Unidad 6: Electromagnetismo

6.1 Efectos cuantitativos entre cuerpos cargados eléctricamente

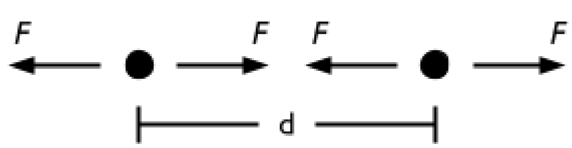
La materia está formada por átomos, que a su vez están constituidos por electrones, protones y neutrones. Los electrones y neutrones tienen una propiedad conocida como carga eléctrica. Los neutrones son partículas eléctricamente neutras, los electrones poseen carga eléctrica negativa y la carga de los protones es positiva. La unidad fundamental de carga en el sistema internacional es el Coulomb (C).

$Carga\ del\ electrón\ [e^{-}] = -\ 1.6\ x\ 10^{-19}\ C$
$Carga\ del\ electrón\ [e^{+}] = 1.6\ x\ 10^{-19}\ C$

6.2 Ley de Coulomb (C) y campo eléctrico

6.2.1 Ley de Coulomb (C)

La magnitud de la fuerza de atracción o repulsión que experimentan dos cargas eléctricas, es directamente proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa. Cuando las cargas eléctricas son del mismo signo la fuerza es repulsiva y cuando son de signos opuestos la fuerza es atractiva.



Fórmula
$F = K\frac{q_1 * q_2}{d^2}$

Donde:
$q_1,\ q_2 = cargas\ eléctricas\ [C]$
$F = fuerza\ [N]$
$d = distancia\ [m]$
$K = constante\ de\ Coulomb$
$K = 9\,x\,10^9\,\frac{Nm^2}{C^2}$

Ejemplo 1:

Una carga de 3 x 10^{-6} se encuentra a 2 m de una carga de -8 x 10^{-6} C, ¿cuál es la magnitud de la fuerza de atracción entre las cargas?

Solución: Datos: q_1 = 3 x 10^{-6} C, q_2 = -8 x 10^{-6} C, d = 2 m, K = 9 x 10^9 Nm^2/C^2, F =

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado
$q_1 = 3\,x\,10^{-6}\,C$ $q_2 = -\ 8\,x\,10^{-6}\,C$ $d = 2\,m$ $K = 9\,x\,10^9\,\frac{Nm^2}{C^2}$ $F = ¿?$	$F = K\frac{q_1 * q_2}{d^2}$	$F = \left(9\,x\,10^9\,\frac{Nm^2}{C^2}\right)\frac{(3\,x\,10^{-6}\,C)(8\,x\,10^{-6}\,C)}{(2\,m)^2}$ $F = \left(9\,x\,10^9\,\frac{Nm^2}{C^2}\right)\left(\frac{24\,x\,10^{-12}C^2}{4\,m^2}\right)$ $F = \left(9\,x\,10^9\,\frac{Nm^2}{C^2}\right)\left(6\,x\,10^{-12}\,\frac{C^2}{m^2}\right)$ $F = 54\,x\,10^{-3}\,N$	$F = 0.054\,N$

Se resuelve la operación para resolver la magnitud de la fuerza de atracción:

$$F = \left(9\,x\,10^9\,\frac{Nm^2}{C^2}\right)\left(6\,x\,10^{-12}\,\frac{C^2}{m^2}\right)$$

Para obtener las unidades en el resultado, se eliminan las unidades m^2 y C^2, debido a que $\frac{m^2}{m^2} = 1$ y $\frac{C^2}{C^2} = 1$, al igual se reducen las potencias de 10, ya que $10^9 - 10^{-12} = 10^{-3}$, quedando las unidades N y la potencia de 10^{-3} en el resultado final.

Ejemplo 2:

Dos cargas eléctricas q1 y q2 se encuentran separadas una distancia d y experimentan una fuerza de repulsión de 40 N. Si la distancia entre cargas se duplica, ¿cuál es la magnitud de la nueva fuerza de repulsión?

Solución: Datos: $40\ N\ =\ K\frac{q_1 * q_2}{d^2}$, d’ = 2d, F’ =

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado
$40\ N\ =\ K\frac{q_1 * q_2}{d^2}$ $d^{'}\ =\ 2d$ $F^{'}\ =\ ¿?$	$F'\ =\ K\frac{q_1 * q_2}{d'^2}$	$F^{'}\ =\ K\frac{q_1 * q_2}{(2\ d)^2}\ =\ K\frac{q_1 * q_2}{4\ d^2}$ $F\ =\frac{1}{4}K\frac{q_1 * q_2}{d'^2}\ =\ \frac{1}{4}\ (40\ N)$	$F\ =\ 10\ N$

De la fórmula $K\frac{q_1 * q_2}{4\ d^2}$, se despeja el valor de 4, quedando la fórmula de la siguiente manera:

$$F\ =\frac{1}{4}K\frac{q_1 * q_2}{d'^2}$$

Y como $K\frac{q_1 * q_2}{d'^2}\ =\ 40\ N$, se sustituye en la fórmula quedando de la siguiente manera:

$$F\ =\frac{1}{4}\ (40\ N)$$

Se realiza la multiplicación y quedando las unidades N en el resultado final.

