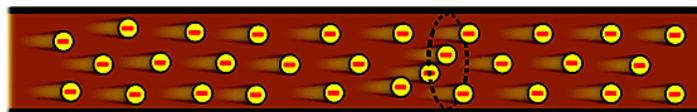
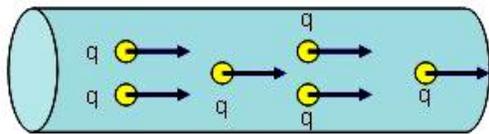
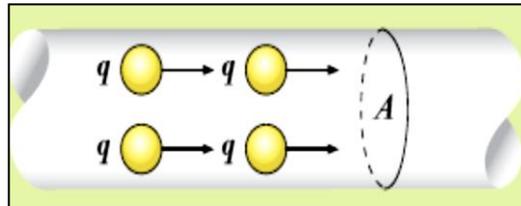


ELECTRODINÁMICA

CORRIENTE ELÉCTRICA

La **corriente eléctrica** o **intensidad eléctrica** es el flujo de carga eléctrica por unidad de tiempo que recorre un material. Se debe al movimiento de las cargas (normalmente electrones) en el interior del material. En el Sistema Internacional de Unidades se expresa en C/s (coulomb sobre segundo), unidad que se denomina ampere.

Una corriente eléctrica, puesto que se trata de un movimiento de cargas, produce un campo magnético, un fenómeno que puede aprovecharse en el electroimán.



La cantidad de cargas eléctricas (electrones) que pasan por una sección del conductor en cada unidad de tiempo es lo que llamamos **INTENSIDAD DE CORRIENTE ELÉCTRICA**

Un material conductor posee gran cantidad de electrones libres, por lo que es posible el paso de la electricidad a través del mismo. Los electrones libres, aunque existen en el material, no se puede decir que pertenezcan a algún átomo determinado.

Para que la corriente eléctrica pase, es necesario que en el cuerpo (o en el medio dado) existan partículas con carga que puedan desplazarse dentro del límite de todo el cuerpo. Estas partículas se llaman portadores de carga y pueden ser electrones, iones o, finalmente, partículas macroscópicas, portadoras de carga excedente (por ejemplo, partículas de polvo o gotitas con carga).

La corriente se produce, si dentro del cuerpo existe un campo eléctrico.

Una corriente de electricidad existe en un lugar cuando una carga neta se transporta desde ese lugar a otro en dicha región. Supongamos que la carga se mueve a través de un alambre. Si la carga q se transporta a través de una sección transversal dada del alambre, en un tiempo t , entonces la intensidad de corriente I , a través del alambre es:

$$I = \frac{q}{t}$$

Aquí q está dada en coulomb, t en segundos, e I en amperes. Por lo cual, la equivalencia es:

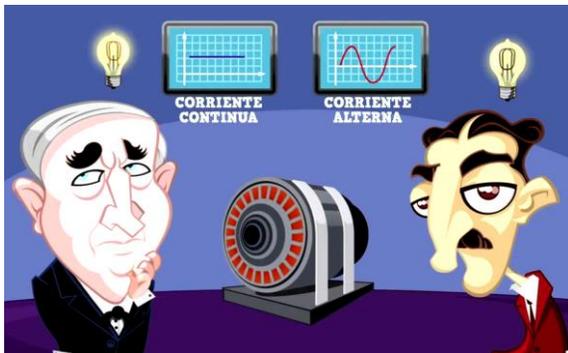
$$1\text{A} = \frac{1\text{C}}{\text{s}}$$

Los submúltiplos más utilizados del ampere son los siguientes:

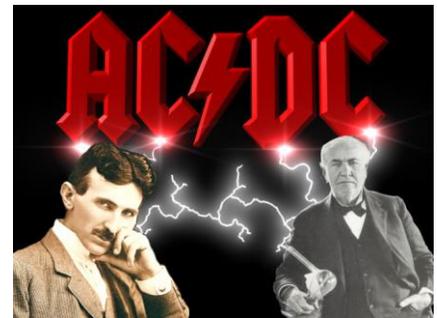
miliampere (mA) = 10^{-3} A = 0,001 ampere

microampere (μA) = 10^{-6} A = 0,000001 ampere

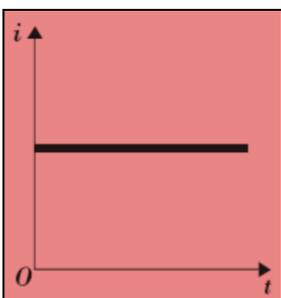
TIPOS DE CORRIENTES ELÉCTRICAS



En la práctica, los dos tipos de corrientes eléctricas más comunes son: corriente directa o continua (CD) o continua y corriente alterna (CA).



Corriente Continua: DC



Se denomina corriente continua o corriente directa (CC en español, en inglés DC, de *Direct Current*) al flujo de cargas eléctricas que no cambia de sentido con el tiempo. La corriente eléctrica a través de un material se establece entre dos puntos de distinto potencial. Cuando hay corriente continua, los terminales de mayor y menor potencial no se intercambian entre sí. Es continua toda corriente cuyo sentido de circulación es siempre el mismo, independientemente de su valor absoluto.

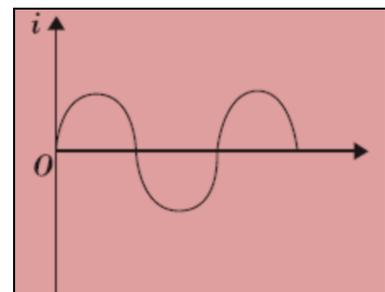
Su descubrimiento se remonta a la invención de la primera pila voltaica por parte del conde y científico italiano Alessandro Volta. No fue hasta los trabajos de Edison sobre la generación de electricidad, en las postrimerías del siglo XIX, cuando la corriente continua comenzó a emplearse para la transmisión de la energía eléctrica. Ya en el siglo XX este uso decayó en favor de la corriente alterna, que presenta menores pérdidas en la transmisión a largas distancias, si bien se conserva en la conexión de redes eléctricas de diferentes frecuencias y en la transmisión a través de cables submarinos.

Desde 2008 se está extendiendo el uso de generadores de corriente continua a partir de células fotoeléctricas que permiten aprovechar la energía solar.

Cuando es necesario disponer de corriente continua para el funcionamiento de aparatos electrónicos, se puede transformar la corriente alterna de la red de suministro eléctrico mediante un proceso, denominado rectificación, que se realiza con unos dispositivos llamados rectificadores, basados en el empleo de diodos semiconductores o tiristores (antiguamente, también de tubos de vacío).

Corriente Alterna: AC

Se denomina corriente alterna (simbolizada CA en español y AC en inglés, de *alternating current*) a la corriente eléctrica en la que la magnitud y dirección varían cíclicamente. La forma de onda de la corriente alterna más comúnmente utilizada es la de una onda sinusoidal. En el uso coloquial, "corriente alterna" se refiere a la forma en la cual la electricidad llega a los hogares y a las empresas.



Un ejemplo es la corriente que se usa en la red domiciliaria, o sea el enchufe.

El sistema usado hoy en día fue ideado fundamentalmente por Nikola Tesla, y la distribución de la corriente alterna fue comercializada por George Westinghouse. La corriente alterna superó las limitaciones que aparecían al emplear la corriente continua (CC), la cual constituye un sistema ineficiente para la distribución de energía a gran escala debido a problemas en la transmisión de potencia.

La razón del amplio uso de la corriente alterna, que minimiza los problemas de transmisión de potencia, viene determinada por su facilidad de transformación, cualidad de la que carece la corriente continua. La energía eléctrica transmitida viene dada por el producto de la tensión, la intensidad y el tiempo. Dado que la sección de los conductores de las líneas de transporte de energía eléctrica depende de la intensidad, se puede, mediante un transformador, modificar el voltaje hasta altos valores (alta tensión), disminuyendo en igual proporción la intensidad de corriente. Esto permite que los conductores sean de menor sección y, por tanto, de menor costo; además, minimiza las pérdidas por efecto Joule, que dependen del cuadrado de la intensidad. Una vez en el punto de consumo o en sus cercanías, el voltaje puede ser de nuevo reducido para permitir su uso industrial o doméstico de forma cómoda y segura.

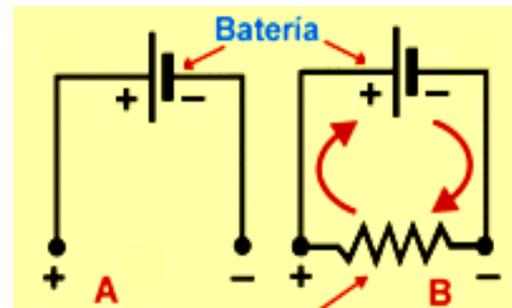
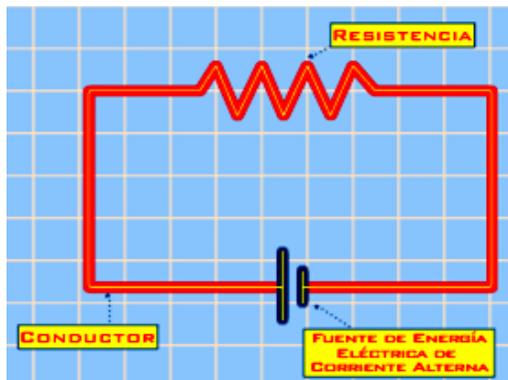
EFECTOS FISIOLÓGICOS DIRECTOS DE LA ELECTRICIDAD			
CORRIENTE ALTERNA - BAJA FRECUENCIA			
I mA	EFECTO	MOTIVO	
1 a 3	PERCEPCIÓN	El paso de la corriente produce cosquilleo. No existe peligro.	
3 a 10	ELECTRIZACIÓN	El paso de la corriente produce movimientos reflejos.	
10	TETANIZACIÓN	El paso de la corriente provoca contracciones musculares, agarrotamiento.	
25	PARO RESPIRATORIO	Si la corriente atraviesa el cerebro.	
25 a 30	ASFIXIA	Si la corriente atraviesa el torax.	
60 a 75	FIBRILACIÓN VENTRICULAR	Si la corriente atraviesa el corazón.	

