



Un ESTROBOSCOPIO

Hemos fabricado este interesante estroboscopio semiprofesional sustituyendo a la aparatosa y frágil lámpara de xenon y su transformador de arranque con un LED de potencia.

El uso de los **LED** ya se está extendiendo a los más variados ámbitos de aplicación, desde la iluminación doméstica a las luces de posición de los coches, pasando por la retroiluminación de los nuevos televisores, las lámparas bactericidas **UVC** para desinfectar el agua o los instrumentos quirúrgicos. Precisamente ha sido la disponibilidad de led de alta potencia y eficacia lo que nos ha permitido fabricar este **estroboscopio** que, como se sabe, es un instrumento que permite observar y estudiar un objeto “en movimiento” -pudiendo ser este movimiento rotatorio u oscilatorio- igual que si éste estuviera parado, además de permitir medir su

velocidad. Hasta hace un tiempo esta misma función se podía realizar con una lámpara de xenon tipo las que van montadas en los flashes de uso fotográfico, pero necesitaba para su encendido una alimentación de alta tensión y, no teniendo una duración ilimitada, suponía también un coste elevado.

Los led de potencia se caracterizan por una alta velocidad de encendido/apagado, por la posibilidad de poder ser alimentados a baja tensión y por tener una duración superior a la de casi cualquier otra lámpara, revelándose así como los componentes más adecuados para este fin.

Las **aplicaciones prácticas** del estroboscopio son múltiples, aquí os enseñamos sólo algunas. En el ámbito mecánico este instrumento se usa para hacer **test de verificación** en diversos dispositivos. Por ejemplo, para establecer la velocidad de rotación de un ventilador que sirva para enfriar una CPU.

En este caso hay que orientar la lámpara hacia el ventilador y variar lentamente la frecuencia de los haces de luz hasta verlo “parado”. Si se conoce la frecuencia de la luz se puede obtener la velocidad de rotación en revoluciones por minuto, multiplicando el valor de frecuencia por 60.

El estroboscopio se usa también en el ámbito del **Hi-Fi** para controlar y medir el número de revoluciones por minuto del plato para la escucha de los discos de vinilo, que últimamente vuelven a estar en boga entre los jóvenes. En este caso, el estroboscopio

sirve para calibrar la velocidad del plato exactamente en 33 revoluciones y 1/4: una velocidad precisa es necesaria ya que modifica el “pitch” de escucha.

Además, puede usarse en lugar de la fuente luminosa de un microscopio para “congelar” cualquier movimiento de bacterias y hongos inmersos en un caldo de cultivo o bien para analizar formas bacterianas en una muestra, etc.

Naturalmente el estroboscopio tiene una aplicación práctica también en el campo de la fotografía, donde permite obtener diversas imágenes de un objeto en movimiento, pudiendo determinar su posición instantánea por instante. El clásico ejemplo es el de una gota de agua cayendo en un vaso.

Por último el uso de estroboscopios de gran potencia puede crear efectos visuales en discotecas.

con LED de potencia



Fig. 1 Foto del generador de Tesla que puede conectarse a cualquier fuente de audio.

