



PUT (Transistor

Los transistores uniunión programables (PUT) son unos componentes muy poco conocidos, motivo por el cual hemos decidido publicar este artículo, en el que, comenzando por su simbología, analizamos sus características y las principales funciones que pueden desarrollar, concluyendo con esquemas prácticos de interesantes aplicaciones.

Entre la gran cantidad de consultas que nos llegan, nos ha llamado la atención la realizada por un joven estudiante que nos pidió información respecto al **símbolo gráfico** reproducido en la Fig.1. **Nadie** pudo ofrecerle más que explicaciones bastante vagas, sin conocer las funciones desarrolladas por este componente.

Efectivamente, la mayoría de las personas a las que consultó se limitaron a decir que el **símbolo gráfico** mostrado en la Fig.1 es un **tiristor (SCR)** especial en el que la **Puerta (Gate)** sale del **Ánodo** en lugar de hacerlo del **Cátodo** (ver Fig.1). De hecho algunos técnicos

experimentados que han visto este símbolo por **primera vez** lo han confundido con un **tiristor**. En realidad, el **símbolo gráfico** reproducido en la Fig.1 corresponde a un componente conocido como **PUT**, acrónimo de **Programmable Unijunction Transistor (Transistor Uniunión Programable)**.

Difícilmente encontraréis en libros de texto información relativa a este componente, tampoco en **Nueva Electrónica** lo hemos tratado. En este artículo queremos llenar esta laguna haciendo un análisis profundo complementado con sencillos y útiles esquemas de aplicaciones prácticas.

Además este transistor es bastante **caro** y **difícil** de **encontrar**, por lo que hemos decidido adquirir una gran cantidad de ellos para ponerlos a vuestra disposición a un precio asequible.

PUT - Tiristor (SCR) - UJT - TRIAC

En la Fig.1 se encuentra reproducido el símbolo eléctrico del **PUT**, es decir del **Transistor Uniunión Programable**. Sus tres terminales se identifican con las letras **A-K-G** que corresponden a **Ánodo (Anode)** - **Cátodo (Katode)** - **Puerta (Gate)**.

Como se puede observar, la **Puerta (Gate)** del **PUT** se encuentra en la parte **superior**, en correspondencia con el **Ánodo**.

En contraste, la Fig.2 presenta el símbolo eléctrico de un **Tiristor**, también denominado **SCR (Silicon Controlled Rectifier)**. Sus terminales, al igual que en un **PUT**, se



Fig.1 Símbolo eléctrico del PUT (Programable Unijunction Transistor). A diferencia del tiristor (ver Fig.2), su puerta (G) se encuentra en la parte superior, al lado del Ánodo (A).

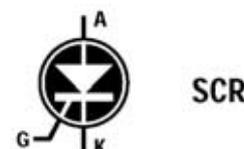


Fig.2 En el símbolo eléctrico del tiristor su puerta (G) se encuentra en la parte inferior, al lado del Cátodo (K). En la Fig.7 se muestran encapsulados de PUT y de tiristores.

Uniunión Programable)

denominan **Ánodo (A)**, **Cátodo (K)** y **Puerta (G)**. El único detalle que diferencia los símbolos de un **tiristor** y de un **PUT** es la posición de la **Puerta (G)**.

En la Fig.3 se muestra el símbolo eléctrico de un **UJT (Uni Junction Transistor)**. Los terminales de este componente se denominan **Base 1 (B1)**, **Base 2 (B2)** y **Emisor (E)**.

El símbolo gráfico del **TRIAC (TRIode Altern Current)** se muestra en la Fig.4. Sus terminales se denominan **Ánodo 1 (A1)**, **Ánodo 2 (A2)** y **Puerta (G)**. El funcionamiento de todos estos componentes, a excepción del **PUT**, se han tratado en los correspondientes **artículos teóricos** publicados en **Nueva Electrónica**.

Un PUT es PROGRAMABLE

Sabiendo ahora que un **PUT** es un transistor **programable** seguramente la primera pregunta que surge es en qué consiste la

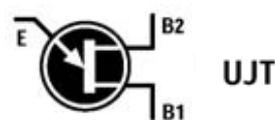


Fig.3 Símbolo eléctrico del transistor uniunión NO programable, es decir del UJT. Sus terminales de denominan Emisor (E), Base 1 (B1) y Base 2 (B2).



Fig.4 En esta figura se muestra el símbolo eléctrico del TRIAC. Sus terminales de denominan Puerta (G), Ánodo 1 (A1) y Ánodo 2 (A2).

programación y cuál es la **función** que desarrollan sus **terminales**.

Para responder a estas preguntas en la Fig.5

TABLA N.1 Factor "Z" en función del valor de las resistencias R1-R2 (Fig.6)

máxima amplitud señal	4 voltios	6 voltios	8 voltios
valor de R1 (kilohmios)	33	22	16
valor de R2 en (kilohmios)	12	18	27
Factor Z	3.300	1700	1000

Nota: La máxima amplitud de la señal en la primera línea está indicada sobre una tensión de alimentación de 12 voltios. Al variar esta tensión varía proporcionalmente la amplitud de la señal.
La señal en diente de sierra no parte de 0 voltios sino de 0,7 voltios (ver Fig.5) a causa de la caída interna de tensión en el PUT.

se muestra un esquema clásico de **oscilador** con **PUT**. En la conexión **R4-C1** es posible obtener una onda en forma de **diente de sierra**, cuya **frecuencia** depende del valor de **R4**, de **C1** y del **factor Z** obtenido utilizando la **Tabla N.1**.

En la conexión **R1-R2** se obtienen **impulsos negativos** que, partiendo de la **tensión positiva** presente en la conexión **R1-R2**, bajan a un valor de unos **0,7 voltios**.

Del **Cátodo (K)** se pueden obtener **impulsos positivos**, siempre y cuando entre este terminal y masa haya una **resistencia** (ver **R3**).

Variando el valor de las resistencias **R1-R2** que polarizan la **Puerta (G)** es posible variar la **amplitud** máxima de la onda con forma de **diente de sierra**, como se muestra en la **Tabla N.1**.

EJEMPLOS de cálculo de FRECUENCIA

Para calcular en **Hertzios** el valor de la **frecuencia** generada, el valor de la resistencia **R4** tiene que expresarse en **kilohmios** y el valor del condensador **C1** en **nanofaradios**.

Para convertir a **kilohmios** el valor de una resistencia expresado en **ohmios** solo hay que **dividirlo** entre **1.000**. Por ejemplo, **22.000 ohmios** corresponden a **22 kilohmios**.

Para convertir a **nanofaradios** el valor de un condensador expresado en **picofaradios** hay que **dividirlo** entre **1.000**. Por ejemplo, **10.000 picofaradios** corresponden a **10 nanofaradios**.

Las **fórmulas** utilizadas para calcular la **frecuencia**, el valor del condensador **C1** o el valor de la resistencia **R4** se muestran en el pie de página.

Si, por ejemplo, hemos elegido para la resistencia **R1** un valor de **33 kilohmios** y para la resistencia **R2** un valor de **12 kilohmios**, el **factor Z** vale **3.300** (utilizando la **Tabla N.1**). En la salida se obtiene una señal en **diente de sierra** cuya **amplitud** está en torno a **4 voltios**.

