

ELECTRÓNICA ANALÓGICA: ELEMENTOS

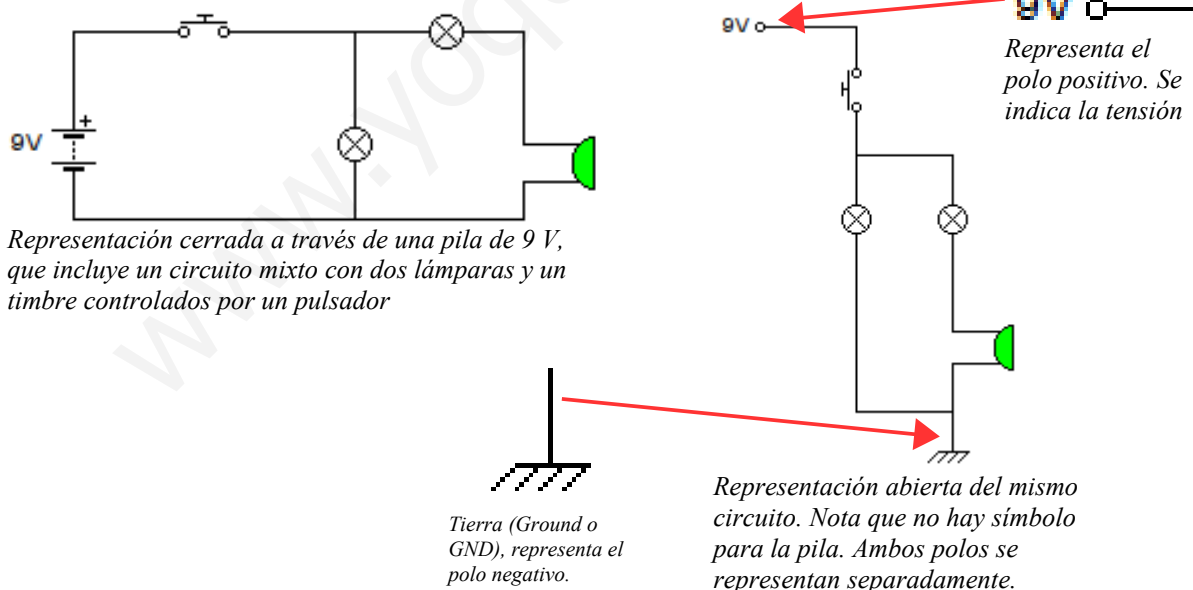
Introducción

La electrónica es la ciencia que estudia y diseña dispositivos relacionados con el comportamiento de los electrones en la materia. se encarga del control de flujo de la corriente eléctrica bajo las siguientes condiciones:

1. Trabaja con **corriente continua**.
2. Las **tensiones** de trabajo son **bajas**. Existe una clara diferencia entre electricidad y electrónica. Mientras que en la primera son frecuentes tensiones de 220V (electricidad doméstica) o 380 V (electricidad industrial), y en pocos casos inferiores a los 12 V, así como intensidades del orden o superiores al amperio, en la electrónica hablamos de tensiones máximas precisamente de 12 voltios, e intensidades típicas del orden de los miliamperios (mA).
3. Combina **componentes muy variados**, es especial, aquellos construidos con materiales **semiconductores**.
4. Su tecnología es **previa** a la de los sistemas **informáticos**.

Representación de circuitos electrónicos

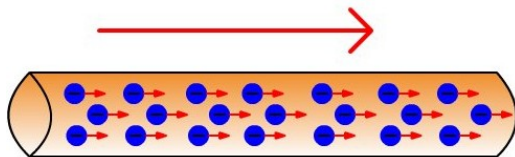
Los circuitos electrónicos emplean una simbología estándar según los componentes que lo integren. Hay dos formas básicas de representar los mismos. Representación **cerrada** y **abierta**. Veamos un ejemplo aplicado a un mismo circuito. En este último caso, no se representa la pila, sino que sus dos polos (positivo y negativo) se representan separadamente. De hecho, a partir de ahora, el polo negativo se llamara **Tierra (Ground en inglés)**.



La representación abierta es la más común en electrónica, pues a la hora de montar los elementos en las placas de prueba, se sigue un modelo similar. Con el tiempo, te terminas acostumbrando a este esquema que permite entender el funcionamiento de un circuito mejor.

En ocasiones el polo negativo se representa como un punto con **0 voltios** y se representa como **0V**

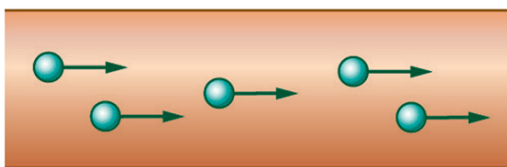
Magnitudes básicas y ley de Ohm



Como ya sabes, la corriente eléctrica consiste en el **movimiento** de **electrones** a través de un material que permita su paso. Los electrones son subpartículas atómicas con **carga negativa**.

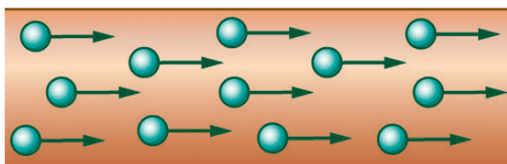
La **cantidad** de electrones que circulan por **un punto** del circuito por segundo define lo que se llama **Intensidad de Corriente (I)** y se mide en **Amperios (A)**, como se vio en el tema anterior. En electrónica la intensidad de la corriente tiene valores bajos, por lo que es más normal usar el **miliamperio (mA)** que el Amperio.

$$1 \text{ A} = 1000 \text{ mA}$$



MENOR INTENSIDAD DE CORRIENTE

En la figura de la izquierda, puedes apreciar que uno de los conductores presenta una cantidad baja de cargas en movimiento (poca intensidad de corriente). Sin embargo, el **conductor inferior** presenta una mayor cantidad de carga eléctrica en movimiento.



MAYOR INTENSIDAD DE CORRIENTE

Otra magnitud importante, que ya conoces es la **tensión eléctrica**, también llamada **voltaje**, que se mide en **voltios (V)**. Viene a ser la **energía** con la que se impulsan los electrones desde un punto hasta otro del circuito, es decir, entre **dos puntos**.

NOTA: Es muy importante destacar y remarcar que la **tensión** SIEMPRE se mide entre **dos puntos** del circuito, al contrario que la **intensidad** de corriente que se mide en **un solo punto**.

Cualquier material y cualquier componente eléctrico o electrónico ofrece una resistencia al paso de la corriente que se puede medir (en **ohmios, Ω**). Es la **resistencia eléctrica (R)**.

Las tres magnitudes, Tensión (V), Intensidad de corriente (I) y Resistencia eléctrica (R) están relacionadas por la **ley de Ohm**.

$$V = I \cdot R$$

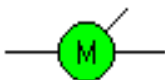
Esta ley es fundamental para entender la electrónica. Veamos como ...

Cualquier componente de un circuito ofrece resistencia al paso de la corriente que lo atraviesa, ya sea un bombillo, motor, timbre, etc. Representemos ese componente de la siguiente forma...

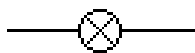
La **resistencia** que ofrece el componente al paso de la corriente se mide en **Ohmios**. **Ejemplos:**



*Este símbolo, representa a la **resistencia eléctrica** y podría representar a cualquier componente (bombilla, motor eléctrico, timbre,...) ya que cualquier componente ofrece resistencia al paso de la corriente*



*Motor: presenta una resistencia de **19,6 Ω** al paso de la corriente*

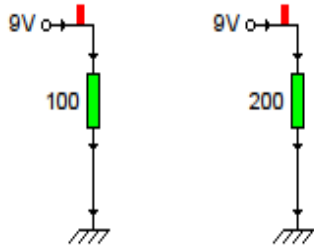


*Bombilla: presenta una resistencia de **100 Ω** al paso de la corriente*



*Timbre: presenta una resistencia de **240 Ω** al paso de la corriente*

Veamos un sencillo ejemplo que te puede ayudar a entender la ley de Ohm. Si tenemos dos componentes diferentes que ofrecen diferente resistencia al paso de la corriente, conectadas a una tensión idéntica, podemos observar que la intensidad de la corriente que circula por ella es diferente.



$I = 90 \text{ mA}$

$I = 45 \text{ mA}$

En el circuito de la derecha circula menos corriente porque la resistencia al paso de la corriente es mayor

En el **primer** circuito, donde el componente tiene una resistencia de **100 Ω** circula una corriente de **90 mA**, pero en el **segundo**, donde la resistencia es de **200 Ω**, circula sólo **45 mA**.

Esto es gracias a la ley de Ohm. Si la resistencia del componente se duplica, la intensidad de la corriente que circula es la mitad.

En base a esta idea, podemos encontrarnos los primeros componentes básicos de la electrónica: las **resistencias**, que pueden ser de **tres** tipos:



Aspecto de una resistencia fija. Observa los anillos de colores.

1. Resistencias fijas: son aquellas que siempre tienen el mismo valor en ohmios. Es quizás el componente electrónico más común que existe.

Los anillos nos sirven para determinado el valor en ohmios de la resistencia según un criterio:

1. – **Primera franja (1ºf):** corresponde a la primera cifra, es decir, a un número.
2. – **Segunda franja (2ºf):** corresponde a la segunda cifra, es decir, un número.
3. – **Tercera franja (3ºf):** es un factor multiplicador y corresponde al número de ceros que hay que colocar después de las dos primeras cifras.
4. – **Cuarta franja (4ºf):** es la tolerancia.

Recuerda: El código de colores permite identificar fácilmente el valor teórico de una resistencia. Dicho código consta de cuatro franjas: tres de ellas, proporcionan el valor teórico de la resistencia; mientras que la cuarta franja nos proporciona el valor de la **tolerancia**.



Símbolo de la resistencia fija

Múltiplos de la resistencia:
 Kiloohmio (kΩ) → 1 KΩ = 1000 Ω
 Megaohmio (MΩ) → 1 MΩ = 1000000 Ω

Ejemplos: 2k2 Ω = 2200 Ω
 3M4 Ω = 3400000 Ω

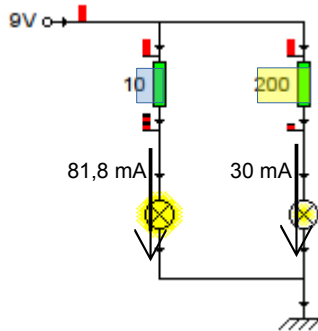
Color	1ra. Banda	2da. Banda	3ra. Banda Multiplicador	Tolerancia %
Negro	0	0	x1	
Cafe	1	1	x10	
Rojo	2	2	x100	2%
Naranja	3	3	x1000	
Amarillo	4	4	x10000	
Verde	5	5	x100000	
Azul	6	6	x1000000	
Violeta	7	7	x10000000	
Gris	8	8	x100000000	
Blanco	9	9	x1000000000	
				Dorado 5%
				Plata 10%

Circuitos Básicos

Utilidad: Las resistencias fijas o simplemente resistencias, tienen una doble utilidad:

1ª utilidad. Limitar el paso de la **corriente** por la rama en la que se sitúan.

Observa el siguiente circuito

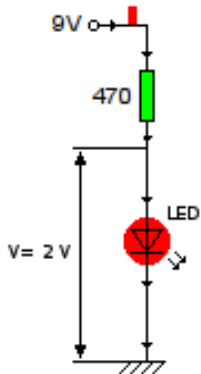


Este circuito contiene dos ramas con bombillos que a su vez tienen una resistencia en serie.

Al ser la primera resistencia de tan solo **10 Ω**, la intensidad de la corriente que circula por esa rama es de **81,8 mA**, pero al ser mayor la resistencia de la segunda rama, **200 Ω**, se limita aún más el paso de la corriente, que es de tan solo **30 mA** (por eso el segundo bombillo brilla menos).

2ª utilidad. Provocar una **caída de tensión** determinada entre los extremos de un circuito para **proteger** otros **componentes** electrónicos colocados en **serie** con las resistencias. Esto se logra con un **Divisor de tensiones**.

