

ESTE APARATO SE PONE EN FUNCIONAMIENTO EXCITADO POR CUALQUIER IMPULSO SONORO

un relé accionado por el sonido

- 1** análisis del circuito
- 2** estructura del amplificador
- 3** realización práctica
- 4** carga pasiva
- 5** carga activa
- 6** puesta a punto



Las aplicaciones de este dispositivo son innumerables, pasando del sector fotográfico al de las experimentaciones electrónicas, de los sistemas de cierre de los circuitos alimentadores a los sistemas anti-robo y de alarma.

Cualquier impulso sonoro, incluso el chasquido de los dedos, pone en funcionamiento el aparato, permitiendo la realización de un perfecto mando a distancia capaz de abrir o de cerrar cualquier circuito eléctrico; más prácticamente, de poner en funcionamiento un electrodoméstico o provocar la iluminación en una estancia cualquiera.

Veamos inmediatamente el funcionamiento de este interesante circuito, que puede liberar a su poseedor de la esclavitud de tener que intervenir en el tradicional interruptor eléctrico. El sonido, natural o artificial, espontáneo o provocado a propósito, es recogido por un micrófono piezoeléctrico que constituye el elemento de entrada de este proyecto.

A continuación, la señal se expone a un proceso de amplificación por parte de un circuito integrado, que genera un impulso en la puerta de un diodo controlado de silicio el cual, a su vez, se cebaba provocando el encendido de un diodo LED o cerrando el circuito de alimentación de una carga externa.

Este es, a grandes rasgos, el principio de funcionamiento del relé electrónico, que demuestra ser extremadamente sensible incluso a los más débiles sonidos y que el lector sabrá destinar al empleo que más le complazca.

Durante el proyecto del relé sensible a los sonidos, nuestro laboratorio se fijó diversos objetivos. El primero de todos ellos, la composición de un circuito de seguro funcionamiento; en segundo lugar, obtener un montaje de reducidas dimensiones; a continuación, la más baja exigencia posible de absorción de corriente para poder aprovechar incluso las baterías de pequeña capacidad.

Otra de las preocupaciones consistía en presentar a los lectores un dispositivo de fácil realización práctica para todos, incluso para cuantos velan sus primeras armas en la electrónica. Para los principiantes se ha tenido en cuenta el coste de la realización, conteniéndola dentro de límites accesibles.

