

Electricidad

- 9.1. Carga eléctrica
- 9.2. Ley de Coulomb
- 9.3. Campo eléctrico
- 9.4. Potencial eléctrico
- 9.5. Capacitancia
- 9.6. Corriente eléctrica
- 9.7. Ley de Ohm
- 9.8. Resistividad
- 9.9. Circuitos resistivos

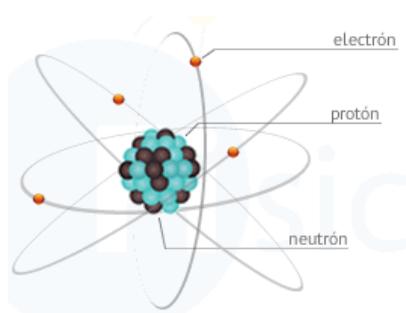
Carga eléctrica.

La materia está constituida por unas partículas elementales llamadas átomos. Dentro de cada átomo es posible distinguir dos zonas.

- La zona central llamada núcleo, concentra unas partículas subatómicas que tienen carga eléctrica positiva llamadas protones y otras partículas neutras, desde el punto de vista de la carga eléctrica, llamados neutrones.
- Rodeando al núcleo se localiza la corteza. En esta zona se mueven los electrones, que son partículas con carga eléctrica negativa, girando en orbitales que envuelven al núcleo.

En física, se llama a la carga eléctrica a la propiedad de la materia que está presente en estas partículas subatómicas (neutrones, protones y electrones) que interactúan por medio de fuerzas de atracción o de repulsión entre ellas, a través de campos electromagnéticos.

Conforme al Sistema Internacional de Medidas (SI), las cargas eléctricas se miden en una unidad llamada Coulombios o Coulombs (C). Un Coulomb se define como la cantidad de carga que transporta una corriente eléctrica de un amperio por un conductor eléctrico en un segundo. Un amperio corresponde a 6.242×10^{18} electrones libres.

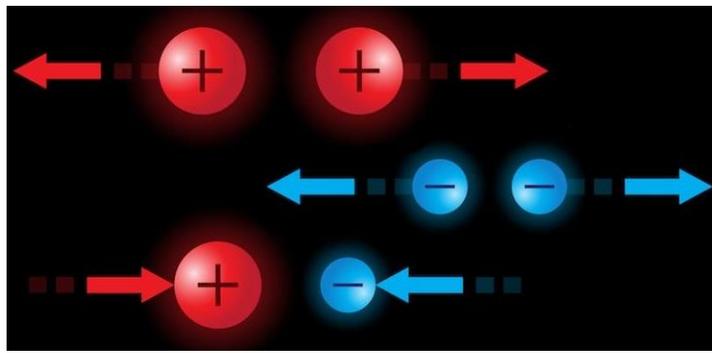


	Masa (Kg)	Carga (C)
Protón (p)	1.6725×10^{-27}	$+ 1.602 \times 10^{-19}$
Neutrón (n)	1.6748×10^{-27}	Sin carga
Electrón (e)	9.1095×10^{-31}	$- 1.602 \times 10^{-19}$

1. Dado que la materia se compone de protones y electrones, y su carga es e, podemos deducir que la carga eléctrica es una magnitud cuantizada, la carga de cualquier cuerpo u objeto es siempre un múltiplo del valor de e.

2. En cualquier caso, la carga eléctrica de un cuerpo se dice que es:

- Negativa, cuando tiene más electrones que protones. cuando la fuerza sea de atracción (las cargas se atraen).
(+ · - = - o - · + = -)
- Positiva, cuando tiene menos electrones que protones. cuando la fuerza sea de repulsión (las cargas se repelen).
(+ · + = + o - · - = +)
- Neutra, cuando tiene igual número de electrones que de protones.



3. En cualquier fenómeno físico, la carga del sistema que estemos estudiando es idéntica antes y después de que ocurra el fenómeno físico, aunque se encuentre distribuida de otra forma. Esto constituye lo que se conoce como el principio de conservación de la carga: **La carga ni se crea ni se destruye ya que su valor permanece constante.**

4. Las cargas pueden circular libremente por la superficie de determinados cuerpos. Aquellos que permiten dicho movimiento reciben el nombre de conductores y aquellos que no lo permiten se denominan aislantes.

5. La fuerza de atracción o repulsión entre dos cargas, tal y como establece la **ley de Coulomb**, depende del inverso del cuadrado de la distancia que los separa.

Ley de Coulomb

“...La intensidad de la fuerza (F) con la cual dos cargas eléctricas puntuales se atraen o se repelen, es directamente proporcional al producto de sus cargas (Q_1 y Q_2) e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia(r) que las separan...”

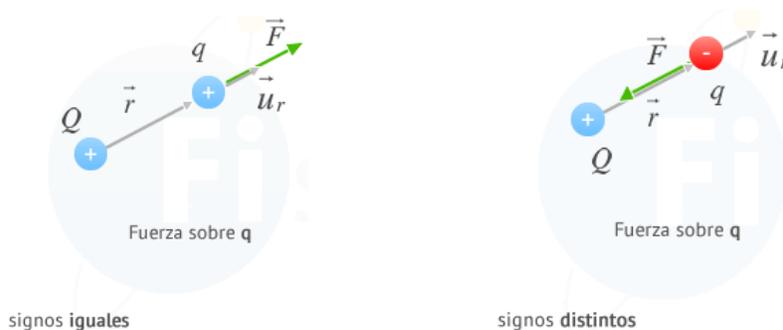
$$F = K \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

Donde:

- F: Fuerza expresada en Newtons[N]
- Q_1 y Q_2 : Cargas expresadas en Culombs [C]
- r: Distancia de separación entre las cargas expresada en metros[m]
- K: $9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ (en el vacío) K es una constante de proporcionalidad llamada constante de la ley de Coulomb. No se trata de una constante universal y depende del medio en el que se encuentren las cargas.

La electrostática es la rama de la física que estudia los efectos que se generan en los cuerpos según sus cargas eléctricas en equilibrio. La ley de Coulomb establece que la presencia de una carga puntual general induce en todo el espacio la aparición de un campo de fuerzas que decae según la ley de la inversa del cuadrado.

Una carga puntual es una carga eléctrica localizada en un punto sin dimensiones. Este concepto es una idealización, y resultará muy útil a la hora de estudiar los fenómenos eléctricos.



Constante dieléctrica o permitividad del medio

Dado que la constante la ley de Coulomb K depende del medio, esta suele expresarse en términos de otra constante denominada constante dieléctrica o permitividad del medio (ϵ):

$$K = \frac{1}{4\pi\epsilon}$$

En el caso del vacío se cumple que $\epsilon = \epsilon_0$, donde la permitividad del vacío (ϵ_0) equivale a $8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 / \text{N} \cdot \text{m}^2$.