6.2.2 Campo eléctrico

Región del espacio que rodea una carga eléctrica. La magnitud del campo eléctrico producido por un campo de fuerza F sobre una carga de prueba q se obtiene con la fórmula:

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

Donde:
$F\ =\ magnitud\ del\ campo\ de\ fuerza\ [N]$
$q\ =\ carga\ de\ prueba\ [C]$
$E\ =\ magnitud\ del\ campo\ eléctrico\ \left[\frac{N}{C}\right]$

Ejemplo:

Una carga de 5 x 10^{-6}C se introduce a una región donde actúa un campo de fuerza de 0.04 N. ¿Cuál es la intensidad del campo eléctrico en esta región?

Solución: Datos: q = 5 x 10^{-6}C, F = 0.04 N, E =

Fórmula	Sustitución	Resultado
$E = \frac{F}{q}$	$E = \frac{0.04\,N}{5\,x\,10^{-6}C} = \frac{4\,x10^{-2}N}{5x\,10^{-6}C}$ $E = 0.8\,x\,10^{-2-(-6)}\frac{N}{C}$ $E = 0.8\,x\,10^{4}\frac{N}{C}$	$E = 8\,000\frac{N}{C}$

La magnitud del campo eléctrico producido por una carga puntual q a una distancia d, de ella se obtiene con la fórmula:

Fórmula
$E = K\frac{q}{d^2}$

Donde:
$q = carga\ eléctrica\ [C]$
$d = distancia\ [m]$
$E = campo\ eléctrico\ \left[\frac{N}{C}\right]$
$K = 9\,x\,10^{9}\frac{Nm^2}{C^2}$

Ejemplo 1:

El campo eléctrico a una distancia d, de una carga q es E. Si la distancia se reduce a una cuarta parte, ¿cuál es la nueva magnitud del campo eléctrico?

Solución:

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado
$E = K\frac{q}{d^2}$ $d^2 = \frac{1}{4}d$ $E' = ¿?$	$E' = K\frac{q}{d'^2}$	$E' = K\frac{q}{\left(\frac{1}{4}d\right)^2} = K\frac{q}{\frac{1}{16}d^2}$ $E' = K\frac{16q}{d^2} = 16\,K\frac{q}{d^2}$	$E' = 16\,E$

En la fórmula se despeja el valor de 16, pasando al valor de la carga, quedando de la siguiente manera:

$$E' = K\frac{16q}{d^2}$$

Se despeja el valor de 16, pasando a multiplicar el valor del campo eléctrico, quedando de la siguiente forma:

$$E = 16\, K\frac{q}{d^2}$$

Por último, se sustituye la fórmula: $K\frac{q}{d^2}$, ya que $E = K\frac{q}{d^2}$.

Ejemplo 2:

La magnitud del campo eléctrico producido por una carga de 4 x 10^{-9} C a una distancia de 30 cm de su centro es:

Solución:

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado
$q = 4\,x\,10^{-9}\,C$ $d = 30\,x\,10^{-2}\,m$ $K = 9\,x\,10^{9}\frac{Nm^2}{C^2}$ $E = ¿?$	$E = K\frac{q}{d^2}$	$E = \left(9\,x\,10^{9}\frac{Nm^2}{C^2}\right)\frac{4\,x\,10^{-9}\,C}{(30\,x\,10^{-2}\,m)^2}$ $E = \left(9\,x\,10^{9}\frac{Nm^2}{C^2}\right)\left(\frac{4\,x\,10^{-9}\,C}{900\,x\,10^{-4}\,m^2}\right)$ $E = \frac{36\,x\,10^{0}\,Nm^2C}{900\,x\,10^{-4}\,C^2m^2} = 4\,x\,10^{2}\,\frac{N}{C}$	$E = 400\frac{N}{C}$

Las unidades se obtienen al resolver la siguiente fracción:

$$\frac{Nm^2C}{C^2m^2}$$

Al resolver la fracción anterior se eliminan las unidades m^2, debido a que $\frac{m^2}{m^2} = 1$ y se simplifican las unidades C^2, debido a que $\frac{C^2}{C} = 1$, quedado las unidades $\frac{N}{C}$ en el resultado final.

6.3 Ley de Ohm y potencia eléctrica

6.3.1 Ley de Ohm

La intensidad de corriente eléctrica que circula por un conductor es directamente proporcional al voltaje aplicado en sus extremos e inversamente proporcional a su resistencia.