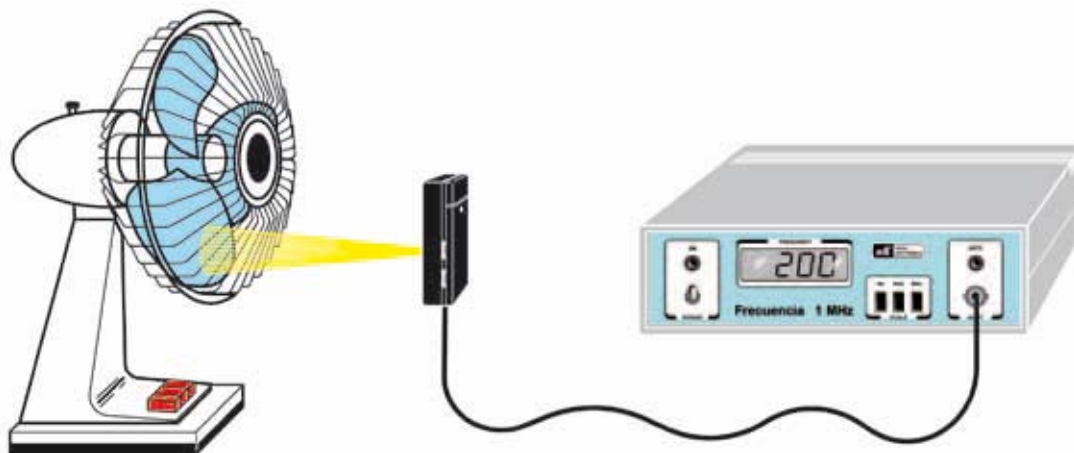


Fig.2 En este dibujo se representa un simple experimento que podréis llevar a cabo colgando el estroboscopio de un frecuencímetro y dirigiéndolo hacia un ventilador en marcha: con una simple fórmula conseguiréis obtener el número de rotaciones por minuto de las tres palas del ventilador. Obviamente para garantizar el éxito de la prueba tendréis que hacerla en un ambiente en penumbra.

Hagamos ahora un experimento que cualquiera puede realizar en su casa, una vez montado el estroboscopio. Aplicándolo a una rueda o a un engranaje se puede conocer su número de rotaciones por minuto gracias a la siguiente fórmula:

RPM (Revoluciones Por Minuto) = (60 x Hz) : n. haces de luz

Ejemplo: si medís en salida de vuestro estroboscopio la frecuencia de **200 Hz** y disponéis, por ejemplo, de un ventilador de **3** palas (ver fig.2), aplicando la fórmula anterior obtendréis el número de revoluciones por minuto que será de:

$$(60 \times 200) : 3 = 4.000 \text{ RPM (revol. por minuto)}$$

Hay que recordar que cada objeto en movimiento tiene una frecuencia propia aunque nuestros ojos lo vean inmóvil por efecto de la **persistencia** de la imagen en la retina.

ESQUEMA ELÉCTRICO

Para generar impulsos de frecuencia variable que servirán para manejar el led de alta luminosidad, hemos usado el clásico integrado **NE555** (ver IC1 en la fig.5). Éste, unido a un transistor **PNP** (ver **TR1**) servirá para obtener, en los extremos del

condensador **C3**, una tensión “dentada” con una frecuencia variable entre los **30 Hz** y los **300 Hz**, actuando sobre el potenciómetro **R11**.

La amplitud constante de esta onda está incluida entre los **+1,5 voltios** y los **+3 voltios**, aprox.

Para evitar que la reducción de la tensión de la batería –habitual en su proceso de descarga– modifique la frecuencia generada, hemos polarizado el pin **5** del integrado **NE555** con la tensión constante de **3,3 voltios** generada gracias al diodo zener **DZ1**. Por tanto, incluso aunque la tensión de la batería se redujera a **8/7 voltios**, la frecuencia generada seguiría siendo constante.

Por medio del distribuidor de tensión formado por **R2**, **R4** y el potenciómetro **R3**, obtenemos dos funciones:

- la relativa a la **variación** de la amplitud del impulso luminoso que en un circuito estrobo es de vital importancia;
- la relativa a la **compensación** de la variación de luminosidad del led cuando el potenciómetro está regulado por un impulso muy breve.

De hecho, ya que el valor medio de la corriente que discurre por el diodo es proporcional al ciclo de trabajo de la onda cuadrada que controla el led, sin ninguna

compensación obtendremos la máxima luminosidad cuando la amplitud del impulso sea máxima y la mínima luminosidad cuando la amplitud sea regulada por el valor mínimo.

En este último caso, reduciéndose sensiblemente el valor medio de la corriente en el diodo led, lo veremos levemente encendido y el haz de luz generado podría ser insuficiente para nuestros fines.