Para medios distintos del vacío, se utiliza una magnitud adimensional denominada constante dieléctrica relativa o permitividad relativa (ϵ_r), que se obtiene por medio del cociente entre la permitividad del medio (ϵ) y la permitividad del vacío (ϵ_0):

$$\epsilon_r = \frac{\epsilon}{\epsilon_0}$$

Medio	ϵ_r
vacío	1
Aire seco (sin CO2)	1.00054
Agua	80.1

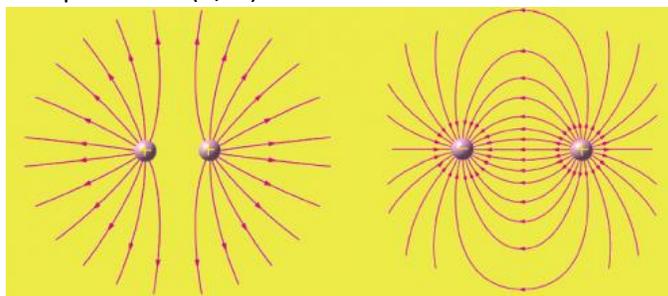
Campo eléctrico

El campo eléctrico \mathbf{E} es una cantidad vectorial que existe en todo punto del espacio, y es la representación de un espacio de atracción y repulsión de cargas eléctricas, también el campo eléctrico en una posición indica la fuerza que actuaría sobre una carga puntual positiva unitaria si estuviera en interacción con otra de igual o distinto signo.

Su definición formal indica que es la fuerza eléctrica por unidad de carga, el campo eléctrico se relaciona con la fuerza eléctrica que actúa sobre una carga arbitraria q con la expresión.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

La unidad elemental del campo eléctrico es en el Sistema Internacional (SI) es Newton por Culombio (N/C). También se expresa mediante la unidad de voltio por metro (V/m).



Todas las partículas que constituyen la materia tienen como una propiedad fundamental una determinada carga eléctrica, de lo que se origina el campo eléctrico. El campo eléctrico se expresa en líneas imaginarias que llamamos vectores. Estos permiten darnos una idea de la intensidad y la orientación del campo eléctrico.

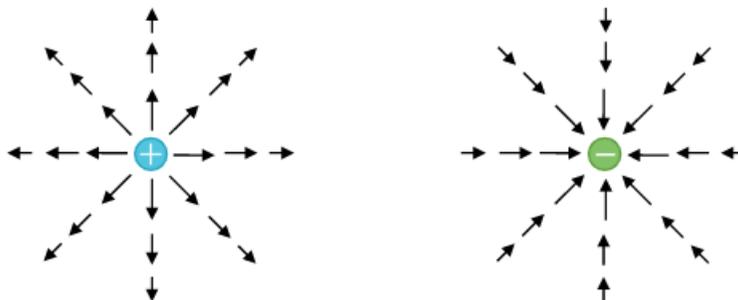
El campo eléctrico se trata de una magnitud vectorial, de un vector, y no de una fuerza, aun cuando se relaciona íntimamente con la fuerza eléctrica.

Campo Eléctrico de una Carga Puntual

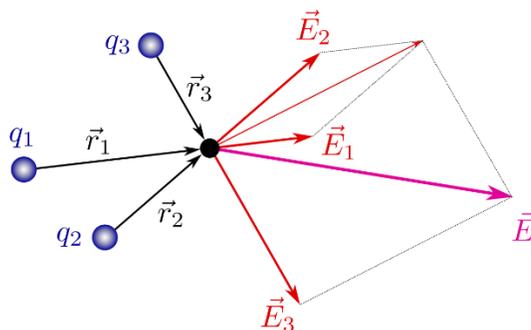
El campo eléctrico de una carga puntual se puede obtener de la ley de Coulomb:

$$E = \frac{F}{q} = \frac{kQ_{\text{fuente}} q}{qr^2} = \frac{kQ_{\text{fuente}}}{r^2} \quad \vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_i}{r^2} \hat{r}_i = K \frac{Q}{r^2}$$

Donde \hat{r}_i es un vector unitario que indican la dirección de la recta que une cada q_i (carga unitaria) con q . La dirección del campo eléctrico apunta hacia afuera para una carga puntual positiva y hacia adentro para una carga puntual negativa. La magnitud del campo eléctrico decae como $1/r^2$ conforme nos alejamos de la carga.

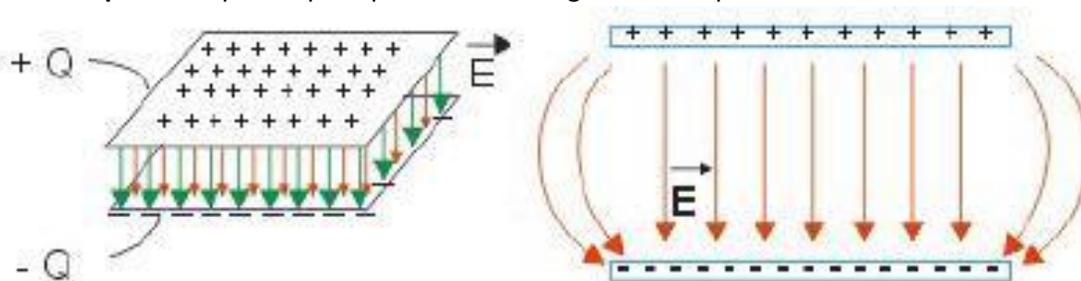


Cuando hablamos de una carga de prueba o carga puntual, siempre estaremos analizando la fuerza que experimenta una carga positiva y las perturbaciones que esta ocasiona dentro de un espacio circundante (campo eléctrico) con respecto a otra. Si tenemos muchas cargas puntuales esparcidas, expresamos el campo eléctrico como la suma de los campos de cada carga individual y analizaremos el problema como una suma vectorial, tal y como lo hacemos en la sumatoria de fuerzas.



Potencial eléctrico

Cuando una partícula con carga se mueve en un **campo eléctrico**, el campo ejerce una fuerza que efectúa trabajo sobre la partícula. Este trabajo siempre se puede expresar en términos de la energía potencial eléctrica, la energía potencial eléctrica depende de la **posición** que ocupa la partícula con carga en el campo eléctrico.



Describiremos la energía potencial eléctrica utilizando un concepto nuevo, llamado potencial eléctrico o simplemente potencial. Es frecuente que, en el estudio de los circuitos, una diferencia de potencial entre un punto y otro reciba el nombre de voltaje. Los conceptos de potencial y voltaje son cruciales para entender la manera en que funcionan los circuitos eléctricos, y tienen aplicaciones de gran importancia en los haces de electrones que se utilizan en la radioterapia contra el cáncer, los aceleradores de partículas de alta energía y muchos otros aparatos.

Uno de los conceptos fundamentales para entender potencial eléctrico, es comprender el concepto de trabajo, energía potencial y conservación de la energía potencial.

Trabajo. "fuerza que actúa durante una distancia", o $W = F d$. En términos del campo eléctrico, $W = q E d$.

La energía es "la capacidad para hacer trabajo". Cuando un objeto tiene energía, tiene la capacidad de realizar trabajo.

Energía potencial eléctrica

Se puede definir como la capacidad para realizar trabajo que surge de la posición o configuración.

Como ya sabemos la energía potencial gravitatoria estudiamos que un cuerpo que se encuentra a una determinada altura de la superficie de la Tierra adquiere una determinada cantidad de energía potencial provocada por la acción de la fuerza gravitatoria, es por eso por lo que se dice que existe una forma análoga entre el caso de la fuerza gravitacional y en el caso eléctrico (de hecho, las fórmulas son parecidas, pero sus constantes de proporcionalidad son distintas)

Una carga ejercerá una fuerza sobre cualquier otra carga y la energía potencial (eléctrica, surge del conjunto de cargas) por la interacción entre las cargas. Cuando estas se mueven, se agrega o quita energía en relación con su posición inicial (la distancia que separa esas cargas). La energía potencial eléctrica que posee una carga puntual q_1 en presencia de otra carga puntual q_2 que se encuentran separadas cierta distancia es:

$$E_p = K \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r} \quad U = \frac{kQq}{r}$$

Donde:

- E_p ó U Energía potencial eléctrica. En el S.I. se mide en Jules (J).
- q_1 y q_2 ó q y Q Valores de las dos cargas puntuales. En el S.I. se miden en Coulomb (C).
- r Distancia entre cargas que las separa. En el S.I. se mide en metros (m).
- K Constante de la ley de Coulomb. $9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ utilizando unidades en el S.I.