El divisor de tensiones se emplea para alimentar (proporcionar tensión de alimentación) a un componente o aparato, con una tensión más pequeña que la que proporcionan las pilas o baterías disponibles. y si no queremos que el dispositivo se estropee. Como tenemos el impedimento de no poder reducir la tensión de alimentación del circuito, tenemos que recurrir a los divisores de tensión.



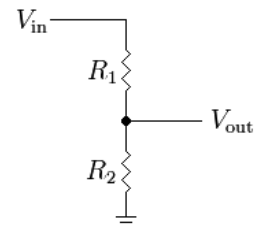
Esquema del circuito

Ejemplo: Supongamos que tenemos un circuito alimentado con una batería de 9 V y queremos hacer funcionar un LED (pequeño componente luminoso que no soporta más de 2 V de tensión). Si la conexión fuese directa, el LED se fundiría, pero si lo ponemos en serie con la resistencia adecuada, el LED funcionaría porque quedaría protegido por la resistencia.

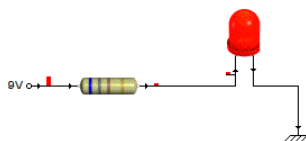
Eso es porque al estar ambos elementos en **serie**, forman un **divisor de tensión**. De los 9 V de la batería, 7 V los consumiría la resistencia y tan solo 2 V los consumiría el LED. ($9\text{ V} = 2\text{ V}_{\text{LED}} + 7\text{ V}_{\text{Resistencia}}$)

La tensión que soporta el LED se llama **tensión de salida o V_{out} (2 V)**, la tensión total sería la **tensión de entrada o V_{in} (9 V)**. Así pues

$$V_{\text{in}} = V_{\text{resistencia}} + V_{\text{out}}$$



Como ves en la figura de la derecha, un divisor de tensión se construye con dos resistencias en serie, seleccionando los terminales extremos de una de ellas para conectar lo que haga falta, en este caso **R_2** es un **LED**, **$V_{\text{in}} = 9\text{ V}$** y **$V_{\text{out}} = 2\text{ V}$**



Representación más real del circuito.

De los 9 V de entrada, 7 V los consume la resistencia, mientras que los restantes 2 V los consume el LED (tensión de salida)

Así pues,

V_{out} = Tensión de salida (en este caso 2 V)

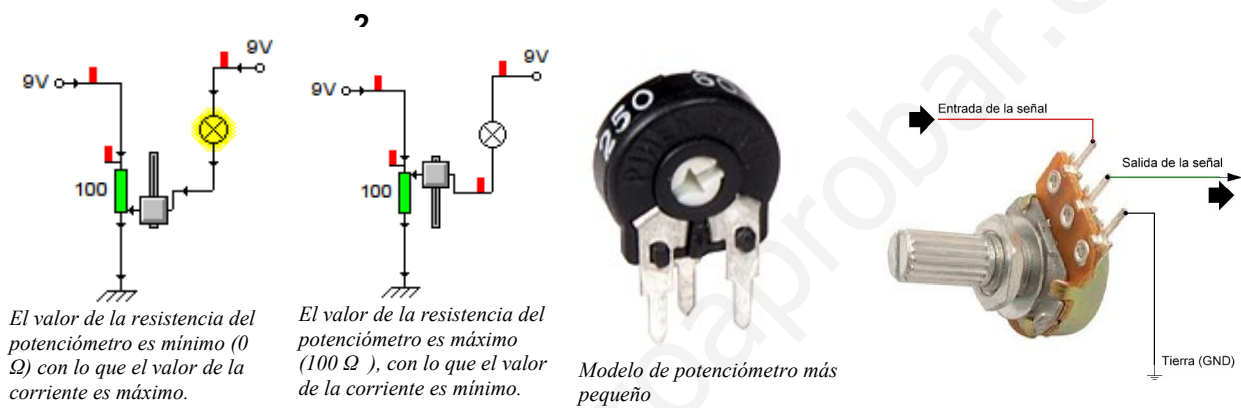
V_{in} = Tensión de entrada (en este caso 9 V)

Nota que la tensión de salida es mayor cuanto **MAYOR** sea la resistencia eléctrica R_2 .

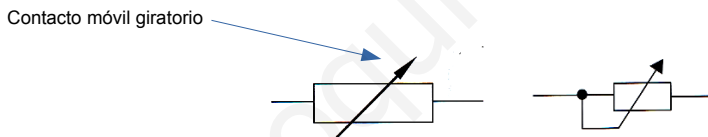
2. Resistencias variables: son aquellas que tienen la capacidad de variar su valor en ohmios dentro de unos límites. Vamos a ver las siguientes:

1. Potenciómetros: su variación, en este caso, es mecánica. Se basa en una resistencia sobre la que se desliza un contacto móvil de cuya posición depende el valor óhmico. También se llaman reóstatos. Los más comunes tienen **3 contactos**. El del medio se llama **cursor** y suministra la **tensión de salida** a la que se conecta el componente cuya corriente se quiere regular. Uno de los contactos de los extremos se conecta a tierra (GND) y el otro representa la tensión de entrada (polo positivo).

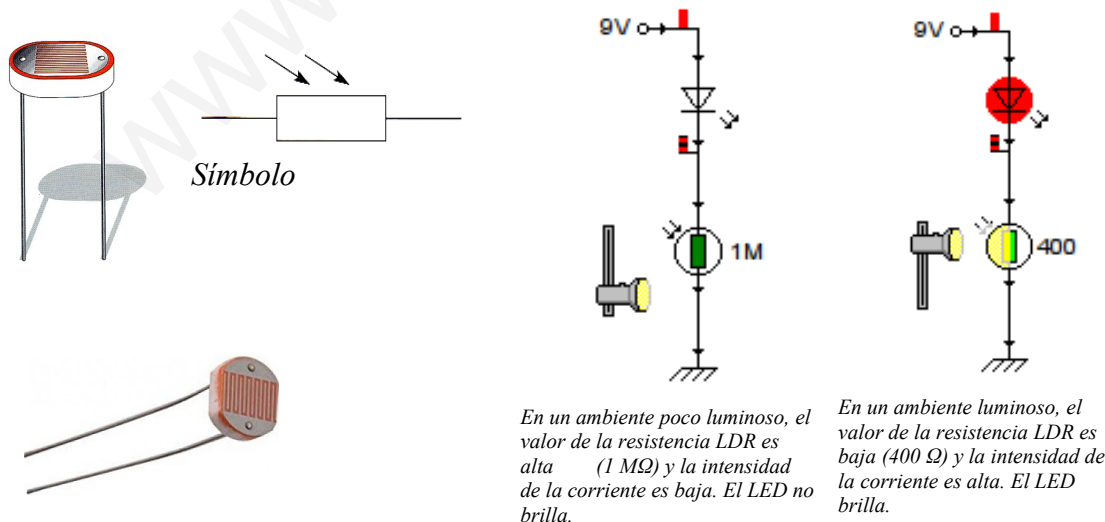
Este circuito representa un ejemplo de utilidad del potenciómetro. Al girar el contacto móvil (llamado cursor) el valor de la resistencia aumenta y dificulta el paso de la corriente, con lo que el bombillo brilla menos.



Su símbolo es:



2. Resistencias dependientes de la luz, fotorresistores o LDR: varían su resistencia según la cantidad de luz que incide sobre ellas. Su valor óhmico aumenta en la oscuridad y



disminuye a medida que aumenta la cantidad de luz que incide

3. Resistencias que varían con la temperatura o termistores (NTC y PTC): en las NTC al aumentar la temperatura disminuye la resistencia, mientras que en las PTC, al aumentar la temperatura aumenta también la resistencia.

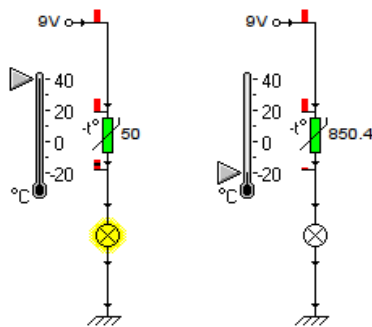
1. NTC - a más temperatura menos resistencia



2. PTC - a más temperatura mayor resistencia



Termistores



Este circuito contiene un termistor NTC en serie con una bombilla. Cuando la temperatura es alta (40 °C), el valor de ohmios del termistor es bajo (50 Ω) y por eso la intensidad de la corriente que lo atraviesa es alta (el **bombillo brilla**). Cuando la temperatura es baja (-20 °C), el valor en ohmios del termistor es alto (850 Ω) y la intensidad de la corriente que lo atraviesa es bajo (el **bombillo no brilla**)

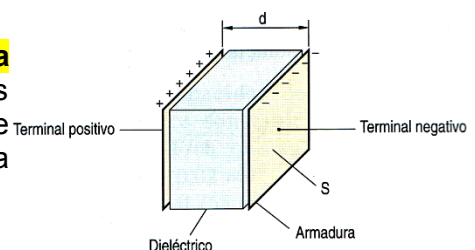
2 – Condensadores

Dentro de los elementos que puedes encontrar en un circuito **el condensador es uno de los más comunes**.

Es un elemento electrónico capaz de **almacenar energía eléctrica** en forma de carga eléctrica, que utiliza después para, por ejemplo, encender una bombilla, la cual sigue encendida hasta que el condensador se descarga, sin usar la pila del circuito.

El condensador está formado por dos placas metálicas separadas por un dieléctrico (aislante). Cuando los condensadores adquieren la máxima carga **impiden el paso de la corriente**, actuando como un interruptor abierto.

Te mostramos un ejemplo sencillo para que entiendas el condensador: son los flashes en cámaras de fotos. Un condensador se carga rápidamente desde la batería para después soltar de golpe toda su energía consiguiendo tensiones muy altas por un corto espacio de tiempo, creando de esta forma el “fogonazo” de la lámpara. Este efecto no se podría conseguir directamente con la batería ya que *no tiene capacidad de entregar tanta energía en un espacio de tiempo pequeño*.



En los condensadores se mide la **capacidad**, que se simboliza por una **C**, y que da cuenta de la cantidad de carga o energía que es capaz de almacenar un condensador a un voltaje dado. Se mide en **faradios**, cuyo símbolo es **F**. Esta magnitud es muy grande y se usan submúltiplos: mF, μF , nF, pF, etc. (recuerda: $\mu=10^{-6}$, $n=10^{-9}$, $p=10^{-12}$).

$$C = \frac{q}{V}$$

Donde **q** es la carga acumulada por el condensador y **V** es el voltaje aplicado entre las armaduras.

Submúltiplos	
10^{-3}	Mili (m)
10^{-6}	Micro (μ)
10^{-9}	Nano (n)
10^{-12}	Pico (p)

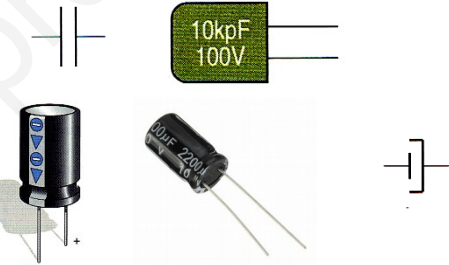
El símbolo del condensador es:



Hay dos tipos de condensadores:

- Condensadores sin polaridad: Suelen tener baja capacidad
- Condensadores con polaridad:

Suelen ser de mayor capacidad que los otros y poseen polos (positivo y negativo). Al conectarlo se debe tener en cuenta la polaridad porque de otro modo se estropearían.



Al igual que sucede con las resistencias, **existen unos valores comerciales determinados para los condensadores**. En caso de que no haya ninguno lo suficientemente próximo al valor que tú necesitas, puedes poner dos o más condensadores en serie o paralelo para conseguir dicho valor (recuerda tener en cuenta los rangos máximos de trabajo de todos ellos). Tenemos dos posibles formas de combinarlos:

En **serie**:

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

En serie, combinamos los condensadores para obtener **menos capacidad**, de modo que obtenemos un condensador equivalente de menor valor, según la fórmula expuesta.

