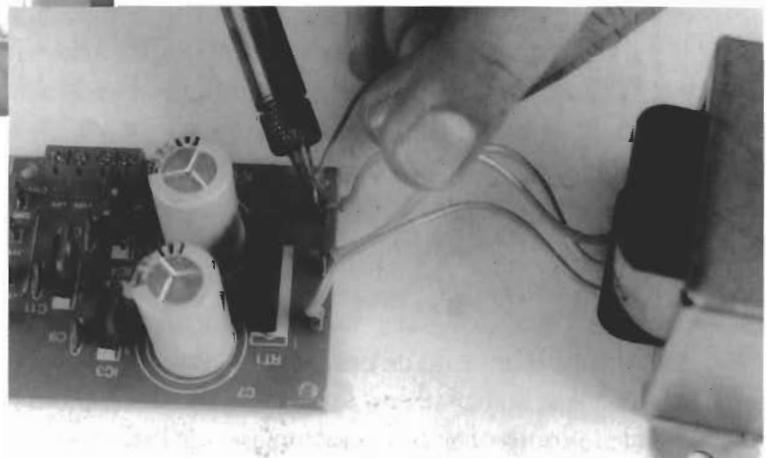
*Figura 3.5 Ubique los bloques de terminales y los espadines en el sitio correcto. Si se fija con detalle podrá ver las guías que permiten unir varios bloques para formar uno más grande, si esto no se hace, los conectores no quedan ubicados de forma correcta.*

### El bloque de terminales

Popularmente se le conoce como **terminal de tornillo** o **regleta**, es un elemento que permite hacer conexión de cables a circuitos impresos de una manera rápida y muy segura. Posee un tornillo para apretar o aflojar el cable que se introduce dentro de su cavidad. Una de sus principales ventajas es su capacidad para manejar corrientes de varios Amperios. Estos conectores poseen en sus lados unas guías que permiten unir varios de ellos, con el fin de formar un bloque de terminales más grande.

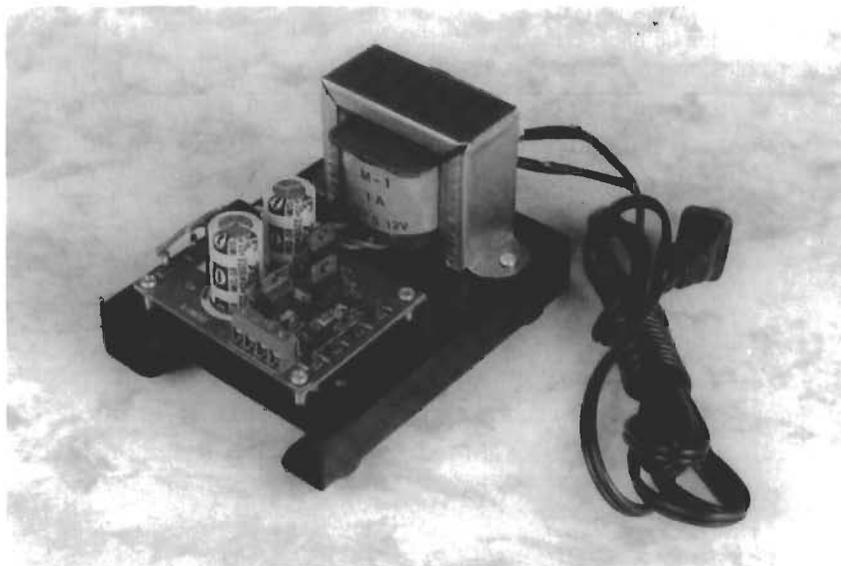


*Figura 3.6 La salida del transformador (12-0-12) se debe conectar a los espadines del circuito impreso marcados como VAC-GND-VAC respectivamente. Por su parte, la entrada del transformador se conecta con el cable de potencia y el enchufe para que pueda ser conectado a la red de corriente alterna.*





*Figura 3.7 Para ubicar la fuente sobre una base firme y segura se puede utilizar un chasis o pieza metálica sobre la que se fijan el circuito impreso y el transformador. Para esto se utilizan tornillos con tuerca y un separador plástico que permita separar la parte inferior de la plaqueta de la lámina metálica, esto con el fin de evitar posibles cortos. En la gráfica se aprecia el detalle de dicho montaje.*

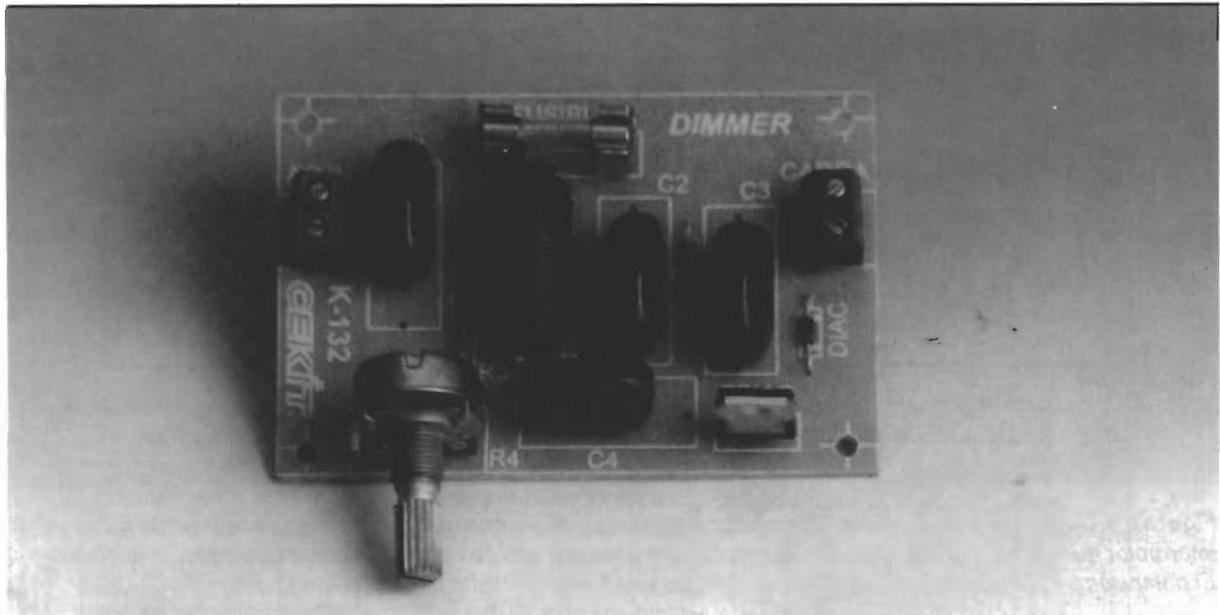


*Figura 3.8 Una vez terminado el montaje se dispone de un excelente instrumento de laboratorio que se utiliza en casi todos los experimentos.*

La entrada de corriente alterna al primario del transformador se hace con un cable calibre N° 18 AWG y un enchufe, se debe tener cuidado de cubrir con cinta aislante las uniones o soldaduras que se hagan en este lado del transformador, ya que la tensión o voltaje de la línea es muy alto.

Cuando se ha terminado de ensamblar el circuito, se debe revisar la correcta ubicación de los componentes y que no haya cortos causados por soldaduras defectuosas. Si se dispone de un multímetro, se puede comprobar el funcionamiento de la fuente midiendo los voltajes de salida. ➡

# Proyecto N° 4



## Control de luminosidad

*Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que permite controlar la cantidad de potencia con que se alimenta una carga de corriente alterna, en este caso particular conectaremos una lámpara incandescente, aunque se puede utilizar en otros aparatos como el motor de un taladro, por ejemplo.*

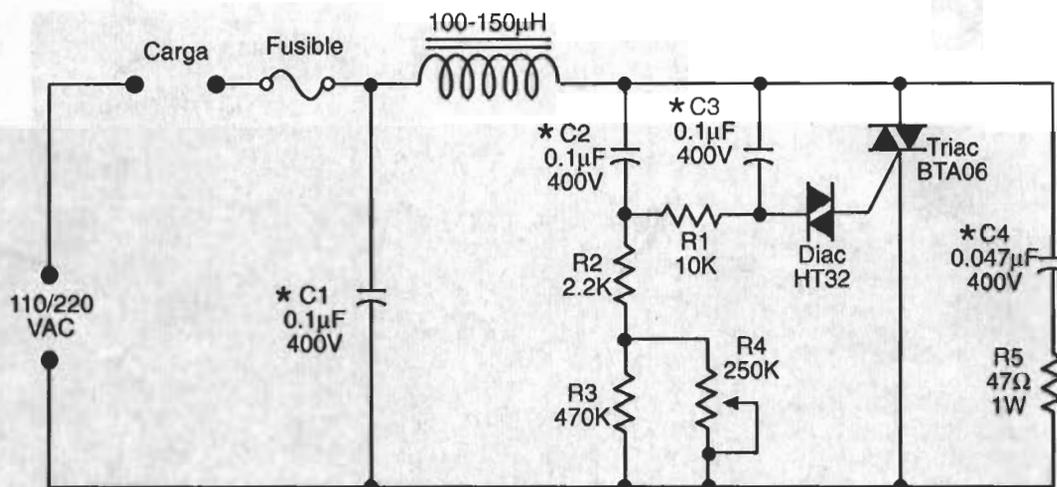
El control de iluminación se conoce popularmente como **dimmer**, sirve para controlar la intensidad con que ilumina una lámpara incandescente, lo cual es muy útil porque permite adecuar la luz de un ambiente para cada ocasión. Su funcionamiento se explica basado en el diagrama esquemático que se muestra en la figura 4.1.

El circuito está formado por varios componentes importantes, el primero de ellos es el

**Triac**, el cual actúa como un interruptor que se cierra cada vez que recibe un pulso en el pin llamado **Gate** o compuerta. A partir de ese momento la corriente puede circular a través de sus terminales **MT1** y **MT2** y de esta manera se puede alimentar la carga que está conectada en el circuito. La forma de controlar la cantidad de potencia que se aplica en dicha carga consiste en hacer que el disparo o activación del triac se haga durante más o menos

tiempo, así se tiene mayor o menor voltaje promedio aplicado sobre la misma.

Para controlar los tiempos de activación del triac se tiene un circuito formado por resistencias y condensadores, los cuales funcionan de la siguiente manera: Cuando se aplica voltaje al sistema el condensador **C3** empieza a cargarse a través de las resistencias **R1**, **R2**, **R3** y el potenciómetro **R4**; una vez que el voltaje sobre los



\* Un aspecto importante es que cuando se trabaja con corriente alterna de 110VAC los condensadores deben ser de 400 voltios, cuando se trabaja con 220VAC, deben ser de al menos 600 voltios.

Figura 4.1 Diagrama esquemático. El componente central de este proyecto es el triac, el cual actúa como un interruptor que se encarga de controlar la cantidad de potencia que se aplica a la carga que se ha conectado. El potenciómetro R4 es el que permite al usuario variar el valor de dicha potencia.

terminales del **Diac** alcanza su voltaje de ruptura (generalmente 30V), este conduce y permite que el condensador C3 se descargue hacia el *Gate* del triac, haciendo que este entre en conducción y por lo tanto la carga recibe alimentación. Se puede deducir que entre mayor sea el valor de las resistencias mayor será el tiempo de carga del condensador y por lo tanto la carga recibirá menor potencia. El condensador C2 se agrega para reforzar la tensión de C3 en el momento de la descarga.

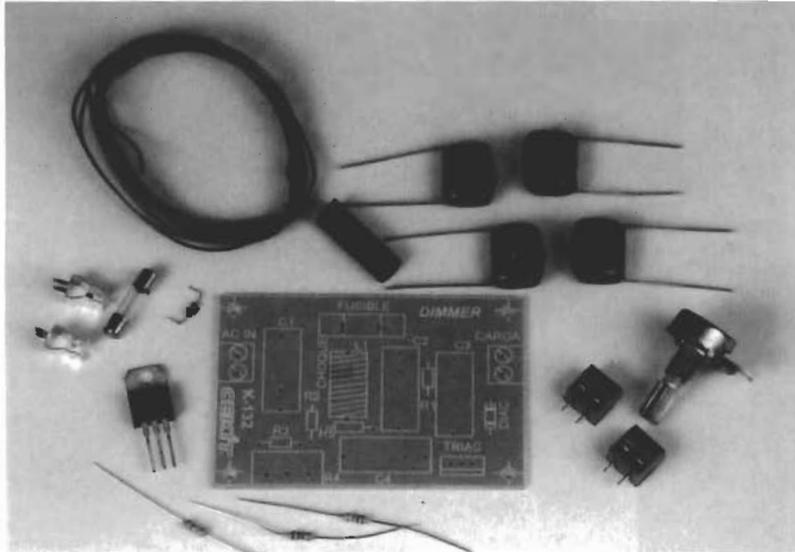
De la misma forma en que se maneja la potencia aplicada sobre una lámpara, se puede controlar también la velocidad de giro del motor de un taladro o de un moto-tool. Dichos mo-

tores, por ser cargas de tipo inductivo, pueden presentar unos picos o sobrevoltajes muy elevados en el momento de quitarles la alimentación, los cuales pueden dañar el triac. Para evitar este problema, se ha colocado la red formada por el condensador C4 y la resistencia R5 en paralelo con el triac; el condensador se encarga de absorber los sobrevoltajes generados por la bobina del motor y la resistencia se encarga de limitar la corriente de descarga de dicho condensador sobre el triac.

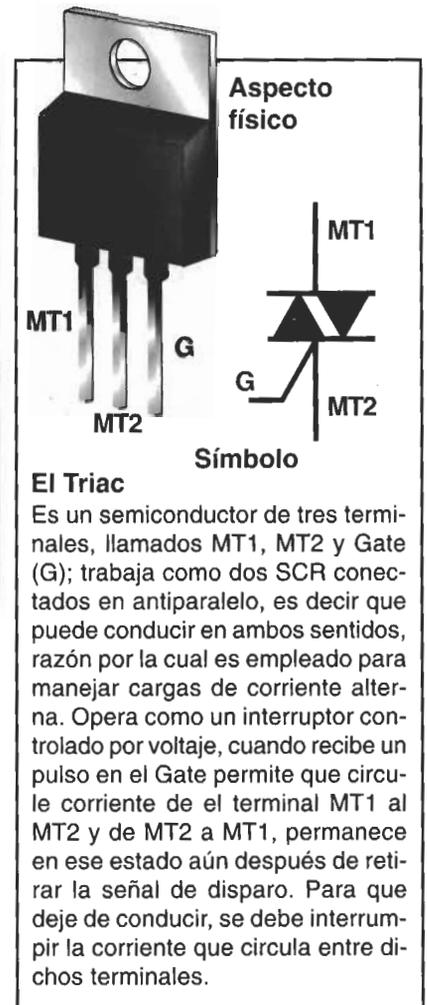
La red formada por el condensador C1 y la bobina L1 sirven como filtro para garantizar que no se produzca interferencia de radiofrecuencia sobre la línea de corriente alterna. Dicha inter-

ferencia se puede presentar debido a la activación y desactivación del triac.

El fusible que se instala en serie con la carga, es una medida de protección contra los cortocircuitos que se puedan presentar y su valor depende de la cantidad de corriente que ella consume. Otro aspecto importante es la capacidad de corriente del triac. En este caso utilizamos uno de 10 amperios, pero cuando la carga consume más de 4 ó 5, se debe utilizar un disipador de calor que le permita a este soportar la elevada temperatura que se genera cuando dicha corriente circula a través de él. Aunque en la mayoría de las aplicaciones, como la lámpara incandescente, por ejemplo, no es necesario utilizarlo.



**Figura 4.2** Componentes que forman el kit. Antes de iniciar el ensamble del circuito debemos estar seguros de tener todos los componentes necesarios. De esta forma el trabajo se hace más rápido ya que no hay interrupciones; para esto debemos revisar con cuidado la lista de materiales.



### Lista de materiales

#### Resistencias

- R1: 10 K $\Omega$  a 1/4W
- R2: 2,2 K $\Omega$  a 1/4W
- R3: 470 K $\Omega$  a 1/4W
- R5: 47  $\Omega$  a 1W
- R4: Potenciómetro 250 K $\Omega$

#### Condensadores

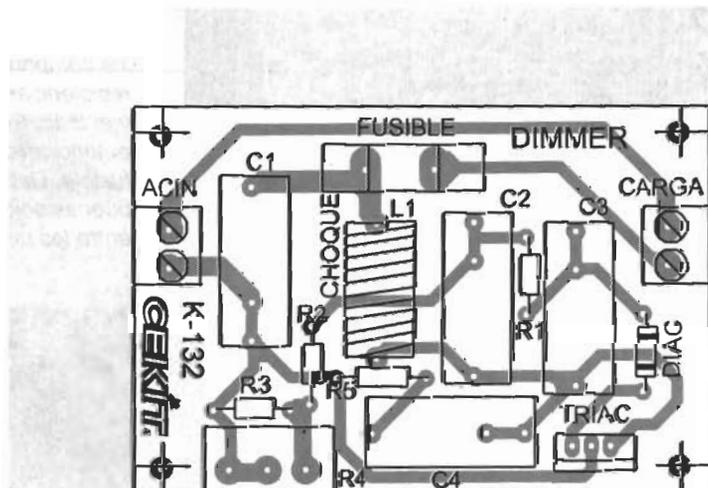
- C1, C2, C3: 0,1 $\mu$ F/400V (600V)
- C4: 0.047 $\mu$ F/400V (600V)

#### Semiconductores

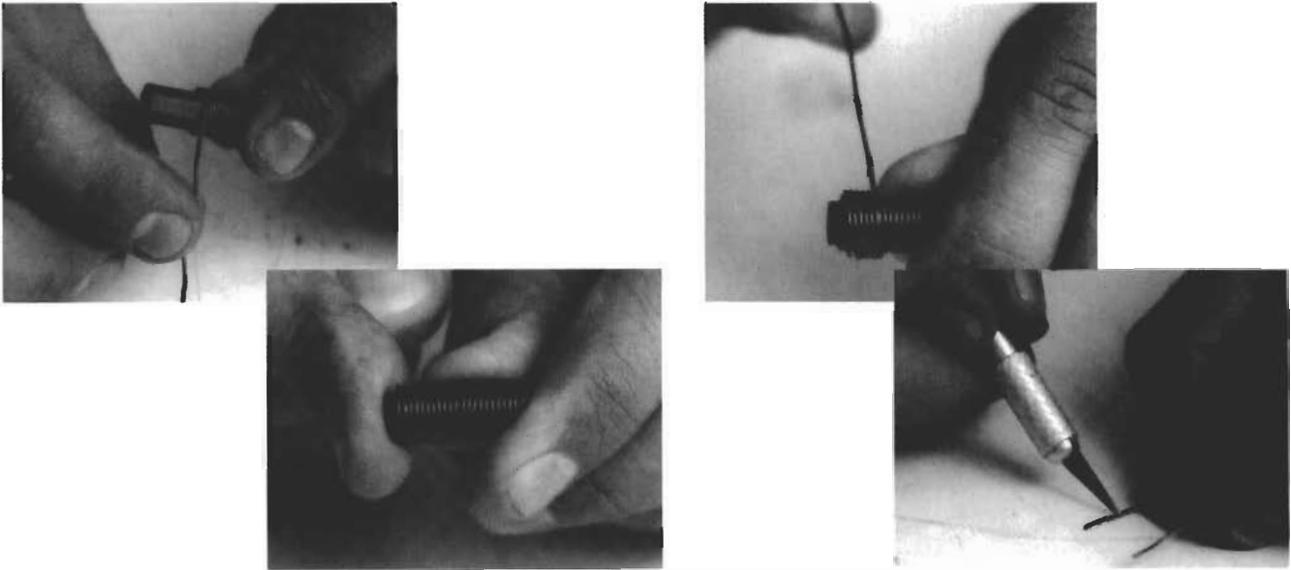
- 1 Triac de 10A/400V BTA06 o similar
- 1 Diac HT32

#### Varios

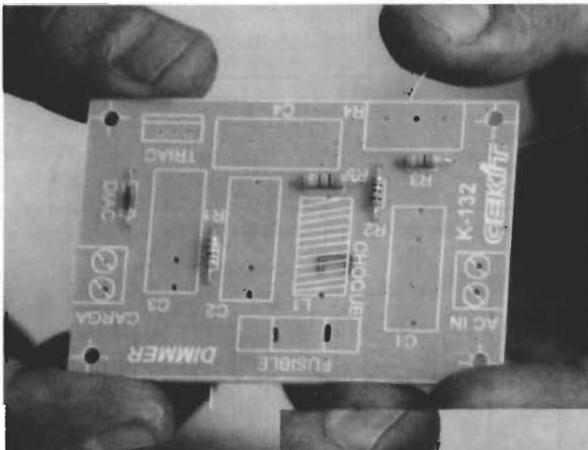
- 1 Núcleo de ferrita de 2 cm de largo y 5 a 8mm de diámetro
- 1 Alambre esmaltado para bobinas calibre # 22 (1 m)
- 1 Fusible corto de 3 Amp.
- 2 Terminales de portafusible para circuito impreso
- 2 Conectores de tornillo de 2 pines
- 1 Circuito impreso K-132
- 1 Cable de potencia con enchufe



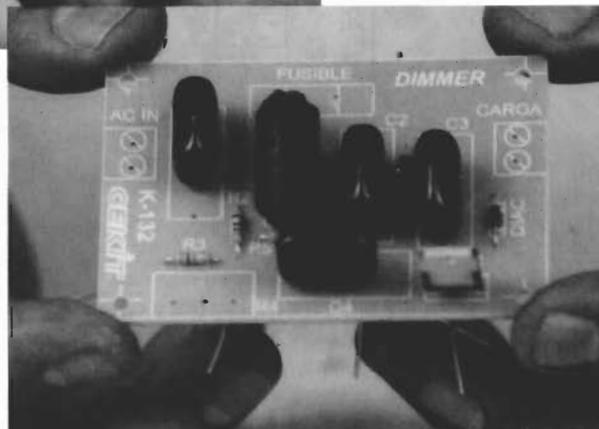
**Figura 4.3** Guía de ensamble y circuito impreso. Se debe tener mucho cuidado para ubicar los componentes en forma correcta. En el caso de los condensadores se ha dispuesto un montaje muy flexible ya que se pueden utilizar condensadores de 400 ó de 600 voltios, por eso se tiene doble perforación y un buen espacio en el circuito impreso.

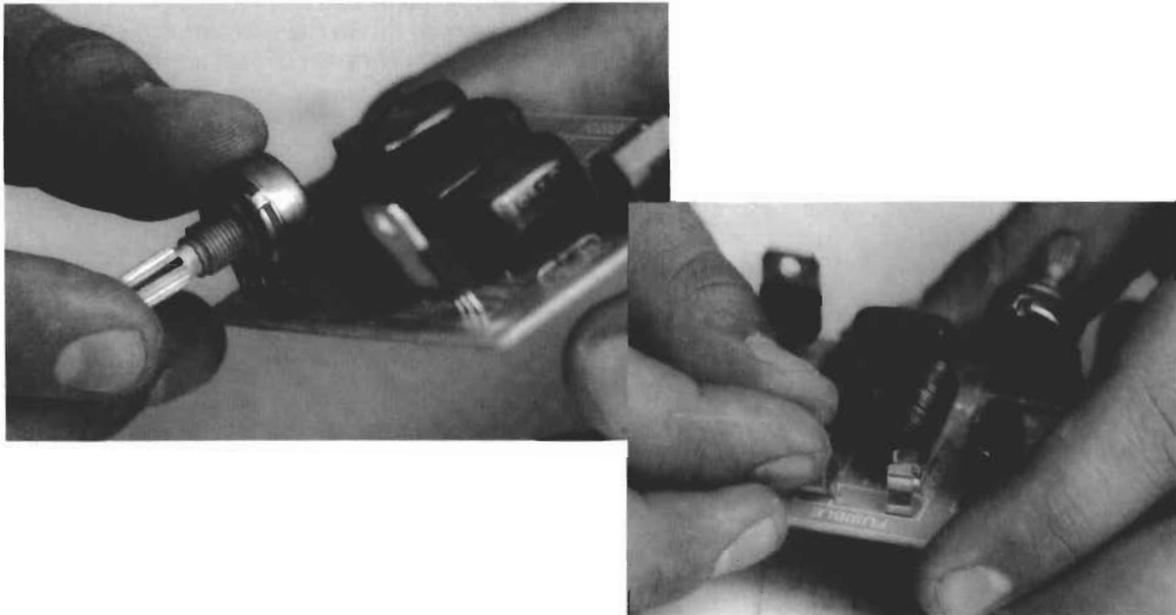


**Figura 4.4** Para empezar, construya la bobina o choque que hace parte del filtro de entrada. Para ello se utiliza un núcleo de ferrita de unos 2 cm de largo y aproximadamente 1 metro de alambre esmaltado, del que se usa para bobinar motores y transformadores, calibre #22 AWG. Para lograr la bobina que deseamos construir se necesitan unas 40 vueltas del alambre sobre el núcleo, las cuales deben ir distribuidas en dos capas de 20 vueltas cada una. Se debe tener mucho cuidado al realizar esta labor ya que el alambre se puede desprender o aflojarse y esto afectaría el funcionamiento del mismo. Para evitar esto, se puede pensar en utilizar un poco de pegante para que el alambre no se mueva de su sitio. Una vez terminada esta labor, se deben pelar las puntas del alambre que van a ir soldadas al circuito impreso para evitar que el esmalte que lo aísla cause problemas de adherencia de la soldadura.



**Figura 4.5** Para empezar el ensamble ubique los componentes de poca altura como las resistencias, luego los condensadores, el choque y el triac. Posteriormente se debe ubicar el potenciómetro y los terminales que sostienen el fusible. Debe tenerse especial cuidado de hacer buenas soldaduras y no causar cortocircuitos entre los pines de los componentes.





### El fusible

Es un hilo conductor construido en aluminio, níquel o cobre, con una delgada capa de recubrimiento. Generalmente se encuentra dentro de un tubo de vidrio con unas caperuzas metálicas en el exterior que sirven para hacer contacto con el resto del circuito. Como se construyen de diferentes espesores o diámetros, están en capacidad de soportar diferentes cantidades de corriente a través de ellos. Se utilizan en un circuito para proteger a los otros elementos contra una sobrecarga producida por un cortocircuito. La corriente en exceso derrite el elemento fusible y abre el circuito, con esto se logra que el daño ocurra solamente en el fusible y no en el resto del aparato. El fusible que se ha quemado se puede reemplazar por uno nuevo, luego de reparar la falla que ocasionó la sobrecarga.



Símbolo

Aspecto físico

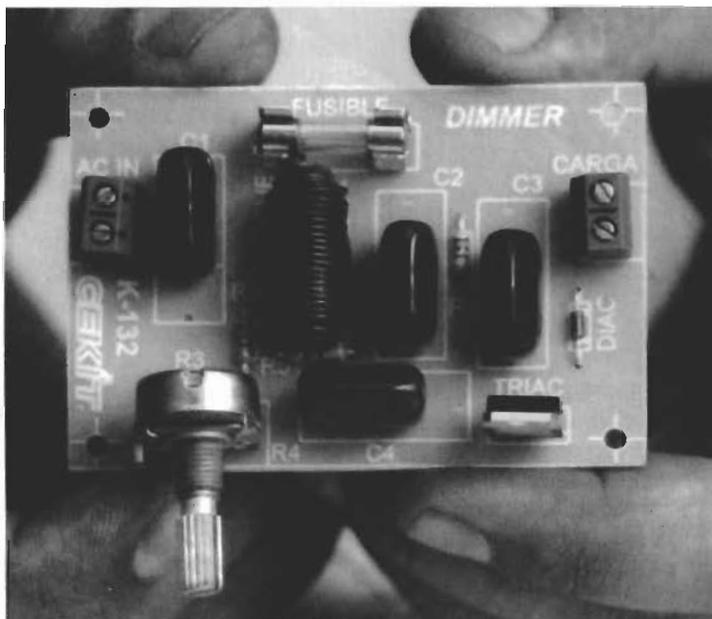
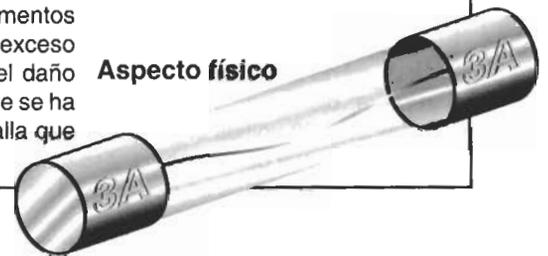
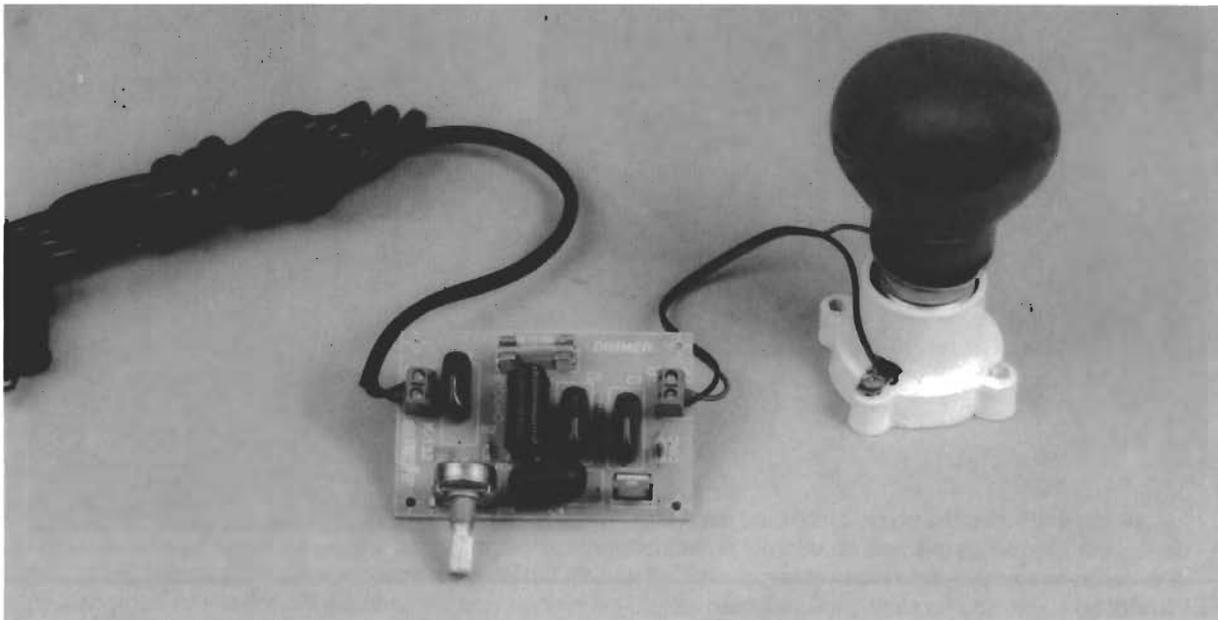


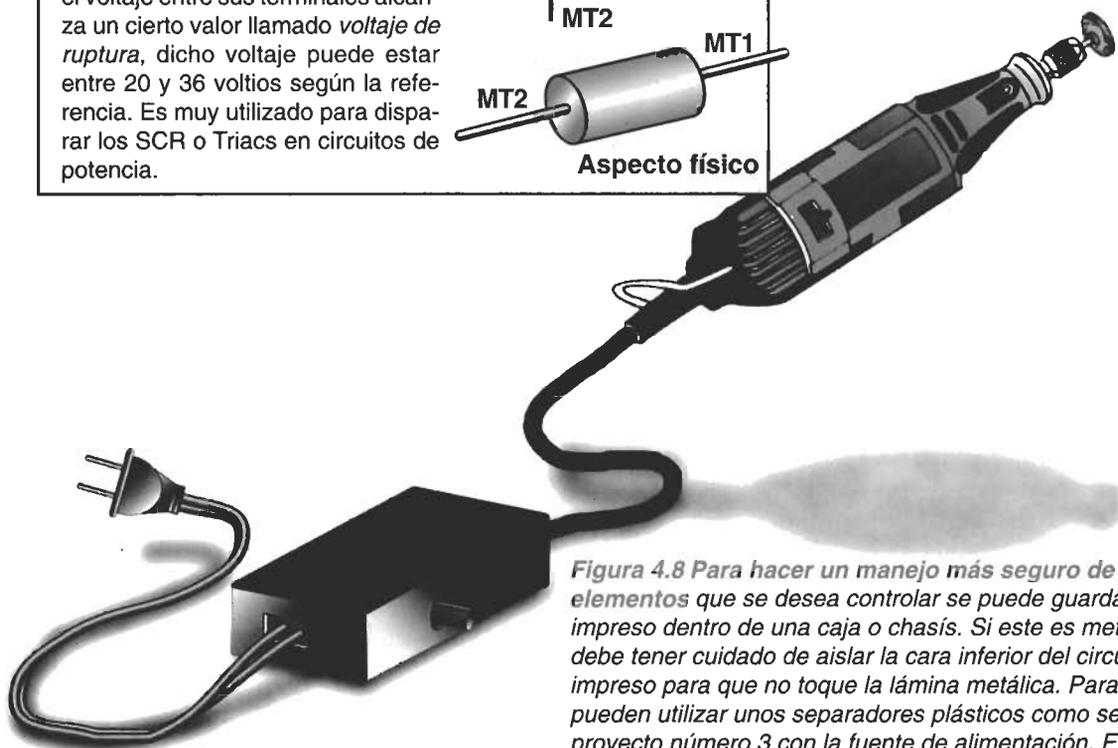
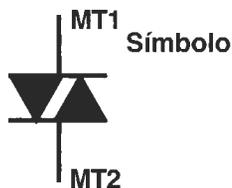
Figura 4.6 Una vez terminado el ensamble se debe instalar el fusible, el cual debe tener un valor adecuado para el consumo de la carga que se va a manejar. El resultado final es un circuito de control que tiene múltiples aplicaciones .

**Figura 4.7** El ejemplo clásico de aplicación consiste en manejar la intensidad de una lámpara. Ese elemento se debe conectar en la salida del circuito, en el conector de tornillo que está marcado con la palabra carga. La entrada, que está marcada como AC IN, se conecta a la línea de corriente alterna.



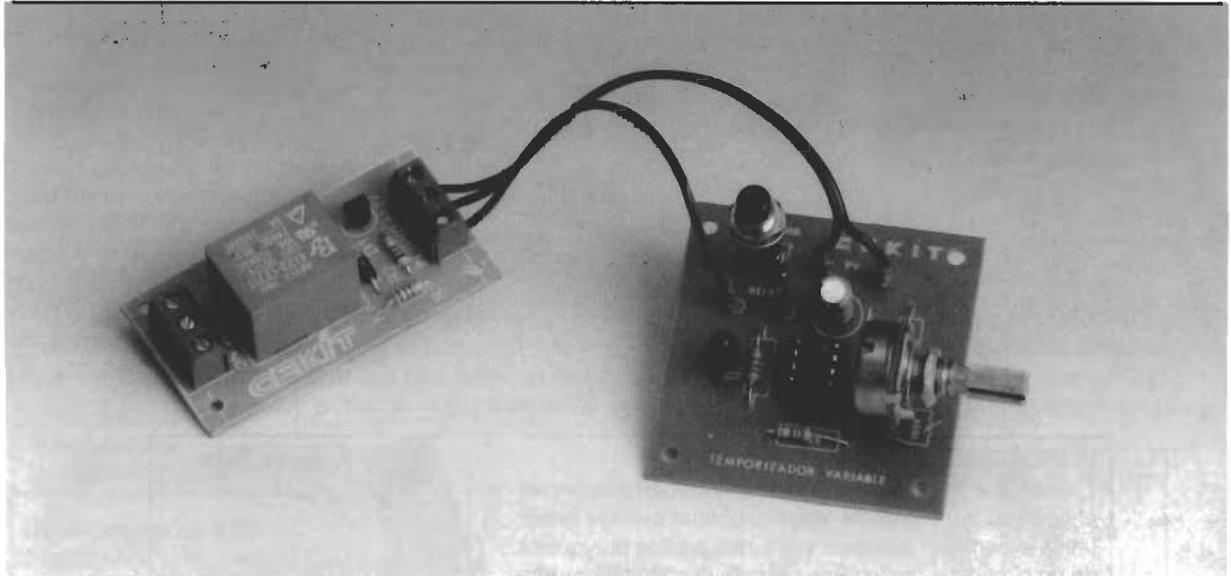
**El Diac**

Es un dispositivo semiconductor de dos terminales, llamados MT1 y MT2. Actúa como un interruptor bidireccional, el cual se activa cuando el voltaje entre sus terminales alcanza un cierto valor llamado *voltaje de ruptura*, dicho voltaje puede estar entre 20 y 36 voltios según la referencia. Es muy utilizado para disparar los SCR o Triacs en circuitos de potencia.



**Figura 4.8** Para hacer un manejo más seguro de los elementos que se desea controlar se puede guardar el circuito impreso dentro de una caja o chasis. Si este es metálico se debe tener cuidado de aislar la cara inferior del circuito impreso para que no toque la lámina metálica. Para lograrlo se pueden utilizar unos separadores plásticos como se vió en el proyecto número 3 con la fuente de alimentación. En la figura se muestra este montaje conectado para regular la velocidad de un moto-tool. ➔

# Proyecto N° 5



## Temporizador de eventos cortos con relé

*Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que permite controlar el tiempo durante el cual se activa una carga. Una vez el tiempo termine, ésta se debe apagar nuevamente.*

En general, un temporizador es un circuito que permite controlar el tiempo durante el cual se realiza alguna operación. Sus aplicaciones son múltiples, entre ellas se encuentran: encender una lámpara o un electrodoméstico durante un tiempo determinado, encender un ventilador a una hora determinada y apagarla un tiempo después, etc.

El circuito que construimos en esta ocasión, sirve para

realizar el control del tiempo en que permanece activado un relé luego que el usuario oprime el botón de arranque. Su funcionamiento se explica basado en el diagrama esquemático que se muestra en la figura 5.1.

El componente central del circuito es el integrado 555, el cual actúa como un *monostable*, es decir que normalmente conserva en su salida el mismo nivel lógico y para hacerlo cambiar se debe oprimir el

interruptor S1. Luego de terminado el período correspondiente, el circuito vuelve a su estado normal. Para que la salida vuelva a cambiar de nivel, nuevamente es necesario aplicar otro estímulo con el pulsador S1. De esta forma, cada vez que se ponga un nivel negativo en el pin 2 mediante dicho pulsador, la salida por el pin 3 entregará un nivel lógico alto que sirve para encender el LED piloto y para accionar el relé de salida.

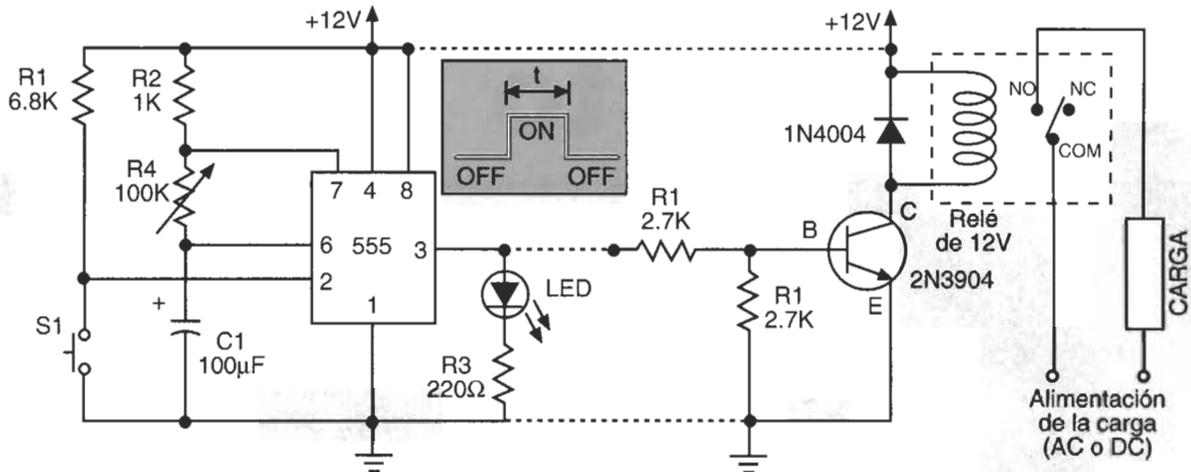


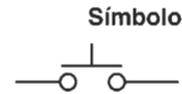
Figura 5.1 Diagrama esquemático. El circuito integrado 555 se encarga de hacer la temporización cada vez que se oprime el interruptor pulsador S1; su salida, por el pin número 3, hace que se encienda un LED que sirve como piloto para verificar el funcionamiento del temporizador y a la vez se utiliza para activar el transistor que maneja el relé. El potenciómetro R4 es el que permite al usuario variar el tiempo durante el cual se activa la salida.

**El interruptor pulsador**

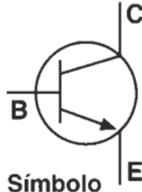
Existen dos tipos de interruptor pulsador. El primero es el llamado normalmente abierto, el cual permite hacer unión o contacto eléctrico entre dos puntos cualquiera de un circuito, y por lo tanto permite el paso de corriente, cada vez que se oprime el botón accionador. El segundo es el normalmente cerrado, el cual siempre tiene unidos sus dos pines y en el momento de oprimir el botón, se interrumpe la conexión.



**Aspecto físico**



**Aspecto físico**



**Símbolo**

**El transistor bipolar**

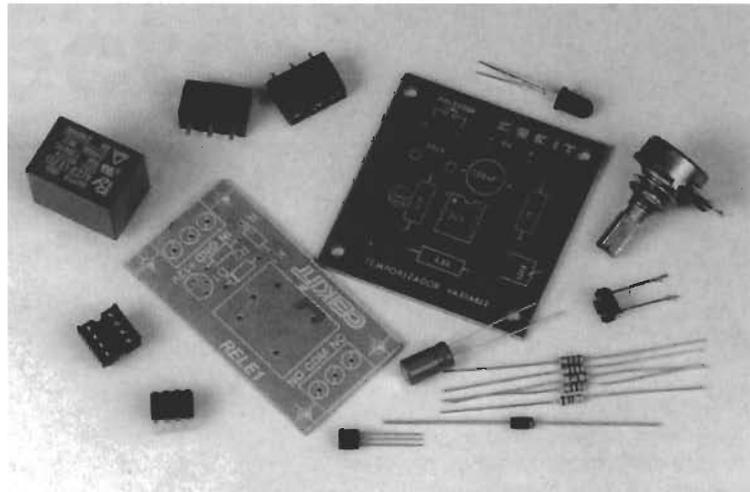
Es un dispositivo semiconductor de tres terminales: base (B), emisor (E) y colector (C). Se puede utilizar como amplificador o como interruptor electrónico, esto depende de la configuración del circuito en que se esté utilizando. Existen dos clases de transistor bipolar, los NPN y los PNP. Para su mejor comprensión se recomienda estudiar el tema de semiconductores en sección de **Electrónica Básica**. El que utilizamos en este proyecto es un NPN; su forma física corresponde al que se muestra en el dibujo, el cual viene en un encapsulado plástico tipo TO-92.

El tiempo durante el cual permanece activada la salida del temporizador está determinado por la resistencia R2, el potenciómetro R4 y el condensador C1; para variar dicho período se debe girar el potenciómetro R4. De esta forma se consigue un tiempo máximo y un tiempo mínimo que está determinado por C1. Si se desea aumentar o disminuir los períodos de tiempo, se debe aumentar o disminuir el valor de C1.

La tarjeta del relé es muy simple. Consta de un transistor que recibe en la base el pulso positivo del integrado 555 y entrega en su salida (el colector) un nivel negativo, el cual hace que la bobina del relevo se polarice correctamente y por lo tanto se unen los contactos común (COM) y normalmente abierto (NO) del relevo. El funcionamiento del relevo es muy simple. Cada vez que se

polarice correctamente su bobina, en este caso con 12VDC, los contactos mecánicos de salida cambian de posición, es decir, si en estado de reposo están unidos el terminal común y el normalmente cerrado, en el momento de aplicar voltaje a la bobina se unen el común y el normalmente abierto. Cuando se retire la alimentación los contactos vuelven a su estado de reposo.

**Figura 5.2 Componentes que forman el proyecto.** Antes de iniciar el ensamble del circuito debemos estar seguros de tener todos los componentes necesarios. De esta forma el trabajo se hace más rápido ya que no hay interrupciones; para esto debemos revisar con cuidado la lista de materiales.



**Lista de materiales**

**Resistencias de 1/4W**

- 1 - 220 ohm
- 1 - 1 K a
- 2 - 2,7 K
- 1 - 6,8 K
- 1 - Potenciometro de 100 KΩ

**Condensador**

- 1 Electrolítico de 100μF/25V

**Semiconductores**

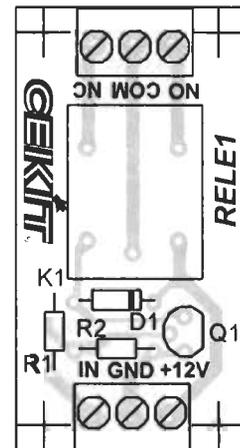
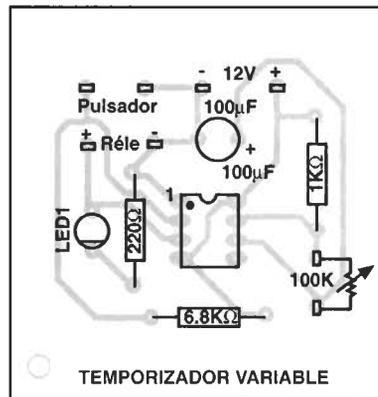
- 1 Transistor 2N3904 (NPN)
- 1 LED rojo de 5 mm
- 1 Diodo 1N4004

**Circuito integrado**

- 1 555

**Varios**

- 1 Interruptor pulsador normal- mente abierto
- 1 Relé de 12V encapsulado
- 1 Base para circuito integrado de 8 pines
- 6 Terminales para circuito impreso
- 2 Conectores de tornillo de 3 pines
- 1 Circuito impreso ref. K5
- 1 Circuito impreso ref. RELE1
- 1 Cable calibre 22 AWG, 30 cm

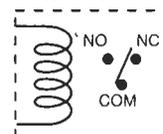


**Figura 5.3 Guías de ensamble y circuitos impresos.** Este kit se ensambla sobre dos tarjetas de circuito impreso. Una de ellas corresponde al temporizador propiamente dicho (circuito impreso K5), en el que se incluye el LED piloto, la conexión a la fuente de alimentación y el potenciometro de control del tiempo. La otra tarjeta corresponde a la parte de manejo de potencia y la conforman el relé y el transistor que controla la bobina del mismo (circuito impreso RELE1). El montaje se hace en dos tarjetas separadas para permitir el uso del relé en otros kits, en los cuales se requiera el manejo de alguna carga de potencia.

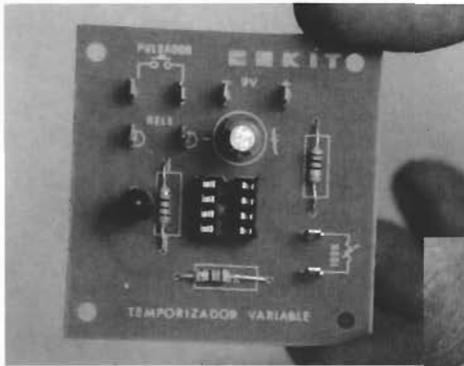
**El relé**

Es un dispositivo electromecánico que actúa como un interruptor controlado por voltaje. Su funcionamiento consiste en cerrar o unir sus contactos común (COM) y normalmente abierto (NO) cada vez que se energiza o se le da el voltaje adecuado en los pines de su bobina. Cuando no se aplica voltaje en ella, el contacto común se une al normalmente cerrado (NC). Los contactos mecánicos del relevo son independientes de la bobina; por lo tanto, este componente se puede utilizar para manejar señales o cargas de alta potencia (por ejemplo lámparas y motores), las cuales pueden ser controladas desde circuitos de baja potencia.

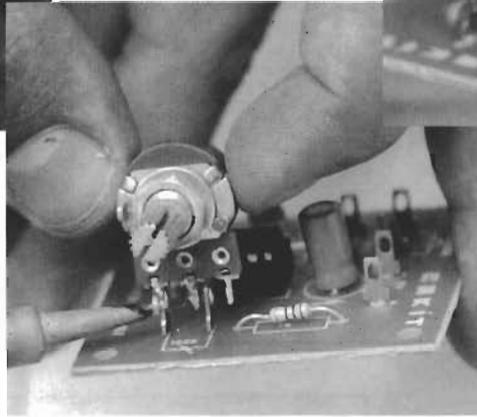
**Símbolo**



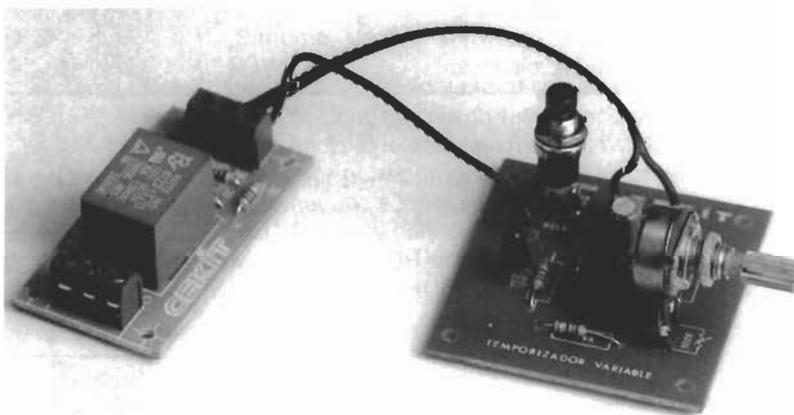
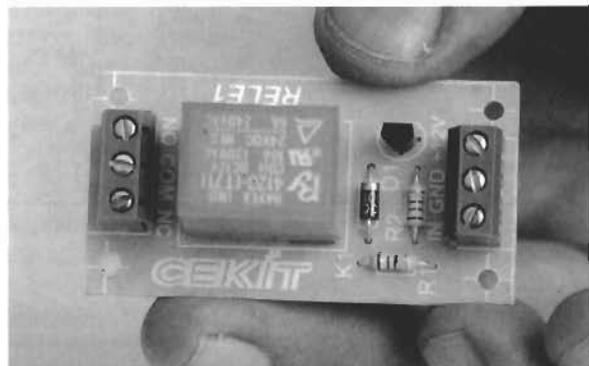
**Aspecto físico**



**Figura 5.4** El ensamble de la tarjeta del temporizador es muy sencillo; se debe tener en cuenta que el integrado 555 se ubica sobre una base y que el potenciómetro y el interruptor pulsador se conectan a los espadines. Esto último representa una ventaja ya que, si se desea, esos elementos de control se podrían ubicar sobre algún panel o tablero, permitiendo así que las tarjetas se guarden dentro de un chasis o caja metálica.



**Figura 5.5** Para el ensamble de la tarjeta del relé solamente se requiere poner atención al plano esquemático y a las indicaciones que están en el circuito impreso.



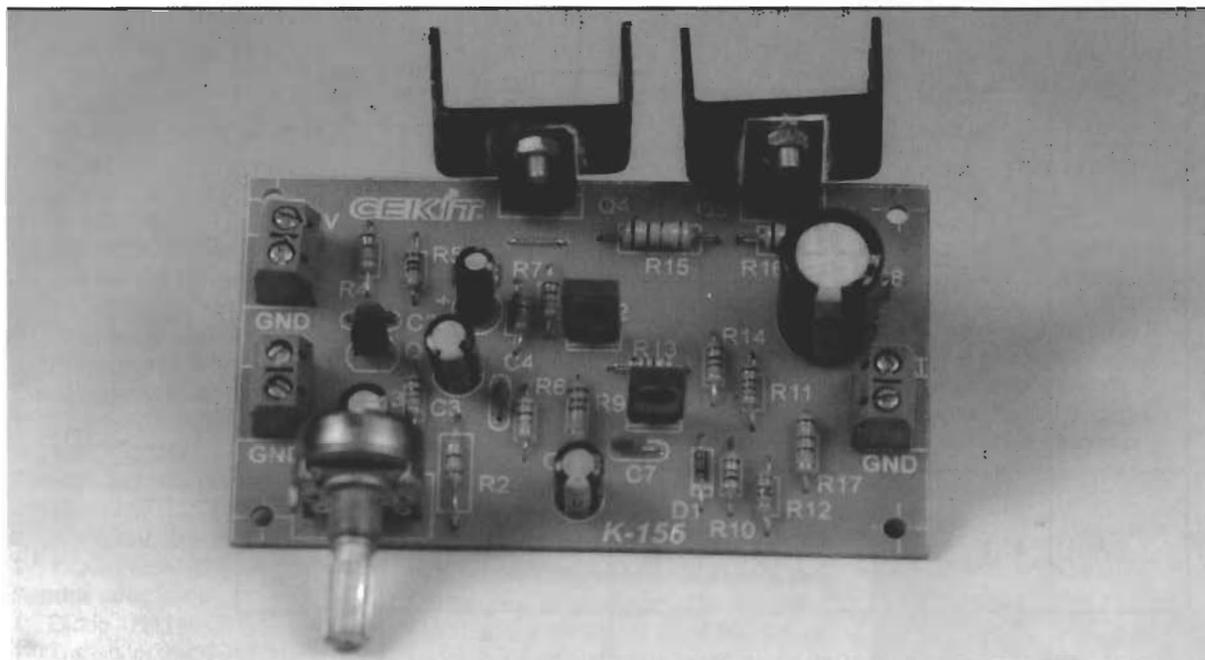
**Figura 5.6** Una vez terminado el ensamble se deben unir las tarjetas. Para ello se deben conectar los pines de alimentación de ambos circuitos, teniendo cuidado de conservar la polaridad adecuada para +12V y para la tierra. El cable del temporizador que sirve para controlar el relevo se conecta a la tarjeta RELE1, en el pin de entrada marcado IN.

\*Estos circuitos se pueden alimentar con una fuente de +12VDC. Para ello se puede utilizar el kit de fuente de alimentación que se construyó en el proyecto N° 3

### Forma de utilizarlo

Cuando se desea manejar una carga (por ejemplo un bombillo de 110 ó 220 VAC) a través del temporizador, uno de los cables de dicha carga pasa directamente hacia su fuente de alimentación y el otro se debe cortar para conectar las dos puntas resultantes en los contactos común (COM) y normalmente abierto (NO) del relevo, de esta forma la carga sólo se activa cuando el circuito de control lo permite. ⚡

# Proyecto N° 6



## Amplificador de audio de 2W con transistores

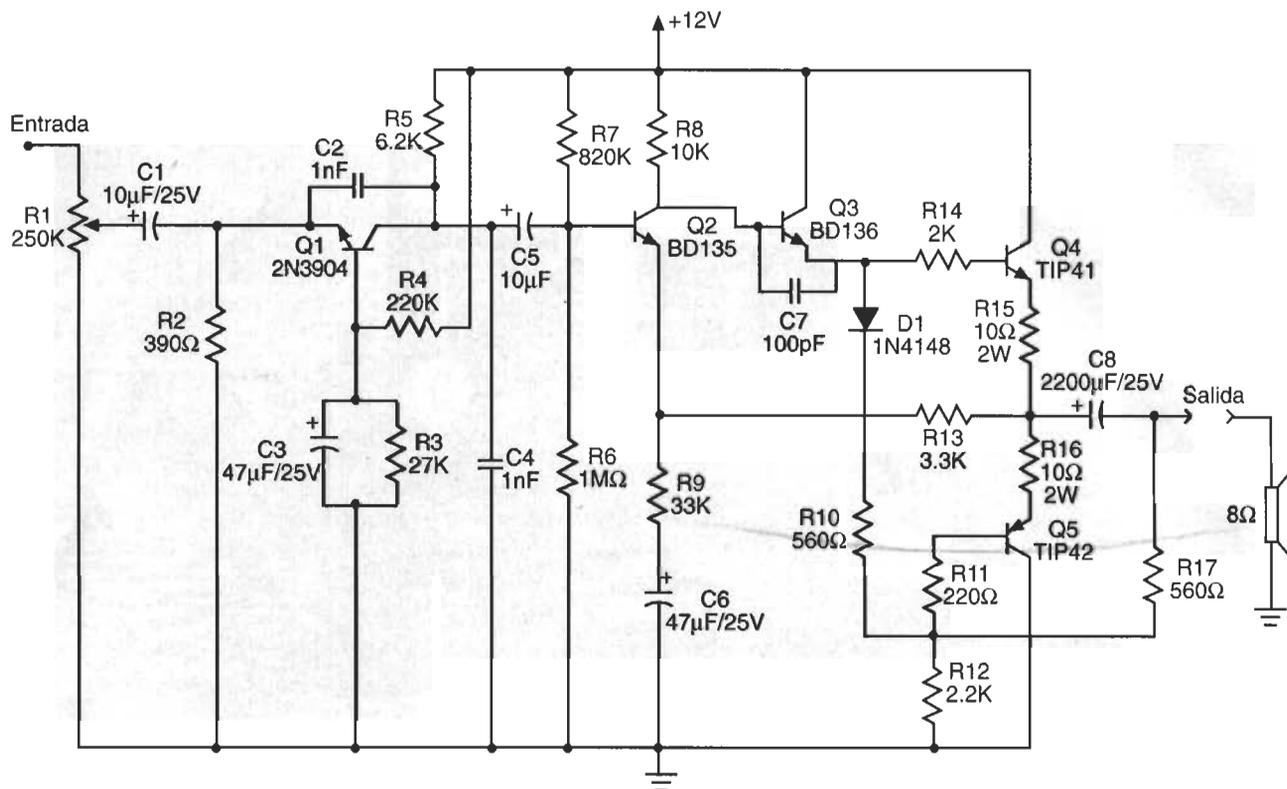
*Al ensamblar este proyecto se obtiene un pequeño amplificador de audio, ideal para conectarlo a un walkman o a un reproductor de CD. Su principal característica es que está construido con transistores, lo que lo hace muy fácil de ensamblar y reparar.*

En general, un amplificador es un circuito que permite aumentar el nivel, ya sea de la corriente o del voltaje, de alguna señal eléctrica. Existen muchas clases de amplificadores y sus aplicaciones son múltiples, entre ellas se encuentran los de audio, los de señales de televisión, los de potencia utilizados para controlar motores, etc. El que presentamos en este proyecto es un pequeño amplifica-

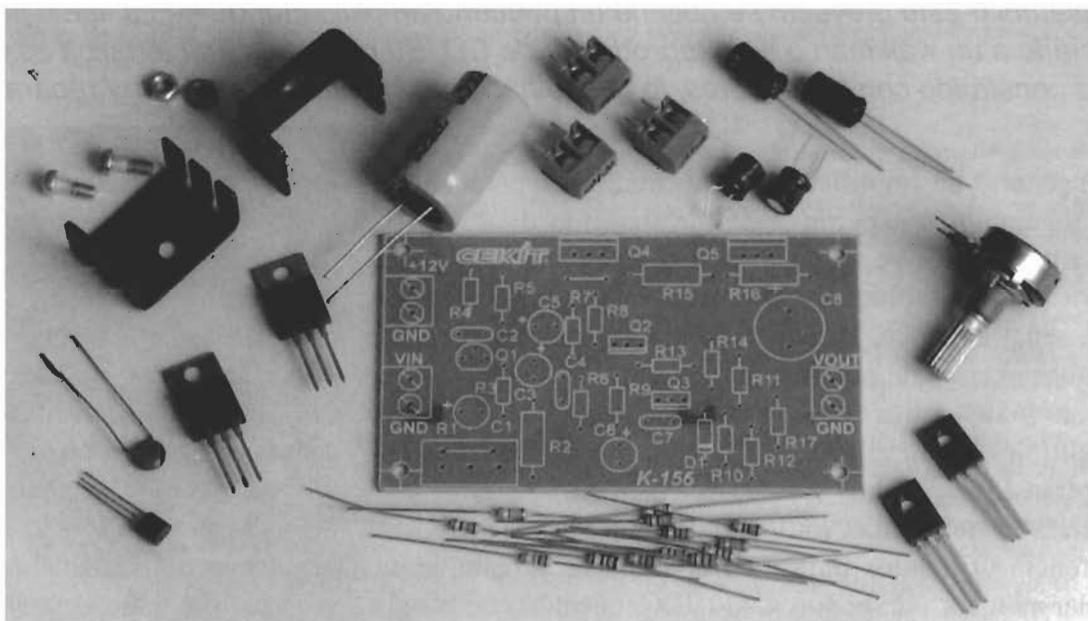
dor de audio con potencia de salida máxima de 2 W (El vatio o W es una medida de potencia y está directamente relacionada con la corriente y el voltaje).

Este circuito posee varias características importantes, una de ellas es que se puede alimentar con una fuente simple de +12VDC, mientras que la mayoría de amplificadores comunes utilizan fuente positiva y

negativa. La otra es que está construido con transistores, lo que lo hace muy fácil de ensamblar y reparar. Además, los componentes son muy comunes y se encuentran en cualquier almacén de electrónica. La calidad del sonido que entrega este amplificador es muy buena considerando su sencillez; lo más importante es que el bafle o caja acústica que se conecta en su salida tenga también unas características adecuadas.



**Figura 6.1 Diagrama esquemático.** El amplificador tiene 3 etapas diferentes. La primera de ellas está conformada por un preamplificador, constituido por el transistor Q1 (2N3904), que se encarga de aumentar el nivel de señal entregado por la fuente de audio, el cual, puede ser demasiado bajo en algunos aparatos. La segunda etapa la conforman los transistores Q2 (BD135) y Q3 (BD136); su función es amplificar la señal antes de pasarla a los transistores de salida. La última etapa la conforman los transistores Q4 (TIP41) y Q5 (TIP42), los cuales entregan su señal al parlante a través del condensador C8. En este ejercicio utilizamos un baffle que posee un parlante de 8 ohmios.



**Figura 6.2 Componentes que forman el kit.** Asegúrese de tener todos los componentes necesarios antes de empezar el ensamblaje. Para comprobarlo, utilice la lista de materiales

**Lista de materiales**

**Resistencias a 1/4W**

- 1 220 Ω (R11)
- 1 390 Ω (R2)
- 2 560 Ω (R10, R17)
- 1 2 kΩ (R14)
- 1 2.2 kΩ (R12)
- 1 3.3 kΩ (R13)
- 1 6.2 kΩ (R5)
- 1 10 kΩ (R8)
- 1 27 kΩ (R3)
- 1 33 kΩ (R9)
- 1 220 kΩ (R4)
- 1 820 kΩ (R7)
- 1 1 MΩ (R6)
- 2 10 Ω a 2W (R15, R16)
- 1 Potenciómetro de 250 kΩ (R1)

**Condensadores cerámicos**

- 1 100pF (C7)
- 2 1nF (C2, C4)

**Condensadores electrolíticos**

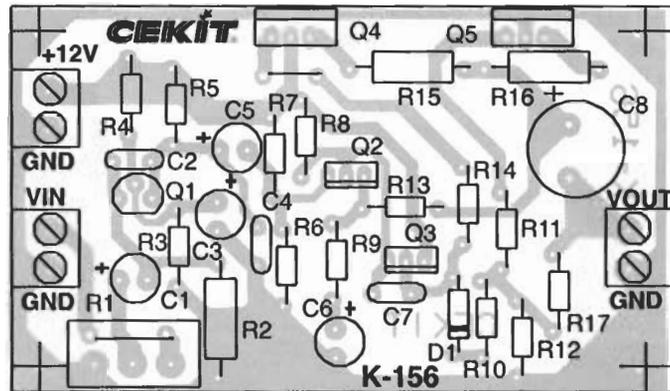
- 2 10μF/25V (C1, C5)
- 2 47μF/25V (C3, C6)
- 1 2200μF/25V (C8)

**Semiconductores**

- 1 Diodo 1N4148 (D1)
- 1 Transistor 2N3904 (Q1)
- 1 Transistor BD135 (Q2)
- 1 Transistor BD136 (Q3)
- 1 Transistor TIP41 (Q4)
- 1 Transistor TIP42 (Q5)

**Varios**

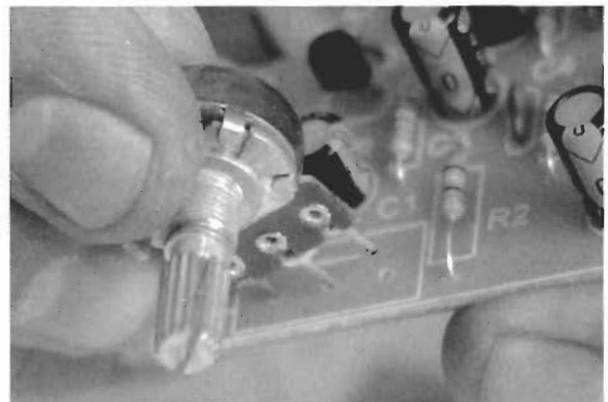
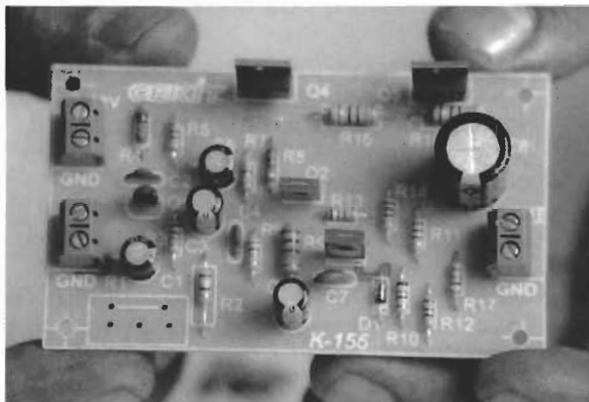
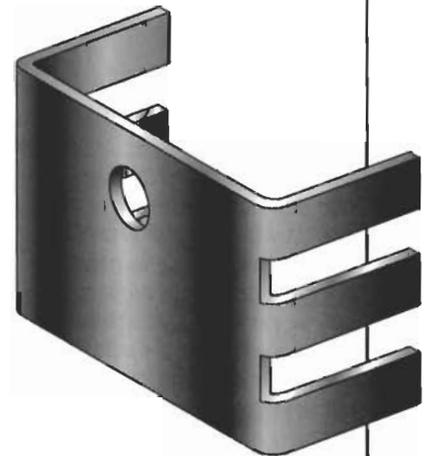
- 2 Disipador TO-220
- 3 Conector de tornillo de 2 pines
- 1 Alambre para puentes (10 cm)
- 1 Circuito impreso K-156
- 2 Tornillo milimétrico de 3x7



**Figura 6.3 Guía de ensamble y circuito impreso.** Este kit se ensambla sobre un circuito impreso referencia K-156. Se debe tener especial cuidado de ubicar los componentes en el sitio y el sentido correcto. Para ello, se dispone de la guía de ubicación de componentes, es decir, el dibujo que viene estampado en la cara superior del circuito impreso.

**El disipador de calor**

Es un dispositivo metálico que se instala en algunos componentes electrónicos y sirve para que el calor que estos producen cuando manejan altas corrientes se disipe a través de ellos. Su utilización en los circuitos que lo requieren es de vital importancia, ya que los efectos de la temperatura en los semiconductores puede causar mal funcionamiento del aparato y en ocasiones dañarlo. Existen disipadores de calor de muchas formas y tamaños; es importante que se escoja el más adecuado de acuerdo al tipo de componente que lo va a utilizar y a la cantidad de corriente que va a manejar el mismo.

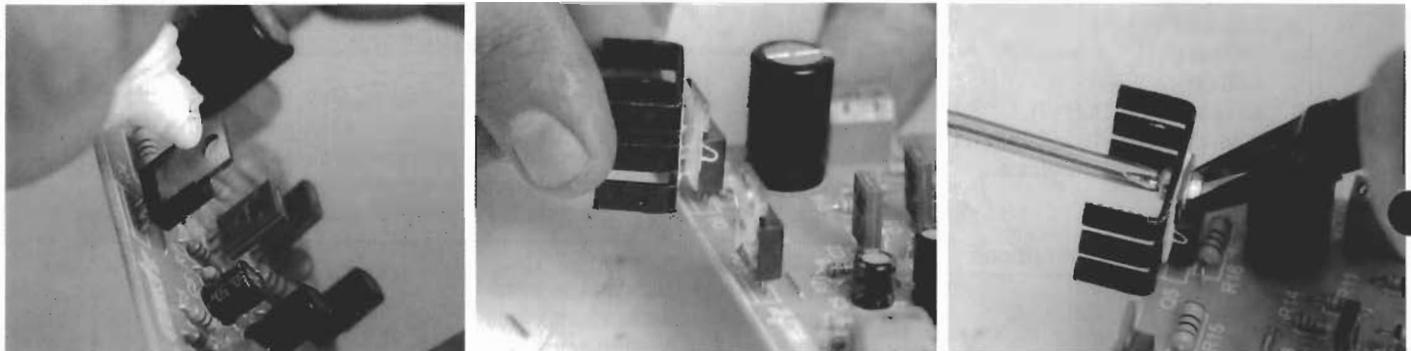
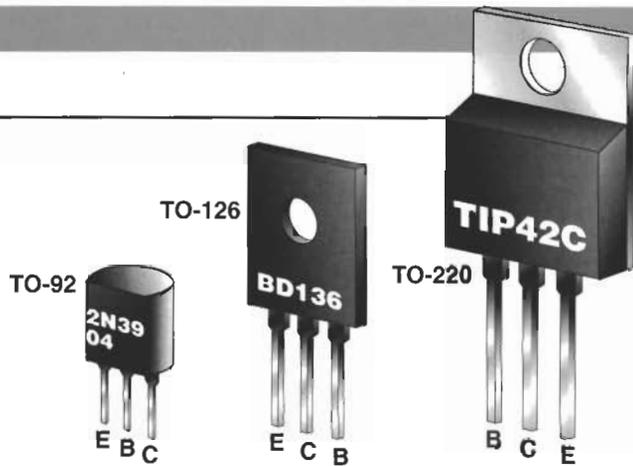


**Figura 6.4 El ensamble de la tarjeta del amplificador es muy sencillo; sólo se debe tener cuidado de verificar el diagrama esquemático y la guía de ensamble.** En el momento de efectuar la soldadura se debe poner mucha atención para no causar cortos entre puntos adyacentes. Además, se recomienda que una vez se termine el proceso de soldadura, se haga una limpieza de la tarjeta con un poco de alcohol y un cepillo de dientes; así se remueve la capa de material fundente que queda después de la soldadura. Por otra parte, existen en el mercado líquidos especiales para limpiar tarjetas mucho mejores que el alcohol; su utilización sería lo más adecuado.

\* No olvide poner los dos puentes de alambre que aparecen en la guía de ensamble.

**Encapsulado de los transistores**

En este kit utilizamos tres tipos diferentes de transistor, en lo que a su forma física se refiere. Ellos tienen encapsulado TO-92, TO-126 y TO-220. Cualquiera de ellos puede ser del tipo NPN o PNP. La diferencia radica en su capacidad para manejar diferentes niveles de corriente. En la figura se muestra la disposición de los pines para los transistores utilizados.

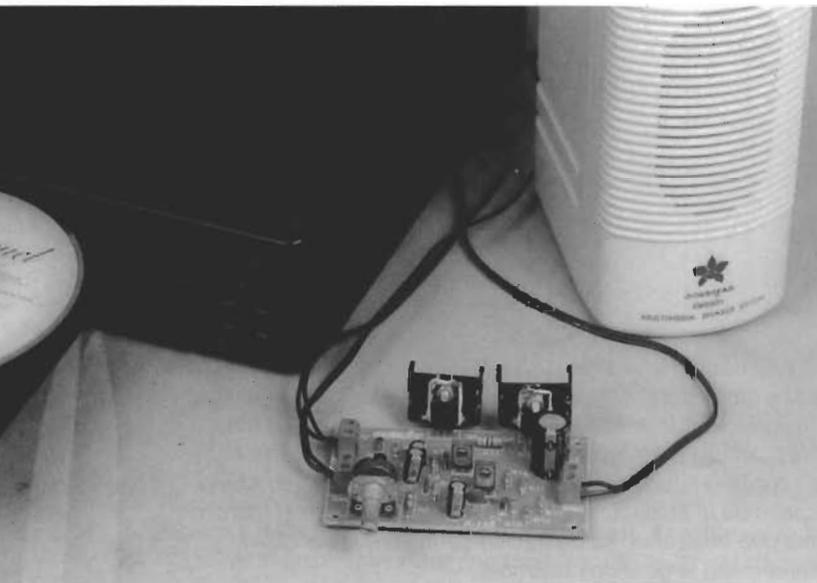


**Figura 6.5** Los efectos de la temperatura sobre los transistores de salida pueden causar mal funcionamiento del amplificador, e incluso llegar a dañarlos. Para evitar este problema, utilizamos disipadores de calor en dichos componentes. Los disipadores se deben conseguir de acuerdo al encapsulado o forma física del componente que debemos proteger; en este caso buscamos uno que se acople a un encapsulado TO-220.

Los pasos para unir el disipador al transistor son los siguientes:

Aplicamos en la parte metálica del componente una silicona especial, la cual tiene unas características muy buenas para la transferencia de calor hacia el disipador. Esta se puede conseguir fácilmente en el mercado local de componentes electrónicos.

El siguiente paso es colocar el disipador y fijarlo con tornillo y tuerca para asegurarlo. En caso de utilizar el mismo disipador para varios transistores, o que los disipadores tengan contacto físico entre ellos, se debe usar un aislante entre el disipador y el componente; este se conoce como kit de aislamiento, el cual se consigue también de acuerdo al tipo de encapsulado del semiconductor y sirve para aislar eléctricamente los disipadores del componente y así evitar posibles cortos.

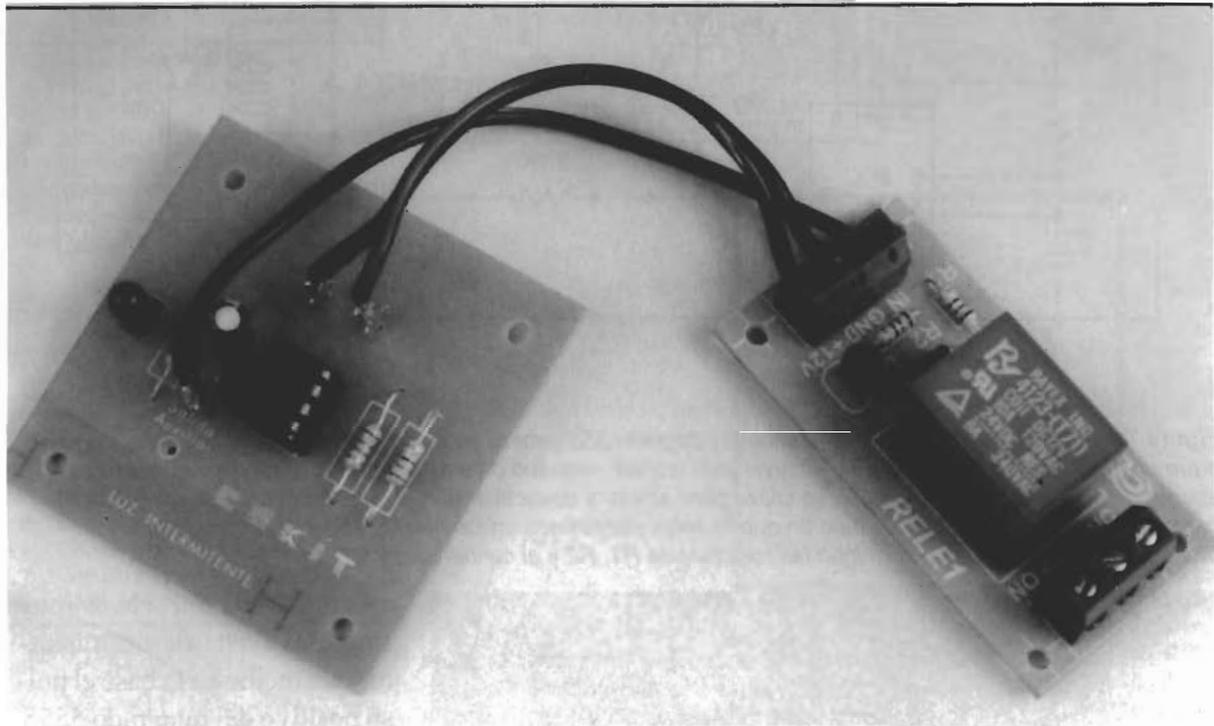


**Figura 6.6** Para utilizar el amplificador sólo se requiere una fuente de alimentación de +12VDC, una fuente de audio y un baffle con parlante de 8 ohmios. La fuente de alimentación se conecta en los puntos marcados +12V y GND.

En este caso, utilizamos como fuente de señal un reproductor de CD. Su salida está dividida en dos canales ya que es estéreo, izquierdo (L) y derecho (R). En una de estas salidas se enchufa un conector RCA macho con dos cables que se llevan hasta las entradas del amplificador marcadas VIN (entrada) y GND (tierra). Tenga en cuenta que en el conector RCA el pin del centro lleva la señal positiva y el contacto exterior la señal de tierra.

Si se desea tener un sistema estéreo, se debe utilizar un amplificador para el canal R y otro para el canal L. La salida del amplificador se puede conectar directamente al baffle.

