

Dos DIODOS LED

Un par de pequeños diodos LED intermitentes situados en una posición estratégica pueden tener múltiples aplicaciones, como por ejemplo inducir un ladrón a creer que un automóvil está protegido por un sofisticado antirrobo. Además este sencillo circuito es muy interesante desde el punto de vista didáctico para clarificar conceptos como la carga y descarga de un condensador o el corte y la saturación de un transistor.

Los tiempos en que vivimos nos obligan constantemente a tomar medidas contra la **criminalidad**. Cada vez son más las personas que recurren a **sistemas de protección** como antirrobo, rejas en puertas y ventanas, barreras de control de acceso, etc.

Los precios de estos **sistemas antirrobo**, tanto para el **automóvil** como para la **vivienda**, crecen constantemente debido a su **gran demanda**. De hecho son muchas las personas que después de analizar las distintas soluciones de seguridad no han podido adquirirlas por no disponer de los recursos económicos necesarios.

Ahora bien, **no** siempre es necesario hacer un **gran gasto económico** para proteger un sistema, invirtiendo, por ejemplo, centenares de euros en una videocámara con sistemas de detección y grabación.

Es importante tener presente la **psicología del intruso**. Muchas veces queda disuadido ante la **presencia** de un sistema de seguridad. La **presencia** del sistema es lo que les suele **disuadir**, **no** el **sistema** en sí mismo, por lo que realizando un baratísimo circuito que tenga el **aspecto** de un **sistema de seguridad** la gran mayoría de intrusos descartará actuar.

Por ejemplo, poniendo un **diodo LED intermitente** en el cuerpo de una **videocámara simulada** muchos intrusos decidirán no actuar, **sin tener** que realizar una **gran inversión económica**.

Obviamente no queremos presentar este sencillo circuito como antirrobo, pero puede constituir un buen **sistema disuasorio** contra los robos, por ejemplo, montado en el **salpicadero del automóvil**.

Dada su sencillez este circuito se presta a muchas más aplicaciones, como por ejemplo utilizándolo como **pequeño sistema señalizador** o, incluso, en **elementos lúdicos**.

Además tiene un gran **valor añadido** ya que utiliza **principios básicos** de la **Electrónica** tales como la **carga/descarga** de un **condensador**, para controlar el tiempo de encendido/apagado, y el **corte/saturación** de un **transistor**, para controlar elementos activos, en este caso los dos diodos LED.

ESQUEMA ELÉCTRICO

El circuito que proponemos en la Fig.1 es un **multivibrador astable con transistores** que enciende de forma **alternativa** dos **diodos LED**. Es un circuito básico de la Electrónica, estando caracterizado por el hecho de que los **transistores se alternan constantemente** entre los estados de **corte y saturación (Off/On)**.

En otras palabras, el circuito pasa **periódicamente** de un estado a otro **sin recibir impulsos externos** partiendo de un impulso inicial. La **frecuencia** de oscilación está determinada por las **resistencias** y por las **capacidades** utilizadas.

Los **transistores NPN** que hemos utilizado son comunes **2N.3904** conectados en **acoplamiento capacitivo** entre **Colector** y **Base**: El **Colector** de **TR1** está conectado a la **Base** de **TR2** mediante el condensador **C2** y el **Colector**

intermitentes de forma alternativa

LISTA DE COMPONENTES LX.1683

- R1 = 330 ohmios 1/4 vatio
- R2 = 56.000 ohmios 1/4 vatio
- R3 = 56.000 ohmios 1/4 vatio
- R4 = 330 ohmios 1/4 vatio
- C1 = 10 microF. electrolítico
- C2 = 10 microF. electrolítico
- C3 = 10 microF. electrolítico
- DL1 = Diodo LED
- DL2 = Diodo LED
- TR1 = Transistor NPN 2N.3904
- TR2 = Transistor NPN 2N.3904

Fig.1 Esquema eléctrico del circuito LX.1683. Se trata de un multivibrador astable con transistores, es decir un circuito que pasa alternativamente de un estado ON (conducción) a un estado OFF (corte). También se muestran las conexiones de un diodo LED y las conexiones del transistor 2N.3904, vistas desde abajo.

2N 3904

DIODO LED

tor de **TR2** está conectado a la **Base** de **TR1** mediante el condensador **C3**.

Los **condensadores electrolíticos** tienen la función de transmitir el **impulso** presente en el **Colector** de un transistor a la **Base** del otro, provocando una rápida conmutación que se repite **indefinidamente**.

En serie a estos condensadores están conectadas las **resistencias de polarización (R2-R3)** necesarias para poner en conducción, o mejor dicho en **saturación**, los dos transistores.