El principio de conservación de la carga establece que no hay destrucción ni creación neta de carga eléctrica, y afirma que en todo proceso electromagnético la carga total de un sistema aislado se conserva. Debido a intercambio de electrones constante entre elementos, es frecuente utilizar su carga como unidad elemental. Así +1 indica que un cuerpo ha perdido un electrón y -1 indica que ha ganado un electrón.

A partir de este razonamiento, se establece que el **potencial eléctrico** representa la energía potencial electrostática que adquiere una unidad de carga positiva (carga de prueba) si la situamos en un punto del espacio del área de influencia de un campo eléctrico.

$$V = \frac{E_p}{q'}$$

Donde:

- V Es el potencial eléctrico en un punto del campo eléctrico. Su unidad en el S.I. es el (J/C) o Volt.
- E_p Es la energía potencial eléctrica que adquiere una carga testigo positiva q' al situarla en ese punto. En unidades Joules.
- q Es la carga puntual. $1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$

La diferencia de potencial eléctrico recibe un nombre muy especial. La llamamos voltaje. El potencial eléctrico creado por una carga q_1 en un punto a una distancia r se define como:

$$V = \frac{kQ}{r} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$$

Donde:

- V Potencial eléctrico en un punto. En el S.I. se mide en Volts (V).
- K Constante de la ley de Coulomb. En el S.I. se mide en $\text{N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$.
- Q Es la carga puntual que crea el campo eléctrico. En el S.I. se mide en Coulomb (C).
- r Distancia entre la carga y el punto donde medimos el potencial. En el S.I. se mide en metros (m).

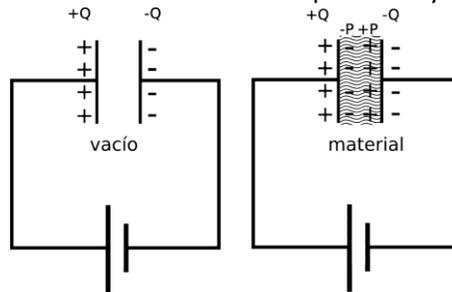
Si el campo eléctrico es creado por varias cargas puntuales, el potencial eléctrico en un punto sigue el principio de superposición:

$$V = V_1 + V_2 + \dots + V_n = \sum_{i=1}^n V_i$$

Capacitancia

Es la propiedad que tienen los cuerpos para mantener una carga eléctrica. La capacidad es también una medida de la cantidad de energía eléctrica almacenada para una diferencia de potencial eléctrico dado. El dispositivo más común que almacena energía de esta forma es el condensador o capacitor.

Los capacitores consisten en dos placas de material conductor ubicado entre un aislador de cerámica, película, vidrio u otros materiales, incluso aire. El aislante también se conoce como un dieléctrico y aumenta la capacidad de carga de un capacitor. Usualmente son llamados condensadores en la industria automotriz, marina y aeronáutica. Las placas internas están conectadas a dos terminales externos, que a veces son largos y finos, y se asemejan a diminutas antenas o patas metálicas. Estos terminales se pueden conectar a un circuito. Los capacitores y las baterías almacenan energía.



La relación entre la diferencia de potencial (o tensión) existente entre las placas del condensador y la carga eléctrica almacenada en este, se describe mediante la siguiente expresión matemática:

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

Donde:

- C Es la capacitancia medida en faradios ó farad (F); esta unidad es relativamente grande y suelen utilizarse submúltiplos como el microfarad (μF) o picofarad (pF) ó nanofarad (nF); El valor de C siempre es positivo.
- Q Es la carga eléctrica almacenada, medida en coulombs;
- V Es la diferencia de potencial (o tensión), medida en volts.

Capacitor de placas paralelas. La capacidad de almacenamiento de carga de un capacitor de placas planas paralelas de área A y separación d está dada por la expresión:

$$C = \frac{\epsilon A}{d}$$

Donde:

- ϵ Permitividad del espacio entre placas. ϵ_0 (permitividad al vacío) equivale a $8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 / \text{N} \cdot \text{m}^2$ ó F/m

Capacitor de placas paralelas con dieléctrico. La mayor parte de los condensadores llevan entre sus láminas una sustancia no conductora o dieléctrica. La función de un dieléctrico sólido colocado entre las láminas es triple:

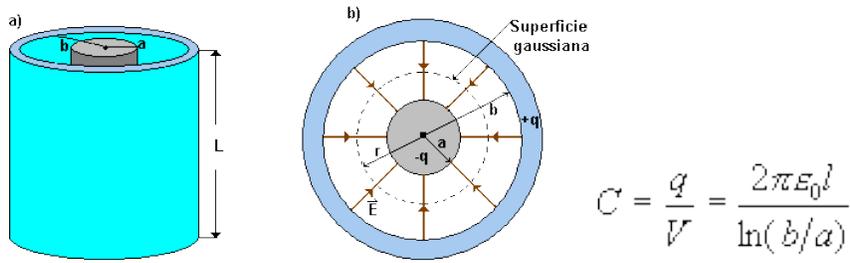
- Resuelve el problema mecánico de mantener dos láminas metálicas a distancia muy pequeña sin contacto alguno.
- Consigue aumentar la diferencia de potencial máxima que el condensador es capaz de resistir sin que salte una chispa entre las placas (ruptura dieléctrica).
- La capacidad de un condensador de dimensiones dadas es varias veces mayor con un dieléctrico que separe sus láminas que si estas estuviesen en el vacío.

$$C = \frac{k\epsilon_0 A}{d}$$

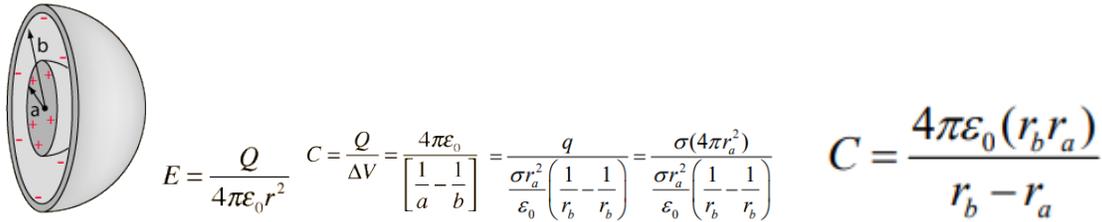
Donde:

- ϵ_0 Permitividad del vacío equivale a $8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 / \text{N} \cdot \text{m}^2$ ó F/m
- k = permitividad relativa del material dieléctrico (varia con respecto al material introducido) k=1 para el vacío y para el aire se toma este valor (es aproximado), k>1 para todos los demás materiales.

