



APLICACIONES PRÁCTICAS

Hoy queremos hablar sobre las fotorresistencias, los componentes electrónicos que varían su resistencia eléctrica en función de la cantidad de luz que incide sobre ellas. En este artículo se exponen varios esquemas eléctricos con diversas aplicaciones, verificados con exhaustivas pruebas y ciertamente originales, muy difíciles de encontrar en libros y revistas. Quienes no conozcan todavía estos componentes descubrirán su utilidad y la sencillez de diseño de circuitos de aplicación.

No todo el mundo conoce que las **fotorresistencias** son componentes electrónicos **sensibles a la luz** compuestos por un soporte de **sulfuro** o **seleniuro de cadmio**.

En los esquemas eléctricos las **fotorresistencias** se representan gráficamente con el **símbolo** de una resistencia encerrada en un pequeño círculo sobre el que inciden varias flechas (ver Fig.5).

Las **características generales** de estos componentes son las siguientes:

Potencia disipada de 50 a 200 mW
Tensión de trabajo de 5 a 150 voltios
Temperatura de trabajo .. de -30°C a +70°C
Resistencia (oscuridad) .. de 5 a 100 Megaohmios
Resistencia (luz) de 50 a 500 ohmios

Como se puede observar la **resistencia óhmica** de las fotorresistencias **varía** enormemente al **variar la luz** que incide sobre ellas, pudiendo variar desde algunas **decenas de ohmios** al exponerlas a **plena luz** a algunas **decenas de megaohmios** cuando se encuentran en una **oscuridad absoluta**.

Generalmente se suelen encontrar **pocos** circuitos de aplicación que utilicen fotorresistencias. Cuando se quiere realizar un circuito que **excite un relé** en la **oscuridad** y lo **desexcite** en presencia de **luz** se suelen utilizar esquemas similares al que hemos reproducido en la **Fig.2**. En este esquema la **fotorresistencia** se conecta entre la **Base** de un **transistor NPN** y **masa**. Puesto que la fotorresistencia presenta en la **oscuridad** una elevada resistencia óhmica ajustando el **trimmer R1** se puede establecer el

valor adecuado para poner en **conducción** el **transistor NPN**, que procederá a **excitar** el **relé**.

Cuando incide **luz** sobre la fotorresistencia esta presenta una baja resistencia óhmica cortocircuitando a **masa** la **Base** del transistor **TR1**. Al no conducir el transistor el **relé no se excita**.

En cambio, si se precisa un circuito que **excite** un **relé** en presencia de **luz** y lo **desexcite** en la **oscuridad** se suele utilizar un circuito similar al mostrado en la **Fig.3**. En este caso la **fotorresistencia** se conecta entre la **Base** de un **transistor NPN** y la tensión de **alimentación**.

Cuando incide **luz** sobre la fotorresistencia esta presenta una baja resistencia óhmica que hace

Existen muchos circuitos en los que el relé se excita en la oscuridad y se desexcita en presencia de luz, en otros el relé se excita con luz y se desexcita en la oscuridad. Obviamente surge inmediatamente la cuestión sobre el **tipo de circuito** que **interesa utilizar**, hecho que queda determinado por el **tipo de aplicación** que se le quiera dar.

En efecto, hay circuitos más indicados para ser utilizados como **interruptores crepusculares**, otros se pueden utilizar para **encender automáticamente** las **luces del automóvil** cuando la luz ambiental es muy tenue.

También pueden ser utilizados como **sistema anti-robbo** instalando una pequeña bombilla o un diodo LED blanco de forma que la luz incida so-

con FOTORRESISTENCIAS

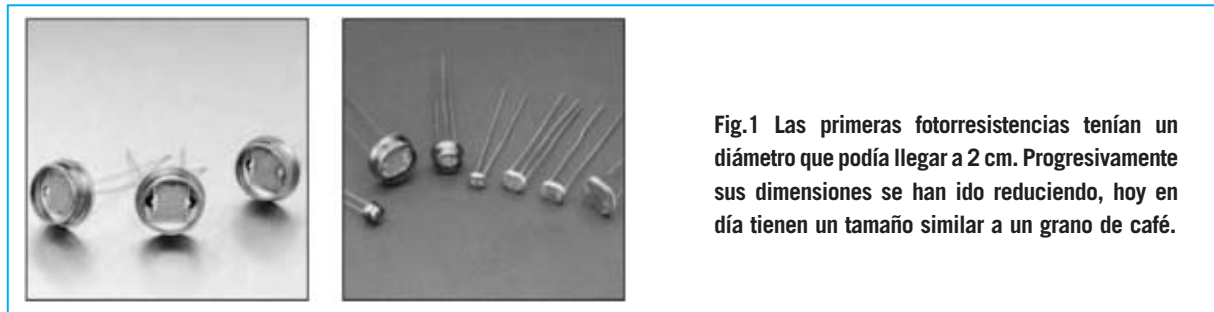


Fig.1 Las primeras fotorresistencias tenían un diámetro que podía llegar a 2 cm. Progresivamente sus dimensiones se han ido reduciendo, hoy en día tienen un tamaño similar a un grano de café.

llegar una tensión positiva a la **Base** del transistor **TR1**, poniéndolo en conducción y **excitando** el **relé**. En la **oscuridad** la fotorresistencia presenta una elevada resistencia óhmica, lo que provoca que la tensión positiva no logre polarizar la **Base** del transistor **TR1**, que al no entrar en conducción **no excita el relé** conectado a su **Colector**.

