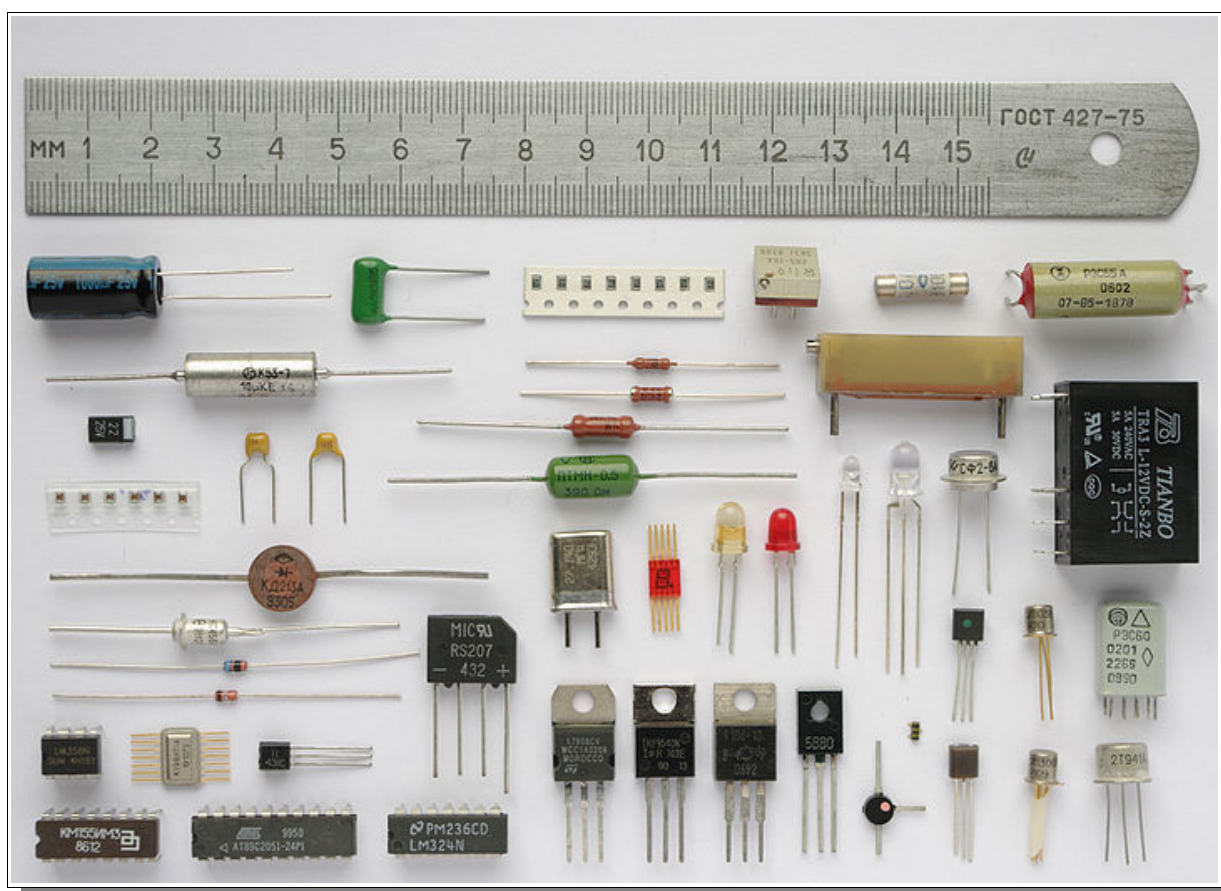


UNIDAD TEMÁTICA 2

Electrónica

(4º DE ESO)



ELABORADO POR: *Pedro Landín*



CPR COLEXIO SAGRADO CORAZÓN DE XESÚS
(PLACERES). PONTEVEDRA

I. INTRODUCCIÓN. DEFINICIONES

- 1. Electrónica** es la rama de la ciencia que se ocupa del estudio de los circuitos y de sus componentes que permiten modificar la corriente eléctrica y que aplica la electricidad al tratamiento de la información. Las modificaciones que podemos realizar son: **amplificar** (ampliando su intensidad), **atenuar** (disminuyendo su intensidad), **rectificar** (obligando a los electrones a circular en un determinado sentido) y **filtrándola** (dejando pasar sólo los electrones con cierta velocidad).
- 2. Corriente Eléctrica:** es el flujo de electrones a través de un material conductor desde un cuerpo con carga negativa (exceso de electrones) a un cuerpo con carga positiva (deficitario en electrones).

SENTIDO DE LA CORRIENTE

Por convenio se fijó que **su sentido es contrario al flujo de electrones**. Los electrones circulan siempre hacia el polo positivo (ánodo de la pila); por lo que la corriente circulará en sentido contrario (desde el polo positivo hacia el negativo). En la figura el sentido de la corriente viene indicado por el sentido de las flechas.

- 3. Cantidad de Carga (Q):** es la carga total que circula a través de un circuito eléctrico. En el Sistema Internacional (S.I.), se emplea como unidad la carga de $6,24 \cdot 10^{18}$ electrones, llamada **Culombio (C)**, ya que la carga de un electrón es muy pequeña.
- 4. Intensidad de Corriente (I):** es la cantidad de carga (Q) transportada por unidad de tiempo (t). La intensidad de corriente se mide con un instrumento llamado amperímetro, o con un polímetro (aparato que sirve para medir varias magnitudes eléctricas).

$$\text{Intensidad (I)} = \frac{\text{Cantidad de carga (Q)}}{\text{tiempo (s)}}$$

Su unidad, en el S.I., es el **Amperio (A)** que se podrá definir, como la intensidad de corriente que transporta 1 culombio en un segundo.

$$1 \text{ Amperio} = \frac{1 \text{ Culombio}}{1 \text{ segundo}}$$

- 5. Voltaje, Diferencia de Potencial (d.d.p.) o Tensión (V):** es el trabajo que hay que realizar para transportar una carga positiva entre dos puntos. Su unidad, en el SI es el **Voltio (V)**, y se mide con un voltímetro.

$$\text{Voltaje (V)} = \frac{\text{Trabajo (W)}}{\text{Cantidad de carga (Q)}}$$

- 6. Resistencia (R) y Ley de Ohm:** las la oposición que opone un cuerpo al paso de la corriente. Para definirla se emplea la **Ley de Ohm**. Esta ley permite relacionar la intensidad, el voltaje y la resistencia en un punto del circuito, y se expresa como:

$$\text{Intensidad (I)} = \frac{\text{Voltaje (V)}}{\text{Resistencia (R)}}$$

De donde se deduce que:

$$\text{Resistencia (R)} = \frac{\text{Voltaje (V)}}{\text{Intensidad (I)}}$$

La resistencia en un punto o elemento del circuito se mide con óhmetro.

$$1 \text{ Ohmio} = \frac{1 \text{ Voltio}}{1 \text{ Amperio}}$$

MAGNITUDES ELÉCTRICAS

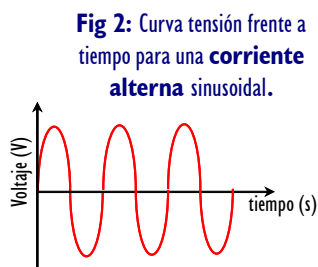
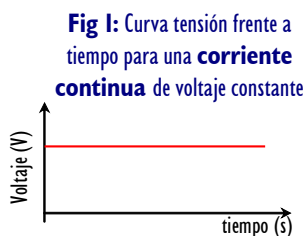
MAGNITUD	DEFINICIÓN	UNIDAD
INTENSIDAD	$I = \frac{Q}{t} = \frac{V}{R}$	$1A = \frac{C}{s}$
VOLTAJE, TENSIÓN O DDP	$V = \frac{W}{Q} = I \cdot R$	$1V = \frac{J}{C} = 1A \cdot 1\Omega$
RESISTENCIA	$R = \frac{V}{I}$	$1\Omega = \frac{1V}{1A}$

MÚLTIPLOS Y SUBMÚLTIPLOS

10^{-12}	10^{-9}	10^{-6}	10^{-3}	10^3	10^6	10^9
pico (p)	nano (n)	micro (μ)	mili (m)	Kilo (k)	Mega (M)	Giga (G)

7. Tipos de corriente: según la tensión generada por el generador, las corrientes pueden clasificarse en :

- **Corriente continua:** corriente que circula siempre en un mismo sentido, producida por dinamos, pilas, baterías, celdas voltaicas.... Sin embargo, normalmente, se entiende por continua aquella corriente que circula siempre en el mismo sentido con un valor constante de la tensión. Todos los dispositivos electrónicos trabajan con este tipo de corriente.
- **Corriente alterna:** es aquella corriente que circula alternativamente en dos sentidos, por lo que la tensión y la intensidad varían en función del tiempo; i.e. las cargas fluyen alternativamente primero en una dirección y luego en la otra. Entre los diferentes tipos de corriente alterna la más empleada es aquella en las que la tensión e intensidad varían según una función sinusoidal en función del tiempo.



II. ELEMENTOS DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

Se define un **circuito eléctrico** como cualquier conexión de elementos eléctricos a través de los cuales puede circular la corriente de forma transitoria o permanente.

Los circuitos constarán de los siguientes elementos:

1. Generador o fuente de tensión: dispositivos que transforman cualquier tipo de energía en energía eléctrica con una tensión (o voltaje) entre sus bornes.