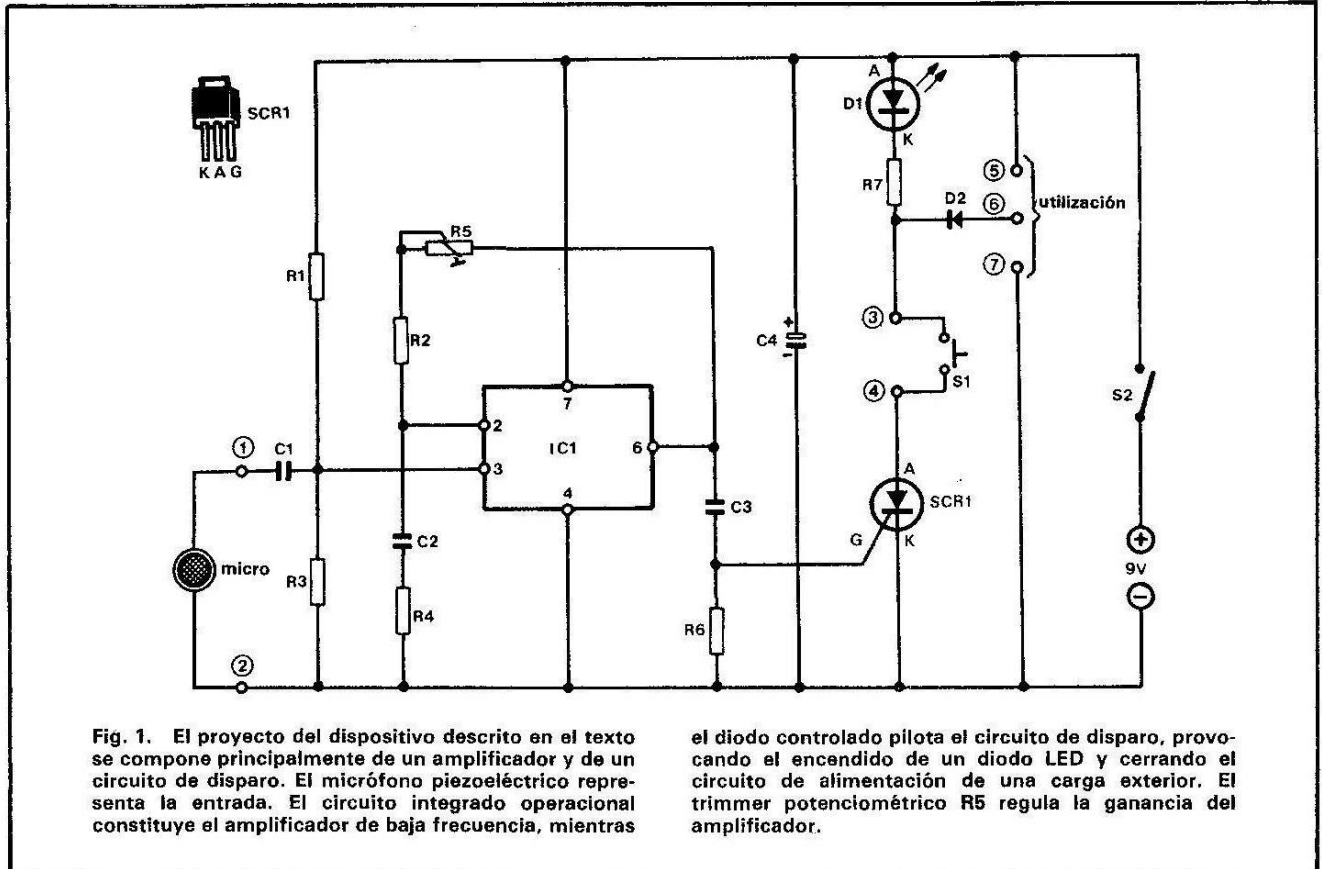
Para poder satisfacer al mismo tiempo todas las exigencias citadas, se decidió recurrir a componentes electrónicos modernos y, a la vez, de precios populares. El amplificador de baja frecuencia, por ejemplo, está constituido por un circuito integrado operacional muy conocido por los aficionados. El circuito de disparo, en cambio, es un diodo controlado SCR que, como se sabe, actúa como relé de estado sólido, comportándose de igual forma que los más tradicionales dispositivos electromecánicos.

1 El empleo del circuito operacional $\mu A741$ permite componer el circuito amplificador con pocos elementos, como se puede ver en el esquema eléctrico de la figura 1.

La ganancia del amplificador de baja frecuencia debe considerarse elevada; la impedancia es alta y la estabilidad óptima.

Los lectores más atentos habrán observado que el montaje del integrado $\mu A741$ no resulta alimentado con dos pilas distintas, aunque el componente ha sido proyectado para trabajar con una doble tensión de alimentación (positiva y negativa respecto a masa); por motivos de sencillez, se salvó este obstáculo polarizando la entrada no inversora (terminal 3) a una tensión igual a la mitad de la de alimentación, en lugar de a masa. Este particular valor de tensión se obtiene mediante la conexión de las dos resistencias de igual valor R1-R3. A estas resistencias se ha atribuido, además, un valor óhmico elevado (1 megohmio) porque la impedancia de entrada asumida por el amplificador depende esencialmente de estas resistencias y teniendo en cuenta que, en la práctica, la impedancia de entrada del amplificador operacional, considerada en el terminal 3, o sea en su entrada no inversora, resulta prácticamente infinita.

Con esta precaución es posible conectar, en la entrada del



dispositivo, una cápsula microfónica de tipo piezoeléctrico, aprovechando plenamente la señal generada por el mismo y sin que sea atenuada por un reducido valor de resistencia de entrada del amplificador operacional.