Fórmulas
$I = \frac{V}{R}$ o $V = I * R$

Donde:
$I = intensidad\ de\ corriente\ eléctrica\ [ampere = A]$
$V = diferencia\ de\ potencial\ o\ voltaje\ [volts = V]$
$R = resistencia\ del\ conductor\ [ohms = \Omega]$

Ejemplo 1:

¿Cuál es la intensidad de la corriente que circula por un conductor de 30 Ω de resistencia, cuando en sus extremos se aplica una diferencia de potencial de 120 volts?

Solución: Datos: R = 30 Ω, V = 120 V, I =

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado
$R = 30\,\Omega$ $V = 120\,V$ $I = ¿?$	$I = \frac{V}{R}$	$I = \frac{120\,V}{30\,\Omega}$	$I = 4\,A$

Se obtienen en el resultado final las unidades A, debido a que la intensidad de corriente eléctrica se mide en amperes.

Ejemplo 2:

Una intensidad de corriente de 4.5 A circula por un conductor de 18 Ω. ¿Cuál es la diferencia de potencial aplicado en los extremos del conductor?

Solución:

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado
$I = 4.5\ A$ $R = 18\ \Omega$ $V = ¿?$	$V = I * R$	$V = (4.5\ A)(18\ \Omega)$	$V = 81\ volts$

Al realizar la fórmula quedan las unidades *volts* en el resultado final ya que las diferencias del voltaje o de potencial se miden con *volts*

6.3.2 Potencia eléctrica

Es la cantidad de energía que consume un dispositivo eléctrico por unidad de tiempo.

Fórmula
$P = V * I$

Donde:
$V = diferencia\ de\ potencial\ [volts = V]$
$I = intensidad\ de\ corriente\ [A]$
$P = potencia\ eléctrica\ [watts,\ kilowatts = kw]$

Con base en la ley de Ohm, se sabe que: $V = I * R$ y $I = \frac{V}{R}$ con estas relaciones se obtienen otras fórmulas para la potencia eléctrica.

Fórmulas
$P = I^2 * R\ \ o\ \ P = \frac{V^2}{R}$

Ejemplo 1:

¿Qué potencia desarrolla un motor eléctrico si se conecta a una diferencia de potencial de 150 volts para que genere una intensidad de corriente de 6 A?

Solución: Datos: V = 150 volts, I = 6 A, P =

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado
$V = 150\, V$ $I = 6\, A$ $P =$ ¿?	$P = V * I$	$P = (150\, V)(6\, A)$	$P = 900\, watts$

Las unidades que se obtienen en el resultado final son los $watts$, debido a que la potencia eléctrica se mide en $watts$.

6.4 Circuitos

6.4.1 Circuitos de resistencias

Circuitos en serie

Todos los circuitos conectados en serie presentan las siguientes características:

- La intensidad de corriente en cada resistencia es la misma.

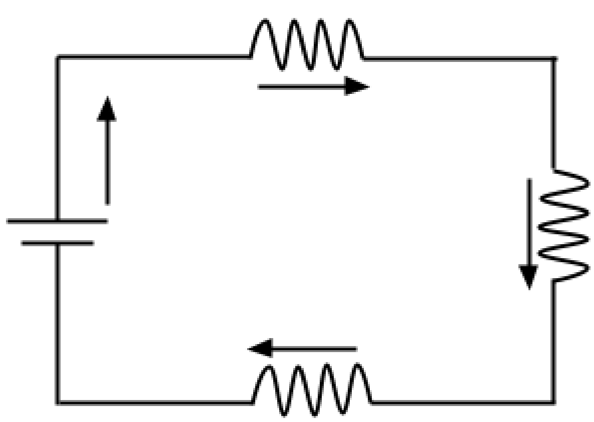
$$I_T = I_1 = I_2 = I_3 = \ldots$$

- La resistencia total del circuito es igual a la suma de todas las resistencias.

$$R_T = R_1 = R_2 = R_3 = \ldots$$

- La diferencia de potencial total es igual a la suma de las diferencias potenciales de cada resistencia.

$$V_T = V_1 = V_2 = V_3 = \ldots$$



Ejemplo 1:

Las resistencias de 6 Ω, 8 Ω y 12 Ω se conectan en serie. ¿Cuál es la resistencia total del circuito?

Solución: Datos: R_1 = 6 Ω, R_2 = 8 Ω, R_3 = 12 Ω, R_T =

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado
$R_1 = 6\,\Omega$ $R_2 = 8\,\Omega$ $R_3 = 12\,\Omega$ $R_T =$ ¿?	$R_T = R_1 + R_2 + R_3$	$R_T = 6\,\Omega + 8\,\Omega + 12\,\Omega$	$R_T = 26\,\Omega$

Para sacar la resistencia total del circuito se realiza la suma de todas las resistencias que conforman el circuito, manteniendo las unidades ohm Ω en el resultado.