SIMBOLOGÍA: FUENTES DE ALIMENTACIÓN		
Pila , el trazo largo indica el polo positivo	Batería formada por dos pilas	Fuente de corriente alterna

2. Conductores: dispositivos, normalmente hilos, que conectan los distintos elementos del circuito permitiendo el flujo de electrones.

3. Elementos de Control: usados para dirigir o interrumpir el paso de corriente. Repasaremos los más importantes:

- 3.1. Interruptores:** permiten abrir o cerrar el paso de corriente.
- 3.2. Pulsadores:** interruptores que actúan cuando son accionados, volviendo a su estado inicial al cesar la pulsación (por la acción de un muelle o resorte).
- 3.3. Conmutadores:** interruptores que permiten dirigir la corriente hacia una rama del circuito, impidiendo que pase a otra; es decir, dirigen la corriente por un camino y otro.
- 3.4. Relés:** interruptores que permiten abrir o cerrar un circuito. Están constituidos por una bobina que genera un campo magnético (al circular por ella una corriente) que atrae una pieza móvil metálica que cierra un circuito.

SIMBOLOGÍA: ELEMENTOS DE CONTROL			
	Interruptor normalmente abierto (NA)		Conmutador
	Pulsador NA		Pulsador (NC)
	Relé		

4. Elementos de Protección: son los elementos encargados de proteger al resto de los elementos del circuito frente a intensidades de corriente demasiado elevadas o frente a derivaciones o fugas de potencia. Son los fusibles, diferenciales y los interruptores magnetotérmicos.

5. Receptores: son los dispositivos que almacenan, disipan o transforman la energía eléctrica en otra forma de energía; es decir, son los elementos que producen algún efecto cuando los atraviesa la corriente eléctrica. Son por ejemplo la bombilla, un zumbador, un motor eléctrico.....

5.1. Componente pasivos: receptores que no generan ni intensidad ni tensión en el circuito, en las que las curvas tensión-intensidad son rectas. Pertenecen a este grupo las resistencias, los condensadores y las bobinas o inductancias, de los que estudiaremos los dos primeros.

5.2. Componentes activos: receptores en los que las curvas tensión-intensidad no son lineales. Se conocen con el nombre de componentes electrónicos y están basados en el uso de semiconductores. Pertenecen a este tipo los diodos, transistores y tiristores, de los cuales estudiaremos sólo los dos primeros.

III. Componentes pasivos

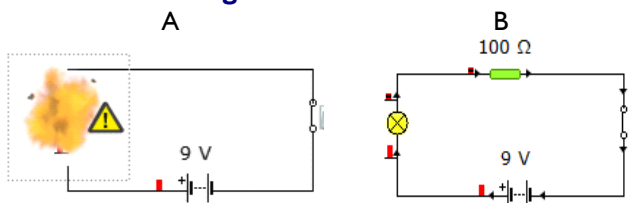
A. RESISTENCIAS

I Definición y Funciones:

Las **resistencias** son elementos que dificultan el paso de la corriente a su través permitiendo distribuir adecuadamente las tensiones e intensidades por el circuito, así como disipar la energía eléctrica en forma de energía térmica.

Sus principales **funciones** son el **limitar y regular la cantidad de corriente que circula por un determinado circuito**; y **proteger algunos componentes** por los que no debe circular una intensidad de corriente elevada. Por ejemplo, si a una pila de 9 V le conectamos directamente una bombilla de 3 V, ésta se fundirá (Figura 3A). Para evitar que se funda, podemos poner una resistencia en serie con la bombilla para que se *quede* con al menos los 6 V que nos sobran. Así sólo le llegarán 3 V a la bombilla.

Fig 3: Función de la resistencia.



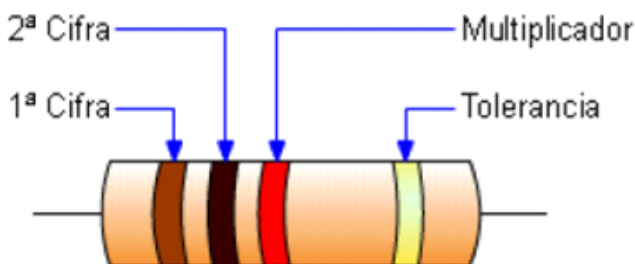
2 Tipos de resistencias:

Según el valor de la resistencia, se pueden clasificar en tres tipos: resistencias fijas o resistores, resistencias variables y resistencias dependientes.

2.1 Resistencias fijas o resistores

Se caracterizan por tener un único valor de la resistencia.

Para identificar el valor en ohmios (Ω) de una resistencia se emplea un código de cuatro franjas de colores. Las tres primeras indican el **valor nominal** de la resistencia (valor teórico esperado al acabar el proceso de fabricación), y la cuarta proporciona el valor de la **tolerancia**. La tolerancia se define como la desviación máxima, expresada en tanto por ciento, sobre el valor que indican las tres primeras franjas.



COLORES	1º anillo (1ª Cifra)	2º anillo (2ª Cifra)	3º anillo (Multiplicador)	4º Anillo (Tolerancia)
NEGRO	0	0	x 1	
MARRÓN	1	1	x 10	± 1%
ROJO	2	2	x 10 ²	± 2%
NARANJA	3	3	x 10 ³	
AMARILLO	4	4	x 10 ⁴	
VERDE	5	5	x 10 ⁵	± 0.5%
AZUL	6	6	x 10 ⁶	
VIOLETA	7	7	x 10 ⁷	
GRIS	8	8	x 10 ⁸	
BLANCO	9	9	x 10 ⁹	
ORO				± 5%
PLATA				±10%
SIN COLOR				±20%

EJEMPLO: Si los colores de los anillos de un resistor son rojo-naranja-amarillo-oro, calcula entre que valores se encuentra el valor real de la resistencia.

1º anillo (rojo) → 1ª cifra = 2
 2º anillo (naranja) → 2ª cifra = 3
 3º anillo (amarillo) → 3ª cifra = x 10⁴
 4º anillo (oro) → tolerancia ±5%
 ⇒ R = 23 · 10⁴ = 230000 Ω ±5%

Por tanto:

Valor mínimo: 230000 Ω -5% = 230000 · 0,95 = 218500 Ω

Valor máximo: 230000 Ω +5% = 230000 · 1,05 = 241500 Ω

El valor real de la resistencia estará entre 218500 y 241500 Ω

2.2 Resistencias variables, potenciómetros o reostatos

Resistencias cuyo valor óhmico puede variar entre 0 Ω y un valor máximo. Para variar el valor de la resistencia es necesario girar un eje o desplazar un cursor. Ejemplo de potenciómetros son el mando de volumen de una radio, el selector de potencia de un microondas, el mando de control de velocidad de un coche teledirigido....



2.3 Resistencias dependientes

Son aquellas resistencias cuyo valor óhmico en un momento dado dependen de un parámetro físico tales como la

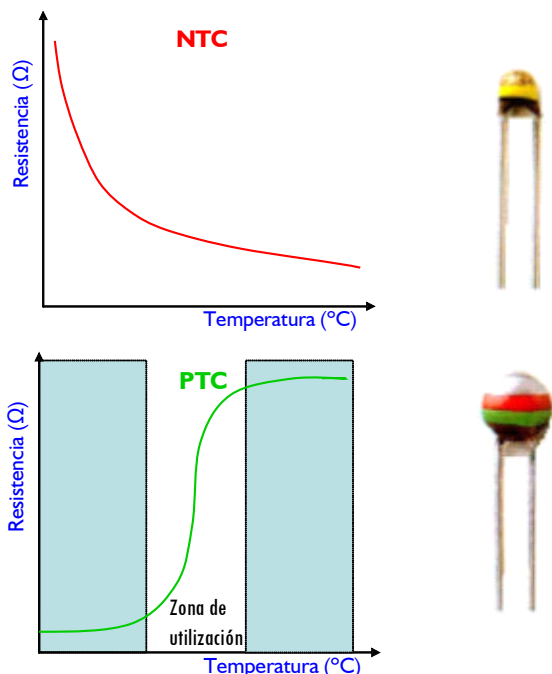
temperatura, la cantidad de luz, del voltaje, del campo magnético....etc. Dependiendo al parámetro físico que afecta al valor de la resistencia distinguimos varios tipos:

2.3.1 Termistores o resistencias variables con la temperatura: El valor óhmico de la resistencia de estos componentes varía en función de la temperatura ambiental. Distinguimos dos tipos:

➤ **Resistencias NTC (Negative Temperature Coefficient):** donde al aumentar la temperatura disminuye el valor de la resistencia. Del mismo modo el valor de la resistencia aumenta al disminuir la temperatura.

➤ **Resistencias PTC (Positive Temperature Coefficient):** donde al aumentar la temperatura, la resistencia aumenta.

Fig 4: Variación de la resistencia con la temperatura para una resistencia NTC una resistencia PTC.



Las resistencias NTC y PTC se emplean en sistemas automáticos de regulación de temperatura en innumerables aplicaciones: planchas, neveras, congeladores, secadores de pelo, placas vitrocerámicas, alarmas de temperatura,...