Gracias al potenciómetro **R3**, modificamos la tensión de entrada no invertible del operacional **IC2/B** usado como un comparador de tensión para obtener la variación del ciclo de trabajo.

Además, a través del buffer **IC2/A**, modificamos automáticamente también la tensión presente en el **pin 5** del operacional **IC3/B** que, por medio del transistor **NPN** marcado como **TR2**, será “modulada” por la señal de onda cuadrada generada por el comparador **IC2/B**.

Gracias a este descubrimiento obtenemos, incluso

con valores mínimos de ciclo de trabajo, una corriente para el diodo led de alta potencia, suficiente para producir una buena luminosidad.

El estadio compuesto por el operacional **IC3/B** desempeña la función de generador de corriente que alimenta el diodo led.

Con este propósito se hace necesario el uso de otro transistor (ver **TR3**) ya que la corriente suministrada por el **IC3/B** es insuficiente para obtener el encendido del diodo led de alta potencia.

El **IC3/A** se utiliza como un schmitt trigger para obtener una señal útil para manejar, potencialmente, un frecuencímetro externo que mida la frecuencia exacta de relampagueo. Así se podrán deducir las revoluciones/minuto de un elemento en rotación como, por ejemplo, el árbol de un motor.

Combinando al circuito el frecuencímetro **LX.1543** (que publicamos ya en otro número de la revista) **se obtiene** un sistema completo para poder hacer todas las pruebas y comprobaciones posibles.

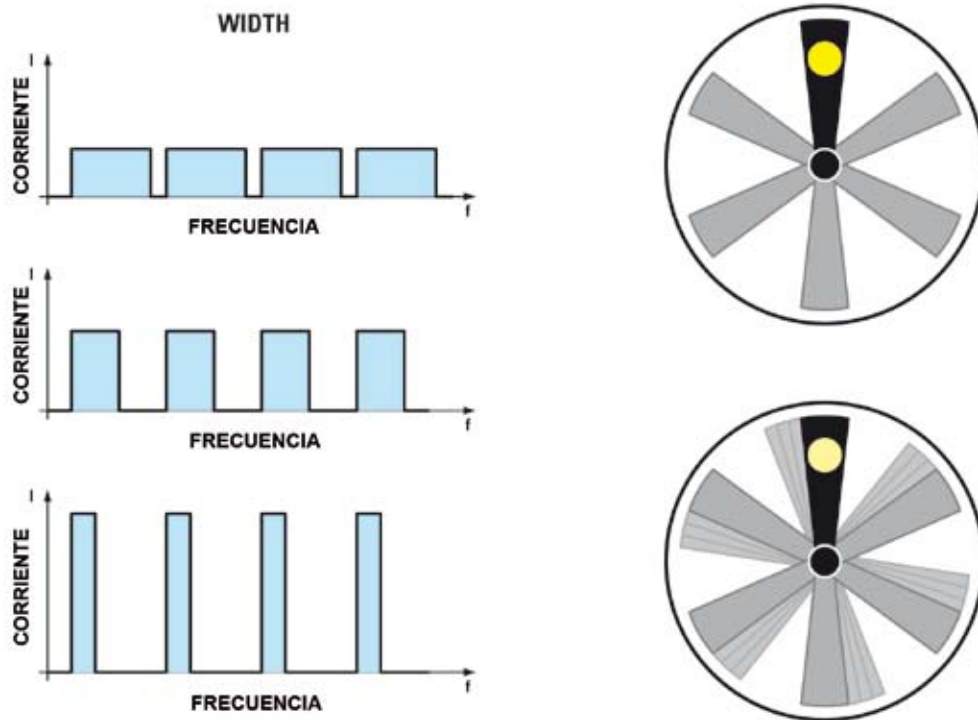


Fig.3 Como se puede suponer por los 3 gráficos de la izquierda, la corriente del diodo led aumenta si la amplitud del impulso se reduce y viceversa; esto es para compensar la pérdida normal de luminosidad a medida que el impulso se hace más estrecho.