En el caso de que deseáramos obtener de este circuito una señal con una **frecuencia** de **1.000 Hz**, la primera operación a realizar es prefijar el valor del condensador **C1**. Si elegimos, por ejemplo, **10 nanofaradios (10.000 pF)**, el valor de resistencia **R4** correspondería a:

$$3.300 : (1.000 \text{ Hz} \times 10 \text{ nF}) \times 1.000 = 330 \text{ kilohmios}$$

En cambio, si eligiéramos un condensador con una capacidad de **22 nanofaradios** tendríamos que utilizar para la resistencia **R4** un valor de:

$$3.300 : (1.000 \text{ Hz} \times 22 \text{ nF}) \times 1.000 = 150 \text{ kilohmios}$$

En el caso de que deseáramos obtener la señal en **diente de sierra** con una amplitud de **8 voltios** en lugar de **4 voltios** habría que utilizar un **factor Z** de **1.000**. Con este **factor Z** y un condensador **C1** de **10 nanofaradios** tendríamos que utilizar para la resistencia **R4** un valor de:

$$1.000 : (1.000 \text{ Hz} \times 10 \text{ nF}) \times 1.000 = 100 \text{ kilohmios}$$

Si quisiéramos utilizar un condensador de **22 nanofaradios** tendríamos que utilizar una

Frecuencia Hz = fattore Z : (R4 kilohm x C1 nanoF.) x 1.000
R4 kilohm = fattore Z : (Frecuencia Hz x C1 nanoF.) x 1.000
C1 nanoF. = fattore Z : (Frecuencia Hz x R4 kilohm) x 1.000

resistencia **R4** con un valor de **45,45 kilohmios**, valor **no** estándar.

Eligiendo para **R4** el valor estándar de **47 kilohmios** y para **C1** un condensador de **22 nanoFaradios** obtendríamos una frecuencia de:

$$1.000 : (47 \text{ kilohmios} \times 22 \text{ nF}) \times 1.000 = 967 \text{ Hz}$$

Por supuesto hay que tener en cuenta las **tolerancias** de los **condensadores** y de las **resistencias**, por lo que los valores calculados pueden **diferir** un poco de los valores realmente obtenidos.

Para ajustar la frecuencia al **valor exacto** requerido se puede utilizar un **trimmer**. Una característica muy interesante de los transistores **PUT** es que la **frecuencia** generada **no varía** aunque lo haga el valor de la **tensión de alimentación**.

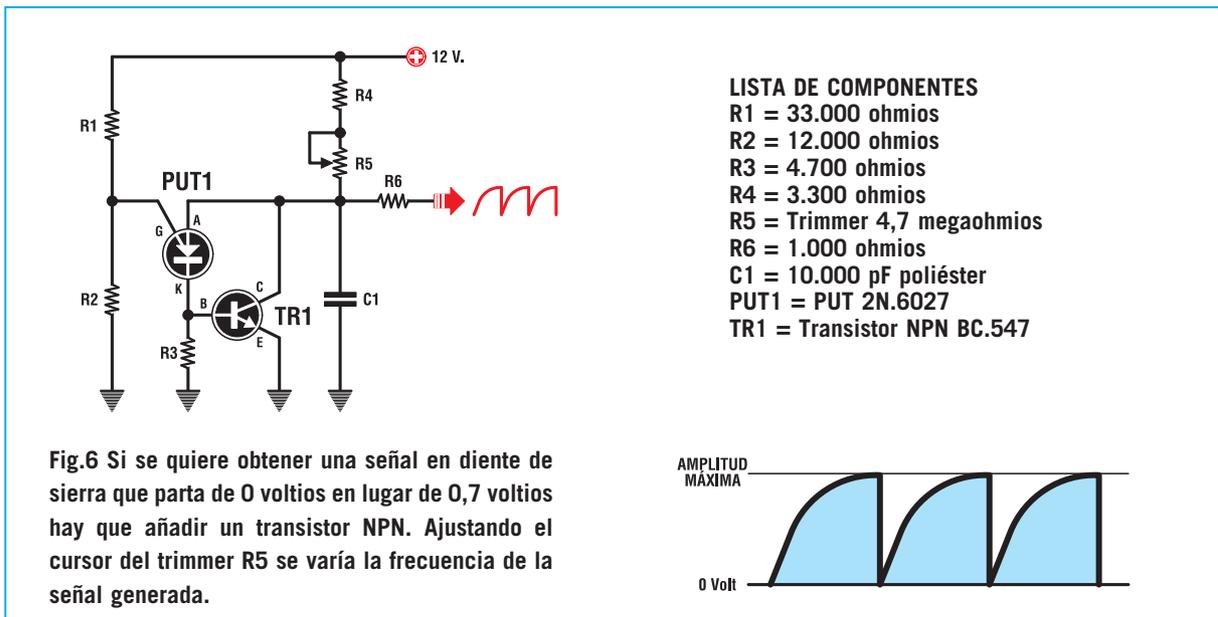
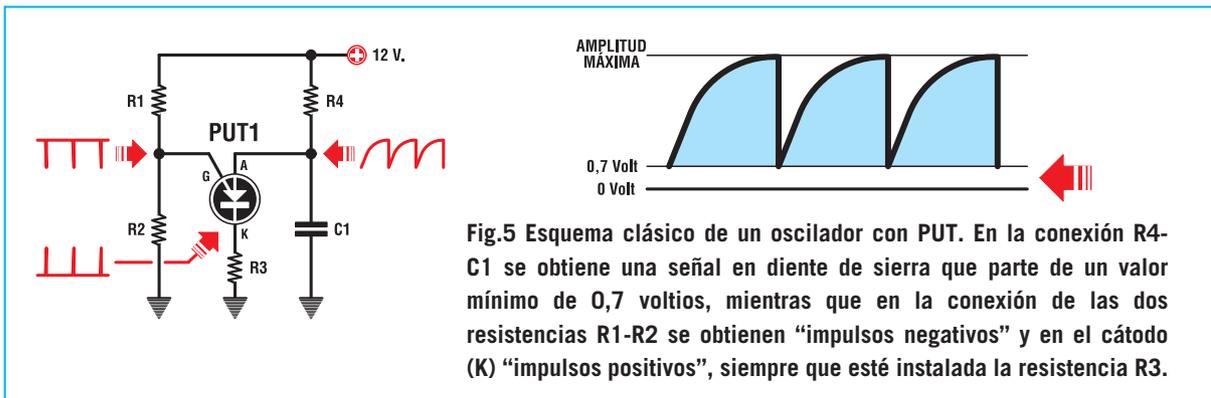
Una **variación** en la **tensión de alimentación** implica únicamente una variación en la **amplitud** de la señal en **diente de sierra**, que varía **proporcionalmente**, es decir, al aumentar la tensión de alimentación aumenta la amplitud de la señal generada y al disminuir la tensión de alimentación disminuye la amplitud de la señal generada.

