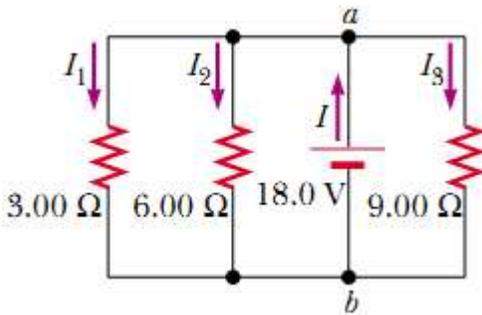




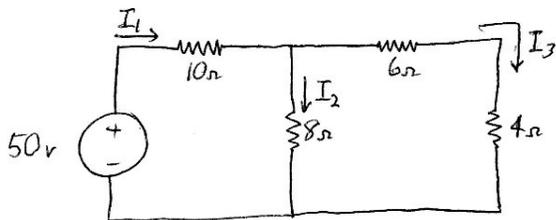
Alumno (a): _____		CALIFICACION
_____ APELLIDO PATERNO	_____ APELLIDO MATERNO	
Docente: Prof. José Angel Nieves Vázquez		Fecha: ____/_____/2022
		de 40 %
1. Utiliza lápiz para resolver y la respuesta con pluma. 2. Al que sea sorprendido copiando reprueba la unidad		

1. Define las dos leyes de Kirchoff, (1 c/u, Total 2%)

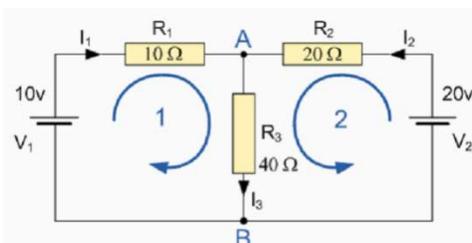
4. Calcula $V_{1,2,3}$, $I_{1,2,3}$ del siguiente circuito, (2 c/u, Total 12%)



5. Calcula el voltaje y la corriente en cada resistencia del siguiente circuito, (2 c/u, Total 14%)



5. Usando análisis de Kirchoff calcula $V_{1,2,3}$ y $I_{1,2,3}$ del siguiente circuito, (2 c/u, Total 12%)





Instituto Tecnológico Superior de San Andrés Tuxtla

Ingeniería Mecatrónica

Tercer Semestre

Grupo 311-A

Materia:

Electromagnetismo
José Ángel Nieves Vázquez

Unidad 3:

Corriente eléctrica

Actividad:

Práctica de Circuitos

Alumnos:

Manuel Aurelio Torres Martínez

Jade Yael Chagala Jiménez

Ramiro Ramírez Neve

Damaris López Benites

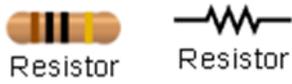
Jaden Casanova Gonzalez

Entrega: 14/11/2022



Introducción.

Las siguientes practicas fueron hechas en “Phet- Circuit Construction Kit: DC - Virtual Lab”, en donde tienen las herramientas para simular un circuito eléctrico. Lo siguiente son los símbolos relevantes para la práctica.

Simbología del simulador	
 Voltmeter	Voltímetro: Herramienta que sirve para calcular la diferencia de potencial entre dos puntos de un circuito eléctrico.
 Ammeter	Amperímetro: Herramienta para calcular la corriente que pasa entre dos puntos en el circuito.
 Wire Wire	Cable: Transporta los electrones por todo el circuito
 Battery Battery	Batería: Es el fuente de energía para el circuito
 Resistor Resistor	Resistor/Resistencia: se utilizan en los circuitos para limitar el valor de la corriente o para fijar el valor de la tensión

Introducción a Circuitos en serie.

Un circuito en serie es una configuración de conexión en la que los bornes o terminales de los dispositivos (generadores, resistencias, condensadores, inductores, interruptores, entre otros) se conectan sucesivamente, es decir, el terminal de salida de un dispositivo se conecta a la terminal de entrada del dispositivo.

Elementos y Formulas:

- R = Resistencia, medido en ohm (Ω)
- V = Voltajes, medido en voltios (V)
- I = Intensidad de corriente, medido en Ampere (A)

Fórmula para calcular Voltaje total:

$$V_{total} = V_{R1} + V_{R2} + V_{R3} \dots$$

Fórmula para calcular Resistencia total:

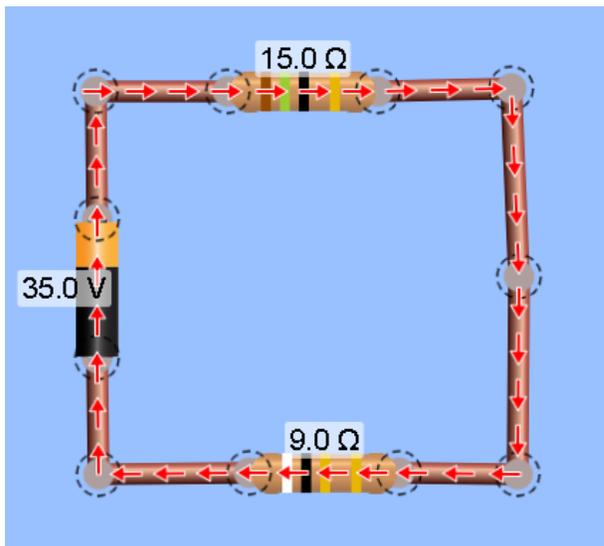
$$R_{total} = R_1 + R_2 + R_3$$

Fórmula para calcular Intensidad de corriente:

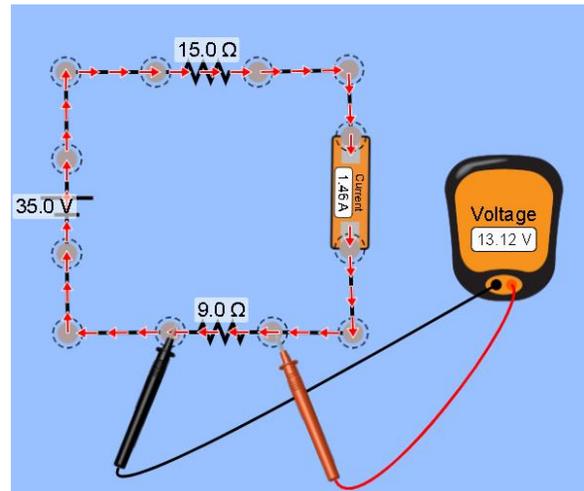
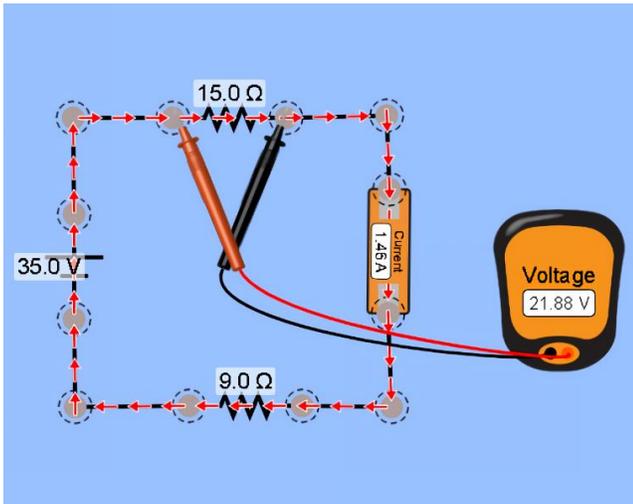
$$I = V/R$$

Prácticas de circuitos en serie.

1er. Circuito en Serie



Como se observa en el circuito, tiene una fuente de energía de 35 V y dos resistencias de 15 ohm y 9 ohm.

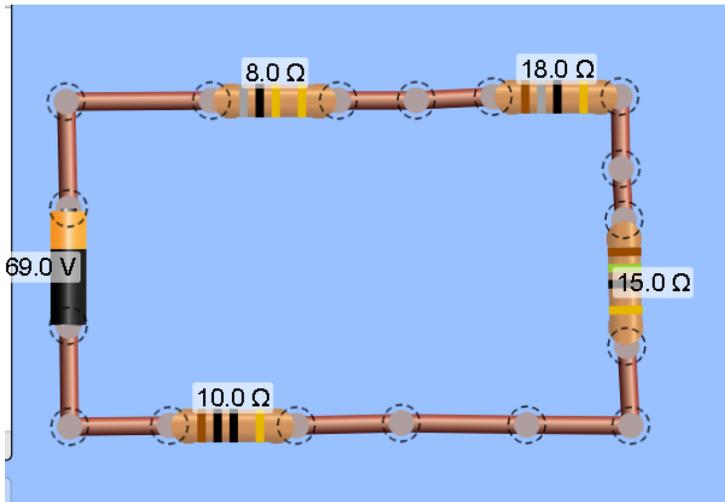


Como se ve en los siguientes imágenes, se puede confirmar que la corriente del circuito es de 1.46 A, y pasa 21.88 V por el primer resistencia y 13.12 V por el segundo.

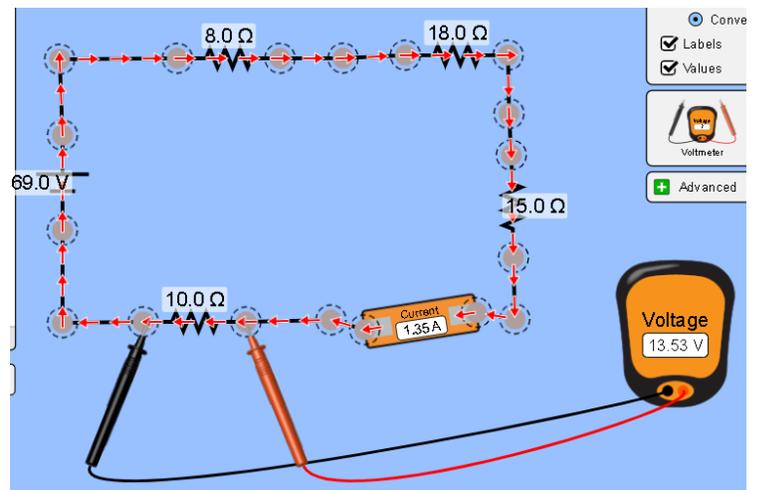
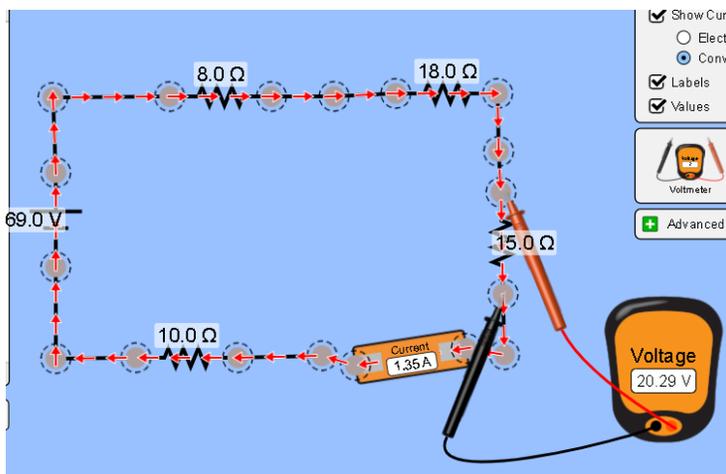
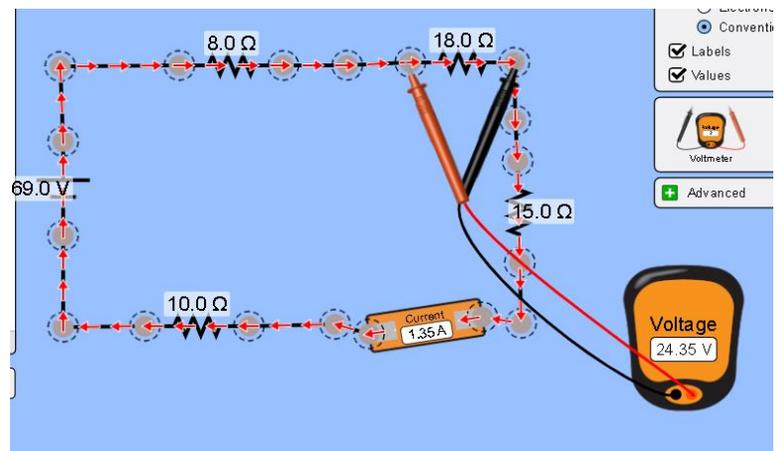
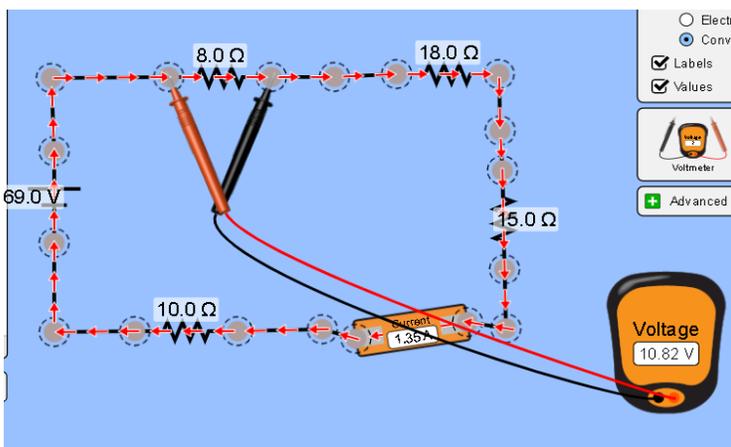
Esto lo podemos comprobar utilizando sus formulas (los resultados no son exactos pero similar):

$$\begin{aligned}R_T &= 15\Omega + 9\Omega = 24\Omega \\ I &= 35\text{V} / 24\Omega = 1.46\text{A} \\ V_{R1} &= 1.46\text{A} * 15\Omega = 21.90\text{V} \\ V_{R2} &= 1.46\text{A} * 9\Omega = 13.14\text{V} \\ V_T &= 21.90\text{V} + 13.14\text{V} = 35.04 \approx 35\text{V}\end{aligned}$$

2da. Circuito en Serie.