Ejemplo 2:

Dos resistencias de 6 Ω y 4 Ω se encuentran conectadas en serie a una diferencia de potencial de 120 voltios. ¿Cuál es la intensidad de corriente que circula por las resistencias?

Solución:

Datos	Fórmulas	Sustitución	Resultado
$R_1 = 6\,\Omega$ $R_2 = 4\,\Omega$ $V_T = 120\,volts$ $R_T =$ ¿? $I_T =$ ¿?	$R_T = R_1 + R_2$ $I_T = \frac{V_T}{R_T}$	$R_T = 6\,\Omega + 4\,\Omega = 10\,\Omega$ $I_T = \frac{120\,volts}{10\,\Omega}$	$I_T = 12\,A$

Se realiza la suma de las resistencias, ya que están conectadas en serie para obtener la resistencia total R_T mediante la siguiente fórmula:

$$R_T = R_1 + R_2$$

Ya que se calculó la resistencia total, ahora hay que obtener la intensidad total I_T mediante la siguiente fórmula:

$$I_T = \frac{V_T}{R_T}$$

Al obtener la intensidad total, las unidades A son las que se obtienen en el resultado final, debido a que la intensidad de corriente se mide en amperes.

6.4.2 Circuitos en paralelo

Todos los circuitos en paralelo presentan las siguientes características:

- La intensidad de corriente total es igual a la suma de todas las intensidades en cada resistencia.

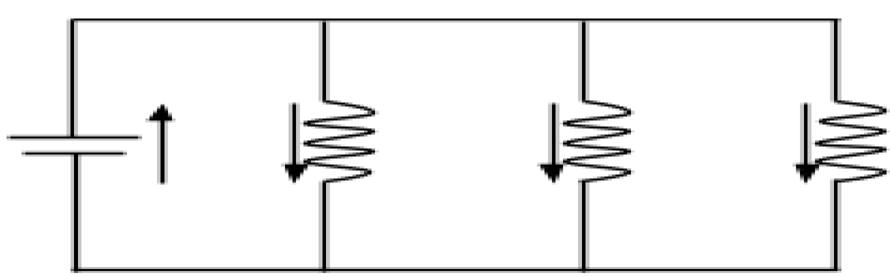
$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 + \ldots$$

- La resistencia total del circuito se obtiene con la fórmula:

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

- La diferencia de potencial total es igual a la diferencia de potencial de cada resistencia.

$$V_T = V_1 = V_2 = V_3 = \ldots$$



Ejemplo 1:

Una resistencia de 6 Ω, 3 Ω y 4 Ω se conectan en paralelo y una corriente total de 30 A se distribuye entre las tres, ¿cuál es la diferencia de potencial aplicada al circuito?

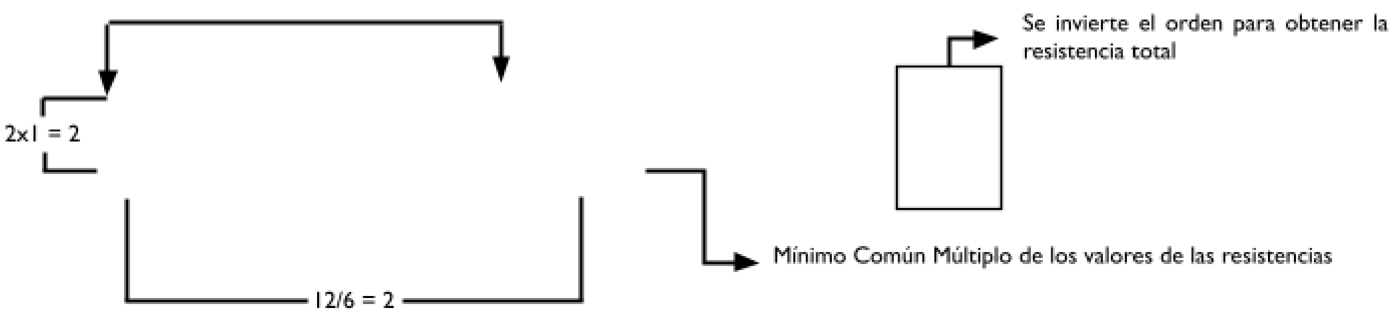
Solución: Datos: R1 = 6 Ω, R2 = 3 Ω, R3 = 4 Ω, IT = 30 A, RT =, VT =

