

OPITEC

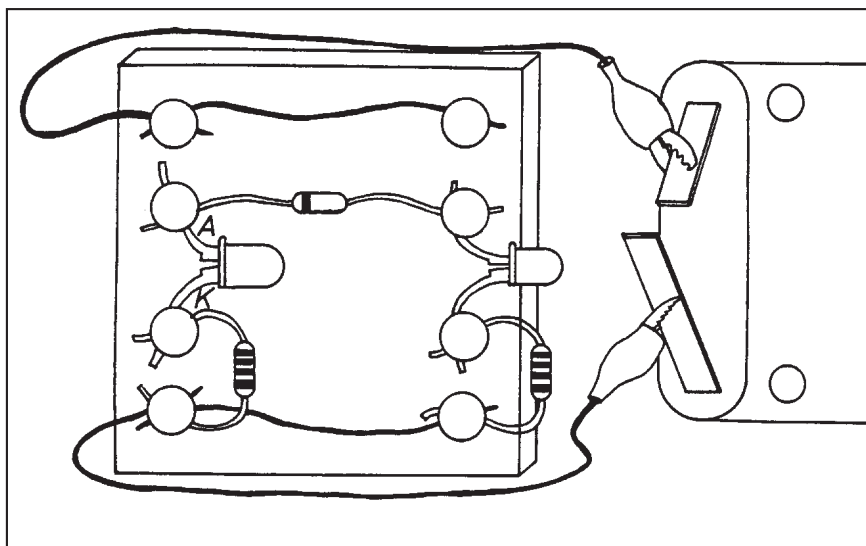
Hobbyfix

1 1 0 . 6 2 6

La resistencia, los diodos, el transistor y el condensador

NOTA

Una vez terminadas, las maquetas de construcción de OPITEC no deberían ser consideradas como juguetes en el sentido comercial del termino. De hecho son medios didácticos adecuados para un trabajo pedagógico.



Contenido

- Indicaciones para la realización de experiencias
- El diodo electroluminiscente (LED)
- La resistencia
- El transistor
- El condensador
- Montajes de aplicación de los componentes

!!!ATENCIÓN!!!

Las chinchetas no deben clavarse en la base con los dedos ya que hay riesgo de herirse. Se han de clavar con un martillo o intercalando un objeto duro de amplia base (moneda por ejemplo) que proteja al dedo.

Indicaciones para la realización de las experiencias

Los circuitos electrónicos de las experiencias se montan sobre una plancha de contrachapado de madera. Para conectar los componentes se ha de escoger entre dos soluciones: soldar o pinzar.

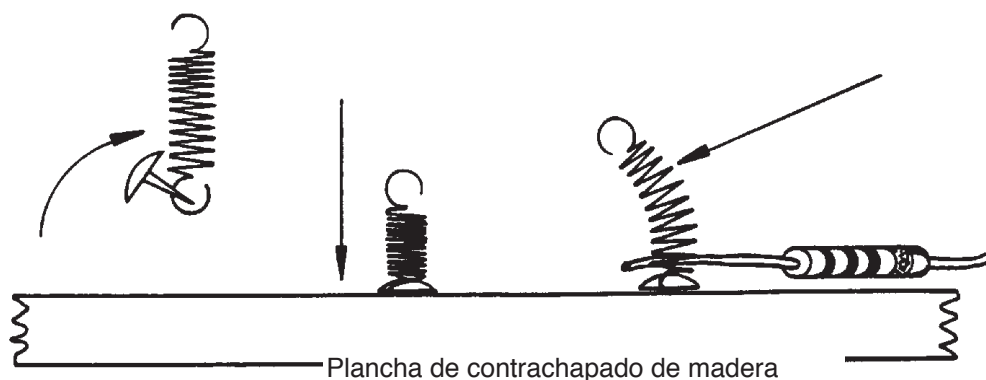
Si se pinza se obtiene un montaje provisional mientras que si se suelda, el montaje puede quedar como definitivo.

Soldar:

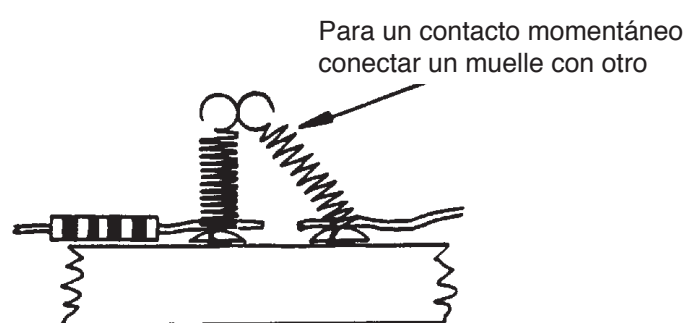
Para soldar deben clavarse las chinchetas latonadas en el contrachapado como se indica en el esquema correspondiente. Después se funde un poco de estaño sobre la cabeza de la chincheta con el soldador. Cuando se quiere conectar un componente, se refunde el punto de soldadura manteniendo colocada la pata del componente hasta que la unión se hace fuerte.

Pinzar:

Se fijan los muelles con las chinchetas en el contrachapado. Las patas de los componentes se colocan entre dos espiras del muelle.



Utilización de los muelles como interruptor o como interruptor pulsador



Interruptor pulsador



Interruptor

El diodo electroluminiscente (LED)

Un diodo electroluminiscente (LED) no es una bombilla de incandescencia. La luz de un LED proviene de un cristal que emite ondas electromagnéticas visibles. Si se observa un LED cerca de una fuente de luz se puede distinguir el cristal.



La luz de un LED no es muy fuerte, por ello no puede sustituir a una bombilla, sin embargo existen numerosas aplicaciones de los LEDs. En muchos aparatos se utilizan como indicadores de funcionamiento o como control como en ordenadores, televisores, etc. Cada vez que vemos pequeñas lamparas que se iluminan es un LED que se enciende. Los hay de color rojo, verde, amarillo y azul. En general son de forma redondeada aunque también los hay cuadrados y triangulares.

Las ventajas en comparación con una bombilla son:

- menor consumo eléctrico
- resistencia a las vibraciones
- irrompibles
- mayor duración
- menor volumen

Las siglas LED provienen del ingles: Light Emitting Diode. Es la abreviación mas comúnmente empleada. Como todos los elementos electrónicos el LED tiene un símbolo.

Símbolo



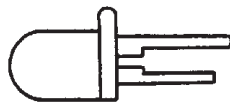
Las dos flechas simbolizan la emisión de luz

Atención:

Para que un diodo se encienda correctamente se han de respetar necesariamente los siguientes puntos:

- 1.- El LED debe conectarse respetando su polaridad, en caso contrario, no se ilumina. Las patas del LED se designan como ANODO (A) y CATODO (C). El LED es demasiado pequeño para grabar estas letras y se distinguen por la longitud de las patas.

Símbolo



A

A - el ánodo se conecta en el polo positivo (+)

C

C - el cátodo se conecta en el polo negativo (-)

2. La tensión que llega a las patas del LED no debe ser nunca superior a 1,6 V, en caso contrario, el LED se quema. Dado que en casi todos los circuitos se utiliza una tensión superior a 1,6 V, es necesario reducir la tensión del circuito con otro componente que es la RESISTENCIA.

Detalle de los valores de las resistencias necesarias para los valores de tensiones habituales:

130 Ohm	4,5 Voltios
180 Ohm	6 Voltios
390 Ohm	9 Voltios
510 Ohm	12 Voltios
1,2 kOhm	24 Voltios

La resistencia

Una resistencia es un componente electrónico que limita o disminuye la corriente eléctrica.

Las resistencias mas corriente están compuestas por una capa de carbono (que es un mal conductor) dentro de un tubo cerámico. A cada extremo del tubo se colocan las patas de l resistencia.



Los anillos de colores de las resistencias permiten identificar su valor. Este valor se expresa en ohmios y determina si la resistencia deja pasar una corriente fuerte o débil. Así una resistencia de valor alto, por ejemplo de 1,8 kOhm (1.800 Ohm) deja pasar menos corriente que una resistencia de menor valor por ejemplo de 130 Ohm.

