

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

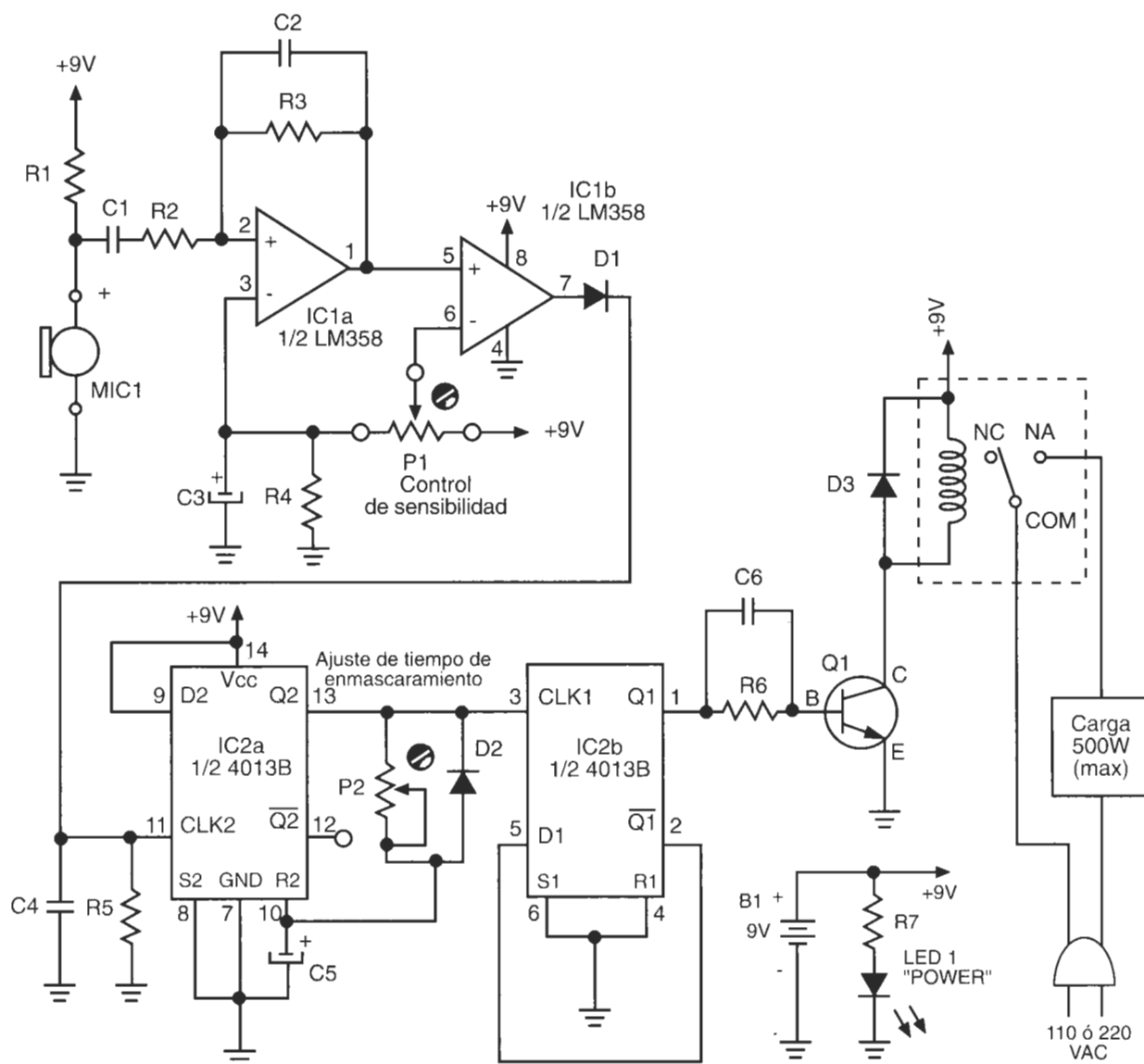


Figura 22.1 Diagrama esquemático del interruptor activado por sonido. El circuito está conformado por varias etapas, la primera de ellas es un filtro construido alrededor con un amplificador operacional LM358 (IC1a), la segunda es un comparador de voltaje basado también en un LM358 (IC1b). Las etapas 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.