2

La concepción circuital del amplificador de baja frecuencia se identifica con la típica de un común amplificador realimentado. A tal propósito recordaremos que el fenómeno de la realimentación permite estabilizar la ganancia, aumentar el valor de la impedancia de entrada, reducir la de salida, alargar la banda pasante y producir una reducción de los efectos de las variaciones térmicas, que pueden interferir negativamente en la ganancia, en el punto de trabajo y en otros muchos parámetros, del amplificador operacional.

En este circuito, la red de realimentación está compuesta por las resistencias R2-R4, el trimmer potenciométrico R5 y el condensador C2. Esta red resulta obviamente variable a causa de la presencia del trimmer potenciométrico R5, que permite regular, dentro de límites muy amplios, la ganancia del amplificador operacional.

Para completar y concluir este importante concepto, se recuerda que la ganancia del amplificador operacional es establecida por la siguiente expresión analítica:

$$G = \frac{R2 + R5}{R4} + 1$$

Después de haber sido expuesta al proceso de amplificación, por parte del circuito integrado IC, la señal producida por el micrófono piezoeléctrico se aplica a la puerta del diodo

SCR. La puerta representa el electrodo de disparo del dispositivo.

En la práctica, el SCR se comporta como un relé con auto-retención, dado que una vez excitado permanece en este estado mientras no se interrumpa la alimentación en el circuito principal ánodo-cátodo (A-K). Se puede decir que el circuito de este dispositivo termina con este componente, dado que ulteriores conexiones dependen esencialmente de los circuitos externos de utilización que más adelante describiremos.

3

En la figura 2 se reproduce el esquema práctico más racional del proyecto descrito. En el mismo se utiliza un circuito impreso cuyo dibujo a tamaño natural se muestra en la figura 3. En dicha placa se situarán todos los componentes del esquema teórico de la figura 1.

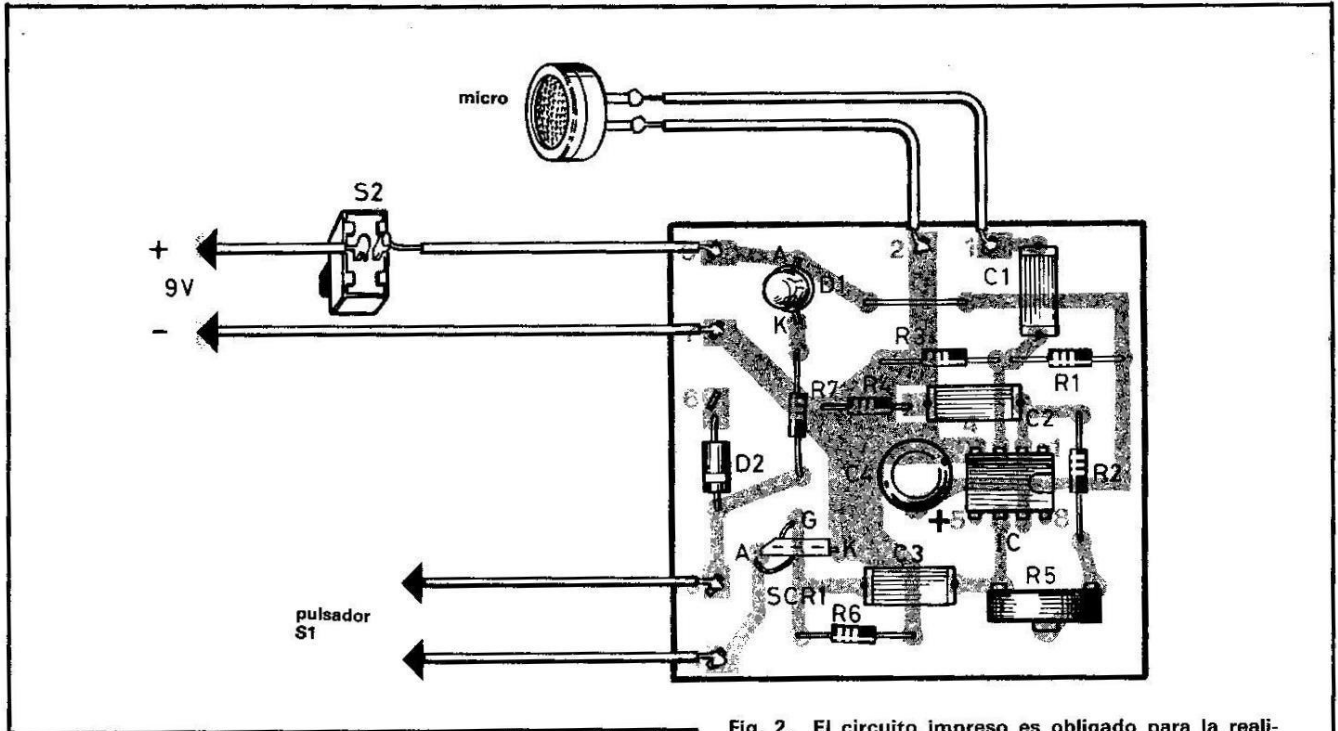
A los principiantes recomendamos prestar atención a la entalladura de referencia o de orientación, realizada en uno de los lados menores del rectángulo del circuito integrado. Su presencia permite la conexión exacta del componente en la placa del circuito impreso, tal como se ve en la figura 2.