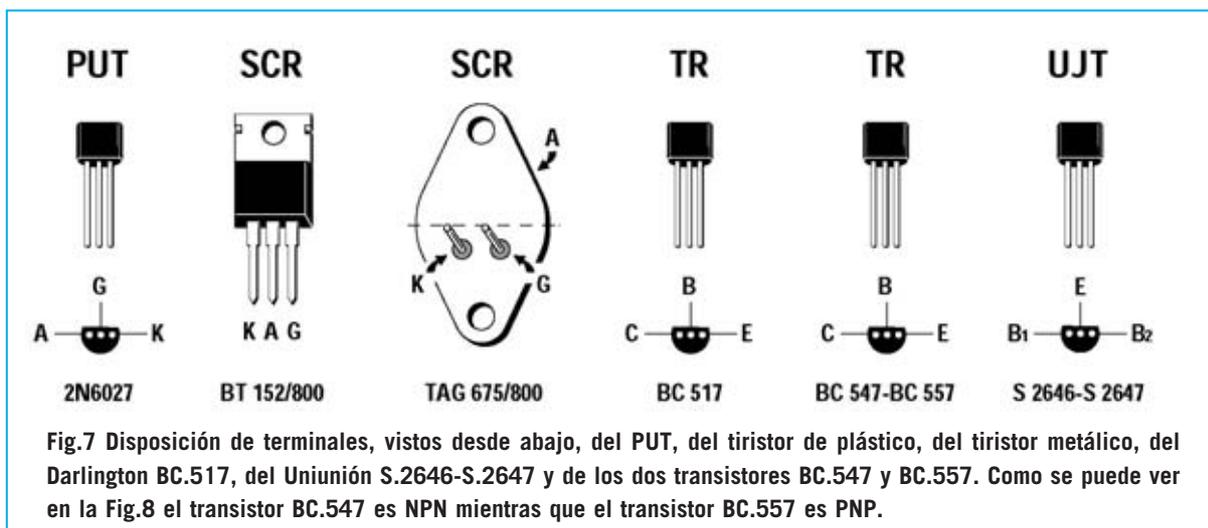
REDUCIR el valor de la FRECUENCIA

Para **reducir** la **frecuencia** de la señal generada solo hay que **aumentar** el valor de la **resistencia R4** o el valor del **condensador C1** (ver Fig.5).

Por ejemplo, si consideramos un **factor Z** igual a **1.000** (ver última columna de la **Tabla N.1**), un valor para **R4** de **560 kilohmios** y para **C1** un condensador de **10 nanoFaradios**, se obtiene un valor de **frecuencia** igual a:

$$1.000 : (560 \text{ kilohmios} \times 10 \text{ nF}) \times 1.000 = 178 \text{ Hz}$$





Si además de aumentar el valor de **R4** también aumentamos el valor del condensador **C1** llevándolo, por ejemplo, a **47 nanofaradios (47.000 pF)**, obtendremos un valor de frecuencia igual a:

$$1.000 : (560 \text{ kilohmios} \times 47 \text{ nF}) \times 1.000 = 37,9 \text{ Hz}$$

AUMENTAR el valor de la FRECUENCIA

Si queremos **aumentar** la **frecuencia** de la señal generada solo hay que **reducir** el valor de la **resistencia R4** o el valor del **condensador C1**.

Por ejemplo, si consideramos un **factor Z** igual a **1.000** (ver última columna de la **Tabla N.1**), un valor para **R4** de **33 kilohmios** y para **C1** un condensador de **10 nanoFaradios**, se obtiene un valor de **frecuencia** igual a:

$$1.000 : (33 \text{ kilohmios} \times 10 \text{ nF}) \times 1.000 = 3.030 \text{ Hz}$$

Si además de reducir el valor de **R4** también reducimos el valor del condensador **C1** llevándolo, por ejemplo, a **4,7 nanofaradios (4.700 pF)**, obtendremos un valor de frecuencia igual a:

$$1.000 : (33 \text{ kilohmios} \times 4,7 \text{ nF}) \times 1.000 = 6.447 \text{ Hz}$$

VALOR de las RESISTENCIAS R1-R2

Las resistencias **R1-R2** conectadas a la **Puerta (G)** del **PUT** (ver Fig.5) pueden tener valores diferentes a los que nosotros hemos propuesto en la **Tabla N.1**, teniendo presente que es

necesario aplicar la siguiente fórmula para que el **PUT** funcione correctamente:

$$(R1 \times R2) : (R1 + R2)$$

obteniendo un número que no sea nunca **menor de 8** o **mayor de 10**.

Hay que tener presente que el valor de la resistencia **R2**, conectada entre la **Puerta (G)** y **masa**, determina la **amplitud** de la señal en **diente de sierra**, por tanto para obtener una amplitud mayor basta con **aumentar** el valor del **R2**, o bien **reducir** el valor de la resistencia **R1**.

La señal que se obtiene del **Ánodo** tiene forma de **diente de sierra**, partiendo de un valor **mínimo de 0,7 voltios** va aumentando hasta alcanzar su valor máximo, como se puede observar en la Fig.5.

Si se desea obtener una señal en **diente de sierra** que parta de **0 voltios** en lugar de hacerlo de **0,7 voltios** hay que conectar un transistor **NPN** como se muestra en la Fig.6.

Girando el cursor del trimmer (o potenciómetro) **R5** de **4,7 megaohmios**, conectado al **Colector**, se puede variar la **frecuencia** generada desde un mínimo de **60 Hz** hasta un máximo de **50.000 Hz**.

La señal obtenida del **Colector** a través de resistencia **R6** de **1.000 ohmios** puede aplicarse a la entrada de un **amplificador operacional** o a la **Base** de un transistor utilizado como separador.

Generación de una RAMPA LINEAL

Si se precisa una onda con forma de **rampa lineal** perfecta hay que modificar el circuito utilizando un transistor **NPN** (ver **TR1**) y un transistor **PNP** (ver **TR2**) como se muestra en la Fig.8.

Girando el cursor del trimmer (o potenciómetro) **R5** de **220.000 ohmios** conectado en serie a la resistencia **R6** de **330 ohmios** se puede variar la frecuencia generada desde un **mínimo de 100 Hz** hasta un **máximo de 33.000 Hz**.

Para obtener **frecuencias** menores de **100 Hz** únicamente hay que aumentar el valor del condensador **C1**, mientras que para obtener un rango de frecuencias más estrecho solo hay que reducir el valor de **R5**.

Utilizando un condensador de **100.000 pF** y un potenciómetro de **47.000 ohmios** se obtienen ondas en **diente de sierra** desde una frecuencia **mínima** de **36 Hz** hasta una frecuencia **máxima** de **4.300 Hz**. También con este circuito la señal obtenida del **Ánodo** del **PUT** puede aplicarse a la entrada de un **amplificador operacional** o a la **Base** de un transistor utilizado como separador, a través de resistencia **R7** de **1.000 ohmios**.

Por supuesto también pueden utilizarse las

señales con forma de **impulsos** presentes en los **otros terminales** del **PUT**.