Capacitancia de una esfera aislada. Consiste en dos cilindros conductores concéntricos de largo L. El radio del cilindro interior es a y tiene carga uniformemente distribuida -Q. El radio del cilindro exterior es b > a y tiene carga +Q

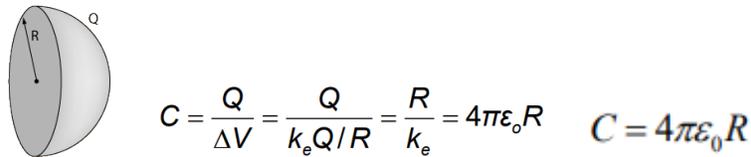


Capacitancia de una esfera. La capacidad de un conductor esférico está desarrollada por 2 esferas conductoras concéntricas. Supongamos que la esfera interna (a) tiene un radio externo r_1 , carga +q y la esfera externa (b) tiene un radio interno r_2 y carga -q. El campo eléctrico es perpendicular a la superficie de ambas esferas y puntos radialmente hacia afuera.



se puede obtener midiendo la diferencia de voltaje entre los conductores para una determinada carga en cada uno.

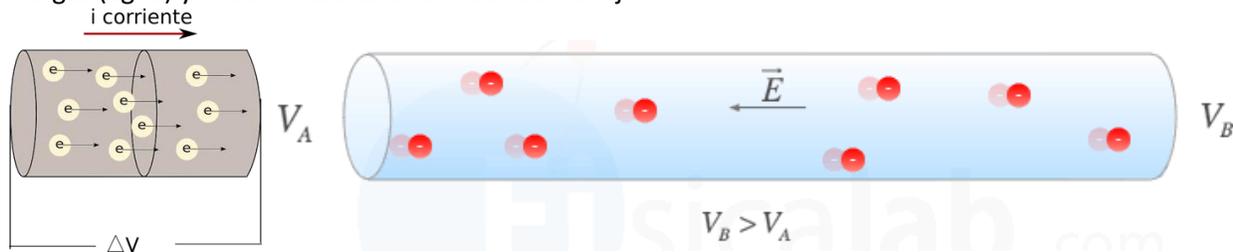
Capacitancia de una esfera aislada. La capacidad de un conductor esférico aislado está desarrollada por la esfera externa que tiene un radio interno r y carga +q. La cual se encuentra hueca, el campo eléctrico es perpendicular a la superficie y radial hacia afuera. El potencial $V = 0$ es la convención (en el infinito)



La capacitancia depende de factores geométricos y de la permitividad entre las placas.

Corriente eléctrica

Cantidad de carga eléctrica que pasa por un material conductor por unidad de tiempo entre dos puntos de un conductor. También llamado caudal de corriente eléctrica puede compararse con la cantidad de agua que pasa por un tubo, capaz de movilizar cargas (agua) y llevar a cabo una cantidad de trabajo.

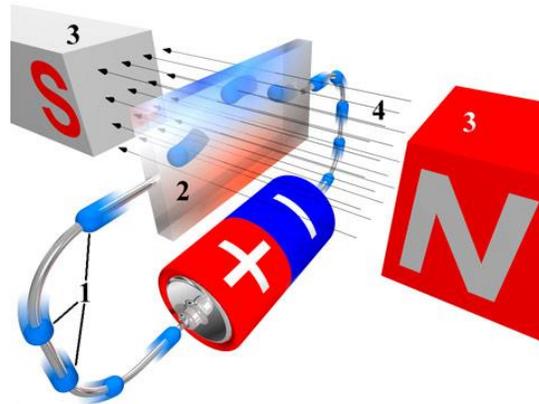


Otra forma de llamar a la corriente es intensidad de corriente eléctrica (representada comúnmente con la letra I). En el Sistema Internacional de Unidades se expresa en culombios por segundo (C/s), unidad que se denomina amperio (A).

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

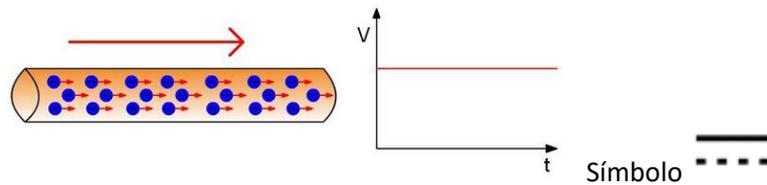
La corriente eléctrica produce tres tipos de efectos:

- Efectos caloríficos. Cuando circula una corriente eléctrica por un conductor, este aumenta su temperatura. Este efecto es utilizado en estufas, hornillos, etc.
- Efectos químicos. Si la corriente eléctrica circula por un conductor iónico, dicha corriente es capaz de producir un cambio químico en él. Este efecto es utilizado en la electrólisis.
- Efectos magnéticos. El paso de la corriente eléctrica a través de un conductor crea un campo magnético similar al que produce un imán. Este efecto es el fundamento de motores eléctricos, dispositivos de televisión, radio, amperímetros, voltímetros, etc.

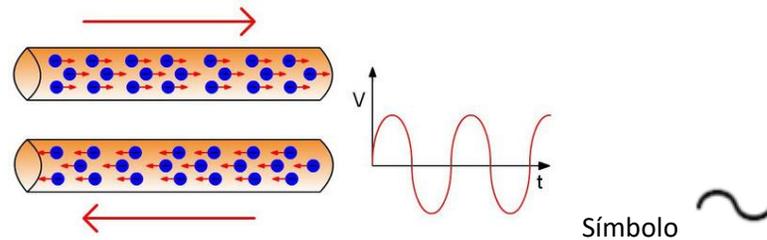


Dependiendo de la temporalidad del sentido de la corriente eléctrica podemos distinguir dos tipos:

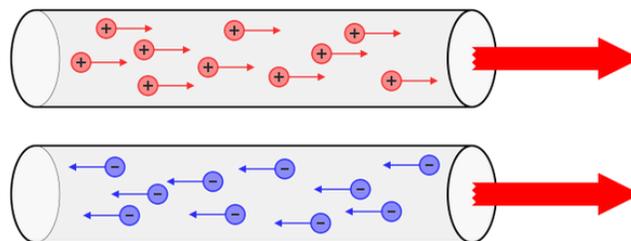
- Corriente continua (C.C.). El flujo de electrones se produce siempre en el mismo sentido.



- Corriente alterna (C.A.). El sentido de circulación de los electrones cambia de forma periódica.



La corriente convencional establece que una carga negativa que se mueve en cierto sentido equivale a una carga positiva de igual valor, que se mueve en sentido contrario. Lo anterior permite establecer que una carga negativa en movimiento siempre deberá imaginarse como una carga positiva que se mueve en sentido contrario.



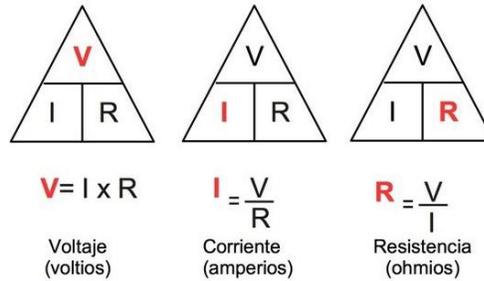
Ley de Ohm

La ley de Ohm se usa para determinar la relación entre tensión (voltaje), corriente (intensidad) y resistencia en un circuito eléctrico. La intensidad de corriente que atraviesa un circuito es directamente proporcional al voltaje o tensión de este e inversamente proporcional a la resistencia que presenta.