También el diodo controlado SCR deberá conectarse exactamente en el circuito impreso, teniendo en cuenta el dibujo de la figura 2.

En lo que se refiere al diodo LED D1, que actúa como elemento piloto, se recuerda que el cátodo K es identificable en virtud de la presencia de una pequeña entalladura en la envoltura externa del componente.

Igual atención se prestará a la conexión del diodo rectificador D2, recordando que el cátodo de este componente

UN RELÉ ACCIONADO POR EL SONIDO



se encuentra en la parte donde existe un anillo blanco o negro, según el modelo que se utilice.

En el circuito impreso se aplicarán algunos terminales para las conexiones con los diversos elementos externos (micrófono piezoeléctrico, pulsador, tensión de alimentación, circuito utilizador).

Más precisamente, en los terminales correspondientes a los números 1-2 del circuito impreso, se conectará el micrófono piezoeléctrico. En los terminales 3-4 se conectarán en cambio los bornes de un interruptor de pulsador normalmente cerrado. La tensión de alimentación de 9 a 12 voltios se conectará al terminal 5 (conductor positivo) y al terminal 7 (conductor negativo). El terminal contraseñado con el número 6 sirve para la conexión con las eventuales cargas externas.

4

El circuito utilizador, según las diversas aplicaciones que se quieran dar a este dispositivo, podrá ser una lamparita, un timbre, un relé electromecánico, etc. Estos elementos pueden conectarse de distintas maneras.

El caso más sencillo es el de la conexión de una «carga pasiva» alimentada al producirse el ruido captado por el micrófono, que permanece alimentado mientras no se proceda a oprimir el pulsador de desexcitación S1.

Para este tipo de carga (lamparita, relé, timbre u otro), la conexión se efectuará entre los terminales 5-6, teniendo presente que al tratarse de una carga polarizada, el terminal 5 corresponde al lado positivo (figura 4).

5

En algunos tipos de aplicaciones de este dispositivo podría suceder que se tuviese que pilotar un circuito utilizador «activo», o sea dotado de alimentación propia.

Con una carga similar, la unión se realiza entre los termina-

Fig. 2. El circuito impreso es obligado para la realización del proyecto descrito en el texto. Los terminales, soldados en diversos puntos de las pistas contraseñadas 1-2-3-4-5-6-7, sirven para la conexión con el micrófono, el pulsador, la alimentación y las eventuales cargas de utilización. Se recomienda introducir en la placa de circuito impreso los tres elementos D1, D2 y SCR1, teniendo en cuenta la precisa distribución de sus electrodos