En el siguiente circuito podemos observar que hay un fuente de carga de 69 V, y cuatro resistencias con los siguientes valores: 8 ohm, 18 ohm, 15 ohm, 10 ohm.



Utilizando las herramientas del programa, podemos observar que la intensidad de este circuito es de 1.35 A, y el voltaje que pasa por cada uno de las resistencias es de 10.8 V, 24.3 V, 20.25 V y 13.5 V en su orden respectivo.

Y si utilizamos las formulas del Ley de Ohm y las reglas del circuito en serie, podemos comprobar estos resultados (con resultados aproximados).

$$R_T = 8\Omega + 18\Omega + 15\Omega + 10\Omega = 51\Omega$$

$$I = 69V/51\Omega = 1.35A$$

$$V_{R1} = 1.35 A * 8\Omega = 10.8 V$$

$$V_{R2} = 1.35 A * 18\Omega = 24.3 V$$

$$V_{R3} = 1.35 A * 15\Omega = 20.25 V$$

$$V_{R4} = 1.35 A * 10\Omega = 13.5 V$$

$$V_T = 10.8 V + 24.3 V + 20.25 V + 13.5 V \approx 68.85 V = 69 V$$

Introducción a Circuitos Paralelos.

Los circuitos en paralelo son aquellos cuyos elementos se conectan a través de dos puntos en común. De esta manera, el componente receptor está sujeto al mismo voltaje y actúa de forma independiente a los demás elementos.

Elementos y Formulas:

R = Resistencia, medido en ohm (Ω)

V = Voltajes, medido en voltios (V)

I = Intensidad de corriente, medido en Ampere (A)

Fórmula para calcular resistencia total:

$$RT = \frac{1}{\frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3}}$$

Fórmula para calcular voltaje total:

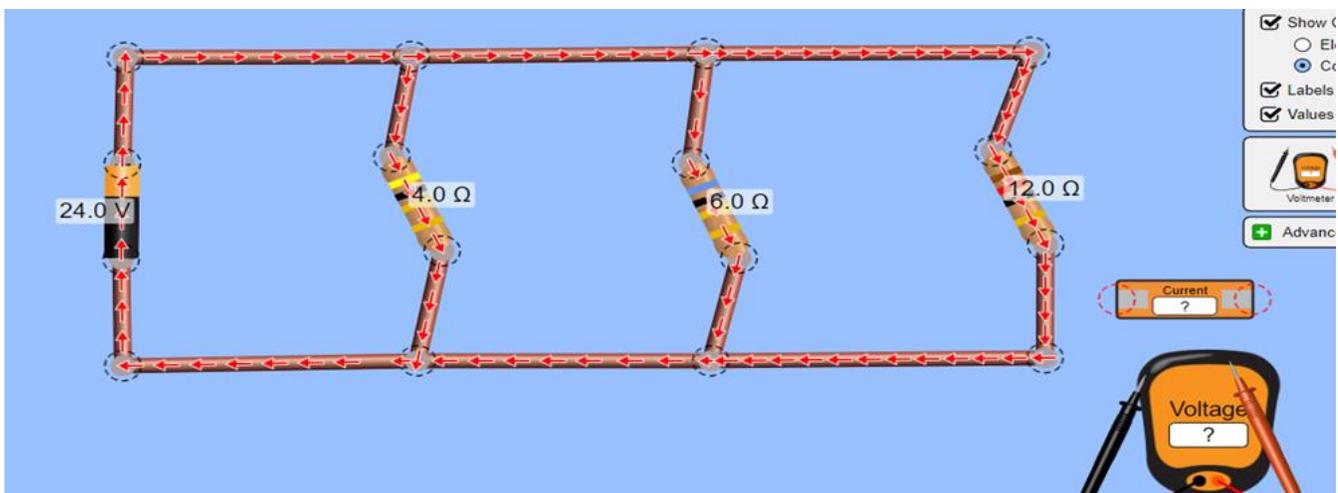
$$VT = V1 = V2 = V3 \dots$$

Fórmula para calcular Intensidad de corriente:

$$I = V/R$$

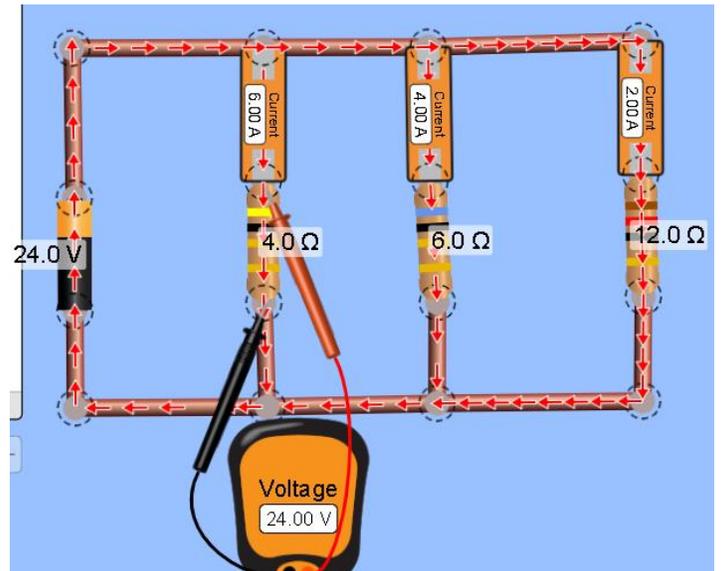
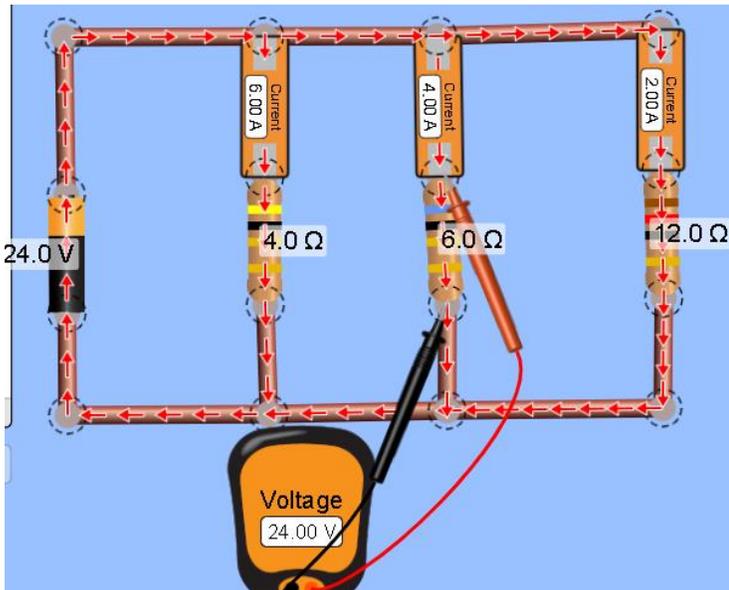
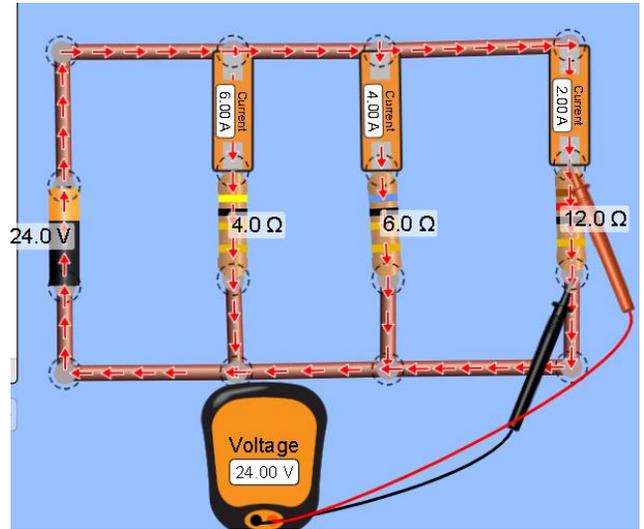
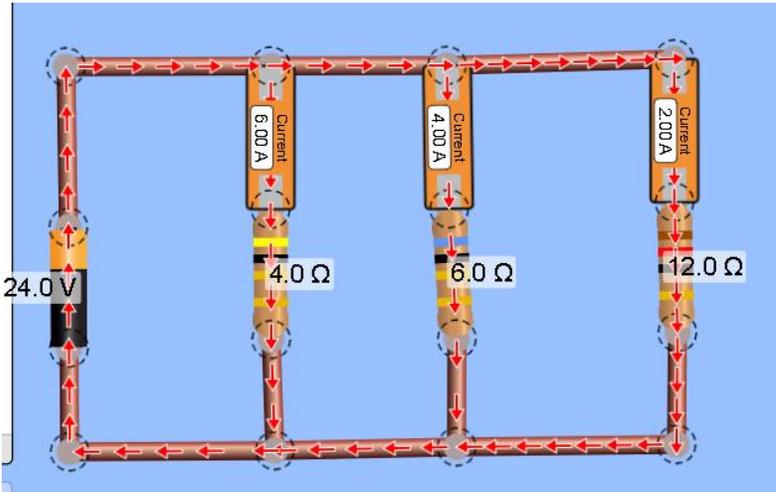
Practica de Circuito Paralelo.

1er practica.



Este circuito paralelo tiene una fuente de energía de 24 V con tres resistencias con los siguientes valores: $4\ \Omega$, $6\ \Omega$ y $12\ \Omega$.

Las 3 resistencias tienen una cantidad de 24 Voltios pasando por ellos y tienen una intensidad de corriente de 6 A, 4 A y 2 A en su respectivo orden.



Podemos comprobar estos resultados por medio de las formulas establecidas en el inicio.

$$RT = \frac{1}{\frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3}} = \frac{1}{\frac{1}{4} + \frac{1}{6} + \frac{1}{12}} = 2 \Omega$$

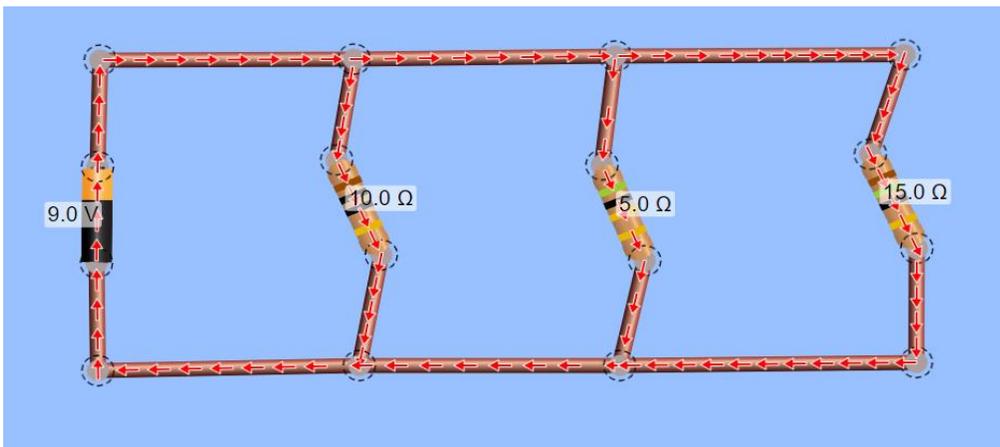
$$IT = \frac{V}{RT} = \frac{24V}{2\Omega} = 12A$$

$$I_{R1} = \frac{V}{R1} = \frac{24V}{4\Omega} = 6A$$

$$I_{R2} = \frac{V}{R2} = \frac{24V}{6\Omega} = 4A$$

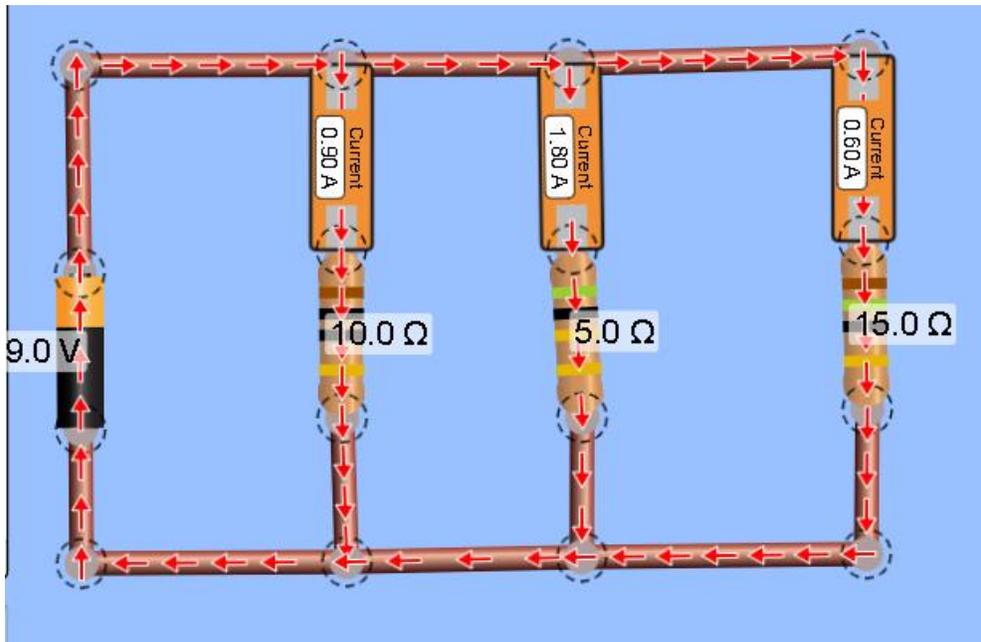
$$I_{R3} = \frac{V}{R3} = \frac{24V}{8\Omega} = 8A$$

2da Práctica.



Este circuito paralelo esta compuesto por un fuente de energia de 9 V, y tres resistencias de 10 ohm, 5 ohm y 15 ohm respectivos.

Las intensidades por cada resistencia son: 0.90 A, 1.80 A y 0.60 A como es visto en el imagen, el voltaje que tras pasa por cada uno de los resistencias tiene el mismo valor de 9 V como la fuente de energia.



