UST

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

Electricidad y Magnetismo: ICI-085

Carlos Navarro Clavería
canavarr.ing@gmail.com

Facultad de Ingeniería

Fechas

Serán **3 solemnes y 5 laboratorios (25%)**.

Solemne 1	(25%)	-->	8-11 de Abril
Solemne 2	(25%)	-->	16-20 de Mayo
Solemne 3	(25%)	-->	13-17 de Junio

Los laboratorios (25%) estarán a cargo del profesor Alexis Yáñez.

Experiencia #1 - 14 de Abril ->	Entrega de Informe #1 - hasta 21 de Abril
Experiencia #2 - 28 de Abril ->	Entrega de Informe #2 - hasta 5 de Mayo
Experiencia #3 - 26 de Mayo ->	Entrega de Informe #3 - hasta 2 de Junio
Experiencia #4 - 9 de Junio ->	Entrega de Informe #4 - hasta 23 de Junio
Experiencia #5 - 23 de Junio ->	Entrega de Informe #4 - hasta 30 de Junio

Clase revisión de la guía cero donde se detallan formalidades con respecto al uso del espacio, precauciones y formato de informes: 31 de marzo.

Introducción

- Hasta ahora, nuestro estudio de los fenómenos eléctricos se ha restringido al estudio de la cargas en situaciones de equilibrio, es decir, de la *electrostática*.

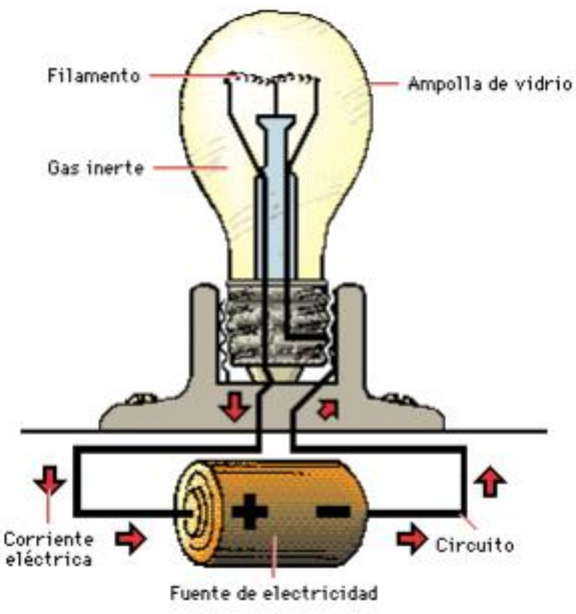
- En adelante, se estudiarán la situaciones en las cuales las cargas eléctrica **no** estén equilibrio.

- Se utiliza el término corriente eléctrica, o simplemente corriente, para describir la velocidad del flujo de carga a través de alguna región del espacio.

Introducción

- La mayor parte de las aplicaciones prácticas de la electricidad implican corrientes eléctricas:

  - Cuando se enciende una luz, se conecta el filamento metálico del foco o bombilla a una batería, estableciéndose una diferencia de potencial, lo cual hace fluir la carga eléctrica (i.e. se establece un corriente) a través del filamento;
  - La mayor parte de los electrodomésticos operan con un corriente alterna, e implican que la corriente existe en un conductor, tal y como un cable de cobre.



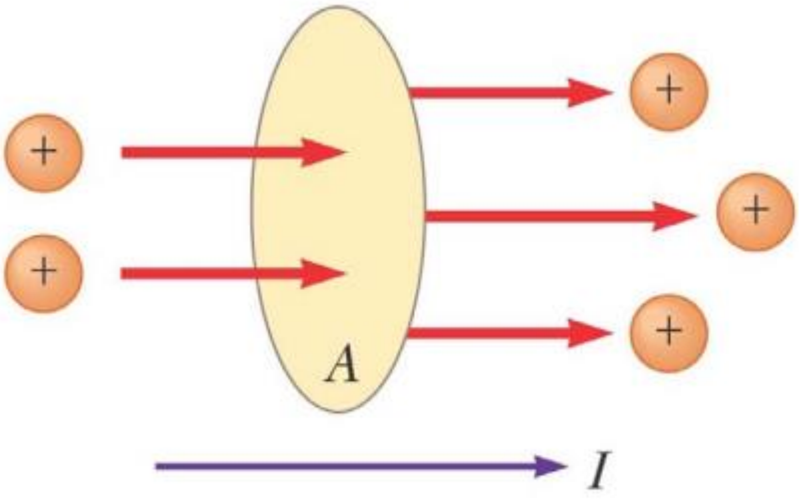
Introducción

- Usualmente asociamos las corrientes al movimiento de cargas en cables conductores. Sin embargo, la corriente eléctrica puede existir fuera de un conductor; es decir, la corriente eléctrica surge de cualquier flujo de carga.
  - Siempre que haya un flujo neto de carga a través de alguna región (por ejemplo, un pedazo de material), se dice que existe una corriente eléctrica.
  - La cantidad de flujo depende del material a través del cual las cargas fluyen y la diferencia de potencial a través del material.

Corriente Eléctrica

Para definir la corriente eléctrica con mayor precisión, suponer que las cargas se mueven perpendicularmente respecto una superficie de área A (por ejemplo, esta área puede ser la sección transversal de un alambre conductor)

La corriente se define como la velocidad a la cual la carga fluye a través de una superficie de área A.



Corriente Eléctrica

Si ΔQ es la cantidad de carga que pasa a través de dicha área A en un intervalo de tiempo Δt, la **corriente promedio** I_{av} es igual a la carga que pasa a través de A por unidad de tiempo:

$$I_{\mathrm{av}} = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

Si la velocidad a la cual la carga fluye varía con el tiempo, entonces la corriente varía con el tiempo; la **corriente instantánea** I se define como el límite diferencial de la corriente promedio

$$I \equiv \frac{dQ}{dt}$$

Corriente Eléctrica

André Ampère
(1775-1836)

La unidad SI de la corriente eléctrica es el **ampere** (A):

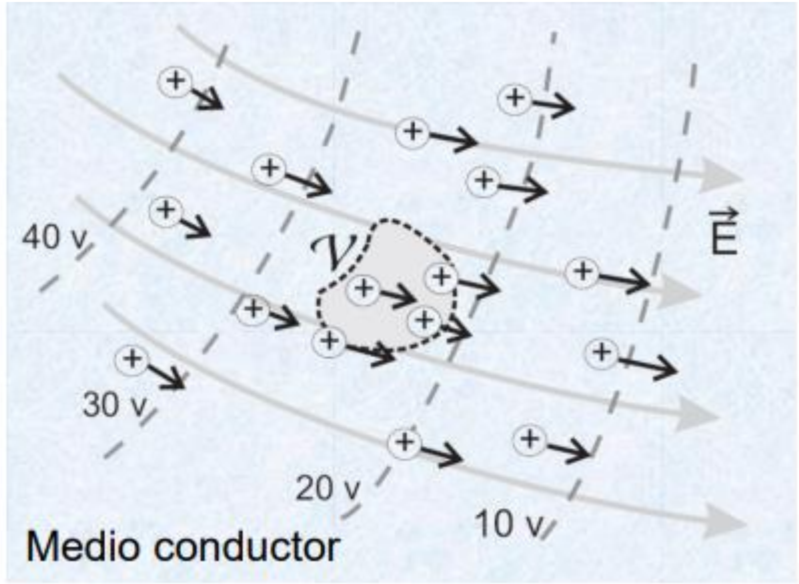
$$1\ \mathrm{A} \equiv 1\ \frac{\mathrm{C}}{\mathrm{s}}$$

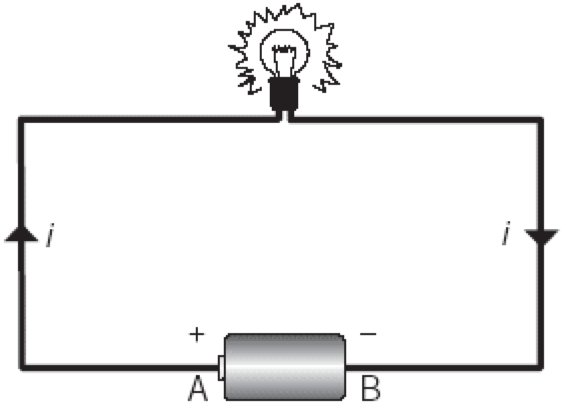
Es decir, 1 A de corriente es equivalente a 1 C de carga que pasa a través de una superficie de área *A* en 1 s.

Las cargas que pasan a través de la superficie pueden ser positivas o negativas, o ambas. **Es una convención el asignar a la corriente la misma dirección que el flujo de carga positiva cuando es libre de moverse.**

Corriente Eléctrica

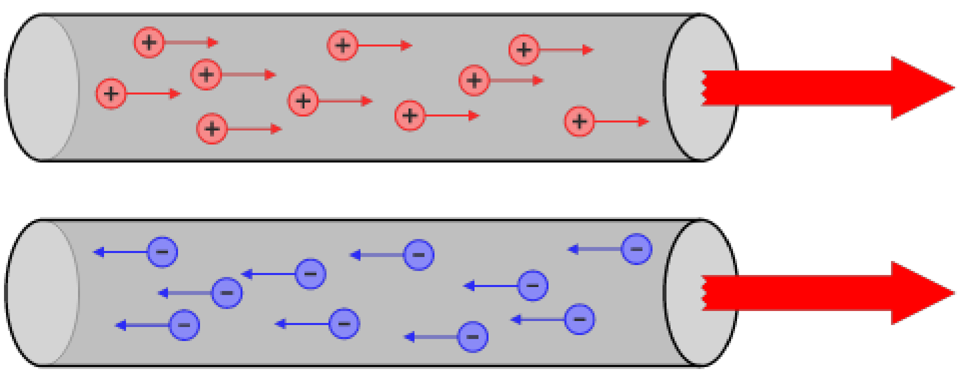
- Sin embargo, en los conductores eléctricos la corriente eléctrica se debe al movimiento de electrones cargados negativamente.
- En ese caso, cuando se refiere a la corriente en un conductor ordinario, la dirección de la corriente es en dirección opuesta a la del flujo de electrones.
- En algunos casos –tales como los que involucran gases y electrolitos– la corriente es el resultado del flujo tanto de cargas positivas como de cargas negativas.





Corriente Eléctrica

- La convención de tomar como sentido de la corriente el del flujo de cargas positivas se estableció antes de que se conociera que los electrones libres, negativamente cargados, son las partículas que realmente se mueven y producen la corriente en un alambre conductor.
- Pero como en casi todas las aplicaciones, el movimiento de cargas negativas hacia un lado es indistinguible del movimiento de cargas positiva hacia el otro, se puede establecer que la corriente eléctrica es el movimiento de cargas positivas en el sentido de la corriente y recordar (si es necesario) que en los conductores los electrones se mueven en sentido opuesto al de la corriente.



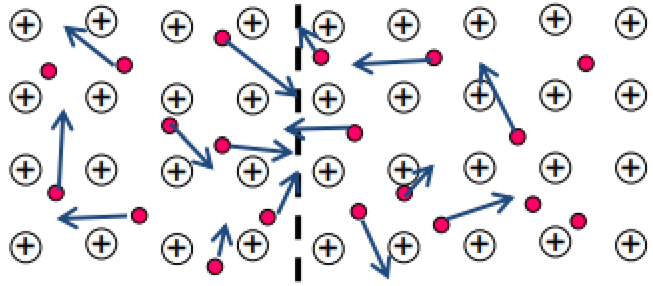
Densidad de corriente

- Si en un medio conductor no existe un campo eléctrico:

$$\vec{E} = 0 \Rightarrow \vec{F} = q\vec{E} = 0$$

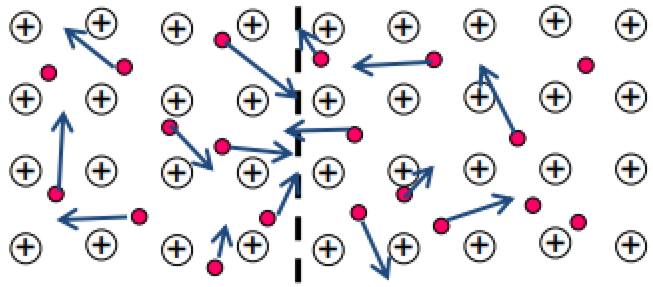
no actúa fuerza sobre los portadores de carga y no se moverán. El conductor está en equilibrio electrostático. Esto no implica que los portadores estén en reposo. Mejor habría que decir que no se produce un desplazamiento neto de carga en el conductor.

- Debido a la temperatura, los portadores, electrones libres en los metales, están en un continuo movimiento aleatorio chocando con los iones de la red cristalina del material de forma que no se produce un flujo neto de carga a lo largo del conductor.