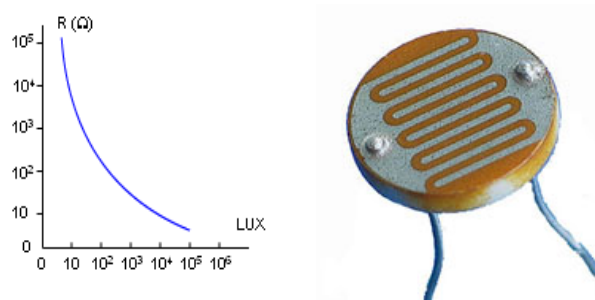
2.3.2 Resistencias dependientes de la luz, fotorresistencias, LDR (Light Dependent Resistance):

Son resistencias cuyo valor óhmico varía de tal forma que al aumentar la iluminación, la resistencia disminuye rápidamente. Así, en condiciones de oscuridad su resistencia es muy elevada (no permiten el paso de corriente), y cuando reciben gran cantidad de luz permiten el paso de la corriente.

Las LDR se emplean en aplicaciones relacionadas con la intensidad luminosa como por ejemplo, encendidos automáticos de farolas, avance y parada de cintas transportadoras, apertura y cierre de persianas, toldos,

puertas Son muy utilizadas en cámaras fotográficas, para mediante el circuito adecuado desactivar el flash cuando hay suficiente luz o ajustar ciertos parámetros.

Fig 5: Variación de la resistencia con intensidad lumínica y resistencias LDR.

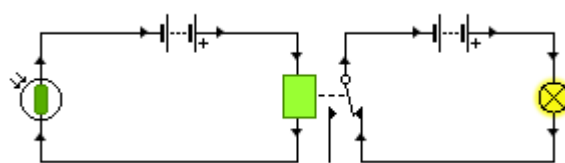


SIMBOLOGÍA: RESISTENCIAS			
	Resistencia		Potenciómetro o reostato
	Termistor NTC		Termistor PTC
	Fotorresistencia (LDR)		

ENCENDIDO DE LUCES AUTOMÁTICO

El siguiente circuito es una simplificación de un sistema automático de encendido de una luz en condiciones de oscuridad (se muestra el circuito en condiciones de luz).

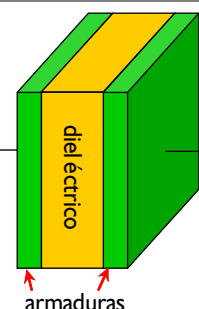
Cuando la LDR está en condiciones de oscuridad, su resistencia es alta, de manera que no circula corriente por el circuito de la izquierda (la bombilla estará encendida). Al aumentar la luz que recibe la LDR, su resistencia disminuye; y la corriente que circula a través del relé provoca que se abra el circuito de la derecha, apagándose la bombilla.



B. CONDENSADORES

I. Constitución

Los condensadores están constituidos por dos placas o armaduras conductoras y separadas por un material aislante (llamada dieléctrico) que sirven para almacenar carga eléctrica.



Se define la **capacidad eléctrica (C)** de un condensador como la cantidad de carga eléctrica que almacena un condensador por unidad de tensión, y vendrá dada por la expresión:

$$\text{Capacidad (C)} = \frac{\text{Cantidad de carga (Q)}}{\text{Voltaje (Q)}}$$

Su unidad en el SI es el **Faradio**, que se podrá definir como la capacidad de un condensador que es capaz de almacenar una carga de 1 C cuando entre sus terminales existe una tensión de 1 V.

$$1 \text{ Faradio (F)} = \frac{1 \text{ Culombio (C)}}{1 \text{ Voltio (V)}}$$

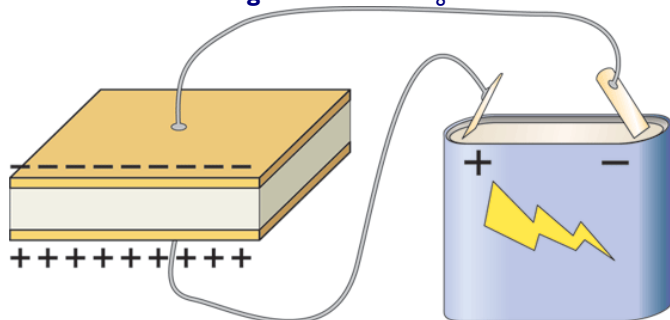
Sin embargo, por ser una cantidad muy grande, se suelen emplear sus submúltiplos:

SUBMÚLTIPLOS DEL FARADIO	
Milifaradio (mF) = 10^{-3} F	Nanofaradio (nF) = 10^{-9} F
Microfaradio (μ F) = 10^{-6} F	Picofaradio (pF) = 10^{-12} F

2. Funcionamiento

Para explicar el funcionamiento del condensador recordemos que en un aislante no pasa nunca la corriente eléctrica. Al aplicar una tensión continua a las armaduras de un condensador no pasa corriente a través del mismo, pero se produce una acumulación de cargas eléctricas entre sus armaduras: cargas positivas en la armadura conectada al polo positivo o ánodo de la pila y cargas negativas en la armadura conectada al polo negativo o cátodo de la pila. El tiempo que invierte en este proceso se denomina **tiempo de carga**.

Fig 6: Condensador cargado

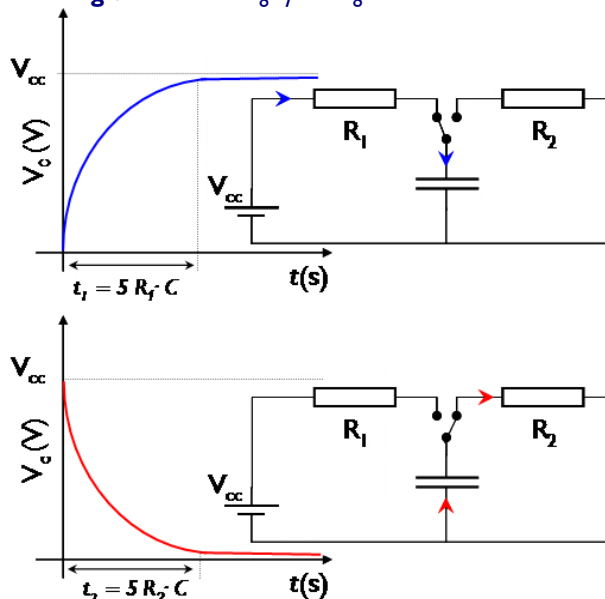


Si se elimina la tensión (desconecta de la fuente de tensión) y se juntan exteriormente las armaduras a través de unos terminales de conexión, se produce una corriente muy breve entre ellas y el condensador se descarga. El tiempo que dura este proceso se llama **tiempo de descarga**. Controlando el tiempo de carga y descarga de un condensador (conectando una resistencias en serie con el condensador) se puede construir temporizadores. El tiempo de carga y descarga de un condensador vendrá dado por la ecuación:

$$t = 5 \cdot R \cdot C$$

donde R es la resistencia (Ω), C es la capacidad de condensador (F) y t es el tiempo (s). Por consiguiente un el **tiempo de carga/descarga será tanto mayor cuanto mayor sea la resistencia y la capacidad.**

Fig 7: Proceso de carga y descarga de un condensador



Cuando manejamos condensadores, los terminales del condensador, nunca se deben tocar, ya que de encontrarse cargado, se puede recibir una descarga.

EJEMPLO: Calcula el tiempo que tardará en descargarse un condensador de 4700 μ F que está en serie con una resistencia de 1000 Ω . ¿y si la resistencia fuese de 2000 Ω ?

Sol. 1: $t_1 = 5 \cdot R_1 \cdot C = 5 \cdot 4700 \cdot 10^{-6} \text{ F} \cdot 1000 \Omega = 23,5 \text{ s}$

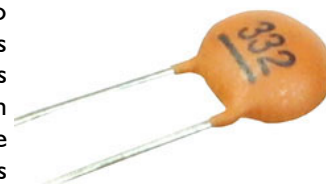
Sol. 2: $t_2 = 5 \cdot R_2 \cdot C = 5 \cdot 4700 \cdot 10^{-6} \text{ F} \cdot 2000 \Omega = 47 \text{ s}$

3. Tipos de condensadores

En cuanto a los tipos de condensador según el material que emplean como dieléctrico distinguimos dos tipos: no polarizados y variables.

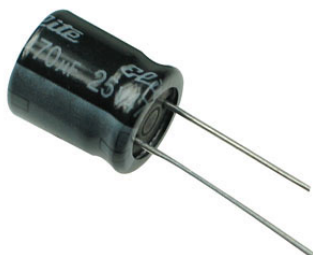
- **Condensadores no polarizados:** Pueden ser de aire, plástico, papel, vidrio o material cerámico según sea el aislante, siendo éstos últimos los mas utilizados junto con los electrolíticos (que son polarizados). En este tipo de condensadores no existen diferencias entre los terminales. **Cualquier armadura puede ser positiva o negativa.**

Fig 8: Condensador cerámico



● **Condensadores polarizados** cada terminal sólo puede conectarse a un determinado polo de la pila, por lo que a la hora de conectarlos se debe respetar dicha polaridad. En caso contrario el condensador puede explotar. Los hay de diversos tipos siendo los más habituales los de óxido de tántalo y los electrolíticos.

Fig 9: Condensador electrolítico

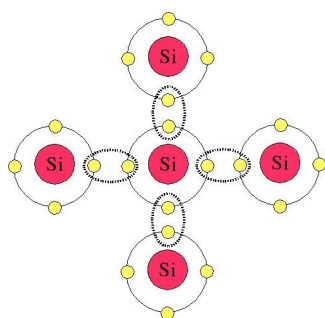


SIMBOLOGÍA: CONDENSADORES		
	Condensador	
	Condensador variable	
	Condensador ajustable	

IV. SEMICONDUCTORES

Los dispositivos electrónicos se basan en el uso de materiales semiconductores. Los **semiconductores** son materiales que, en circunstancias normales no conducen la electricidad, pero que al aumentar la temperatura se vuelven conductores (al contrario que con los materiales conductores).