El cuadro siguiente permite determinar fácilmente el valor de cualquier resistencia:

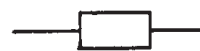
Código internacional de colores de las resistencias					
Color	Abreviatura	10	20	30 Multiplicador	40 Anillos Tolerancia
negro	nr	0	0	sin	
marrón	ma	1	1	10	1 %
rojo	ro	2	2	100	2 %
naranja	na	3	3	1000	-
amarillo	am	4	4	10.000	-
verde	ve	5	5	100.000	0,5 %
azul	az	6	6	1000.000	0,25 %
violeta	vi	7	7	10.000.000	0,1%
gris	gr	8	8	100.000.000	-
blanco	bl	9	9	-	-
oro	or	-	-	1/10	5%
plata	pt	-	-	1/100	10%
sin anillo	s/a	-	-	-	20%

Ejemplo:
130 Ohm con 5% de tolerancia

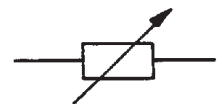


marrón
naranja
marrón
oro
1 3 0 5%

Símbolo



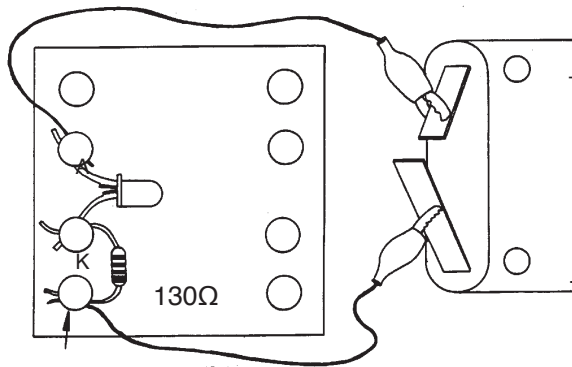
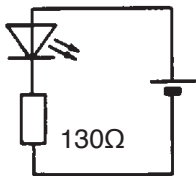
Valor fijo



Resistencia variable (potenciómetro)

EXPERIENCIAS CON LEDS Y RESISTENCIAS

Esquema eléctrico



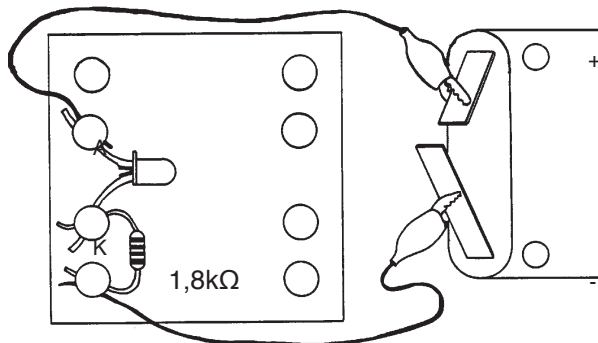
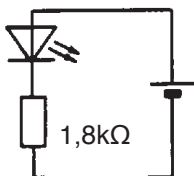
Chincheta

1.- Experiencia N0 1

Fijar las chinchetas en el contrachapado. Tomar un LED y buscar siguiendo el cuadro de colores, una resistencia de 130 Ohm. Conectar los dos componentes a la pila

! El LED brilla fuerte !

Esquema eléctrico



2.- Experiencia N0 2

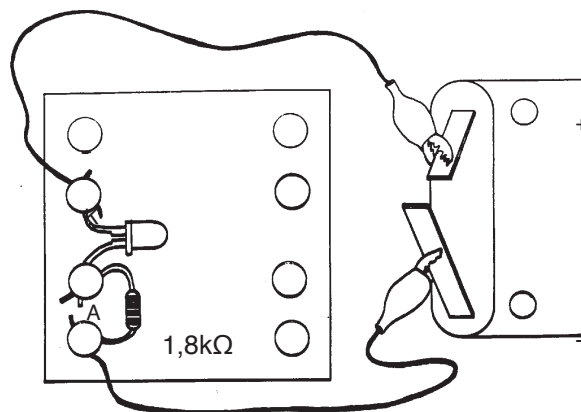
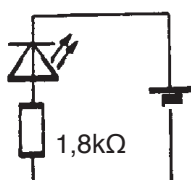
Cambiar la resistencia de 130 Ohm por otra de 1,8 kOhm.

Ahora el LED brilla

¿ Porque?

Porque la resistencia

Esquema eléctrico



3.- Experiencia N0 3

Sacar el LED y volverlo a conectar invirtiendo los bornes.

Ahora el LED

¿Porque?. La respuesta la dan las experiencias siguientes sobre el **diodo**.

El diodo

El diodo es también un componente muy utilizado en electrónica. Es lo que se llama un semiconductor.

Si el cobre es un buen conductor y el plástico un mal conductor, el semiconductor como el silicio, se sitúa entre ambos.

Un diodo semiconductor tiene una notable cualidad: es conductor en un solo sentido. Al igual que la válvula de un neumático de bicicleta solo permite la entrada de aire, el diodo solo deja pasar la corriente en un sentido.

Se diferencia así un sentido de paso y un sentido de bloqueo.

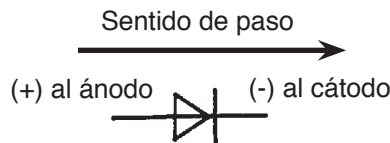
Este efecto válvula del diodo se utiliza por ejemplo para transformar una corriente que cambia de sentido (corriente alterna) en corriente en sentido único (corriente continua), por ello sirve para bloquear ciertas corrientes de sentido no deseado como se comprobaba en las experiencias siguientes.



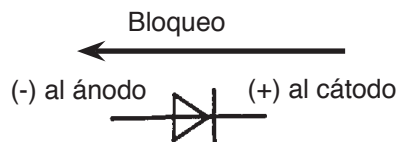
El símbolo del diodo indica su sentido de bloqueo o de paso. Se distingue el ANODO (A) y el CATODO (C)



Dado que el diodo es un elemento muy pequeño el cátodo se distingue con un anillo.

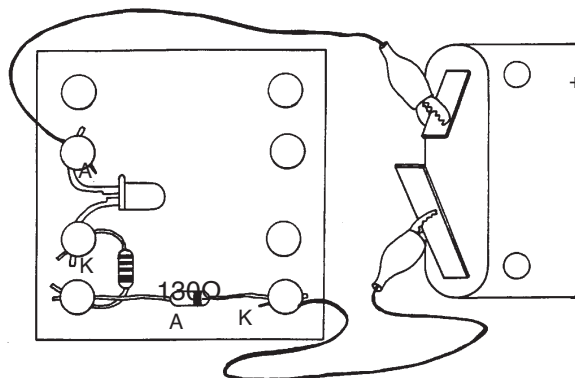
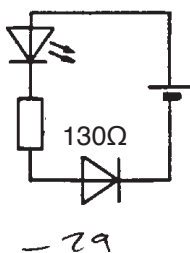


El diodo bloquea el paso cuando se invierten los polos



EXPERIENCIAS CON EL DIODO

Esquema eléctrico

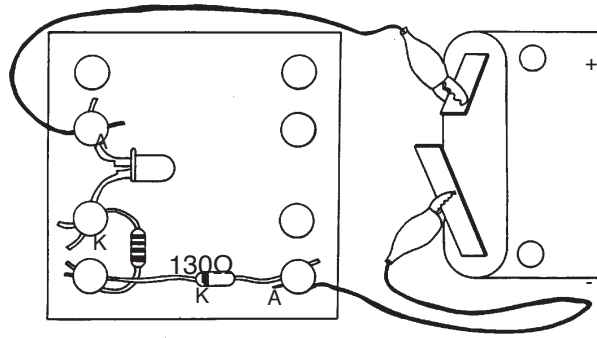
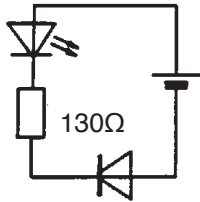


1.- Experiencia N0 1

Montar el circuito siguiendo el esquema. Conectar la pila. Comprobar que se ha montado correctamente el diodo (anillo = cátodo)

!El LED brilla!