● = Los e^- libres en la red se comportan como las moléculas de un gas chocando con los átomos de la red cristalina del material

Densidad de corriente



$\bullet$ = Los e^- libres en la red se comportan como las moléculas de un gas chocando con los átomos de la red cristalina del material

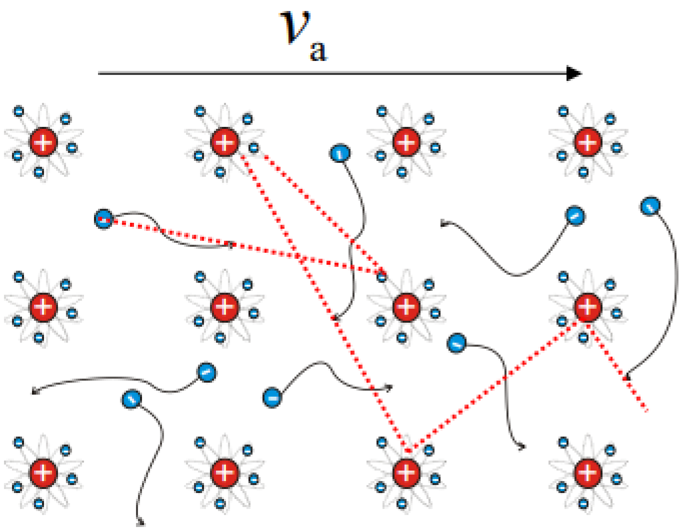
En equilibrio térmico y electrostático no hay flujo neto de carga a través de una sección del conductor, y no hay corriente eléctrica neta. Por tanto:

- Para que exista una corriente eléctrica neta en un conductor debe existir un campo eléctrico E en su interior

Densidad de corriente

Velocidad de desplazamiento o arrastre (v_a)

La velocidad de arrastre caracteriza el movimiento de los electrones dentro de un conductor sometido a un campo eléctrico externo en la dirección en que se produce la corriente eléctrica. Es inferior a la velocidad de las cargas en el interior del material debido a que al moverse van chocando con los iones que forman el material.



La corriente eléctrica depende del tipo de portadores de carga, de la velocidad de los portadores, de la carga de los portadores y de por dónde circule la corriente eléctrica.

Llamaremos:

n: densidad de portadores de carga

q: carga de cada portador

v_a: velocidad de cada portador

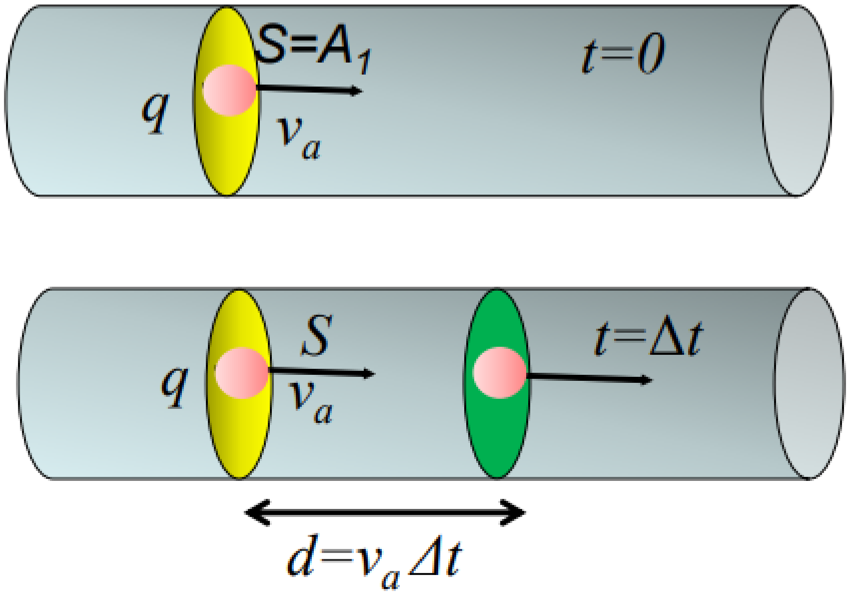
No hay que confundir la densidad de portadores de carga, n, con la densidad de carga. La densidad de portadores de carga n es el número de cargas libres por unidad de volumen. Sus unidades en el S.I. son: $[n]=1/m^3$

Densidad de corriente

Suponer que queremos calcular la carga eléctrica que pasa por una superficie dada $S=A_1$. Podemos imaginar esa superficie como la sección recta de un cable.

La carga total que pasa por la superficie *S en un tiempo* Δt es función de la densidad de portadores n (portadores/m^3), la carga de cada uno y la velocidad a la que se mueven v_a:

$$\Delta Q = qn\left(S v_a \Delta t\right)$$



Luego la corriente que circula por el cable de sección S es:

$$I = \frac{dQ}{dt}$$

$$\boxed{I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = nqv_d S}$$

Densidad de corriente

Si la carga circula por una superficie A_2 cuya normal ***n*** no es paralela a la velocidad de arrastre de las cargas portadoras, entonces hay que tener en cuenta que solo la componente perpendicular de la velocidad a la superficie permite a las cargas pasar por dicha superficie. Esto hace que la carga total que pasa por sea A_2 (que es igual a al que circula por A_1) sea:

$$\Delta Q = qn\left(\mathrm{A}2v_a\Delta t\right)\cos(\alpha)$$

Como $I = \dfrac{dQ}{dt}$

$$\boxed{I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = nqv_a\mathrm{A}_2\ \cos(\alpha) = nqv_a\mathrm{S}}$$

Es claro que la intensidad de corriente que circula por la sección del cable es igual sea cual sea la sección considerada. Es lo mismo que la corriente de agua que circula por una manguera: sale el mismo agua por la boca de la manguera aunque cortemos la manguera con el ángulo que sea.

Densidad de corriente

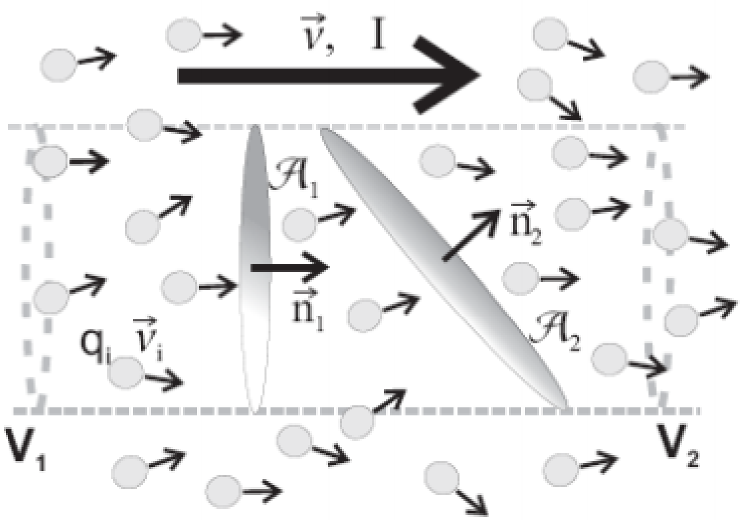
<u>**Densidad de corriente**</u>: La densidad de corriente, ***J***, dice cuantos portadores de carga atraviesan una superficie por unidad de superficie y tiempo. Es un vector

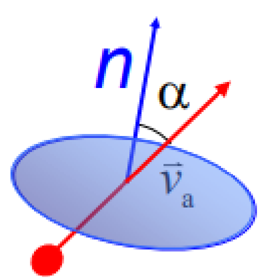
Si la densidad de portadores es constante y se mueven todos a la misma velocidad.

$$\left|\vec{J}\right| = \frac{dI}{dS} = nqv_a \Rightarrow \vec{J} = J\frac{\vec{v}_a}{v_a} = nq\vec{v}_a$$

<u>**En general:**</u> La densidad de corriente, ***J***, nos dice cuantos portadores de carga atraviesan un superficie por unidad de superficie y tiempo, y puede variar de un punto a otro del material.

$$dI = nqv_d dS = nq\vec{v}_a\vec{n}_S dS = nq\vec{v}d\vec{S} = \vec{J}d\vec{S}$$





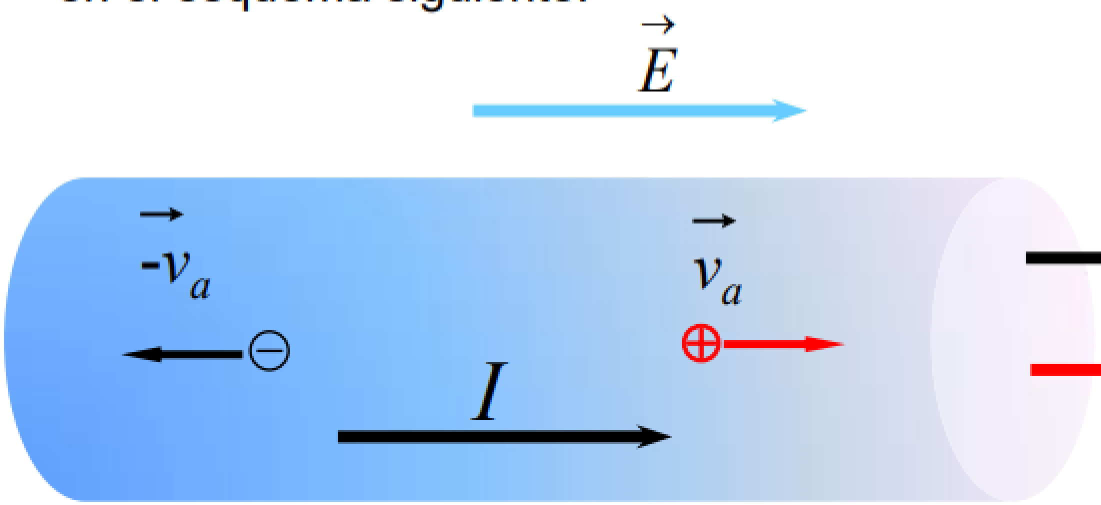
$$I = \int_S \vec{J}\cdot d\vec{S} = \int_S J\cos(\alpha)dS$$

α = ángulo que forma la normal a la superficie con la velocidad de las cargas portadoras.

Densidad de corriente

Densidad de corriente y dirección de movimiento de las cargas

La densidad de corriente tiene el sentido del campo eléctrico aplicado y no el del movimiento de las cargas portadoras. Este resultado se observa claramente en el esquema siguiente.

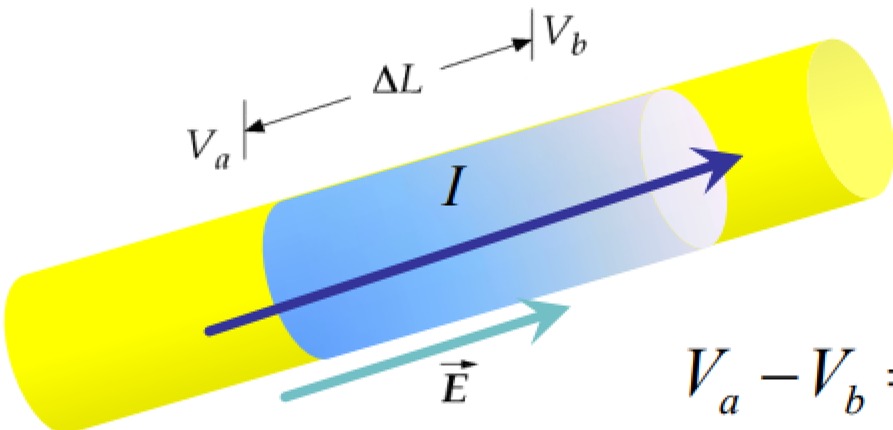


$$\vec{J} = n(-q)(-\vec{v}_a) = nq\vec{v}_a$$

$$\vec{J} = nq\vec{v}_a$$

$$J = \frac{dI}{dt} = nqv_a \Rightarrow \vec{J} = J\frac{\vec{v}_a}{v_a} = nq\vec{v}_a$$

Ley de Ohm: resistividad y resistencias eléctricas



Siempre que hay una corriente eléctrica ***I*** debe existir un campo eléctrico ***E*** que mantenga la corriente. El campo ***E*** está dirigido de las regiones de mayor potencial a las de menor potencial:

$$V_a - V_b = \Delta V = \int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{l} = \int_a^b E\, dl = E \Delta L$$

Resistencia eléctrica: Es una medida de la oposición que ejerce un material en un conductor concreto al flujo de carga a través de él. Se define como:

$$\boxed{R = \frac{V}{I}}$$

Unidad: Ohmio

1Ω=1V/A

$$\boxed{V = I\ R}$$

Ley de Ohm (simplificada)