Los esquemas mostrados en las Figs.2-3 son **muy elementales**. De hecho regulando el **trimmer R1** en un **punto crítico** el **relé vibrará sin parar**, ya que estos circuitos no controlan la **histéresis** que se produce en las transiciones de estado del relé. En los esquemas que nosotros proponemos esto **no** se produce.

bre la fotorresistencia y al pasar una persona se **interrumpa** el **haz luminoso** y suene una **sirena**.

Otra aplicación consiste en un circuito utilizado para **aparcar** el automóvil en **garajes con poca iluminación**. La luz del coche al incidir sobre la fotorresistencia excitará un relé que, a su vez, enciende una lámpara que permanece en este estado después de haber apagado las luces del coche. Una vez que hemos salido del garaje el relé se desexcita accionando un pulsador que apagará automáticamente la lámpara del garaje.

Hemos desarrollado todos estos circuitos, que presentamos en este y en próximos números, **verificando exhaustivamente su funcionamiento**. Además resultan realmente **muy económicos**.

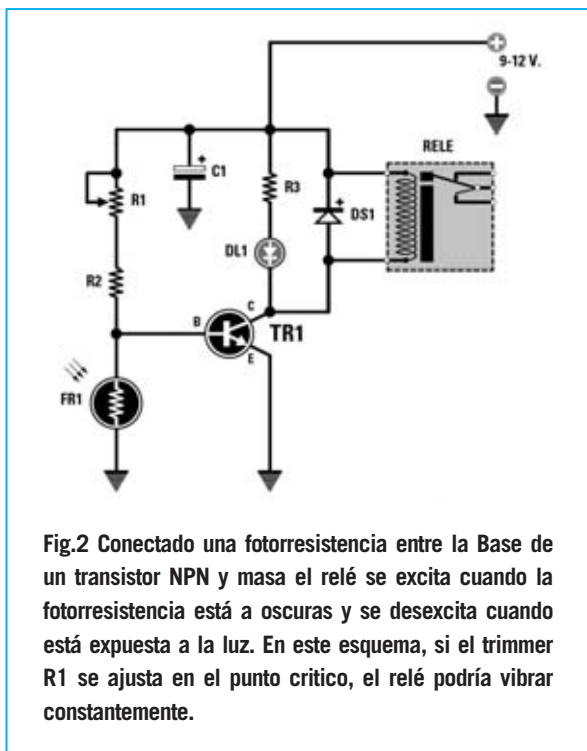


Fig.2 Conectado una fotorresistencia entre la Base de un transistor NPN y masa el relé se excita cuando la fotorresistencia está a oscuras y se desexcita cuando está expuesta a la luz. En este esquema, si el trimmer R1 se ajusta en el punto crítico, el relé podría vibrar constantemente.

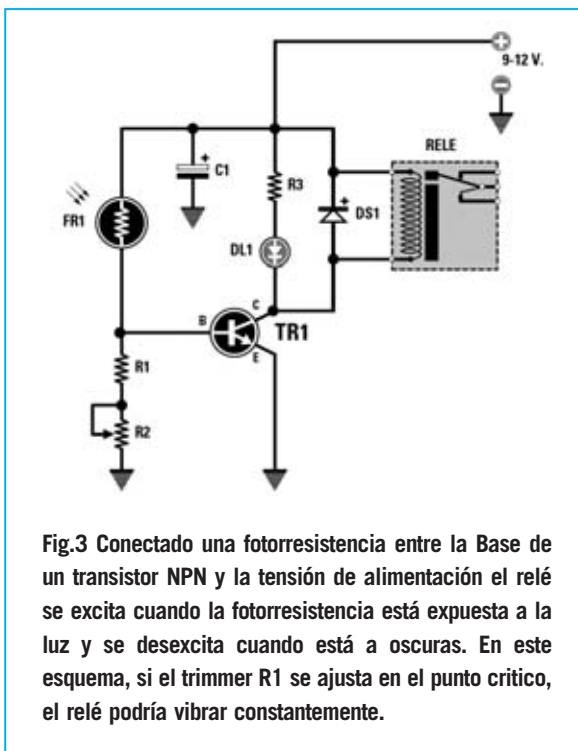


Fig.3 Conectado una fotorresistencia entre la Base de un transistor NPN y la tensión de alimentación el relé se excita cuando la fotorresistencia está expuesta a la luz y se desexcita cuando está a oscuras. En este esquema, si el trimmer R1 se ajusta en el punto crítico, el relé podría vibrar constantemente.

RELÉ activado por OSCURIDAD con TRANSISTORES (LX.5061)

Sabiendo que una fotorresistencia presenta una resistencia de unos **50-500 ohmios** cuando está expuesta a la **luz** y que en la **oscuridad** su resistencia sube por encima de **5 megaohmios** basta con conectarla entre la **Base** de un **transistor NPN** y **masa** para hacer excitar un relé cuando esté expuesta a la **oscuridad** (ver Fig.4). Cuando sobre la fotorresistencia **no** incide ninguna **luz** su alta resistencia óhmica provoca que en la **Base** del transistor **TR1** haya una tensión de unos **4 voltios**, tensión suficiente para ponerlo en **conducción**.