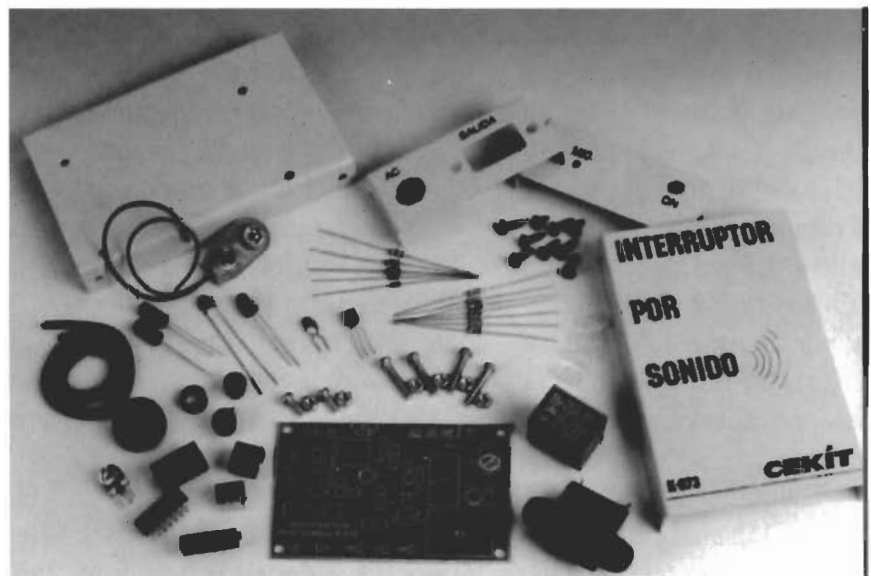
El micrófono convierte las ondas sonoras incidentes, originadas por voces, golpes, palmadas, etc., en señales eléctricas equivalentes que se aplican a la entrada de un filtro activo pasabanda. Este último, está desarrollado alrededor del amplificador operacional LM358 (IC1a) y cumple la función básica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