Puesto que hemos utilizado los mismos **valores** para **C2-C3** y para **R2-R3** la oscilación periódica de los transistores entre los estados **On-Off** (saturación-corte) es **idéntico**, por lo que en las salidas se produce una **onda cuadrada simétrica**.

Para variar el **duty-cycle** de la onda cuadrada y conseguir tiempos **On-Off diferentes** hay que utilizar valores distintos para las **resistencias** y los **condensadores**.

Los **multivibradores estables** generalmente se utilizan para generar una onda cuadrada con un **duty cycle** del **50%**, fundamentalmente porque este circuito solo acepta una **limitada** tasa de **asimetría**.

Dada su conexión los transistores **no** pueden tener el **mismo estado** en un instante de tiempo determinado, cuando **uno conduce** (saturación o estado **On**) el **otro no conduce** (corte o estado **Off**).

Cuando se alimenta el circuito la saturación de un transistor provoca el corte del otro. **No** pueden entrar **a la vez** dado que nunca son exactamente iguales y, sobre todo, por la **tolerancia** de los componentes que provoca que no tengan exac-

tamente los mismos valores (recordamos una vez más que aunque los componentes tengan **valores nominales idénticos** no significa que también tengan idénticos **valores efectivos**).

Supongamos, por ejemplo, que en el instante en que se **alimenta** el circuito se **satura** el transistor **TR2**.

En estas condiciones la tensión de **Colector (Vce)** de **TR2** está próxima a **cero** y, por tanto, se **enciende** el diodo LED **DL2**. Esta tensión, mediante el condensador **C3**, se aplica a la **Base** de **TR1**, provocando su corte (el diodo LED **DL1** permanece **apagado**).

Esta situación no permanece así indefinidamente. El condensador **C3** se va **cargando** mediante la resistencia **R2**. Cuando la tensión en la **Base** de **TR1** supera el valor de **umbral**, que está en torno a unos **0,7 voltios** para estos transistores, el transistor pasa a **saturación**.

La tensión **Vce** presente en el **Colector** de **TR1** pasa a **cero**, lo que provoca el **encendido** del diodo LED **DL1**, disminuyendo de esta forma la tensión sobre **C2** que, puesto que está conectado a la **Base** de **TR2**, lo pone en **corte** provocando el **apagado** del diodo LED **DL2**.

Mientras tanto la resistencia **R3** **carga** el condensador **C2**. Cuando la tensión aplicada a la **Base** de **TR2** supera el valor de **umbral** el transistor pasa de nuevo a **saturación**.

Este mecanismo de conmutación se **realimenta constantemente**, obteniéndose de esta forma **dos ondas cuadradas desfasadas 180°** (ver Fig.2). El ciclo se **repite** mientras el circuito esté alimentado.

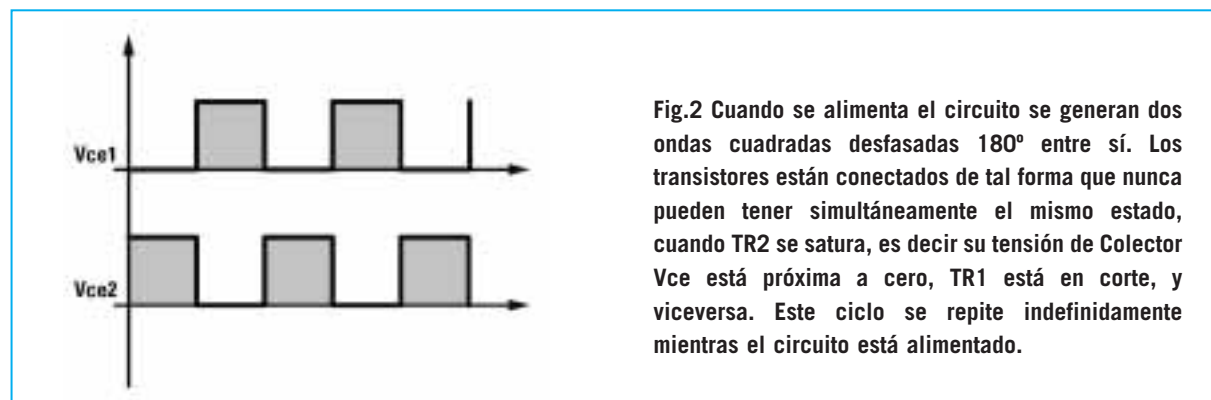


Fig.2 Cuando se alimenta el circuito se generan dos ondas cuadradas desfasadas 180° entre sí. Los transistores están conectados de tal forma que nunca pueden tener simultáneamente el mismo estado, cuando TR2 se satura, es decir su tensión de Colector Vce está próxima a cero, TR1 está en corte, y viceversa. Este ciclo se repite indefinidamente mientras el circuito está alimentado.