Las frecuencias empleadas en las redes de distribución son 50 y 60 Hz. El valor depende del país.

Cuando alguien toca un cable o alambre electrificado y es atravesado por corriente, sus músculos reciben la orden de contraerse. La frase popular de "quedarse pegado" proviene de eso: los dedos se contraen y por más voluntad que ponga uno en ordenarle a la mano que suelte ese cable, la mano no obedece y la corriente continúa pasando por el cuerpo, y puede matar. Con la corriente alterna el riesgo disminuye enormemente ya que la víctima tiene cien oportunidades por segundo, en que la corriente se hace cero para soltar el cable, y en general lo logra.

FUERZA ELECTROMOTRIZ (FEM), DIFERENCIA DE POTENCIAL, VOLTAJE, TENSIÓN ELÉCTRICA

Para que una corriente se manifieste en un circuito es necesaria una fuerza que logre mover las cargas eléctricas. También se requiere un conductor eléctrico.



En donde:

A. Circuito eléctrico abierto (sin carga o resistencia). Por tanto, no se establece la circulación de la corriente eléctrica desde la fuente de FEM (la batería en este caso).

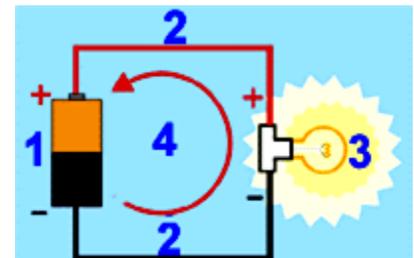
B. Circuito eléctrico cerrado, con una carga o resistencia acoplada, a través de la cual se establece la circulación de un flujo de corriente eléctrica desde el polo negativo hacia el polo positivo de la fuente de FEM o batería.

En los circuitos eléctricos la fuente de fuerza electromotriz (FEM) se simboliza:



En el circuito se señalan:

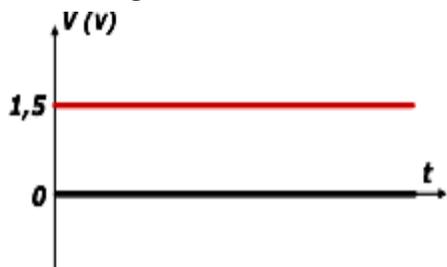
- Una fuente de fuerza electromotriz (FEM) como, por ejemplo, una batería, un generador o cualquier otro dispositivo capaz de bombear o poner en movimiento las cargas eléctricas negativas cuando se cierre el circuito eléctrico. Dicha fuerza es la electromotriz (FEM), que también se conoce como diferencia de potencial, voltaje, entre otros.
- Un camino que permita a los electrones fluir, ininterrumpidamente, desde el polo negativo de la fuente de suministro de energía eléctrica hasta el polo positivo de la propia fuente. En la práctica ese camino lo constituye el conductor o cable metálico, generalmente de cobre.



- Una carga o consumidor conectado al circuito que ofrezca resistencia al paso de la corriente eléctrica. Se entiende como carga cualquier dispositivo que para funcionar consuma energía eléctrica como, por ejemplo, una bombilla o lámpara para alumbrado, el motor de cualquier equipo, una resistencia que produzca calor (calefacción, cocina, secador de pelo, etc.), un televisor o cualquier otro equipo electrodoméstico o industrial que funcione con corriente eléctrica.

- Sentido de la corriente eléctrica. Cuando las cargas eléctricas circulan normalmente por un circuito, sin encontrar en su camino nada que interrumpa el libre flujo de los electrones, decimos que estamos ante un "circuito eléctrico cerrado". Si, por el contrario, la circulación de la corriente de electrones se interrumpe por cualquier motivo y la carga conectada deja de recibir corriente, estaremos ante un "circuito eléctrico abierto". Por norma general todos los circuitos eléctricos se pueden abrir o cerrar a voluntad utilizando un interruptor que se instala en el camino de la corriente eléctrica en el propio circuito con la finalidad de impedir su paso cuando se acciona manual, eléctrica o electrónicamente.

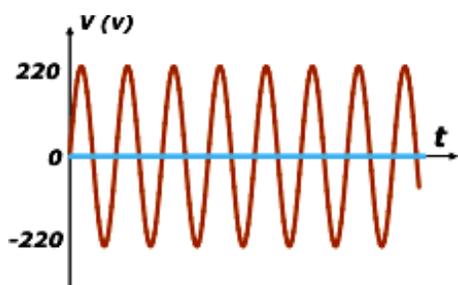
Un gráfico de diferencia de potencial de una fuente continua, como una pila, se comportaría como lo indica la figura.



O sea, los potenciales de ambos polos son constantes según pasa el tiempo. No varían.

El potencial dibujado en negro bien podría ser el del polo (o borne) negativo de una pila; y el rojo, el positivo.

No tiene por qué valer cero uno de ellos. Lo importante es que la **diferencia de potencial** no cambia con el tiempo.



En cambio la diferencia de una fuente alterna, la gráfica correspondiente sería la de la figura: se llama senoide (por la función seno) y está describiendo que uno de los agujeros tiene un potencial constante, y se llama **NEUTRO** (no necesariamente tiene que valer cero).

El otro de los agujeros tiene un potencial variable: a veces positivo respecto del neutro, y a veces negativo. Oscila periódicamente, unas cincuenta veces por segundo (eso se indica así: **50 Hz**). Y se llama **VIVO**.

La diferencia de potencial, variable, va de **220 V** a **-220 V**. La consecuencia inmediata de esto es que las corrientes eléctricas en casa son muy diferentes a las pilas y baterías. Con ellas, las cargas (los electrones) viajan siempre en una única y misma dirección: con el tiempo, eso implica un traslado de materia significativo.

En cambio, en la corriente eléctrica de los artefactos en casa, y en los cables de la instalación domiciliaria, las cargas van y vienen todo el tiempo, pero en definitiva se quedan siempre en el mismo lugar.

RESISTENCIA ELÉCTRICA: R

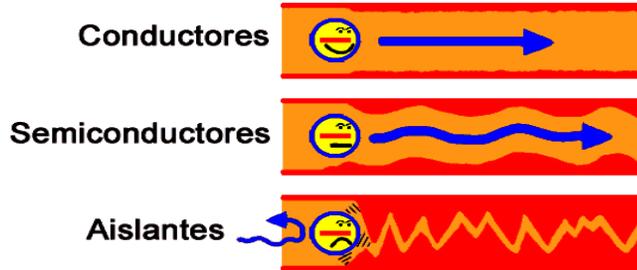
Resistencia eléctrica es toda oposición que encuentra la corriente a su paso por un circuito eléctrico cerrado, atenuando o frenando el libre flujo de circulación de las cargas eléctricas o electrones. Cualquier dispositivo o consumidor conectado a un circuito eléctrico representa en sí una resistencia u obstáculo para la circulación de la corriente eléctrica.



Electrones fluyendo por un buen conductor eléctrico, que ofrece baja resistencia.



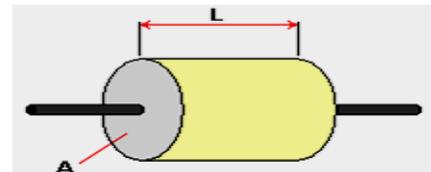
Electrones fluyendo por un mal conductor eléctrico, que ofrece alta resistencia a su paso. En ese caso los electrones chocan unos contra otros al no poder circular libremente y, como consecuencia, generan calor.



La unidad de resistencia en el Sistema Internacional es el ohm, que se representa con la letra griega omega (Ω), en honor al físico alemán Georg Ohm, quien descubrió el principio que ahora lleva su nombre.

Para un conductor de tipo cable, la resistencia está dada por la siguiente fórmula:

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



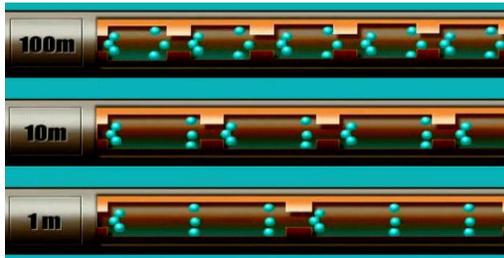
Donde ρ es la resistividad del material, L es la longitud del cable y A el área de la sección transversal del mismo.

