

Contenidos

- Magnitudes eléctricas fundamentales y ley de Ohm
- Ley de Ohm
- Potencia y energía eléctrica
 - Potencia eléctrica
 - Energía eléctrica
 - Capacidad de baterías en Wh
 - Capacidad de baterías en Ah
 - Coste económico de la energía eléctrica consumida
 - Efecto Joule
 - Cortocircuito
- Componentes eléctricos de un circuito electrónico
 - Condensador
 - Bobina
 - Diodo
 - Transistor

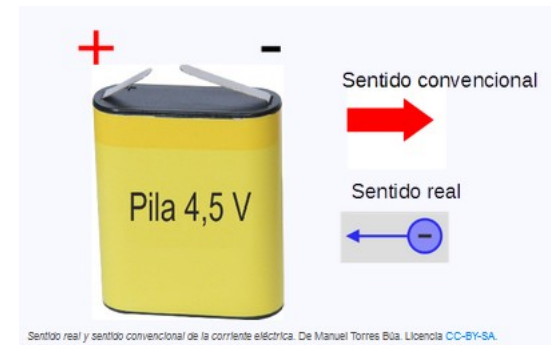
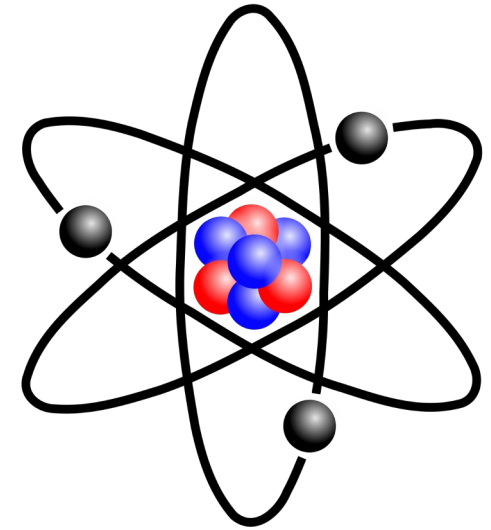
Introducción

- A la hora de trabajar con el hardware de un ordenador hay que estar familiarizado con ciertos conceptos básicos de electricidad y electrónica
- Vamos a ver en este tema las magnitudes eléctricas fundamentales y distintos componentes eléctricos y electrónicos básicos que nos vamos a encontrar a medida que vayamos introduciendo los elementos de un ordenador:
 - Ley de Ohm: Voltaje, corriente eléctrica y resistencia
 - Corriente continua y alterna
 - Potencia eléctrica
 - Condensadores y bobinas
 - Diodos y Transistores
 - Electrónica digital con puertas lógicas
- Utilizaremos software de simulación de circuitos eléctricos online para poner en práctica lo que vayamos viendo:
 - Falstad → <http://www.falstad.com/circuit/circuitjs.html>
 - Tinkercad → <https://www.tinkercad.com>

Magnitudes eléctricas fundamentales y ley de Ohm

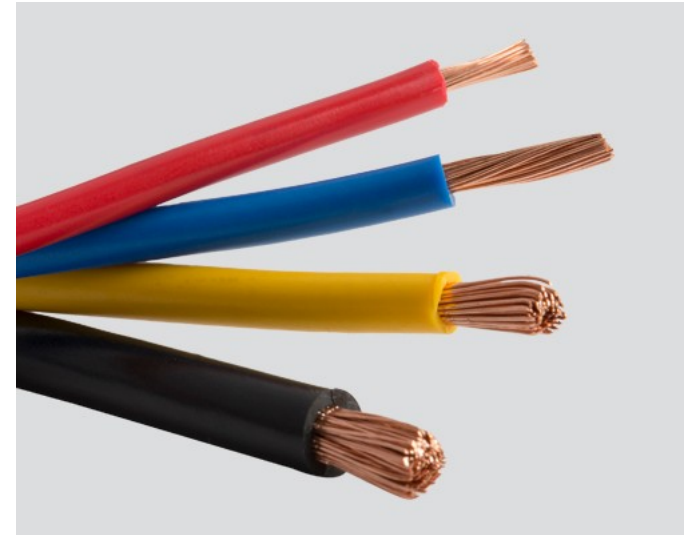
La electricidad y el movimiento de electrones

- La electricidad se produce cuando hay un **movimiento de electrones**
- Este movimiento de electrones se produce porque hay una **diferencia de potencial** entre dos puntos conectados por un **conductor eléctrico** dando lugar a un circuito
- La diferencia de potencial entre dos puntos existe cuando uno tiene un exceso de electrones y el otro un defecto:
 - El que tiene un **exceso de electrones tiene carga negativa** (más electrones que protones)
 - El que tiene **defecto de electrones tiene carga positiva** (más protones que electrones)
- Este movimiento de electrones se produce por la tendencia de los átomos a buscar un equilibrio entre su número de electrones y protones
- En una pila la circulación se produce del polo - al polo + (sentido real), pero veremos que a la hora de representarla se aplica el sentido del polo + al polo - (sentido convencional), al revés de como debería ser
- Este criterio se debe a razones históricas ya que en la época en que trató de explicar cómo fluía la corriente eléctrica por los materiales, la comunidad científica desconocía la existencia de los electrones y decidió ese sentido. Esto no influye para nada en lo que al estudio de la corriente eléctrica se refiere



Conductores eléctricos y aislantes

- Un **conductor eléctrico** es un material que ofrece poca resistencia al movimiento de la carga eléctrica. Esto es porque sus átomos se caracterizan por tener pocos electrones en su capa de valencia, por lo que no se necesita mucha energía para que estos salten de un átomo a otro.
- **Son conductores** → Típicamente los metales, utilizándose principalmente cobre y el aluminio pero el mejor conductor es el grafeno
- Un **aislante eléctrico** es un material que no es conductor de la electricidad o que impide el paso de la mayor parte de la corriente eléctrica de forma que la que pasa es despreciable.
- **Son aislantes** → Típicamente materiales plásticos, como la parafina o las cintas aislantes a base de PVC, pero también el vidrio



Conductividad eléctrica

- Lo bueno o malo que un material es conductor o un aislante viene determinado por su **conductividad eléctrica**. Cuanto mayor mejor conductor es
- La conductividad eléctrica depende de la estructura atómica y molecular del material
- Los semiconductores son materiales que se comportan como un conductor o como un aislante dependiendo de diversos factores (magnetismo, radiación, presión, temperatura)

Tipo	Material	Conductividad eléctrica (S·m ⁻¹)	Temperatura (°C)	Tipo	Material	Conductividad eléctrica (S·m ⁻¹)	Temperatura (°C)
Conductores	Grafeno	98,7 × 10 ⁶	20	Aislantes	Vidrio	10 ⁻¹⁰ a 10 ⁻¹⁴	
	Plata	63,0 × 10 ⁶	20		Lucita	< 10 ⁻¹³	
	Cobre	59,6 × 10 ⁶	20		Mica	10 ⁻¹¹ a 10 ⁻¹⁵	
	Cobre recocido	58,0 × 10 ⁶	20		Teflón	< 10 ⁻¹³	
	Oro	45,5 × 10 ⁶	20-25		Cuarzo	1,33 × 10 ⁻¹⁸	
	Aluminio	37,8 × 10 ⁶	20		Parafina	3,37 × 10 ⁻¹⁷	
	Wolframio	18,2 × 10 ⁶		Líquidos	Agua de mar	5 (Entre 1,7 y 5,9 en función de salinidad y temperatura)	23
	Hierro	15,3 × 10 ⁶			Agua potable	0,0005 a 0,05	
					Agua desionizada	5,5 × 10 ⁻⁶	
Semiconductores	Carbono	2,80 × 10 ⁴					
	Germanio	2,20 × 10 ⁻²					
	Silicio	1,60 × 10 ⁻⁵					

https://es.wikipedia.org/wiki/Conductividad_el%C3%A9ctrica#Algunas_conductividades_el%C3%A9ctricas

Magnitudes fundamentales

En este movimiento de electrones por un conductor eléctrico y la conductividad de este ya identificamos las primeras magnitudes eléctricas:

▪ **Tensión o Voltaje (V)**

- Es la magnitud que utilizamos para medir la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos de un circuito. Formalmente se define como: el trabajo que debe realizar un campo eléctrico para mover una carga entre dos puntos en un circuito eléctrico
- Se mide en **Voltios (V)**

▪ **Corriente o Intensidad (I)**

- Mide la cantidad de electrones que fluyen por un conductor por unidad de tiempo
- Se mide en **Amperios (A)**

▪ **Resistencia (R)**

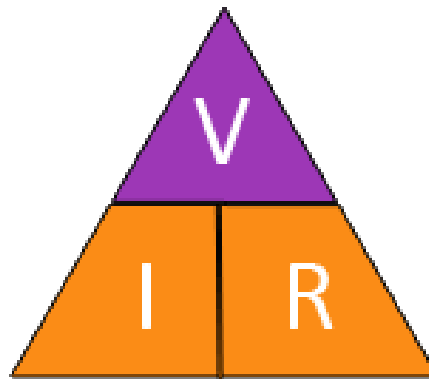
- La resistencia en un circuito eléctrico se define como la oposición o dificultad que ofrece un conductor al paso de la corriente. Los materiales aislantes tienen una resistencia muy alta
- Se mide en **Ohmios (Ω)**

Ley de Ohm

- La ley de Ohm relaciona las tres magnitudes eléctricas fundamentales de acuerdo a las siguientes fórmulas

$$V = R \cdot I \quad ; \quad R = \frac{V}{I} \quad ; \quad I = \frac{V}{R}$$

- Otra forma de recordar las fórmulas es utilizar la fórmula mnemotécnica del Triángulo de la ley de Ohm, en el que tapando la magnitud que queremos calcular obtenemos la fórmula que hay que hacer con las otras dos



Múltiplos del voltio (V)

- Trabajaremos por lo general con el voltio en vez de con alguno de sus múltiplos
 - La fuente de alimentación de un PC nos dará voltajes de 3,3, 5 y 12V)
 - Las pilas trabajan con voltajes de 1,5 V a 9 V

Múltiplos del Sistema Internacional para voltio (V)

Submúltiplos			Múltiplos		
Valor	Símbolo	Nombre	Valor	Símbolo	Nombre
10^{-1} V	dV	decivoltio	10^1 V	daV	decavoltio
10^{-2} V	cV	centivoltio	10^2 V	hV	hectovoltio
10^{-3} V	mV	milivoltio	10^3 V	kV	kilovoltio
10^{-6} V	μV	microvoltio	10^6 V	MV	megavoltio
10^{-9} V	nV	nanovoltio	10^9 V	GV	gigavoltio
10^{-12} V	pV	picovoltio	10^{12} V	TV	teravoltio
10^{-15} V	fV	femtovoltio	10^{15} V	PV	petavoltio
10^{-18} V	aV	attovoltio	10^{18} V	EV	exavoltio
10^{-21} V	zV	zeptovoltio	10^{21} V	ZV	zettavoltio
10^{-24} V	yV	yoctovoltio	10^{24} V	YV	yottavoltio

Prefijos comunes de unidades están en negrita.

Múltiplos del amperio (A)

- Por lo general trabajaremos con corrientes de miliamperios (mA) o de muy pocas unidades de amperio (1A o 2A)

Múltiplos del Sistema Internacional para amperio (A)

Submúltiplos			Múltiplos		
Valor	Símbolo	Nombre	Valor	Símbolo	Nombre
10^{-1} A	dA	deciamperio	10^1 A	daA	decaamperio
10^{-2} A	cA	centiamperio	10^2 A	hA	hectoamperio
10^{-3} A	mA	miliamperio	10^3 A	kA	kiloamperio
10^{-6} A	μA	microamperio	10^6 A	MA	megaamperio
10^{-9} A	nA	nanoamperio	10^9 A	GA	gigaamperio
10^{-12} A	pA	picoamperio	10^{12} A	TA	teraamperio
10^{-15} A	fA	femtoamperio	10^{15} A	PA	petaamperio
10^{-18} A	aA	attoamperio	10^{18} A	EA	exaamperio
10^{-21} A	zA	zeptoamperio	10^{21} A	ZA	zettaamperio
10^{-24} A	yA	yoctoamperio	10^{24} A	YA	yottaamperio

Prefijos comunes de unidades están en negrita.

Múltiplos del Ohmio (Ω)

- El Ohmio es una unidad muy pequeña, por lo que por lo general trabajaremos con kilohmios ($k\Omega$)

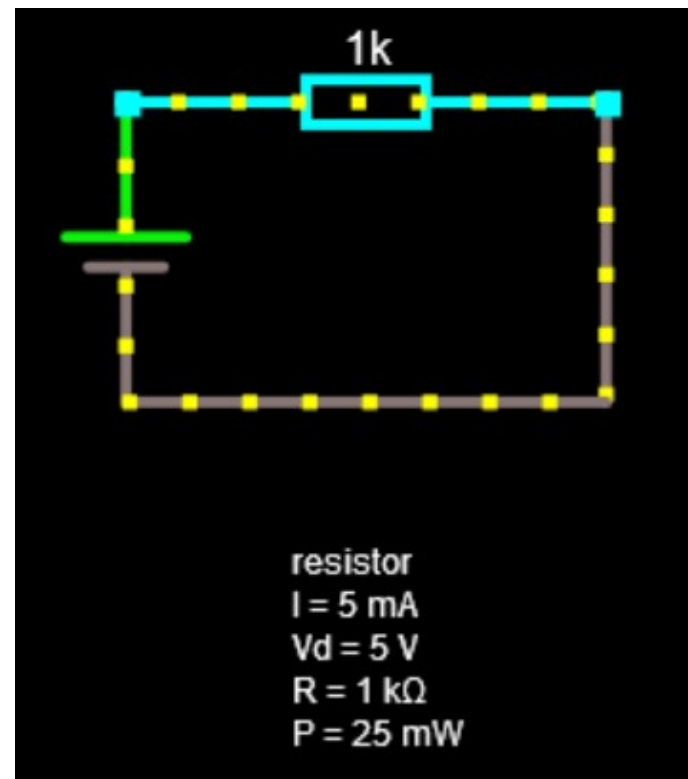
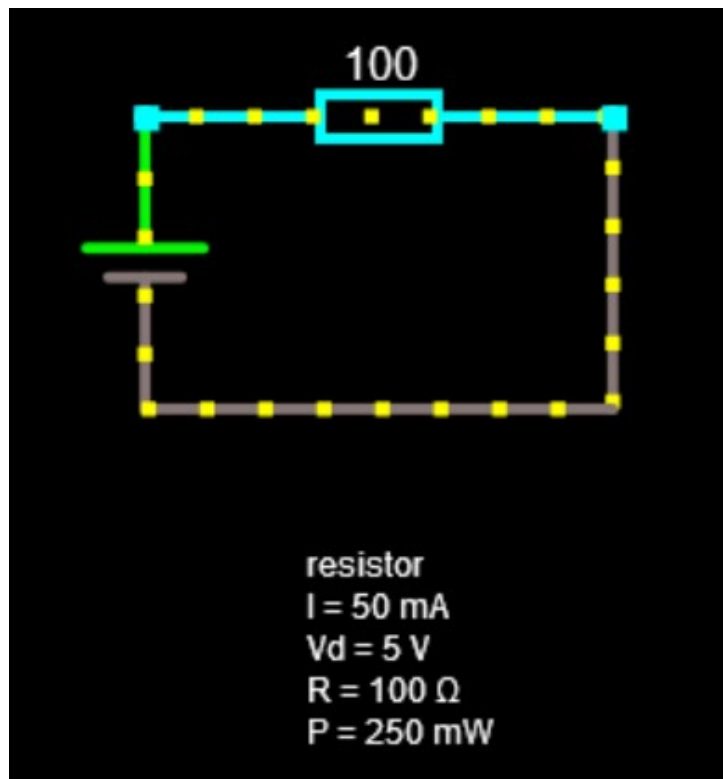
Múltiplos del Sistema Internacional para ohmio (Ω)

Submúltiplos			Múltiplos		
Valor	Símbolo	Nombre	Valor	Símbolo	Nombre
$10^{-1} \Omega$	d Ω	deciohmio	$10^1 \Omega$	da Ω	decaohmio
$10^{-2} \Omega$	c Ω	centiohmio	$10^2 \Omega$	h Ω	hectohmio
$10^{-3} \Omega$	mΩ	miliohmio	$10^3 \Omega$	kΩ	kilohmio
$10^{-6} \Omega$	$\mu\Omega$	microhmio	$10^6 \Omega$	MΩ	megaohmio
$10^{-9} \Omega$	nΩ	nanoohmio	$10^9 \Omega$	GΩ	gigaohmio
$10^{-12} \Omega$	p Ω	picoohmio	$10^{12} \Omega$	T Ω	teraohmio
$10^{-15} \Omega$	f Ω	femtoohmio	$10^{15} \Omega$	P Ω	petaohmio
$10^{-18} \Omega$	a Ω	attohmio	$10^{18} \Omega$	E Ω	exaohmio
$10^{-21} \Omega$	z Ω	zeptoohmio	$10^{21} \Omega$	Z Ω	zettaohmio
$10^{-24} \Omega$	y Ω	yoctoohmio	$10^{24} \Omega$	Y Ω	yottaohmio

Prefijos comunes de unidades están en negrita.

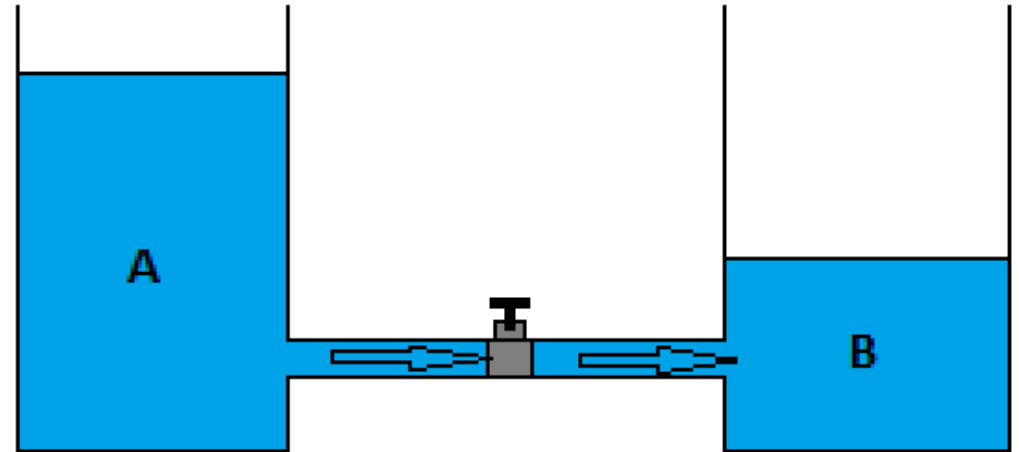
La ley de Ohm en un circuito simple

- Vemos un circuito simple con una fuente de alimentación de 5 Voltios de CC y una resistencia, que cambiamos entre dos valores 1k (1000 Ohmios) y 100 Ohmios ([Enlace circuito](#))
- Vemos según el caso como varía el valor de la intensidad varía de forma inversamente proporcional al de la resistencia



Analogía hidráulica

La **analogía hidráulica** es una forma de explicar la electricidad asociando cada elemento de un **circuito eléctrico** con una correspondencia en un **circuito hidráulico**.

