

Teoría Electromagnética

Parámetros Eléctricos:

- Corriente = flujo magnético $\rightarrow$ Calor
- Voltage = Fuerza motriz
- Resistencia = Reactancia

Impedancia $Z = R + jX_L$ $\rightarrow$ Reactancia
 $Y = \text{Admitancia}$

$$Z = Y$$

$$Y = G + jC \rightarrow \text{Conductancia}$$

Diamagnéticos

Paramagnéticos

Ferromagnéticos

Tarea 1

Materiales magnéticos

Definición y comportamiento
tabla

Materiales Magnéticos.

- Magnetismo. El magnetismo o energía magnética es un fenómeno físico por el cual los objetos ejercen fuerzas de atracción o repulsión sobre otros materiales. Hay algunos materiales conocidos que han presentado propiedades magnéticas detectables fácilmente como el níquel, hierro, cobalto y sus aleaciones que comúnmente se llaman imanes. Sin embargo todos los materiales son influidos, de mayor o menor forma, por presencia de un campo magnético.

Como se comporta el magnetismo. Cada electrón es, por su naturaleza, un pequeño imán. Ordinariamente, innumerables electrones de un material están orientados aleatoriamente en diferentes direcciones, pero en un imán casi todos los electrones tienden a orientarse en la misma dirección, creando una fuerza magnética grande o pequeña dependiendo del número de electrones que estén orientados.

El comportamiento magnético de un material depende de la estructura del material y, particularmente, de la configuración electrónica.

Existen diversos tipos de comportamientos de magnetismo.

Material Diamagnético

Permeabilidad

Bismuto
Cobre
Diamante
Oro
Mercurio
Plomo

-1.66×10^{-5}
 -9.8×10^{-6}
 -2.2×10^{-5}
 -3.6×10^{-5}
 2.9×10^{-5}
 1.7×10^{-5}

Material Paramagnetico

Aluminio

Calcio

Cromo

Litio

Magnesio

Niobio

Oxigeno

Platino

Permeabilidad

2.3×10^{-5}

1.9×10^{-5}

2.7×10^{-4}

2.1×10^{-5}

1.2×10^{-5}

2.6×10^{-4}

2.4×10^{-6}

2.9×10^{-4}

Ferromagneticos

Se caracterizan por ser capaces de presentar una magnetización remanente en ausencia de campo externo pudiendo empleados como imanes permanentes.

Paramagneticos

Tienen una susceptibilidad positiva, En los materiales paramagneticos la magnetización refuerza el campo externo.

Diamagneticos.

Poseen una susceptibilidad negativa. En estos materiales el campo se ve reducido por el efecto de la magnetización inducida, que se opone al campo externo.

Postulados

Ley de Ampere.

En física del magnetismo, la ley de Ampere, modela por André-Marie Ampere en 1831 relaciona un campo magnético estático con la causa que la produce, es decir, una corriente eléctrica estacionaria.

James Clerk Maxwell la corrigió posteriormente y ahora es una de las ecuaciones de Maxwell, formando parte del electromagnetismo de la física clásica.

La ley de Ampere explica, que la circulación de la intensidad del campo magnético en un contorno cerrado es igual a la corriente que recorre en ese contorno.

El campo magnético es un campo angular con forma angular con forma circular, cuyas líneas encierran la corriente. La dirección del campo en un punto es tangencial al círculo que encierra la corriente.

El campo magnético disminuye inversamente con la distancia al conductor.

Forma integral

$$\oint_C \vec{H} \cdot d\vec{l} = \iint_S \vec{J} \cdot d\vec{S} + \frac{d}{dt} \iint_S \vec{D} \cdot d\vec{S}$$

Forma diferencial para el vacío

$$\vec{\nabla} \times \vec{H} = \vec{J} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \quad \text{y} \quad \vec{\nabla} \times \vec{D} = \mu_0 \vec{J} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

Ley de Gauss

En física la ley de Gauss, también conocida como teorema de Gauss, establece que el flujo de ciertos campos a través de una superficie cerrada es proporcional a la magnitud de las fuentes de dicho campo que hay en el interior de la misma superficie. Estos campos son aquellos cuya intensidad decrece como la distancia a la fuente al cuadrado. La constante de proporcionalidad depende del sistema de unidades empleado.

Se aplica al campo electrostático y al gravitatorio. Sus fuentes son la carga eléctrica y la masa, respectivamente. También puede aplicarse al campo magnetostático.