Ley de Ohm: resistividad y resistencias eléctricas

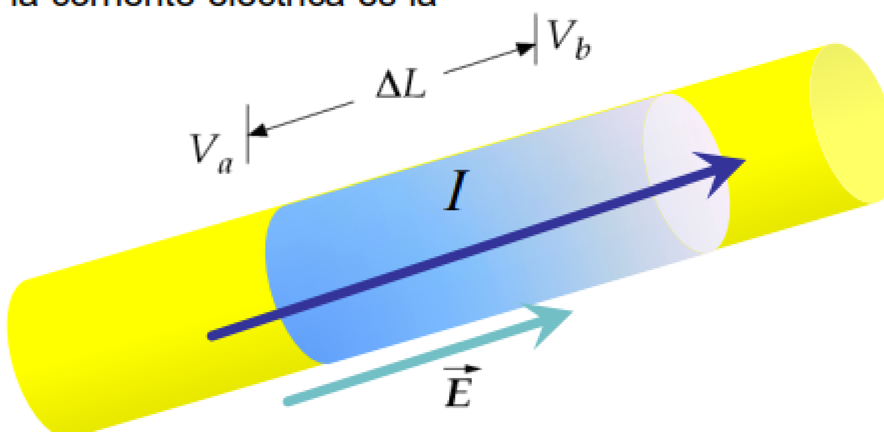
Ley de Ohm: establece la relación entre el campo eléctrico en el interior de un material y la densidad de corriente producida por ese campo eléctrico.

$$\boxed{\vec{J} = \sigma \vec{E}}$$

σ =conductividad $\rho = \frac{1}{\sigma}$ resistividad se mide en Ω.m

La relación entre la diferencia de potencial aplicada y la corriente eléctrica es la resistencia eléctrica total R:

$$V_a - V_b = \int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{\ell} = \int_a^b \frac{\vec{J}}{\sigma} d\vec{\ell}$$



En general se define la resistencia para un conductor:

$$\boxed{R = \int_a^b \rho \frac{d\ell}{A}}$$

Si el conductor es de sección constante, homogéneo e isótropo: $\boxed{R = \rho \frac{\ell}{A}}$

Donde *l* es la longitud y A la sección recta.

Ley de Ohm: resistividad y resistencias eléctricas

<u>Resistencia eléctrica a 20ºC</u>: Algunos ejemplos de resistividad eléctrica

La resistividad depende de la temperatura según el coeficiente a. En primera aproximación esa dependencia es lineal.

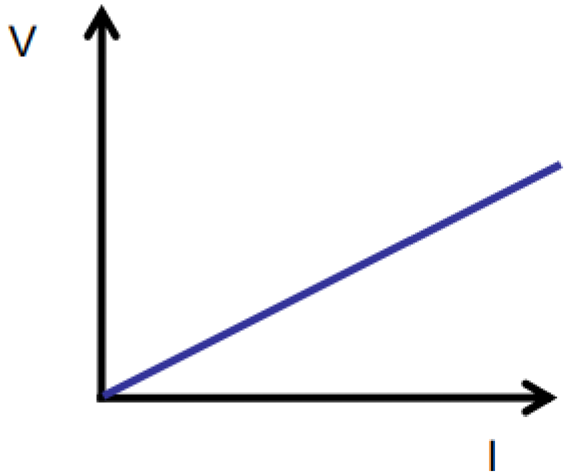
$$\rho(T) = \rho_o(1+\alpha\Delta T)$$

Como se observa en la tabla, la variación de la resistividad es enorme entre un conductor y un aislante.

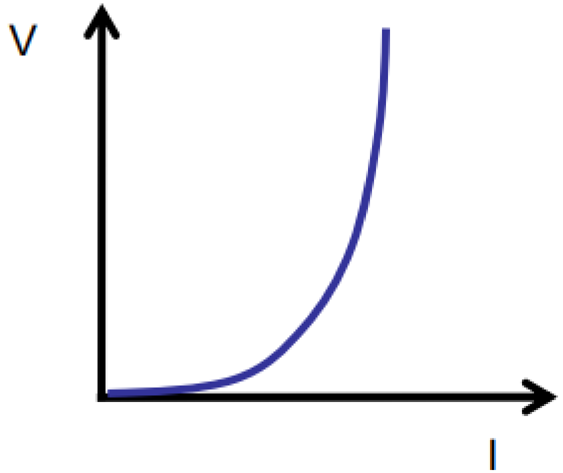
	ρ_0 (Ω·m)	Coeficiente de temperatura (K^{-1})
Plata	$1{,}59\cdot10^{-8}$	$3{,}8\cdot10^{-3}$
Cobre	$1{,}67\cdot10^{-8}$	$3{,}9\cdot10^{-3}$
Oro	$2{,}35\cdot10^{-8}$	$3{,}4\cdot10^{-3}$
Aluminio	$2{,}65\cdot10^{-8}$	$3{,}9\cdot10^{-3}$
Wolframio	$5{,}65\cdot10^{-8}$	$4{,}5\cdot10^{-3}$
Níquel	$6{,}84\cdot10^{-8}$	$6{,}0\cdot10^{-3}$
Hierro	$9{,}71\cdot10^{-8}$	$5\cdot10^{-3}$
Platino	$10{,}6\cdot10^{-8}$	$3{,}93\cdot10^{-3}$
Plomo	$20{,}65\cdot10^{-8}$	$4{,}3\cdot10^{-3}$
Silicio	4300	$-7{,}5\cdot10^{-2}$
Germanio	0,46	$-4{,}8\cdot10^{-2}$
Vidrio	10^{10} - 10^{14}	
Cuarzo	$7{,}5\cdot10^{17}$	
Azufre	10^{15}	
Madera	10^{8} - 10^{11}	
Diamante	10^{11}	

Ley de Ohm: resistividad y resistencias eléctricas

Según su comportamiento al aplicar una corriente *I*, los materiales se clasifican.



Materiales óhmicos



Materiales no óhmicos

La resistencia no depende de la caída de potencial ni de la intensidad (R es la pendiente de la curva V-I).

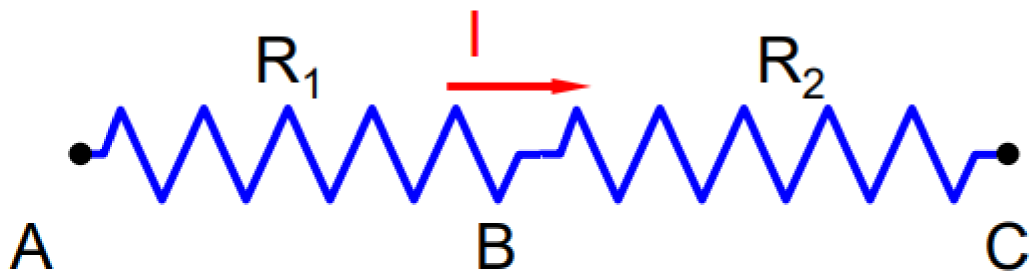
La resistencia depende de la corriente *I* de forma no lineal (R es la pendiente de la curva V-I).

Ley de Ohm: resistividad y resistencias eléctricas

Se llama **resistencia equivalente** de un circuito o asociación de resistencias, R_{eq}, al valor de la resistencia única que habría que poner para que la resistencia total fuese la misma.

Los casos más sencillos de asociación de resistencias son resistencias en serie y en paralelo.

Asociación de resistencias en serie: En este caso la corriente que circula por todas las resistencias es la misma.

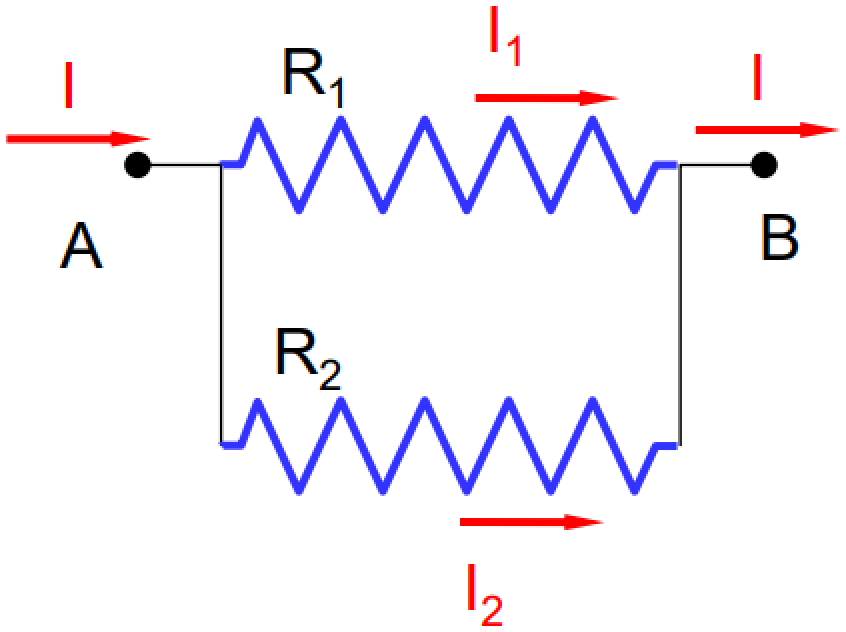


$$V_{AC} = V_{AB} + V_{BC}$$

$$\boxed{R_{eq} = \sum_{1}^{n} R_i}$$

Ley de Ohm: resistividad y resistencias eléctricas

Asociación de resistencias en paralelo: En este caso todas las resistencias están sometidas a la misma caída de potencial.

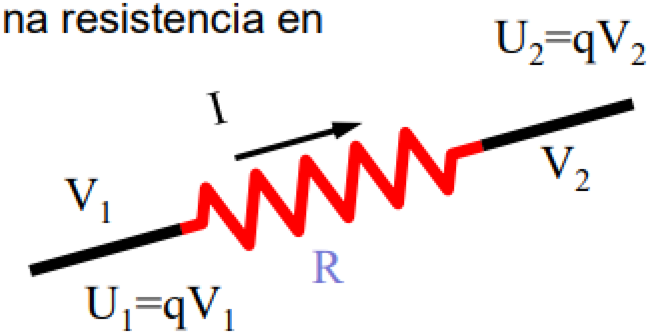


$$I = I_1 + I_2$$

$$\boxed{\frac{1}{R_{eq}} = \sum_{1}^{n} \frac{1}{R_i}}$$

Ley de Ohm: resistividad y resistencias eléctricas

Ley de Joule: Permite calcular la energía disipada por una resistencia en forma de calor.



Si durante un intervalo de tiempo Δt por la resistencia *R* del circuito ha pasado la cantidad de carga ΔQ, la variación de energía potencial que experimenta dicha cantidad de carga al pasar desde la entrada a la salida del circuito es:

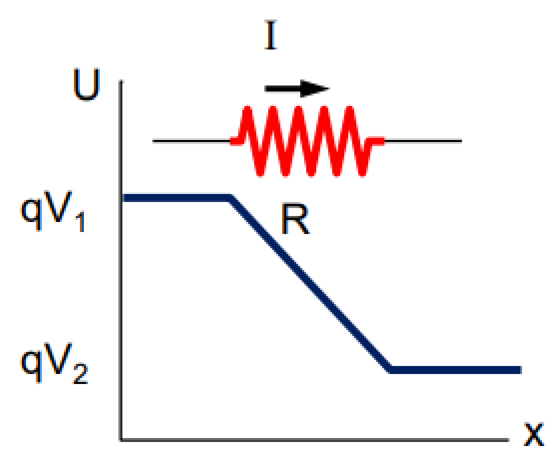
$$\Delta U = q\Delta V = q\,(V_2 - V_1) = q\,I\,R$$

Luego, la potencia disipada *P* (energía por unidad de tiempo) es:

$$dU = dq\,I\,R \qquad P = \frac{dU}{dt} = \frac{dq}{dt} IR = I^2 R$$

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

vatio (W)



La energía consumida por efecto Joule durante cierto tiempo *t* será:

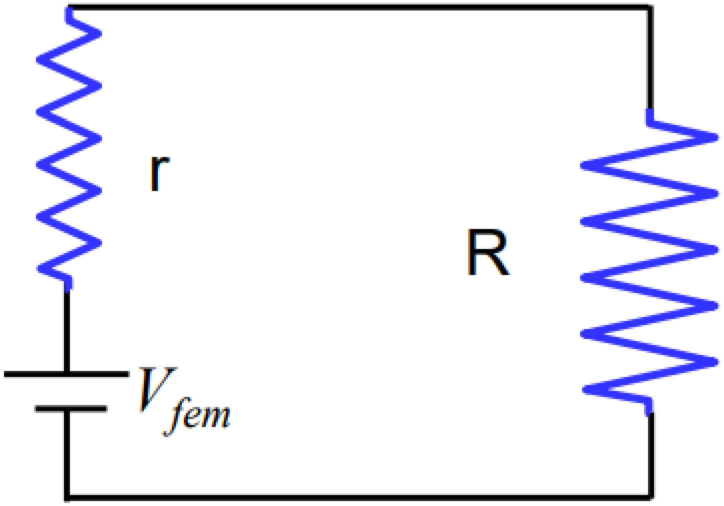
$$\boxed{W = \int_0^t P(t)\,dt = Pt = RI^2 t}$$

Si *P* no depende de *t*.