Esquema eléctrico



2.- Experiencia N0 2

Quitar el LED y volverlo a conectar invirtiendo los bornes.

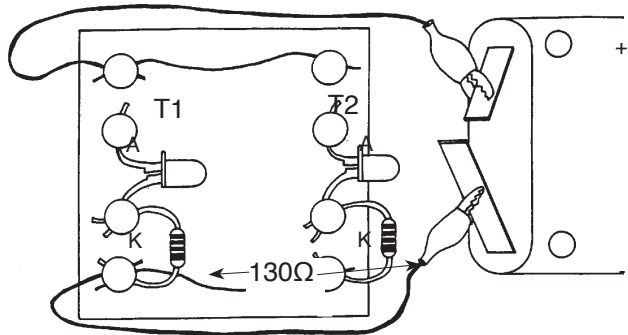
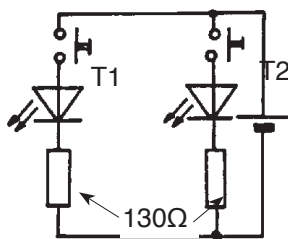
El LED se ilumina. ¿Porque?. El diodo esta conectado

Para que el LED brille es necesario conectar en el sentido

!Los LED también tienen sentido de paso y sentido de bloqueo !

Ejemplos de aplicaciones del diodo

Esquema eléctrico



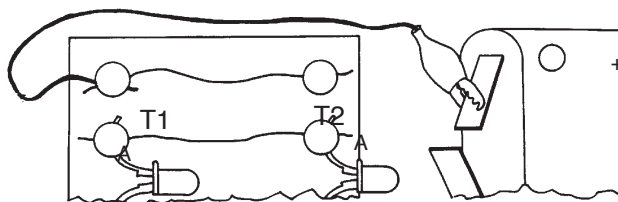
1.- Experiencia N0 1

Montar el circuito indicado en la figura denominado indicadores luminosos. El pulsador P1 enciende el LED1 y el pulsador P2 enciende el LED2.

Modificar el circuito de modo que P1 encienda un LED y que P2 encienda los dos LED.

Modificar el circuito como sigue: conectar un hilo entre los dos ánodos de los LED.

Conectar un hilo suplementario entre T1 y T2



2.- Experiencia N0 2

Pulsa P1 y después P2. ¿Que se comprueba?

En ambos casos los dos LED se encienden juntos

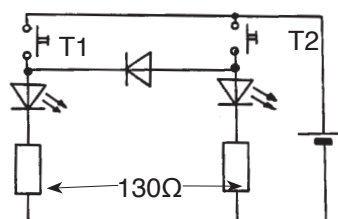
En cambio se quería que P1 iluminara solo el LED de la izquierda, es decir que la corriente no pasara de P1 hacia el LED de la derecha, pero si que pueda pasar de P2 al LED de la izquierda, para iluminar en este caso los dos LED. La corriente debe circular pues en un solo sentido, a saber de P2 hacia el LED de la izquierda.

¿Cómo se resuelve?

Utilizar un diodo.

El esquema siguiente muestra la modificación a realizar en el montaje.

Esquema eléctrico



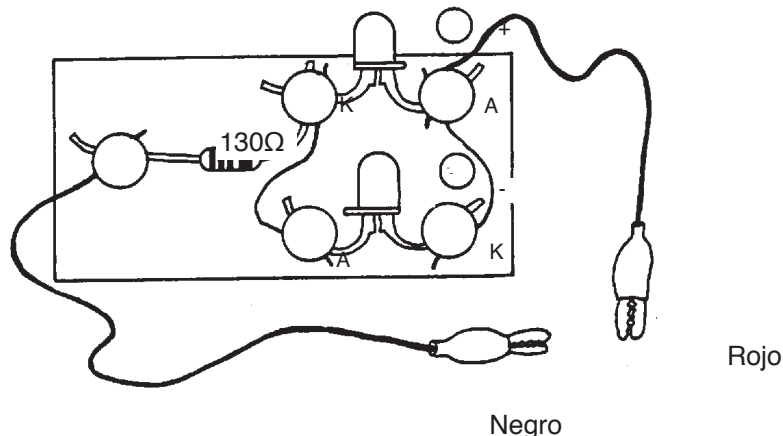
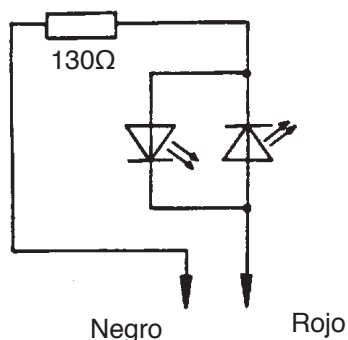
REALIZACIÓN DE MONTAJES PRÁCTICOS

Los tres montajes siguientes son propuestas útiles, utilizando los componentes que conocemos. Elige uno que te pueda servir. Puedes realizar el montaje sobre el contrachapado o en una cajita.

1.- Tester de polaridad

Esquema eléctrico

Esquema eléctrico



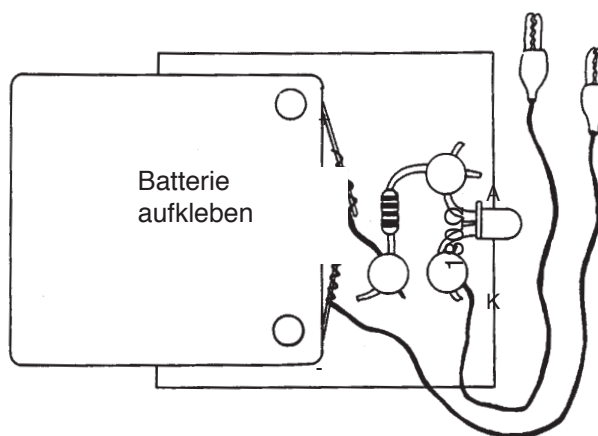
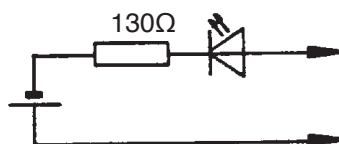
Función:

Conectando la pinza roja al polo (+) cuando la pinza negra esta conectada al polo (-), el LED (+) se ilumina. En el caso de una conexión inversa, el LED (-) se ilumina. Con este montaje se puede identificar el sentido de la corriente de un circuito.

2.- Tester de conducción

Esquema eléctrico

Esquema eléctrico

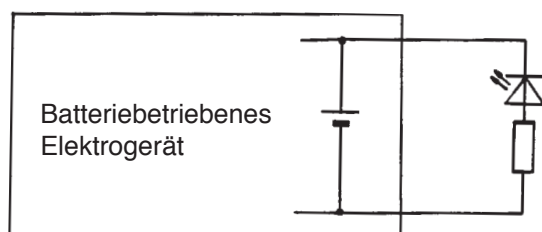


Función:

Para comprobar si un circuito es conductor, se conectan las dos pinzas a los extremos del circuito. Si el circuito conduce la corriente, el LED se ilumina.

3.- Protección contra la inversión de polos de una pila

Aparato alimentado por pilas



NOTA:

El valor de la resistencia depende de la tensión de la pila utilizada.

Función:

Cuando se instala la pila en sentido incorrecto, el LED se ilumina señalando la inversión de los polos.

EL TRANSISTOR

El transistor tiene funciones mas variadas que los componentes vistos hasta ahora. (LED, resistencia y diodo).

Las resistencias reducen el flujo eléctrico, los LED emiten luz y los diodos solo dejan pasar la corriente en una dirección.

El transistor puede en cambio como un diodo no dejar pasar la corriente mas que en un solo sentido. y puede también decidir si la corriente debe o no circular y a que intensidad. El transistor, por tanto puede dejar pasar o bloquear la corriente y también atenuarla o amplificarla.

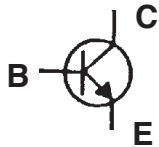
De este modo se puede utilizar el transistor como conmutador o como amplificador.