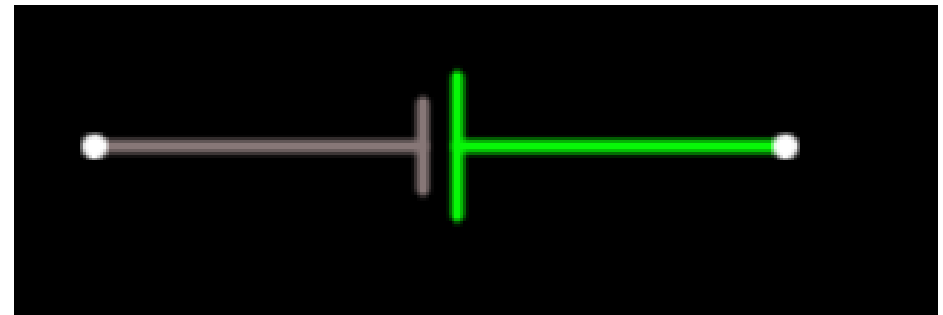


<https://electricalg4u.blogspot.com/2015/06/voltage.html>

Magnitud eléctrica	Analogía hidráulica
Voltaje, tensión o diferencia de potencial	Altura desde la que cae el agua
Intensidad	Caudal de agua, cantidad de agua que pasa por unidad de tiempo
Resistencia	Oposición en los conductos al paso del agua, con estrechamientos o grifos

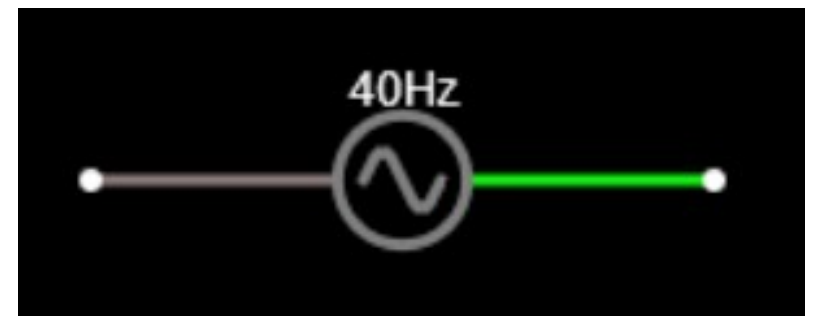
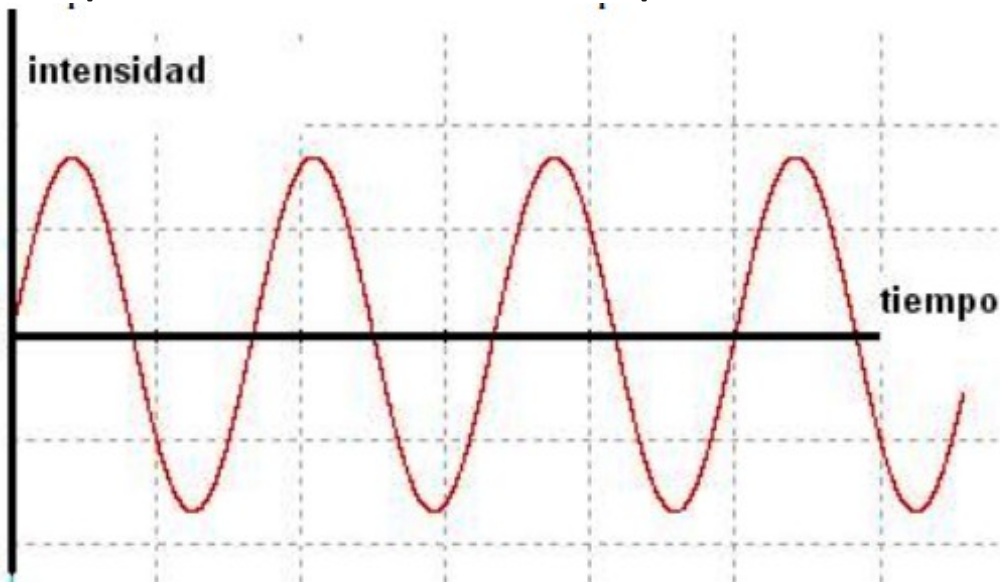
Corriente continua

- En la **corriente continua (CC)** el flujo de electrones siempre se produce del mismo punto origen al otro final, esto es, los puntos con el de mayor potencial y el de menor siempre son los mismos.
- Típicamente la diferencia de potencial también se mantiene constante, pero aunque varíe seguirá siendo CC mientras no cambie la polaridad
- Esquemáticamente se representa con dos líneas paralelas de distinto tamaño en la que cada una representa los dos puntos con la diferencia de potencial.
 - La más grande → Es el **borne positivo** en que se inicia el **sentido de circulación convencional** de la corriente eléctrica
 - La más corta → Es el **borne negativo**



Corriente alterna

- En la **corriente alterna (CA)** el flujo de electrones varía de dirección, por lo general de forma cíclica a una frecuencia constante
- La más típica la que sigue una onda con forma senoidal con valores extremos entre **220/240 Voltios** con frecuencias de 50Hz/60Hz dependiendo del país
- Es la que utilizan las compañías eléctricas para distribuir la electricidad a las viviendas porque es más eficiente energéticamente (Cuesta menos llevarla de esta forma de la central eléctrica a las casas). Es por tanto **la que encontraremos en los enchufes**
- Esquemáticamente se representa con un círculo con una onda



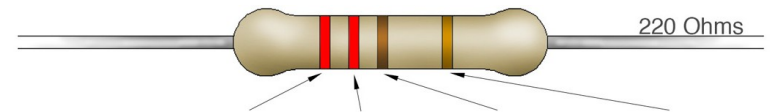
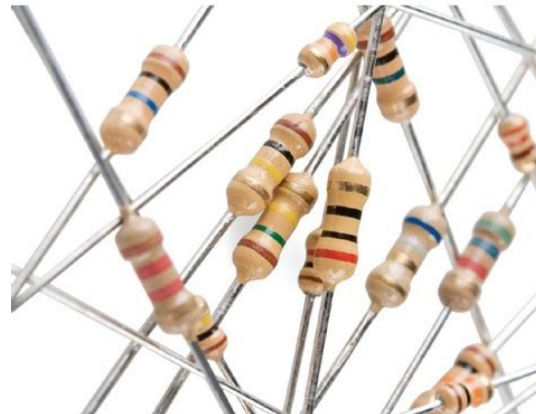
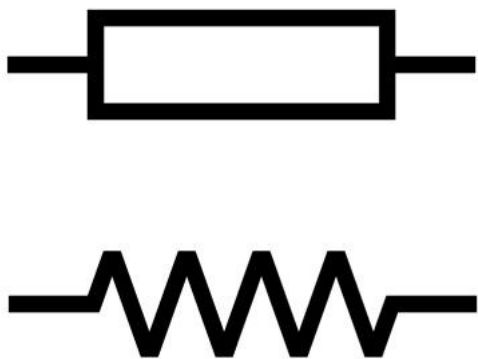
Dispositivos para obtener corriente eléctrica

- Todos los circuitos y dispositivos de nuestro día a día **trabajan con corriente continua**
- Esta corriente continua la obtenemos de **baterías, pilas, fuentes de alimentación, paneles solares, ...**
- Aunque los conectemos a un enchufe que tiene corriente alterna **siempre tendremos una fuente de alimentación que transforma la señal de corriente alterna en continua**
- Esta fuente de alimentación en dispositivos grandes está dentro de la caja y no está a la vista (Caja ordenador de sobremesa, TV o monitor) pero en los pequeños quedan fuera para aligerar y hacer el dispositivo más compacto (Portátiles, tablets, smartphones, impresoras, altavoces, ...)



Resistencias en circuitos eléctricos

- La resistencias esquemáticamente en circuitos se representa como una línea serrada o un rectángulo
- En circuitos reales nos la podemos encontrar de varias formas según el material en el que están construidas, siendo la más habitual las **resistencias de carbón** que se caracterizan:
 - Su valor de resistencia no varía, salvo condiciones extremas
 - Tienen un código de colores con el que se determina el valor de resistencia

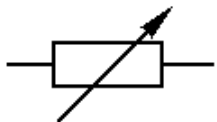
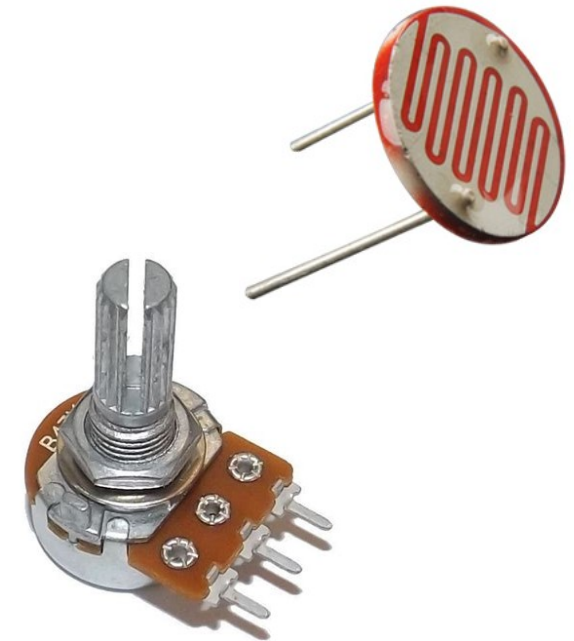


	1 ^{er} Dígito	2 ^o Dígito	Multiplicador	Tolerancia
NEGRO	0	0	$\times 10^0$	
MARRON	1	1	$\times 10^1$	$\pm 1\%$
ROJO	2	2	$\times 10^2$	$\pm 2\%$
NARANJA	3	3	$\times 10^3$	
AMARILLO	4	4	$\times 10^4$	
VERDE	5	5	$\times 10^5$	$\pm 0,5\%$
AZUL	6	6	$\times 10^6$	$\pm 0,25\%$
VIOLETA	7	7	$\times 10^7$	$\pm 0,1\%$
GRIS	8	8	$\times 10^8$	$\pm 0,05\%$
BLANCO	9	9	$\times 10^9$	
DORADO			$\times 0,1$	$\pm 5\%$
PLATEADO			$\times 0,01$	$\pm 10\%$

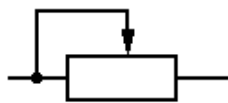
Resistencias variables

En circuitos eléctricos también nos podemos encontrar con resistencias cuyo valor varía dependiendo de varios factores. Vemos algunos ejemplos:

- **Resistencias PTC o NTC o termistores** → Su resistencia aumenta a medida que aumenta la temperatura (PTC) o a la inversa (NTC). Sirven para detección de temperaturas
- **Resistencias LDR (Light Dependant Photo Resistor)** → Su resistencia disminuye a medida que aumenta la luz (Se utilizan para medir la luminosidad del entorno)
- **Potenciómetros** → Su resistencia aumenta o disminuye a medida que actuamos sobre algún elemento de control como un mando tipo rueda (El típico del volumen de las radios de toda la vida)
- Esquemáticamente tienen su propia representación



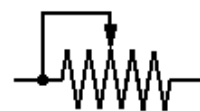
Resistencia variable



Potenciómetro



Resistencia variable



Potenciómetro

Aplicaciones de las resistencias variables

Por la ley de Ohm **modificando la resistencia modificamos de forma inversa la corriente** (Cuanto más alta la resistencia más pequeña es la corriente).

Esto da lugar a múltiples aplicaciones entre las que ponemos ejemplos de control de la velocidad de un ventilador, que se mueven más rápido cuanto más corriente eléctrica les llega:

- En un ordenador un **termistor** se utiliza para **detectar la temperatura interior de la caja** y en función de esta ajustar la velocidad de un ventilador subiéndola cuando la temperatura es elevada. Vemos una demo de un circuito sencillo en el que activan un ventilador al acercar el termistor a una fuente de calor

<https://www.youtube.com/watch?v=WefO70UAEmU>

- En un ordenador los **potenciómetros** los encontramos en los **controles de volumen** de los altavoces pero también en paneles frontales con los que podemos controlar la velocidad de los ventiladores



Software de simulación

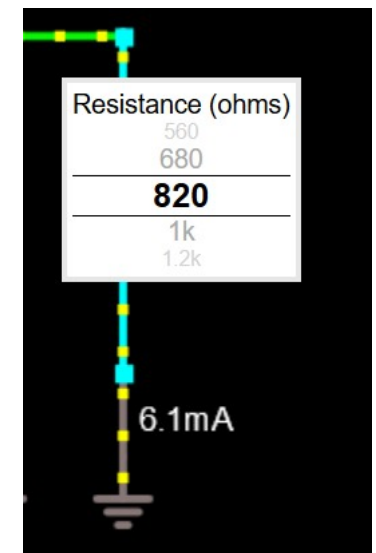
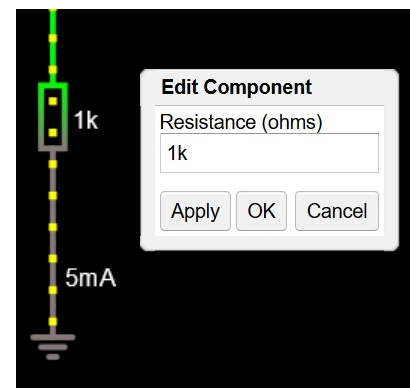
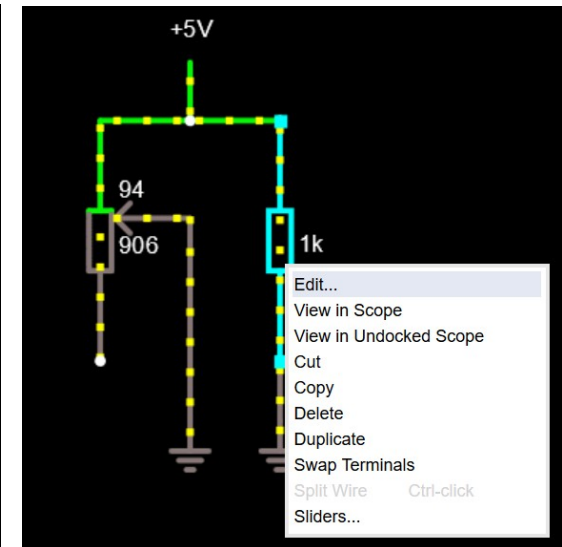
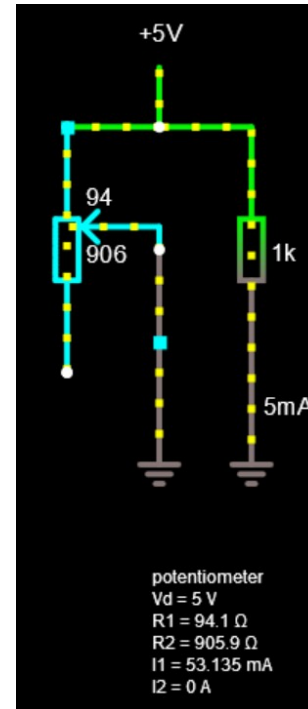
- Vamos a trabajar con el software de simulación online de falstad al que podemos acceder en:
<http://www.falstad.com/circuit/circuitjs.html>
- Los componentes que podemos añadir a nuestro circuito están en el menú Dibujar (Draw) organizados en categorías
- Para añadir un componente lo seleccionamos y lo colocamos en pantalla conectando sus terminales con otros que tengamos y utilizando opcionalmente el componente cable para distribuirlos mejor
- Los de uso más habitual tienen atajos de teclado
 - w → conexión eléctrica (Como un cable, la w viene del inglés wire)
 - r → resistencia (resistor)
 - s → Interruptor (Del inglés Switch)
 - v → Fuente de tensión 2 terminales (Voltage source (2-terminal)). Fuente de corriente continua.
 - V → Fuente de tensión 1 terminal (Voltage source (1-terminal)). Fuente de corriente continua que hay que combinar con tierra
 - g → Ground (Entradas y fuentes → Tierra-Masa)
- Una vez seleccionado un elemento colocaremos sólo elementos de este tipo hasta que pasemos al modo **Select/Drag Sel** pulsando la barra espaciadora o Mayúsculas

Dibujar	Osciloscopios	Opciones	Ejemplo:
Conexión Eléctrica			w
Resistencia			r
Componentes Pasivos			▶
Entradas y Fuentes			▶
Salidas y Rótulos			▶
Componentes Activos			▶
Bloques de Construcción Activos			▶
Puertas Lógicas, Entrada y Salida			▶
Circuitos Integrados Digitales			▶
Circuitos Integrados Analógicos e Híbridos			▶
Arrastar			▶
✓ Seleccionar/Arrastar		Espacio o Shift+arrastar	
Tierra - Masa			g
Fuente de Tensión (2 terminales)			v
Fuente de Tensión CA (2 terminales)			
Fuente de Tensión (1 terminal)			V
Fuente de Tensión CA (1 terminal)			
Generador de Onda Cuadrada (1 terminal)			
Señal de Reloj			
AC-FM			
Fuente de Tensión Variable			
Antena			
Fuente de Señal AM			
Fuente de FM			
Fuente de corriente			
Generador de Ruído			
Entrada de Audio			

Software de simulación

El software aunque parezca sencillo tiene muchas opciones interesantes:

- Representa gráficamente el flujo de la corriente eléctrica con puntos en movimiento. Cuando más rápido se mueven más corriente eléctrica hay.
- Poniendo el cursor sobre un componente nos lo resalta sobre el resto y nos muestra datos adicionales acerca del mismo
- Podemos editar los parámetros del elemento en el menú contextual sobre el mismo o utilizando la rueda del ratón
- Tiene múltiples opciones de exportación: Imagen, fichero de texto o URL, por lo que podemos guardar nuestro trabajo para seguir otro día
- Permite la creación de circuitos analógicos pero también digitales, por lo que lo podremos utilizar para probar como es la electrónica que se utiliza en un procesador



Tarea: Probar la ley de Ohm en el simulador

Utilizando el simulador haz los siguientes circuitos en un mismo diseño

▪ Circuito 1

- Tendrá los siguientes elementos:
 - Una fuente de alimentación de Corriente continua de 20 V
 - Una resistencia de 100 Ω
 - Una etiqueta encima que ponga "Circuito1"
- En la simulación prueba a modificar la velocidad de la corriente
- Aplicando la fórmula de la ley de Ohm calcula la corriente que debería circular por el circuito y verifica en el simulador que coincide tu cálculo con lo que muestra

▪ Circuito 2:

- Será una copia del circuito anterior pero con una resistencia de 500 Ω y ajustando la etiqueta a "Circuito 2"
- En la simulación prueba a modificar la velocidad de la corriente para que puedas apreciar la distinta velocidad en cada circuito
- Haz de nuevo el cálculo de la corriente con la fórmula de la ley de Ohm y verifica que concuerda con el dado por la simulación

▪ Circuito 3:

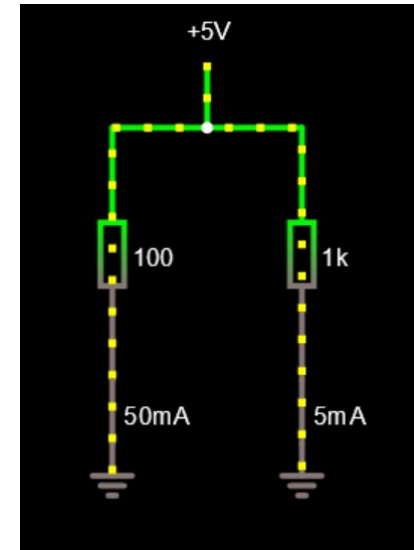
- Será una copia del circuito anterior pero sustituyendo la resistencia de 500 Ω por una resistencia variable que pueda tener un valor máximo de 2k y ajustando la etiqueta a "Circuito 3"
- Prueba a modificar el valor de la resistencia variable con la rueda del ratón y observa qué efecto tiene sobre la corriente
 - ¿Qué pasa con la corriente si incrementas el valor de la resistencia?
 - ¿Qué pasa con la corriente si reduces el valor de la resistencia?

▪ Entregarás en el aula virtual:

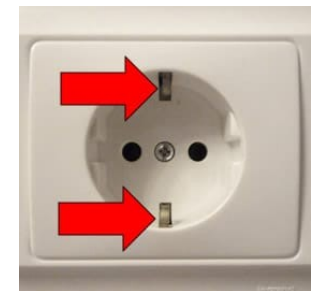
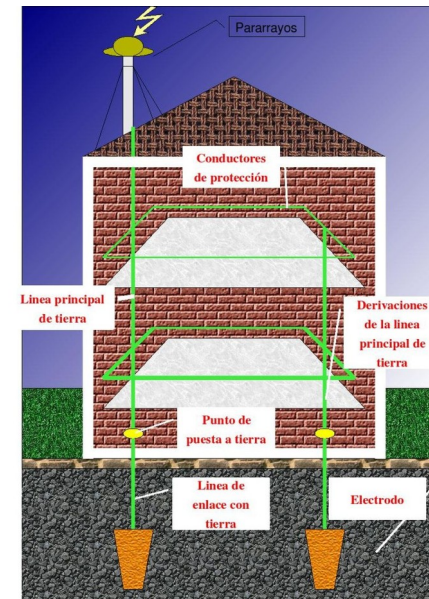
- Una captura del circuito completo que deberá tener una etiqueta con tu nombre y apellidos
- Exporta el circuito como URL y ponlo en los comentarios de la entrega de la tarea

La toma de tierra en un circuito eléctrico

- En un circuito eléctrico es habitual utilizar una **toma de tierra**, que representa **el punto hacia donde irá el flujo de corriente eléctrica**
- Esquemáticamente se representa con varias líneas paralelas
- Puede simplificar el diseño de los circuitos en algunos casos. Podemos ver como los dos circuitos anteriores los podemos representar en uno solo utilizando la toma de tierra
- En la vida real la toma de tierra es un mecanismo de seguridad que se utiliza en:
 - **Enchufes con toma de tierra** para que dispositivos eléctricos de alta potencia con carcasa metálica (lavadora, nevera). Sirve para casos en los que “se suelta un cable” y que su corriente eléctrica se escape por la toma de tierra, en vez de por la carcasa metálica
 - **Los pararrayos**, para que la carga del rayo se disipe a tierra y no se descargue sobre una vivienda

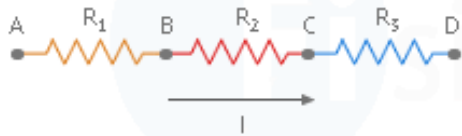


Enlace circuito



Asociación de resistencias

En los circuitos nos encontraremos varias resistencias que dependiendo de como estén combinadas ofrecerán distintos comportamientos al paso de la corriente eléctrica:

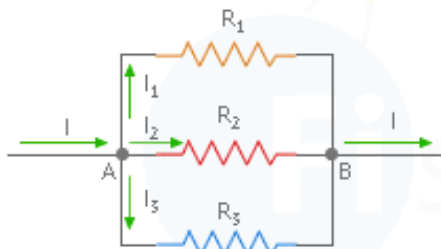


Resistencias en Serie

Cuando las resistencias se encuentran en serie, se sitúan una a continuación de la siguiente.

La intensidad de corriente que circula por cada una de ellas es la misma.

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$



Resistencias en Paralelo

Cuando las resistencias se encuentran en paralelo, comparten sus extremos tal y como se ve en la figura.

La suma de las intensidades de corriente que circulan por cada una de las resistencias es equivalente a la intensidad antes y después de la bifurcación.

La diferencia de potencial es la misma entre los extremos de todas las resistencias.