Ejemplo: Imagina que necesito un condensador de **50 μF** pero no dispongo más que de condensadores de **100 μF** . Si combino en **serie** dos condensadores de **100 μF** obtengo uno equivalente de 50 μF , gracias a la fórmula matemática anterior.

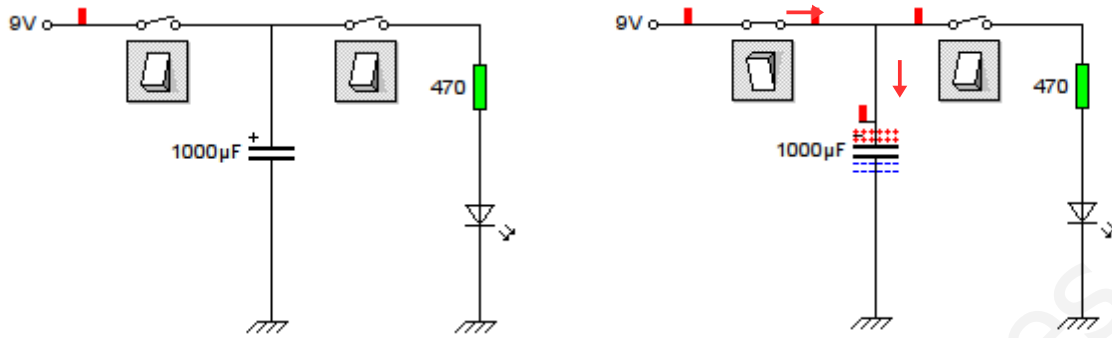
$$C_{eq} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

En **paralelo**:

En paralelo, combinamos los condensadores para obtener **más capacidad**, de modo que obtenemos un condensador equivalente de mayor valor sumando las capacidades de los elementos que están en paralelo.

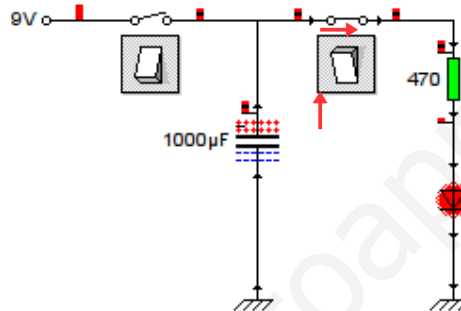
Ejemplo: Imagina que necesito un condensador de **200 μF** . Si combino en paralelo dos condensadores de **100 μF** obtengo uno equivalente de 200 μF , gracias a la fórmula matemática anterior (en paralelo basta sumar la capacidad de los condensadores que están en paralelo para hallar el condensador equivalente).

Veamos un ejemplo de un circuito que contiene un condensador, para que comprendas su funcionamiento.



El interruptor A se empleará para cargar el condensador.

Sólo se necesitan unos segundos para cargar el condensador y tras abrir nuevamente el interruptor A, el condensador mantendrá almacenada la carga indefinidamente.



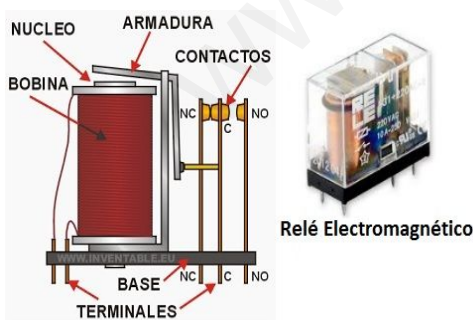
Si cerramos el interruptor B, el condensador se descarga a través del LED, que brillará mientras dure la descarga (segundos). Cuando el condensador se descargue, el LED dejará de brillar.

3 – Relé

Es un elemento que permite conectar entre sí dos circuitos independientes. Uno de los circuitos permite activar el relé con un pequeño voltaje, es el **circuito de activación** y el circuito que controla se llama **circuito de trabajo**.

El circuito de activación es un electroimán (bobina) que funciona con corriente de poca intensidad.

Cuando se cierra este circuito, el electroimán atrae una pieza metálica, la armadura, que al moverse activa el otro circuito.



Relé Electromagnético

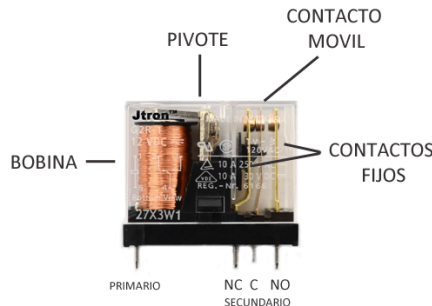
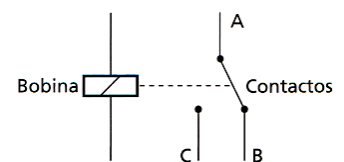
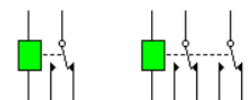


Imagen real de un relé unipolar de tres contactos



Símbolo de un relé unipolar de tres contactos



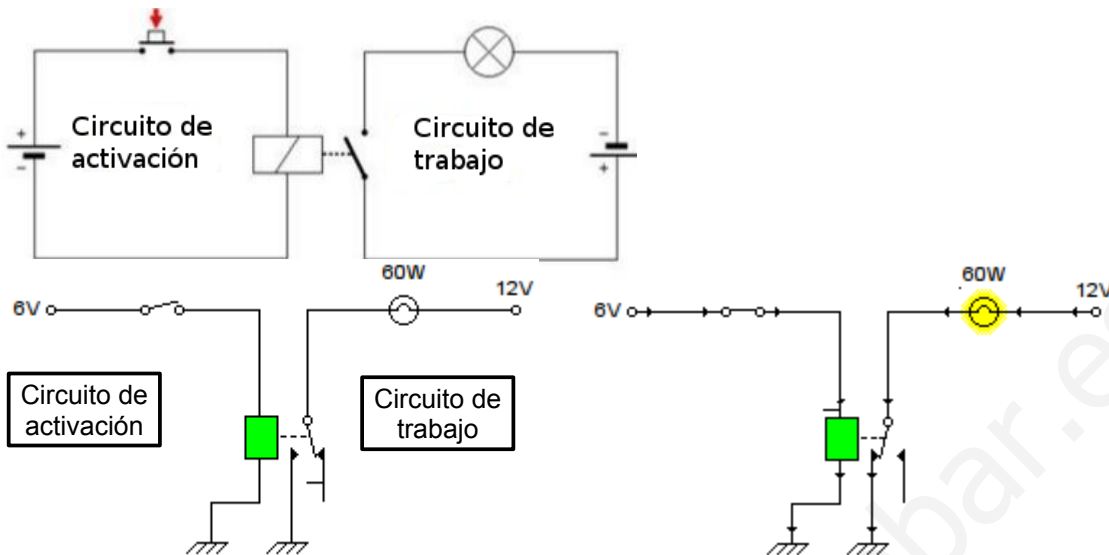
RELÉ UNIPOLAR

RELÉ BIPOLAR

El circuito de trabajo está formado por un conjunto de contactos que se mueven accionados por la armadura. Puede Tener dos, tres o más contactos.

Normalmente, el circuito de activación trabaja a una tensión menor que el circuito de trabajo.

Su aplicación va a depender del número de contactos. Por ejemplo, los relés de dos contactos se usan como interruptores; los de tres, como conmutadores, etc.



El circuito de activación (6 V) controla la bobina del relé, que a su vez controla el circuito de trabajo (12 V) que incluye una lámpara de 60 W

Una vez activado el relé, el circuito de trabajo se cierra porque los contactos cambian de posición.

Semiconductores

Son materiales que presentan características intermedias entre materiales conductores y aislantes. En condiciones normales son aislantes y no dejan pasar la corriente. Si se les aporta energía, por ejemplo, elevando la temperatura, y se supera un valor propio del elemento, se vuelven conductores.

Pueden ser intrínsecos: son el silicio y el germanio que existen en la naturaleza. Estos elementos son tetravalentes, es decir, tienen cuatro electrones de valencia y forman enlaces covalentes en los que comparten los electrones con sus vecinos.

Semiconductores extrínsecos: se obtienen dopando a los intrínsecos, es decir, introduciendo impurezas, que son elementos que pueden tener exceso de electrones de valencia o defecto de ellos, en cuyo caso se dice que tiene exceso de huecos. Esto convierte al semiconductor en conductor con un menor aporte de energía, pues al tener exceso de carga negativa (exceso de electrones) o exceso de carga positiva (defecto de electrones y exceso de huecos) conducirá mejor. Hay dos tipos: tipo N y tipo P. El tipo N tiene exceso de electrones, es decir, de carga negativa. El tipo P tiene exceso de huecos, es decir, exceso de carga positiva.

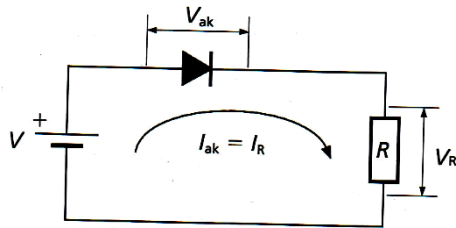
4 – Diodos

Se construyen uniendo un semiconductor tipo N con otro tipo P.

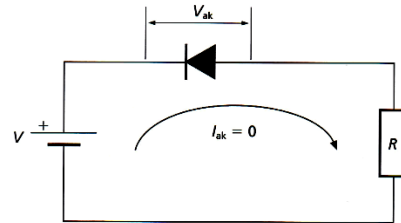
Son elementos electrónicos que dependiendo de cómo les llegue la corriente actúan como interruptores abiertos o cerrados. Si la corriente les llega en directa (polarización directa) actúan como interruptores cerrados y dejan pasar la corriente. Si la corriente les llega en inversa (polarización en inversa), actúan como interruptores abiertos y no dejan pasar la corriente. Su símbolo es:



Polarización en directa

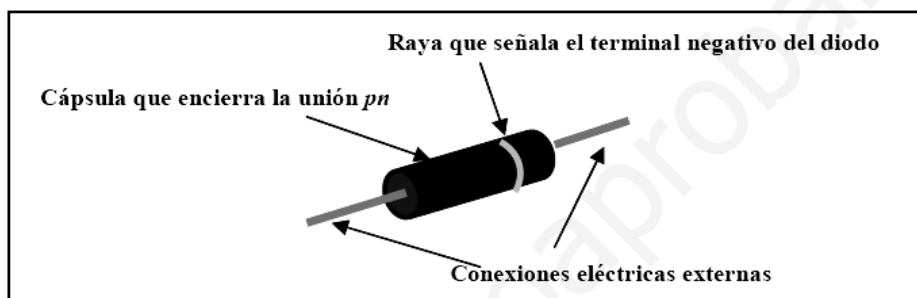


Polarización en inversa



El cristal tipo **P** se llama también **ánodo** o terminal **positivo** y el cristal tipo **N** se llama **cátodo** o terminal **negativo**.

Si la corriente entra a través del cristal P, deja pasar la corriente (polarización directa), pero si lo hace por el cristal N, no pasa la corriente. (polarización inversa).



Para reconocer el ánodo del cátodo, los diodos tienen un anillo blanco junto al terminal del cátodo (o terminal negativo).

Existe un tipo especial de diodos capaces de emitir luz cuando están en directa y se denominan LED. Su símbolo es:



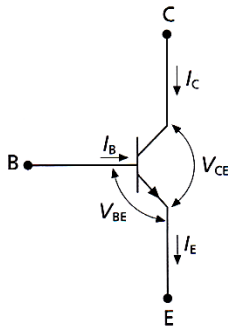
El LED tiene, como los otros diodos dos terminales. El más largo es el ánodo y debe conectarse al polo positivo para que el LED brille.

Terminal largo: ánodo (+)
Terminal corto: cátodo (-)

Al igual que los diodos normales, los LED únicamente dejan pasar la corriente cuando están en polarización directa y la impiden en polarización inversa.