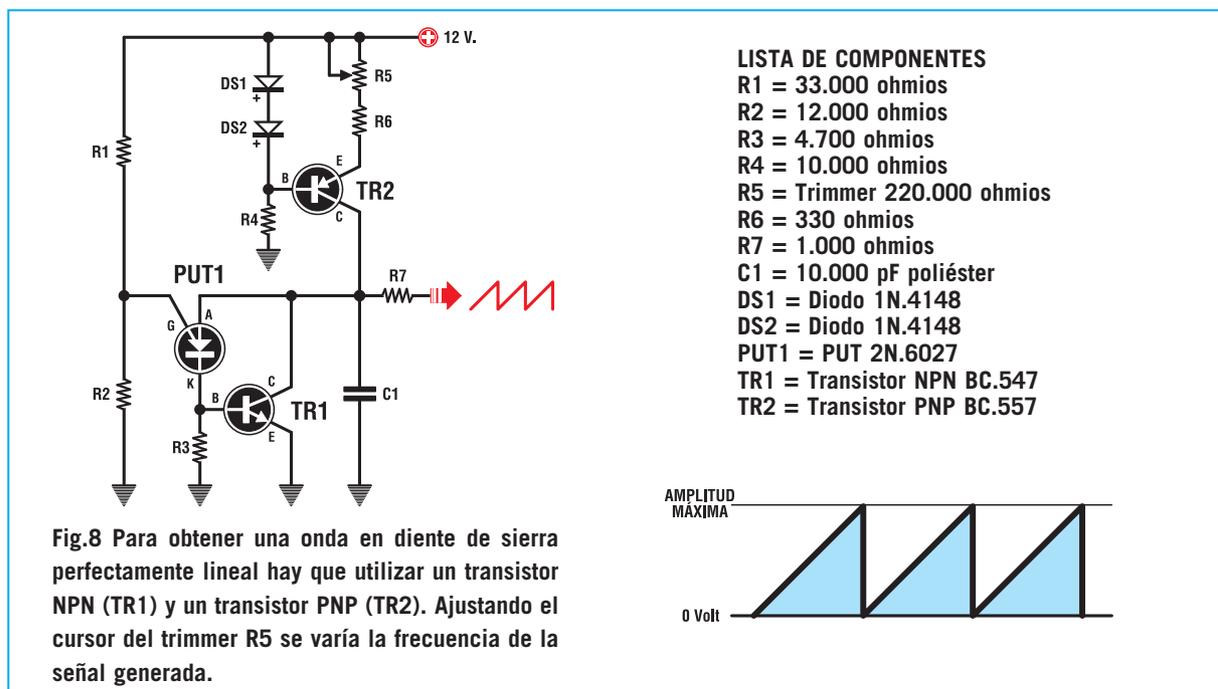
VARILIGHT para LÁMPARAS de 230 Voltios (LX.1607)

Como es bien conocido los **Varilights** son circuitos que varían la **tensión** de alimentación de las **lámparas** de **filamento** para **variar** proporcionalmente la **intensidad luminosa** emitida. Se utilizan con mucha frecuencia en las viviendas de nueva construcción, en las que los interruptores de la luz incluyen control de **regulación de luz** gracias a los **Varilights** internos que incorporan.

Son muy útiles donde se precise una **pequeña** cantidad de **luz**, por ejemplo en las habitaciones de los niños pequeños que temen a la oscuridad.

La presencia de un punto de **luz débil** también mejora la visión de la **TV** ya que atenúa las **molestias** causadas por las inesperadas variaciones de luminosidad de la pantalla y además nos permite ver el **mando** a distancia.

Para realizar un eficaz y económico **Varilight** se puede montar el esquema mostrado en la **Fig.9 (LX.1607)**, circuito que utiliza un **PUT** y un **tiristor**.



LISTA DE COMPONENTES LX.1607

- R1 = 27.000 ohmios
- R2 = 47.000 ohmios
- R3 = 100.000 ohmios
- R4 = Potenciómetro lineal 1 megaohmio
- R5 = 10.000 ohmios 1 vatio
- R6 = 10.000 ohmios 1 vatio
- R7 = 10.000 ohmios 1 vatio
- C1 = 10.000 pF poliéster
- DZ1 = Diodo zéner 15V 1W
- PUT1 = PUT 2N.6027
- SCR1 = Tiristor BT.152/800

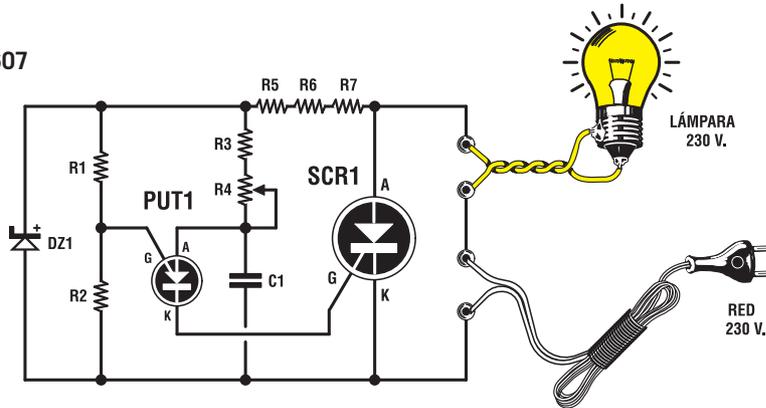


Fig.9 Para realizar un circuito capaz de variar la luminosidad de una lámpara de filamento (Varilight) basta con utilizar un PUT y un tiristor (SCR). En la Fig.13 se muestra el esquema práctico de montaje. Dado que el tiristor queda excitado únicamente con las semiondas positivas, la lámpara es alimentada con una tensión eficaz máxima de tan solo 115 voltios.

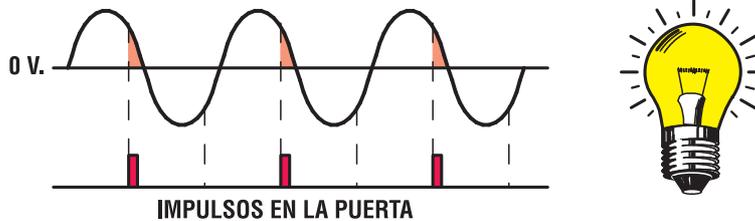


Fig.10 Ajustando el potenciómetro R4 a su máxima resistencia, los impulsos que salen del cátodo (K) del PUT excitan el tiristor cuando las semiondas positivas están a punto de alcanzar los 0 voltios, por lo que la lámpara se ilumina débilmente.

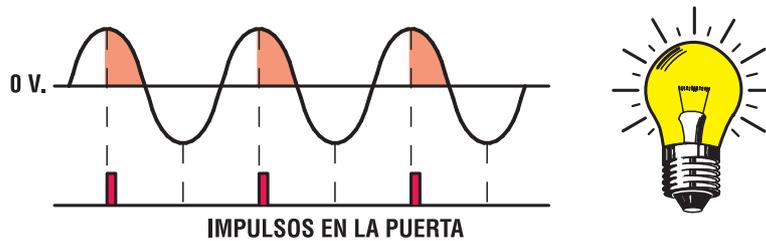


Fig.11 Ajustando el potenciómetro R4 a medio recorrido, los impulsos que salen del cátodo (K) del PUT excitan el tiristor cuando las semiondas positivas han alcanzado su punto medio, por lo que la lámpara se ilumina con más intensidad.

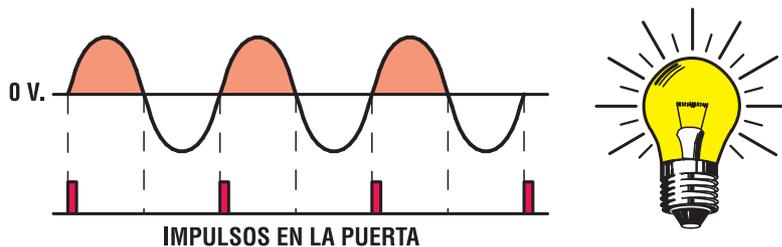


Fig.12 Ajustando el potenciómetro R4 a su mínima resistencia, los impulsos que salen del cátodo (K) del PUT excitan el tiristor cuando las semiondas positivas inician su ciclo, por lo tanto la lámpara recibe 115 voltios eficaces.

El potenciómetro **R4** se utiliza para variar el tiempo de carga del condensador **C1**, ajustándolo a su **máxima resistencia** el condensador se cargará muy lentamente y, por consiguiente, los impulsos de excitación que salen de cátodo (**K**) del **PUT** llegan a la puerta (**G**) del tiristor **SCR1** cuando las semiondas **positivas** de la tensión alterna ya casi han completado su **ciclo**.