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

Donde:

- I es la corriente que se mide en amperios (A)
- V el voltaje que se mide en volts (V)
- R es la resistencia que se mide en ohm (Ω)



Resistividad

La resistividad es la resistencia eléctrica específica de un determinado material. Se designa por la letra griega rho (ρ) y se mide en ohm - metro ($\Omega \cdot m$). Por lo general existe una gran confusión con el concepto de resistencia y resistividad eléctricas, la resistividad de un material será siempre la misma sin importar la cantidad que tengamos, sin embargo, la resistencia sí depende de la cantidad y dimensiones de un conductor.

Resistencia (R)

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S} \quad R = \rho \frac{L}{A}$$

Donde:

- R es la resistencia eléctrica. Su unidad de medida en el Sistema Internacional (S.I.) es el ohm (Ω).
- ρ es la resistividad del material. Su unidad de medida en el S.I. es el ohm - metro ($\Omega \cdot m$)
- l es la longitud del conductor. Su unidad de medida en el S.I es el metro (m)
- S ó A es la sección del conductor. Su unidad de medida en el S.I es el metro al cuadrado (m^2)

Resistividad (ρ)

Es una magnitud propia de cualquier material que depende directamente de su naturaleza y de su temperatura. Matemáticamente se puede obtener a partir de la temperatura del material por medio de la siguiente expresión:

$$\rho = \rho_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T) \quad R(T) = R_0 \cdot (1 \pm \alpha \cdot \Delta T)$$

Donde:

- ρ_0 ó R_0 es la resistividad a la temperatura ambiente, normalmente 20°C . Su unidad en el S.I. es el ohmio por metro, Ωm
- α es un coeficiente propio de cada material, y nos da una idea de lo sensible que es la resistividad del material a los cambios de temperatura. Normalmente se mide en $^\circ\text{C}^{-1}$
- ΔT es la diferencia de temperatura considerada (T_f o temperatura final) con respecto a la temperatura ambiente (T_{amb}), es decir $\Delta T = T_f - T_{\text{amb}}$. Como normalmente la temperatura ambiente es de 20°C , nos quedaría $\Delta T = T_f - 20$

Conductancia (G)

Nos permite medir su facilidad de conducción. Es la inversa de la resistencia. Su unidad de medida en el Sistema Internacional (S.I.) es el siemens ($S = \Omega^{-1}$)

$$G = \frac{1}{R}$$

Conductividad (σ)

Se denomina conductividad (σ) a la inversa de la resistividad (ρ). Su unidad en el S.I. es el $\Omega^{-1} \cdot m^{-1}$.

$$\sigma = \frac{1}{\rho}$$

Ley de Joule.

Se conoce como efecto Joule al fenómeno irreversible por el cual, si en un conductor circula corriente eléctrica, parte de la energía cinética de los electrones se transforma en calor debido a los choques que sufren con los átomos del material conductor por el que circulan, elevando la temperatura de este.

Una corriente eléctrica es justamente un movimiento de electrones. Éstos tienen masa, y por tener una velocidad, adquieren cierta energía cinética lo cual se traduce en trabajo mecánico a un nivel no visible a simple vista. Mientras más corriente fluya, mayor será el aumento de la energía térmica del conductor y por consiguiente, mayor será el calor liberado.

El calor producido por la corriente eléctrica que fluye a través de un conductor, entonces, es una medida del trabajo hecho por la corriente venciendo la resistencia del conductor; la energía requerida para este trabajo es suministrada por una fuente, mientras más calor produzca mayor será el trabajo hecho por la corriente y, por consiguiente, mayor será la energía suministrada por la fuente; entonces, determinando cuánto calor se produce, se puede conocer cuánta energía suministra la fuente y viceversa.

“La cantidad de calor que desarrolla una corriente eléctrica al pasar por un conductor es directamente proporcional a la resistencia, al cuadrado de la intensidad de la corriente y el tiempo que dura la corriente”.

$$Q = I^2 R t \quad W = I^2 \cdot R \cdot t \quad E_{\text{calor}} = R \cdot I^2 \cdot t$$

Donde:

Q, E_{calor} ó W= Cantidad de calor, en Joules

I = Intensidad de la corriente, en Amper

R = Resistencia eléctrica, en Ohms

t = Tiempo de duración que fluye la corriente, en segundos

Sin embargo, es muy habitual utilizar la caloría como unidad de energía. En ese caso para convertir el valor obtenido en julios a calorías debe multiplicarse por el factor de conversión 0.24

La velocidad a la cual se genera ese calor es la **potencia** (trabajo realizado en la unidad de tiempo) por lo que, la cual se expresa como:

$$P = I^2 \cdot R$$

Aunque en el sistema internacional, las unidades de trabajo y potencia son los julios y vatios respectivamente, la potencia eléctrica se mide en Kilovatios (KW), y el trabajo eléctrico en Kilovatios-hora (KWh). La potencia se mide en joule por segundo (J/seg) y se representa con la letra “P”. Un J/seg equivale a 1 watt (W), por tanto, cuando se consume 1 joule de potencia en un segundo, estamos gastando o consumiendo 1 watt de energía eléctrica.

En general, la potencia se puede definir como la rapidez con la que se consume una energía, es decir, la relación que existe entre la energía consumida y el tiempo invertido en consumirla:

$$\text{Potencia} = \frac{\text{energía}}{\text{tiempo}}$$

La fórmula que más se utiliza para calcular la potencia eléctrica en electricidad es:

$$P = V I$$

Que quiere decir, que cuando conectamos un aparato eléctrico a una tensión V, si multiplicamos esta tensión por la intensidad de corriente que lo atraviesa, el resultado de la multiplicación es la potencia eléctrica del aparato.



Diagrama que muestra un resistor con una corriente I que fluye hacia abajo a través de él, y un voltaje V aplicado a sus terminales. A la derecha del diagrama se muestra la ecuación: $P = VI = \frac{V^2}{R} = I^2 R$

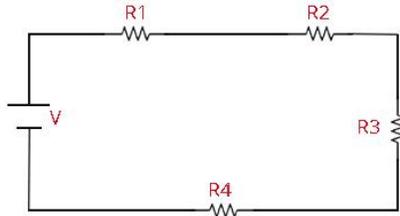
$$P = VI = \frac{V^2}{R} = I^2 R$$

Circuitos resistivos

Existen tres formas de agrupar los circuitos: En serie, en paralelo y mixtos. Estos últimos son la combinación de los dos primeros.

Circuito en serie

Este tipo de circuitos se genera cuando las resistencias están unidas solo por una terminal (una detrás de la otra). Las características principales de estos circuitos es que la corriente siempre es la misma en todo el circuito y el voltaje va disminuyendo con cada resistencia. la fórmula para calcular estos circuitos es la suma de cada una $R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$.



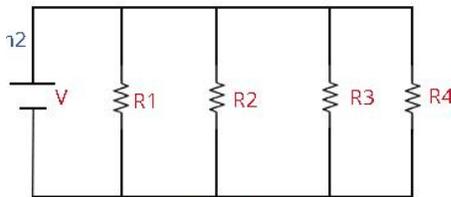
$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \dots + R_n$$

$$V_T = V_1 + V_2 + \dots + V_n$$

$$I_T = I_1 = I_2 = \dots = I_n$$

Circuito paralelo

Las resistencias están unidas de la misma forma, la terminal 1 con la 1 y la 2 con la 2. La corriente y el voltaje dentro de estos circuitos funciona de manera inversa, ya que el voltaje que pasa por cada elemento es el mismo, pero la corriente se disminuye con cada resistor. Existen 2 fórmulas para estos circuitos cuando son solo 2 dispositivos en paralelo $R_T = R_1 * R_2 / R_1 + R_2$ y cuando son más de dos $R_T = 1 / (1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + \dots + 1/R_n)$.