La ley fue formulada por Carl Friedrich Gauss en 1835, pero no fue publicada hasta 1867. Es una de las cuatro ecuaciones de Maxwell, que forman la base de la electrodinámica clásica. La ley de Gauss puede ser utilizada para obtener la ley de Coulomb y viceversa.

El flujo es una propiedad de cualquier campo vectorial referida a una superficie hipotética puede ser abierta o cerrada. La superficie está dividida en cuadrados elementales $\Delta \vec{S}$. En cada cuadrado elemental también se traza un campo eléctrico $\vec{E}$. Estos forman un ángulo θ .

$$\Phi_E = \sum \vec{E} \cdot \Delta \vec{S} \rightarrow \Phi_E = \oint \vec{E} \cdot d\vec{S}$$

Ley de Biot-Savart

La ley de Biot-Savart que data de 1820 y es llamado así a honor de los físicos franceses, indica el campo magnético creado por corrientes magnéticas eléctricas estacionarias. Es una de las leyes fundamentales de la magnetostática, tanto como la ley de Coulomb lo es en electrostática.

En el caso de las corrientes que circulan por circuitos filiformes (o cerrados), la contribución de un elemento infinitesimal de longitud del circuito recorrido por una corriente crea una contribución elemental de campo magnético en el punto situado en la posición que apunta el vector a una distancia respecto de quien apunta en la dirección de la corriente.

$d\vec{l}$ - longitud

$\vec{I}$ - Corriente

$d\vec{B}$ - Campo Magnético

$\vec{r}$ - posición que apunta del vector o vector unitario

r - distancia

μ_0 - Permeabilidad magnética

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \int \frac{\vec{I} d\vec{l} \times \vec{r}}{r^2}$$

Leg de Coulomb

Esta ley postula la fuerza eléctrica entre dos cargas de partículas estacionarias

- Inversamente proporcional al cuadrado aplicado a la separación r entre las partículas y está dirigida a lo largo en la línea que las une
- proporcional al producto en las cargas q_1 y q_2
- atractiva si las cargas tienen signo opuesto y repulsiva si las cargas tienen igual signo.

Magnitud de la fuerza

$$F = K \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot C^2}{m^2}$$

$$\epsilon_0 = \text{Permitividad en el vacío} = 8.85 \times 10^{-12} \frac{C}{Vm^2}$$

Calcular el valor de la fuerza eléctrica entre 2 cargas cuyos son $q_1 = 2 \text{ mC}$ $q_2 = 4 \text{ mC}$. Al estar separadas en el vacío por una distancia de 30 cm

$$q_1 = 2 \text{ mC} \quad K = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} = \frac{1}{4\pi (8.85 \times 10^{-12})} = 9 \times 10^9 \text{ N/m}^2$$

$$q_2 = 4 \text{ mC}$$

$$d = 30 \text{ cm}$$

$$F = K \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} = (9 \times 10^9) \frac{2 \times 10^{-3} \cdot 4 \times 10^{-3}}{0.09} = 8 \times 10^5 \text{ N}$$

Determinar el valor de la fuerza eléctrica entre dos cargas cuyos valores son $q_1 = -3 \text{ nC}$, $q_2 = 4 \text{ nC}$ cuya distancia es 50 cm

$$q_1 = -3 \times 10^{-6}$$

$$q_2 = 4 \times 10^{-6}$$

$$d = 0.5 \text{ m}$$

$$F = (9 \times 10^9) \frac{-3 \times 10^{-6} \cdot 4 \times 10^{-6}}{0.5^2} = -0.432 \text{ N}$$

Una carga de -3 nC se encuentra en el aire a 0.15 m de otra carga de -4 nC . Calcular:

- ¿Cuál es el valor de la fuerza elec?
- ¿Cuál será el valor de la FC entre ellas si está sumergida en aceite?

$$q_1 = -3 \text{ nC}$$

$$q_2 = -4 \text{ nC}$$

$$d = 0.15 \text{ m}$$

$$K = 9 \times 10^9 \text{ N/m}^2$$

$$F = 4.8 \times 10^{-6} \text{ N}$$

$$F' = (2.8) \frac{-3 \times 10^{-9} \cdot -4 \times 10^{-9}}{0.15^2} = 1.49 \times 10^{-15}$$