Los más empleados son el **germanio** (Ge) y el **silicio** (Si); siendo éste último el más empleado.



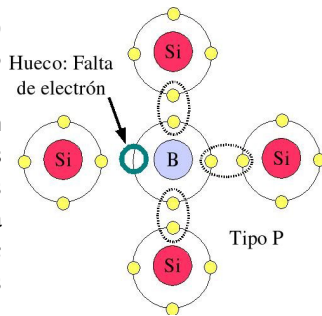
Cada átomo de un semiconductor tiene 4 electrones en su órbita externa (electrones de valencia), que comparte con los átomos adyacentes

formando enlaces covalentes. De esta manera cada átomo posee 8 electrones en su capa más externa.

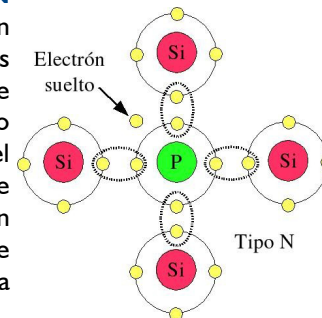
Un material semiconductor hecho sólo de un solo tipo de átomo, se denomina **semiconductor intrínseco**.

Para mejorar las propiedades de los semiconductores, se les somete a un proceso de impurificación (llamado **dopaje**), consistente en introducir átomos de otros elementos con el fin de aumentar su conductividad. El semiconductor obtenido se denominará **semiconductor extrínseco**. Según la impureza (llamada **dopante**) distinguimos:

◆ **Semiconductor tipo P (positivo):** se emplean elementos trivalentes (3 electrones de valencia) como el Indio (In) y Galio (Ga). El material resultante tiene un defecto de electrones (para formar los 4 enlaces covalentes). De esa manera se originan **huecos** que permiten circular a los electrones.



◆ **Semiconductor tipo N (negativo):** Se emplean elementos pentavalentes (con 5 electrones de valencia) como el Vanadio (Va), el arsénico (As) o el antimonio (Sb). El donante aporta electrones en exceso, los cuales se moverán fácilmente por la red cristalina.



Resumiendo:

- **Material conductores:** Conducen los electrones libres.
- **Material semiconductores:** Conducen los electrones (electrones libres) y los huecos. En un semiconductor tipo N los portadores mayoritarios serán los electrones, mientras que los minoritarios serán los huecos, ocurriendo lo contrario en un semiconductor tipo P. **La conducción eléctrica a través de un semiconductor es el resultado del movimiento de electrones (de carga negativa) y de los huecos (cargas positivas) en direcciones opuestas al conectarse a un generador.**

V. RECEPTORES ACTIVOS

A. DIODOS

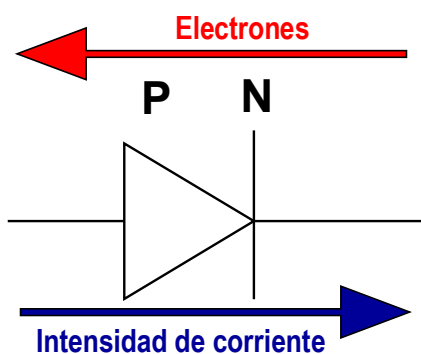
I. Constitución:

Los diodos son dispositivos electrónicos formado por un cristal semiconductor **dopado** de tal manera que una mitad sea tipo P y la otra de tipo N. Las dos zonas semiconductoras están en contacto a través de la unión PN. Cada zona está unida a 2 terminales.

Un diodo permite el paso de la corriente eléctrica en un único sentido; bloqueándolo en sentido contrario. De ahí que las principales aplicaciones sean como interruptor, como rectificador o como filtro.

El símbolo del diodo permite identificar el sentido de paso y

el de bloqueo, debiéndose diferenciar claramente el ánodo (zona P) y el cátodo (zona N).

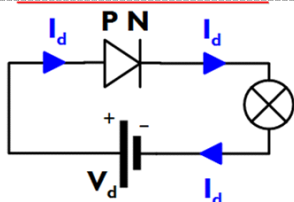


2. Tipos de polarización de un diodo

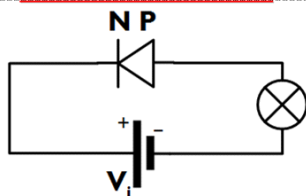
Las uniones PN pueden conectarse de 2 maneras a la fuente de alimentación, es decir existen dos modos de polarizar la unión NP:

- Polarización directa:** conectando el borne positivo de la fuente a la zona P, y el borne negativo a la zona N. Si la tensión de la fuente (V_d) es mayor que la un valor pequeño de tensión (aproximadamente 0,7 V para un diodo de silico), el diodo conducirá la electricidad a su través.
- Polarización inversa:** conectando el borne positivo de la fuente a la zona N y el borne negativo a la zona P. El diodo no permitirá el paso de la corriente a su través comportándose como un interruptor abierto.

Polarización directa



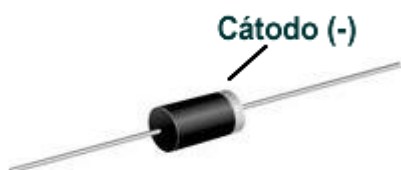
Polarización inversa



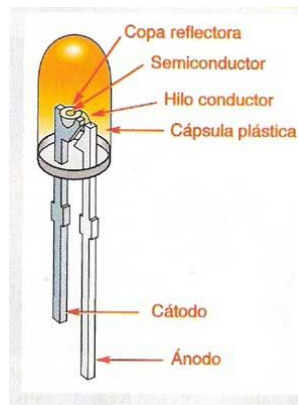
Nota: Fijarse bien que si el sentido de la flecha del símbolo del diodo coincide con el de la intensidad, el diodo conduce; no haciéndolo en caso contrario.

3. Tipos de diodos:

- Diodo universal:** permite el paso de la corriente en un sentido impidiéndolo en el otro. Puesto que los diodos son muy pequeños, para identificar el cátodo (que conectaremos a la pila o batería) se emplea un anillo.



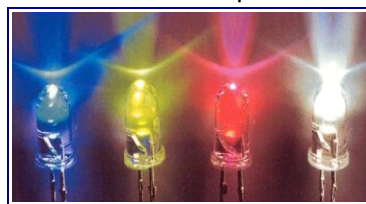
- Diodos LED (Light Emitting Diode):** Diodos que trabajan en polarización directa, que emiten luz al conducir la corriente.



Cuando se polarizan de forma inversa no emiten luz y no dejan pasar la corriente. El cátodo es el terminal más corto y el ánodo el más largo. El encapsulado es de plástico y presenta un chaflán que indica el cátodo.

Los LEDs normalmente no se pueden conectar directamente a la pila o fuente de alimentación, sino que requieren intercalar una resistencia que limita la intensidad que circula por ellos para prevenir su ruptura.

Se utilizan como pilotos de señalización en equipos electrónicos, (radios, equipos de música, televisores,teclados...), equipos de iluminación (linternas, focos, iluminación navideña...), relojes,digitales, mandos



de equipos electrónicos, garajes.

VENTAJAS DE UN LED

Los LEDs presentan una serie de ventajas frente a los sistemas tradicionales de iluminación; reemplazándolos en múltiples aplicaciones. Entre dichas ventajas cabe destacar:

- ✓ Consumo energético mucho menor que las bombillos incandescentes, halógenos...
- ✓ Tiempo de vida muy elevado(dicen que > 50.000 h), por lo que se reducen costos de mantenimiento.
- ✓ Trabajan a muy baja corriente y tensión lo que los hace más seguros y confiables.
- ✓ No generan calor (cuando son implementados a baja potencia).
- ✓ Permiten la fabricación de dispositivos de iluminación mucho más prácticos, multicolores y de fácil instalación.
- ✓ Encendido instantáneo.
- ✓ No irradian infrarrojos ni ultravioletas

Fotodiodos: diodos en los que la intensidad de la corriente varía de forma proporcional a la luz que reciben. Se emplean en sensores de movimiento.

SIMBOLOGÍA: DIODOS	
	Diodo universal
	LED
	Fotodiodo

B. TRANSISTORES

I. Constitución y funcionamiento

Los transistores son dispositivos semiconductores que pueden, como un diodo, dejar pasar la corriente impidiéndolo en el otro. Sin embargo, a diferencia del diodo, puede decidir si la corriente debe o no circular, y a qué intensidad. Es, por ello y sin duda alguna, el componente electrónico más importante y el más utilizado.



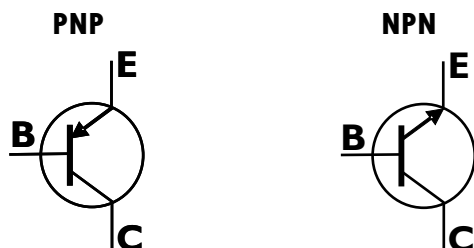
Aunque existen otros tipos de transistores nos vamos a centrar en el estudio de los transistores bipolares o BJT (Bipolar Junction Transistor), por ser éstos los más empleados. Los transistores BJT están formados por la unión alterna de tres semiconductores P y N; pudiéndose lograr las combinaciones NPN y PNP. Cada zona semiconductor está unido a un terminal externo, llamados emisor y colector (los terminales de los extremos) y la base (zona intermedia).