La resistencia de un material depende directamente de dicho coeficiente, además es directamente proporcional a su longitud (aumenta conforme es mayor su longitud) y es inversamente proporcional a su sección transversal (disminuye conforme aumenta su grosor o sección transversal). Otro factor que afecta es la temperatura.

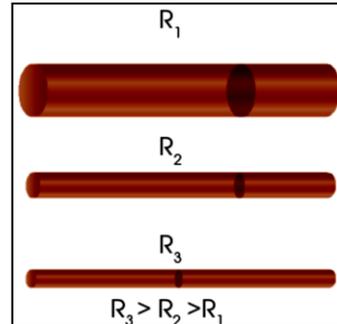
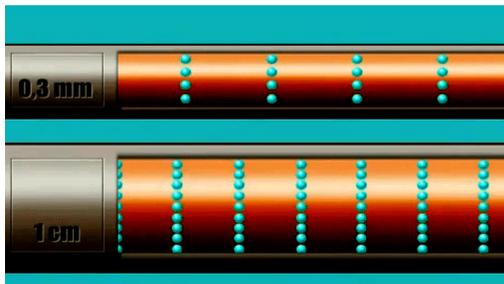
- Resistividad del material (ρ) y Resistencia (R): Son directamente proporcionales:

Sustancia	Resistividad (Ohm m)
Plata	1.47×10^{-8}
Cobre	1.72×10^{-8}
Oro	2.44×10^{-8}
Aluminio	2.75×10^{-8}
Tungsteno	5.25×10^{-8}
Platino	10.6×10^{-8}
Acero	20×10^{-8}
Plomo	22×10^{-8}
Mercurio	95×10^{-8}
Manganina	44×10^{-8}
Constantán	49×10^{-8}
Nicromo	100×10^{-8}

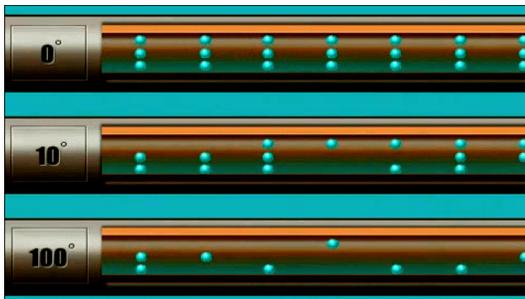
- Longitud (L) y Resistencia (R):
Son directamente proporcionales:



- Área de Sección transversal (A) y Resistencia (R): Son Inversamente proporcionales:

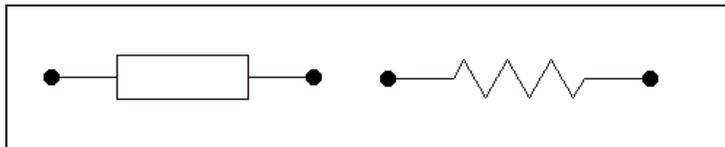


- Temperatura y Resistencia (R): Son directamente proporcionales.



La variación de la temperatura produce una variación en la resistencia. En la mayoría de los metales aumenta su resistencia al aumentar la temperatura, por el contrario, en otros elementos, como el carbono o el germanio la resistencia disminuye. En algunos materiales la resistencia llega a desaparecer cuando la temperatura baja lo suficiente. En este caso se habla de superconductores

En los circuitos eléctricos la resistencia se simboliza:



ASOCIACIÓN DE RESISTENCIAS

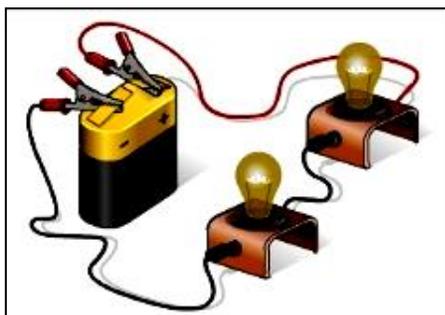
Resistencia equivalente

En un circuito formado por varias resistencias, se llama resistencia equivalente a la que las reemplaza por una sola. La determinación de la resistencia equivalente permite simplificar el cálculo de circuitos al sustituir ramas y mallas complejas por una sola resistencia equivalente. Una vez calculada la tensión (voltaje) y la intensidad en la resistencia equivalente se pueden determinar fácilmente en las resistencias del circuito original.

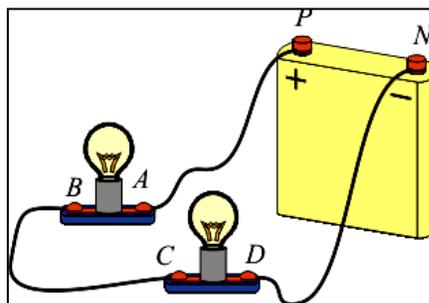
Asociación de resistencias. Conexiones serie, paralelo y mixta

Llamamos conexión a la forma de unir los bornes de los aparatos eléctricos. Existen distintos tipos de conexiones, las principales son la serie y la paralelo; la conexión mixta es la unión de ambas. Veamos en qué consiste cada una de ellas.

Asociación en Serie



Un grupo de resistencias está conectado en serie cuando ofrece un camino único al paso de la corriente. En este tipo de conexión, el extremo de entrada de una resistencia está conectado con el extremo de salida de la anterior y así sucesivamente.



La resistencia equivalente de un circuito serie es una resistencia de valor igual a la suma de las resistencias que componen la rama serie.

$$R_{equiv.} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_N$$

La corriente debe circular por todas y cada una de las resistencias. Por tanto, la resistencia total aumenta al añadir resistencias.

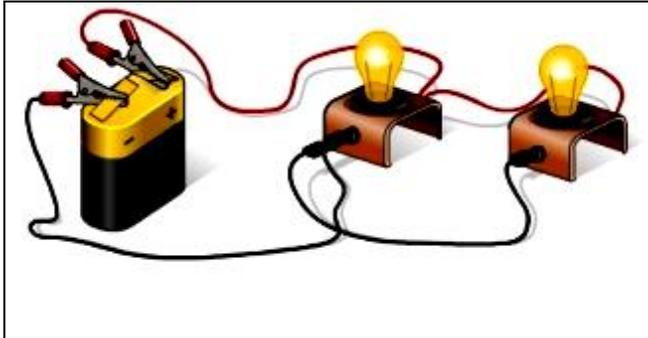
Como en serie una resistencia a continuación de la otra. Toda la corriente eléctrica que pasa por una resistencia está obligada a pasar por la otra. Es decir la corriente en cada una de las resistencias debe ser la misma, e igual a la que circularía por la equivalente si se reemplazara el conjunto, o a la intensidad total:

$$I_{Total} = I_{Equiv} = I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I_N$$

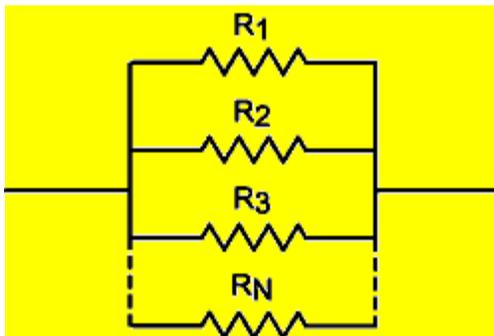
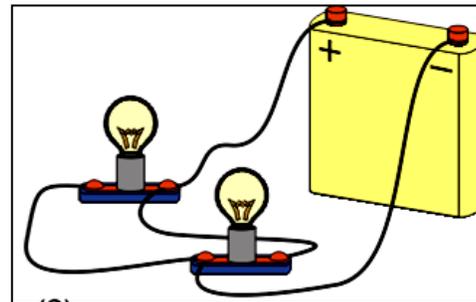
Por otro lado, la suma de las diferencias de potencial en cada una de las resistencias es igual a la diferencia de potencial del grupo, o sea, la que tendría la resistencia equivalente, o la diferencia de potencial total:

$$\Delta V_{Total} = \Delta V_{Equiv} = \Delta V_1 + \Delta V_2 + \Delta V_3 + \dots + \Delta V_N$$

Asociación en Paralelo



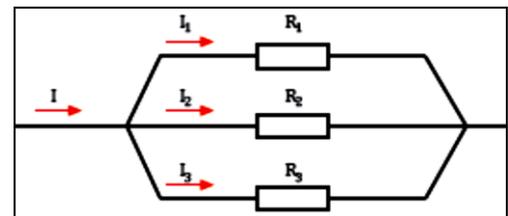
Un grupo de resistencias está conectado en paralelo cuando los extremos de entrada de las resistencias están conectados entre sí y los de salida también están conectados entre sí.



La inversa de la resistencia equivalente es igual a la suma de las inversas de cada una de las resistencias

$$\frac{1}{R_{equiv.}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_{...}} + \frac{1}{R_N}$$

La corriente se reparte entre todas las resistencias. Por tanto, la resistencia total disminuye al añadir resistencias.