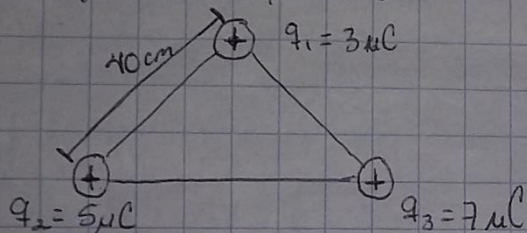
Permeabilidad

$$\epsilon = \frac{F}{F'} = \frac{4.8 \times 10^{-6} \text{ N}}{1.49 \times 10^{-15} \text{ N}} = 3.2 \times 10^9$$

Efecto Joule = Calor = flujo magnético = Corriente

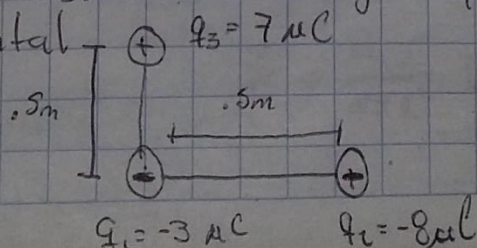
Tarea 1

- 1) Dos cargas iguales se encuentran en el aire a 20 cm de distancia y se rechazan con una fuerza cuyo valor es de $8 \times 10^{-11} \text{ N}$. ¿Cuanto vale cada carga en Coulombs?
- 2) Tres cargas cuyos valores son $q_1 = 3 \mu\text{C}$ y $q_2 = 5 \mu\text{C}$ y $q_3 = 7 \mu\text{C}$ están colocados en el vértice de un triángulo equitativo que mide 40 cm en cada uno de sus lados.



- a) Dibuje el diagrama que se encuentra sujeta a la carga q_1 debido a q_2 y q_3 .
- b) ¿Cuál es el valor de la fuerza resultante sobre la carga q_1 ?
- c) ¿Que ángulo forma la fuerza resultante respecto al eje horizontal?

- 3) Una carga $q_1 = -3 \mu\text{C}$ recibe una fuerza de atracción debido a dos cargas $q_2 = -8 \mu\text{C}$ y $q_3 = 7 \mu\text{C}$ que se encuentran distribuidas como se muestra. Determina el valor de la fuerza eléctrica resultante que actúa sobre q_1 así como el ángulo que forma respecto al eje horizontal.



4) Calcular la distancia a la que se encuentran dos cargas eléctricas de $4 \times 10^{-7} \text{ N}$ cada una al rechazarse con una fuerza cuyo valor es de $5 \times 10^{-2} \text{ N}$

Una carga $3 \times 10^{-7} \text{ C}$ recibe una fuerza horizontal hacia la derecha de $2 \times 10^{-4} \text{ N}$ ¿cuál es el valor de la intensidad de campo eléctrico en el punto donde está colocado la carga de prueba?

$$E = \frac{K q_1 q_2}{r^2}$$

$$r = \sqrt{\frac{K q_1 q_2}{F}} = 3,674.2346$$

Ejercicios

- 1) Dos cargas iguales se encuentran en el aire a 20 cm de distancia y se repelen con una fuerza cuyo valor es de $8 \times 10^{-1} \text{ N}$. ¿Cuanto vale cada carga en coulombs?

$$Q_1 = Q_2 = ? \quad F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \Rightarrow Q_1 Q_2 = \frac{F}{k} r^2$$

$$k = 9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{C}^2}$$

$$r = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}$$

$$F = 8 \times 10^{-1} \text{ N}$$

$$Q_1 Q_2 = \frac{(8 \times 10^{-1} \text{ N})}{(9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{C}^2})} (0.2)^2 = 3.55 \times 10^{-12}$$

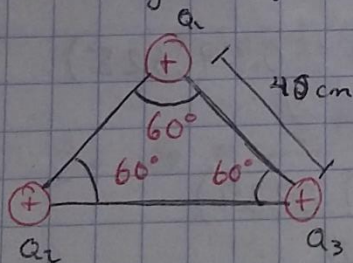
$$Q_1 = Q_2 = \sqrt{3.55 \times 10^{-12}} = 1.8856 \times 10^{-6} \text{ C}$$

Al comprobar

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \rightarrow (9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{C}^2}) \left(\frac{(1.8856 \times 10^{-6})(1.8856 \times 10^{-6})}{(0.2)^2} \right)$$

$$F = 0.7999 \text{ N} \rightarrow 7.9999 \times 10^{-1} \approx 8 \times 10^{-1}$$

- 2) 3 cargas cuyos valores son $Q_1 = 3 \mu\text{C}$, $Q_2 = 5 \mu\text{C}$ y $Q_3 = 7 \mu\text{C}$ están colocados en los vértices de un triángulo equilátero que mide 40 cm en cada uno de sus lados.