Comprobación:

$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = \frac{1}{\frac{1}{10} + \frac{1}{5} + \frac{1}{15}} = 2.75 \Omega$$

$$I_T = \frac{V}{R_T} = \frac{9V}{2.75\Omega} = 3.3A$$

$$I_{R1} = \frac{V}{R_1} = \frac{9V}{10\Omega} = 0.90A$$

$$I_{R2} = \frac{V}{R_2} = \frac{9V}{5\Omega} = 1.8A$$

$$I_{R3} = \frac{V}{R_3} = \frac{9V}{15\Omega} = 0.6A$$

Introducción a Circuitos Mixtos.

Un circuito mixto es cuando se combinan elementos en serie y/o paralelo. Usualmente suele ser un elemento activo (un generador o batería) conectado con varios elementos pasivos (pueden ser resistencias, capacitores o inductores). En un circuito mixto eléctrico con varios componentes solo hay dos formas de conexión posible, las cuales son en serie y paralelo. También se pueden combinar y mezclar las configuraciones usando componentes en serie y paralelo en un mismo circuito.

Elementos y Formulas:

R = Resistencia, medido en ohm (Ω)

R_{eq} = Resistencia equivalente, medido en ohm (Ω)

V = Voltajes, medido en voltios (V)

I = Intensidad de corriente, medido en Ampere (A)

Fórmula para calcular Voltaje total:

$$V_{total} = V_{R1} + V_{R2} + V_{R3} \dots$$

Fórmula para calcular Resistencia equivalente:

$$R_{eq} = \frac{R_2 * R_3}{R_2 + R_3}$$

Fórmula para calcular Resistencia total:

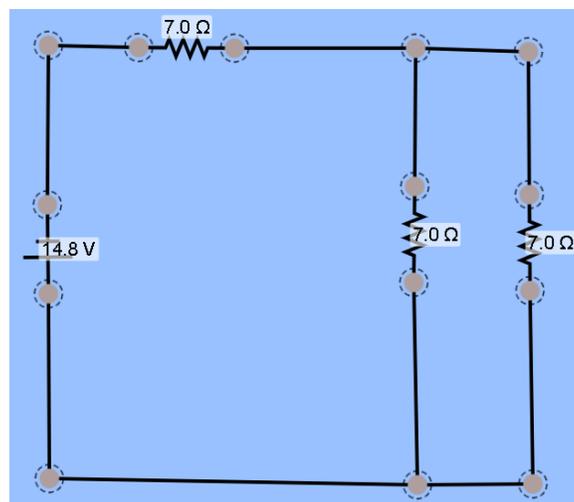
$$R_{total} = R_1 + R_2 (\dots) + R_{eq}$$

Fórmula para calcular Intensidad de corriente:

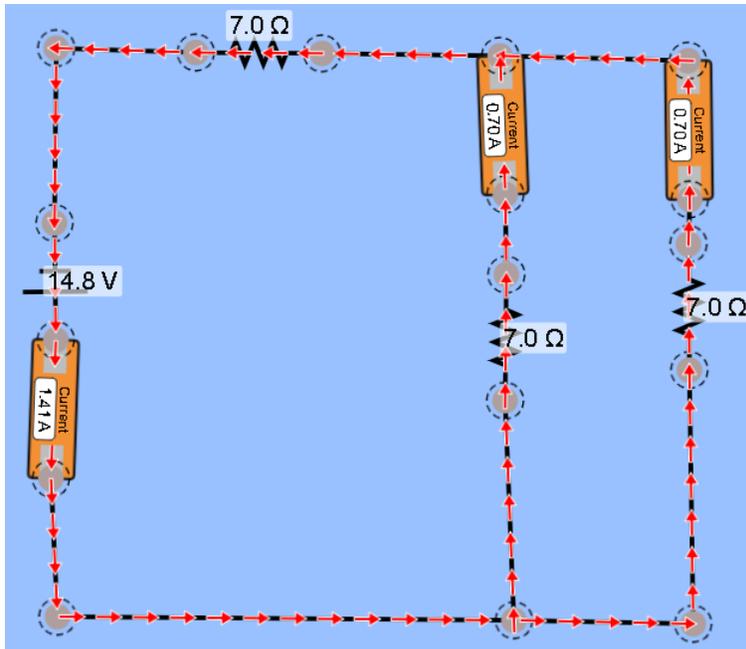
$$I = V/R$$

Prácticas de Circuito Mixto

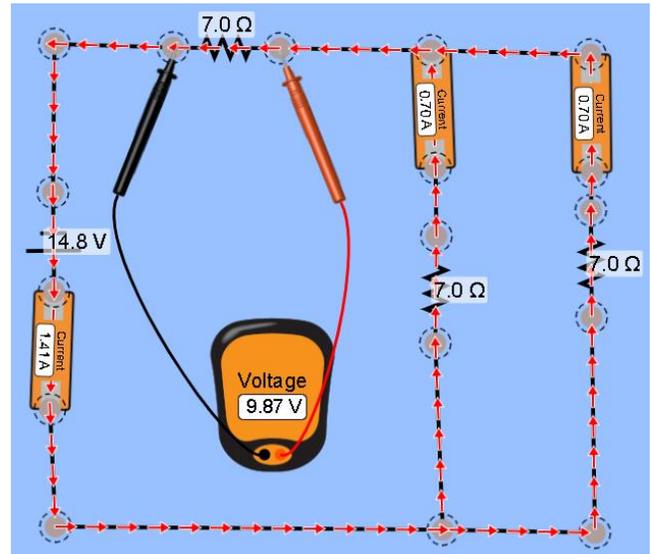
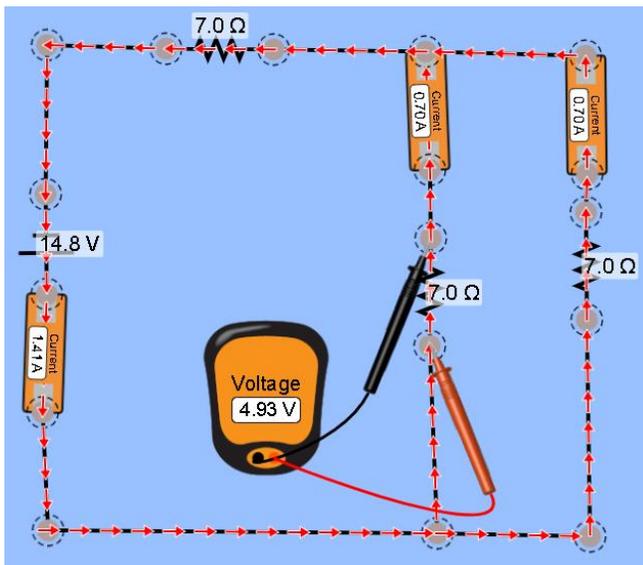
1er Circuito Mixto



En este circuito se tiene una fuente de 14.8 V, un resistencia en serie de 7 ohm y dos resistencias paralelos con el mismo valor.



Aquí se puede mostrar los corrientes con la ayuda de la herramienta Amperímetro. Siendo el corriente total 1.41 A, el corriente de la primera y segunda resistencia paralela de valor 0.70 A.



Mientras en las siguientes imágenes, se muestra los valores del voltaje que pasa por los resistencias, siendo 4.93 en las resistencias paralelas y 9.87 en la resistencia en serie.

Esto se puede comprobar con las siguientes operaciones.

$$R_{\text{EQ}} = \frac{7 \cdot 7}{7 + 7} = 3.5 \Omega$$

$$R_{\text{TOTAL}} = 3.5 \Omega + 7 \Omega = 10.5 \Omega$$

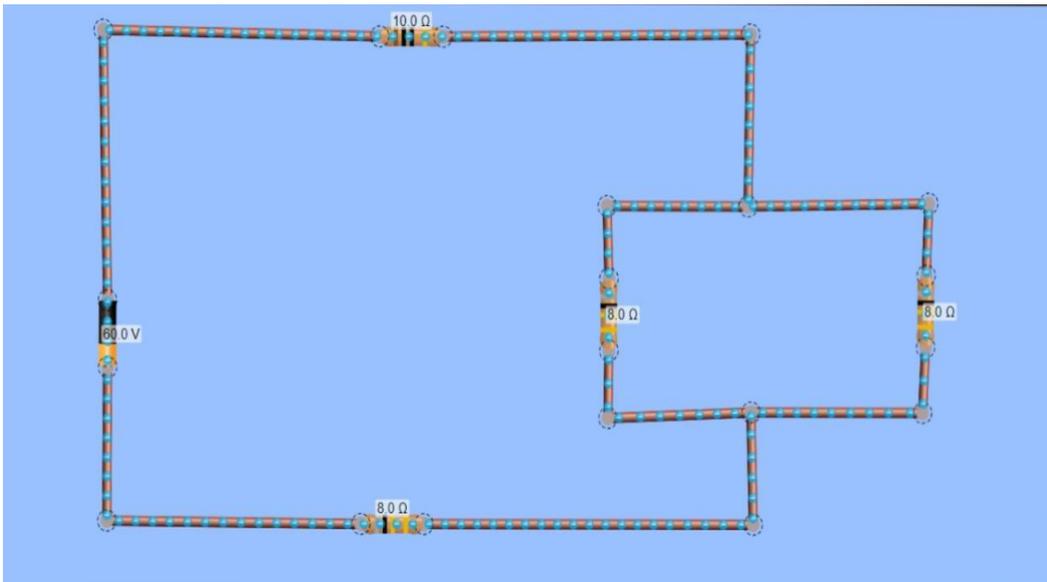
$$I = 14.8 \text{ V} / 10.5 \Omega = 1.409 \text{ A} \approx 1.41 \text{ A}$$

$$V_{R1} = 1.41 \text{ A} * 7 \Omega = 9.87 \text{ V}$$

$$V_{\text{REQ}} = 1.41 \text{ A} * 3.5 \Omega = 4.93 \text{ V}$$

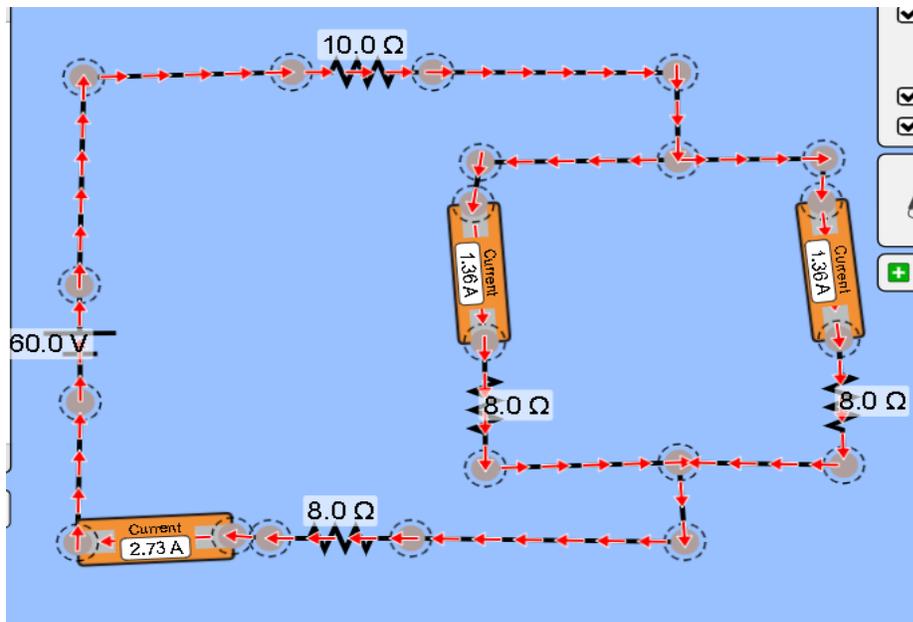
$$I_{R2} = I_{R3} = 4.93 \text{ V} / 7 \Omega = 0.70 \text{ A}$$

2nd Circuito Mixto.



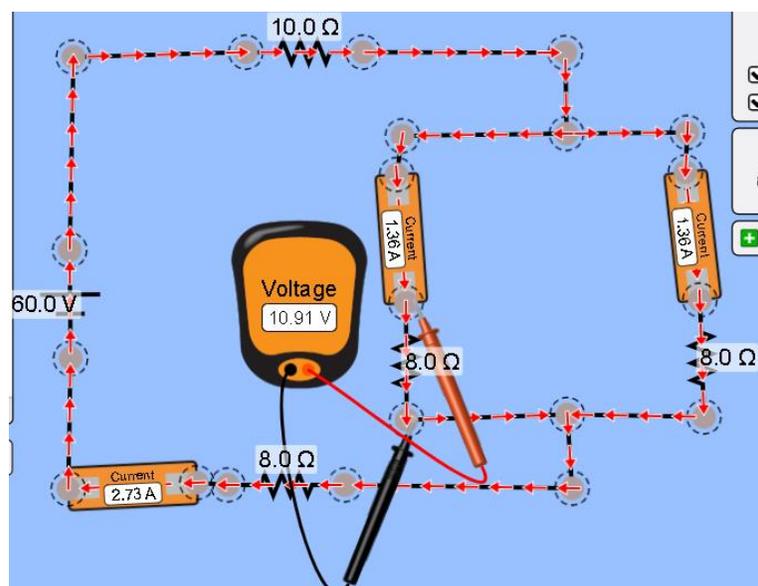
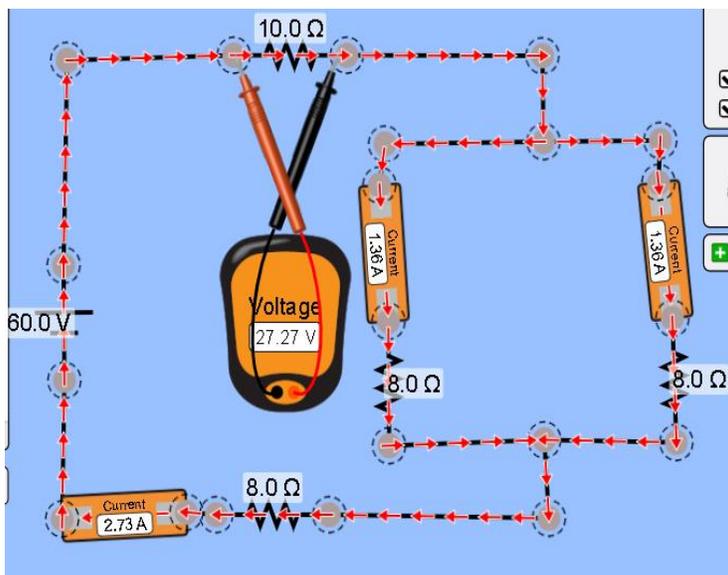
En este circuito se puede mostrar un fuente de energía de 60 V con dos resistencias en serie con el valor de 10 ohm y 8 ohm respectivamente, y dos resistencias en paralelo con 8 ohm.