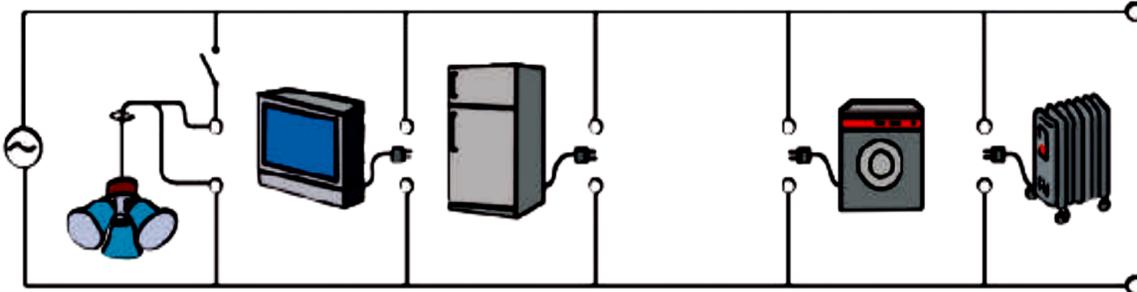
Como lo indica la figura de paralelo, la diferencia de potencial en cada una de las resistencias debe ser la misma, e igual a la que someteríamos a la equivalente si se reemplazara el conjunto, o la total:

$$\Delta V_{Total} = \Delta V_{Equiv} = \Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V_3 = \dots = \Delta V_N$$

Como cada carga de la corriente debe elegir pasar entre una resistencia o la otra, y no puede pasar por las dos, la suma de las intensidades de corriente en cada una de las resistencias es igual a la intensidad de corriente del grupo, o sea, la que tendría la resistencia equivalente si reemplazara al conjunto:

$$I_{Total} = I_{Equiv} = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_N$$

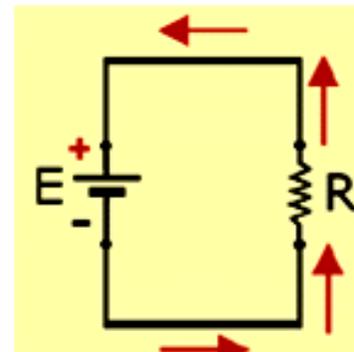
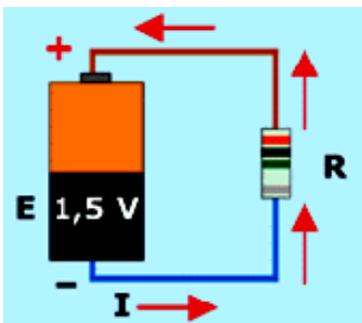
En la red domiciliaria todos los aparatos eléctricos se conectan al circuito en paralelo. Así, cada uno de ellos puede funcionar independientemente de los demás y su desconexión no interrumpe la corriente.



LEY DE OHM

La Ley de Ohm, postulada por el físico y matemático alemán Georg Simon Ohm, es una de las leyes fundamentales de la electrodinámica, estrechamente vinculada a los valores de las unidades básicas presentes en cualquier circuito eléctrico como son:

- Tensión o voltaje "E", en volt (V).
- Intensidad de la corriente " I ", en ampere (A).
- Resistencia "R" en ohm (Ω) de la carga o consumidor conectado al circuito.

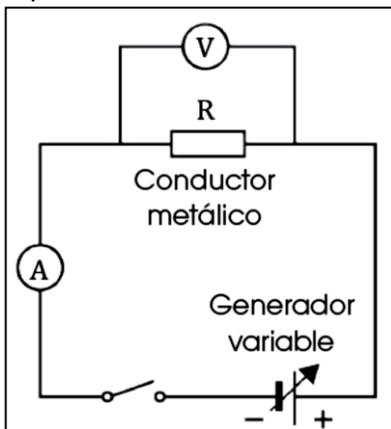


Debido a la existencia de materiales que dificultan más que otros el paso de la corriente eléctrica a través de los mismos, cuando el valor de su resistencia varía, el valor de la intensidad de corriente en ampere también varía de forma inversamente proporcional. Es decir, a medida que la resistencia aumenta la corriente disminuye y, viceversa, cuando la resistencia al paso de la corriente disminuye la corriente aumenta, siempre que para ambos casos el valor de la tensión o voltaje se mantenga constante.

Por otro lado y de acuerdo con la propia Ley, el valor de la tensión o voltaje es directamente proporcional a la intensidad de la corriente; por tanto, si el voltaje aumenta o disminuye, el amperaje de la corriente que circula por el circuito aumentará o disminuirá en la misma proporción, siempre y cuando el valor de la resistencia conectada al circuito se mantenga constante.

Ejemplo:

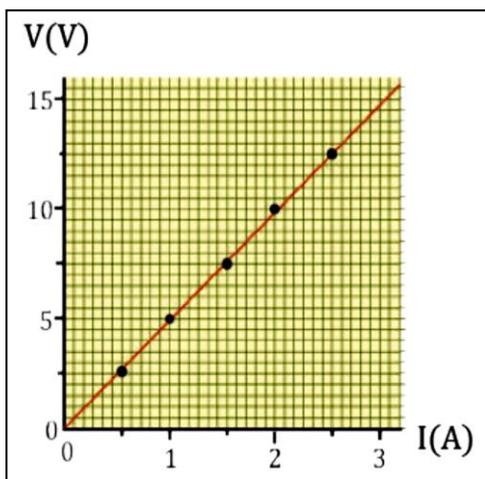
En el siguiente circuito se mide la intensidad de corriente I , la que circula por un conductor metálico al aplicar diferentes valores de diferencia de V , entre sus extremos.



Se obtiene los siguientes valores de medidas:

V(V)	I (A)	V/I (Ω)
2,5	0,5	5
5	1	5
7,5	1,5	5
10	2	5
12,5	2,5	5
15	3	5

A graficar V v/s I , se obtiene:



Los resultados permiten comprobar que el cociente entre ambas magnitudes se mantiene constante para un mismo conductor.

$$\frac{\Delta V_1}{\Delta I_1} = \frac{\Delta V_2}{\Delta I_2} = \frac{\Delta V_3}{\Delta I_3} = \dots = \text{Constante} = R = \text{Resistencia eléctrica}$$

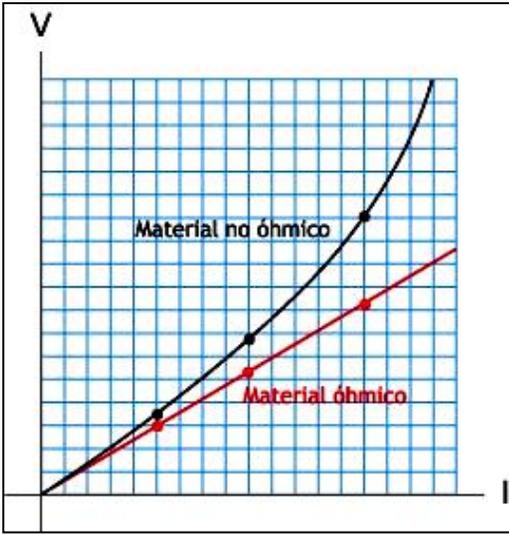
Postulado general de la Ley de Ohm

“El flujo de corriente en ampere que circula por un circuito eléctrico cerrado, es directamente proporcional a la tensión o voltaje aplicado, e inversamente proporcional a la resistencia en ohm de la carga que tiene conectada.”

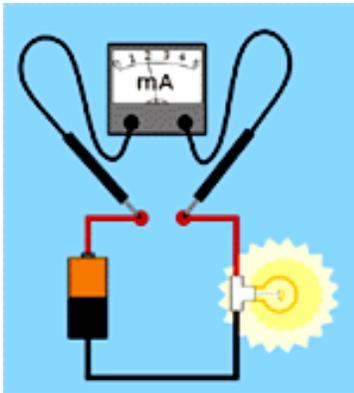
$$I = \frac{V}{R}$$

Materiales óhmicos y no-óhmicos

Casi todos los materiales (incluyendo aquellos que se eligen especialmente para transportar electricidad) varían su resistividad con la temperatura: a menor temperatura mejores conductores, a mayor temperatura peores conductores, o sea, más resistentes. Ese es el motivo por el cual las tablas de resistividades tienen una indicación de temperatura a la cual se determinaron. Pero mientras la resistividad no cambie a temperaturas constantes se los llama *materiales óhmicos* (en ellos se cumple la Ley de Ohm). Pero hay otros materiales (o cuerpos) que varían su resistividad en función de la diferencia de potencial a la que estén sometidos. Típicamente se manifiestan malos conductores a potenciales bajos y buenos conductores a potenciales altos. Su resistencia no varía por la sección o la longitud sino, fundamentalmente, por la diferencia de potencial.



MEDICIÓN DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA

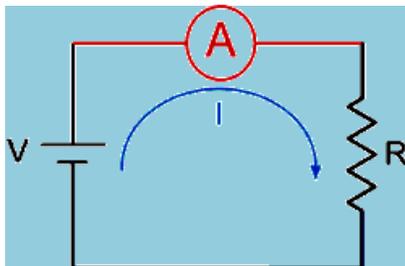


El instrumento usado para medir la intensidad de la corriente eléctrica es el galvanómetro que, calibrado en amperes, se llama amperímetro, El amperímetro se debe instalar de tal modo que toda la corriente pase por él. Es decir, se conecta en serie con los elementos del circuito.

Su símbolo, en un circuito, es éste:



Su característica operativa principal es que mide la corriente que lo atraviesa, de modo que para medir una corriente cualquiera en medio de un circuito habrá que cortar los cables y colocarlo en serie con lo que venga, de modo tal que la corriente que se desea medir pueda atravesarlo.