El tiristor **SCR1** se desexcita rápidamente y, por tanto, el **filamento** de la lámpara se encenderá **muy débilmente** (ver Fig.10).

Ajustando el potenciómetro **R4** a **medio recorrido** el condensador **C1** se carga un poco más rápido, por lo tanto los impulsos de excitación que salen del cátodo (**K**) del **PUT** llegan a la puerta (**G**) del tiristor **SCR1** cuando las semiondas positivas de la tensión alterna han llegado a mitad de ciclo (ver Fig.11). Dado que el tiristor se desexcita cuando las **semiondas positivas** llegan a **0 voltios**, la lámpara recibe tensión durante un tiempo mayor, **iluminándose con más intensidad**.

Ajustando el potenciómetro **R4** a su **mínima resistencia** el condensador **C1** se carga aún más rápidamente. Los impulsos de excitación que salen del cátodo (**K**) del **PUT** llegan a la puerta (**G**) del tiristor **SCR1** en el preciso instante en el que las semiondas positivas de la tensión alterna inician su ciclo (ver Fig.11), excitando inmediatamente el tiristor. Dado que el tiristor se desexcita cuando las **semiondas positivas** llegan a **0 voltios**, la lámpara recibe toda la tensión, emitiendo su **luminosidad máxima**.

Como se puede observar en las Figs.10-11-12, el **tiristor SCR1** solo se excita en presencia de las **semiondas positivas**, **no** utilizándose las semiondas negativas. Como consecuencia a la lámpara **no** llegará nunca la tensión de **230 voltios** eficaces sino la mitad, es decir **115 voltios** eficaces (ver Fig.12).

REALIZACIÓN PRÁCTICA

Para realizar el circuito **Varilight** mostrado en la Fig.9 hemos desarrollado el kit **LX.1607**. Es aconsejable iniciar el montaje del kit

instalando en el circuito impreso las resistencias de **10.000 ohmios 1 vatio (R5-R6-R7)**, las resistencias **R1-R2-R3** de **1/4 vatio** y, una vez realizada esta operación, el diodo zéner **DZ1**, orientando su lado rodeado con una **franja negra** hacia la resistencia **R5** (ver Fig.13).

A continuación hay que instalar el condensador **C1** y, a su lado, el transistor **PUT1**, orientando la parte **plana** de su cuerpo hacia el condensador **C1**.

Es el momento de instalar el tiristor **SCR1**, reconocible porque tiene las mismas dimensiones de un transistor de **plástico** de

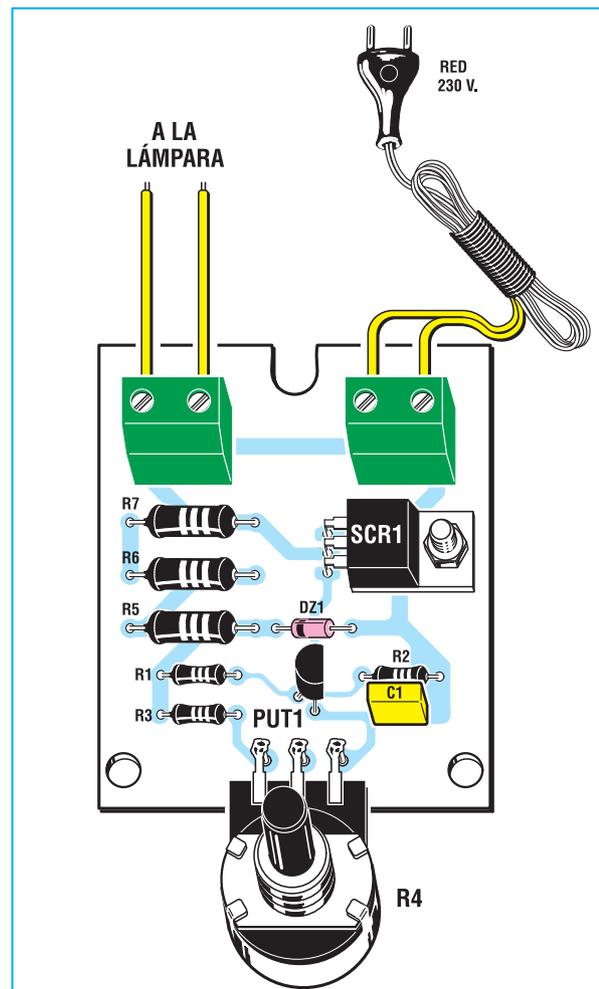


Fig.13 Esquema práctico de montaje del circuito LX.1607. Los terminales del potenciómetro R4 se pueden soldar directamente a los terminales del circuito impreso o bien se puede fijar el potenciómetro a la tapa del mueble y utilizar tres pequeños trozos de cable para conexionarlo.

media potencia. Antes de instalarlo en el circuito impreso hay que doblar sus terminales en forma de **L**. Una vez realizada esta operación ya se puede instalar en el circuito impreso, soldando sus terminales a las pistas de cobre y fijando su **cuerpo** al circuito impreso con un tornillo y su correspondiente tuerca.

Para completar el montaje hay que instalar las dos **clemas**, utilizadas para conectar el cable de la **tensión de red** y la **lámpara**, y los **3 terminales** tipo pin, utilizados para soldar los contactos del potenciómetro **R4**.

El circuito tiene que instalarse en un **mueble de plástico** (ver Fig.14) ya que en las pistas de cobre está presente la tensión de red de **230 voltios**. Un contacto accidental con ellas podría ser **peligroso**.

En el kit también se incluye el **mueble de plástico sin perforar**. Hay que realizar un agujero en el panel frontal para fijar el potenciómetro **R4** y dos agujeros en el lado posterior para el cable de red de **230 voltios** y para el cable de conexión a la **lámpara**.

Puesto que este circuito trabaja solo con las **semiondas positivas** de la señal de **230 voltios** (ver Figs.10-11-12) la lámpara recibe una tensión de **115 voltios eficaces a máxima luminosidad**. Para conseguir la **máxima luminosidad** proporcionada por la tensión de **230 voltios** hay que realizar el circuito correspondiente al esquema de la **Fig.15 (LX.1608)**.

PRECIO de REALIZACIÓN

LX.1607: Precio de todos los componentes necesarios para realizar el **Varilight** mostrado en la Fig.13, incluyendo **cordón** de alimentación, **mando** para el potenciómetro **R4** y **mueble de plástico**14,70 €
LX.1607: Circuito impreso2,90 €
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

VARILIGHT de ONDA COMPLETA (LX.1608)

Ajustando el potenciómetro **R4** del esquema de la Fig.9 la lámpara recibe una tensión máxima

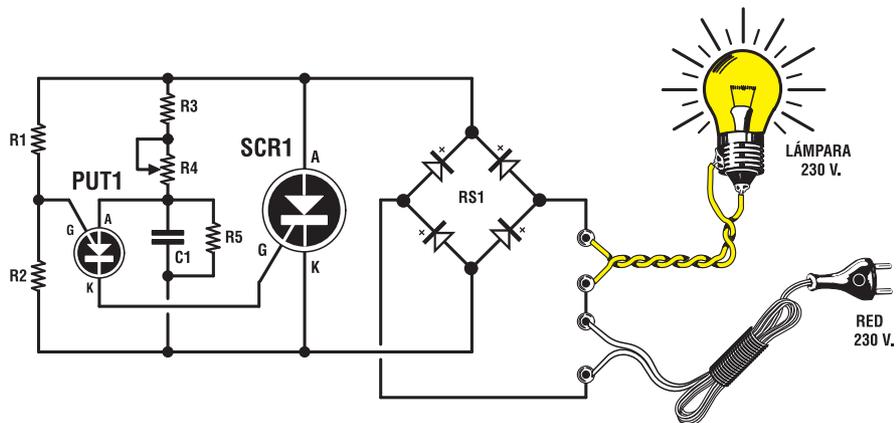


Fig.14 Antes de fijar la tapa del mueble plástico hay que acortar el eje del potenciómetro **R4** y montar el mando incluido en el kit. Es muy importante instalar estos circuitos, conectados a la red de **230 voltios**, dentro de un mueble de plástico para evitar cualquier contacto con los componentes.

de solo **115 voltios eficaces** debido a que el **tristor SCR1** es alimentado únicamente con **semiondas positivas**. Para alimentar una lámpara con **230 voltios eficaces**, obteniendo así su **máxima luminosidad**, hay que añadir al circuito un **punte rectificador** (ver Fig.15).