Hace mas de 30 años se utilizaban tubos para la conmutación y la amplificación en los aparatos electrónicos (como las viejas radios); los tubos son mucho más grandes y caros que los transistores y para funcionar necesitan calor, consumiendo mucha corriente. Es solo gracias al transistor que se han podido fabricar radios pequeñas a buen precio y con buen funcionamiento.

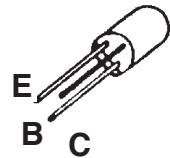
En 1.956, tres americanos recibieron el Premio Nobel por sus trabajos sobre el transistor. Sin los transistores no se habrían podido fabricar aparatos corrientes hoy en día como calculadoras, relojes digitales, ordenadores, etc.

El transistor ha permitido la miniaturización de estos aparatos. Es suficiente tener uno en la mano para comprobar que efectivamente es muy pequeño. El transistor tiene tres patas y sobre su cuerpo se pueden leer las referencias del tipo, pero no indicaciones para identificar las patas. Para identificarlas, observemos el esquema del transistor.

Símbolo



E = emisor (emite electrones)
B = base (controla el flujo de los electrones)
C = colector (recoge los electrones)



Los electrones circulan a través del transistor, desde el emisor (E) hacia el colector (C). La base (B) es la que controla esta circulación.

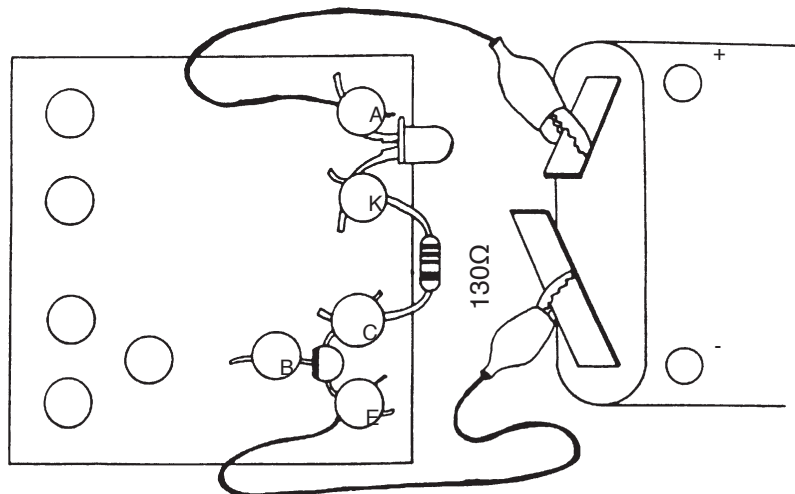
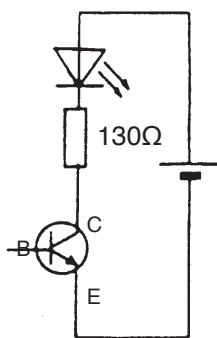
Es pues la base la que determina si el transistor esta en fase de paso o de bloqueo, ello se ilustrara con las experiencias siguientes.

1.- Experiencia N0 1

Montar el circuito indicado en el esquema y conectar la pila

¿Se ilumina el LED?

Esquema eléctrico



Recomendación:

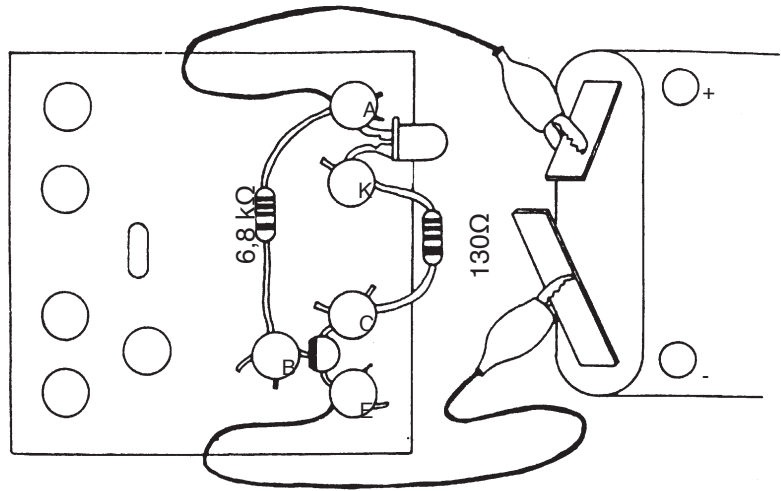
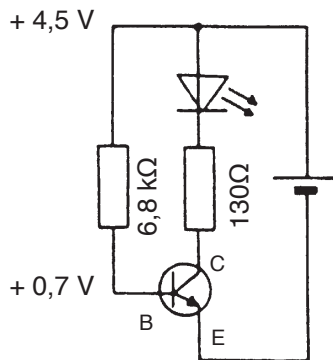
Poner mucha atención en no invertir los polos del transistor.
Podría destruirse.

La base del transistor no esta aun alimentada, el transistor esta pues en fase de bloqueo. Para que la corriente pueda pasar, debe aplicarse a la base una tensión de unos 0,7 voltios.

Si la pila suministra 4,5 voltios, ¿Que habrá que hacer?. ¿Cómo podemos disminuir la tensión en el punto de alimentación a la base del transistor?

Es suficiente montar la resistencia de 6,8 kOhm en la base del transistor como se indica en el esquema siguiente.

Esquema eléctrico



Este montaje se denomina montaje emisor común. Es uno de los tres montajes de base del transistor. Las experiencias siguientes se basan en este tipo de montaje.

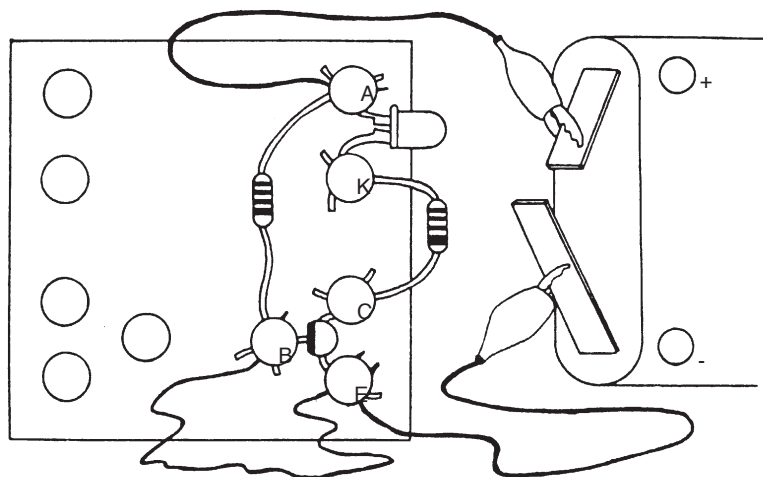
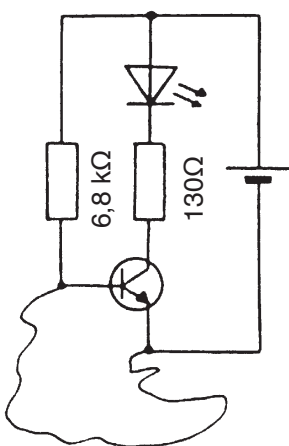
¿Porque un montaje emisor común?

La corriente eléctrica circula del polo (+) de la pila a través de la resistencia de 6,8 kOhm a la base del transistor. La corriente circula seguidamente hacia el emisor y vuelve al polo (-) de la pila. El circuito que contiene la conexión Base-Emisor se denomina circuito de pedido y el circuito que contiene la conexión Colector-Emisor, se denomina circuito de trabajo.

2.- Experiencia N0 2

Creación de un sistema de alarma basado en un montaje de emisor común

Esquema eléctrico



Hilo de seguridad que se rompe al cometer una infracción.