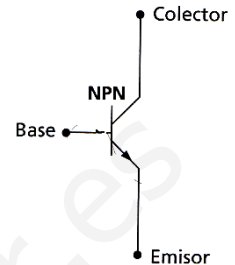
5 – El transistor

Es el dispositivo electrónico más importante y el más utilizado en la actualidad. Está formado por la unión de **tres capas** de material semiconductor de tipo P y de tipo N, dispuestos de forma adecuada. Así tenemos dos tipos de transistores: **los NPN y los PNP**. Los más utilizados son los NPN.



Las corrientes de base y colector entran en el transistor, mientras que la corriente de emisor sale del dispositivo.

El transistor es un dispositivo de **tres terminales** en lugar de los dos que han tenido todos los elementos que hemos visto hasta ahora. Estos tres terminales reciben los nombres de **emisor, base y colector**.



Símbolo del transistor NPN

En la figura, la flecha indica la dirección de la corriente que circula a través del emisor y que en un transistor NPN es saliente.

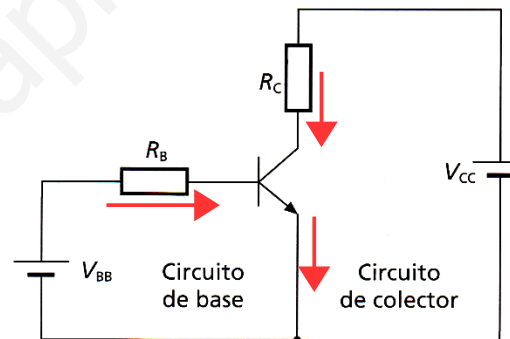
Por el transistor circulan un conjunto de corrientes cuyas direcciones y sentidos se muestran en la figura:

- I_B : intensidad de corriente de la base.**
- I_C : intensidad de corriente del colector.**
- I_E : intensidad de corriente del emisor.**

Se observa que las corrientes de la base y del colector entran en el transistor, mientras que la corriente del emisor sale de él. En consecuencia se cumple:

$$I_E = I_B + I_C$$

Polarización del transistor: La acción de polarizar un transistor consiste en conectarlo a un circuito exterior que está formado por un conjunto de generadores y resistencias.

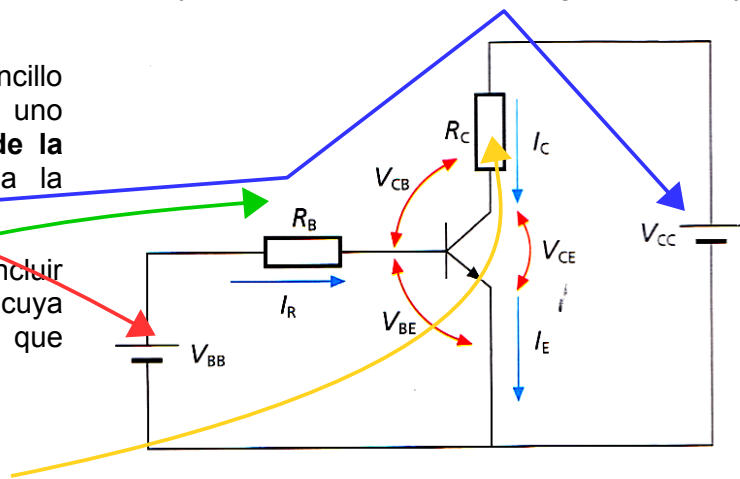


Al conectar el transistor al circuito de polarización se establecen los valores de corriente y voltaje requeridos en los terminales del dispositivo: V_{BE} , V_{CE} , I_B , I_C , I_E . Dichos valores constituyen **el punto de trabajo** del transistor o **estado del transistor**, y su valor dependerá de los generadores y las resistencias conectados.

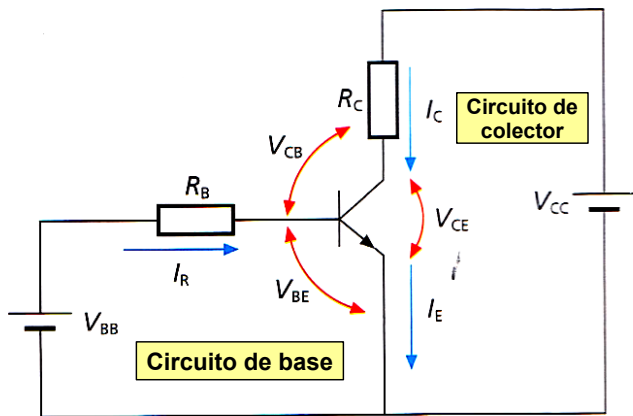
El circuito de polarización más sencillo está formado por dos generadores: uno de ellos proporcionará **la tensión de la base, V_{BB}** , y el otro proporciona **la tensión del colector, V_{CC}** .

El circuito de polarización suele incluir también al menos dos resistencias, cuya finalidad es limitar las corrientes que circulan por la base y el colector:

- **R_B , resistencia de la base y**
- **R_C , resistencia del colector.**



Si observamos el esquema del circuito de polarización del transistor podemos diferenciar dos circuitos: **circuito de la base y circuito del colector**.



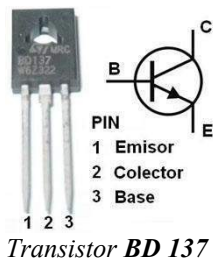
Teniendo en cuenta estos dos circuitos, las tensiones aplicadas en ellos y las corrientes que circulan, como se ve en la figura de la izquierda, obtenemos:

Circuito de la base:
Circuito del colector:

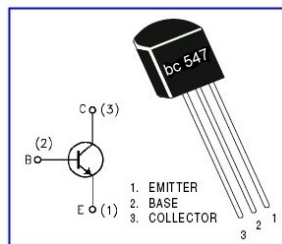
$$V_{BB} = V_{BE} + I_B \cdot R_B \rightarrow I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B}$$

Transistores reales:

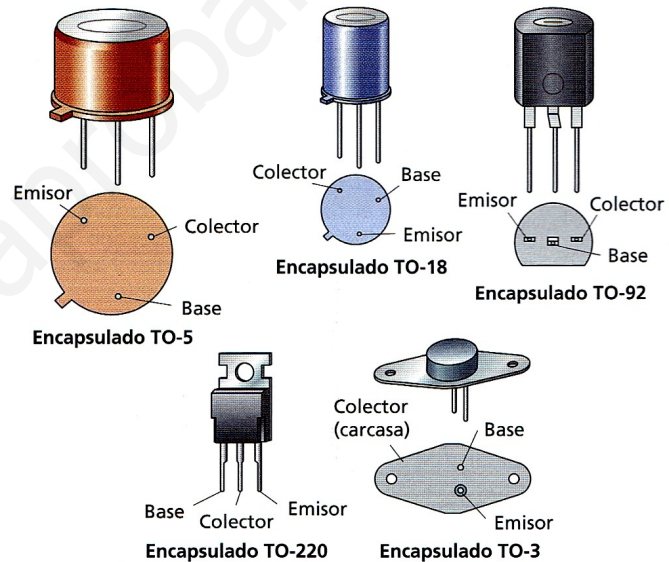
$$V_{CC} = V_{CE} + I_C \cdot R_C \rightarrow I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C}$$



Transistor **BD 137**

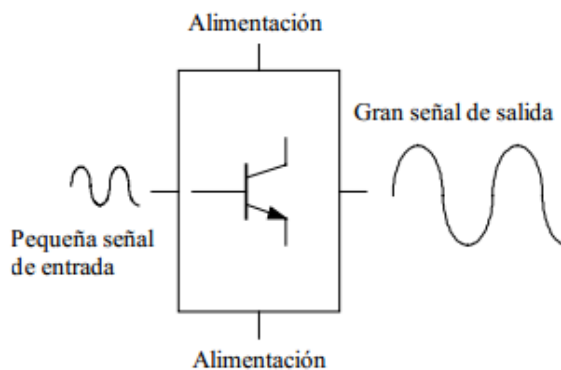


Transistor **BC 547**



¿Qué hace que el transistor sea el componente electrónico más importante?

Un transistor es un pequeño dispositivo electrónico que puede conseguir que **una pequeña señal eléctrica de entrada provoque grandes cambios en una señal eléctrica de salida**. Es decir, una débil señal de entrada puede ser amplificada (hecho más fuerte) por un transistor. Por ejemplo, muy débiles señales de radio en el aire pueden ser captadas por una antena de alambre y procesados por los amplificadores de transistores, hasta que se lo suficientemente fuerte como para ser escuchados por el oído humano.



Funcionamiento del transistor: el transistor permite **controlar el paso de la corriente del colector y el emisor mediante la corriente de la base**, la cual a su vez depende del valor de la tensión V_{BE} (tensión entre la base y el emisor del transistor).

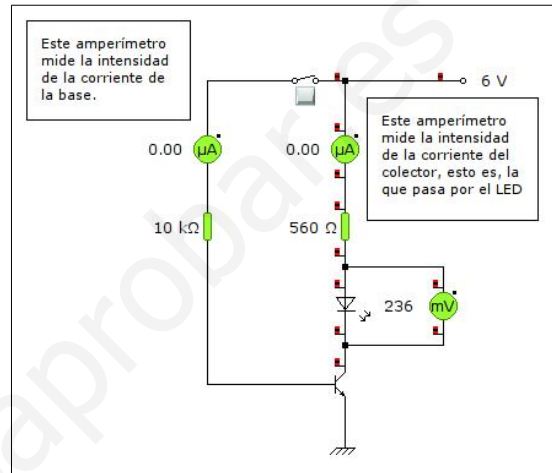
Si la **corriente de la base es nula** o muy pequeña, el **transistor no conduce** y se dice que está en **corte**.

Pero si la corriente de la base alcanza un valor adecuado, el transistor pasará a un estado de conducción y permitirá el paso de la corriente entre el colector y el emisor.

Dependiendo del estado de funcionamiento del transistor se pueden considerar tres zonas de trabajo:

1. Zona de corte: en esta zona el transistor **no conduce**, ya que la tensión base-emisor es inferior a la tensión umbral, V_U , necesaria para que sea posible la conducción a través de la unión que forman la base y el emisor.

En este caso el interruptor, que está abierto, impide que llegue ninguna corriente a la base del transistor, la prueba está en que el amperímetro que mide la intensidad de la corriente que llega a la base marca cero. Por eso el transistor está en corte y no circula ninguna corriente desde el colector hasta el emisor, lo cual se demuestra porque el LED permanece apagado.



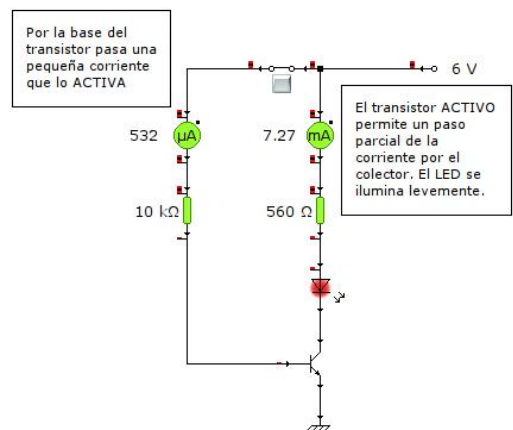
En definitiva: el transistor está en corte y no permite el paso de la corriente desde el colector hasta el emisor, **comportándose como un interruptor abierto**.

2. Zona activa: el transistor **conduce** al ser $V_{BE} > V_U$ y, además, se cumple la siguiente relación:

$$I_c = \beta \cdot I_B$$

Donde β es la **ganancia** del transistor y siempre positiva, por lo que la zona activa del transistor se comporta como un amplificador.

Si cerramos el interruptor, comenzará a circular corriente hasta la base del transistor, la prueba está en que el amperímetro que mide la intensidad de corriente que llega a la base marca $I_B = 532 \mu A$. Por eso el transistor está en **activa** y permite la circulación de corriente desde el colector hasta el emisor, lo cual se demuestra porque el LED comienza a iluminarse. En este caso, la corriente del colector $I_c = 7,27 \text{ mA} = 7270 \mu A$



En este caso, el transistor se comporta **como un interruptor parcialmente cerrado** que deja pasar parte de la corriente desde el colector al emisor.