Fuerza Electromotriz

Fuerza electromotriz y baterías:

El dispositivo que suministra la energía eléctrica suficiente para que se produzca una corriente estacionaria en un conductor se llama fuente de fuerza electromotriz (fem). Convierte la energía química o mecánica en energía eléctrica



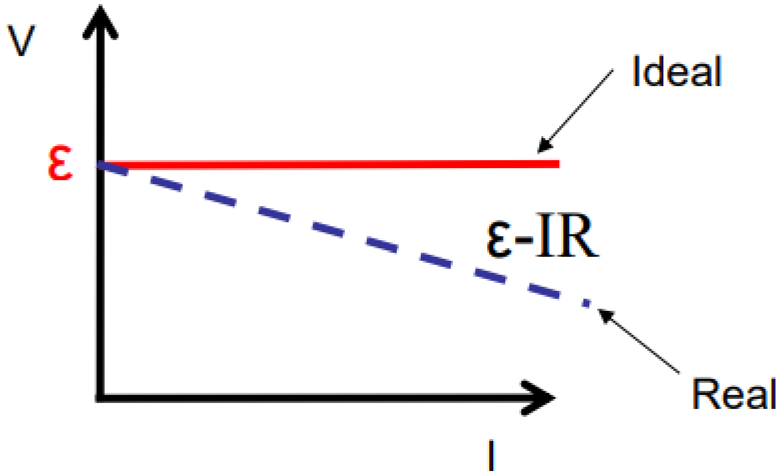
La fuente de fem realiza trabajo sobre la carga que la atraviesa, elevando su energía potencial en (q ΔV). Este trabajo por unidad de carga es suministrado por la fuerza electromotriz, fem, de la batería:

$$\varepsilon = \text{Fuerza Electro Motriz} = \Delta V_{fem}$$

Fuerza Electromotriz

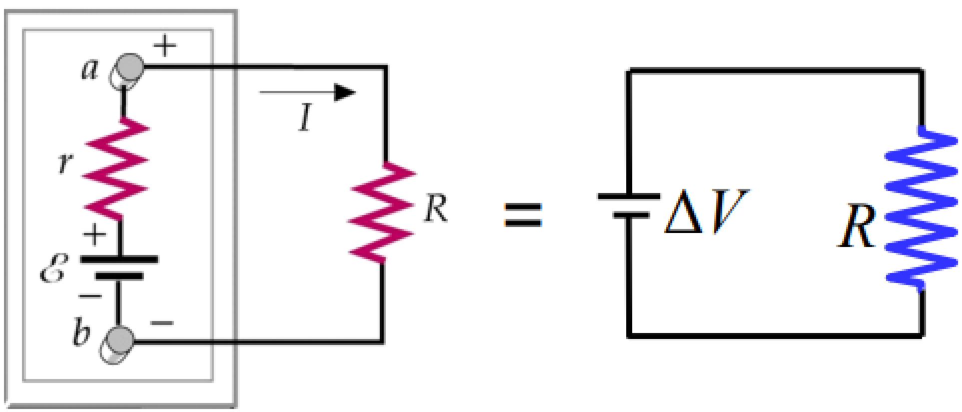
<u>Fuente de fem ideal:</u> Mantiene constante la diferencia de potencial entre sus bornes e igual a ε, independientemente de donde esté conectada.

<u>Fuente de fem real:</u> La diferencia de potencial entre sus bornes *<u>disminuye con el aumento de la corriente</u>* al tener la fuente de potencial una resistencia interna **r**.



$$\boxed{\Delta V = \varepsilon - I\,r}$$

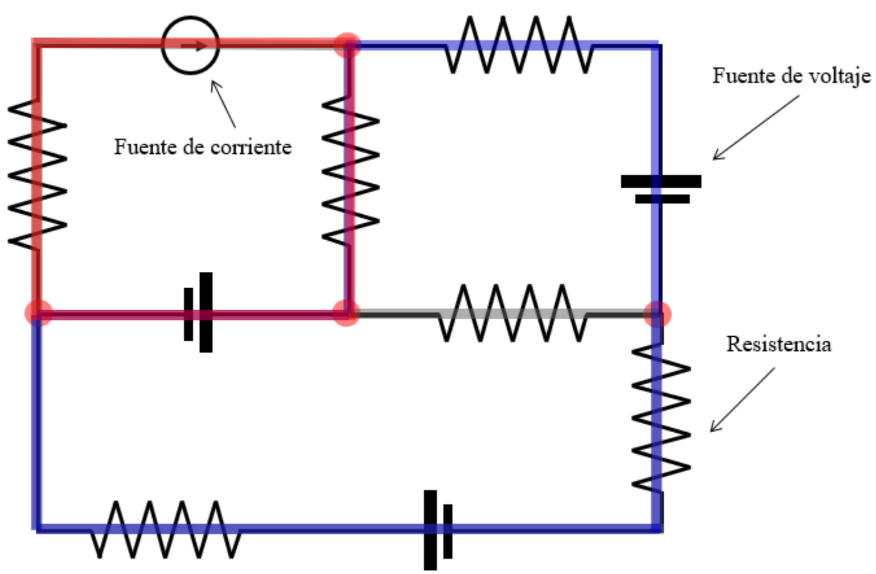
r =Resistencia interna de la fuente de potencial.



La fem, ε, es la mayor diferencia de potencial que puede suministrar una fuente de potencial. Cuando una fuente de potencial se conecta a un dispositivo, la diferencia de potencial a la salida, *en bornes*, depende de la corriente que suministre *I*, la resistencia interna *r* y la fem ε.

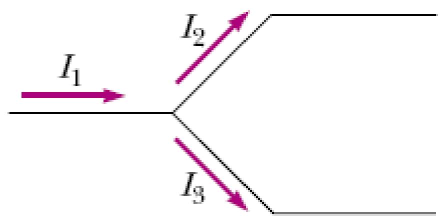
Terminología básica

- Red: Sistema de conductores que forman un circuito cerrado.
- Rama: grupo de componentes de un circuito por los que circula la misma corriente.
- Nudo / nodo: punto de conexión de dos o más ramas.
- Lazo: Cualquier trayectoria cerrada en una red.
- Malla: Lazo que no contiene otra trayectoria cerrada en su interior

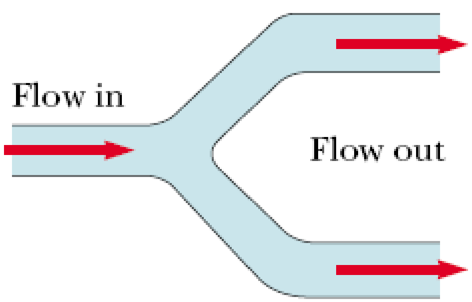


Leyes de Kirchhoff

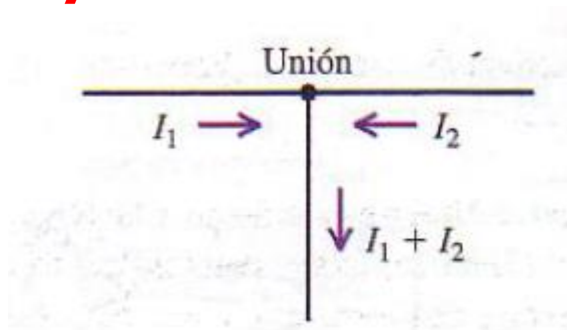
Leyes de Kirchhoff: Ley de los nodos



(a)



(b)



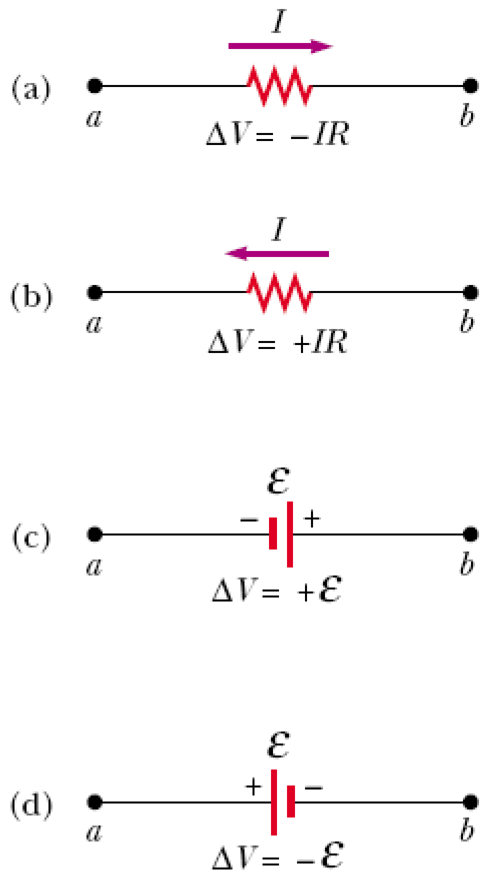
$$I_1 = I_2 + I_3$$

Gustav Kirchhoff

PRIMERA LEY: <u>En cualquier nodo, la suma de corrientes que entran al nodo debe ser igual a la suma de corrientes que salen de él</u>. Esta ley es consecuencia de la conservación de la carga.

Leyes de Kirchhoff

Reglas de Kirchhoff: Ley de las mallas



SEGUNDA LEY: La suma algebraica de los cambios de potencial a través de todos los elementos a lo largo de cualquier lazo (malla) de un circuito cerrado debe ser cero. Ésta regla surge de la conservación de la energía.

Instrumentos de medición eléctrica

Se denomina multímetro, al aparato capaz de realizar varias mediciones, también se le conoce con el nombre de polímetro o Téster.

Dentro del instrumento podemos distinguir tres mediciones diferentes con las que realizaremos las lecturas más comunes:

OHMETRO	**Resistencias (Ω)**
VOLTIMETRO	**Tensión (V) en CC y AC**
AMPERIMETRO	**Intensidad (A) en CC y AC**

Instrumentos de medición eléctrica

Clasificación de multímetros en función de su tecnología.

MULTIMETRO

- **ANALOGICOS**
- **DIGITALES**

Instrumentos de medición eléctrica

Multímetros analógicos:

• Los multímetros analógicos, hoy en día, están en desuso, debido a su menor resolución y lectura más complicada.

• Son sensibles a la inversión de polaridad, y su lectura se ve afectada por las vibraciones.

• Por el contrario, son más fiables a la hora de realizar mediciones que varían rápidamente en el tiempo.

Instrumentos de medición eléctrica

Multímetros digitales

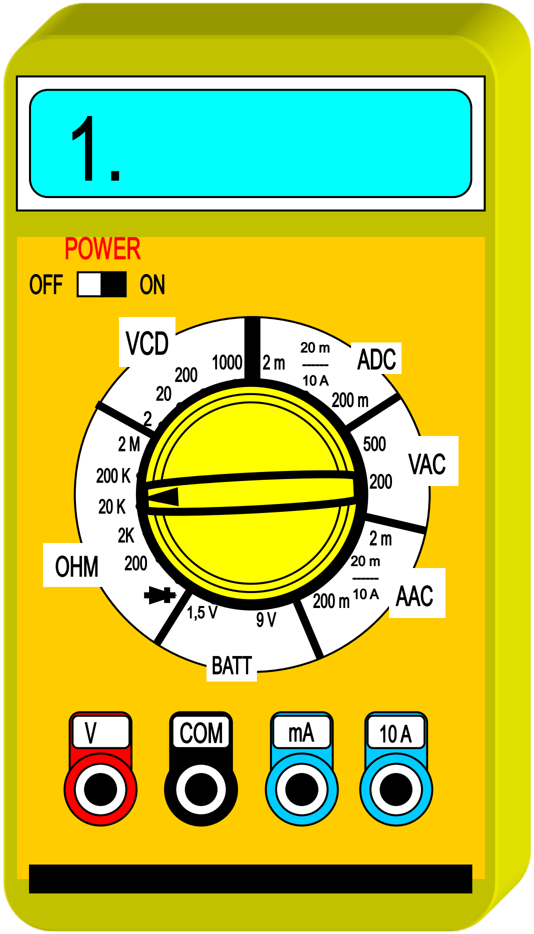
• La indicación de medición se realiza a través de **dígitos** visualizados en una pantalla de cristal liquido.