La variación en la amplitud del impulso es necesaria para eliminar el molesto “efecto estela” reproducido en la imagen de la derecha, en cuanto que el objeto a observar se ilumina sólo por un breve espacio de tiempo

Otros frecuencímetros adecuados son:

- LX.5048
- LX.1190

La absorción de corriente, variable en función de las frecuencias y de la amplitud del impulso, tiene un valor máximo de unos **100 miliamperios** y garantiza una buena autonomía de la pila utilizada.

BREVES CONSEJOS DE USO

Usando una cámara de video digital y nuestro estroboscopio se podrá grabar en modo “**macro**” las fases de la caída de una gota en un líquido. Probad en principio con un líquido de alta densidad. En este caso la frecuencia a utilizar será más baja.

Con una cámara de fotos analógica (de carrete), una vez localizada la frecuencia exacta, se podrán incluso “congelar” los movimientos de pequeños insectos.

EJECUCIÓN PRÁCTICA

La ejecución práctica de este proyecto que hemos denominado **LX.1771** no presenta especial dificultad y con la ayuda del dibujo de la fig. 7 lo podréis completar en muy poco tiempo.

Os damos algunas indicaciones generales que pueden ser útiles a quienes no tengan demasiada destreza en el montaje.

Sugerimos soldar las tomas en las que se insertarán los tres integrados previstos y, tras soldar todos los pasadores a las pistas del circuito, se procederá a montar todas las **resistencias y los condensadores de poliéster**.

Como se ve en la fig.7, los dos condensadores **electrolíticos C2 y C6** se insertarán abajo a la derecha, fijándose en el signo + que indica el pie de polaridad **positiva**, mientras que el condensador grueso **C7** se pondrá arriba, tras haber doblado en L las terminaciones(ver fig.7).

LISTADO DE COMPONENTES LX.1771

R1 = 1.000 ohm
R2 = 220 ohm
R3 = 10.000 ohm pot. lin.
R4 = 10.000 ohm
R5 = 47.000 ohm
R6 = 100.000 ohm
R7 = 1 megaohm
R8 = 6.800 ohm
R9 = 1.000 ohm
R10 = 1.000 ohm
R11 = 47.000 ohm pot. lin.
R12 = 4.700 ohm
R13 = 10.000 ohm
R14 = 1.000 ohm
R15 = 33 ohm
R16 = 1.000 ohm
R17 = 10 ohm
C1 = 100.000 pF poliestere
C2 = 10 microF. elettrolitico
C3 = 220.000 pF poliestere
C4 = 100.000 pF poliestere
C5 = 100.000 pF poliestere
C6 = 10 microF. elettrolitico
C7 = 1.000 microF. elettrolitico
DS1 = diodo tipo 1N4150
DS2 = diodo tipo 1N4150
DZ1 = zener 3,3 V ½ W
DL1 = diodo led 1 Watt (=DL4.1)
TR1 = PNP tipo BC557
TR2 = NPN tipo BC547
TR3 = NPN tipo ZTX653
IC1 = integrato tipo NE555
IC2 = integrato tipo LM358
IC3 = integrato tipo LM358
S1 = interruttore su R11



DIODO LED

Fig.4 - Arriba, vista delantera y trasera de la conexión del diodo de 1 Vatio LED SMD (Código = DL41) Como puede ver, terminales AEK son identificables debido a sus diferentes biselados.