Datos	Fórmulas	Sustitución	Resultado
$R_1 = 6\,\Omega$ $R_2 = 3\,\Omega$ $R_3 = 4\,\Omega$ $I_T = 30\,A$ $R_T = ¿?$ $V_T = ¿?$	$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ $V_T = I_T * R_T$	$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{6\,\Omega} + \frac{1}{3\,\Omega} + \frac{1}{4\,\Omega} = \frac{2+4+3}{12\,\Omega} = \frac{9}{12\,\Omega} = \frac{3}{4\,\Omega}$ $\frac{1}{R_T} = \frac{3}{4\,\Omega} \rightarrow R_T = \frac{4}{3}\Omega$ $V_T = (30\,A)\left(\frac{4}{3}\Omega\right) = \frac{120\,volts}{3} = 40\,volts$	$V_T = 40\,volts$

Para sacar la resistencia total R_T, se realiza la fórmula:

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

Para llegar al resultado de la resistencia total se realiza lo siguiente:



Al obtener la resistencia total, ahora se calcula diferencia de potencial, mediante la fórmula:

$$V_T = I_T * R_T$$

Al obtener la diferencia de potencial, las unidades $volts$ son las que se obtienen en el resultado final, debido a que la diferencia de potencial se mide en volts.

Circuitos mixtos:

Están formados por la combinación de circuitos en serie y en paralelo.

6.4.3 Circuitos de capacitores o condensadores.

Un capacitor o condensador es un dispositivo empleado para almacenar carga. La capacitancia se obtiene con la fórmula:

Fórmula
$C = \frac{Q}{V}$

Donde:
$Q = carga\ eléctrica\ [C]$
$C = capacitancia\ \frac{C}{volts} = Farad = f$
$V = diferencia\ potencial\ [volts]$

Circuito de capacitores en serie

Todos los circuitos conectados en serie presentan las siguientes características:

- La capacitancia total o equivalente del circuito es:

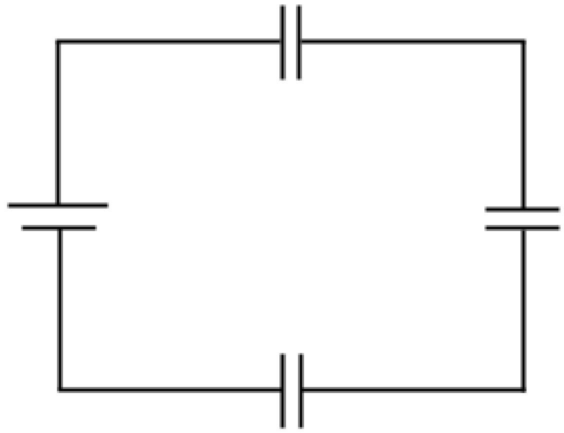
$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \ldots$$

- La carga total de circuito es la misma en cada capacitor.

$$Q_T = Q_1 = Q_2 = Q_3 = \ldots$$

- La diferencia de potencial total es igual a la suma de las diferencias potenciales de cada capacitor.

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3 + \ldots$$



Ejemplo:

Los condensadores de 12 f, 4f y 6f se conectan en serie. ¿Cuál es la capacitancia total del circuito?

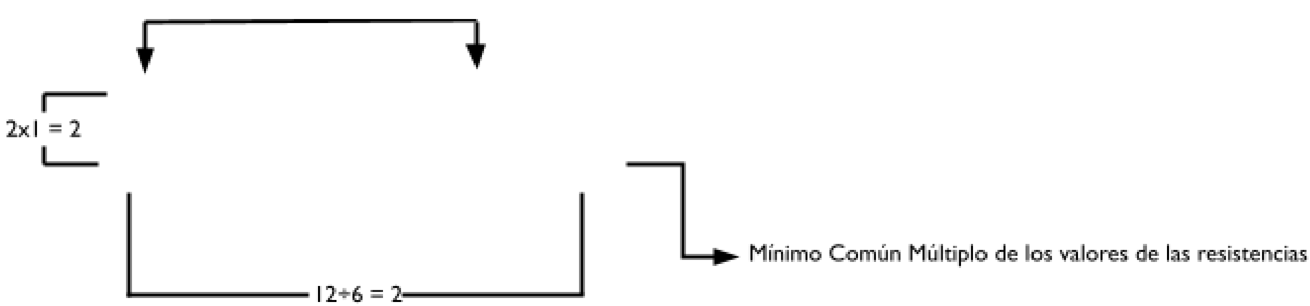
Solución:

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado
$C_1 = 12\,f$ $C_2 = 4\,f$ $C_3 = 6\,f$ $C_T = ¿?$	$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$	$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{12\,f} + \frac{1}{4\,f} + \frac{1}{6\,f} = \frac{1+3+2}{12\,f} = \frac{6}{12\,f}$ $\frac{1}{C_T} = \frac{1}{2f} \rightarrow C_T = 2f$	$C_T = 2f$

Se calcula la capacitancia total C_T, mediante la fórmula:

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

La fórmula anterior se resuelve de la siguiente manera:



Al obtener la diferencia de potencial, las unidades f son las que se obtienen en el resultado final, debido a que la diferencia de potencial se mide en faradios.