• La medición es más **precisa**, pero a su vez más **lenta**.

• Soportan mayores intensidades, son más precisos cuando la medición se realiza bajo condiciones de trabajo difíciles, como **vibraciones**.

• Dispone de elementos y circuitos de **protección** que hacen que se **bloquee** en caso de haber seleccionado una escala equivocada.

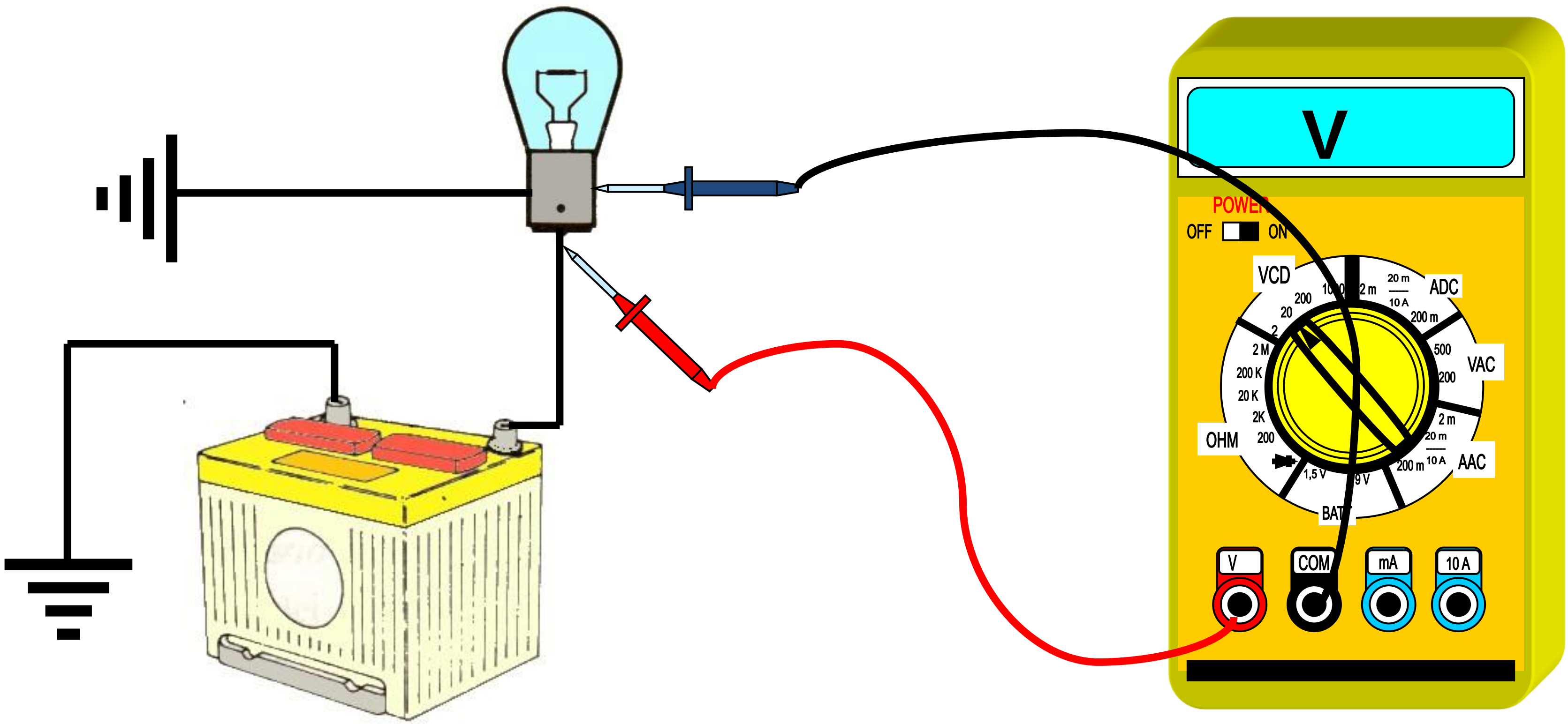
• Si la polaridad de las puntas de prueba está **invertida**, aparece en la pantalla el signo (**-**), indicación negativa.



Instrumentos de medición eléctrica

Voltímetro

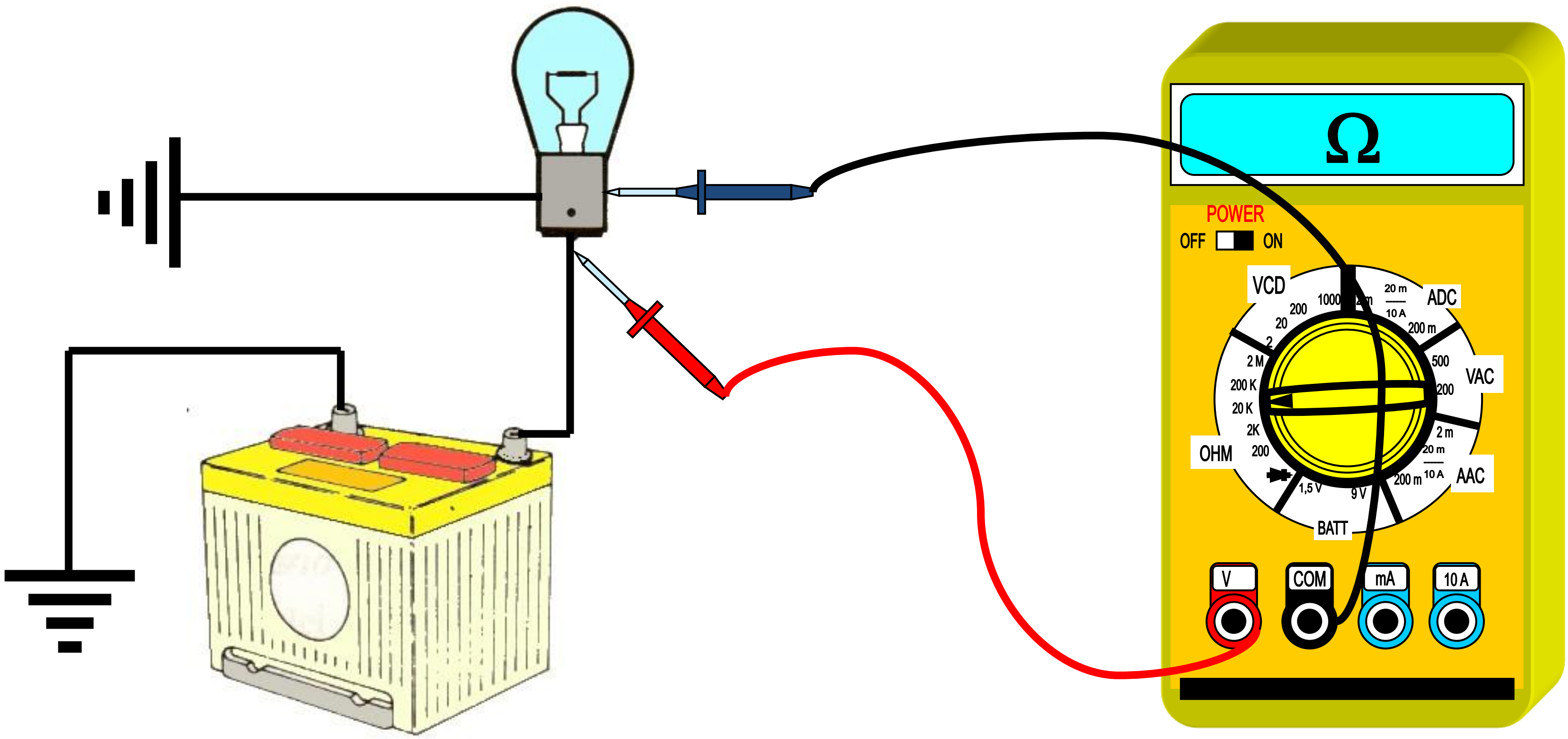
Aplicación: La medición se realiza en Paralelo. Medir la tensión que llega a un elemento, así como la caída de tensión que tiene un circuito eléctrico.



Instrumentos de medición eléctrica

Óhmetro:

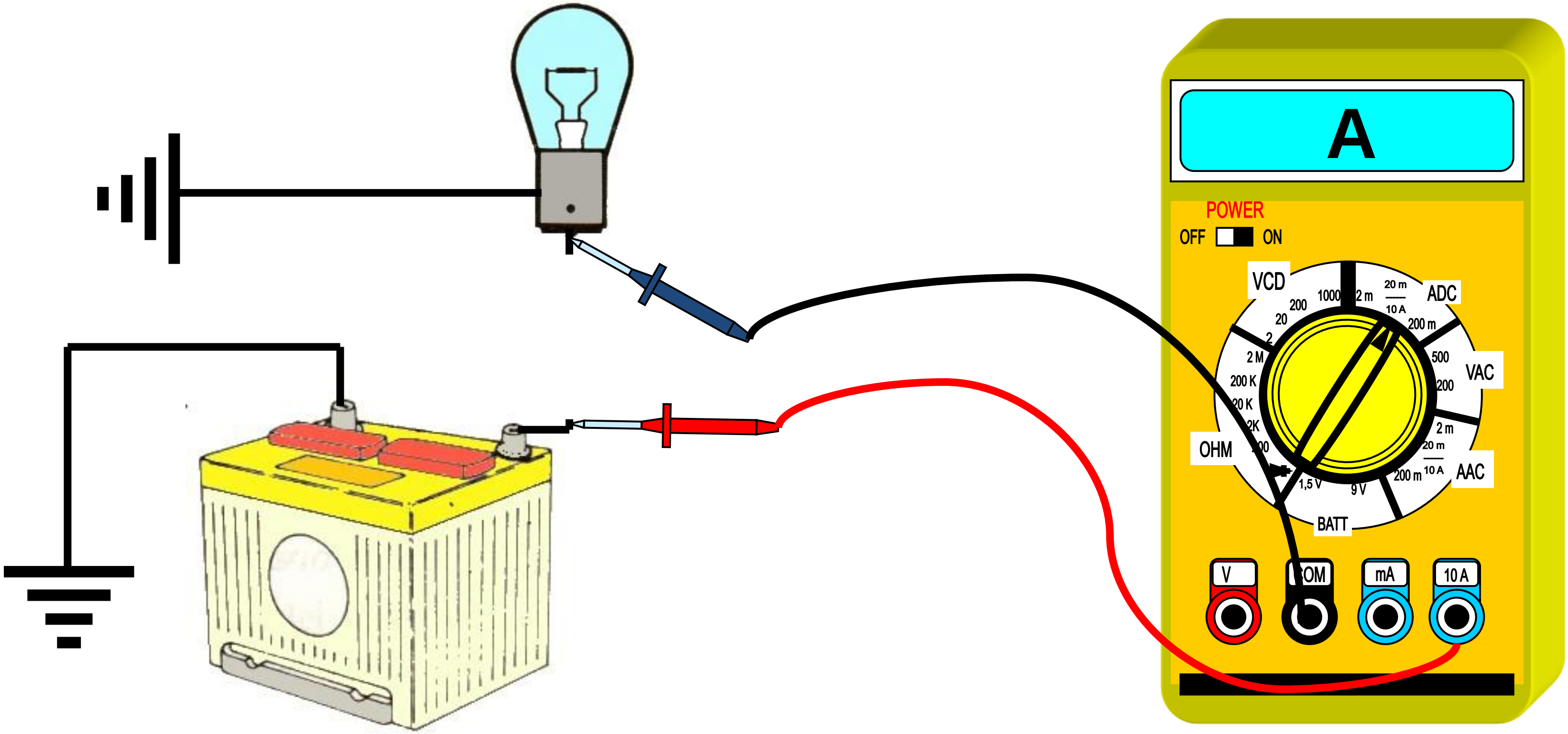
Aplicación: Medir la resistencia y la continuidad de un circuito o elemento y el aislamiento.