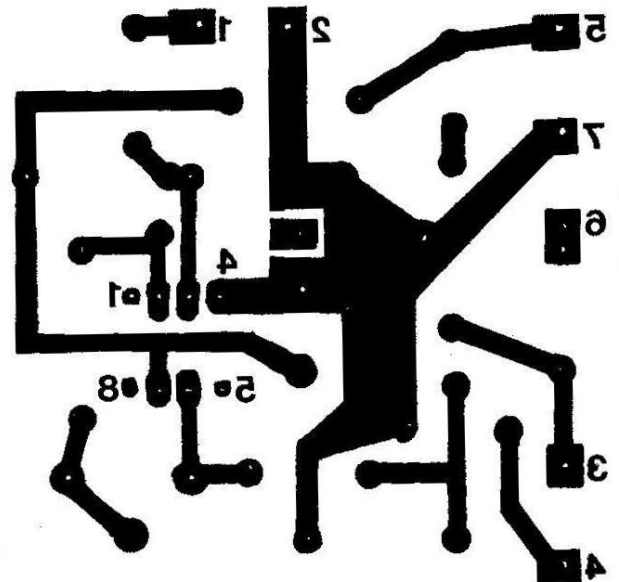


Fig. 3. Dibujo a tamaño natural del circuito impreso que el lector deberá reproducir antes de efectuar el montaje del dispositivo electrónico.

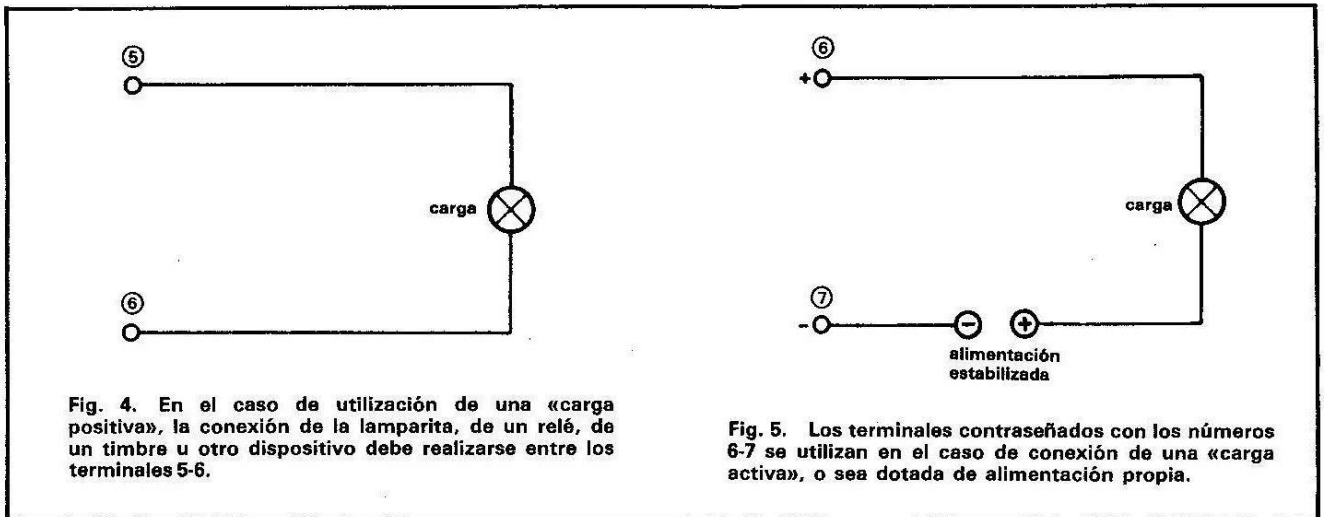


Fig. 4. En el caso de utilización de una «carga positiva», la conexión de la lamparita, de un timbre u otro dispositivo debe realizarse entre los terminales 5-6.

Fig. 5. Los terminales contraseñados con los números 6-7 se utilizan en el caso de conexión de una «carga activa», o sea dotada de alimentación propia.

les 6-7 (figura 5), teniendo presente conectar el terminal positivo con el terminal 6 y el negativo con el terminal 7.

La función del diodo D2 consiste en impedir la alimentación del circuito utilizador a través de la resistencia R7 y el diodo LED D1.

En el caso de que la tensión de alimentación «externa» tuviese que ser superior a la de este dispositivo, se deberá prescindir de la indicación luminosa del LED, renunciando a éste y eliminándolo del circuito; o bien, conectando en serie con el mismo un diodo de bloqueo, del mismo tipo que el diodo D2, conectado en el mismo sentido que el LED. Ello es necesario por cuanto los diodos LED soportan tensiones inversas máximas de 3 voltios, aproximadamente.