Utilizando un **punte rectificador** capaz de proporcionar **1 Amperio** podemos alimentar lámparas con una potencia no superior a **200 Vatios**. Con un **punte rectificador** de **1,5 Amperios** podemos alimentar lámparas con una potencia no superior a **300 Vatios**.

Para alimentar **5-6 lámparas de 100 Vatios** conectadas en paralelo, es decir con una



LISTA DE COMPONENTES LX.1608	R4 = Potenciómetro lineal 2,2 megaohmios	RS1 = Puente rectificador 800V 4A
R1 = 100.000 ohmios	R5 = 100.000 ohmios	PUT1 = PUT 2N.6027
R2 = 10.000 ohmios	C1 = 10.000 pF poliéster	SCR1 = Tiristor BT 152
R3 = 100.000 ohmios		

Fig.15 Para realizar un Varilight que aplique a la lámpara 230 Voltios eficaces hay que añadir al circuito un puente rectificador (RS1), de modo que se obtengan doubles semiondas positivas.

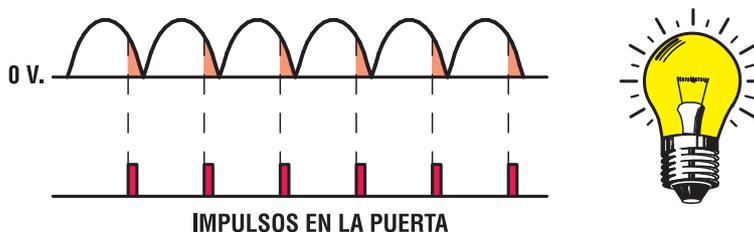


Fig.16 Ajustando el potenciómetro R4 a su máxima resistencia, los impulsos que salen del cátodo (K) del PUT excitan el tiristor cuando las doubles semiondas positivas están a punto de alcanzar los 0 voltios, por lo que la lámpara se ilumina débilmente.

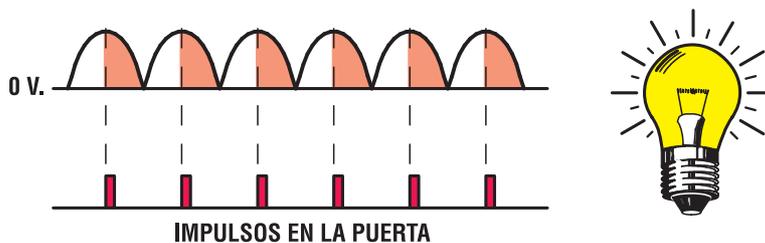


Fig.17 Ajustando el potenciómetro R4 a medio recorrido, los impulsos que salen del cátodo (K) del PUT excitan el tiristor cuando las doubles semiondas positivas han alcanzado su punto medio, por lo que la lámpara se ilumina con más intensidad.

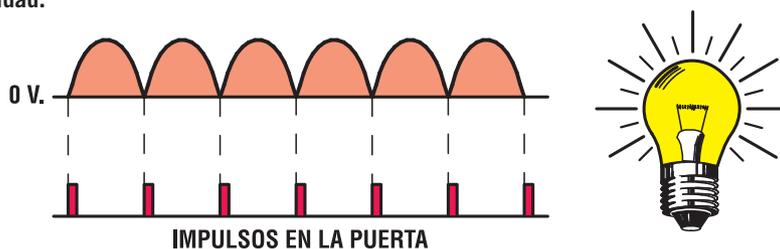


Fig.18 Ajustando el potenciómetro R4 a su mínima resistencia, los impulsos que salen del cátodo (K) del PUT excitan el tiristor cuando las doubles semiondas positivas inician su ciclo, por lo tanto la lámpara recibe 230 voltios eficaces.

potencia total de **500-600 vatios**, hay que utilizar **4 diodos** de silicio **BY.255** conectados en puente, ya que soportan corrientes de **3 Amperios**. Al utilizar un **puente rectificador**, al **Ánodo** del tiristor **SCR1** llega una **doble semionda positiva**, y por lo tanto, la lámpara es alimentada con **230 voltios eficaces**.

El potenciómetro **R4**, conectado al **Ánodo** del **PUT**, también se utiliza en este circuito para variar el tiempo de carga del condensador **C1**. Ajustándolo a su **máxima resistencia** el condensador se cargará muy lentamente y, por consiguiente, los impulsos de excitación que salen de cátodo (**K**) del **PUT** llegan a la puerta (**G**) del tiristor **SCR1** cuando las **dobles semiondas positivas** de la tensión alterna ya casi han completado su **ciclo**.

El tiristor **SCR1** se desexcita rápidamente y, por tanto, el **filamento** de la lámpara se encenderá **muy débilmente** (ver Fig.16).

Ajustando el potenciómetro **R4** a **medio recorrido** el condensador **C1** se carga un poco más rápido, por lo tanto los impulsos de excitación que salen del cátodo (**K**) del **PUT** llegan a la puerta (**G**) del tiristor **SCR1** cuando las dobles semiondas positivas de la tensión alterna han llegado a mitad de ciclo (ver Fig.17). Dado que el tiristor se desexcita cuando las **dobles semiondas positivas** llegan a **0 voltios**, la lámpara recibe tensión durante un tiempo mayor, **iluminándose** con **más intensidad**.

Ajustando el potenciómetro **R4** a su **mínima resistencia** el condensador **C1** se carga aún más rápidamente. Los impulsos de excitación que salen del cátodo (**K**) del **PUT** llegan a la puerta (**G**) del tiristor **SCR1** en el preciso instante en el que las dobles semiondas positivas de la tensión alterna inician su ciclo (ver Fig.18), excitando inmediatamente el tiristor. Dado que el tiristor se desexcita cuando las **dobles semiondas positivas** llegan a **0 voltios**, la lámpara recibe toda la tensión, emitiendo su **luminosidad máxima**.

REALIZACIÓN PRÁCTICA

Para realizar el circuito **Varilight** mostrado en la Fig.19, capaz de alimentar las lámparas con

230 voltios eficaces, hemos desarrollado el kit **LX.1608**.

Es aconsejable iniciar el montaje del kit instalando en el circuito impreso las resistencias **R1-R2-R3-R5** de **1/4 vatio** y, una vez realizada esta operación, el puente rectificador **RS1**, orientando su terminal **+** hacia la **derecha** (ver Fig.19).

A continuación hay que instalar el condensador **C1** y, a su lado, el transistor **PUT1**, orientando la parte **plana** de su cuerpo hacia el potenciómetro **R4**.