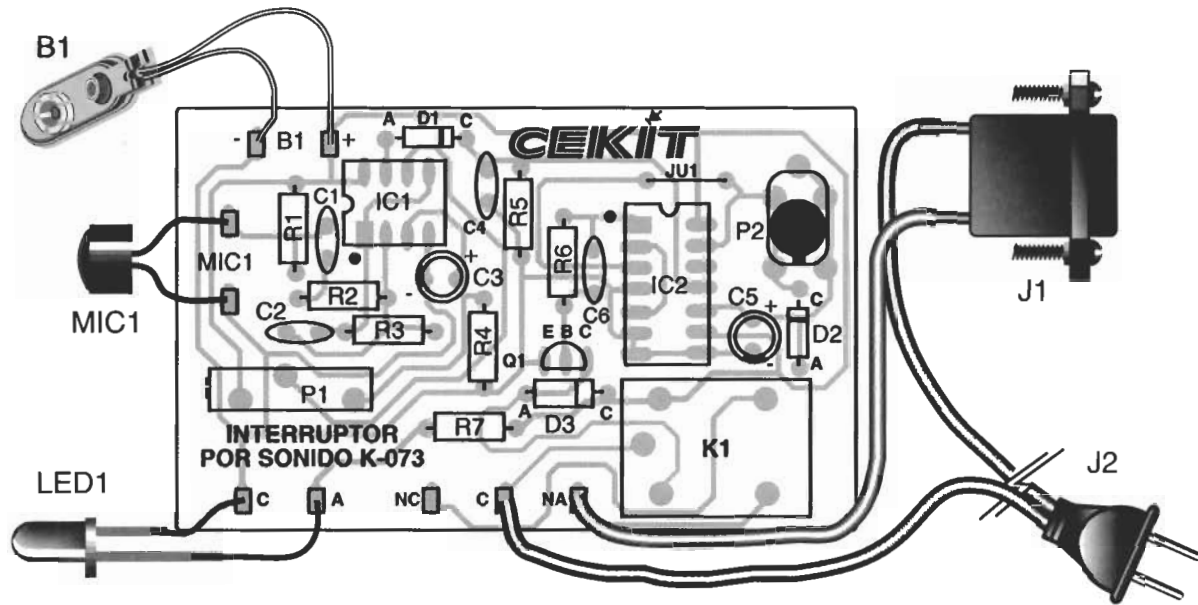


Figura 22.3 Guía de ensamblaje y circuito impreso. El interruptor activado por sonido se ensambla sobre un circuito impreso referencia K-073 de CEKIT, en el que se incluyen todos los componentes y las conexiones para la fuente de alimentación, el micrófono, el LED y la salida de potencia para alimentar 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 KΩ (R1, R2)
- 1 - 330 KΩ (R3)
- 1 - 47 KΩ (R4)
- 1 - 1 MΩ (R5)
- 2 - 1 KΩ (R6, R7)
- 1 - Trimmer de 50 Kohm (P1)
- 1 - Reóstato de 100 Kohm (P2)

Condensadores

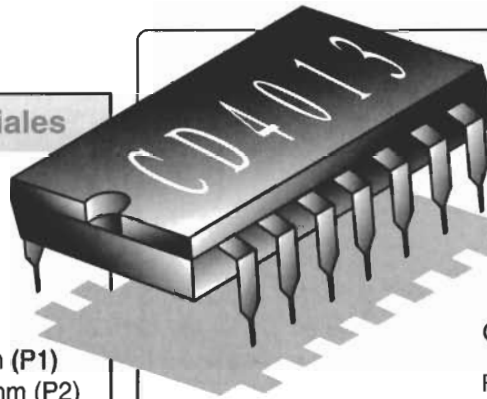
- 2 - Cerámicos de 0.1uF (C1, C6)
- 1 - Cerámico de 0.001uF (C2)
- 1 - Electrolítico de 1 uF/35V (C3)
- 1 - Cerámico de 3.3pF (C4)
- 1 - Electrolítico de 10 uF/35V (C5)

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)