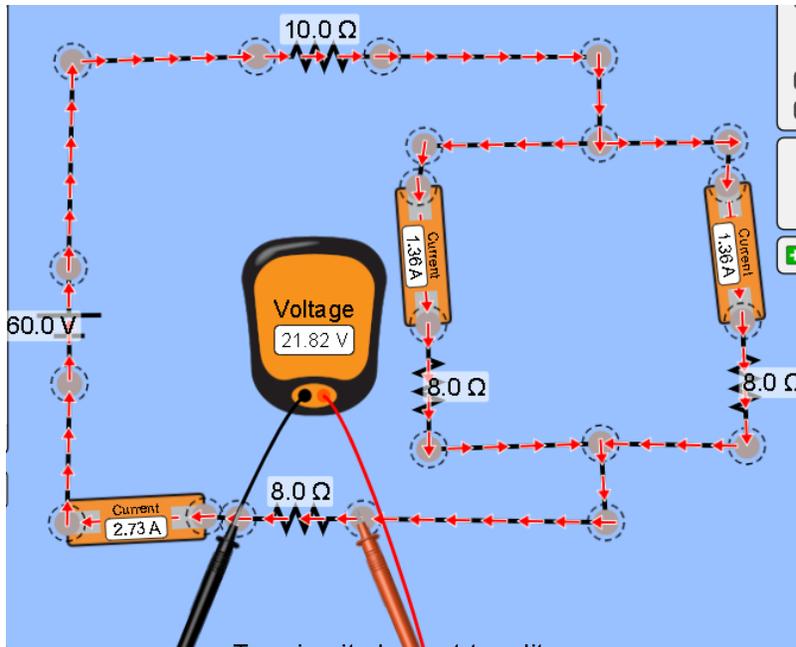
En la siguiente imagen se pueden apreciar los corrientes que tiene el circuito, el corriente total tiene de valor de 2.73 A. Mientras la intensidad en las resistencias paralelas tienen un valor de 1.36 A.



El voltaje que pasa por las resistencias son las siguientes:

- Primera resistencia: 27.27 V
- Segunda y Tercera resistencia: 10.91 V
- Cuarta resistencia: 21.82 V





Se puede comprobar estos valores por el medio del método analítico, es decir las formulas establecidas en la introducción. (Valores aproximados)

$$R_{EQ} = \frac{8 \cdot 8}{8 + 8} = 4 \Omega$$

$$R_{TOTAL} = 4 \Omega + 8 \Omega + 10 \Omega = 22 \Omega$$

$$I = 60 \text{ V} / 22 \Omega = 2.7272 \text{ A} \approx 2.73 \text{ A}$$

$$V_{R1} = 2.73 \text{ A} * 10 \Omega = 27.3 \text{ V}$$

$$V_{REQ} = 2.73 \text{ A} * 4 \Omega = 10.92 \text{ V}$$

$$V_{R4} = 2.73 \text{ A} * 8 \Omega = 21.84 \text{ V}$$

$$I_{R2} = I_{R3} = 10.92 \text{ V} / 8 \Omega = 1.36 \text{ A}$$

Introducción a las Leyes de Kirchhoff.

Primera ley: Ley de corriente de Kirchhoff

La ley de corriente de Kirchhoff o primera ley está basada en la ley de la conservación de la carga, lo cual implica que la suma algebraica de las cargas dentro de un sistema no puede cambiar.

“Estableciendo en la ley de corriente de Kirchhoff (o LCK por sus siglas) que, la suma algebraica de las corrientes que entran a un nodo es cero.”

Esto se puede expresar matemáticamente como,

$$N \sum_{n=1} i_n = 0$$

Donde:

- **N** = Número de ramas conectadas al nodo.
- **i_n** = n-ésima corriente que entra o sale del nodo.
-

Segunda ley: Ley de voltaje de Kirchhoff

La ley de voltaje de Kirchhoff o segunda ley está basada en el principio de conservación de la energía, lo cual implica que la suma algebraica de la energía producida dentro de un sistema siempre permanece constante.

“Estableciendo en la ley de voltaje de Kirchhoff (o LTK por sus siglas) que, la suma algebraica de las tensiones en una trayectoria cerrada (o malla) es cero.”

Esto se puede expresar matemáticamente como,

Donde:

- **M** = Número de tensiones presentes en la malla.
- **V_m** = m-ésima tensión en la malla.

Elementos:

- **R** = Resistencia, medido en ohms (Ω)
- **V** = Voltajes, medido en voltios (**V**)
- **I** = Intensidad de corriente, medido en Ampere (**A**)

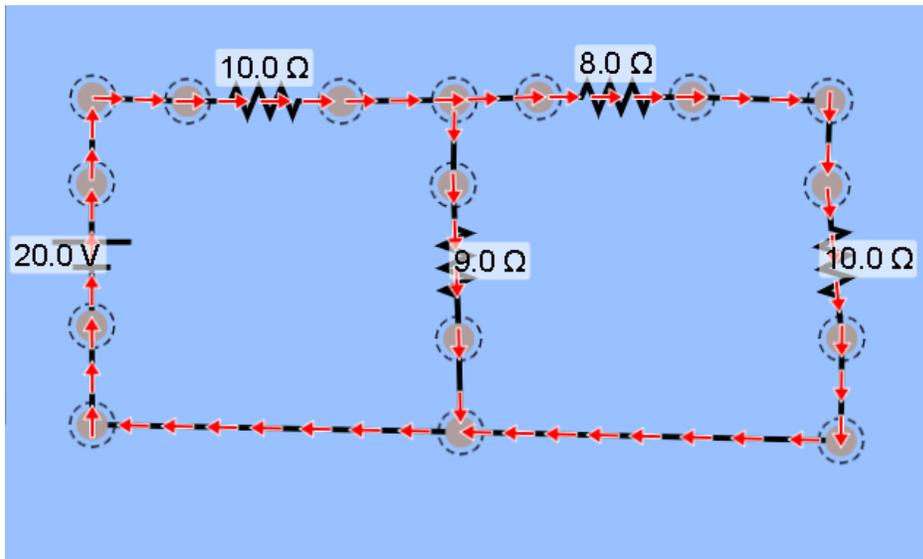
Fórmulas:

Ley de Kirchhoff para nodos:

$$\sum I = 0 \text{ o } \sum IE = \sum Is$$

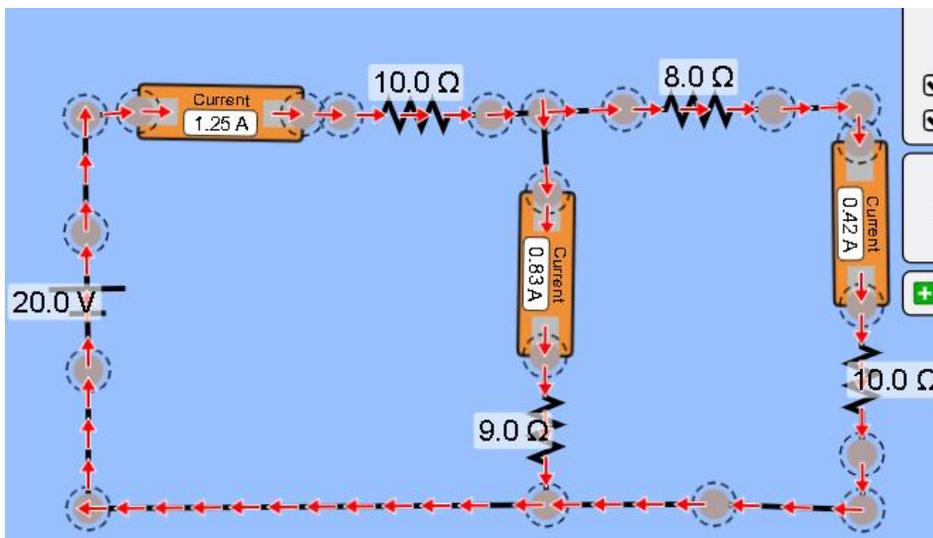
Prácticas de circuito utilizando la ley de Kirchhoff.

1er. Circuito con ley de Kirchhoff



Este circuito está conformado por:

- 1 batería de 20 V
- 4 Resistencias, Dos de 10 Ω, Una de 9 Ω y Una de 8 Ω



Como se demuestra en el circuito con la ayuda del amperímetro, $I_1 = 1.25$ A, $I_2 = 0.83$ A, $I_3 = 0.42$ A.

Esto lo podemos comprobar por medio de las leyes de Kirchhoff. (Valores aproximados)

--SUSTITUIR "I₂"

$$I_1 (10\Omega) + I_2 (9\Omega) = 20V$$

$$I_3 (8\Omega) + I_3 (10\Omega) - I_2 (9\Omega) = 0$$

$$I_3 (18\Omega) = I_2 (9\Omega)$$

$$I_2 = I_3 \left(\frac{18}{9} \Omega\right) = 2I_3$$

--SUSTITUIR "I₁"

$$(I_2 + I_3) (10 \Omega) + I_2 (9 \Omega) = 20$$

$$I_3 10 + I_3 10 + I_2 9 = 20$$

$$(2I_3)(10) + I_3 10 + (2I_3) (9) = 20$$

$$20I_3 + 10I_3 + 18I_3 = 20$$

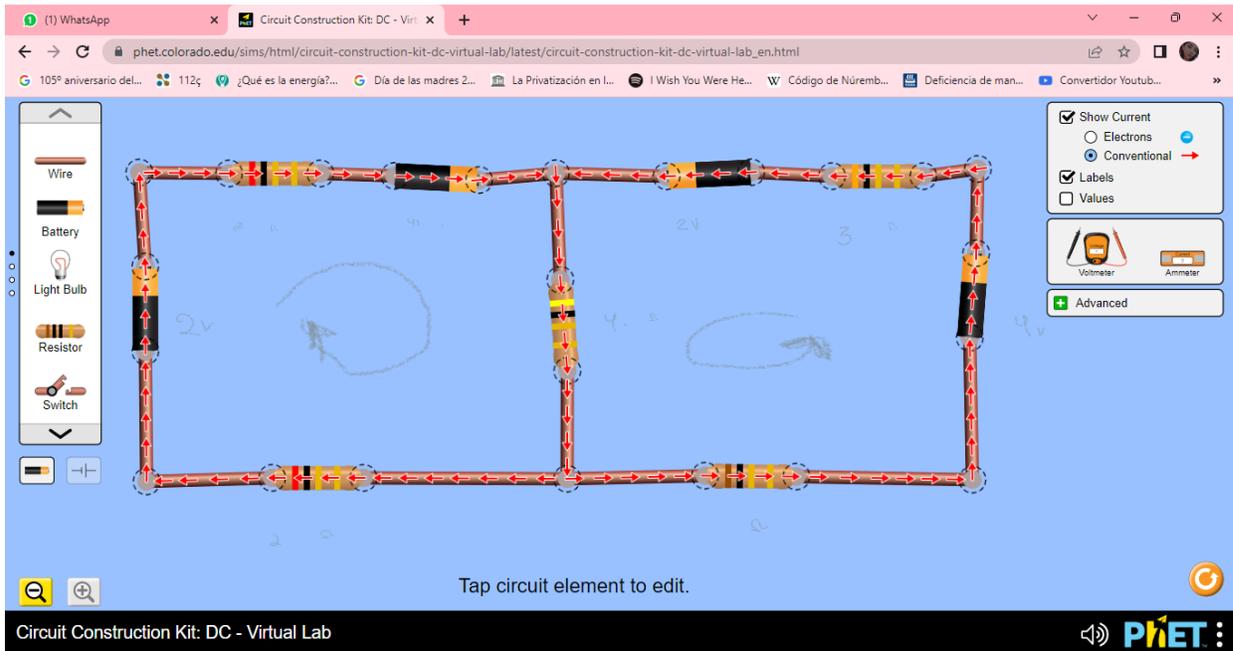
--DESPEJAR

$$I_3 = \frac{20}{46} = 0.43 \text{ A}$$

$$I_2 = 2(0.43\text{A}) = 0.86 \text{ A}$$

$$I_1 = 0.86 \text{ A} + 0.43 \text{ A} = 1.29 \text{ A}$$

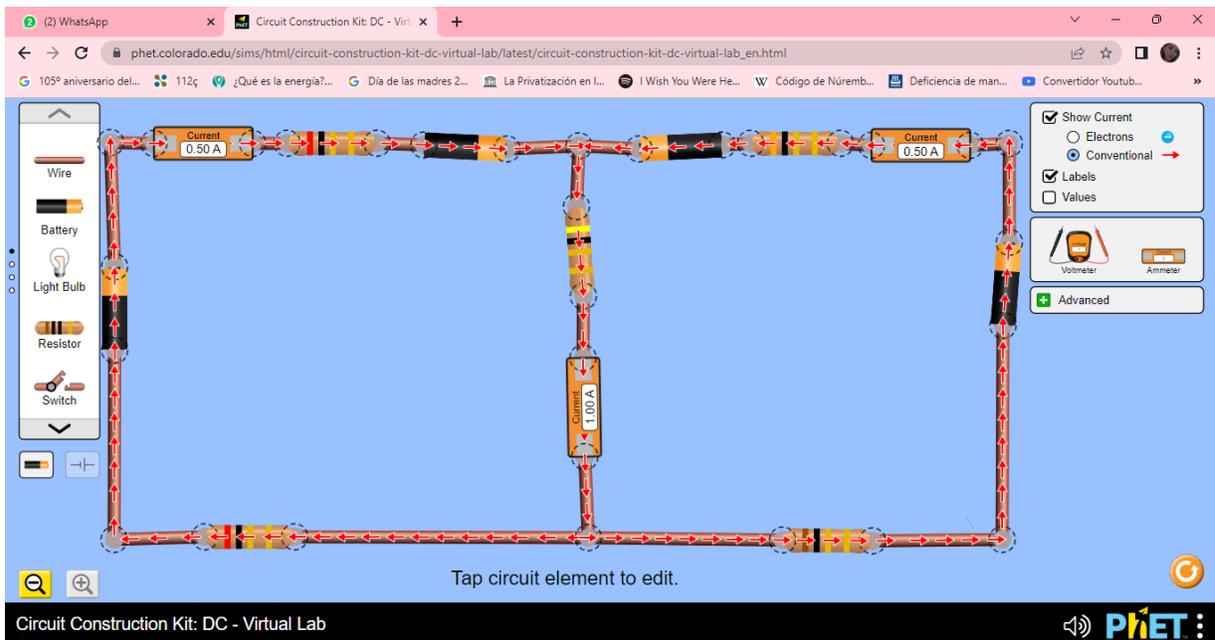
2do. Circuito con ley de Kirchhoff



El circuito está conformado por:

4 baterías, dos de 4V y dos de 2V

5 resistencias, una de 1 ohms, dos de 2 Ohms, una de 3 ohms, y una de 4 ohms



Como podemos observar $I_1=0.50A$, $I_2=0.50A$ Y $I_3=1.00A$

Esto lo podemos comprobar realizando la siguiente ecuacion

$$6V = 8I_1 + 4I_2$$

$$6V = 12 I_1$$

$$I_1 = 0.50A$$

$$I_2 = 0.50A$$

$$I_3 = I_1 + I_2 = (0.50A + 0.50A) = 1.00A$$



LISTA DE COTEJO DE PRÁCTICAS

U3 CORRIENTE ELÉCTRICA

Nombre del estudiante: Manuel Aurelio Torres Martínez.