Es el momento de instalar el tiristor **SCR1**, reconocible porque tiene las mismas dimensiones de un transistor de **plástico** de media potencia. Antes de instalarlo en el circuito impreso hay que doblar sus terminales en forma de **L**. Una vez realizada esta operación ya se puede instalar en el circuito impreso, soldando sus terminales a las pistas de cobre y fijando su **cuerpo** al circuito impreso con un tornillo y su correspondiente tuerca.

Para completar el montaje hay que instalar las dos **clemas**, utilizadas para conectar el cable de la **tensión de red** y la **lámpara**, y los **3 terminales** tipo pin utilizados para soldar los contactos del potenciómetro **R4** (ver Fig.19).

También este circuito tiene que instalarse en un **mueble de plástico** ya que en las pistas de cobre está presente la tensión de red de **230 voltios**. Un contacto accidental con ellas podría ser **peligroso**.

En este kit también se incluye el **mueble de plástico sin perforar** (ver Figs.20-21). También hay que realizar un agujero en el panel frontal para fijar el potenciómetro **R4** y dos agujeros en el lado posterior para el cable de red de **230 voltios** y para el cable de conexión a la **lámpara**. Puesto que este circuito trabaja con **dobles semiondas positivas** (ver Figs.16-17-18) la lámpara recibe una tensión de **230 voltios eficaces** a **máxima luminosidad**.

PRECIO de REALIZACIÓN

LX.1608: Precio de todos los componentes necesarios para realizar el **Varilight** mostrado en la Fig.19, incluyendo **cordón** de

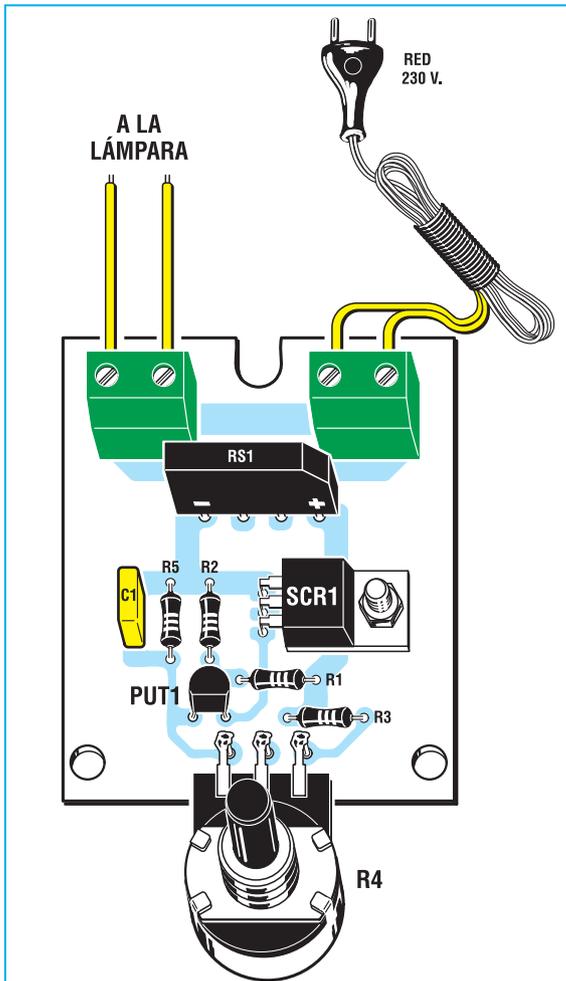


Fig.19 Esquema práctico de montaje del circuito LX.1608. El puente rectificador RS1 debe instalarse en el circuito impreso orientando hacia la derecha su terminal + (situado en el lateral rebajado).

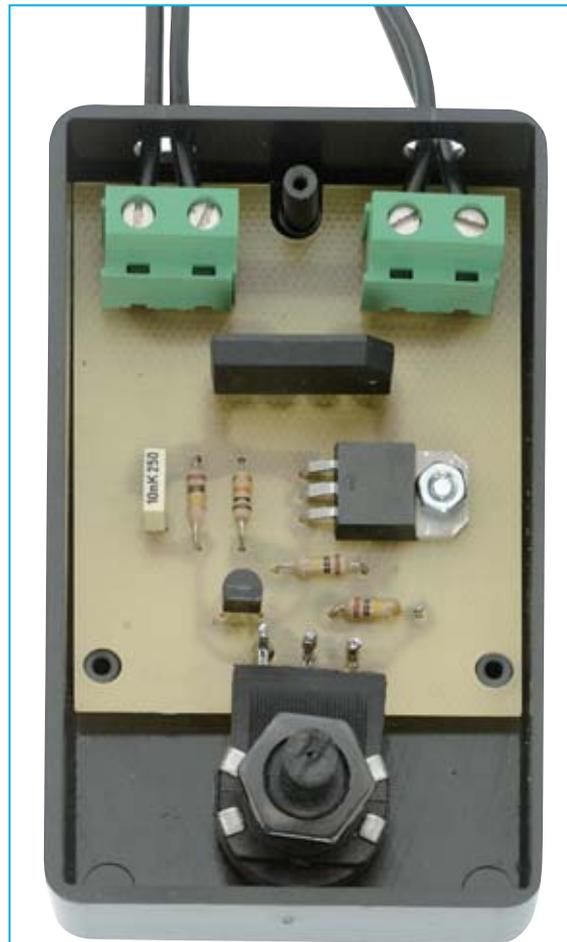


Fig.20 Una vez completado el montaje el circuito debe fijarse dentro del mueble de plástico con los tornillos incluidos en el kit. El potenciómetro también puede fijarse en la tapa del mueble.

Fig.21 En esta ocasión no proporcionaremos el mueble plástico perforado ya que el precio industrial de ejecución de los 3 agujeros es muy elevado y para su realización solo es preciso disponer de un pequeño taladro.



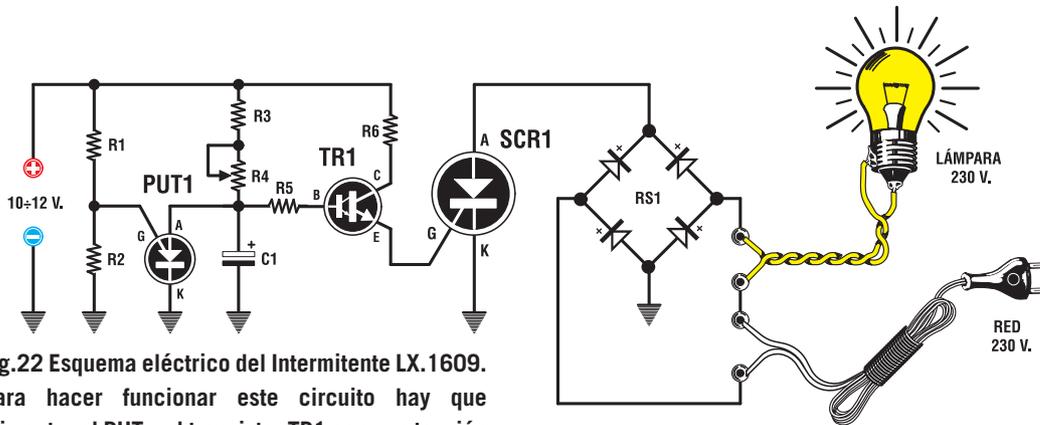


Fig.22 Esquema eléctrico del Intermitente LX.1609. Para hacer funcionar este circuito hay que alimentar el PUT y el transistor TR1 con una tensión continua de 10-12 voltios.