En estas condiciones el transistor **TR1** polariza la **Base** del transistor **TR2**, que también se pone en **conducción excitando** el relé y provocando el **encendido** del diodo LED **DL1**.

Cuando **incide luz** sobre la fotorresistencia su resistencia óhmica cae por debajo de **500 ohmios**. En estas condiciones en la **Base** del transistor **TR1** hay una tensión de unos **0,5 voltios**, por lo que **no** entra en **conducción**. **Tampoco** el transistor **TR2** entra en conducción, como consecuencia el **relé no se excita** y el diodo LED **DL1** permanece **apagado**.

Para **ajustar** el trimmer **R1** es aconsejable **cubrir** la **fotorresistencia** con la capucha de un bolígrafo y girar lentamente el **cursor** del trimmer **R1** hasta hacer **encender** el diodo LED **DL1**. Al quitar la capucha el diodo LED se apagará.

En la Fig.6 se muestra el esquema de montaje práctico del circuito. Cuando se realice la instalación de los componentes hay que tener presente que tanto la **franja** de referencia del diodo **DS1** como la parte **plana** de los transistores **TR1-TR2** han de orientarse hacia la **izquierda**.

La **clema** de **2 polos** se utiliza para aplicar la tensión de **alimentación (12 voltios)**, mientras que la **clema** de **3 polos** está asociada a los **contactos** del relé.

PRECIO de REALIZACIÓN

LX.5061: Precio de todos los componentes mostrados en la Fig.6, incluyendo circuito impreso perforado y serigrafiado17,00 €

LX.5061: Circuito impreso2,55 €

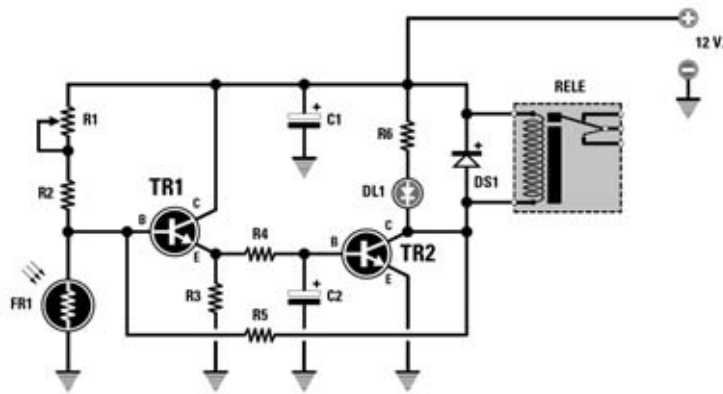


Fig.4 Esquema eléctrico del circuito LX.5061.

LISTA DE COMPONENTES LX.5061

- R1 = Trimmer 100.000 ohmios
- R2 = 10.000 ohmios 1/4 vatio
- R3 = 47.000 ohmios 1/4 vatio
- R4 = 1.000 ohmios 1/4 vatio
- R5 = 330.000 ohmios 1/4 vatio
- R6 = 1.000 ohmios 1/4 vatio
- C1 = 100 microF. electrolítico
- C2 = 100 microF. electrolítico
- DL1 = Diodo LED
- DS1 = Diodo 1N.4007
- FR1 = Fotorresistencia
- TR1 = Transistor NPN BC.547
- TR2 = Transistor NPN BC.547
- RELÉ = 12 voltios 1 circuito

Fig.5 Símbolo eléctrico de la fotorresistencia y conexiones del transistor BC.547, vistas desde abajo. Al montar los diodos LED hay que respetar la polaridad de sus terminales.

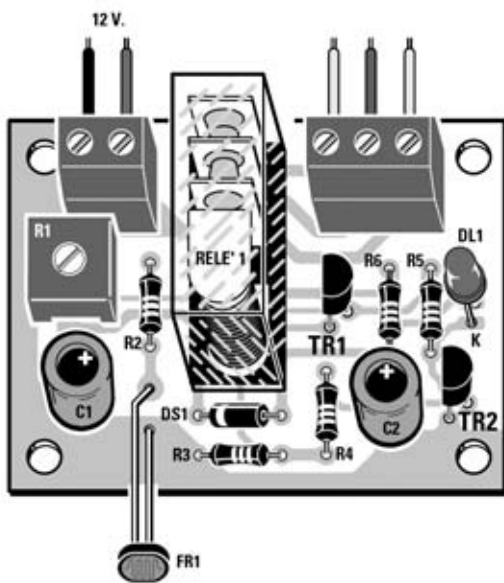


Fig.6 Esquema práctico de montaje del circuito LX.5061. Al montar los transistores hay que separarlos ligeramente de la superficie del circuito impreso. El terminal más corto del diodo LED (cátodo) ha de orientarse hacia el transistor TR2.