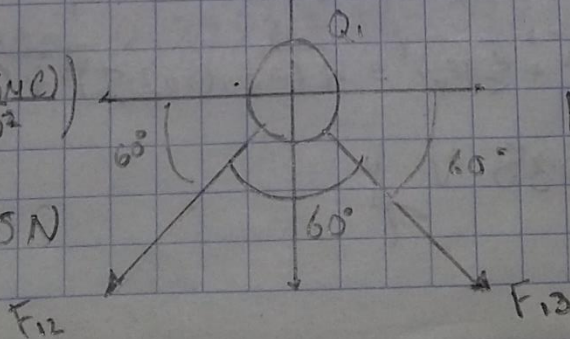
a) Dibuje el diagrama que se encuentra sujeta a la carga Q_1 debido a la Q_2 y Q_3 ?

$$F_{12} = 9 \times 10^9 \frac{(3 \mu\text{C})(5 \mu\text{C})}{0.4^2}$$

$$F_{12} = 9 \times 10^9 \frac{(3 \mu\text{C})(5 \mu\text{C})}{0.4^2}$$

$$F_{12} = 0.84375 \text{ N}$$

$$F_{13} = 1.0125 \text{ N}$$



b) ¿Cuál es la fuerza resultante sobre la Q_i ?

$$\cos 60^\circ = F_{12x} / F_{12} \Rightarrow F_{12x} = F_{12} \cos 60^\circ$$

$$\bullet F_{12x} = (0.84375) (\cos 60^\circ) = 0.421875 \text{ N}$$

$$\sin 60^\circ = F_{12y} / F_{12} \Rightarrow F_{12y} = F_{12} \sin 60^\circ$$

$$\bullet F_{12y} = (0.84375) (\sin 60^\circ) = 0.7307 \text{ N}$$

$$\cos 60^\circ = F_{13x} / F_{13} \Rightarrow F_{13x} = F_{13} \cos 60^\circ$$

$$\bullet F_{13x} = 1.18125 \cos 60^\circ = 0.590625 \text{ N}$$

$$\sin 60^\circ = F_{13y} / F_{13} \Rightarrow F_{13y} = F_{13} \sin 60^\circ$$

$$\bullet F_{13y} = 1.18125 \sin 60^\circ = 1.0229 \text{ N}$$

$$F_{12} = 0.84375 \text{ N}$$

$$F_{13} = 1.18125 \text{ N}$$

$$F_{12x} = 0.421875 \text{ N}$$

$$F_{13x} = 0.590625 \text{ N}$$

$$F_{12y} = 0.7307 \text{ N}$$

$$F_{13y} = 1.0229 \text{ N}$$

$$\Sigma F_x = F_{12x} + F_{13x} = (-0.421875) + (-0.590625) \\ = -1.0125 \text{ N}$$

$$\Sigma F_y = F_{12y} + F_{13y} = (-0.7307) + 1.0229 \\ = 0.2922 \text{ N}$$

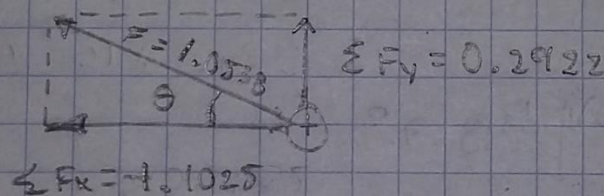
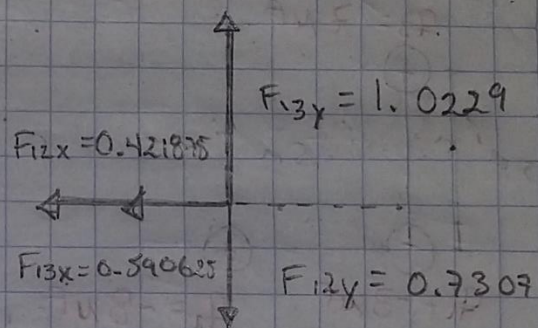
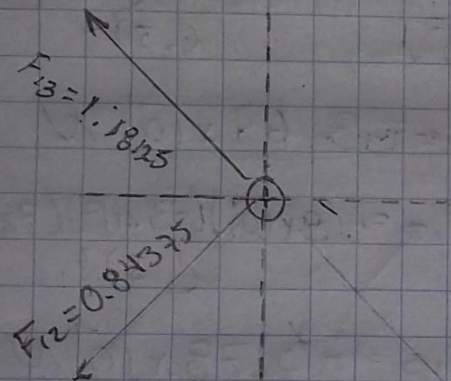
$$F = \sqrt{\Sigma F_x^2 + \Sigma F_y^2} = \sqrt{(-1.0125)^2 + (0.2922)^2}$$

$$F = 1.0538 \text{ N}$$

c) Que ángulo forma la fuerza resultante respecto al eje horizontal?