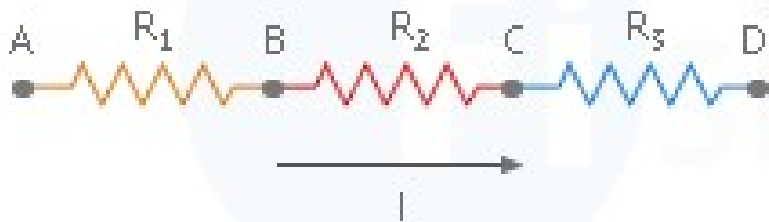
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Asociación de resistencias en serie

Cuando asociamos resistencias en serie:

- La **resistencia** resultante de la asociación es la **suma del valor de cada una**
- Por todas ellas circula **la misma corriente**
- **El voltaje** en los extremos **se divide proporcionalmente entre las resistencias** según el valor de cada una

Este comportamiento hace que la asociación de resistencias en serie se utilice para hacer **circuitos divisores de voltaje o tensión**



$$I = I_1 = I_2 = I_3$$

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

$$V_1 = I * R_1$$

$$V_2 = I * R_2$$

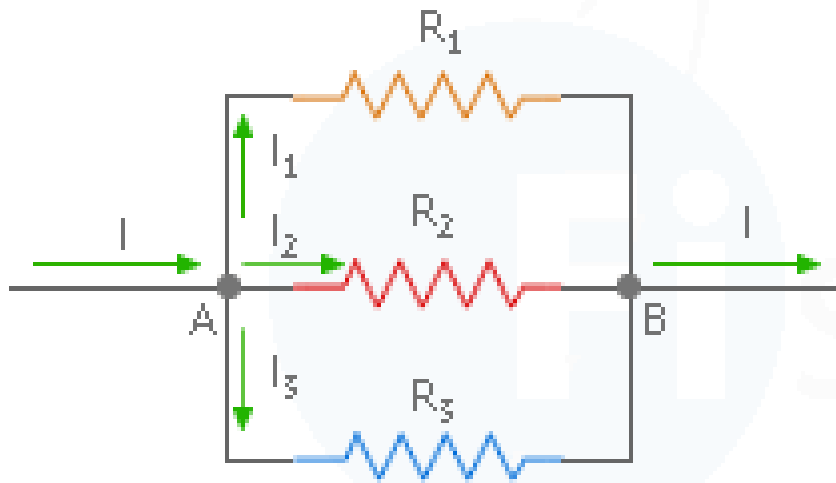
$$V_3 = I * R_3$$

Asociación de resistencias en paralelo

Cuando asociamos resistencias **en paralelo**:

- Todas ellas tienen el **mismo voltaje en sus extremos**
- La **resistencia** resultante de la asociación se calcula aplicando la fórmula $1/R = 1/R_1 + 1/R_2 \dots$
- La **corriente**
 - **Se divide de forma inversamente proporcional al valor de cada resistencia**
 - La **corriente entrante/saliente a/de la división** de las tres resistencias **es por tanto la suma de la corriente que pasa por cada resistencia**

Este comportamiento hace que la asociación de resistencias en paralelo se utilice para hacer **circuitos divisores de corriente**



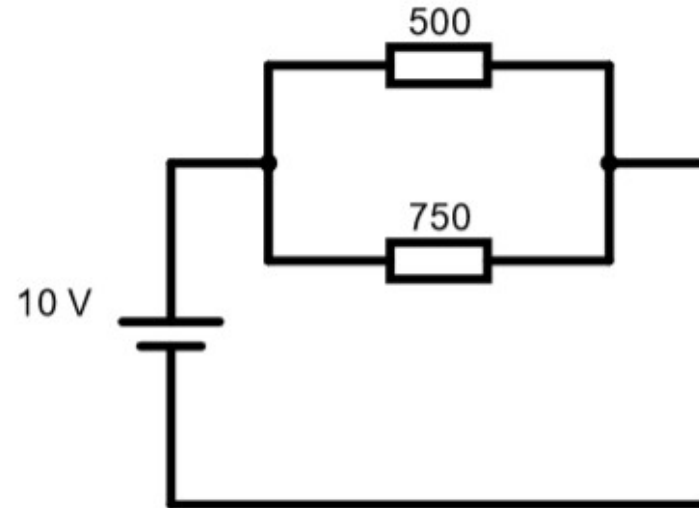
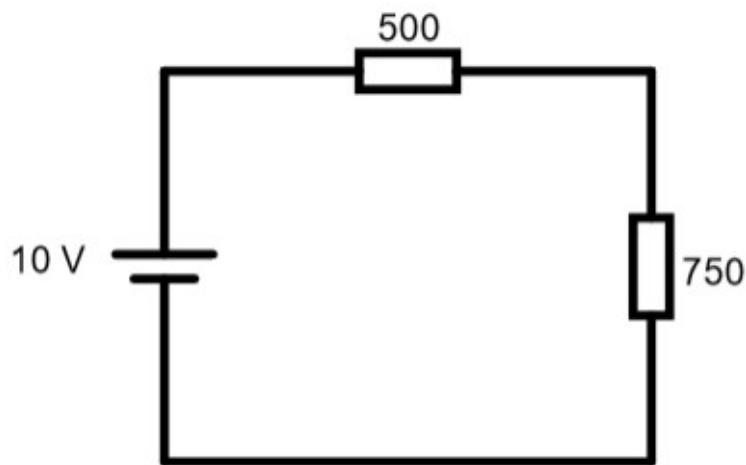
$$V = V_1 = V_2 = V_3$$
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$
$$I_1 = \frac{V}{R_1}$$
$$I_2 = \frac{V}{R_2}$$
$$I_3 = \frac{V}{R_3}$$

Tarea: Voltajes y corrientes con asociación de resistencias

Dados los siguientes circuitos calcula:

- El valor de corriente que circula por cada una de las resistencias
- El valor de voltaje que cae en cada una de las resistencias
- En el circuito con las resistencias en paralelo de la resistencia resultante de la combinación utilizando la ley de Ohm en vez de la fórmula $1/R=1/R_1+1/R_2$

Monta los circuitos en el simulador de Falstad y verifica tus cálculos



Tarea: Resistencias en serie y paralelo

- Accede al simulador y monta un circuito similar al visto antes en el [ejemplo de tomas de tierra](#) pero con una **fuentes CC de 10V** y que en vez de dos **tenga 3 resistencias en paralelo** con los valores **500Ω, 2KΩ y 4KΩ** de forma que cada resistencia tenga su propia toma de tierra
- Examina los valores de corriente y voltaje y aplica la ley de ohm para verificar el cálculo
- Copia el circuito anterior y pégalo
- Modifica la copia el circuito añadiendo en serie otra resistencia adicional con el mismo valor (Puedes copiar y pegar cada una de las resistencias)
- Observa que la intensidad ahora se dividirá en cada terminal a la mitad porque la resistencia total de dos resistencias en serie es la suma de ambas y que por tanto la intensidad se ajusta al valor de la ley de Ohm
- Copia el primer circuito y pégalo
- Modifica esta copia del circuito añadiendo en paralelo a cada una otra resistencia adicional con el mismo valor y conectadas a la misma tierra (Puedes copiar y pegar cada una de las resistencias)
- Observa que la intensidad en el terminal de cada par de resistencias se modifica de acuerdo al cálculo del valor de la resistencia total de dos en paralelo. Comprueba que:
 - Dos resistencias de igual valor en paralelo ofrecen menor resistencia conjunta que una de ellas
 - Utilizando la ley de Ohm y teniendo en el simulador los valores de V e I puedes calcular el valor de la resistencia total de cada par de resistencias en paralelo
- Entregarás en el aula virtual:
 - Una captura del circuito completo con una etiqueta donde se vea tu nombre y apellidos
 - Exporta el circuito como URL y ponlo en los comentarios de la entrega de la tarea

Potencia y energía eléctrica

Potencia eléctrica

▪ Potencia eléctrica (P)

- Es la **energía eléctrica** consumida o producida por un elemento eléctrico **en un momento determinado**
 - En un circuito eléctrico un componente que consuma energía eléctrica la podrá transformar en otro tipo de energía: (Energía calórica, energía cinética (movimiento), ...)
 - Se mide en vatios (W del ingles Watt)
- La **potencia en corriente continua** se calcula como el producto entre el voltaje y la corriente

$$P = V \cdot I$$

$$P = R \cdot I^2 = \frac{V^2}{R}$$

Potencia eléctrica de un dispositivo

- En las especificaciones técnicas de cualquier dispositivo eléctrico y electrónico podremos encontrar la potencia consumida por este, aunque dependiendo del dispositivo este consumo puede variar dependiendo del uso particular en un momento dado. Ejemplos:
 - El consumo de un monitor no es el mismo cuando está encendido que cuando está en standby, pero en las especificaciones veremos que nos indica el consumo en cada caso
 - El consumo de un electrodoméstico como un secador o radiador es mayor o menor cuanto más alta sea la temperatura con el que lo ajustemos
 - El consumo de una CPU o tarjeta gráfica es mayor cuanto mayor sea el procesamiento que le estamos exigiendo en un momento dado
- Es importante saber que **si sólo se nos indica un valor este parámetro hace siempre referencia a la potencia máxima** que este dispositivo puede consumir en un momento dado



LG 24MP59G-P 24" LED Full HD IPS

- **Control de energía**
 - Consumo de energía (inactivo): 0,3 W
 - Consumo energético: 17,1 W
 - Voltaje de entrada AC: 100-240 V
 - Frecuencia de entrada AC: 50/60 Hz



Remington Silk

Características:

- Potente secador profesional de 2400 W



PNY GeForce RTX 3060 Ti XLR8

- **Control de energía**
 - Suministro de energía al sistema mínimo: 650 W
 - Consumo energético: 200 W
 - Conectores de energía suplementario: 1x 8-pin

Potencia eléctrica en una fuente de alimentación

En las fuentes de alimentación y baterías también encontraremos la **potencia máxima** que estas puede dar. No podremos conectar dispositivos a estas que tengan unas necesidades de potencia mayores.

- La fuente de alimentación de un ordenador nos especifica la potencia en W en valores en torno a los cientos (350 W, 450 W, 500 W, ... 750 W)
- En otras fuentes de alimentación y baterías puede no venir especificado el valor en W, pero sí que tendremos el voltaje (V) y la corriente (A), que determinan por tanto la potencia que pueden dar multiplicando ambos valores.
- Estas fuentes de alimentación siempre darán un V constante, serán los A y los W los que varían en función de las demandas energéticas de lo que les conectemos



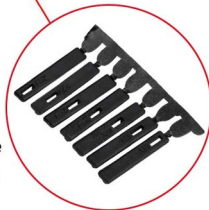
Avería del cargador de un portátil

Una avería común que el cargador de un portátil se estropee o se pelen los cables, lo cual supone un riesgo de cortocircuito. Ante esto tenemos dos alternativas:

- Comprar el **cargador original**, diseñados especialmente para el ordenador y que suelen ser más difíciles de encontrar y más caros, pero si tenemos un dispositivo con carga rápida es posible que sólo funcione con el cargador original
- Comprar un **cargador universal** en el que podemos seleccionar el voltaje de acuerdo a las especificaciones del ordenador, sirviendo así para múltiples modelos y marcas. También deberemos fijarnos si es capaz de dar la corriente máxima que nos podrá pedir el ordenador



lock the cover correctly during charging, in case cause charging problem



Enlace

90W Universal AC Power Adapter User Manual

Thank you for purchasing the Laptop Power Adapter for home/office. This Adapter provides universal charging solution for users with more than one electronic device.

How to get Connected

1. Choose suitable DC tip for laptop
2. Connect tip to DC cable



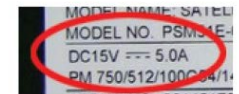
3. Select correct voltage (very important)

Note: Do not connect the adapter to your laptop or electric socket



If your laptop requires 19V, please select 19.5V.

1



At back of your laptop, check voltage information on the label.

4. Use the safety lock to settle output voltage during charging.



5. Connect DC cable to the laptop and plug AC cord into a reliable electric socket.
6. Using the built-in USB port to charge your phone and other compatible devices.



2

Tarea: Potencia eléctrica en GPUs

En un ordenador uno de los elementos que más consumo potencia eléctrica puede necesitar es la tarjeta gráfica o GPU, sobretodo cuando elegimos una pensando en que nos de un rendimiento óptimo en diseño 3D y principalmente gaming.

La elección de uno u otro modelo condicionará la fuente de alimentación que tendremos que utilizar.

Para ver la diferencia de consumos entre distintos modelos de tarjetas **busca los consumos y la potencia de la fuente de alimentación** recomendada para **tarjetas gráficas de cualquier fabricante con los siguientes chips:**

▪ Chips Nvidia

- Serie 16 → GTX 1630, GTX 1650 y GTX 1660
- Serie 20 → RTX 2060, RTX 2070 y RTX 2080
- Serie 30 → RTX 3050, RTX 3060, RTX 3070, RTX 3080 y RTX 3090
- Serie 40 → RTX 4060, RTX 4070, RTX 4080 y RTX 4090

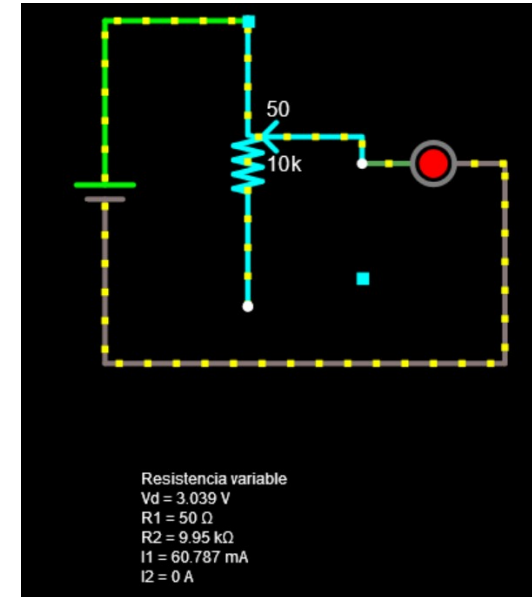
▪ Chips AMD

- Serie 500 → RX 550, RX 560, RX 570 y RX 580
- Serie 5000 → RX 5500 y RX5600, RX5700, RX 5800 y RX 5900
- Serie 6000 → RX 6400, RX 6500, RX 6600, RX 6700, RX 6800 y RX 6900
- Serie 7000 → RX RX 7600, RX 7700, RX 7800 y RX 7900

Nuevos componentes en el simulador

Para la siguiente tarea vamos a introducir componentes nuevos en el simulador:

- **Salidas y rótulos → Led (I):** Tiene el parámetro “Corriente máxima de encendido” con el que se ajusta el valor de la corriente en el que brillará con intensidad máxima
- **Componentes pasivos → Resistencia variable:** Tiene tres terminales, uno en cada extremo y otro en el medio tal que:
 - La resistencia en los terminales de los extremos es siempre la máxima
 - La resistencia entre un terminal extremo y el del medio será la parte variable de la resistencia según ajustemos el valor con la rueda del ratón



Enlace

Editar Componente

Valor en Rojo (0-1)

Valor Verde (0-1)

Valor en Azul (0-1)

corriente Máxima de Encendido (A)

Modelo

Tarea: Simular la variación de potencia eléctrica

Vamos a simular las variaciones de consumo que podemos tener en un dispositivo. Para esto con el simulador de circuitos:

- Añade una fuente de alimentación de 1 terminal de 10V
- Añade un potenciómetro de 10K
- Añade un led (l) a la salida del potenciómetro
- Añade una toma de tierra en la salida del led

Utilizando el potenciómetro modifica el valor de la resistencia y observa que:

- En la resistencia el voltaje se mantiene constante por mucho que modifiques el potenciómetro
 - La corriente varía según ajustes el potenciómetro inversamente al potenciómetro. Cuantas más resistencia menos corriente
 - En el led la potencia se modifica proporcionalmente a la corriente. Cuanta más corriente más potencia y más brillo del led
- Un dispositivo conectado a una fuente de alimentación cuyo consumo no sea fijo hace lo mismo:
- Cuando necesita más potencia actúa como un potenciómetro al que le bajamos la resistencia → Suben los A y en consecuencia suben los W
 - Cuando necesita menos potencia actúa como un potenciómetro al que le subimos la resistencia → Bajan los A y en consecuencia bajan los W

Energía eléctrica

▪ Energía eléctrica (E)

- Es el trabajo necesario para desplazar una carga eléctrica entre dos puntos sometidos a una diferencia de potencial
- También se puede expresar como la **potencia eléctrica sostenida durante un tiempo**
- Para medirla se utilizan dos unidades:
 - **Julios (J)** que es equivalente a **watios por Segundo**
 - **Kilowatios-hora (kWh)** cuya equivalencia con el Julio es de $1\text{kWh} \rightarrow 1\text{kWh} = 1000\text{ warios} * 3600\text{ segundos} = 3,6 * 10^6\text{ Julios}$
- Esta energía eléctrica entre otras cosas se puede transformar en otras energías:
 - **energía cinética** (movimiento)
 - **energía calorífica** (calor)
- La energía eléctrica que consume un dispositivo determinará entre otras cosas:
 - Cuanto nos va a durar una batería
 - Cuanto vamos a pagar en la factura de la luz por tener un dispositivo encendido

$$E = P \cdot t$$

$$E = V \cdot I \cdot t$$

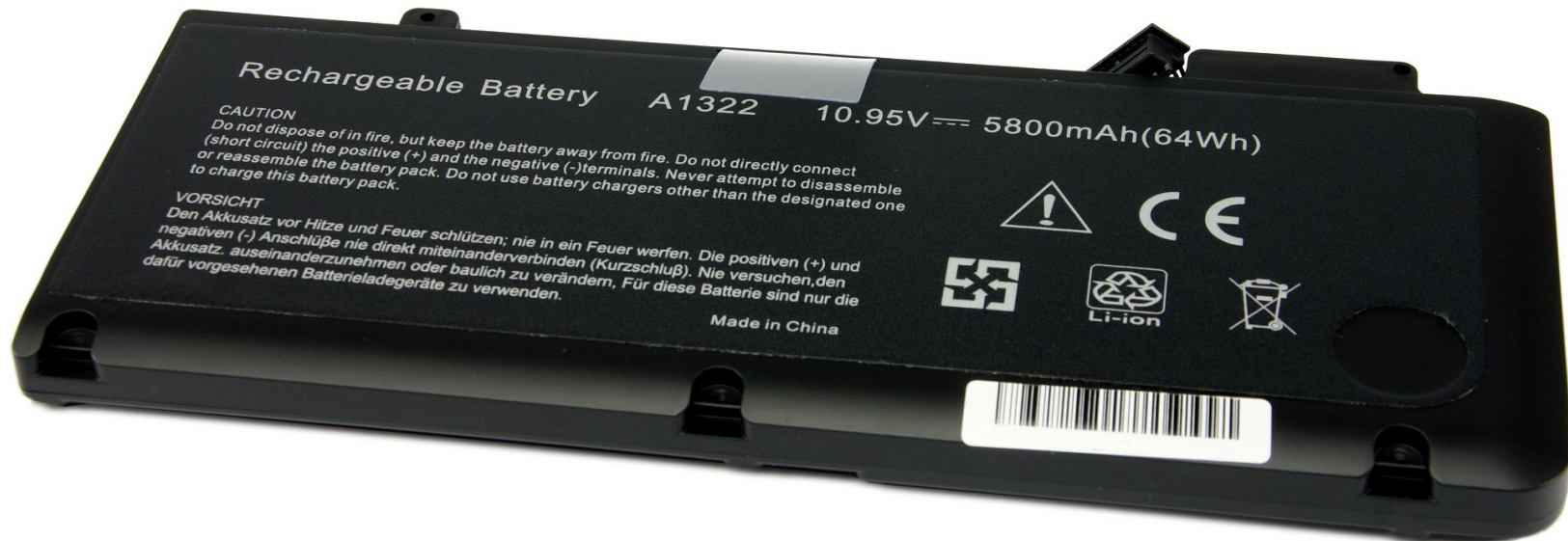
Capacidad de baterías en Vatios-hora (Wh)

Las baterías son elementos de nuestros dispositivos electrónicos que **almacenan energía eléctrica**.

Algunas baterías indican la cantidad de energía que almacenan en forma de **Vatios-Hora (Wh)**, que especifica la **potencia máxima que puede dar una batería durante una hora**. La duración de la batería dependerá de la demanda de W del dispositivo que le conectemos. Ejemplos:

- Una Batería de 80 Wh puede dar un máximo de 80 W durante una hora
- Esta misma batería de 80W puede dar 40 W durante dos horas y 20 W en cuatro horas

En el caso de las baterías de los portátiles tienen valores que pueden rondar entre los 40 y los 80Wh:



Capacidad de baterías en Vatios-hora (Wh)

Una buena batería también es una ventaja de los equipos portátiles más premium. Vemos algunos ejemplos de capacidades de baterías de portátiles de distintas gamas

Modelo	Gama	Capacidad batería
HP 15-DA0188NS Intel Core i3-7020U/4GB/128GB SSD/15.6"	Baja	41 Wh
Lenovo Ideapad 330 Intel Core i3-6006/4GB/500GB/15.6	Baja	30 Wh
ASUS ZenBook UX430UA	Media	50 Wh
Apple MacBook Pro Intel Core i5 1.4GHz/8GB/256GB SSD/13.3" Gris Espacial	Media	58,2 Wh
Asus Rog Zephyrus GX701GX-EV007T Intel Core i7-8750H/24GB/512GB SSD /RTX2080/17.3"	Alta	76 Wh
Apple MacBook Pro Intel Core i9 2.3GHz/16GB/512GB SSD/Radeon Pro 650X /15.4"	Alta	83,6 Wh

Capacidad de baterías en amperio hora (Ah)

- El amperio también se utiliza para medir la capacidad de las baterías combinándolo con la unidad de tiempo hora
- Esta unidad es el **amperio hora** y nos indica la **cantidad máxima de amperios** que puede dar una batería durante una hora (Si no utilizamos la corriente máxima durará más). Vemos algunos ejemplos:
 - Una batería con una capacidad de 1 Amperio hora 1Ah es capaz de dar una corriente máxima de 1 amperio durante una hora
 - Una batería de 100Ah puede dar 100A durante una hora o 10A durante 10 horas
- Las baterías varían la corriente (A) que entregan en función de la demanda del dispositivo que tengan conectadas, pero el voltaje (V) siempre se mantiene constante.
- La capacidad de las pilas recargables y baterías de móviles y tablets suele venir dada en el submúltiplo **miliamperios hora (mAh)**:
 - Una pila recargable AA suele andar entre los 2000 mAh y los 2800 mAh
 - La batería de un móvil suele variar entre 3000 mAh 5000 mAh
 - La de una tablet suele variar 6000 mAh y 8000 mAh



Capacidad baterías: mAh vs Wh

La capacidad de una batería puede venir dada indistintamente en mAh o Wh o incluso que nos den los dos valores, aunque dependiendo del tipo de dispositivo nos podemos ver que se decanta por una u otra como ellos siguientes caso:

- En pilas recargables y baterías de móvil y tablets nos dan la capacidad por lo general en mAh
- La de los portátiles nos la muestran por lo general en Wh

La diferencia está en que miden cosas distintas:

- mAh → Es una medida de **carga eléctrica**
- Wh → Es una medida de **energía**

En términos de autonomía de la batería es igual saber uno u otro valor, y tienen una conversión directa gracias a la fórmula $P = V \cdot I$, por lo que **sólo necesitamos el valor del voltaje de la batería para hacer esta conversión, que siempre se mantiene constante:**

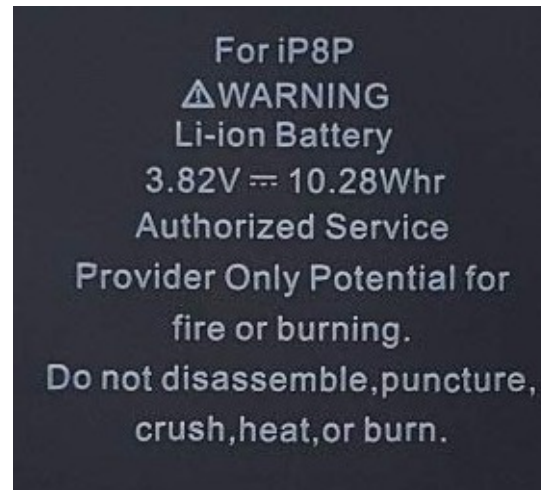
$$Wh = \frac{mAh}{1000} \cdot V \quad mAh = Wh \cdot \frac{1000}{V}$$

Especificaciones y ejemplos de conversión

Vemos un ejemplo de batería de portátil y otra de una batería no original del Iphone 8 Plus y hacemos las conversiones de mAh a Wh y a la inversa:



Aunque ponga todos los parámetros vamos a hacer **conversión mAh → Wh**:
5,2 Ah * 11,1 = 57,72 Wh
muy cerca de los 58 que ya indica



En este caso sólo tenemos el valor en Wh y el voltaje. Lo utilizamos para pasarlos a mAh:

$$(10,28 \text{ Wh} / 3,82 \text{ V}) * 1000 = 2.691 \text{ mAh}$$

Duración de una batería

La duración de una batería siempre dependerá de los dispositivos que tengamos conectados a ella y de la demanda que hagan de W o A

Suponiendo que lo que tenemos conectado a una batería tiene un consumo constante de W o A podemos hacer el cálculo de lo que nos durará la batería dividiendo su capacidad por la demanda, siempre igualando las unidades.