Circuito de capacitores en paralelo

Todos los circuitos conectados en paralelo presentan las siguientes características:

- La capacitancia total o equivalente del circuito es:

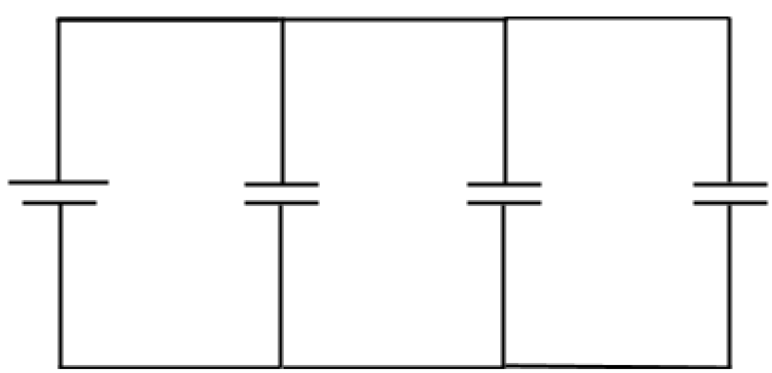
$$C_T = C_1 + C_2 + C_3 + ...$$

- La carga total del circuito es la suma de las cargas de cada capacitor.

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + ...$$

- La diferencia potencial total es igual a las diferencias potenciales de cada capacitor.

$$V_T = V_1 = V_2 = V_3 = ...$$



Ejemplo:

Tres capacitores de 2.5 x 10^{-6} f, 1.5 x 10^{-6} f y 1 x 10^{-6} f se conectan en paralelo a una diferencia de potencial de 20 volts. ¿Cuál es la carga total del circuito?

Solución:

Datos	Fórmula / Despeje	Sustitución	Resultado
$C_1 = 2.5\,x\,10^{-6} f$ $C_2 = 1.5\,x\,10^{-6} f$ $C_3 = 1\,x\,10^{-6} f$ $V_T = 20\ volts$ $C_T =\ ¿?$ $Q_T =\ ¿?$	$C_T = C_1 + C_2 + C_3$ $Q_T = C_T * V_T$	$C_T = 2.5\,x\,10^{-6} f + 1.5\,x\,10^{-6} f + 1\,x\,10^{-6}$ $C_T = 5\,x\,10^{-6} f$ $Q_T = \left(5\,x\,10^{-6} f\right)(20\ volts)$ $Q_T = 100\,x\,10^{-6} f\ C = 1\,x\,10^{-4} C$	$C = 1\,x\,10^{-4} C$

Se calcula la capacitancia total C_T con la fórmula:

$$C_T = C_1 + C_2 + C_3$$

Ya que se calculó la capacitancia total, ahora se calcula la carga total Q_T con la siguiente fórmula:

$$Q_T = C_T * V_T$$

Al obtener la carga total Q_T, en el resultado se reducen las potencias y se mantienen las unidades C, de la siguiente manera:

$$Q_T = 100\,x\,10^{-6} f\ C \quad \rightarrow \quad Q_T = 1\,x\,10^{-4} C$$

6.5 Campo magnético

Se define como la región del espacio donde actúan las líneas de fuerza generadas por un imán.

6.6 Inducción electromagnética

En el año de 1831 el científico inglés Michael Faraday descubrió las corrientes eléctricas inducidas, a partir de experimentos que realizó con una bobina y un imán.

La inducción electromagnética da como resultado la producción de una corriente inducida y de una fuerza electromotriz (fem).

6.7 Relación entre el campo magnético y el campo eléctrico

Un campo magnético variable produce un campo eléctrico y un campo eléctrico variable produce un campo magnético.

La magnitud de la fuerza que actúa sobre una carga q que se mueve con una velocidad v, producida por un campo magnético B, perpendicular a la velocidad v, es de la misma magnitud que la producida por un campo eléctrico E, perpendicular tanto a v y a B. Por lo tanto, los campos magnéticos y eléctricos se relacionan de la siguiente manera:

Fórmulas
$F = B * q * v \ y \ E = \frac{F}{q} \rightarrow E = B * v$

Donde:		
$F = fuerza\ sobre\ la\ carga\ eléctrica\ [N]$		
$F = fuerza\ sobre\ la\ carga\ eléctrica\ [N]$		
$B = magnitud\ del\ campo\ magnetico$	$Teslas = \frac{Wb}{m^2}$	
$q = carga\ eléctrica\ [C]$		
$v = velocidad\ de\ la\ carga\ eléctrica$	$\frac{m}{s}$	
$E = magnitud\ del\ campo\ eléctrico$	$\frac{N}{C}$	