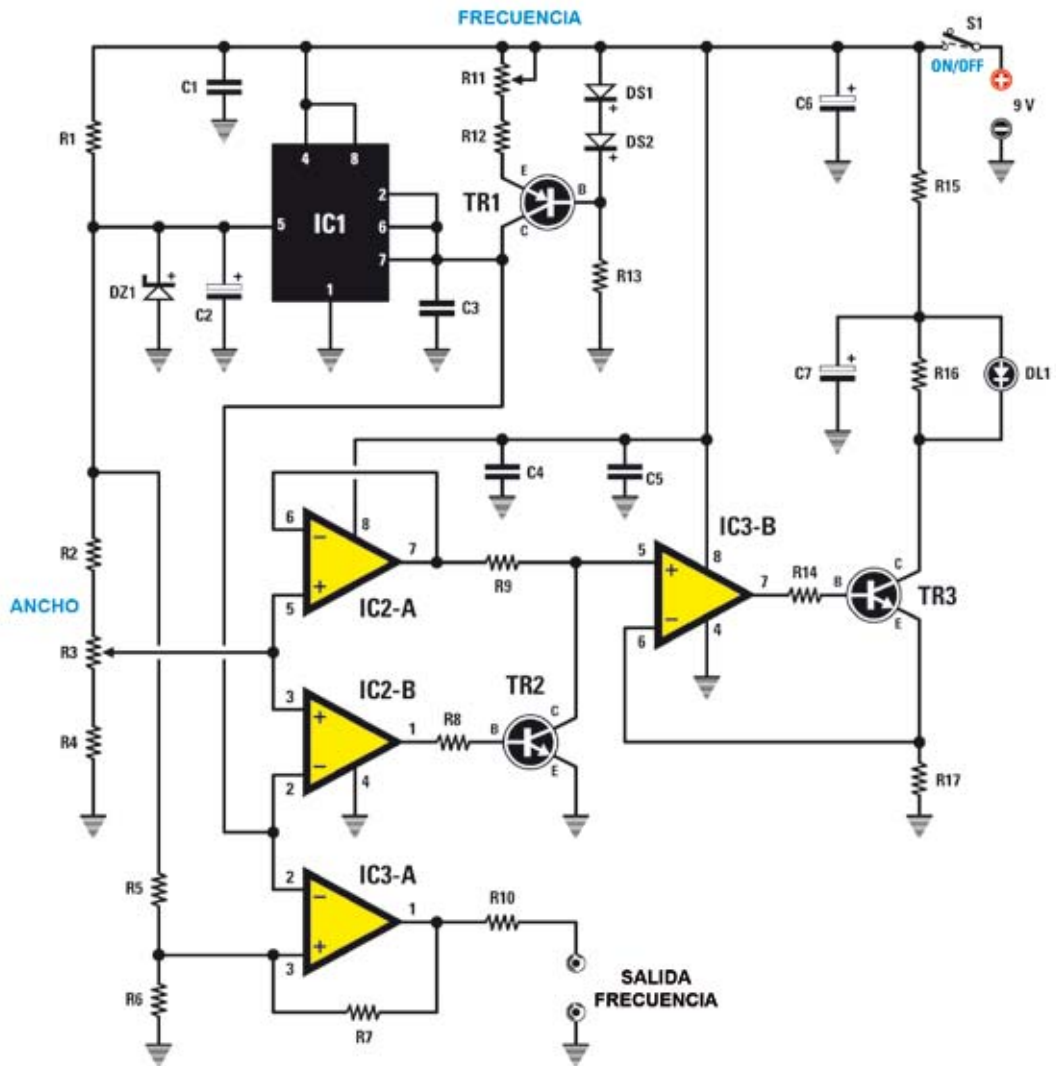


Fig.5 Arriba se representa el esquema eléctrico del proyecto del estroboscopio y al lado el listado de componentes utilizados para su realización. Os recordamos que todas las resistencias son de 1/8 vatios.

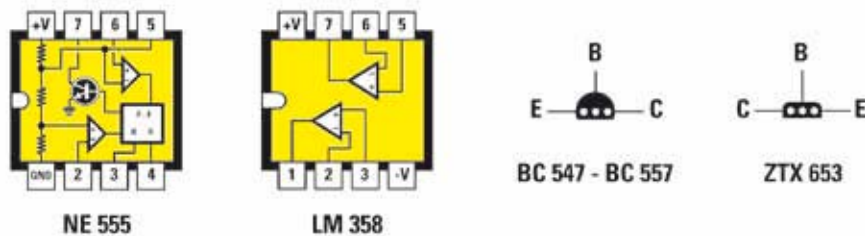


Fig.6 A la izquierda están representadas las conexiones de los integrados NE555 y LM358 vistas desde arriba y con la muesca de referencia hacia la izquierda, las del transistor BC547 y el equivalente BC557, y las del transistor ZTX653 vistas desde abajo.