Tema: CIRCUITOS ELÉCTRICOS

Portada	2 %	2%
Objetivo	2 %	1%
Introducción (Antecedentes)	5 %	4%
Desarrollo (Materiales, Diagramas)	5 %	4%
Conclusiones	4 %	3%
Referencias	2 %	1%
Simulación	5 %	5%
Entrega en tiempo y forma	5 %	5%
Total	30%	25%

OBSERVACIONES: No tiene objetivos, conclusiones, referencias, falta más información para cada caso.

Instituto Tecnológico Superior de San Andrés Tuxtla Lun 3 de Sep
Electromagnetismo - Ingeniería Mecatrónica - 3º Semestre
Jose Angel Nieves Vasquez - Manuel Aurelio Torres Martínez

- Puntualidad: Los estudiantes deben estar puntuales
- Asistencia: 3 faltas no tienen derecho a examen de la unidad (10 min de tolerancia)

Justificantes: Serán exclusivamente por enfermedad y solamente serán validos hasta los 3 días posteriores de la ausencia.

- Disciplina: Los estudiantes deben tener buena disciplina en el salón de clases, de lo contrario se le invitara a tenerlo y de continuar con una mala actitud se le retirara del salón perdiendo la asistencia de ese día
- Uso de objetos ajenos: Se debe evitar dentro del salón de clases el uso de dispositivos electrónicos, piercing, gorras y lentes oscuros, se invitara en advertencia a utilizarlo, si el estudiante insiste en su uso, se retirara del salón de clases perdiendo la asistencia. El uso de laptop queda a juicio del docente
- Alimentos: Queda prohibido introducir alimentos en horario de clases

Instituto Tecnológico Superior de San Andrés Tuxtla 05/09/22
Ingeniería Mecatrónica → Electromagnetismo → 311-A
José Ángel Nieves Vázquez → Manuel Aurelio Torres Mtz

TEMARIO

UNIDAD 1: ELECTROSTÁTICA

- 1.1 - La carga eléctrica
- 1.2 - Conductores y aislantes eléctricos
- 1.3 - Interacción eléctrica
- 1.4 - El campo eléctrico
- 1.5 - La ley de Gauss

UNIDAD 2: ENERGÍA ELECTROSTÁTICA

- 2.1 - Energía potencial electrostática
- 2.2 - Potencial electrostático
- 2.3 - Capacitancia
- 2.4 - Capacitores en serie, paralelo y mixto
- 2.5 - Dielectricos en campos eléctricos
- 2.6 - Momento dipolar eléctrico
- 2.7 - Polarización Eléctrica

UNIDAD 3: CORRIENTE ELÉCTRICA

- 3.1 - Definición de corriente eléctrica
- 3.2 - Vector densidad de corriente
- 3.3 - Ecuación de continuidad
- 3.4 - Ley de Ohm
- 3.5 - Resistencias en serie, paralelo y mixto
- 3.6 - Ley de Joule.
- 3.7 - Fuerza electromotriz
- 3.8 - Leyes de Kirchhoff
- 3.9 - Resistividad y efectos de la temperatura
- 3.10 - Circuito R-E en serie

UNIDAD 4: EL CAMPO MAGNÉTICO

- 4.1 - Interacción magnético
- 4.2 - Fuerza magnética entre conductores
- 4.3 - Ley de Biot-Savart
- 4.4 - Ley de Gauss del magnetismo
- 4.5 - Ley de Ampere
- 4.6 - Potencial magnético
- 4.7 - Corriente de desplazamiento

UNIDAD 5: INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA

- 5.1 - Deducción de la Ley de Inducción de Faraday
- 5.2 - Autoinductancia
- 5.3 - Inductancia Mutua
- 5.4 - Inductores en serie, paralelo y mixto
- 5.5 - Circuito R-L
- 5.6 - Energía magnético

UNIDAD 6: PROPIEDADES MAGNÉTICAS DE LA MATERIA

- 6.1 - Magnetización
- 6.2 - Intensidad Magnético
- 6.3 - Constantes magnéticas
- 6.4 - Clasificación magnética de los materiales
- 6.5 - Circuitos magnéticos

Criterios de evaluación

U1 - U2

Investigación
30%

Ejercicios
30%

Examen
40%

U3

Investigación
30%

Practico
30%

Examen
40%

U4 - U5

Investigación
30%

Ejercicio
30%

Exposición
40%

U6

Investigación
40%

Proyecto
60%

Ingeniería Mecatrónica → Electromagnetismo → 311-A
Jose Angel Nieves Vazquez - Manuel Aurelio Torres Martínez

EVALUACION DIAGNOSTICA

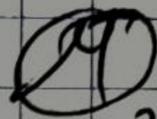
1-¿Que entiendes por electromagnetismo?

Ciencia que trata o estudia la energía eléctrica de los cuerpos dentro de un campo magnético

2-¿Conoces alguna aplicación?

Elaboración de paneles solares

3-¿Quien fue James Clark Maxwell?



21/9/2022

4-¿Como se relaciona esta carrera con la materia?

Se relaciona con el manejo y/o elaboración de las distintas máquinas eléctricas que se utilizan dentro del campo laboral



Instituto Tecnológico Superior de San Andrés Tuxtla

Ingeniería Mecatrónica

Tercer Semestre

Grupo 311-A

Materia:

Electromagnetismo

José Ángel Nieves Vázquez José Ángel nieves Vázquez

Unidad 1:

Electrostática

Asunto:

Investigaciones

Alumno:

Manuel Aurelio Torres Martínez

Fecha:

07/09/22~~17/09/22



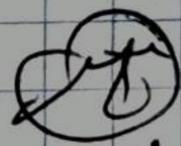
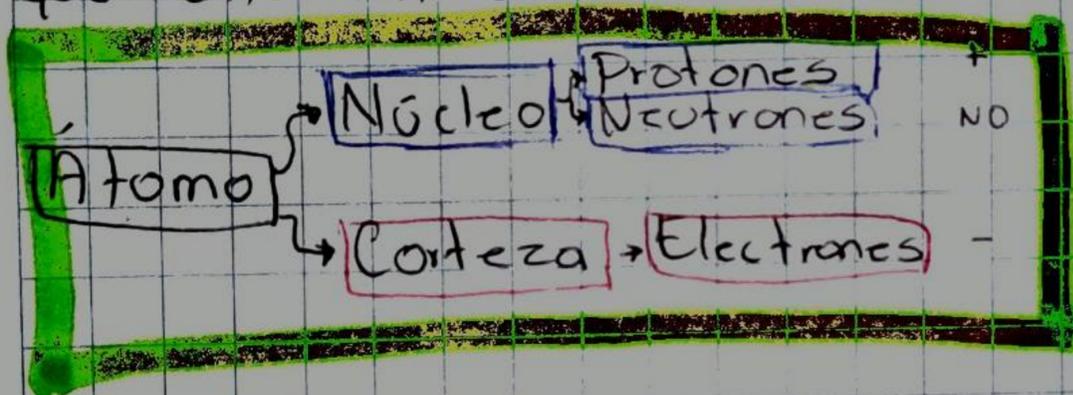
Instituto Tecnológico Superior de San Andrés Tuxtla
Ingeniería Mecatrónica → Electromagnetismo → 311A
José Angel Nieves Vozquez → Manuel Aurelio Torres Martínez

1.1 LA 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 el núcleo se localiza la corteza. En esta zona se mueven los electrones, que son las partículas con carga eléctrica negativa, girando en orbitales que envuelven al núcleo.



7/9/2022

Los responsables de todos los fenómenos eléctricos son los electrones, porque pueden escapar de la órbita del átomo y son mucho más ligeros que las otras partículas.

En general, los materiales son neutros; es decir, el material contiene el mismo número de cargas negativas y positivas.

Instituto Tecnológico Superior de San Andrés Tuxtla

Ingeniería Mecatrónica → Electromagnetismo → 311A

José Ángel Nieves Vázquez → Manuel Aurelio Torres Mtz

1.2 CONDUCTORES Y AISLANTES ELÉCTRICOS



Los conductores son materiales (generalmente metales), cuya estructura electrónica les permite conducir la corriente eléctrica a bajas temperaturas o temperatura ambiente; su resistividad al paso de la corriente eléctrica es baja. De acuerdo con la teoría de bandas, son aquellos materiales cuyas bandas de valencia y de conducción, se encuentran muy próximas entre sí, al grado de que, en algunos casos, estas bandas se encuentran sobrepuestas. Los electrones de valencia en un átomo, son los que se encuentran en el nivel energético más externo y ellos permiten los enlaces entre los átomos en los compuestos o entre átomos del mismo tipo en una molécula o en un cristal. Por su parte los electrones de conducción son los que se han promovido a niveles energéticos vacíos, lo que da lugar a su mayor movilidad y, eventualmente, da origen a las corrientes eléctricas.

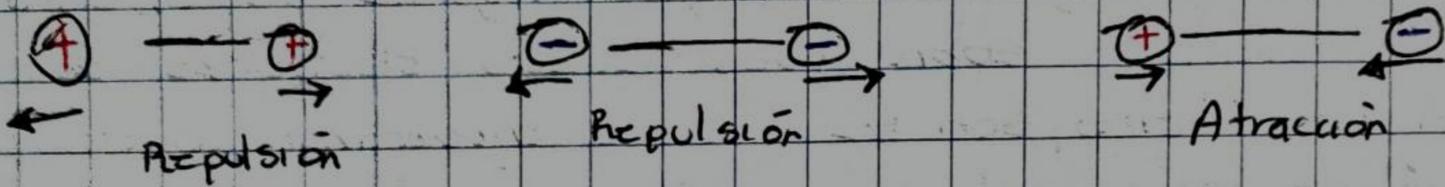
Los aislantes son materiales con una resistencia tan alta, que no es posible la conducción eléctrica a través de ellos. Un caso extremo de este tipo de materiales, es el Diamante.



El diamante, debido a su particular estructura cristalina, existe una barrera de energía de 6 eV entre la banda de energía bajo $2p$ (llena con $2N$ electrones) y las restantes estados disponibles $2p$ ($4N$ estados posibles), por lo cual no se puede mover electrones de la banda de valencia hacia la banda de conducción. Para este aislante no es posible ganar energía por absorción de fotones (con energías menores a 6 eV).

1.3 INTERACCIÓN ELÉCTRICA

Es un fenómeno o acontecimiento que puede ser probado debido al comportamiento de las partículas que poseen carga, dependiendo del signo de dicha carga, las partículas pueden atraerse o repelerse, esto es considerado como una interacción eléctrica debido a que las cargas y su polaridad propician dicho comportamiento en las partículas.



Ley de Coulomb: "Entre dos cuerpos cargados eléctricamente cuyas cargas sean q_1 y q_2 , existen dos fuerzas iguales, que pueden ser atractivas o repulsivas, aplicadas sobre cada uno de los cuerpos y cuyo valor es directamente proporcional al producto de las cargas de ambas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa."

Ingeniería Mecatrónica → Electromagnetismo → 311A

José Ángel Nieves Vázquez → Manuel Aurelio Torres Martínez

EL CAMPO ELÉCTRICO

El campo eléctrico \vec{E} es una cantidad vectorial que existe en todo punto del espacio. El campo eléctrico en una posición indica la fuerza que actuaría sobre una carga puntual positiva unitaria si estuviera en esa posición.

El campo eléctrico se relaciona con la fuerza eléctrica que actúa sobre una carga arbitraria q con la expresión $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$

Las dimensiones del campo eléctrico son Newtons (N) / Coulomb (C).

Podemos expresar la fuerza eléctrica en términos del campo eléctrico.

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

Para una q positiva, el vector de campo eléctrico apunta en la misma dirección que el vector de fuerza.