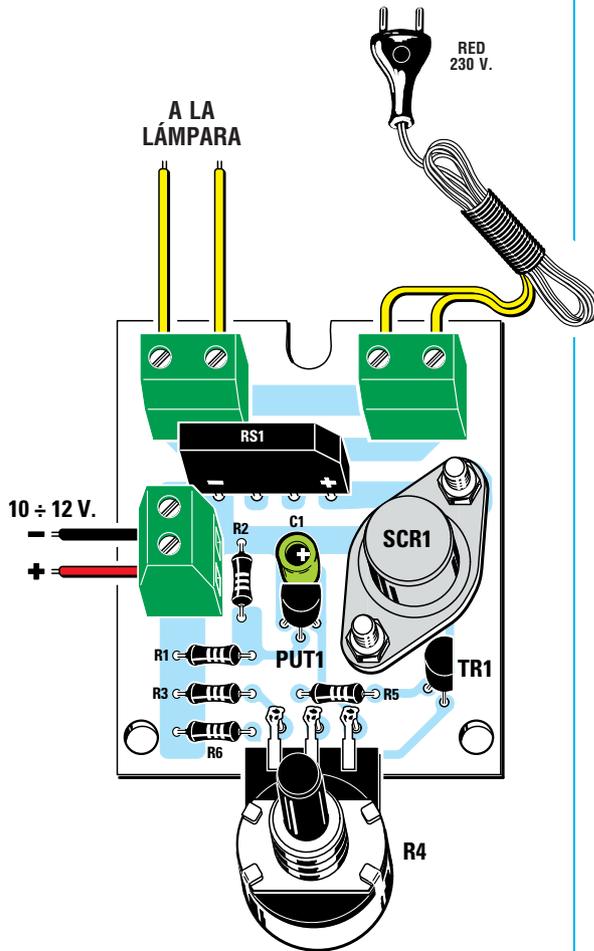


Fig.23 Esquema práctico de montaje del circuito LX.1609. El puente rectificador RS1 debe instalarse en el circuito impreso orientando hacia la derecha su terminal + .

LISTA DE COMPONENTES LX.1609

- R1 = 33.000 ohmios
- R2 = 12.000 ohmios
- R3 = 330.000 ohmios
- R4 = Potenciómetro lineal 1 megaohmio
- R5 = 1,5 megaohmios
- R6 = 330 ohmios
- C1 = 4,7 microF. electrolítico
- RS1 = Puente rectificador 800V 4A
- PUT1 = PUT 2N.6027
- TR1 = Darlington NPN BC.517
- SCR1 = Tiristor TAG 675/800

alimentación, **mando** para el potenciómetro **R4** y **muelle de plástico**16,45 €
LX.1608: Circuito impreso2,90 €
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

INTERMITENTE de 230 VOLTIOS (LX.1609)

Utilizando un **PUT**, un **Darlington** tipo **BC.517** y un **tiristor** con encapsulado metálico tipo **TAG.675** se puede realizar un **intermitente** para lámparas de **230 voltios**, pudiéndose utilizar también para bombillas de **9-12-24 voltios** (alimentadas con alterna).

Ajustando el potenciómetro **R4** (**1 megaohmio**) podemos conseguir un parpadeo desde **2 veces por segundo** hasta **5 veces por segundo**.

Aumentando la capacidad del condensador electrolítico **C1** (**4,7 microfaradios**) a **10 o 22 microfaradios** se puede **reducir** bastante la **velocidad** de parpadeo.

La etapa compuesta por el **PUT** y por el Darlington **TR1** tiene que alimentarse con una **tensión continua** entre **10 y 12 voltios**, **no** necesariamente estabilizada. El **tiristor SCR1** tiene que alimentarse con una **tensión alterna** cuyo valor debe elegirse en función de la tensión de las **bombillas** a utilizar.

Para hacer parpadear una o más lámparas de **230 voltios** conectadas en paralelo hay que utilizar la tensión de red de los **230 voltios**, mientras que para hacer parpadear lámparas de **6-9-12-24 voltios** hay que utilizar una tensión alterna de este valor, utilizando un **transformador**.

Como ya hemos explicado para el circuito de la Fig.15, la **máxima corriente** que podemos obtener de este circuito depende de la **corriente máxima** soportada por el puente rectificador **RS1**.

Puesto que en este circuito hemos utilizado un puente capaz de soportar **4 Amperios** podemos hacer parpadear lámparas de hasta **900 Vatios**.

Quienes deseen hacer parpadear una larga cadena de bombillas, por ejemplo para adornar una sala destinada a una fiesta, pueden conectar en **serie 38-39 bombillas** de **6-9 voltios** alimentándolas con la tensión de **230 voltios**.

REALIZACIÓN PRÁCTICA

Para realizar el **intermitente** mostrado en la Fig.23 hemos desarrollado el kit **LX.1609**.

Aconsejamos comenzar el montaje del kit instalando en el circuito impreso las **5 resistencias** de **1/4 vatio** y, una vez realizada esta operación, el puente rectificador **RS1**, orientando su terminal + hacia la **derecha** (ver Fig.23).

A continuación hay que instalar el condensador **C1**, orientando su terminal + hacia el tiristor metálico, el transistor **PUT1**, orientando la parte **plana** de su cuerpo hacia el condensador electrolítico **C1**, y el Darlington tipo **BC.517 (TR1)**, orientando hacia la derecha la parte **plana** de su cuerpo.

Ahora se puede instalar el tiristor **metálico SCR1**. Una vez soldados sus terminales **G-K** (ver Fig.7) en los agujeros del circuito impreso

hay que fijarlo utilizando dos pequeños tornillos de hierro con sus correspondientes tuercas.

Para completar el montaje hay que instalar las dos **clemas** utilizadas para conectar el cable de la **tensión de red** y la **lámpara**, y los **3 terminales** tipo pin utilizados para soldar los contactos del potenciómetro **R4** (ver Fig.19). También hay que instalar una tercera **clema** utilizada para la tensión continua de **10-12 voltios** necesaria para alimentar el **PUT** y el Darlington **TR1**.

Al conectar la tensión de **10-12 voltios** a la **clema** correspondiente hay que respetar la polaridad +/- de los dos cables de alimentación. También este circuito tiene que instalarse en un **mueble de plástico** ya que en las pistas de cobre está presente la tensión de red de **230 voltios**. Un contacto accidental con ellas podría ser **peligroso**.

En este kit también se incluye el **mueble de plástico sin perforar** en el que también hay que realizar un agujero en el panel frontal para fijar el potenciómetro **R4**, dos agujeros en el lado posterior para el cable de red de **230 voltios** y para el cable de conexión a la **lámpara**, y uno más para la tensión de **10-12 voltios**.

PRECIO de REALIZACIÓN

LX.1609: Precio de todos los componentes necesarios para realizar el **intermitente** mostrado en la Fig.23, incluyendo **cordón** de alimentación, **mando** para el potenciómetro **R4** y **mueble de plástico**19,10 €

LX.1609: Circuito impreso2,90 €

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

NOTAS IMPORTANTES

Aunque se ha expresado anteriormente en varias ocasiones es muy importante tener en cuenta que los circuitos mostrados en las Figs.9-15-22 han de instalarse en un **mueble de plástico**, incluido en los kits correspondientes, ya que en las pistas de cobre está presente la tensión de red de **230 voltios**, existiendo la posibilidad de sufrir **descargas eléctricas** al manipular los componentes de no **aislarse** correctamente con el mueble.