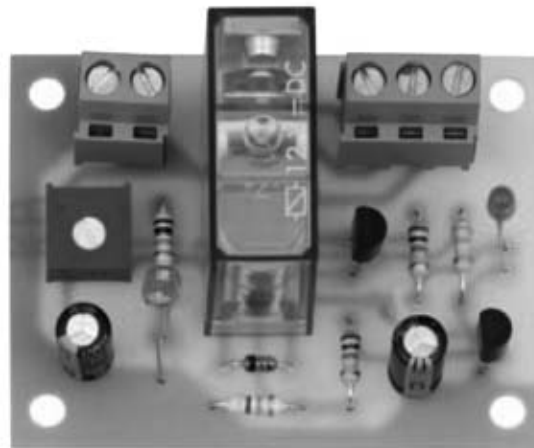


Fig.7 Fotografía del prototipo del circuito que excita un relé en la oscuridad. Es conveniente instalar el circuito en un pequeño mueble contenedor que disponga de un pequeño orificio para que la luz incida sobre la fotorresistencia.

RELÉ activado por LUZ con un OPERACIONAL (LX.5062)

El circuito mostrado en la Fig.8 **excita el relé** cuando sobre la fotorresistencia **FR1** incide **luz** y **no lo excita** cuando la fotorresistencia está a **oscuras**.

Como se puede observar la **fotorresistencia** está conectada entre la tensión de **12 voltios** y la **entrada inversora** del operacional **IC1**, un **uA.748** (también se puede utilizar un **TL.081**).

Como ya sabemos cuando incide **luz** sobre la fotorresistencia presenta una **baja resistencia óhmica**. En este caso aplica a la entrada inversora una tensión positiva de **12 voltios** y, como consecuencia, en la **salida** hay una **tensión negativa** que polariza la **Base** del transistor PNP **TR1**.

El transistor **TR1** entra en **conducción excitando** el **relé** que, como se puede apreciar, está conectado entre el **Colector** y **masa**.

La sensibilidad del circuito se **ajusta** actuando sobre el cursor del **trimmer R1** conectado en serie a la fotorresistencia. Normalmente este trimmer se ajusta en **presencia de luz** hasta hacer **encender** el **diodo LED** y **excitar** el **relé**, cuando

la **luz no incide** sobre la fotorresistencia el diodo LED se **apaga** y el relé se **desexcita**.

El circuito funciona con una tensión positiva de **12 voltios** que se puede obtener cualquier **alimentador estabilizado**. El alimentador puede instalarse dentro del mismo mueble contenedor que el circuito.

Al montar los componentes en el circuito impreso (ver Fig.9) hay que prestar especial atención en orientar adecuadamente la **franja** de referencia del diodo **DS1**, el **lado plano** de **TR1** y la **muesca** de referencia en forma de **U** de **IC1**.

La **clema de 2 polos** se utiliza para aplicar la tensión de **alimentación (12 voltios)**, mientras que la **clema de 3 polos** está asociada a los **contactos del relé**.

PRECIO de REALIZACIÓN

LX.5062: Precio de todos los componentes mostrados en la Fig.9, incluyendo circuito impreso perforado y serigrafiado.....18,79 €
LX.5062: Circuito impreso3,30 €

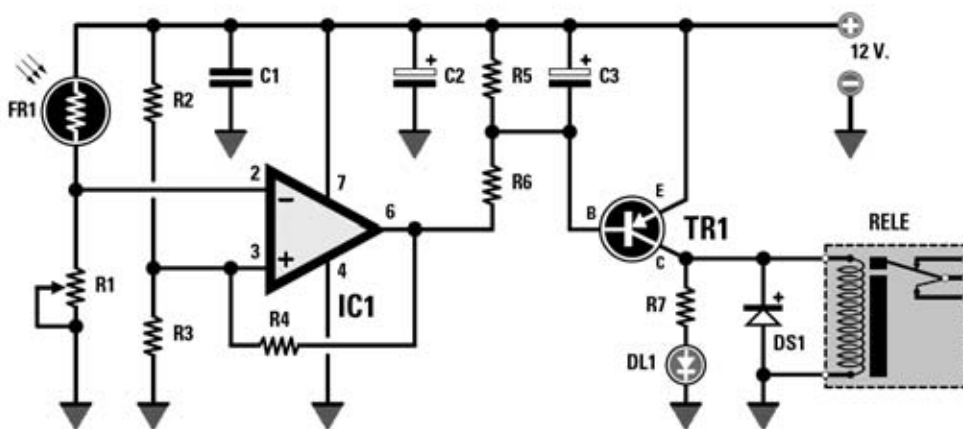


Fig.8 Esquema eléctrico del circuito LX.5062. En este caso se excita el relé en presencia de luz.