# Proyecto N° 7



## Luz intermitente con relé

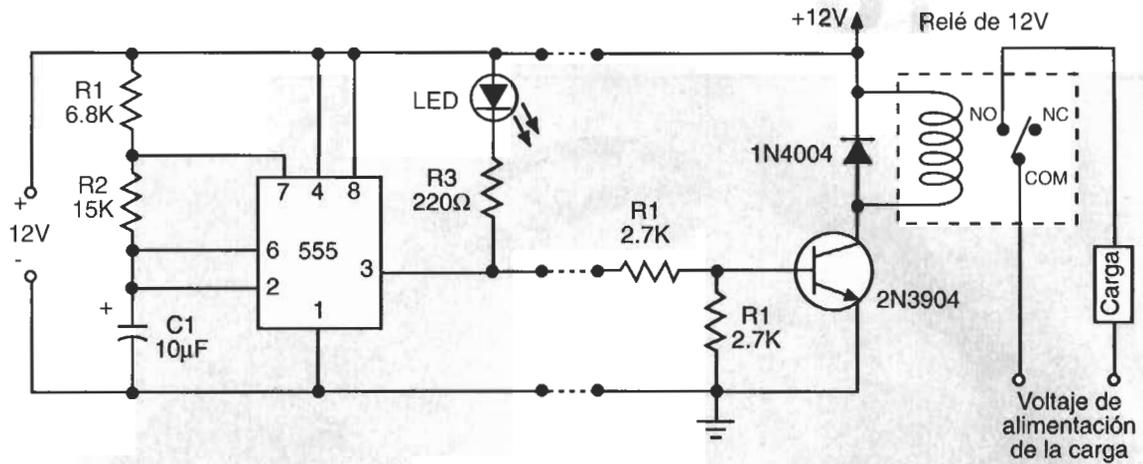
*Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que genera una señal pulsante o intermitente, la cual se puede utilizar para encender y apagar alguna carga conectada en los contactos de un relé. Se puede utilizar como luz de emergencia o de señalización en el automóvil, parqueadero o cualquier otro sitio.*

Este proyecto permite construir una luz intermitente con un LED. A pesar de ser muy simple, es uno de los circuitos que más satisfacción brinda a los aficionados o estudiantes que se están iniciando en el ramo de la electrónica. Para ampliar la funcionalidad del proyecto y darle una aplicación real, se utiliza la señal de control que hace encender el LED para controlar la activación y desactivación de un relé. El funcionamiento

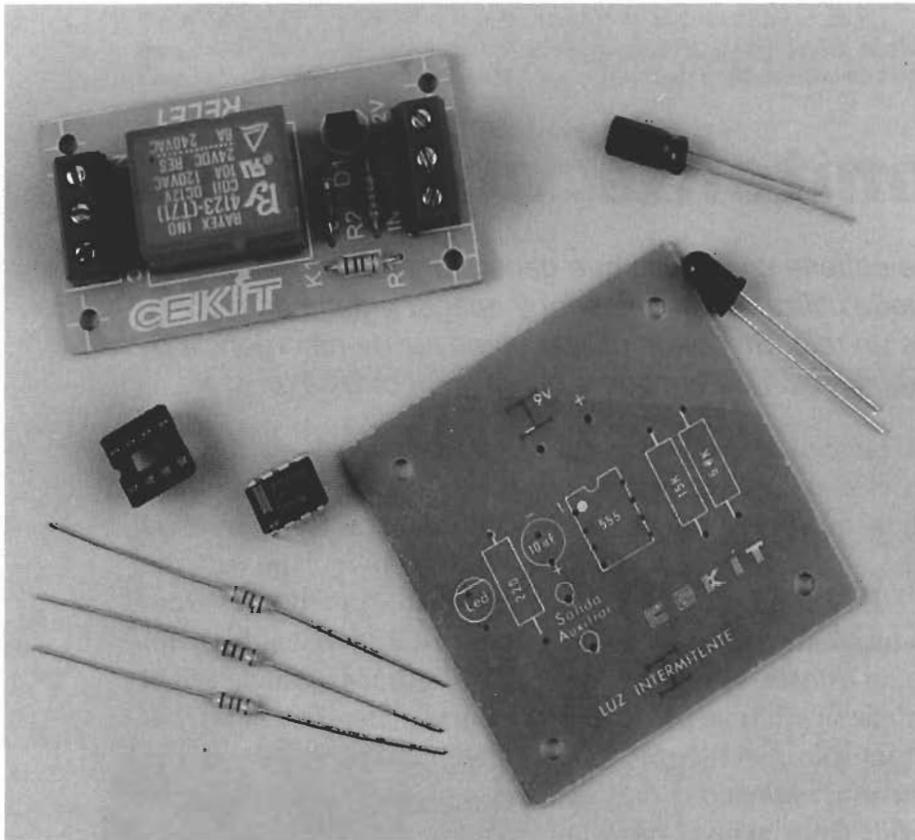
del circuito se explica basado en el diagrama esquemático que se muestra en la figura 7.1.

En este proyecto el circuito integrado 555 se configura como *astable*, esto quiere decir que su salida no permanece en un sólo nivel lógico, sino que está variando constantemente entre un nivel alto y un nivel bajo. Estas oscilaciones son las que se aprovechan para encender el LED piloto y para accionar el relé de salida.

El tiempo durante el cual permanece la salida del circuito integrado 555 en nivel alto o en nivel bajo está determinado por las resistencias R1, R2 y el condensador C1. Entre más grande sea el valor de las resistencias y el condensador, mayores serán los períodos de tiempo y viceversa. Se debe tener cuidado de no seleccionar tiempos muy cortos porque el relé podría no responder a dichos impulsos.



**Figura 7.1 Diagrama esquemático.** El circuito integrado 555 genera en su salida, el pin 3, una señal que varía entre un nivel alto (voltaje positivo) y un nivel bajo (voltaje negativo o tierra). Dicha señal sirve para encender y apagar el LED, al mismo tiempo que se utiliza para activar y desactivar el relé que se encarga de manejar la carga que se ha conectado. El tiempo en que la señal permanece en los niveles alto y bajo, al igual que la frecuencia de la misma, lo determinan las resistencias R1, R2 y el condensador C1.



**Figura 7.2 Componentes que forman el kit.** Antes de iniciar el ensamble del circuito debemos estar seguros de tener todos los componentes necesarios. De esta forma el trabajo se hace más rápido ya que no hay interrupciones; para esto debemos revisar con cuidado la lista de materiales.

La tarjeta del relé es muy simple. Consta de un transistor que recibe en la base el pulso positivo del integrado 555 y entrega en su salida (el colector) un nivel negativo, el cual hace que la bobina del relevo se polarice correctamente y por lo tanto se unen los contactos común (COM) y normalmente abierto (NO) del relevo.

Son muchas las aplicaciones de los relevos. Entre las principales se tiene el manejo de cargas de potencia que se deben mantener aisladas del circuito de control. Existen diferentes tipos de relevos, ellos se pueden diferenciar por la capacidad de corriente de sus contactos, el voltaje de alimentación de su bobina, el número de contactos que conmutan al mismo tiempo, el tipo de encapsulado en que vienen presentados, etc.

## Lista de materiales

## Resistencias a 1/4W, 5%

- 1 220  $\Omega$  (R3)
- 1 15 K (R2)
- 2 2,7 K (R1, R2 en la tarjeta Relé 1)
- 1 6,8 K (R1)

## Condensador

- 1 Electrolítico de 10 $\mu$ F/25V (C1)

## Semiconductores

- 1 Transistor 2N3904
- 1 LED rojo de 5 mm
- 1 Diodo 1N4004

## Circuito integrado

- 1 555

## Varios

- 1 Relé de 12V encapsulado
- 1 Base para integrado de 8 pines
- 3 Terminales para circuito impreso (espadines)
- 2 Conectores de tornillo de 3 pines
- 1 Circuito impreso ref. K1
- 1 Circuito impreso ref. RELE1
- 1 Cable calibre 22 AWG, 30 cm

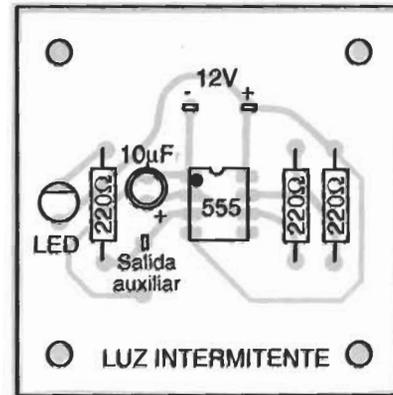
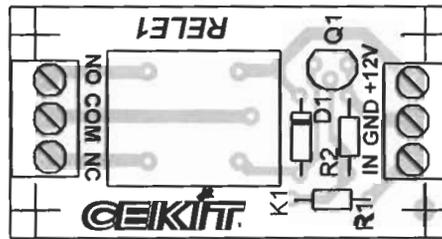


Figura 7.3 Guías de ensamble y circuitos impresos. Este kit se ensambla sobre dos tarjetas de circuito impreso. Una de ellas corresponde al circuito de control de la luz intermitente (circuito impreso K1), en el que se incluye el LED piloto y la conexión a la fuente de alimentación. La otra tarjeta corresponde a la parte de manejo de potencia y la conforman el relé y el transistor que controla la bobina del mismo (circuito impreso RELE1). El montaje se hace en dos tarjetas separadas para permitir el uso del relé en otros kits, en los cuales se requiera el manejo de alguna carga de potencia.

Figura 7.4 El ensamble de la tarjeta de control es muy sencillo. Se debe tener en cuenta que el integrado 555 se ubica sobre una base y que en los puntos donde se conectan el relé y la fuente de alimentación se utilizan espadines para facilitar la posterior soldadura de los cables. Es muy importante conservar la polaridad adecuada en el caso del LED, el condensador y el circuito integrado.

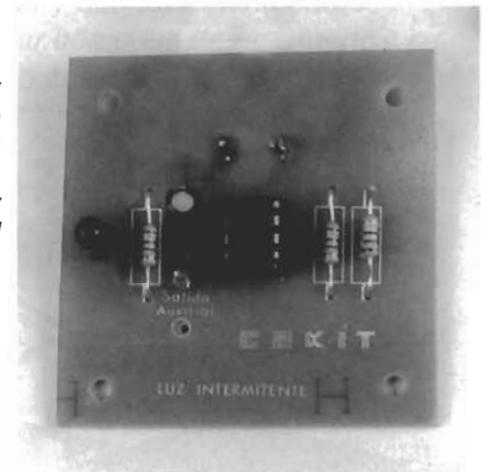
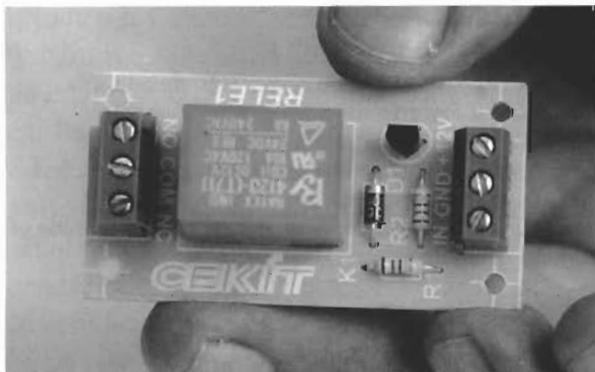
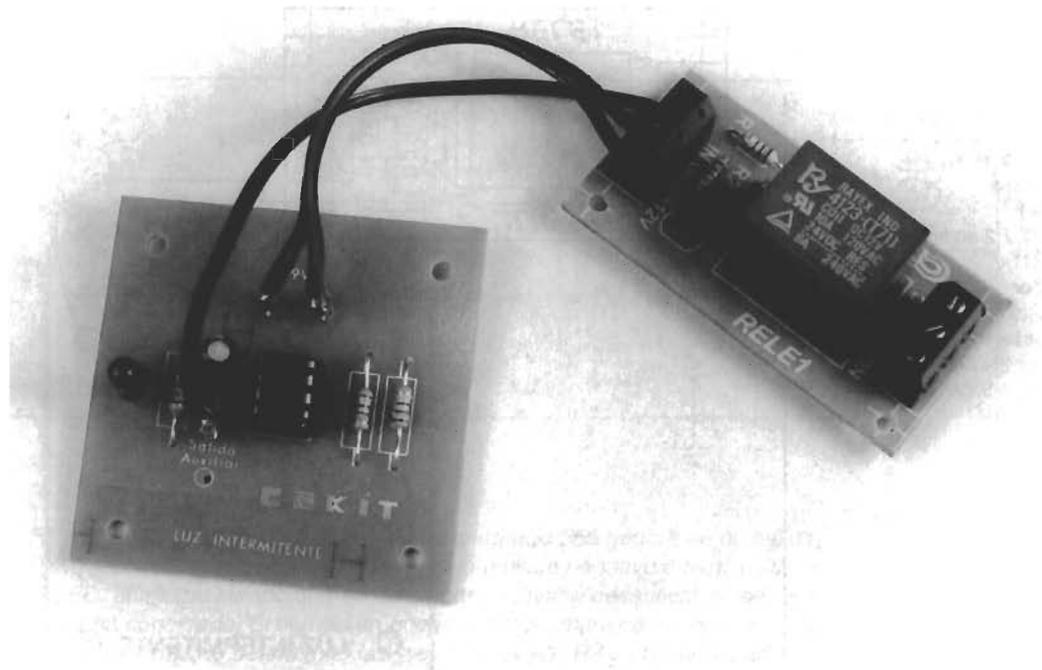
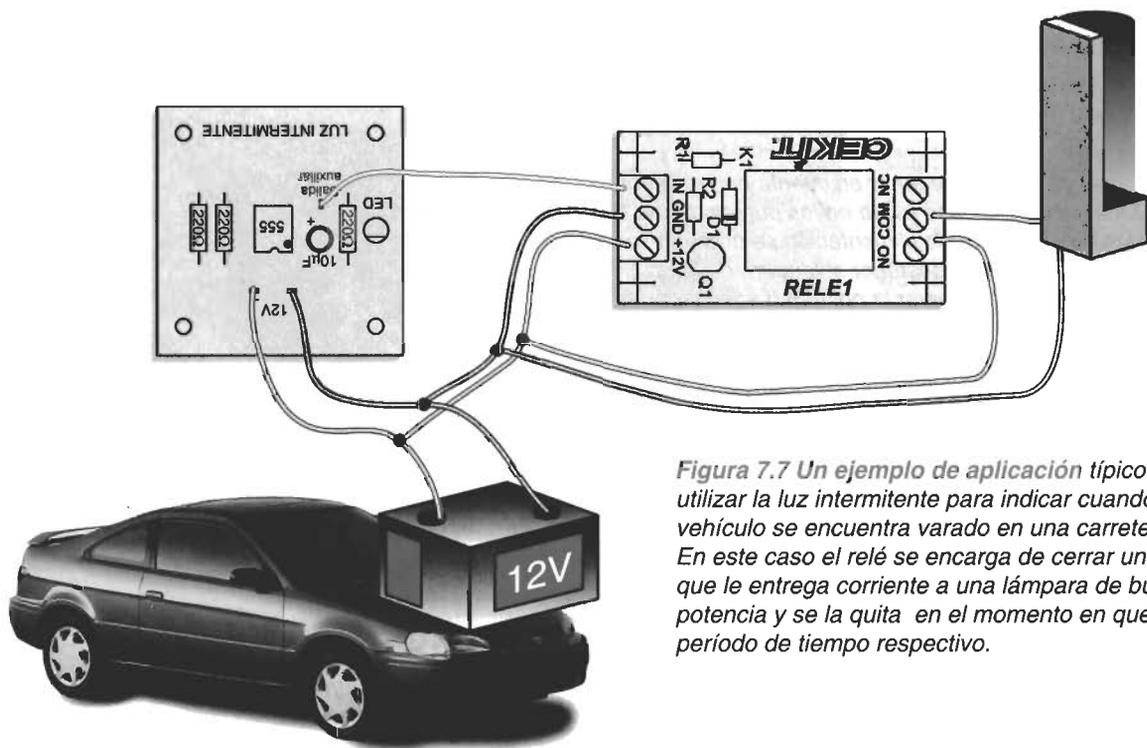


Figura 7.5 Para el ensamble de la tarjeta del relé sólo se requiere seguir la guía de ensamble con un poco de cuidado. Por otra parte, se debe prestar atención en el momento de realizar la soldadura para no causar cortos entre puntos cercanos.



**Figura 7.6** Una vez terminado el ensamble se deben unir las tarjetas. Para ello se deben conectar los pines de alimentación de ambos circuitos, teniendo cuidado de conservar la polaridad adecuada para +12V y para la tierra. El cable del circuito de control que sirve para controlar el relé se conecta a la tarjeta RELE1, en el pin de entrada marcado IN.

\*Estos circuitos se pueden alimentar con una fuente de +12VDC. Para ello se puede utilizar el kit de fuente de alimentación que se construyó en el proyecto N°3.



**Figura 7.7** Un ejemplo de aplicación típico sería utilizar la luz intermitente para indicar cuando un vehículo se encuentra varado en una carretera. En este caso el relé se encarga de cerrar un circuito que le entrega corriente a una lámpara de buena potencia y se la quita en el momento en que termine el periodo de tiempo respectivo.

# Proyecto N° 8



## Fuente de poder variable de 1,5 a 25 voltios

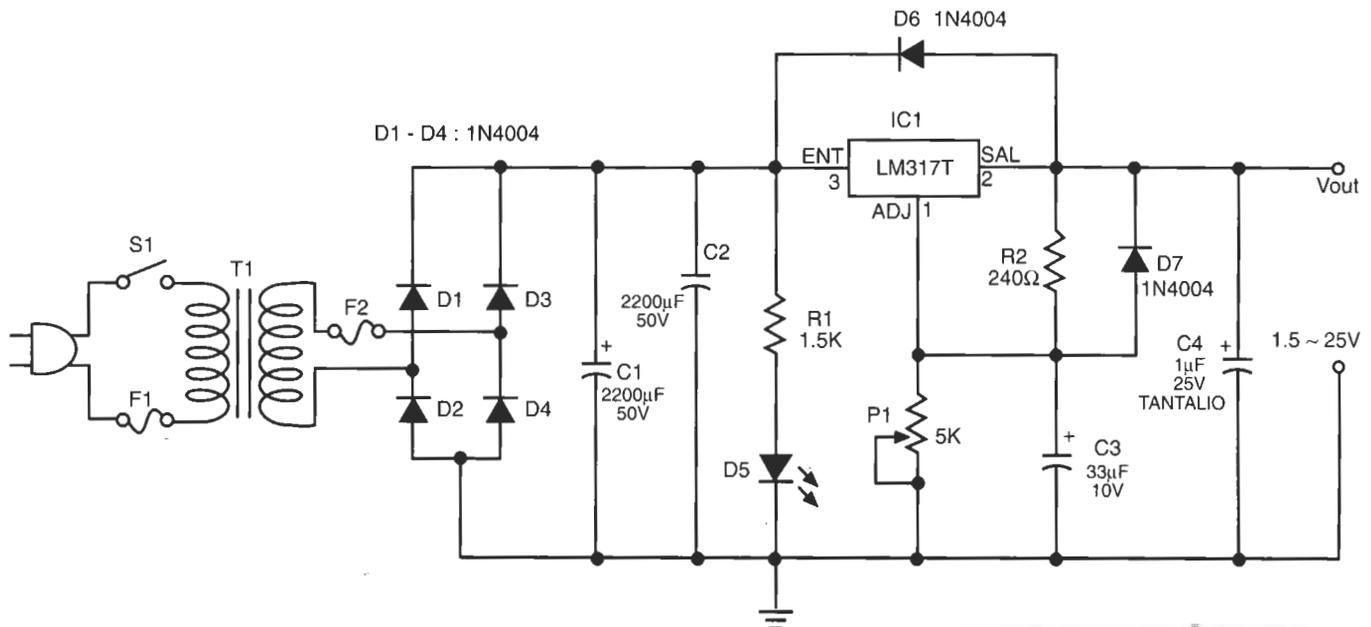
*Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que entrega un voltaje continuo, que puede estar entre 1,5 y 25 voltios, cuyo valor puede ser ajustado mediante un potenciómetro. Dicho voltaje se puede utilizar para alimentar todo tipo de proyectos y experimentos electrónicos.*

Las fuentes de alimentación son uno de los temas más importantes en electrónica ya que cualquier aparato necesita una para su funcionamiento. Además, de su buena calidad, depende el buen desempeño de los circuitos que está alimentando. El proyecto que construiremos en esta ocasión consiste en una fuente de voltaje con salida variable, cuyo nivel de salida puede ser ajustado de acuerdo a los requerimientos del proyecto que vamos a ali-

mentar y entrega una corriente de salida máxima de 1 amperio. En la figura 8.1 se muestra el diagrama esquemático del circuito. A continuación, haremos una breve descripción de su funcionamiento.

El transformador de entrada (T1) se encarga de reducir el voltaje de la línea (110 ó 220VAC) a 24VAC. En este punto se conecta un fusible de 1A en serie con la salida del transformador, para proteger el

circuito contra los daños que se podrían presentar en caso de un cortocircuito. Este voltaje de corriente alterna es rectificado a través de los diodos D1 a D4, para luego ser filtrado en los condensadores C1 y C2. De esta forma se consigue un voltaje de corriente directa, el cual aún no está regulado, y por lo tanto se ve afectado por las variaciones que sufre la línea de alimentación de la red pública. El LED D5 indica la presencia de voltaje en ese punto.



El voltaje de salida está determinado por la fórmula

$$V_{out} = 1.25 \left( 1 + \frac{P1}{R2} \right) + P1 I_{ADJ}$$

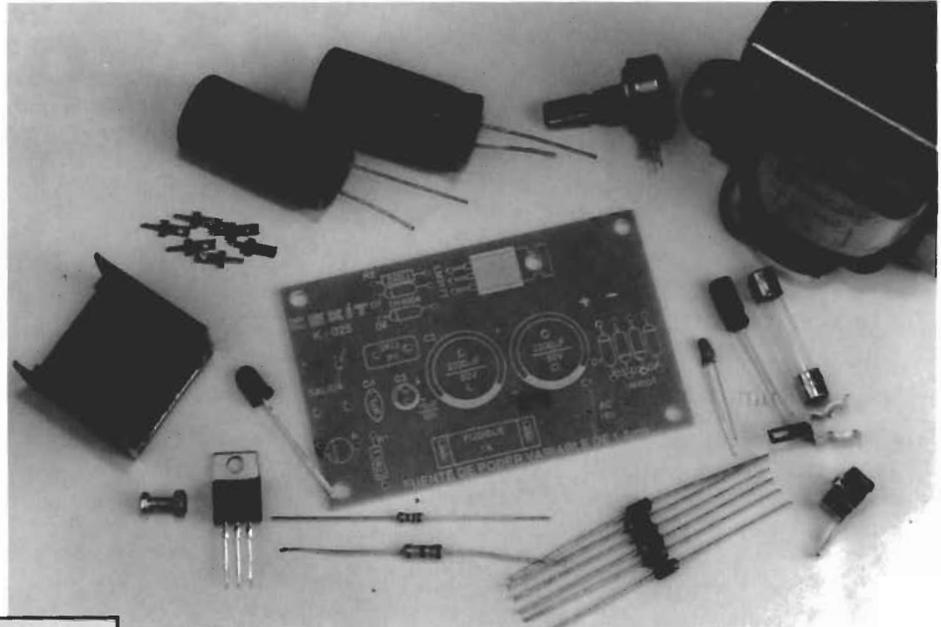
Figura 8.1 Diagrama esquemático de la fuente variable. El componente central del circuito es el regulador de voltaje LM317, este se encarga de mantener su salida con un voltaje fijo y estable. La arquitectura de este circuito es muy similar a la utilizada en fuentes con regulador de voltaje fijo, como los vistos en el proyecto 3; la diferencia radica en los componentes que rodean al regulador (R2, P1, D6 y D7), los cuales permiten que este pueda ser ajustado para obtener el voltaje adecuado en su salida.

El regulador de voltaje LM317 es el encargado, no sólo de entregar un voltaje determinado, sino también de mantenerlo estable. Para realizar su trabajo, se deben conectar al regulador la resistencia R2, los diodos D6 y D7 y el potenciómetro P1. Los diodos lo protegen contra picos de voltaje inversos y el potenciómetro sirve para ajustar el nivel de la salida al valor adecuado. Este montaje tiene la ventaja de permitir obtener cualquier voltaje (entre 1,5 y 25V), cosa que no se puede hacer con los regula-

dores de voltaje fijos, como por ejemplo el 7805 (de +5V) y el 7812 (de +12V) vistos en un proyecto anterior.

Si se desea construir una fuente de voltaje, cuya salida tiene un valor que no se puede obtener con reguladores fijos, se puede hacer una pequeña modificación al circuito que aquí desarrollamos. Por ejemplo, si requerimos una fuente de 16,5 voltios, se puede girar el potenciómetro de nuestro circuito hasta que en la salida se obtenga el valor deseado,

para comprobarlo se debe medir con un multímetro. En ese momento, se puede retirar el potenciómetro del circuito (teniendo cuidado de no mover la perilla o eje) y se mide el valor de resistencia que tiene entre los pines que se utilizan, entonces este se puede reemplazar por una o varias resistencias fijas, de tal forma que se obtenga el mismo valor medido. Así podemos tener una fuente del valor deseado y sin correr el riesgo de que cambie el valor del voltaje accidentalmente.



**Lista de materiales**

**Resistencias**

- 1 1,5 K a 1/4W (R1)
- 1 240 Ω a 1/4W (R2)
- 1 Potenciómetro de 5K (P1)

**Condensadores**

- 2 2200μF/50V electrolíticos (C1, C2)
- 1 10μF/50V electrolítico (C3)
- 1 1μF/35V Tantalio (C4)

**Semiconductores**

- 1 LM317 regulador de voltaje (IC1)
- 1 LED rojo de 5 mm (D5)
- 6 Diodo 1N4004 (D1, D2, D3, D4, D6, D7)

**Varios**

- 1 Transformador (T1)  
Primario: 110 ó 220VAC  
Secundario: 24VAC/1A
- 10 Terminales para circuito impreso (espadines)
- 1 Disipador TO-220
- 2 Terminales portafusible para circuito impreso
- 1 Tornillo milimétrico 3x8 con tuerca
- 1 Circuito impreso ref. K-025
- 1 Cable de potencia con enchufe
- 1 Cable calibre 22 AWG, 30 cm

Figura 8.2 Componentes que forman el kit. Antes de iniciar el ensamble del circuito debemos estar seguros de tener todos los componentes necesarios, de esta forma el trabajo se hace más rápido ya que no hay interrupciones; para esto debemos revisar con cuidado la lista de materiales.

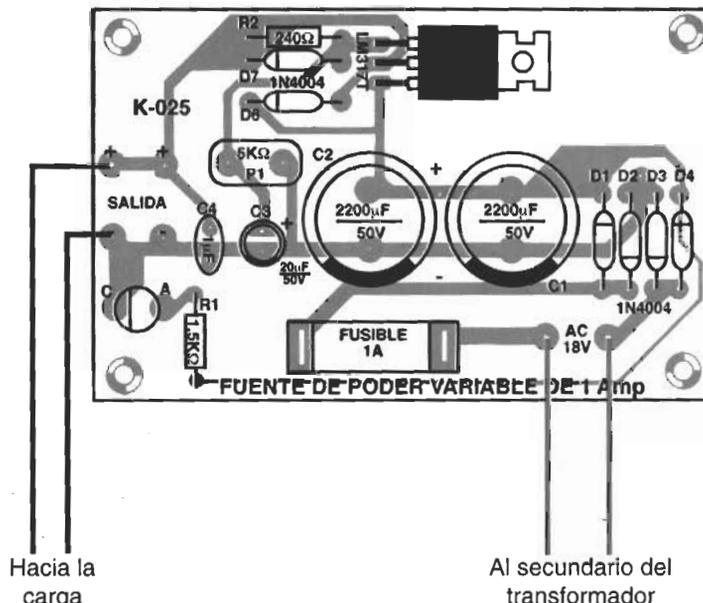


Figura 8.3 Guía de ensamble y circuito impreso. El circuito se ensambla sobre un circuito impreso K-025, en el que se incluyen todos los componentes y las conexiones para el transformador y la salida de voltaje. Se debe tener mucho cuidado para ubicar los componentes en forma correcta, sobre todo en el caso de los condensadores y el LED, los cuales deben conservar una polaridad adecuada.

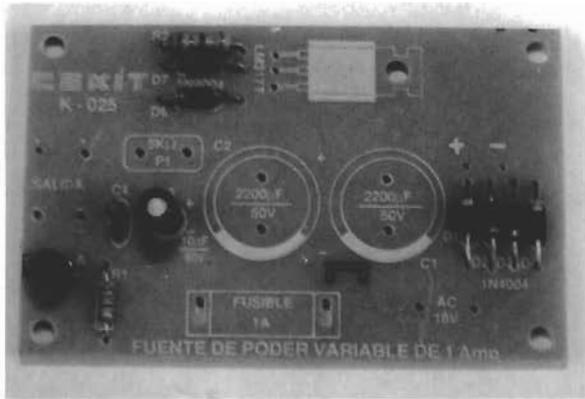
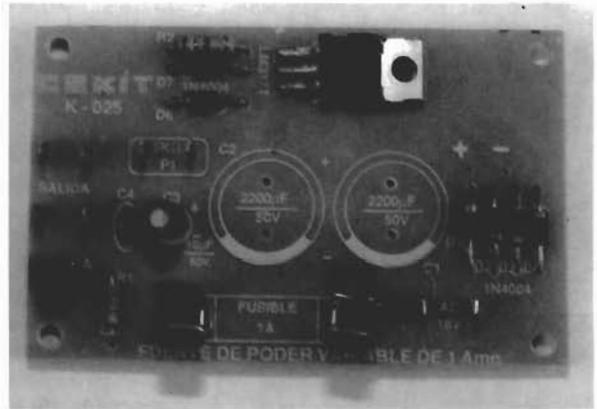


Figura 8.4 El ensamble de la tarjeta es muy sencillo, Se debe tener en cuenta que el regulador LM317 se ubica acostado sobre el circuito impreso y que en los sitios donde se conectan cables se deben poner espadines para facilitar la posterior soldadura de los mismos.

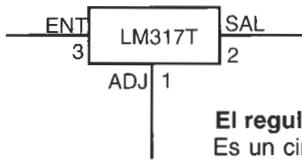
Además, se recomienda que una vez se termine el proceso de soldadura, se haga una limpieza de la tarjeta con un poco de alcohol y un cepillo de dientes, así se remueve la capa de material fundente que queda después de la soldadura.





**Aspecto físico**

**Símbolo**



**El regulador de voltaje variable**  
Es un circuito integrado que permite construir fuentes de voltaje cuyo valor de salida se puede ajustar según los requerimientos del usuario. Para su correcto funcionamiento, debe estar acompañado por unos elementos externos, como resistencias, diodos y condensadores. El que utilizamos en este caso es un LM317, el cual viene en un encapsulado del tipo TO-220 y puede manejar corrientes hasta de 1,5 amperios.

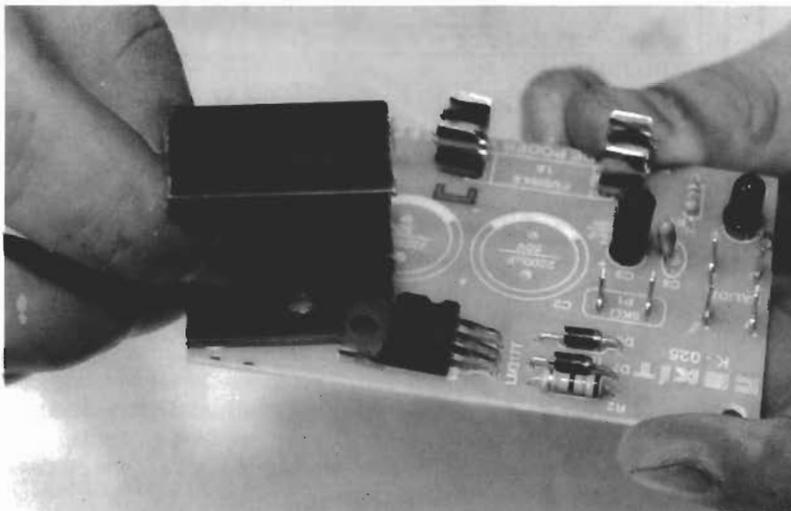
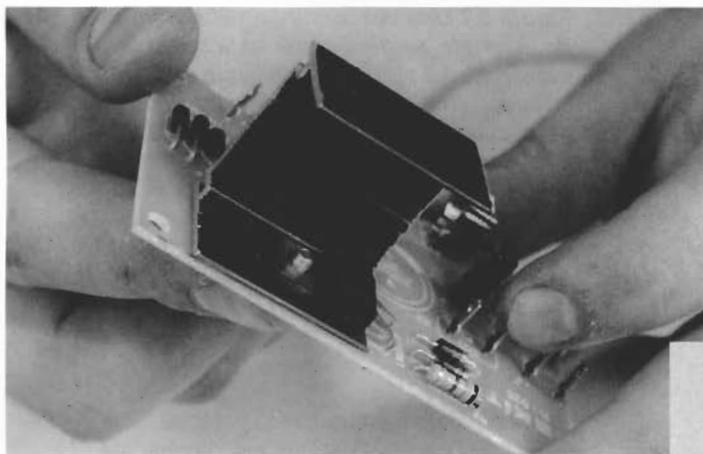


Figura 8.5 Los efectos de la temperatura sobre el regulador pueden hacer que el voltaje de salida disminuya cuando la carga conectada exige mucha corriente, e incluso, llegar a dañarlo. Para evitar este problema, utilizamos un dissipador de calor. Los dissipadores se deben conseguir de acuerdo al encapsulado o forma física del componente que debemos proteger. En este caso, buscamos uno que se acople a un encapsulado TO-220.



En este proyecto se ubica el regulador sobre la tarjeta de circuito impreso y el disipador se acopla con un tornillo para sujetarlo firmemente.

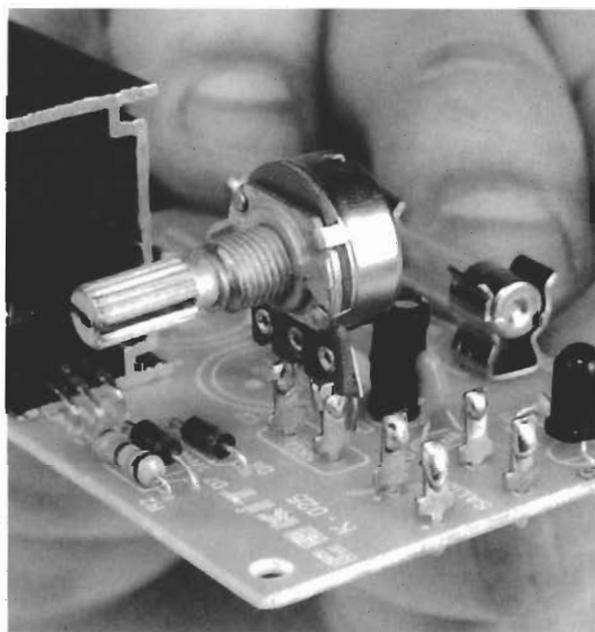
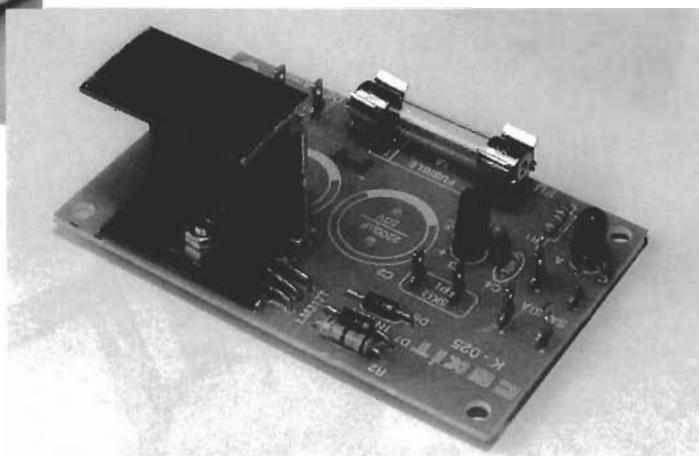
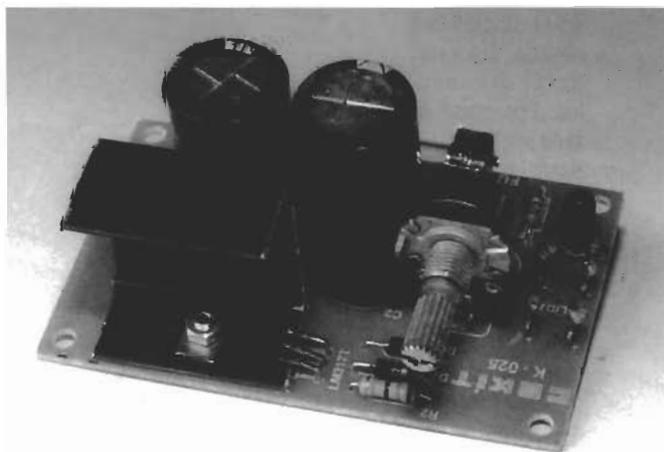
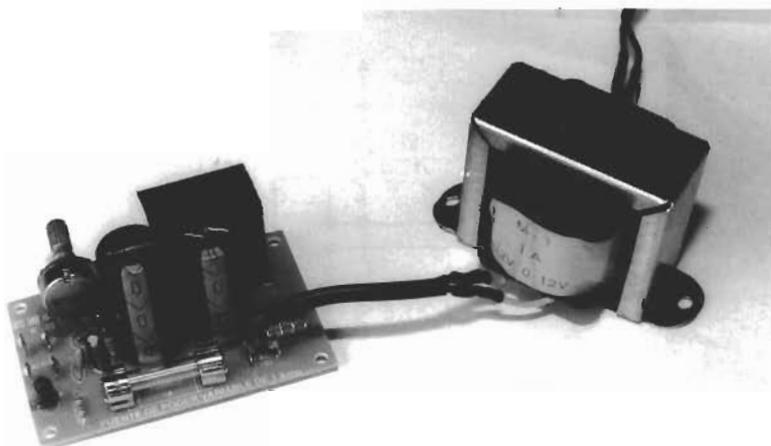


Figura 8.6 El potenciómetro de ajuste se conecta sobre los dos espadines que se han dispuesto para tal fin. En este caso sólo utilizamos dos pines del mismo, el del centro y uno lateral. Si se desea montar la fuente dentro de un chasis, el potenciómetro se debe ubicar en el panel frontal del mismo. Para dicho montaje se deben utilizar cables entre los espadines del circuito impreso y las pines del potenciómetro. Después de esto se instalan los dos condensadores de  $2200\mu\text{F}$ , teniendo cuidado de respetar la polaridad de los mismos.



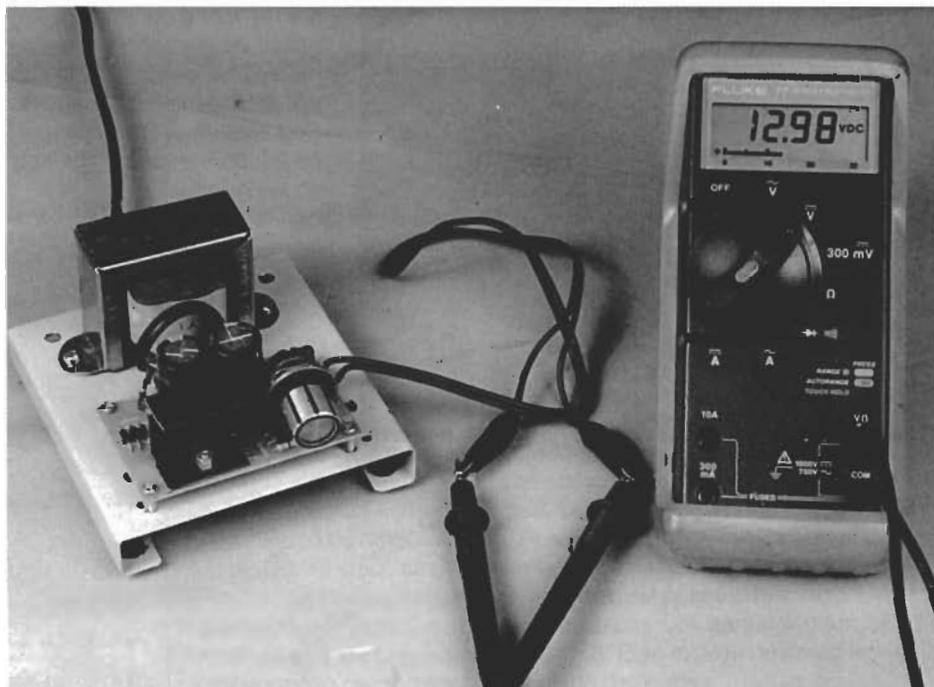


*Figura 8.7 Una vez terminado el ensamble de la tarjeta, se debe conectar la salida del transformador a los espadines que están ubicados en la entrada de corriente alterna del circuito impreso. En este paso se debe identificar con cuidado cuales son los bornes del transformador que van a la línea de alimentación (110 ó 220) para conectar allí el cable con enchufe; en los bornes de salida (24VAC) se deben conectar los cables que van a la tarjeta.*

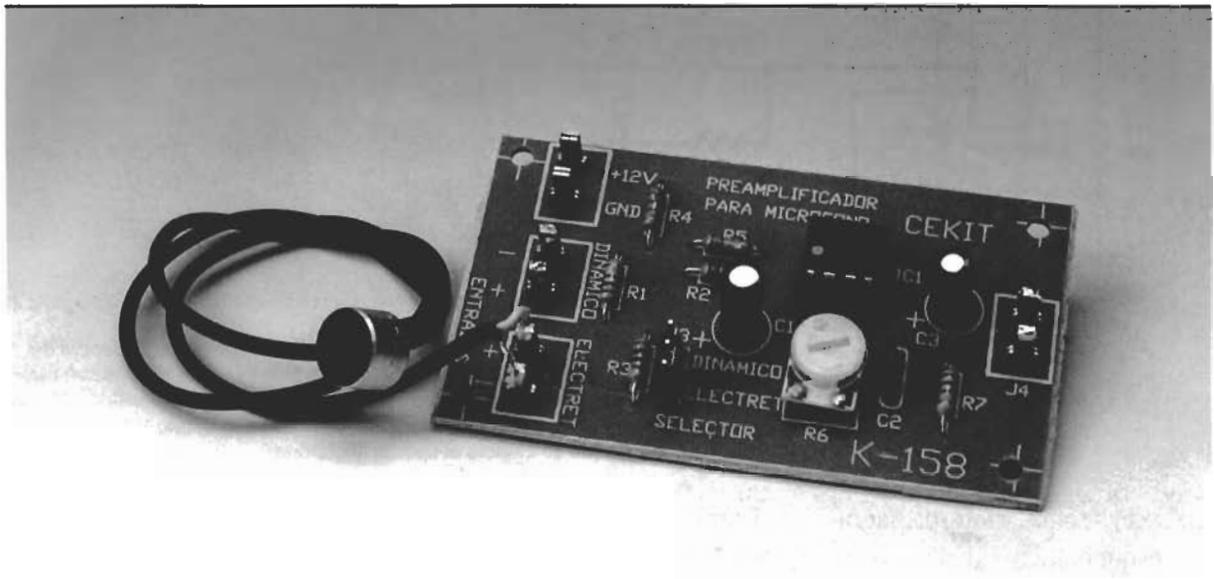
*El transformador utilizado tiene salidas 12-0-12. Para obtener 24VAC se deben tomar los cables de los extremos (12-12).*



*Figura 8.8 Para alimentar los diferentes proyectos y experimentos con la fuente de poder se pueden utilizar cables con caimanes en la salida de la misma. De esta forma, la conexión a los prototipos es muy fácil y rápida. Además, para hacer más robusto y seguro el montaje, se puede colocar el transformador y el circuito impreso sobre un chasis metálico, para ello se emplean tornillos y separadores plásticos.*



# Proyecto N° 9



## Preamplificador para micrófono

*Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que amplifica las débiles señales entregadas por un micrófono y las lleva a niveles adecuados para ser aplicados directamente a un amplificador de potencia.*

La señal que entrega un micrófono tiene niveles de voltaje y corriente muy bajos. Por lo tanto, no se pueden conectar directamente a circuitos amplificadores ni a parlantes. Para solucionar este inconveniente, se usan los circuitos preamplificadores, los cuales pueden aceptar señales de entrada de muy bajo nivel y las amplifican hasta valores adecuados para ser introducidos en un amplificador de potencia. Los preamplificadores también se utilizan con otras fuentes de señal como tocadiscos, reproduc-

tores de discos compactos (CD), *decks* de *cassette*, sintonizadores de AM o FM, etc. Para cada uno de estos tipos de señal, el preamplificador puede tener diferentes características, pero el objetivo en todos los casos es el mismo.

Adicionalmente, existen diferentes clases de micrófonos, cada una de ellos posee características especiales que los hacen aptos para determinadas aplicaciones y que a la vez los diferencian de los demás. El proyecto que construiremos en esta oca-

sión es un preamplificador para micrófono, el cual acepta señales de entrada de micrófonos del tipo *dinámico* y *electret*. En la figura 9.1 se muestra el diagrama esquemático del circuito.

El circuito posee tres entradas diferentes. La primera corresponde a la fuente de alimentación de +12VDC, la segunda al micrófono *dinámico* y la tercera al micrófono *electret*. Dada su naturaleza, los dos tipos de micrófono requieren conexiones diferentes para obtener un correcto funcionamiento. Esto se pue-

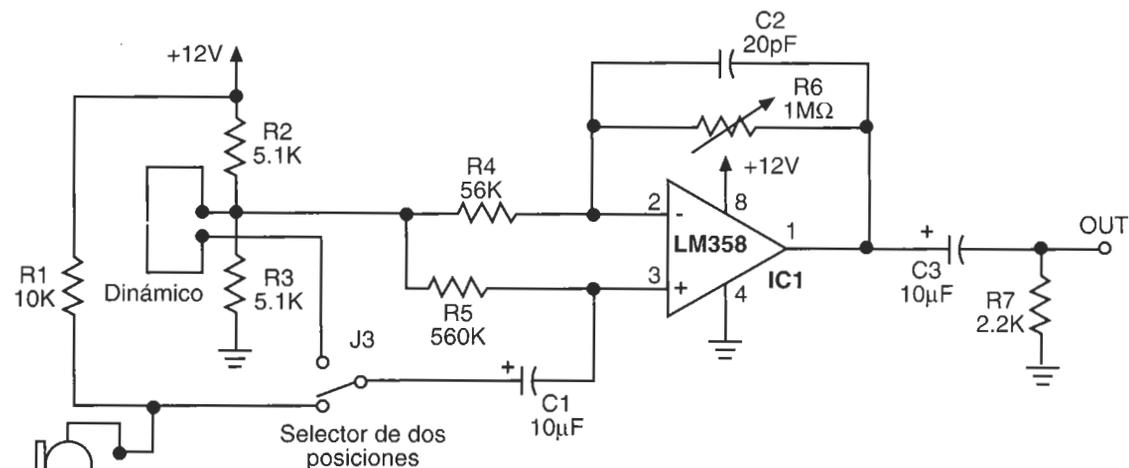


Figura 9.1 Diagrama esquemático del preamplificador para micrófono. El componente central del circuito es el amplificador operacional LM358, este cumple la función de amplificar las débiles señales que entrega el micrófono para llevarla a niveles adecuados para ser aplicados a un amplificador de potencia. Para ajustar el nivel de amplificación a un valor adecuado se utiliza el reóstato R6 (resistencia variable), este debe calibrarse cada vez que se cambie el tipo de micrófono.

de deducir observando el diagrama esquemático. En el micrófono *electret*, por ejemplo, uno de sus terminales se conecta a tierra y el otro se debe llevar hasta la fuente de alimentación con una resistencia (en este caso R1 de 10K); el dinámico por su parte, posee un terminal en el que se mantiene un nivel DC mediante el divisor de voltaje formado por R2 y R3, el otro pin es la salida.

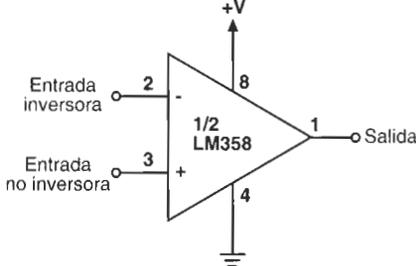
En el preamplificador sólo funciona uno de los dos micrófonos a la vez, para esto se ha dispuesto un selector que permite escoger cual de los dos está conectado al amplificador operacional. El conector utilizado es del tipo  *jumper*  y se ha marcado como J3; en este, el pin central va hacia la entrada positiva del amplificador a través del condensador C1. Entre los pines 1 y 2 del amplificador operacional (salida y entrada negativa respectivamente) se ha conectado un

reóstato (resistencia variable) de 1 Megaohm, este sirve para ajustar el nivel de amplificación al valor deseado. Normalmente la salida de un preamplificador puede ser del orden de 1 voltio, mientras que su entrada, es decir el micrófono, es del orden de los milivoltios.

Se debe tener presente que el valor de amplificación es diferente para cada caso.

Por lo tanto, si se cambia de un tipo de micrófono a otro, se debe cambiar la posición del reóstato con el fin de obtener un óptimo funcionamiento del circuito. La salida del amplificador operacional pasa a través del condensador C3; en ese punto ya se puede conectar un amplificador de potencia que pueda manejar uno o varios parlantes directamente.





**El amplificador operacional**

Es un circuito integrado que puede cumplir diferentes funciones dependiendo de la forma en que esté conectado en el circuito. Su tarea básica, o para la que fue diseñado, es amplificar señales, aunque, dadas sus excelentes características, es utilizado en casi todas las aplicaciones de audio. Existe gran variedad de amplificadores operacionales, los cuales tienen diferentes características eléctricas y diferentes presentaciones físicas. El módulo básico de amplificador operacional posee 5 terminales, dos para la fuente de alimentación, uno para la salida y dos para las entradas. El que utilizamos en este proyecto es el LM358. Este incluye dos módulos amplificadores dentro de un sólo encapsulado de 8 pines.

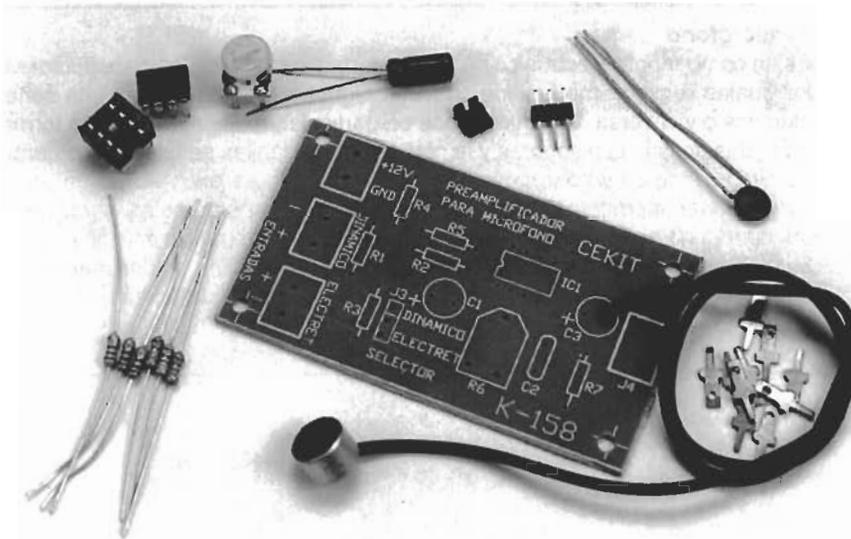


Figura 9.2 Componentes que forman el kit. Antes de iniciar el ensamble del circuito debemos estar seguros de tener todos los componentes necesarios. De esta forma, el trabajo se hace más rápido ya que no hay interrupciones; para esto debemos revisar con cuidado la lista de materiales.

Lista de materiales	
<b>Resistencias de 1/4W</b>	
1	- 10K (R1)
2	- 5,1K (R2, R3)
1	- 56K (R4)
1	- 560K (R5)
1	- 2,2K (R7)
1	- Reóstato de 1M (R6)
<b>Condensadores</b>	
2	- 10 $\mu$ F/25V electrolítico (C1, C3)
1	- 20pF cerámico (C2)
<b>Semiconductores</b>	
1	- Circuito integrado LM358 (IC1)
<b>Varios</b>	
1	- Base para circuito integrado de 8 pines
1	- Conector en línea de 3 pines (tipo cerca)
1	- Jumper
8	- Terminales para circuito impres (espaldines)
1	- Circuito impreso ref. K-158 de CEKIT
1	- Cable blindado (30 cm)
1	- Micrófono electret

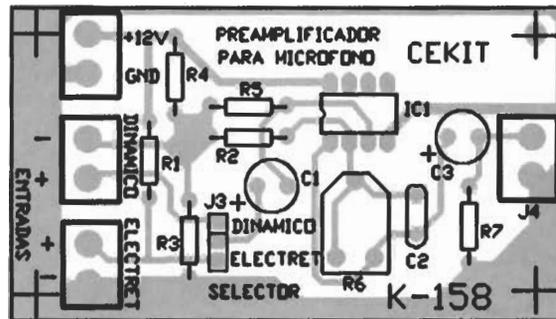


Figura 9.3 Guía de ensamble y circuito impreso. El preamplificador se ensambla sobre un circuito impreso referencia K-158, en el que se incluyen todos los componentes y las conexiones para la fuente de alimentación, los micrófonos y la salida. Se debe tener mucho cuidado para ubicar los componentes en forma correcta, por ejemplo, los condensadores y el circuito integrado deben conservar una polaridad adecuada.

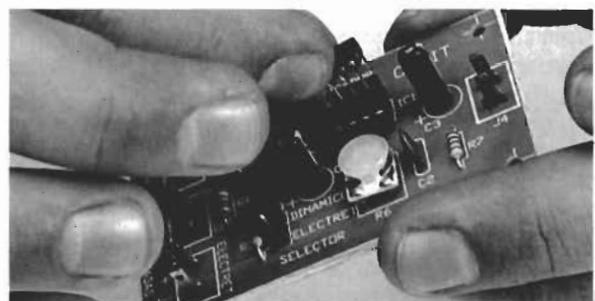
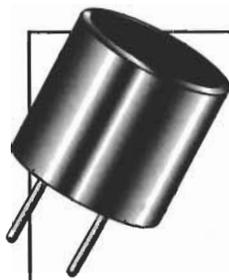
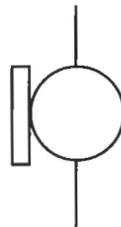


Figura 9.4 El ensamble de la tarjeta es muy sencillo, se debe poner especial atención en el momento de hacer la soldadura para no causar cortos entre puntos adyacentes. Además, en los sitios donde se conectan cables se deben poner espaldines para facilitar la posterior soldadura de los mismos. Se recomienda que una vez se termine el proceso de soldadura, se haga una limpieza de la tarjeta con un poco de alcohol y un cepillo de dientes; así se remueve la capa de material fundente que queda después de la soldadura.



Aspecto físico del micrófono electret

Símbolo



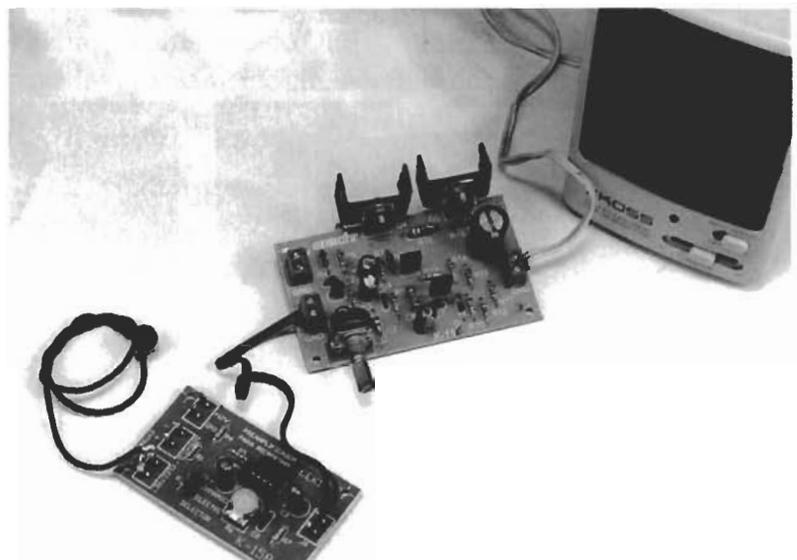
### El micrófono

Es un componente electrónico que hace parte del grupo de los *transductores*, los cuales tienen como función convertir alguna variable física en una señal eléctrica o viceversa. Los micrófonos en particular, reciben energía en forma de ondas acústicas o sonoras y la convierten en débiles señales de corriente o voltaje. Todo micrófono posee un diafragma que es excitado por la onda acústica y un elemento *transductor* (cápsula) que transforma las vibraciones del diafragma en una señal eléctrica equivalente a la entrada acústica. Existen muchas clases de micrófonos, ellos se diferencian por los materiales en que están contruidos, sus aplicaciones, la forma de conectarlos al circuito, etc. En este proyecto utilizamos uno del tipo *electret* (recibe este nombre por el material de su membrana) y otro del tipo dinámico.

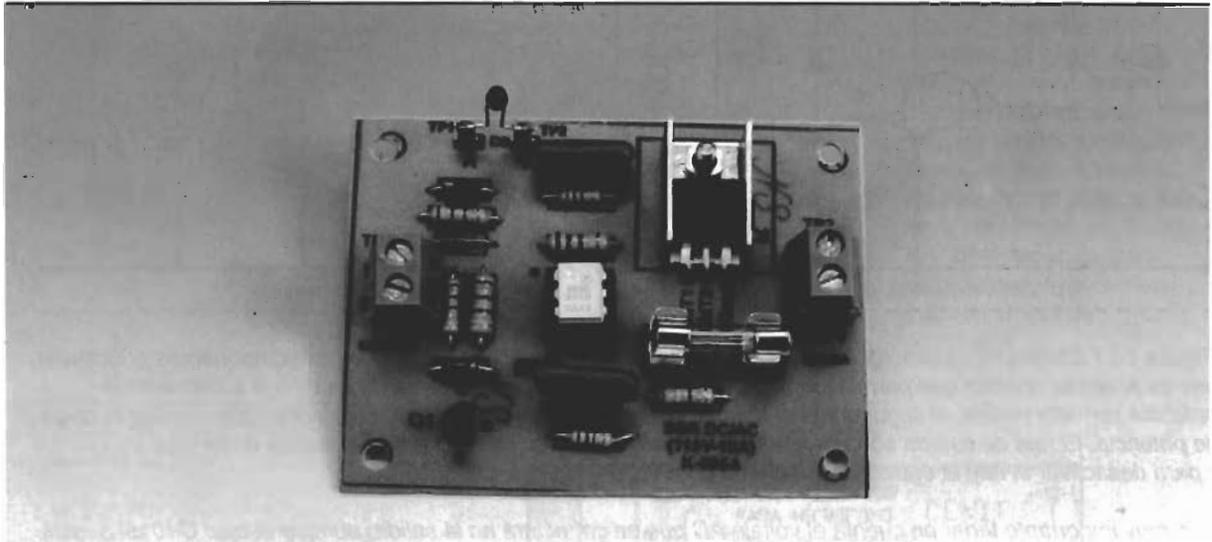


Figura 9.5 La forma en que se conectan los micrófonos es muy sencilla. Sólo se deben soldar sus dos cables en el sitio marcado en el circuito impreso. En el caso del micrófono dinámico, el proceso es rápido ya que traen sus dos cables originalmente. Para el micrófono electret en cambio, se debe hacer la conexión completa. Para ello utilizamos cable blindado. Este tipo de conductor posee muy buenas características y por lo tanto no afecta la débil señal de salida del micrófono. En este tipo de cable los conductores se encuentran uno dentro de otro, separados por un material aislante; se debe poner un poco de cuidado al momento de separar los hilos de cada uno para soldarlos.

Figura 9.6 El circuito terminado se puede conectar a cualquier amplificador de audio. Los pasos incluyen la selección del tipo de micrófono mediante el jumper referenciado como J3. Luego, la salida del preamplificador, se debe conectar a la entrada del amplificador y la salida de este al baffle o parlante. En este caso, utilizamos el amplificador que se construyó en el proyecto N°6. No olvide que la fuente de alimentación para estos circuitos es de +12VDC.



# Proyecto N° 10



## Relé de estado sólido con Triac

*Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que permite manejar cargas de corriente alterna, por ejemplo una lámpara incandescente o un pequeño motor, desde un circuito electrónico que genera señales de control de bajo nivel.*

Un relé de estado sólido, como su nombre lo indica, es un dispositivo que utiliza un interruptor de estado sólido (por ejemplo un transistor o un tiristor), en lugar de contactos mecánicos (como los de los relés normales), para conmutar cargas de potencia a partir de señales de control de bajo nivel. Estas últimas pueden provenir, por ejemplo, de circuitos digitales y estar dirigidas a motores, lámparas, solenoides, calefactores, etc. El aislamiento entre la circuitería de control y la etapa de poten-

cia lo proporciona generalmente un optoacoplador. La conmutación propiamente dicha puede ser realizada por transistores bipolares, MOSFETs de potencia, triacs, SCRs, etc.

Un relé de estado sólido ofrece varias ventajas notables con respecto a los tradicionales relés y contactores electromecánicos: son más rápidos, silenciosos, livianos y confiables, no se desgastan, son inmunes a los choques y a las vibraciones, pueden conmutar

altas corrientes y altos voltajes sin producir arcos ni ionizar el aire circundante, generan muy poca interferencia, proporcionan varios kilovoltios de aislamiento entre la entrada y la salida, etc. El proyecto que construiremos en esta ocasión es un relé de estado sólido cuya salida se hace a través de un triac, por lo tanto, está destinado a manejar cargas de corriente alterna. En la figura 10.1 se muestra el diagrama esquemático del circuito, a continuación haremos una descripción de su funcionamiento.

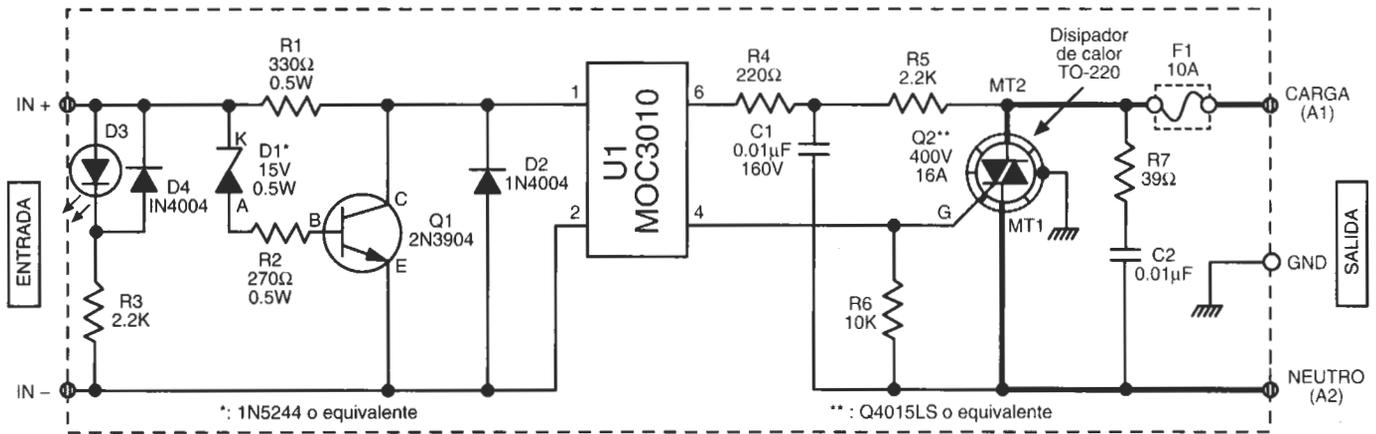


Figura 10.1 Diagrama esquemático del relé de estado sólido. El circuito posee dos componentes principales, uno es el optoacoplador que permite conectar circuitos de control con señales de bajo nivel a circuitos de potencia con alto voltaje, el segundo es el triac, el cual se constituye en el elemento activo que maneja la carga de potencia. El relé de estado sólido acepta señales de control que deben tener un voltaje entre +5 y +15 voltios y para desactivar el relé la entrada debe caer a un nivel bajo (cercano a 0V).

\* Es muy importante tener en cuenta el voltaje AC que se conectará en la salida, aunque el triac Q4015L5 está especificado para 400 V, se debe tener cuidado de utilizar los condensadores C1 y C2 con un voltaje superior al de la línea de alimentación.

Al aplicar un voltaje de control en la entrada del circuito, circula una corriente de polarización a través del LED del optoacoplador y éste emite su luz infrarroja en el interior de la cápsula. Dicha radiación es captada por el fotodetector y convertida en corriente que se utiliza para impulsar directamente el triac encargado de conmutar la potencia de la carga. Las resistencias R1 y R3 limitan la corriente a través del LED indicador D3 y el LED del optoacoplador a un valor seguro.

Los demás elementos cumplen funciones auxiliares. Por ejemplo, D2 y D4 protegen los LED en caso de una inversión de la polaridad del voltaje de control y Q1 bloquea el paso de corriente ha-

cia el optoacoplador cuando éste es superior a 15V. Este umbral lo determina el diodo zener D1. Esta regulación se hace con el fin de proteger el LED del optoacoplador.

En condiciones normales, con voltajes de entrada positivos ( superiores a 5V e inferiores a 15V), D1, D2, D4 y Q1 permanecen en estado OFF (apagados) y solamente circula la corriente a través de los LED (tanto del LED indicador D3 como del LED del optoacoplador). Cuando el voltaje de control supera la barrera de los 15V, D1 se dispara y permite la circulación de corriente de base del transistor Q1 a través de R2. Como resultado, Q1 conduce y bloquea el paso de corriente hacia el optoacoplador. Algo similar

sucede cuando se aplica un voltaje de entrada invertido. En este caso, conducen D2 y D4, evitando que la tensión inversa de entrada quede aplicada a los LED. La máxima tensión inversa que puede ser aplicada a un LED antes de destruirse es del orden de 3 a 6 voltios.

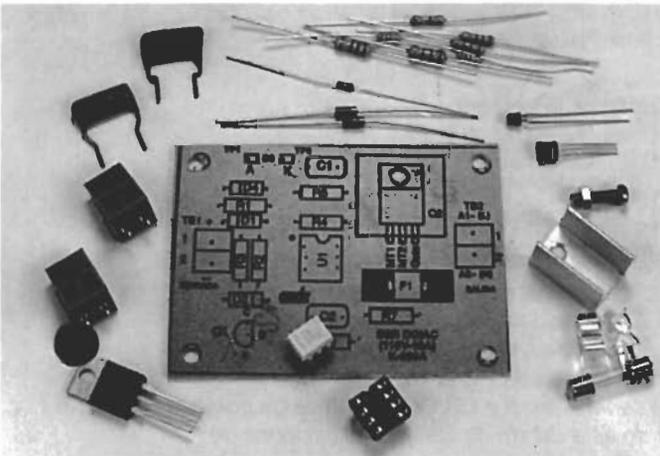
El circuito de salida del relé de estado sólido utiliza un triac de compuerta aislada (Q2) gobernado por el diac del optoacoplador. Una vez disparado el optoacoplador por efecto del voltaje de control aplicado a la entrada, circula una corriente por el mismo y por la compuerta del triac, provocando que este entre en conducción, permitiendo a la vez que circule corriente a través de la carga.

El Q4015L5 utilizado en nuestro proyecto requiere una corriente de compuerta mínima del orden de 50mA. El triac del MOC3010, por su parte, tiene una capacidad de corriente de 100mA, suficiente para disparar prácticamente cualquier triac. La resistencia R4 establece la corriente de compuerta del triac. La red formada por R7 y C2 (llamada red *snubber*) evita que los cambios rápidos en el voltaje de entrada disparen inadvertidamente el triac mientras este último se encuentra en estado OFF (fuera de conducción). Si se manejan sólo cargas puramente resistivas (por

ejemplo lámparas y calefactores); la red *snubber* puede omitirse. La red formada por R5 y C1 permite el manejo confiable de cargas inductivas como motores, solenoides, relés, transformadores, etc. Sin la red R5-C1, se puede causar el disparo involuntario del triac o su destrucción.

En condiciones normales, el disparo del triac no está sincronizado con los puntos de cruce por cero de la corriente o la tensión de carga. Por tanto, la conducción del mismo puede producirse en cualquier punto de la forma de onda. Si

el disparo ocurre cerca de un pico positivo o negativo, donde la rata de cambio del voltaje es muy alta, a través de la carga circulará una corriente instantánea muy elevada y se originará una gran cantidad de interferencia. Esta última puede inducirse en radios, televisores y otros equipos sensibles. Para prevenir que esto suceda, el MOC3010 puede ser sustituido por un optoacoplador con detector de cruce por cero tal como el MOC3031 o similar. En este caso, C1 debe eliminarse y R5 cambiarse por un puente de 0 ohm.



**Figura 10.2**  
*Componentes que forman el kit. Antes de iniciar el ensamble del circuito debemos estar seguros de tener todos los componentes necesarios. De esta forma el trabajo se hace más rápido ya que no hay interrupciones; para esto debemos revisar con cuidado la lista de materiales que se encuentra en el listado adjunto.*

**Lista de materiales**

**Resistencias a 1/2 W - 5%**

- 1 330 ohm (R1)
- 1 270 ohm (R2)
- 1 2,2 K a 1/4 W (R3, R5)
- 1 220 ohm (R4)
- 1 10 K a 1/4 W (R6)
- 1 39 ohm (R7)

**Condensadores**

- 2 0,01µF/300V ó 600V (C1, C2)

**Semiconductores**

- 1 Diodo Zener de 15V a 1/2 W (D1)
- 2 Diodo 1N4004 (D2, D4)
- 1 LED rojo (D3)
- 1 Transistor 2N3904 (Q1)
- 1 Triac Q4015 o uno de mayor voltaje (Q2)
- 1 Optoacoplador MOC3010 (U1)

**Otros**

- 1 Disipador TO-220
- 1 Kit de aislamiento para TO-220
- 2 Conector de tornillo de 2 pines
- 1 Fusible corto de 10 Amperios
- 2 Terminal portafusible para impreso
- 1 Circuito impreso K-088A
- 2 Terminal para circuito impreso
- 1 Base para integrado de 8 pines
- 1 Tornillo milimétrico 3x7
- 1 Soldadura (1 m)



**Aspecto físico**



**Símbolo**

**El diodo zener**

Es un diodo que bajo condiciones normales, es decir polarizado directamente, se comporta de manera similar a un diodo rectificador normal. Pero cuando se polariza de forma inversa, tiene la propiedad de regular o limitar a un valor determinado, el voltaje que cae entre sus terminales. Por esta razón, es muy utilizado en fuentes de voltaje o circuitos que requieren regular algún nivel de tensión. El voltaje específico de cada diodo lo determina el fabricante; por lo tanto, en el mercado se pueden conseguir diodos zener de diferentes voltajes, por ejemplo de 3V, 9V, 12V, etc..

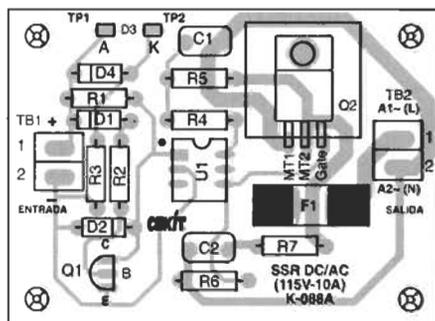


Figura 10.3 Guía de ensamble y circuito impreso. El relé de estado sólido se ensambla sobre un circuito impreso referencia K-088A, en el que se incluyen todos los componentes, la conexión para la señal de control y la salida hacia la carga de potencia. Se debe tener mucho cuidado para ubicar los componentes en forma correcta; por ejemplo, los diodos y el circuito integrado deben conservar una polaridad adecuada.



Figura 10.4 Ensamble de la tarjeta. Instale primero los componentes de bajo perfil como diodos, resistencias y la base de circuito integrado. Continúe con el LED, el transistor 2N3904, los condensadores, los soportes del fusible y los conectores de entrada y salida. Por último, instale el triac de potencia con su respectivo disipador y asegúrelo a la tarjeta en la forma usual. No olvide aplicar grasa de silicona en las superficies de contacto de la arandela aislante con la cápsula y el disipador.

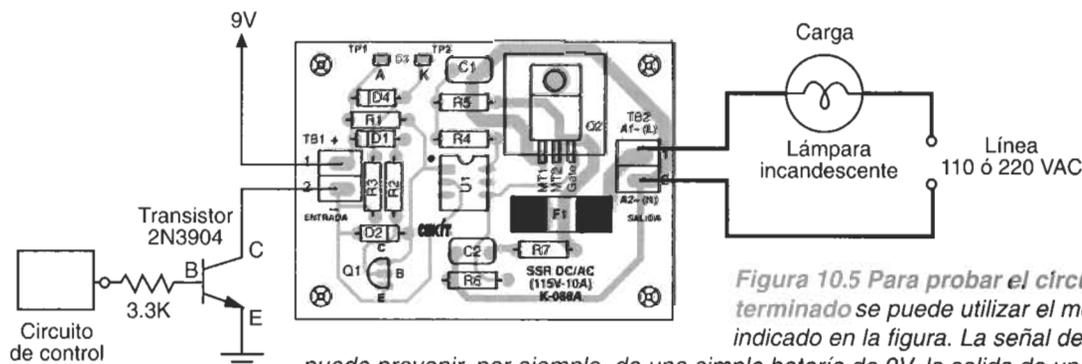
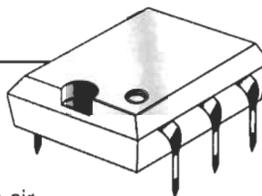


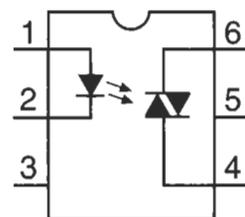
Figura 10.5 Para probar el circuito terminado se puede utilizar el montaje indicado en la figura. La señal de control puede provenir, por ejemplo, de una simple batería de 9V, la salida de un circuito lógico o, en general, cualquier fuente de señal entre 5 y 15VDC. Como carga puede utilizarse una lámpara, un motor, un calefactor, etc., siempre y cuando esté dentro de las especificaciones de corriente y voltaje del sistema.

**El optoacoplador**

Es un componente electrónico que combina en el mismo empaque un LED y un fotodetector. Su principio de funcionamiento es el siguiente: El LED emite un rayo de luz cuando es excitado por una corriente que proviene de un circuito de control. Este es recibido por el detector, el cual a su vez es activado por dicho estímulo, haciendo que el circuito de salida o de potencia en que está conectado entre en funcionamiento. La principal ventaja de un optoacoplador es el aislamiento eléctrico entre los circuitos de entrada y salida ya que el único contacto entre ellos es un rayo de luz. Adicionalmente, existen diferentes clases de optoacoplador, algunos de ellos tienen salida por fototransistor, por fotodarlington, por fototriac, etc.. El que usamos en este proyecto es un optoacoplador MOC3010, el cual tiene salida por fototriac y es especial para manejar circuitos con triacs de potencia.



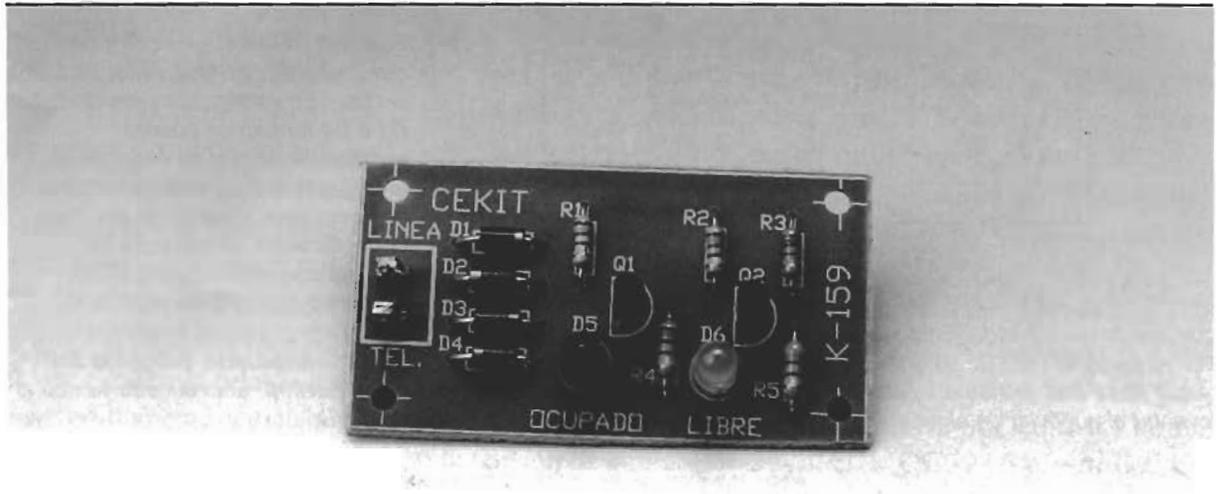
Aspecto físico



MOC3010

Símbolo

# Proyecto N° 11



## Indicador de línea telefónica en uso

*Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que se puede conectar en todas las extensiones de una línea telefónica para evitar que alguien levante el auricular cuando estamos conversando o conectados a Internet, lo que muchas veces corta la comunicación. Este proyecto, aunque es muy sencillo, le será de gran utilidad.*

Cuando varias personas tienen acceso a una misma línea telefónica y cada una de ellas posee su propio aparato, suele suceder que cuando lo levantan para hacer una llamada se encuentran con la sorpresa de que está siendo ocupada por otra persona. Igual sucede cuando la línea telefónica que se utiliza para conectarse a Internet es la misma que se debe usar para

realizar cualquier llamada. En este caso, la molestia es peor ya que cuando se levanta la extensión del teléfono, en la mayoría de los casos, se pierde la conexión y se debe realizar el procedimiento nuevamente.