6.8 Inducción de campos

6.8.1 Campo magnético inducido por un conductor recto

La magnitud del campo magnético B inducido por un conductor recto, por el que circula una intensidad de corriente I a una determinada distancia d del conductor, se obtiene con la fórmula:

Fórmula
$B = \frac{\mu * I}{2\pi * d}$

Donde:
$I\ =\ intensidad\ de\ corriente\ elétrica\ [A]$
$d\ =\ distancia\ [m]$
$B\ =\ magnitud\ del\ campo\ magnético\ [Teslas]$
$\mu\ =\ permeabilidad\ del\ medio\ \left[\frac{Teslas*m}{A}\right]$
$\pi\ =\ 3.1416$
Si el medio que rodea al conductor es aire, entonces: $\mu\ =\ \mu_0\ =\ 4\pi\ x\ 10^{-7}\ \frac{Teslas*m}{A}$

6.8.2 Campo magnético inducido por una espira

Una espira se obtiene al doblar en forma circular un conductor recto. La intensidad del campo magnético B producido por la espira de radio r por la que circula una corriente eléctrica I es:

Fórmula
$B\ =\ \frac{\mu*I}{2r}$

Donde:
$I\ =\ intensidad\ de\ corriente\ elétrica\ [A]$
$r\ =\ radio\ de\ la\ espira\ [m]$
$\mu\ =\ permeabilidad\ del\ medio\ \left[\frac{Teslas*m}{A}\right]$
$B\ =\ magnitud\ del\ campo\ magnético\ [Teslas]$

6.8.3 Campo magnético producido por una bobina

Una bobina resulta de enrollar un alambre un cierto de veces (vueltas), la intensidad del campo magnético B producido por una bobina de N vueltas y radio r por la que circula una intensidad de corriente I se obtiene con la fórmula:

Fórmula
$B\ =\ \frac{N*\mu*I}{2r}$

Donde:
$N\ =\ número\ de\ vueltas\ de\ la\ bobina$

6.8.4 Campo magnético inducido por un solenoide

Un solenoide se forma al enrollar un alambre en forma helicoidal. La intensidad del campo magnético B producido por un solenoide de N vueltas y longitud L, por el que circula una intensidad de corriente I se obtiene con la fórmula:

Fórmula
$B\ =\ \frac{N*\mu*I}{L}$

Donde:
$L\ =\ longitud\ del\ soleniode$

Ejemplo 1:

Una bobina de 200 vueltas y radio de 30 cm se encuentra rodeada de aire, ¿cuál es la intensidad del campo magnético inducido por la bobina, si por ella circula una corriente eléctrica de 60 A?

Solución:

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado
$N\ =\ 200\ vueltas$ $r\ =\ 0.30\ m$ $I\ =\ 60\ A$ $\mu_0\ =\ 4\pi\ x\ 10^{-7}\ \frac{Teslas*m}{A}$ $B\ =\ ¿?$	$B\ =\ \frac{N*\mu*I}{2r}$	$B\ =\ \frac{(200)(4\pi\ x\ 10^{-7}\frac{Teslas*m}{A})(60\ A)}{2(0.30\ m)}$ $B\ =\ 0.008\ \pi\ x\ 10^{-7}\ Teslas$	$B\ =\ 8\ \pi\ x\ 10^{-3}\ Teslas$

El radio se transforma de cm a m con la operación: $30\ cm \div 100\ m\ =\ 0.30\ cm$

Para obtener las unidades en el resultado final se realiza la siguiente operación:

$$\frac{\frac{Teslas*m}{A}(A)}{m}$$

Al resolver la operación anterior se eliminan las unidades A y m, debido a que $\frac{A}{A} = 1$ y $\frac{m}{m} = 1$, quedando las unidades $Teslas$ en el resultado final.

Ya que se tienen definidas las unidades ahora se reduce la potencia de 10 para obtener el nuevo resultado.

$$B = 0.008\,\pi\,x\,10^{-7}\,Teslas \quad \rightarrow \quad B = 8\,\pi\,x\,10^{-3}\,Teslas$$

Ejemplo 2:

La intensidad del campo magnético inducido en el centro de una espira de 20 cm de radio que se encuentra en el aire y por la cual circula una intensidad de corriente de 25/π A es:

Solución:

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado
$r = 0.20\,m$ $\mu_0 = 4\pi\,x\,10^{-7}\,\frac{Teslas*m}{A}$ $I = \frac{25}{\pi}A$ $B = ¿?$	$B = \frac{\mu*I}{2r}$	$B = \frac{\left(4\pi\,x\,10^{-7}\frac{Teslas*m}{A}\right)\left(\frac{25}{\pi}A\right)}{2(0.20\,m)}$ $B = 250\,x\,10^{-7}\,Teslas$	$B = 2.5\,x\,10^{-5}\,Teslas$

El radio se transforma de cm a m con la operación: $20\,cm \div 100\,m = 0.20\,cm$

Para obtener las unidades en el resultado final se realiza la siguiente operación:

$$B = \frac{\left(4\pi\,x\,10^{-7}\frac{Teslas*m}{A}\right)\left(\frac{25}{\pi}A\right)}{2(0.20\,m)}$$

Al resolver la operación anterior se eliminan las unidades π, A y m, debido a que $\frac{\pi}{\pi} = 1$, $\frac{A}{A} = 1$ y $\frac{m}{m} = 1$, quedando las unidades $Teslas$ en el resultado final.