LISTA DE COMPONENTES LX.5062

R1 = Trimmer 10.000 ohmios
 R2 = 12.000 ohmios 1/4 vatio
 R3 = 22.000 ohmios 1/4 vatio
 R4 = 1 Megaohmio 1/4 vatio

R5 = 10.000 ohmios 1/4 vatio
 R6 = 10.000 ohmios 1/4 vatio
 R7 = 1.000 ohmios 1/4 vatio
 C1 = 100.000 pF poliéster
 C2 = 100 microF. electrolítico
 C3 = 100 microF. electrolítico

DS1 = Diodo 1N.4007
 DL1 = Diodo LED
 FR1 = Fotorresistencia
 IC1 = Integrado uA.748
 TR1 = Transistor PNP BC.213B
 RELÉ = 12 voltios 1 circuito

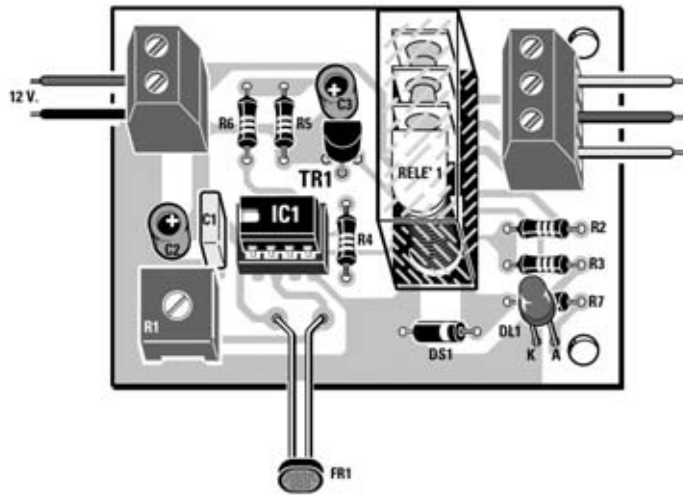


Fig.9 Esquema práctico de montaje del circuito LX.5062. El integrado IC1 ha de instalarse orientando su muesca de referencia en forma de U hacia la izquierda. La parte plana del transistor TR1 se orienta hacia el condensador C3.

Fig.10 Fotografía del prototipo del circuito LX.5062 con todos sus componentes montados. La fotorresistencia FR1 puede montarse directamente en el impreso o instalarse a distancia y conectarse a través de cables.

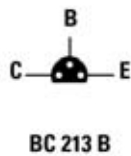
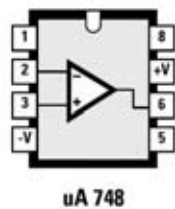
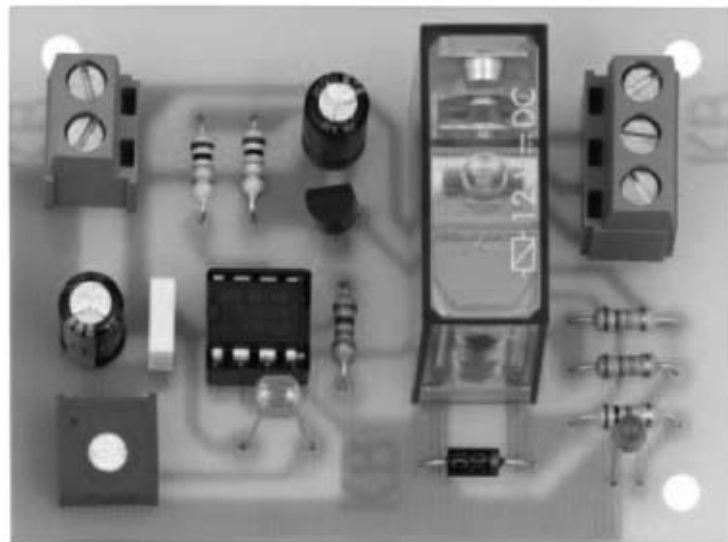


Fig.11 Conexiones del integrado IC1, vistas desde arriba y con la muesca de referencia en forma de U orientada hacia la parte superior. Las conexiones del transistor BC.213B se muestran vistas desde abajo.

RELÉ activado por OSCURIDAD con un OPERACIONAL (LX.5063)

El circuito presentado en la Fig.12 **excita el relé** cuando la fotorresistencia está a **oscuras** y **no lo excita** cuando **incide luz** sobre ella.

En este circuito la **fotorresistencia** está conectada entre la **entrada inversora** del operacional **IC1** y **masa**. Nuevamente hemos utilizado un **uA.748**, aunque utilizando un **TL.081** se consiguen los mismos resultados.

Cuando la **luz incide** sobre la fotorresistencia, ya que presenta una **baja resistencia óhmica** en estas condiciones, la **entrada inversora** de **IC1** queda prácticamente cortocircuitada a **masa**. En esta situación la **salida** de **IC1** tiene una tensión positiva que **no** puede polarizar la Base del transistor **TR1**, ya que es un **PNP**.

En cambio, cuando **no incide luz** sobre la fotorresistencia esta presenta una **elevada resistencia óhmica**. La tensión positiva de **12 voltios** llega a la **entrada inversora** y, como consecuencia, la **salida** de **IC1** cortocircuita a **masa** la resistencia **R7**.

Así, aplicando a la Base del transistor **TR1** un **nivel lógico 0**, este se polariza poniéndose en

conducción y excitando el relé.

El circuito funciona con una tensión positiva incluida entre **12 y 15 voltios** que se puede obtener de cualquier **alimentador estabilizado**.

La sensibilidad del circuito se **ajusta** actuando sobre el cursor del **trimmer R2** conectado en serie a la fotorresistencia. Normalmente este trimmer se ajusta en **presencia de luz** hasta hacer **apagar el diodo LED** y **desexcitar el relé**, cuando la **luz no incide** sobre la fotorresistencia el diodo LED se **enciende** y el relé se **excita**.