Para prevenir estas molestias es conveniente instalar un dispositivo que indique cuándo la línea telefónica

está siendo utilizada por otra extensión diferente a la nuestra, ya sea por un aparato convencional, un fax o un módem de computadora. Antes de iniciar el desarrollo del proyecto se debe aclarar que este dispositivo funciona en líneas telefónicas directas, es decir, las que reciben alimentación desde la central telefónica. En extensiones derivadas de un conmutador o de

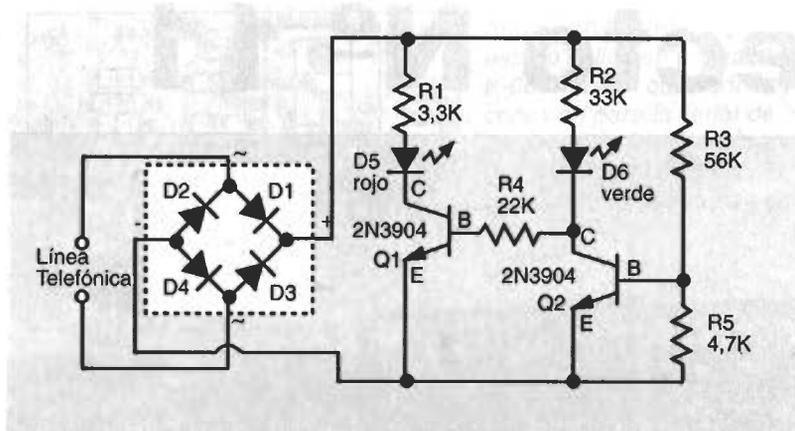
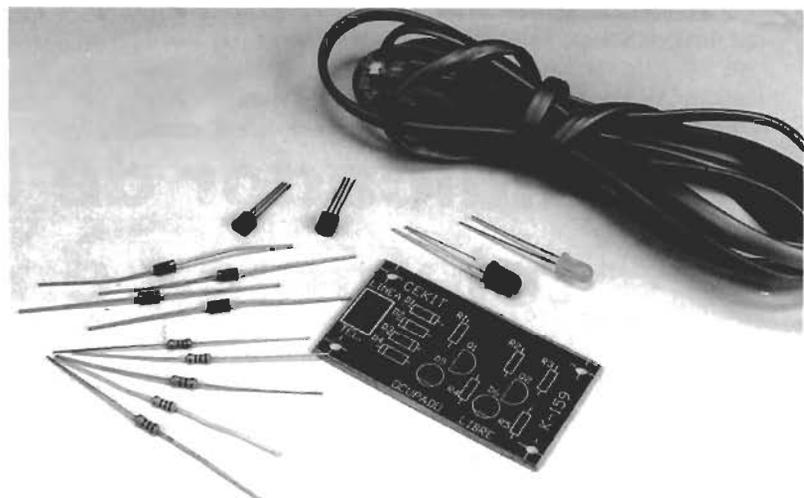


Figura 11.1 Diagrama esquemático del indicador de línea telefónica en uso. En este circuito, los diodos D1 a D4 forman un puente rectificador, el cual se encarga de entregar la alimentación a los otros componentes. Cuando se polariza correctamente, el transistor Q2 permite que encienda el LED D6, indicando que la línea está libre y

que puede ser utilizada. Esto sucede cuando el circuito recibe los 48 VDC que entrega la central telefónica. Por su parte, el LED D5 se enciende cuando el transistor Q1 es alimentado en forma adecuada, indicando así que la línea está siendo ocupada por otra persona en una extensión diferente a la nuestra. Esto sucede ya que al levantar el auricular de alguna extensión el voltaje de la línea cae por debajo de 7VDC.

Figura 11.2 Componentes que forman el kit. Antes de iniciar el ensamble del circuito, debemos estar seguros de tener todos los componentes necesarios. De esta forma, el trabajo se hace más rápido ya que no hay interrupciones; para esto debemos revisar con cuidado la lista de materiales que se encuentra en el listado adjunto.



una pequeña planta privada de las que se utilizan en las oficinas no funciona ya que los niveles de voltaje y corriente son diferentes.

El dispositivo indicador consiste en un pequeño circuito que se conecta a la línea telefónica (en paralelo con el teléfono) mediante un cable y el conector adecuado. Dicho circuito contiene dos LED, uno verde que indica que la línea

está libre y que se puede levantar el teléfono para hacer una llamada, y uno rojo que indica cuándo la línea está ocupada, ya sea por otro teléfono o porque se está usando en un módem de una computadora.

Este aparato tiene una gran ventaja y es que no requiere ninguna fuente de alimentación ni batería externa, sólo basta con la conexión a la línea telefónica y el dispositivo toma de

allí la energía y la información necesaria para realizar su trabajo. En la figura 11.1 se muestra el diagrama esquemático del circuito. Como se puede apreciar, este es muy simple al igual que su funcionamiento. Antes de entrar en detalles debemos tener en cuenta que el voltaje presente en la línea telefónica es de aproximadamente 48VDC cuando no está en uso y menor a 7 VDC cuando se descuelga el auricular.

**Lista de materiales**

**Resistencias de 1/4W, 5%**

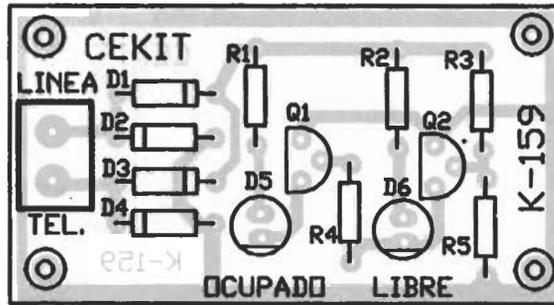
- 1 3,3K (R1)
- 1 33k (R2)
- 1 56K (R3)
- 1 22K (R4)
- 1 4,7K (R5)

**Semiconductores**

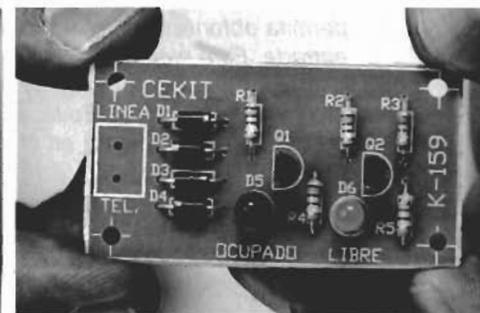
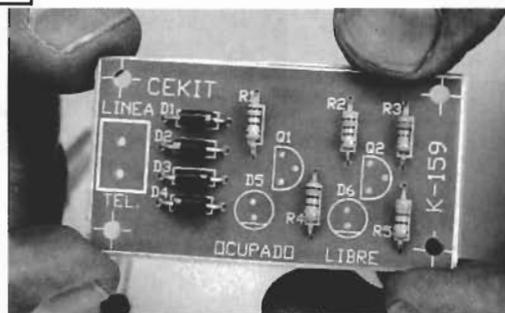
- 4 Diodo 1N4004 (D1 a D4)
- 1 LED rojo de 5 mm (D5)
- 1 LED verde de 5 mm (D6)
- 2 Transistores NPN 2N3904

**Varios**

- 1 Circuito impreso K-159
- 2 Terminales para circuito impreso (espadines)
- 1 Cable para teléfono (incluyendo los conectores)
- 1 Soldadura (1 mt)
- 1 Caja plástica y tornillos



*Figura 11.3 Guía de ensamble y circuito impreso. El indicador de línea telefónica en uso se ensambla sobre un circuito impreso referencia K-159, en el que se incluyen todos los componentes y la conexión a la línea. Se debe tener mucho cuidado para ubicar los componentes en forma correcta, en especial los diodos, los transistores y los LED que deben conservar una polaridad adecuada.*



*Figura 11.4 Ensamble de la tarjeta. Instale primero los componentes de bajo perfil como diodos y resistencias, luego continúe con los LED y los transistores 2N3904. Recuerde que en los sitios donde se conectan los cables se deben poner espadines para facilitar la posterior soldadura de los mismos. Se recomienda que una vez se termine el proceso de soldadura, se haga una limpieza de la tarjeta con un poco de alcohol y un cepillo de dientes, así se remueve la capa de material fundente que queda después de dicho proceso.*

Por su parte, la señal de timbre, que es una señal de corriente alterna, puede llegar hasta los 90 voltios. La entrada de la línea telefónica al circuito se rectifica mediante el puente formado por los diodos D1 a D4. De esta forma, se evitan problemas de polaridad con dichos cables y problemas que se podrían presentar en el momento en que llegue una señal de timbre.

En condiciones normales, es decir que la línea esté desocupada (48VDC), el divisor de voltaje formado por las resistencias R3 y R5 hace que el transistor Q2 se polarice de forma correcta y por lo tanto entre en conducción. De esta forma, pone una señal de tierra en su colector y permite que el LED de color verde D6 se ilumine, indicando que la línea está libre. El bajo nivel de voltaje en el colector de Q2 hace

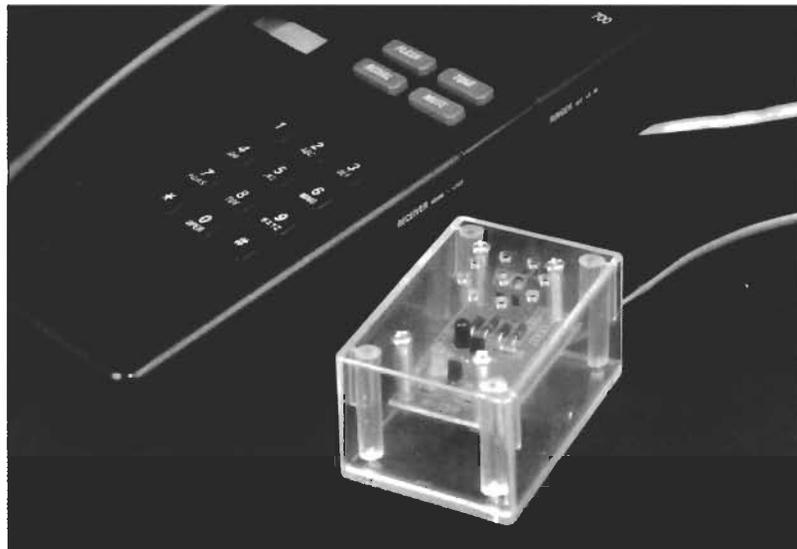
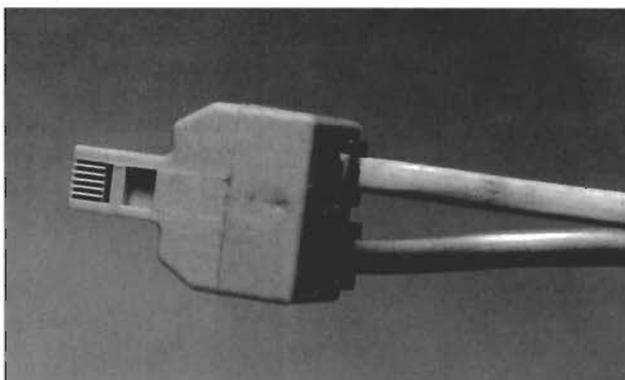
que el transistor Q1 no conduzca y por lo tanto el LED rojo D5 no se pueda encender.

Cuando se levanta el teléfono o se activa el módem de una computadora, el voltaje cae por debajo de 7 VDC; por lo tanto, el transistor Q2 recibe un nivel de voltaje muy bajo en la base, lo que evita que pueda entrar en conducción. De esta forma, el colector de Q2 permanece alto y hace que el transistor Q1 reciba



*Figura 11.5 El circuito terminado se debe instalar cerca del teléfono para que pueda ser visto fácilmente. Además, para protegerlo de posibles daños, se puede instalar dentro de una caja plástica o chasis. Obviamente, lo ideal es que todas las extensiones tengan su dispositivo indicador.*

*Figura 11.6 Para hacer la conexión del teléfono y el dispositivo indicador en un sólo conector, que se tiene disponible en la pared normalmente, se puede emplear un acople que permita obtener dos derivaciones desde una sola entrada. Este elemento, conocido como una división o una "T", también se consigue fácilmente en el mercado local. Su aspecto es como el que se muestra en la figura.*



señal en su base a través de la resistencia R4, permitiendo que se encienda el LED rojo indicando que la línea se encuentra ocupada. El cable que se utiliza para conectar el circuito a la línea telefónica se consigue fácilmente

en el mercado y ya trae listos los conectores (llamados conectores RJ11). Este viene originalmente con cuatro hilos que corresponden a los cuatro terminales de dicho conector. En nuestro caso, sólo utilizamos el conector que

va a la línea telefónica (el otro se corta) y de los cuatro hilos sólo usamos los dos conductores centrales (rojo y verde), estos se deben conectar a la tarjeta mediante terminales para circuito impreso o espadines.

# Proyecto N° 12



*El circuito impreso de este proyecto lo regalamos con el fascículo N°15*

## Probador audible de continuidad

*Al ensamblar este proyecto se obtiene un instrumento de medida que permite realizar pruebas de continuidad en circuitos impresos, bobinas, relés, parlantes, etc, permitiendo así localizar fallas y realizar tareas de reparación de aparatos.*

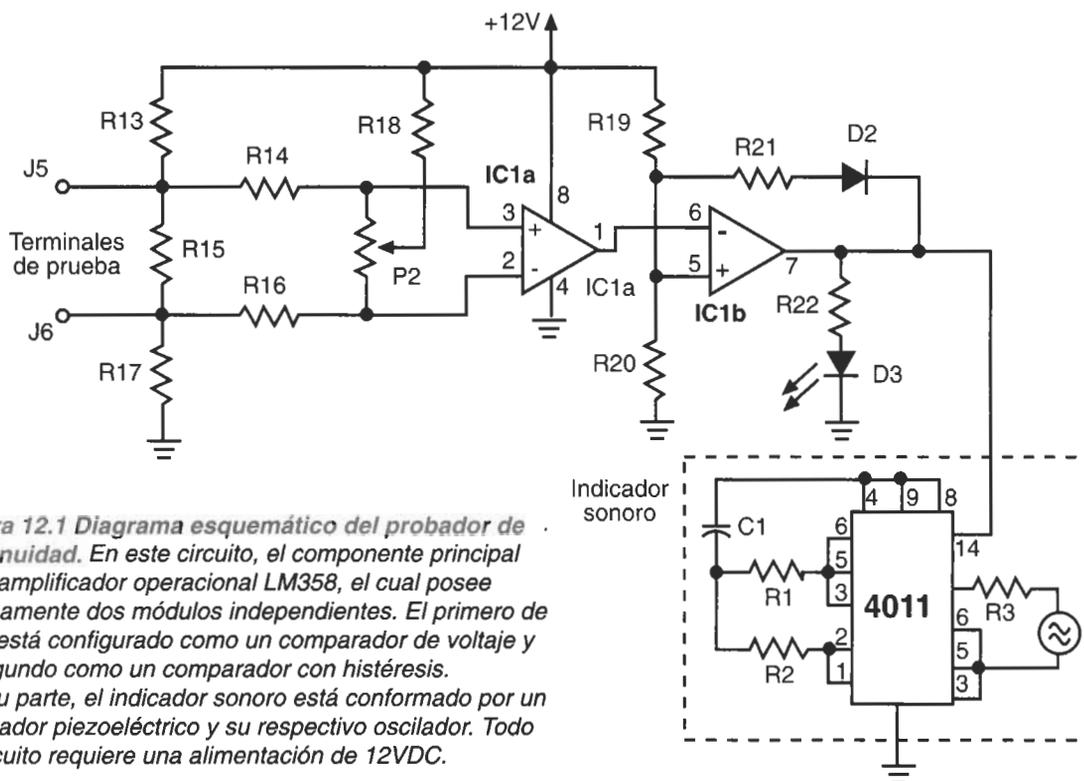
Los instrumentos de laboratorio son uno de los temas preferidos por los aficionados a la electrónica ya que, además de brindar la satisfacción que se logra con cada proyecto, prestan un gran servicio a quien los construye. El que vamos a realizar en esta ocasión es un probador de continuidad, el cual sirve para probar el estado de cables, pistas de un circuito impreso, bobinas, parlantes, etc.. Recordemos que la resistencia se mide en ohmios y que la continuidad ideal está expresada por el valor de 0

(cero) ohmios. En la figura 12.1 se muestra el diagrama esquemático del circuito y a continuación haremos una descripción del mismo.

El probador está formado por dos circuitos independientes; el primero de ellos corresponde al probador de continuidad propiamente y el segundo es el indicador sonoro, conformado por un zumbador piezoeléctrico y su circuito oscilador. El componente principal del probador de continuidad es el amplificador operacio-

nal LM358, el cual incorpora dos módulos en un sólo encapsulado de 8 pines. En la figura 12.1 se muestran los amplificadores operacionales IC1a e IC1b, el primero de ellos está configurado como comparador de voltaje y el segundo como un comparador con histéresis.

El comparador de voltaje formado por el primer amplificador operacional, IC1a, tiene dos niveles de voltaje diferentes en sus entradas, generados por el di-



**Figura 12.1** Diagrama esquemático del probador de continuidad. En este circuito, el componente principal es el amplificador operacional LM358, el cual posee internamente dos módulos independientes. El primero de ellos está configurado como un comparador de voltaje y el segundo como un comparador con histéresis. Por su parte, el indicador sonoro está conformado por un zumbador piezoeléctrico y su respectivo oscilador. Todo el circuito requiere una alimentación de 12VDC.

visor de tensión formado por R13, R15 y R17. Dichos voltajes son muy parecidos ya que la resistencia R15 tiene un valor muy bajo comparada con R13 y R17, pero de todas maneras el nivel de tensión que llega a la entrada positiva del operacional (pin 3) está por encima del que llega a la entrada negativa (pin 2).

Bajo estas condiciones, la salida del operacional (pin 1) permanece en un nivel alto. En el momento en que se hace una medida, las puntas de prueba colocan el objeto bajo medida en paralelo con la resistencia R15. En caso de haber continuidad (resistencia muy baja), prácticamente se pone en corto la

resistencia R15 y los dos voltajes de entrada del comparador se igualan, haciendo que la salida del mismo pase de un nivel alto a un nivel bajo. El potenciómetro P2 permite ajustar el umbral o valor mínimo en que se hace la detección.

El comparador de voltaje construido alrededor de IC1b tiene en su entrada positiva (pin 5) un voltaje de referencia definido por el divisor de tensión formado entre R19 y R20; este es comparado con el nivel que entrega en su salida el amplificador operacional IC1a, la cual está conectada a la entrada negativa. Cuando el nivel de la entrada negativa está por encima del valor de referencia,

la salida de IC1b permanece en nivel bajo; cuando está por debajo, la salida pasa a nivel alto. Esta última condición se presenta cuando la medida de continuidad es verdadera; por lo tanto, ese nivel alto de salida activa el LED indicador D3 y el zumbador o indicador sonoro.

El comparador IC1b tiene una característica especial y es que posee histéresis, la cual es introducida por la presencia de la resistencia de realimentación R21. Siempre que un circuito cambia de un estado a un segundo estado con cierta señal y entonces regresa del segundo al primer estado con otra señal de entrada diferente, se dice que el circuito posee histéresis.

**Lista de materiales**

**Resistencias a 1/4W-5%**

- 3 22 K (R13, R17, R19)
- 2 1 K (R14, R16)
- 1 10 ohm (R15)
- 1 680 K (R18)
- 1 56 K (R20)
- 1 8,2 K (R21)
- 1 1,5 K (R22)
- 1 Trimmer de 5K (P2)

**Semiconductores**

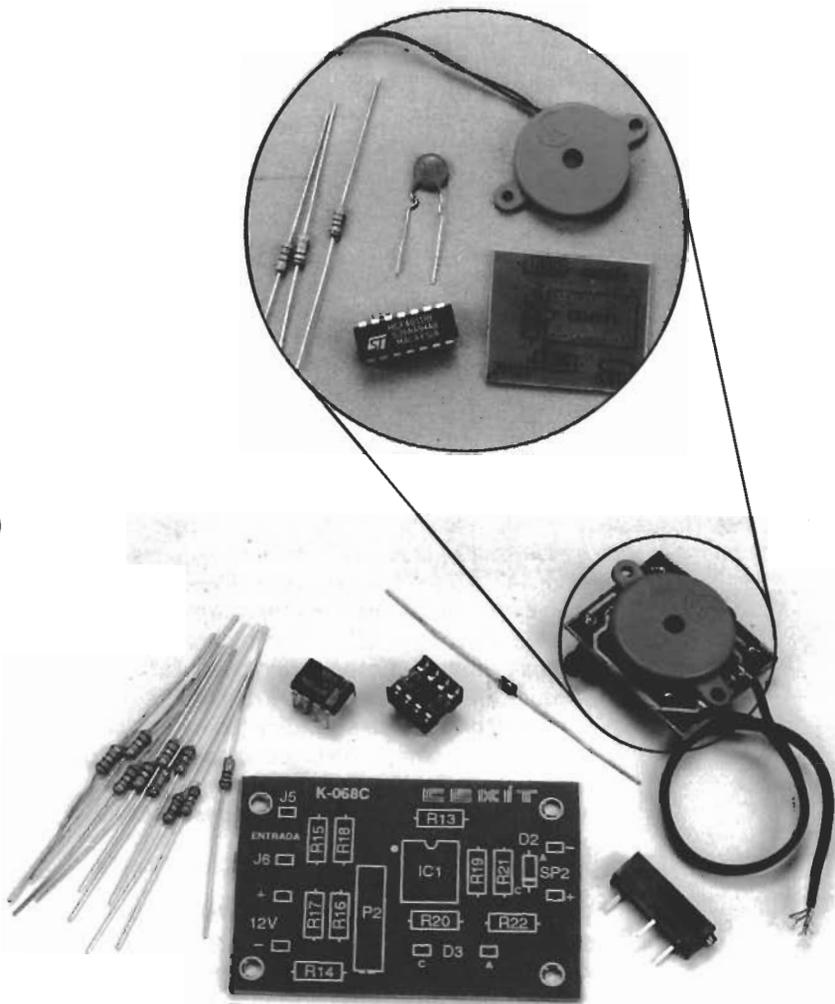
- 1 Diodo 1N4148 (D2)
- 1 LED rojo de 5 mm (D3)
- 1 Circuito integrado LM358

**Otros**

- 1 Base para integrado de 8 pines
- 8 Terminal para circuito impreso (espadín)
- 1 Circuito impreso K-068C
- 1 Soldadura (1 m)
- 1 Cable polarizado AWG 24 (50 cm)

**Tarjeta del zumbador**

- 1 Resistencia de 100 ohm 1/4W
- 1 Resistencia de 8,2 K 1/4W
- 1 Resistencia de 100 K 1/4W
- 1 Condensador cerámico de 0,01µF
- 1 Circuito integrado 4011
- 1 Zumbador piezoeléctrico
- 1 Circuito impreso ZP01
- 1 Cinta de doble faz (1 cm)



*Figura 12.2 Componentes que forman el kit. Antes de iniciar el ensamble del circuito, debemos estar seguros de tener todos los componentes necesarios. De esta forma, el trabajo se hace más rápido ya que no hay interrupciones; para esto debemos revisar con cuidado la lista de materiales que se encuentra en el listado adjunto.*

Por otra parte, el indicador sonoro está formado por un zumbador piezoeléctrico y un circuito oscilador. Este último se activa cuando la salida del probador de continuidad pasa a un nivel alto ya que de ahí es que toma su alimentación. El oscilador está conformado por un circuito integrado CD4011, el cual posee internamente cuatro compuertas digitales, y por

un condensador y tres resistencias; estos últimos componentes son los que definen la frecuencia de las oscilaciones. Este circuito se construye en una tarjeta independiente para facilitar su utilización en cualquier otra aplicación.

El probador de continuidad puede utilizarse en muchas situaciones en que nor-

malmente se recurre a un óhmetro. Al realizar pruebas de continuidad, asegúrese que el componente a examinar no esté energizado. Además, en caso de utilizar cables largos en las puntas de prueba se debe tener en cuenta la resistencia de los mismos. Por lo tanto, se debe recalibrar el umbral de detección para corregir el error que ellos introducen.

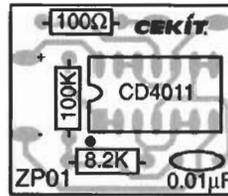
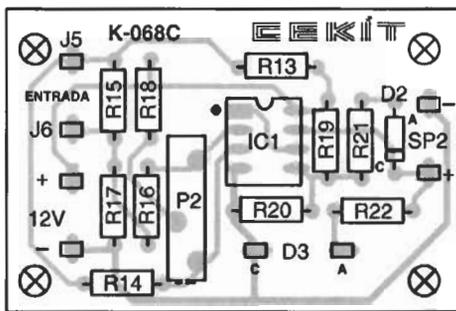


Figura 12.3b Guía de ensamble y circuito impreso del indicador sonoro. Este se ensambla en una tarjeta referencia ZP01 de CEKIT.

Figura 12.3a Guía de ensamble y circuito impreso del probador de continuidad. Este se ensambla en una tarjeta referencia K-068C de CEKIT, en el que se incluyen todos los componentes y la conexión al indicador sonoro, a la fuente de alimentación y a las puntas de prueba.

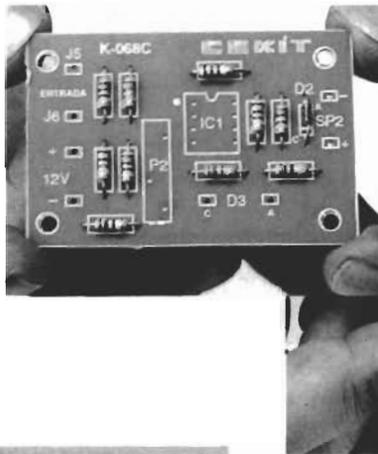


Figura 12.4a Ensamble de la tarjeta del probador de continuidad. Instale primero los componentes de bajo perfil como el diodo y las resistencias, luego continúe con la base para circuito integrado y demás componentes. Recuerde que en los sitios donde se conectan los cables se deben poner espadines para facilitar la posterior soldadura de los mismos. Se debe tener mucho cuidado para ubicar los componentes en forma correcta, en especial el diodo, el LED y el circuito integrado, los cuales deben conservar una polaridad adecuada. Se recomienda que una vez se termine el proceso de soldadura, se haga una limpieza de la tarjeta con un poco de alcohol y un cepillo de dientes; así se remueve la capa de material fundente que queda después de dicho proceso.

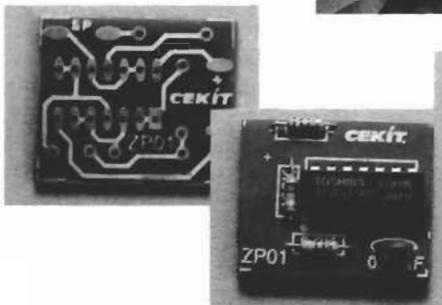


Figura 12.4b Ensamble del indicador sonoro. En este caso se deben seguir las mismas recomendaciones anteriores. Además, el zumbador lleva sus cables soldados a los pads del circuito impreso marcados SP, para fijarlo, se puede utilizar cinta de doble faz (con pegante por ambos lados).

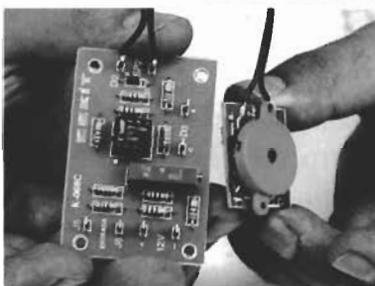
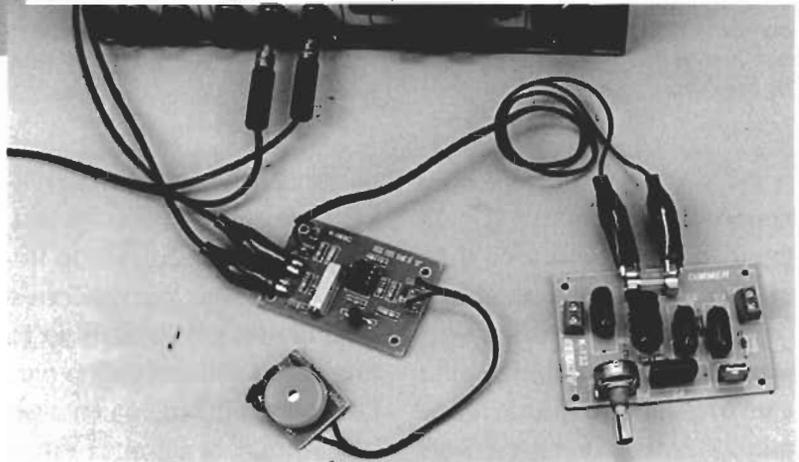
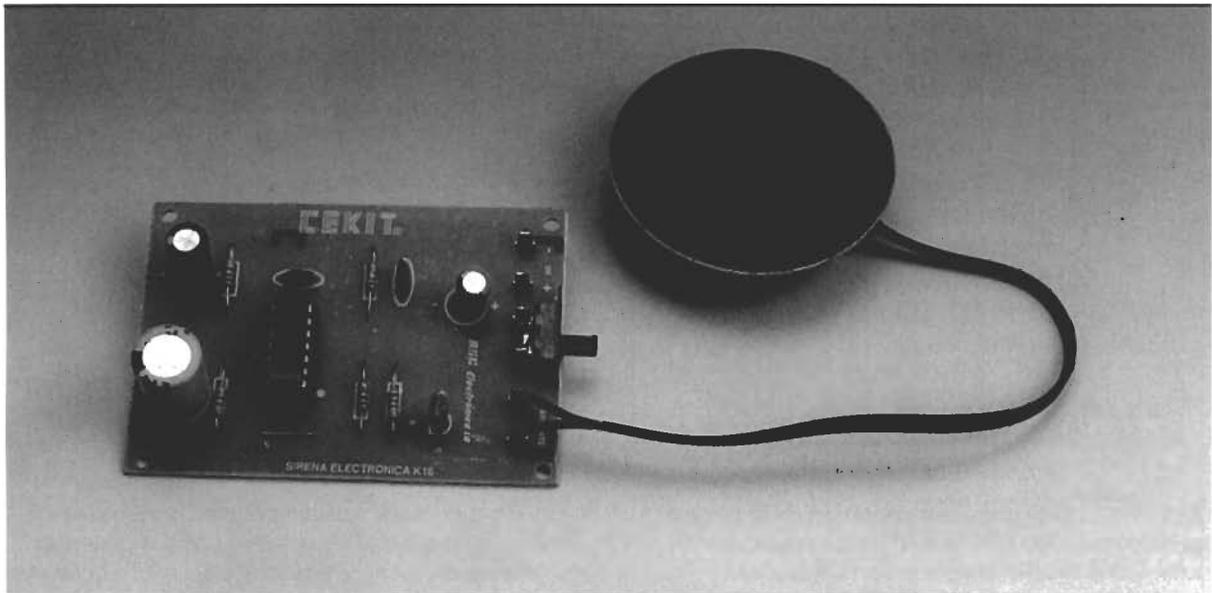


Figura 12.4c Para unir las dos tarjetas se deben llevar cables desde los puntos marcados SP2 en la tarjeta del probador de continuidad, hasta los pads marcados + y - en el indicador sonoro. De esta forma, dicho circuito produce el sonido cuando el probador se lo permite.



El circuito terminado se debe alimentar con una fuente de +12VDC. Para realizar alguna medida en un circuito bajo prueba, se pueden agregar caimanos o unas puntas adecuadas para que el contacto con el objeto sea más seguro.  
\* Recuerde que el componente bajo prueba debe estar desenergizado.

# Proyecto N° 13



## Sirena electrónica

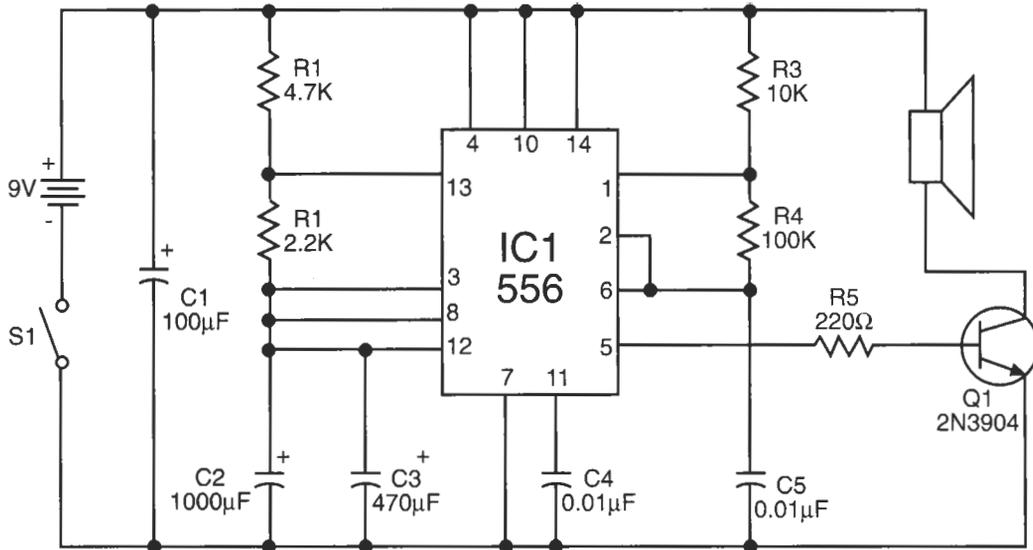
*Al ensamblar este proyecto, se obtiene un circuito que produce un sonido similar al de una sirena, el cual puede ser utilizado en sistemas de alarma, juguetes electrónicos, señalización, etc.*

Los circuitos que involucran sonidos o audio de cualquier tipo son muy llamativos para los aficionados a la electrónica. En este proyecto vamos a **construir** una sirena, la cual genera un sonido similar al de las ambulancias y autos de policía. Este circuito puede ser utilizado en sistemas de alarma de cualquier clase. En la figura 13.1 se muestra el diagrama esquemático del circuito. A continuación haremos una descripción del mismo.

El circuito tiene como elemento principal un circuito integrado 556, el cual posee in-

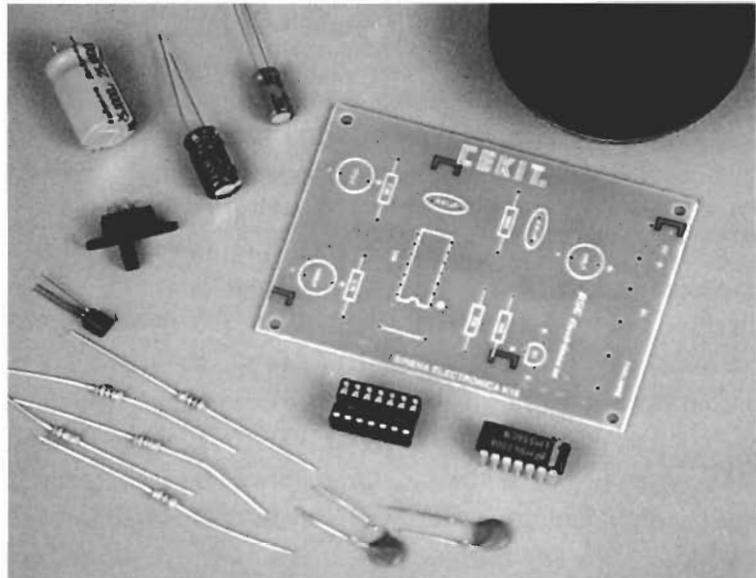
ternamente dos módulos del circuito integrado 555. Cada mitad del 556 está configurada como oscilador astable, es decir que siempre está generando pulsos. De ahí que la estructura formada por las resistencias R1 y R2 y los condensadores C2 y C3, es similar a la formada por R3, R4 y C5. Además, dado que los componentes son de diferente valor, cada uno tiene una frecuencia de oscilación diferente. Esta configuración es similar a la utilizada con el circuito integrado 555 en el proyecto N° 2, *luces de velocidad variable*, y en el proyecto N° 7, *luz intermitente con relevo*.

El primer oscilador trabaja a una frecuencia muy baja, debido a que el valor del condensador formado por C2 y C3 en paralelo es muy alto (recuerde que condensadores en paralelo se suman). Con estos valores, se obtiene una frecuencia de aproximadamente 15 pulsos por segundo. El segundo bloque trabaja a una frecuencia mucho más alta, aproximadamente de 2000 pulsos por segundo. Esto debido a que en este caso el condensador del oscilador (C5) tiene un valor mucho más pequeño.



**Figura 13.1 Diagrama esquemático de la sirena electrónica.** En este circuito, el componente principal es el circuito integrado 556, el cual posee internamente dos módulos osciladores independientes. Los componentes externos al circuito integrado son los que determinan la frecuencia de oscilación, dentro de ellos el que tiene más relevancia es el condensador. Todo el circuito puede ser alimentado con una fuente de 9 ó 12VDC.

**Figura 13.2 Componentes que forman el kit.** Antes de iniciar el ensamble del circuito debemos estar seguros de tener todos los componentes necesarios. De esta forma el trabajo se hace más rápido ya que no hay interrupciones; para esto debemos revisar con cuidado la lista de materiales que se encuentra en el listado adjunto.



La señal de salida del primer bloque oscilador se conecta como entrada de control del segundo bloque (pin 3). De esta forma, las oscilaciones de alta frecuencia son controladas por las de baja frecuencia. Esta configuración se conoce como **oscila-**

**dor controlado por voltaje** o VCO. Si se desea obtener un sonido de sirena mucho más fuerte, la salida que normalmente se conecta al parlante puede ser utilizada como entrada para un amplificador de potencia. De esta forma, la señal de alarma puede ser escu-

chada a una distancia mucho mayor. Como **amplificador**, se puede utilizar el **circuito** que se construyó en el proyecto N° 6, llamado **Amplificador de audio con transistores**, o el que aparece en el proyecto N° 17, **Amplificador de audio de alta potencia**.

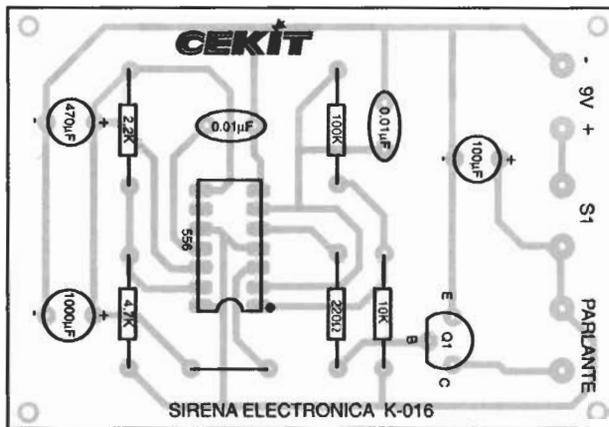


Figura 13.3 Guía de ensamblaje y circuito impreso de la sirena electrónica. Este se ensambla en una tarjeta referencia K-016 de CEKÍT, en el que se incluyen todos los componentes y la conexión al parlante y a la fuente de alimentación.

### Lista de materiales

#### Resistencias a 1/4W

- 1 220 ohm
- 1 2,2 K $\Omega$
- 1 4,7 K $\Omega$
- 1 10 K $\Omega$
- 1 100 K $\Omega$

#### Condensadores

- 2 0,01 $\mu$ F/25V cerámico
- 1 100 $\mu$ F/25V electrolítico
- 1 470 $\mu$ F/25V electrolítico
- 1 1000 $\mu$ F/25V electrolítico

#### Semiconductores

- 1 Transistor 2N3904 (NPN)
- 1 Circuito integrado LM556

#### Otros

- 1 Base para integrado de 14 pines
- 1 Parlante de 8 ohm/0,5W
- 6 Terminales para circuito impreso (espadin)
- 1 Interruptor de 2 posiciones
- 1 Circuito impreso K-016
- 1 Alambre telefónico (40 cm)
- 1 Cable dúplex calibre 24 (20 cm)
- 1 Soldadura (1 m)

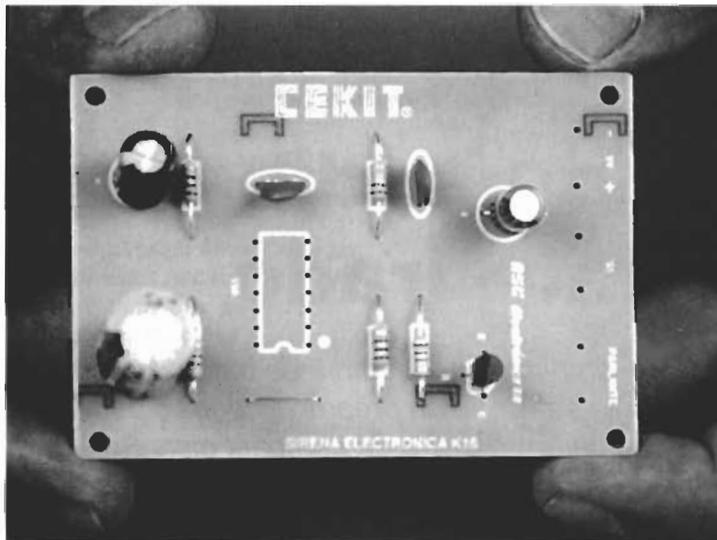
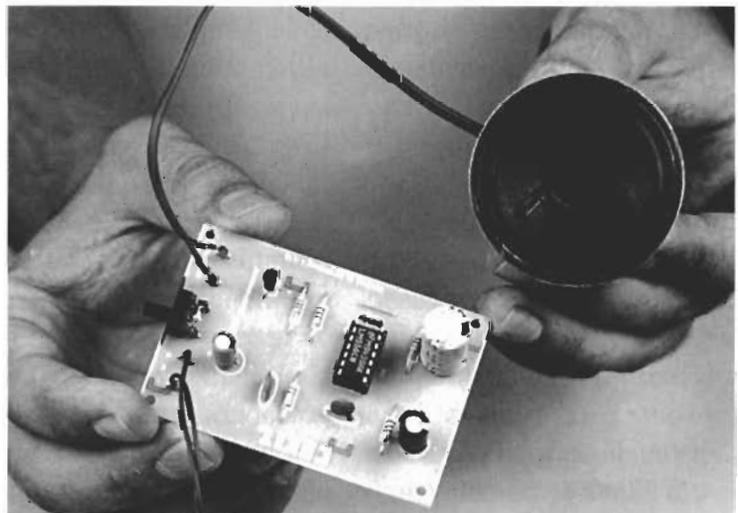


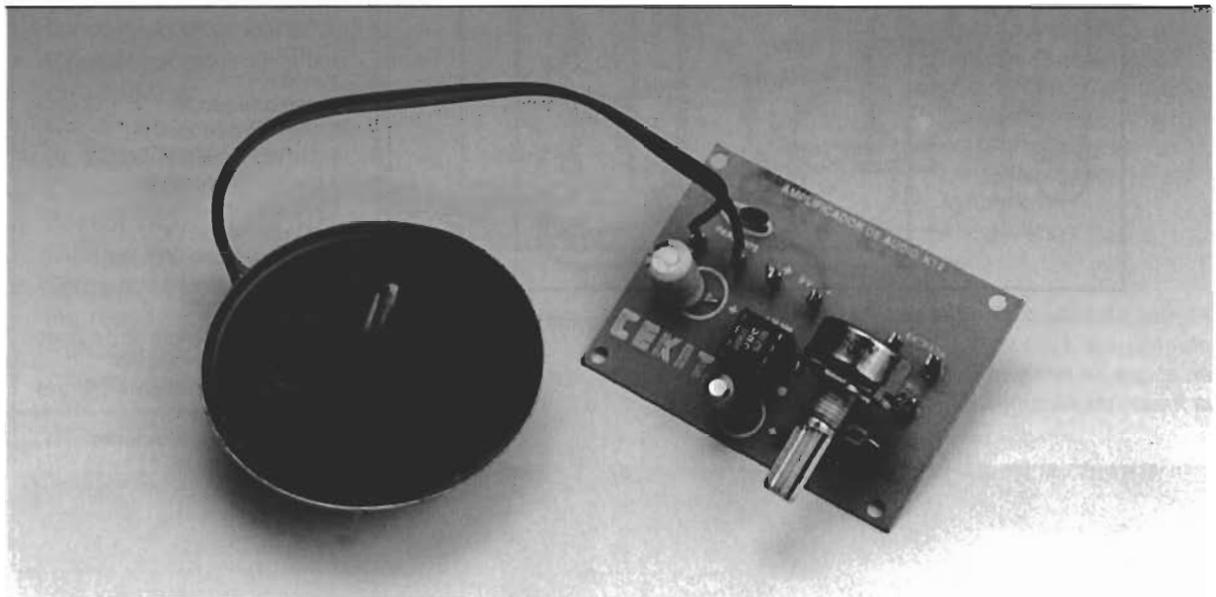
Figura 13.4 Ensamblaje de la sirena electrónica. Instale primero los componentes de bajo perfil como las resistencias, luego continúe con la base para circuito integrado y demás componentes. Recuerde que en los sitios donde se conectan los cables, se deben poner espadines para facilitar la posterior soldadura de los mismos. Se debe tener mucho cuidado para ubicar los componentes en forma correcta, en especial los condensadores electrolíticos y el circuito integrado, los cuales deben conservar una polaridad adecuada.

Se recomienda que una vez se termine el proceso de soldadura, se haga una limpieza de la tarjeta con un poco de alcohol y un cepillo de dientes, así se remueve la capa de material fundente que queda después de dicho proceso.

El circuito terminado se puede alimentar con una fuente de 9 ó 12 VDC y puede ser utilizado en cualquier circuito que requiera una señal de alerta.



# Proyecto N° 14



## Amplificador de audio con circuito integrado

*Al ensamblar este proyecto se obtiene un amplificador de audio de baja potencia, el cual puede ser utilizado para reforzar la salida de un preamplificador o para amplificar la salida de un walkman o un reproductor de compact disc. Su característica más importante es que está construido con un amplificador integrado.*

El desarrollo de la tecnología ha permitido que existan en mercado muchos circuitos integrados especializados para audio, entre los cuales se encuentran preamplificadores, ecualizadores y amplificadores de potencia desde 0,2 hasta 200 W, todos con muy buenas características y con muchas facilidades para su conexión. Básicamente, constan de terminales para conectar las entradas y salidas, la fuente de alimentación

y en algunos casos, para algunos pines de control y ajuste de ganancia o nivel de amplificación.

Cuando se habla de amplificadores de audio, normalmente se hace referencia a los aparatos de gran potencia (de más de 20 ó 30 W), pero nos olvidamos de aquellas aplicaciones que requieren menor potencia. Estos últimos pueden ser utilizados, por ejemplo, para reforzar la salida de

un preamplificador, para formar la etapa de audio de un instrumento que provee indicación sonora, o porqué no, como amplificadores de audio en sitios donde no se requiera mucho volumen. El que construiremos en este proyecto, es un amplificador de audio con una potencia de aproximadamente 0,2W. En la figura 14.1 se muestra el diagrama esquemático del circuito. A continuación haremos una descripción del mismo.

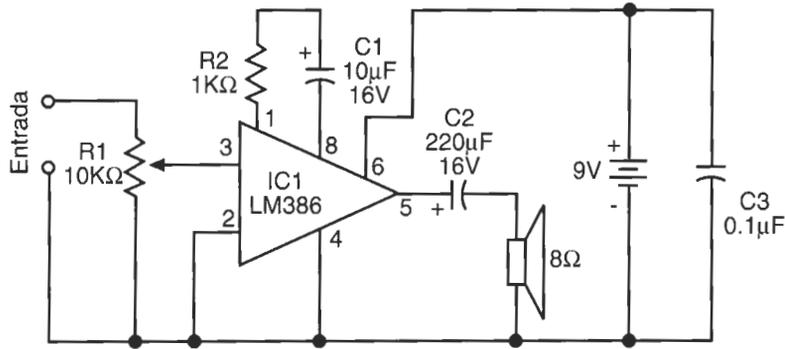
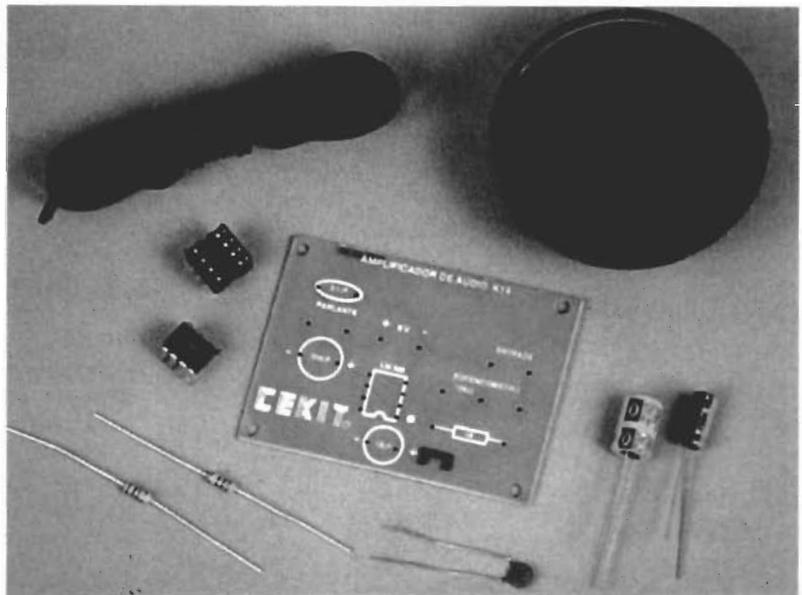


Figura 14.1 Diagrama esquemático del amplificador de audio. En este circuito, el componente principal es el amplificador LM386, el cual posee internamente todos los elementos necesarios para conformar una etapa de potencia. El potenciómetro R1 es el que permite ajustar el volumen de la señal de audio. Todo el circuito puede ser alimentado con una fuente de 9 ó 12VDC.

Figura 14.2 Componentes que forman el kit. Antes de iniciar el ensamble del circuito debemos estar seguros de tener todos los componentes necesarios. De esta forma el trabajo se hace más rápido ya que no hay interrupciones; para esto debemos revisar con cuidado la lista de materiales que se encuentra en el listado adjunto.



El circuito tiene como elemento principal un circuito integrado LM386, en el cual se han agrupado todos los componentes necesarios para conformar una etapa de potencia de audio. La señal de entrada pasa a través del potenciómetro de 10Kohm (R1), el cual hace las veces de control de volumen ya que permite el paso de mayor o menor voltaje hacia la entrada del amplificador integrado (pin 3). La salida amplificada sale por el pin N° 5 del LM386

y pasa a través del condensador de filtro C2 antes de llegar al parlante.

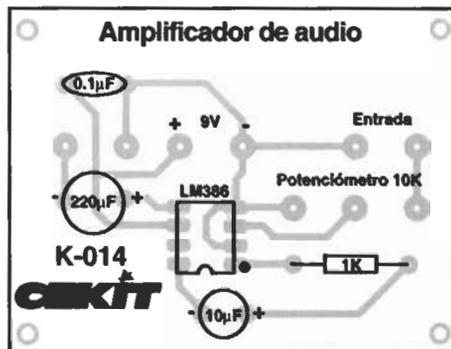
La red formada por la resistencia de 1Kohm (R2) y el condensador de 10μF (C1), establece la ganancia o factor de amplificación del circuito. En este caso, la etapa tiene una ganancia de 50. Para obtener un mayor valor se debe aumentar el valor del condensador y disminuir la resistencia. El condensador de 0,1μF (C3)

sirve para eliminar posibles interferencias o ruido eléctrico que perturbe el funcionamiento del circuito.

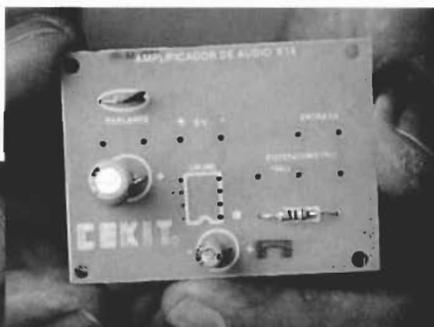
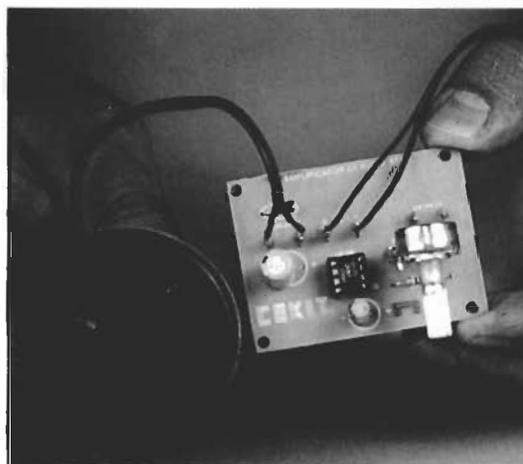
Si se desea obtener un sonido mucho más fuerte, la salida que normalmente se conecta al parlante puede ser utilizada como entrada para un amplificador de mucha mayor potencia; en este caso, nuestro amplificador haría las veces de acondicionador de señal.

**Lista de materiales**

- 1 Resistencia de 1 K a 1/2 W
- 1 Potenciómetro de 10 K
- 1 Condensador cerámico de 0,1 $\mu$ F
- 1 Condensador electrolítico de 10 $\mu$ F/25V
- 1 Condensador electrolítico de 220 $\mu$ F/25V
- 1 Circuito integrado LM386
- 1 Base para integrado de 8 pines
- 1 Circuito impreso K-014
- 9 Terminales para circuito impreso (espadín)
- 1 Parlante de 8 ohm, 0,5W
- 1 Alambre telefónico (50 cm)



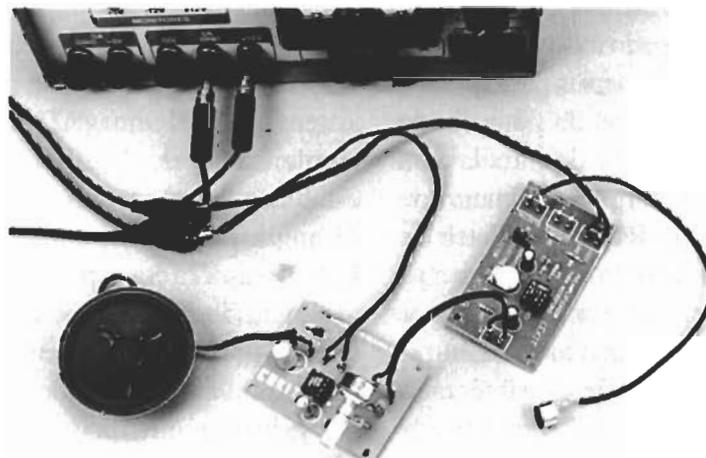
*Figura 14.3 Guía de ensamblaje y circuito impreso del amplificador de audio. Este se ensambla en una tarjeta referencia K-014 de CEKIT, en el que se incluyen todos los componentes y la conexión al parlante y a la fuente de alimentación.*



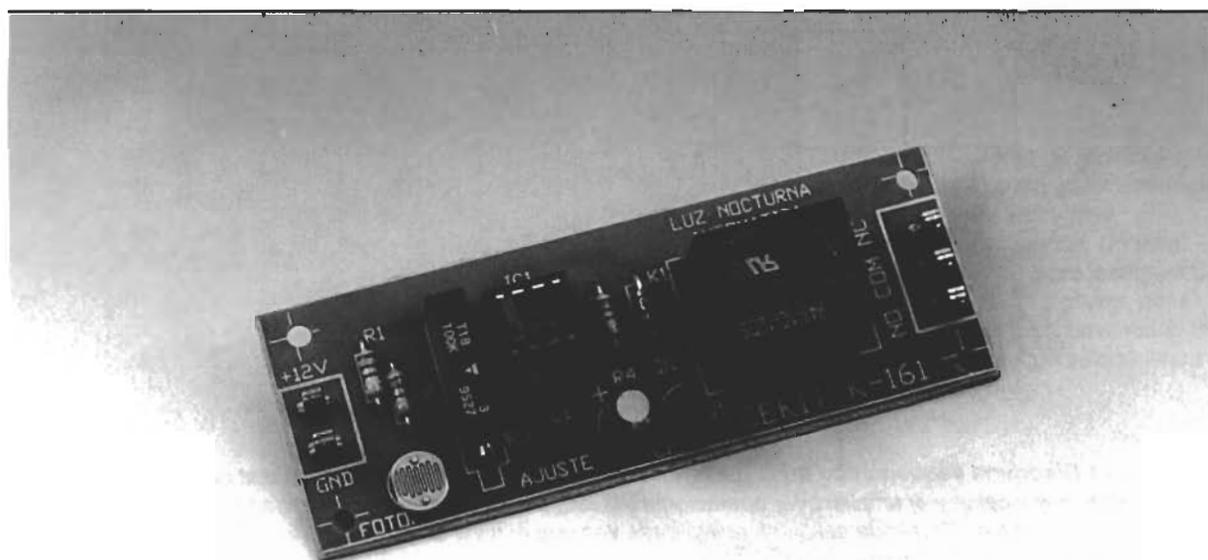
*Figura 14.4 Ensamblaje del amplificador. Instale primero los componentes de bajo perfil como las resistencias, luego continúe con la base para circuito integrado y demás componentes. Recuerde que en los sitios donde se conectan los cables se deben poner espadines para facilitar la posterior soldadura de los mismos. Se debe tener mucho cuidado para ubicar los componentes en forma correcta, en especial los condensadores*

*electrolíticos y el circuito integrado, los cuales deben conservar una polaridad adecuada. Se recomienda que una vez se termine el proceso de soldadura, se haga una limpieza de la tarjeta con un poco de alcohol y un cepillo de dientes, así se remueve la capa de material fundente que queda después de dicho proceso.*

*Figura 14.5 El circuito terminado se puede alimentar con una fuente de 9 ó 12 VDC y puede ser utilizado con cualquier circuito que requiera amplificar su señal de salida. En este caso, lo utilizamos para amplificar la señal entregada por el preamplificador para micrófono construido en el proyecto N° 9.*



# Proyecto N° 15



## Luz nocturna automática con relé

*Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que activa o desactiva un relé dependiendo de la cantidad de luz que exista en el medio. Puede ser utilizado para encender una lámpara exterior cuando cae la noche.*

Los fenómenos físicos que rigen el mundo real pueden ser medidos o registrados por medio de aparatos electrónicos. Esto se hace en muchos casos para saber el comportamiento de todo aquello que nos rodea y en otros para realizar operaciones de control sobre algún dispositivo. En cualquier caso, siempre es necesario utilizar un elemento que permita traducir la magnitud del evento físico en alguna señal eléctrica con la

que pueda trabajar un instrumento de medición. Estos elementos son conocidos como *transductores*.

Adicionalmente, existen muchas clases de *transductores*, cada uno de ellos posee características especiales que los hacen aptos para determinadas aplicaciones y que a la vez los diferencian de los demás. Para el proyecto que realizaremos en esta ocasión, la luz nocturna automática, nece-

sitamos un elemento que nos permita medir, o por lo menos diferenciar, entre una mayor o menor intensidad de luz, por lo que utilizamos una fotocelda. El circuito diseñado puede ser empleado para encender una lámpara cuando la cantidad de luz presente está por debajo de un nivel determinado. En la figura 15.1 se muestra el diagrama esquemático del circuito. A continuación, haremos una descripción del mismo.

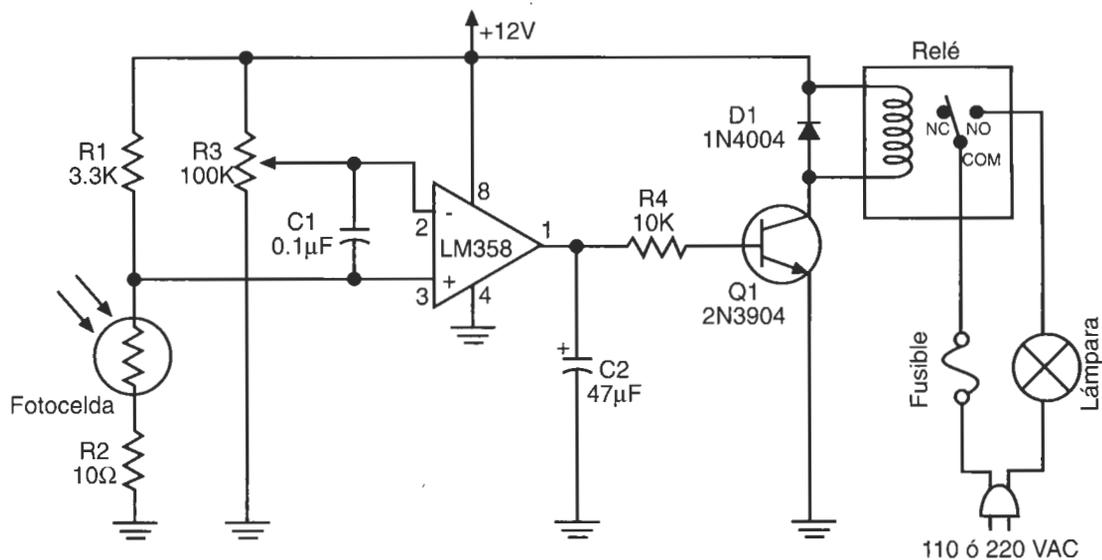


Figura 15.1 Diagrama esquemático de la luz nocturna automática. El circuito posee dos componentes muy importantes: la fotocelda y el amplificador operacional LM358, este último se ha configurado como un comparador de voltaje. El relé de salida se activa cada vez que el nivel de luz incidente sobre la fotocelda es bajo, para fijar dicho umbral o nivel de disparo se utiliza el potenciómetro R3. El circuito se debe alimentar con una fuente de +12VDC.

En una fotocelda, la resistencia medida entre sus terminales varía de acuerdo a la cantidad de luz que incida sobre su área fotosensible, razón por la que es fácil obtener una señal de corriente o de voltaje a través suyo. En el circuito también utilizamos un amplificador operacional LM358, el cual se ha configurado como un comparador de voltaje en cuya entrada no inversora (pin 3) se ha conectado la fotocelda y en la entrada inversora (pin 2) se ha conectado el pin central del potenciómetro R3.

Mientras la fotocelda recibe una cantidad de luz suficiente, el voltaje que entra al pin 3 del amplificador operacional será bajo comparado con el que entra al

pin 2. En estas condiciones, la salida del operacional (pin 1) permanecerá en un nivel bajo. Cuando la luz disminuye, hace que el voltaje de la fotocelda aumente, llegando a ser comparable o mayor al que se presenta en el pin 2 del amplificador, en cuyo caso la salida del mismo pasa a un nivel alto que hace que se active el relé de salida. De esta forma, el potenciómetro R3 es quien permite ajustar el nivel o umbral de disparo en el cual se activa el relé.

La salida del amplificador operacional se conecta a la base del transistor Q1 (NPN) a través de la resistencia R4. Cuando este recibe una señal alta en su base, pone un nivel bajo en su colector, de tal forma que la bobina

del relé se polariza en forma correcta y sus contactos COM (común) y NO (normalmente abierto) se unen, permaneciendo así hasta que la salida del operacional caiga nuevamente a un nivel bajo, en este caso se vuelven a unir los contactos COM (común) y NC (normalmente cerrado).

Este circuito, aunque sencillo, tiene múltiples aplicaciones; dentro de ellas se encuentran el encendido de una lámpara exterior cuando se hace de noche, también se puede utilizar como contador de objetos, los cuales pasarían delante de la fotocelda haciendo que el relé produzca una señal útil para otro circuito o sistema de control. Todo el conjunto se alimenta con una fuente de +12VDC.

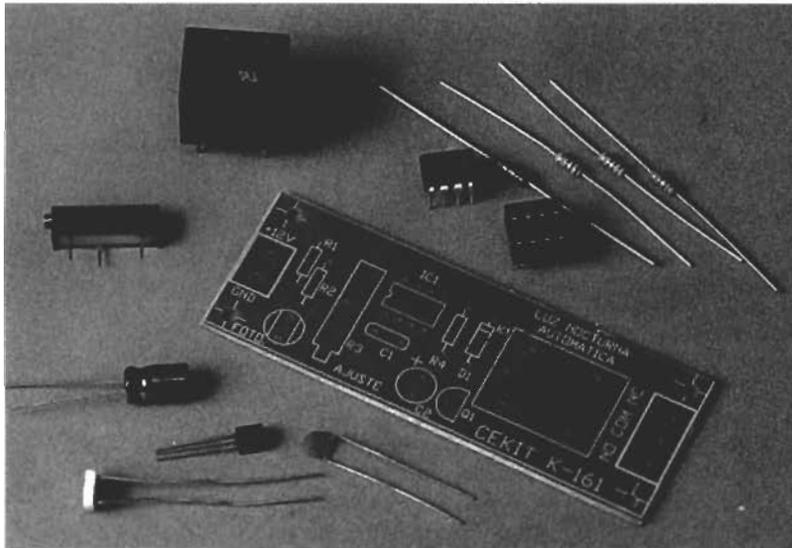


Figura 15.2 Componentes que forman el kit. Antes de iniciar el ensamble del circuito, debemos estar seguros de tener todos los componentes necesarios. De esta forma, el trabajo se hace más rápido ya que no hay interrupciones; para esto debemos revisar con cuidado la lista de materiales que se encuentra en el listado adjunto.

Aspecto físico

Símbolo

**La fotocelda**

Es un componente electrónico que hace parte del grupo de los *transductores*, los cuales tienen como función convertir alguna variable física en una señal eléctrica o viceversa. Las fotoceldas en particular, son un dispositivo semiconductor de dos terminales cuya resistencia varía con la intensidad de la luz que incide sobre ellos. A mayor cantidad de luz, menor es la resistencia que presenta. Entre los materiales más usados para fabricar fotoceldas se encuentran el Sulfuro de Cadmio (CdS) y el Selenuro de Cadmio (CdSe).

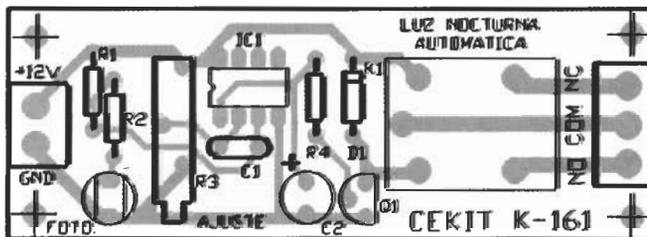


Figura 15.3 Guía de ensamble y circuito impreso. La luz nocturna automática se ensambla sobre un circuito impreso referencia K-161, en el que se incluyen todos los componentes y las conexiones para la fuente de alimentación y los contactos del relé de salida. Se debe tener mucho cuidado para ubicar los componentes en forma correcta. Por ejemplo, el diodo, el condensador y el circuito integrado deben conservar una polaridad adecuada.

Lista de materiales	
1	Resistencia de 3.3 K a 1/4W (R1)
1	Resistencia de 10 ohm a 1/4W (R2)
1	Resistencia de 10 K a 1/4W (R4)
1	Trimmer de 100k (R3)
1	Fotocelda
1	Condensador cerámico de 0.1µF (C1)
1	Condensador electrolítico de 47µF/25V (C2)
1	Circuito integrado LM358
1	Base para circuito integrado de 8 pines
1	Diodo 1N4004 (D1)
1	Relé de 12V (K1)
1	Transistor 2N3904 (Q1) (NPN)
5	Terminales para circuito impreso
1	Circuito impreso referencia K-161
1	Soldadura (1 m)

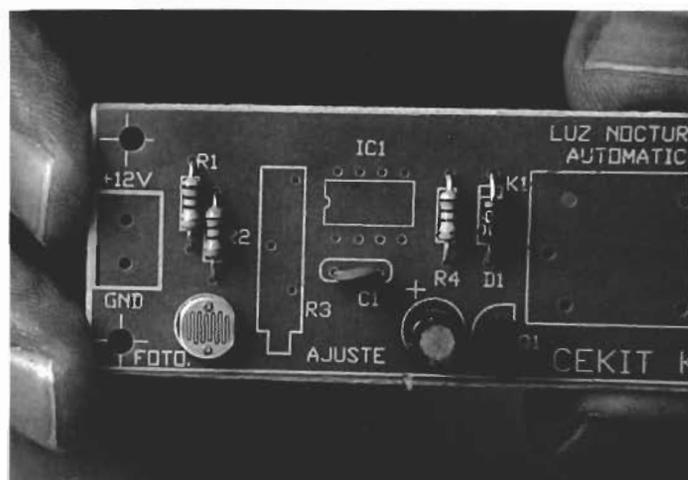


Figura 15.4 El ensamble de la tarjeta es muy sencillo. Se debe poner especial atención en el momento de hacer la soldadura para no causar cortos entre puntos adyacentes. Además, en los sitios donde se conectan cables, se deben instalar espadines para facilitar la posterior soldadura de los mismos.

Se recomienda que una vez terminado el proceso de soldadura, se haga una limpieza de la tarjeta con un poco de alcohol y un cepillo de dientes, así se remueve la capa de material fundente que queda después de la soldadura.

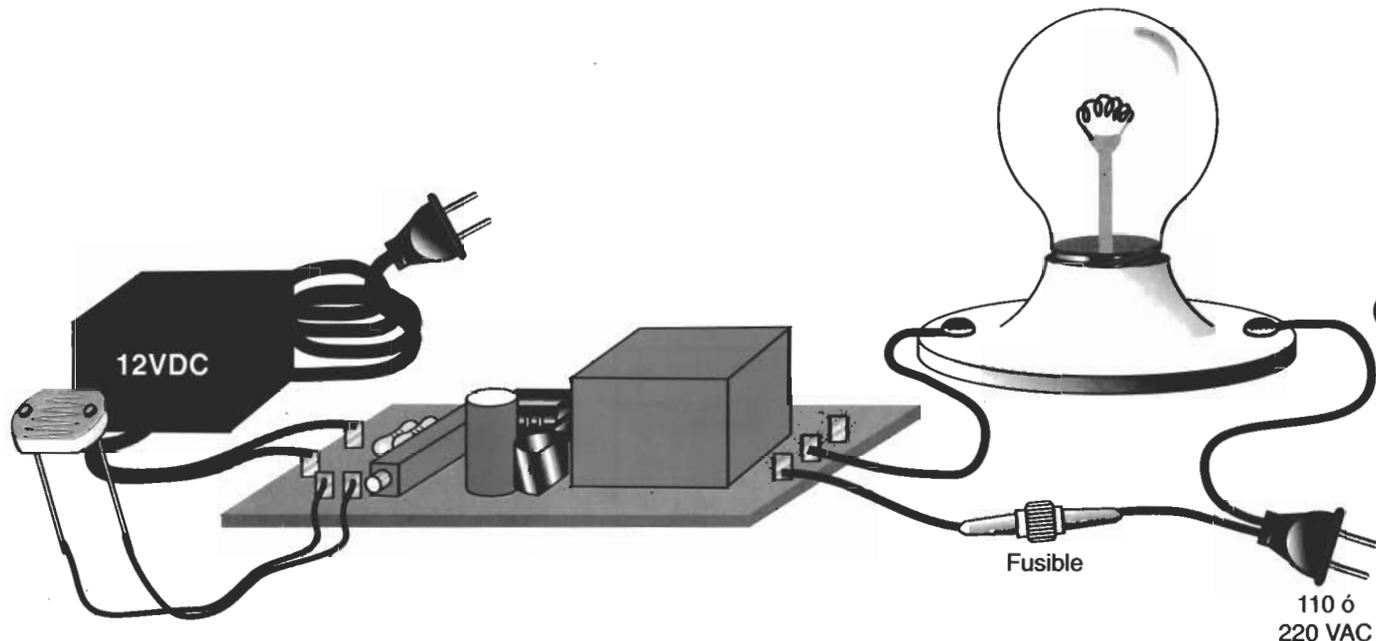
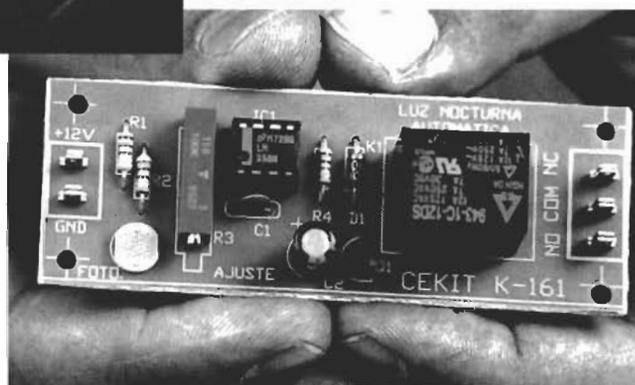
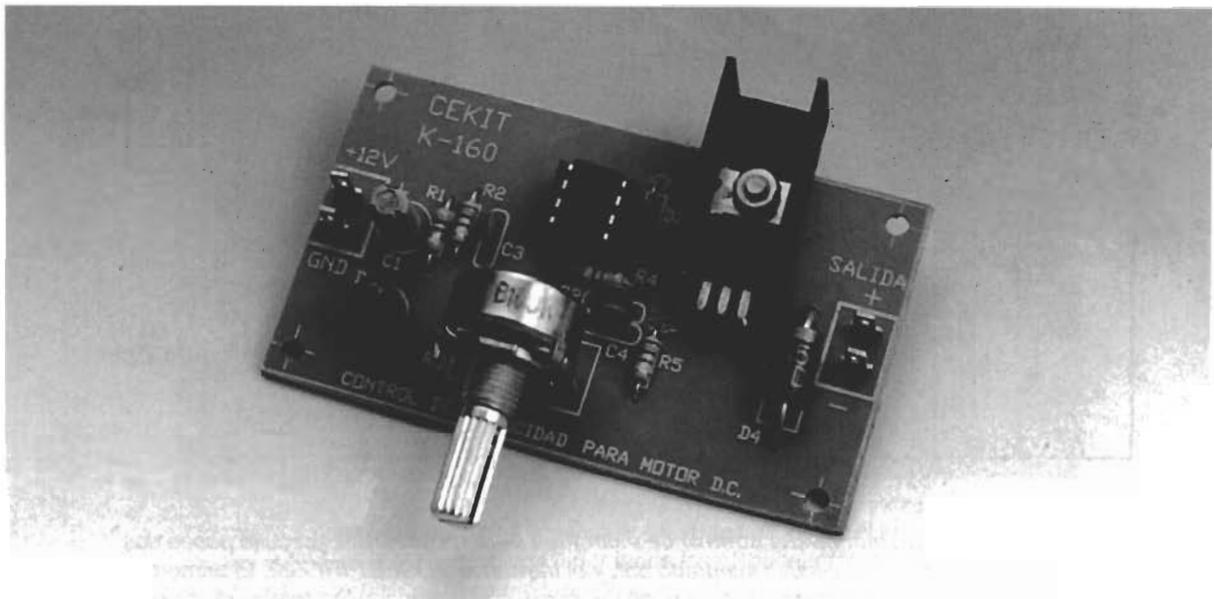


Figura 15.5 El circuito terminado se puede utilizar, por ejemplo, para encender una lámpara exterior cuando cae la noche. La conexión se debe hacer de tal forma que la fotocelda quede ubicada encima de la fuente de luz, esto para garantizar que al activarse la lámpara por medio del relevo no se estimule nuevamente la fotocelda y haga que la luz se apague. Para ajustar el nivel en que se activa el relé, se utiliza el potenciómetro R3. No olvide que la fuente de alimentación para este circuito es de +12VDC y que en caso de instalarlo en el exterior debe protegerlo de la lluvia y otros factores que puedan alterar su funcionamiento.

# Proyecto N° 16



## Control de velocidad para motor DC

*Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que permite controlar la velocidad de un motor DC, desde cero hasta su valor máximo. Puede ser utilizado en juguetes, prácticas de robótica y en general, cualquier aparato que requiera un motor de este tipo.*

Casi todos los aficionados o estudiantes de electrónica han jugado en alguna ocasión con un motor, de aquellos que se encuentran en los autos de juguete; esto era sin duda alguna una actividad fascinante. Ahora, gracias a la electrónica, tenemos la oportunidad de controlar su velocidad, lo que seguramente hará mucho más entretenida esta labor. Por otro lado, existen muchas clases de motores. Cada uno de ellos posee características especiales

que los hacen aptos para determinadas aplicaciones y que a la vez los diferencian de los demás. En este proyecto, vamos a construir un control de velocidad para un motor del tipo DC. En la figura 16.1 se muestra el diagrama esquemático del circuito. A continuación, haremos una breve descripción del mismo.