En un transistor los electrones circulan a través del transistor, entre el emisor y el colector, siendo la corriente de la base la que controla dicha circulación.

En todo transistor se cumple siempre que la corriente que circula por el emisor (I_E) es igual a la suma de la corriente que circula por la base (I_B) más la corriente que circula por el colector (I_C); es decir:

$$I_E = I_B + I_C \quad (\text{y } V_{CE} = V_{BE} + V_{CB})$$

Fig 10: Símbolos de un transistor PNP y un transistor NPN.



En el símbolo gráfico, la flecha que incorpora el emisor indica el sentido de la corriente (contrario al de flujo de electrones) cuando la unión base-emisor se encuentra polarizada directamente.

SÍMIL HIDRÁULICO

Para facilitar el estudio del funcionamiento del transistor, vamos a ver un símil hidráulico donde el agua hará las veces de electrones. En este transistor "hidráulico" tenemos dos entradas de agua: una tubería pequeña (B) y una mayor (C).

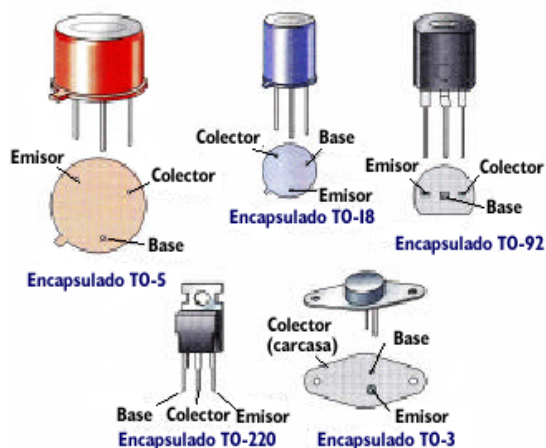
En caso de no aplicar fuerza en B (no existir corriente en la base), no pasaría el agua (los electrones) de C a E, ni de B a E. Por consiguiente, en el caso de un transistor si $I_B = 0$, entonces $I_E = 0$ y $I_C = 0$

Aplicando una pequeña fuerza en B (base) desplazamos una pequeña cantidad de agua (serían electrones en el caso del transistor) entre C (colector) y E (emisor). Se produce así el flujo de agua (electrones) entre ellos. La cantidad de agua que pasaría por la tubería E sería la que pasaría por la abertura de C más un poquito de agua que viene de B ($I_E = I_B + I_C$)

Si aplicamos fuerza suficiente en B, la cantidad de agua que pasa entre C y E alcanza su valor máximo.

La propiedad fundamental del transistor, es que un pequeño aumento en la intensidad que circula por la base, se traduce en un aumento mucho mayor de la intensidad que circula por el colector, de forma que la corriente de base controla la corriente de colector. Se llama ganancia (β) al factor de ampliación que puede estar entre 100 y 400 electrones.

Fig 11: Algunas de las presentaciones de los transistores.



ZONA	CARACTERÍSTICA
CORTE	<ul style="list-style-type: none"> Unión B-C en polarización inversa Unión E-B en polarización inversa $I_E \approx I_B \approx I_C \approx 0$
ACTIVA	<ul style="list-style-type: none"> Unión E-B en polarización directa Unión B-C en polarización inversa $I_C = \beta \cdot I_B$
SATURACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Unión E-B en polarización directa Unión B-C en polarización directa $I_C < \beta \cdot I_B$

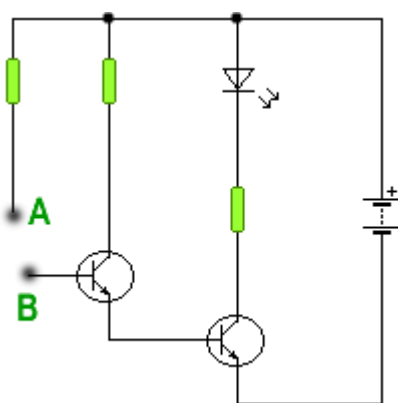
2. Aplicaciones:

◆ **Amplificadores:** rebajando en la zona activa, por lo que la intensidad aplicada en el terminal base, da como resultado una intensidad del colector amplificada, donde es la ganancia de corriente.

MONTAJE O PAR DARLINGTON

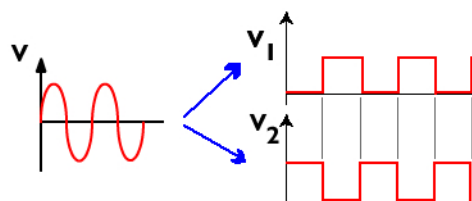
Cuando en un circuito, se requiere una elevada ganancia de corriente, la ampliación que proporciona un único transistor no suele ser suficiente y se recurre al par o montaje Darlington, asociando dos transistores. El cuerpo humano es conductor de la electricidad, aunque presenta cierta resistencia. Cuando se apoya el dedo sobre los terminales A y B, entra una pequeña intensidad de corriente por la base del primer transistor. Ésta sale amplificada por su emisor, entrando por la base del segundo transistor y se vuelve a amplificar, luciendo así el LED.

La ganancia (β_{Total}) en el conjunto será: $\beta_{Total} = \beta_1 \cdot \beta_2$, donde β_1 y β_2 son las ganancias individuales de cada transistor



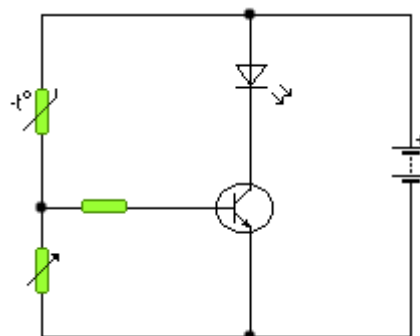
◆ **Interruptor y multivibradores:** el transistor funciona entre la zona de corte (no conduce) y normalmente la zona de saturación (valor único y máximo de intensidad). Así el transistor es muy usado en circuitos de conmutación en ordenadores trabajando entre zona de

corte (no conduce) y zona de saturación (valor único y máximo de la intensidad), y en multivibradores (asociando dos interruptores de manera que mientras uno no conduce el otro sí y viceversa) obteniéndose con ellos señales cuadradas a partir de señales alternas.



TRANSISTOR COMO INTERRUPTOR: ALARMA DE TEMPERATURA

El circuito representado es empleado como alarma de temperatura. A temperatura ambiente, la corriente por la base del transistor es prácticamente nula, y el transistor se encuentra en corte; por lo cual no se iluminará el LED. El transistor actúa como interruptor abierto.



A medida que aumenta la temperatura, la resistencia del termistor disminuye. Como consecuencia aumenta la corriente de la base, y el transistor permite el paso de la corriente entre el colector y el emisor como si fuese un interruptor cerrado (el LED se iluminará).

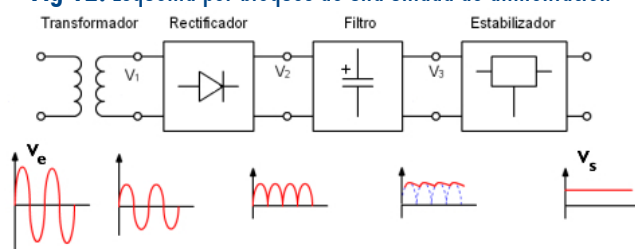
Con el propósito de poder regular a la temperatura a la que queremos que el LED se ilumine se ha introducido un potenciómetro en el circuito. Si la resistencia del potenciómetro es próxima a 0 Ω, la mayor parte de la corriente atravesará el potenciómetro, con lo que apenas llegará corriente a la base y no se encenderá el LED. Sin embargo, si la resistencia en el potenciómetro es muy elevada, casi toda la corriente irá hacia la base, y el LED se iluminará.

En lugar de un diodo LED, puede colocarse, por ejemplo, un motor con un ventilador o un relé que active un ventilador. El circuito serviría como sistema automático que pone en marcha un ventilador cuando la temperatura supera un valor.

LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN

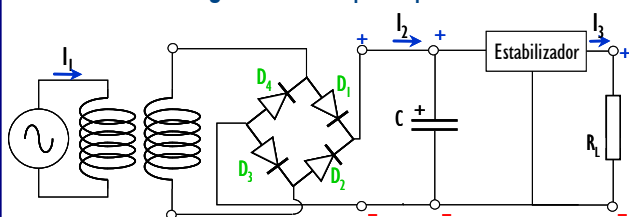
Imagina que queremos cargar un teléfono móvil. La tensión que llega a nuestras casas es alterna, y en España su tensión es de 230 V. Sin embargo, los circuitos electrónicos requieren corriente continua para su funcionamiento con una tensión de 9 o 12 V. Por tanto, los dispositivos electrónicos requieren el empleo de una fuente de alimentación que convierta la corriente alterna en corriente continua, y disminuya el voltaje. En la **figura 12** se muestra el esquema de una fuente de alimentación se muestra. La unión de todos estos bloques configuran una fuente de alimentación.