Al montar los componentes en el circuito impreso (ver Fig.13) hay que tomar las **mismas precauciones** que en el montaje del circuito **LX.5062**.

PRECIO de REALIZACIÓN

LX.5063: Precio de todos los componentes mostrados en la Fig.13, incluyendo circuito impreso perforado y serigrafiado.....18,79 €

LX.5063: Circuito impreso3,30 €

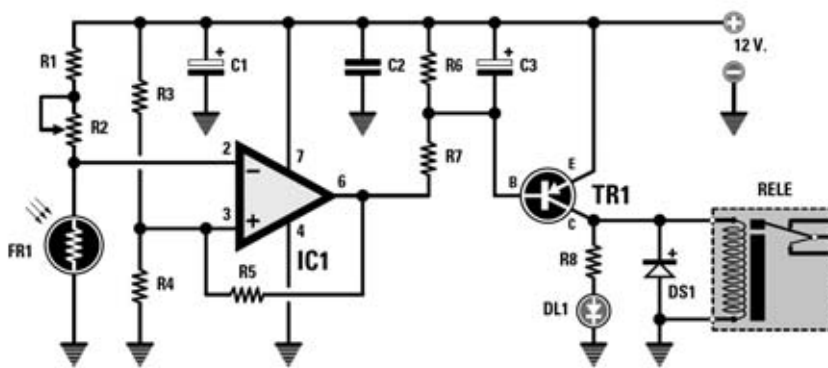


Fig.12 Esquema eléctrico del circuito LX.5063.

LISTA DE COMPONENTES LX.5063

R1 = 470 ohmios 1/4 vatio	R7 = 12.000 ohmios 1/4 vatio	DS1 = Diodo 1N.4007
R2 = Trimmer 10.000 ohmios	R8 = 1.000 ohmios 1/4 vatio	FR1 = Fotorresistencia
R3 = 10.000 ohmios 1/4 vatio	C1 = 100 microF. electrolítico	IC1 = Integrado uA.748
R4 = 10.000 ohmios 1/4 vatio	C2 = 100.000 pF poliéster	TR1 = Transistor PNP BC.213B
R5 = 1 Megaohmio 1/4 vatio	C3 = 100 microF. electrolítico	RELÉ = 12 voltios 1 circuito
R6 = 27.000 ohmios 1/4 vatio	DL1 = Diodo LED	

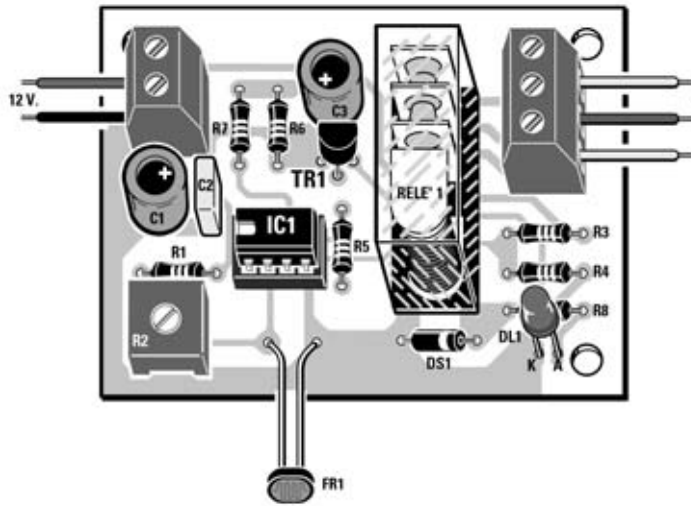


Fig.13 Esquema práctico de montaje del circuito LX.5063. El integrado IC1 ha de instalarse orientando su muesca de referencia en forma de U hacia la izquierda. La parte plana del transistor TR1 se orienta hacia el condensador C3.

Fig.14 Fotografía del prototipo del circuito LX.5062 con todos sus componentes montados. Es aconsejable instalar el circuito en un pequeño mueble contenedor que disponga de un pequeño orificio para que la luz incida sobre la fotorresistencia.

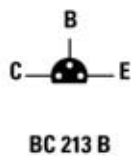
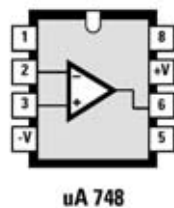
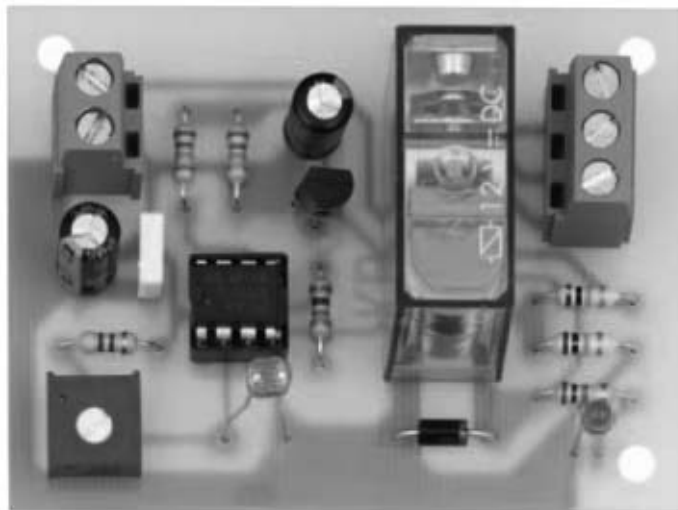


Fig.15 Conexiones del integrado IC1, vistas desde arriba y con la muesca de referencia en forma de U orientada hacia la parte superior. Las conexiones del transistor BC.213B se muestran vistas desde abajo.