Para controlar la velocidad de un motor DC, existen varios métodos. Por ejemplo, median-

te una resistencia variable se puede limitar la corriente que este consume. Pero quizás, la mejor alternativa, es utilizar un control de velocidad electrónico, el cual permita ajustar la cantidad de potencia que se le entrega al motor. Para ello construimos un circuito basado en el circuito integrado 555, que se ha configurado como un oscilador astable para generar una onda cuadrada. La idea es que aplicando esa onda cuadrada al motor, obviamente con los ni-

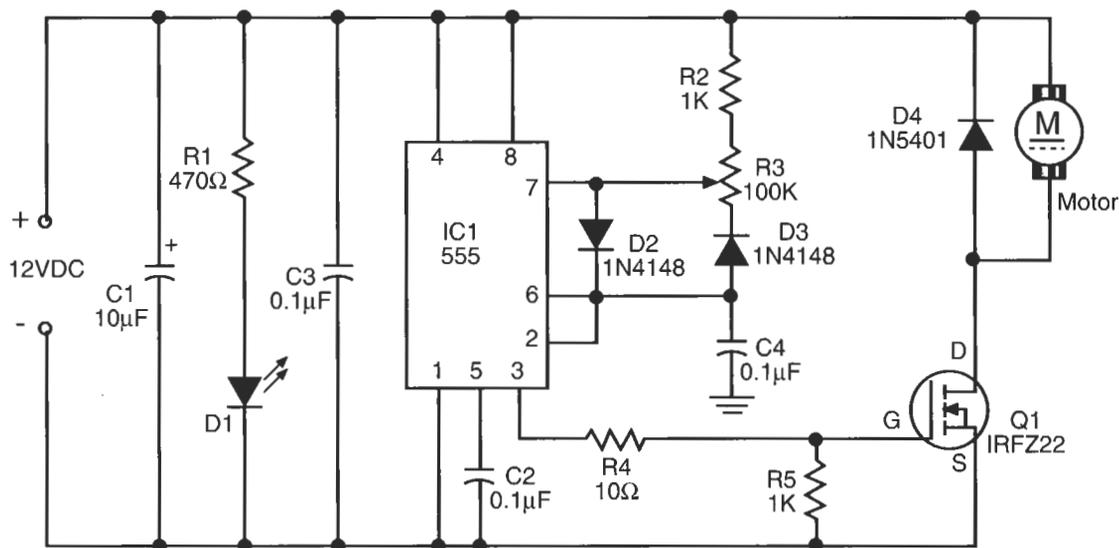


Figura 16.1 Diagrama esquemático del control de velocidad para motor DC. El circuito posee dos componentes muy importantes: el circuito integrado 555 y el transistor MOSFET IRFZ22. El primero está encargado de generar la señal de control y el segundo de aplicarla al motor con los niveles de corriente y voltaje exigidos. El circuito se debe alimentar con una fuente de +12VDC.

veles de voltaje y corriente adecuados, se puede obtener una variación del voltaje promedio mediante la variación de las características de dicha onda.

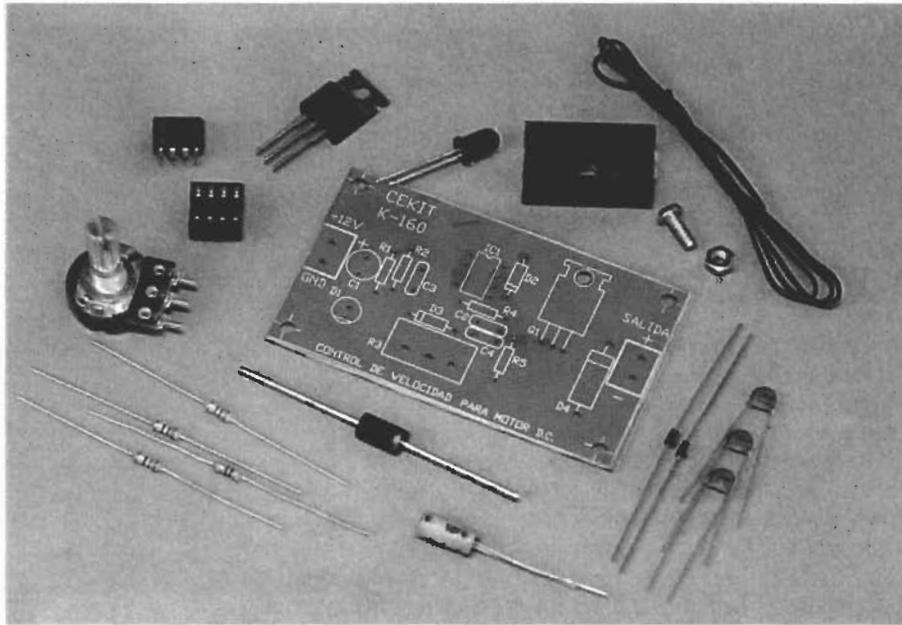
Cada vez que la onda cuadrada está en nivel alto hace que el transistor Q1 entre en conducción, por lo tanto se energiza el motor. Cuando la onda cuadrada está en nivel bajo el transistor Q1 se apaga y por lo tanto el motor no recibe corriente durante ese período de tiempo. La frecuencia de la señal está determinada por el condensador C2 (0,1µF) y por el potenciómetro R3 (100 Kohm). Los diodos D2 y D3 ubicados entre los pines 7,6 y 2 del 555 sirven para que la onda cuadrada sea muy simétrica. El transistor de salida (Q1) es un MOSFET de potencia

IRFZ22, el cual tiene una capacidad de corriente de 10A. Dado que el motor conectado en la salida puede exigir varios amperios, se debe utilizar un disipador de calor en el transistor para evitar que este sufra daños por altas temperaturas.

Los motores DC pueden girar en ambos sentidos, ello depende de la polaridad con que se conecten sus dos cables a la fuente de alimentación. Para invertir el sentido de giro sólo se deben invertir los cables del motor. Se debe tener claro que entre más grande sea este, demandará mayor cantidad de corriente. Además, si posee una carga en el eje, también se incrementa el consumo lo que exige que la fuente de alimentación tenga la capacidad de corriente adecuada.

#### Lista de materiales

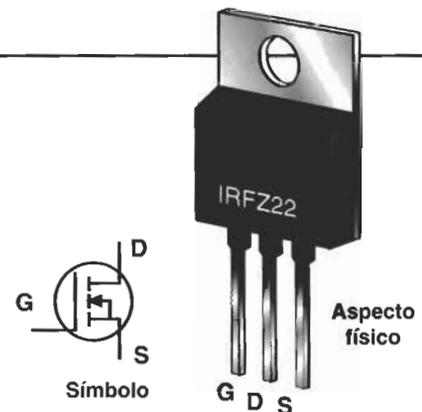
- 1 Resistencia de 470 ohm a 1/4 W (R1)
- 2 Resistencia de 1 K a 1/4 W (R2,R5)
- 1 Resistencia de 10 ohm a 1/4 W (R4)
- 1 Potenciómetro de 100 K (R3)
- 3 Condensador cerámico de 0.1µF/25V (C2, C3, C4))
- 1 Condensadores electrolíticos de 10µF/25V (C1)
- 1 Circuito integrado 555
- 1 Base para integrado de 8 pines
- 1 LED rojo de 5 mm (D1)
- 2 Diodos 1N4148 (D2, D3)
- 1 Diodo de 3 Amperios 1N5401 (D4)
- 1 Transistor MOSFET IRFZ22 (Q1)
- 1 Disipador TO-220
- 4 Terminales para circuito impreso (espaldín)
- 1 Tornillo milimétrico 3x7 con tuerca
- 1 Circuito impreso K-160
- 1 Soldadura (1 m)



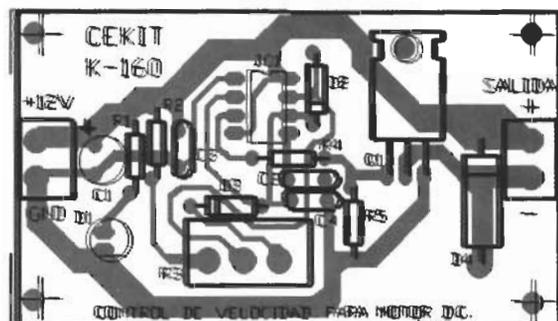
*Figura 16.2 Componentes que forman el kit. Antes de iniciar el ensamble del circuito debemos estar seguros de tener todos los componentes necesarios. De esta forma, el trabajo se hace más rápido ya que no hay interrupciones; para esto debemos revisar con cuidado la lista de materiales que se encuentra en el listado adjunto.*

### El transistor MOSFET

Es un componente electrónico de 3 terminales, llamados Gate (G), Drain (D) y Source (S). Básicamente, es un tipo de transistor que tiene una construcción especial. Su principal característica es que la corriente de salida depende del voltaje de entrada que se aplica entre sus terminales Gate y Source, razón por la que se dice que es controlado por voltaje y no por corriente como los transistores bipolares. Con estos elementos se debe tener mucho cuidado ya que se pueden dañar fácilmente con la electricidad estática, razón por la que se aconseja no tocar sus pines con la mano. El que utilizamos en este proyecto es un IRFZ22, el cual viene en un encapsulado tipo TO-220.



*Figura 16.3 Guía de ensamble y circuito impreso. El control de velocidad se ensambla sobre un circuito impreso referencia K-160, en el que se incluyen todos los componentes y las conexiones para la fuente de alimentación y los contactos para el motor. Se debe tener mucho cuidado para ubicar los componentes en forma correcta. Por ejemplo, los diodos, el condensador electrolítico y el circuito integrado deben conservar una polaridad adecuada.*



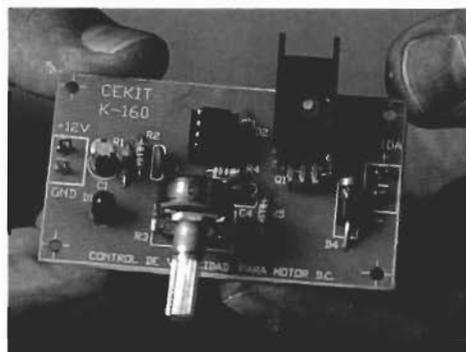
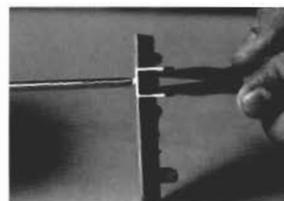
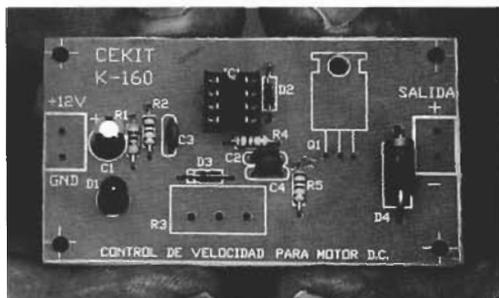
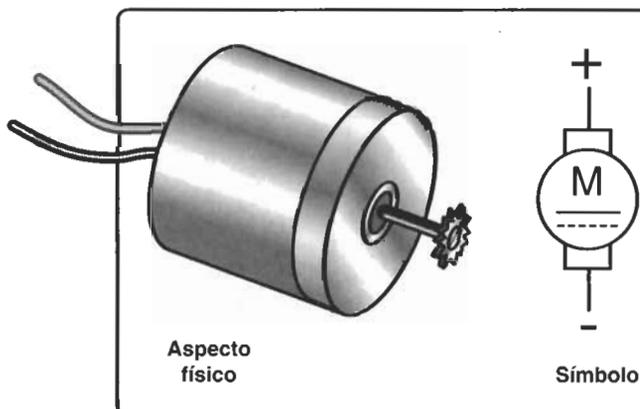


Figura 16.4 El ensamble de la tarjeta es muy sencillo. Se debe poner especial atención en el momento de hacer la soldadura para no causar cortos entre puntos adyacentes. Además, en los sitios donde se conectan cables se deben poner espadines para facilitar la posterior soldadura de los mismos. Se recomienda que una vez se termine el proceso de soldadura, se haga una limpieza de la tarjeta con un poco de alcohol y un cepillo de dientes, así se remueve la capa de material fundente que queda después de la soldadura.

Adicionalmente, el transistor de potencia debe llevar un disipador de calor para prevenir posibles daños por altas temperaturas, las que se podrían presentar en caso de que el motor exija mucha corriente. También se aconseja utilizar silicona entre el disipador y el transistor para mejorar la transferencia de calor.



#### El motor de corriente continua

Un motor es un elemento electromecánico que hace girar su eje cuando se le aplica una corriente. Por esta razón, decimos que un motor convierte energía eléctrica en energía mecánica. Existen gran variedad de motores, el que utilizamos en este proyecto es uno de corriente continua, de los que se encuentran en los juguetes. Este motor gira en un determinado sentido cuando se le aplica el voltaje de la fuente de alimentación; si se invierten los cables de la misma, se invierte también el sentido de giro.

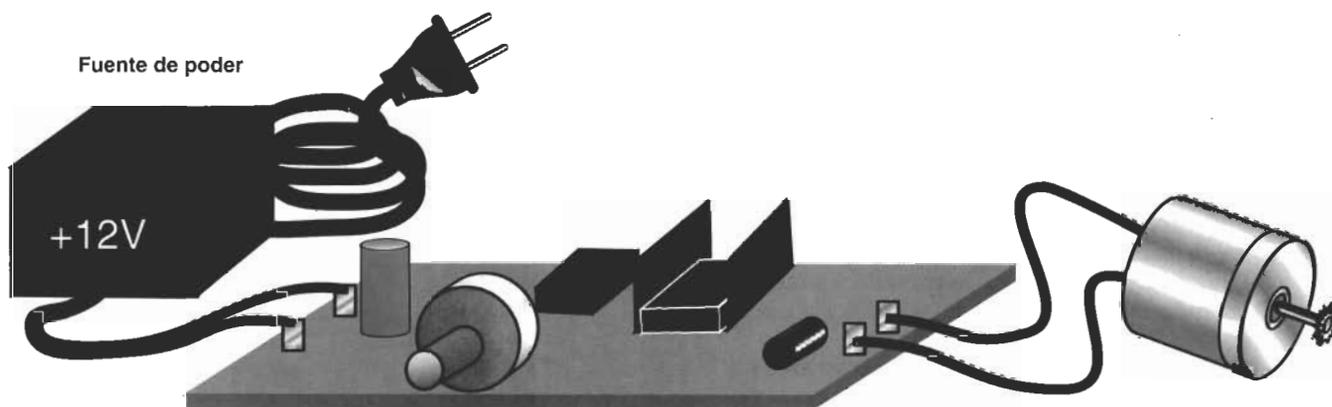


Figura 16.5 En la figura se muestra la forma de conectar el motor y el control de velocidad, si se desea que el motor gire en sentido contrario sólo se debe cambiar la polaridad de sus cables.

\*La fuente de alimentación para este circuito es de +12VDC.

# Proyecto N° 17



## Amplificador de audio de alta potencia

*Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que permite amplificar las señales provenientes de cualquier fuente de audio como un reproductor de CD, un walkman o un deck de cassette, para que se pueda escuchar el sonido con gran intensidad y alta fidelidad..*

Los amplificadores son los circuitos más comúnmente utilizados en electrónica. Pero, uno de los problemas que se presenta con ellos es que no siempre es fácil diseñarlos o construirlos, incluso si se dispone de circuitos integrados especializados que hacen la mayor parte del trabajo. Muchos proyectos de este tipo fallan, por ejemplo, porque en el trazado del circuito impreso, la disposición de los componentes o la se-

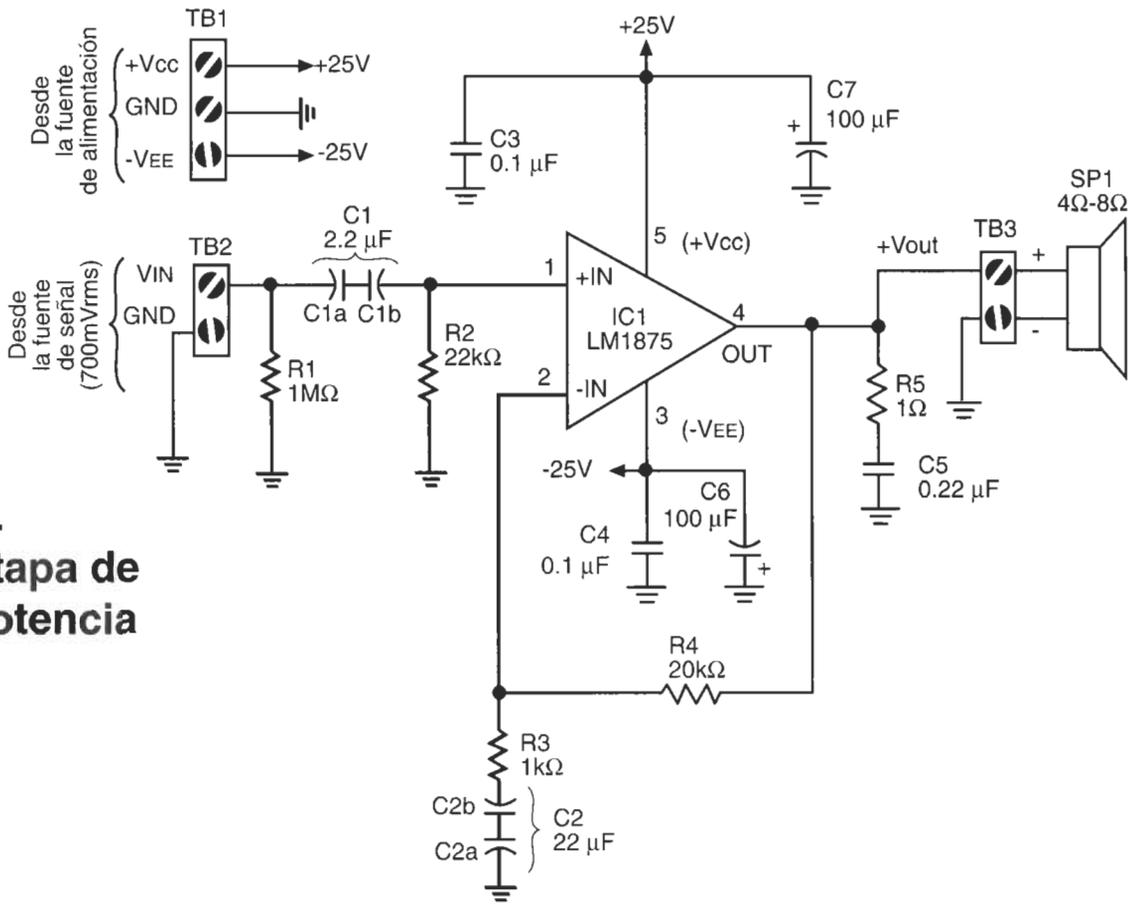
lección de los disipadores de calor no se tuvieron en cuenta ciertos detalles sutiles para garantizar un funcionamiento estable y confiable de los elementos claves. Otros utilizan demasiados componentes, muchos de ellos críticos, que aumentan los costos y las probabilidades de fracaso.

El amplificador de potencia descrito en este proyecto, desarrollado alrededor del circuito integrado LM1875 de

National Semiconductor, es una etapa monofónica de 20W que supera estas y otras dificultades, proporcionando un sonido de alta calidad en un tamaño compacto.

Además, el montaje del amplificador es extremadamente fácil debido al reducido número de componentes utilizados. De hecho, además del LM1875, sólo se requiere un disipador de calor, 5 resistencias, 7 condensadores,

### A. Etapa de potencia



### B. Fuente de poder

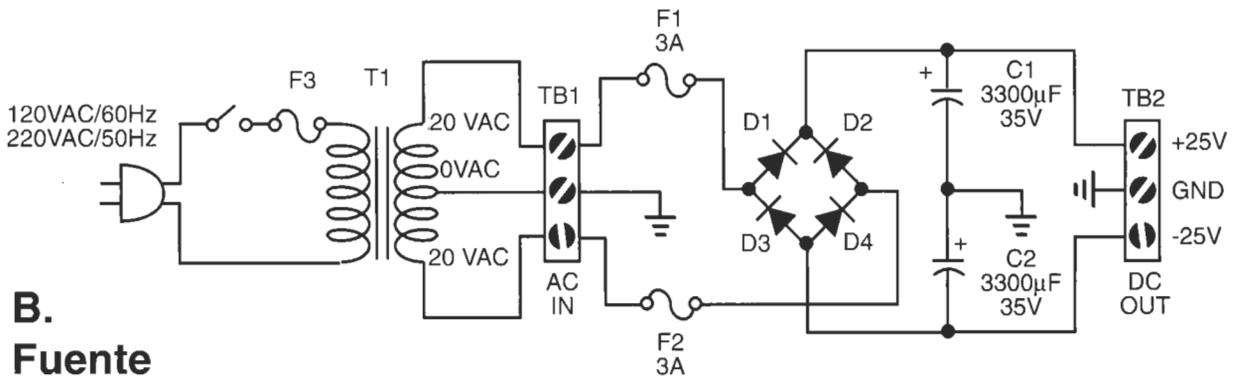


Figura 17.1 a) Diagrama esquemático del amplificador de audio de alta potencia. El componente principal del circuito es el amplificador integrado LM1875, el cual puede entregar en su salida una señal de audio con una potencia de 20W. b) Fuente de alimentación para el amplificador. Este circuito entrega en su salida un voltaje no regulado de  $\pm 25V$ , los cuales se utilizan para alimentar el amplificador.

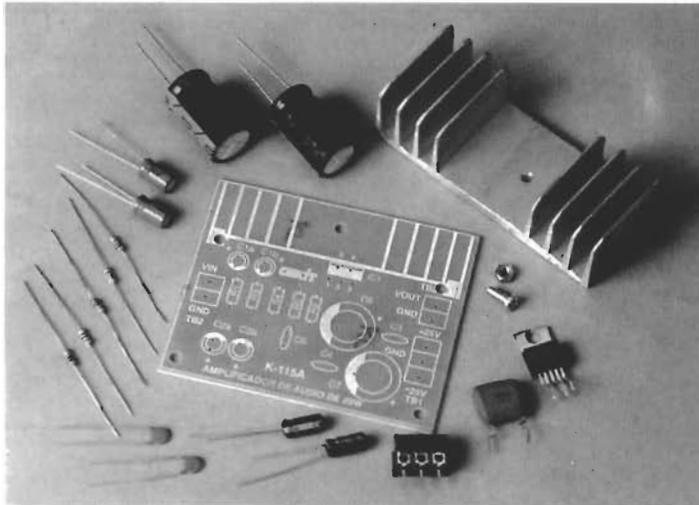


Figura 17.2 Componentes que forman el kit. Antes de iniciar el ensamble del circuito debemos estar seguros de tener todos los componentes necesarios. De esta forma, el trabajo se hace más rápido ya que no hay interrupciones; para esto debemos revisar con cuidado la lista de materiales que se encuentra en el listado adjunto.

### Listá de materiales

#### Tarjeta del amplificador

##### Resistencias a 1/4W - 5%

- 1 1 M $\Omega$  (R1)
- 1 22 K $\Omega$  (R2)
- 1 1 K $\Omega$  (R3)
- 1 20 K $\Omega$  (R4)
- 1 1  $\Omega$  (R5)

##### Condensadores

- 2 4,7 $\mu$ F/25V electrolítico (C1a, C1b)
- 2 47 $\mu$ F/50V electrolítico (C2a, C2b)
- 2 0,1 $\mu$ F cerámico (C3, C4)
- 1 0,22 $\mu$ F cerámico (C5)
- 2 1000 $\mu$ F/50V electrolítico (C6, C7)

##### Circuitos integrados

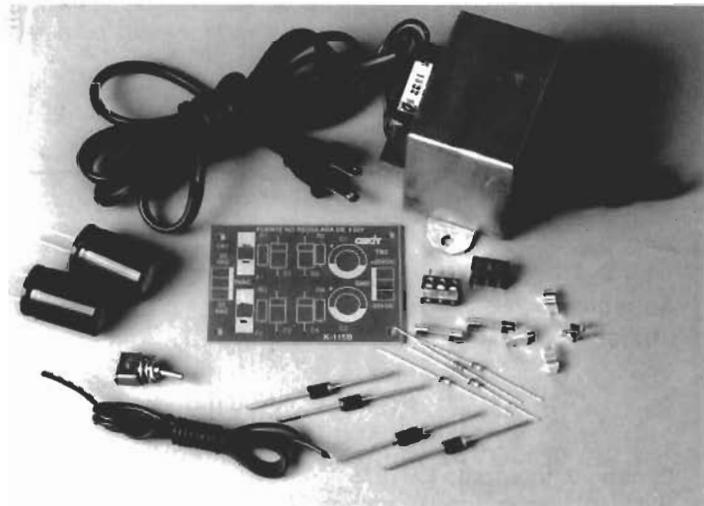
- 1 LM1875

##### Varios

- 1 Conector de tornillo de 3 pines
- 2 Conector de tornillo de 2 pines
- 1 Disipador de calor para el LM1875
- 1 Circuito impreso K-115A
- 1 Tornillo milimétrico 3x7 con tuerca
- 1 Cable polarizado AWG 24 (1 m)
- 1 Soldadura (1 m)

#### Tarjeta de la fuente

- 4 Resistencia de 47 K $\Omega$  a 1/4W (R1, R2, R3, R4)
- 2 Condensador de 3300 $\mu$ F/50V electrolítico (C1, C2)
- 4 Diodo de 3A 1N5401 (D1, D2, D3, D4)
- 1 Transformador Primario: 110 ó 220 VAC Secundario: 20-0-20 con 2 A
- 1 Cable de potencia con enchufe
- 2 Fusible corto de 3A
- 4 Terminal portafusible para impreso
- 2 Conector de tornillo de 2 pines
- 1 Circuito impreso K-115B
- 1 Cable AWG 20 (1 m)
- 1 Interruptor de codillo de 2 posiciones



un conector de 7 pines y una tarjeta de circuito impreso. A continuación haremos una descripción del funcionamiento y la construcción del circuito, cuyo diagrama esquemático se muestra en la figura 17.1.

El equipo consta básicamente de dos módulos: la etapa amplificadora de audio de 20W propiamente dicha y una fuente de alimentación dual no regulada de  $\pm 25V$ . Esta última la constituyen básicamente el transforma-

dor T1, los diodos D1-D4 y los condensadores C1 y C2. Estos dos últimos actúan como filtros de rizado. El transformador entrega en el secundario dos tensiones de salida simétricas de aproximadamente 20V y se alimenta directamente de la red de 110 ó 220 VAC.

La etapa amplificadora de audio está formada por el circuito integrado **LM1875** (IC1), un parlante de 4 ohmios u 8 ohmios (no incluido en el proyecto), una red RC de en-

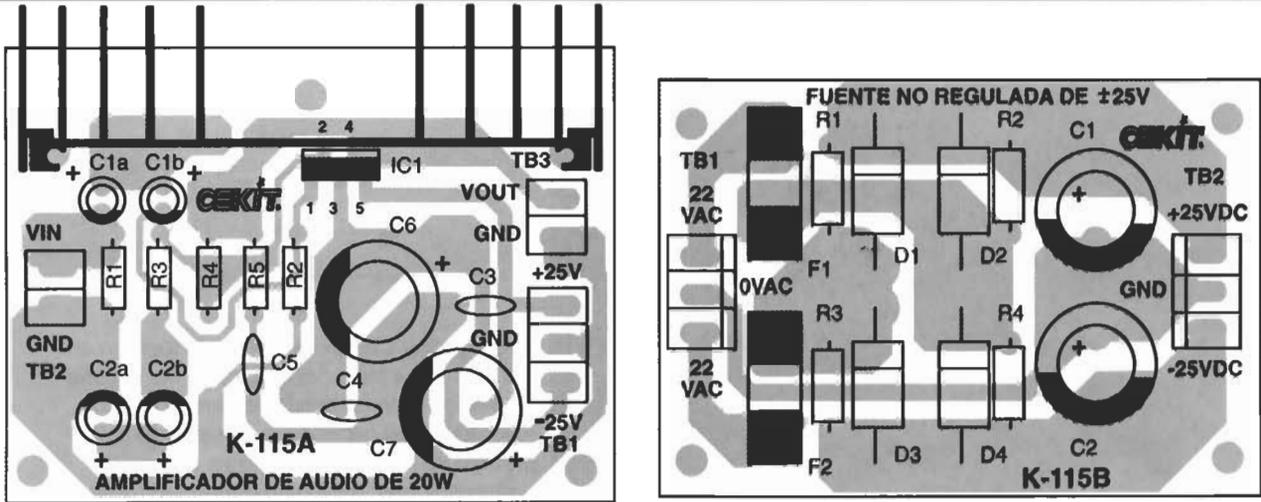


Figura 17.3 Guías de ensamblaje y circuitos impresos. El amplificador de alta potencia se ensambla sobre dos tarjetas de circuito impreso. El primero de ellos, referencia K-115A, corresponde al amplificador propiamente dicho. El segundo, referencia K-115B, corresponde a la fuente de alimentación para el amplificador. En estos circuitos se incluyen todos los componentes y los terminales para hacer las conexiones con los elementos externos.

**Aspecto físico**

**Símbolo**

**El circuito integrado LM1875**

El LM1875 es un amplificador de potencia de 20W desarrollado por National Semiconductor para aplicaciones de audio de consumo. Este dispositivo es ofrecido en cápsula de potencia TO-220 de 5 pines. Posee características muy especiales como son: un amplio rango de voltajes de alimentación, desde  $\pm 10V$  hasta  $\pm 30V$  con fuente dual, y desde 20V hasta 60V con fuente sencilla. El consumo de corriente en estado de reposo, sin carga, es típicamente de 70mA. Su potencia de salida va desde 5W con fuente de  $\pm 10V$  hasta 30W con fuente de  $\pm 30V$ . Este dispositivo incluye un circuito de protección que limita automáticamente la corriente de salida en caso de cortocircuito o sobrecarga.

trada (R1, R2, C1), una red RC de realimentación (R3, R4, C2), una red RC de compensación (R5, C5), dos condensadores de desacople (C3, C4) y dos filtros de alimentación (C7, C8). Estos últimos complementan la acción de rizado de los condensadores C1 y C2 de la fuente. La tensión de alimentación de  $\pm 25V$  proveniente de la fuente se aplica al

conector TB1 y alimenta directamente las líneas +VCC (pin 5) y -VEE (pin 3) del LM1875.

La señal de audio de entrada se aplica al conector TB2 y se acopla, mediante un condensador, a la entrada no inversora del LM1875 (pin 1). La circuitería interna de este último, en asocio con las re-

des de realimentación y de entrada, amplifica esta señal y la entrega con la potencia suficiente para impulsar el parlante. Este último se conecta a TB3.

La fuente de señal puede ser un preamplificador, un mezclador, un reproductor de discos compactos, un deck de cassette, un tornamesa, etc.

Independientemente de su procedencia, la señal de entrada debe tener una magnitud de aproximadamente 1Vp (700 mVrms) para obtener una potencia de salida de 20W sobre una carga de 8 ohm. Si la fuente de señal se conecta al ampli-

ficador con cables muy largos, puede ser necesario instalar un condensador de bajo valor, del orden de 50 a 500pF, en paralelo con R1 para prevenir oscilaciones de alta frecuencia. El LM1875 debe ser siempre operado con un disipador de calor,

incluso cuando no se utiliza para impulsar una carga de potencia, ya que la máxima corriente de reposo del dispositivo es 100mA. Por tanto, un LM1875 alimentado por una fuente de 60V ( $\pm 30V$ ) disipará sin carga 6W de potencia.

*Figura 17.4 El ensamble de las tarjetas es muy sencillo, se debe poner especial atención en el momento de hacer la soldadura para no causar cortos entre puntos adyacentes.*

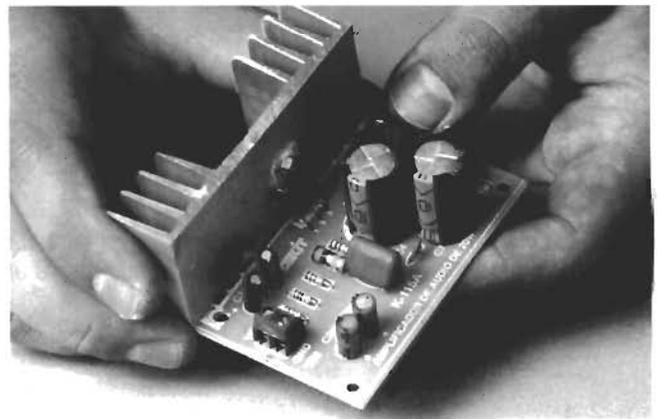
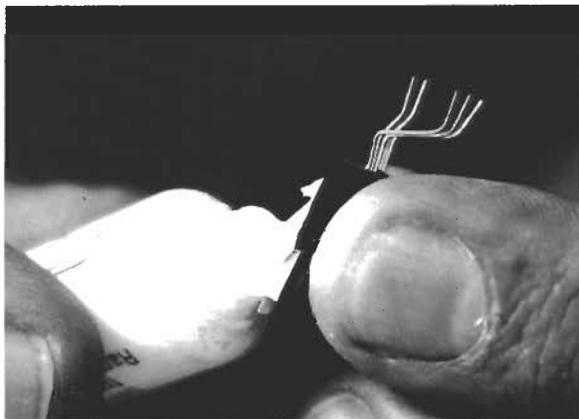
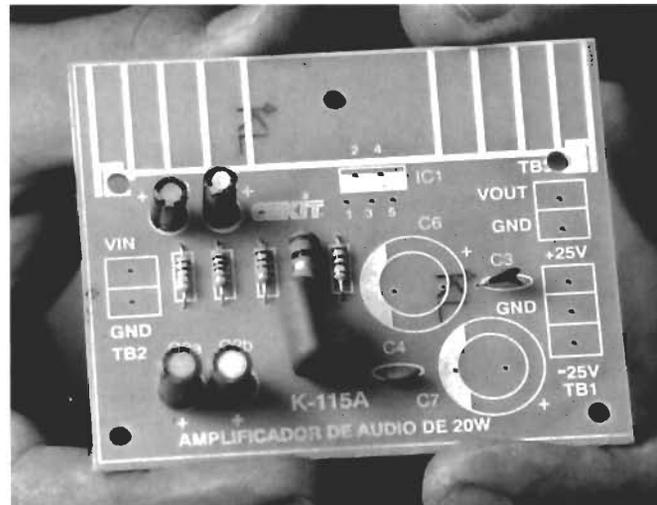
*Debido al reducido número de partes utilizadas, el montaje del proyecto es extremadamente sencillo y no debe ofrecer mayores dificultades si se procede con cuidado, se sigue un orden lógico y se respetan tanto las polaridades como las orientaciones de los elementos que así lo requieran. Todos los componentes, con excepción del transformador, van montados sobre una tarjeta de circuito impreso.*

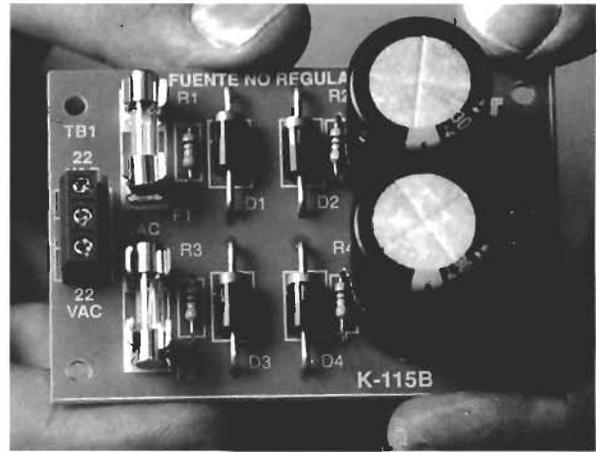
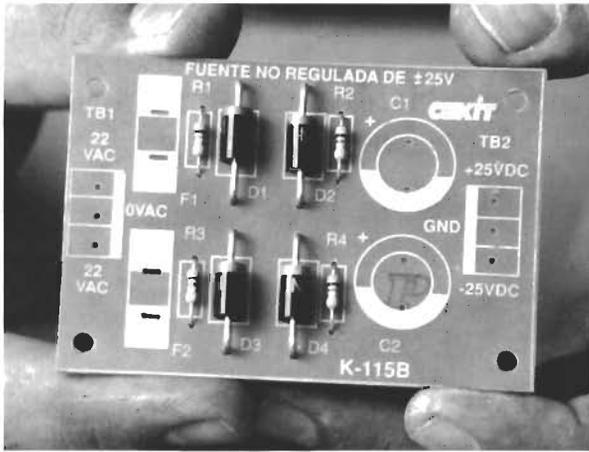
Ensamble inicialmente la tarjeta del amplificador. Instale, en su orden, las resistencias (R1-R5), los condensadores (C1-C7) y los conectores (TB1-TB3) y el circuito integrado LM1875 (IC1). Note que el condensador no polarizado C1 (2.2 $\mu$ F) se obtiene conectando en anti-serie dos condensadores polarizados de 4.7 $\mu$ F (C1A, C1B). Así mismo, el condensador no polarizado C2 (22 $\mu$ F) se obtiene conectando en anti-serie dos condensadores polarizados de 47 $\mu$ F.

Instale a continuación el circuito integrado LM1875 (IC1) en la tarjeta. Proceda luego a colocarlo en su respectivo disipador de calor. Con el fin de mejorar la transferencia de calor, antes de asegurar el chip al disipador aplique grasa de silicona sobre las superficies de contacto. No se requiere arandela aislante de mica.

Por último, asegure firmemente el LM1875 al disipador, cuidando de no ejercer un torque excesivo, y fije el disipador a la tarjeta (o viceversa, dependiendo de si el disipador está incorporado a la tarjeta o esta va montada sobre el disipador).

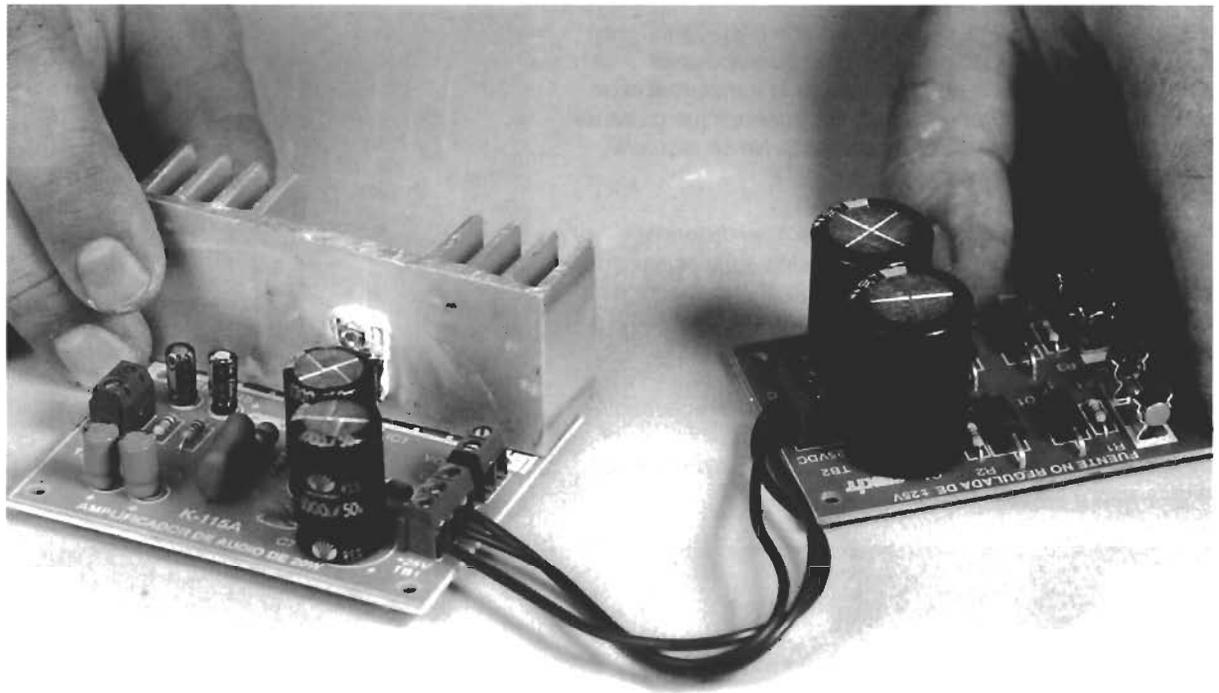
**Nota:** Debido a que el LM1875 está montado directamente en el disipador de calor y el tab del mismo está eléctricamente conectado al pin 3 (-VEE), el disipador debe estar siempre aislado del chasis.





Proceda entonces al ensamble de la tarjeta de la fuente de alimentación). Instale en su orden los diodos (D1-D4), los fusibles (F1, F2), los conectores (TB1, TB2) y los condensadores electrolíticos (C1, C2).

Se recomienda que una vez se termine el proceso de soldadura, se haga una limpieza de la tarjeta con un poco de alcohol y un cepillo de dientes, así se remueve la capa de material fundente que queda después de la soldadura.



El circuito integrado LM1875 puede trabajar con una fuente de voltaje no regulada, esto permite que la salida del transformador sea rectificadada y aplicada directamente al circuito.

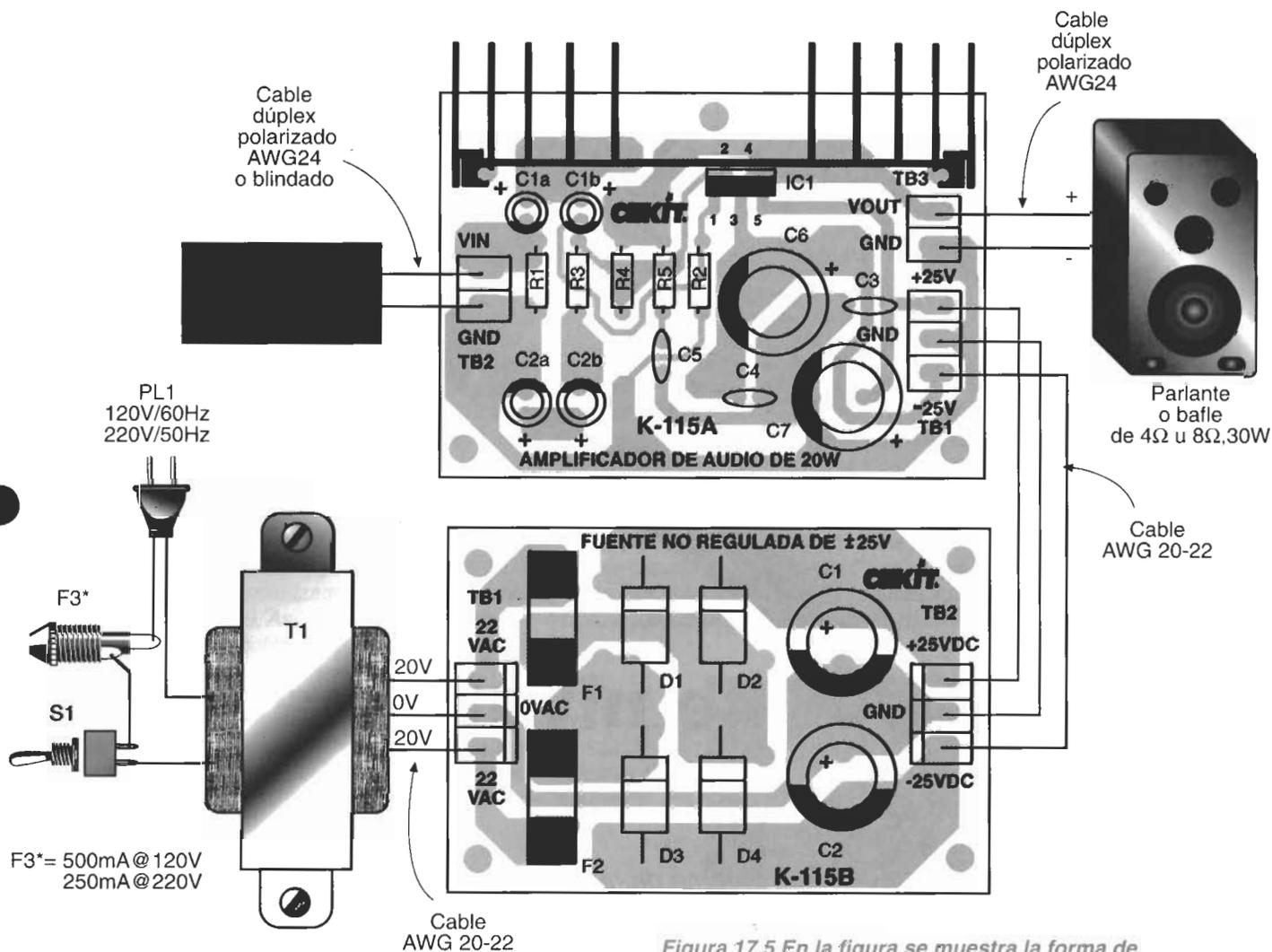


Figura 17.5 En la figura se muestra la forma de conectar los circuitos para obtener un correcto funcionamiento. La salida del amplificador se puede conectar directamente a un parlante 4 u 8 ohmios.

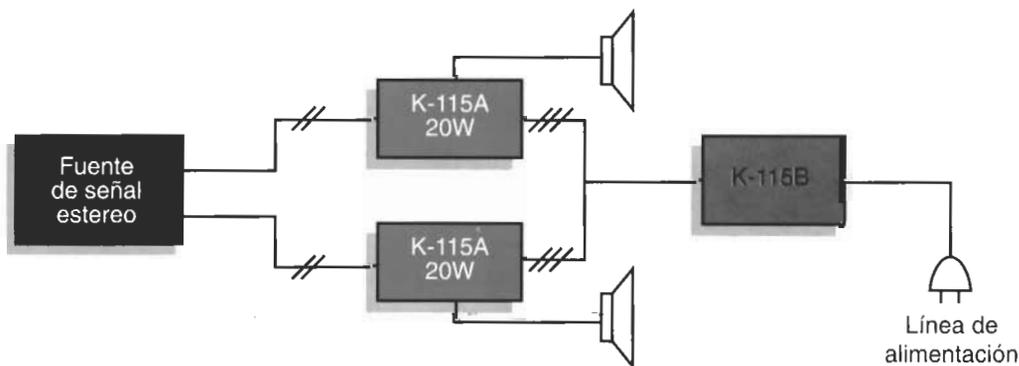
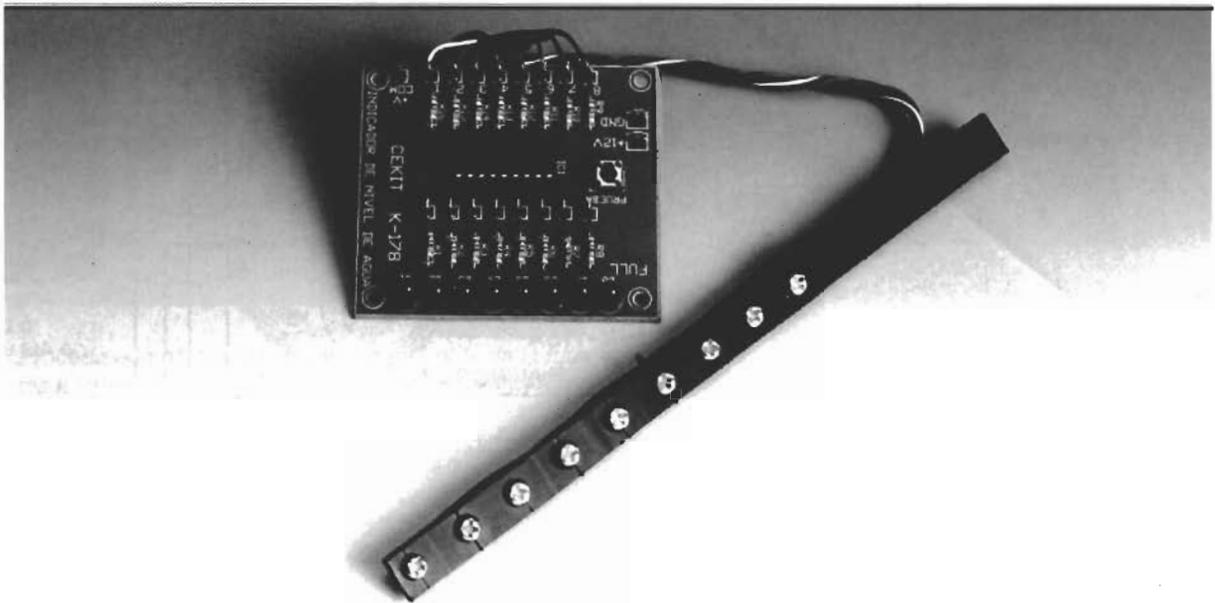


Figura 17.6 Si se desea construir una etapa de amplificación estereo, se deben utilizar dos amplificadores, uno para cada canal. En este caso, el montaje que se debe realizar es el que se muestra en la figura y el secundario del transformador debe entregar el doble de la corriente.

# Proyecto N° 18



## Indicador de nivel de agua

*Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que permite conocer el nivel de agua dentro de un recipiente, ya sea un pequeño vaso o un tanque de gran tamaño. Dicho nivel se indica de forma visual en una barra de LED's.*

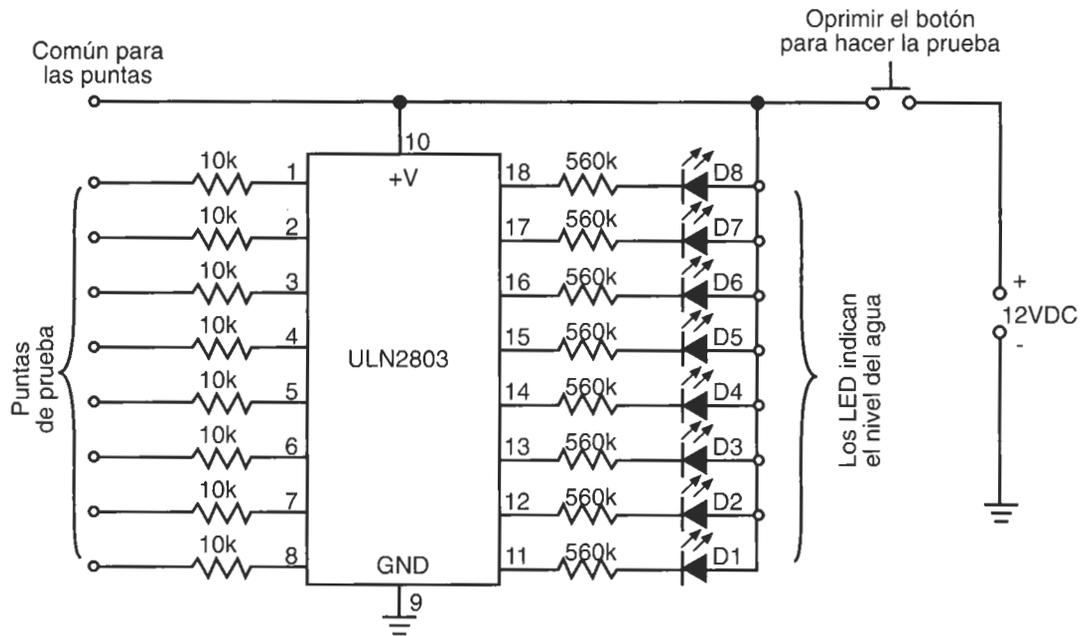
La electrónica nos puede ayudar a solucionar muchos problemas de la vida cotidiana, inclusive, aquellos que aparentemente no tienen nada que ver con esta ciencia. En este proyecto, vamos a construir un indicador de nivel de agua, el cual puede ser utilizado para conocer en qué estado se encuentra un contenedor, es decir, vacío, lleno o en un nivel intermedio. En la figura 18.1 se muestra el diagrama esquemático del circuito, a

continuación haremos una breve descripción del mismo.

En este proyecto vamos a utilizar la característica de conducción eléctrica del agua. La idea básica, es colocar una serie de sensores dentro del recipiente de agua, a una altura que pueda ser de interés para el usuario, esto es, si se desea conocer cuando está en 1/8 de su capacidad, en 1/4, etc. También, en el fondo del tanque se debe poner un elemento que es común al circuito

y a cada uno de los sensores, cada uno de los cuales se lleva mediante un cable hasta el circuito.

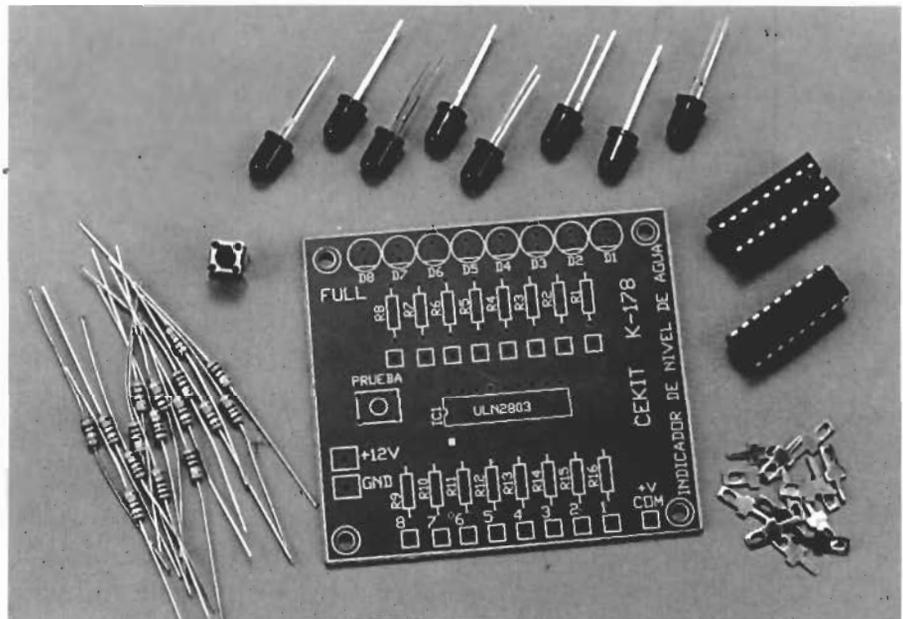
De esta forma, cuando el nivel de agua esté en un nivel en el que hace contacto con uno de los sensores, se tendrá unión eléctrica entre el común, que yace en el fondo, y dicho sensor. Esta señal es captada por el circuito y traducida en una señal visual, que al final es la que puede percibir el usuario desde su ubicación.



**Figura 18.1** Diagrama esquemático del indicador de nivel de agua. El componente principal del proyecto es el circuito integrado ULN2803, el cual, según las señales presentes en sus entradas, activa o no cada una de sus salidas. Las entradas del circuito se conectan a los sensores ubicados dentro del tanque al que se le va a medir el nivel de agua. Las salidas, se conectan a un conjunto de LED organizados en forma lineal para presentar el nivel que se ha detectado. El circuito se debe alimentar con una fuente de +12VDC.

El componente central del proyecto es un circuito integrado ULN2803, el cual posee internamente un grupo de transistores NPN configurados especialmente para el manejo de cargas. En la base de los mismos, se conecta la señal proveniente de los sensores a través de resistencias de 10 Kohm (R9 a R16) y en su salida, por el colector, se conectan los LED indicadores de nivel a través de resistencias de 560 ohm (R1 a R8).

Dado que el terminal común tiene señal positiva, cuando hace contacto a través del agua con uno de los sensores, se está polarizando directamen-



**Figura 18.2** Componentes que forman el kit. Antes de iniciar el ensamble del circuito debemos estar seguros de tener todos los componentes necesarios. De esta forma, el trabajo se hace más rápido ya que no hay interrupciones; para esto debemos revisar con cuidado la lista de materiales que se encuentra en la página 83.

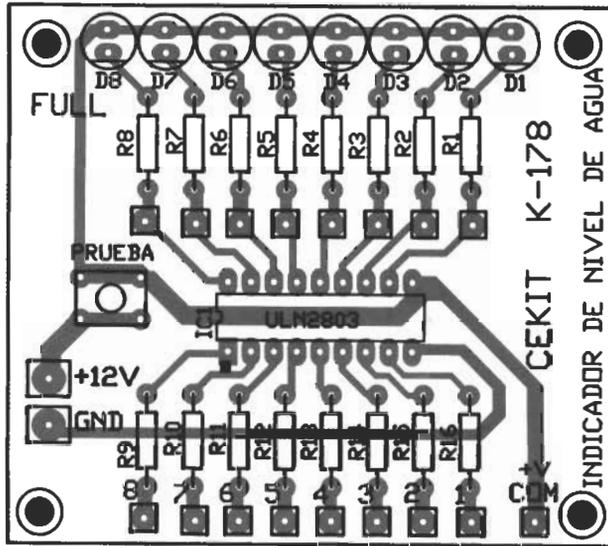
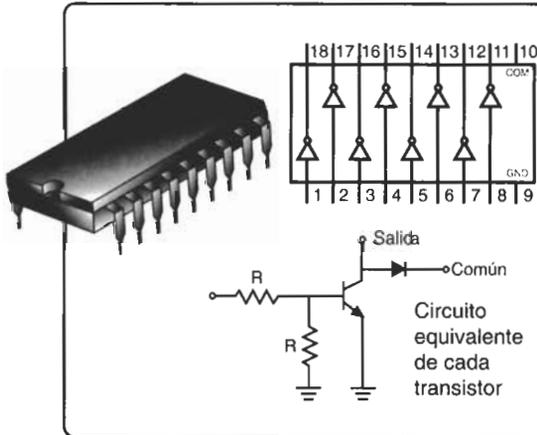


Figura 18.3 Guía de ensamble y circuito impreso. El indicador de nivel se ensambla sobre un circuito impreso referencia K-178, en el que se incluyen todos los componentes y las conexiones para la fuente de alimentación y los sensores. Se debe tener mucho cuidado para ubicar los componentes en forma correcta, por ejemplo, los LED y el circuito integrado deben conservar una polaridad adecuada.



El circuito integrado ULN2803

Este es un circuito integrado que posee internamente un grupo de transistores NPN, los cuales tienen el emisor unido a tierra, la base conectada a la entrada a través de una resistencia y el colector se lleva directamente a la salida. Con esta configuración, el transistor se comporta como un inversor. Por lo tanto, si se aplica en la base una señal positiva, el colector pone su salida en un nivel bajo. Estos transistores o *buffers* tienen capacidad de corriente hasta de 500 mA, lo que los hace aptos para el manejo de cargas como relés, entre otros. Además, los diodos que unen los colectores de los transistores y el punto común, que se conecta a la fuente positiva, protegen los transistores de posibles daños al manejar cargas inductivas.

te el transistor asociado, por lo tanto, el mismo entra en conducción haciendo que el LED que está conectado en su colector se encienda. Así, si no se tiene uno, sino cuatro sensores haciendo contacto con el agua, se encenderán los cuatro LED. Este método presenta la ventaja de que el recipiente o tanque puede ser de cualquier tamaño ya que los sensores se pueden ubicar en la profundidad que el usuario lo desee. Para construir

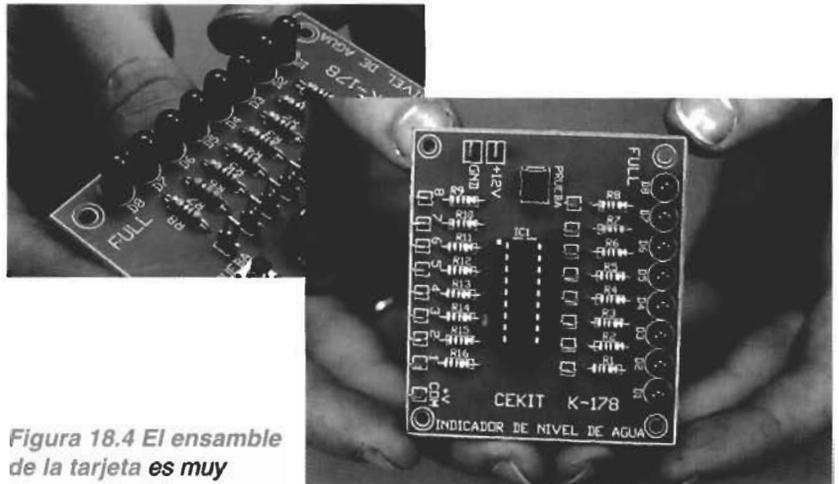
el sensor, o los sensores, que se introducen dentro del agua, se puede utilizar cualquier objeto metálico que conduzca electricidad. En nuestro caso, por ejemplo, llevamos cables desde los terminales ubicados en el circuito impreso, hasta el interior del recipiente. Allí, ubicamos una varilla de acrílico en donde situamos unos tornillos a la altura que era de nuestro interés y en ellos conectamos dichos cables.

El circuito posee un botón llamado *prueba*, el cual se debe oprimir para obtener una lectura del nivel de agua. Este método se ha implementado por dos razones: la primera, es para ahorrar energía ya que al no estar oprimido el botón de prueba el circuito no consume corriente por estar aislado de la fuente de alimentación; la segunda, se debe a que el pin común, que se co-

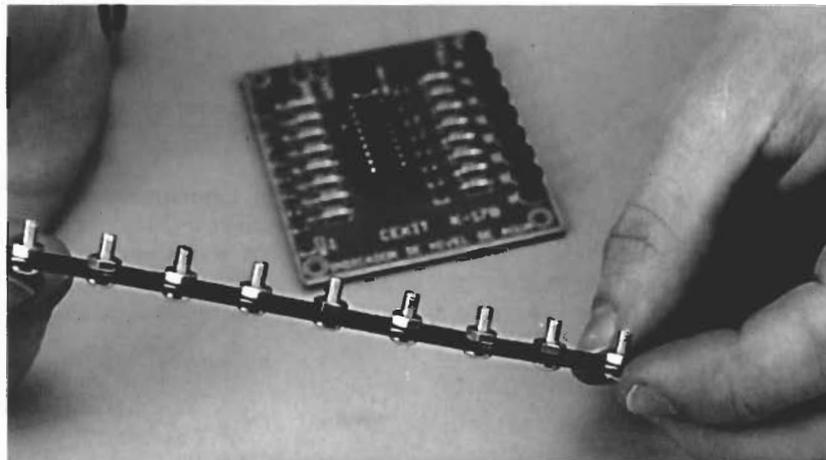
**Lista de materiales**

- 8 Resistencias de 560  $\Omega$  (R1 a R8)
- 8 Resistencias de 10 K $\Omega$  (R9 a R16)
- 8 LED rojo de 5 mm (D1 a D8)
- 1 Circuito integrado ULN2803 (IC1)
- 1 Pulsador pequeño de 4 pines
- 1 Base para integrado de 18 pines
- 1 Circuito impreso CEKIT K-178
- 19 Terminales para circuito impreso (espadines)
- 1 Soldadura (1 m)

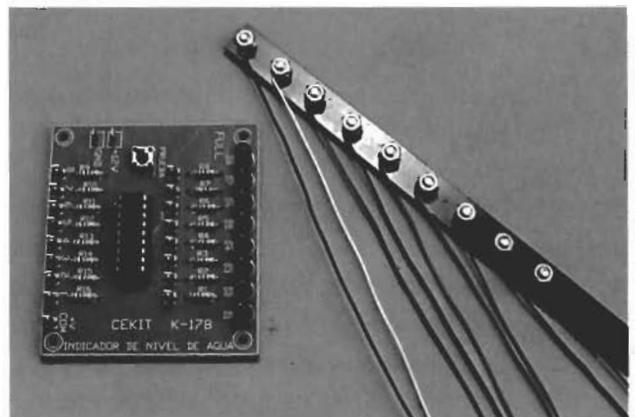
\* Los elementos para construir el sensor no se incluyen



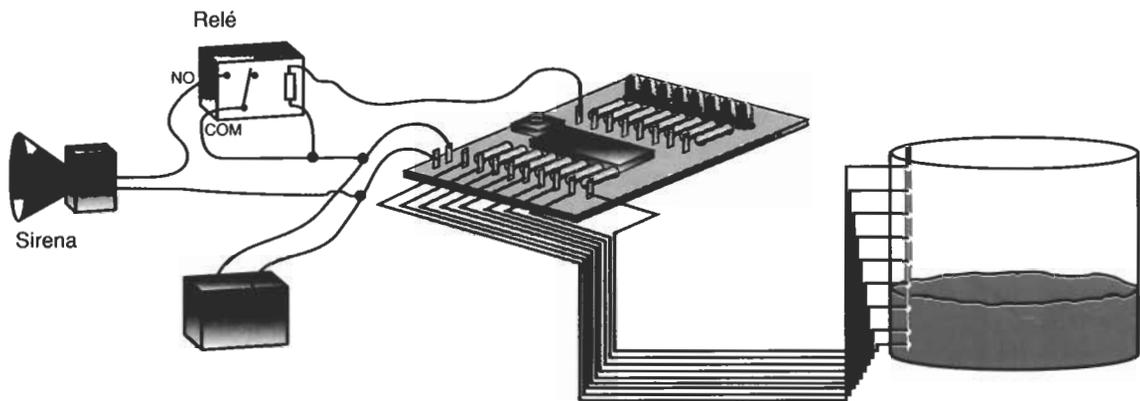
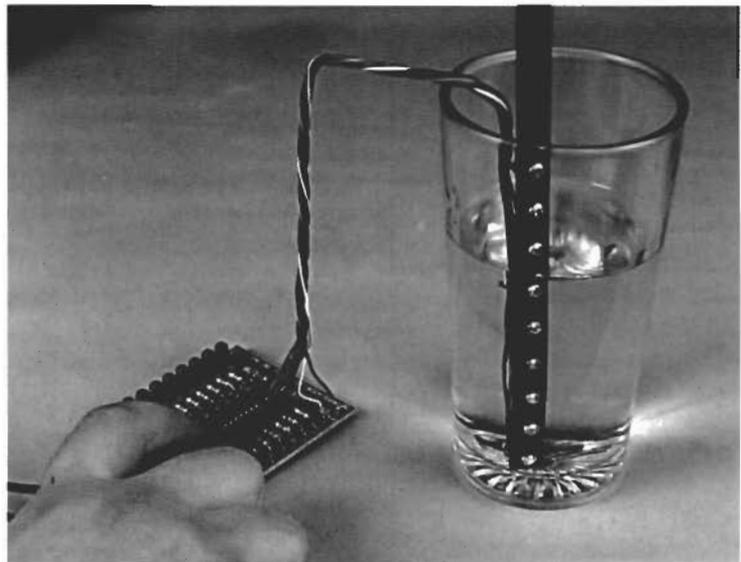
*Figura 18.4 El ensamble de la tarjeta es muy sencillo. Se debe poner especial atención en el momento de hacer la soldadura para no causar cortos entre puntos adyacentes. Además, en los sitios donde se conectan cables, se deben poner espadines para facilitar la posterior soldadura de los mismos. Se recomienda que una vez se termine el proceso de soldadura, se haga una limpieza de la tarjeta con un poco de alcohol y un cepillo de dientes; así se remueve la capa de material fundente que queda después de la soldadura.*



*Figura 18.5 En la figura se muestra la forma en que construimos un sistema básico de sensores, en el cual se conectan los cables que van hasta las entradas del circuito. Según el tamaño del tanque, el usuario puede construir su propio sistema.*



*Figura 18.6 Para el experimento utilizamos un vaso con agua ya que el sensor construido era de reducido tamaño. En la práctica, se pudo comprobar que el sistema enciende los LED correspondientes a los sensores que son cubiertos por el agua. No olvide que en el fondo del recipiente se debe colocar el común del circuito y que la lectura sólo se puede realizar cuando se presiona el botón de prueba.*



*Figura 18.7 Si se desea agregar al circuito un sistema de indicación sonora que permita escuchar un sonido fuerte cuando se presione el botón de prueba y el tanque se encuentre lleno, se puede conectar una sirena a través de un relé de la forma en que se muestra en la figura. Obviamente, el relé se conecta a la salida que corresponde al sensor ubicado en la parte más alta del tanque. Este sistema también se puede utilizar para manejar válvulas que permitan o restrinjan el paso de agua hacia el tanque, entre otras aplicaciones.*

loca en el fondo del tanque, tiene señal positiva por lo que si se deja energizado todo el tiempo puede causar la electrolisis del agua.

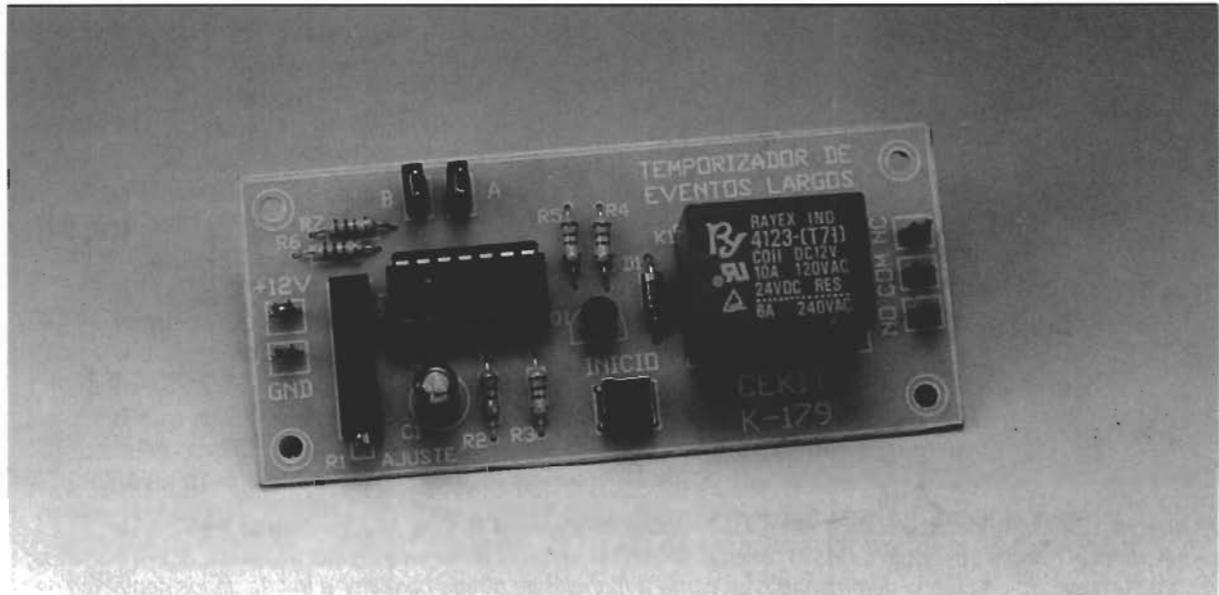
Los transistores del circuito integrado ULN2803 tienen capacidad para manejar cargas hasta de 500 mA, esto permite que puedan controlar relés conectados directamente en su colector. Por esta razón, en el circuito se han dispuesto unos

terminales en las salidas del integrado, de tal forma que, si se desea, se puede manejar un relé al mismo tiempo que el LED. Dicho relé puede ser utilizado para activar un indicador sonoro, como una sirena, cuando se haga la prueba y el tanque esté lleno; o activar una válvula que abra o cierre alguna llave, etc. En la figura 18.7 se muestra la forma en que se haría la conexión del relé externo.

### Advertencia

Este circuito sólo puede ser utilizado en recipientes que contengan agua, nunca en líquidos inflamables ni combustibles. Además, la lectura se hace oprimiendo el botón de prueba, bajo ninguna circunstancia deje el circuito trabajando de forma continua.

# Proyecto N° 19



## Temporizador de eventos largos

*Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que permite activar una carga durante un tiempo determinado, el cual puede ser ajustado por el usuario de acuerdo a sus necesidades. Su principal característica es que el tiempo programado puede ser hasta de varios días.*

Un temporizador es un dispositivo que permite controlar el tiempo durante el que se ejecuta alguna tarea. Partiendo de este principio, se podrían dividir en dos categorías: la primera, corresponde a los temporizadores de eventos cortos, cuyos tiempos de activación no sobrepasan algunos minutos; la segunda, corresponde a los temporizadores de eventos largos, en los cuales se pueden obtener tiempos que van desde unos pocos segundos hasta muchas horas.

En este proyecto, vamos a construir un temporizador de eventos largos, el cual puede ser utilizado para controlar el tiempo de encendido de una carga. En la figura 19.1 se muestra el diagrama esquemático del circuito. A continuación haremos una breve descripción del mismo.

La idea básica del proyecto, es obtener un circuito que permita encender una carga durante un tiempo específico cada vez que se oprime el bo-

tón de inicio. Para ello, utilizamos el circuito integrado CD4541, el cual está diseñado específicamente para este tipo de aplicaciones. El tiempo en segundos que la salida permanece activada depende de tres componentes externos conectados al circuito integrado y está dado por la siguiente fórmula:

$$T = 2,3 \times K \times R1 \times C1$$

donde K es una constante y R1 debe ser mayor a 2 x R2

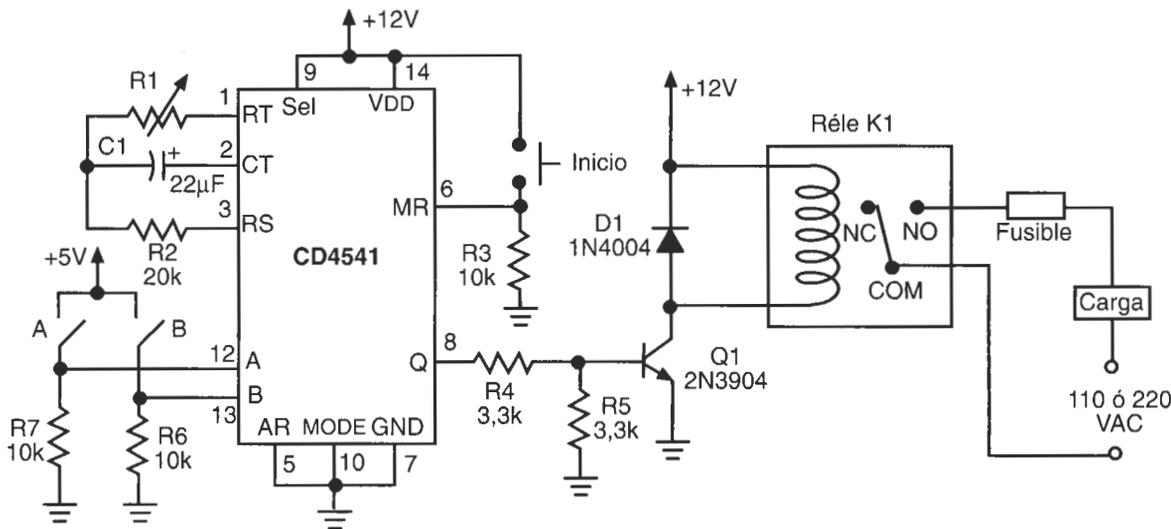


Figura 19.1 Diagrama esquemático del temporizador de eventos largos. El componente principal del proyecto es el circuito integrado CD4541, el cual, según las señales presentes en sus entradas, activa su salida durante un período de tiempo determinado. La carga a manejar se puede conectar a través de los contactos del relé. El temporizador se debe alimentar con una fuente de +12VDC.

En nuestro circuito escogimos los siguientes valores:

R2 = 20 KΩ C1 = 22 uF  
R1 = Potenciómetro de 100 KΩ

El valor de la constante K depende de la conexión hecha en los pines A y B del circuito integrado (pines 12 y 13). Por ello, en estos pines se han conectado resistencias de 10 KΩ a tierra y se han dispuesto un par de jumpers o conectores para que el usuario seleccione si deja el respectivo pin conectado a tierra o si utiliza el jumper para conectar el pin a la fuente de alimentación. Los valores que puede tomar la constante K son los siguientes:

pin A	pin B	valor K
GND	GND	8192
GND	+V	1024
+V	GND	256
+V	+V	65536

Como ejemplo, veamos cual sería el tiempo obtenido con algunos valores específicos. Primero que todo, debemos seleccionar el valor de la constante K mediante los jumper ubicados en los pines A y B del circuito integrado. Para la constante K = 256, conectamos el jumper del pin A y dejamos desconectado el del pin B (según la tabla anterior). Como R2 es de 20 KΩ y R1 debe ser al menos el doble de

R2, el potenciómetro se gira para que quede en el centro de su recorrido, es decir en 50 KΩ. El condensador C1 es de 22 uF como se dijo anteriormente. Reemplazando estos valores en la fórmula, obtenemos el siguiente valor:

$$T = 2,3 \times 256 \times 50000 \text{ ohm} \times 0,000022 \text{ Faradios}$$

$$T = 647,6 \text{ segundos}$$

$$T = 10,7 \text{ minutos}$$

De esta forma, la salida se activará durante un poco más de diez minutos. Si los jumper de los pines A y B se conectaran para obtener el mayor valor de la constante, es decir 65536, el tiempo obtenido sería de aproximadamente 46 horas. Si se de-

Lista de materiales

- 1 Resistencia de 20 K $\Omega$  a 1/4 W (R2)
- 3 Resistencias de 10 K $\Omega$  a 1/4 W (R3, R6, R7)
- 2 Resistencias de 3,3 K $\Omega$  a 1/4 W (R4, R5)
- 1 Trimmer de 100 K $\Omega$  (R1)
- 1 Condensador electrolítico de 22 $\mu$ F/25V (C1)
- 1 Diodo 1N4004 (D1)
- 1 Transistor NPN 2N3904 (Q1)
- 1 Circuito integrado CD4541
- 1 Base para integrado de 14 pines
- 1 Relé de 12V
- 1 Pulsador pequeño de 4 pines
- 1 Circuito impreso CEKIT K-179
- 5 Terminales para circuito impreso (espadín)
- 2 Terminales en línea de 2 pines
- 2 Jumper
- 1 Soldadura (1 m)

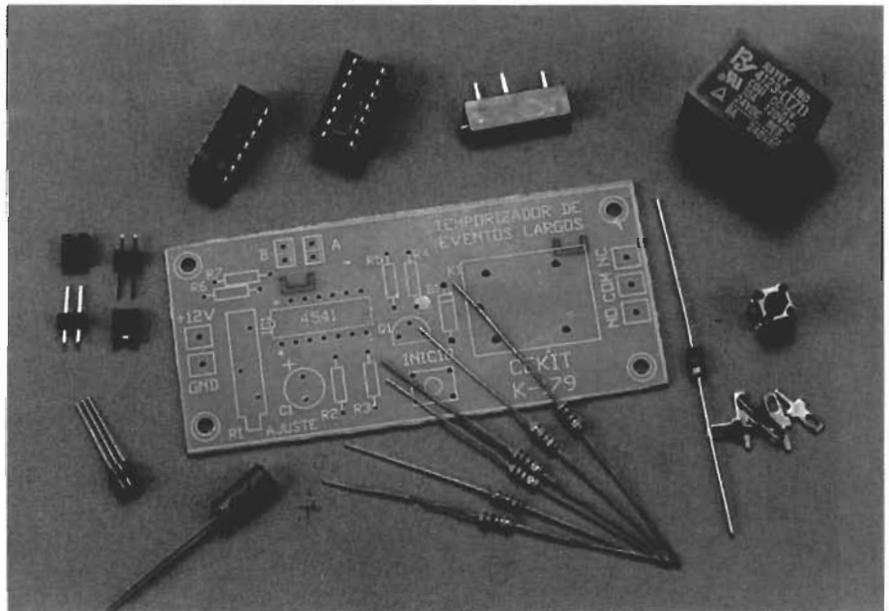
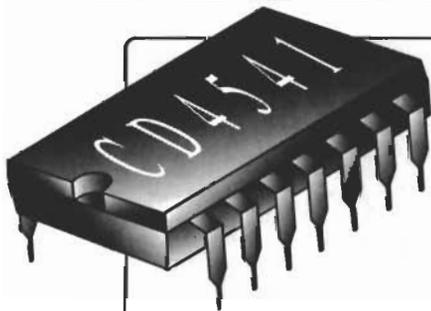


Figura 19.2 Componentes que forman el kit. Antes de iniciar el ensamble del circuito debemos estar seguros de tener todos los componentes necesarios. De esta forma, el trabajo se hace más rápido ya que no hay interrupciones; para esto debemos revisar con cuidado la lista de materiales que se encuentra adjunto.