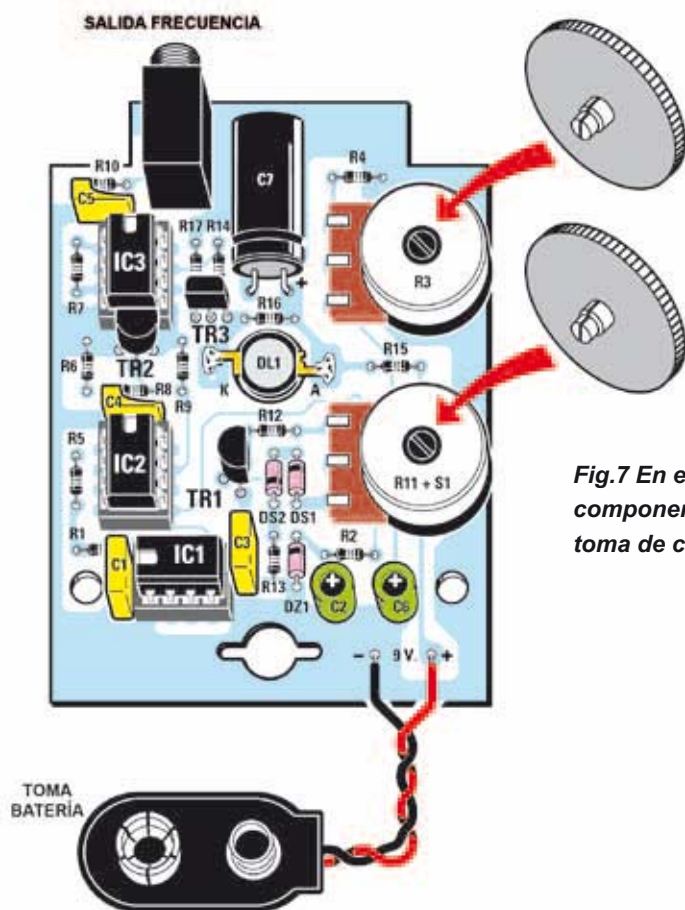
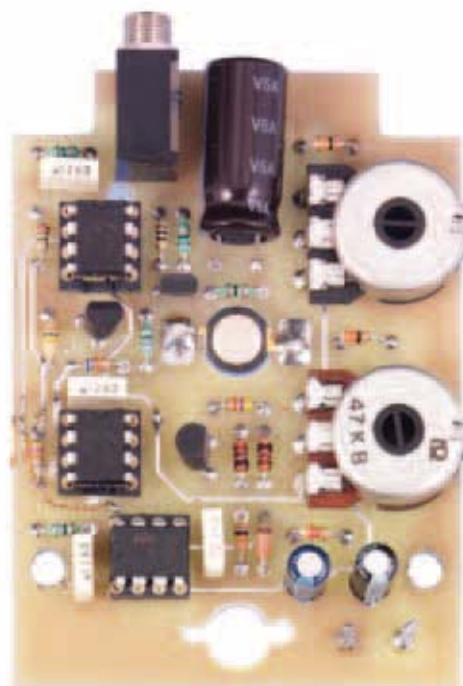


Fig.7 En este dibujo se ve la disposición de los componentes sobre el circuito impreso. Abajo la toma de conexión para la pila de 9 voltios.

Fig.8 Foto del montaje terminado. Este circuito impreso no tiene dibujo serigrafiado ni el barniz protector, que sí están presentes en los impresos de fábrica.