Un ejemplo:

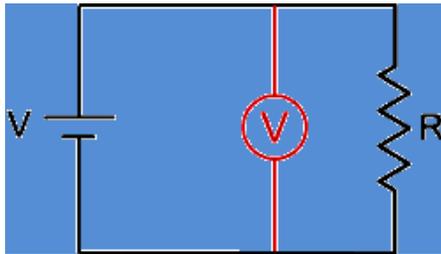
Lógicamente el circuito con amperímetro no es el mismo que el circuito sin amperímetro, ya que cuando el instrumento está colocado para medir, la corriente debe atravesar una resistencia más (la del propio amperímetro) de modo que la corriente medida es menor que la corriente que se desea medir (a mayor resistencia, menor corriente). Esto se soluciona fabricando amperímetros de muy baja resistencia (al menos: resistencia despreciable respecto a las resistencias presentes

en el circuito) de modo que la corriente medida no difiera mucho de la que se desea medir.

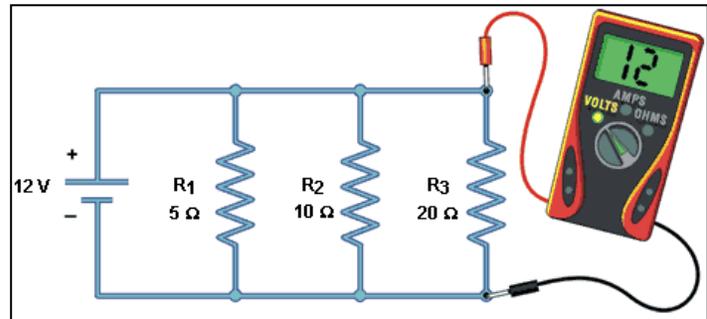
Esto nos define la característica principal del *amperímetro ideal*: su resistencia es nula.

$$R_A = 0$$

MEDICIÓN DE LA DIFERENCIA DE POTENCIAL ELÉCTRICO (VOLTAJE)



El instrumento usado para medir la diferencia de potencial o voltaje es el voltímetro que, calibrado en volt. El voltímetro debe instalarse de modo que sus terminales estén en contacto con los dos puntos entre los cuales queremos medir la diferencia de potencial. Es decir, se conecta en paralelo con los elementos del circuito:



Su símbolo, para identificarlo en un circuito, es éste:

Lógicamente el circuito con voltímetro no es el mismo que el circuito sin voltímetro, ya que cuando el artefacto está colocado para medir un voltaje ahora el circuito posee una resistencia más y una corriente más que es la que pasa por el voltímetro. Esto se soluciona fabricando voltímetros de muy alta resistencia de modo que la corriente que lo atraviesa sea despreciable respecto de las corrientes que circulan por el circuito.

Esto nos define la característica principal del *voltímetro ideal*: su resistencia es infinita.

$$R_V = \infty$$

POTENCIA ELÉCTRICA

Un receptor eléctrico, como el motor de un ventilador, es capaz de realizar un trabajo gracias a la energía eléctrica que proporciona el generador. Ahora bien, para que un receptor o un generador sean eficaces, deben realizar el trabajo con rapidez.



La magnitud que relaciona el trabajo eléctrico realizado con el tiempo empleado es la potencia eléctrica.

La potencia de un dispositivo eléctrico tiene relación con la energía eléctrica involucrada en un cierto tiempo. Es decir si se dispone de una ampolla de 100 Watts, indicaría que consumiría 100 Joule de energía en cada segundo, la que generalmente se desprende en forma de calor.

De la mecánica clásica, la potencia está dada por:

$$Pot = \frac{W}{t} = \left[\frac{\text{Trabajo}}{\text{tiempo}} \right]$$

Desde el punto de vista eléctrico, el trabajo corresponde al producto entre la carga eléctrica y el potencial eléctrico V , es decir:

$$W = qV$$

Reemplazando esta última expresión en Potencia:

$$Pot = \frac{W}{t} = \frac{qV}{t}$$

Como:

$$I = \frac{q}{t}$$

Queda finalmente:

$$Pot = VI$$

Usando la ley de Ohm, o sea:

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

Queda finalmente:

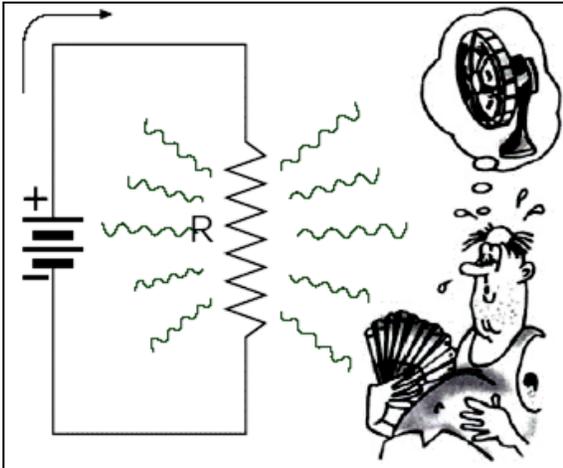
$$Pot = \frac{V^2}{R}$$

o también:

$$Pot = I^2 R$$

La unidad de medida de potencia en el Sistema Internacional de Unidades es **Watt**

EL EFECTO JOULE



Seguramente habrás observado que todos los aparatos eléctricos, después de funcionar algún tiempo, se calientan. Esto significa que tienen pérdidas de energía en forma de calor debido a que, en su movimiento, los electrones chocan con los átomos del conductor, aumentando la agitación térmica de estos últimos a costa de su propia energía.

Este fenómeno recibe el nombre de efecto Joule en honor del físico inglés James P. Joule, quien describió las transformaciones de trabajo en calor.

El efecto Joule es el fenómeno por el cual una parte de la energía eléctrica se transforma en calor cuando la corriente eléctrica atraviesa un conductor.

Llamamos potencia eléctrica a la energía suministrada por un generador eléctrico o consumida por un receptor eléctrico en la unidad de tiempo.

Es decir:

$$Pot = \frac{\text{Energía}}{\text{tiempo}} = \frac{\xi}{t}$$

En donde la energía eléctrica queda dada por:

$$\text{Energía} = \xi = Pot \cdot t$$

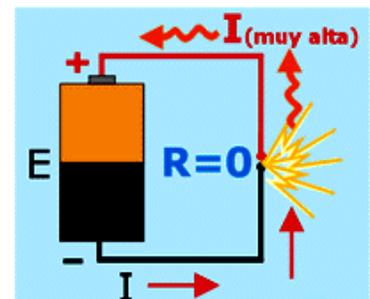
En el S.I. de unidades la energía se expresa en joule. Generalmente la energía disipada en forma de calor se informa en calorías, es decir:

$$\text{Calorías} = 0.24 \cdot \text{Joule}$$

EL CORTOCIRCUITO

Si por casualidad en un circuito eléctrico unimos o se unen accidentalmente los extremos o cualquier parte metálica de dos conductores de diferente polaridad que hayan perdido su recubrimiento aislante, la resistencia en el circuito se anula y el equilibrio que proporciona la Ley de Ohm se pierde. El resultado se traduce en una elevación brusca de la intensidad de la corriente, un incremento violentamente excesivo de calor en el cable y la producción de lo que se denomina "cortocircuito".

La temperatura que produce el incremento de la intensidad de corriente en amperes cuando ocurre un cortocircuito es tan grande que puede llegar a derretir el forro aislante de los cables o conductores, quemar el dispositivo o equipo de que se trate si éste se produce en su interior, o llegar, incluso, a producir un incendio.



DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CONTRA LOS CORTOCIRCUITOS



Para proteger los circuitos eléctricos de los “cortocircuitos” existen diferentes dispositivos de protección. El más común es el fusible. Este dispositivo normalmente posee en su interior una lámina metálica o un hilo de metal fusible como, por ejemplo, plomo. Cuando el fusible tiene que soportar la elevación brusca de una corriente en

ampere, superior a la que puede resistir en condiciones normales de trabajo, el hilo o la lámina se funde y el circuito se abre inmediatamente, protegiéndolo de que surjan males mayores. El resultado de esa acción es similar a la función que realiza un interruptor, que cuando lo accionamos deja de fluir de inmediato la corriente.

Los fusibles se utilizan, principalmente, para proteger circuitos de equipos electrónicos y en las redes eléctricas de las industrias. Para proteger la línea de corriente eléctrica que llega hasta nuestras casas, en muchos lugares estos sencillos dispositivos se han sustituido por interruptores diferenciales e interruptores automáticos, que realizan la misma función que el fusible, pero que no hay que sustituirlos por otro nuevo cuando ocurre un cortocircuito.