Aspecto físico

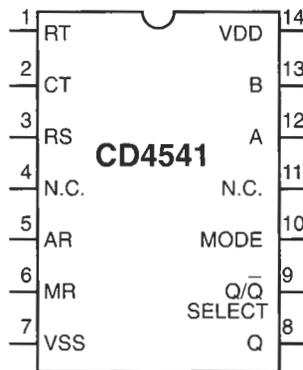


Diagrama de pines

El circuito integrado CD4541

Este es un circuito integrado diseñado especialmente como temporizador y posee algunos pines de entrada que permiten configurar su funcionamiento y programar el tiempo durante el que se activará su salida. Está construido en tecnología CMOS, lo que permite que pueda trabajar con una fuente de alimentación desde 3 hasta 12 voltios. Para realizar su trabajo, se vale de un conjunto de módulos digitales que conforman su estructura interna, además del oscilador que genera la temporización y que se ajusta con varios componentes externos.

sea obtener un tiempo mayor se puede optar por mover el potenciómetro R1 para que su valor de resistencia sea mayor o se puede cambiar el condensador C1 por uno de mayor valor.

Una característica especial, propia del circuito integrado CD4541, es que al conectarse la fuente de alimentación la salida

se activa por un tiempo igual al que se obtiene cuando en operación normal se oprime el botón de inicio. Además, el hecho de utilizar un relé en la salida del temporizador permite manejar cualquier tipo de carga.

Un factor importante que se debe tener en cuenta es la tolerancia de los componentes

utilizados, la cual puede hacer que el tiempo calculado varíe un poco respecto al tiempo obtenido realmente y que dos circuitos ensamblados con componentes del mismo valor no tengan el mismo tiempo exactamente. De ahí la ventaja de utilizar un potenciómetro en R1, lo cual permite ajustar el tiempo a valores precisos.

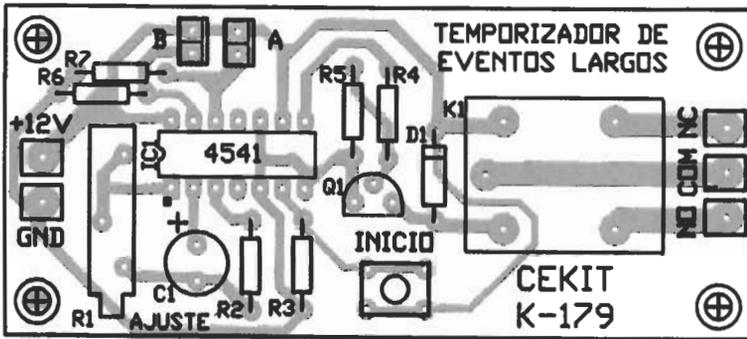


Figura 19.3 Guía de ensamble y circuito impreso. El temporizador de eventos largos se ensambla sobre un circuito impreso referencia K-179 de CEKIT, en el que se incluyen todos los componentes y las conexiones para la fuente de alimentación y los contactos del relé de salida. Se debe tener mucho cuidado para ubicar los componentes en forma correcta. Por ejemplo, el condensador electrolítico y el circuito integrado, deben conservar una polaridad adecuada.

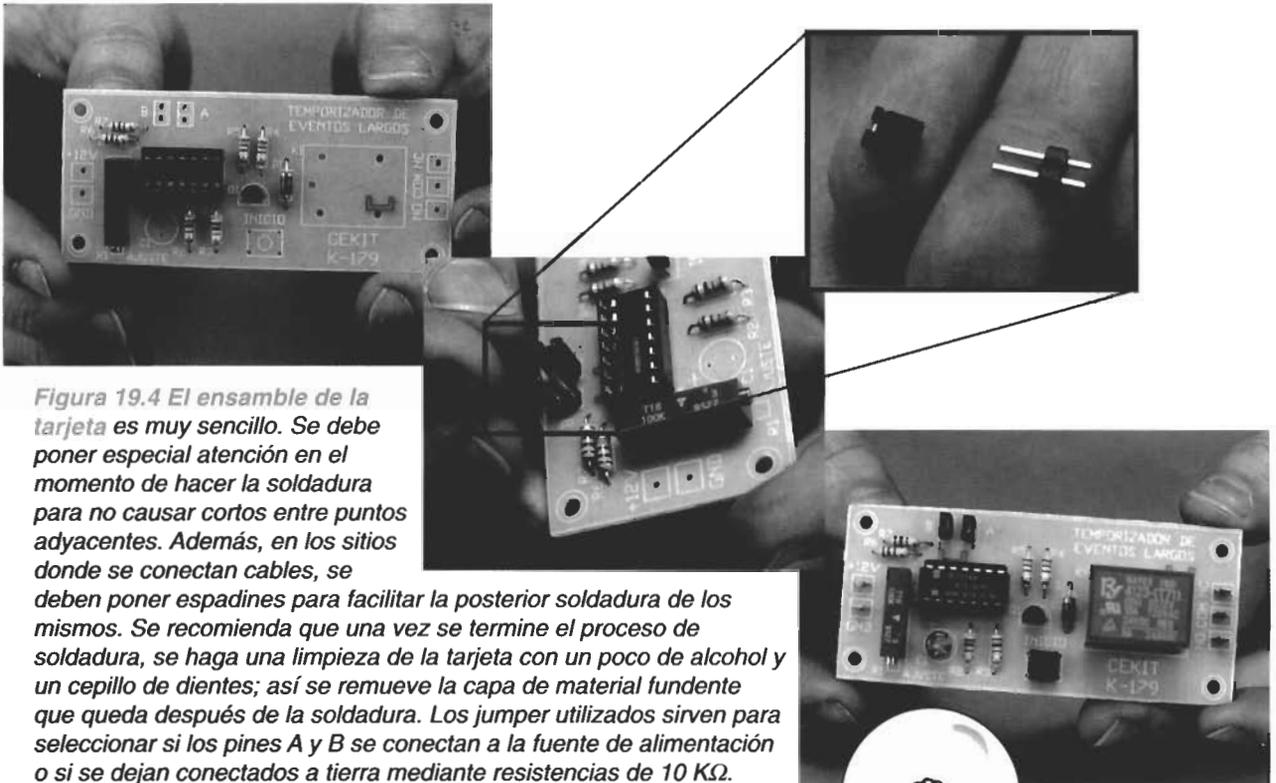


Figura 19.4 El ensamble de la tarjeta es muy sencillo. Se debe poner especial atención en el momento de hacer la soldadura para no causar cortos entre puntos adyacentes. Además, en los sitios donde se conectan cables, se deben poner espadines para facilitar la posterior soldadura de los mismos. Se recomienda que una vez se termine el proceso de soldadura, se haga una limpieza de la tarjeta con un poco de alcohol y un cepillo de dientes; así se remueve la capa de material fundente que queda después de la soldadura. Los jumper utilizados sirven para seleccionar si los pines A y B se conectan a la fuente de alimentación o si se dejan conectados a tierra mediante resistencias de 10 K $\Omega$ .

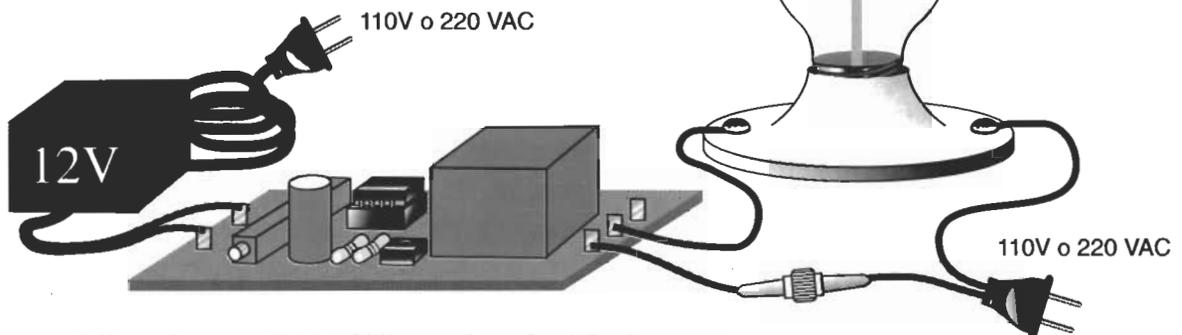
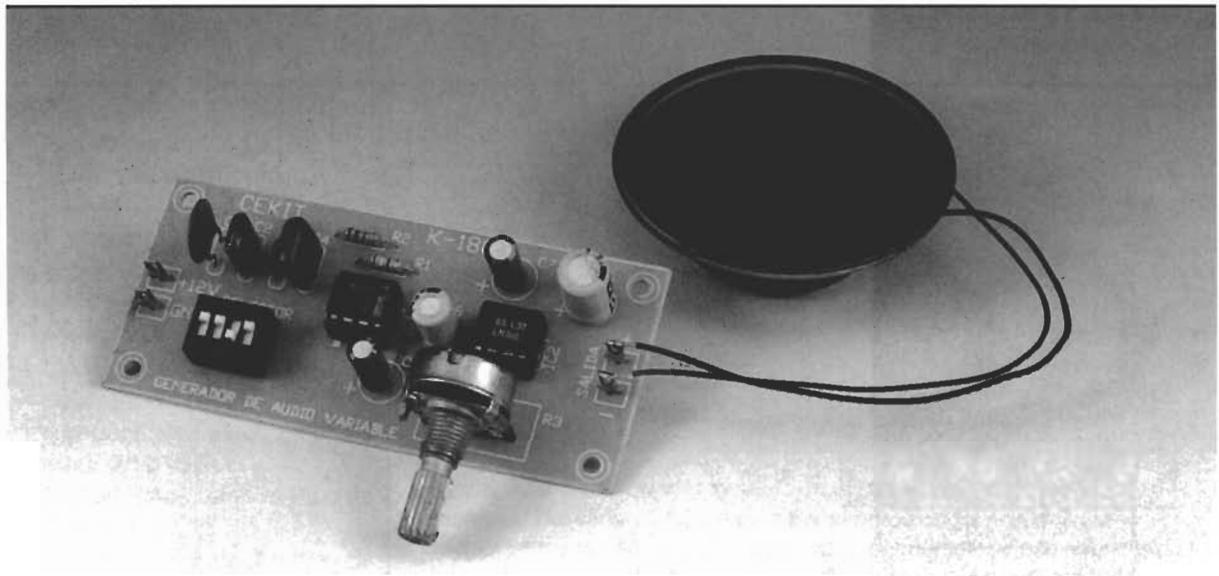


Figura 19.5 Si se desea controlar el tiempo de activación de una carga se debe realizar el montaje que se muestra en la figura. Se recomienda utilizar siempre un fusible en serie con la carga y la fuente de alimentación de la misma, esto garantiza una protección adecuada en caso de que exista un error en la conexión o que uno de los elementos falle. En este circuito, la temporización se inicia cuando se conecta la alimentación del circuito de control y luego de ello, cada vez que se oprima el botón de inicio. Recuerde que el circuito se debe alimentar con una fuente de +12VDC.

# Proyecto N° 20



## Generador de audio variable

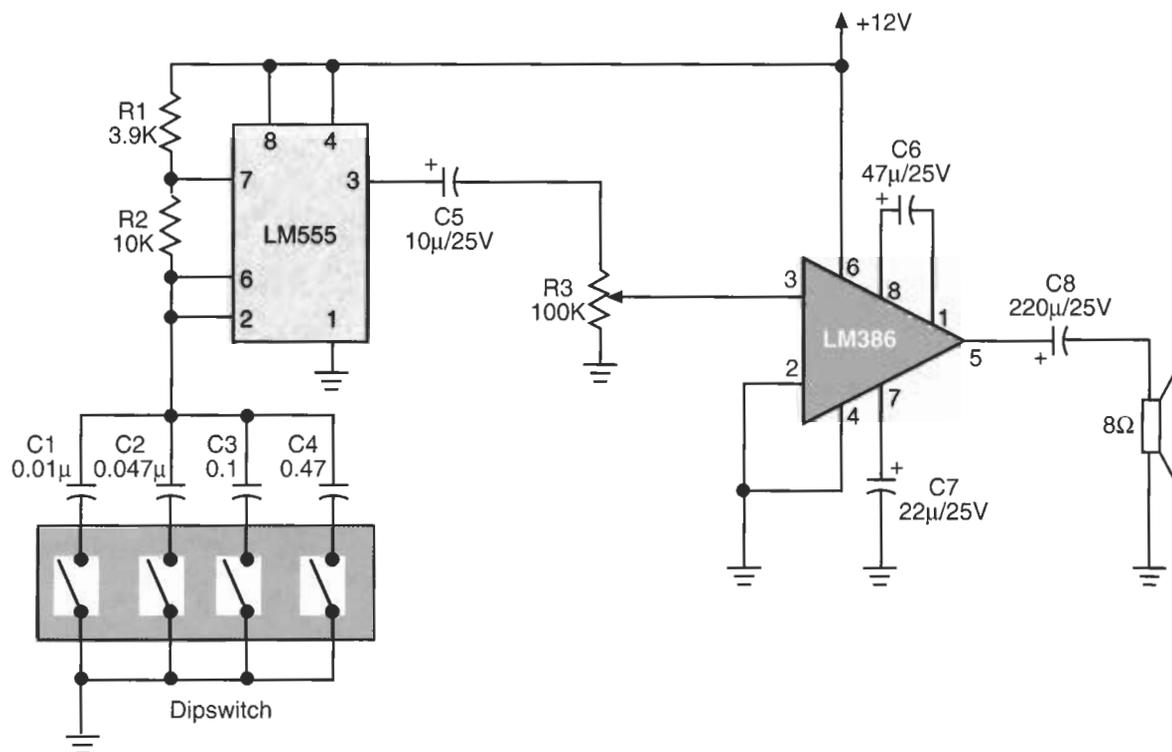
*Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que genera una señal de audio, a la cual se le pueden modificar la frecuencia y la amplitud, con el fin de obtener diferentes efectos sonoros. Esto permite que el circuito pueda ser utilizado para probar amplificadores de audio.*

En electrónica, un generador es un dispositivo que produce señales eléctricas, las cuales pueden ser utilizadas para probar circuitos, controlar aparatos o realizar experimentos de laboratorio. En este proyecto, vamos a construir un generador de audio, el cual puede ser utilizado para probar la respuesta de circuitos amplificadores o simplemente, para producir algunos efectos sonoros. En la figura 20.1 se muestra el diagrama esquemático del circuito. A

continuación haremos una breve descripción del mismo. El circuito está compuesto por dos módulos, ubicados uno a continuación del otro. El primero es un oscilador con un circuito integrado 555, el cual genera una onda cuadrada cuya frecuencia puede ser cambiada mediante el *dip-switch* (conjunto de interruptores) que se encarga de conectar uno o varios condensadores en paralelo. De esta forma, el condensador equivalente, visto por el 555, cambia

de valor y por lo tanto cambia la frecuencia de la señal de salida. Cuando todos los interruptores están cerrados, se tiene el valor de capacitancia máxima ya que se suman todos los condensadores que están en paralelo (C1 a C4).

Cuando sólo está cerrado un interruptor, el valor de la capacitancia es el del condensador que se ha conectado. Así, con cuatro interruptores, es posible obtener 16 combinaciones diferentes de condensadores en pa-



**Figura 20.1 Diagrama esquemático del generador de audio.** Este proyecto está conformado por dos etapas o bloques independientes: el primero, es un oscilador construido alrededor de un circuito integrado 555, en el cual se ha dispuesto un banco de condensadores que permite cambiar el valor de la capacitancia equivalente, cuyo valor controla la frecuencia de la onda generada. El segundo, es un amplificador construido con un circuito integrado LM386, el cual prepara la señal para que pueda ser aplicada a un parlante o a un amplificador de audio de mayor potencia para sus respectivas pruebas. El circuito se debe alimentar con una fuente de +12VDC.

ralelo, equivalentes a 16 tonos o frecuencias diferentes. En la práctica, con los valores de los condensadores escogidos, se obtuvieron frecuencias que varían entre los 75 Hz y los 5 kHz. Si se requieren otros valores de frecuencia, para alguna aplicación especial o se desea experimentar simplemente, se pueden cambiar los valores de los condensadores para obtener otras frecuencias deseadas.

Otra característica importante, es que por tener las resistencias del 555 en un

valor fijo, la onda generada permanece simétrica en todas las frecuencias; es decir, la onda cuadrada conserva la misma forma o los mismos porcentajes del tiempo de la señal en nivel alto y en nivel bajo.

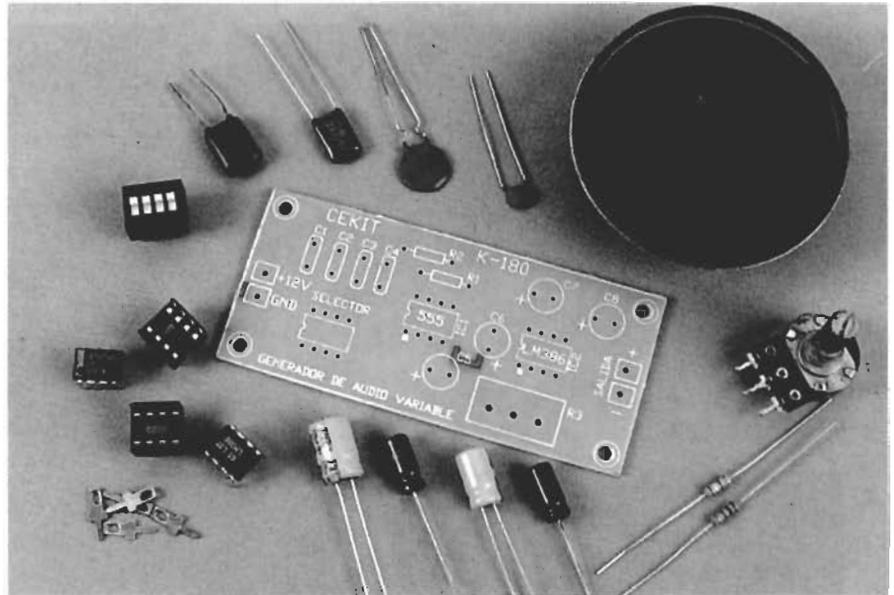
El segundo bloque del generador, es un amplificador construido con base en el circuito integrado LM386, el cual fue utilizado en el proyecto N° 14 de este mismo curso. Este se encarga de tomar la señal recibida del os-

cilador y darle los niveles de voltaje y corriente adecuados para entregarla al parlante de salida.

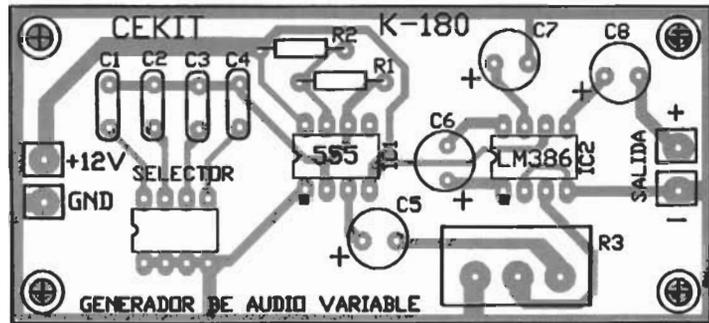
El potenciómetro R3 permite controlar la amplitud o volumen de la señal de audio. La salida del circuito se puede conectar directamente a un amplificador de audio de potencia para verificar si este último funciona correctamente, por ejemplo, al amplificador que se construyó en el proyecto N° 17 de este curso.

**Lista de materiales**

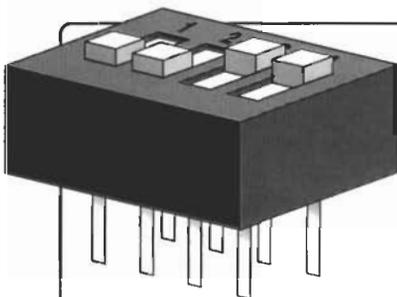
- 1 Resistencia de 3,9 K $\Omega$  (R1)
- 1 Resistencia de 10 K $\Omega$  (R2)
- 1 Potenci3metro de 100 K $\Omega$  (R3)
- 1 Condensador cer3mico o poli3ster de 0,01 $\mu$ F (C1)
- 1 Condensador cer3mico o poli3ster de 0,047 $\mu$ F (C2)
- 1 Condensador cer3mico o poli3ster de 0,1 $\mu$ F (C3)
- 1 Condensador cer3mico o poli3ster de 0,47 $\mu$ F (C4)
- 1 Condensador electrol3tico de 10 $\mu$ F/25V (C5)
- 1 Condensador electrol3tico de 47 $\mu$ F/25V (C6)
- 1 Condensador electrol3tico de 22 $\mu$ F/25V (C7)
- 1 Condensador electrol3tico de 220 $\mu$ F/25V (C8)
- 1 Circuito Integrado 555 (IC1)
- 1 Circuito Integrado LM386 (IC2)
- 1 Dipswitch de 4 interruptores
- 2 Bases para integrado de 8 pines
- 1 Parlante de 8 ohm/0,25W
- 1 Circuito impreso referencia K-180 de CEKIT
- 4 Terminales para circuito impreso (espadin)
- 1 Alambre telef3nico para puentes (30 cm)
- 1 Soldadura (1 m)



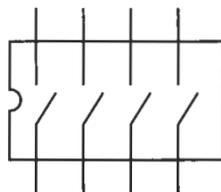
*Figura 20.2 Componentes que forman el kit. Antes de iniciar el ensamble del circuito, debemos estar seguros de tener todos los componentes necesarios. De esta forma, el trabajo se hace m3s r3pido ya que no hay interrupciones; para esto debemos revisar con cuidado la lista de materiales.*



*Figura 20.3 Guia de ensamble y circuito impreso. El generador de audio variable se ensambla sobre un circuito impreso referencia K-180 de CEKIT, en el que se incluyen todos los componentes y las conexiones para la fuente de alimentaci3n y la salida de audio. Se debe tener mucho cuidado para ubicar los componentes en forma correcta. Por ejemplo, los condensadores electrol3ticos y los circuitos integrados deben conservar una polaridad adecuada.*



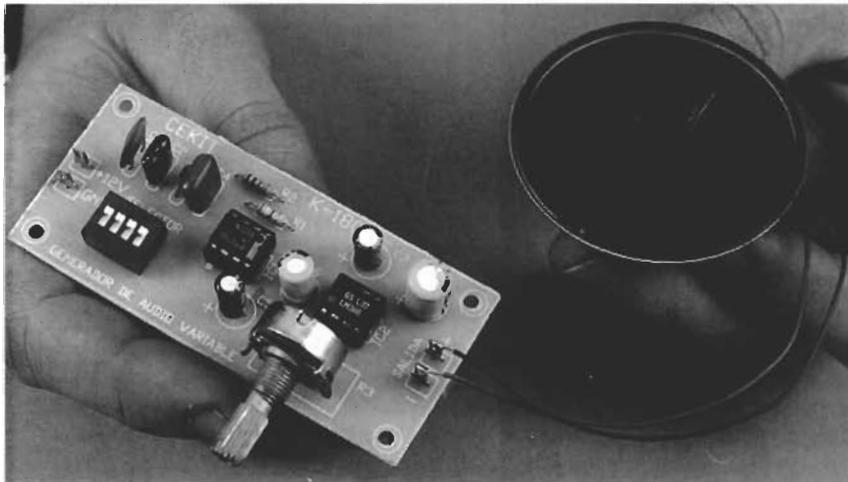
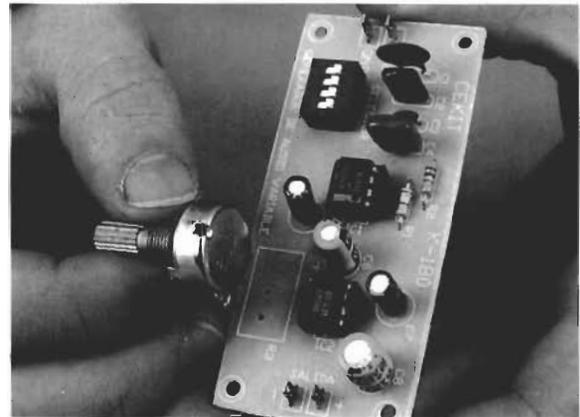
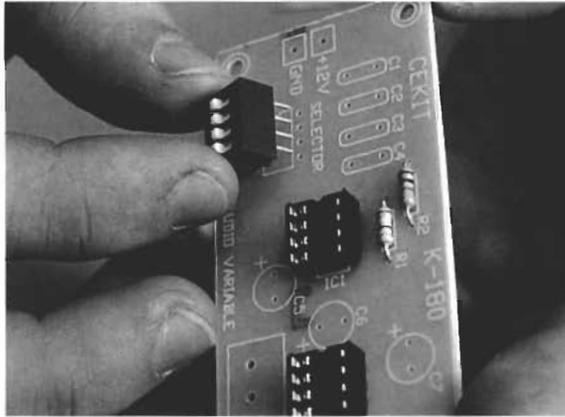
**Aspecto f3sico**



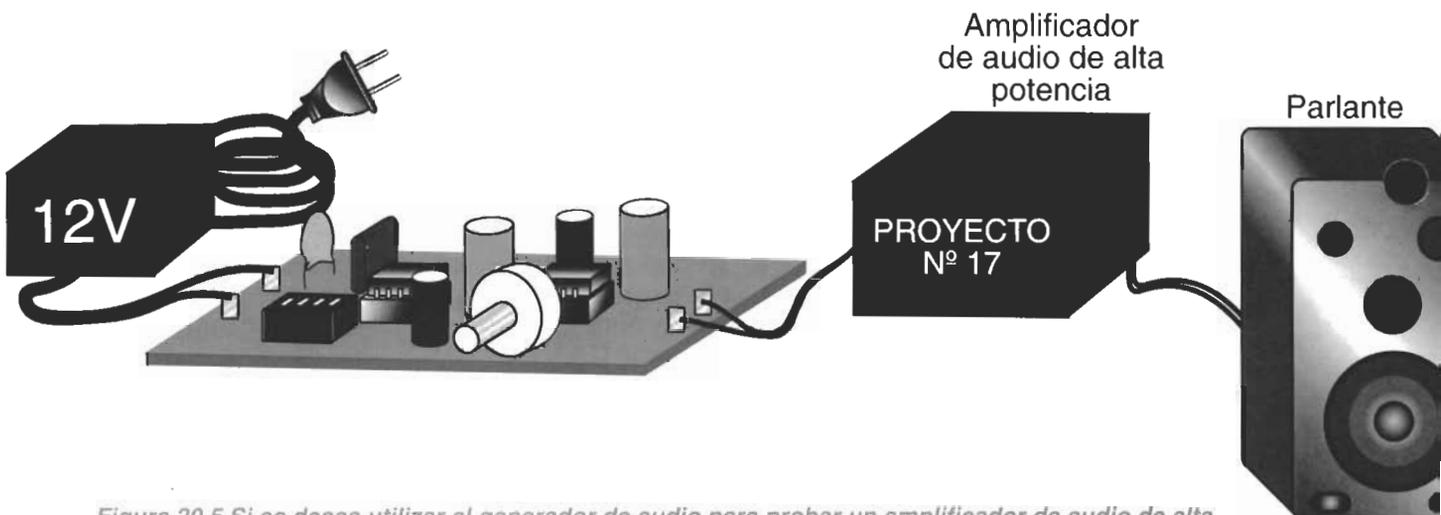
**Diagrama de pines**

**El dipswitch**

Es un componente electromec3nico que posee varios interruptores, cada uno de los cuales se puede manejar de forma independiente. Su principal ventaja es que est3n totalmente integrados y ocupan poco espacio en el circuito impreso. Los dipswitch se pueden conseguir con diferente n3mero de interruptores (4, 6, 8, 12, etc.). Dado su tama3o, no pueden soportar altas corrientes por lo que se utilizan en circuitos digitales o circuitos an3logos de baja potencia.



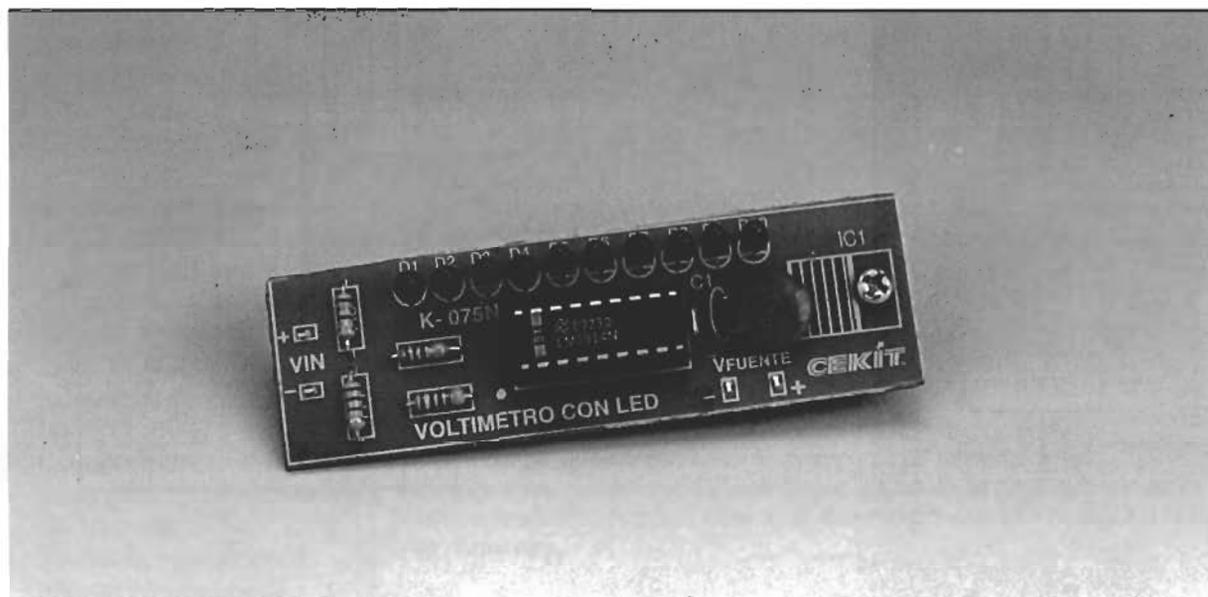
*Figura 20.4 El ensamble de la tarjeta es muy sencillo. Se debe poner especial atención en el momento de hacer la soldadura para no causar cortos entre puntos adyacentes. Además, en los sitios donde se conectan cables, se deben poner espadines para facilitar la posterior soldadura de los mismos. Se recomienda que una vez se termine el proceso de soldadura, se haga una limpieza de la tarjeta con un poco de alcohol y un cepillo de dientes, así se remueve la capa de material fundente que queda después de la soldadura.*



*Figura 20.5 Si se desea utilizar el generador de audio para probar un amplificador de audio de alta potencia, se debe retirar el parlante que se ha conectado en la salida y conectar dichos cables a la entrada de audio del amplificador. De esta forma, las frecuencias generadas por nuestro circuito sirven como patrones de prueba para comprobar la calidad o respuesta de dicho amplificador.*

*Para variar la frecuencia de la señal de audio, sólo se debe modificar la combinación de los interruptores del dipswitch; para cambiar la amplitud de la señal, basta con girar el potenciómetro de control de volumen (R3). Recuerde que el circuito del generador se debe alimentar con una fuente de +12VDC.*

# Proyecto N° 21



## Voltímerto con LED

*Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que sirve para medir voltajes de corriente directa y que muestra su lectura en un conjunto de LED organizados linealmente. Puede ser acoplado a cualquier fuente DC de salida variable.*

Un instrumento de medida siempre es un proyecto bienvenido entre los aficionados a la electrónica ya que, en muchas ocasiones, son ellos quienes permiten establecer el correcto funcionamiento de algún aparato. En esta ocasión, vamos a construir un voltímerto, el cual puede ser fácilmente adaptado a cualquier fuente de voltaje variable con el fin de indicar cual es el nivel de tensión en su salida. En la figura 21.1 se muestra el

diagrama esquemático del circuito. A continuación, haremos una breve descripción del mismo.

El objetivo principal de este proyecto es construir un voltímerto que se pueda adaptar fácilmente en la salida de una fuente variable, lo cual puede ser de gran ayuda en un laboratorio o en algún proyecto específico. Además, es una alternativa económica para un proyecto que requiera una solución de este tipo.

El circuito posee un regulador de voltaje LM7812 (IC1), a través del cual se alimenta el circuito integrado; esto se hace con el fin de entregarle un voltaje constante para que en ningún momento se vean afectadas las lecturas. El componente principal, que se encarga de hacer las medidas y de encender los LED correspondientes, es el circuito integrado LM3914 (IC2). Su salida dispone de diez indicadores luminosos D1 a D10 (diodos LED), los cuales se

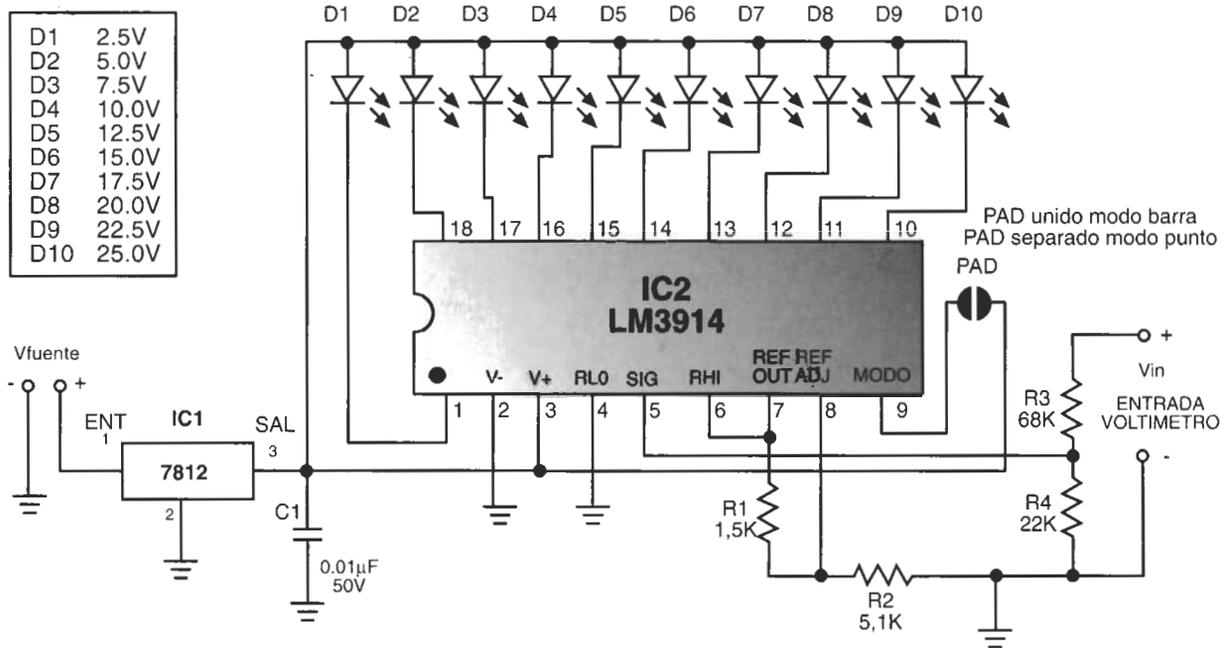


Figura 21.1 Diagrama esquemático del voltímetro con LED. El componente central del circuito es el integrado LM3914, el cual posee todos los componentes necesarios para detectar el nivel de voltaje y manejar los LED de salida según su lectura. Este circuito posee dos conexiones para entrada de voltaje. La primera, corresponde a la fuente de alimentación del circuito y llega directamente a los pines del regulador de +12V; esta se conecta en los pines del circuito impreso marcados Vfuente. La otra entrada de voltaje, corresponde a la tensión que se desea medir y se conecta en los pines del circuito impreso marcados como Vin.

van iluminando en orden ascendente según el incremento del voltaje medido.

Hay dos modos posibles para utilizar el LM3914. Uno de ellos se denomina el modo punto (Dot), en este modo sólo uno de los diodos LED se ilumina a la vez. En este caso se enciende el LED que indique el voltaje más cercano a la lectura que se está realizando. Es el modo en que trabajamos preferiblemente ya que el sistema consume poca corriente. El otro modo es el de barra (Bar), en este caso los diodos

LED se van iluminando en secuencia (uno detrás de otro), hasta alcanzar el valor correspondiente. Este método tiene la desventaja de que el sistema consume mucha más corriente, por lo que los circuitos integrados pueden sufrir un calentamiento excesivo.

El LM3914 puede recibir una entrada de voltaje a medir que esté entre 0 y 5 voltios, conectada al pin 5 (SIG-NAL). Por otra parte, entre los pines 7 y 8 se ubica una resistencia (R1), la cual determina la corriente que pasa a

través de los LED, en nuestro caso asumimos  $R1 = 1,5$  Kohm. Este cálculo se debe hacer antes de cualquier otra cosa; para ello se usa la siguiente ecuación:

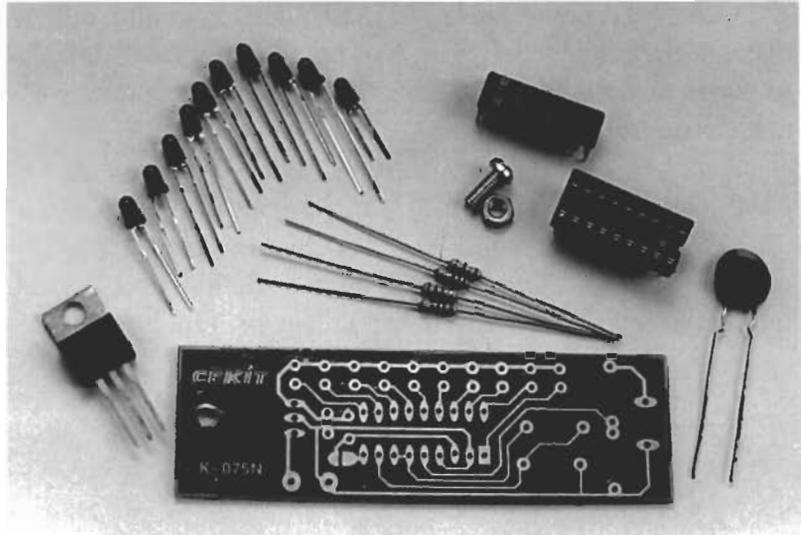
$$I_{led} = \frac{12,5}{R1} = \frac{12,5}{1500} = 8,3 \text{ mA}$$

Por otra parte, el pin 7 (REF OUT) del LM3914 es quien determina la referencia de voltaje del circuito mediante la siguiente fórmula:

$$V_{ref} = 1,25 \times \left(1 + \frac{R2}{R1}\right)$$

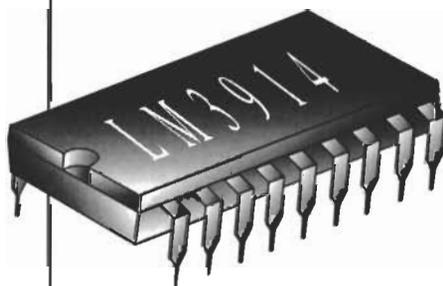
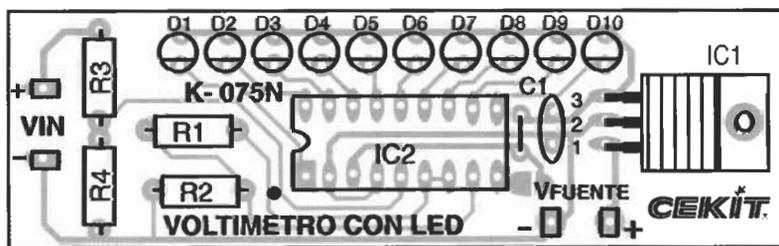
**Lista de materiales**

- 1 Resistencia de 1.5 K $\Omega$  a 1/4W (R1)
- 1 Resistencia de 5.1 K $\Omega$  a 1/4W (R2)
- 1 Resistencia de 68 K $\Omega$  a 1/4W (R3)
- 1 Resistencia de 22 K $\Omega$  a 1/4W (R4)
- 1 Condensador cerámico de 0.01  $\mu$ F/50 V (C1)
- 10 LED rojo de 3 mm (D1 a D10)
- 1 Circuito integrado LM3914 (IC2)
- 1 Regulador de voltaje LM7812 (IC1)
- 1 Circuito impreso K-075N
- 1 Base para circuito integrado de 18 pines
- 4 Terminales para circuito impreso (espadines)
- 1 Tornillo milimétrico de 3 x 7 con tuerca
- 1 Cable polarizado (25 cm)
- 1 Soldadura (1 m)

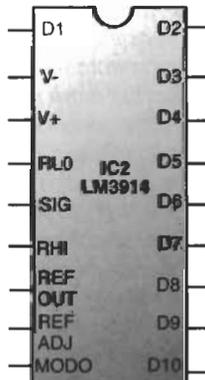


*Figura 21.2 Componentes que forman el kit. Antes de iniciar el ensamble del circuito debemos estar seguros de tener todos los componentes necesarios. De esta forma, el trabajo se hace más rápido ya que no hay interrupciones. Para esto, debemos revisar con cuidado la lista de materiales.*

*Figura 21.3 Guía de ensamble y circuito impreso. El voltímetro con LED se ensambla sobre un circuito impreso referencia K-075N de CEKIT, en el que se incluyen todos los componentes y las conexiones para la fuente de alimentación y la entrada de voltaje a medir. Se debe tener mucho cuidado para ubicar los componentes en forma correcta, por ejemplo, los LED y el circuito integrado deben conservar una polaridad adecuada. El regulador IC1 se debe montar por el lado de las soldaduras del circuito impreso.*



**Aspecto físico**



**Diagrama de pines**

**El circuito integrado LM3914**

Está diseñado especialmente para medir voltajes e indicar su lectura en una barra de LED. Posee internamente una red de comparadores de voltaje, los cuales determinan los niveles adecuados para encender los LED correspondientes. Posee dos modos de funcionamiento, el primero, es en forma de barra y consiste en encender todos los LED que estén por debajo del nivel de voltaje medido. El segundo, es el modo punto y consiste en encender únicamente el LED que indica el voltaje más cercano al voltaje medido. La fuente de alimentación del LM3914 puede variar desde 3 hasta 25 voltios.

Como ya dijimos que la máxima entrada de señal que se puede medir es de 5 voltios, en nuestro caso elegimos el mismo valor como referencia. Por lo que de esta última fórmula se puede despejar el valor de R2, quedando expresado de la siguiente forma:

$$R2 = \left( \frac{V_{ref} - 1}{1,25} \right) \times R1$$

Como ya conocemos Vref y R1, el valor calculado es:

$$R2 = \left( \frac{5}{1,25} - 1 \right) \times 1500$$

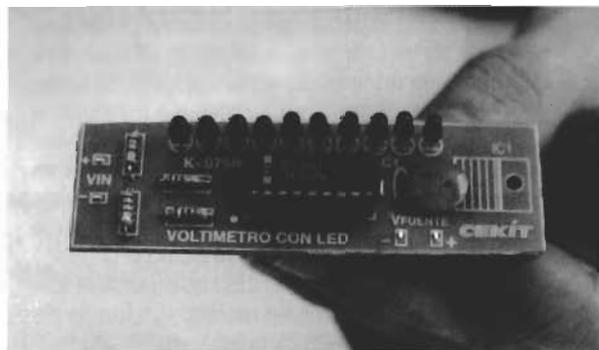
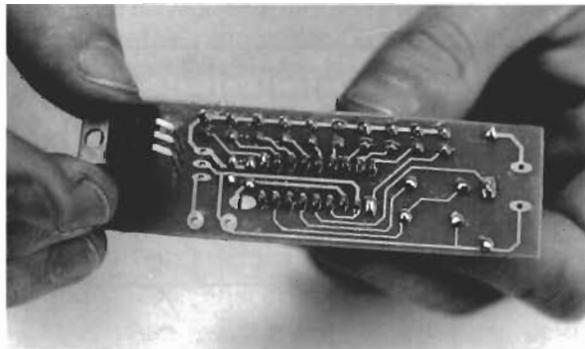
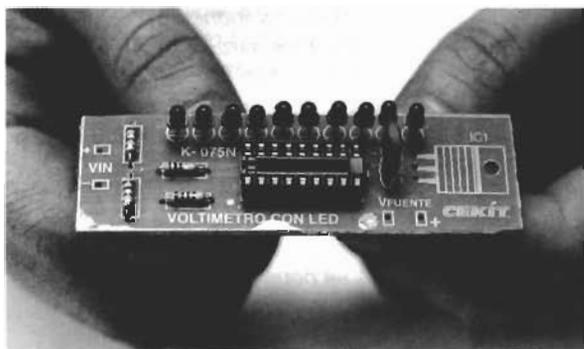
$$= 4500 \text{ ohm}$$

En nuestro circuito, utilizamos un valor aproximado  $R2 = 5,1 \text{ Kohm}$ .

Con los datos obtenidos, nuestro circuito puede trabajar midiendo cualquier voltaje de entrada que esté entre 0 y 5 voltios. Además, considerando que la salida tiene 10 LED, podemos ver que cada uno de ellos marcará un incremento de 0,5 voltios. Si tenemos la idea de trabajar en el modo punto, en el cual se enciende un sólo LED a la vez, el sistema funciona así: si el voltaje a medir es de 1 voltio, se encenderá el segundo LED;

si la entrada a medir es de 3,5 voltios, se encenderá el séptimo LED ( $3,5 / 0,5 = 7$ ); y así sucesivamente con todos los valores.

Como ya se dijo, es preferible trabajar en el modo punto porque el consumo de energía es menor. Pero, pensando en brindar la mayor flexibilidad posible, se ha dejado en el circuito impreso un *pad* que puede ser unido con soldadura. Si este punto se deja abierto se trabaja en el modo *punto*, si se hace la unión con soldadura, se trabaja en el modo *barra*.



*Figura 21.4 El ensamble de la tarjeta es muy sencillo. Se debe poner especial atención en el momento de hacer las soldaduras para no causar cortos entre puntos adyacentes. Además, en los sitios donde se conectan cables se deben poner espadines para facilitar la posterior soldadura de los mismos. Se recomienda que una vez se termine el proceso de soldadura, se haga una limpieza de la tarjeta con un poco de alcohol y un cepillo de dientes. Así se remueve la capa de material fundente que queda después de la soldadura. Note que el regulador de voltaje y los espadines, se colocan en al lado de la soldadura del circuito impreso, esto se hace con el fin de facilitar el montaje del voltímetro en la parte frontal del chasis, tal como se ve en la figura 21.6.*

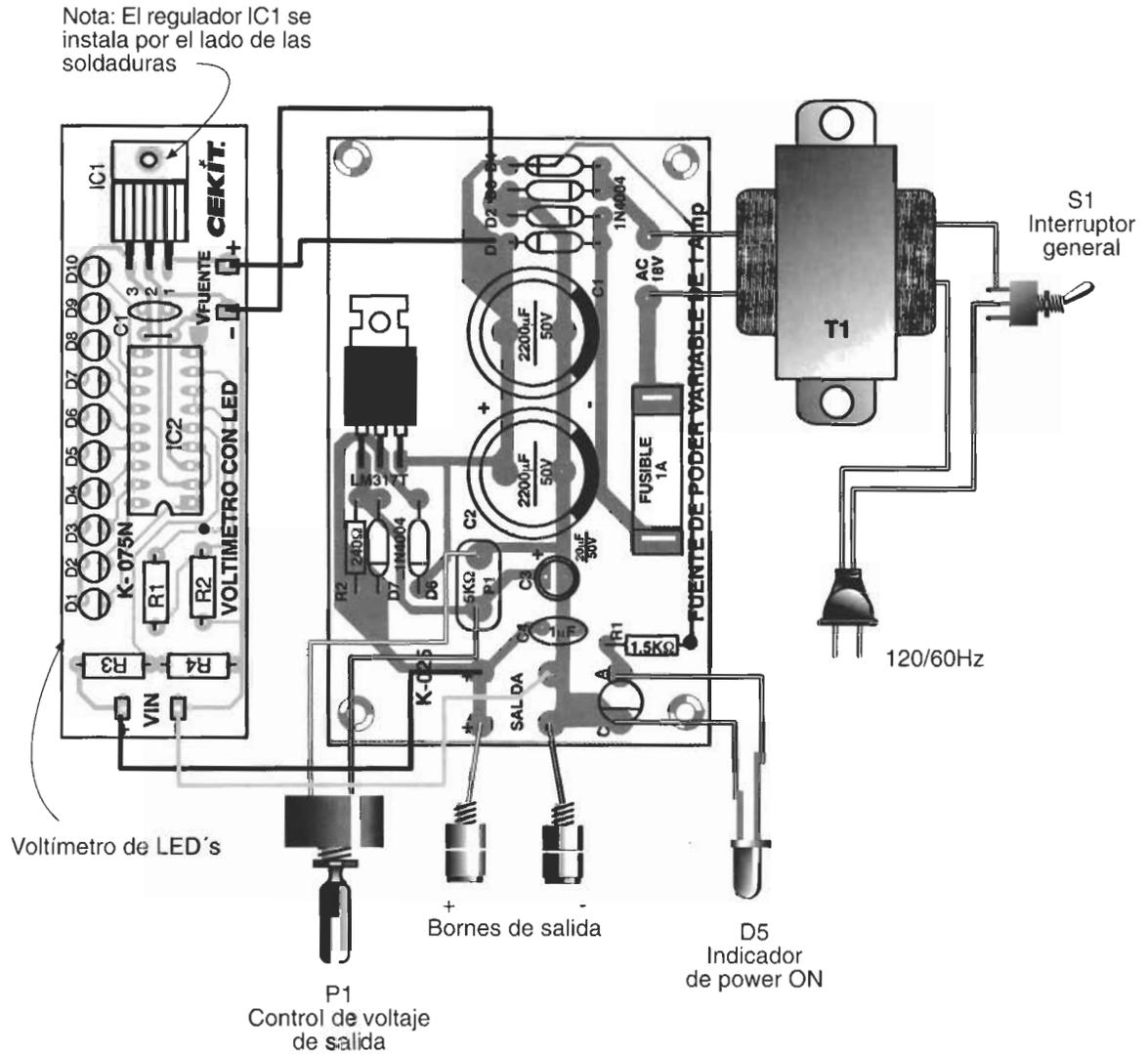


Figura 21.5 Este voltímetro se puede acoplar fácilmente a la fuente variable que se construyó en el proyecto N° 8. En esta fuente se dispone de doble salida, una para el circuito que se va a alimentar y otra donde se puede conectar la entrada del voltímetro marcada como Vin. Por su parte, la alimentación del voltímetro propiamente dicha (Vfuente), se puede tomar de la entrada de voltaje de la fuente, luego que pasa a través del rectificador formado por los 4 diodos.

### Conexión del voltímetro y una fuente variable

Una de las cosas más interesantes de los proyectos y los experimentos, es darles una aplicación real. En este caso, vamos a utilizar el voltímetro construido para acoplarlo a la fuente variable que se construyó en el proyecto N° 8 de

este mismo curso. Para ello, debemos tener en cuenta dos cosas: La alimentación del circuito (Vfuente) se debe tomar de la entrada del circuito de la fuente y para el voltaje a medir, se debe conectar la entrada del voltímetro a la salida de la fuente, figura 21.5.

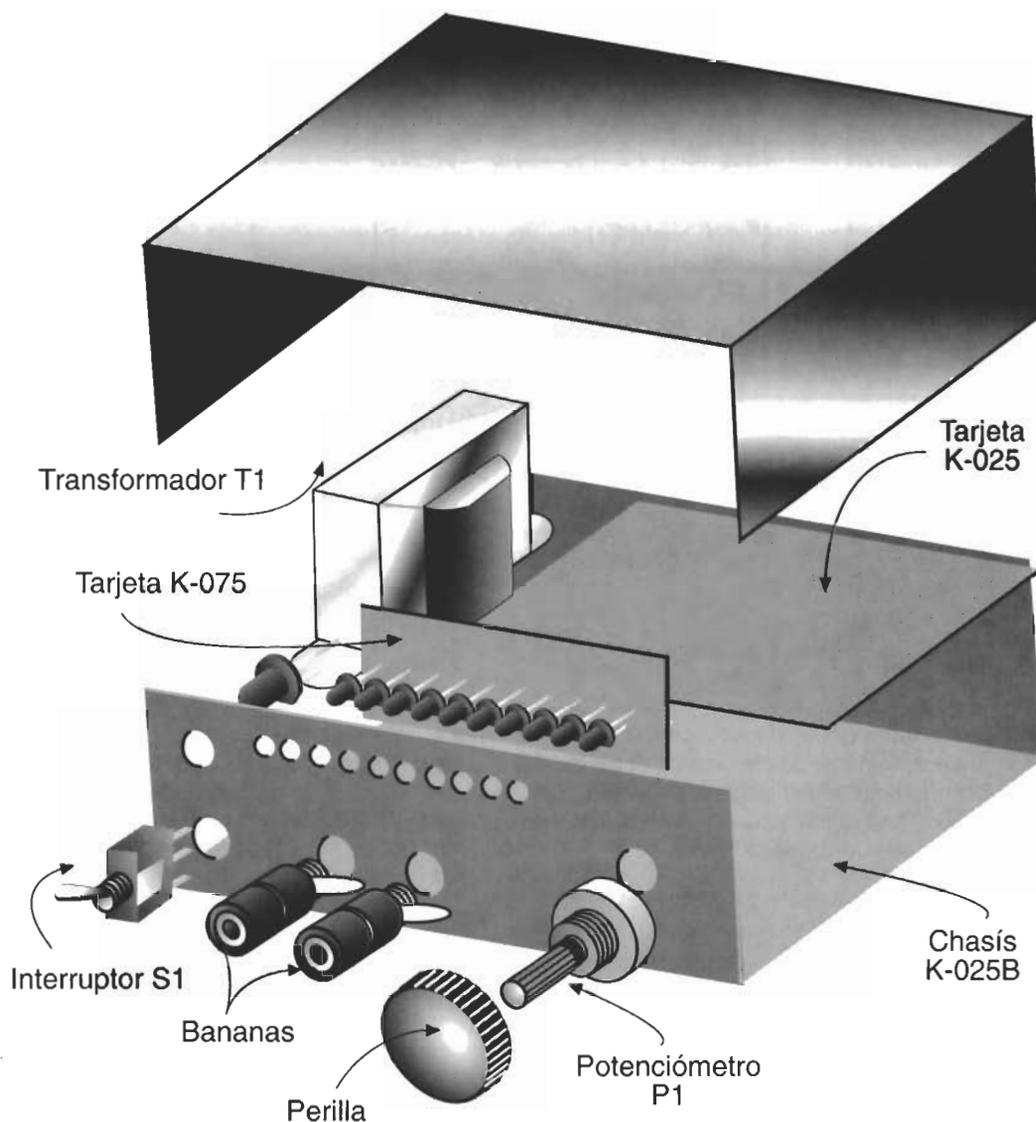
Como la salida de la fuente puede llegar a los 25 voltios y el circuito integrado sólo acepta hasta 5 voltios, debemos utilizar algún sistema para reducir el voltaje máximo de entrada que llega al integrado. Para ello, se agregó al circuito un divisor de tensión formado por las resistencias R3 y R4;

de esta forma, limitamos la entrada a valores seguros. Con la configuración anterior, teniendo en cuenta que el voltaje máximo será de 25 voltios y que se tienen 10 LED, ahora cada uno de ellos equivaldrá a una lectura de 2,5 voltios ( $25 / 10 = 2,5$ ). Si se desea que la fuente entregue en la salida

una tensión de 10 V se debe hacer lo siguiente:

1. Sitúe la perilla de control de voltaje de la fuente (P1) en su posición inicial (1.2V) y gírela en sentido horario hasta que se encienda el LED indicador de 7.5V (D3).

2. Continúe girando la perilla de P1 en el mismo sentido, pero muy lentamente, hasta que también se ilumine el LED indicador de 10V (D4). En ese punto, el voltaje de salida será exactamente de 10V. Lo mismo se aplica para cualquier par de LED adyacentes.



**Figura 21.6** El montaje final del conjunto, formado por la fuente y el voltímetro, se puede hacer dentro de un chasis especial, en el cual se deben hacer las perforaciones adecuadas para el voltímetro con LED. Adicionalmente, se pueden marcar en cada uno de los huecos cuál es el voltaje a que corresponde dicho LED. \* Para la construcción del chasis, se remite al lector a la práctica N° 11 de la sección de Electrónica Práctica de este mismo curso.

# Proyecto N° 22



## Interruptor activado por sonido

*Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que permite conectar y desconectar aparatos a distancia, sin necesidad de cables ni controles remotos. Basta con aplaudir y automáticamente se encenderán y/o apagarán los elementos que esté controlando.*

La electrónica puede ser utilizada para facilitar la vida del hombre. Por ejemplo, los sistemas de control remoto evitan que el usuario se tenga que desplazar hasta una máquina para cambiar algún parámetro; también los modernos sistemas de comunicación permiten hablar con otras personas en cualquier lugar del mundo, etc..

En este proyecto, vamos a construir un dispositivo que nos ayuda a realizar algunas

tareas de una manera sencilla y divertida. Se trata de un interruptor activado por sonido, el cual permite conectar o desconectar a distancia cargas de baja potencia como lámparas, motores, televisores, radios, equipos de sonido, etc., mediante los ruidos producidos por palmadas, voces, golpes, chasquidos, y otras fuentes sonoras. Las cargas a manejar deben trabajar con 110 ó 220 VAC y no deben exceder de 500 W. En la figura 22.1 se muestra el diagrama

esquemático del circuito. A continuación, haremos una breve descripción del mismo.

El umbral de sensibilidad es ajustable dentro de un amplio rango, facilitando su adaptación a sonidos de cierta intensidad; por ejemplo una palmada fuerte o un grito. La carga se conecta y desconecta automáticamente cada vez que el nivel del sonido producido excede el umbral previamente establecido. El sistema ofrece su máxima sensibilidad

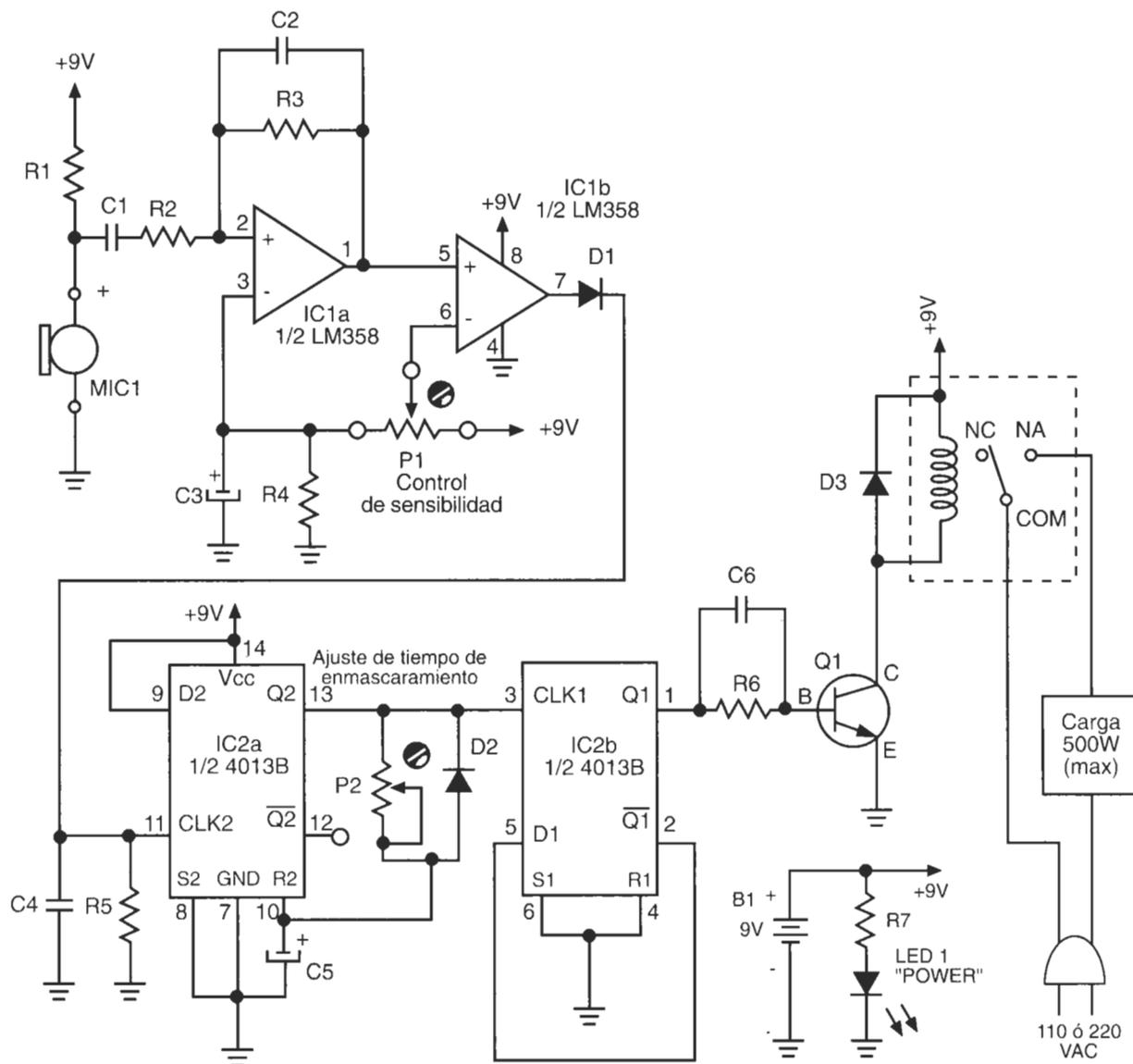


Figura 22.1 Diagrama esquemático del interruptor activado por sonido. El circuito está conformado por varias etapas, la primera de ellas es un filtro construido alrededor con un amplificador operacional LM358 (IC1a), la segunda es un comparador de voltaje basado también en un LM358 (IC1b). Las etapas siguientes, construidas en base al circuito integrado 4013, corresponden a un monoestable que genera un pulso de duración definida y a un flip-flop, el cual se encarga de conmutar el estado de la carga. Esta última se maneja a través de un relé electromecánico cuyos contactos entregan la alimentación de 110 ó 220 VAC al aparato que se está controlando.

para sonidos con frecuencias entre 360 Hz y 480 Hz, pero estos límites pueden ser fácilmente alterados por el usuario para adecuar el interruptor a sus necesidades particulares. El circuito de control opera con una batería alcalina de 9 VDC. La etapa de potencia

está internamente conectada a la línea de alimentación de corriente alterna. El usuario solamente tiene que enchufar la carga al sistema, proporcionar las protecciones adecuadas y aplaudir o producir un sonido en las vecindades del interruptor para activar o desac-

tivar la carga. El dispositivo es muy práctico para encender las luces o la radio en la oscuridad y, si no posee un control remoto, prender o apagar el televisor desde la cama o su silla favorita. Puede ser también de gran ayuda para personas incapacitadas.

El sistema utiliza como sensor de sonido un micrófono electret y consta, básicamente, de un filtro activo pasabanda, un comparador de voltaje, un circuito monoestable, un *flip-flop* y una interface de potencia. La conexión y desconexión de la carga la realiza un relé electromecánico.

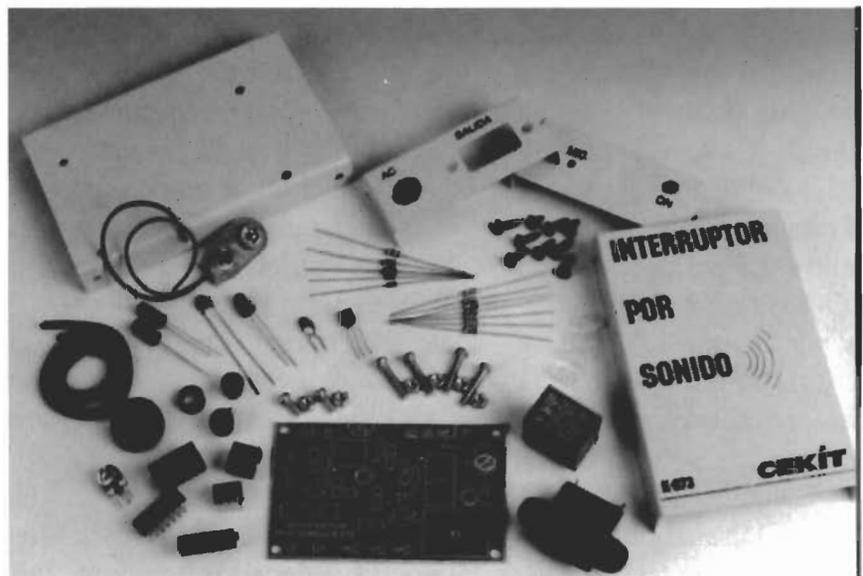
El micrófono convierte las ondas sonoras incidentes, originadas por voces, golpes, palmadas, etc., en señales eléctricas equivalentes que se aplican a la entrada de un filtro activo pasabanda. Este último, está desarrollado alrededor del amplificador operacional LM358 (IC1a) y cumple la función básica de proporcionar una alta ganancia

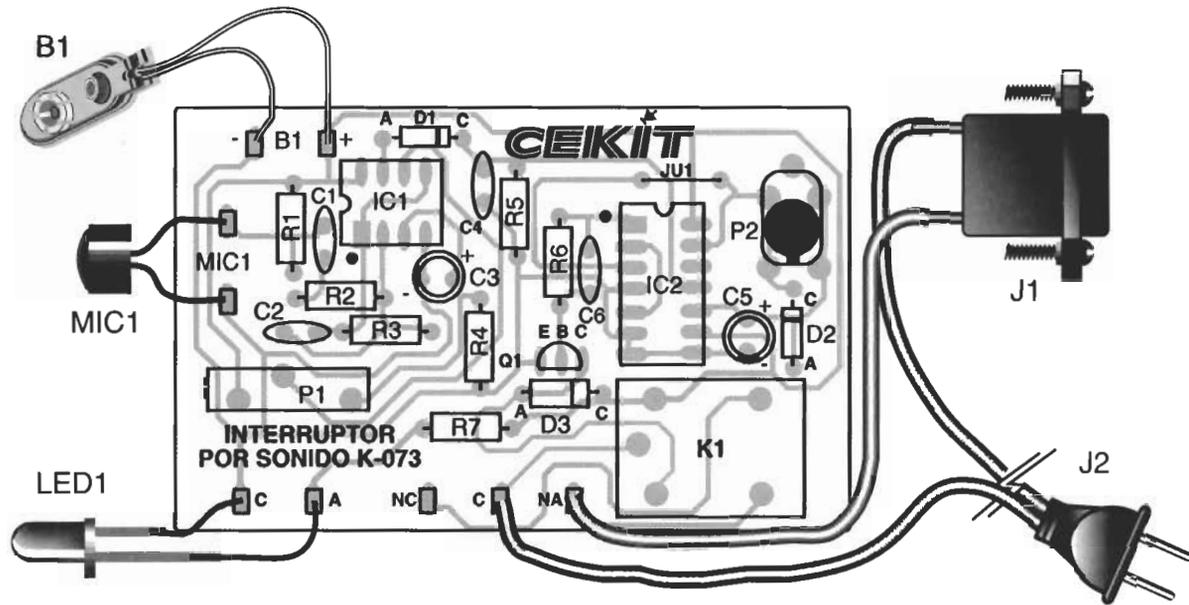
para señales con frecuencias entre 360 Hz y 480 Hz, mientras atenúa o debilita, las señales por fuera de este intervalo.

Los límites inferior y superior de las frecuencias aceptadas los establecen, respectivamente, las redes RC de entrada (R1, R2, C1) y de realimentación (R3, C2). La corriente de polarización del micrófono electret la proporciona R1. El condensador C1 elimina el nivel DC de la señal entregada por el micrófono. La ganancia de la etapa la establecen R3 y R2. El circuito formado por P1, R4 y C3 polariza la señal de salida del filtro sobre un nivel DC igual a la mitad del voltaje de alimentación (4.5 V).

La salida del filtro alimenta una de las entradas del comparador de voltaje (pin 5 del LM358). La otra entrada (pin 6) está conectada a un voltaje de referencia, ajustable mediante P1 entre 4.5 V y 9 V. En condiciones normales, la salida del comparador (pin 7) es de nivel bajo (0V). Cuando, por efecto de un sonido captado por el micrófono, el voltaje aplicado por la salida del filtro (pin 1) a la entrada del comparador (pin 5) supera el voltaje de referencia presente en el pin 6, la salida se hace alta (9V) y dispara un temporizador o multivibrador monoestable. Este último está desarrollado alrededor de un flip-flop del circuito integrado CD4013 (IC2a).

*Figura 22.2 Componentes que forman el kit. Antes de iniciar el ensamble del circuito debemos estar seguros de tener todos los componentes necesarios. De esta forma, el trabajo se hace más rápido ya que no hay interrupciones; para esto debemos revisar con cuidado la lista de materiales que se encuentra en el listado adjunto.*





**Figura 22.3** Guía de ensamblaje y circuito impreso. El interruptor activado por sonido se ensambla sobre un circuito impreso referencia K-073 de CEKIT, en el que se incluyen todos los componentes y las conexiones para la fuente de alimentación, el micrófono, el LED y la salida de potencia para alimentar la carga. Se debe tener mucho cuidado para ubicar los componentes en forma correcta. Por ejemplo, los condensadores electrolíticos y los circuitos integrados deben conservar una polaridad adecuada.

El monoestable produce un pulso de unos pocos segundos de duración, activo en nivel alto, a partir del momento en que el comparador detecta el cambio en la señal de audio. Este pulso se aplica a la entrada del segundo *flip-flop* (IC2b), obligándolo a cambiar el estado o nivel lógico de su salida. La salida del último *flip-flop* (pin 1 de IC2) maneja, por intermedio del transistor Q1, un relé que conecta y desconecta la carga.

Cualquier cambio producido en la señal de salida del filtro activo durante el ciclo de temporización del monoestable es ignorado por el resto del

circuito. Así se evita el disparo reiterado del *flip-flop* mientras se extingue el sonido de activación. Sin esta acción de enmascaramiento introducida por el temporizador, el estado final de la carga (conectada o desconectada) sería incierto. En este sentido, el monoestable realiza una función similar a la de los eliminadores de rebote, utilizados para conectar interruptores electromecánicos con circuitos lógicos

El tiempo de enmascaramiento del sonido de activación se fija mediante el reóstato P2 y depende también del valor del condensador C5. Una vez finalizada la

temporización, C5 se descarga rápidamente a través de D2 y el circuito queda a la espera del próximo pulso de disparo. La carga conectada al circuito se energiza cuando la salida del *flip-flop* IC2b (pin 1) es de nivel alto y se desenergiza cuando esta salida es de nivel bajo.

En el primer caso, Q1 conduce y el contacto normalmente abierto (NA) del relé se une con el contacto común (C). En el otro caso, el transistor se bloquea y el contacto normalmente abierto del relé se abre. El contacto normalmente cerrado (NC) opera en forma contraria.

**Lista de materiales**

**Resistencias a 1/4W**

- 2 - 2.2 K $\Omega$  (R1, R2)
- 1 - 330 K $\Omega$  (R3)
- 1 - 47 K $\Omega$  (R4)
- 1 - 1 M $\Omega$  (R5)
- 2 - 1 K $\Omega$  (R6, R7)
- 1 - Trimmer de 50 Kohm (P1)
- 1 - Reóstato de 100 Kohm (P2)

**Condensadores**

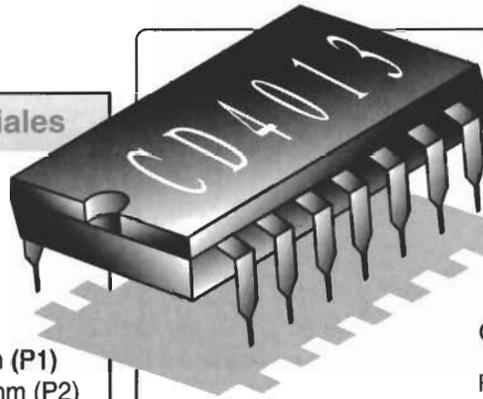
- 2 - Cerámicos de 0.1 $\mu$ F (C1, C6)
- 1 - Cerámico de 0.001 $\mu$ F (C2)
- 1 - Electrolítico de 1  $\mu$ F/35V (C3)
- 1 - Cerámico de 3.3pF (C4)
- 1 - Electrolítico de 10  $\mu$ F/35V (C5)

**Semiconductores**

- 2 - Diodos 1N4148 (D1, D2)
- 1 - Diodo 1N4004 (D3)
- 1 - Transistor NPN 2N3904 (Q1)
- 1 - LED rojo de 5mm (LED1)
- 1 - Circuito integrado LM358 (IC1)
- 1 - Circuito integrado CD4013 (IC2)

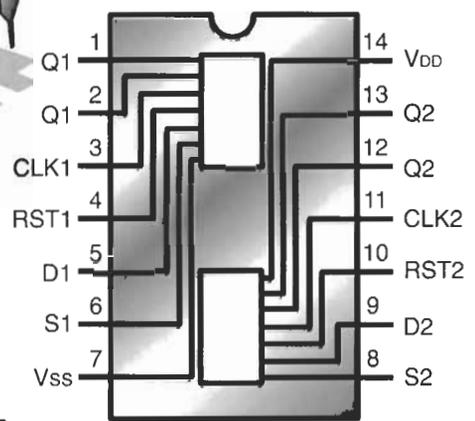
**Otros**

- 1 - Micrófono electret miniatura
- 1 - Relé
- 1 - Tomacorriente para panel
- 1 - Cable de potencia con enchufe AWG 18
- 1 - Cable de vehículo AWG 18 negro (10 cm)
- 1 - Cable de vehículo AWG 20 rojo (15 cm)
- 1 - Base de 14 pines para CI
- 1 - Base de 8 pines para CI
- 1 - Portaled
- 1 - Circuito impreso K-073
- 1 - Conector para batería de 9V
- 1 - Chasis de montaje K-073
- 2 - Tornillos de 1/8" x 1/4" con tuercas
- 4 - Tornillos de 1/8" x 1/2" con tuercas
- 8 - Tornillos para lámina de 3/32" x 1/4" negros
- 4 - Separadores plásticos
- 1 - Pasacable de caucho
- 9 - Terminales para circuito impreso (espaldines)
- 1 - Soldadura (1 metro)



Aspecto físico

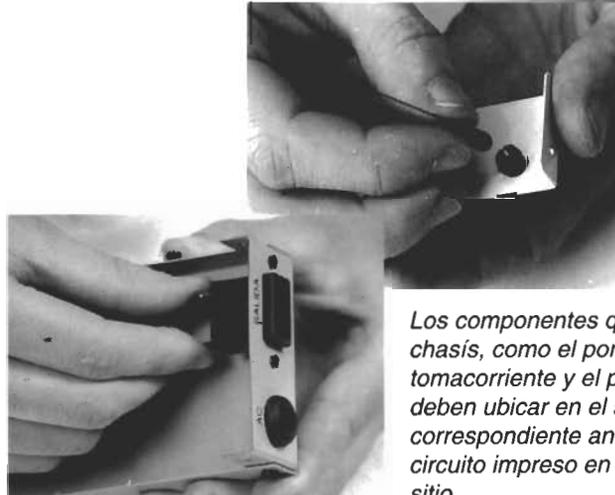
**Diagrama de pines**



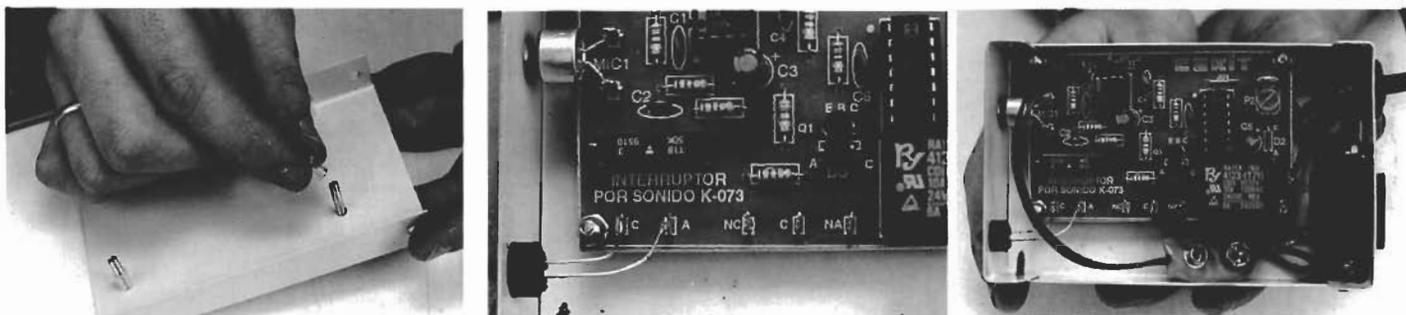
**El circuito integrado CD4013**

Es un circuito construido en tecnología CMOS que posee internamente dos *flip-flop*, los cuales son módulos de amplia utilización en electrónica digital. Sus aplicaciones son muy variadas, entre ellas se cuentan la transmisión o envío de datos digitales en forma serial (uno detrás de otro), construcción de bases de tiempo, contadores digitales y conmutación de señales de control, entre otros. En este proyecto, utilizamos un flip-flop para construir un monoestable y el otro para conmutar la señal de control que activa y desactiva la carga. La fuente de alimentación del CD4013 puede estar entre 3 y 15 voltios.