La ecuación para el campo eléctrico es similar a la ley de Coulomb. Asignamos una carga q en el numerador de la ley de Coulomb el papel de la carga de prueba. La otra carga(s) en el numerador, q_i , crea el campo eléctrico que queremos estudiar

$$\text{Ley de Coulomb: } \vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qq_i}{r^2} \hat{r}_i \text{ newtons}$$

$$\text{Campo eléctrico: } \vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_i}{r^2} \hat{r}_i \text{ newtons/coulomb}$$

Donde \hat{r}_i son vectores unitarios que indican la dirección de la vector que une cada q_i con q

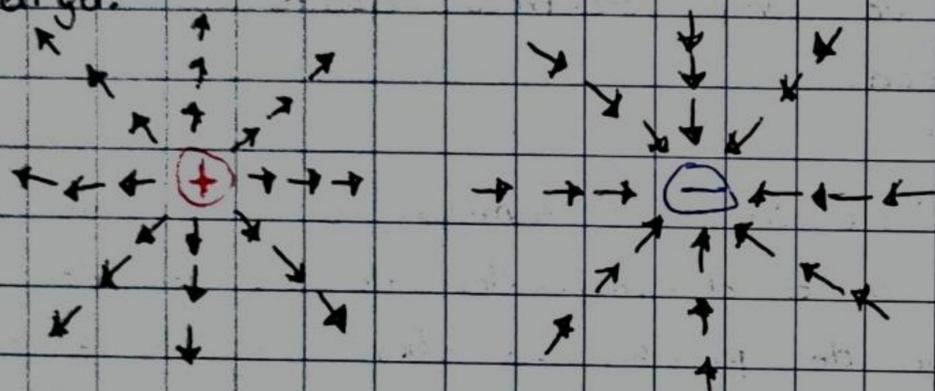
Como pensar acerca del campo eléctrico

El campo eléctrico es la fuerza eléctrica normalizada. El campo eléctrico representa la fuerza que experimenta una carga de prueba con valor $+1$

Una forma de visualizar el campo eléctrico: Imagino una pequeña carga de prueba pegada al final de un palo imaginario. Explora el campo eléctrico al colocar la carga de prueba en varias posiciones. La carga de prueba será jalada o empujada por la carga circundante.

El campo eléctrico cerca de una carga puntual
El campo eléctrico al rededor de una sola carga puntual aislada
y está dado por
$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_i}{r^2} \hat{r}_i$$

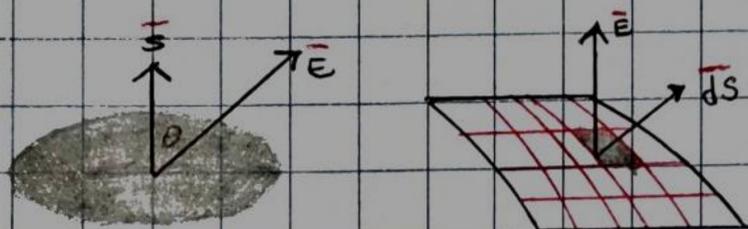
La dirección del campo eléctrico apunta hacia afuera para una carga puntual positiva y hacia adentro para una negativa. La magnitud del campo eléctrico decae como $1/r^2$ conforme nos alejamos de la carga.



La ley de Gauss

La ley de Gauss es una de las 4 ecuaciones de Maxwell, que relaciona el campo eléctrico con sus fuentes, las cargas. La ley de Gauss nos permite calcular de una forma simple el módulo del campo eléctrico, cuando conocemos la distribución de cargas con simetría esférica o cilíndrica tal como veremos aquí.

Cuando el vector campo eléctrico \vec{E} es constante en todos los puntos de una superficie S , se denomina flujo al producto escalar del vector campo por el vector superficie $\Phi = \vec{E} \cdot \vec{S}$



El vector superficie \vec{S} es un vector que tiene por módulo el área de dicha superficie la dirección es perpendicular al plano que la contiene.

Cuando el vector campo \vec{E} y el vector superficie \vec{S} son perpendiculares el flujo es cero. Si el campo no es constante o la superficie no es plana, se calcula el flujo a través de cada elemento $d\vec{S}$ de superficie, $\vec{E} \cdot d\vec{S}$. El flujo a través de la superficie S , es:
$$\Phi = \int_S \vec{E} \cdot d\vec{S}$$

La ley de Gauss afirma que el flujo del campo eléctrico a través de una superficie cerrada es igual al cociente entre la carga que hay en el interior de dicha superficie dividido entre ϵ_0 .

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{q}{\epsilon_0}$$



Instituto Tecnológico Superior de San Andrés Tuxtla

Ingeniería Mecatrónica

Tercer Semestre

Grupo 311-A

Materia:

Electromagnetismo
José Angel Nieves Vázquez

Unidad 1:

Electrostática

Asunto:

Ejercicios

Alumno:

Manuel Aurelio Torres Martínez

Fecha:

07/09/22---26/09/22



Ingeniería Mecatrónica → Electromagnetismo → 311-A

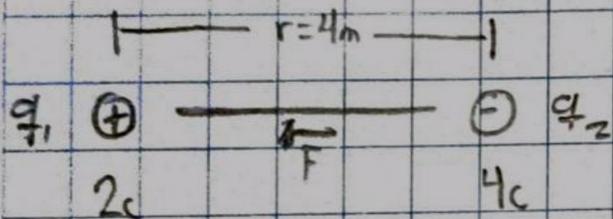
Jose Angel Nieves Vazquez → Manuel Aurelio Torres Martínez

- 1) Calcular la fuerza que ejerce la carga q_1 sobre q_2 si están separadas por 2 metros

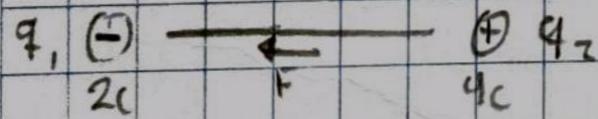


$$F = 8.9876 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2} \frac{(2C)(4C)}{(2m)^2} = -1.79 \times 10^9 N$$

2)



$$F = 8.9876 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2} \frac{(2C)(4C)}{(4m)^2} = -4.4 \times 10^8 N$$



$$F = 8.9876 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2} \frac{(-2C)(4C)}{(4m)^2} = -4.4 \times 10^8 N$$

7/9/2022

Instituto Tecnológico Superior de San Andrés Tuxtla

Ingeniería Mecatrónica → Electromagnetismo → 311A

José Ángel Nieves Vázquez → Manuel Aurelio Torres Mtz

PROBLEMA

$\frac{1}{r^2} \hat{r}_1 \hat{r}_2$

Problema - Una carga de $3 \times 10^{-6} \text{ C}$ se encuentra 2m de una carga de $-8 \times 10^{-6} \text{ C}$, ¿Cuál es la magnitud de la fuerza de atracción entre las cargas?

2m



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

$$q_2 = -8 \times 10^{-6} \text{ C}$$

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

$$F = \left[9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \right] \frac{(3 \times 10^{-6} \text{ C}) \cdot (-8 \times 10^{-6} \text{ C})}{(2 \text{ m})^2}$$

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

$$q_2 = -8 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$F = \left[9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \right] \frac{-24 \times 10^{-12} \text{ C}^2}{4 \text{ m}^2}$$

$$d = 2 \text{ m}$$

$$K = 9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$$

$$F = \left[9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \right] - 6 \times 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{m}^2}$$

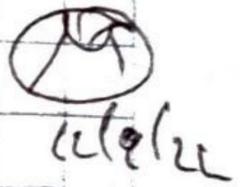
$$F = -54 \times 10^{-3} \text{ N} = -0.054 \text{ N}$$

$$F = |-0.054 \text{ N}|$$

$$= 0.054 \text{ N}$$

Ingeniería Mecatrónica → Electromagnetismo → 311A
José Ángel Nieves Vázquez → Manuel Aurelio Torres Mtz

OBSERVACIONES DE EXPERIMENTO



Materiales: Globo, Papel picado

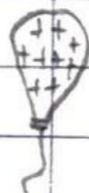
Desarrollo: ① El globo debe llenarse con aire lo suficiente
② Frotar (hacer fricción) el globo con el cabello hasta que esté se cargue positivamente, una vez pasado un tiempo acercar el globo a los pequeños pedazos del papel picado

Observaciones: Los pedazos de papel no fueron atraídos por dos razones: ① No se frota lo suficiente el globo con el cabello, ② Los trozos de papel eran demasiados grandes y no hubo fuerza de atracción suficiente para notar dicho fenómeno.

En embargo, lo que debió ocurrir, es que los trozos de papel picado debieron ser atraídos por la carga positiva que el globo poseía al haber sido frotado.



El globo se mantiene neutro antes de hacer fricción



Después de hacer fricción, se carga positivamente



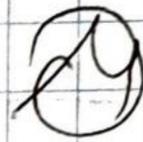
Al tener una carga contraria, los trozos de papel son atraídos

Ingeniería Mecatrónica → Electromagnetismo → 311-A

Jose Angel Nieves Vazquez → Manuel Aurelio Torres Martínez

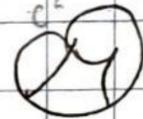
- 4 Calcular la magnitud de la fuerza eléctrica entre 2 cargas cuyos valores son $q_1 = 2\mu\text{C}$, $q_2 = 4\mu\text{C}$, al estar separadas en el vacío por una distancia de 30 cm

Datos	Formula
$q_1 = 2\mu\text{C} = 2 \times 10^{-6} \text{C}$	$F = K \frac{q_1 q_2}{r^2} = 8.9876 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \frac{(2 \times 10^{-6} \text{C})(4 \times 10^{-6} \text{C})}{(0.3\text{m})^2} = 7.9887777 \text{N}$
$q_2 = 4\mu\text{C} = 4 \times 10^{-6} \text{C}$	$= 7.98 \times 10^0 \text{N}$
$r = 30 \text{cm} = 0.3 \text{m}$	
$F = ?$	



- 5 Determinar la magnitud de la fuerza eléctrica entre 2 cargas cuyos valores son $q_1 = -3\mu\text{C}$, $q_2 = 4\mu\text{C}$, a una distancia de 50 cm

Datos	Formula
$q_1 = -3\mu\text{C} = -3 \times 10^{-6} \text{C}$	$F = K \frac{q_1 q_2}{r^2} = 8.9876 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \frac{(-3 \times 10^{-6} \text{C})(4 \times 10^{-6} \text{C})}{(0.5\text{m})^2} = -0.4314 \text{N}$
$q_2 = 4\mu\text{C} = 4 \times 10^{-6} \text{C}$	$= -4.3 \times 10^{-1} \text{N}$
$r = 50 \text{cm} = 0.5 \text{m}$	
$F = ?$	



12/2/12

Calcular

Una carga eléctrica de $2 \mu\text{C}$ se encuentra en el aire a 60 cm de otra carga. La magnitud de la fuerza con la cual se rechaza es de $3 \times 10^{-11} \text{ N}$ cuanto vale la carga desconocida.

6.00827

Datos

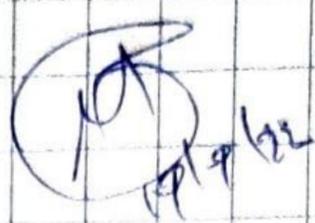
$q_1 = 2 \mu\text{C}$

$q_2 = ?$

$r = 60 \text{ cm}$

$F = 3 \times 10^{-11} \text{ N}$

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



$F_r^2 = K q_1 q_2$

$$\frac{F_r^2}{K q_1} = \frac{(3 \times 10^{-11} \text{ N})(60 \text{ cm})^2}{(8.9876 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2})(2 \times 10^{-6} \text{ C})} = \frac{0.108 \text{ Nm}^2}{17.9752}$$

$= 6.008278072 \times 10^{-6} \text{ C}$

Una carga de $5 \mu\text{C}$ se encuentra en el aire a 20 cm de otra carga de $-2 \mu\text{C}$.

- a) ¿Cuál es la magnitud de la fuerza F_1 ejercida por q_2 sobre q_1 ?
- b) ¿La magnitud de la fuerza es ~~de~~ ejercida por q_1 sobre q_2 es igual o diferente de F_1 ?

Datos

$q_1 = 5 \mu\text{C} = 5 \times 10^{-6} \text{ C}$

$q_2 = -2 \mu\text{C} = -2 \times 10^{-6} \text{ C}$

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

$F_1 = ?$

$F_2 = ?$

Ingeniería Mecatrónica → Electromagnetismo → 311-A

José Ángel Nieves → Vázquez

7 Una carga de $5 \mu\text{C}$ se encuentra en el aire a 20 cm de otra carga de $-2 \mu\text{C}$.

- a) ¿Cuál es la magnitud de la fuerza F_1 ejercida por q_2 sobre q_1 ?
- b) ¿La magnitud de la fuerza F_2 ejercida por q_1 sobre q_2 es igual o diferente?

Datos

$$q_1 = 5 \mu\text{C} = 5 \times 10^{-3} \text{ C}$$

$$q_2 = -2 \mu\text{C} = -2 \times 10^{-3} \text{ C}$$

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

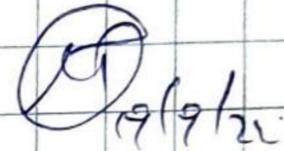
$$F_1 = ?$$

$$F_2 = ?$$

$$F_1 = (8.9876 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}) \frac{(5 \times 10^{-3} \text{ C})(-2 \times 10^{-3} \text{ C})}{(0.2 \text{ m})^2} = -2.2469 \text{ N}$$

$$F_2 = (8.9876 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}) \frac{(-2 \times 10^{-3} \text{ C})(5 \times 10^{-3} \text{ C})}{(0.2)^2} = -2.2469 \text{ N}$$

Las fuerzas son iguales



8 Determina la distancia a la que se encuentran 2 cargas eléctricas de $7 \times 10^{-8} \text{ C}$ al rechazarse con una fuerza cuya magnitud es de $4.41 \times 10^{-3} \text{ N}$

Datos

$$q_1 = q_2 = 7 \times 10^{-8} \text{ C}$$

$$r = ?$$

$$F = 4.41 \times 10^{-3} \text{ N}$$

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

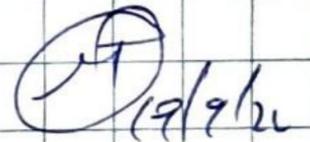
$$r^2 = F = K q_1 q_2$$

$$r^2 = K q_1 q_2 / F$$

$$r = \sqrt{K q_1 q_2 / F}$$

$$r = \sqrt{(8.9876 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}) (7 \times 10^{-8} \text{ C})(7 \times 10^{-8} \text{ C}) / 4.41 \times 10^{-3} \text{ N}}$$

$$r = 9.9 \text{ m}$$



Ingeniería Mecatrónica → Electromagnetismo → 311#A

José Angel Nieves Vázquez → Manud Aurelio Torres Martínez

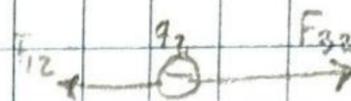
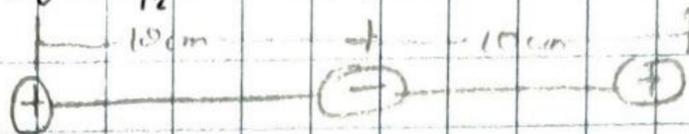
Una carga $q_1 = 2 \mu\text{C}$ se encuentra a una distancia de 20 cm de una carga $q_3 = 8 \mu\text{C}$. Determinar la magnitud de la fuerza resultante y su sentido sobre una carga q_2 colocada en medio de $-4 \mu\text{C}$.