DOS UMBRALES VARIABLES con OPERACIONALES (LX.5064)

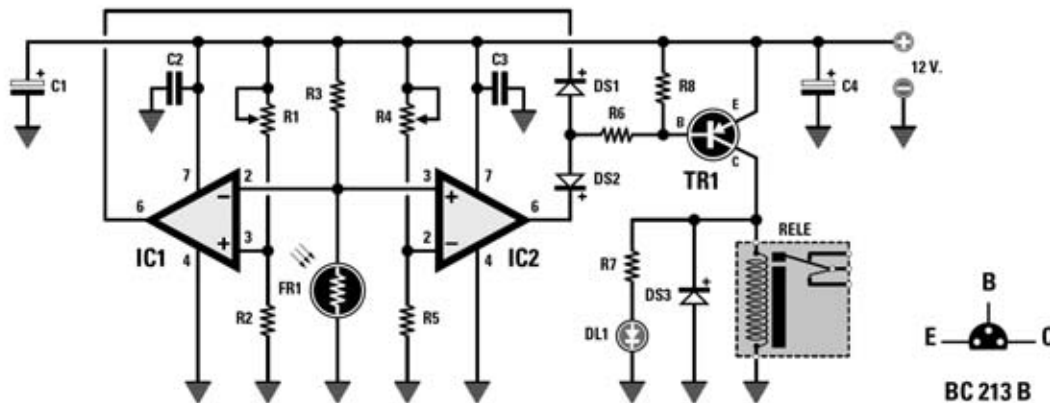


Fig.16 Esquema eléctrico del circuito LX.5064 y conexiones del transistor BC.213B, vistas desde abajo.

El circuito **LX.5064** (ver Fig.16) puede utilizarse como **Interruptor Crepuscular** ya que cuenta con **dos umbrales** de intervención para excitar el relé.

En este caso la fotorresistencia **FR1** está conectada entre la **entrada inversora** del operacional **IC1** y la **entrada no inversora** del operacional **IC2**.

Hay que tener presente que aplicando a la entrada **inversora** de **IC1** una **tensión mayor** que la presente en su entrada **no inversora** en la **salida** habrá una tensión correspondiente a un **nivel lógico 0**, es decir ninguna tensión. En cambio si se aplica a la entrada **inversora** de **IC1** una **tensión menor** que la presente en su entrada **no inversora** en la salida habrá una tensión correspondiente a un **nivel lógico 1**, es decir una tensión de **11-12 voltios**.

El **trimmer R1**, conectado a la entrada **no inversora** de **IC1**, sirve para excitar el relé cuando la fotorresistencia a **oscuras**, ya que cuando esta presenta su máxima resistencia óhmica en la entrada no inversora se aplica la tensión positiva de **12 voltios**.

De esta forma la salida de **IC1** cortocircuita a masa el diodo **DS1** y la resistencia **R6** conectada a la **Base** del transistor **TR1**. Puesto que es un **transistor PNP** se pone en **conducción excitando** el relé conectado a su **Colector**.

LISTA DE COMPONENTES LX.5064

- R1 = Trimmer 10.000 ohmios
- R2 = 1.000 ohmios 1/4 vatio
- R3 = 5.600 ohmios 1/4 vatio
- R4 = Trimmer 10.000 ohmios
- R5 = 1.000 ohmios 1/4 vatio
- R6 = 12.000 ohmios 1/4 vatio
- R7 = 1.000 ohmios 1/4 vatio
- R8 = 27.000 ohmios 1/4 vatio
- C1 = 100 microF. electrolítico
- C2 = 100.000 pF poliéster
- C3 = 100.000 pF poliéster
- C4 = 100 microF. electrolítico
- DL1 = Diodo LED
- DS1 = Diodo 1N.4148
- DS2 = Diodo 1N.4148
- DS3 = Diodo 1N.4007
- FR1 = Fotorresistencia
- IC1 = Integrado TL.081
- IC2 = Integrado TL.081
- TR1 = Transistor PNP BC.213B
- RELÉ = 12 voltios 1 circuito

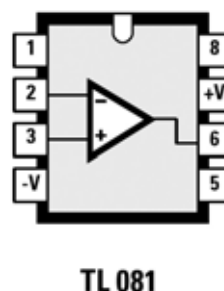


Fig.17 Conexiones del integrado TL.081, vistas desde arriba y con la muesca de referencia en forma de U orientada hacia la parte superior.

El **trimmer R4**, conectado a la entrada **inversora** de **IC2**, permite regular el umbral de luz con el cual que el relé se excitará de nuevo (en efecto, **dos umbrales**).

Con la presencia de **luz** la fotorresistencia tiene una **baja resistencia óhmica**, haciendo caer la tensión en la entrada no inversora de **IC2** por debajo del umbral ajustado con el trimmer R4.