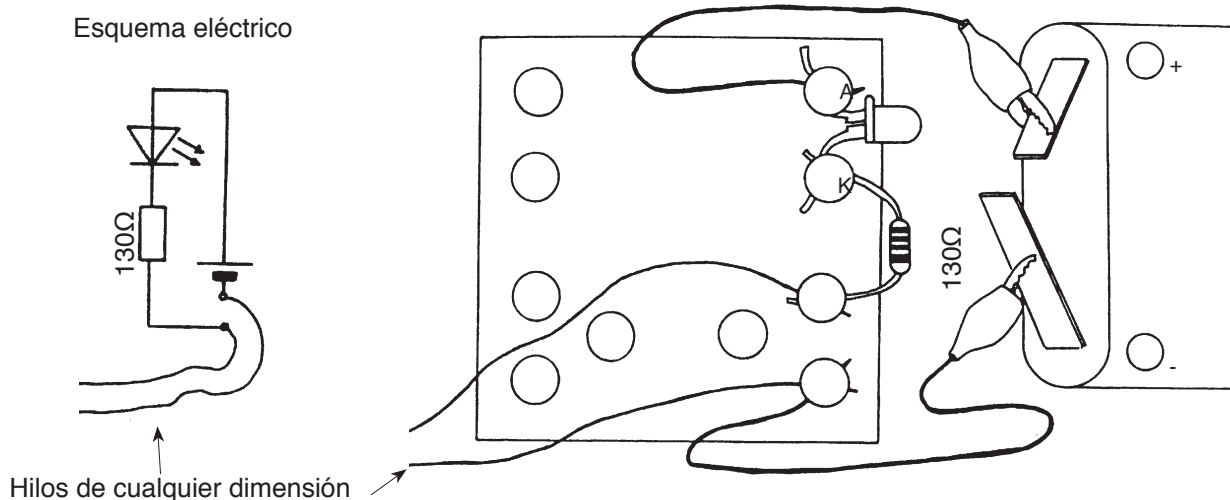
En este montaje el encendido del LED indica el disparo de la alarma. El transistor hace la función de interruptor. En el próximo montaje hará la función de amplificador.

3.- Experiencia N0 3

Detector de humedad

Este montaje evidencia que el transistor puede amplificar una corriente muy débil para iluminar un LED.

Realizar el circuito del esquema y conectar la pila.

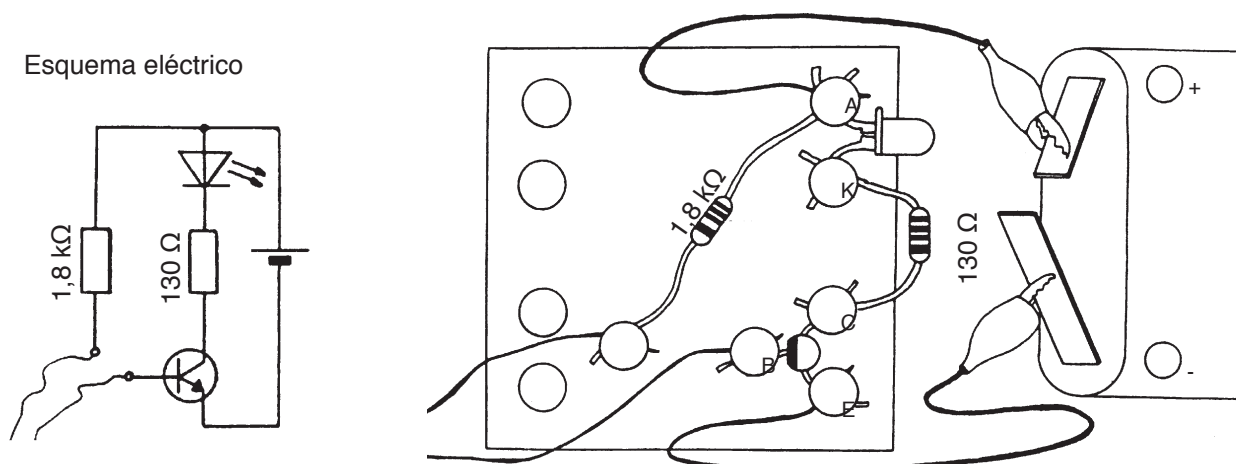


Los dos hilos deben mantenerse con una separación de unos 10 mm sumergidos en agua.

¿Se ilumina el LED?

El LED no se ilumina porque a pesar de que pasa corriente a través de la humedad esta no es suficiente para iluminarlo.

Es necesario pues amplificar la corriente. Para ello vamos a añadir al circuito un transistor como amplificador. Repite la experiencia con la modificación del montaje. Montar el circuito del esquema siguiente y conectar la pila. La resistencia de 1,8 kΩ protege el transistor en caso de que los dos cables se pusieran en contacto.



Este montaje se puede utilizar para vigilar la buena hidratación de las plantas. Es suficiente hundir profundamente los hilos en la maceta. Si el LED no se ilumina, es necesario regar la planta.

Se puede utilizar también para detectar el nivel de llenado de una bañera, deposito, etc.

Imagina otras aplicaciones practicas de este montaje.

4.- Experiencia N0 4

Interruptor sensitivo

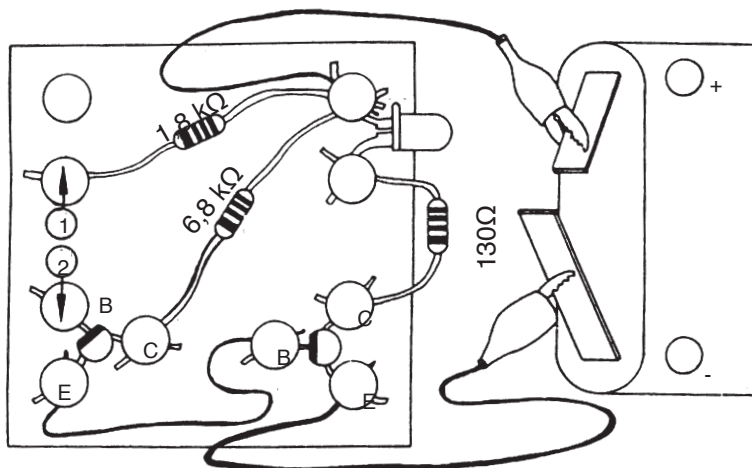
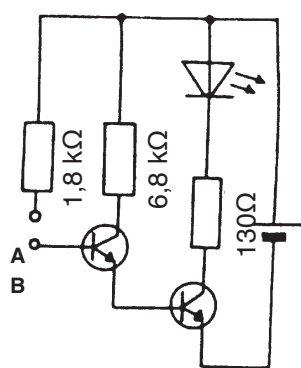
¿Permite el transistor amplificaciones aun más importantes?

En el montaje anterior alimentaba un único LED. Si se quisiera conectar una bombilla o un relé, la carga sería demasiado grande y el transistor se destruiría.

Ahora vamos a asociar dos transistores para obtener una amplificación más importante. En este caso, los dos transistores se reparten la carga. Además la corriente en la base del primer transistor puede ser aun más débil que en el montaje del detector de humedad.

El simple hecho de tocar con el dedo iluminará el LED; basta con colocar el dedo entre los bornes A y B. Realizar el circuito del esquema y conectar la pila. Poner un dedo entre las posiciones (1) y (2)

Esquema eléctrico



Esta asociación de dos transistores para aumentar la amplificación se llama montaje Darlington. En nuestra experiencia, crea un interruptor sensitivo que recoge la débil corriente que pasa a través del dedo.

Hay interruptores sensitivos en los televisores que permiten economizar un interruptor mecánico y ofrece una utilización más cómoda.

5.- Experiencia N0 5

Mini órgano luminoso

Un transistor se puede utilizar como conmutador o como amplificador.

¿Cuándo un transistor actúa como conmutador puede hacerlo muchas veces en un segundo?

Vamos a realizar un montaje en el que dos transistores son comandados por la voz o la música: un mini órgano luminoso.

La voz y la música están constituidas por numerosas vibraciones engendradas por las cuerdas vocales o por la membrana de un altavoz.