Formulas

Para 2 resistencias

$$R_T = \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2}$$

Más de 2 resistencias

$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}}$$

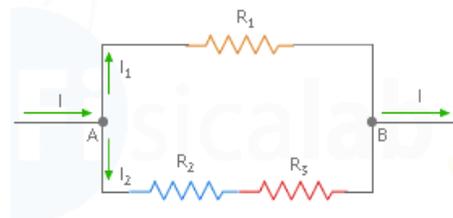
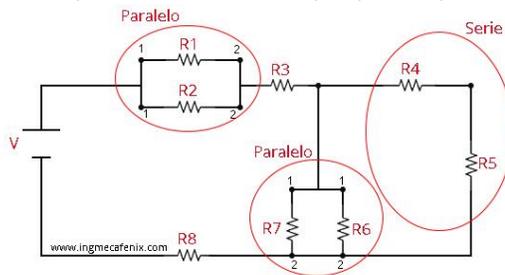
$$I_{total} = V \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \right)$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

$$V = V_1 = V_2 = \dots = V_n$$

Circuitos mixtos

Estos circuitos son más complejos debido a que podemos encontrar resistencias en serie y en paralelo. Para la simplificación de este circuito se tiene que ir identificando que partes pueden resolverse primero y en qué forma están.



Para hallar la resistencia total en un circuito mixto, se calcula el total de las resistencias en serie y el total de las resistencias en paralelo y luego se suman los resultados.

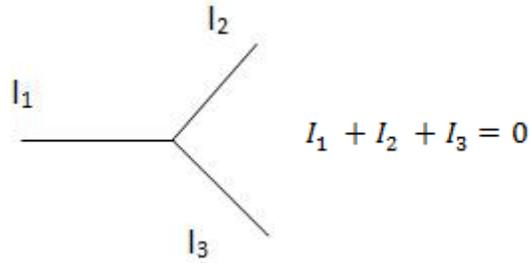
Además de la ley de Ohm, existen otras dos leyes muy importantes para la resolución de circuitos, llamadas leyes de Kirchhoff. Una de ellas es la ley de nodos y la otra es la ley de mallas.

Antes del enunciado de las leyes de Kirchhoff, es conveniente definir los conceptos de nodo, rama y malla para circuitos.

- Nodo: Punto de un circuito en el que se unen tres o más conductores.
- Rama: Parte del circuito unida por dos nodos.
- Malla: Recorrido cerrado dentro de un circuito.

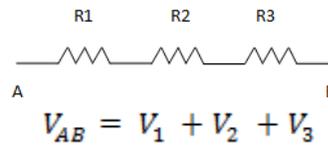
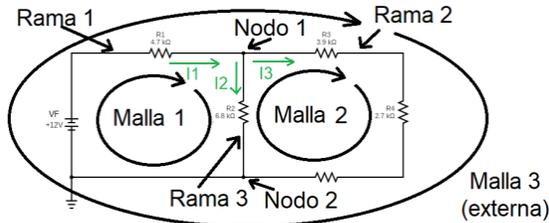
Ley de nodos

La suma algebraica de las corrientes en un nodo es igual a cero. Se toma como referencia al nodo. Por lo tanto, los signos de las corrientes son positivos o negativos dependiendo si entran o salen del nodo.



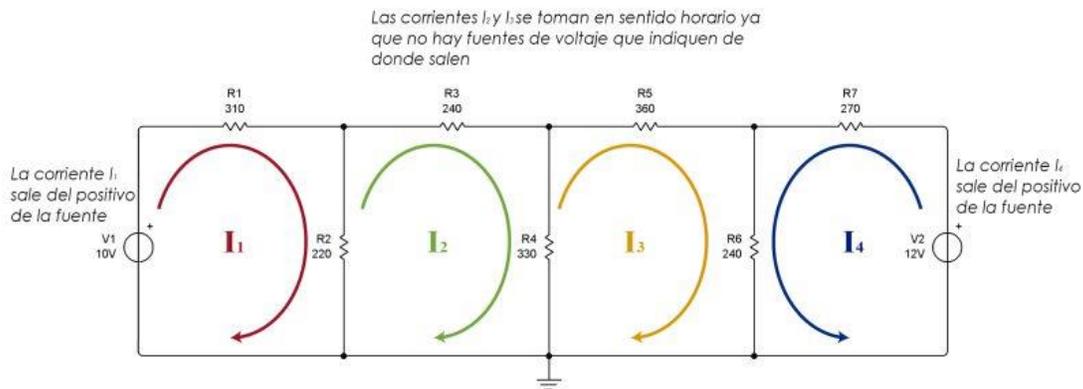
Ley de mallas

La suma de todas las caídas de tensión en una malla es igual a la suma de las tensiones aplicadas.



Si multiplicamos las corrientes de malla por cada resistencia en la malla, al sumar los voltajes el total debe ser cero. Para asumir las corrientes de malla, necesitamos tener en cuenta que en un circuito eléctrico la corriente sale del positivo de la fuente y entra por el negativo de esta.

Si no hay una fuente de voltaje o de corriente en una malla entonces asumimos que la corriente fluye en un sentido horario. Se podría asumir en el sentido antihorario, lo cual no interesa mucho ya que si se escoge un sentido incorrecto la corriente que nos resultará al hacer nuestros cálculos tendrá signo negativo. Esto lo podremos apreciar al final cuando obtengamos nuestra respuesta.



Vemos que en la malla 1 se asume que la corriente va en sentido horario ya que sale del positivo de la fuente. En las mallas 2 y 3 no hay fuente, así que se asume libremente (preferiblemente en sentido horario). En la malla 4 la corriente va en sentido antihorario por salir del positivo de la fuente de voltaje.

Luego de escoger el sentido de las corrientes procedemos a colocar signos de polaridad a las resistencias por cada malla. Las resistencias no poseen polaridad, pero para facilitar la resolución del problema le colocaremos signos. Una vez más debemos tomar en cuenta el sentido de la corriente: para todas las resistencias la terminal donde entra la corriente llevará un signo positivo. Donde sale la corriente de la resistencia se coloca un signo negativo.

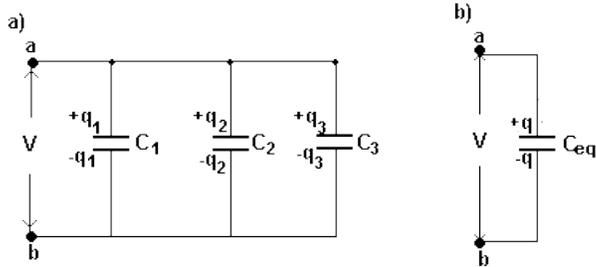
Ahora que hemos colocado los signos, se procede a establecer las ecuaciones para cada malla. Con la ayuda de los signos que hemos colocado se nos hace muy fácil hacer esto.

Circuitos capacitivos

Existen tres formas de agrupar los circuitos: En serie, en paralelo y mixtos. Estos últimos son la combinación de los dos primeros.