Fig 12: Esquema por bloques de una unidad de alimentación

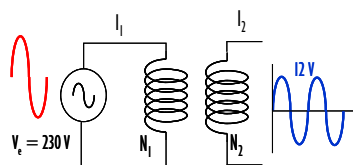


El montaje completo, correspondiente a este diagrama por bloques se puede ver a continuación:

Fig 13: El montaje completo:



● El **transformador**, se encarga de cambiar los niveles de la tensión de entrada, de 230V hasta uno cercano al que deseamos obtener de corriente continua (por ejemplo 12 V). En el transformador se cumple que la potencia del devanado 1 es igual a la potencia del 2:

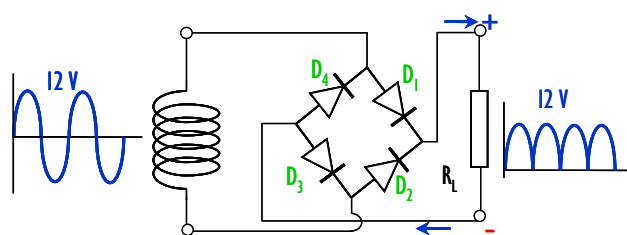


$$P_1 = P_2 \Rightarrow V_e \cdot I_1 = V_s \cdot I_2 \Rightarrow V_e / V_s = I_2 / I_1 = N_1 / N_2 = m$$

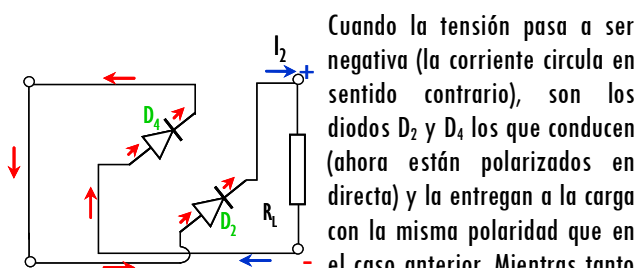
Donde:

- N₁ = número de espiras del devanado 1
- N₂ = número de espiras del devanado 2
- m = relación de transformación.

● El **rectificador**: una vez bajada la tensión hace falta que la corriente alterna se convierta en una corriente pulsatoria; i.e. que circule siempre en el mismo sentido, aunque su voltaje varíe de 0 a 12 V. Esto se consigue con un rectificador. Para ello vamos a ver el puente de diodos (por ser el más empleado), un rectificador de onda completa que rectifica el semiciclo negativo de tensión y lo convierte en positivo.

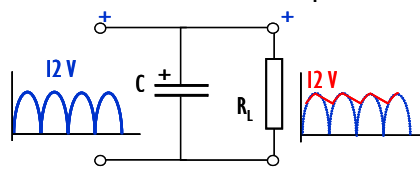


Al principio, la tensión es positiva y los diodos D₁ y D₃ están polarizados directamente, por lo que conducen la electricidad; mientras que los diodos D₂ y D₄ están polarizados en inversa (no conducen).



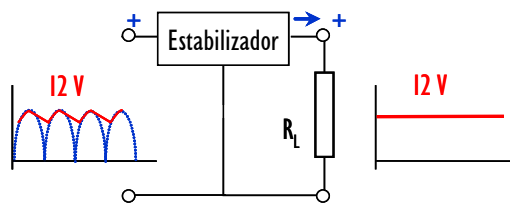
Cuando la tensión pasa a ser negativa (la corriente circula en sentido contrario), son los diodos D₂ y D₄ los que conducen (ahora están polarizados en directa) y la entregan a la carga con la misma polaridad que en el caso anterior. Mientras tanto los diodos D₁ y D₃ no permiten el paso de la corriente De esa manera se consigue que la corriente circule siempre con el mismo sentido, aunque el voltaje no sea todavía constante.

● El **filtro**: se encarga de hacer que la corriente pulsatoria, se mantenga en un nivel de continua lo más alto posible. Para ello se introduce en el circuito un condensador (C) en el



Mientras que el voltaje aumenta de 0 a 12 V, el condensador se carga; y cuando éste disminuye, el condensador cede su carga acumulada. Aun así existen unas pequeñas variaciones en la tensión que se obtiene llamadas tensión de rizado.

● El **Estabilizador**, se encarga de eliminar el rizado que todavía hay tras el filtro; dejando la corriente totalmente continua y estable. Suele utilizarse un circuito especializado (regulador de tensión) o un diodo Zener que se encargan de esta función.



EJERCICIOS TEMA 2: ELECTRÓNICA

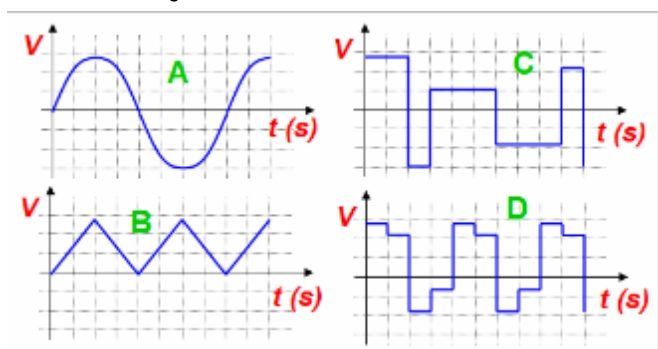
1. Define:

- x Electrónica x Tensión x Intensidad
- x Cantidad de carga x Corriente eléctrica x Resistencia

2. Marca como verdaderas (V) o falsas (F) las siguientes frases:

- x La intensidad de corriente es la cantidad de electrones que circula por un circuito.
- x En un circuito electrónico los electrones circulan hacia el ánodo del generador de tensión.
- x La ley de Ohm puede escribirse como $I \cdot V = R$.
- x El sentido de la corriente eléctrica es contrario al del flujo de electrones.
- x Las cargas positivas atraen a las cargas positivas, mientras que las cargas negativas atraen a las negativas.

3. Clasifica las siguientes corrientes en alterna o continua:



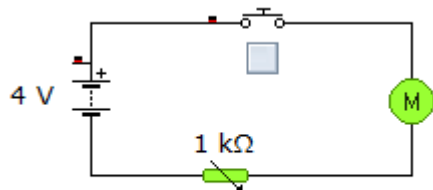
4. Hallar los colores de los anillos que deberían figurar sobre la superficie de los siguientes resistores:

- a) $4,7 \text{ K } \Omega \pm 10\%$ b) $160 \Omega \pm 5\%$ c) $3,3 \text{ M} \Omega \pm 2\%$

5. Calcular el valor nominal y entre que dos valores garantiza el fabricante que se encontrará el valor real de las resistencias con los siguientes anillos:

- x Resistencia A: rojo-violeta-negro-plata.
- x Resistencia B: rojo-amarillo-naranja-oro
- x Resistencias C: marrón-verde-rojo-oro.

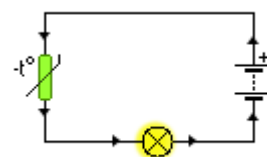
6. En el siguiente circuito se utiliza una resistencia para controlar la velocidad de giro del motor. ¿Como se denomina esta resistencia?. ¿Qué le sucederá a la velocidad de giro del motor al disminuir la resistencia, aumentará o disminuirá?



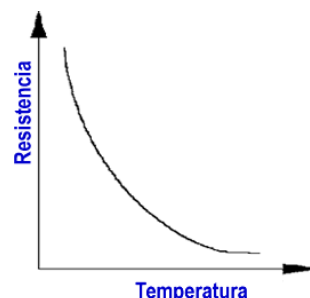
7. Marca como verdaderas (V) o falsas (F) las siguientes frases referentes a las resistencias:

- x En una resistencia PTC la resistencia varía con la temperatura sólo dentro de un intervalo determinado de temperatura.
- x En una resistencia NTC la resistencia varía con la temperatura sólo dentro de un intervalo determinado de temperatura.
- x En una resistencia NTC la resistencia disminuye al aumentar la temperaturas.
- x En una resistencia LDR la resistencia aumenta con la intensidad lumínica.

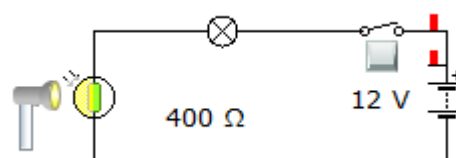
8. En el siguiente circuito se utiliza una resistencia dependiente de la temperatura. ¿Cuál? A una temperatura de 25°C la lampara está encendida. Indica qué le pasará a la lámpara cuando baje la temperatura (si lucirá más o menos que antes). Razona tu respuesta.



9. La siguiente gráfica representa el comportamiento de una resistencia con la temperatura. ¿De que resistencia se trata?. Explica brevemente el porqué y dibuja su símbolo.



10. Supongamos que el siguiente circuito es un detector de luminosidad. ¿Que pasa con la intensidad de la bombilla cuando aumenta la intensidad de luz que recibe la LDR?



11. ¿Qué pendiente (negativa o positiva) tendrá una curva intensidad de corriente frente a intensidad lumínica en una LDR? Razona la respuesta.

12. Qué significan las siglas: PTC, LED, LDR y NTC

13. Indica qué elemento básico de los estudiados sería

imprescindible emplear para fabricar los circuitos electrónicos que nos permita:

- a) Regular el volumen de una cadena de música.
- b) Automatizar la bajada de persianas en una casa en condiciones de oscuridad.
- c) Encender de modo automático la calefacción cuando la temperatura sea inferior a 17°C.
- d) Automatizar el control de temperatura del horno, de modo que el horno ajuste la temperatura programada (calienta por encima de 200°C y se enciende por debajo de ésta).
- e) Automatizar el control de temperatura de un congelador, de manera que el motor entre en funcionamiento a temperaturas superiores a -20°C.
- f) Automatizar la parada y puesta en marcha del aire acondicionado cuando la temperatura sea superior a 27°C.
- g) Regular la velocidad de giro de las ruedas de un coche teledirigido.
- h) Automatizar el encendido de las luces de un coche en condiciones de oscuridad.