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{\sum F_y}{\sum F_x} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{0.2922}{-1.1025} \right)$$

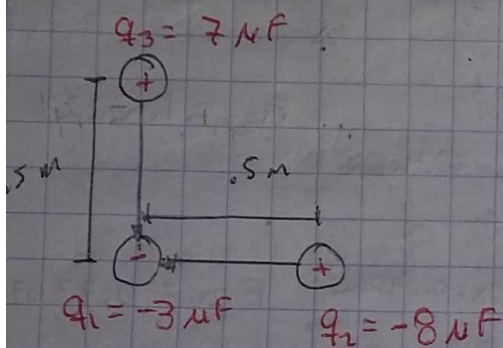
$$\theta = -14.844^\circ$$



$$\text{Sen } \theta = \frac{\sum F_y}{F} = \frac{0.2922}{1.0538} = 0.2772$$

$$\theta = \text{Sen}^{-1} 0.2772 = 16.0930^\circ$$

- 3) Una carga $q_1 = -3 \mu\text{F}$ recibe una fuerza de atracción debido a dos cargas $q_2 = -8 \mu\text{C}$ y $q_3 = 7 \mu\text{F}$ que se encuentran distribuidas como se muestran. Determinar el valor de la fuerza eléctrica resultante que actúa sobre q_1 así como el ángulo que forma respecto al eje horizontal.



$$F_{12} = \frac{(9 \times 10^9)(-3 \mu\text{F})(-8 \mu\text{F})}{(0.5)^2}$$

$$F_{12} = 8.64 \times 10^{-1} \text{ N}$$

$$F_{13} = \frac{(9 \times 10^9)(-3 \mu\text{F})(7 \mu\text{F})}{(0.5)^2}$$

$$F_{13} = -3.78 \times 10^{-1} \text{ N}$$

$$F_R = \sqrt{(8.64 \times 10^{-1})^2 + (-3.78 \times 10^{-1})^2}$$

$$F_R = 0.9711$$

$$\tan^{-1}\left(\frac{3.78}{8.64}\right) = 23.7^\circ$$

4) Calcular la distancia a la que se encuentran 2 cargas eléctricas de $4 \times 10^{-7} \text{ C}$ cada una de ellas al rechazarse con una fuerza cuyo valor es de $5 \times 10^{-2} \text{ N}$.

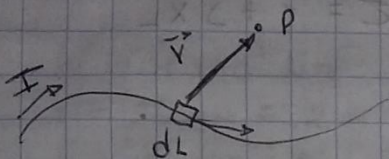
$$Q_1 = Q_2 = 4 \times 10^{-7} \quad \text{y} \quad F = 5 \times 10^{-2}$$

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

$$r = \sqrt{\frac{(9 \times 10^9)(4 \times 10^{-7})(4 \times 10^{-7})}{5 \times 10^{-2}}} = 0.1697 \text{ m}$$

Ley de Biot-Savart

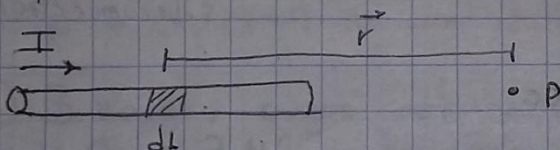
$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \int \frac{I d\vec{L} \times \vec{r}}{r^2}$$



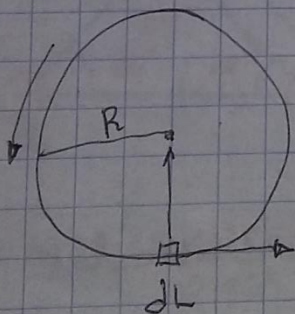
$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \int \frac{I dL \sin \theta}{r^2}$$

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \int \frac{I dL \sin \theta}{r^2}$$

θ entre $d\vec{L}$ y $\vec{r}$



$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \int \frac{I dL \sin \theta}{r^2} = \vec{B} = 0$$



$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \int \frac{I dL \sin 90^\circ}{R^2}$$