Teniendo en cuenta esta última evidencia, se deberá conectar también en paralelo con el diodo LED, una resistencia de 1.000 a 10.000 ohmios, al objeto de evitar, aun estando presente el diodo auxiliar, la formación de una tensión inversa superior a los 3 voltios debida a la capacidad interna del propio LED.

Cualquiera que sea el tipo de conexión con la carga exterior, se recuerda que no deben superarse los valores de tensión y corriente admisibles por el SCR utilizado.

La figura 6 muestra una aplicación del dispositivo en el sector fotográfico.

Lista de componentes

- C1 a C3 = 220.000 pF, poliester planos min.
- C4 = 25 μ F/25 V, electrolítico
- R1, R3 = 1 megohmio 1/4 W \pm 5 %
- R2, R4 = 33.000 ohmios 1/4 W \pm 5 %
- R5 = Trimmer potenciométrico de 5 M Ω
- R6 = 680 ohmios 1/4 W \pm 5 %
- R7 = 390 ohmios 1/4 W \pm 5 %
- IC1 = Circuito integrado tipo μ A741, encapsulado en plástico, dual-in-line
- SCR1 = Diodo controlado de silicio C106 D2, C107 D2
- D1 = Diodo LED TIL 209
- D2 = Diodo 1N4002 (BY126)
- S1 = Interruptor pulsador
- S2 = Interruptor
- Micrófono de tipo piezoeléctrico
- Alimentación: 9 V c.c. (2 pilas planas de 4,5 V. en serie)

6

El único control a realizar para la puesta a punto de este dispositivo consiste en la regulación del trimmer potenciométrico R5 que, como ya se ha dicho, regula la ganancia del amplificador o, como se suele decir, también la sensibilidad. La regulación típica del circuito se lleva a cabo a través de las cinco operaciones mencionadas a continuación:

- 1) Regular al valor mínimo el trimmer R5.
- 2) Apretar el pulsador S1 para cebar SCR (diodo LED apagado).
- 3) Orientar el micrófono hacia el manantial de sonidos con intensidad igual a la destinada a provocar el disparo.
- 4) Regular el trimmer R5 hasta obtener el disparo del SCR (encendido del diodo LED).
- 5) Nuevo funcionamiento del dispositivo y pueba definitiva con el manantial de sonidos sin tocar de nuevo el trimmer R5.

El lector debe tener presente que este aparato es extremadamente sensible, lo que aconsejará efectuar las operaciones de ajuste en un ambiente de trabajo totalmente silencioso.

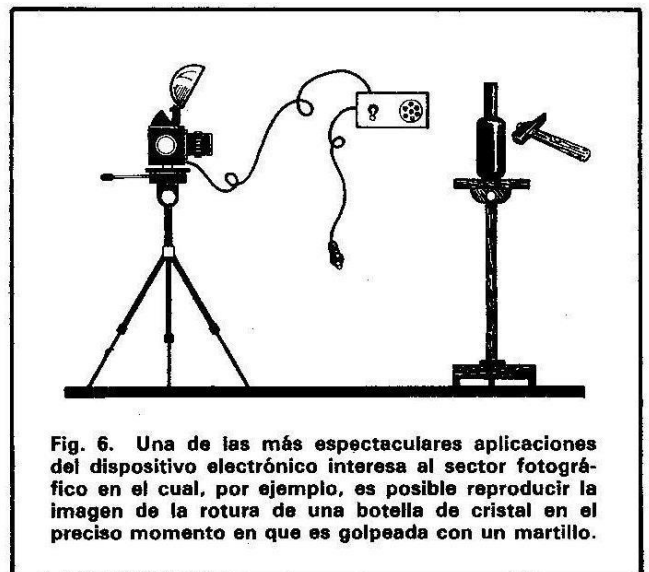


Fig. 6. Una de las más espectaculares aplicaciones del dispositivo electrónico interesa al sector fotográfico en el cual, por ejemplo, es posible reproducir la imagen de la rotura de una botella de cristal en el preciso momento en que es golpeada con un martillo.