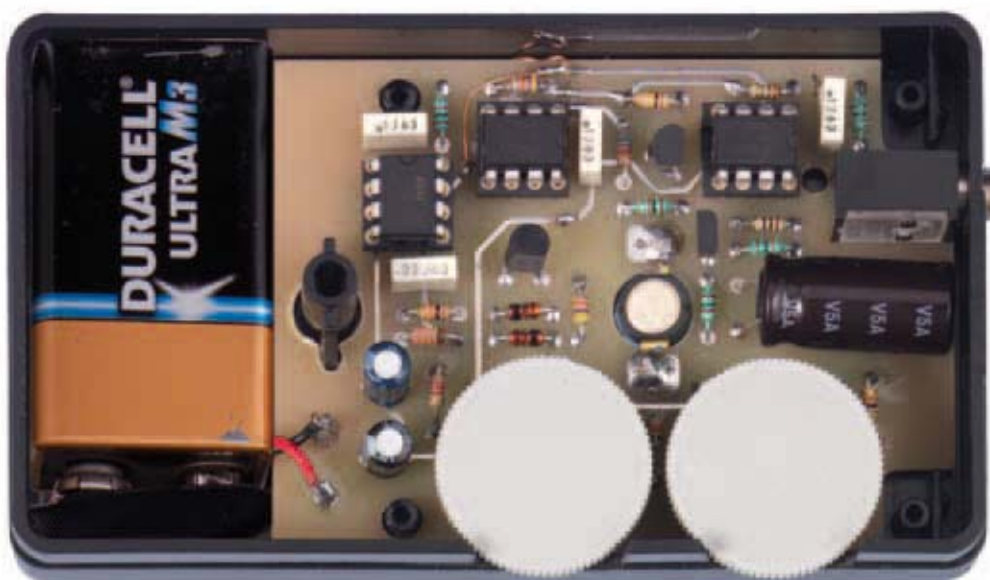


Fig.9 La tarjeta una vez montada se fija dentro de la caja de plástico. Abajo puede verse el espacio reservado para la pila de 9 voltios.

Luego podéis introducir los tres **transistores TR1-TR2-TR3**, dirigiendo su lado plano tal y como se ilustra en el dibujo y los dos **diodos de silicio DS1-DS2**, orientando respectivamente hacia abajo y hacia arriba la franja negra impresa sobre su cuerpo. Luego, hay que soldar el diodo zener **DZ1**, orientando el lado de su cuerpo donde está la marca de referencia hacia el diodo **DS1** (ver fig.7).

Llegados a este punto podéis introducir, a la derecha del circuito, el **potenciómetro** para la regulación de la **frecuencia** completa del **interruptor de encendido** (ver **R11+S1**) y el **potenciómetro** para regular la duración del **impulso R3** (ver fig.7).

Ahora, hay que soldar en el centro del estampado el **diodo led DL1**, sacando la lente por la parte opuesta del circuito con respecto a la cara sobre la que se montan los componentes.

Proceder después a montar encima el **jack hembra** para la salida de la frecuencia y abajo a la derecha los cables de conexión de la toma para la **pila**.

Concluir el montaje insertando en sus respectivos huecos los integrados **IC1-IC2-IC3**, orientando la marca de referencia tal y como se indica en el dibujo de la fig.7.

Ya queda solamente meter en el chasis de plástico el circuito estampado, insertándolo en sus respectivos pernos.

Una vez introducidos en el perno de los dos potenciómetros **R3** y **R11** se ponen los dos botones de disco para su regulación, colocándose para poder accionarlas desde el exterior.

Del mismo modo, observando el chasis frontalmente notaréis que la lente del led se sitúa coincidiendo con el agujero.

Antes de cerrar el chasis, hay que conectar a la toma correspondiente una pila de **9 voltios** indispensable para la alimentación del circuito.

COSTE DE FABRICACIÓN

Todos los componentes necesarios para la fabricación de este **estroboscopio de led**:

LX.1771 (ver fig.7), caja **MTK18.05 incluido** **38,50 €**
 Sólo el circuito estampado **CS.1771** **7,90 €**

Los precios no incluyen el **IVA**