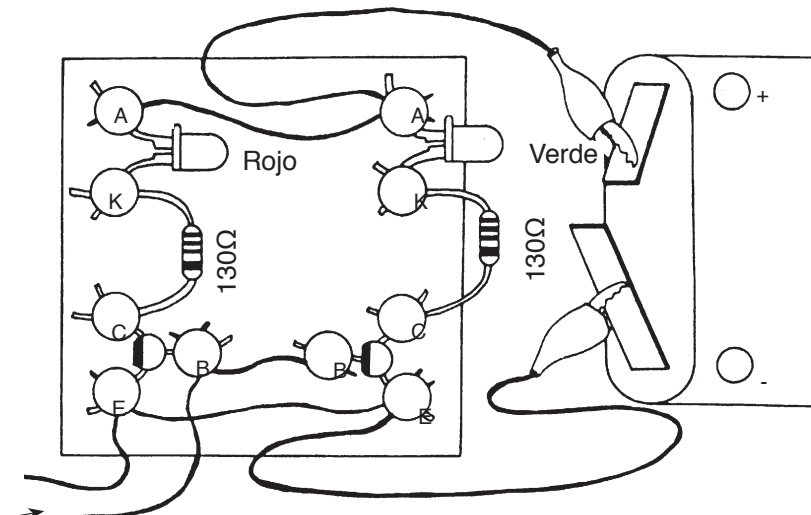
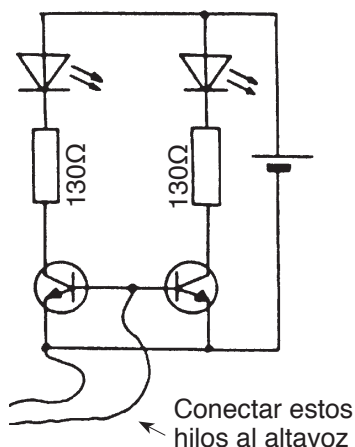
Es una señal eléctrica la que provoca la vibración del altavoz, por ejemplo en una radio.

Vamos a utilizar esta señal eléctrica para comandar los transistores que ordenarán la iluminación de los LED al ritmo de la música o de la voz.

En este caso los transistores deben conmutar evidentemente a gran velocidad.

Conectar los dos hilos a los bornes de un altavoz, la polaridad no es importante.

Esquema eléctrico



Este montaje puede conectarse a cualquier altavoz.

6.- Experiencia N0 6

Juego de azar

Este montaje es lo que se denomina un generador aleatorio. Lo puedes utilizar como un juego para adivinar o para jugar a cara o cruz.

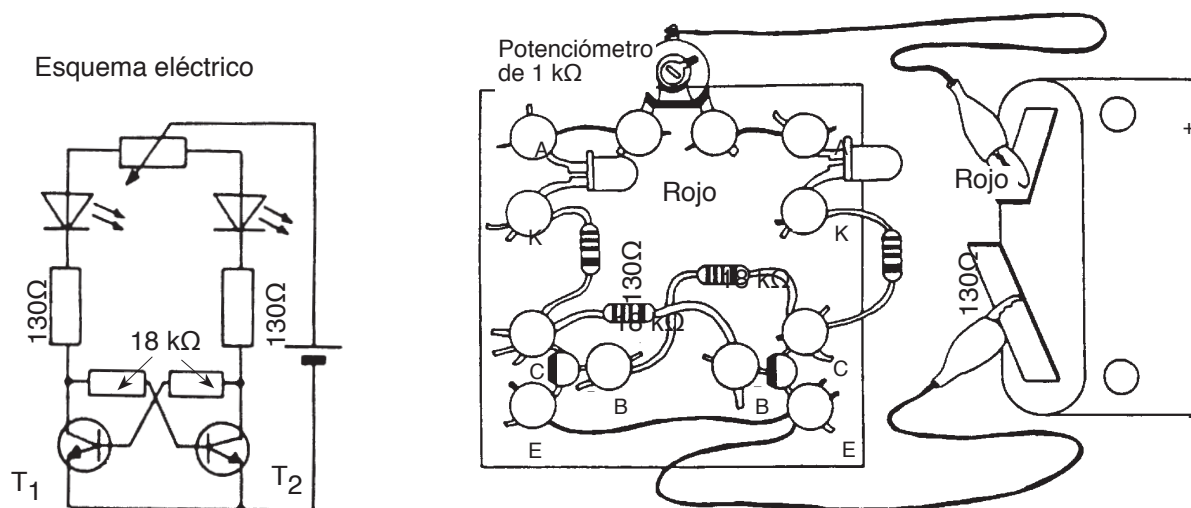
Cuando se conecta la pila, uno de los transistores ilumina su LED. El juego consiste en saber cual se iluminara.

Suponemos que cuando se conecta la pila la corriente circula a través del LED 1 hacia la base del transistor T2. El transistor T2 deja pasar la corriente al LED 2. El colector del transistor T2 esta entonces con un potencial negativo y en consecuencia la base del transistor T1 también. El transistor T1 no deja pasar la corriente y el LED 1 se apaga. La resistencia variable (potenciometro) determina en que LED circula la corriente mas fuerte y es pues el otro LED el que se iluminara a través del transistor.

Puedes regular el potenciometro de modo que los dos LED se iluminen alternativamente o que uno prevalezca sobre el otro.

Recomendaciones: No invertir la conexión de los transistores. Utilizar dos LED del mismo color.

Este tipo de generadores aleatorios se utiliza en los juegos electrónicos como los dados.



7.- Experiencia N0 7

Biestable

A partir del montaje del generador aleatorio, podemos realizar una memoria electrónica. Este circuito es una de las bases de la tecnología de los ordenadores. Puede almacenar efectivamente una corta señal (impulso). El ordenador necesita miles de memorias parecidas. Toma el ejemplo de tu calculadora: si quieres multiplicar 16×8 , empiezas por teclear 16, después el símbolo «x» y al final el 8. La maquina ha guardado automáticamente el 16 en la memoria.

Nuestra memoria solo puede guardar dos tipos de información: encendido o apagado. Puede bascular de un lado a otro (LED iluminado o apagado).

Este circuito se llama biestable, o Flip - Flop y permite memorizar un impulso y por ello realizar el juego de dirección siguiente.

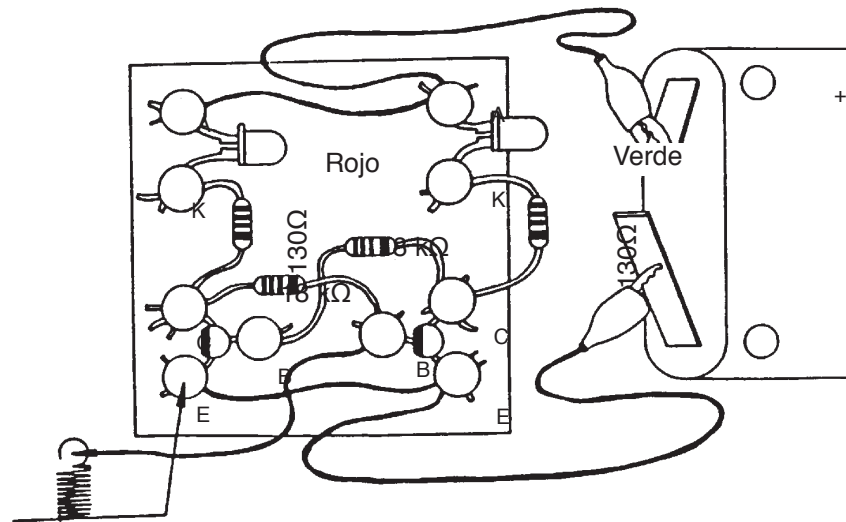
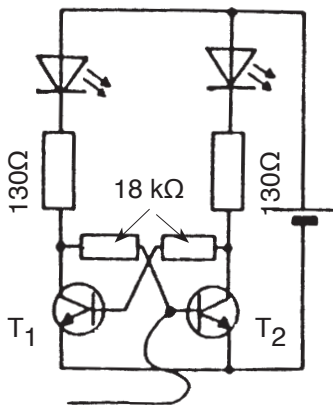
El juego consiste en pasar un hilo a través del gancho de un muelle. Si el hilo toca el muelle, el LED se ilumina de forma permanente. No hay forma de hacer trampa. Lo que el ojo no puede ver la electrónica lo observa y lo registra en su memoria.