14. ¿Qué resistencia, teóricamente, presenta un condensador en un circuito de corriente continua?

- a) Siempre infinita
- b) Nula cando está descargado e infinita cando está cargado.
- c) Siempre nula.
- d) Infinita cando está descargado e nula cando está cargado.

15. Calcula la capacidad de un condensa cargado con $5 \cdot 10^{20}$ electrones en su armadura negativa sometido a un potencial de 10 Voltios.

16. ¿A qué tensión está sometido un condensador de $5 \mu\text{F}$ que logra almacenar una carga de $1.07 \mu\text{C}$? Muestra los cálculos.

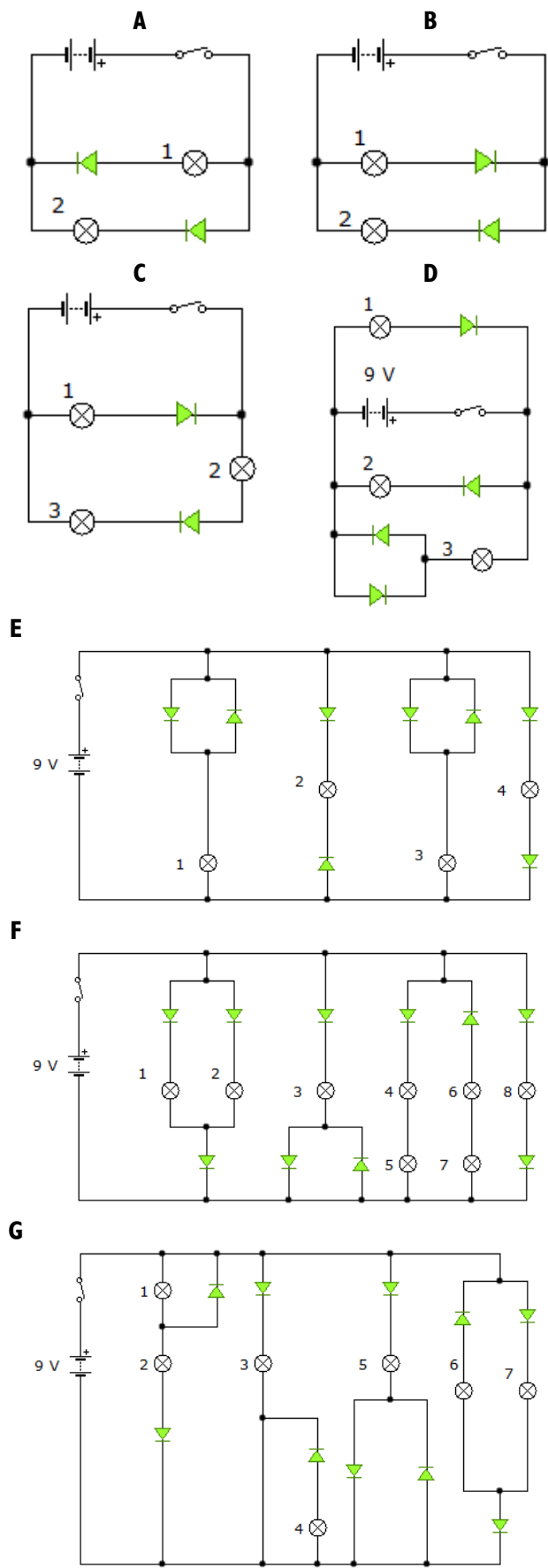
- ✓ 5.35 V ✓ 0.214 V ✓ 5.35 A ✓ 0.214 A
- ✓ 6.07 A ✓ 3.93 A ✓ 3.93 V ✓ 6.07 V

17. Dados dos condensadores de $5 \mu\text{F}$ e $20 \mu\text{F}$ de capacidad, cuyos terminales están sometidos a un voltaje de 8 V e 2 V, respectivamente ¿cuál es capaz de almacenar más carga?. Razona la respuesta.

18. El tiempo que está encendida una luz tras desconectar el suministro eléctrico es de 2 s. Dicho tiempo viene controlado por un condensador conectado a un reostato fijado 200Ω . Si quisiéramos emplear el mismo condensador para que el LED ilumine durante 5 s. ¿A que valor de la resistencia debemos fijar el reostato? Razona la respuesta.

19. Dibuja el símbolo de un diodo. Identifica en él la zona semiconductor tipo P, la zona semiconductor tipo N, el ánodo, el cátodo, el sentido de la corriente y el sentido del flujo de electrones.

20. Para cada uno de los siguientes circuitos, indica qué lámparas se iluminan y cuales no (dibuja mediante flechas el flujo de corriente en los circuitos):



21. De las siguientes frases indica cuales son verdaderas y cuales falsas:
- Un diodo conduce la corriente en un único sentido
 - Para que permita el paso de la corriente, debemos conectar la zona P al terminal positivo de la pila.
 - Para que permita el paso de corriente, el debemos conectar el cátodo del diodo al ánodo de la batería.
 - Un diodo universal permite el paso de la corriente cuando está polarizado inversamente.

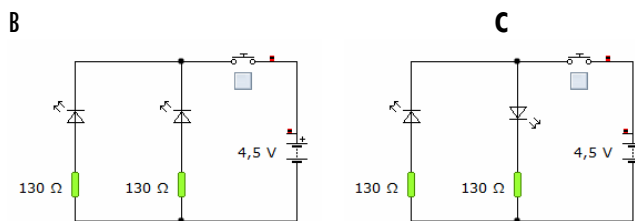
- x En polarización inversa de una unión NP, el terminal de la zona N se conecta al cátodo de la fuente de tensión.
- x Los semiconductores tipo P están dopados con elementos con tres electrones de valencia,
- x Un LED conduce la corriente eléctrica cuando conectamos el ánodo y el cátodo al los borne positivo y negativo de la pila, respectivamente

22. ¿Qué significa polarización directa de una unión PN?

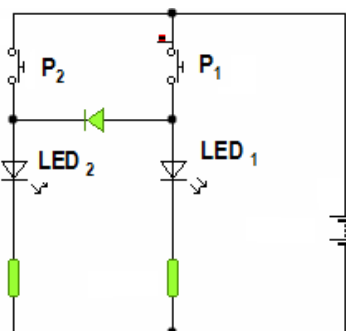
23. A la vista de los siguientes circuitos, en los que únicamente varía la colocación de los LED contesta a las siguientes preguntas:

Al presionar el pulsador:

- ¿En cual se iluminan los dos LED? ¿Como están polarizados los LEDs en éste circuito?
- Hay algún montaje en el que se ilumine sólo un LED. ¿Que LED se ilumina?



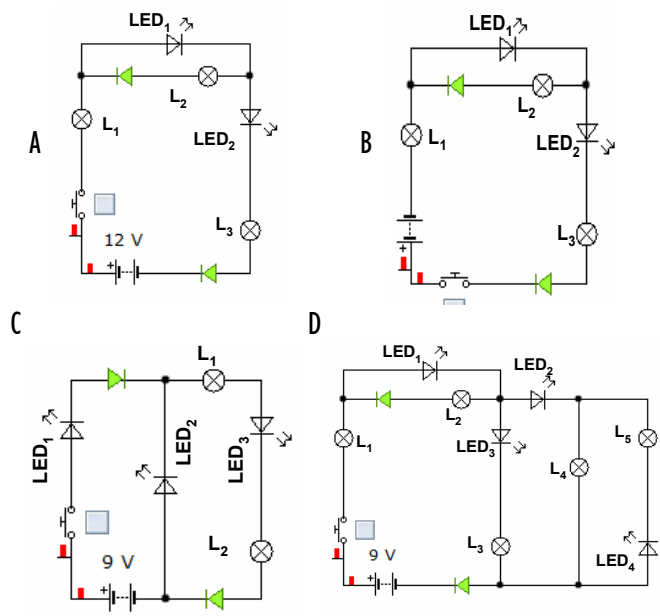
24. En el siguiente circuito, ¿Que LEDs se iluminan al pulsar P1? ¿Y al Pulsar P2?



25. Marca como verdaderas (V) o falsas (F) las siguientes frases referentes al funcionamiento de un diodo. Corrige las que sean falsas.

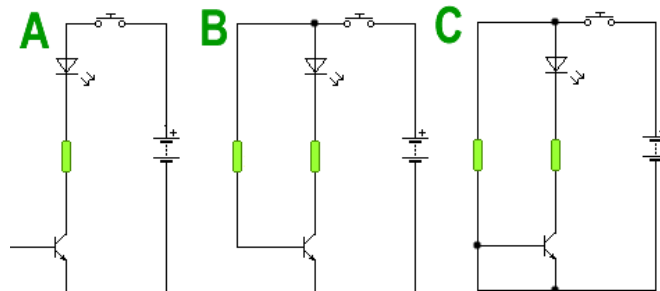
- x Un diodo está formado por la unión de dos semiconductores extrínsecos.
- x Os semiconductores tipo P están dopados con elementos con 3 electróns de valencia.
- x En polarización directa, la corriente no circula por el diodo
- x El diodo puede emplearse como interruptor en un circuito
- x Para que un diodo pueda conducir la corriente hay que eliminar en todo o en parte la zona de deplexión
- x Cuando la tensión entre los terminales de un diodo es mayor que la tensión umbral, el diodo se encuentra en estado de bloqueo.