*Figura 22.4 El ensamble de la tarjeta es muy sencillo, se debe poner especial atención en el momento de hacer la soldadura para no causar cortos entre puntos adyacentes, además, en los sitios donde se conectan cables se deben poner espaldines para facilitar la posterior soldadura de los mismos.*



*Los componentes que van en el chasis, como el portaled, el tomacorriente y el pasacable, se deben ubicar en el sitio correspondiente antes de colocar el circuito impreso en su respectivo sitio.*

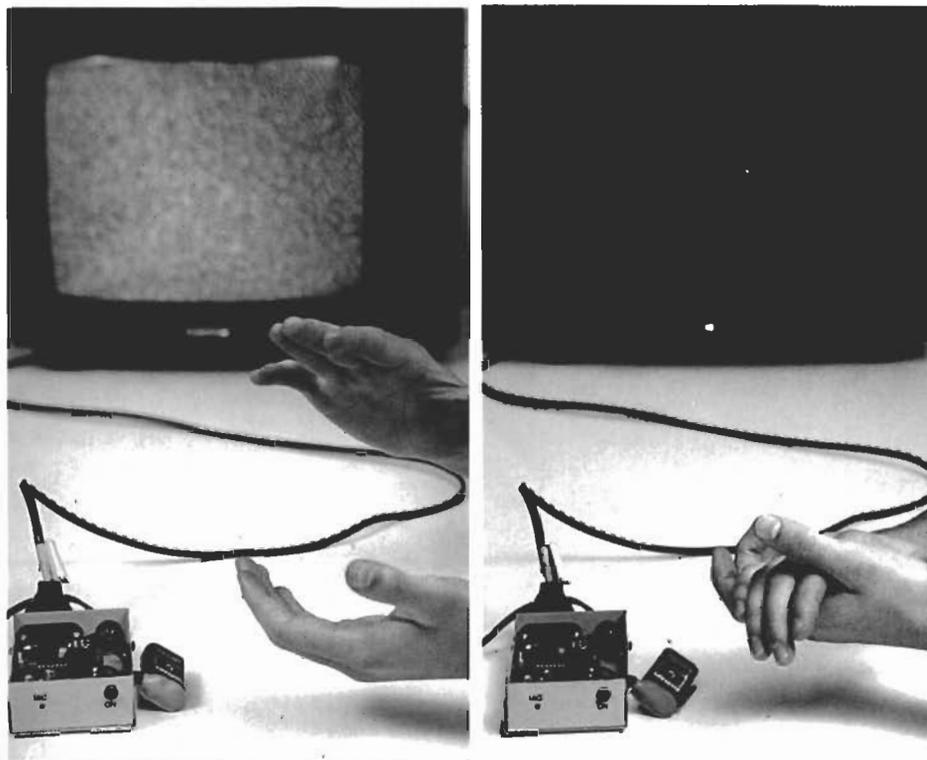


### Calibración y ajuste

Una vez haya instalado los componentes que se montan en el circuito impreso, instale los circuitos integrados en sus bases y suelde a sus respectivos espadines el conector de la batería (B1), el micrófono (MIC1) y el LED (D1). Interconecte los elementos de la parte de potencia utilizando cable AWG#18. Conecte una punta del cable de alimentación de la carga a un extremo del tomacorriente J1 y la otra punta al espadín que da acceso al contacto normalmente abierto (NA) del relé. Cierre el circuito conectando el extremo libre de J1 al espadín de acceso del contacto común (C).

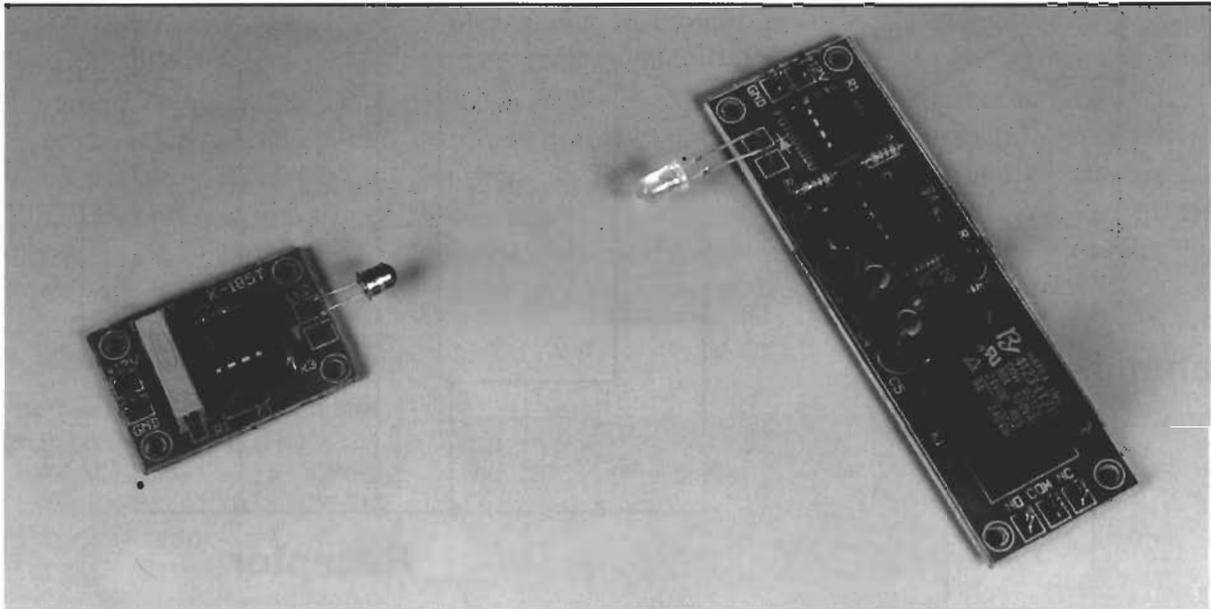
Por último, sitúe P1 y P2 en sus posiciones medias e instale la batería B1. El LED D1 debe iluminarse. Conecte el cable de potencia J2 a la red e instale una carga adecuada al tomacorriente J1, por ejemplo una lámpara de 110 ó 220 VAC a 25W. La carga debe prenderse y apagarse alternativamente cada vez que se aplaude o se habla frente al micrófono. Ajuste P2 si se presenta el redisparo de la carga dentro de un mismo ciclo de activación. Si lo considera necesario, reajuste la sensibilidad del circuito mediante P1 para particularizar la respuesta a sonidos de determinada intensidad; por ejemplo una palmada fuerte o un grito.

Una vez calibrado el sistema, asegure la tarjeta y demás elementos al chasis, cierre la caja de montaje y decida el sitio donde va a instalar el interruptor sonoro. El LED D1, además de monitorear el voltaje de la batería, sirve también como orientación para ubicar el interruptor en la oscuridad. Este componente puede suprimirse para prolongar la vida de la batería.



**Figura 22.5** Un ejemplo práctico de utilización del interruptor activado por sonido es el encendido y apagado de un televisor que no posee control remoto.

# Proyecto N° 23



## Interrupor infrarrojo

*Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que genera una señal de control cada vez que un objeto pasa por un punto determinado, el cual, está delimitado por una pareja conformada por un emisor y un receptor infrarrojos.*

Quando se requiere generar una señal de control cada vez que ocurre un evento, generalmente se utilizan sensores o interruptores de tipo electro-mecánico para detectar dicha condición. Este método, tiene una desventaja común a todos los dispositivos mecánicos, el desgaste de las piezas.

Lo anterior, es quizás uno de los problemas más comunes en la industria y en casi cualquier equipo. En lugar de dichos elementos, se pueden utilizar dispositivos que hagan la detección de una condición

específica, sin entrar en contacto con los objetos bajo medida o bajo prueba.

En este proyecto, construiremos un interruptor infrarrojo, el cual nos permite obtener una señal cada vez que un objeto pasa entre dos puntos específicos, en los cuales se han ubicado el emisor y el receptor infrarrojos. La idea es que entre estos dos elementos existe un haz de luz invisible, el cual, al ser interrumpido por el objeto, permite que el circuito receptor genere una señal que pueda ser útil para otro circui-

to de control. En la figura 23.1 se muestra el diagrama esquemático del circuito.

El interruptor está compuesto por dos módulos, uno corresponde al circuito transmisor y el otro al receptor. El primero, construido en un circuito impreso independiente, es un oscilador basado en un circuito integrado 555, el cual genera una onda cuadrada cuya frecuencia puede ser cambiada mediante el trimmer R1. Dicha onda es aplicada a un LED infrarrojo, de tal forma que la luz emitida por el

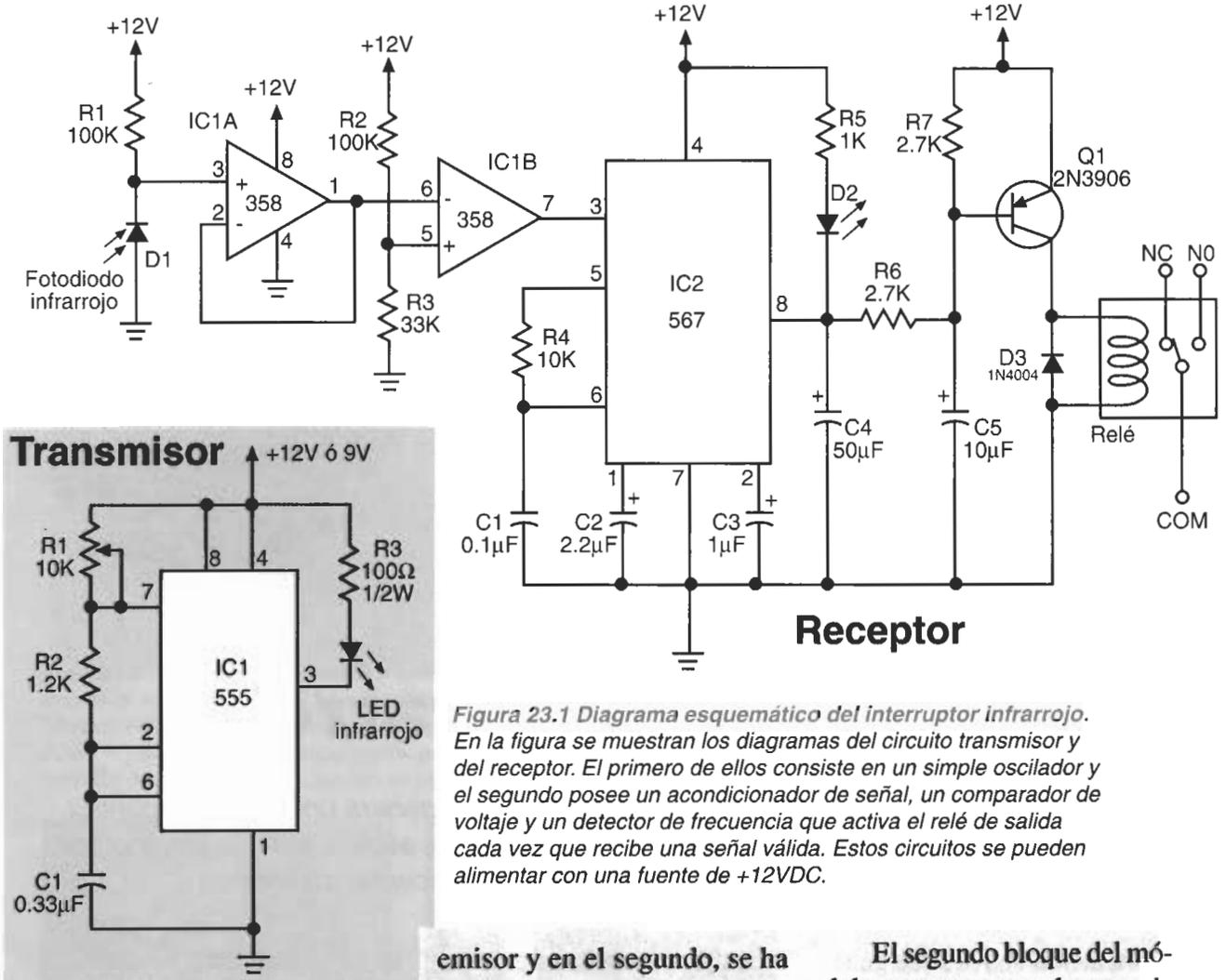


Figura 23.1 Diagrama esquemático del interruptor infrarrojo. En la figura se muestran los diagramas del circuito transmisor y del receptor. El primero de ellos consiste en un simple oscilador y el segundo posee un acondicionador de señal, un comparador de voltaje y un detector de frecuencia que activa el relé de salida cada vez que recibe una señal válida. Estos circuitos se pueden alimentar con una fuente de +12VDC.

mismo es de naturaleza intermitente lo que permite utilizar una resistencia muy baja para su polarización (R3). Los LED's infrarrojos emiten un haz de luz invisible para el ojo humano.

Por su parte, el circuito receptor lo conforman dos bloques. El primero, esta constituido por el amplificador operacional LM358, en cuyo primer amplificador se ha conectado el fotodiodo infrarrojo que recibe la señal desde el

emisor y en el segundo, se ha configurado un comparador de voltaje. De esta forma, cuando el fotodiodo recibe señal, el pin 1 del LM358 entrega un nivel de voltaje proporcional a la intensidad del haz infrarrojo recibido; este nivel de voltaje es llevado a la entrada negativa del comparador (pin 6). Así, cuando el nivel de la señal este por encima del voltaje de la entrada positiva del comparador (pin 6), fijado por el divisor de tensión conformado por R2 y R3, la salida (pin 7) de este pasará de nivel bajo a nivel alto.

El segundo bloque del módulo receptor es un detector de frecuencia, construido con un circuito integrado LM567. Este circuito actúa como una especie de filtro, el cual se engancha o activa cada vez que en su entrada se presenta la misma frecuencia de la señal para la cual está configurado. Dicha frecuencia se fija con los componentes externos al integrado. Cuando la frecuencia de la señal recibida coincide con la establecida en el LM567, su salida (pin 8) pasa de nivel lógico alto a nivel lógico bajo, con lo cual se logra encender el LED

indicador D2 y se polariza correctamente el transistor (Q1) que maneja el relé de salida.

\* Una recomendación especial es que el fotodiodo sea infrarrojo, esto garantiza que la interferencia provocada por la luz del medio ambiente sea mínima, logrando así una mayor distancia de funcionamiento. Por ello, se recomienda que es-

tos elementos sean adquiridos en lugares que garanticen la buena calidad de sus productos.

**Calibración.** El circuito receptor ya tiene una frecuencia establecida por los componentes fijos que se encuentran a su alrededor. El circuito transmisor por su parte, debe ser ajustado mediante el trimmer R1 de tal forma que su fre-

cuencia coincida con la del receptor. Para ello, se deben conectar los dos circuitos a la fuente de alimentación y colocar frente a frente el LED infrarrojo del emisor y el fotodiodo del receptor. Si el LED del receptor no se enciende, se debe calibrar el trimmer del emisor hasta que se obtenga una respuesta adecuada por parte del receptor.

### Lista de materiales

#### Componentes del transmisor

- 1 Trimmer de 10 k $\Omega$  (R1)
- 1 Resistencia de 1,2 k $\Omega$  a 1/4W (R2)
- 1 Resistencia de 100  $\Omega$  a 1/2W (R3)
- 1 Condensador cerámico de 0,33 $\mu$ F (C1)
- 1 Circuito integrado 555 (IC1)
- 1 Base para integrado de 8 pines
- 1 LED infrarrojo (emisor)
- 2 Terminales para circuito impreso
- 1 Circuito impreso K-185T

#### Componentes del receptor

##### Resistencias

- 2 - 100 k $\Omega$  a 1/4W (R1, R2)
- 1 - 33 k $\Omega$  a 1/4W (R3)
- 1 - 10 k $\Omega$  a 1/4W (R4)
- 1 - 1 k $\Omega$  a 1/4W (R5)
- 2 - 2,7 k $\Omega$  a 1/4W (R6, R7)

##### Condensadores

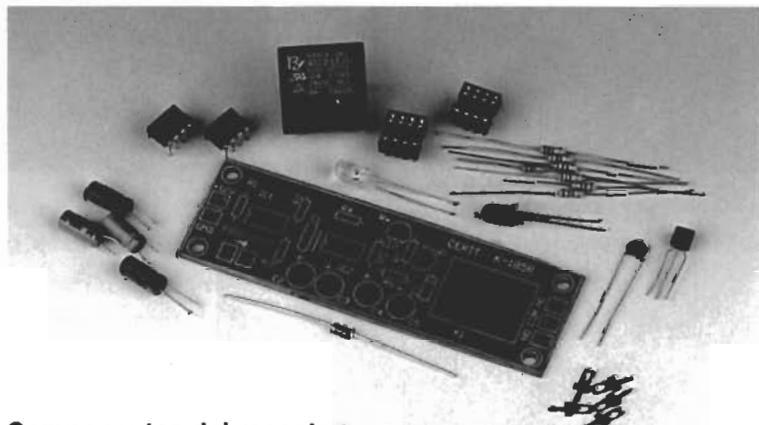
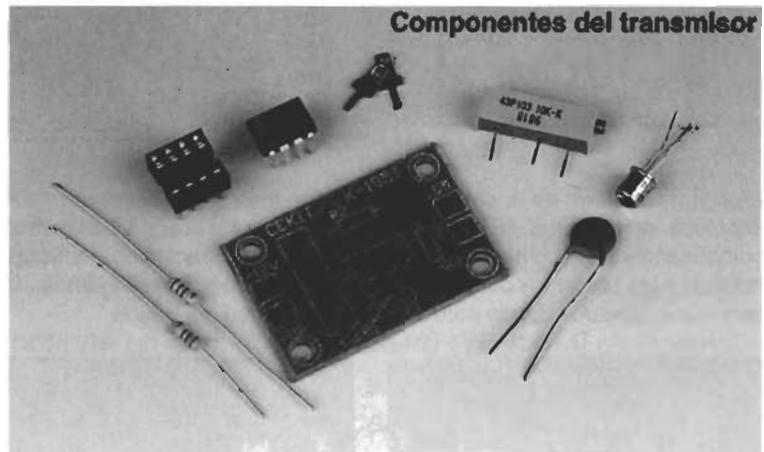
- 1 - Cerámico de 0,1  $\mu$ F (C1)
- 1 - Electrolítico de 2,2 $\mu$ F/25V (C2)
- 1 - Electrolítico de 1 $\mu$ F/25V (C3)
- 2 - Electrolíticos de 10 $\mu$ F/25V (C4,C5)

##### Semiconductores

- 1 Diodo 1N4004 (D3)
- 1 LED rojo de 5mm (D2)
- 1 Fotodiodo infrarrojo (receptor)
- 1 Transistor PNP 2N3906 (Q1)
- 1 Circuito integrado LM358 (IC1)
- 1 Circuito integrado LM567 (IC2)

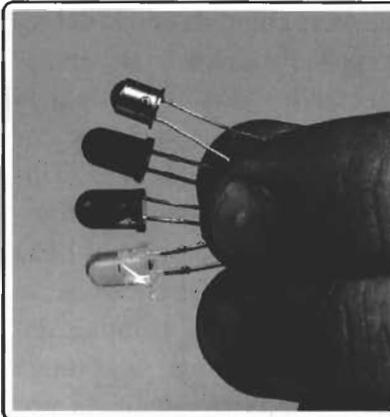
##### Otros

- 2 Bases para integrado de 8 pines
- 7 Terminales para circuito impreso
- 1 Relé de 12V
- 1 Circuito impreso K-185R



**Componentes del receptor**

*Figura 23.2 Componentes que forman el kit. Antes de iniciar el ensamble del circuito debemos estar seguros de tener todos los componentes necesarios. De esta forma, el trabajo se hace más rápido ya que no hay interrupciones; para esto debemos revisar con cuidado la lista de materiales que se encuentra en el listado adjunto.*

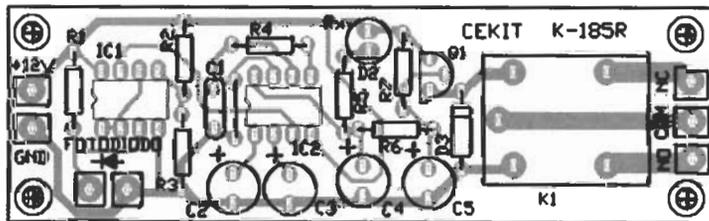
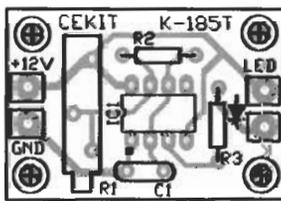


**El LED infrarrojo**

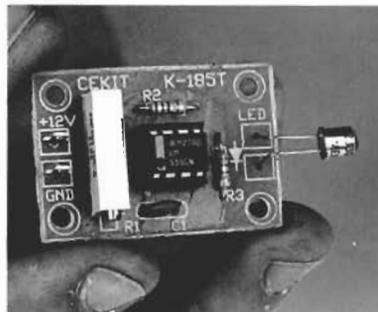
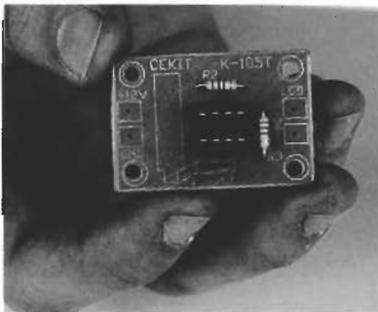
Este componente puede tener la apariencia de un LED normal, la diferencia radica en que la luz emitida por él no es visible para el ojo humano, solamente puede ser percibida por otros dispositivos electrónicos. La forma de conectarlo en un circuito es la misma que si se tratara de un LED convencional.

**El fotodiodo**

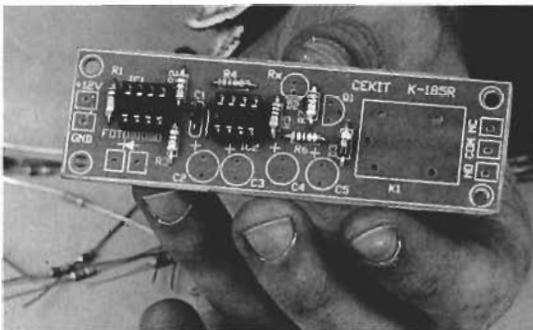
Es un semiconductor que tiene la propiedad de cambiar la corriente que circula a través de él, de acuerdo a la cantidad de luz que incida sobre su área fotosensible. Se puede utilizar para medir la cantidad de luz presente en un determinado sitio. Una variante especial de los fotodiodos es el *fotodiodo infrarrojo*, el cual posee internamente un filtro que le permite aceptar únicamente señales luminosas de este tipo. Su aspecto físico puede ser muy similar al de un LED normal y al de un LED infrarrojo.



*Figura 23.3 Guías de ensamble y circuitos impresos. El interruptor infrarrojo se ensambla sobre dos circuitos impresos, referencia K-185T para el transmisor y K-185R para el receptor, en los cuales se incluyen todos los componentes y las conexiones para la fuente de alimentación y la salida de potencia. Se debe tener mucho cuidado para ubicar los componentes en forma correcta, por ejemplo, los condensadores electrolíticos y los circuitos integrados deben conservar una polaridad adecuada.*

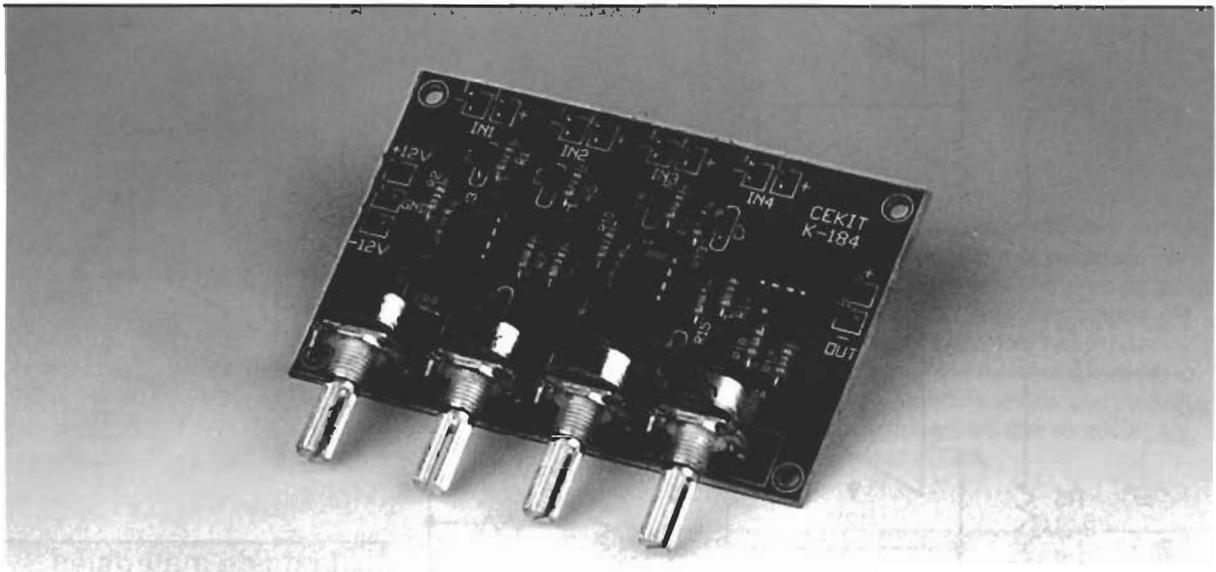


*Figura 23.4 El ensamble de las tarjetas es muy sencillo, se debe poner especial atención en el momento de hacer la soldadura para no causar cortos entre puntos adyacentes, además, en los sitios donde se conectan cables se deben poner espadines para facilitar la posterior soldadura de los mismos. Se recomienda que una vez se termine el proceso de soldadura, se haga una limpieza de la tarjeta con un poco de alcohol y un cepillo de dientes, así se remueve la capa de material fundente que queda después de la soldadura.*



*Hay que poner mucha atención en el momento de instalar el LED infrarrojo y el fotodiodo para no confundir sus terminales y lógicamente, para no confundirlos a ellos ya que pueden llegar a tener la misma apariencia.*

# Proyecto N° 24



## Mezclador de audio

*Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que permite mezclar las señales generadas por diferentes fuentes de audio, tales como reproductores de compact disc, decks de cassette o micrófonos con su respectivo preamplificador.*

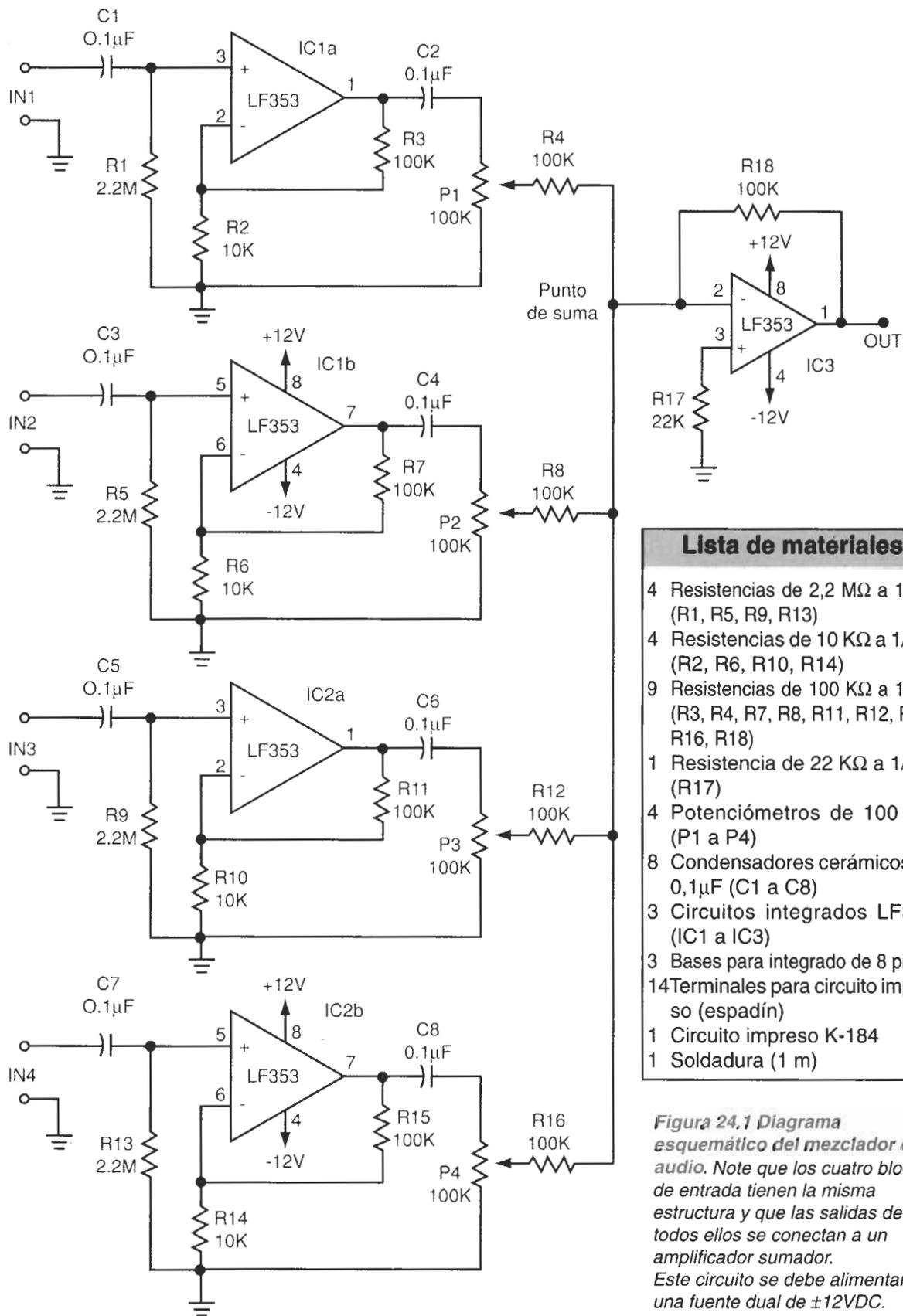
Los sistemas de audio son uno de los temas preferidos por los aficionados a la electrónica. Ellos incluyen los amplificadores de potencia, las fuentes de señal, los preamplificadores, controles de tono, etc. Su amplia utilización y la gran variedad de configuraciones y diseños posibles, los hacen aptos para ser materia de estudio en cualquier curso. En este proyecto, construiremos un mezclador de audio, el cual nos permite obtener una señal de salida equivalente a la suma o mezcla de las señales de en-

trada. En la figura 24.1 se muestra el diagrama esquemático del circuito.

El mezclador posee cuatro entradas de señal, las cuales pasan a través de etapas de acoplamiento idénticas. La idea básica es que cada señal utilice un circuito que permita ajustar el nivel o volumen de la misma, a la vez que sirve como acoplamiento de impedancias. Todas las salidas de los circuitos de acople se suman en el amplificador operacional de salida, el cual entrega su señal a la etapa si-

guiente del sistema de audio, generalmente, un amplificador de potencia.

El amplificador operacional utilizado en el circuito es el LF353, el cual es apto para casi cualquier aplicación de audio ya que posee excelentes características como alta impedancia de entrada, buena respuesta en frecuencia y baja impedancia de salida. Este circuito debe ser alimentado con una fuente dual, es decir, voltaje positivo y negativo (+V, GND y -V). El condensador conectado en serie en todas las



- Lista de materiales**
- 4 Resistencias de 2,2 MΩ a 1/4W (R1, R5, R9, R13)
  - 4 Resistencias de 10 KΩ a 1/4W (R2, R6, R10, R14)
  - 9 Resistencias de 100 KΩ a 1/4W (R3, R4, R7, R8, R11, R12, R15, R16, R18)
  - 1 Resistencia de 22 KΩ a 1/4W (R17)
  - 4 Potenciómetros de 100 KΩ (P1 a P4)
  - 8 Condensadores cerámicos de 0,1μF (C1 a C8)
  - 3 Circuitos integrados LF353 (IC1 a IC3)
  - 3 Bases para integrado de 8 pines
  - 14 Terminales para circuito impreso (espadín)
  - 1 Circuito impreso K-184
  - 1 Soldadura (1 m)

**Figura 24.1 Diagrama esquemático del mezclador de audio.** Note que los cuatro bloques de entrada tienen la misma estructura y que las salidas de todos ellos se conectan a un amplificador sumador. Este circuito se debe alimentar con una fuente dual de ±12VDC.

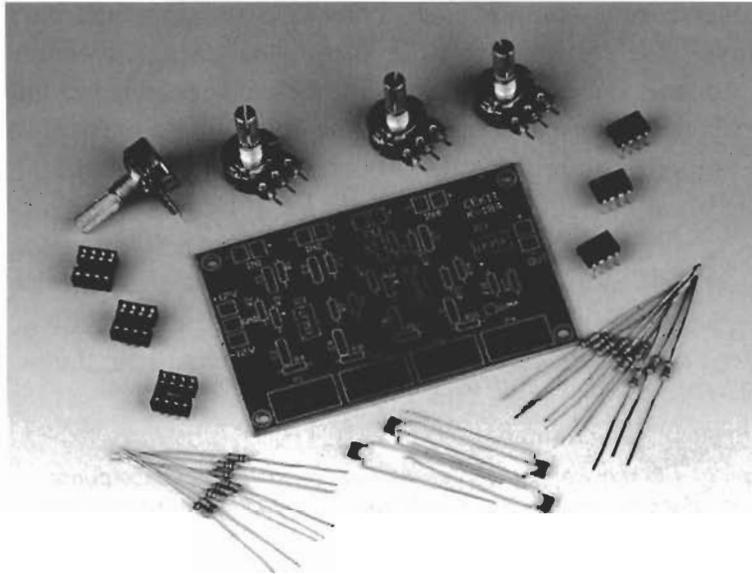
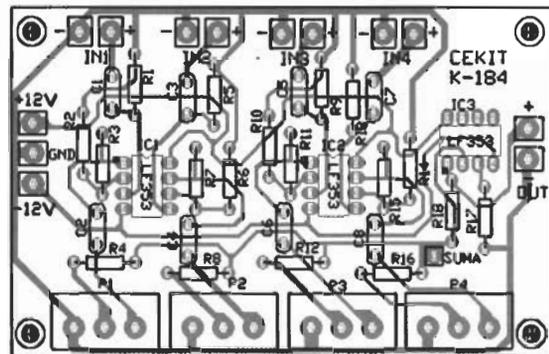


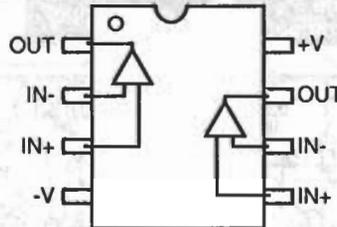
Figura 24.2 Componentes que forman el kit. Antes de iniciar el ensamble del circuito debemos estar seguros de tener todos los componentes necesarios. De esta forma, el trabajo se hace más rápido ya que no hay interrupciones; para esto debemos revisar con cuidado la lista de materiales que se encuentra en el listado adjunto.

Figura 24.3 Guía de ensamble y circuito impreso. El mezclador de audio se ensambla sobre un circuito impreso referencia K-184 de CEKIT, en el cual se incluyen todos los componentes y las conexiones para la fuente de alimentación, las entradas de señal y la salida. Se debe tener mucho cuidado para ubicar los componentes en forma correcta, por ejemplo, los circuitos integrados deben conservar una polaridad adecuada.

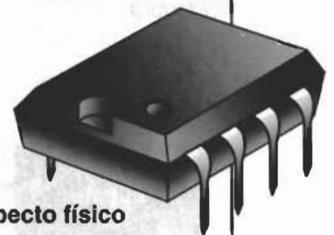


**El amplificador operacional LF353**

Este circuito integrado contiene dos amplificadores operacionales. Su principal característica es que poseen entradas con alta impedancia, algo fundamental en muchas aplicaciones. La fuente de alimentación aplicada debe ser de polaridad positiva y negativa (+V y -V).



Símbolo



Aspecto físico

entradas de señal (C1, C3, C5, C7) sirve para eliminar el nivel DC de la misma, mientras que la resistencia conectada a tierra (R1, R5, R9, R13), sirve para establecer una impedancia de entrada lo suficientemente alta. Las resistencias conectadas en la red de realimentación del operacional

(ejemplo R2 y R3), le dan un margen de amplificación a la señal tratada.

La salida de los circuitos de acople de señal tienen en su salida un potenciómetro de 100 kohm (P1 a P4), el cual sirve para ajustar el nivel de voltaje de la señal entregada al sumador. Esto

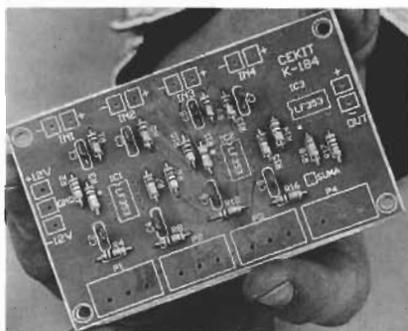
permite que el usuario pueda calibrar, según la necesidad, el tipo de mezcla que se obtiene en un determinado momento. Por su parte, el circuito de salida está configurado como un amplificador sumador. Este se encarga de sumar o mezclar las señales recibidas y entregar el resultado a la etapa siguiente.

En el circuito impreso se encuentra un terminal marcado *suma*, en dicho punto está disponible la señal de entrada del amplificador sumador. Su finalidad es, si el usuario lo requiere, poder adicionar otra fuente de señal externa para que sea mezclada con las ya obtenidas en este circuito. Obviamente, la señal externa que

se conecte debe cumplir con los niveles de voltaje adecuados. Además, debe conectarse a través de una resistencia de 100 kohm, al igual que las otras señales.

Con este circuito se pueden obtener efectos de audio muy especiales, los cuales se pueden utilizar en fiestas, dis-

cotecas o simplemente, para obtener una sencilla diversión. Si se desea mezclar la voz humana con algo de música, se debe utilizar un preamplificador para micrófono que acondicione dicha señal. Esto se hace con el fin de mejorar los niveles de corriente y voltaje que pueden manejar dichos dispositivos.



Se recomienda que una vez se termine el proceso de soldadura, se haga una limpieza de la tarjeta con un poco de alcohol y un cepillo de dientes, así se remueve la capa de material fundente que queda después de la soldadura.

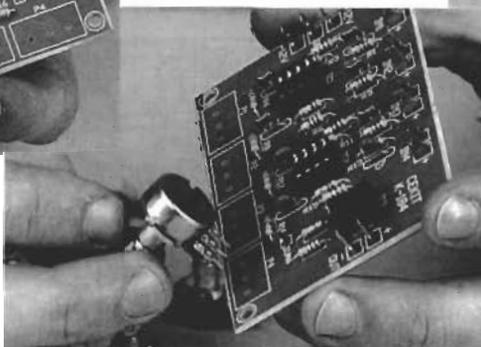


Figura 24.4 El ensamble de la tarjeta es muy sencillo, se debe poner especial atención en el momento de hacer la soldadura para no causar cortos entre puntos adyacentes, además, en los sitios donde se conectan cables se deben poner espadines para facilitar la posterior soldadura de los mismos.

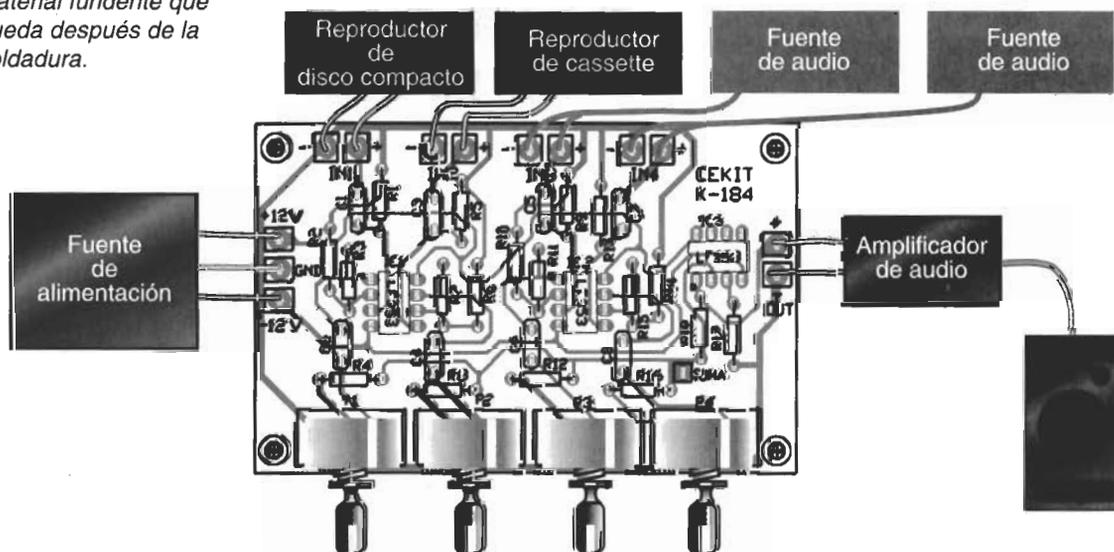
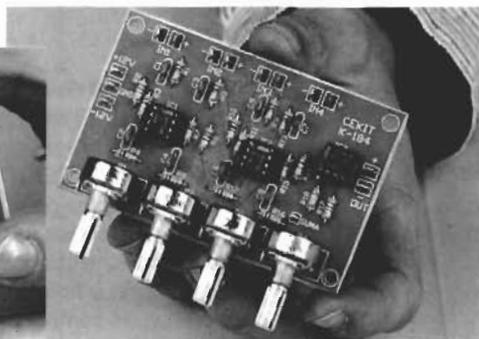
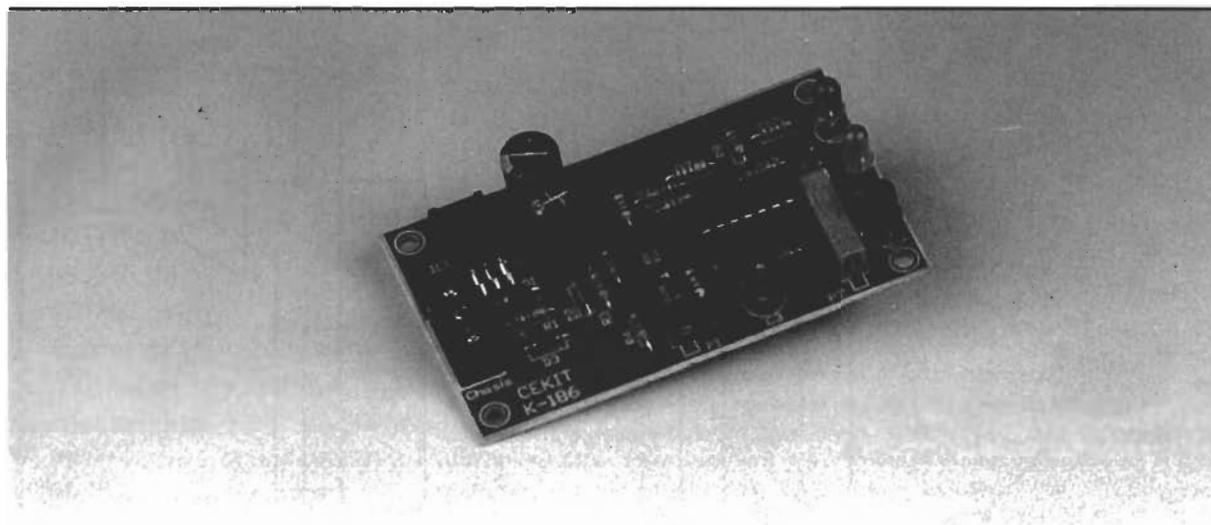


Figura 24.5 El mezclador de audio se puede utilizar para obtener efectos especiales. Por ejemplo, en una discoteca se pueden realizar mezclas entre diferentes canciones, provenientes de diferentes fuentes como CD's y decks de cassette. También, es posible mezclar la voz con alguna música especial, para ello se mezcla la señal de un micrófono con su correspondiente preamplificador y la música obtenida de un reproductor de CD. La salida del circuito se puede aplicar directamente a un amplificador de potencia.

# Proyecto N° 25



## Monitor de batería para automóvil

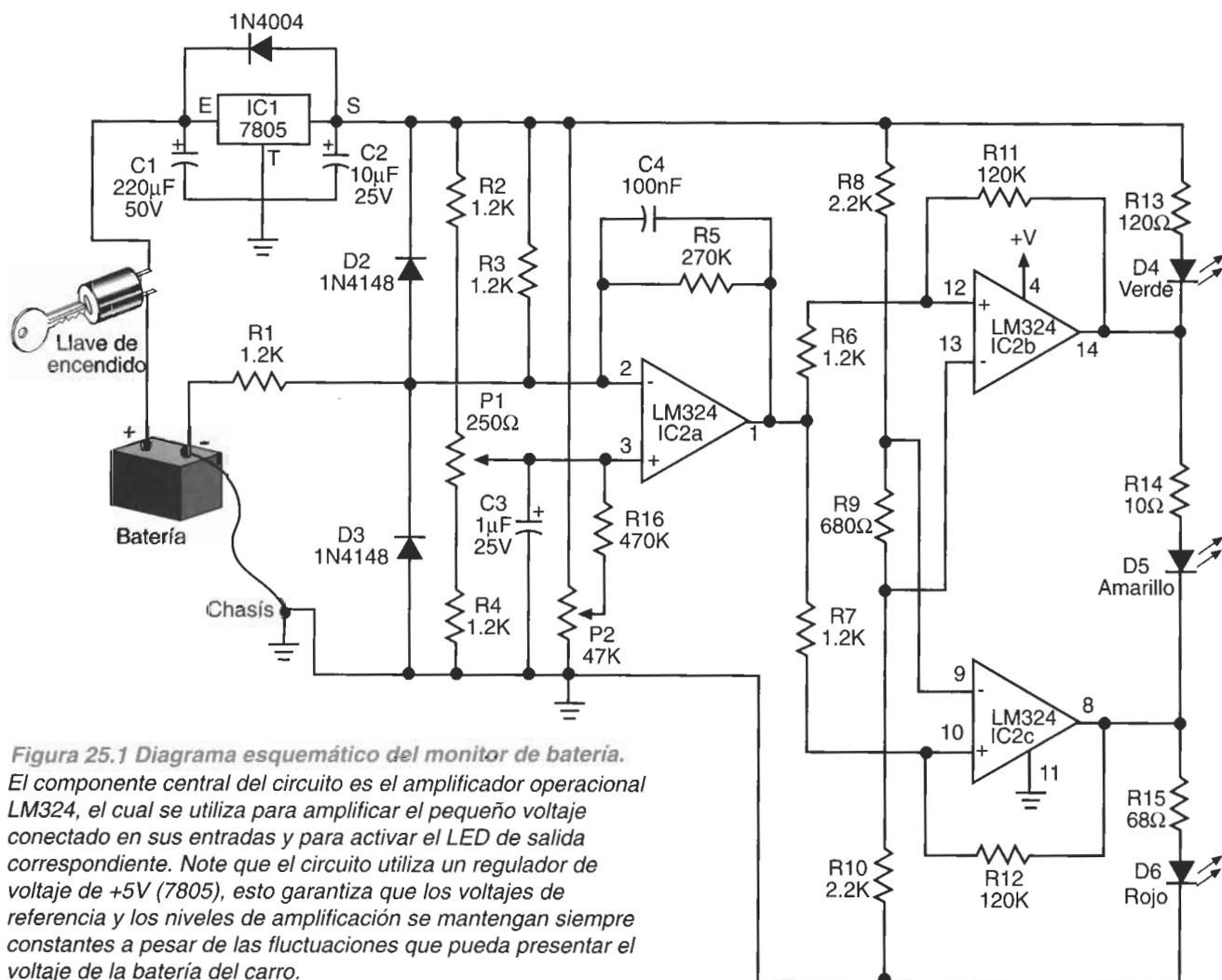
*Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que permite conocer el estado en que se encuentra la batería de un automóvil, es decir si se está cargando, descargando o se encuentra en un estado pasivo.*

La electrónica es la ciencia que tiene el mayor campo de acción. Podemos decir que casi cualquier actividad humana involucra, de una u otra forma, algún elemento propio de esta tecnología. El proyecto que construiremos en esta ocasión, es un claro ejemplo de esto. Se trata de un circuito que permite monitorear en que estado se encuentra la batería de un automóvil en un momento dado. En la figura 25.1 se muestra el diagrama esquemático del circuito. Lo que se pretende con este proyecto es obtener un circuito de prueba, el cual permi-

ta establecer el correcto funcionamiento de algunas partes del sistema eléctrico del vehículo.

Por ejemplo, si podemos confirmar que la batería se carga cuando se acelera el motor, podemos decir que el alternador y sus elementos adjuntos trabajan bien. De igual forma, si estando el vehículo encendido, y teniendo apagados todos los dispositivos que pueden consumir una alta cantidad de corriente se detecta alguna fuga, concluimos que algún elemento está fallando o existe una mala conexión.

El circuito posee tres LED's en los cuales se indica el estado de la batería: El verde se enciende cuando la batería se está cargando, el amarillo cuando está en un estado pasivo y el rojo, indica que se está descargando. Obviamente, la prueba debe hacerse con el motor del vehículo encendido. La primera condición se presenta cuando se oprime el acelerador, la segunda cuando el vehículo se deja encendido pero no se acelera ni se enciende ningún aparato que consuma corriente, la última condición se presenta cuando se encienden las luces



**Figura 25.1** Diagrama esquemático del monitor de batería. El componente central del circuito es el amplificador operacional LM324, el cual se utiliza para amplificar el pequeño voltaje conectado en sus entradas y para activar el LED de salida correspondiente. Note que el circuito utiliza un regulador de voltaje de +5V (7805), esto garantiza que los voltajes de referencia y los niveles de amplificación se mantengan siempre constantes a pesar de las fluctuaciones que pueda presentar el voltaje de la batería del carro.

del carro, el aire acondicionado, y en general, algún elemento que tenga un consumo de corriente significativo.

**Normalmente,** un automóvil posee un cable que conecta el borne negativo de la batería al chasis. Por esto, se dice que cualquier lámina o parte metálica del auto es la masa o la tierra. El principio de funcionamiento del monitor de batería es precisamente detectar la diferencia de potencial que existe entre el borne

negativo de la batería y el chasis. Aunque se trata de unos pocos milivoltios, el circuito puede detectarlos y con base en ello entregar la salida o indicación correspondiente.

En el diagrama esquemático se puede observar la conexión entre el circuito y los bornes de la batería, además de la conexión al chasis. Esta última se puede hacer a un tornillo que esté pegado a la lámina del carro. El cable de alimentación positiva se debe tomar

del switch de encendido del vehículo, con esto se garantiza que el circuito sólo funciona y consume corriente cuando el motor está encendido.

El funcionamiento del circuito es bastante simple, el primer amplificador operacional (IC1a) se encarga de detectar o medir la diferencia de potencial existente entre el borne negativo de la batería y el chasis a la vez que lo amplifica y lo entrega al comparador de ventana conformado por los amplifica-

**LISTA DE MATERIALES**

**Resistencias a 1/4W**

- 6 1,2 K $\Omega$  (R1, R2, R3, R4, R6, R7)
- 1 270 K $\Omega$  (R5)
- 2 2,2 K $\Omega$  (R8, R10)
- 1 680  $\Omega$  (R9)
- 2 120 K $\Omega$  (R11, R12)
- 1 120  $\Omega$  (R13)
- 1 10  $\Omega$  (R14)
- 1 68  $\Omega$  (R15)
- 1 470 K $\Omega$  (R16)
- 1 Trimmer de 250 ó 500  $\Omega$  (P1)
- 1 Trimmer de 50 K $\Omega$  (P2)

**Condensadores**

- 1 Electrolítico de 220 $\mu$ F/35V (C1)
- 1 Electrolítico de 100 $\mu$ F/25V (C2)
- 1 Electrolítico de 1 $\mu$ F/25V (C3)
- 1 Cerámico de 0,1 $\mu$ F (C4)

**Semiconductores**

- 1 Diodo 1N4004 (D1)
- 2 Diodo 1N4148 (D2, D3)
- 1 LED verde de 5 mm (D4)
- 1 LED amarillo de 5 mm (D5)
- 1 LED rojo de 5 mm (D6)
- 1 Regulador 7805 (IC1)
- 1 Circuito integrado LM324 (IC2)

**Otros**

- 1 Base para integrado de 14 pines
- 1 Conector de tornillo de 3 pines
- 1 Circuito impreso K-186
- 1 Soldadura (1 m)

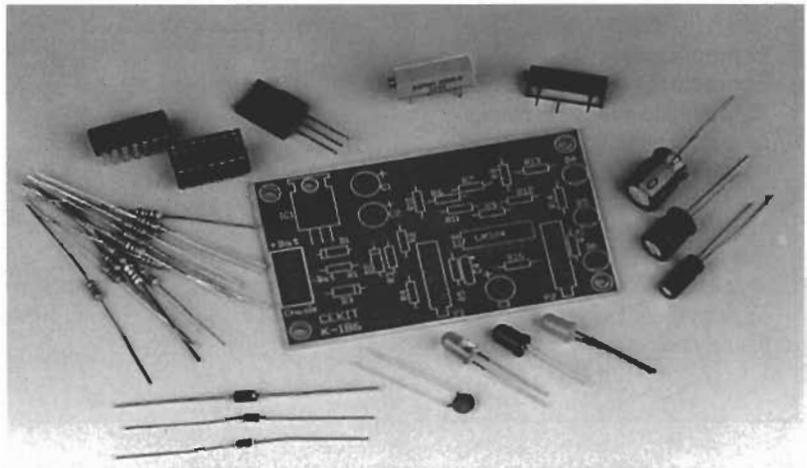


Figura 25.2 Componentes que forman el kit. Antes de iniciar el ensamble del circuito debemos estar seguros de tener todos los componentes necesarios. De esta forma, el trabajo se hace más rápido ya que no hay interrupciones; para esto debemos revisar con cuidado la lista de materiales que se encuentra en el listado adjunto.

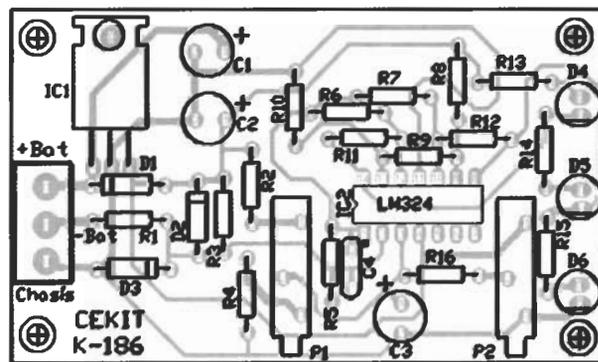


Figura 25.3 Guía de ensamble y circuito impreso. El monitor de batería se ensambla sobre un circuito impreso referencia K-186 de CEKIT, en el cual se incluyen todos los componentes y las conexiones para la batería y el chasis del automóvil. Se debe tener mucho cuidado para ubicar los componentes en forma correcta, por ejemplo, los condensadores electrolíticos y el circuito integrado deben conservar una polaridad adecuada.

dores IC1b e IC1c. En este último bloque, se toma la decisión de si el voltaje medido es lo suficientemente alto o bajo, según el caso, para activar la salida del LED correspondiente.

**Calibración**

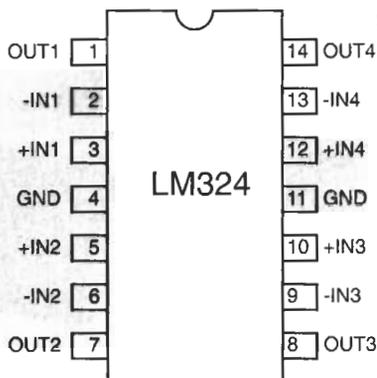
El circuito posee dos potenciómetros que deben ser ajustados a un valor adecua-

do para obtener un correcto funcionamiento. Para ello, conecte los cables correspondientes y encienda el motor del vehículo. Asegurándose que el potenciómetro P2 se encuentra en un punto intermedio, ajuste el potenciómetro P1 hasta que el LED amarillo (D5) se encienda. Luego, gire el poten-

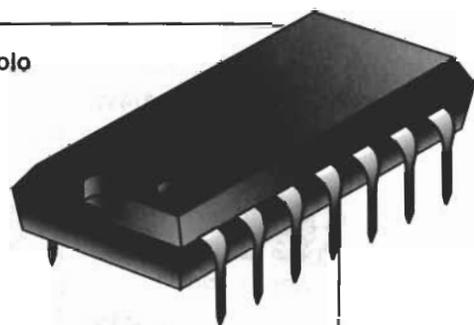
ciómetro P2 hasta que en la salida del primer amplificador operacional (pin 1 del LM324), se obtengan 2,5 voltios. Después de este proceso, el LED verde se debe encender cuando se acelera el motor y el LED rojo cuando se active un dispositivo que consuma una corriente considerable.

### El amplificador operacional LM324

Este circuito integrado contiene cuatro amplificadores operacionales en un encapsulado de 14 pines, sus características son similares a las del tradicional LM358. Su principal ventaja es que trabaja con una fuente de alimentación sencilla, es decir con +V y GND.



Símbolo



Aspecto físico

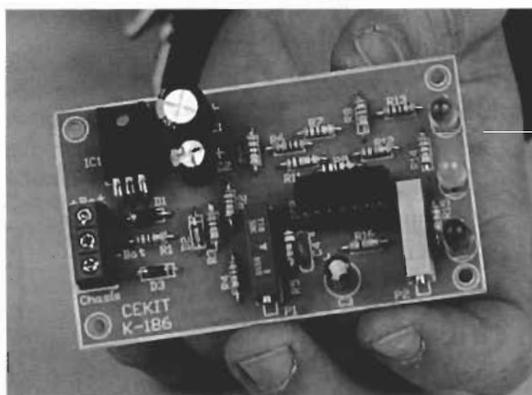
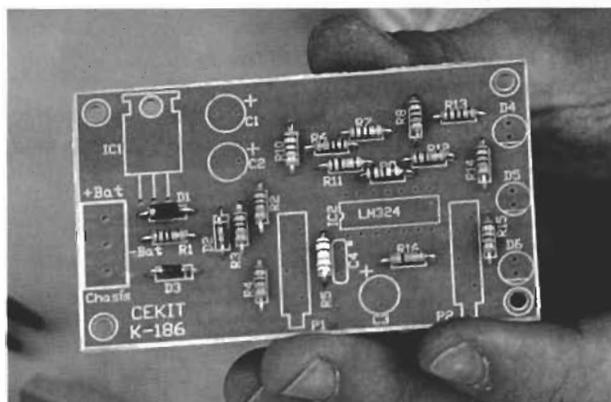


Figura 25.4 El ensamble de la tarjeta es muy sencillo, se debe poner especial atención en el momento de hacer la soldadura para no causar cortos entre puntos adyacentes, además, en los sitios donde se conectan cables se deben poner espadines para facilitar la posterior soldadura de los mismos. Se recomienda que una vez se termine el proceso de soldadura, se haga una limpieza de la tarjeta con un poco de alcohol y un cepillo de dientes, así se remueve la capa de material fundente que queda después de la soldadura.

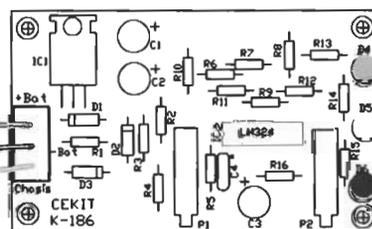
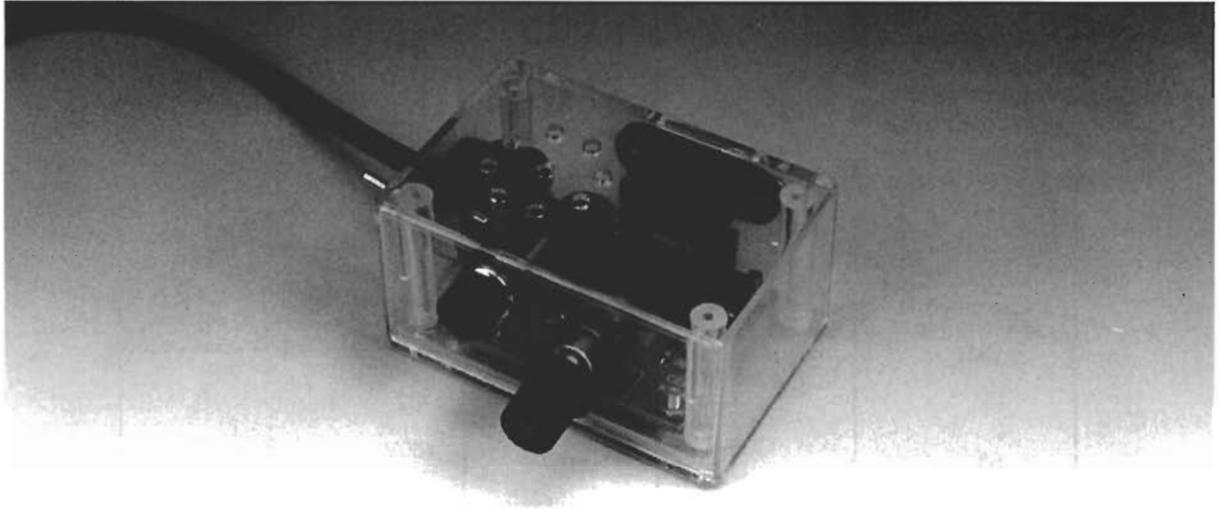


Figura 25.5 El monitor de batería puede ser utilizado en vehículos con batería de 12 ó de 24 voltios. En este último caso, se recomienda colocar un disipador de calor al regulador 7805. El circuito se puede dejar con unos cables de conexión largos y caimanes, de esta forma, se puede hacer la prueba rápidamente en diferentes vehículos.

# Proyecto N° 26



## Control de temperatura para caudín

*Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que permite controlar la cantidad de potencia que se aplica en una carga de corriente alterna. En este caso específico, lo utilizaremos para controlar la temperatura de un caudín lo que nos permitirá hacer soldadura de componentes delicados de una manera segura.*

El caudín es una de las herramientas principales para cualquier experimentador o practicante de la electrónica. En el mercado, se pueden encontrar diferentes modelos y marcas, los cuales se diferencian entre sí por la potencia de trabajo.

Una clase especial de caudín es el que viene con una base o estación para el control de su temperatura, dicho aparato permite seleccionar la cantidad de calor más adecuada para soldar determinado tipo de componente. Pero, aunque

estos elementos son muy prácticos, tienen el inconveniente de ser algo costosos.

El proyecto que construiremos en esta ocasión, es un control de temperatura básico, el cual permite regular la cantidad de potencia que se entrega al caudín lo que, en últimas, significa controlar el calor que puede alcanzar dicho elemento. En la figura 26.1 se muestra el diagrama esquemático del circuito. A continuación haremos una breve descripción del mismo.

Normalmente, utilizamos en nuestro laboratorio un caudín de 25, 40 ó 60 W, el cual se alimenta de la red pública de 110 ó 220 VAC. Por tal motivo, el objetivo del circuito que vamos a construir debe ser regular dicha corriente alterna, de tal forma que el usuario pueda ajustarlo según su gusto o su necesidad. El circuito posee un interruptor general, por medio del cual se conecta la alimentación al circuito. El piloto o Neón, permite establecer si existe voltaje en la entrada del circuito.

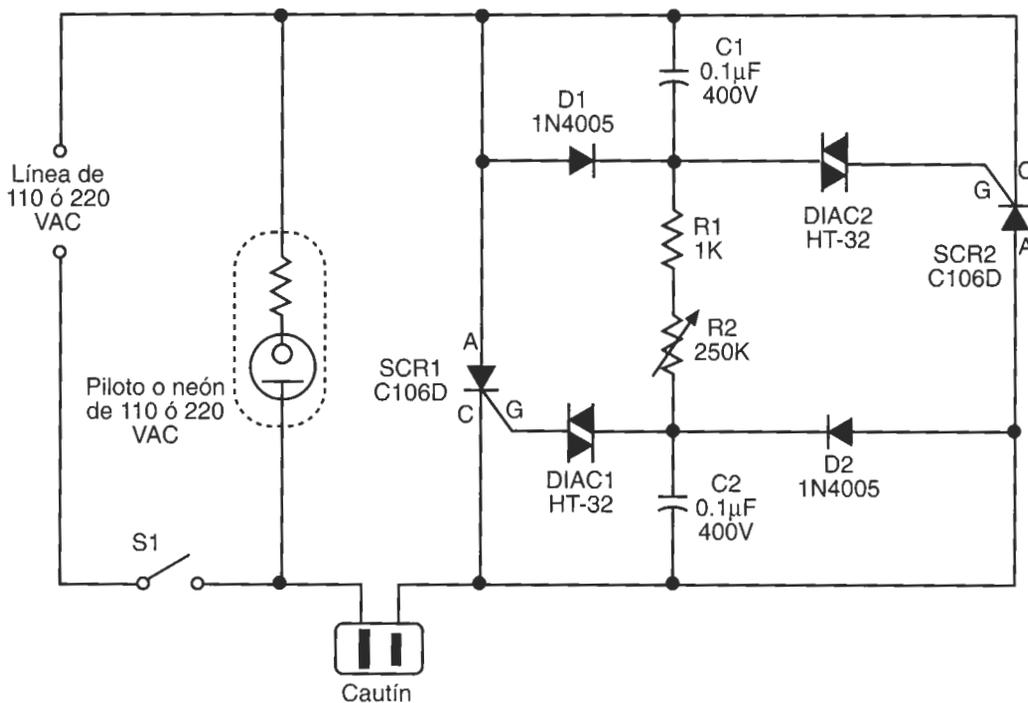


Figura 26.1 Diagrama esquemático del control de temperatura para cautín. El circuito utiliza dos redes simétricas para controlar la potencia que se entrega al cautín, cada una de las cuales conduce solamente durante un semiciclo de la señal de entrada. Por esta razón, los SCR que actúan como interruptores se conectan en antiparalelo.

El camino que puede seguir la corriente para llegar al punto donde se conecta el cautín incluye uno de los dos SCR o Rectificador Controlado de Silicio que se tienen en el circuito (SCR1 y SCR2). Estos elementos son interruptores electrónicos, a los cuales se les puede controlar el punto de disparo o el momento en que empiezan a conducir. Para ello, se tienen las redes formadas por los componentes DIAC1, C2, D2 y DIAC2, C1, D1, los cuales se encargan de disparar o activar la compu-

ta de los SCR1 y SCR2, respectivamente. Dicho disparo, está controlado por el potenciómetro R2, el cual hace que el tiempo de carga de los condensadores sea más o menos largo. De esta forma, es el potenciómetro R2 el que regula en que momento se disparan o activan los interruptores que permiten el paso de corriente hacia el cautín.

#### Otros usos

De la misma forma que se controla la potencia entregada al cautín, se puede controlar la

velocidad de un motor de corriente alterna (ejemplo, el motor de una máquina de coser), la luminosidad de una lámpara incandescente, la velocidad de un taladro, de un moto-tool y en general, cualquier carga de corriente alterna. Obviamente, siempre y cuando la carga no sobrepase los niveles de corriente y voltaje permitidos por el circuito. Dichos niveles, están dados principalmente por el SCR utilizado en el circuito. En nuestro caso, el C106D tiene unos límites de 400 VAC y 4 amperios.

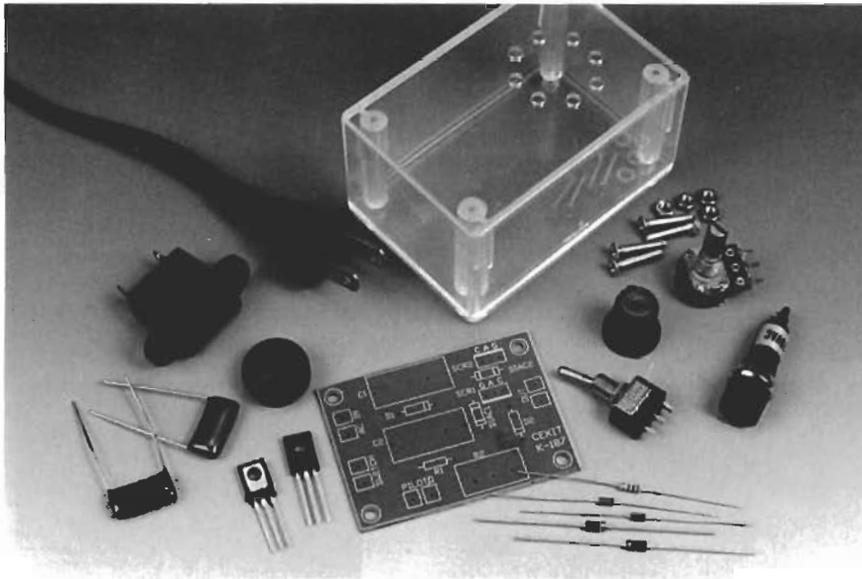


Figura 26.2 Componentes que forman el kit. Antes de iniciar el ensamble del circuito debemos estar seguros de tener todos los componentes necesarios. De esta forma, el trabajo se hace más rápido ya que no hay interrupciones; para esto debemos revisar con cuidado la lista de materiales que se encuentra en el listado adjunto.

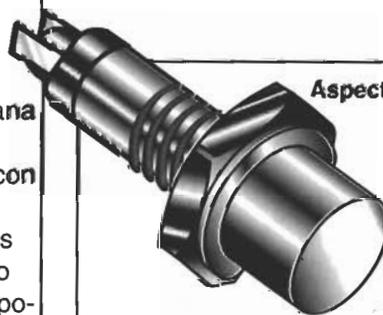
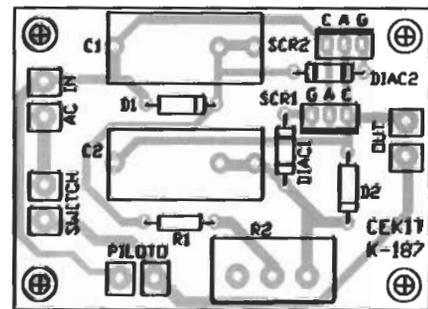
### Lista de materiales

- 1 Resistencia de 1 K $\Omega$  a 1/4W (R1)
- 1 Potenciómetro de 250 K $\Omega$  (R2)
- 2 Condensadores cerámicos de 0,1 $\mu$ F/400V ó 600V (C1 y C2)
- 2 Diodos 1N4005 (D1 y D2)
- 2 Diac HT-32 (DIAC1 y DIAC2)
- 2 SCR C106D ó C106E (SCR1 y SCR2)
- 11 Terminales para circuito impreso (espadines)
- 1 Circuito impreso K-187
- 1 Soldadura (1 m)
- 4 Tornillos 3x15 tipo avellana con tuerca
- 2 Tornillos milimétricos 3x7 con tuerca
- 1 Tomacorriente para chasis
- 1 Perilla para potenciómetro
- 1 Interruptor de codillo de 2 posiciones
- 1 Piloto o neón de 110 ó 220VAC para chasis
- 1 Cable de alimentación con enchufe
- 1 Pasacable de caucho
- 1 Cable dúplex AWG 18 (50 cm)
- 4 Separadores plásticos de 5 mm
- 1 Caja plástica para proyectos

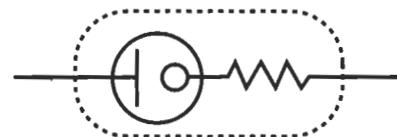
Figura 26.3 Guía de ensamble y circuito impreso.

El control de temperatura se ensambla sobre un circuito impreso referencia K-187 de CEKIT, en el cual se incluyen todos los componentes y las conexiones para los

elementos que se ubican en el chasis. Se debe tener mucho cuidado para ubicar los componentes en forma correcta ya que una equivocación puede causar un cortocircuito en la línea de corriente alterna.



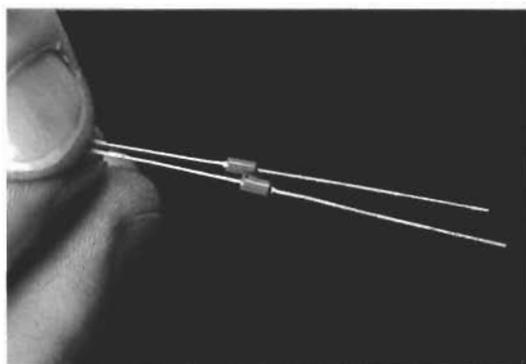
Aspecto físico



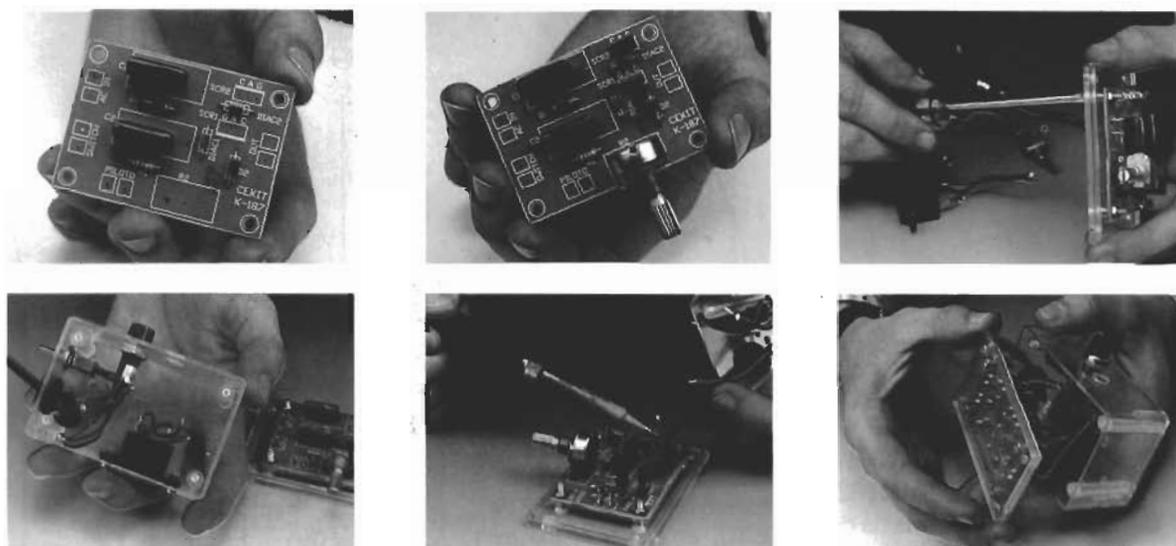
Símbolo

### El piloto de Neón

Este componente es utilizado para indicar la presencia o no del voltaje de alimentación de un circuito (110 ó 220 VAC). Consta de un indicador luminoso y una resistencia limitadora de corriente. Se puede encontrar en dos versiones diferentes, una de ellas incluye la resistencia en el mismo encapsulado y está diseñado para que pueda ser fácilmente ubicado en el chasis o panel de un aparato. La otra versión corresponde al sólo piloto o bombillo, en cuyo caso, se debe poner la resistencia.



**Figura 26.4** El circuito puede ser instalado dentro de un chasis o caja para proyectos. Lo primero que se debe hacer es ensamblar la tarjeta o circuito impreso con todos sus componentes. Recuerde que en los puntos donde se conectan cables se deben poner espadines para facilitar la posterior soldadura de los mismos.

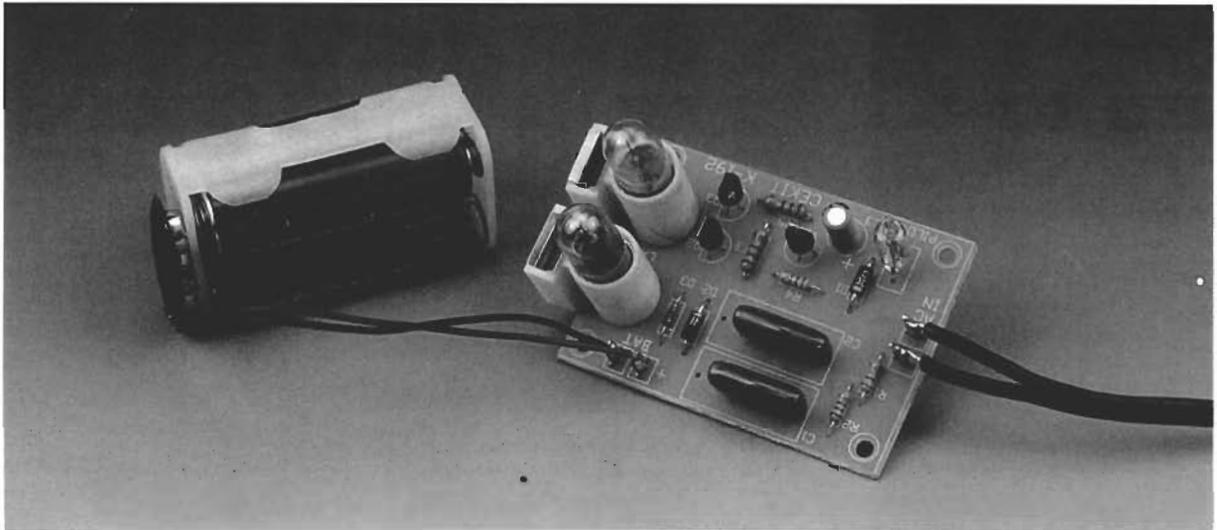


En el chasis, se deben hacer las perforaciones para montar los componentes externos al circuito impreso, ellos son el interruptor de encendido, el piloto de Neón, el potenciómetro, el tomacorriente donde se conectará el cautín y el pasacable a través del cual se conecta el cable de alimentación del circuito. Este procedimiento debe iniciarse tomando las medidas de los componentes, tanto para hacer la perforación adecuada como para evitar que el cuerpo de los componentes no quede haciendo contacto con ningún otro elemento, evitando así un posible cortocircuito. Los elementos que se fijan en el panel deben tener cables de un largo adecuado para que alcancen a soldarse en los espadines del circuito impreso, de esta forma se puede armar y desarmar el kit sin ningún inconveniente.