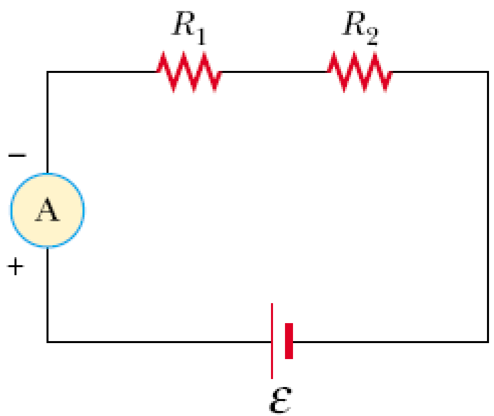
Instrumentos de medición eléctrica

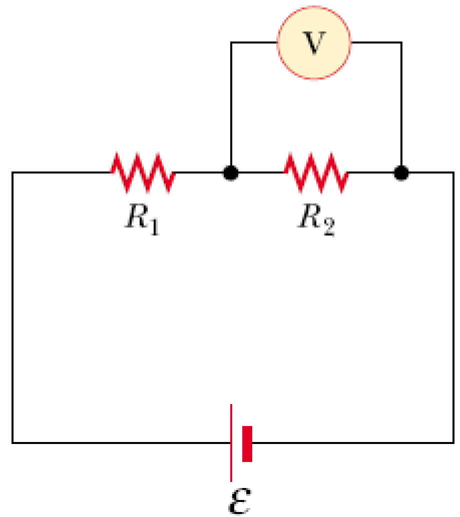
Óhmetro:

Aplicación: La medición se realiza en Serie. Medir la intensidad de corriente consumida por un circuito.

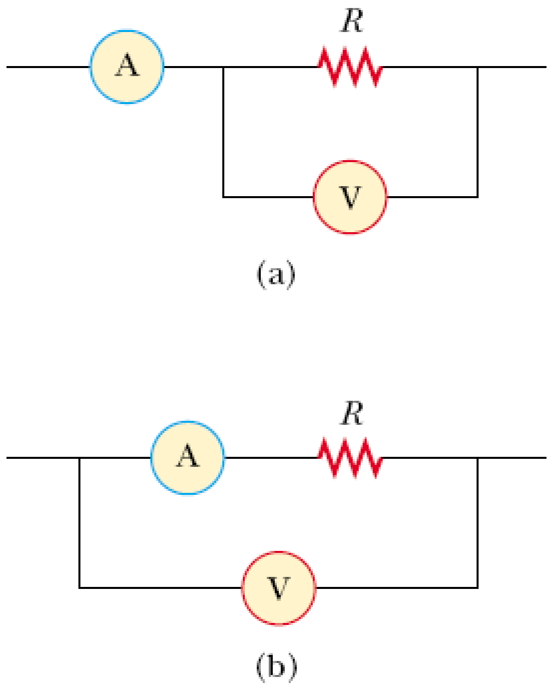


Instrumentos de medición eléctrica





Amperímetro y voltímetro



Errores de interacción por el uso de los dos instrumentos simultáneamente

Ejercicios

Ejercicio 1:

La cantidad de carga q (en C) que pasa a través de una superficie de área $2cm^2$ varía con el tiempo como $q= 4t^3 + 5t + 6$, donde t está en segundos.

a) ¿Cuál es la corriente instantánea a través de la superficie en t = 1 s?

Ejercicios

Ejercicio 1:

La cantidad de carga q (en C) que pasa a través de una superficie de área $2cm^2$ varía con el tiempo como q= $4t^3 + 5t + 6$, donde t está en segundos. a) ¿Cuál es la corriente instantánea a través de la superficie en t = 1 s?

La intensidad de corriente instantánea se define como:

$$i = \frac{dQ}{dt}$$

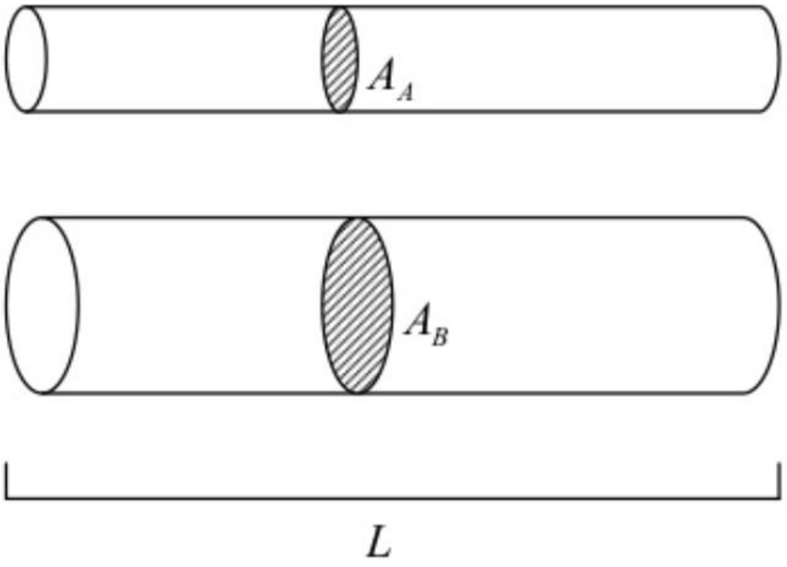
por lo tanto,

$$i(t) = 12t^2 + 5$$
$$i(1s) = 17A$$

Ejercicios

Ejercicio 2:

Dos alambres A y B de sección trasversal circular están hechos del mismo metal y tienen igual longitud, pero la resistencia del alambre A es tres veces mayor que la del alambre B. ¿Cuál es la razón de las áreas de sus secciones trasversales?



Ejercicios

Ejercicio 2:

La resistencia de un conductor viene dada por:

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

Utilizando la relación entre las resistencia de los alambres proporcionada por el problema

$$R_A = 3R_B$$

Puesto que los dos alambres están compuestos del mismo material y tienen la misma longitud y suponiendo que se encuentran sometidos a las mismas condiciones de temperatura, su conductividad eléctrica es igual ($\rho_A = \rho_B$).

$$\rho_A \frac{L}{A_A} = 3\rho_B \frac{L}{A_B}$$

$$A_A = \frac{1}{3} A_B$$

La sección del alambre A es un tercio la de B, ya que la resistencia es inversamente proporcional a la sección del cable.

Ejercicios

Ejercicio 3:

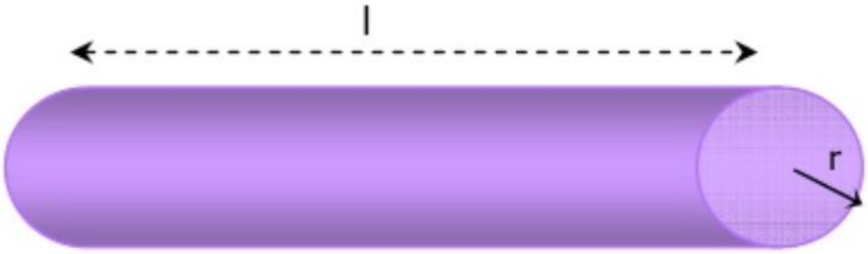
Una barra de carbono de radio 0’1 mm se utiliza para construir una resistencia. La resistividad de este material es $3'5 \cdot 10^{-5}$ Ω·m. ¿Qué longitud de la barra de carbono se necesita para obtener una resistencia de 10 Ω?

DATOS

$r = 0'1$ mm

$\rho = 3'5 \cdot 10^{-5}$ Ω·m

$R = 10$ Ω.



Ejercicios

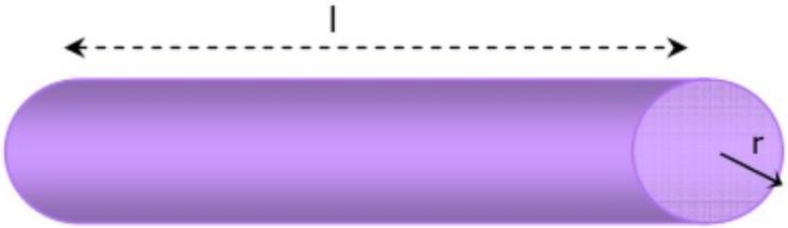
Ejercicio 3:

DATOS

r = 0'1 mm

$\rho = 3'5 \cdot 10^{-5}\ \Omega \cdot m$

R = 10 Ω.



PLANTEAMIENTO Y RESOLUCIÓN

Aplicamos la definición de Resistencia.

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

Despejamos en función de la longitud, que es el dato que nos piden:

$$l = A \frac{R}{\rho}$$

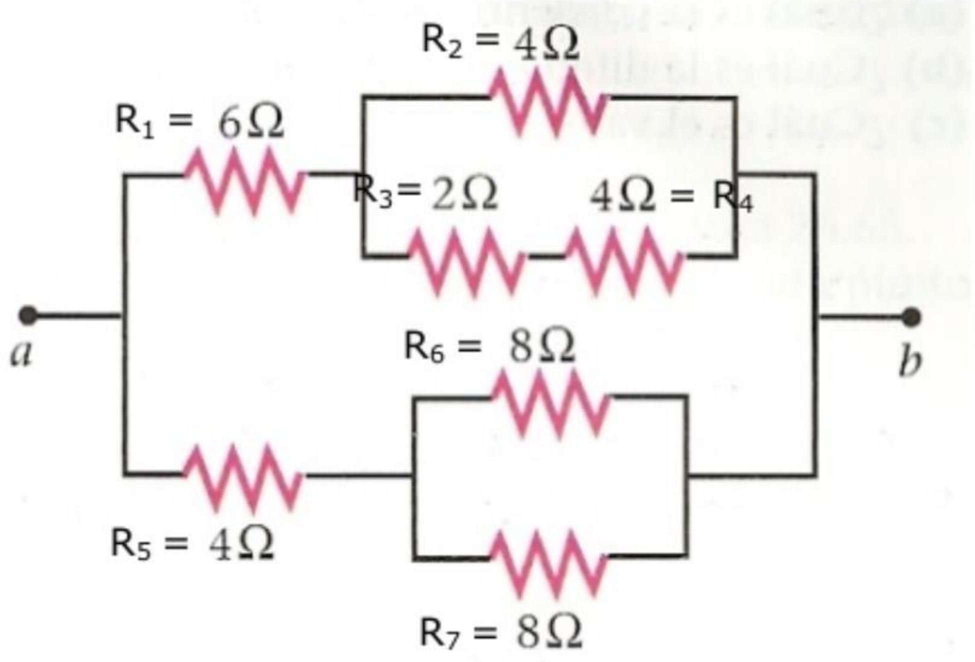
Ahora sustituimos los valores:

$$l = A \frac{R}{\rho} = \pi \cdot (0{,}1 \cdot 10^{-3})^2 \frac{10}{3{,}5 \cdot 10^{-5}} = 8{,}975\ mm$$

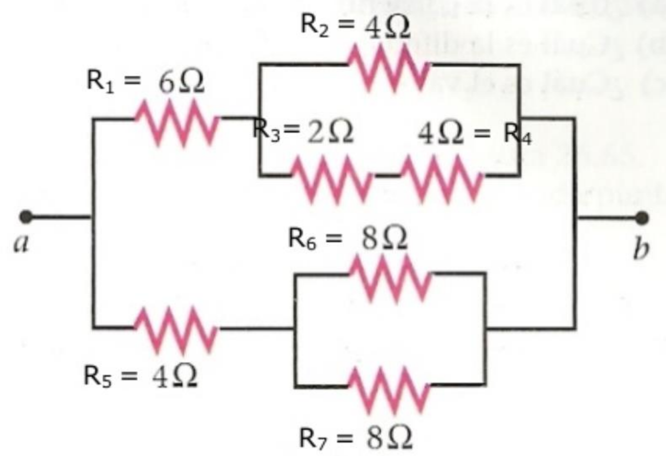
Ejercicios

Ejercicio 4:

Hallar la resistencia equivalente entre los puntos a y b de la figura.



Ejercicios



Ejercicio 4:

PLANTEAMIENTO Y RESOLUCIÓN

Aplicamos la Ley de Asociación de resistencias.

$R_8 : R_3$ *serie* R_4

$$R_8 = R_3 + R_4 = 2 + 4 = 6\Omega$$

$R_9 : R_2$ *paralelo* R_8

$$\frac{1}{R_9} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_8} = \frac{1}{4} + \frac{1}{6} = \frac{10}{24}; \quad R_9 = 2{,}4\ \Omega$$

$R_{10} : R_1$ *serie* R_9

$$R_{10} = R_1 + R_9 = 6 + 2{,}4 = 8{,}4\ \Omega$$

$R_{11} : R_6$ *paralelo* R_7

$$\frac{1}{R_{11}} = \frac{1}{R_6} + \frac{1}{R_7} = \frac{1}{8} + \frac{1}{8} = \frac{1}{4}; \quad R_9 = 4\ \Omega$$

$R_{12} : R_5$ *serie* R_{11}

$$R_{12} = R_5 + R_{11} = 4 + 4 = 8\ \Omega$$

$R_{eq} : R_{10}$ *paralelo* R_{12}

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_{10}} + \frac{1}{R_{12}} = \frac{5}{42} + \frac{1}{8} = \frac{41}{168}; \quad R_{eq} = 4{,}097\ \Omega$$

Ejercicios

Ejercicio 5:

Una batería de 6 V con una resistencia interna de 0,3 Ω se conecta a una resistencia variable R. Hallar la corriente y la potencia liberada por la batería, si R es:

a) 0 Ω.

b) 10 Ω.

a) Datos: $V = 6V$

$r = 0.3\ \Omega$

$R = 0\ \Omega$

Ejercicios

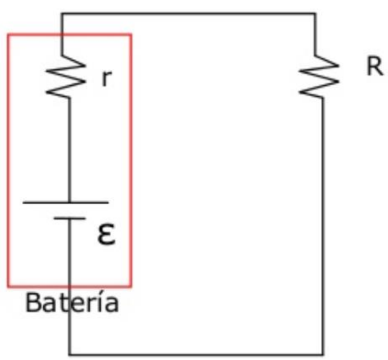
Ejercicio 5:

Una batería de 6 V con una resistencia interna de 0,3 Ω se conecta a una resistencia variable R. Hallar la corriente y la potencia liberada por la batería, si R es:

a) 0 Ω.

b) 10 Ω.