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I}{R^2} \int dL$$

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi R^2} L$$

$$L = 2\pi R$$

Traer

MCM de los conductores $\left\{ \begin{matrix} L.M \\ L.L \end{matrix} \right.$

RMG

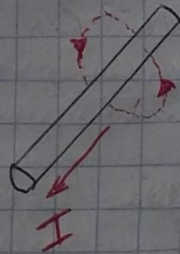
radio medio geometrico

Circuito P.I. L.T.
(Mediana θ larga)

X: R

reactancia es proporcional
al conductor (rectangular)

Ley de Ampere



$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{L} = \mu_0 I$$

I = Corriente

$\oint$ = Integral de trayectoria cerrada

dL = Diferencial de longitud

$\vec{B}$ = Campo Magnético

Datos

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{L} = \mu_0 I$$

$$B \oint dL = \mu_0 I$$

$$I = 80 \text{ A}$$

$$r = 3 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m/A}$$

$$L = 2\pi r$$

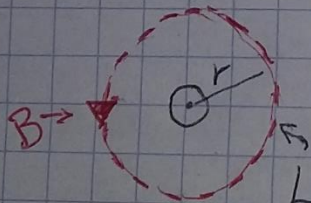
$$B L = \mu_0 I$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{L}$$

$$B = \frac{4\pi \times 10^{-7} (80)}{2\pi (3 \times 10^{-3})}$$

$$B = 5.33 \times 10^{-3} \text{ T}$$

$$B = 5.33 \text{ mT}$$



$$L = 2\pi r$$

Ley de Gauss

$$E = ?$$

$$\frac{1}{\epsilon_0} = 4\pi K$$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

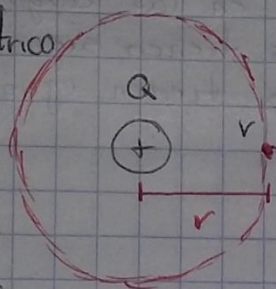
E = Campo Eléctrico

$\oint$ = Integral de una trayectoria cerrada

dA = Diferencia de Area

Q = Carga cerrada

ϵ_0 = Epsilon libre



$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$\oint E \cdot dA = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$E \oint dA = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$EA = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$A = 4\pi r^2$$

$$E(4\pi r^2) = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{Q}{(4\pi r^2)\epsilon_0}$$

$$\frac{1}{\epsilon_0} = 4\pi K$$

$$K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

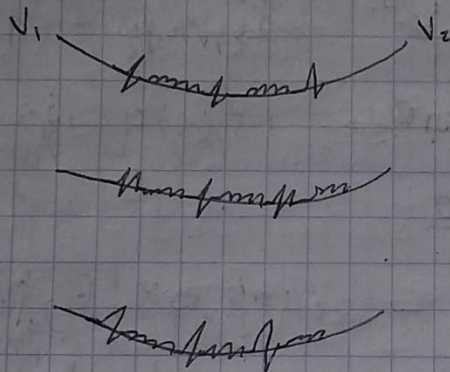
$$E = \frac{KQ}{r^2}$$

Líneas de transmisión

- L. Corta
- L. Mediana
- L. larga

$Z = \text{Impedancia}$

$$Z = r + jX_L$$



$$P = \frac{V_1 V_2}{X_L}$$

Superconductor = 0
Fibra óptica $I \neq 0$
Telecomunicación 3

Pantalla eléctrica en un conductor { dieléctrico
Minimiza
la onda magnética

Circular Mil (CM)

Es el área de área del conductor en milésimas de pulgadas.

Donde un KCM = 1000 CM = mm².

$$\varphi = .001" \varphi$$

Para secciones superiores a 4/0 se define el cable directamente por área en el sistema inglés de medida. Las unidades adoptadas en Estados Unidos con este fin:

- Mil, para diámetros, siendo una unidad de longitud igual a una milésima de pulgada.
- Circular mil, para áreas, unidad que representa el área del círculo de un mil de diámetro. Tal círculo tiene un área de 0.7854 mls cuadrados.
- Kcmil. Para secciones mayores se emplea la unidad designada por las siglas Kcmil (anteriormente MCM o KCM), que equivale a mil circular mls.

Por medio de este sistema se pueden medir conductores desde el calibre 36 (0.127 mm² de sección) hasta calibre 0 (1/0 53,49 mm²). Pero por razones de fabricación se tiene hasta el 0000 (4/0 107,2 mm² de sección), siendo este el más grueso. Como se aprecia a medida que se aumenta el calibre, la sección transversal disminuye.

El cable trenzado se fabrica hasta calibre 22 y los calibres impares no son comerciales, para cables de transporte de energía.