**Figura 26.5** El control de temperatura es un elemento muy útil en el banco de trabajo o laboratorio ya que permite hacer soldadura de componentes delicados, por ejemplo, circuitos integrados y componentes de montaje superficial. Por otra parte, puede ser utilizado como control de velocidad de motores AC de baja potencia o como control de luminosidad de lámparas incandescentes.

# Proyecto N° 27



## Luz de emergencia

*Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que enciende automáticamente unas pequeñas lámparas cada vez que se interrumpe el suministro de corriente alterna. Se puede utilizar como luz de emergencia en el hogar o en la oficina.*

Los apagones o cortes del suministro de energía ocurren en el momento menos esperado, la mayoría de ellos, en las horas de la noche, causando indudablemente algunos inconvenientes. Una forma de evitarlos, es utilizar una planta de energía de emergencia, lo cual es una solución bastante eficiente, pero a la vez muy costosa. Afortunadamente, por medio de la electrónica podemos buscar respuestas simples y económicas a casi cualquier situación que se nos presente. En este caso, vamos a implementar una

sencilla solución al problema de la iluminación en caso de apagones nocturnos.

El circuito que construiremos es una luz de emergencia, la cual hace que se enciendan, de forma automática, unos pequeños bombillos (alimentados por baterías) cada vez que se retire el suministro de voltaje de la línea AC. Estas lámparas, a pesar de ser pequeñas, brindan la cantidad de luz suficiente para realizar algún procedimiento especial como buscar el interruptor de encendido de una planta de energía, si estamos en la oficina nos brinda la iluminación suficiente

para apagar las computadoras y demás equipo electrónico y por qué no, para buscar otra fuente de luz como una linterna, una lámpara, etc.. En la figura 27.1 se muestra el diagrama esquemático del circuito. A continuación haremos una breve descripción del mismo.

El circuito se alimenta directamente de la red de 110 ó 220 VAC, para comprobar que dicho voltaje está presente en la línea, se ha dispuesto un indicador de Neón (piloto) en serie con una resistencia de 100 Kohm (R1), el cual permanecerá encendido todo el tiempo

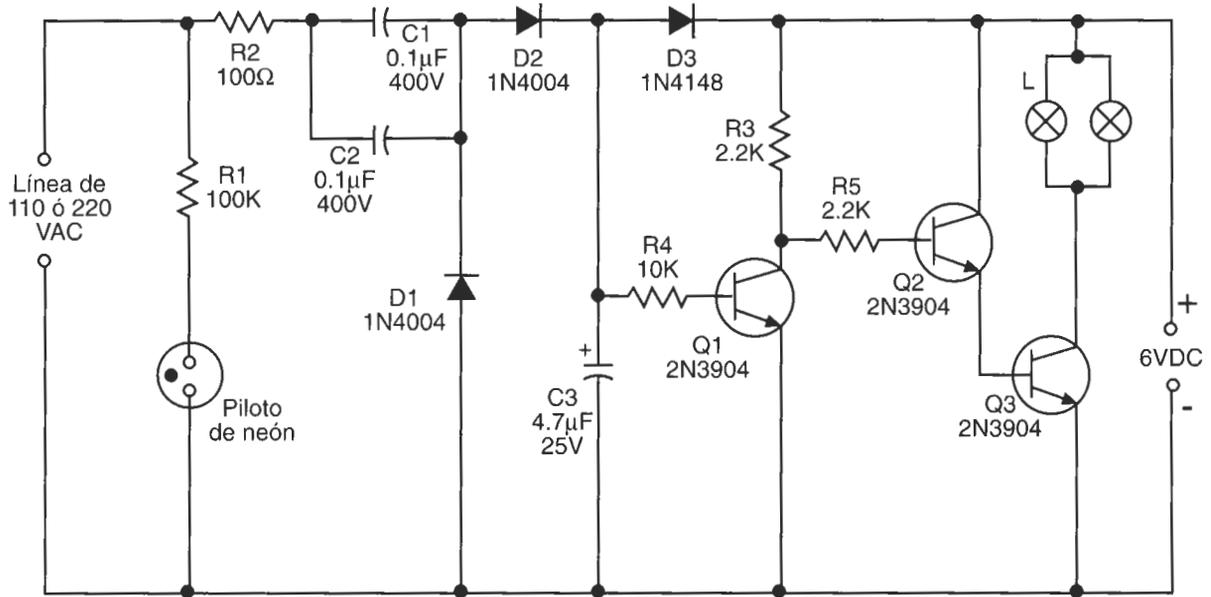


Figura 27.1 Diagrama esquemático de la luz de emergencia. El circuito se comporta como un interruptor electrónico, que se encarga de conmutar la corriente que las baterías le entregan a los bombillos. La línea de corriente alterna actúa como elemento de control del interruptor.

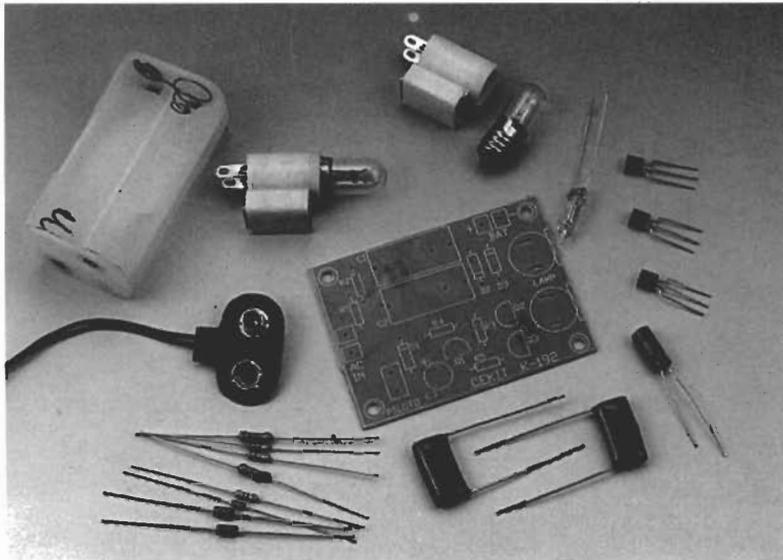
en que esté presente la línea la alimentación externa. Dicho componente se debe seleccionar de acuerdo al voltaje de la red al que está conectado, es decir, si se trabaja en 110 ó en 220 VAC. Además, dado que la resistencia en serie con él tiene un valor muy alto, el consumo de corriente de esta parte del circuito es mínimo.

El siguiente bloque del circuito lo conforman una resistencia (R2) y dos condensadores (C1 y C2), cuya impedancia limita el voltaje y la corriente que se entregan a la parte del circuito encargada de hacer la conmutación de la fuente de voltaje de emergencia. La idea es que el voltaje que pasa a través del diodo D2 polariza correctamente la base del transistor Q1, por lo tanto,

su colector permanece en nivel bajo lo que trae como consecuencia que el transistor Q2 no conduzca, y de paso, se bloquee también la conducción del transistor Q3.

Cuando no circule corriente a través de D2, es decir que no hay alimentación AC, el transistor Q1 no conduce porque su base tiene un nivel de voltaje bajo lo que significa que su colector mantiene el nivel alto proveniente de las baterías a través de R3. Esto permite que el transistor Q2 se polarice correctamente y de paso el transistor Q3. Permitiendo, con este último paso, que circule corriente proveniente de las baterías a través de los bombillos, los cuales deben ser de 6 voltios.

La fuente de alimentación de emergencia debe ser de 6VDC, para ello se pueden utilizar cuatro pilas corrientes de 1,5V, tipo AA o de cualquier otro tamaño. Otra opción son las baterías de 6 voltios, muy utilizadas en lámparas de camping y linternas, cuya principal característica es su durabilidad dado que tiene una excelente capacidad de corriente. Una alternativa, muy interesante también, es utilizar una batería recargable tipo sellada, de las que se utilizan en motocicletas, con su respectivo circuito cargador. En este caso, nunca se tendrá el problema de fallas en el circuito porque se acabó la carga de las pilas, pero el inconveniente es el costo un poco alto de la batería y del cargador.



**Figura 27.2** Componentes que forman el kit. Antes de iniciar el ensamble del circuito debemos estar seguros de tener todos los componentes necesarios. De esta forma, el trabajo se hace más rápido ya que no hay interrupciones; para esto debemos revisar con cuidado la lista de materiales que se encuentra en el listado adjunto.

### Lista de materiales

#### Resistencias a 1/4W

- 1 100 K $\Omega$  (R1)
- 1 100  $\Omega$  (R2)
- 2 2,2 K $\Omega$  (R3, R5)
- 1 10 K $\Omega$  (R4)

#### Condensadores

- 2 0,1  $\mu$ F/400V (C1, C2)
- 1 4,7  $\mu$ F/25V (C3)

#### Semiconductores

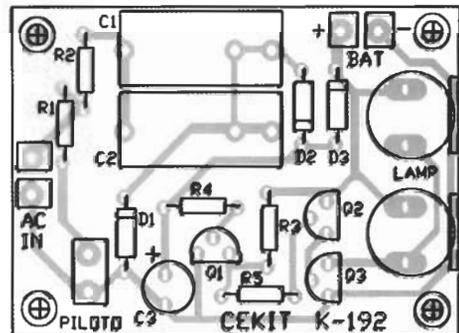
- 2 Diodos 1N4004 (D1, D2)
- 1 Diodo 1N4148 (D3)
- 3 Transistores NPN 2N3904 (Q1, Q2, Q3)

#### Otros

- 1 Neón de 110 ó 220 VAC (según la línea de AC)
- 2 Bombillos de 6V
- 2 Sockets para bombillo
- 6 Terminales para circuito impreso (espadines)
- 1 Circuito impreso K-192
- 1 Cable de potencia con enchufe
- 1 Portapilas para 4 pilas tamaño AA
- 1 Soldadura (1 m)

**Figura 27.3** Guía de ensamble y circuito impreso.

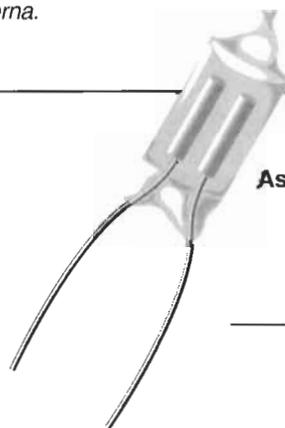
La luz de emergencia se ensambla sobre un circuito impreso referencia K-192 de CEKIT, en el cual se incluyen todos los componentes y las conexiones para la línea de alimentación y las baterías. Se debe tener mucho cuidado para ubicar los componentes en forma correcta ya que una equivocación puede causar un cortocircuito en la línea de corriente alterna.



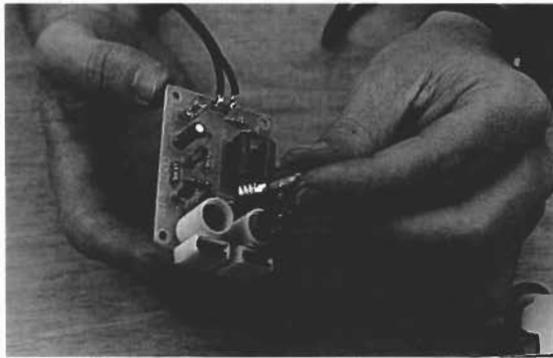
#### El piloto de Neón

Este componente es utilizado para indicar la presencia o no del voltaje de alimentación de un circuito (110 ó 220 VAC). El que utilizamos en este proyecto tiene la apariencia de un bombillo y requiere una resistencia en serie para su correcto funcionamiento

#### Aspecto físico

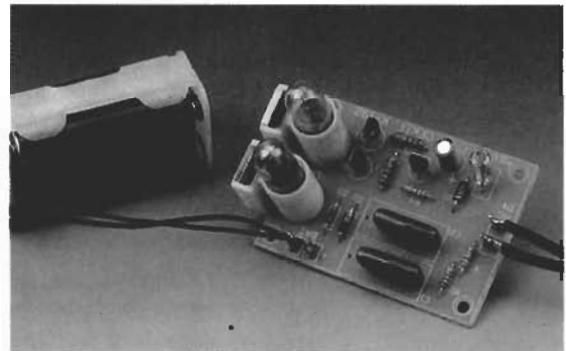


#### Símbolo



**Figura 27.4** El proyecto es muy fácil de armar. Lo primero que se debe hacer es ensamblar la tarjeta o circuito impreso con todos sus componentes. Recuerde que en los puntos donde se conectan cables se deben poner espadines para facilitar la posterior soldadura de los mismos.

En este caso particular, utilizamos sockets o bases para colocar los bombillos pero, si el usuario lo desea, puede colocar espadines para soldar cables y ubicar los bombillos en otra parte. Esto en el caso de que el proyecto se ensamble dentro de una caja o chasis por ejemplo.



Aspecto físico

Símbolo



### Lámparas incandescentes

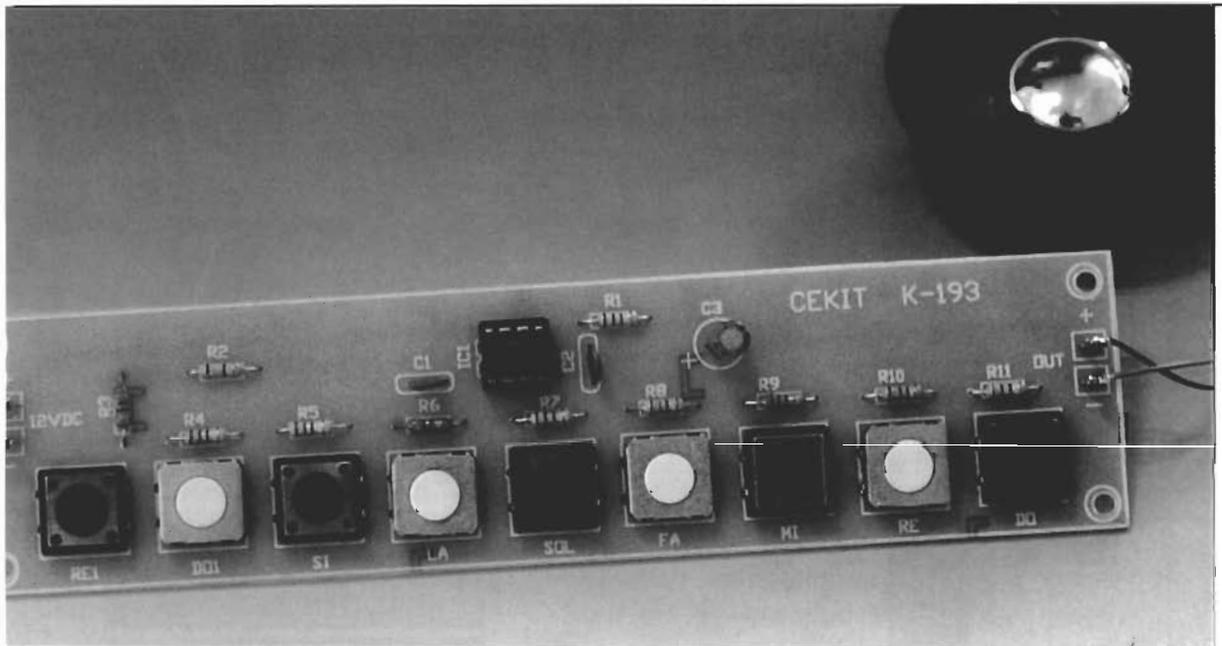
Estos elementos convierten energía eléctrica en luz. Se basan en la propiedad que tienen algunos materiales como el tungsteno de emitir luz cuando se eleva su temperatura interna. Se pueden conseguir para diferentes voltajes y en diferentes presentaciones. En este caso, utilizamos una de 6VDC con rosca, por lo tanto el socket o base donde se instale también debe ser de rosca. El otro tipo de bombillo es el tipo bayoneta, el cual posee dos guías que sirven para introducir y fijar la lámpara dentro de su respectivo socket.



**Figura 27.5** Este circuito se puede instalar en cualquier lugar, obviamente, haciendo una conexión segura para que no existan riesgos de cortocircuitos. Una forma de garantizar que las baterías no se gasten cuando ocurra un apagón durante el día es colocando un interruptor en el cable que se conecta al borne positivo de la batería, de esta forma, el usuario puede

desconectarla para los fines de semana, durante el día o cuando considere que no requiere dicha iluminación de emergencia. Otra sugerencia importante es probar el estado de las baterías periódicamente, puede ser cada semana, para asegurarse de que todo trabajará correctamente en el momento que se requiera. Para ello, simplemente desconecte el cable de alimentación de la línea AC y verifique que las lámparas encienden.

# Proyecto N° 28



## Organo electrónico

*Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que genera tonos musicales, similares a los que se obtienen en las octavas centrales de un piano.*

Desde su aparición, alrededor del año 600, hasta nuestros días, el órgano ha sido objeto de innumerables innovaciones y cambios de apariencia gracias a la utilización de técnicas de fabricación y tratado de materiales cada vez más especializados. Pero, a pesar de sus diferencias externas, siempre se ha conservado la misma característica básica del órgano como instrumento musical, que consiste en la producción de un determina-

do sonido mientras se mantiene oprimida la tecla correspondiente.

El circuito que construiremos en este proyecto es un pequeño órgano electrónico, el cual genera sonidos similares a los que se obtienen en un piano cuando se presionan las teclas de la octava central. A pesar de su reducido tamaño, este órgano puede convertirse en un divertido juguete, además de brindar nuevas alternativas para la utilización de la elec-

trónica en otras áreas. En la figura 28.1 se muestra el diagrama esquemático del circuito. A continuación, haremos una breve descripción del mismo.

El circuito es un simple oscilador construido con un circuito integrado 555, el cual se debe alimentar con una fuente de +12VDC. La idea principal del proyecto es generar una onda cuadrada con una frecuencia tal que el sonido emitido por la membrana del parlante sea parecido al

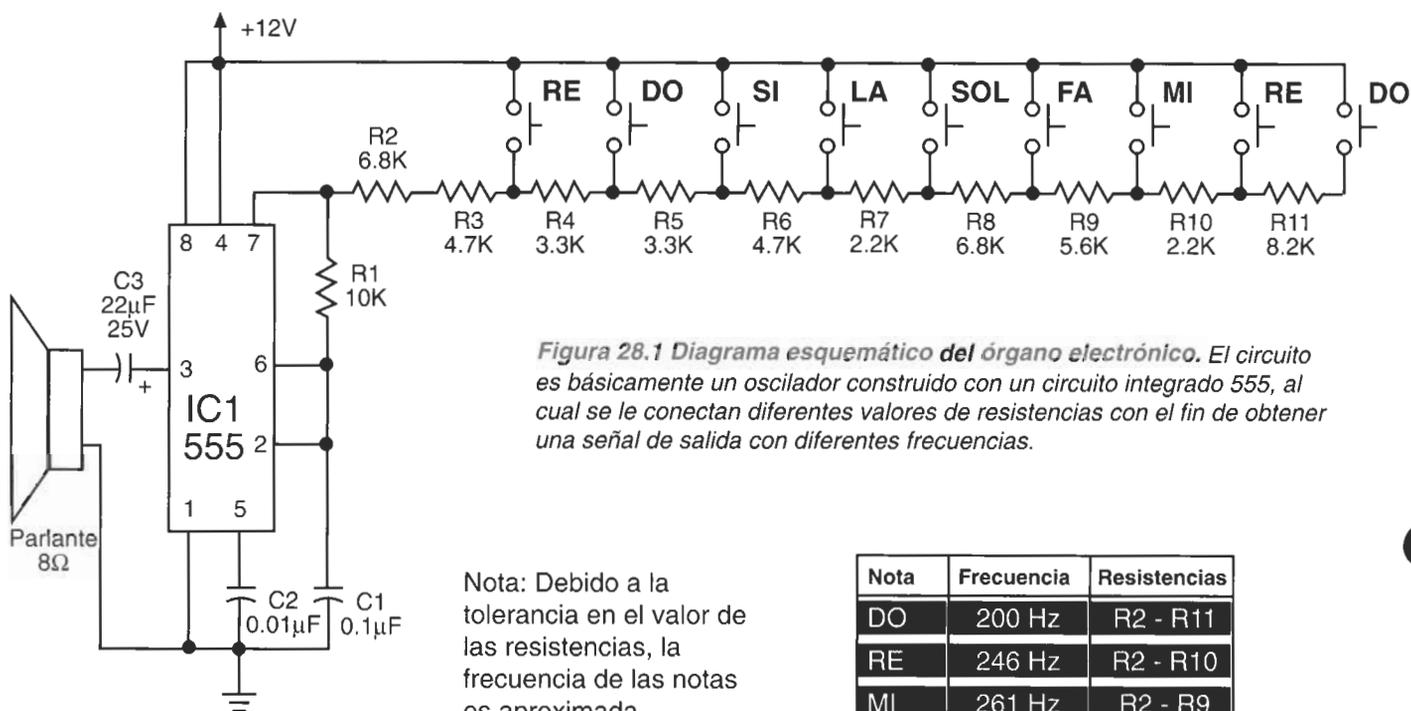


Figura 28.1 Diagrama esquemático del órgano electrónico. El circuito es básicamente un oscilador construido con un circuito integrado 555, al cual se le conectan diferentes valores de resistencias con el fin de obtener una señal de salida con diferentes frecuencias.

Nota: Debido a la tolerancia en el valor de las resistencias, la frecuencia de las notas es aproximada.

Nota	Frecuencia	Resistencias
DO	200 Hz	R2 - R11
RE	246 Hz	R2 - R10
MI	261 Hz	R2 - R9
FA	293 Hz	R2 - R8
SOL	329 Hz	R2 - R7
LA	349 Hz	R2 - R6
SI	392 Hz	R2 - R5
DO1	440 Hz	R2 - R4
RE1	493 Hz	R2 - R3

Tabla 1. Frecuencias de las notas correspondientes a la octava central del piano.

que se obtiene cuando se oprimen las teclas de un piano. Dicha frecuencia depende del valor de las resistencias que hacen parte del circuito oscilador. Por lo tanto, tal como se ve en el diagrama esquemático, los botones pulsadores (que hacen las veces de las teclas) se han conectado de tal forma que con cada uno de ellos, se obtiene una resistencia equivalente diferente.

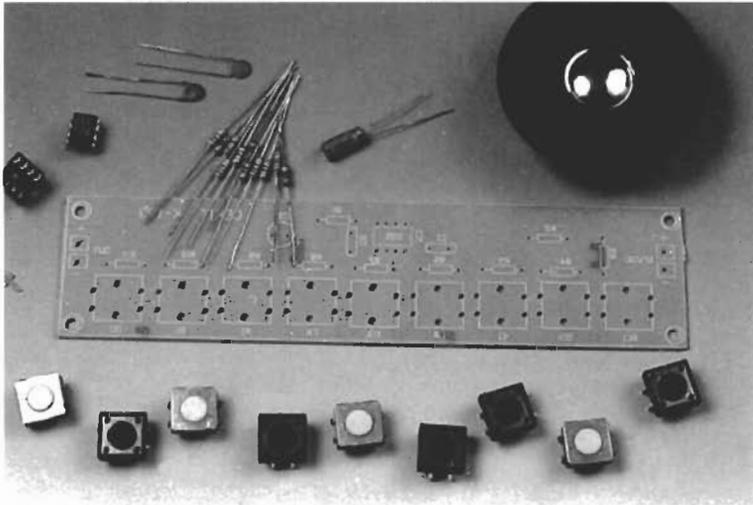
Por ejemplo, si se oprime el último pulsador (DO), el oscilador verá una resistencia conectada entre el pin 7 y la

fuente de alimentación, equivalente a la suma de R2 hasta R11. Si por el contrario, se oprime el primer pulsador (RE1), el oscilador verá una resistencia equivalente a la suma de R2 y R3.

El valor de las resistencias que permiten obtener las diferentes frecuencias no está dado al azar, cada una de ellas se ha escogido de tal forma que el circuito genere los tonos correspondientes a la octava central de un órgano. En la tabla 1 se muestran los valores correspondientes.

El elemento de salida del circuito es un parlante de 8 Ω, esto permite establecer la diferencia fundamental entre un órgano de viento y el órgano electrónico. Mientras que en el primero, el sonido se origina por la vibración de una laminilla de uno de sus tubos al paso de una corriente de aire, en el órgano electrónico la producción de los distintos tonos se realiza por la excitación de la membrana del parlante al aplicarle la señal eléctrica generada por el oscilador.

*Figura 28.2 Componentes que forman el kit. Antes de iniciar el ensamble del circuito, debemos estar seguros de tener todos los componentes necesarios. De esta forma, el trabajo se hace más rápido ya que no hay interrupciones; para esto debemos revisar con cuidado la lista de materiales que se encuentra en el listado adjunto.*



### Lista de materiales

#### Resistencias a 1/4 W

- 1 10 K $\Omega$  (R1)
- 2 6,8 K $\Omega$  (R2, R8)
- 2 4,7 K $\Omega$  (R3, R6)
- 2 3,3 K $\Omega$  (R4, R5)
- 2 2,2 K $\Omega$  (R7, R10)
- 1 5,6 K $\Omega$  (R9)
- 1 8,2 K $\Omega$  (R11)

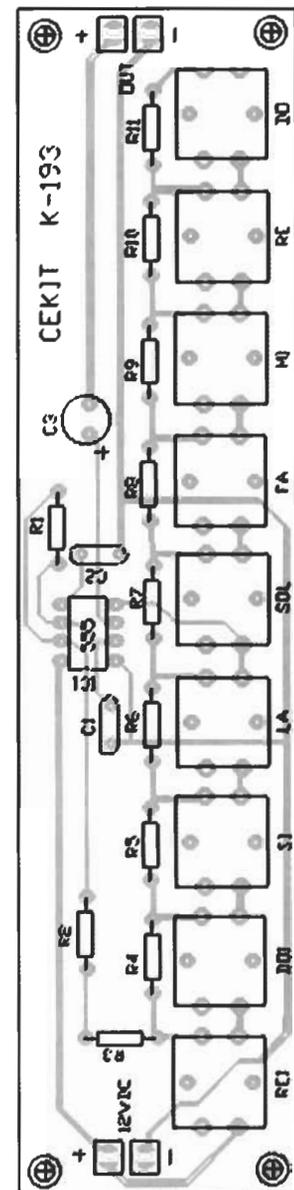
#### Condensadores

- 1 0,1 $\mu$ F cerámico (C1)
- 1 0,01 $\mu$ F cerámico (C2)
- 1 22  $\mu$ F/25V electrolítico (C3)

#### Otros

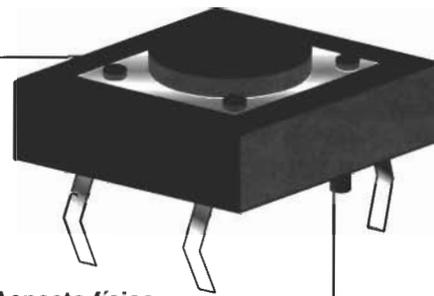
- 1 Circuito integrado 555 (IC1)
- 1 Base para integrado de 8 pines
- 1 Parlante de 8 ohm a 0,25W
- 1 Circuito impreso K-193
- 9 Pulsadores grandes de 4 pines
- 4 Terminales para circuito impreso (espadines)
- 1 Soldadura (1 m)

*Figura 28.3 Guía de ensamble y circuito impreso. El órgano electrónico se ensambla sobre un circuito impreso referencia K-193 de CEKIT, en el cual se incluyen todos los componentes y las conexiones para la fuente de alimentación y el parlante de salida. Se debe tener mucho cuidado para ubicar los componentes en forma correcta ya que una equivocación puede causar un mal funcionamiento del circuito.*



**El pulsador para circuito impreso**

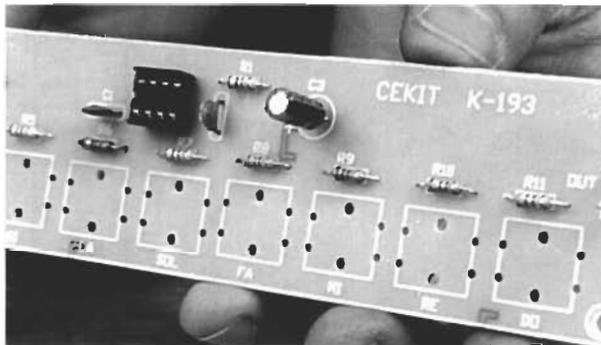
Este componente es básicamente un interruptor cuyos contactos se cierran cada vez que el usuario ejerce una presión sobre el accionador. Su principal ventaja es que puede ser ubicado en el circuito impreso lo que permite una mayor seguridad en su operación. En el mercado, se pueden encontrar pulsadores de diferentes formas y tamaños, esto garantiza que se pueda encontrar un modelo para cada necesidad.



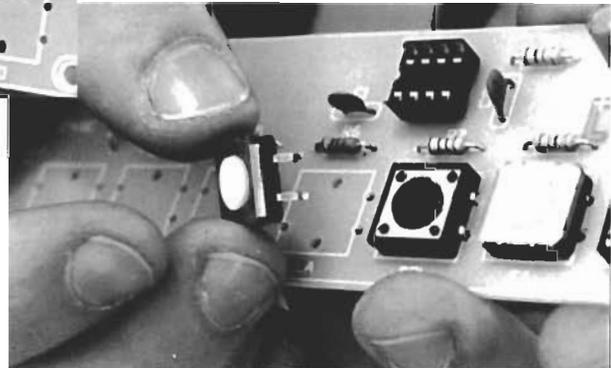
Aspecto físico



Símbolo

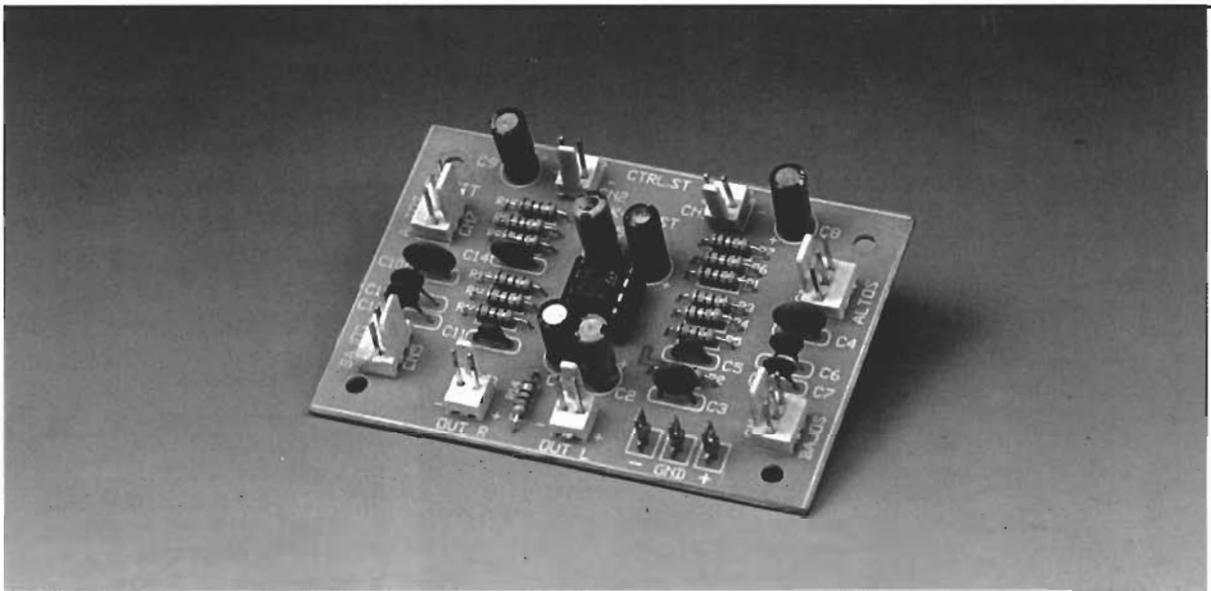


*Figura 28.4 El proyecto es muy fácil de armar. El primer paso es ensamblar la tarjeta o circuito impreso con todos sus componentes, teniendo cuidado de ubicar las resistencias en el sitio adecuado para que los sonidos generados sean los esperados. Recuerde que en los puntos donde se conectan cables se deben poner espadines para facilitar la posterior soldadura de los mismos y que el circuito integrado se monta sobre una base.*



*Figura 28.5 Este circuito puede ser utilizado por cualquier persona, tanto para jugar o pasar un rato divertido, como para poner en práctica las técnicas y los conocimientos teóricos estudiados a lo largo del curso.*

# Proyecto N° 29



## Control de tonos estéreo

*Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que permite ajustar los tonos de una señal de audio según los gustos del usuario. Además, sirve como preamplificador y puede ser conectado en la entrada de un amplificador de potencia para formar un sistema de sonido completo.*

El oído humano puede percibir sonidos que están comprendidos en la banda de 20 a 20.000 Hz. Dentro de esa gama, pueden haber componentes o frecuencias que son agradables para algunas personas, pero molestas para otras. Esto llevó a que en los sistemas de audio modernos se hayan incorporado dispositivos especializados en el filtrado de señales lo que permite a cada usuario ajustar la señal de audio según sus preferencias. Dichos sistemas, se

conocen como controles de tonos o ecualizadores y pueden ser encontrados en casi cualquier equipo de sonido comercial.

El circuito que construiremos en este proyecto es un control de tonos, el cual posee dos bandas de trabajo especiales, una para las frecuencias altas y otra para las frecuencias bajas. Este circuito puede ser utilizado como una etapa intermedia entre la fuente de audio, que puede ser un repro-

ductor de CD o un deck de cassette, y el amplificador de potencia. En la figura 29.1 se muestra el diagrama esquemático del circuito. A continuación, haremos una breve descripción del mismo.

Como el control de tonos es estéreo, se tienen dos etapas o bloques iguales, uno para el canal izquierdo y otro para el derecho. Cada uno de estos circuitos posee un amplificador operacional que actúa como sumador, en el cual se

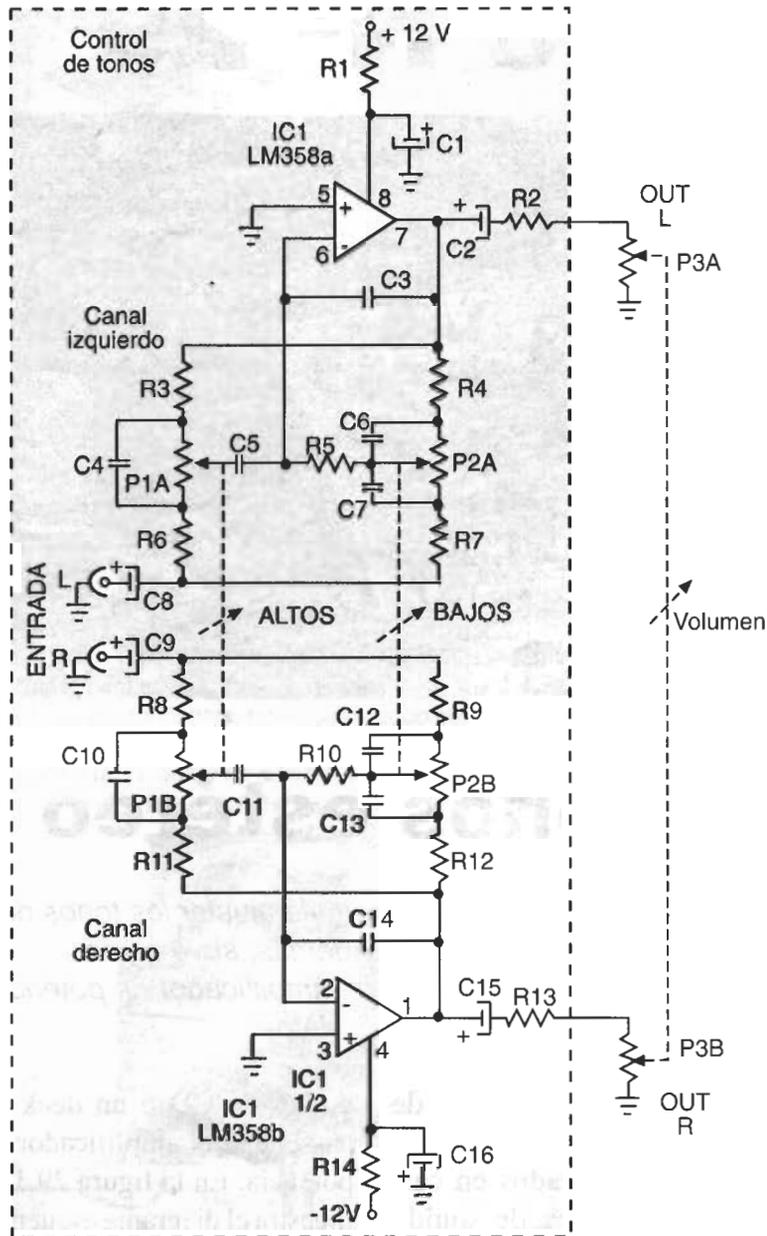


Figura 29.1 Diagrama esquemático del control de tonos. El circuito contiene dos etapas idénticas, una para el canal derecho y otra para el izquierdo. A su vez, cada una de ellas posee dos etapas de filtrado, una para las frecuencias altas y otra para las frecuencias bajas. Las señales que entregan dichos filtros se suman en los amplificadores operacionales IC1a e IC1b, donde se obtiene la señal definitiva que se entrega a la etapa siguiente en el sistema de audio que, generalmente, corresponde a un amplificador de potencia. En este caso, se puede adicionar el potenciómetro de salida P3, para que actúe como control de volumen o amplitud de la señal de salida.

mezclan las señales obtenidas de las redes de filtrado de frecuencias altas y bajas.

Si tomamos como ejemplo el canal izquierdo para ver el camino que toma la señal de audio, observamos que esta entra al circuito a

través del condensador C8, allí se divide en dos ramas y entra a los filtros que se encargan de acentuar o atenuar las componentes de frecuencia. El filtro para los bajos está formado por R4, R7, R5, C6, C7 y P2A; el de las frecuencias altas está formado

por R3, R6, C4, C5 y P1A. En estas etapas de filtrado, son los potenciómetros P2A y P1A los que determinan la amplitud de la señal que va a entrar al sumador construido con el amplificador operacional IC1a. En el canal derecho del control de tonos su-

cede exactamente lo mismo que en el izquierdo, sólo que la suma se hace en el amplificador IC1b. Adicionalmente, como está señalado en la figura 29.1, los potenciómetros P1A y P1B varían de la misma forma lo que hace que al cambiar las preferencias de los tonos altos, se cambian al mismo tiempo en los dos ca-

nales. Igual sucede con los potenciómetros P2A y P2B para los tonos bajos. Por esto, en el circuito se utilizan potenciómetros dobles para el ajuste de las señales.

Las salidas del circuito también son independientes; ellas se pueden conectar a una etapa de potencia de audio a

través de unos potenciómetros que sirvan como control de volumen general del circuito. En la figura 29.1 se muestra en la salida, el potenciómetro doble referencia P3, el cual no se incluye dentro del circuito impreso pero puede ser colocado en el panel frontal de un chasis en el que se construya el sistema de audio.

### Lista de materiales

#### Resistencias a 1/4W

- 4 1 K $\Omega$  (R1, R2, R13, R14)
- 4 1,5 K $\Omega$  (R3, R6, R8, R11)
- 4 22 K $\Omega$  (R4, R7, R9, R12)
- 2 15 K $\Omega$  (R5, R10)

#### Condensadores

- 2 100 $\mu$ F/16V electrolítico (C1, C16)
- 2 10 $\mu$ F/16V electrolítico (C2, C15)
- 2 47 pF cerámico (C3, C14)
- 2 470 pF cerámico (C4, C10)
- 2 0,001  $\mu$ F cerámico (C5, C11)
- 4 0,015  $\mu$ F cerámico (C6, C7, C12, C13)
- 2 1 $\mu$ F/16V electrolítico (C8, C9)

#### Semiconductores

- 1 Circuito integrado LM358

#### Otros

- 4 Conectores en línea de 2 pines (CN1 a CN4)
- 4 Conectores en línea de 3 pines (CN5 a CN8)
- 3 Terminales para circuito impreso (espadines)
- 1 Circuito impreso K-052ST CTRL.ST
- 1 Soldadura (1 m)

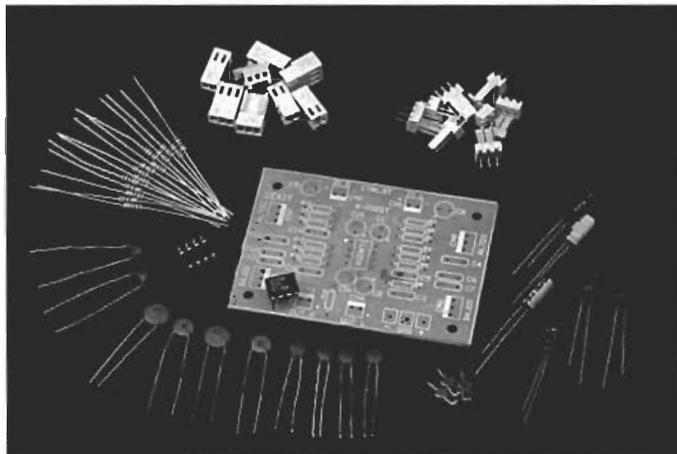


Figura 29.2 Componentes que forman el kit. Antes de iniciar el ensamble del circuito debemos estar seguros de tener todos los componentes necesarios. De esta forma, el trabajo se hace más rápido ya que no hay interrupciones; para esto debemos revisar con cuidado la lista de materiales adjunta.

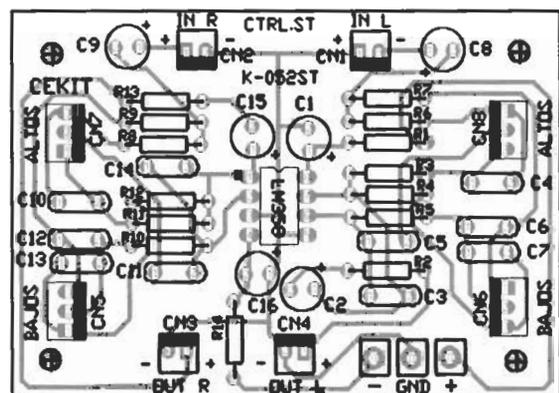
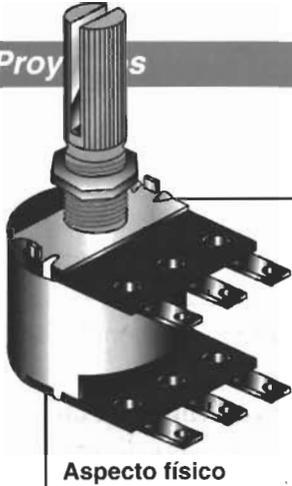


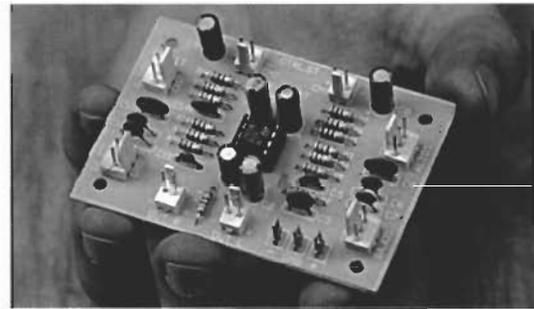
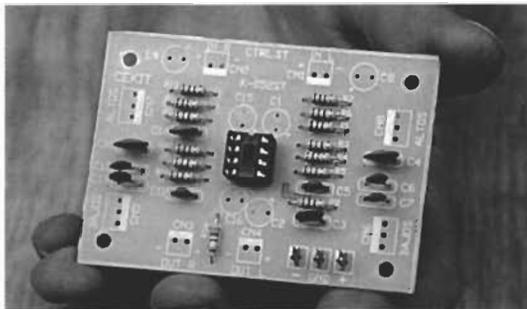
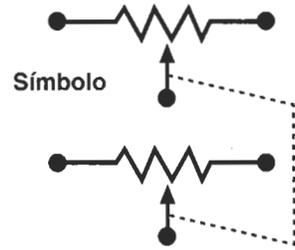
Figura 29.3 Guía de ensamble y circuito impreso. El control de tonos se ensambla sobre un circuito impreso referencia K-052ST de CEKIT, en el cual se incluyen todos los componentes y las conexiones para las entradas y salidas de señal, la fuente de alimentación y los potenciómetros de control. Se debe tener mucho cuidado para ubicar los componentes en forma correcta ya que una equivocación puede causar un mal funcionamiento del circuito.



Aspecto físico

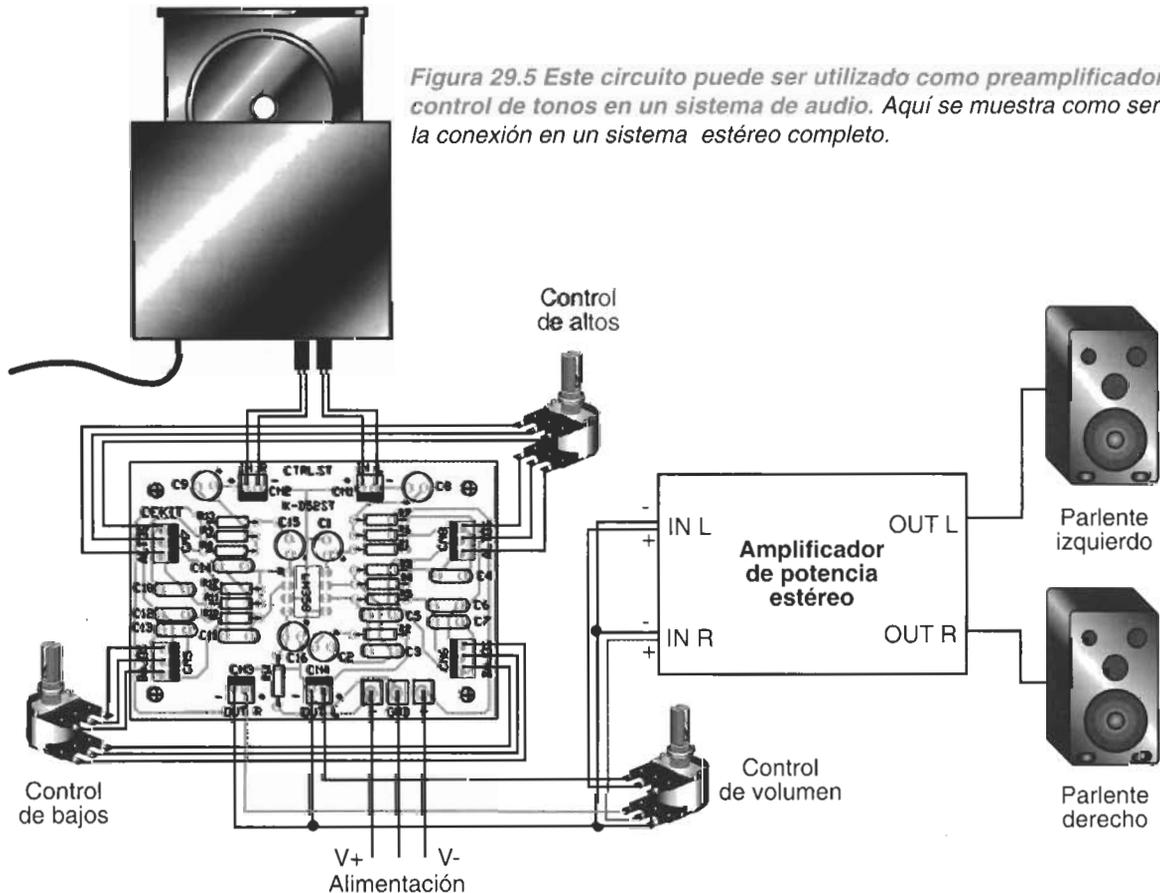
**El potenciómetro doble**

Este componente es similar a un potenciómetro normal, la diferencia radica en que tiene dos resistencias variables manejadas por el mismo eje giratorio. Su principal aplicación son los sistemas de audio ya que con él se pueden ajustar, al mismo tiempo, parámetros de los canales izquierdo y derecho de un sistema de sonido estéreo.



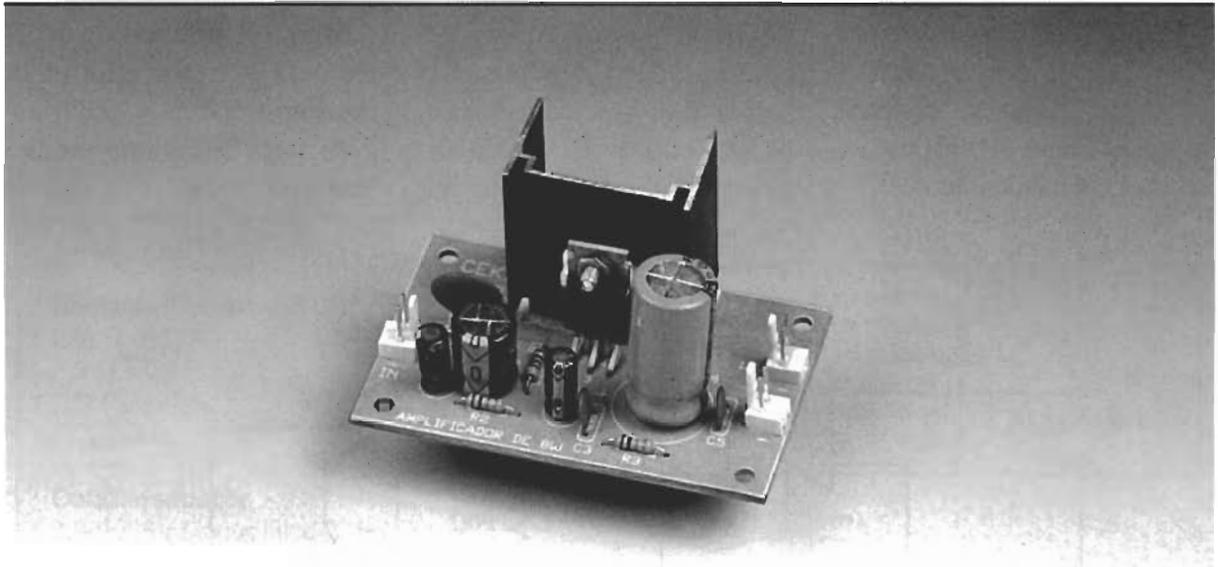
**Figura 29.4** El proyecto es muy fácil de armar. El primer paso es ensamblar la tarjeta o circuito impreso con todos sus componentes, teniendo cuidado de ubicar las resistencias y condensadores en el sitio adecuado para obtener los efectos esperados. Recuerde que las señales de entrada y salida utilizan conectores en línea y que los cables de la fuente de alimentación se conectan con espadines.

**Reproductor de CD**



**Figura 29.5** Este circuito puede ser utilizado como preamplificador y control de tonos en un sistema de audio. Aquí se muestra como sería la conexión en un sistema estéreo completo.

# Proyecto N° 30



## Amplificador de audio de 8W

*Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que permite amplificar las señales provenientes de cualquier fuente de audio como un reproductor de CD, un walkman o un deck de cassette, para que el sonido pueda ser escuchado con buena intensidad y alta fidelidad en una caja acústica o baffle.*

A muchos aficionados a la electrónica les llama la atención fabricar su propio amplificador de sonido. El ensamble de este tipo de circuitos es una de las actividades que brinda mayor satisfacción ya que el practicante puede disfrutar del trabajo que ha realizado durante su estudio. Esto hace que la electrónica sea una ciencia con aplicaciones reales e inmediatas.

El circuito que vamos a construir se puede utilizar para amplificar la señal de un reproductor de CD, un deck de cassette, una grabadora o un radio. A un bajo costo, podremos utilizar estos aparatos para formar un sistema de sonido de reducido tamaño pero de gran calidad, muy apropiado para nuestro cuarto, oficina o estudio. El proyecto consiste en el diseño de un amplificador

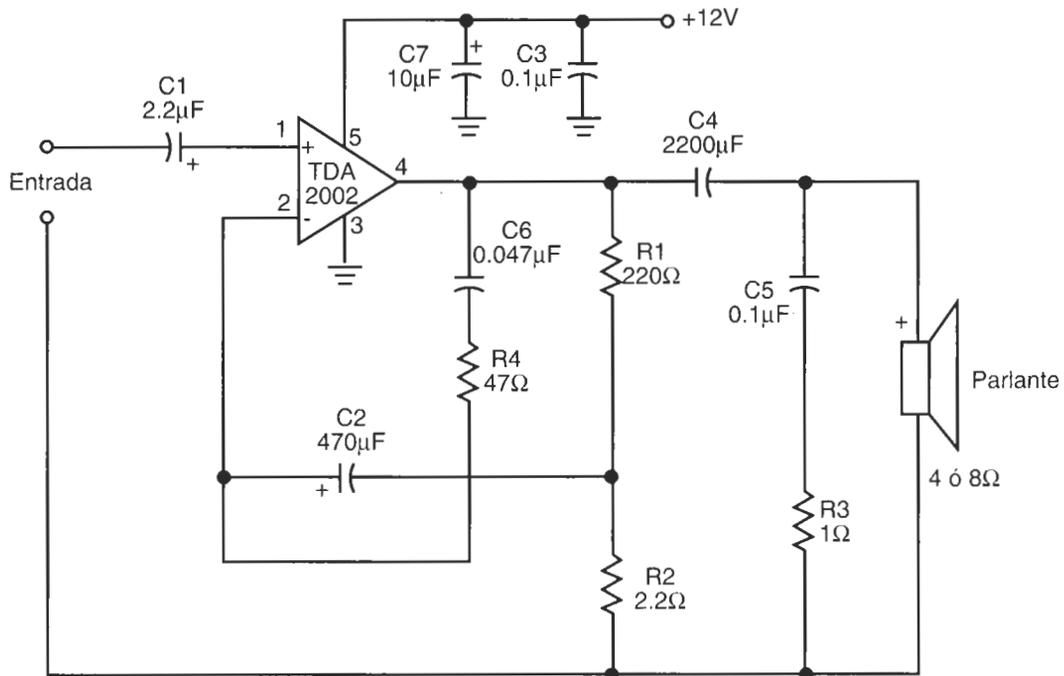
monofónico con una potencia de salida de 8W. En la figura 30.1 se muestra el diagrama esquemático del circuito.

El componente principal del equipo es un circuito integrado amplificador referencia TDA2002. Estos circuitos se han hecho muy populares debido a que simplifican enormemente la fabricación de los amplificadores de sonido. En la ac-

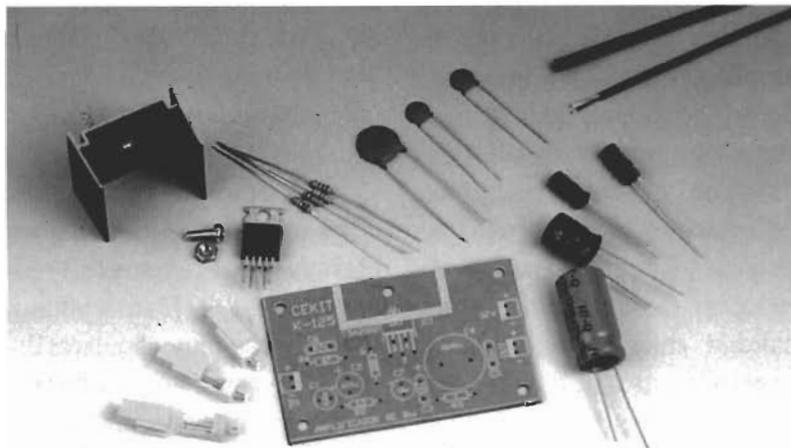
tualidad, existen módulos desde 0.3 W hasta 150, 200 o más vatios. La mayoría de los componentes vienen integrados en un solo bloque, presentando grandes ventajas sobre los circuitos ensamblados con componentes discretos como transistores, resistencias y condensadores.

La señal de audio a amplificar entra al circuito integrado por el terminal 1 y sale amplificada por el terminal 4, pasa a través del condensador C4 y llega a la salida, donde se conectará el bafle o caja acústica. La alimentación positiva se co-

necta al terminal 5 y la negativa o tierra al terminal 3. Los condensadores y resistencias conectados entre el terminal 2 y la salida y entre esta y tierra, sirven de realimentación y polarización para los componentes internos.



**Figura 30.1** Diagrama esquemático del amplificador de 8W. El componente principal del amplificador es el circuito integrado TDA2002, el cual, recibe en su entrada la señal de bajo nivel que proviene de la fuente de audio o de un preamplificador, para entregarla al bafle de salida con los niveles de corriente y voltaje adecuados. El circuito requiere una fuente de alimentación de +12VDC.



**Figura 30.2** Componentes que forman el kit. Antes de iniciar el ensamble del circuito debemos estar seguros de tener todos los componentes necesarios. De esta forma, el trabajo se hace más rápido ya que no hay interrupciones; para esto debemos revisar con cuidado la lista de materiales que se encuentra en el listado adjunto.

**Lista de materiales**

**Resistencias a 1/4W**

- 1 220  $\Omega$  (R1)
- 1 2,2  $\Omega$  (R2)
- 1 1  $\Omega$  (R3)
- 1 47  $\Omega$  (R4)

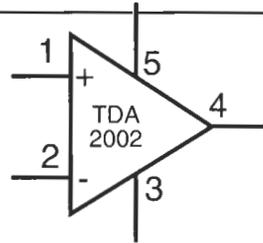
**Condensadores**

- 1 2,2 $\mu$ F/25V electrolítico (C1)
- 1 470 $\mu$ F/16V electrolítico (C2)
- 2 0,1 $\mu$ F cerámico (C3, C5)
- 1 2200 $\mu$ F/25V electrolítico (C4)
- 1 0,047 $\mu$ F/50V cerámico (C6)
- 1 10 $\mu$ F/25V electrolítico (C7)

**Otros**

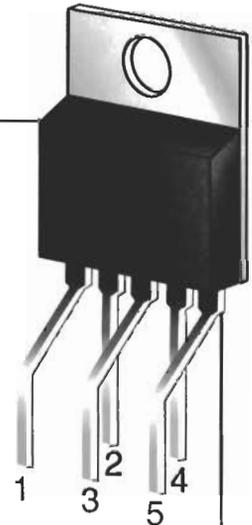
- 1 Circuito integrado TDA2002 (IC1)
- 1 Disipador de aluminio para el TDA2002
- 1 Circuito impreso K-125
- 1 Tornillo milimétrico 3x7 con tuerca
- 3 Conectores en línea de 2 pines
- 1 Cable blindado (40 cm)
- 1 Cable polarizado calibre AWG 22 (40 cm)
- 1 Soldadura (1 m)

Símbolo

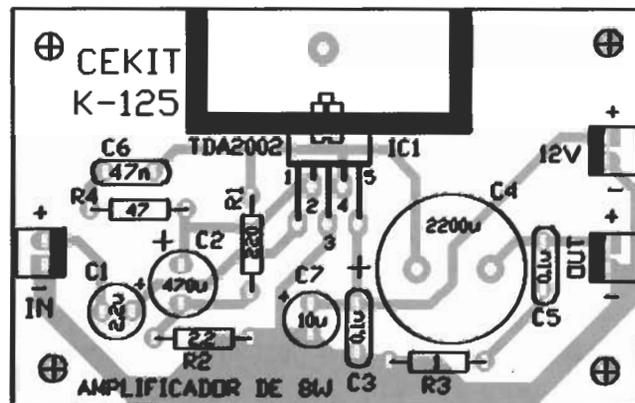


**El circuito integrado TDA2002**

El TDA2002 es un amplificador de potencia de 8W desarrollado para aplicaciones de audio de consumo. Este dispositivo es ofrecido en cápsula de potencia TO-220 de 5 pines lo que representa una gran ventaja ya que permite ahorrar espacio y dinero en el diseño del circuito impreso.

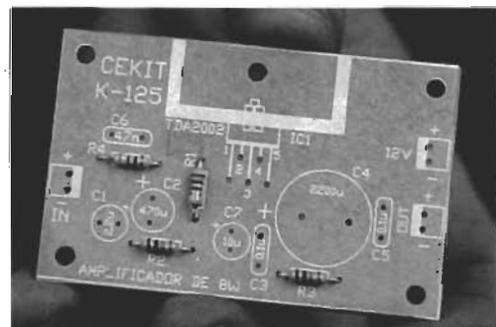


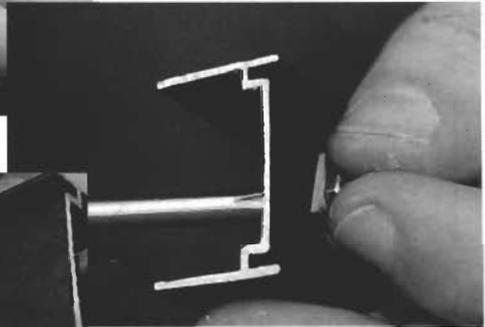
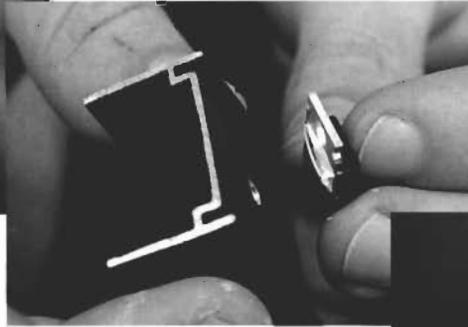
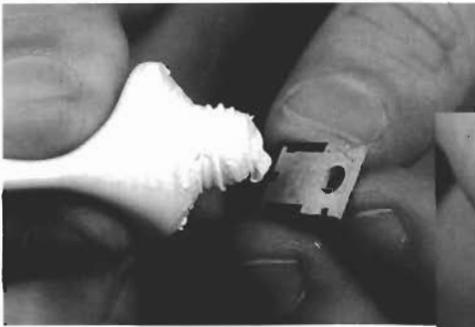
**Aspecto físico**



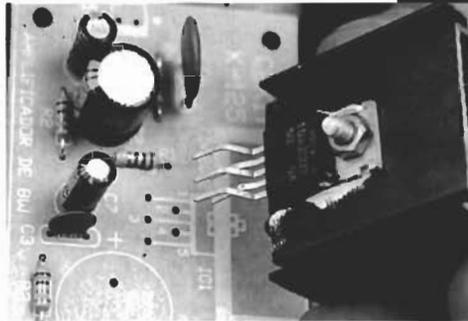
*Figura 30.3 Guía de ensamblaje y circuito impreso El amplificador de 8W se ensambla sobre un circuito impreso referencia K-125 de CEKIT, en el cual se incluyen todos los componentes y las conexiones para la entrada de señal, la salida y la fuente de alimentación. Se debe tener mucho cuidado para ubicar los componentes en forma correcta ya que una equivocación puede causar un mal funcionamiento del circuito.*

*Figura 30.4 El proyecto es muy fácil de armar. El primer paso es ensamblar la tarjeta o circuito impreso con todos sus componentes. Instale y suelde primero las resistencias, los condensadores de cerámica y los electrolíticos respetando su polaridad. Monte los machos de los conectores de entrada y salida con la guía de plástico hacia la parte interna y los pines metálicos hacia el exterior. Instale luego los terminales para circuito impreso y las hembras de los conectores de entrada y salida.*





*Monte el circuito integrado de potencia TDA2002 sobre el disipador de aluminio. Ahora instale todo el conjunto sobre el circuito impreso fijándose que quede recto y bien apoyado. Suelde rápidamente y con cuidado todos los terminales del circuito integrado.*



### Construcción de un sistema de audio completo

Buscando aprovechar al máximo los desarrollos hechos a lo largo del curso, vamos a implementar ahora un sistema de audio completo, utilizando elementos ya conocidos por nosotros. Aunque en este proyecto sólo se pretendía mostrar el diseño y construcción de un amplificador de 8W, vamos a presentar, a modo didáctico, como sería la interconexión de los diferentes módulos y los pasos requeridos para la puesta en funcionamiento del sistema completo.

La idea es construir un amplificador estéreo de 16W, en el cual vamos a emplear el

control de tonos estéreo que vimos en el proyecto N° 29 y en la salida, usamos dos amplificadores de 8W como los que presentamos en este proyecto. La fuente de alimentación del sistema es la misma que se construyó en el proyecto N° 3, la cual posee salidas para  $\pm 12\text{VDC}$ ; la única modificación posible sería agregar un disipador de aluminio al regulador de +12V (7812) ya que es el que realiza más trabajo puesto que las dos tarjetas amplificadoras utilizan este voltaje. Este sistema de audio tiene una potencia suficiente para ser utilizado en cualquier habitación, el estudio o la oficina, proporcionando una muy buena alternativa para amplificar

la señal de un reproductor de CD, un walkman o un deck de cassette. Además, la calidad del sonido es bastante buena.

Una vez que haya ensamblado el control de tonos estéreo, ensamble un amplificador de potencia para proceder a su prueba antes de realizar el ensamble final. Para hacerlo, debe fabricar primero los cables de interconexión de los módulos. Instale provisionalmente los tres potenciómetros en el control de tonos y conecte una de las salidas de este con la entrada del amplificador. En la salida de este último, conecte un bafle de su equipo de sonido que admita una potencia de 15 o más vatios.

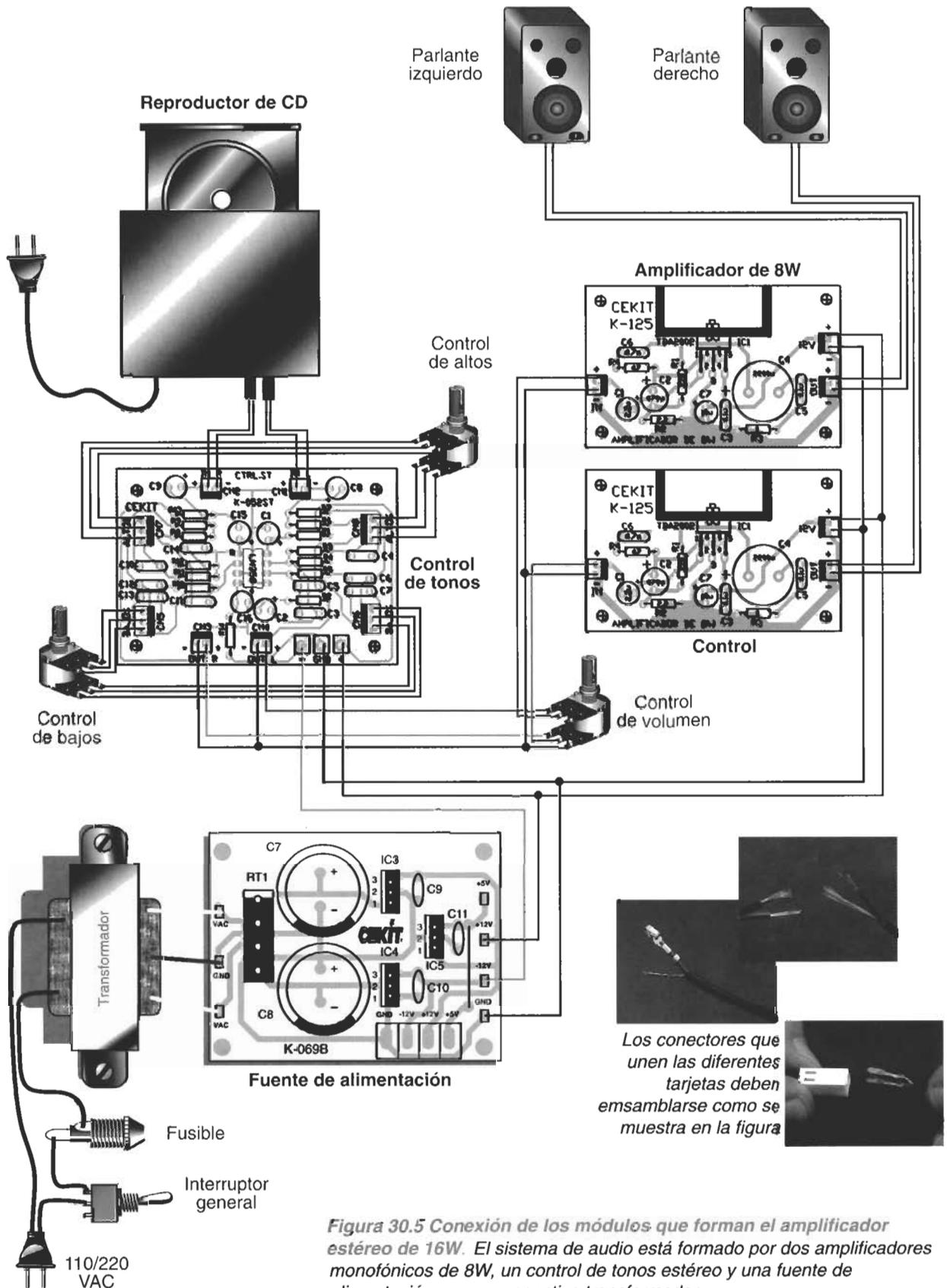


Figura 30.5 Conexión de los módulos que forman el amplificador estéreo de 16W. El sistema de audio está formado por dos amplificadores monofónicos de 8W, un control de tonos estéreo y una fuente de alimentación con su respectivo transformador.

Alimente las tarjetas con el voltaje respectivo,  $\pm 12V$  para el control y  $+12V$  para el amplificador, con una capacidad mínima de 800 miliamperios. Utilice como fuente de señal de prueba un reproductor de CD o un walkman. Tome la señal de la salida para audífonos con un conector adecuado y llévela a la entrada del control de tonos. Ajustando los controles de volumen y tonos altos y bajos, se debe escuchar un sonido claro y fuerte en el parlante. Gradúe el volumen de la fuente de señal hasta que no haya distorsión al máximo de volumen del amplificador.

Si no se escucha ningún sonido o este es deficiente, intercambie los módulos de potencia para determinar si hay problemas. Si hay un módulo malo revise muy bien las soldaduras, la ubica-

ción correcta y polaridad de los componentes y las conexiones de entrada, salida y alimentación. Si no encuentra el problema, revise la tarjeta del control de tonos y la conexión de la fuente.

### Ensamble final

Para el ensamble final del proyecto en versión estéreo, necesitamos el control de tonos, dos amplificadores de potencia, una fuente de poder con su transformador, una caja metálica, varios interruptores y los conectores de entrada y salida. El usuario puede diseñar la caja metálica según su conveniencia, teniendo en cuenta que la ubicación de conectores y controles sea la mejor posible, lo cual facilita enormemente la manipulación del equipo.

Realice ahora el alambrado general de los módulos y sus accesorios, guiándose

por la figura 30.5. Conecte primero los potenciómetros a sus respectivos terminales en el control utilizando cables delgados de diferentes colores. Puede utilizar cable plano o ribbon. Conecte los cables que unen el control y los amplificadores. Conecte los cables de salida de los amplificadores a los terminales de salida para los parlantes, teniendo cuidado de conservar la polaridad.

Conecte los tres terminales del secundario del transformador, a la entrada de la fuente de poder. Conecte los cables de entrada de señal a las entradas del control con cable blindado conservando la polaridad. Por último, conecte el interruptor general y el cable de potencia al primario del transformador. Verifique cada una de estas conexiones utilizando el diagrama de conexiones presentado.

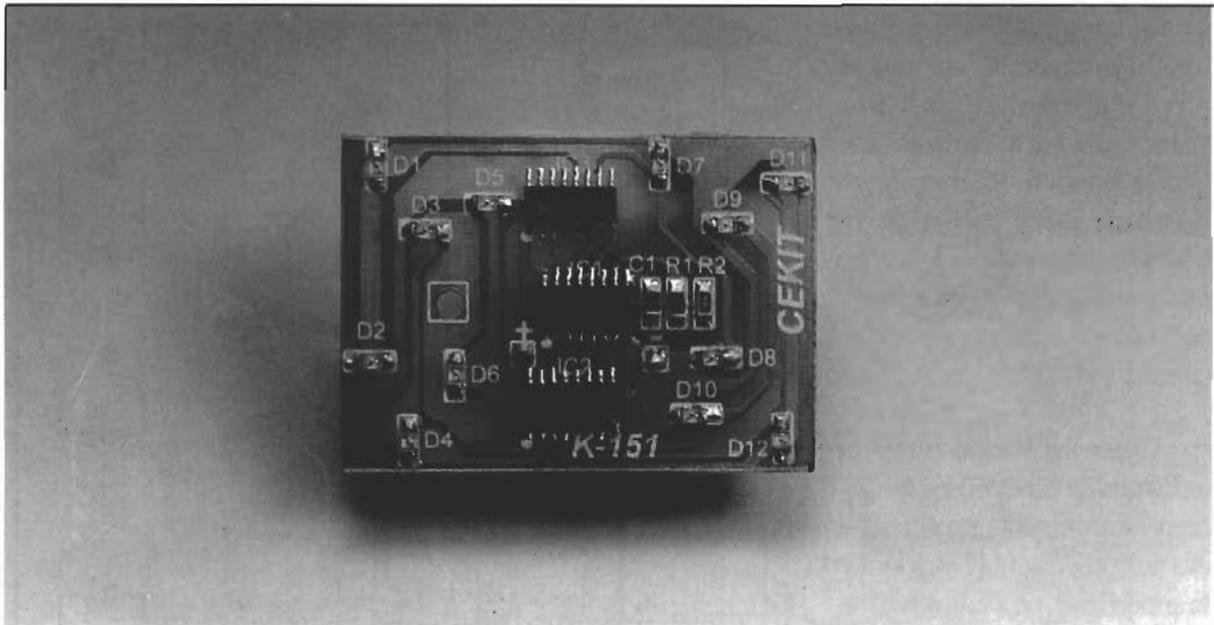


Figura 30.6 El usuario puede construir un chasis especial para el amplificador de 16W. Este debe tener un panel frontal donde se montan los potenciómetros de control de tonos y el de volumen, además del interruptor general de encendido. En la parte posterior del mismo, se pueden ubicar los conectores de entrada y salida de señal.

Figura 30.7 Al concluir todo el ensamble, encienda el sistema y disfrute del sonido de alta fidelidad que entrega el equipo que usted mismo ha construido.



# Proyecto N° 31



## Luces pseudoaleatorias en montaje superficial

*Al construir este proyecto se obtiene un circuito que produce señales aleatorias, las cuales se utilizan para encender unos LED's ubicados de tal forma, que generan efectos visuales muy agradables. Además, es una práctica que nos introduce en el mundo de los componentes miniaturas y su manipulación.*

En la sección de **Electrónica Práctica** de este mismo curso se hizo una descripción rápida de la tecnología de montaje superficial. En esta ocasión, veremos la forma de ubicar los componentes en el circuito impreso utilizando herramientas comunes, para así comprobar que esta técnica se encuentra al alcance de todos. En este **proyecto**, vamos a construir un **circuito muy simple**, pero que **nos va a servir** como ejemplo y como **prácti-**

ca del empleo de esta tecnología. Se trata de un secuenciador de luces pseudoaleatorio que produce efectos visuales muy agradables. En la figura 31.1 se muestra el diagrama esquemático del circuito. A continuación, haremos un breve explicación del mismo.

Este proyecto consiste en ubicar 12 LED de montaje superficial en diferentes puntos del circuito impreso, los cuales **se encienden en diferentes tiem-**

pos de acuerdo a una secuencia digital para dar un aspecto bastante agradable. Para generar la secuencia de encendido se utiliza un integrado CMOS 4060 (IC1) que es un contador/divisor. Este posee su propio **circuito de oscilación con dos resistencias y un condensador (C1, R1, R2)**. La frecuencia del **reloj** es de 640 Hz **aproximadamente**, pero, como las señales para encender los LED se toman de las salidas 5 a 10 se obtienen **frecuencias** mucho menores.

Cada salida que se utiliza del 4060 se conecta a dos buffers 4049, los cuales a su vez alimentan dos LED que se ubican en diferentes puntos del impreso. El sistema se puede alimentar con una fuente de 3 a 6 voltios, los que se pueden obtener de un juego de pilas comunes. El circuito impreso se hace un poco más grande de lo necesario para facilitar el despliegue de los LED.