Ya que se tienen definidas las unidades ahora se reduce la potencia de 10 para obtener el nuevo resultado.

$$B = 250\,x\,10^{-7}\,Teslas \quad \rightarrow \quad B = 2.5\,x\,10^{-5}\,Teslas$$

6.9 La luz como onda electromagnética

En 1865 James Clerk Maxwell propuso que la luz estaba formada por ondas electromagnéticas. Esta constitución le permite a la luz propagarse en el vacío a una velocidad de 300 000 km/s o 3×10^8 m/s.

6.10 Espectro electromagnético

El espectro electromagnético está formado por los siguientes tipos de rayos:

- Rayos infrarrojos: Son emitidos por cualquier cuerpo que esté a una temperatura mayor que los 0°K, también son conocidos como rayos térmicos.
- Luz visible: Son aquellos que son percibidos por el ojo humano.
- Rayos X: Se generan cuando un haz de electrones, que viaja a gran velocidad y en alto vacío, se frena bruscamente al chocar con un obstáculo.
- Rayos ultravioleta: Son conocidos también como “Luz negra”, ya que el ojo humano no los advierte, solo algunos insectos pueden distinguirlos.
- Ondas de radio: Son empleadas para transmitir señales a grandes distancias, estas ondas se crean por electrones que oscilan en una antena.
- Rayos gamma: Son producidos durante las transformaciones nucleares.

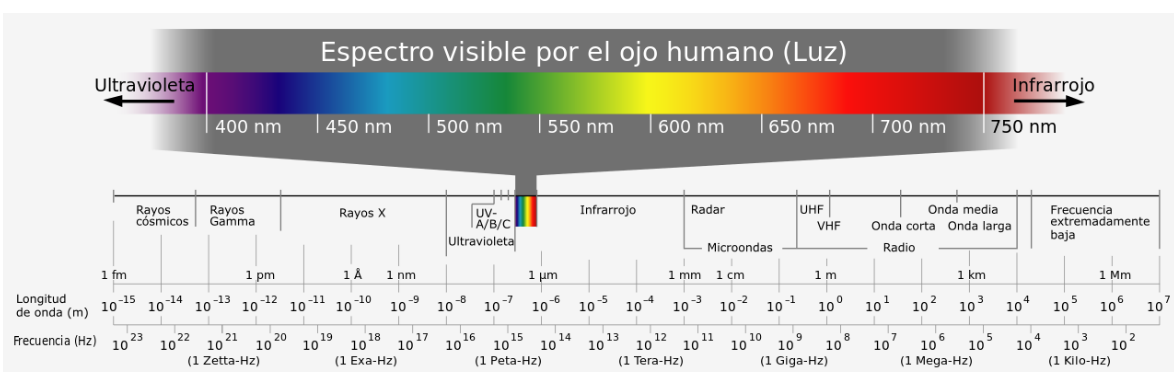


Figura 1: Espectro electromagnético.

Espectro electromagnético:

Tipo de radiación	Frecuencia en Ciclos/s	Longitud de onda en el vacío en m/Ciclos
Rayos gamma	Mayor que 1×10^{18}	Menor que 1×10^{-10}
Rayos X	Mayor que 3×10^{16}	Menor que 1×10^{-8}
Rayos ultravioleta	De 8×10^{14} a 3×10^{16}	De 1×10^{-8} a 3.8×10^{-7}
Rayos de luz visible	De 4×10^{14} a 8×10^{14}	De 3.8×10^{-7} a 7.5×10^{-7}
Rayos infrarrojos	De 3×10^{11} a 4×10^{14}	De 7.5×10^{-7} a 1×10^{-13}
Inverso	Menor que 1×10^{13}	Varía de milímetros hasta miles de metros

6.11 Ley de Ampere

La corriente que circula por un conductor induce un campo magnético.

6.12 Ley de Faraday

En un circuito la fuerza electromotriz inducida por un conductor o una bobina es directamente proporcional a la rapidez con que cambia el flujo magnético.

Fórmula
$\varepsilon = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$

Donde:
$\varepsilon = fem\ inducida\ [volts]$
$\Delta\varphi = flujo\ magnético$
$\Delta t = variación\ de\ tiempo\ [s]$