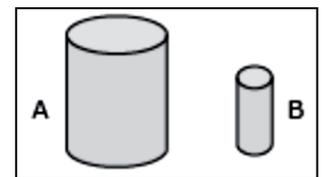
I. PROBLEMAS DE SELECCIÓN MÚLTIPLE

1. Una carga eléctrica de 120 Coulomb pasa uniformemente por la sección transversal de un hilo conductor durante un minuto. La intensidad de la corriente eléctrica que circula en ese conductor es

- A) $(1/30)$ A
- B) $(1/2)$ A
- C) 2 A
- D) 30 A
- E) 120 A

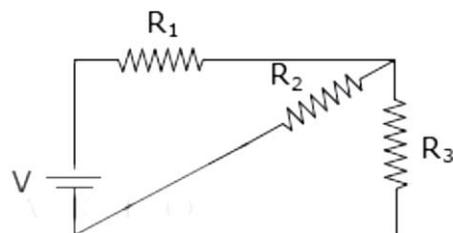
2. La figura representa dos conductores eléctricos, A y B. El radio del conductor A es $4R$ y el radio de B es R , el largo de A es $2L$ y B tiene un largo L . El material del cual está hecho el conductor A tiene una constante de resistividad igual a la mitad de la resistividad del conductor B. Por lo tanto la razón entre las resistencias eléctricas de A y B, es decir R_A/R_B es igual a

- A) $1/2$
- B) $1/4$
- C) $1/8$
- D) $1/16$
- E) $8/1$



3. Tres resistencias y una fuente de voltaje (V) están conectadas en el circuito que se representa en la figura. Respecto a la forma en que están conectadas estas resistencias, es correcto que

- A) las resistencias R_1 y R_2 están en serie.
- B) las tres resistencias están en paralelo.
- C) solo R_2 y R_3 están en paralelo.
- D) R_1 está en serie con R_3 .
- E) R_2 está en serie con R_3 .

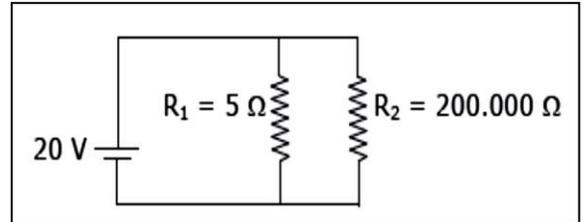


4. Un cierto alambre conductor posee una resistencia eléctrica de 90Ω a la temperatura ambiente. Sin cambiar su sección transversal, se estira hasta el doble de su longitud inicial, entonces su nueva resistencia a la misma temperatura es

- A) 90Ω
- B) 180Ω
- C) 270Ω
- D) 360Ω
- E) 45Ω

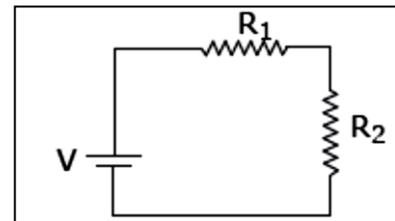
5. La figura representa un circuito con dos resistencias y una fuente de voltaje. Los valores de cada uno se indican en la figura. Por lo tanto es correcto que

- A) El voltaje en la resistencia R_2 puede ser mayor que 20 V.
- B) el voltaje entre los extremos de la resistencia R_1 y R_2 es de 20 V.
- C) de las dos resistencias la que está sometida a mayor diferencia de potencial es R_2 .
- D) la caída de potencial en R_1 y R_2 es proporcional a los valores de las resistencias.
- E) la caída de potencial en R_1 más la caída de potencial en R_2 es igual al voltaje de la fuente.



6. La figura representa un circuito con 2 resistencias y una fuente de poder. Si los valores respectivos de V , R_1 y R_2 , son 220 V, 7 ohm, y 4 ohm, entonces la intensidad de corriente que circula por el circuito es

- A) 2 A
- B) 20 A
- C) 40 A
- D) 55 A
- E) 242 A

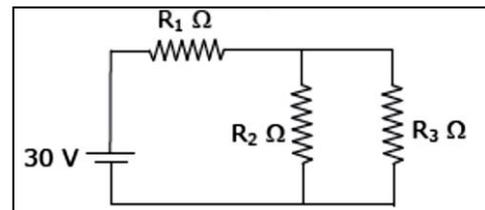


7. Las resistencias que aparecen en el circuito que muestra la figura, cumplen que

- I) R_1 está conectada en serie con R_2 .
- II) R_1 y R_2 están conectadas en paralelo.
- III) R_1 está conectada en serie con la resistencia equivalente de R_2 y R_3 .

Es (son) correcta(s)

- A) sólo I.
- B) sólo II.
- C) sólo III.
- D) sólo I y II.
- E) sólo II y III.



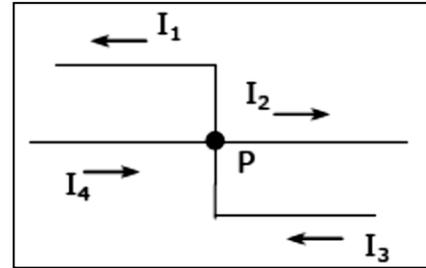
8. Una fuente constante de voltaje conectada a un circuito ideal, permite que circule una determinada corriente por él. Es correcto afirmar que esta intensidad de corriente depende de

- I) el número de resistencias que posea el circuito.
- II) la forma en que se encuentren conectadas entre si las resistencias del circuito.
- III) el número de amperímetros y voltímetros conectados al circuito.

- A) Sólo I.
- B) Sólo II.
- C) Sólo I y II.
- D) Solo I y III.
- E) Ninguna de ellas.

9. La figura muestra el nodo P el cual es parte de un circuito eléctrico. De él salen y llegan corrientes eléctricas. Por lo tanto para este nodo se cumple, de acuerdo a lo que se muestra, que

- A) $I_1 + I_2 = I_3 + I_4$
- B) $I_1 + I_3 = I_2 + I_4$
- C) $I_2 + I_3 = I_1 + I_4$
- D) $I_1 - I_2 = I_3 + I_4$
- E) $I_1 + I_2 = I_3 - I_4$



10. Tres resistores idénticos tienen resistencias eléctricas constantes e iguales a R. Dos de ellos, asociados en paralelo, son conectados en serie con el tercero. La resistencia eléctrica equivalente de esa asociación es igual a

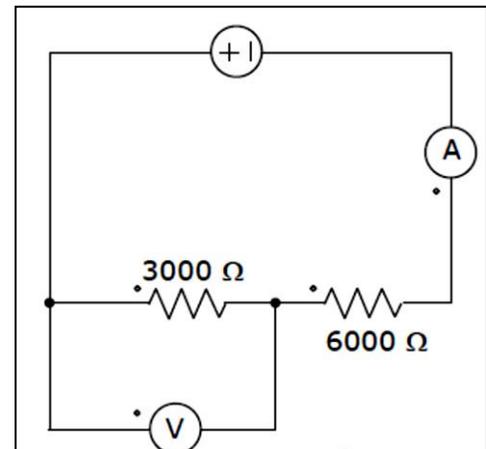
- A) $R/2$
- B) $2R/3$
- C) R
- D) $3R/2$
- E) $2R$

11. Si la tensión de un resistor óhmico se duplica, la potencia usada por el resistor

- A) se duplica.
- B) se cuadruplica.
- C) decrece a la mitad.
- D) decrece a la cuarta parte.
- E) sigue igual porque es óhmico.

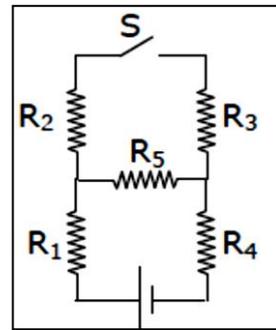
12. En el circuito de la figura, la fem de la fuente es 4,5 V. ¿Cuáles son las indicaciones del amperímetro y del voltímetro?

- A) 50,0 mA; 1,5 V
- B) 50,0 mA; 3,0 V
- C) 0,5 mA; 1,5 V
- D) 0,5 mA; 3,0 V
- E) 15,0 mA; 4,5 V



13. En el circuito de la figura todas las resistencias son iguales, entonces es **falso** que pasa igual intensidad de corriente por

- A) R_1 y R_4 si S está abierto.
- B) R_1 y R_4 si S está cerrado.
- C) R_4 y R_5 si S está abierto.
- D) R_2 y R_3 si S está cerrado.
- E) R_2 y R_4 si S está cerrado.



14. Usted enciende un circuito de 2 ampolletas conectados en paralelo una de 100 w y otra de 60 w. La primera brilla más que la segunda, porque

- I) su resistencia es menor.
- II) el voltaje es mayor que en la segunda.
- III) la intensidad de la corriente que circula por la primera es mayor que la correspondiente a la segunda.

Es (son) correcta(s)

- A) Sólo I
- B) Sólo III
- C) Sólo I y II
- D) Sólo I y III
- E) Sólo II y III

15. La diferencia de potencial entre los extremos de una asociación en serie de dos resistores de resistencias 10Ω y 100Ω es de 220 V. En esa situación, la diferencia de potencial entre los extremos del resistor de 10Ω es

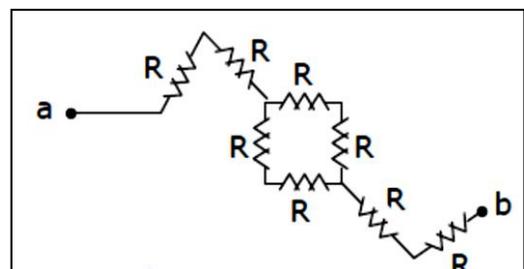
- A) 2 V
- B) 20 V
- C) 110 V
- D) 200 V
- E) 220 V

16. El valor de la resistencia eléctrica de un conductor óhmico **no** varía, si cambiamos **solamente**

- A) el material de que está hecho.
- B) su longitud.
- C) la tensión a que está sometido.
- D) el área de su sección transversal.
- E) su temperatura.