Esto lo aplicamos independientemente de si tenemos una batería con la capacidad en Wh o en mAh, para lo cual siempre tenemos que saber la demanda en W o mA respectivamente.

Así podemos calcular la duración de una batería con las siguientes fórmulas según el caso:

$$\text{Duración batería (horas)} = \frac{\text{Capacidad batería (Wh)}}{\text{Potencia demandada (W)}}$$

$$\text{Duración batería (horas)} = \frac{\text{Capacidad batería (mAh)}}{\text{Corriente demandada (mA)}}$$

Tarea: Duración de una batería

Ejercicio 1:

Si tenemos un móvil con una batería de **5000 mAh** tal que consume:

- Con la pantalla encendida una corriente de 1000 mA
- Con la pantalla apagada una corriente de 100 mA
- ¿Cuanto aguantará si lo dejamos con la pantalla encendida con la batería totalmente cargada hasta que se descargue completamente?
- ¿Cuanto aguantará si el 10% del tiempo está con la pantalla encendida y el resto con la pantalla apagada?

Ejercicio 2:

Si tenemos un portátil con una batería 11V y una capacidad de 50Wh, que ha tardado 2 horas en descargarse

- ¿Cual fue la **potencia media (W)** consumida?
- A partir de la potencia media que calculaste antes, ¿Cuanta **corriente (A)** necesitó de media en esas dos horas?

Coste económico de la energía eléctrica consumida

- Las compañías eléctricas nos hacen el cálculo de la factura en estableciendo un precio por **Kilowatios-hora (kWh)**, por lo que nuestra factura se calculará en función de la cantidad de kilowatios que consumimos por hora a través de nuestros dispositivos eléctricos
- Para saber cuanto va a costar en € tener encendido un dispositivo tenemos que:
 - Mirar en sus especificaciones técnicas cual es **su consumo máximo** en kW
 - Multiplicar estos kW de consumo por el número de horas que estará funcionando con lo que obtenemos los kWh consumidos por dicho aparato
 - Sólo quedaría multiplicarlo por el precio kilowatio hora para obtener el coste en €

Ejemplo de cálculo de consumo de un dispositivo:

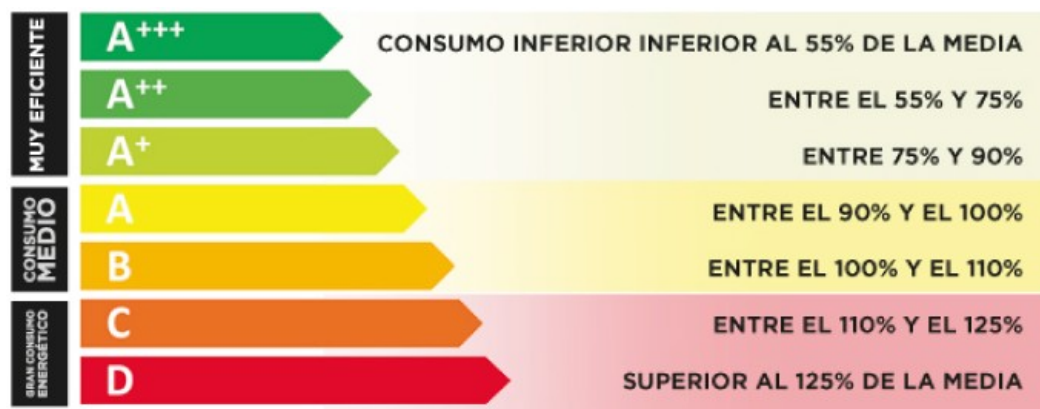
Calcula cuanto vamos a pagar en una factura de luz por un dispositivo que tiene un consumo constante de 100W y hemos tenido permanente encendido durante una semana, teniendo en cuenta que la compañía eléctrica tiene un precio de 0,125 kWh:

Precio factura:

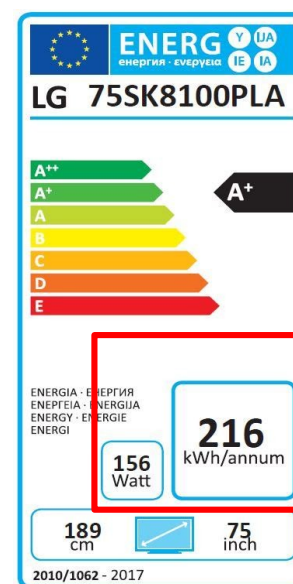
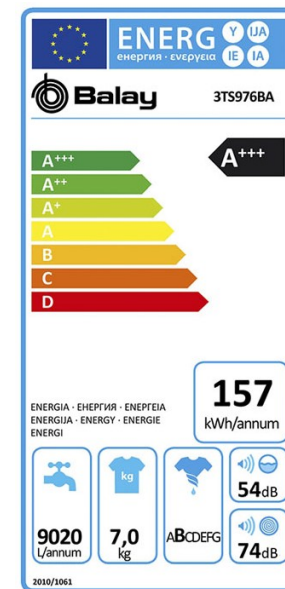
$$(100 \text{ W} / 1000) \text{ kW} * 7 \text{ días} * 24 \text{ horas por día} * 0,125 \text{ €/kWh} = \mathbf{2,1 \text{ €}}$$

Etiquetado energético

- Por normativa europea electrodomésticos y aparatos de consumo tiene que incorporar la etiqueta energética, que nos informa de una forma rápida lo eficiente que es energéticamente de acuerdo a la siguiente escala:



- Además proporciona otros parámetros como la potencia máxima que consume, una estimación de su consumo anual y otros específicos según el tipo del dispositivo (Tamaño o capacidad, nivel de ruido, ...)
- En un ordenador nosotros encontraremos este etiquetado en los monitores



$216.000 \text{ Wh} / 156 \text{ W} = 1384 \text{ horas} / 365 \text{ días}$
3,8 horas diarias de uso es el valor que utilizan para la estimación

¿Por qué importa el consumo energético?

▪ El más evidente es el económico:

- Cuantos menos kWh más bajamos el precio de la factura de la luz
- Podemos amortizar un dispositivo más caro pero más eficiente en la factura de la luz a medio/largo plazo



▪ El más importante es el ecológico:

- Una reducción del consumo energético implica una reducción en las emisiones de CO₂
- Cada kWh consumido en un domicilio supone aproximadamente la emisión de 500 gramos de CO₂ a la atmósfera (Depende de la fuente de energía, las peores suelen ser centrales térmicas)
- Este CO₂ es consecuencia del coste de generar dicha energía y es un gas de efecto invernadero
- Optando por dispositivos más ecológicos reducimos nuestra huella ecológica



Tarea: Cálculo del gasto en la factura según consumo

Vamos a calcular cuanto supondría en la factura de la luz tener una serie de dispositivos encendidos las 24 Horas del día durante 30 días, suponiendo que trabajan en el punto de mayor consumo

Para esto tienes que buscar un precio de kWh de una compañía eléctrica (Escoge una tarifa con precios fijos todo el día)

Dispositivo	Potencia (Máxima)	Kwh en 30 días	€ en 30 días
Seagate BarraCuda 3.5" 1TB SATA3	inactivo: 0.94 W espera: 4.6 W en uso: 5.3W		
Kingston A400 SSD 480GB	lectura: 0,642 W escritura: 1,535 W espera: 0,195 W promedio: 0,279 W		
Western Digital Blue 3D Nand SATA SSD M.2 2280 500GB	lectura: 2,2W escritura: 2,25W		
TV LG 55UK6300PLB 55"	89W encendido 0,5W standby		
Asus VS278H 27" LED FullHD	45W encendido 0,5W standby		
AMD Ryzen 3 2200G 3.5Ghz	65W		
Intel Core i7-8700K 3.7Ghz	95W (Es potencia TDP, que en realidad no se corresponde con la real consumida)		
GEFORCE GTX 1070	180W		

Tarea: Tiempo de amortización según consumo

En tu empresa ha surgido la necesidad de comprar 400 monitores nuevos para renovar una partida defectuosa y te han pedido ayuda para escoger el modelo a comprar

Tras consultar varios proveedores se han reducido las opciones a dos monitores de 22" de la marca LG:

- **LG 22MK400H-B**, monitor de 22" que cuesta 95€ y tiene un consumo de 26W
- **LG 22MK600M**, monitor de 22" que cuesta 105€ y tiene un consumo de 13,5 W

Tú crees que el mejor es el segundo, es de mejor calidad y tiene un menor consumo, pero esos 10 € de más por modelo suponen un sobre coste de 4000€ con respecto al primero

¿Podrías echar la cuenta del tiempo que se tardaría en amortizar esos 4000€ en la factura de la luz si estos 400 ordenadores se pasarán una media de 8 horas al día encendidos?

Efecto Joule y potencia calórica de un ordenador

- El efecto Joule es el fenómeno por el cual si **por un conductor circula corriente eléctrica se eleva la temperatura del mismo**
- Esta elevación de temperatura es una consecuencia de los choques de los electrones con los átomos de los materiales que atraviesan, esto provoca una **transformación de la energía cinética de los electrones en energía calórica**
- Esta energía calórica se mide en **Julios o calorías (1 Julio = 0,24 calorías)**
- La **energía calórica** que se desprende de un circuito se calcula con la misma fórmula que ya vimos ($E=P \cdot t$), que podemos combinar con las fórmulas de la potencia y ley de Ohm para obtener fórmulas equivalentes:

$$E = P \cdot t$$

$$E = V \cdot I \cdot t$$

$$E = R \cdot I^2 \cdot t$$

$$E = (V^2 / R) \cdot t$$

- Un ordenador al tener circuitos electrónicos por los que circulan corriente eléctrica se calentará como consecuencia de este efecto Joule
- Algunos componentes que operan a frecuencias muy elevadas, como la CPU o la GPU de una tarjeta gráfica requieren mecanismos de refrigeración adicionales, como ventiladores y disipadores



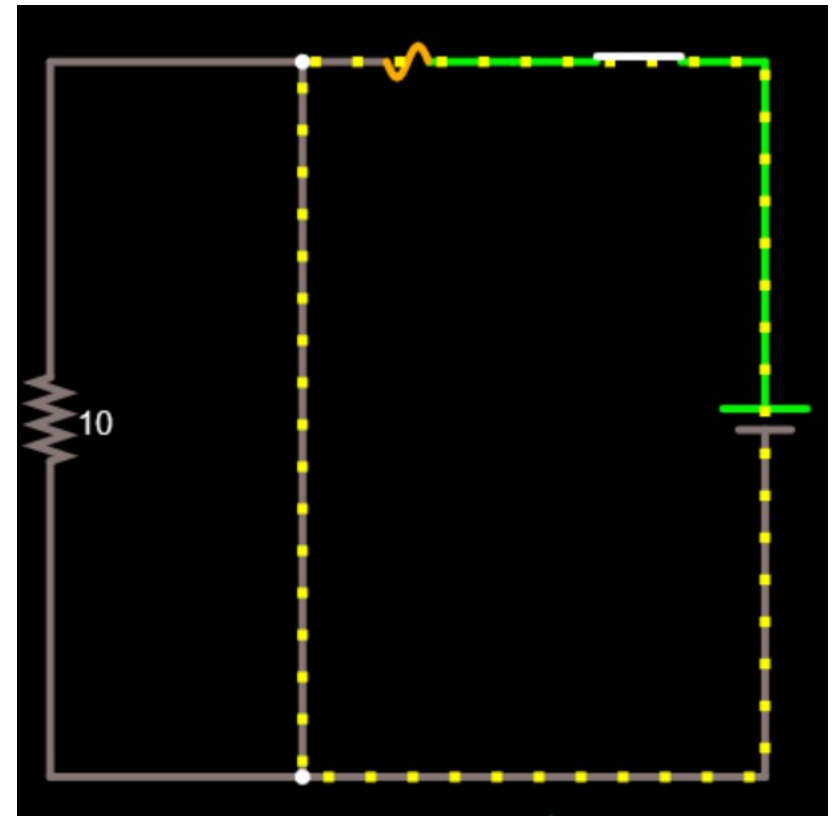
El cortocircuito

- Se produce un cortocircuito cuando **la corriente sigue un camino de resistencia cero** en vez de ir por el camino para el que estaba diseñado que recibiera la carga
- Como vimos cuando asociamos resistencias en paralelo **la corriente se irá mayormente por donde se ofrezca la resistencia más baja** por lo que si una de esas resistencias es 0, como será el caso de un cortocircuito, se irá toda por ahí
- Esta resistencia cero implica un **aumento brusco de la intensidad** de la corriente eléctrica según la ley de Ohm
→ $I = V/R$
 - Cuanto más baja es la resistencia más crecerá la Intensidad
 - Si la resistencia es 0 por la ley de Ohm I crecerá hasta infinito. Como no es posible tener infinitos amperios llegaremos al máximo que pueda dar el circuito
- **En todo caso el aumento de corriente provoca que se produzcan temperaturas más elevadas por el efecto Joule**, atendiendo a la fórmula $E = V \cdot I \cdot t$
- Este aumento de temperatura puede dar lugar a que se derritan elementos de nuestro circuito no diseñados para soportar elevadas temperaturas dejándolo inutilizado más allá de una posible reparación

$$E = P \cdot t$$

$$E = V \cdot I \cdot t$$

$$E = R \cdot I^2 \cdot t$$



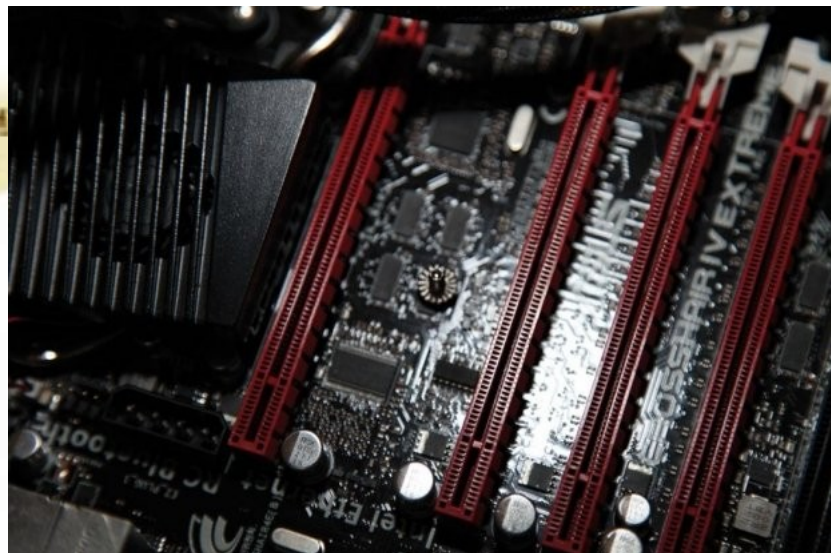
Enlace

Causas accidentales de un cortocircuito

Un cortocircuito se da por tanto cuando hacemos un puente entre dos elementos del circuito que no estaban diseñados para estar conectados y cuyo contacto provoca esta elevación de la corriente.

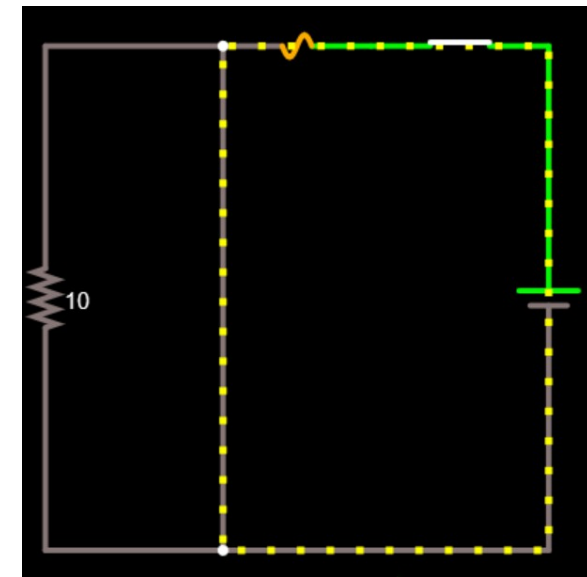
Esto puede ocurrir en distintas situaciones accidentales como las siguientes:

- **Cables pelados** del cable de un aparato eléctrico. Algo habitual a medida que pasa el tiempo por las sucesivas dobleces y tensiones a las que lo podemos someter
- Juntar los terminales de un enchufe. Algo con lo que hay que tener especial cuidado con los niños pequeños con tijeras y dedos, pero que es el equivalente a que se junten dos cables pelados que salen directamente del enchufe
- **El agua o la humedad excesiva.** El agua como conductor puede crear este puente que provoca el corto
- **Caída accidental de un tornillo, barra metálica o cualquier conductor** en una placa de circuito impresa. Aunque es difícil no es imposible que un tornillo suelto dentro de la caja de un ordenador nos pueda crear un corto en una placa y “quemarla”, por lo que es importante no dejar tornillos sueltos



Elementos de protección ante un cortocircuito

- Una forma de proteger de posibles cortocircuitos es utilizar fusibles
- Los **fusibles (fuse)** son elementos que se introducen en diversos puntos del circuito y tienen un conductor que se rompe en el momento que alcanza una determinada temperatura impidiendo el paso de corriente antes de que la temperatura sea demasiado alta y pueda estropear otros elementos del circuito más caros o sensibles
- El fusible por lo general **es una pieza reemplazable**, por lo que cada vez que se “quema” deberíamos identificar el problema que causo el corto y solucionarlo para después reemplazar el fusible
- En el circuito anterior se utilizo un fusible para hacer la simulación. Si ajustamos la velocidad de la simulación vemos como el fusible va cambiando progresivamente de color a medida que se va calentando más hasta que se rompe y deja de circular la corriente



Enlace

Componentes eléctricos de un circuito electrónico

Clasificación componentes circuitos

Hasta ahora vimos conceptos básicos de la electricidad y visto circuitos sencillos con elementos básicos como fuentes de alimentación y resistencias. Vamos a ver otros componentes eléctricos utilizados en circuitos y los vamos a clasificar en dos categorías:

▪ Pasivos

Dependiendo del componente se caracterizan porque no realizan ganancia, limitan el paso de la corriente, protegen y/o unen los componentes activos.

Dentro de estos tenemos las **resistencias**, **condensadores** y **bobinas** entre otros

▪ Activos

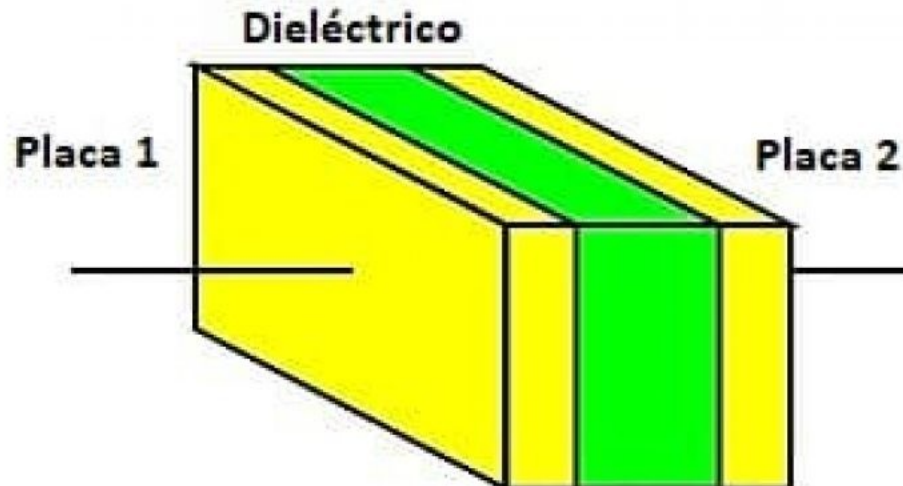
Son capaces de excitar, amplificar o controlar un circuito.