Planteamiento:



Al estar las resistencias en serie, la resistencia interna r y la otra R, se suman. Aplicando la ley de Ohm nos da la intensidad de corriente liberada por la batería:

a) Datos: $V = 6V$

$r = 0.3\ \Omega$

$R = 0\ \Omega$

Resolución:

$$R_{eq} = R + r$$

$$V = I \cdot R_{eq} \Rightarrow I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{6}{0.3} = 20\ \mathrm{A}$$

La potencia disipada se haya a través de la ecuación $P = V \cdot I$

$$P = 6 \cdot 20 = 120\ \mathrm{W}$$

Ejercicios

Ejercicio 5:

b) Datos: $V = 6V$

$r = 0.3\ \Omega$

$R = 10\ \Omega$

Usamos el mismo planteamiento que en el apartado anterior.

Resolución:

$$R_{eq} = R + r$$

$$V = I \cdot R_{eq} \Rightarrow I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{6}{10.3} = 0.5825\ \text{A}$$

La potencia disipada se haya a través de la ecuación $P = V \cdot I$

$$P = 6 \cdot 0.5825 = 3.4951\ \text{W}$$

Ejercicios

Ejercicio 5:

b) Datos:

$V = 6V$

$r = 0.3\ \Omega$

$R = 10\ \Omega$

Usamos el mismo planteamiento que en el apartado anterior.

Resolución:

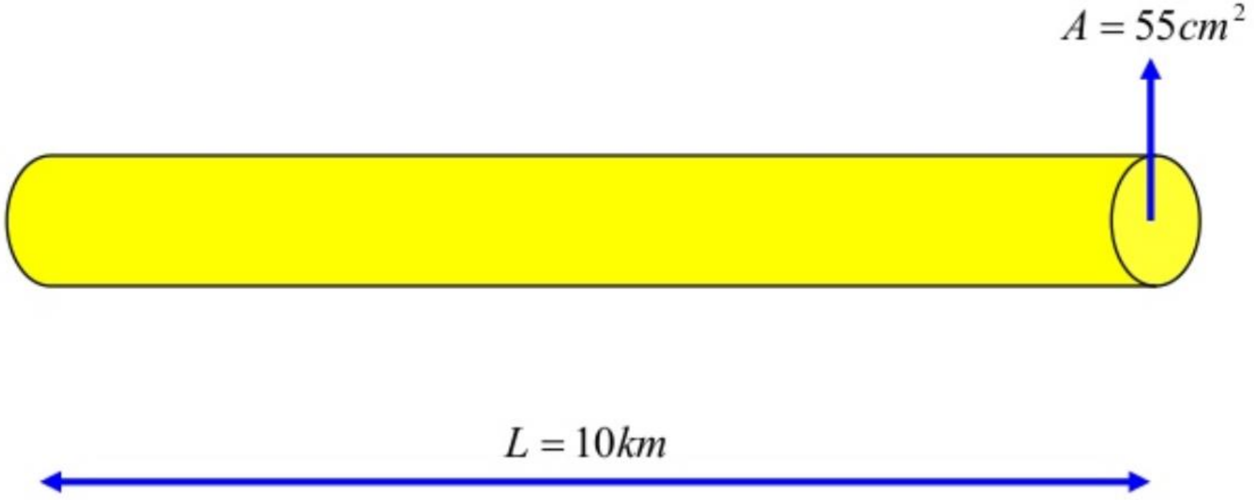
$$R_{eq} = R + r$$

$$V = I \cdot R_{eq} \Rightarrow I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{6}{10.3} = 0.5825\ A$$

Ejercicios

Ejercicio 6:

El tercer carril (portador de corriente) de una via de metro está hecho de acero y tiene un área de sección transversal de aproximadamente 55 cm^2. ¿Cuál es la resistencia de 10 km de esta via? (Usa ρ para el hierro.)



Ejercicios

Ejercicio 6:

Planteamiento: para calcular la resistencia vamos a usar la siguiente formula:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{A}$$

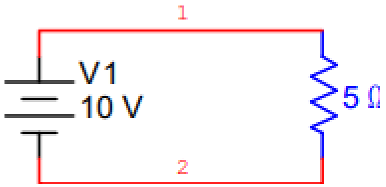
Resolución del problema: ρ del hierro es $10x10^{-8}$ Ωm. Sustituimos en la ecuación y queda:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{A} \Rightarrow R = 10 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{10 \cdot 10^{3}}{0.0055} = 0.18\Omega$$

Ejercicios

Ejercicio 7:

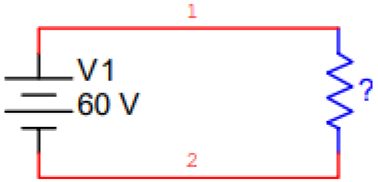
De acuerdo al circuito, ¿cuánta corriente produciría un voltaje aplicado de 10 volts a través de una resistencia de 5 ohms?



Ejercicios

Ejercicio 8:

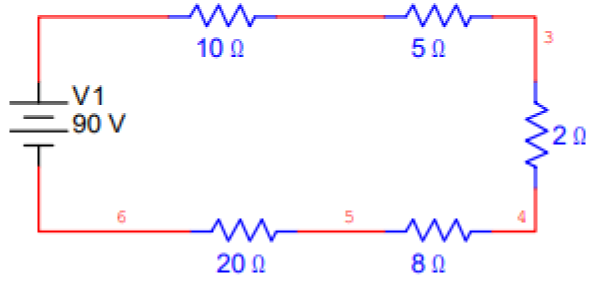
De acuerdo al diagrama, ¿cuál es la resistencia que, si se le aplica un voltaje de 60 volts, produciría una corriente de 3 amperes?



Ejercicios

Ejercicio 9:

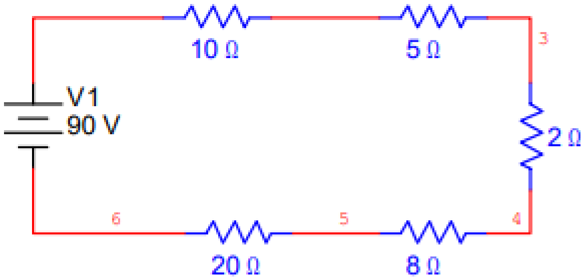
Calcular la corriente total que circula en el siguiente circuito con cargas en serie, considerando que la fuente es de 90 volts.



Ejercicios

Ejercicio 9:

Calcular la corriente total que circula en el siguiente circuito con cargas en serie, considerando que la fuente es de 90 volts.



Solución:

Paso 1: primero sumamos todas las resistencias para obtener la equivalente

$$Rtotal = 10\Omega + 5\Omega + 2\Omega + 8\Omega + 20\Omega$$

$$Rtotal = 45\Omega$$

Paso 2: ahora como la incógnita es la corriente, despejamos I de la ecuación de la ley de Ohm y sustituimos.

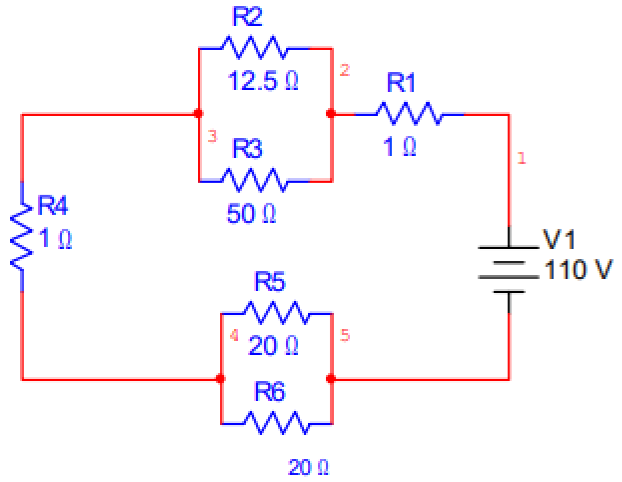
$$I = \frac{V}{R}$$

$$I = \frac{90V}{Rtotal} = \frac{90V}{45\Omega} = 2amperes$$

Ejercicios

Ejercicio 10:

Se tiene el siguiente circuito mixto, el cual es alimentado con una fuente de DC de 110V. Calcular para cada resistencia su corriente, voltaje y potencia individual.



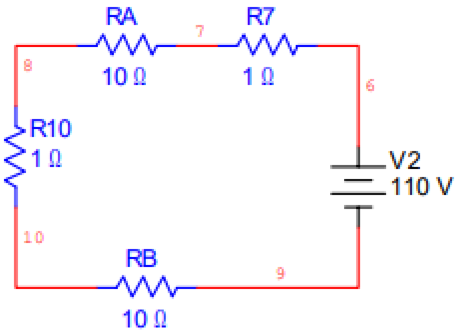
Ejercicios

Ejercicio 10:

Solución:

Paso 1: Empezamos por encontrar la corriente total, por lo que calculamos la resistencia equivalente de todo el circuito:

Resolvemos los paralelos:



$$Ra = \frac{R2 * R3}{R2 + R3} = \frac{12.5 * 50}{12.5 + 50} = 10\Omega$$

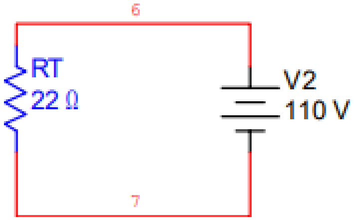
$$Rb = \frac{20}{2} = 10\Omega$$

Sumamos las resistencias en serie:

$$RT = Ra + Rb + R1 + R4 = 10 + 10 + 1 + 1 = 22\Omega$$

Y calculamos la corriente total:

$$I = \frac{V}{RT} = \frac{110V}{22\Omega} = 5A$$



Ejercicios

Ejercicio 10:

Paso 2: Calculamos los voltajes y potencias individuales para las resistencias que originalmente están en serie, (R1 y R4), ya que en éstas la corriente es la misma:

Para R1:

$$V = R * I = 1\Omega * 5A = 5V$$

$$P = V * I = 5V * 5A = 25Watts$$

Para R4 como su valor es igual que R1 y al estar en serie tiene el mismo valor de corriente por lo tanto su voltaje es 5V y su potencia 25 Watts

Paso 3: ahora pasamos con las resistencias en paralelo, comenzamos con R2 y R3. Como sabemos, en un arreglo en paralelo la corriente se divide, pero el voltaje se mantiene, por lo que a partir de su equivalente en serie de 10 ohms podemos obtener el voltaje de la siguiente forma:

$$V = R * I = 10\Omega * 5A = 50V$$

Ejercicios

Ejercicio 10:

Paso 4: a partir del voltaje común para cada resistencia, calculamos su corriente individual y de ahí su potencia.

Para R2:

$$I = \frac{V}{R2} = \frac{50}{12.5} = 4A$$
$$P = V * I = 50 * 4 = 200w$$

Para R3:

$$I = \frac{V}{R3} = \frac{50}{50} = 1A$$
$$P = V * I = 50 * 1 = 50w$$

Paso 5: Repetimos el mismo procedimiento para el paralelo de R5 y R6.

Calculamos su voltaje a partir de su equivalente en serie:

$$V = R * I = 10\Omega * 5A = 50V$$

Ejercicios

Ejercicio 10:

Ahora calculamos corriente y potencia para cada resistencia en paralelo:

Para R5:

$$I = \frac{V}{R5} = \frac{50}{20} = 2.5A$$
$$P = V * I = 50 * 2.5 = 125w$$

Para R6:

$$I = \frac{V}{R6} = \frac{50}{20} = 2.5A$$
$$P = V * I = 50 * 2.5 = 125w$$

Paso 6: hacemos una tabla con todos los valores individuales, y comprobamos que la suma de todas las potencias individuales es igual a la potencia total.