Datos

$$q_1 = 2 \mu\text{C} = 2 \times 10^{-6} \text{ C}$$

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

$$q_3 = 8 \mu\text{C} = 8 \times 10^{-6} \text{ C}$$



Formula

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad F_{12} = 8.9876 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \frac{(2 \times 10^{-6} \text{ C})(-4 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.1 \text{ m})^2} = -7.2 \text{ N}$$

$$F_{32} = 8.9876 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \frac{(8 \times 10^{-6} \text{ C})(-4 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.1 \text{ m})^2} = -28.8 \text{ N}$$

$$F_R = F_{32} - F_{12} = 28.8 \text{ N} - 7.2 \text{ N} = 21.6 \text{ N}$$

Una carga $q_1 = -3 \mu\text{C}$ recibe una fuerza de atracción debida a 2 cargas de $q_2 = 8 \mu\text{C}$ y $q_3 = 7 \mu\text{C}$ que se encuentran distribuidas como señala la siguiente figura. Determinar la magnitud de la fuerza eléctrica resultante que actúa sobre q_1 así como el ángulo sobre la horizontal



Datos

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

$$q_2 = 8 \mu\text{C} = 8 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$q_3 = 7 \mu\text{C} = 7 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$F_1 = 8.9876 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \frac{(7 \times 10^{-6} \text{ C})(8 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.5 \text{ m})^2}$$

$$= -0.86 \text{ N}$$

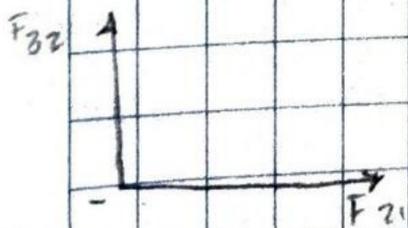
$$F = 8.9876 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \frac{(7 \times 10^{-6} \text{ C})(-3 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.5 \text{ m})^2}$$

$$= -0.75 \text{ N}$$

$$F_R = \sqrt{(\sum F_x)^2 + (\sum F_y)^2}$$

$$F_R = \sqrt{(-0.86 \text{ N})^2 + (-0.75 \text{ N})^2}$$

$$F_x = F_{12} ; F_y = F_{31} = 1.14 \text{ N}$$



$$\tan \theta = \frac{F_y}{F_x}$$

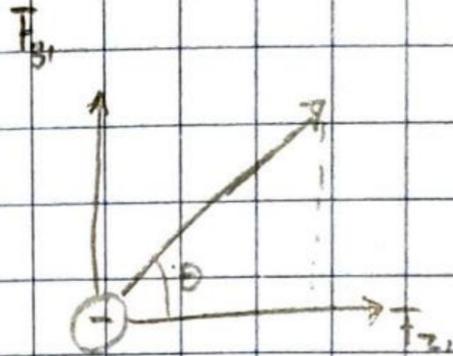
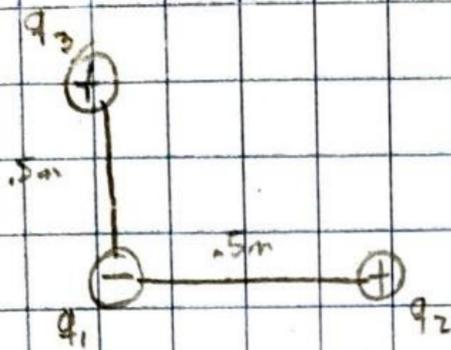
$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{0.75}{0.86} \right) = 41^\circ$$

Rayter

$$q_1 = -50 \mu\text{C} = 50 \times 10^{-6} \text{C}$$

$$q_2 = 75 \mu\text{C} = 75 \times 10^{-6} \text{C}$$

$$q_3 = 65 \mu\text{C} = 65 \times 10^{-6} \text{C}$$



$$F_{x1} = 8.9876 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \frac{(-50 \times 10^{-6} \text{C})(75 \times 10^{-6} \text{C})}{(0.5\text{m})^2} = -134.814 \text{ N}$$

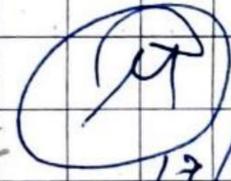
$$F_{y1} = 8.9876 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \frac{(50 \times 10^{-6} \text{C})(65 \times 10^{-6} \text{C})}{(0.5\text{m})^2} = -116.839$$

$$F_R = \sqrt{(134.814 \text{ N})^2 + (-116.839 \text{ N})^2}$$

$$= 13786.166 \text{ N}$$

$$\tan \theta = \frac{C.O}{C.A}$$

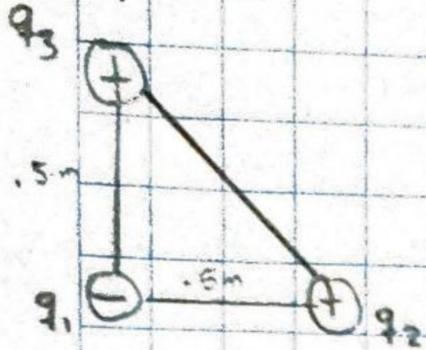
$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{-116.839}{-134.814} \right) = 41.1^\circ$$



Ingeniería Mecatrónica → Electromagnetismo → 311#A

José Ángel Nieves Vazquez → Manuel Aurelio Torres Martínez

Calcular la fuerza resultante en la carga q_3 debida a la carga q_1 y q_2 así como la dirección y su ángulo.



Datos

$$q_1 = -50 \mu\text{C} = -50 \times 10^{-6} \text{C}$$

$$q_2 = 75 \mu\text{C} = 75 \times 10^{-6} \text{C}$$

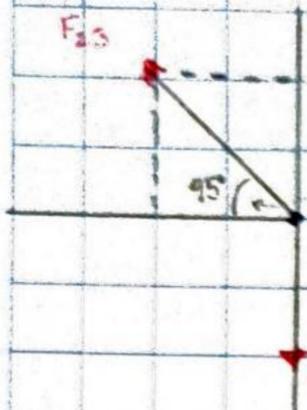
$$q_3 = 60 \mu\text{C} = 60 \times 10^{-6} \text{C}$$

$$F_{23} = 8.9876 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \frac{(75 \times 10^{-6} \text{C})(60 \times 10^{-6} \text{C})}{(0.7 \text{m})^2} = 84.41 \text{N}$$

$$F_{13} = 8.9876 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \frac{(-50 \times 10^{-6} \text{C})(60 \times 10^{-6} \text{C})}{(0.5 \text{m})^2} = -116.83 \text{N}$$

$$\text{Sen } 45^\circ = \frac{F_y}{F_{23}} = F_y = F_{23} \text{ Sen } 45^\circ = 63.22 \text{N}$$

$$\text{Cos } 45^\circ = \frac{F_x}{F_{23}} = F_x = F_{23} \text{ Cos } 45^\circ = 63.22 \text{N}$$



$$\text{tg } \theta = \frac{5}{5}$$

$$\theta = \text{tg}^{-1} 1 = 45^\circ$$

$$\Sigma F_x = 63.22 \text{N} \quad \Sigma F_y = 116.83 \text{N} - 63.22 \text{N} = 53.61 \text{N}$$

$$F_R = \sqrt{(63.22 \text{N})^2 + (53.61 \text{N})^2} = 82.89 \text{N}$$

$$\theta = \text{tg}^{-1} \Sigma F_y / \Sigma F_x = \text{tg}^{-1} 53.61 / 63.22 = 40.29^\circ$$

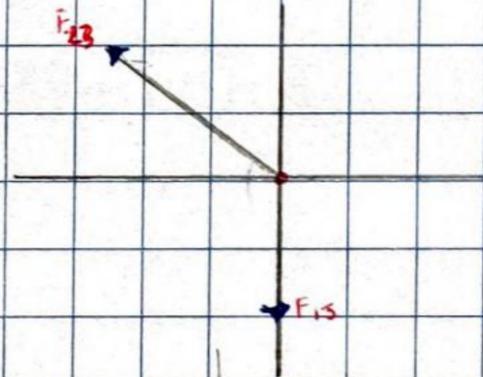
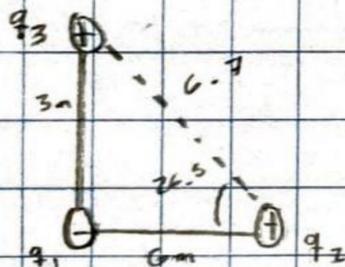
Calcular la fuerza resultante en la carga q_3 debida a la carga q_1 y q_2 así como la dirección y su ángulo

Datos

$$q_1 = 8 \mu\text{C} = 8 \times 10^{-6} \text{C}$$

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

$$q_3 = 2 \mu\text{C} = 2 \times 10^{-6} \text{C}$$



$$F_{23} = 8.9876 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \frac{(4 \times 10^{-6} \text{C})(2 \times 10^{-6} \text{C})}{(0.7 \text{m})^2} = 0.0016 \text{N} \quad F_{23(y)} = F_{23} \text{ Sen } 26.5^\circ = 0.94 \times 10^{-4} \text{N}$$

$$F_{13} = 8.9876 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \frac{(8 \times 10^{-6} \text{C})(2 \times 10^{-6} \text{C})}{(0.3 \text{m})^2} = 0.01 \text{N} \quad F_{23(x)} = F_{23} \text{ Cos } 26.5^\circ = 4.471 \times 10^{-4} \text{N}$$

$$\Sigma F_y = 4.471 \times 10^{-4} \text{N} - 0.01 \text{N} = -9.552 \times 10^{-3} \text{N} \quad \Sigma F_x = 8.94 \times 10^{-4} \text{N}$$

$$F_R = \sqrt{(-9.552 \times 10^{-3} \text{N})^2 + (8.94 \times 10^{-4} \text{N})^2}$$

$$= 9.593 \times 10^{-3} \text{N}$$

$$\theta = \text{tg}^{-1} \frac{\Sigma F_y}{\Sigma F_x} = 84.65^\circ$$

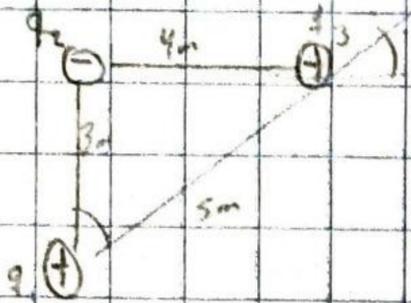
Considere 3 cargas como muestra la figura. Encuentre la fuerza resultante en q_3

Datos

$$q_1 = 6nc = 6 \times 10^{-9} C$$

$$q_2 = -2nc = -2 \times 10^{-9} C$$

$$q_3 = 5nc = 5 \times 10^{-9} C$$



$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{3}{4}\right) = 37^\circ$$

$$F_{13} = 8.9876 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2} \frac{(6 \times 10^{-9} C)(5 \times 10^{-9} C)}{(4m)^2} = 1.0785 \times 10^{-8} N$$

$$F_{23} = 8.9876 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2} \frac{(-2 \times 10^{-9} C)(5 \times 10^{-9} C)}{(4m)^2} = -5.61 \times 10^{-9} N$$

$$F_{13}(x) = 1.0785 \times 10^{-8} \cos(37^\circ) = 8.613 \times 10^{-9} N$$

$$F_{13}(y) = 1.0785 \times 10^{-8} \sin(37^\circ) = 6.49 \times 10^{-9} N$$

$$\Sigma F_x = 8.613 \times 10^{-9} - 5.61 \times 10^{-9} = 3.003 \times 10^{-9} N$$

$$\Sigma F_y = 6.49 \times 10^{-9} N$$

$$F_R = \sqrt{(\Sigma F_x)^2 + (\Sigma F_y)^2}$$

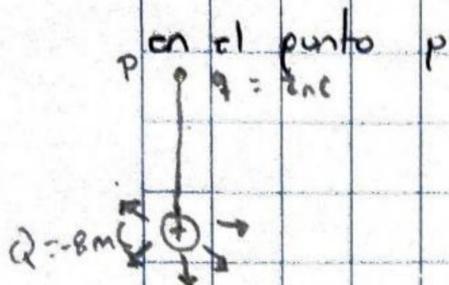
$$= 7.1510 \times 10^{-9} N$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{6.49 \times 10^{-9} N}{3.003 \times 10^{-9} N}\right) = 64.86^\circ = 64.9^\circ$$

CAMPO ELECTRICO

Ej. 1

Una carga de 2nC es colocada a una distancia " r " de una carga de $8\mu\text{C}$. Si la carga experimenta una fuerza de 4000N cual es el campo electrico en el punto p



$$E = \frac{F}{q} = \frac{4000\text{N}}{2 \times 10^{-9}\text{C}} = 2 \times 10^{12}\text{N/C}$$

Un campo electrico de $40,000\text{N/C}$ se mantiene entre 2 placas paralelas. Cual es la magnitud de la fuerza de un electron que paso horizontalmente entre las placas

$$E = \frac{F}{q}, F = Eq = (40000\text{N/C})(1.6 \times 10^{-19}\text{C}) = 6.4 \times 10^{-15}\text{N}$$

$$E = 40000\text{N/C}$$

$$e = 1.6 \times 10^{-19}\text{C}$$

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

Ingeniería Mecatrónica → Electromagnetismo → 311#A

José Ángel Nieves Vázquez → Manuel Aurelio Torres Martínez

Cual es la intensidad del campo eléctrico en un punto P a una distancia de 3m de una carga negativa de $-8nC$