En el estado de activa, se puede medir la ganancia del transistor (β). La ganancia nos dice en qué medida puede amplificar el transistor.

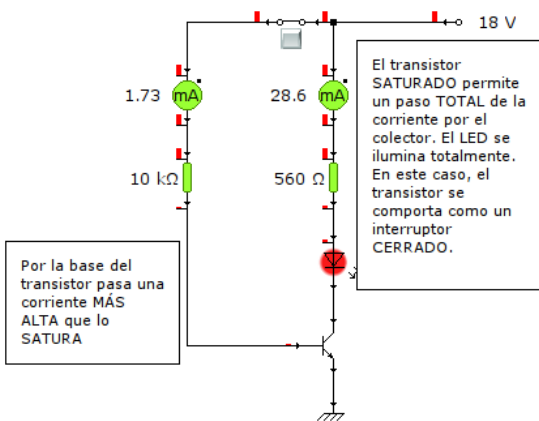
Como $I_c = \beta \cdot I_B \rightarrow \beta = \frac{I_c}{I_B} = \frac{7270}{532} = 13$ **La ganancia del transistor es 13**

3. **Zona de saturación:** en esta zona el transistor alcanza su máxima capacidad de conducción. El valor V_{CE} se mantiene fijo, pero en este caso no se cumple la relación anterior:

$$I_C \neq \beta \cdot I_B$$

$$I_C < \beta \cdot I_B$$

Zona	V_{BE}	V_{CE}	I_C
Corte	$V_{BE} < 0,7 \text{ V}$	$V_{CE} = V_{CC}$	$I_C = 0$
Activa	$V_{BE} \geq 0,7 \text{ V}$	$0,2 \text{ V} < V_{CE} < V_{CC}$	$I_C = \beta \cdot I_B$
Saturación	$V_{BE} \geq 0,7 \text{ V}$	$V_{CE} = 0,2 \text{ V}$	$I_C < \beta \cdot I_B$



En el caso del transistor de silicio el valor de la tensión umbral se sitúa en 0'7V y en saturación V_{CE} es de 0'2V.

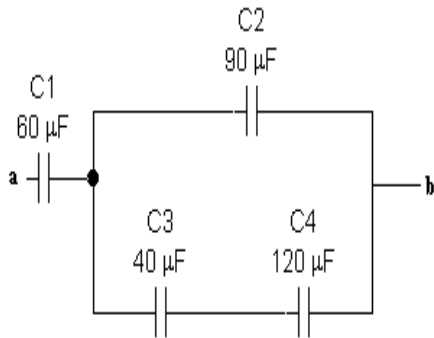
Si sustituimos la pila de 6 V por una de 18 V, aumentará la intensidad de corriente que llega hasta la base del transistor. De hecho observamos que la corriente de la base aumenta hasta $1,73 \text{ mA} = 1730 \mu\text{A}$. Por eso el transistor está en **saturación** y la corriente circula **libremente** desde el colector hasta el emisor, lo cual se demuestra porque el LED está completamente iluminado.

El transistor se comporta como un interruptor cerrado.

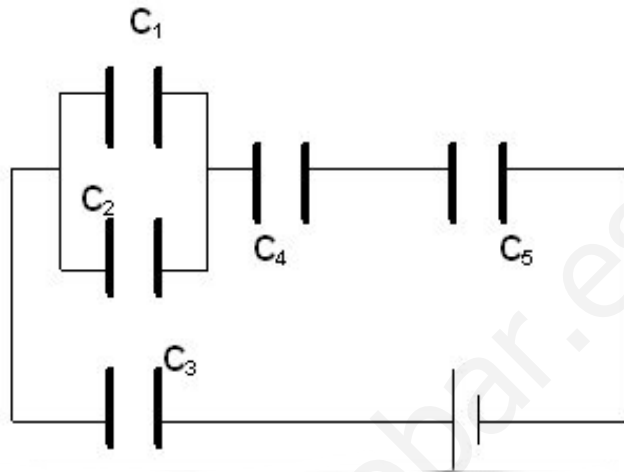
ACTIVIDADES

1 – Calcular la capacidad equivalente de:

a)



b)



$$C_1 = 4 \text{ nf}$$

$$C_2 = 5 \text{ nf}$$

$$C_3 = 2 \text{ nf}$$

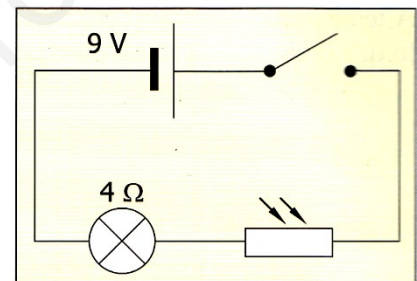
$$C_4 = 7 \text{ nf}$$

$$C_5 = 3 \text{ nf}$$

$$C_6 = 8 \text{ nf}$$

$$V = 24 \text{ volt}$$

2 – En el circuito de la figura hemos medido la resistencia de la LDR a plena luz y su valor es de 14Ω . Cuando anochece la resistencia es de 886Ω . ¿Cuál será la intensidad en cada caso? ¿Cuándo lucirá más el bombillo?



3 – Contamos con una LDR que presenta las características siguientes:

$R_1 = 600\Omega$, sin luz; $R_2 = 100\Omega$, media luz; $R_3 = 3\Omega$.

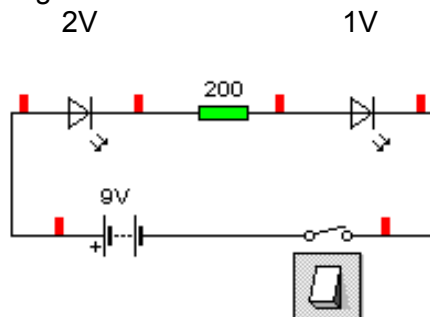
Se conecta a ella un motor de 30Ω y una pila de $12V$.

a) Dibuja el circuito

b) Calcula la intensidad de corriente en cada caso.

c) ¿Cuándo girará más el motor?

4 – Tenemos el circuito de la figura. Calcular la intensidad de corriente que circula por el circuito.



5 – Indica cuáles son las zonas de trabajo del transistor y explica brevemente qué ocurre en cada una de ellas I_B , I_C , I_E , V_{CE} y V_{BE} .

6 – Dibuja el circuito de la base y el circuito del colector.

7 – a) ¿Qué es un transistor?

b) ¿De qué da cuenta la ganancia, cuál es su símbolo y cuál su unidad?

c) ¿Cuándo actúa el transistor como interruptor cerrado?

d) ¿Y cómo interruptor abierto?

8 – En un transistor tenemos una pila alimentando la base de 3V, la tensión base-emisor es de 0'4V, la resistencia de la base de 2k Ω , la del colector de 100 Ω y la pila del colector es de 12V.

a) Calcular la corriente que circula por la base.

b) Si la ganancia es 200, calcular la corriente del colector.

c) Indicar en la zona de trabajo que está el transistor atendiendo a los valores obtenidos

9 – En un transistor estudia en que región de trabajo está en cada caso y calcula también la intensidad del colector si:

a) $V_{BE} = 0'5V$

b) $V_{BE} = 3V$

c) $V_{BE} = 9V$

$V_{BB} = 10V$, $V_{CC} = 10V$, $R_C = 100\Omega$, $R_B = 3k\Omega$, $\beta = 100$

10 – En un transistor estudia en que región de trabajo está en cada caso y calcula también la intensidad del colector si:

a) $V_{BB} = 0'01V$

b) $V_{BB} = 3'5V$

c) $V_{BB} = 15V$

$V_{BE} = 0'8V$, $R_B = 2k\Omega$, $R_C = 10\Omega$, $V_{CC} = 10V$, $\beta = 100$

11 – En un transistor la tensión base-emisor es de 0'3V, V_{BB} es de 2'3V, la resistencia de la base es de 1k Ω , la del colector de 100 Ω , V_{CC} es de 10V y la ganancia de 100.

a) Calcular la corriente que circula por la base.

b) Calcular el punto de trabajo.

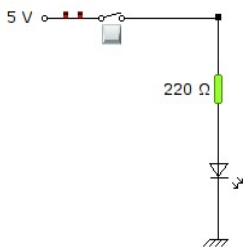
c) Indicar, atendiendo a los valores obtenidos, en que zona está trabajando el transistor.

PRÁCTICAS DE ELECTRÓNICA

PRÁCTICA 1: Conociendo la placa Protoboard. Activar un LED con un pulsadores

Para hacer con el Crocodile. Responde a las siguientes cuestiones

1. Dibuja el circuito en tu cuaderno
2. Al cerrar el pulsador, describe lo que observas.
3. Pasa el puntero del ratón por cada una de las resistencias (sin hacer clic) y anota el valor de la intensidad de corriente que recorre el LED.



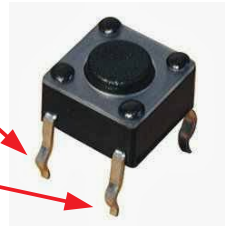
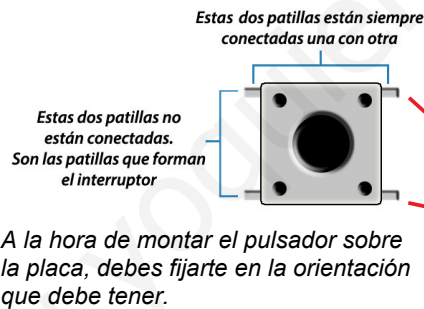
	(I) en mA
Intensidad de corriente	

4. ¿Qué función tendrá la resistencia en serie con el LED?

Circuito 1: Un pulsador controla un LED

Para hacer con el Crocodile. Responde a las siguientes cuestiones

El **pulsador, interruptor, botón, o pushbutton, o boton** tiene cuatro patillas que están conectadas a pares como se ve en los siguientes esquemas.



Componentes

- ✓ Un pulsador tipo botón (pushbutton)
- ✓ 1 LED
- ✓ Una resistencia de 220 Ω

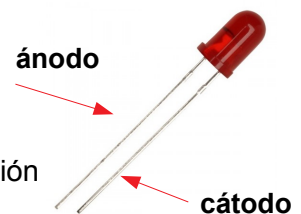
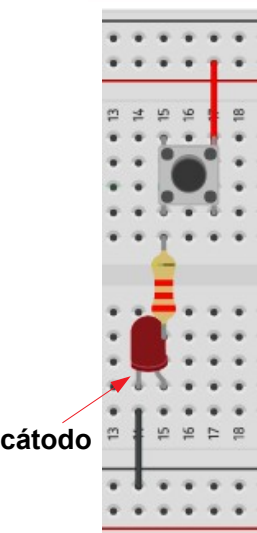
Para hacer con el aula-taller. Responde a las siguientes cuestiones

Monta sobre la placa protoboard el circuito de la práctica. Conecta primero los componentes y después realiza las conexiones con los cables. Por último, conecta la pila. Debes tener en cuenta ...