17. El valor de la resistencia equivalente del circuito representado en la figura es

- A) 8 R
- B) 7 R
- C) 6 R
- D) 5 R
- E) 4 R



18. Un conjunto de resistencias en paralelo es reemplazado por su resistencia equivalente.

Entonces,

I) la resistencia equivalente es menor que la mayor de las resistencias parciales.

II) la resistencia equivalente es menor que la mayor y mayor que la menor de las resistencias parciales.

III) la resistencia equivalente es menor que la menor de las resistencias parciales.

Es (son) correcta(s)

A) Sólo III

B) Sólo I y III

C) Sólo II y III

D) Todas ellas

E) Ninguna de ellas

19. La resistencia equivalente entre los puntos A y B del circuito de la figura es

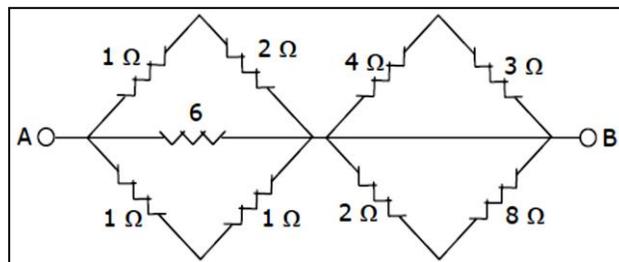
A) 17Ω

B) 6Ω

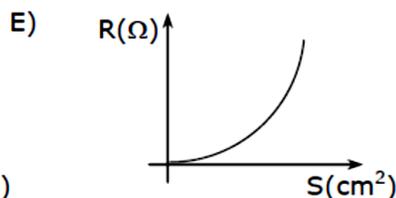
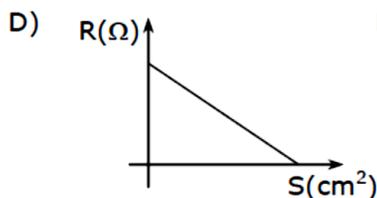
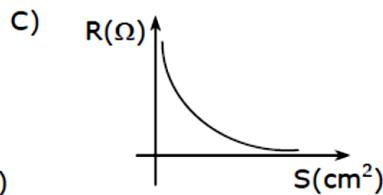
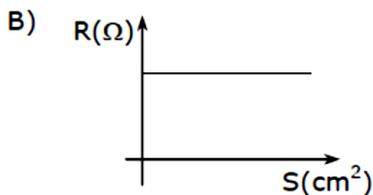
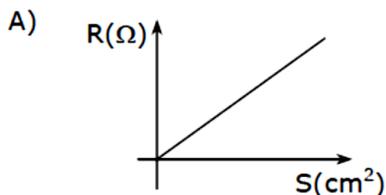
C) 5Ω

D) 1Ω

E) $70/17 \Omega$



20. De los gráficos siguientes puede representar la resistencia (R) en función de la sección transversal (S) de un hilo conductor óhmico de longitud constante



21. En el circuito esquematizado en la figura la diferencia de potencial entre los terminales de la batería es de 12 V. Entonces, la corriente eléctrica que fluye por la resistencia de 60Ω es

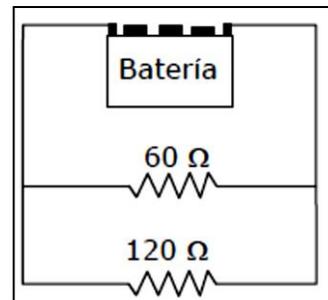
A) 0,1 A

B) 0,2 A

C) 2,5 A

D) 5,0 A

E) 15,0 A

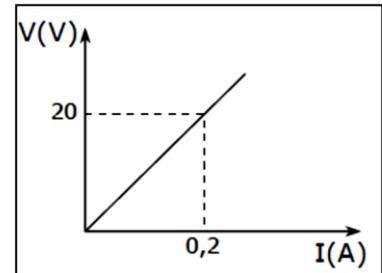


22. Una plancha eléctrica fue diseñada para trabajar a 110 V y disipar una potencia de 440 w. Para poder ser usada con 220 V es necesario conectarla con un resistor en serie, el valor de esta con respecto a la resistencia de la plancha debe ser

- A) igual.
- B) el doble.
- C) el triple.
- D) la mitad.
- E) la cuarta parte de la original.

23. Al realizar un experimento en laboratorio, un estudiante somete un resistor a diversas tensiones eléctricas V y, para cada caso, midió la corriente eléctrica I. Con esos datos hizo el gráfico de la figura, de V en función de I. La resistencia eléctrica de este resistor es

- A) 0,10 Ω
- B) 0,01 Ω
- C) 1,00 Ω
- D) 10,00 Ω
- E) 100,00 Ω



24. Un alambre es mejor conductor cuanto menor sea su

- I) resistividad.
- II) sección transversal.
- III) longitud.

Es (son) correcta(s)

- A) solo I.
- B) solo II.
- C) solo III.
- D) solo I y II.
- E) solo I y III.

25. Si en un conductor se duplica el área y la longitud, entonces su resistencia

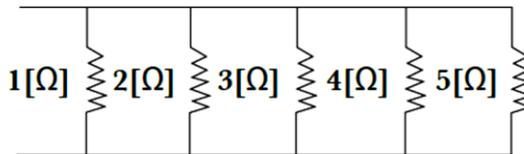
- A) se duplica.
- B) se cuadruplica.
- C) se mantiene.
- D) disminuye a la mitad.
- E) disminuye a la cuarta parte.

26. Un alambre de cobre tiene una resistencia R. Otro alambre de cobre, de igual longitud y forma pero con el doble de diámetro tendrá una resistencia

- A) 2R
- B) 4R
- C) R/2
- D) R/3
- E) R/4

27. ¿Cuál es la resistencia equivalente del circuito de la figura?

- A) $\frac{60}{137}$ [Ω]
- B) $\frac{11}{6}$ [Ω]
- C) $\frac{137}{60}$ [Ω]
- D) 9 [Ω]
- E) 15 [Ω]



28. Entre los extremos de una resistencia de 1Ω existe una diferencia de potencial de 10 V cuando

- A) el potencial en uno de los extremos de la resistencia es de 10 V .
- B) la corriente que circula por la resistencia es de 1 A .
- C) uno de los extremos de la resistencia tiene un potencial diez veces mayor que el otro extremo.
- D) la corriente que circula por la resistencia es de 10 A .
- E) el potencial en ambos extremos de la resistencia es de 10 V .

29. En un circuito en serie se tienen conectadas 4 pilas de $1,5 \text{ volt}$ cada una, produciendo una intensidad de corriente de 3 amperes . Si se duplica la cantidad de pilas, y se desprecia la resistencia de éstas, es correcto afirmar que

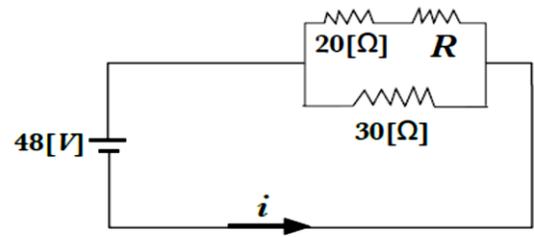
- I) la resistencia del circuito con las 4 pilas es 2 ohm
 - II) la intensidad de corriente se duplica al duplicar las pilas.
 - III) la resistencia se duplica al duplicar las pilas.
- A) Solo I
 - B) Solo II
 - C) Solo I y II
 - D) Solo I y III
 - E) I, II y III

30. Al establecer una diferencia de potencial de 45 V entre los extremos de una resistencia circula por ella una corriente de 500 mA . Entonces su valor es

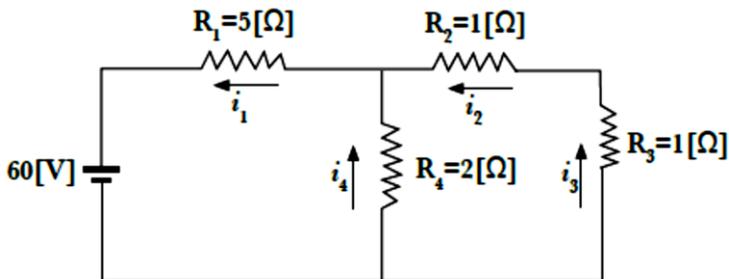
- A) $0,09 \Omega$
- B) $3,00 \Omega$
- C) $9,00 \Omega$
- D) $22,50 \Omega$
- E) $90,00 \Omega$

31. ¿Qué valor debe tener la resistencia R del circuito de modo que la corriente i tenga un valor de 2 A?

- A) 4 Ω
- B) 10 Ω
- C) 24 Ω
- D) 100 Ω
- E) 120 Ω



Circuito para las preguntas 32, 33 y 34



32. La resistencia equivalente es

- A) 1 Ω
- B) 4 Ω
- C) 5 Ω
- D) 6 Ω
- E) 9 Ω

33. Respecto a las intensidades es correcto afirmar

- I) i_1 es igual a 10 A
- II) i_3 es igual a i_4
- III) i_1 es igual a $2 i_2$

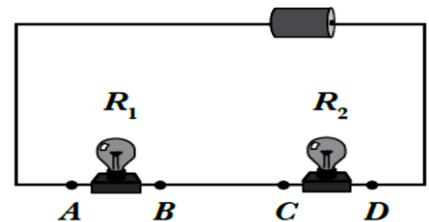
- A) Solo I
- B) Solo II
- C) Solo III
- D) Solo I y II
- E) I, II y III

34. Respecto a las diferencias de potencial es correcto afirmar

- I) V_3 es igual a V_2
 - II) V_4 es menor que V_1
 - III) V_2 es mayor que V_4
- A) Solo I
B) Solo II
C) Solo III
D) Solo I y II
E) I, II y III

35. La figura muestra dos focos de resistencia R_1 y R_2 . Siendo las caídas de tensión $V_{AB} = 8 \text{ V}$ y $V_{CD} = 4 \text{ V}$, ¿cuál es la diferencia de potencial entre los polos de la batería?