Dentro de estos tenemos los **diodos** y los **transistores** contruidos con materiales semiconductores

Condensador

Condensador

- Un condensador es un dispositivo eléctrico que es **capaz de almacenar energía en forma de carga eléctrica**
- Consiste en dos placas metálicas separadas por un material aislante llamado dieléctrico
- Su principal propiedad es la **Capacidad**, que indica cuanta carga es capaz de almacenar y esta se mide en **Faradios (F)**
- Otra propiedad importante es la **tensión de perforación**, que nos indica el voltaje máximo capaz de soportar dicho condensador **sin que se rompa la capa dieléctrica**



Funcionamiento de un condensador

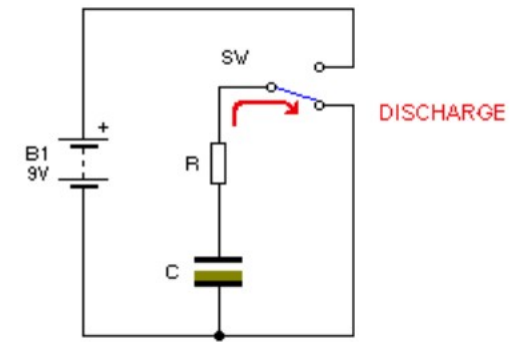
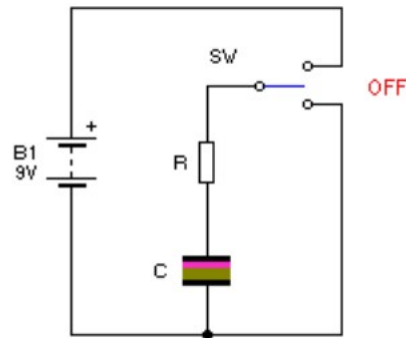
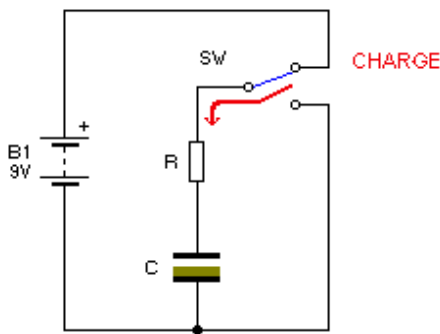
El condensador funciona en dos fases:

■ Fase de carga:

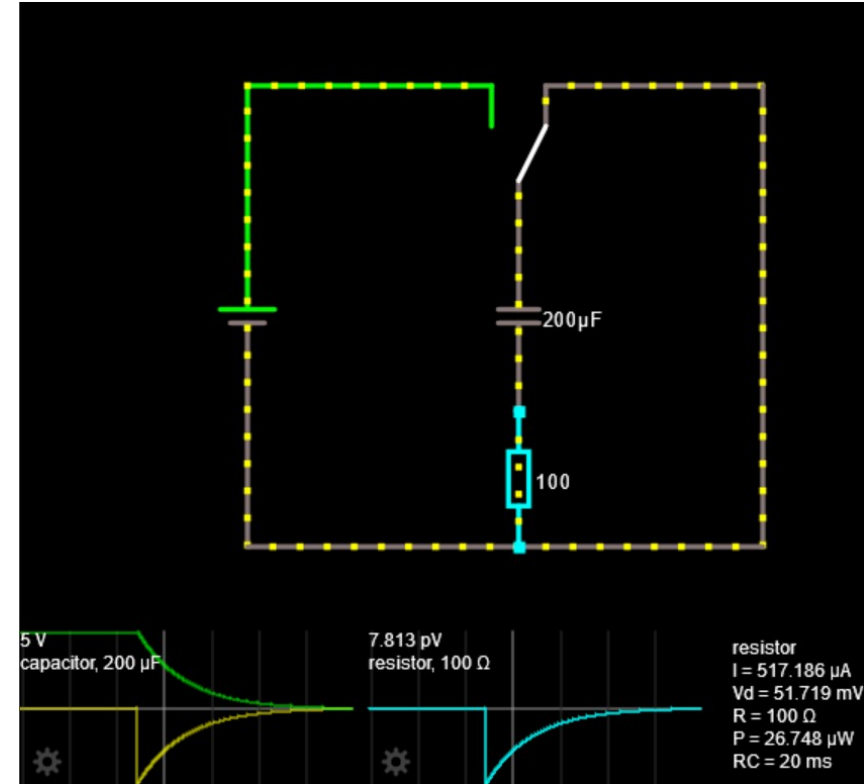
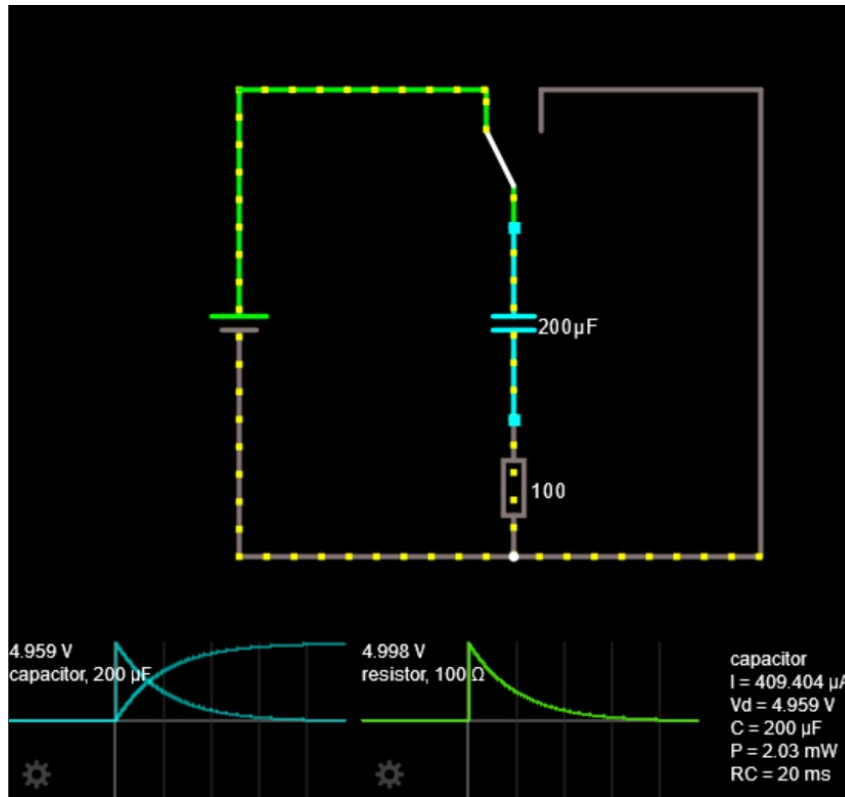
- Conectamos condensador a una fuente de alimentación este **empieza a cargarse** al circular la corriente por él
- El condensador llegará al tope de su carga, momento en el que cortará cualquier paso de corriente por él

■ Descarga:

- Desconectamos el condensador de la fuente y lo conectamos a una resistencia
- El condensador va liberando progresivamente su carga



Curvas de carga y descarga en el simulador



Enlace a circuito

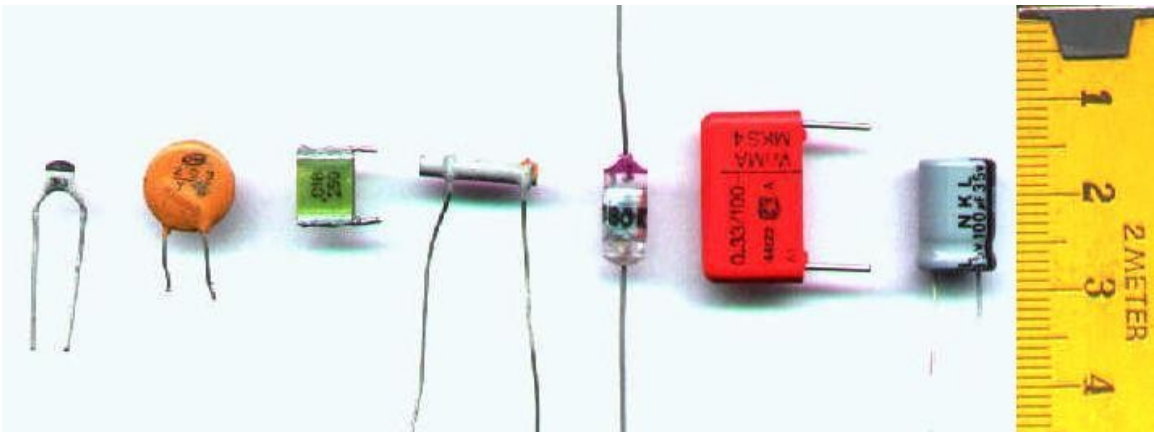
- En la **fase de carga**:
 - El voltaje sobre el condensador va creciendo gradualmente
 - En proporción va decreciendo la corriente hasta que llega a su tope de carga y deja de circular
- En la **fase de descarga** corriente y voltaje disminuyen proporcionalmente sobre la resistencia

PRECAUCIÓN: Hay que tener cuidado cuando manipulamos condensadores, pueden tener carga y descargarla sobre nosotros si tocamos los dos terminales

Condensadores fijos y variables

Según su construcción tenemos dos tipos de condensadores:

- **Fijos:** Su capacidad permanece constante. Son los más utilizados en la construcción de circuitos
- **Variables:** Su capacidad varía en función de la actuación de algún agente externo. Se utilizan generalmente en la construcción de sensores de proximidad para control industrial pero también en los **botones capacitivos**, que podemos encontrar en muchos dispositivos de electrónica de consumo sustituyendo a los tradicionales botones mecánicos



Condensadores con y sin polaridad

Los condensadores fijos los podemos clasificar dependiendo de los materiales utilizados en su construcción y más concretamente en la de su dieléctrico, que puede ser: **cerámico, mica, papel, electrolítico, aire, poliestireno**

Pero la principal atiende a que estos tenga o no polaridad:

- **Sin polaridad:** Suelen ser de **poca capacidad**. Para su fabricación pueden emplearse diferentes materiales aislantes en el dieléctrico: cerámica, papel, plástico, etc
- **Con polaridad:** Construidos con láminas de aluminio, papel y óxido de aluminio como dieléctrico. **Se consiguen con ellos mayores capacidades**, pero debemos de tener en cuenta su polaridad a la hora de conectarlos en el circuito.



Cerámicos



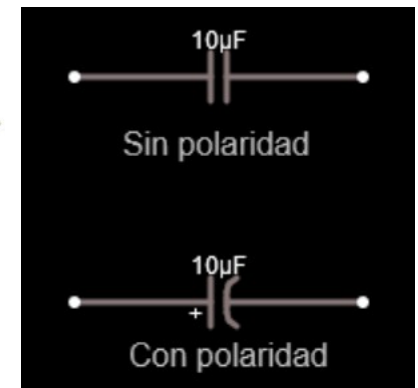
Mica






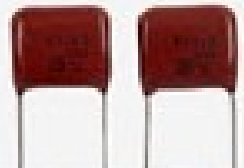


Poliéster



Electrolítico

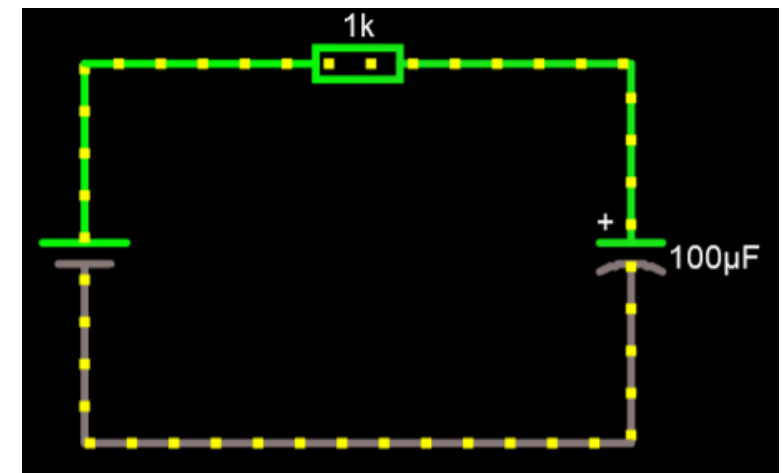
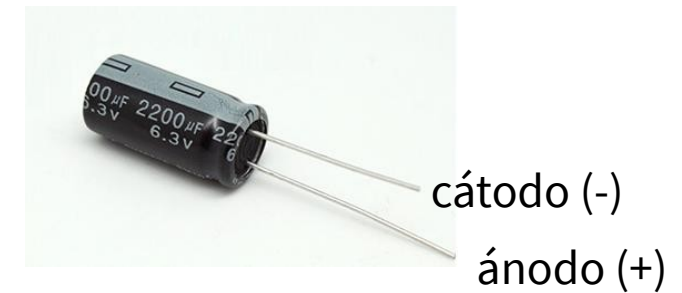
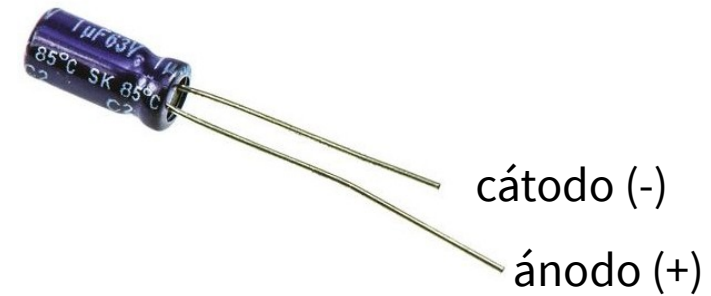


Características según tipos de condensador

Nombre	Características	Valores eléctricos típicos	Foto
Electrolíticos	Papel impregnado de electrólito como dieléctrico	Tienen polaridad y $C > 1 \mu\text{F}$	
Electrolíticos de tantalio o de gota	Película de óxido de tantalio amorfo como dieléctrico	Tienen polaridad y $C > 1 \mu\text{F}$	
Poliéster metalizado MKT	Dos capas de policarbonato recubiertas por una banda metálica que se enrollan juntas	Valores aprox $< 1 \mu\text{F}$	
Poliéster	Similares a los anteriores variando la fabricación, que da como resultado estructuras planas	Valores aprox $< 470 \text{ nF}$	
Poliéster tubular	Similares a los anteriores pero con estructura en forma de tubo	Valores aprox $< 470 \text{ nF}$	
Cerámico de lenteja / de disco	Cerámicos más corrientes	Valores aprox $0,5 \text{ pF} < C < 47 \text{ nF}$	

Condensadores polarizados

- Los condensadores polarizados más utilizados son los electrolíticos.
- La polaridad viene marcada por la longitud de la patilla y por el dibujo que podemos ver en la cubierta en forma de una banda blanca que indica el polo negativo:
 - **Polo positivo (+) → Ánodo** → Patilla más larga
 - **Polo negativo (-) → Cátodo** → Patilla más corta y banda blanca en la cubierta
- Con estos condensadores el **polo positivo (ánodo)** siempre se conectará del lado del polo positivo de la fuente de alimentación



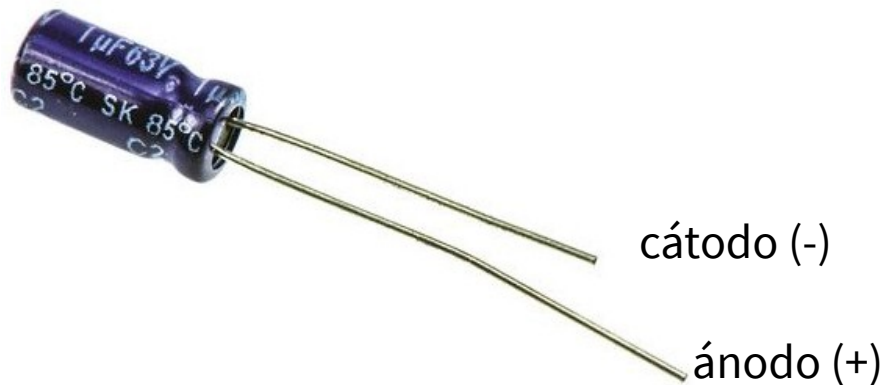
Enlace circuito

Conectar al revés un condensador polarizado

Si aplicamos tensión sobre el cátodo y superamos la tensión de perforación destruiremos el dieléctrico. En el caso de los condensadores electrolíticos tendrá lugar una pequeña explosión en la que saldrá vapor como consecuencia del sobrecalentamiento.

Vemos un vídeo que ilustra este momento:

<https://www.youtube.com/watch?v=w8H-6PJm22A>



Combinación de condensadores

Al igual que las resistencias los condensadores se pueden asociar en serie o en paralelo, sólo que en este caso las fórmulas de cálculo cambian:

- **En serie**

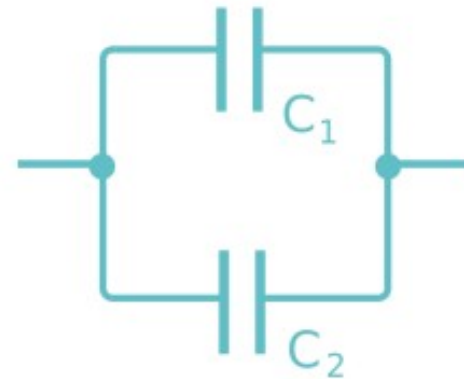
La capacidad total va a ser menor que las de los condensadores utilizados, por lo que nos sirve para disminuirla



$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

- **En paralelo**

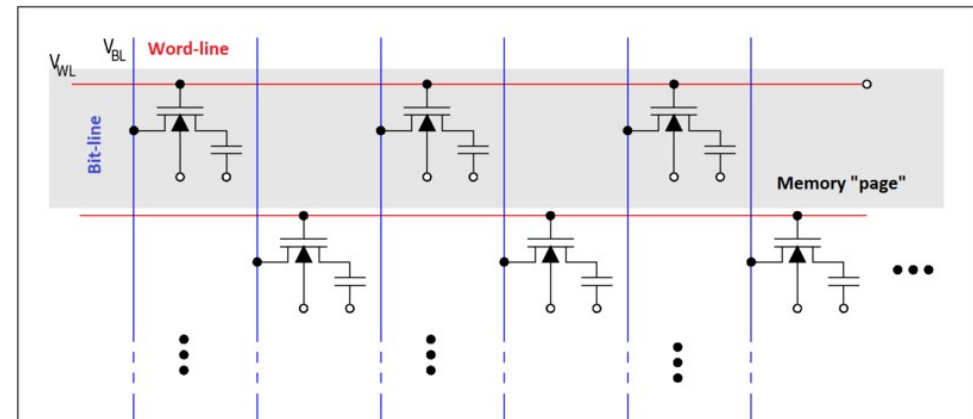
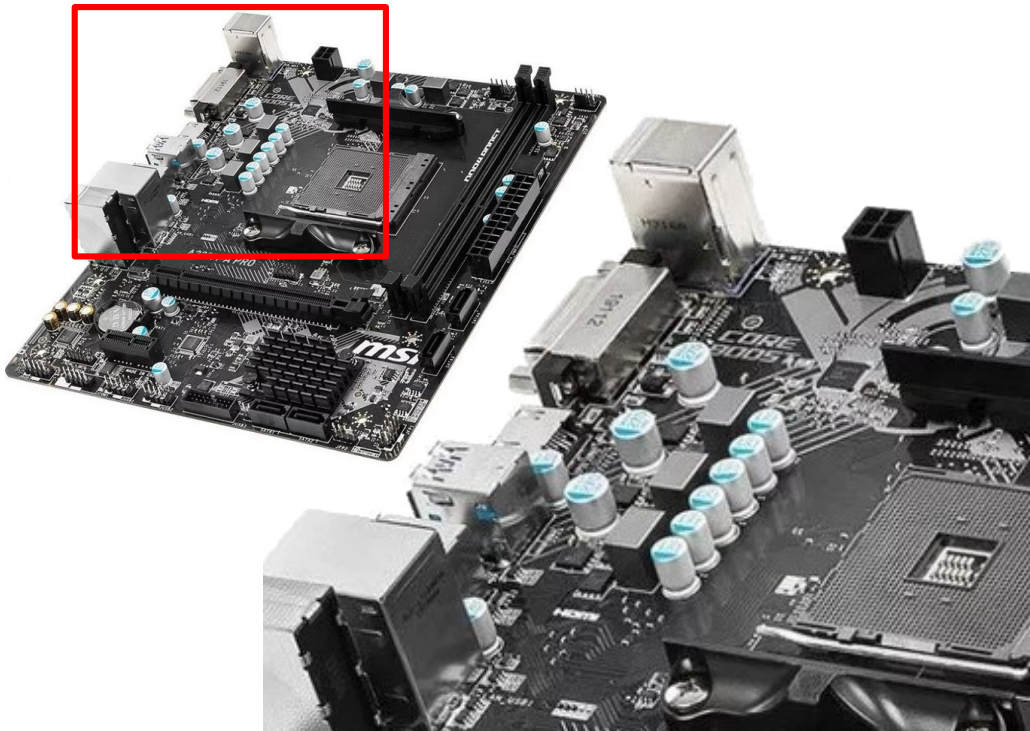
Las capacidades se suman, por lo que nos sirve para aumentar la capacidad juntando varias de poca capacidad



$$C_T = C_1 + C_2$$

Usos de un condensador

- Los condensadores tienen usos en múltiples campos: Osciladores, tubos fluorescentes, flash de las cámaras, demoduladores AM, ...
- En lo que a informática respecta nos los encontraremos en:
 - Las **fuentes de alimentación** en la etapa de filtrado de señal
 - Todas las **placas** por sus propiedades que evitarán caídas abruptas de tensión
 - En la construcción de **memoria RAM**, el que un condensador esté cargado o no sirve para representar un 1 o un 0 binarios, por lo que para cada bit se utiliza un condensador con un transistor



Tarea: Comparar curvas de carga de condensadores

Haz tres circuitos para probar la carga y descarga de un condensador como los anteriores con una fuente de CC de 5V, una resistencia de 100 Ohmios y capacidades distintas para cada circuito:

- Condensador de 440 microfaradios polarizado
- Condensador de 880 microfaradios polarizado
- Condensador de 10 faradios polarizado
- Añade a cada condensador un osciloscopio, que nos servirá para ir viendo gráficamente sus curvas de carga y descarga
- Resetea el circuito y examina como son de diferentes las curvas de carga y como a medida que sumamos capacidad el condensador necesita más tiempo para cargarse y también para descargarse

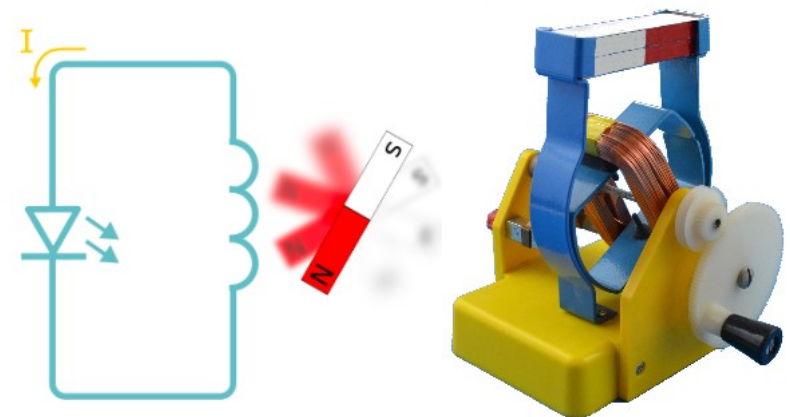
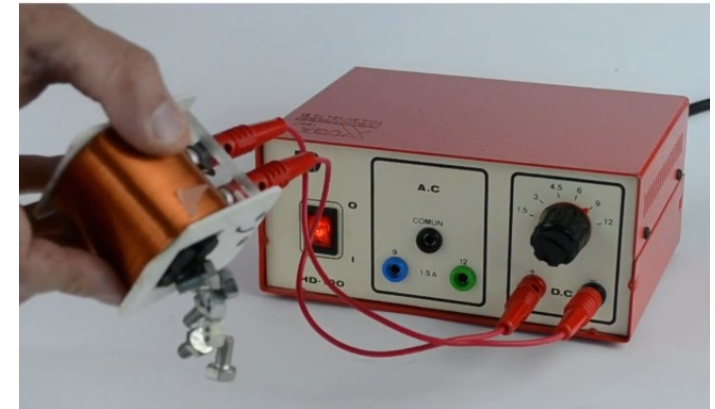
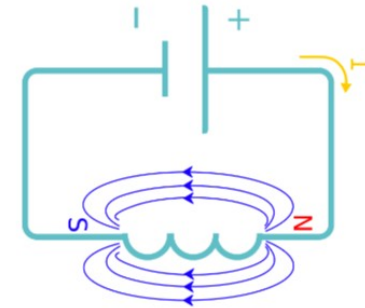
Entregarás en el aula virtual:

- Una captura del circuito completo
- La exportación del circuito como URL para ponerlo en los comentarios de la entrega de la tarea

Bobina

Electromagnetismo

- Cuando **una corriente eléctrica** viaja a través de un conductor se **genera** en torno al mismo, **un campo magnético**, además si a este cable le damos forma de bobina este campo magnético se amplificará
- Por otro lado, si a un conductor le acercamos **un campo magnético variable** se **inducirá** en el mismo una **corriente eléctrica**. En esto se basa el funcionamiento de los generadores, donde el giro de un imán o del propio conductor induce una corriente eléctrica
- En resumen, una corriente eléctrica genera un campo magnético y un campo magnético es capaz de generar una corriente eléctrica



Bobina o Inductor

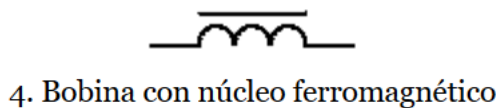
- Una bobina o inductor es un componente pasivo de dos terminales que almacena **energía en forma de campo magnético**, ya que basa su funcionamiento en las propiedades del electromagnetismo
 - Generan un flujo magnético cuando se hacen circular por ellas una corriente eléctrica
 - Si hacemos que un campo magnético se mueva a través de la bobina se genera en ella una tensión eléctrica
- Otra característica interesante de los inductores es que se oponen a los cambios bruscos de la corriente que circula por ellas, pero no la impiden, provocando que **la transición de valores de corriente se haga de forma progresiva**
- Su unidad de medida es el **Henrio (H)** pero se suelen emplear los submúltiplos mH y μ H



1. Bobina



2. Inductancia



4. Bobina con núcleo ferromagnético



5. Bobina con núcleo de ferrocubo



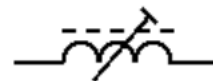
3. Bobina con tomas fijas



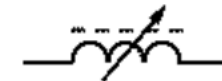
6. Bobina blindada



7. Bobina electroimán



8. Bobina ajustable

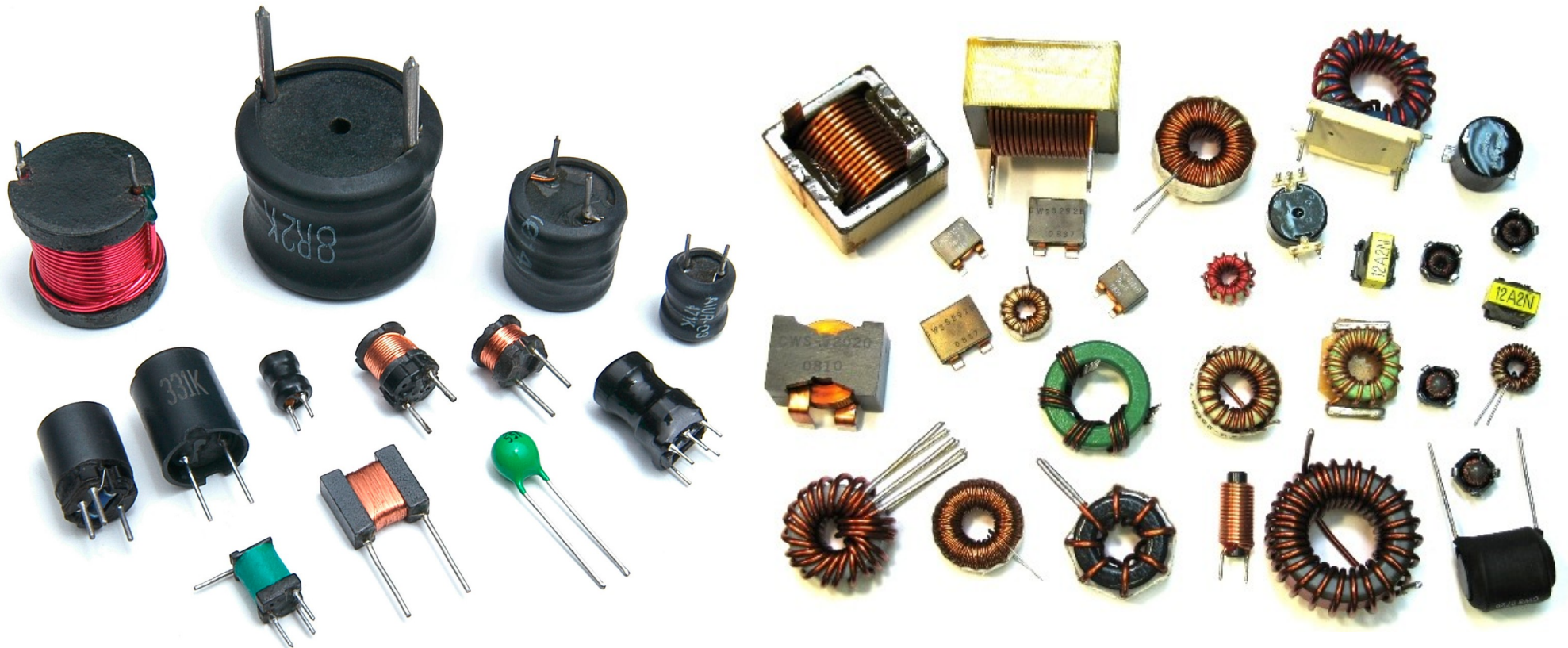


9. Bobina variable

Ejemplos de bobinas

Las bobinas se fabrican arrollando un hilo conductor sobre un núcleo de material ferromagnético o al aire. Es sobre este hilo sobre el que:

- Hacemos circular corriente eléctrica para generar un flujo magnético
- Obtenemos corriente al hacer pasar la bobina por un flujo magnético

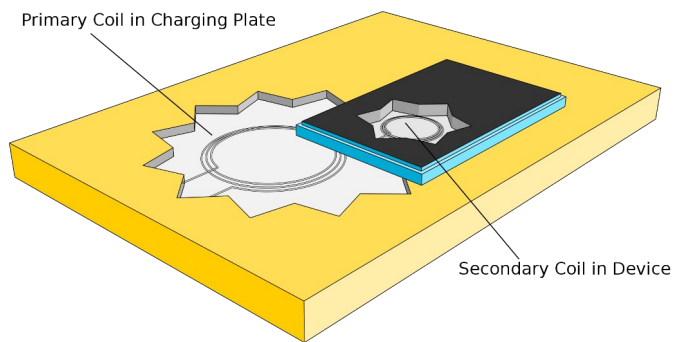


Aplicaciones de las bobinas

- Las bobinas tienen aplicaciones en múltiples campos:
 - **Electroválvulas**, con las que se controlan el paso de fluidos
 - **Relés o contactores**, interruptores controlados eléctricamente presentes en una gran cantidad de automatismos eléctricos
 - **Motor eléctrico**, se utilizan campos magnéticos generados por bobinas para generar energía eléctrica que se traduce en movimiento rotatorio sobre un eje
 - **Generador**, a la inversa del anterior transforma movimiento rotatorio en energía eléctrica al hacer pasar un campo magnético a través de las bobinas (Entre otros es el utilizado en las linternas con manivela para su carga)
 - **Sensores inductivos**, que detectan el paso o proximidad de materiales ferro magnéticos
 - **Carga inalámbrica**, con la que podemos cargar dispositivos **sin que sea necesario un contacto físico entre terminales conductores**
- De sus usos con los que nos encontraremos en informática serán:
 - Como **filtros** en circuitos eléctricos, por su capacidad de resistirse a los cambios bruscos de corriente haciéndolos más progresivos
 - Formando parte del **transformador eléctrico**, utilizado en las fuentes de alimentación y cargadores de muchos dispositivos electrónicos

Carga inalámbrica

- La carga inalámbrica se basa en el **uso de bobinas para inducir una corriente eléctrica en el dispositivo a cargar sin tener que poner en contacto terminales conductores** entre cargador y dispositivo.
- En la carga inalámbrica tanto cargador como dispositivo disponen de bobinas:
 - La del **cargador** al recibir corriente eléctrica **genera un campo magnético**.
 - La del **dispositivo a cargar** cuando está bajo la influencia del campo magnético del cargador genera una corriente con la que se carga.
- En dispositivos cotidianos la encontraremos en
 - **Smartphones** principalmente de gama alta
 - **Cepillos de dientes eléctricos**, donde este tipo de carga es idónea al estar en un ambiente húmedo en el que puede estar sometido a salpicaduras



Régimen transitorio y fijo de una bobina

Cuando aplicamos corriente a una bobina o se la quitamos sobre esta tienen lugar una serie de efectos electromagnéticos que afectan a la corriente y tensión que hay sobre ellas hasta que alcanza un estado estable.

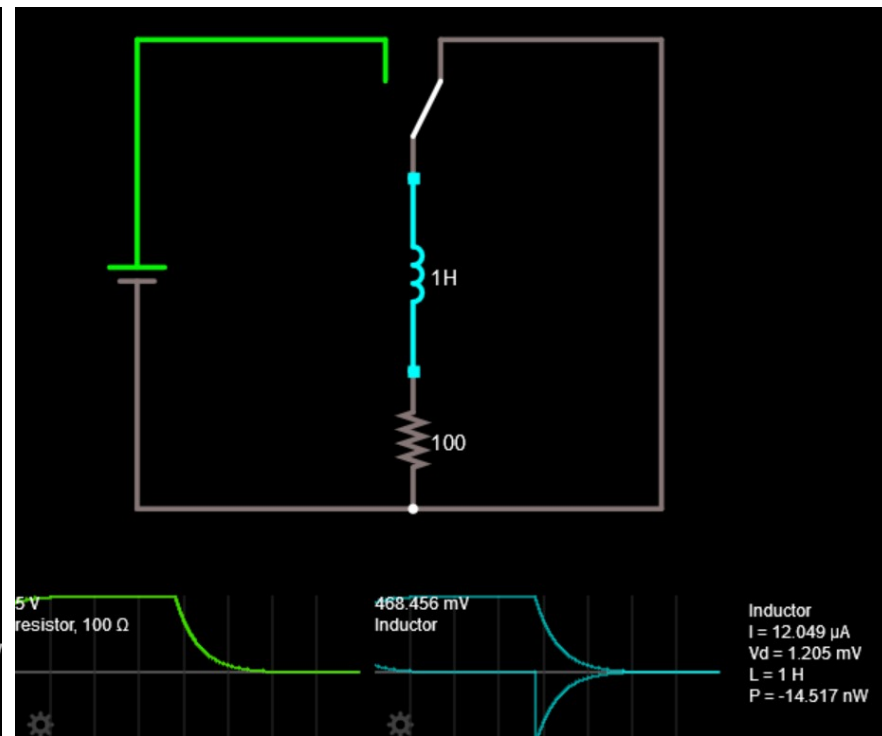
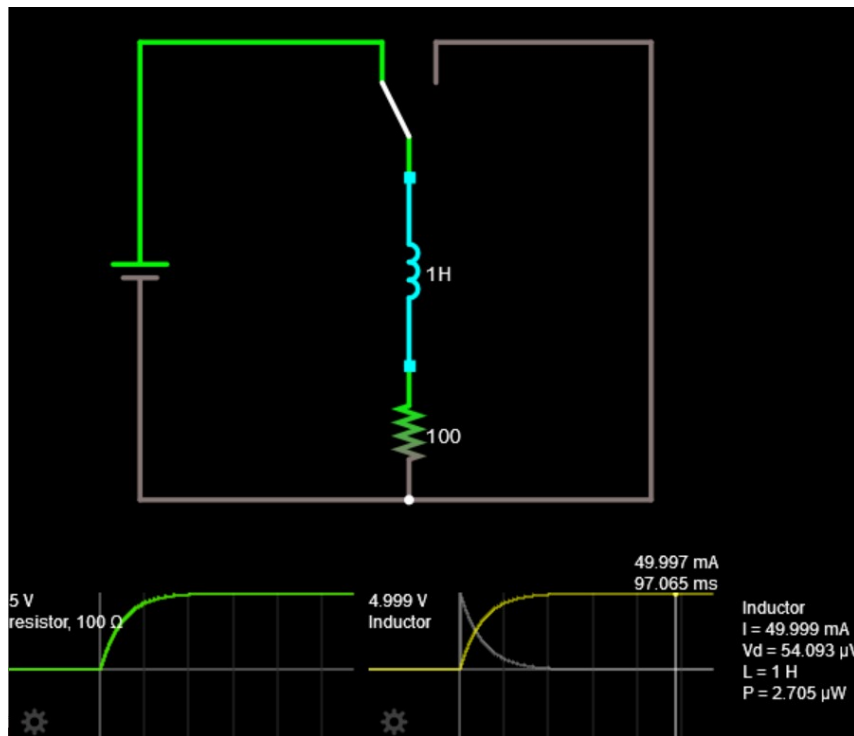
Así una bobina en circuitos puede estar:

- **En régimen transitorio** cuando se conecta o desconecta de una fuente. En esta la corriente y voltaje en la bobina varían.
 - Cuando se conecta la bobina empieza a almacenar energía en forma de campo magnético.
 - Cuando se desconecta la bobina empieza a descargar su campo magnético
- **En régimen fijo:** Cuando finaliza el transitorio y la corriente y voltaje se estabilizan. En este punto empieza a comportarse como una resistencia que viene determinada por su devanado

Respuesta de la bobina en un circuito eléctrico

En régimen transitorio por efecto del electromagnetismo:

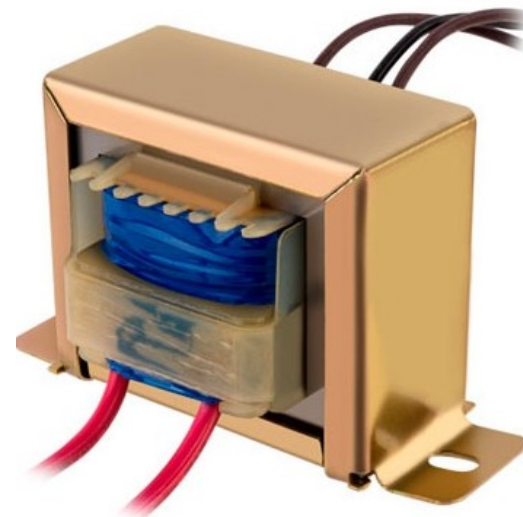
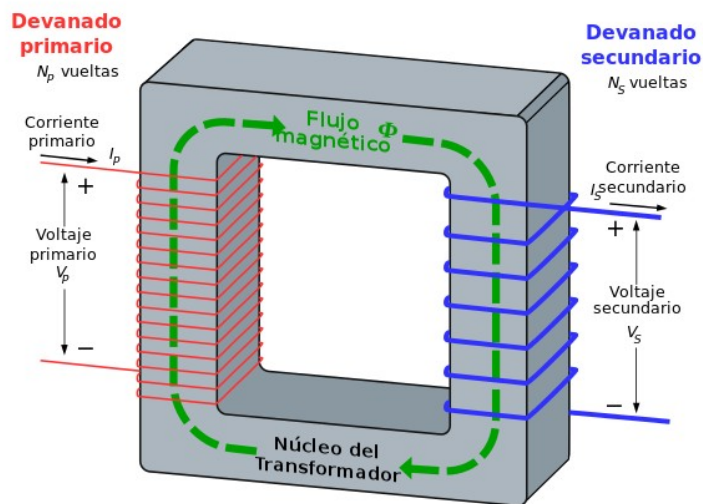
- Al aplicar un voltaje vemos como progresivamente:
 - El voltaje va decreciendo
 - La corriente va creciendo
- Al quitar el voltaje y con una resistencia progresivamente vemos que:
 - Aplica un voltaje negativo que va a cero
 - La corriente va decreciendo que va a cero



Enlace

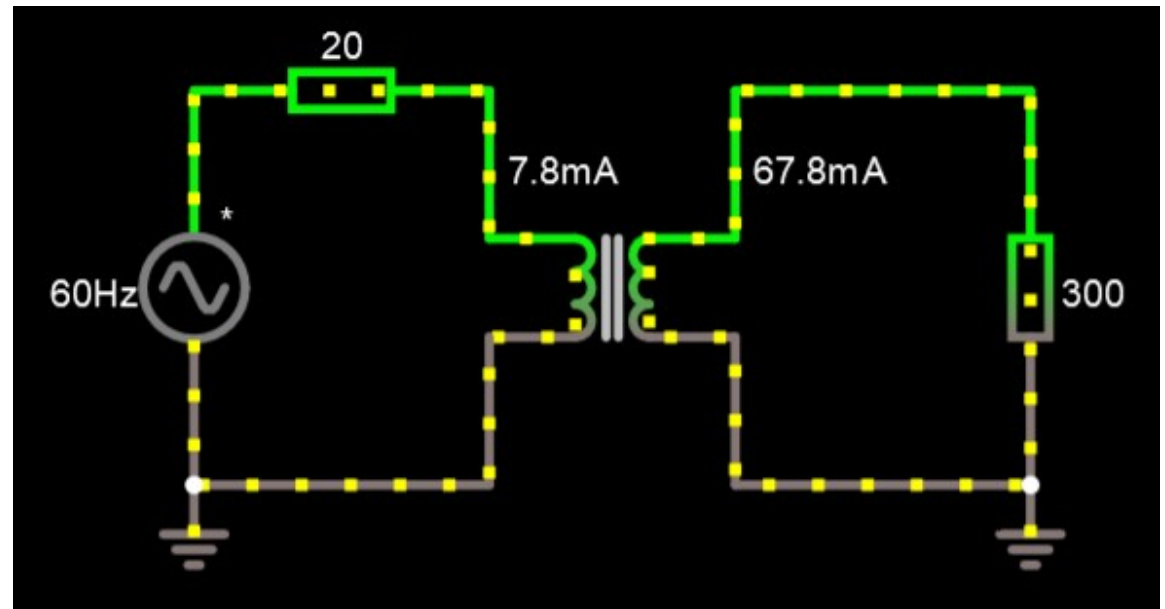
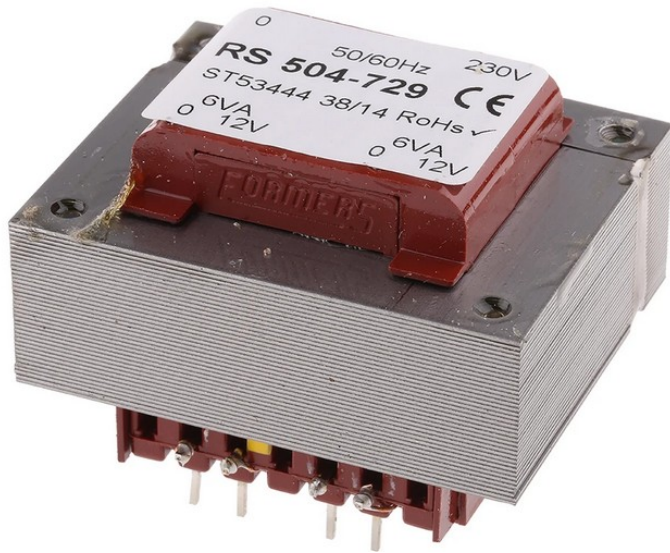
El transformador eléctrico