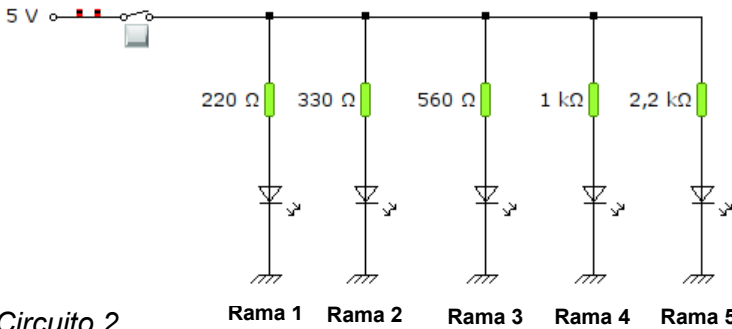
1. Necesitarás el código de colores para reconocer la resistencia por su valor en ohmios
2. Al colocar el LED, debes tener en cuenta cual de los dos terminales es el ánodo (+) y cuál es el cátodo (-). Recuerda: el cátodo es el terminal más corto y se conecta al polo negativo (Ver imagen del montaje)

Responde a las siguientes cuestiones

1. Activa el pulsador y observa. Explica qué sucede.
2. Si colocas el LED del revés ¿Qué ocurre? Busca una explicación razonada



PRÁCTICA 2. Conociendo el funcionamiento de las resistencias



Circuito 2

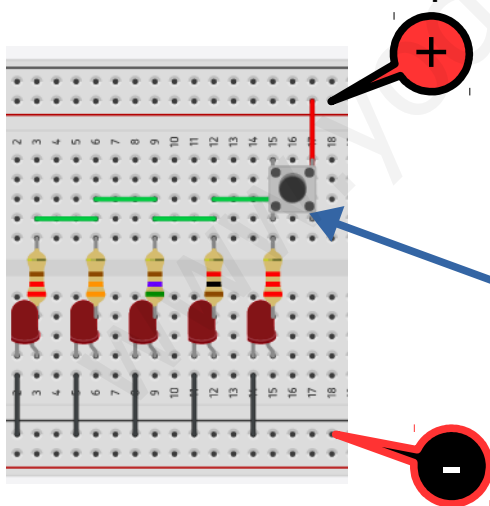
Para hacer con el Crocodile. Responde a las siguientes cuestiones

1. Dibuja el circuito en tu cuaderno
2. Al cerrar el pulsador, describe lo que observas.
3. Pasa el puntero del ratón por cada una de las resistencias (sin hacer clic) y anota el valor de la intensidad de corriente que baja por cada rama del circuito.

Rama →	Rama 1 (I_1)	Rama 2 (I_2)	Rama 3 (I_3)	Rama 4 (I_4)	Rama 5 (I_5)
Intensidad de corriente					

4. Una vez completada la tabla, sacas tus conclusiones con **razonamientos**
5. ¿Qué función tendrá entonces la resistencia en relación al LED?

Para hacer con el aula-taller. Responde a las siguientes cuestiones

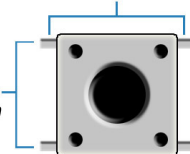


Componentes

- Un pulsador tipo botón (pushbutton)
- 5 LEDs
- Una resistencia de 220Ω
- Una resistencia de 330Ω
- Una resistencia de 560Ω
- Una resistencia de $1 \text{ k}\Omega$
- Una resistencia de $2,2 \text{ k}\Omega$

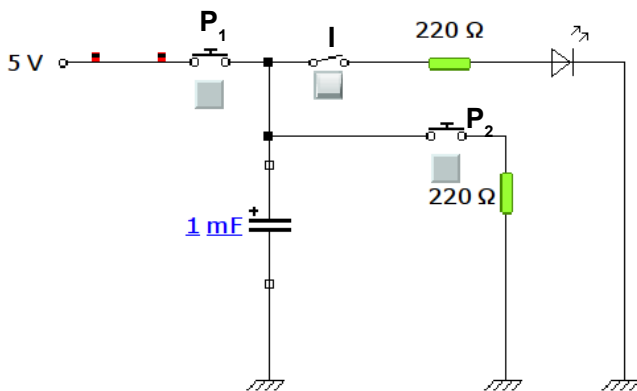
Estas dos patillas están siempre conectadas una con otra

Estas dos patillas no están conectadas. Son las patillas que forman el interruptor



1. Monta sobre la placa protoboard el circuito de la práctica 2. Conecta primero los componentes y después realiza las conexiones con los cables. Por último, conecta la pila.
2. Necesitarás el código de colores para reconocer las resistencias por su valor en ohmios.
3. Al cerrar el pulsador, describe lo que observas. Explica con **razonamientos** aquello que observas.

PRÁCTICA 3. Carga y descarga de un condensador



Circuito 3

suelen utilizar submúltiplos **Microfaradio (μF)**

Fundamentos teóricos

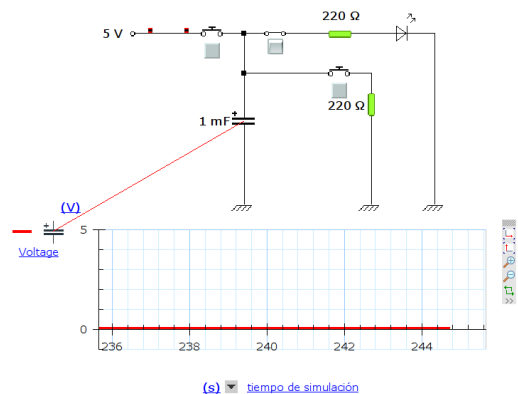
- Recuerda que los condensadores son componentes capaces de almacenar determinada carga eléctrica, que después puede utilizarse convenientemente.
- La capacidad de un condensador es la mayor o menor posibilidad de almacenar cargas eléctricas. La capacidad se mide en **faradios (F)**.
- Como el faradio es una unidad muy grande se

$$1 \mu\text{F} = 10^{-6} \text{ F}$$

- El condensador almacena cargas eléctricas y cede toda su energía al circuito cuando se descarga.

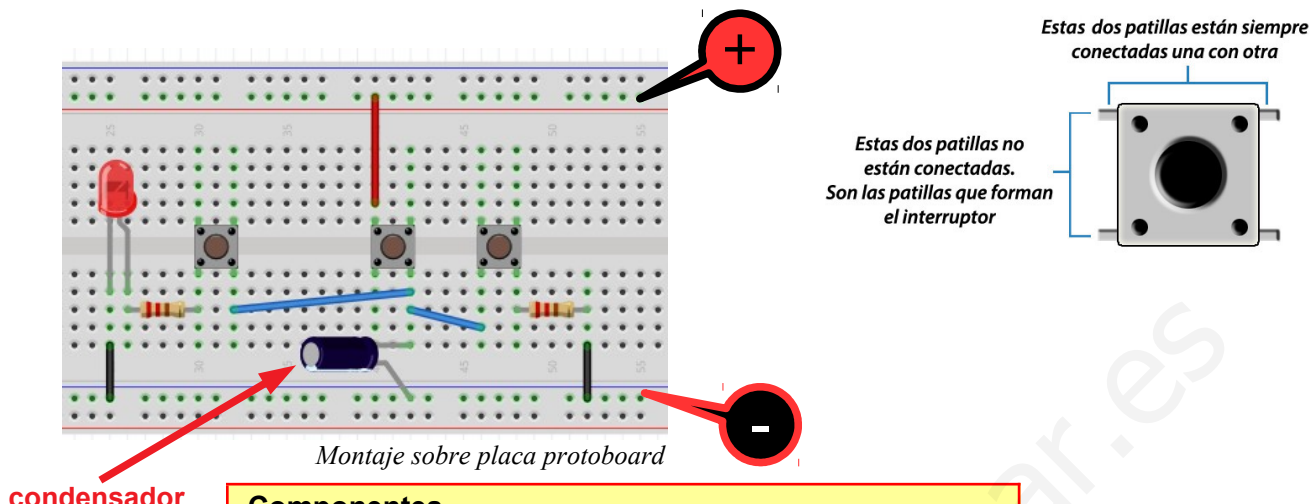
Para hacer con el Crocodile. Responde a las siguientes cuestiones

- 1 – Dibujar el circuito de la figura en tu cuaderno. Deja abierto el interruptor.
- 2 – Describe y **razona** lo que ocurre cuando mantienes presionado el pulsador **P₁** durante unos instantes. Explica a su vez, cuál es la función de las resistencias de 220 Ω.
- 3 – Presiona durante unos segundos el pulsador **P₂** y describe y **razona** lo que pasa.
- 4 – Vuelve a presionar **P₁** durante unos instantes y a continuación cierra el interruptor **I** (o el pulsador **P₃** si no dispones de interruptor) y describe lo que pasa. Explica con razonamientos lo que sucede. Luego, como habrás comprobado, debe presionar unos segundos **P₂** para descargar el condensador.
- 5 – Repite la experiencia, pero cronometra el tiempo que está encendido el LED usando el gráfico que acompaña al circuito diseñado con Crocodile. Indica el resultado. **NOTA:** Para cronometrar el tiempo debes insertar el gráfico de simulación. Ve a **Presentation** → **Graphic**, arrastra al gráfico junto al circuito y lo enlazas. (ver ejemplo de la derecha)



- 6 – Coloca otro condensador igual en paralelo con el primero, repite la experiencia y vuelve a cronometrar el tiempo. Indica el resultado.
- 7 – Quita el segundo condensador que tienes en paralelo y ahora lo colocas en serie con el primero, repite la experiencia y cronometra otra vez. Indica el resultado.
- 8 – Quita ambos condensadores y sustituye los mismos por uno de 4700 μF, repite la experiencia y cronometra el tiempo. Indica el resultado.
- 9 – Una vez realizados los pasos 6, 7 y 8 ¿A qué conclusiones llegas? Usa **razonamientos**.

Para hacer en el aula-taller. Responde a las siguientes cuestiones



Componentes

- Dos condensadores electrolíticos de 1000 μF (1 mF)
- Un condensador electrolítico de 4700 μF
- Dos resistencias de 220 Ω
- Dos pulsadores botón y un interruptor o, en su defecto, se sustituye el interruptor por otro pulsador
- Un LED

1. Monta sobre la placa protoboard el circuito de la práctica 3. Ten cuidado con la polaridad del condensador (consulta al profesor/a). Conecta primero los componentes y después realiza las conexiones con los cables. Por último, conecta la pila.

2. Presiona P_1 durante unos instantes y a continuación cierra el interruptor I (o el pulsador P_3 si no dispones de interruptor) y describe lo que pasa. Explica con razonamientos lo que sucede. Luego debe presionar unos segundos P_2 para descargar el condensador. Cronometra el tiempo que dura el flash

t =

3. Coloca otro condensador igual en paralelo con el primero, repite la experiencia y vuelve a cronometrar el tiempo. Indica el resultado.

t =

4. Quita el segundo condensador que tienes en paralelo y ahora lo colocas en serie con el primero, repite la experiencia y cronometra otra vez. Indica el resultado.

t =

5. Quita ambos condensadores y sustituye los mismos por uno de 4700 μF , repite la experiencia y cronometra el tiempo. Indica el resultado.

t =

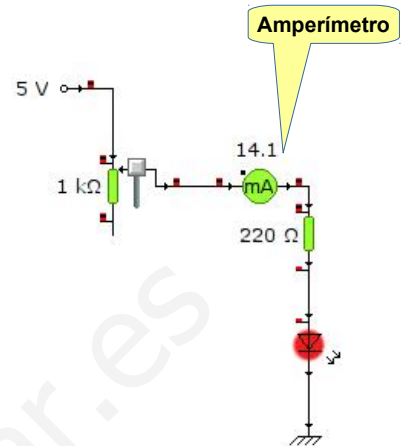
6. Una vez realizados los pasos 3, 4 y 5 ¿A qué conclusiones llegas? Usa **razonamientos**.

PRÁCTICA 4. Conociendo el potenciómetro - I
Para hacer con el Crocodile. Responde a las siguientes cuestiones

Dibujar el circuito de la figura:

1 – Desplaza el contacto móvil del potenciómetro y describe lo que va ocurriendo. **Razona** lo que ocurre (nota que el potenciómetro forma un divisor de tensión, siendo el cursor la tensión de salida).

2 – Para tres posiciones distintas del potenciómetro anota los valores que da el amperímetro.



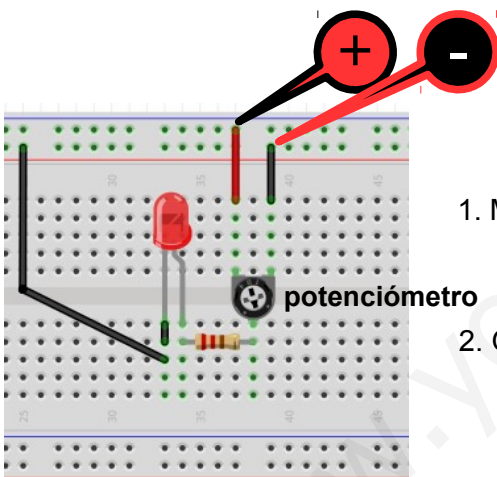
Circuito 4

	Posición superior	Posición intermedia	Posición inferior
Valor de la intensidad de corriente			

A continuación, basándote en la tabla anterior, redacta a siguiente frase seleccionando la palabra correcta entre paréntesis ...