Este es un juego interesante para educar tu concentración.

Realizar el siguiente circuito y conectar la pila.

Realizar el siguiente circuito

Esquema eléctrico



Pasar el hilo por el aro del muelle sin tocarlo

¿De que forma registra el impulso el biestable?

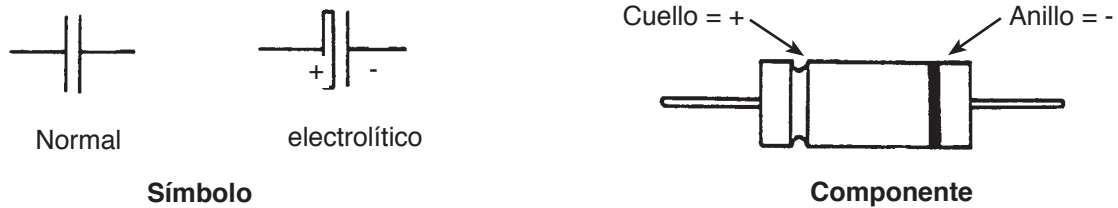
Cuando se conecta la pila la corriente circula a través del LED rojo hacia el transistor T₂. El transistor conmuta y el LED se ilumina. Pero cuando se toca el muelle con el hilo, la base del transistor T₂ tiene potencial negativo y el transistor bloquea la corriente y esta circula entonces a través del LED verde hacia la base del transistor T₁ y el LED rojo se ilumina definitivamente.

El LED rojo no se apagará mientras no se desconecte la pila. Cuando se vuelva a conectar la pila, se iluminará el LED verde y el juego puede volver a empezar.

El condensador

Las pilas o acumuladores transforman la energía química en energía eléctrica. Existen circuitos en los que se necesita almacenar la corriente durante un periodo corto de tiempo. En estos casos el uso de las pilas no es adecuado y resultaría demasiado caro. En su lugar se emplea un elemento capaz de almacenar corriente eléctrica durante un momento y liberarla posteriormente: el condensador.

El símbolo del condensador representa como esta construido. Esta formado por dos capas metálicas separadas por un aislador llamado dieléctrico: aire, papel, mica, etc. Por razón de espacio, las placas y el dieléctrico están enrollados por lo que los condensadores en general tienen forma cilíndrica.



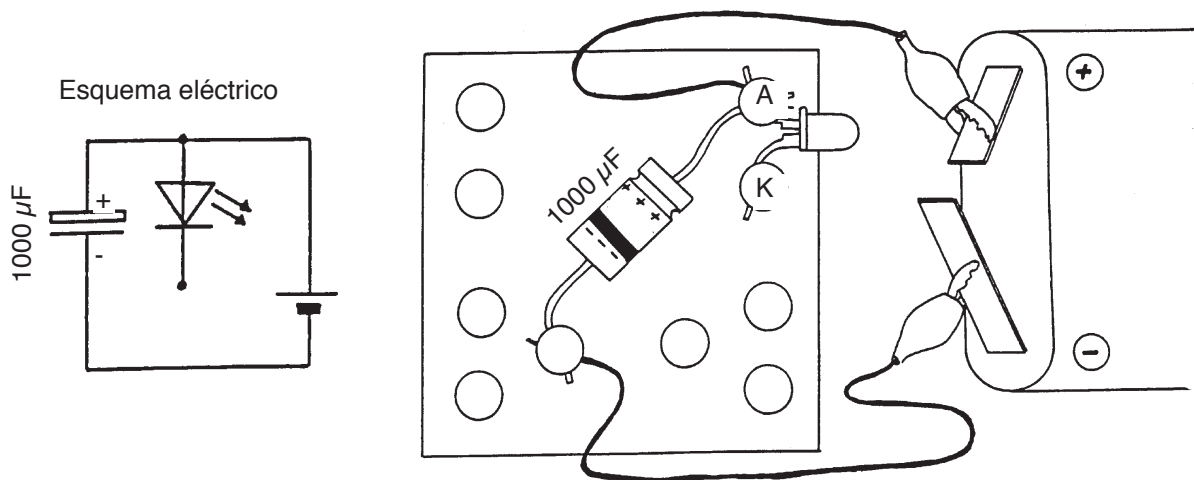
Para los condensadores electrolíticos es indispensable respetar la polaridad. El símbolo indica la polaridad y la forma del componente permite determinarla fácilmente.

La aptitud que tienen los condensadores de almacenar cargas eléctricas se denomina **CAPACIDAD** y se mide en Faradios (F).

En las experiencias siguientes se comprueba las propiedades de almacenamiento del condensador.

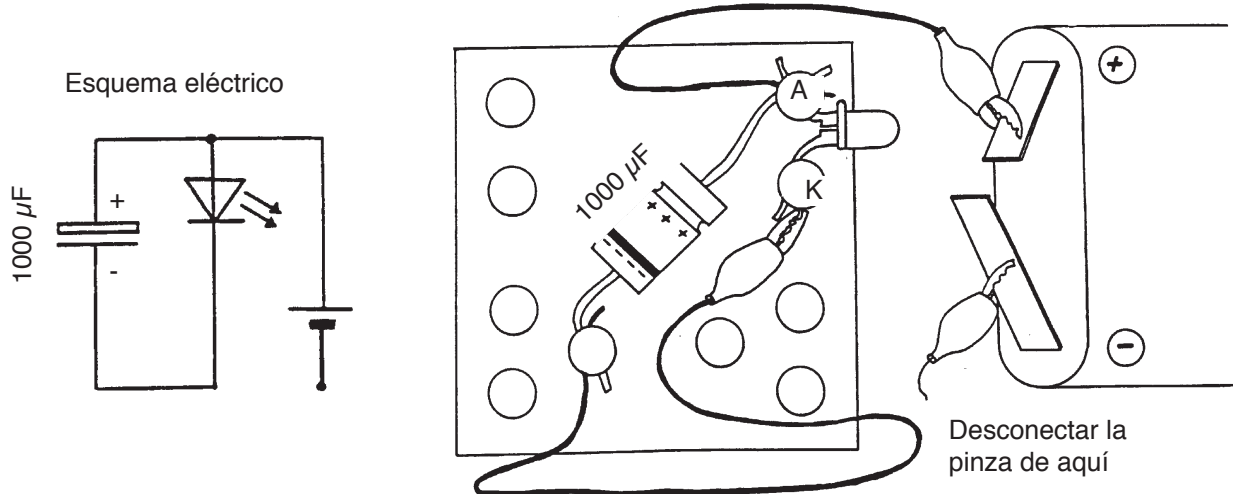
Experiencias de carga y descarga de un condensador

Realizar el montaje siguiente y conectar la pila.



Cuando se conecta la pila, la corriente circula hacia el condensador y lo carga. El condensador tiene entonces almacenada una carga eléctrica y puede devolverla descargándose.

Para comprobarlo desconectar la pinza cocodrilo del polo negativo de la pila y conectarla al cátodo del LED.