La **frecuencia de oscilación** de los **transistores**, y por tanto la **frecuencia de oscilación** de los **diodos LED**, se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$F = 1.000 : (1,38 \times R \times C)$$

C: Capacidad en **microfaradios**

R: Resistencia en **kilohmios**

F: Frecuencia en **hertzios**

Con los **valores** que hemos utilizado la **frecuencia de oscilación** es igual a:

$$1.000 : (1,38 \times 56 \times 10) = 1,29 \text{ Hz}$$

Puesto que el **tiempo** es la **función inversa** de la **frecuencia**, expresado de forma matemática como $T = 1/F$, obtendremos un **tiempo** igual a:

$$1 : 1,29 = 0,77 \text{ segundos}$$

Si se desea **disminuir** la **frecuencia de oscilación**, lo que provocaría que parpadearan más lentamente los diodos LED, es aconsejable **actuar únicamente** sobre los valores de los **condensadores** para no poner en riesgo las polarizaciones de los transistores.

Si, por ejemplo, se quiere obtener una **frecuencia de oscilación** de **0,2 Hz**, correspondiente a un **tiempo** de **5 segundos**, la capacidad a utilizar para los condensadores **C2** y **C3** se puede obtener con la siguiente fórmula, resultado de la **fórmula anterior** poniendo la capacidad **C** como **elemento a calcular**:

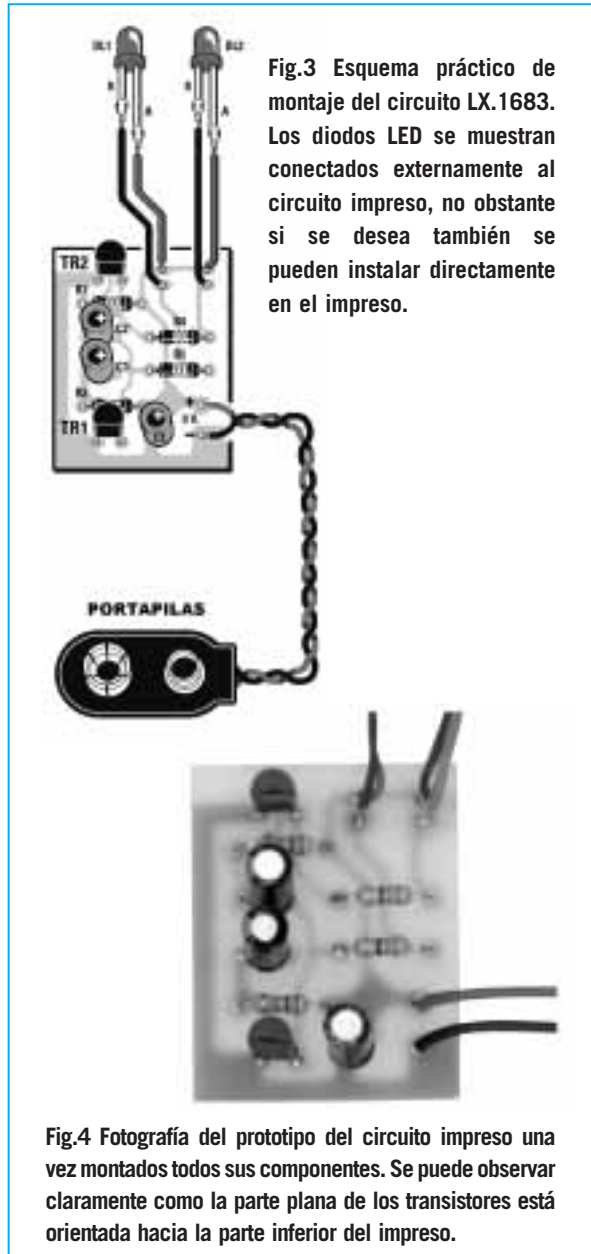
$$C = 1.000 : (1,38 \times R \times F)$$

Reemplazando los valores obtenemos:

$$1.000 : (1,38 \times 56 \times 0,2) = 64 \text{ microfaradios}$$

Puesto que **no** es un **valor comercial estándar** se pueden conectar en **paralelo** dos condensadores de **33 microfaradios**, obteniendo así un valor de unos **66 microfaradios**, muy próximo a los **64 microfaradios** calculados.

Las resistencias **R1** y **R4**, conectadas entre los **Colectores** de los transistores y el **Cátodo** de los **diodos LED**, se utilizan para **regular** las **corrientes** que atraviesan los **diodos LED**, y por consiguiente sus **luminosidades**.