A medida que deslizo hacia abajo el cursor del potenciómetro (*umenta/disminuye*) el valor de la intensidad de corriente a la salida porque (*umenta/disminuye*) el valor en ohmios del potenciómetro y por la tanto (*umenta/disminuye*) el brillo del LED.

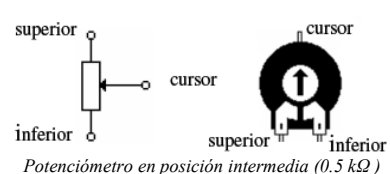
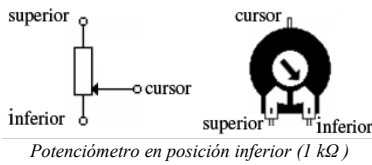
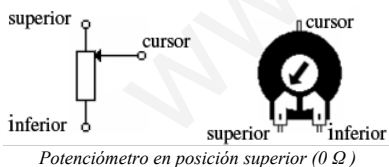
Para hacer con el aula-taller. Responde a las siguientes cuestiones



Componentes

- Un potenciómetro de 1 kΩ
- Una resistencia de 220 Ω
- Un LED

1. Monta sobre la placa protoboard el circuito de la práctica 4 (sin amperímetro). Conecta primero los componentes y después realiza las conexiones con los cables. Por último, conecta la pila.
2. Gira con un pequeño destornillador el contacto móvil del potenciómetro. Describe lo que observas y justifica con razonamientos lo que sucede.



3. Mide con el téster el valor en ohmios del potenciómetro entre uno de los terminales externos (superior, por ejemplo) y el cursor en tres posiciones diferentes. Anota en tu cuaderno los resultados

	Posición superior	Posición intermedia	Posición inferior
Valor de la resistencia eléctrica			

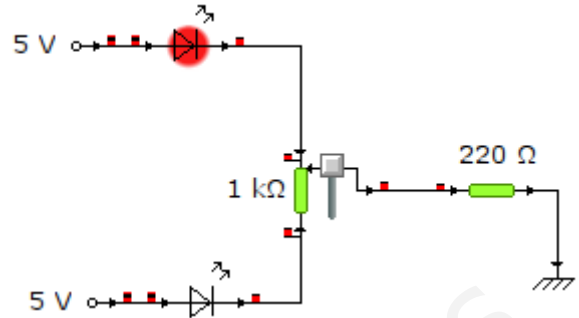
PRÁCTICA 5 - Conociendo el potenciómetro – II

Para hacer con el Crocodile. Responde a las siguientes cuestiones

Dibujar el circuito de la figura:

1 – Desplaza el contacto móvil del potenciómetro y describe lo que va ocurriendo **Razona** lo que ocurre .

2. Para tres posiciones distintas del cursor del potenciómetro, sitúa el ratón sobre cada LED para leer la intensidad de corriente que circula por cada LED. Rellena la tabla



Circuito 5

	Posición superior del cursor del potenciómetro	Posición intermedia del cursor del potenciómetro	Posición inferior del cursor del potenciómetro
Valor de la intensidad de corriente que recorre el LED superior			
Valor de la intensidad de corriente que recorre el LED inferior			
Valor en ohmios de la resistencia total que protege el LED superior			
Valor en ohmios de la resistencia total que protege el LED inferior			

3. Ahora que has llenado la tabla, interpreta los resultados y trata de explicar las razones del comportamiento del circuito según la posición del potenciómetro.

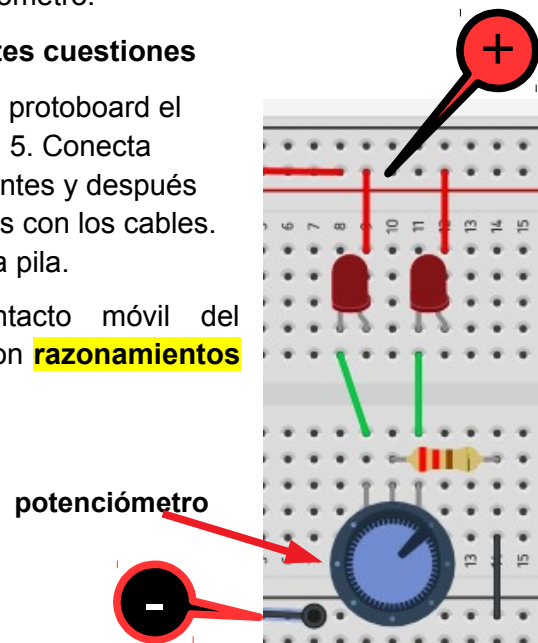
Para hacer con el aula-taller. Responde a las siguientes cuestiones

Componentes

- Un potenciómetro de 1 kΩ
- Una resistencia de 220 Ω
- Dos LED

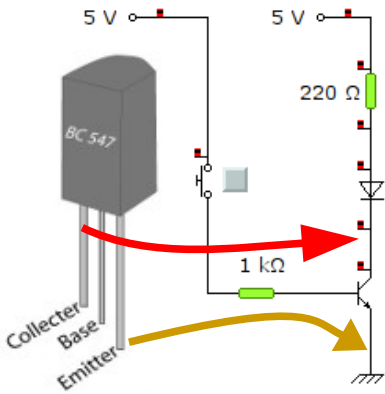
1. Monta sobre la placa protoboard el circuito de la práctica 5. Conecta primero los componentes y después realiza las conexiones con los cables. Por último, conecta la pila.

2. Gira con un pequeño destornillador el contacto móvil del potenciómetro. Describe lo que observas y justifica con **razonamientos** lo que sucede.



PRÁCTICA 6. El transistor

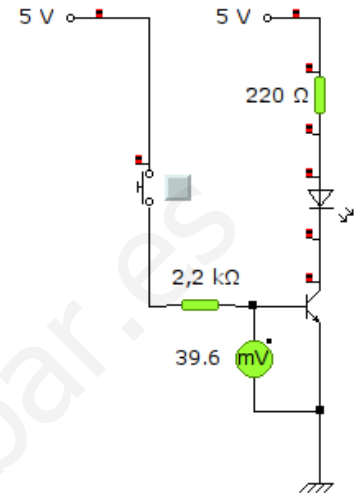
Para hacer con el Crocodile. Responde a las siguientes cuestiones



Circuito 6

El transistor es el componente electrónico más importante. El cual posee tres contactos: colector, emisor y base.

- 1 - Dibujar el circuito de la figura:
- 2 - ¿A qué contacto del transistor está conectada la resistencia de 1000 Ω ?
- 3 - ¿A qué contacto del transistor están conectadas la resistencia de 220 Ω y el LED?



Circuito 6

- 4 - ¿A qué contacto del transistor está conectada la tierra (GND)?
- 5 - ¿Cuál es la función de la resistencia de 1000 Ω ?
- 6 - Coloca un voltímetro entre la base y el emisor del transistor para medir V_{BE} (ver figura de la derecha). Anota los valores que que marca el voltímetro, con el pulsador abierto y con el pulsador cerrado. En base a los resultados, ¿En qué estado se encuentra el transistor si no se cierra el pulsador? ¿Y en cuál si se cierra?
- 8 - Explica qué sucede al cerrar el pulsador con **razonamientos**. La clave es entender el funcionamiento del transistor.

Para hacer con el aula-taller. Responde a las siguientes cuestiones

1. Monta sobre la placa protoboard el circuito de la práctica 6.

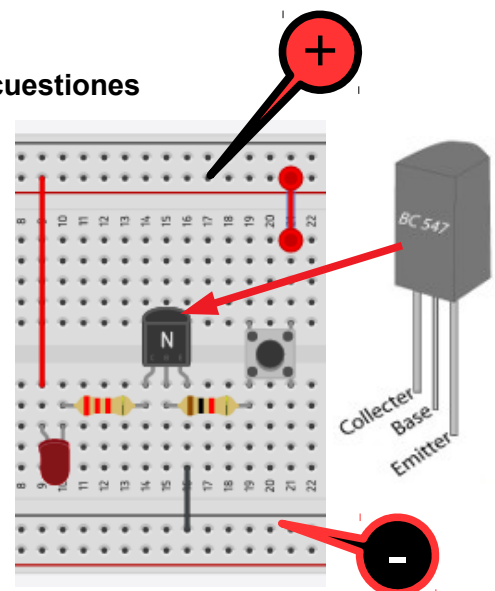
Componentes

- Un transistor BC 547
- Una resistencia de 220 Ω
- Una resistencia de 10 k Ω
- Dos resistencias de 1 k Ω
- Un potenciómetro de 1 k Ω
- Un LED

Conecta primero los componentes y después realiza las conexiones con los cables. Por último, conecta la pila.

2. Cierra el pulsador, describe lo que sucede con **razonamientos**.

3. Explica en qué situación está el transistor en corte y cuando está en saturación.

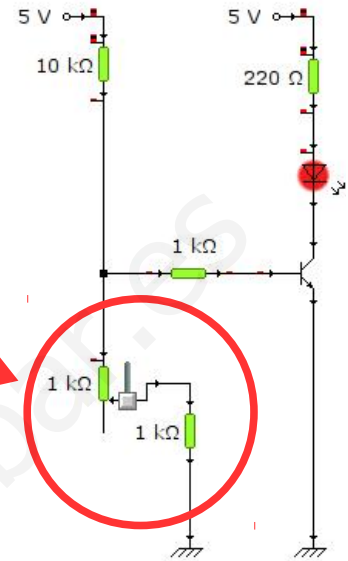


PRÁCTICA 7 – Control de un transistor con un potenciómetro

1 - Dibujar el circuito de la figura:

2 – El conjunto de la resistencia de $10\text{ k}\Omega$ y el potenciómetro de un $1\text{ k}\Omega$ forman un **divisor de tensión** que controla la base del transistor. De hecho, **el potenciómetro controla la tensión salida del divisor de tensión que va hacia la base del transistor**. Teniendo esto en cuenta, explica el funcionamiento del transistor a través del transistor. Recuerda que cuando el cursor está en la posición inferior, el valor en ohmios del conjunto de las **dos resistencias** es máximo ($2\text{ k}\Omega$) y cuando está en la posición superior es mínimo ($1\text{ k}\Omega$)

3. Explica en qué situación está el transistor en corte, cuando en activa y cuando está en saturación.



Circuito 7

Para hacer con el aula-taller. Responde a las siguientes cuestiones

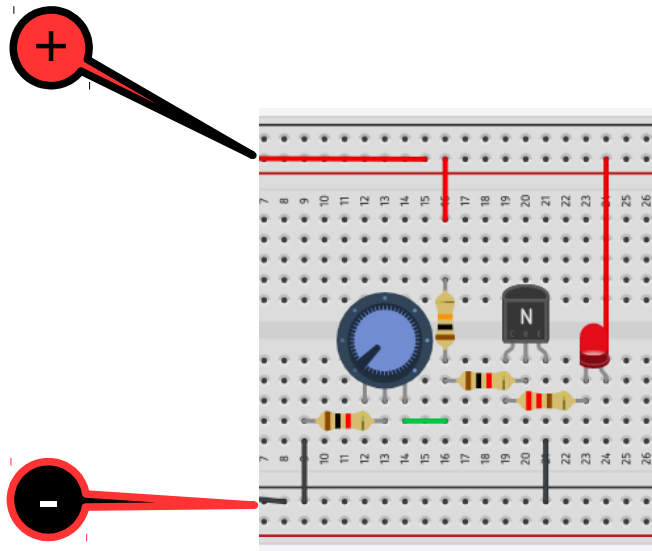
Componentes

- Un transistor BC 547
- Una resistencia de $220\ \Omega$
- Una resistencia de $1\text{ k}\Omega$
- Una potenciómetro de $10\text{ k}\Omega$
- Un fotorresistor LDR
- Un LED

1. - Coge una placa protoboard y los componentes necesarios.