- Un transformador eléctrico está **compuesto por dos bobinas aisladas eléctricamente**, una primaria y otra secundaria, y en funcionamiento en ella se aplican los dos principios del electromagnetismo
- Están pensada para rebajar la tensión de una corriente alterna funcionando de la siguiente forma
 - Al aplicar una corriente alterna en la bobina primaria inducimos un campo magnético variable en la secundaria
 - Este campo magnético sobre la segunda induce una corriente eléctrica



Circuito con transformador para reducir el voltaje

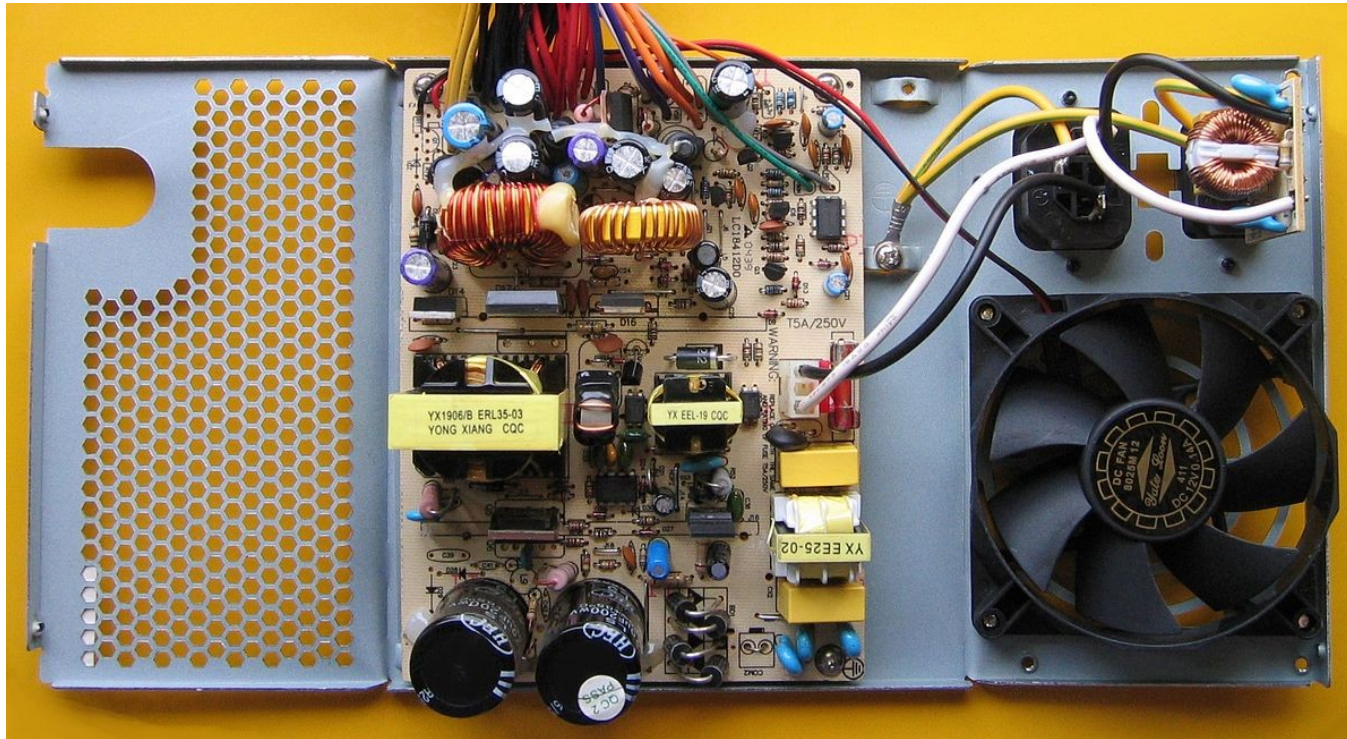
- En la foto podemos ver un transformador que transforma 230V CA de entrada a 12V CA
- Para ver como sería su aplicación vemos un circuito en el simulador que rebaja 240 V a 24 V utilizando un transformador y dos resistencias



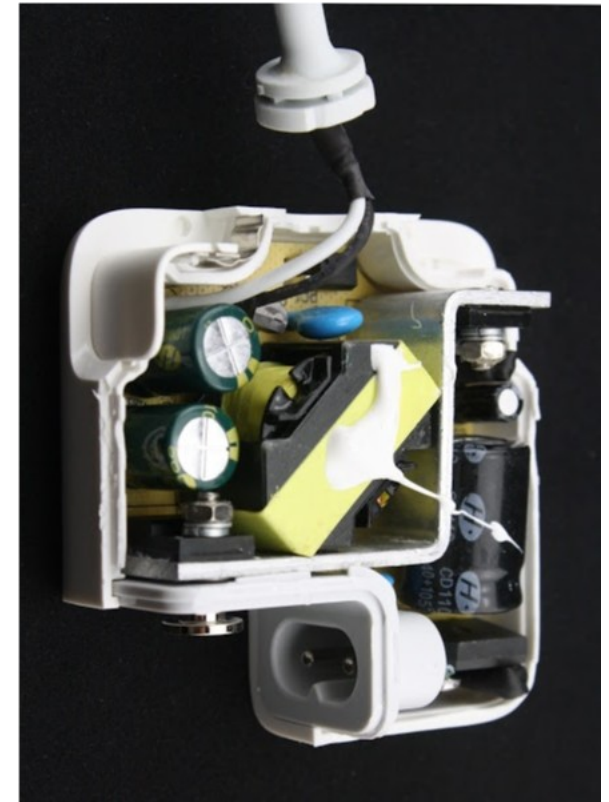
Enlace circuito

Aplicaciones del transformador

Encontraremos los transformadores en cualquier fuente de alimentación, como primera fase en la que rebaja los 240 V de la red eléctrica en un voltaje menor, que todavía seguirá siendo alterna.



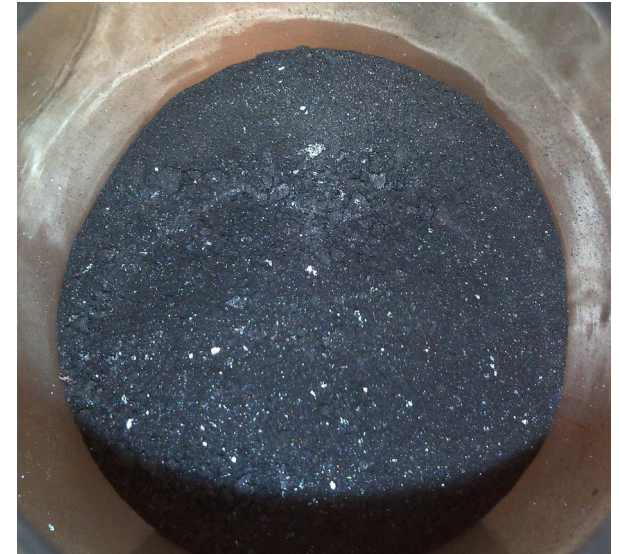
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Forward_Converter_ATX_PC_Power_Supply_IMG_1092.jpg



Diodo

Semiconductores

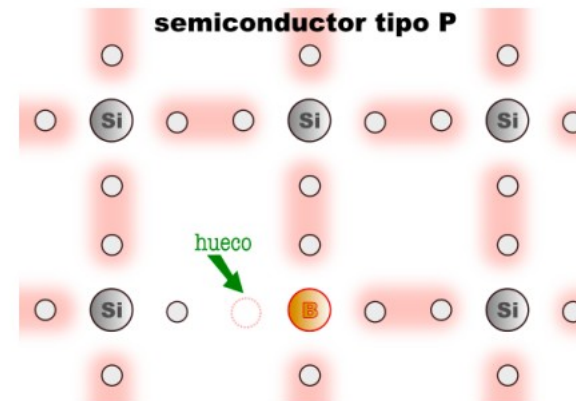
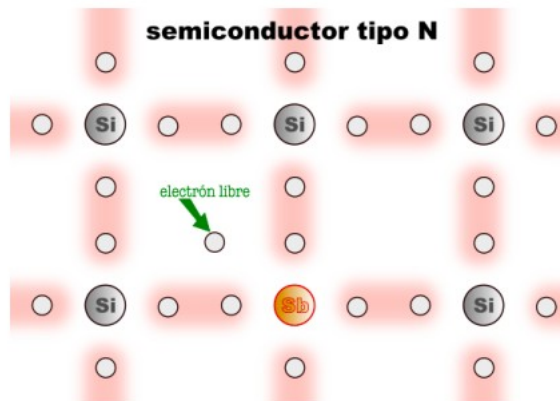
- Los componentes electrónicos activos son aquellos que tienen un comportamiento no lineal entre la relación entre el voltaje aplicado y la corriente demandada
- Estos componentes se basan en el uso de materiales semiconductores que se comportan como conductores o aislantes dependiendo de diversos factores como el campo eléctrico, el magnético, la presión, radiación o temperatura
- Los materiales semiconductores más usados son el **silicio** y el **germanio** a los que se les añaden impurezas de otros materiales en un proceso que se llama **dopaje**
- El silicio es el segundo elemento más abundante en la corteza terrestre (25,7% en peso) después del oxígeno, por lo que es el más utilizado



Semiconductores de tipo N y tipo P

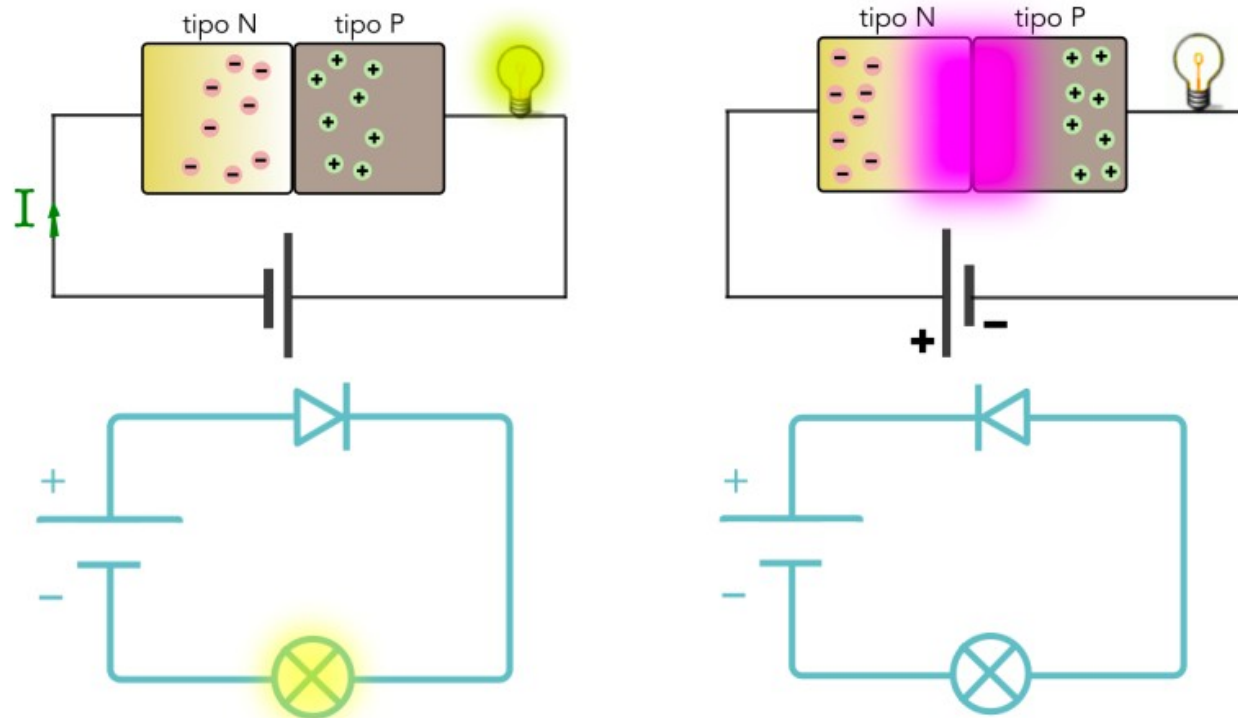
Según el tipo de dopaje distinguimos dos tipos de semiconductores

- **Tipo N:** Se mezcla el semiconductor con materiales que provocan un exceso de electrones provocando una carga negativa
- **Tipo P:** Se mezcla con materiales que provocan la aparición de “huecos” que deberían estar ocupados por electrones, por lo que se provoca una carga positiva



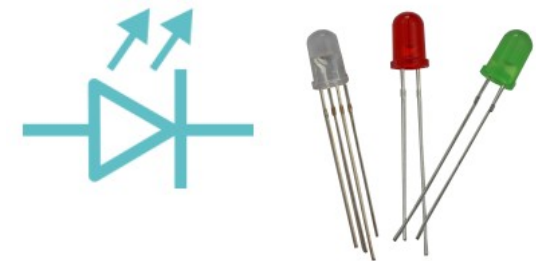
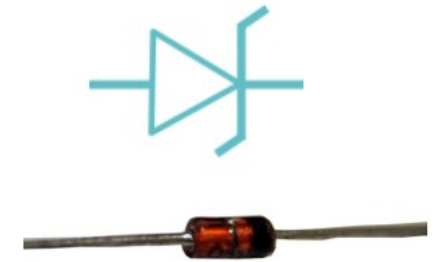
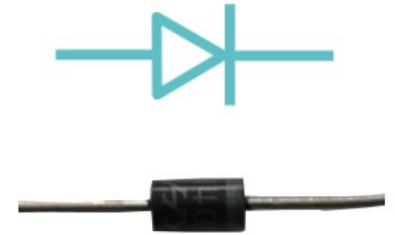
El diodo. La unión bipolar

- Si unimos un semiconductor tipo N con un semiconductor tipo P obtenemos un componente llamado **diodo** que se caracteriza porque **sólo deja conducir la electricidad en un sentido**
- Cuando la deja conducir el diodo está en **polarización directa** y cuando no en **polarización inversa**
- Juntar un tipo N con un tipo P obtenemos una **unión bipolar**



Tipos de diodos

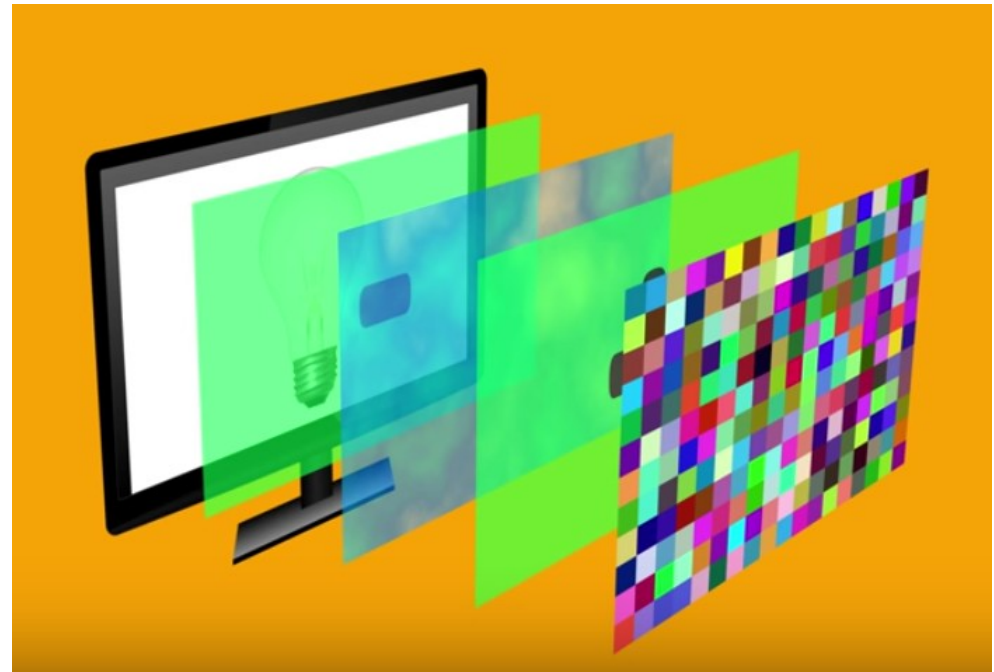
- **El diodo rectificador** cuyo principal uso es en **circuitos rectificadores**, es decir, circuitos que convierten la corriente alterna en continua, aunque también se usan como **elemento de protección** de otros componentes en circuitos electrónicos.
- **El diodo zener** se comporta como un diodo normal cuando está polarizado directamente, sin embargo están diseñados para trabajar en polarización inversa. Se utilizan principalmente en los circuitos como limitadores de tensión para proteger componentes o partes de un circuito. Se suelen situar en la fase final de una fuente de alimentación y su función es la de estabilizar la tensión de salida de dicha fuente
- **El diodo LED** (Diodo Emisor de Luz) empezó a utilizarse como indicador de que un circuito está activo, aunque hoy en día son cada vez más los usos en los que se utiliza (TV, pantallas móviles, semáforos, linternas,...)



Usos del diodo LED

El diodo LED lo encontramos en cada vez más dispositivos electrónicos gracias a su **gran eficiencia energética y durabilidad** frente a otras tecnologías tradicionales

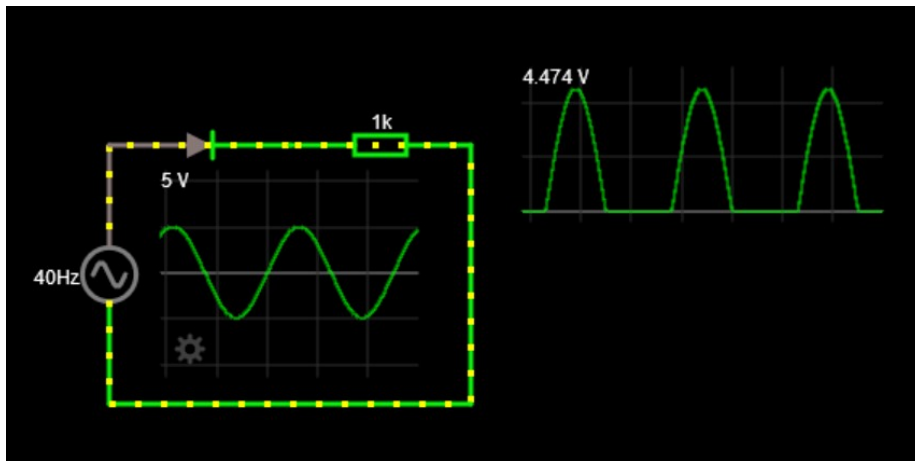
- En **iluminación** sustituimos lamparas incandescentes por lámparas LED, que además de ser más eficientes son más duraderas
- En las **pantallas LED** se utilizan en la capa de **retroiluminación o backlight**, sustituyendo a las anteriores lámparas fluorescentes de cátodos fríos (CCFL)



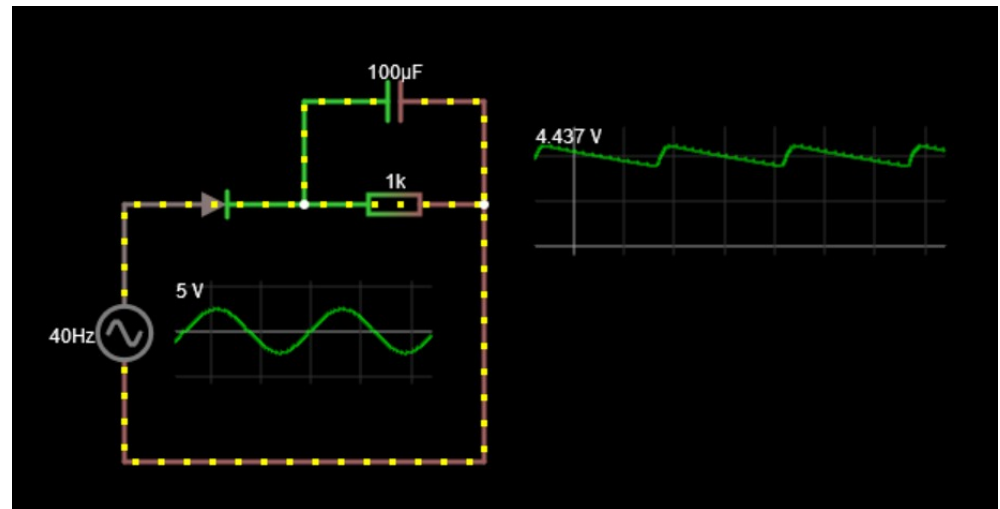
Uso del diodo rectificador

Otra aplicación del diodo es en circuitos rectificadores de corriente alterna dejando sólo el paso de corriente en un sentido. Lo vemos en dos ejemplos:

- **Circuito rectificador de media onda**, que sólo deja circular la corriente alterna positiva
- Combinando el anterior con un **condensador** podemos mantener el flujo de corriente cuando el diodo la corta aprovechando que en ese momento el condensador realiza su descarga