Circuito paralelo

Supongamos que tenemos dos condensadores iguales cargados con la misma carga q , en paralelo. Si introducimos un dieléctrico de constante dieléctrica k en uno de los condensadores. La capacidad del condensador con dieléctrico aumenta, la diferencia de potencial entre sus placas disminuye. Al unir las placas del mismo signo de los dos condensadores, la carga se repartirá hasta que se igualen de nuevo sus potenciales



La carga total en la combinación es:

$$q = q_1 + q_2 + q_3 = (C_1 + C_2 + C_3)V.$$

La capacitancia equivalente C es:

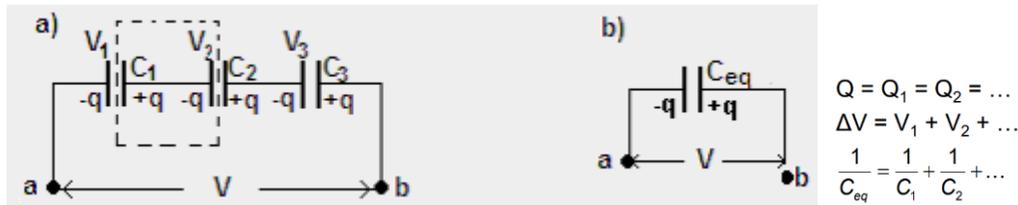
$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 \quad 6.3$$

$$V_1 = V_2 = V_3 = V$$

La capacitancia equivalente de un conjunto de condensadores conectados entre sí es la capacidad de un único condensador que cuando sustituye al conjunto produce el mismo efecto exterior.

Circuito serie

Para condensadores como el siguiente esquema, la magnitud de la carga q en cada placa debe ser la misma.

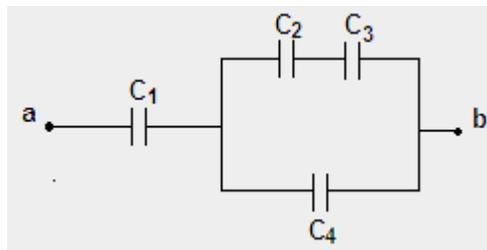


$$Q = Q_1 = Q_2 = \dots$$

$$\Delta V = V_1 + V_2 + \dots$$

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

Circuitos Mixtos



Guía 2021 Secc FM

18. En el sistema internacional de unidades, la relación _____ es la unidad de capacitancia.

- a) J/s
- b) J/V
- c) C/V
- d) C/s

20. Relacionar cada dispositivo con la expresión matemática que le corresponde.

	Dispositivo	Expresión matemática
a) 1A, 2D, 3B, 4C	1. Esfera aislada	A. $\frac{\epsilon_0 A}{d}$
b) 1D, 2A, 3C, 4B	2. Condensador de placas planas paralelas con dieléctrico	B. $\frac{\epsilon_0 \epsilon_r A}{d}$
c) 1D, 2B, 3A, 4C	3. Condensador de placas planas	C. $\frac{\epsilon_0 \epsilon_r 4\pi R_1 R_2}{R_2 - R_1}$
d) 1A, 2C, 3D, 4B	4. Capacitor esférico	D. $4\pi\epsilon_0 R$

21. La ley de _____ permite calcular el calor que genera una resistencia eléctrica.

- a) Ohm
- b) Newton
- c) Gauss
- d) Joule

28. La máquina que transforma energía eléctrica en energía mecánica es

- a) generador eléctrico
- b) motor eléctrico
- c) transformador
- d) interruptor

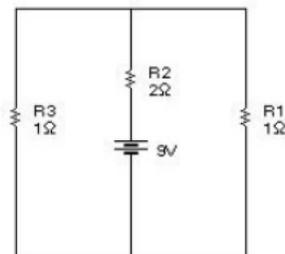
29. Oersted, descubrió que al circular corriente eléctrica en un conductor se produce campo:

- a) neutro
- b) eléctrico
- c) magnético
- d) gravitacional

31. Un _____ es un dispositivo que sirve para medir corriente.

- a) óhmetro
- b) voltímetro
- c) amperímetro
- d) electroscopio

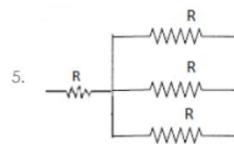
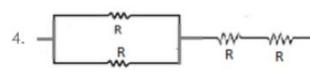
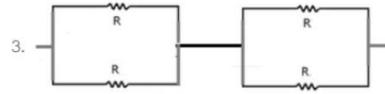
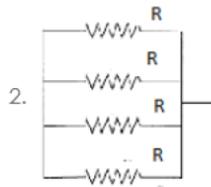
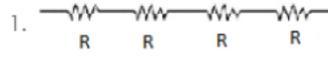
32. Determinar la resistencia equivalente del circuito y la corriente en el resistor dos.



- a) $R_e = 4.5 \Omega, I_2 = 2.6 A$
- b) $R_e = 6.5 \Omega, I_2 = 1.6 A$
- c) $R_e = 2.5 \Omega, I_2 = 3.6 A$
- d) $R_e = 1.5 \Omega, I = 4 A$

33. Se tienen cuatro resistencias eléctricas de igual valor R , de tal forma que se realizan cinco arreglos distintos con ellas, como se indica en las cinco figuras a continuación. Ordenar en forma ascendente el valor de la resistencia equivalente.

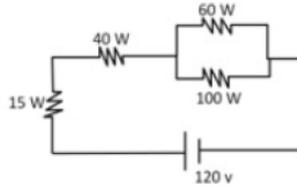
- a) 3, 1, 4, 5, 2
- b) 2, 5, 4, 3, 1
- c) 3, 1, 5, 4, 2
- d) 2, 3, 5, 4, 1



d

35. Se conectan bombillas con la calibración de voltaje mostrada en el circuito. ¿Qué corriente debe liberar la fuente de Voltaje?

- a) 1.8 A
- b) 1.3 A
- c) 0.4 A
- d) 0.01 A



c

Sección MB

20. La fuerza entre dos cargas de $3 \times 10^{-6} \text{ C}$ es de 0.9 N. ¿Cuál es la distancia de separación entre las dos cargas? El valor de la constante $K = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ será necesario en los cálculos.

- a) 0.2 m
- b) 0.3 m
- c) 0.5 m
- d) 0.6 m

b

22. Una carga de $5 \times 10^{-4} \text{ C}$ se introduce a una región donde actúa un campo de fuerza de 0.04 N. ¿Cuál es la intensidad del campo eléctrico en esa región?