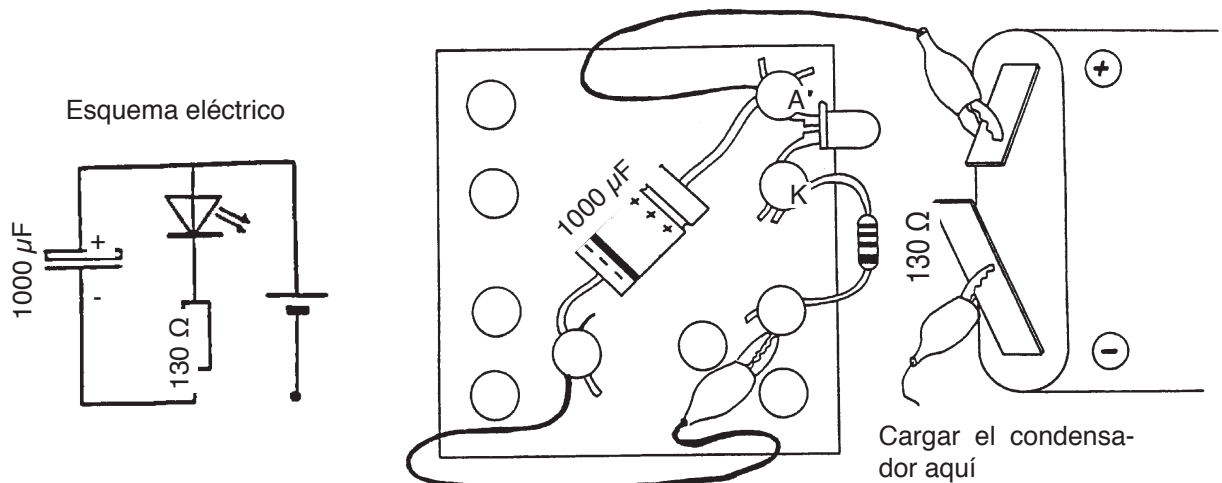


El LED se ilumina brevemente ya que el condensador ha vaciado rápidamente su carga eléctrica. La corriente no proviene de la pila sino del condensador. Este es el principio utilizado en los flashes electrónicos.

Existen sin embargo circuitos en los que no se desea que el condensador se descargue rápidamente, sino al contrario, que lo haga lentamente? ¿Cómo hacerlo?

Es suficiente ralentizar la corriente con una resistencia. Añadir una resistencia de 130 Ohm al circuito.

Minutero

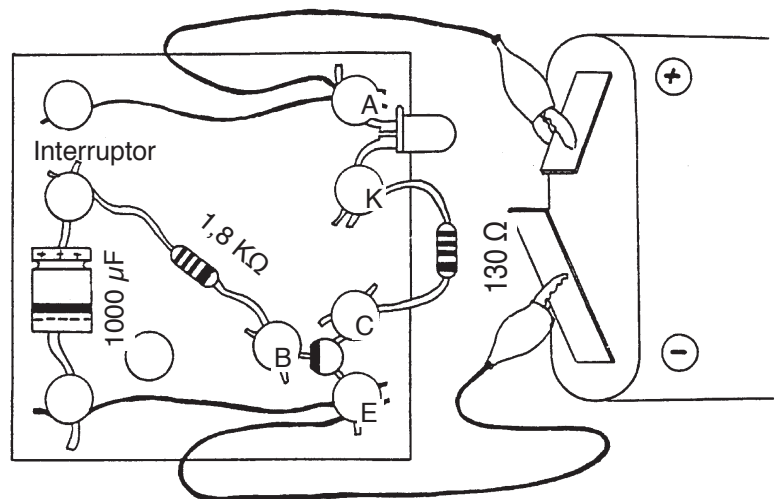
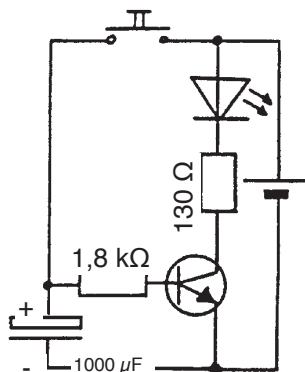


Cargar el condensador conectando brevemente la pinza cocodrilo al polo (+) de la pila y conectar a continuación la pinza a la resistencia.

El LED queda iluminado más tiempo porque el condensador se descarga más lentamente a través de la resistencia. La descarga del condensador es ralentizada por una resistencia, se utiliza por ejemplo, para los interruptores eléctricos que permiten mantener la luz encendida durante unos minutos (minutero).

El montaje siguiente crea un interruptor de este tipo con un tiempo de iluminación de 20 segundos. La corriente que circula a través de la base del transistor es muy débil, el condensador se descarga lentamente y permite la iluminación correspondiente del LED. Para cargar el condensador utiliza el pulsador. Con un plazo breve de conexión es suficiente.

Esquema eléctrico



Cambiando la resistencia de 1,8 kOhm por la de 6,8 kOhm o por la de 18 kOhm puedes modificar sensiblemente la duración de la iluminación del LED.

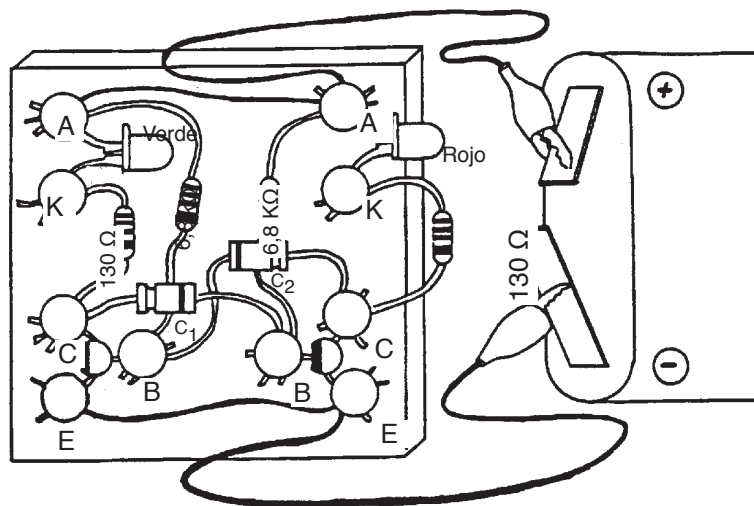
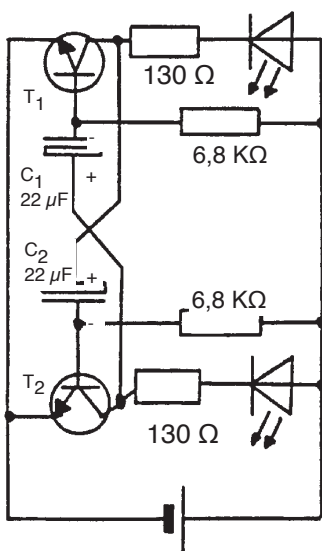
Si montas el circuito en una caja dispones de un minuterero para los juegos de ajedrez por ejemplo, para hacer la jugada antes de que se apague el LED o para limitar el tiempo de respuesta a preguntas, etc.

También se puede modificar el circuito para que el condensador se cargue automáticamente cada vez. En este caso el LED tendrá un encendido intermitente.

Para realizar este montaje hace falta un segundo transistor que conmuta después de la descarga del condensador para que se vuelva a cargar; para hacerlo es regido por la descarga del otro condensador. De esta forma los dos LED se iluminan y apagan alternativamente. Se obtiene un doble intermitente alternado.

Se puede también hacer que solo se ilumine un LED solo con quitar uno de los LED y conectar la resistencia de 130 Ohm al polo positivo de la pila. Aumentando el valor de uno de los dos condensadores a 1.000 microfaradios el ritmo se ralentiza.

Esquema eléctrico



El circuito puede utilizarse para la señalización de un paso a nivel, montarlo en un coche miniatura o utilizarlo como luz de aviso.

Principio de funcionamiento del intermitente alternado:

Cuando se conecta la pila, el LED verde se ilumina primero. Una corriente circula a través del LED rojo y carga el condensador C1 que bloquea el transistor T1 y el LED verde se apaga. Ahora el LED rojo está encendido. El condensador C2 se carga bloqueando el transistor T2. Durante este tiempo el condensador C1 se descarga nuevamente, desbloquea el transistor T1 y enciende el LED verde. Entonces el condensador C2 vuelve a cargarse y continua la operación.

Material suministrado

2	LED rojo	
1	LED verde	
2	Transistores	BC 548 o BC 547
2	Resistencias	130 Ohm
1	Resistencia	1,8 kOhm
2	Resistencias	6,8 kOhm
2	Resistencias	18 kOhm
1	Potenciómetro	1 kOhm
1	Condensador	1.000 nF
2	Condensadores	22 nF
12	Chinchetas	
12	Muelles	
2	Pinzas cocodrilo cableadas	
1	Hilo eléctrico	500 mm
1	Contrachapado	80 x 80 mm
1	Diodo universal	1N 4148