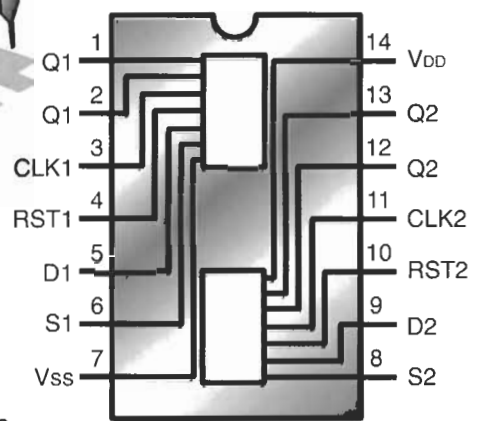
Otros

- 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

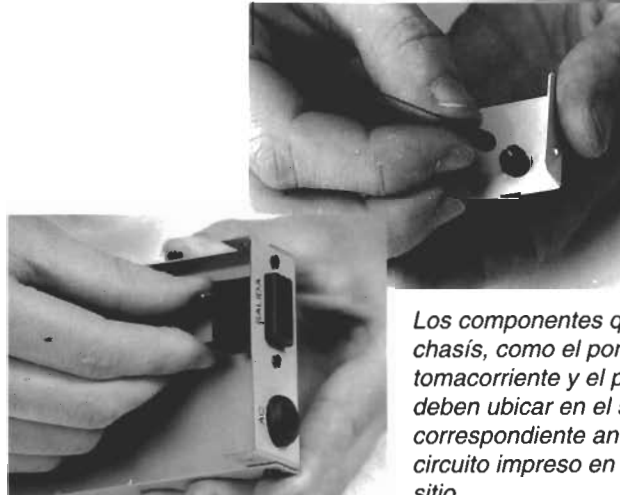
Diagrama de pines



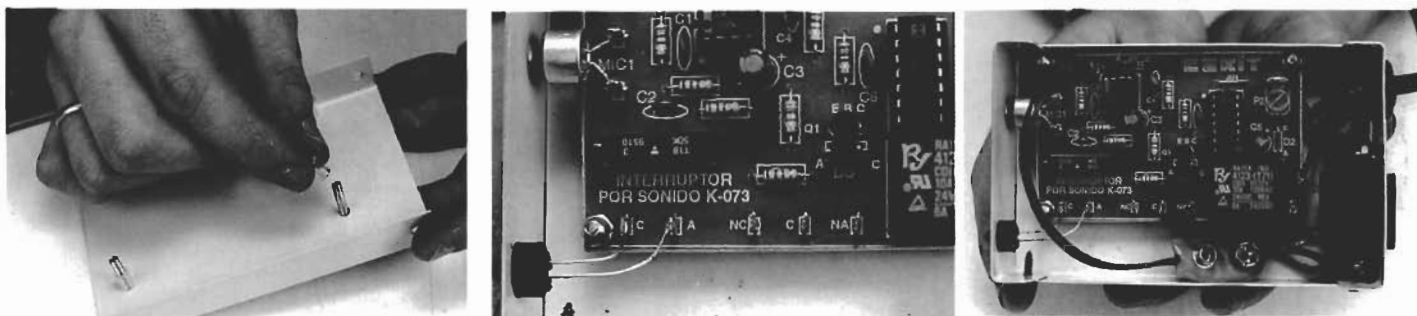
El circuito integrado CD4013

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.

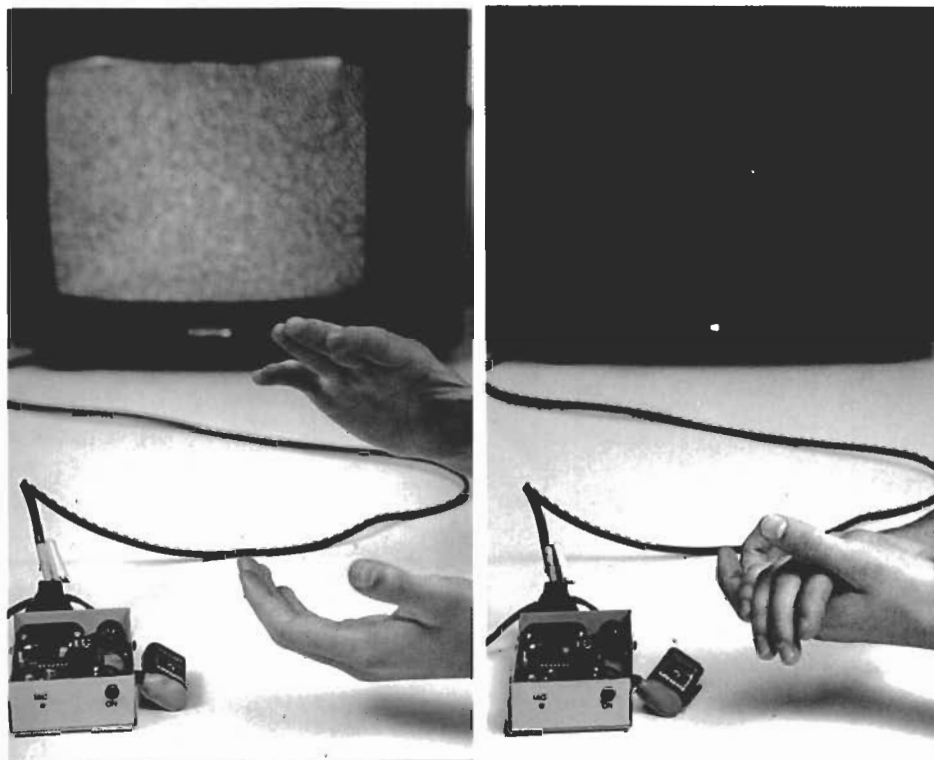


Figura 22.5 Un ejemplo práctico de utilización del interruptor activado por sonido es el encendido y apagado de un televisor que no posee control remoto.