2. - Monta el circuito 7 en la placa. Conecta primero los componentes y después realiza las conexiones con los cables. Por último, conecta la pila.

3 - Mueve el cursor del potenciómetro con un destornillador, describe lo que sucede con **razonamientos**.



PRÁCTICA 8. El fotorresistor o LDR – Detector de oscuridad

Para hacer con el Crocodile. Responde a las siguientes cuestiones

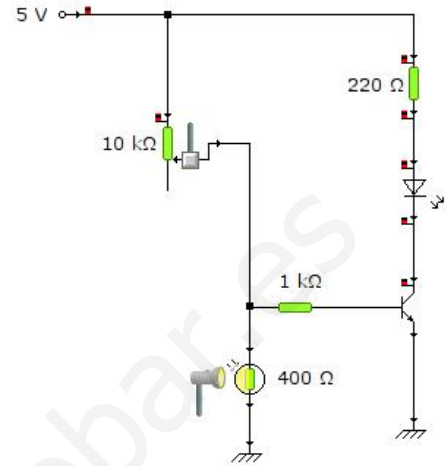
La resistencia LDR varía su valor en función de la luz que recibe: disminuye su valor óhmico al aumentar la luz que incide sobre ella.

1 - Dibujar el circuito de la figura:

2 – El potenciómetro servirá para regular la sensibilidad del fotorresistor. Sitúa el valor de potenciómetro en su valor inferior (tal y como se ve en la figura). Colocando el circuito a plena luz (linterna enfocando el LDR), ¿Se enciende el Led? ¿Porqué?

3 - ¿Qué ocurre cuando no llega luz a la LDR? Justifica tu respuesta. Nota que el potenciómetro y el fotorresistor forman un divisor de tensión, de modo que la tensión del fotorresistor es la tensión de salida, mientras que la del potenciómetro es la de entrada (5 v)

4 – Desplaza tanto la linterna como el contacto móvil a la vez y explica lo que ocurre.



Circuito 8

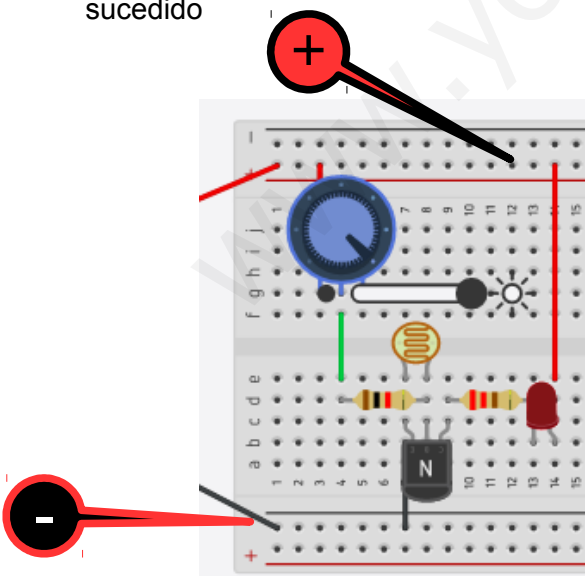
Para hacer con el aula-taller. Responde a las siguientes cuestiones

1. - Coge una placa protoboard y los componentes necesarios.

2. - Monta el circuito 8 en la placa. Conecta primero los componentes y después realiza las conexiones con los cables. Por último, conecta la pila.

3 - Con un destornillador, lleva el potenciómetro hasta su máximo valor

4 - Tapa con un dedo el fotorresistor LDR y explica lo que sucede.. Justifica con **razonamientos** lo sucedido



PRÁCTICA 9 – El par Darlington: El interruptor táctil

Para hacer en el aula-taller.

Componentes

- Un transistor BC 547
- Un pulsador botón
- Una resistencia de 2200 Ω
- Dos condensadores de 1000 μF
- Una resistencia de 220 Ω
- Un LED

En las prácticas que hemos hecho con transistores, si la intensidad que llega a la base del transistor es muy pequeña es posible que el led se ilumine poco. En este caso sería necesario amplificar más la corriente.

Podemos aumentar notablemente la amplificación del circuito con un montaje **Darlington**.

El montaje Darlington **consiste en conectar dos transistores en "serie"** de modo que multiplicamos sus ganancias.

Si con nuestro transistor tiene de ganancia $\beta = 100$ multiplica la pequeña intensidad que llega a la base por 100, o sea

$$I_E = \beta \cdot I_B .$$

Con el montaje Darlington, la ganancia será muchísimo mayor porque:

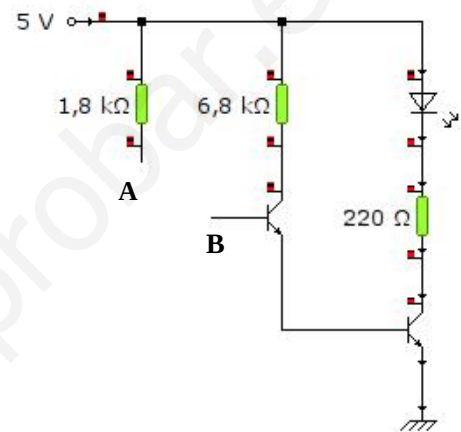
$$\beta_{\text{Total}} = \beta_1 \cdot \beta_2 = 100 \cdot 100 = 10.000$$

siendo ...

β_1 = ganancia del primer transistor

β_2 = ganancia del segundo transistor

β_{Total} = ganancia del conjunto de ambos transistores combinados



Circuito 9

Hay interruptores táctiles en todo tipo de aparatos electrónicos: televisiones, mandos a distancia, pantallas táctiles de información,...nos permiten ahorrar un interruptor mecánico (que es mas caro y se avería antes) y mejoran la estética del aparato.

1. - Coge una placa protoboard y los componentes necesarios.
2. - Monta el circuito 8 en la placa. Conecta primero los componentes y después realiza las conexiones con los cables. Por último, conecta la pila.
- 3 - Dibujar el circuito de la figura
- 4 - En este montaje es suficiente tocar los contactos **A** y **B** con un dedo. La resistencia de un dedo seco es tan elevada que sólo deja pasar una corriente muy débil, por lo que será necesario amplificarla mucho. Para eso utilizamos un montaje **Darlington**. Con este montaje la corriente del emisor del primer transistor sirve de corriente de base para el segundo transistor.
- 5 – Toca a la vez los cables A y B con los dedos secos y mojados. Redacta la diferencia y explica con **razonamientos** qué sucede.

PRÁCTICA 10 – Temporizador con desconexión

Para hacer con el Crocodile. Responde a las siguientes cuestiones

Fundamento: Cuando pulsamos P_1 el diodo led se ilumina, pero cuando lo soltamos el led **tarda un tiempo en apagarse**. Cuanto mayor sea la capacidad del condensador mayor será este tiempo.

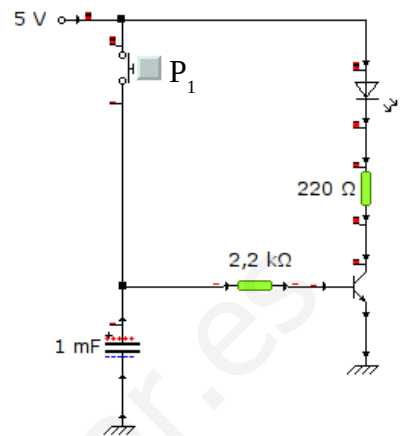
Este tipo de circuitos pueden aplicarse por ejemplo, en la luz interior del coche que se apaga poco a poco cuando cerramos la puerta.

1 - Dibujar el circuito de la figura:

2 – Pulsa P_1 y mantenlo pulsado. ¿Se enciende el led? Suelta P_1 y describe el comportamiento del circuito. ¿Por qué se apaga lentamente la lámpara cuando abrimos el pulsador P_1 (intenta explicar con **razonamientos** qué sucede)?

3. Cronometra el tiempo que está iluminado el LED al soltar P_1

4 – Ahora añade un segundo condensador de $1000 \mu\text{F}$ en paralelo con el que ya está. Vuelve a presionar P_1 y luego soltarlo. Cronometra el tiempo que el LED está encendido. Intenta explicar con **razonamientos** qué sucede



Circuito 10

Para hacer en el aula-taller.

1. - Coge una placa protoboard y los componentes necesarios.

2. - Monta el circuito 10 en la placa. Conecta primero los componentes y después realiza las conexiones con los cables. Por último, conecta la pila.

3.- Pulsa P_1 y mantenlo pulsado. ¿Se enciende el led? Suelta P_1 y describe el comportamiento del circuito. ¿Por qué se apaga lentamente la lámpara cuando abrimos el pulsador P_1 (intenta explicar con **razonamientos** qué sucede)?

4. Cronometra el tiempo que está iluminado el LED al soltar P_1

5 – Ahora añade un segundo condensador de $1000 \mu\text{F}$ en paralelo con el que ya está. Vuelve a presionar P_1 y luego soltarlo. Cronometra el tiempo que el LED está encendido. Intenta explicar con **razonamientos** qué sucede

Componentes

- Dos transistores BC 547
- Dos resistencias de 220Ω
- Dos condensadores de $1000 \mu\text{F}$ y otros dos de menor capacidad.
- Dos resistencias de $10 \text{ k}\Omega$
- dos LED (uno verde y otro rojo)

PRÁCTICA 11 – Circuito intermitente (Oscilador)

Para hacer con el Crocodile. Responde a las siguientes cuestiones

Cuando cerramos el interruptor, los dos led comienzan a encenderse y apagarse alternativamente. Este circuito puede ser utilizado como intermitente con lámparas o como generador de impulsos. Podemos variar la velocidad con que se apagan y encienden los led, cambiando la capacidad de los condensadores o sus resistencias.

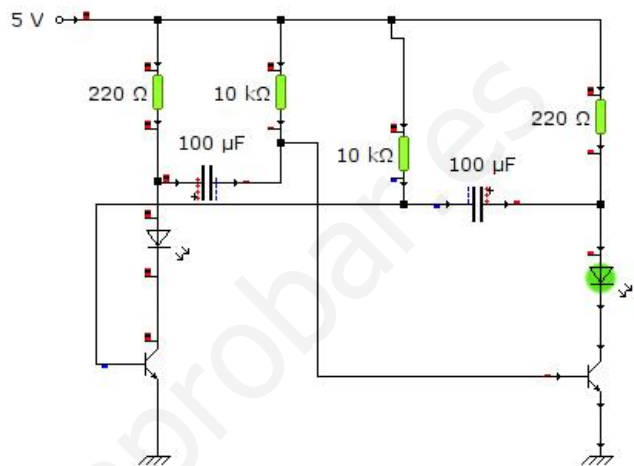
1 - Dibujar el circuito de la figura:

2. Intenta explicar con **razonamientos** el funcionamiento del circuito.

3. Cambia uno de los condensadores por otro de 470 μF . Observa qué ocurre y explica con razonamientos lo sucedido.

4. Vuelve a cambiar el otro condensador por otro de 470 μF . Observa qué ocurre y explica con razonamientos lo sucedido.

5. Cronometra el tiempo que tarda un LED en parpadear 10 veces cuando usa condensadores de 100 μF y cuando usa condensadores de 470 μF



Circuito 11

Para hacer en el aula-taller.

1 - Coge una placa protoboard y los componentes necesarios.

2 - Monta el circuito 11 en la placa. Conecta primero los componentes y después realiza las conexiones con los cables. Por último, conecta la pila.

3 – Si tienes a tu disposición condensadores de menos de 1000 μF , emplea los mismos. Luego, emplea condensadores de 1000 μF . Cronometra el tiempo que tardan los LED en parpadear 10 veces con condensadores de baja capacidad y con condensadores de 1000 μF . Explica con **razonamientos** la diferencia entre el uso de condensadores de baja capacidad y de alta capacidad