- A) 4 V
B) 6 V
C) 8 V
D) 10 V
E) 12 V



36. En un laboratorio un conductor fue sometido a diferentes voltajes obteniéndose la siguiente tabla de valores

$V[V]$	5	10	15	20
$i[A]$	0,2	0,4	0,6	0,8

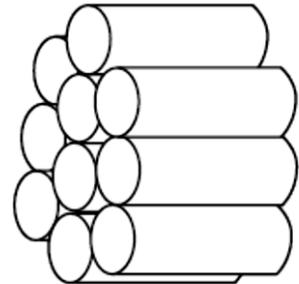
La resistencia del conductor es

- A) 1 Ω
B) 5 Ω
C) 10 Ω
D) 20 Ω
E) 25 Ω
37. ¿Cuál será la potencia de un motor eléctrico que absorbe 25[A] a 90[V]?
- A) 36 kW
B) 22,5 kW
C) 6,9 kW
D) 2,25 kW
E) 1,25 kW

38. La potencia disipada de un sistema compuesto por 3 resistencias iguales conectadas en serie a la red pública chilena es 1.200 W. Al conectarlas en paralelo a la misma red, la potencia disipada por el sistema es
- A) menor que 1.200 W
 - B) mayor que 1.200 W
 - C) 1.200 W
 - D) 400 W
 - E) 300 W

39. Un alambre metálico homogéneo, cuya resistencia es de 150 Ω , fue cortado en 10 pedazos iguales. Agrupando los pedazos uno al lado del otro a fin de formar un haz, tal como muestra la figura, ¿cuál será la resistencia del conductor así formado?

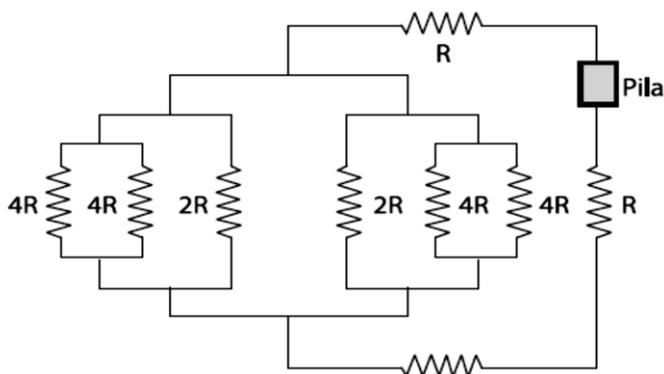
- A) 1,5 Ω
- B) 5,0 Ω
- C) 50,0 Ω
- D) 75,0 Ω
- E) 150,0 Ω



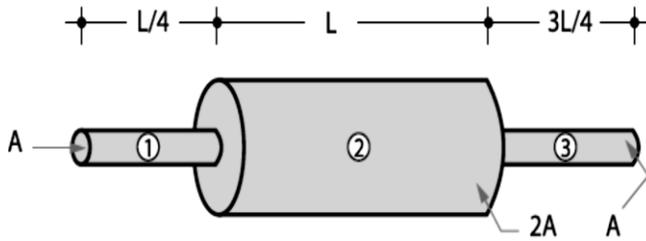
II. PROBLEMAS DE DESARROLLO

1. Durante un intervalo de tiempo de 10 s, pasan $2 \cdot 10^{20}$ electrones por la sección transversal de un conductor. Si la magnitud de la carga eléctrica del electrón es $q=1,6 \cdot 10^{-19}$ C, ¿cuál es la intensidad de corriente?

2. Calcular la resistencia equivalente en el circuito mostrado.

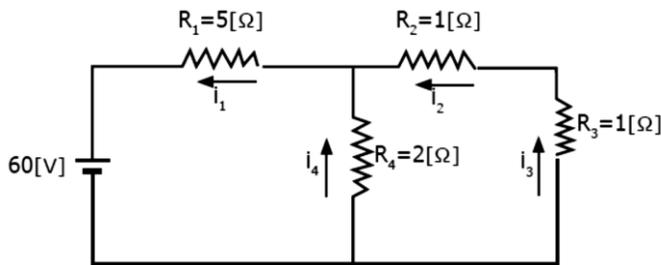


3. En la figura se muestran tres conductores del mismo material. Determinar la resistencia equivalente.



4. Se conectan 20 lámparas en paralelo entre dos puntos cuya diferencia de potencial es de 110 v. Si por cada una de las lámparas circula una corriente de 0,5 A, determinar la resistencia de cada lámpara y la intensidad de la corriente principal.

5. Determinar las corrientes del circuito y la caída de tensión en cada una de las resistencias.



6. Un circuito está formado por 4 partes en serie. La primera comprende dos conductores en paralelo cuyas resistencias son de 2 y 6 ohm; la segunda un conductor de 4 ohm; la tercera comprende 5 lámparas en paralelo cada una de las cuales presenta una resistencia de 150 ohm y la cuarta se reduce a un hilo cuya resistencia es de 8,5 ohm. Si la intensidad de corriente en cada lámpara es 1 A. ¿Cuál es la corriente principal?, ¿cuál es el voltaje aplicado?

7. Se conectan simultáneamente cuatro artefactos eléctricos a la red pública chilena durante 1/4 de hora. Una plancha de 1.500 ohm; una aspiradora de 800 ohm; una estufa eléctrica de 1.100 ohm y una ampollita de 100 ohm. Si la instalación tiene un interruptor automático de 20 A

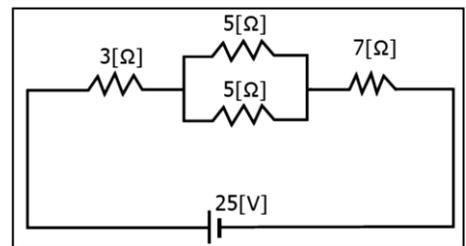
A) ¿Cuál es el consumo, en kWh, en ese tiempo?

B) ¿Cuántas calorías desprende el sistema en ese tiempo?

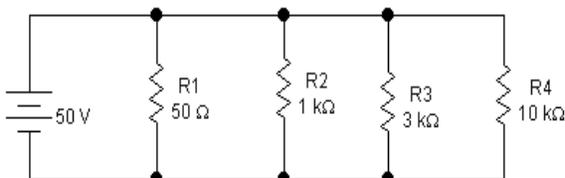
C) ¿Cuál es el gasto en ese tiempo si el kWh tiene un costo de \$60?

D) ¿Qué potencia máxima soporta el sistema sin que “salte” el automático?

8. ¿Cuántas calorías desprende el sistema de la figura al conectarse durante 1 min?

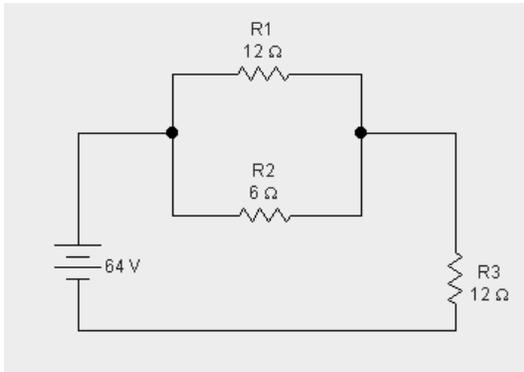


9. Rellene el siguiente cuadro con el voltaje, la corriente y la potencia eléctrica disipada por cada resistor.



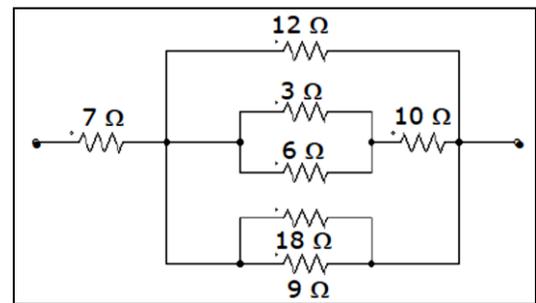
	R1	R2	R3	R4
Voltaje(V)				
Corriente(A)				
Potencia(W)				

10. Rellene el siguiente cuadro con el voltaje, la corriente y la potencia eléctrica disipada por cada resistor:



	R1	R2	R3
Voltaje(V)			
Corriente(A)			
Potencia(W)			

11. Si la intensidad de corriente en la resistencia de $7\ \Omega$ es $24\ \text{A}$, calcular la intensidad de corriente en la resistencia de $12\ \Omega$



12. Un calefactor por radiación, de $1250\ \text{W}$, se fabrica de tal forma que opera a $115\ \text{V}$. ¿Cuál será la corriente en el calefactor?

¿Cuál será la resistencia de la bobina calefactora?

¿Cuántas calorías irradia el calefactor en una hora?