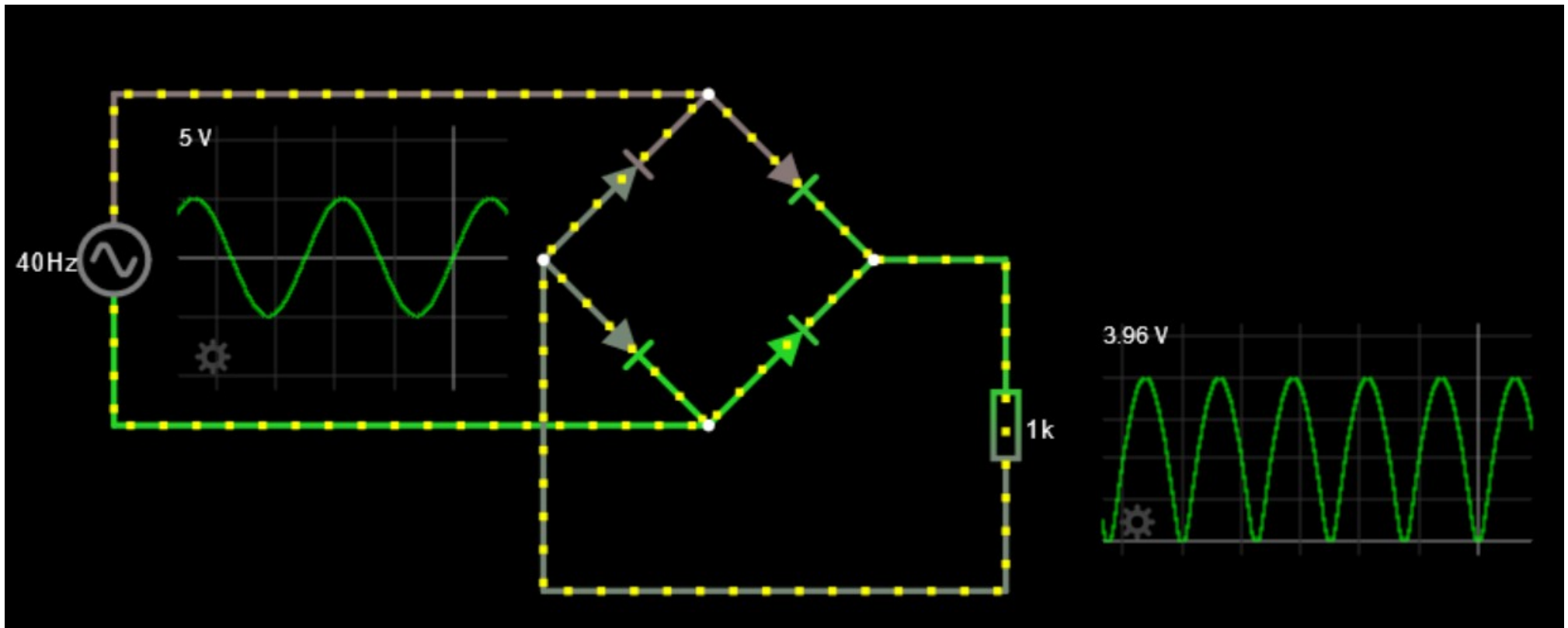
[Enlace](#)



[Enlace](#)

Rectificación de onda completa

Utilizando un puente de diodos hacemos una rectificación de onda completa

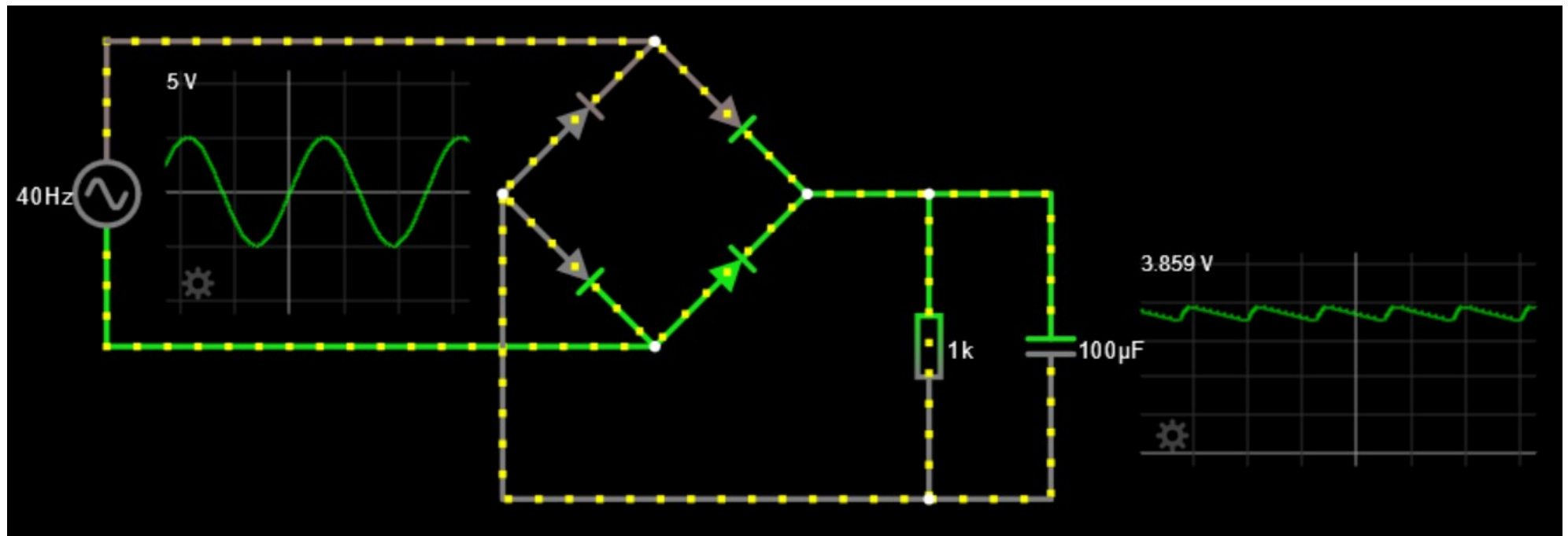


Enlace

Rizado de la rectificación de onda completa

Si combinamos el rectificador de onda completa con un condensador hacemos lo que se llama un rizado con el que aplanamos más la señal de salida

Podemos ver como **nos estamos acercando a la conversión de una corriente alterna en algo que se empieza a parecer a una corriente continua**, que aunque no constante, con pocas variaciones

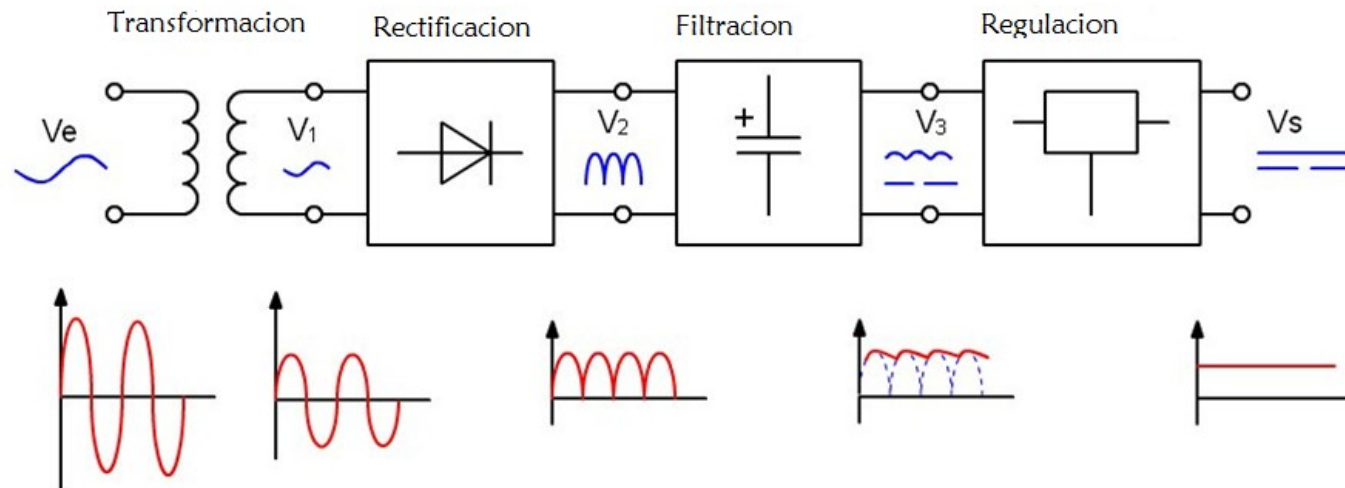


[Enlace](#)

Conversión de CA en CC rebajando el voltaje

Con lo que vimos antes tendríamos casi todos los pasos que aplica una fuente de alimentación:

- **Transformación:** Con el **transformador** reducimos el voltaje de la línea eléctrica
- **Rectificación:** Con el **punte de diodos** convertimos la onda de corriente alterna en otra onda pero que en este caso no cambia de polaridad
- **Filtrado:** “Aplanamos” un poco las ondas utilizando un **condensador**
- **Regulación:** Aplanamos completamente el voltaje obteniendo una corriente continua con mínimas variaciones. En este paso se utiliza un regulador de voltaje, que es un circuito integrado que no tenemos en nuestro simulador. Un ejemplo de este regulador es el chip LM2940.



Tarea: Conversor de Corriente Alterna en Continua

Vamos a simular el circuito de transformación de CA a CC que puede tener cualquier fuente de alimentación.

Para esto vamos a implementar con el simulador tres de las cuatro fases:

- Transformación
- Rectificación
- Filtración

La última fase de regulación no la podemos implementar porque no disponemos en el simulador del elemento necesario

Utiliza como base los circuitos que se te fueron introduciendo con los mismos parámetros de estos y combínalos para poder tener un circuito que convierta la corriente alterna en casi continua.

Entregarás en el aula virtual:

- Una captura del circuito completo
- La exportación del circuito como URL para ponerlo en los comentarios de la entrega de la tarea

Transistor

Transistor

El transistor es un **dispositivo electrónico semiconductor** que es la base en la electrónica actual gracias a su capacidad para funcionar de dos formas:

- **Como interruptor** → Lo que lo convierte en el elemento básico en **electrónica digital**, en la que se basa los ordenadores
- **Como amplificador** → Lo que tiene múltiples aplicaciones en la **electrónica analógica** y en las telecomunicaciones (telefonía, transmisiones por fibra óptica, TV, radio, ...)

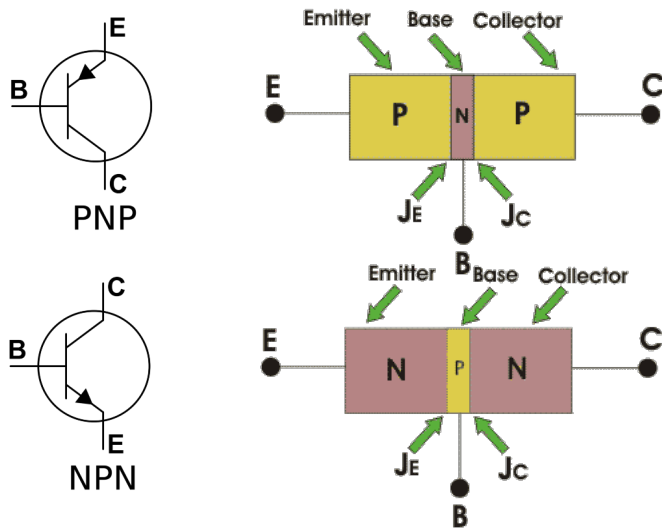
Veremos que los transistores tienen por lo general tres conectores, como podemos ver en la siguiente imagen con distintos tipos de transistores



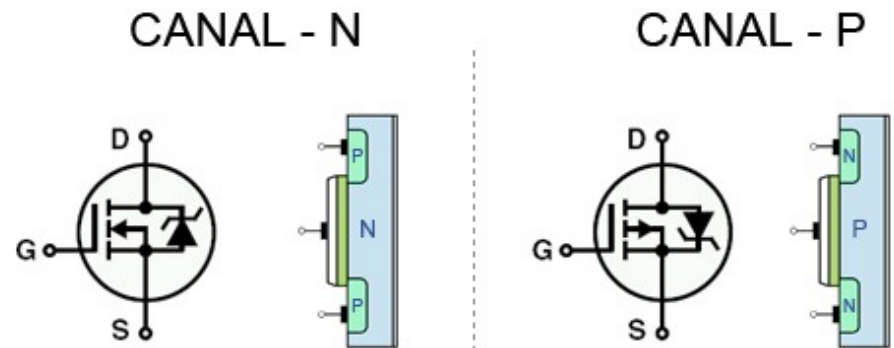
Tipos de transistores

Hay dos tipos principales de transistores

- **De unión bipolares:** Se forman por la **unión de tres semiconductores** dando lugar a dos tipos: **NPN y PNP**. Son los que utilizaremos en nuestros circuitos por tener un funcionamiento más sencillo.
- **De efecto campo (FET) o unipolares:** Formados por una barra de material semiconductor de silicio de tipo N o P. De estos hay a su vez varios tipos siendo los más populares los MOSFET y JFET, siendo los MOSFET los que se utilizan en la **construcción de circuitos integrados**.



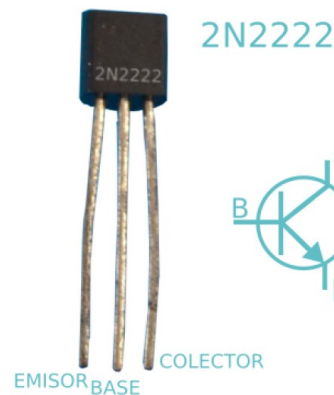
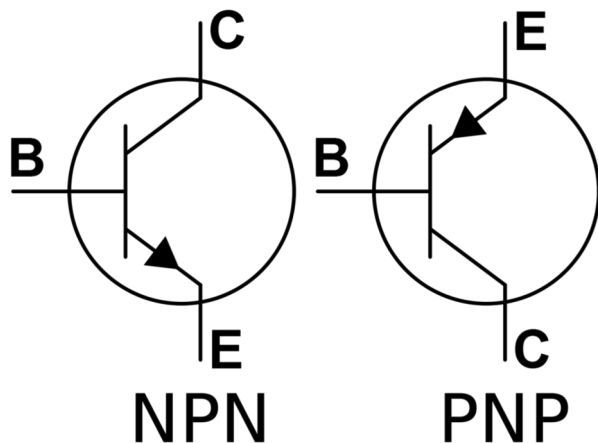
Transistores bipolares PNP y NPN



Transistores MOSFET

El transistor bipolar

- El transistor bipolar consta de tres semiconductores que según como combinemos nos darán lugar a dos tipos:
 - **Transistor NPN:** Tiene dos semiconductores de tipo N y uno de tipo P dando lugar a los transistores PNP (El P es la base)
 - **Transistor PNP:** Tiene dos semiconductores de tipo P y uno de tipo N dando lugar a los transistores PNP (El N es la base)
- El transistor bipolar tiene tres terminales: Base (B), Colector (C) y emisor (E), conectados a cada semiconductor

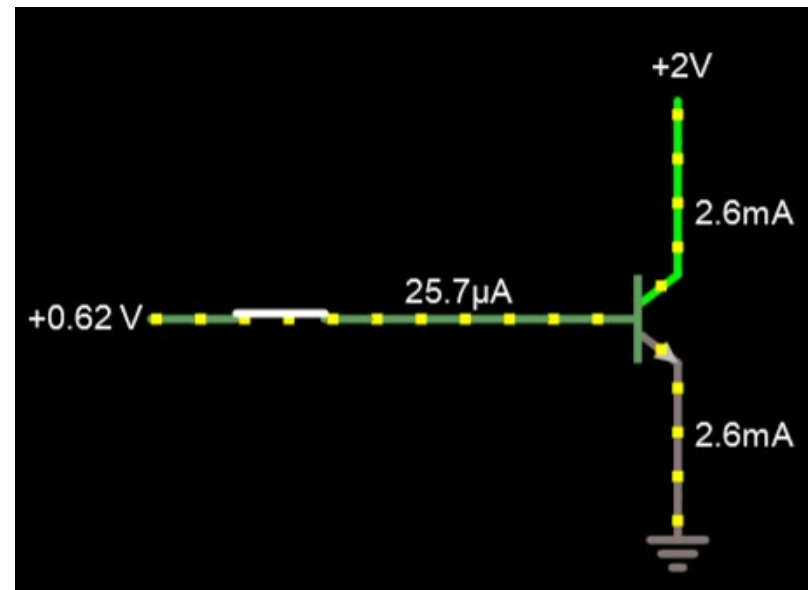
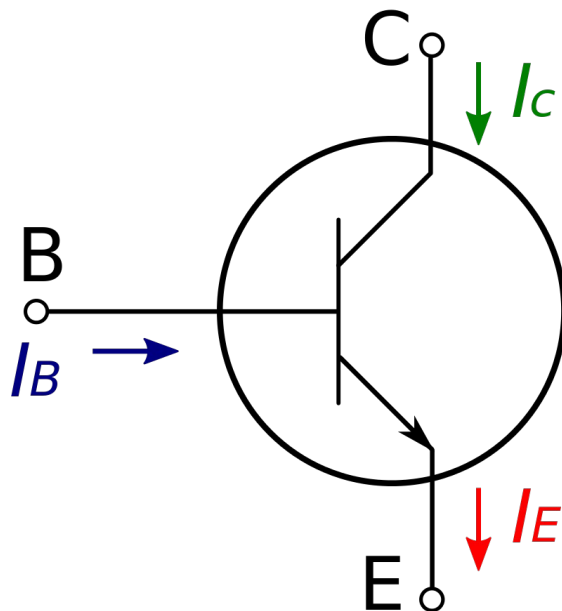


Funcionamiento de un transistor I

En un transistor **la corriente principal es la que circula entre el colector y el emisor**, activando el dispositivo de salida conectado al circuito.

- Esta corriente sólo circulará si hay una corriente a través de la base del transistor de tal forma que la corriente entre colector y emisor será mucho mayor a la de la base, de ahí su **efecto amplificador**
- Si no hay corriente en la base el transistor no permitirá el paso de corriente entre el colector y emisor. De ahí su efecto interruptor.

Podemos verlo en el circuito de ejemplo de abajo, como la corriente entre colector y emisor es 10 veces mayor que la de la base. Además si cortamos la corriente de la base también se corta entre colector y emisor.



[Enlace circuito](#)

Funcionamiento de un transistor II

Vamos a explicarlo con un ejemplo utilizando un circuito que tiene un motor y una resistencia variable en función del nivel de luz:

- Cuando no hay luz → La resistencia aumenta
- Cuando hay luz → La resistencia disminuye

▪ Con oscuridad

- La resistencia tiene un valor alto
- Por la base no circula apenas corriente
- El motor no gira porque la corriente en colector y emisor es prácticamente cero

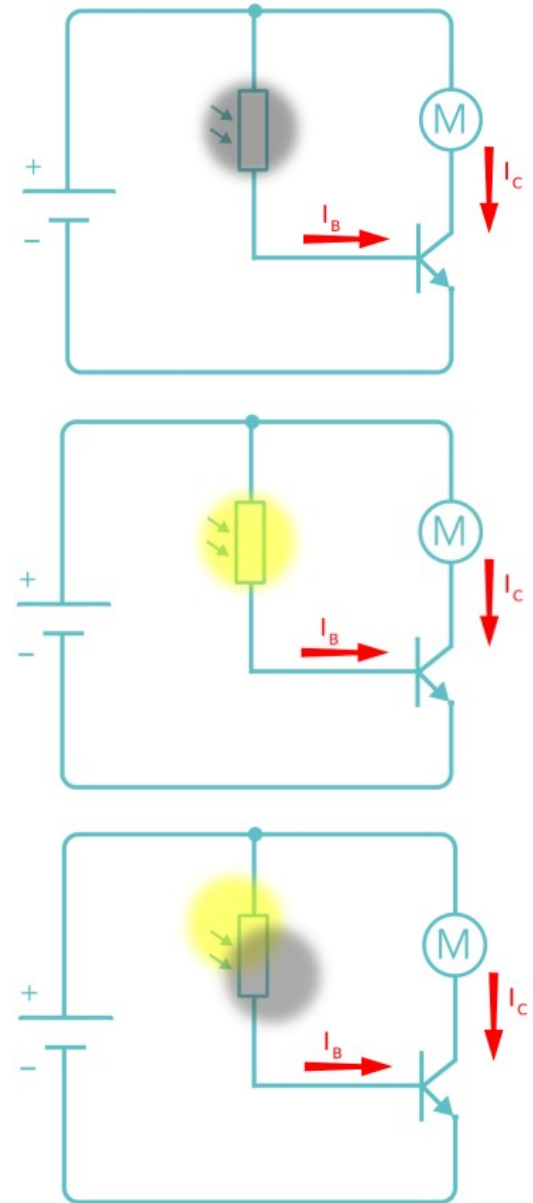
▪ Con luz:

- La resistencia tiene un valor bajo
- Aumenta la intensidad de corriente en la base
- El motor se enciende

▪ Si baja un poco el nivel de luz

- La resistencia subirá un poco
- La corriente que circula por la base bajará un poco
- El motor girará más despacio

La corriente entre base y colector son proporcionales en base a un parámetro llamado **ganancia**



Zonas de trabajo y ganancia

De este comportamiento se identifican las tres fases del transistor:

- **Corte:** cuando la corriente eléctrica en la base es cero en el colector es cero
- **Activa:** Hay corriente en la base y en el colector, siendo estas proporcionales. En este caso el transistor **actúa como un amplificador**
- **Saturación:** Se produce cuando la corriente en la base llega a un determinado nivel, pero el colector deja de crecer proporcionalmente

Resumiendo:

- El transistor **es un interruptor** automático que permite el paso o no de corriente
- El transistor **es un amplificador** ya que al suministrar una pequeña corriente en la base obtenemos un paso de corriente entre el colector y el emisor mucho mayor.

Tarea: Interruptor y amplificador con transistor NPN

Vamos a simular el circuito del ejemplo de la resistencia variable según la luminosidad en nuestro simulador utilizando un transistor NPN (**Componentes activos** → **BJT NPN**, o atajo de teclado **n**) tal que:

- Utilizarás una fuente de alimentación de **corriente continua de 20 V**
- Utilizarás una **Fotoresistencia** (Componentes pasivos → Add Photoresistor). Esta resistencia tiene un valor máximo de 100k en una situación de luminosidad mínima
- Añade tres **amperímetros** (Salidas y etiquetas → Añadir amperímetro), cada uno de ellos pegado a cada terminal del transistor, para poder visualizar la corriente en ambos puntos y ver como varía
- Como no tenemos motor utilizarás un **led** para simularlo:
 - Los leds varían la intensidad en función de la corriente que circula por ellos. Esto nos servirá para indicar cuando el motor gira más rápido o más despacio (más brillo o menos brillo de nuestro led respectivamente).
 - Deberás ajusta el parámetro del Led “corriente máxima de encendido” del LED al máximo de corriente que podrás tener entre emisor y receptor, que deberían ser casi 2 A

Una vez montado el circuito podrás verificar:

- Que al bajar al máximo el valor de la resistencia la intensidad del led es la máxima
- Que al subir progresivamente el valor de la resistencia la intensidad del led baja progresivamente

Entregarás en el aula virtual:

- Una captura del circuito completo
- La exportación del circuito como URL para ponerlo en los comentarios de la entrega de la tarea