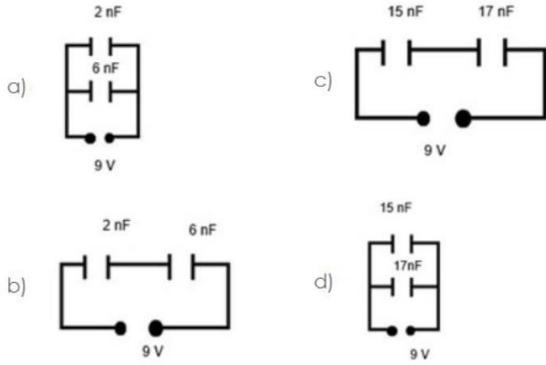
- a) 8 N/C
- b) 80 N/C
- c) 800 N/C
- d) 8000 N/C

d

25. Es una aplicación del campo magnético producido por una corriente:

- a) pila
- b) electrones
- c) electroimán
- d) carga positiva

28. De los siguientes diagramas, ¿cuál corresponde a un agrupamiento en paralelo cuya capacitancia equivalente es de 8 nF?



a

29. En un arreglo de resistores en serie, la resistencia equivalente es:

- a) el inverso de la menor resistencia
- b) el inverso de la mayor resistencia
- c) mayor que la mayor resistencia
- d) menor que la menor resistencia

c

30. Relacionar cada concepto con su correspondiente modelo matemático

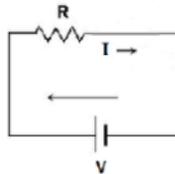
	Concepto	Modelo matemático
a) 1A, 2B, 3C, 4D	1. Ley de Ohm	A. $V = IR$
b) 1B, 2C, 3A, 4D	2. Conductividad	B. $1/\rho$
c) 1A, 2D, 3B, 4C	3. Resistencia eléctrica	C. $\frac{\rho L}{A}$
d) 1B, 2A, 3D, 4C	4. Potencia eléctrica	D. $i^2 R$

a

31. El circuito eléctrico de la figura se alimenta con una fuente de 8 V la cual se mantiene constante. Ordenar en forma ascendente la magnitud de la corriente eléctrica que circula por el circuito, considerando las diferentes resistencias eléctricas que se indican a continuación.

- a) 2, 4, 3, 1
- b) 4, 2, 1, 3
- c) 2, 3, 4, 1
- d) 4, 1, 2, 3

- 1. 4Ω
- 2. 8Ω
- 3. 2Ω
- 4. 16Ω



b

32. ¿Con cuál de las siguientes expresiones se puede relacionar geoméricamente la ley de Ohm dada por $V=RI$ o $V=RI^2$?

- a) $y = mx$
- b) $y = ax^2$
- c) $y = ar^2$
- d) $y = RI^2$

a

33. Relacionar cada definición con el concepto al que pertenece.

	Definición	Concepto
a) 1C, 2D, 3B, 4A	1. Las caídas de potencia son iguales.	A. Potencia eléctrica
b) 1C, 2B, 3D, 4A	2. Las corrientes eléctricas son iguales.	B. Resistencia eléctrica
c) 1A, 2C, 3B, 4D	3. Oposición al paso de la corriente eléctrica.	C. Agrupamiento en paralelo
d) 1A, 2B, 3C, 4D	4. Rapidez con que se efectúa un trabajo eléctrico.	D. Agrupamiento en serie

a

34. Determinar la potencia disipada en una resistencia de valor $10\ \Omega$ conectada a una diferencia de potencial de 120 V .

- a) 1440 W
- b) 1200 W
- c) 60 W
- d) 24 W

a

35. Calcular la resistencia de un conductor de cobre de 1 m de longitud, de 0.2 cm de diámetro. La resistividad del Cu es de $1.69 \times 10^{-8}\ \Omega/\text{m}$.

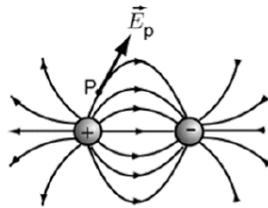
- a) $5.38 \times 10^{-3}\ \Omega$
- b) $16.38 \times 10^{-3}\ \Omega$
- c) $20.38 \times 10^{-3}\ \Omega$
- d) $25.38 \times 10^{-3}\ \Omega$

a

Sección SA

23. La figura muestra dos cargas iguales; el patrón de líneas de campo corresponde a:

- a) un monopolo eléctrico
- b) una carga positiva
- c) un dipolo eléctrico
- d) una carga negativa



c

24. Al incrementar la distancia en la fórmula de campo eléctrico, ¿qué le sucede a su magnitud?

- a) Aumenta
- b) Disminuye
- c) Queda igual
- d) Es independiente

b

25. Una fuerza eléctrica actúa sobre un protón, el cual está situado en un punto donde experimenta una intensidad de campo eléctrico determinado. Ordenar en forma ascendente la magnitud que experimenta dicho protón considerando las diferentes magnitudes del campo eléctrico indicados a continuación.

- | | |
|-------------------------------|------------------|
| 1. $2 \times 10^4\text{ N/C}$ | a) 3, 1, 4, 2, 5 |
| 2. $1 \times 10^5\text{ N/C}$ | b) 1, 2, 5, 3, 4 |
| 3. $2 \times 10^6\text{ N/C}$ | c) 3, 1, 5, 4, 2 |
| 4. $1 \times 10^8\text{ N/C}$ | d) 1, 2, 3, 5, 4 |
| 5. $3 \times 10^7\text{ N/C}$ | |

d

27. Relacionar el concepto con su correspondiente modelo matemático.

a) 1C, 2A, 3D, 4B	Concepto	Modelo matemático
b) 1D, 2A, 3C, 4B	1. Constante de Coulomb.	A. $\sqrt{\frac{kq_1q_2}{F}}$
c) 1C, 2B, 3A, 4D	2. Permitividad del vacío.	B. $\frac{kq_1q_2}{r^2}$
d) 1D, 2C, 3B, 4A	3. Fuerza de atracción entre dos cargas en el vacío.	C. $8.85 \times 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{Nm}^2}$
	4. Distancia que separa a dos cargas que se atraen con una fuerza dada, en el vacío.	D. $9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$

d

28. Relacionar el concepto con el modelo matemático.

	Concepto	Modelo matemático
a) 1C, 2D, 3A, 4B	1. Ley de Ohm.	A. $\rho = \frac{RA}{L}$
b) 1C, 2B, 3D, 4A	2. Resistencia eléctrica.	B. $\frac{1J}{1C} = 1V$
c) 1D, 2C, 3A, 4B	3. Resistividad.	C. $R = \frac{V}{I}$
d) 1D, 2A, 3B, 4C	4. Unidad de medida de la diferencia de potencial.	D. $R = \rho \frac{L}{A}$

30. Determinar la intensidad de la corriente eléctrica en amperes, a través de una resistencia de 1 k Ω , al aplicarle una diferencia de potencial de 120 V.

- a) 0.12
- b) 1.2
- c) 12.0
- d) 122.2

a

31. Por una parilla eléctrica circula una corriente de 3 A, al estar conectada a una diferencia de potencial de 120 V. Determinar la resistencia eléctrica que tiene, potencia que desarrolla y el calor que produce en un minuto.

R (Ω) P (W) Q (J)

- a) 120 2400 970760
- b) 120 3440 77680
- c) 40 300 68760
- d) 40 360 21600

d

32. Un circuito eléctrico está conectado a una pila de 12 V. La intensidad de la corriente que circula es de 2 A. Calcular la resistencia que ofrece el circuito al paso de la corriente.

- a) 5.8 Ω
- b) 6.0 Ω
- c) 6.3 Ω
- d) 6.5 Ω

b

33. En el circuito mostrado $R_A > R_B$:



Seleccionar las ecuaciones aplicables.

- a) $V_A = V_B$ $I_A = I_B$
- b) $V_A > V_B$ $I_A > I_B$
- c) $V_A = V_B$ $I_A < I_B$
- d) $V_A > V_B$ $I_A = I_B$

d

34. Calcular la resistencia del resistor en derivación que convierta un amperímetro de 2 mA con resistencia interna de 100 Ω a un amperímetro que dé una desviación de escala completa con 1 A.

- a) 0.2 Ω
- b) 0.4 Ω
- c) 0.6 Ω
- d) 0.8 Ω

a