Como los aficionados y estudiantes de electrónica no poseen herramientas especializadas para el ensamble de montaje superficial, procedimos a ensamblar el circuito con un cautín de 25 vatios y además utilizamos soldadura común. Este cautín posee una punta muy fina para facilitar la tarea. El método que se utilizó para soldar los componentes es muy simple y consiste en lo siguiente:

- Se coloca un punto de soldadura en uno de los *pads* del componente.
- Luego que el punto de soldadura está frío se toma el componente con el dedo o con la punta de un bisturí y se ubica en el sitio que debe ocupar.
- Con la punta del cautín se calienta la soldadura que se había puesto inicialmente junto con el pin del componente que se ha ubicado encima. Cuando esta se derrite, se retira el cautín y en-

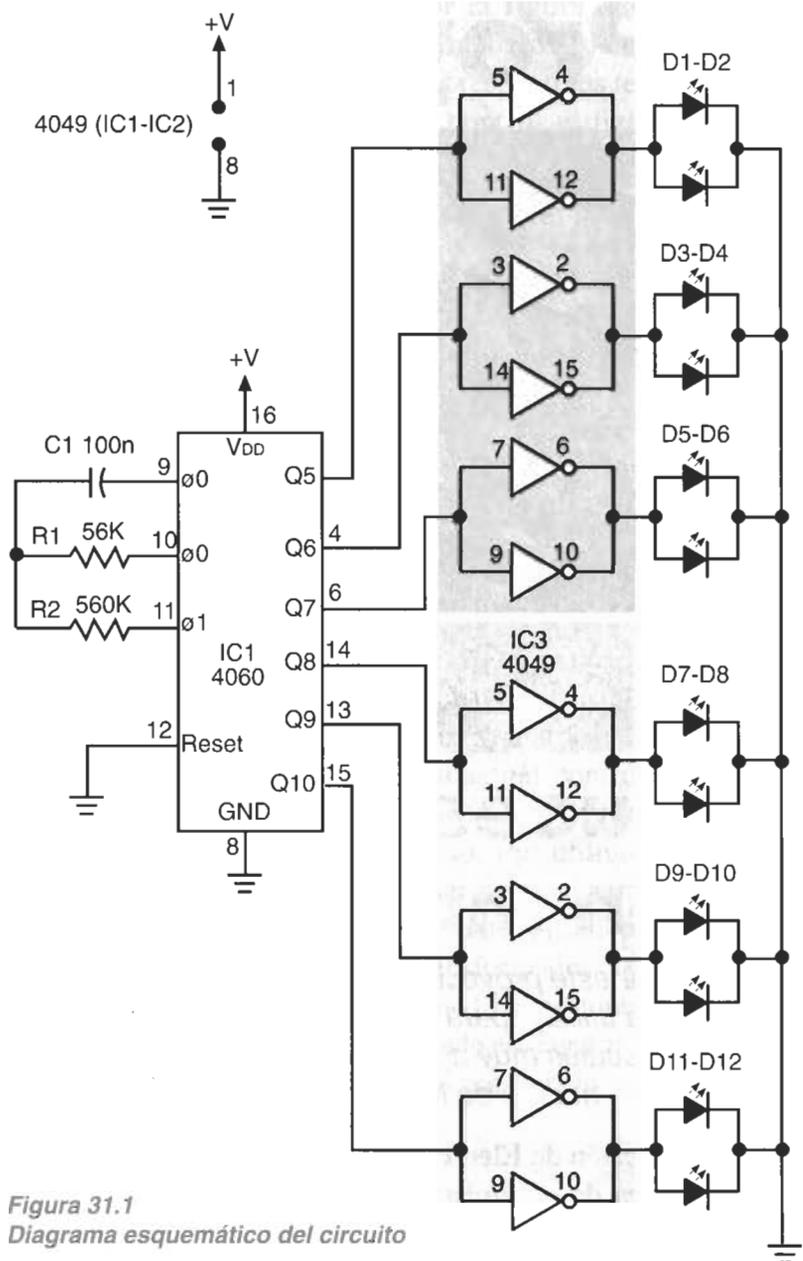


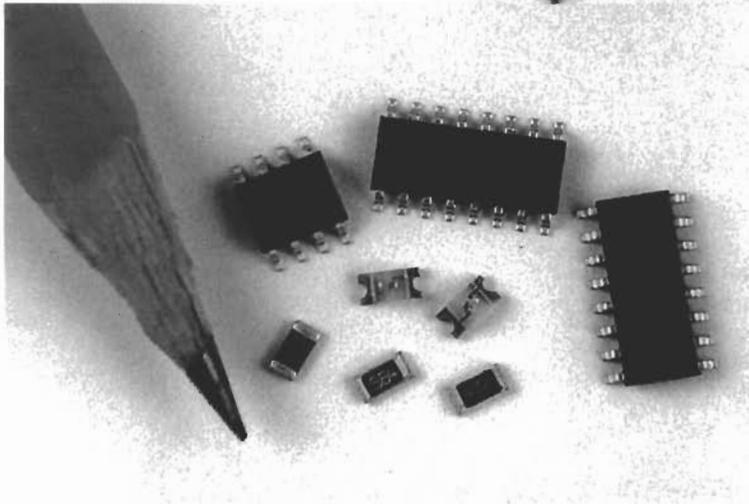
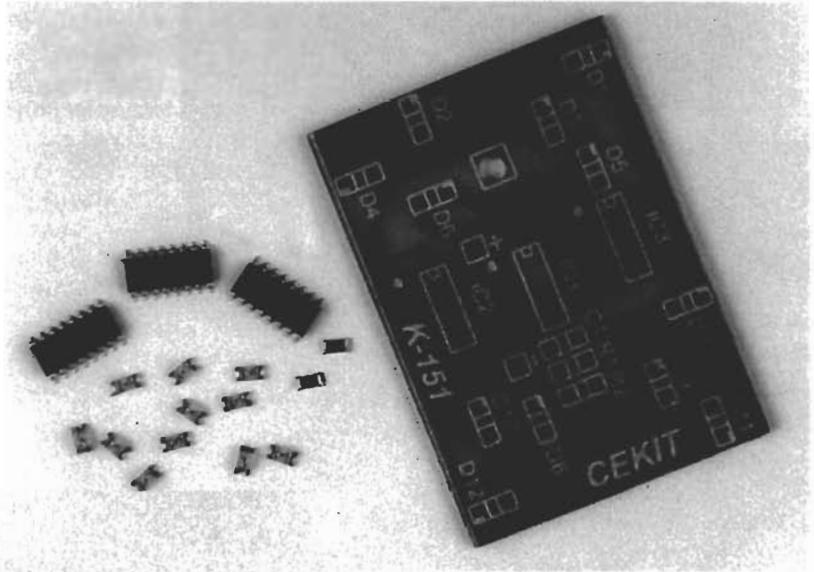
Figura 31.1 Diagrama esquemático del circuito

- tonces el componente queda fijo a su sitio.
- Como el componente ya no se mueve, se pueden soldar los otros pines sin problema.

Las resistencias que se utilizaron en el experimento tienen escrito su valor en forma codificada. Las dos primeras cifras equivalen a los prime-

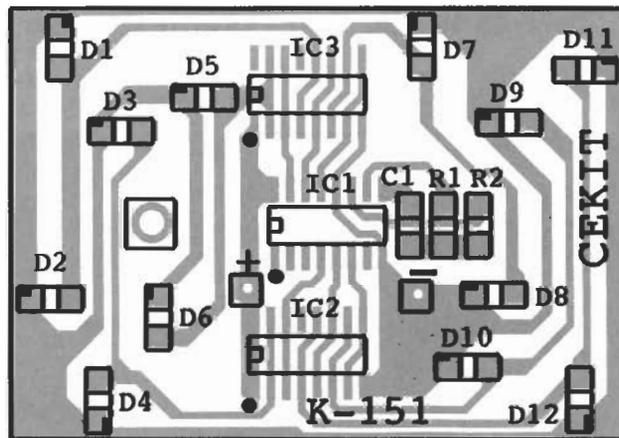
ros números significativos y la tercera cifra corresponde al número de ceros que se debe agregar (sistema similar al código de colores). El condensador cerámico no posee ninguna marca especial. Los LED tienen marcada la ubicación del cátodo mediante un punto de color verde en el extremo correspondiente.

*Figura 31.2 Componentes que forman el kit. Antes de iniciar el ensamble del circuito debemos estar seguros de tener todos los componentes necesarios. De esta forma, el trabajo se hace más rápido ya que no hay interrupciones; para esto debemos revisar con cuidado el listado adjunto.*

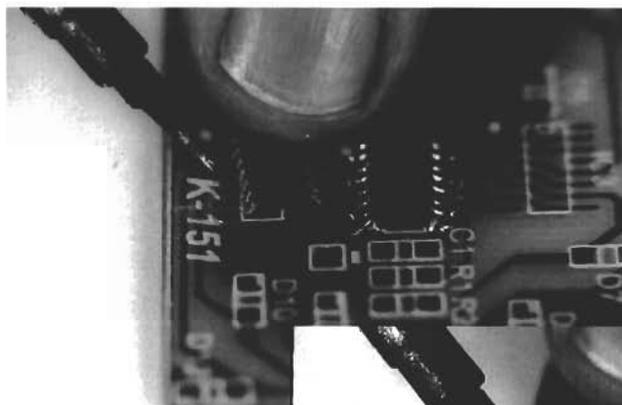


*Se debe poner mucha atención al momento de manipular este tipo de componentes ya que por su reducido tamaño se pueden escabullir fácilmente. En la figura se puede apreciar el tamaño real de dichos elementos al compararlos con la punta de un lápiz.*

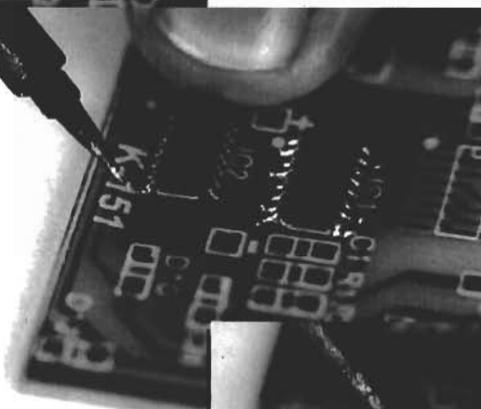
Lista de materiales	
<b>Componentes de montaje superficial</b>	
1	Resistencia de 56 K $\Omega$ (R1)
1	Resistencia de 560 M $\Omega$ (R2)
1	Condensador cerámico de 0,1 $\mu$ F/50V (C1)
12	LED (D1 a D12)
1	Circuito integrado 4060 (IC1)
2	Circuitos integrados 4049 (IC2, IC3)
1	Circuito impreso K-151
1	Soldadura
1	Batería y conector (no incluidos)



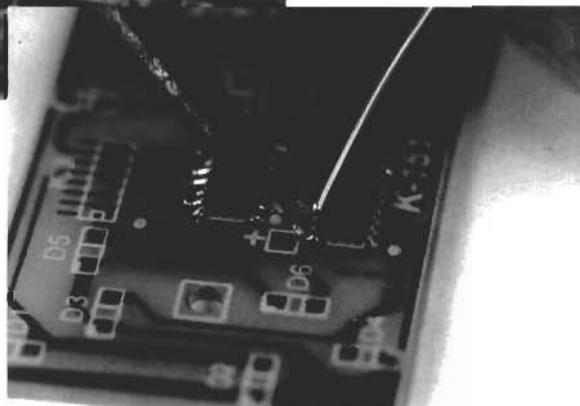
*Figura 31.3 Guía de ensamble y circuito impreso. El juego de luces en montaje superficial se ensambla sobre un circuito impreso referencia K-151 de CEKIT, en el cual se incluyen todos los componentes y las conexiones para la fuente de alimentación. Se debe tener mucho cuidado para ubicar los componentes en forma correcta ya que una equivocación puede causar un mal funcionamiento del circuito. Los LED's tienen el cátodo marcado con un punto de color verde, el cual debe coincidir con el área oscura que se ha dibujado en el screen del circuito impreso.*



1. Se coloca un punto de soldadura en una de las huellas o pistas donde se conecta uno de los terminales del componente.



2. Se pone el componente en el sitio donde corresponde y con el cautín se calienta el punto de soldadura que habíamos puesto anteriormente. Luego, se retira el cautín y se deja enfriar la soldadura. Así, el componente queda fijo en su sitio, sostenido por un punto de soldadura.



3. Como el componente no se mueve de su sitio procedemos a soldar los demás terminales.

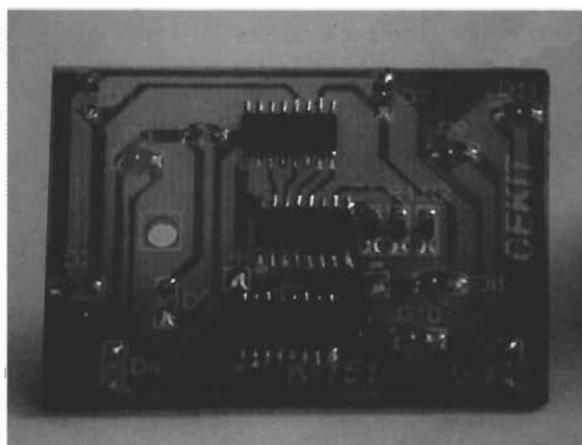
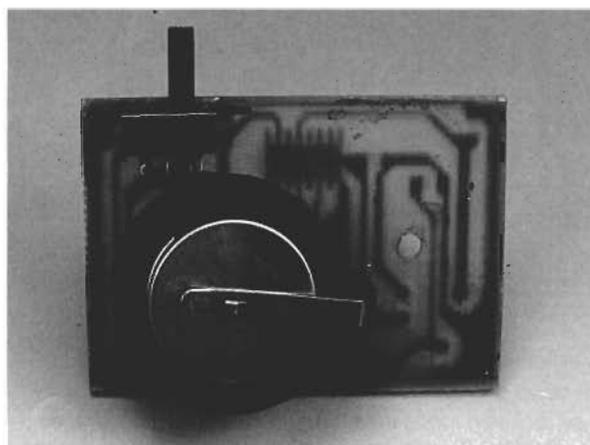
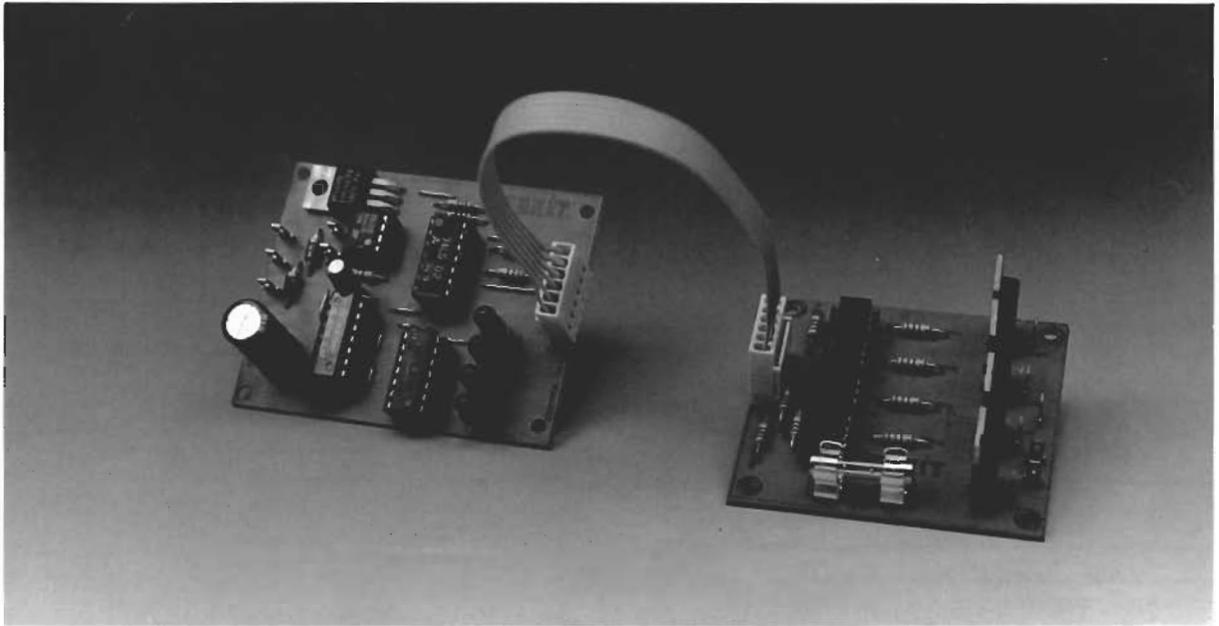


Figura 31.5 El circuito debe ser alimentado por una fuente de 3 a 6 VDC. Para ello, se pueden utilizar pilas comunes con su respectivo soporte. Otra opción es utilizar pilas planas, de las que se emplean en las calculadoras, en la figura se aprecia este montaje al cual se le adicionó un interruptor para controlar el encendido del circuito.

# Proyecto N° 32



## Secuenciador de luces de cuatro canales

*Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que maneja un juego de luces secuenciales, el cual simula un efecto rotatorio o de movimiento. Puede ser utilizado en avisos luminosos, discotecas y en adornos o luces de navidad.*

Un secuenciador de luces es un circuito que maneja una determinada cantidad de lámparas distribuidas en distintas formas y en diferentes circuitos para dar la sensación visual de luces en movimiento. El que vamos a construir en este proyecto está formado por varias etapas a saber: un circuito de control, un bloque de interface, una etapa de potencia y una fuente de poder. En la figura 32.1 se muestra el diagrama esquemático del circuito. A continuación, haremos una descripción del mismo.

La función básica de la etapa de control es entregar una señal positiva en cada una de sus cuatro salidas (S1 a S4) en forma secuencial y con una velocidad variable que puede ser ajustada por el usuario. Con esta señal se activan los circuitos de potencia y estos a su vez, hacen encender las lámparas o los grupos de lámparas conectados a ellos. La etapa de control a su vez se compone de tres módulos: el circuito de reloj, el contador y el decodificador.

El circuito de reloj es fundamental en muchos diseños ya que es el encargado de marcar la velocidad de trabajo del sistema. Tiene la función de enviar un tren de pulsos a otras partes del circuito para que todos los elementos trabajen de forma sincronizada. En nuestro caso, hemos construido el reloj con el circuito integrado LM555, el cual proporciona una señal, en forma de onda cuadrada, cuya frecuencia depende de los valores de R1, P1 y C1.

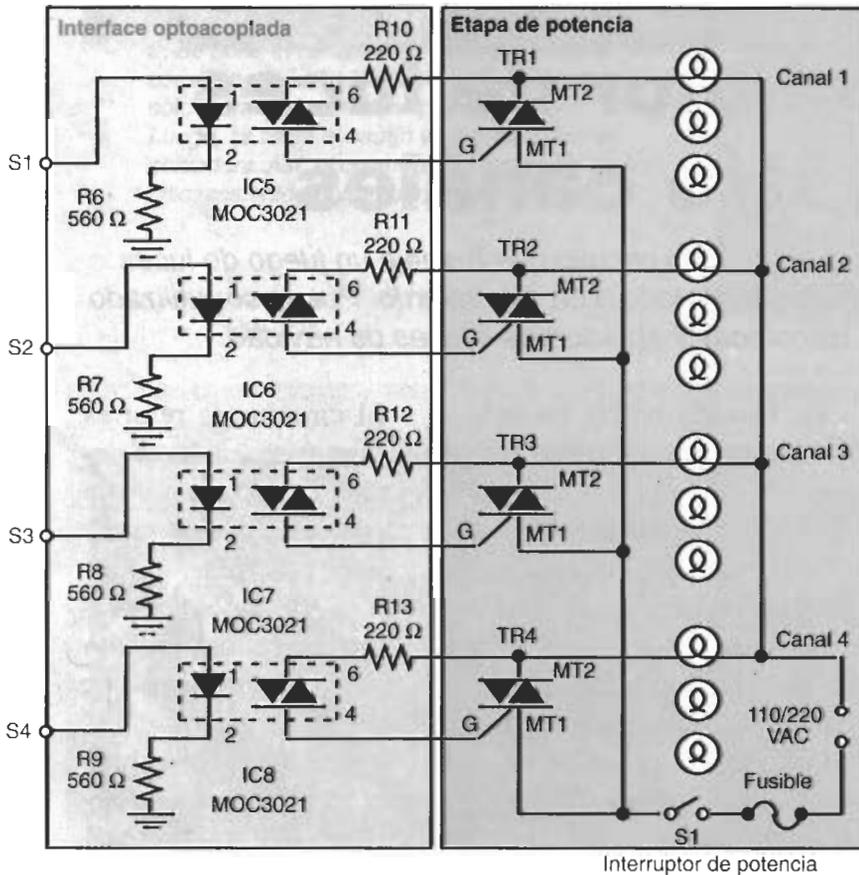
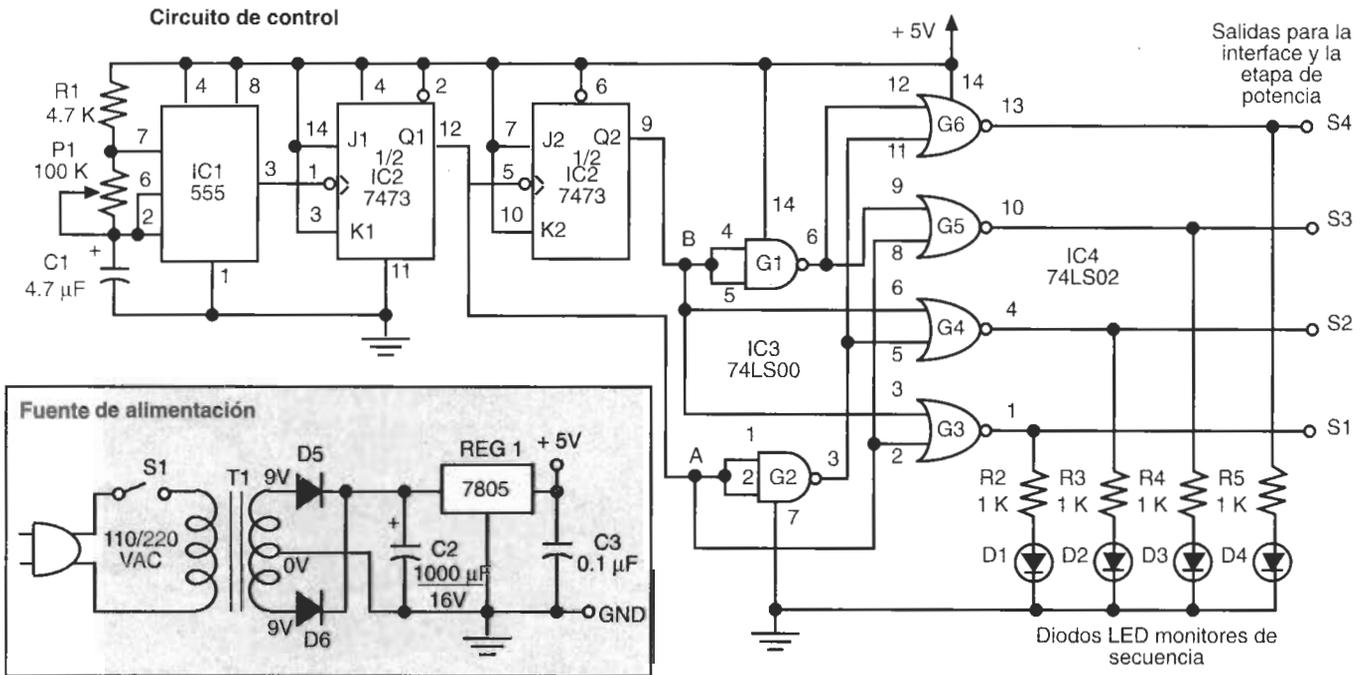


Figura 32 .1 Diagrama esquemático del secuenciador de luces

El valor de la frecuencia máxima es aproximadamente 65 Hz (ciclos por segundo), y ocurre cuando P1 está en la posición de cero ohm. El valor mínimo ocurre cuando P1=100K y es de 1.5 Hz, aproximadamente. Con los valores utilizados se puede apreciar perfectamente el efecto secuencial de las luces. Si vamos a darle al circuito una aplicación en la cual se requiere un movimiento más lento, debemos cambiar los valores de R1, P1 ó C1. Por ejemplo, para disminuir el rango de la frecuencia de operación se puede aumentar un poco el valor de C1.

El contador por su parte, está formado por un conjunto de circuitos digitales llamados *flip-flops*, conectados de tal manera que se producen secuencias ordenadas de unos y ceros. Un uno equivale a un voltaje o señal positiva y un cero equivale a la ausencia de señal. Este es el principio fundamental de la electrónica digital. De esta forma, se realiza un conteo en sistema binario.

En nuestro caso, sólo necesitamos contar hasta cuatro (de 0 a 3) ya que el secuenciador tiene ese número de canales. Como no se encuentra un circuito integrado contador con las anteriores características, en electrónica digital se pueden adaptar fácilmente otros circuitos para lograrlo. En la tabla siguiente se muestra la secuencia de conteo o sea la forma cómo deben cambiar las salidas A y B del contador cada vez que el reloj le envía un pulso.

B	A
0	0
0	1
1	0
1	1

Cuando el reloj le envía el primer pulso al contador, éste presenta en sus salidas A y B el valor lógico 00. Con el segundo pulso las salidas son 01, luego 10 y por último 11. Con el quinto pulso, nuevamente las salidas regresan a cero, vol-

viéndose a repetir la secuencia indefinidamente hasta cuando sean suspendidos los pulsos o la alimentación de voltaje.

Para realizar esta función, se implementó el contador con un circuito integrado 74LS73 que posee internamente dos *flip-flops* tipo JK, cada uno de los cuales posee cuatro entradas; dos de ellas, la J y la K, son las entradas principales de datos. La tercera es el *clock* o reloj. Cuando este último recibe un pulso positivo completo, los datos en J y K producen otros datos en las salidas Q y  $\bar{Q}$ . Una cuarta entrada es *clear* o borrar, que se encarga de regresar las salidas del *flip-flop* a su estado normal cuando se le suministra un nivel bajo o de 0V.

Con la última combinación de las entradas (J=1; K=1), cada vez que el reloj realice un pulso completo, la salida Q cambiará de estado. Esto lleva a que por cada dos pulsos de reloj, la salida únicamente entrega uno. Lo que se obtiene entonces se conoce como circuito divisor de frecuencia. Lo más importante es que si utilizamos la salida anterior como reloj del siguiente *flip-flop*, estamos dividiendo aún más dicha frecuencia, obteniendo el contador deseado.

Otros de los circuitos digitales más conocidos son los *decodificadores*. Un decodificador

recibe un código de entrada (generalmente binario) y lo reconoce activando una sola de sus líneas de salida o produciendo otro código. Aunque existen circuitos integrados decodificadores, para este secuenciador de luces se ha preferido realizarlo por medio de compuertas. De esta forma, el circuito resulta más didáctico.

El decodificador está conformado por las compuertas NAND G1 y G2 y por las compuertas NOR G3, G4, G5 y G6. Las dos salidas del contador llevan sus señales al decodificador de acuerdo a la secuencia establecida:

Entradas		Salidas			
B	A	S1	S2	S3	S4
0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0
1	1	0	0	0	1

El circuito de control tiene una capacidad de corriente muy limitada, del orden de 16 mA por salida. Esta corriente es apenas suficiente para impulsar un LED. Para manejar lámparas incandescentes que trabajan con mayores niveles de corriente, debe utilizarse una interfaz adecuada. Dicha interfaz tiene por objeto acoplar las características eléctricas de los circuitos de control y de potencia con el fin de hacerlos compatibles. Una de las mejores formas de lograr esta compatibilidad es utilizando *optoacopladores*.

La etapa de interface de nuestro proyecto emplea cuatro optoacopladores MOC3021, para aislar ópticamente el circuito de control del circuito de potencia. Cada vez que se activa una salida del control, se excita uno de los LED monitores y el LED del optoacoplador asociado a ese canal. Esta señal se transfiere ópticamente a la etapa de potencia, activando la compuerta de un *triac* o interruptor de potencia.

Así, se crea un flujo de corriente entre los terminales principales del triac (MT1 y MT2), haciendo posible el en-

cendido de las lámparas que está manejando. La máxima potencia que puede manejar cada canal se puede calcular conociendo las especificaciones del Triac utilizado. Por ejemplo, si se tiene un Triac de 4 A y se trabaja a 110 VAC, se tiene una potencia de  $4 \times 110 = 440 \text{ W}$ .

Para determinar el número de lámparas que puede impulsar cada canal, basta con dividir la potencia total entre la potencia de cada lámpara. Esto quiere decir que si se utilizan lámparas de 25W, se pueden conectar 17 por canal.

A medida que aumenta la potencia de las lámparas empleadas, disminuye el número de las mismas que puede manejar el sistema. Por ejemplo, cada canal solo puede manejar dos lámparas de 200 W o cuatro de 100 W.

Con el fin de no sobrecargar excesivamente el triac y prolongar su vida útil, se recomienda dejar un margen de seguridad razonable en el cálculo del número de lámparas. Por regla general, el consumo de potencia por canal no debe exceder del 80% de su capacidad máxima.

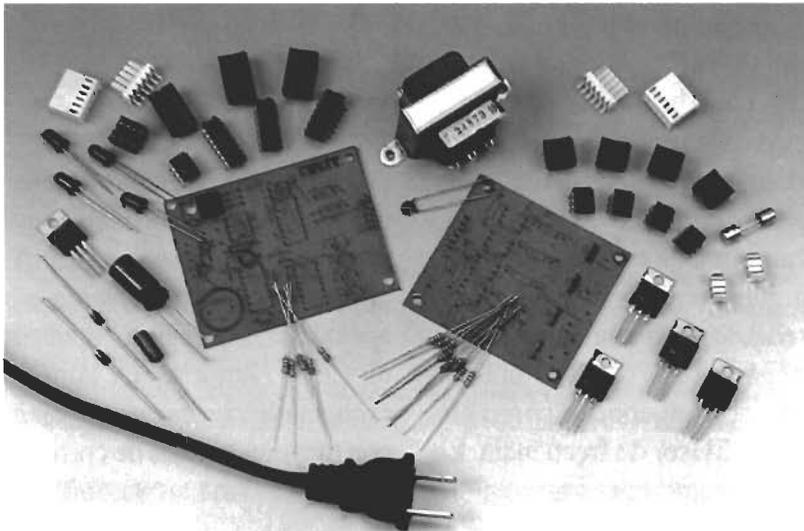


Figura 32.2 Componentes que forman el kit. Antes de iniciar el ensamble del circuito debemos estar seguros de tener todos los componentes necesarios. De esta forma, el trabajo se hace más rápido ya que no hay interrupciones; para esto debemos revisar con cuidado la lista de materiales adjunta.

#### Lista de materiales

##### Etapa de potencia

##### Resistencias a 1/2W

4 560  $\Omega$  (R6 a R9)

4 220  $\Omega$  (R10 a R13)

##### Circuitos integrados

4 Optoacopladores MOC3021 (IC5 a IC8)

##### Triacs

4 Q4015L5 o similar (TR1 a TR4)

##### Varios

4 Bases para integrado de 8 pines

1 Circuito impreso Ref. SL POTENCIA

1 Conector en línea de 5 ó 6 pines

1 Fusible corto de 5A

2 Terminales portafusible para impreso

7 Terminales para circuito impreso (espadín)

1 Disipador de aluminio en forma de "L"

4 Tornillos milimétricos 3x7 con tuerca

**Lista de materiales**

**Tarjeta de control y fuente de alimentación**

**Resistencias a 1/4W**

- 1 4,7 K $\Omega$  (R1)
- 4 1 K $\Omega$  (R2, R3, R4, R5)
- 1 Potenci3metro de 100 K $\Omega$  (P1)

**Condensadores**

- 1 4,7 $\mu$ F/16V electrol3tico (C1)
- 1 1000 $\mu$ F/16V electrol3tico (C2)
- 1 0,1 $\mu$ F cer3mico (C3)

**Circuitos integrados**

- 1 LM555 (IC1)
- 1 74LS73 (IC2)
- 1 74LS00 (IC3)
- 1 74LS02 (IC4)
- 1 Regulador 7805 (REG 1)

**Diodos**

- 4 LED rojos de 5 mm (D1 a D4)
- 2 1N4004 (D5, D6)

**Varios**

- 1 Interruptor SPDT (S1)
- 1 Transformador Primario: 110 3u220 VAC  
Secundario: 9-0-9/200mA
- 3 Bases para integrado de 14 pines
- 1 Base para integrado de 8 pines
- 1 Circuito impreso  
Ref. CONTROL SL-473
- 1 Conector en l3nea de 5 3u6 pines
- 5 Terminales para circuito impreso (espadin)
- 1 Tornillo milim3trico 3x7 con tuerca
- 1 Cable de alimentaci3n con enchufe
- 1 Cable plano o ribbon de 6 hilos (30 cm)

Figura 32.3 Gu3as de ensamblaje y circuitos impresos. El secuenciador de luces se ensambla en dos circuitos impresos, referencia CONTROL SL-473 para la parte de control y SL POTENCIA para la etapa de salida. En ellos se incluyen todos los componentes y las conexiones para las entradas y salidas de se3al y la fuente de alimentaci3n. Se debe tener mucho cuidado para ubicar los componentes en forma correcta ya que una equivocaci3n puede causar un mal funcionamiento del circuito.

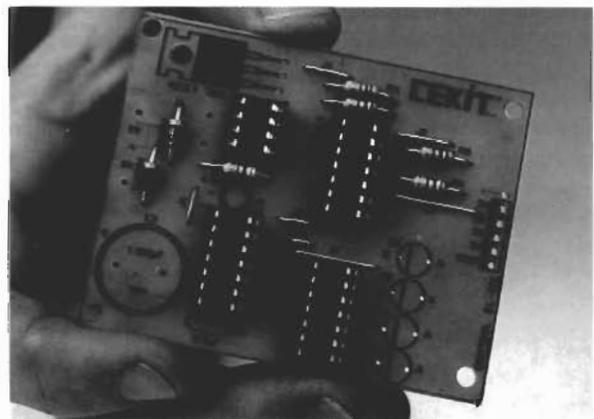
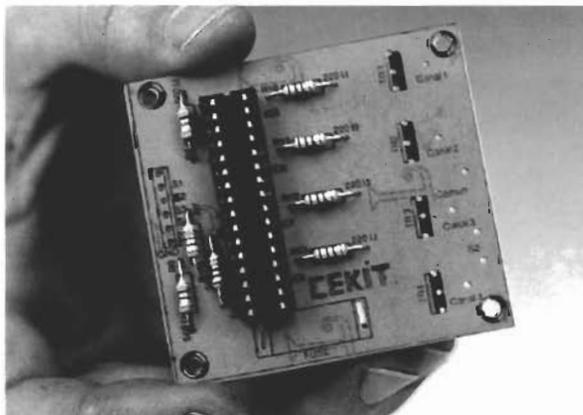
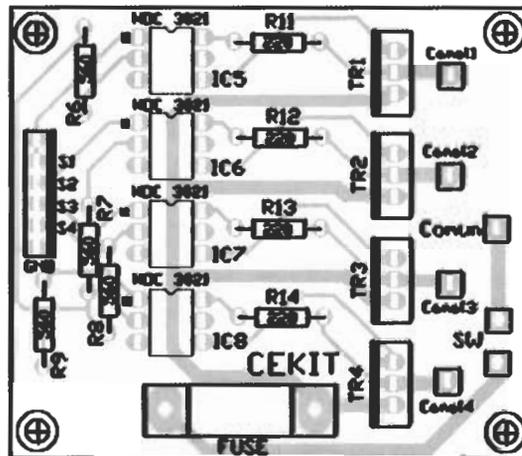
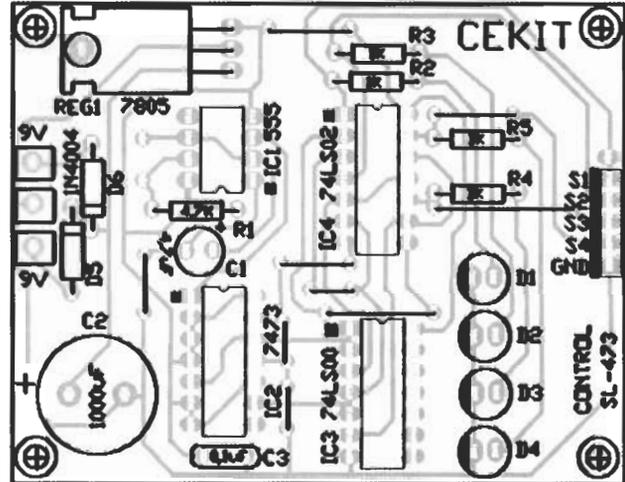
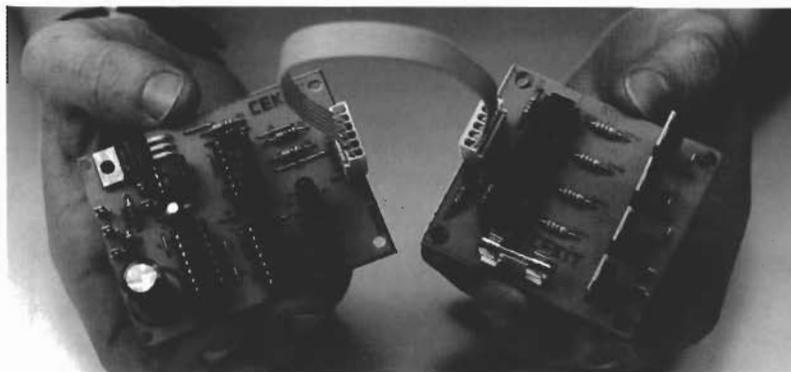


Figura 32.4 El proyecto es muy f3cil de armar. El primer paso es ensamblar las tarjetas o circuitos impresos con todos sus componentes.



Recuerde que las señales de entrada y salida utilizan conectores en línea y que los cables de la fuente de alimentación, el potenciómetro de control de velocidad y las salidas de las lámparas se conectan con espadines.

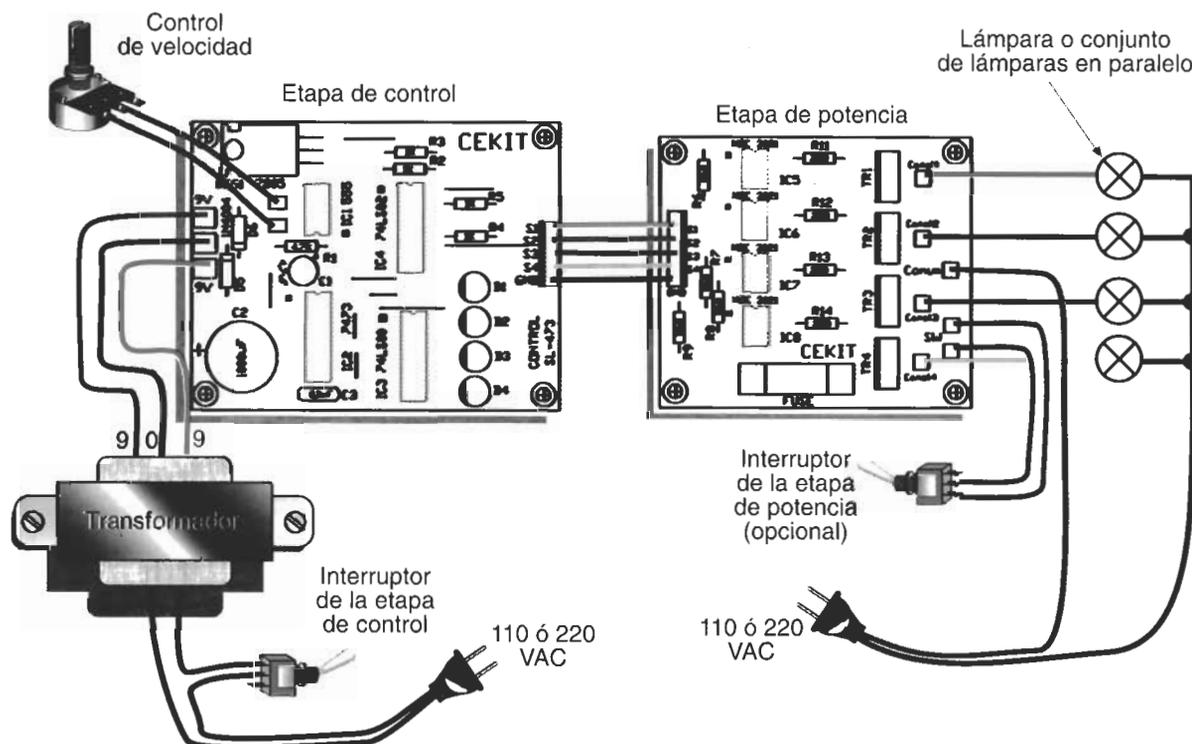


Figura 32.5 Ensamble final del circuito. Para operar normalmente el secuenciador de luces se debe terminar el ensamble de los demás elementos, tales como interruptores, transformador, cables de alimentación, etc., de la forma que se muestra en la gráfica. También, se muestra como se deben conectar las lámparas en la salida, note que en el punto marcado como SW en el circuito impreso de la etapa de potencia se ha conectado un interruptor que permite desconectar las lámparas independientemente de la parte de control. Si no se desea utilizar dicho sistema solamente se debe poner un puente de alambre en dichos puntos.

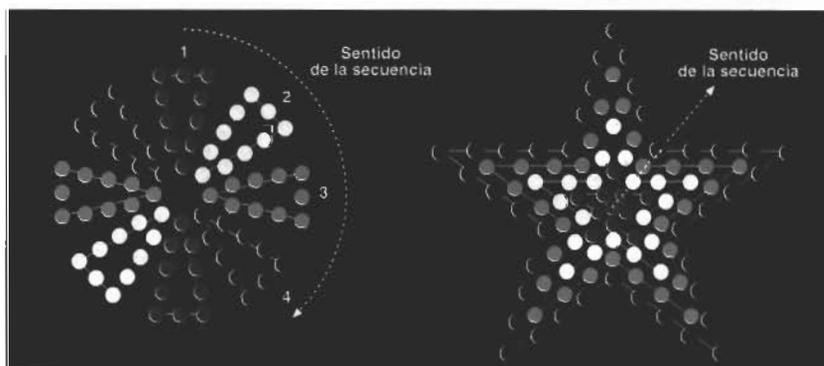
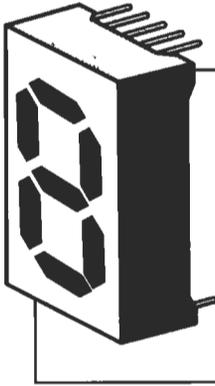


Figura 32.6 Para obtener efectos visuales muy agradables, las lámparas de salida se pueden ubicar de diferentes formas. Aquí presentamos algunas ideas interesantes.

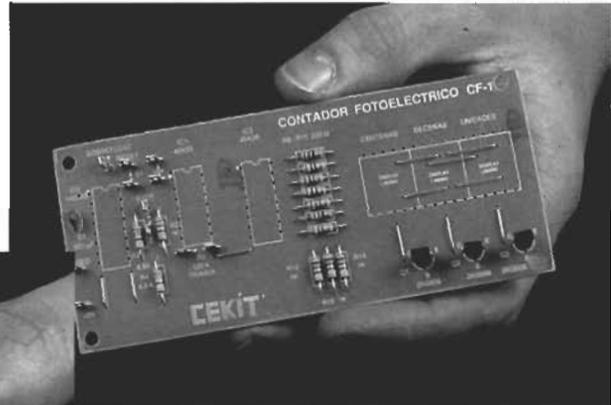


**El display de siete segmentos**

Este componente está formado por un conjunto de LEDs distribuidos de tal forma que, cuando se encienden algunos de ellos, se pueden formar los números del 0 al 9. Este dispositivo es muy utilizado en electrónica ya que permite mostrar números o datos provenientes de algún proceso. Se consiguen en dos versiones, de ánodo común y de cátodo común. El primero, tiene unidos los ánodos de todos los LEDs lo que implica que para encender uno de ellos se deba poner una señal de nivel bajo en el cátodo correspondiente y un nivel alto en el pin común. Para el segundo, la conexión es inversa.

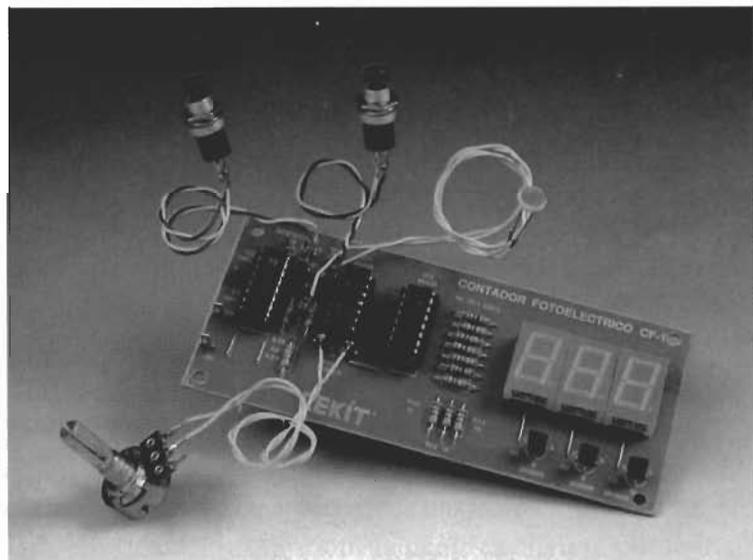
*Figura 33.4 El proyecto es muy fácil de armar.*

*Comience por soldar todos los puentes, principalmente los que quedan por debajo de los displays. Continúe con todas las resistencias, el condensador C1 y los transistores. Por último, suelde las bases para los circuitos integrados. Oriéntelos por la muesca que éstos traen en la esquina correspondiente al pin 1.*

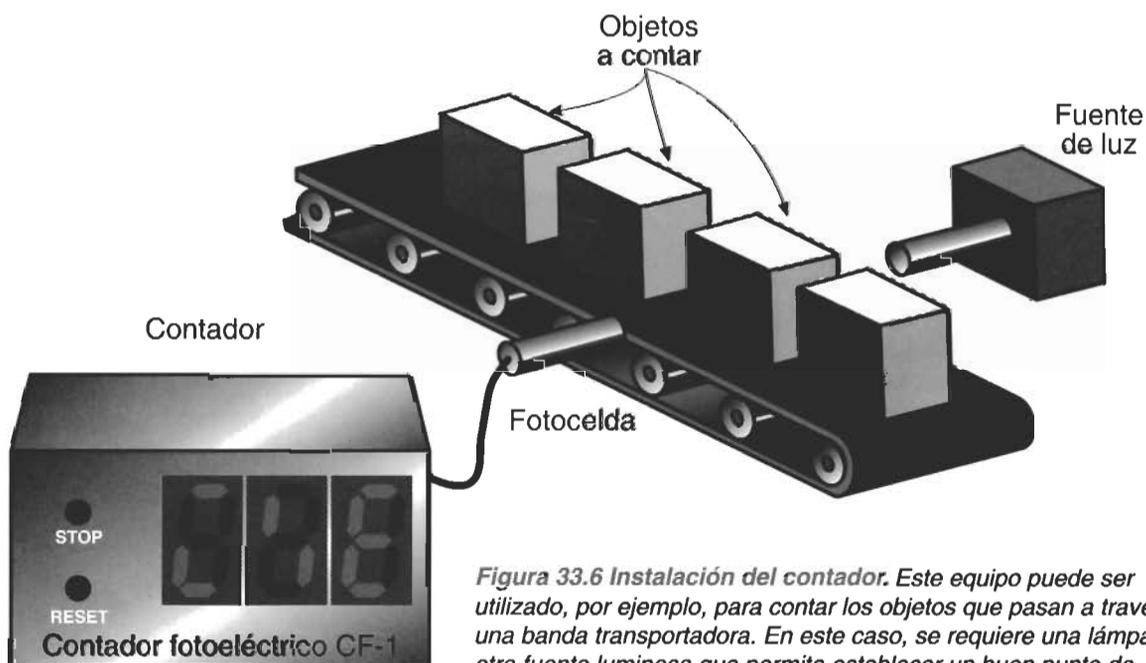
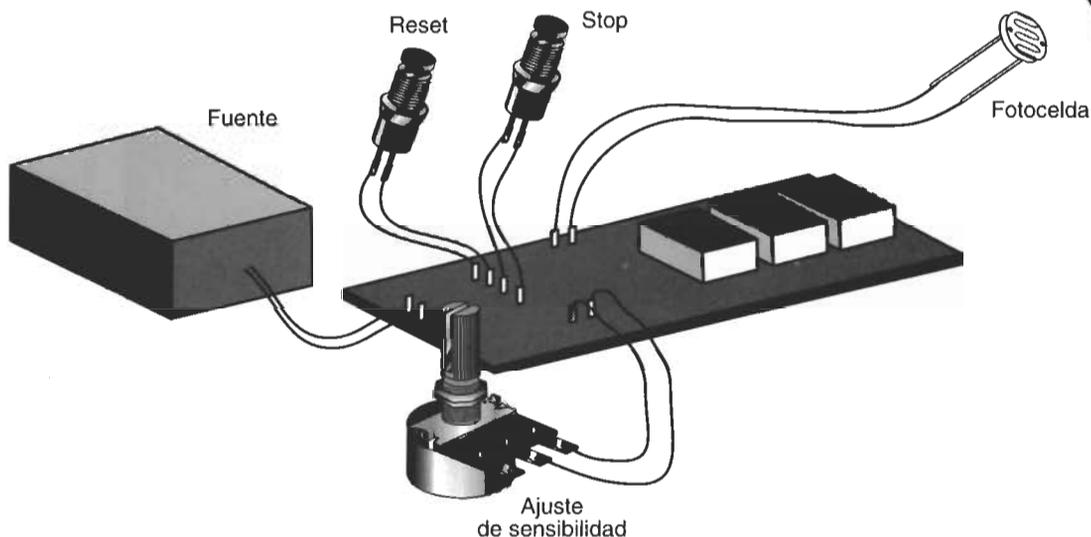


*Siga con la instalación de los displays, cuidando que el punto decimal quede localizado en la parte inferior derecha. Después, instale los circuitos integrados en sus bases, fijándose muy bien que el pin N° 1 quede correctamente orientado. Cuando esté listo el circuito, asegúrese de que todos los componentes están bien colocados, comparando su posición con la que les corresponde de acuerdo a la figura.*

*Para que el contador opere correctamente, la fotocelda debe recibir el rayo de luz de la mejor manera posible, evitando que luz natural o la luz reflejada de lámparas y otras fuentes artificiales, altere el proceso de conteo. Una forma sencilla de lograr esto último es montando la fotocelda en un pequeño tubo de material plástico de color negro. Recuerde que la fotocelda se puede adaptar a diferentes niveles de luz mediante el control de sensibilidad (R1).*

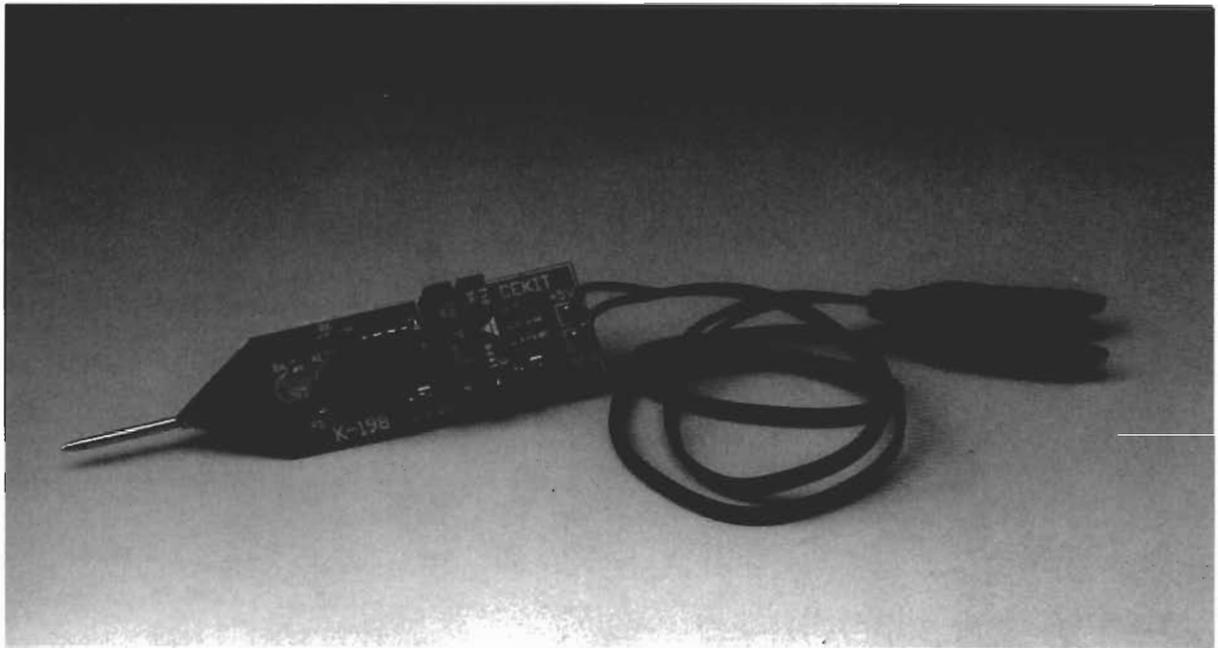


**Figura 33.5 Prueba del circuito.** Cuando esté seguro de que todo el montaje ha sido realizado correctamente, conecte la fuente de alimentación de 9V. Presione el botón de reset, el display del contador debe marcar el número 000. Luego, dirija el sensor hacia un rayo luminoso proveniente, por ejemplo, de una linterna. Interrumpa con la mano el rayo de luz, en ese momento el contador debe incrementarse.



**Figura 33.6 Instalación del contador.** Este equipo puede ser utilizado, por ejemplo, para contar los objetos que pasan a través de una banda transportadora. En este caso, se requiere una lámpara u otra fuente luminosa que permita establecer un buen punto de referencia para la fotocelda. Obviamente, antes de empezar el trabajo, se debe realizar el proceso de ajuste de sensibilidad.

# Proyecto N° 34



## Punta lógica TTL

*Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que permite comprobar los estados lógicos en las entradas y salidas de circuitos digitales. Puede ser utilizado para análisis, diagnóstico de fallas y en general, para estudiar el funcionamiento de circuitos de este tipo que trabajen con una fuente de alimentación de +5V.*

La electrónica digital ha revolucionado la tecnología moderna, gracias a ella se han logrado desarrollar aparatos tan novedosos como las calculadoras de bolsillo, las computadoras, los videojuegos y en general, un sinnúmero de aplicaciones que hacen más cómoda la vida del hombre y le permiten interactuar mejor con su medio.

Por esta razón, el estudio de la electrónica digital es una actividad primordial para to-

dos los que estamos involucrados en esta ciencia y para aquellos que apenas empiezan.

Aunque, cada día aparecen nuevas tecnologías de fabricación de semiconductores y otras familias lógicas como la CMOS, por ejemplo, tienen gran aceptación, la TTL continua con su dominio en lo que a electrónica digital se refiere dada su facilidad de uso, bajo costo y disponibilidad. Por tal motivo, consideramos que la

construcción de un instrumento de prueba como una punta lógica TTL es de gran importancia para los practicantes y experimentadores de esta ciencia. Además, quienes estudian el *Curso Práctico de Electrónica Moderna* deben estar preparados para continuar con el *Curso de Electrónica Digital*.

El proyecto que vamos a construir es una punta lógica, la cual sirve como instrumento para analizar el com-

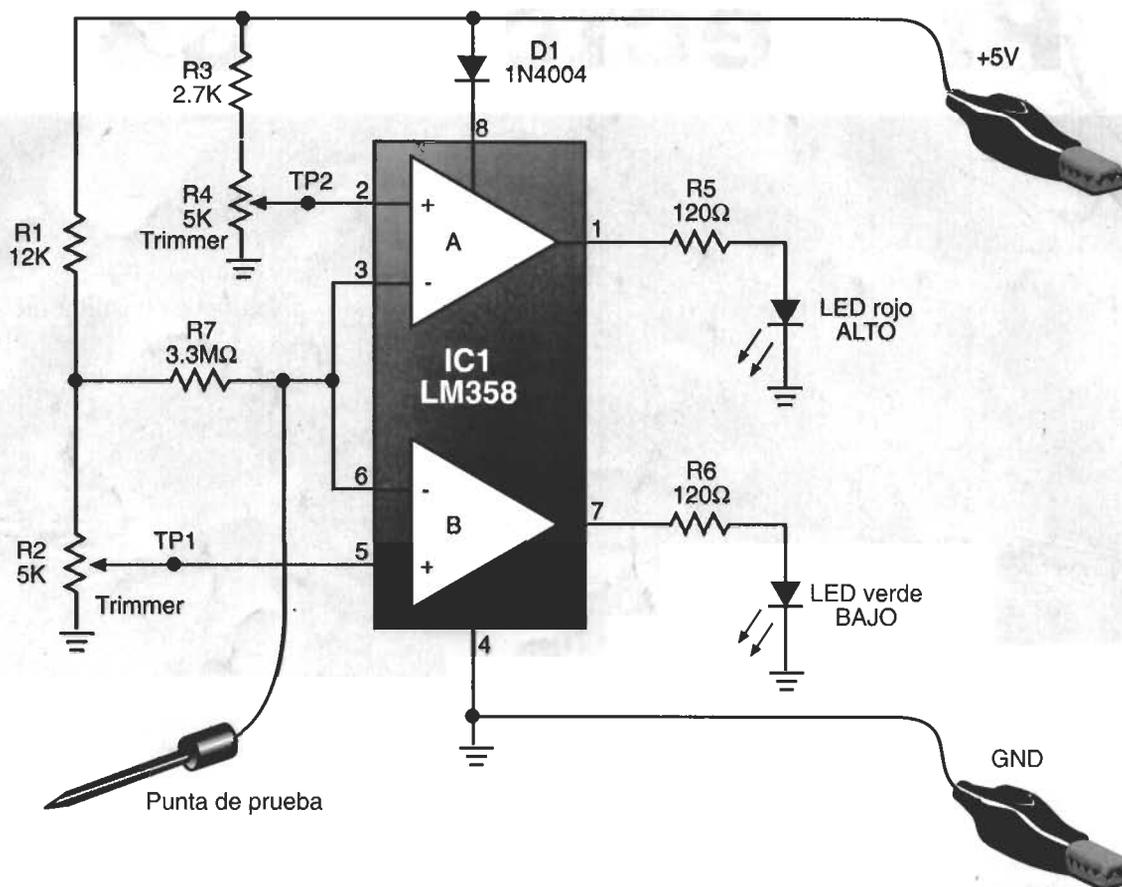


Figura 34.1 Diagrama esquemático de la punta lógica. El circuito es básicamente un comparador formado por dos amplificadores operacionales, los cuales determinan, según los voltajes ajustados en TP1 y TP2, si la señal medida posee un nivel lógico alto o bajo.

portamiento de circuitos digitales TTL mediante la indicación visual en LEDs, de cual es el estado lógico de un punto determinado del circuito. Para ello, cuenta con una punta de prueba que debe tocar el sitio bajo medida lo que inmediatamente causará que alguno de los indicadores visuales se ilumine. En la figura 34.1 se muestra el diagrama esquemático del circuito. A continuación, haremos una breve descripción de su funcionamiento.

El circuito está construido alrededor de un amplificador operacional LM358, el cual contiene internamente dos módulos amplificadores y puede trabajar con una fuente de alimentación sencilla. En los puntos marcados +5V y GND se deben conectar los caimanes rojo y negro que se unen a la fuente de alimentación positiva y negativa del circuito bajo prueba, respectivamente. El diodo D1 tiene como función proteger el amplifica-

dor operacional de posibles daños en caso de invertir los cables de alimentación.

Antes de iniciar el trabajo con la punta lógica se debe realizar el proceso de calibración de los voltajes que determinan cuales son los niveles máximos y mínimos que debe poseer una señal para considerarla como de nivel lógico alto o nivel lógico bajo. Para ello, se han dispuesto en el circuito dos resistencias variables que permiten ajustar fácilmente los valores deseados.

**Calibración.** Con la punta lógica conectada a la fuente de alimentación, gire el trimmer R2 de tal forma que en el punto marcado TP1 se mida un voltaje de 0,8V con respecto a tierra. También, con el trimmer R4 se debe ajustar el voltaje medido en TP2 para que sea de 2,0V.

Cuando se ajustan los voltajes en los puntos de prueba TP1 y TP2, realmente se ajustan los niveles de comparación del circuito conformado por los amplificadores operacionales. De esta forma, cuando el voltaje de la señal medida esté por

debajo de 0,8 voltios, la salida del comparador B se pone en nivel alto, encendiendo de paso el LED que indica que la señal medida tiene estado lógico bajo. Cuando el voltaje de la señal medida está por encima de 2 voltios, el comparador A pone su salida en nivel alto y se enciende el LED que indica que la señal medida posee estado lógico alto. Cuando la señal es un tren de pulsos, se alternará el encendido de los LEDs.

Dicha calibración hace que el instrumento sea muy versátil ya que el usuario

puede determinar qué valores debe tener una señal para ser considerada de un nivel lógico específico. Adicionalmente, una señal que tenga un voltaje comprendido entre 0,8 y 2 voltios hace que no se encienda ningún LED ya que está en una zona prohibida para los circuitos digitales TTL. Por esta razón, cuando la punta de prueba no hace contacto con algún punto del circuito o está al aire, es la resistencia R7 quien genera dicha condición de zona prohibida para mantener los LEDs apagados.

**Lista de materiales**

**Resistencias a 1/4W**

- 1 12 K $\Omega$  (R1)
- 1 4,7 K $\Omega$  (R3)
- 2 120  $\Omega$  (R5, R6)
- 1 3,3 M $\Omega$  (R7)
- 2 Trimmer de 5 K $\Omega$  (R2, R4)

**Semiconductores**

- 1 Diodo 1N4004 (D1)
- 1 LED rojo de 5 mm (ALTO)
- 1 LED verde de 5 mm (BAJO)
- 1 Circuito integrado LM358 (IC1)

**Otros**

- 1 Base para integrado de 8 pines
- 4 Terminales para circuito impreso (espadines)
- 1 Circuito impreso Ref. K-198 de CEKIT
- 1 Cable polarizado calibre 20 ó 22 (50 cm)
- 1 Caimán rojo
- 1 Caimán negro
- 1 Punta metálica
- 1 Soldadura (1 m)

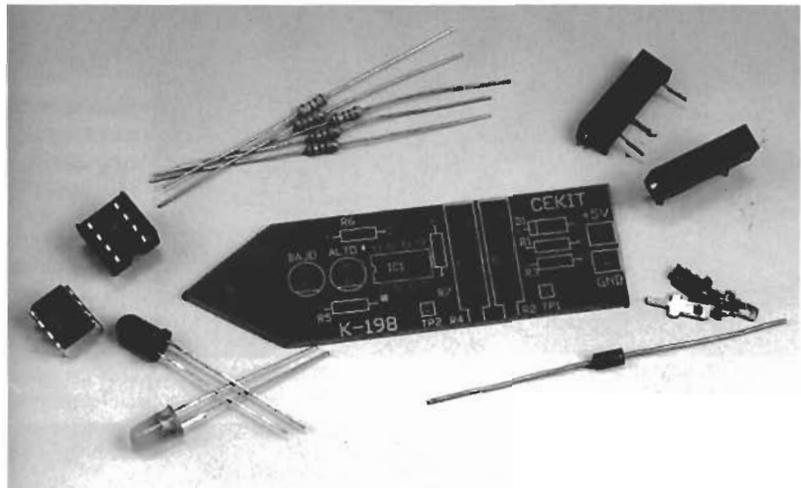


Figura 34.2 Componentes que forman el kit. Antes de iniciar el ensamble del circuito debemos estar seguros de tener todos los componentes necesarios. De esta forma, el trabajo se hace más rápido ya que no hay interrupciones; para esto debemos revisar con cuidado la lista de materiales adjunta.

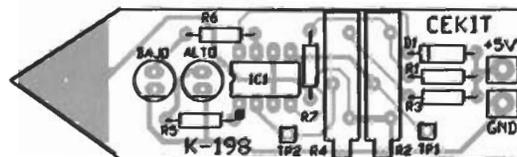
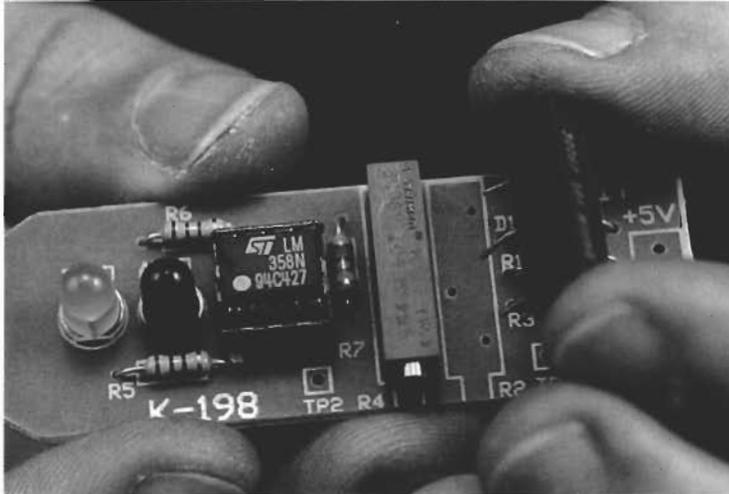
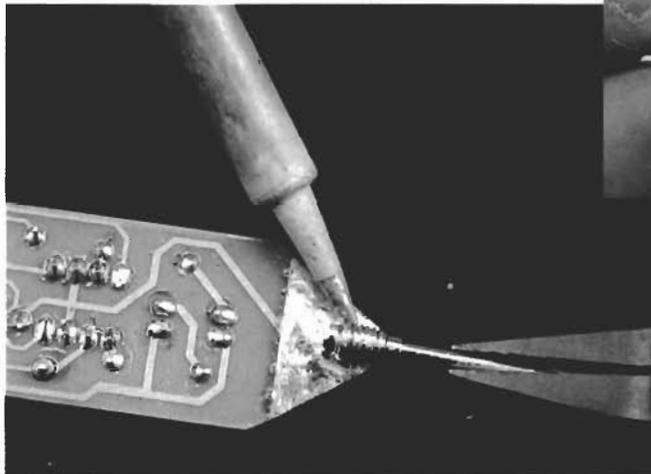


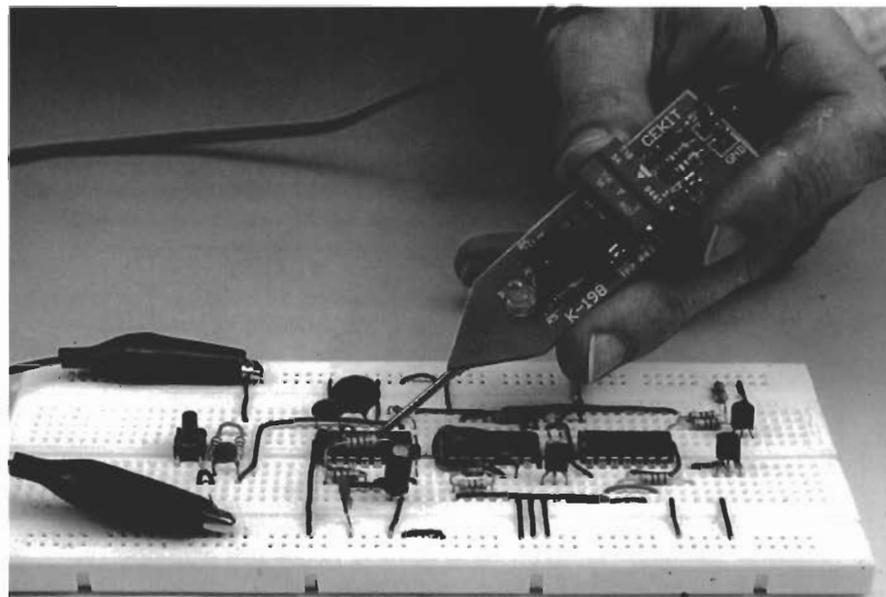
Figura 34.3 Guía de ensamble y circuito impreso. La punta lógica se ensambla sobre un circuito impreso referencia K-198 de CEKIT, en el cual se incluyen todos los componentes y las conexiones para la fuente de alimentación y la punta de prueba. Se debe tener mucho cuidado para ubicar los componentes en forma correcta ya que una equivocación puede causar un mal funcionamiento del circuito.



**Figura 34.4** El proyecto es muy fácil de armar. Comience por soldar las resistencias, los LEDs, los espadines y los trimmer. Por último, suelde la base para circuito integrado. Oriéntela por la muesca que ésta trae en la esquina correspondiente al pin 1. Después, instale el circuito integrado LM358 en su base, fijándose muy bien que el pin N° 1 quede correctamente orientado. Cuando esté listo el circuito, asegúrese de que todos los componentes estén bien colocados, comparando su posición con la que le corresponde de acuerdo a la figura.



Para la punta de prueba se puede utilizar la parte metálica de una punta de un multímetro o algún otro elemento conductor que tenga la rigidez necesaria.



**Figura 34.5** Uso de la punta lógica. Para analizar los estados lógicos de un circuito digital, los cables de alimentación de la punta se deben conectar a la misma fuente del circuito. Luego de esto, sólo se requiere que la punta de prueba metálica haga contacto con el objeto bajo prueba. En ese momento debe encenderse el LED correspondiente. Obviamente, primero se debe hacer el proceso de calibración como se describió anteriormente.

# Índice de Proyectos Tomo 5

1. **Alarma contra ladrones** ..... 1  
Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito de alarma que activa un indicador sonoro cuando uno o más sensores, ubicados estratégicamente en puertas, ventanas, etc., detectan una intrusión. Puede ser utilizada en la casa o el automóvil.
2. **Luces de velocidad variable** ..... 9  
Al ensamblar este proyecto se obtiene un juego de luces con dos LED, los cuales encienden de forma alternada, produciendo un efecto luminoso especial. La velocidad del destello se puede variar, desde muy lenta, hasta tan rápida que los cambios no se pueden apreciar.
3. **Fuente de alimentación de +5V, +12 y -12VDC de 0,5A** ..... 13  
Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que entrega tres voltajes constantes o regulados, +5V, +12V y -12V, los cuales sirven para alimentar todos los kits y experimentos que se realizan durante el curso, evitando así el uso de pilas o baterías que se desgastan rápidamente.
4. **Control de luminosidad** ..... 19  
Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que permite controlar la cantidad de potencia con que se alimenta una carga de corriente alterna. En este caso particular conectaremos una lámpara incandescente, aunque se puede utilizar en otros aparatos como el motor de un taladro, por ejemplo.
5. **Temporizador de eventos cortos con relé** ..... 25  
Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que permite controlar el tiempo durante el cual se activa una carga. Una vez el tiempo termine, ésta se debe desconectar automáticamente.
6. **Amplificador de audio de 2W con transistores** ..... 29  
Al ensamblar este proyecto se obtiene un pequeño amplificador de audio, ideal para conectarlo a un walkman o a un reproductor de CD. Su principal característica es que está construido con transistores lo que lo hace muy fácil de ensamblar y reparar.
7. **Luz intermitente con relé** ..... 33  
Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que genera una señal pulsante o intermitente, la cual se puede utilizar para encender y apagar alguna carga conectada en los contactos del relé de salida.
8. **Fuente de poder variable de 1,5 a 25 voltios** ... 37  
Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que entrega un voltaje continuo, que puede estar entre 1,5 y 25 voltios, cuyo valor puede ser ajustado mediante un potenciómetro. Dicho voltaje se puede utilizar para alimentar todo tipo de proyectos y experimentos electrónicos.
9. **Pre-amplificador para micrófono** ..... 43  
Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que amplifica las débiles señales entregadas por un micrófono y las lleva a niveles adecuados para ser aplicados directamente a un amplificador de potencia.
10. **Relé de estado sólido con Triac** ..... 47  
Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que permite manejar cargas de corriente alterna, por ejemplo una lámpara incandescente o un pequeño motor, desde un circuito electrónico que genera señales de control de bajo nivel.
11. **Indicador de línea telefónica en uso** ..... 51  
Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que se puede conectar en todas las extensiones de una línea telefónica para evitar que alguien levante el auricular cuando estamos conversando o conectados a Internet, lo que muchas veces corta la comunicación.
12. **Probador audible de continuidad** ..... 55  
Al ensamblar este proyecto se obtiene un instrumento de medida que permite realizar pruebas de continuidad en circuitos impresos, bobinas, relés, parlantes, etc., permitiendo así localizar fallas y realizar tareas de reparación.
13. **Sirena electrónica** ..... 59  
Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que produce un sonido similar al de una sirena, el cual puede ser utilizado en sistemas de alarma, juguetes electrónicos, señalización, etc.
14. **Amplificador de audio con circuito integrado** ..... 62  
Al ensamblar este proyecto se obtiene un amplificador de audio de baja potencia, el cual puede ser utilizado para reforzar la salida de un preamplificador o para amplificar la salida de un walkman o un reproductor de CD.
15. **Luz nocturna automática con relé** ..... 65  
Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que activa o desactiva un relé dependiendo de la cantidad de luz que exista en el medio circundante. Puede ser utilizado para encender una lámpara exterior cuando cae la noche.
16. **Control de velocidad para motor DC** ..... 69  
Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que permite controlar la velocidad de un motor DC, desde cero hasta su valor máximo. Puede ser utilizado en juguetes, prácticas de robótica y en general, cualquier aparato que requiera un motor de este tipo.
17. **Amplificador de audio de alta potencia** ..... 73  
Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que permite amplificar las señales provenientes de cualquier fuente de audio como un reproductor de CD, un walkman o un deck de cassette, para que se pueda escuchar el sonido con gran intensidad y alta fidelidad.
18. **Indicador de nivel de agua** ..... 80  
Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que permite conocer el nivel de agua dentro de un recipiente, ya sea un pequeño vaso o un tanque de gran tamaño. Dicho nivel se indica de forma visual en una barra de LED's.

- 19. Temporizador de eventos largos ..... 85**  
 Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que permite activar una carga durante un tiempo determinado, el cual puede ser ajustado por el usuario de acuerdo a sus necesidades. Su principal característica es que el tiempo programado puede ser hasta de varios días.
- 20. Generador de audio variable ..... 89**  
 Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que genera una señal de audio, a la cual se le pueden modificar la frecuencia y la amplitud, con el fin de obtener diferentes efectos sonoros. Esto permite que el circuito pueda ser utilizado para probar amplificadores de audio.
- 21. Voltímetro con LED's ..... 93**  
 Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que sirve para medir voltajes de corriente directa y que muestra su lectura en un conjunto de LED's organizados linealmente. Puede ser acoplado a cualquier fuente DC de salida variable.
- 22. Interruptor activado por sonido ..... 99**  
 Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que permite conectar y desconectar aparatos a distancia, sin necesidad de cables ni controles remotos. Basta con aplaudir y automáticamente se encenderán y/o apagarán los elementos que esté controlando.
- 23. Interruptor infrarrojo ..... 105**  
 Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que genera una señal de control cada vez que un objeto pasa por un punto determinado, el cual, está delimitado por una pareja conformada por un emisor y un receptor infrarrojos.
- 24. Mezclador de audio ..... 109**  
 Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que permite mezclar las señales generadas por diferentes fuentes de audio, tales como reproductores de CD, decks de cassette o micrófonos con su respectivo preamplificador.
- 25. Monitor de batería para automóvil ..... 113**  
 Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que permite conocer el estado en que se encuentra la batería de un automóvil, es decir si se está cargando, descargando o se encuentra en un estado pasivo.
- 26. Control de temperatura para caudín ..... 117**  
 Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que permite controlar la cantidad de potencia que se aplica en una carga de corriente alterna. En este caso específico, lo utilizaremos para controlar la temperatura de un caudín lo que nos permitirá hacer soldadura de componentes delicados de una manera segura.
- 27. Luz de emergencia ..... 121**  
 Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que enciende automáticamente unas pequeñas lámparas cada vez que se interrumpe el suministro de corriente alterna. Se puede utilizar como luz de emergencia en el hogar o en la oficina.
- 28. Organo electrónico ..... 125**  
 Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que genera tonos musicales, similares a los que se obtienen en las octavas centrales de un piano.
- 29. Control de tonos estéreo ..... 129**  
 Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que permite ajustar los tonos de una señal de audio según los gustos del usuario. Además, sirve como preamplificador y puede ser conectado en la entrada de un amplificador de potencia para formar un sistema de sonido completo.
- 30. Amplificador de audio de 8W ..... 133**  
 Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que permite amplificar las señales provenientes de cualquier fuente de audio como un reproductor de CD, un walkman o un deck de cassette, para que el sonido pueda ser escuchado con buena intensidad y alta fidelidad en una caja acústica o bafle.
- 31. Luces pseudoaleatorias en montaje superficial .... 139**  
 Al construir este proyecto se obtiene un circuito que produce señales aleatorias, las cuales se utilizan para encender unos LED's ubicados de tal forma, que generan efectos visuales muy agradables. Además, es una práctica que nos introduce en el mundo de los componentes miniatura y su manipulación.
- 32. Secuenciador de luces de cuatro canales ... 143**  
 Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que maneja un juego de luces secuenciales, el cual simula un efecto rotatorio o de movimiento. Puede ser utilizado en avisos luminosos, discotecas y en adornos o luces de navidad.
- 33. Contador fotoeléctrico ..... 149**  
 Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que permite contar los objetos que pasan entre dos puntos determinados, en los cuales se ubican una fuente de luz y un detector óptico. El conteo se muestra en tres displays de siete segmentos lo que permite llegar a un valor máximo de 999.
- 34. Punta lógica TTL ..... 155**  
 Al ensamblar este proyecto se obtiene un circuito que permite comprobar los estados lógicos en las entradas y salidas de circuitos digitales. Puede ser utilizado para análisis, diagnóstico de fallas y en general, para estudiar el funcionamiento de circuitos de este tipo que trabajen con una fuente de alimentación de +5V.

## Fe de erratas

- **Página 3.** En la lista de materiales se describe la resistencia de  $220\Omega$  con los colores rojo, rojo, naranja, dorado, que correspondería a  $22k\Omega$ . En realidad debe decir: rojo, rojo, café, dorado.
- **Página 10.** En la figura 2.1 existen los siguientes errores en los números de los pines del circuito integrado **555**: El pin que aparece con el número 5, en realidad es el 6. El pin que no tiene ningún número corresponde al pin 7.
- **Página 106.** En la figura 23.1, al circuito receptor del control remoto se le debe agregar un condensador de  $0,01\mu F$ , referencia **C6**, entre la salida del amplificador operacional **IC1B** (pin7) y la entrada del **IC2** (pin 3). La misma corrección se debe hacer en el circuito impreso correspondiente, figura 2.3.