Haciendo una conversión se tiene que $1 \text{ CM} = 5,064506 \times 10^{-4} \text{ mm}^2$. Se puede apreciar claramente que el CM es una unidad muy pequeña por lo tanto es necesario trabajar con una unidad múltiplo como el KCM = 103 CM (únicamente conocido como MCM). En este sistema el calibre más pequeño es 250 KCM (127 mm^2 de sección) y el calibre comercial más grande es de 500 KCM (253.4 mm^2).

Reglas prácticas. Existen una serie de reglas útiles que deben recordarse, aplicables a la escala de calibre AWG:

- El incremento de 3 números en el calibre (por ejemplo del 10 al 7) duplica el área y el peso; por lo tanto, reduce a la mitad la resistencia a la corriente directa.
- El incremento en 5 números de calibre (por ejemplo del 10 al 4) duplica el diámetro.
- El incremento en 10 números de calibre (por ejemplo del 10 al 1) multiplica área y peso por 10 y divide entre 10 la resistencia.

Escala Milimétrica Internacional Electrotechnical Commission - IEC

La escala de la "IEC" es la más usada en la actualidad, excepto en países como Estados Unidos y la mayor parte de los latinoamericanos. En si, la

escala consiste en proporcionar la medida directa de las áreas transversales de los conductores, en milímetros cuadrados

Kcmil MCM	mm ²	Diameter		NEC cooper wire ampacity with 60/75/90° C Insulation (A)
		in.	mm	
250	126.7	0.300	12.70	215/255/290
300	152.0	0.548	13.91	240/285/320
350	177.3	0.592	15.03	260/310/360
400	207.7	0.632	16.06	280/335/380
500	253.4	0.707	17.96	320/380/430
600	304.0	0.775	19.67	355/420/475
700	354.7	0.837	21.25	385/460/520
750	380.0	0.836	22.00	400/475/535
800	405.4	0.894	22.72	410/490/555
900	456.0	0.949	24.10	435/520/585
1060	506.7	1.000	25.40	495/590/615
1250	633.4	1.118	28.40	495/590/665
1500	760.1	1.225	31.11	520/625/705
1750	886.7	1.323	33.60	535/650/735
2000	1013.4	1.414	35.92	560/665/750

Radio Medio Geometrico

Presenta la relacion de distancia que existe en un mismo entorno, es decir, es la distancia existente entre los hilos de un solo conductor, o en el caso de estudio de lineas de transmision, la distancia media geometrica entre conductores de una sola fase.

Algunos arreglos utilizados para mayor frecuencia en el transporte de la energia electrica se muestran:

Mediante la siguiente ecuacion se determina el radio medio geometrico que tiene el conductor cilindrico

$$RMG = r \left[n \times \frac{r_h}{r} \right]^{\frac{1}{n}}$$

donde r es el radio exterior del conductor, r_h el radio del hilo conductor y n es el numero de hilos por el cual esta formado el conductor

MCM

Alambre cilindrico	0.779r
Cable del material unico	
7 hilos	0.726r
19 hilos	0.758r
37 hilos	0.768r
61 hilos	0.772r
91 hilos	0.774r
127 hilos	0.776r
Conductor ACSR	
30 hilos (2 capas)	0.826r
26 hilos (2 capas)	0.809r
54 hilos (3 capas)	0.810r

Materiales utilizados en líneas de transmisión

Existen varios materiales que son utilizados en las líneas de transmisión, esto es de acuerdo a las necesidades de líneas. Por ejemplo el cobre duro es utilizado en las líneas aéreas donde se requiere más propiedades mecánicas de tensión ya que si se pone cobre suave la línea tenderá a pandearse debido a la gravedad y a su propio peso. Y en líneas subterráneas se utiliza el cobre suave, debido a que si utilizamos el cobre duro le quitará la flexibilidad, que estas requieren para su instalación y manejo.

Usos de los materiales en la transmisión y distribución de energía eléctrica.

Material, aplicaciones, tipo de postes, herrajes.

El aluminio se utiliza en distancia de 30 a 40 m.

Postes de madera, estructuras pequeñas, concreto y hormigón de 15000 Lbs de cobre.

Se utiliza en distancias de 60 a 80 m.

Postes de madera, estructuras pequeñas, concreto y hormigón de 15000 Lbs. ACSR se usa en distancias de 100 a 120 m.