En estas condiciones en el terminal de **salida** de **IC2** hay una tensión de **0 voltios** que cortocircuita a **masa** el diodo **DS2** y pone en **conducción** el transistor **PNP TR1**, lo que provoca la **excitación** del **relé** conectado a su **Colector**.

En nuestros montajes hemos utilizado **operacionales** comunes tipo **TL081**.

El circuito funciona con una tensión positiva incluida entre **12 y 15 voltios** que se puede obtener de cualquier **alimentador estabilizado**.

Para **ajustar** el circuito hay que **regular** el **trimmer R1** para hacer excitar el relé y encender el diodo LED a **oscuros**. A continuación, con la cantidad de **luz deseada**, hay que ajustar el **trimmer R4** hasta hacer excitar de nuevo el relé y encender el diodo LED.

En la fase de **ajuste** es necesario que la **tensión** en el **terminal 3** de **IC1** sea **mayor** que la tensión en el **terminal 2** de **IC2**.

PRECIO de REALIZACIÓN

LX.5064: Precio de todos los componentes mostrados en la Fig.16, incluyendo circuito impreso perforado y serigrafiado.....23,09 €

LX.5064: Circuito impreso3,30 €

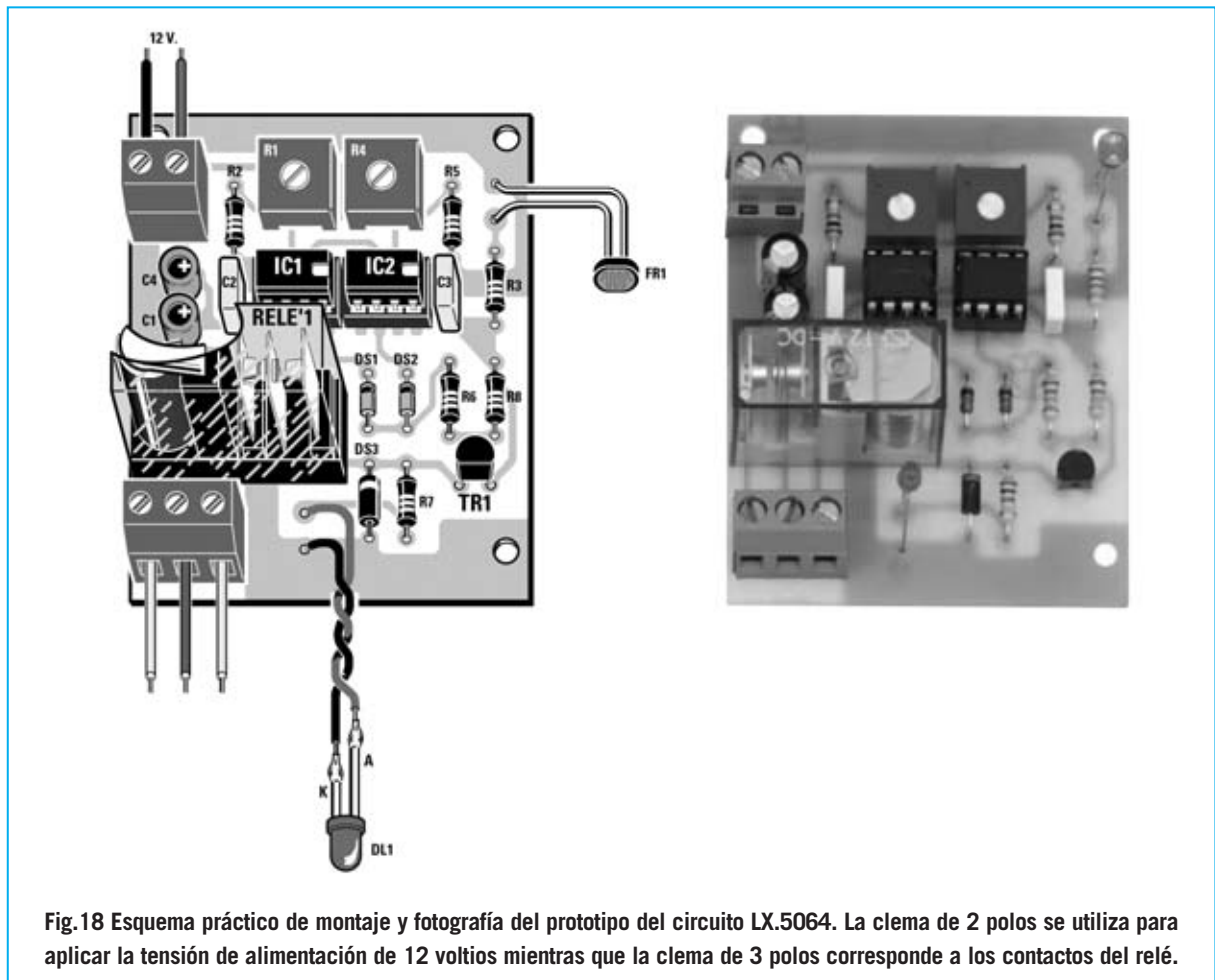


Fig.18 Esquema práctico de montaje y fotografía del prototipo del circuito LX.5064. La clema de 2 polos se utiliza para aplicar la tensión de alimentación de 12 voltios mientras que la clema de 3 polos corresponde a los contactos del relé.