26. Dado los circuitos de la figura, indicar en cada caso qué bombillas (L_n) y qué LEDs (LED_m) se iluminan presionar el pulsador:

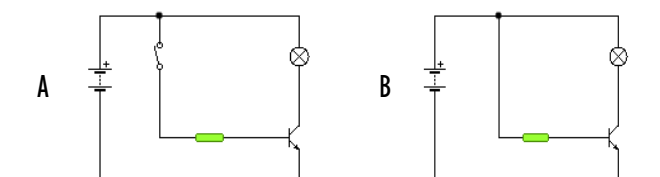


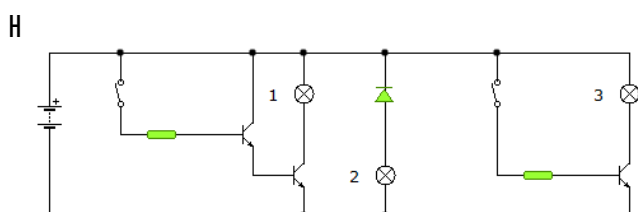
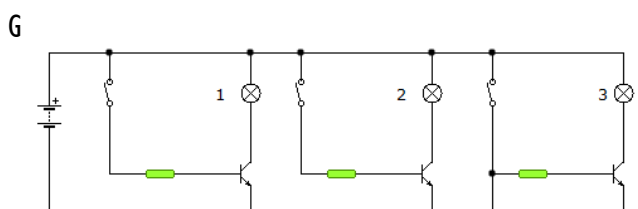
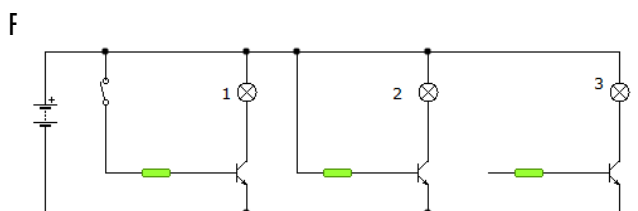
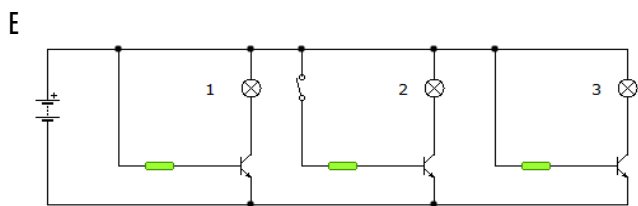
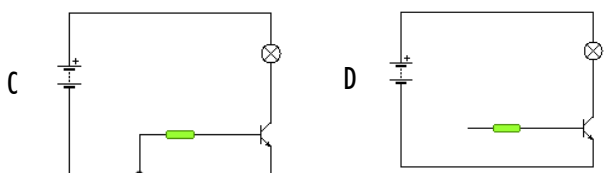
27. En un circuito se conecta un LED a una fuente de corriente alterna de 1.5 V. Representa graficamente la curva de la intensidad lumínica del LED frente al tiempo.

28. Indica en cual(es) de los siguientes circuitos se iluminará el LED; razonando tu respuesta para cada uno de los circuitos.



29. Para cada uno de los siguientes circuitos, indica si se iluminarán las bombillas (o cuales lo harán), razonado el porqué de tu respuesta.





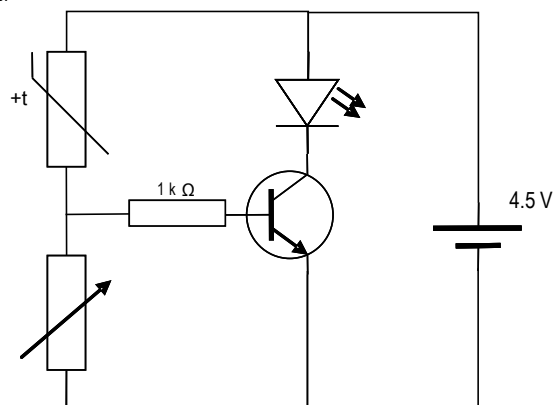
30. Marca como verdaderas (V) o falsas (F) las siguientes frases referentes al funcionamiento de un transistor:

- a) Los transistores están formados por la unión de dos materiales semiconductores.
- b) En un transistor se cumple la relación: $I_E = I_B + I_C$
- c) En un transistor se cumple la relación: $I_C = I_E + I_B$
- d) El funcionamiento de un transistor está determinado por la intensidad de corriente del terminal emisor.
- e) Un transistor trabaja en su zona activa cuando la corriente que circula entre el colector y el emisor es proporcional a la que entra por su base.
- f) En un transistor se cumple la relación: $V_{CE} = V_{BE} + V_{CB}$
- g) En un transistor se cumple la relación: $V_{BE} = V_{CE} + V_{CB}$
- h) Un transistor trabaja en su zona de saturación cuando la corriente que circula entre el colector y el emisor es proporcional a la que entra por su base.
- i) Un transistor se comporta como un interruptor controlado por la corriente eléctrica.
- j) Si la corriente de la base es mayor que un valor umbral, entonces el transistor no conducirá la corriente y se comportará como un interruptor abierto.

31. ¿Qué es un par Darlington? ¿Para qué sirve?. Dibuja su símbolo.
32. ¿Cómo se conectan los dos transistores en un par Darlington? (Elige la respuesta adecuada)
- a) A través de los terminales base
 - b) A través de de los terminales emisor
 - c) A través de los terminales colector
 - d) Base del primero con colector del segundo
 - e) Ninguna de las anteriores

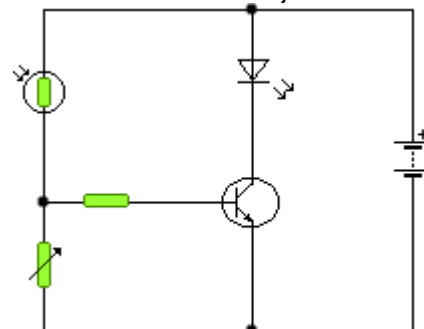
33. Observa el siguiente circuito y contesta a las siguientes preguntas:

- a) Identifica todos los elementos del circuito.
- b) ¿Qué tipo de transistor es el empleado? Razona la respuesta.
- c) A baja temperatura ¿se ilumina el LED? ¿Por qué?
- d) ¿Qué ocurre cuando aumenta la temperatura? ¿Por qué?
- e) ¿Cómo varía la resistencia dependiente de temperatura?
- f) ¿Cuál es la función del potenciómetro?
- g) ¿Cuál es la misión de la resistencia de 1 kΩ?



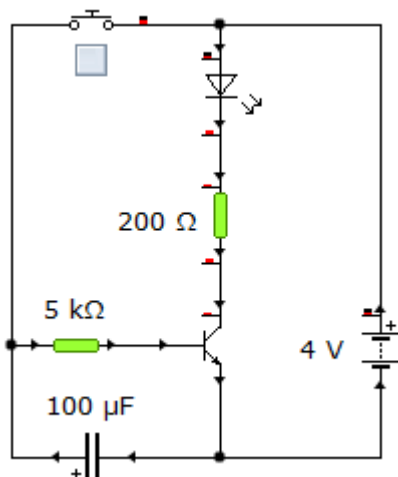
34. Observa el siguiente circuito y contesta a las siguientes preguntas:

- a) Identifica todos los elementos del circuito.
- b) ¿Qué tipo de transistor es el empleado? Razona la respuesta.
- c) ¿Qué tipo de resistencia dependiente se empleó en este circuito?
- d) En condiciones de poca luminosidad ¿se ilumina el LED? ¿Por qué?
- e) ¿Qué ocurre cuando aumenta la luminosidad? ¿Por qué?
- f) ¿Cómo varía el valor óhmico de la LDR con la luz?
- g) ¿Cuál es la función del potenciómetro?
- h) ¿Cuál es la misión de la resistencia fija?

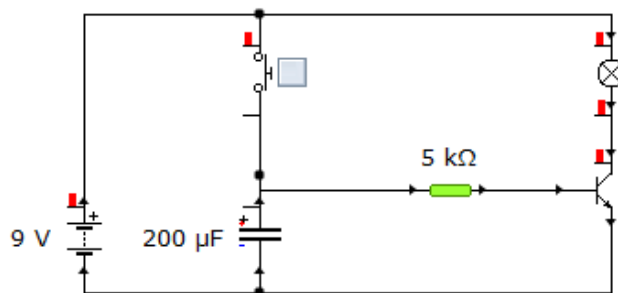


35. Analiza el circuito de la figura y contesta a las siguientes preguntas:

- Identifica todos los elementos del circuito.
- ¿Que tipo de transistor es el empleado? Razona la respuesta.
- Tal y como está representado el circuito, el LED está conectado a la pila. ¿Se iluminará el LED?. Razona la respuesta.
- ¿Qué ocurre cando pulsamos P1? Razona la respuesta.
- ¿Qué pasa cando dejamos de pulsar P1?. Razona la respuesta.



36. El esquema de la figura muestra un circuito temporizador en el que la luz interior de un coche permanece encendida unos segundos después de abrir el contacto.



- Nombra los elementos del circuito
- ¿Cual es la función del condensador?
- Decir que pasa con el tiempo que permanece encendida la luz tras quitar el contacto al:
 - ✓ Al aumentar la capacidad del condensador
 - ✓ Al aumentar la resistencia
 - ✓ Al disminuir la capacidad del condensador
 - ✓ Al disminuir la resistencia.