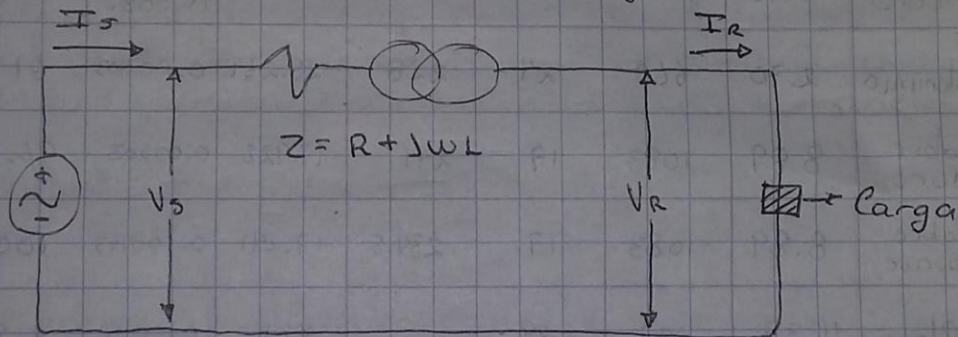
Postes de madera, acero y estructuras metálicas pequeñas de 25 a 35 Klbs cobre hueco.

Aluminio hueco se usa en distancias de 4 a 20 m aisladores soporte de 3 1/2 y 5 1/2

Material	Densidad g/cm ³	Temp. de Fusion °C	Coef. de dilatación x 10 ⁻⁴ °C	Temp. Ideal R = 0 Ω	Resistivi- dad Elec- trica (ρ) 20°C Ω-mm ² /km	Coef. ter- mico de resistividad 20°C	Conductivi- dad Elec- trica con el cobre suave
Acero	7.90	1400	13	208.5	575-115	0.0016- 0.0032	3-15
Aluminio	2.70	660	24	228	28.264	0.00403	61
Cobre duro	8.89	1083	17	241	17.922	0.00383	96.2
Cobre suave	8.89	1083	17	234.5	17.241	0.00383	100
Plomo	11.38	327	29		221	0.0040	7.8
Zinc	7.14	420	29		61.6	0.004	28.2
Estano	7.28	231.9	0.2270	269.42	120	.0046	

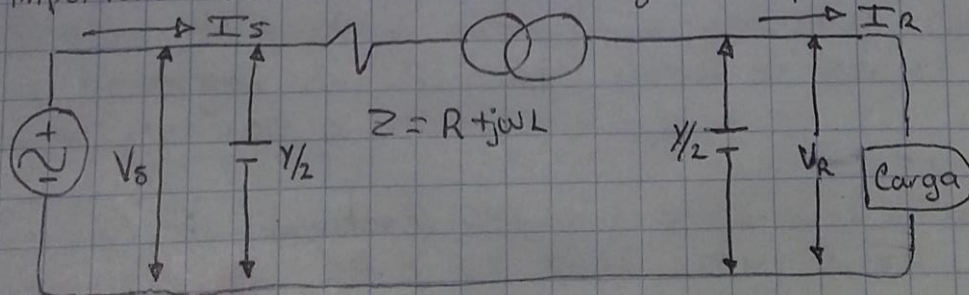
Lineas de transmisión corta.

Son aquellas que no deben exceder de 80 Km de longitud, en esta clasificación de línea corta los parámetros se consideran en su forma concentrada siendo R y L los de mayor importancia el valor de C es muy pequeño por lo que se desprecia aun así los resultados obtenidos mediante las ecuaciones obtenidas en este tipo de ecuaciones circuitos son muy confiables.



Lineas de transmisión medianas.

Las líneas medianas comprenden longitudes superiores a la línea corta sin rebasar los 240 Km de longitud de igual forma que en las líneas cortas los parámetros se consideran de forma concentrada siendo el parámetro de admitancia (Y) de importancia en los cálculos sin embargo se desprecia la conductancia (G).



Lineas de transmisión largas

Son líneas superiores a los 240 km de longitud se presentan de igual forma que la línea media con la diferencia de que sus parámetros deben considerarse en forma distribuida a lo largo de toda la línea, la diferencia entre parámetros concentrados y distribuidos consiste en el caso de parámetros concentrados al recibir una señal en el punto de entrada del sistema, instantaneamente aparecer en su punto de salida mientras que al considerar los parámetros distribuidos la señal se retarda en reflejarse en el punto de salida esto implica un nuevo modelado en las ecuaciones considere la longitud apropiada de la línea de las cuales existen los métodos por ecuaciones diferenciales y el método hiperbólico.