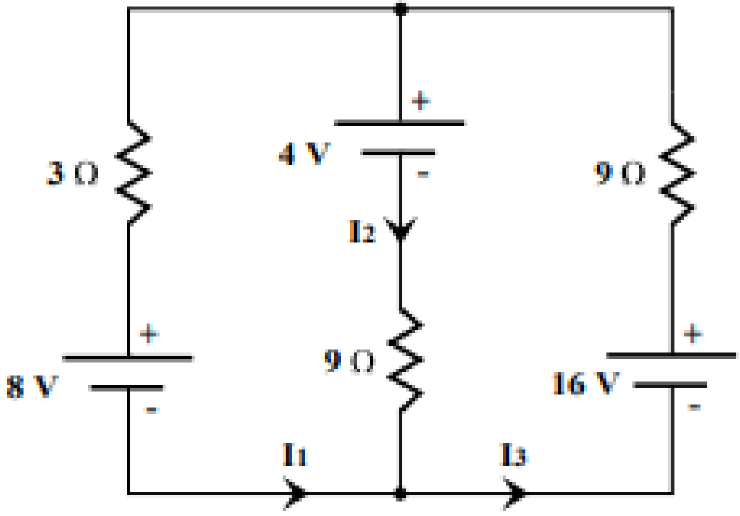
Ptotal=V*I=110V*5A=550W

R1=1 ohm	V1=5V	I1=5A	P1=25 w
R2=12.5 ohms	V2=50V	I2=4A	P2=200 w
R3=50 ohms	V3=50V	I3=1A	P3=50w
R4=1 ohm	V4=5V	I4=5A	P4=25 w
R5= 20 ohms	V5=50V	I5=2.5A	P5=125 w
R6=20 ohms	V6=50V	I6=2.5A	P6=125 w
			Ptotal=550W

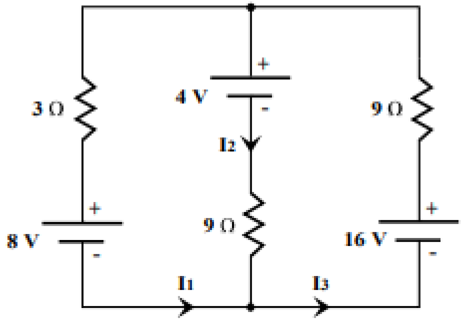
Ejercicios

Ejercicio 11:

Encuentre el valor de las intensidades del circuito de la figura



Ejercicios



Ejercicio 11:

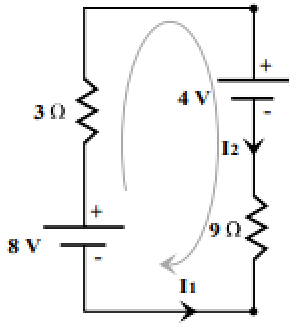
Para la resolución de este circuito utilizaremos las leyes de Kirchhoff.

Ley de los nudos:

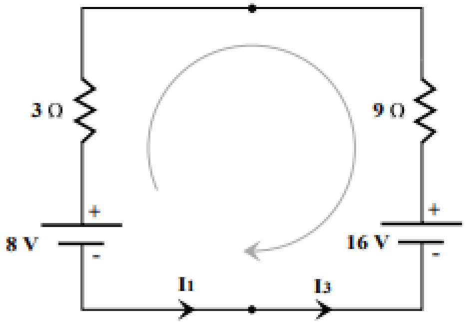
$$I_3 = I_1 + I_2$$

Ley de las mallas:

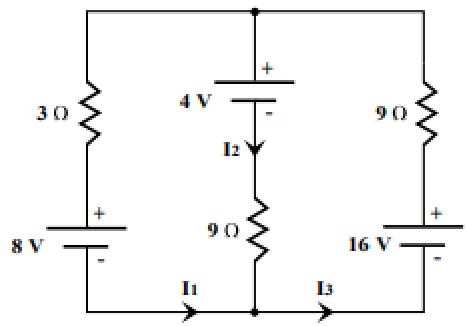
$8 + 3 \cdot I_1 - 4 - 9 \cdot I_2 = 0$



$8 + 3 \cdot I_1 + 9 \cdot I_3 - 16 = 0$



Ejercicios



Ejercicio 11:

Sistema de ecuaciones:

$$\begin{cases} I_3 = I_1 + I_2 \\ 3 \cdot I_1 - 9 \cdot I_2 + 4 = 0 \\ 3 \cdot I_1 + 9 \cdot I_3 - 8 = 0 \end{cases} \qquad \begin{cases} I_3 = I_1 + I_2 \\ 3 \cdot I_1 - 9 \cdot I_2 + 4 = 0 \\ 3 \cdot I_1 + 9 \cdot I_1 + 9 \cdot I_2 - 8 = 0 \end{cases} \qquad \begin{cases} I_3 = I_1 + I_2 \\ 3 \cdot I_1 - 9 \cdot I_2 + 4 = 0 \\ 12 \cdot I_1 + 9 \cdot I_2 - 8 = 0 \end{cases}$$

$$15 \cdot I_1 - 4 = 0 \qquad I_1 = \frac{4}{15} \text{ A}$$

$$3 \cdot \frac{4}{15} - 9 \cdot I_2 + 4 = 0 \qquad I_2 = \frac{8}{15} \text{ A}$$

$$I_3 = \frac{4}{15} + \frac{8}{15} \qquad I_3 = \frac{12}{15} \text{ A}$$

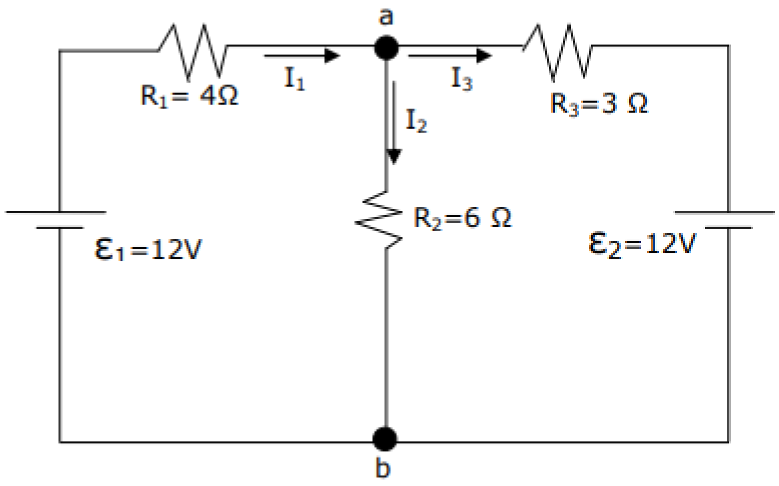
Los signos son todos positivos, lo que significa que los sentidos de las intensidades que habíamos elegido al principio son correctos.

Ejercicios

Ejercicio 12:

En el circuito indicado en la figura, las baterías tienen una resistencia interna despreciable. Hallar la corriente en cada resistencia.

Planteamiento y Datos:

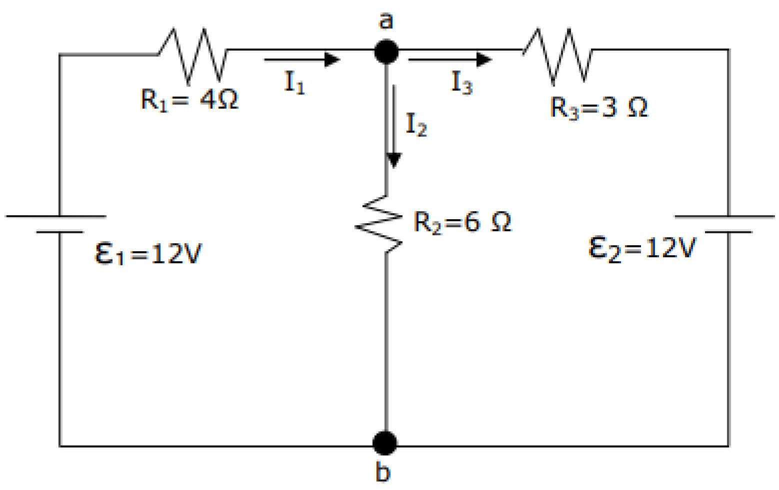


Ejercicios

Ejercicio 12:

En el circuito indicado en la figura, las baterías tienen una resistencia interna despreciable. Hallar la corriente en cada resistencia.

Planteamiento y Datos:



Aplicamos las leyes de Kircchoff:

Ley de los nudos:

$$I_1 = I_2 + I_3$$

Ley de las mallas:

$$\varepsilon_1 - I_1R_1 - I_2R_2 = 0$$
$$\varepsilon_1 - I_1R_1 - I_3R_3 - \varepsilon_2 = 0$$

$$\varepsilon_1 - I_1R_1 - I_2R_2 = 0$$
$$\varepsilon_1 - (I_2 + I_3)R_1 - I_2R_2 = 0$$
$$\varepsilon_1 - I_2(R_1 + R_2) - I_3R_1 = 0$$
$$12 - 10I_2 - 4I_3 = 0$$

$$\varepsilon_1 - I_1R_1 - I_3R_3 - \varepsilon_2 = 0$$
$$\varepsilon_1 - (I_2 + I_3)R_1 - I_3R_3 - \varepsilon_2 = 0$$
$$-7I_3 - 4I_2 = 0$$

$$12 - 10I_2 - 4I_3 = 0$$
$$-4I_2 - 7I_3 = 0$$

$$+84 - 70I_2 - 28I_3 = 0$$
$$-16I_2 - 28I_3 = 0$$

Ejercicios

Ejercicio 12:

Aplicamos las leyes de Kircchoff:

Ley de los nudos:

$$I_1 = I_2 + I_3$$

Ley de las mallas:

$$\varepsilon_1 - I_1 R_1 - I_2 R_2 = 0$$
$$\varepsilon_1 - I_1 R_1 - I_3 R_3 - \varepsilon_2 = 0$$

$$\varepsilon_1 - I_1 R_1 - I_2 R_2 = 0$$
$$\varepsilon_1 - (I_2 + I_3) R_1 - I_2 R_2 = 0$$
$$\varepsilon_1 - I_2 (R_1 + R_2) - I_3 R_1 = 0$$
$$12 - 10 I_2 - 4 I_3 = 0$$

$$\varepsilon_1 - I_1 R_1 - I_3 R_3 - \varepsilon_2 = 0$$
$$\varepsilon_1 - (I_2 + I_3) R_1 - I_3 R_3 - \varepsilon_2 = 0$$
$$-7 I_3 - 4 I_2 = 0$$

$$12 - 10 I_2 - 4 I_3 = 0$$
$$-4 I_2 - 7 I_3 = 0$$

$$+84 - 70 I_2 - 28 I_3 = 0$$
$$-16 I_2 - 28 I_3 = 0$$

Resolviendo:

$$-84 + 54 I_2 = 0$$
$$54 I_2 = 84$$
$$I_2 = \frac{84}{54} = \frac{42}{27} = \frac{14}{9} A$$

$$12 - 10\left(\frac{14}{9}\right) - 4 I_3 = 0$$
$$12 - \frac{140}{9} - 4 I_3 = 0$$
$$108 - 140 - 36 I_3 = 0$$
$$-32 - 36 I_3 = 0$$
$$-32 = 36 I_3$$
$$I_3 = -\frac{32}{36} = -\frac{8}{9} A$$

$$I_1 = I_2 + I_3$$
$$I_1 = \frac{14}{9} - \frac{8}{9} = \frac{6}{9} = \frac{2}{3} A$$

Las intensidades son:

$$I_1 = \frac{2}{3} A; I_2 = \frac{14}{9} A; I_3 = -\frac{8}{9} A$$

donde I_3 resulta negativa porque va en sentido contrario al establecido en el dibujo.

Presentaciones 2

Indicaciones: Grupos de **3 personas máximo.**

Se escoge un tema de los siguientes y se presenta online en un máximo de 3 o 4 diapositivas durante 10 minutos. Las presentaciones serán el 16 y 20 de mayo.

Temas disponibles:

Resumen materia:

1. Corriente Eléctrica: Fundamentos e Historia.
2. Densidad de Corriente. Fundamentos (Portadores de carga)
3. Ley de Ohm: Las dos formulas ($V=IR$, $J=\sigma E$) y resistencia en conductores.
4. Resistencia equivalente: Casos Serie / Paralelo / Otros
5. Ley de Joule y Fuerza Electromotriz.
6. Leyes de Kirchhoff.
7. Instrumentos de Medición eléctrica.

Ejemplos de problemas tipo solemne:

8. Ejercicio 4.
9. Ejercicio 5.
10. Ejercicio 10
11. Ejercicio 11.
12. Ejercicio 12.