Hemos elegido en ambos casos un valor de **330 ohmios** ya que garantiza una **buena luminosidad** de los diodos LED con una alimentación de **9** o de **12 voltios**.

Es importante **no utilizar resistencias** con un **valor óhmico inferior** ya que en lugar de obtener una mayor luminosidad se **quemarían** los **diodos LED**. Recordamos que el **límite** máximo de los diodos LED suele ser de unos **20 miliamperios**.

NOTA: Quienes deseen conocer los procedimientos de **cálculo** de las **resistencias limitadoras** de corriente en los **diodos LED** pue-

den consultar la lección dedicada a los **diodos LED** en nuestro volumen **Aprender Electrónica partiendo de cero**.

Este circuito puede **alimentarse** con una **pila** corriente de **9 voltios** o bien con la tensión de **12 voltios** presente en la **batería del automóvil**. El condensador **C1**, conectado en paralelo a la alimentación, se utiliza como **filtro**.

REALIZACIÓN PRÁCTICA

Aunque el **montaje** de este circuito es **muy sencillo** hay que aplicar los mismos principios, procedimientos y precauciones a la hora de realizar la inserción y la soldadura de sus componentes.

En este caso aconsejamos comenzar el montaje con la instalación de las **cuatro resistencias** y de los **tres condensadores electrolíticos**. Como es bien conocido este tipo de condensadores están **polarizados**, por lo que sus terminales han de asociarse adecuadamente (el terminal **positivo** es el **más largo** mientras que el terminal **negativo** está caracterizado por un **signo** - impreso sobre el cuerpo del condensador).

El montaje puede continuar con la instalación, en el lado izquierdo del circuito impreso, de los **dos transistores (TR1-TR2)**, orientando la parte **plana** de sus cuerpos hacia **abajo**, tal como se muestra en el esquema de montaje práctico (ver Fig.3).

Una vez montados los componentes hay que **cortar** con unos alicates el **excedente** de los **terminales** de contacto.

Ahora hay que instalar en los agujeros identificados con los signos **+ / -** dos **terminales tipo pin**. En estos terminales se han de soldar los cables procedentes del **portapilas** o, en su caso, de la toma de **alimentación del coche**.

Los **diodos LED** se pueden montar directamente en el **circuito impreso** o bien instalarlos en un **punto exterior** conectándolos al impreso a través de cables, tal como se muestra en la Fig.3. La elección depende de la utilización que quiera darse al circuito.

En cualquier caso, para realizar el montaje de los **diodos LED** hay que tener presente que el **Ánodo**,

el terminal **más largo**, tiene que asociarse al agujero del circuito impreso identificado con una letra **A**.

ALGUNAS PROPUESTAS

De forma general **dos diodos LED intermitentes** de forma alternativa pueden utilizarse fundamentalmente para indicar que un **dispositivo electrónico** está en **funcionamiento**, tanto un dispositivo **real** como uno **simulado** (como por ejemplo la videocámara citada al principio del artículo).

También se puede utilizar para **simular sensores** o **dispositivos de alarma**, tanto en el **automóvil** como en el interior de una **casa**.

Otra aplicación donde puede tener cabida un circuito tan sencillo es el **modelismo**. Los aficionados a **maquetas** o a los **trenes en miniatura** pueden encontrar muy útil un dispositivo de este tipo integrando los **diodos LED** en el cuerpo de **trenes, aviones, pasos a nivel**, etc.

Pequeñas **aplicaciones lúdicas**, como la realización de **broches** o **pequeños disfraces**, acompañados por este tipo de iluminación pueden resultar **más espectaculares**.

Ahora bien, además de todas estas sencillas aplicaciones el circuito, dada su sencillez y dado que constituye una **implementación sencilla** de un **multivibrador astable**, puede utilizarse como un **medio didáctico** muy interesante para el aprendizaje de varios **conceptos electrónicos básicos: Carga/descarga** de un **condensador**, **corte/saturación** de un **transistor** y **limitación de corriente** en un **diodo LED**.

Sin duda no se trata de un circuito espectacular, más bien todo lo contrario, es uno de los circuitos electrónicos **más sencillos** que se pueden diseñar. No obstante este tipo de circuitos, como hemos expuesto en líneas anteriores, también tienen sus aplicaciones y, por tanto, cabida en nuestra publicación.

PRECIO de REALIZACIÓN

LX.1683: Todos los componentes necesarios para realizar el **intermitente** mostrado en las Figs.3-4, incluido el circuito impreso y los diodos LED.....7,80 €

LX.1683: Circuito impreso1,15 €

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.