Datos

$$E = ?$$

$$r = 3m$$

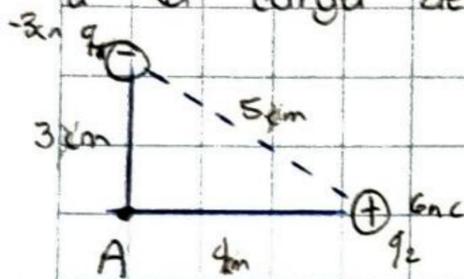
$$Q = -8nC = -8 \times 10^{-9} C$$

Formula

$$E = \frac{kQ}{r^2} = \left(9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2} \right) \frac{(-8 \times 10^{-9} C)}{(3m)^2} = 8 N/C$$



Encontrar el campo eléctrico resultante en el punto A debido a la carga de $-3nC$ y $6nC$ arreglados como se muestra:



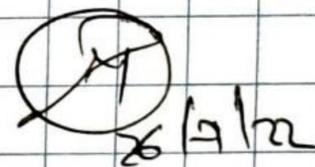
$$E_1 = \frac{(9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2})(3 \times 10^{-9} C)}{(3m)^2} = 3 N/C$$

$$E_2 = \frac{(9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2})(6 \times 10^{-9} C)}{(4m)^2} = 3.375 N/C$$

$$E_R = \sqrt{(3)^2 + (3.375)^2} = 4.516$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{E_1}{E_2} \right)$$

$$= 41.634$$





Instituto Tecnológico Superior de San Andrés Tuxtla

Ingeniería Mecatrónica

Tercer Semestre

Grupo 311-A

Materia:

Electromagnetismo
José Angel Nieves Vázquez

Unidad 2:

Energía electrostática

Asunto:

Investigaciones

Alumno:

Manuel Aurelio Torres Martínez

Fecha:

13/10/22



Ingeniería Mecatrónica → Electromagnetismo → 311A

José Ángel Nieves Vázquez → Manuel Aurelio Torres Martínez

2.1 Energía Potencial Eléctrica

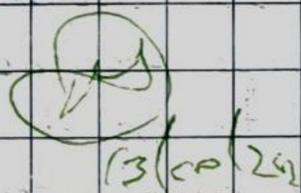
La energía potencial se puede definir como la capacidad para realizar trabajo que surge de la posición o configuración. En el caso eléctrico, una carga ejercerá una fuerza sobre cualquier otra carga y la energía potencial surge del conjunto de cargas. Por ejemplo si fijamos en cualquier punto del espacio una carga positiva Q , cualquier otra carga positiva que se traiga a su cercanía, experimentará una fuerza de repulsión y por lo tanto tendrá energía potencial. La energía potencial de una carga de prueba q en las inmediaciones de esta fuente de carga será:

$$U = \frac{kQq}{r}$$

donde k es la constante de Coulomb



En electricidad, normalmente es conveniente usar la energía potencial eléctrica por unidad de carga, llamada expresamente potencial eléctrico o voltaje



Ingeniería Mecatrónica → Electromagnetismo → 311#A
José Ángel Nieves Vazquez → Manuel Aurelio Torres Martínez

2.2 Potencial Electrostatico

El potencial eléctrico o potencial electrostático es la energía potencial electrostática por unidad de carga de prueba asociado al campo eléctrico.

El estudio de la interacción entre dos cargas puede abordarse de dos formas diferentes: fuerza electrostática o campo eléctrico.

En la primera forma, la fuerza mutua que experimentan las cargas viene dada por la ley de Coulomb y esta fuerza, al ser conservativa, tiene asociada a una energía potencial electrostática.

En la segunda forma, una de las cargas, llamada carga fuente, crea un campo eléctrico \vec{E} en todo el espacio. La otra carga denominada carga de prueba, experimenta una fuerza por el hecho de estar en una zona del espacio donde existe un campo eléctrico.

Del mismo modo que la fuerza electrostática tiene asociada una energía potencial, el campo eléctrico tiene asociado un potencial electrostático V tal que el campo eléctrico es el gradiente con signo de dicho potencial:

$$\vec{E} = -\nabla V$$

É inversamente a partir del campo eléctrico podemos obtener la diferencia de potencial entre dos puntos A y B.

$$V_B - V_A = -\int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

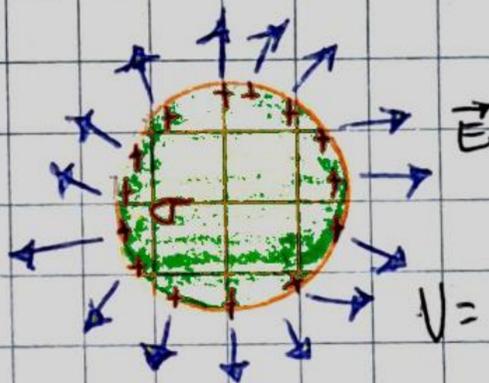
2.3 CAPACITANCIA

Consideremos un conductor inicialmente descargado como se muestra en la figura 5.1a, entonces en ausencia de carga potencial es nulo ($V=0$). Si ahora colocamos una carga q en el conductor ella se distribuirá en su superficie como se muestra en la figura 5.1b, y como tal el potencial fuera y dentro del conductor ya no es nulo, más aún este potencial será proporcional a la carga ($V \propto q$). Es decir:

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int_A \frac{\sigma(r)dA}{r^2}$$

20/10/20

Figura 5.1



$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int_A \frac{\sigma(r)dA}{r^2}$$

a) Conductor descargado, b) Conductor cargado, aquí la carga se distribuye en la superficie por tanto el campo en el interior es nulo, mientras que el potencial en el interior es constante mientras que en el exterior depende de distancia del conductor.

Lo capacitancia eléctrica (C) es una propiedad física de un conductor que expresa la habilidad de un conductor para adquirir carga sin un cambio sustancial en su potencial. Matemáticamente se expresa como el cociente entre la carga y el potencial. Esto es:

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

2.4 CAPACITORES EN SERIE, PARALELO Y MIXTO

Capacitor

Es un dispositivo eléctrico que consiste de dos conductores separados por un aislador o dieléctrico que permite almacenar carga eléctrica. Su unidad dimensional es Farad, también conocido como Faradio (F).

Faradio

En honor a Michael Faraday, a la unidad de capacidad eléctrica del SIU. Un faradio es la capacidad de un condensador entre cuyas armaduras existe una diferencia de potencial eléctrico de 1 voltio (1V) cuando está cargado de una cantidad de electricidad igual a un coulomb (1C).

Capacidad

Se utiliza la fórmula: $C = Q/V$ Donde

Q: Carga almacenada en una de las placas en coulombs

V: Voltaje entre las placas en voltios

C: Capacidad en faradios

20/10/22

Carga y descarga de un capacitor

Cuando un capacitor se conecta a una fuente de energía, esta permite que el capacitor empiece a acumular carga eléctrica en sus placas.

Circuitos de capacitores

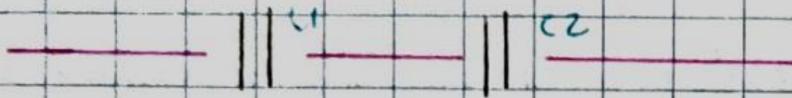
Los circuitos eléctricos por lo general contienen 2 o más capacitores conectados entre sí esta conexión puede ser:

- En serie
- En paralelo
- Mixto

Capacitor en Serie

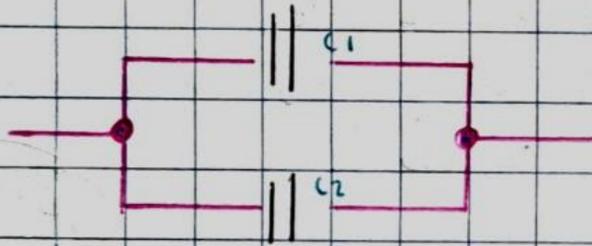
Un capacitor puede ser armado acoplado otros en serie y/o paralelo. El acoplamiento de capacitores en serie se realiza conectando una misma rama uno y otro capacitor, obteniendo una capacidad total entre el primer borne del primer capacitor y el último del último.

Capacitores conectados uno después del otro, están conectados en serie.



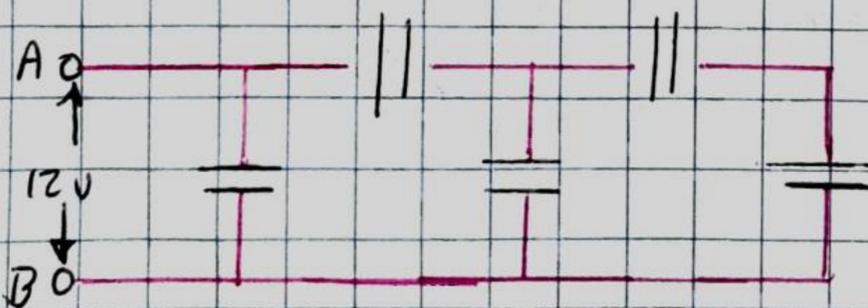
Capacitor en paralelo

El tipo de capacitor más común se compone de dos placas paralelas separadas por una distancia "d" que es pequeña comparada con las dimensiones lineales de las láminas. El acoplamiento en paralelo de los capacitores se realiza conectándolos " todos en el mismo dos bornes.



Capacitor mixto

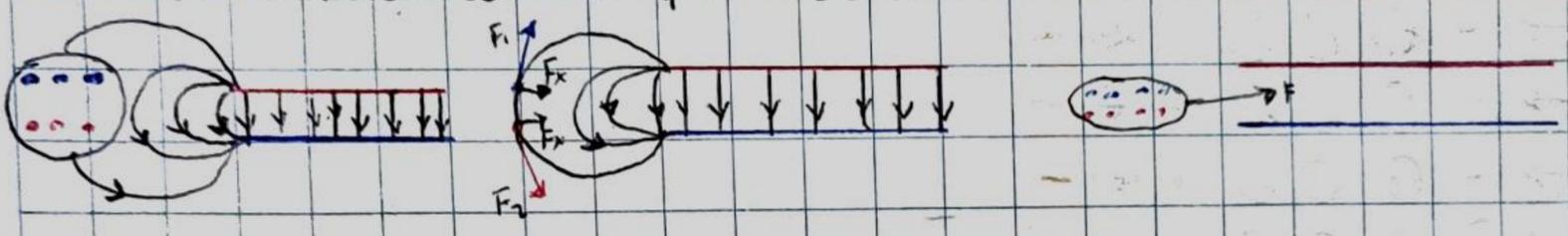
Un circuito mixto es una mezcla de componentes, en este caso condensadores, que se acomodan de tal forma que llegan a formar una combinación de condensadores agrupados de tal forma que la circulación de la corriente no se hace en un solo sentido a lo largo de toda su trayectoria.



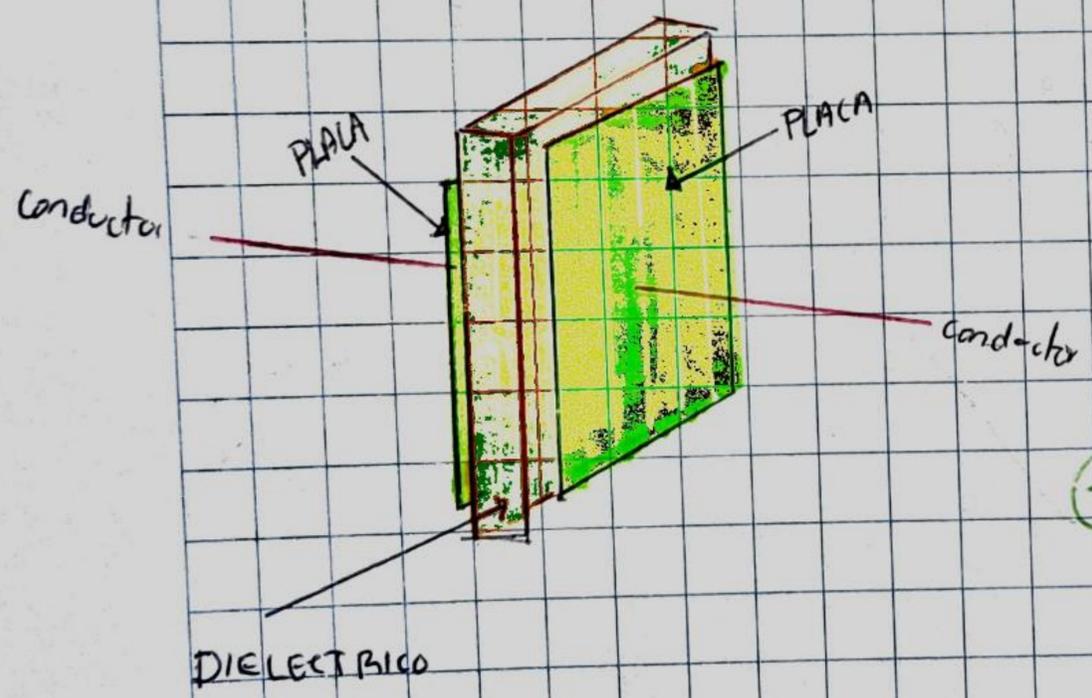
2.5 DIELECTRICOS EN CAMPOS ELECTRICOS

El termino "dielectrico" fue concebido por William Wherwell (del griego "dia" que significa "a trav es de") en respuesta a una peticion de Michael Faraday.

Dielectrico: El dielectrico es un material mal conductor de electricidad, puede ser utilizado como aislante electrico. Si es sometido a un campo electrico externo, puede establecerse en él un campo electrico interno, o diferencia de los aislantes con los que suelen confundirse.



Cuando un dielectrico est o sometido a la accion de un campo electrico, su estructura sufre ciertas deformaciones.



Los condensadores se componen de dos placas y el dielectrico

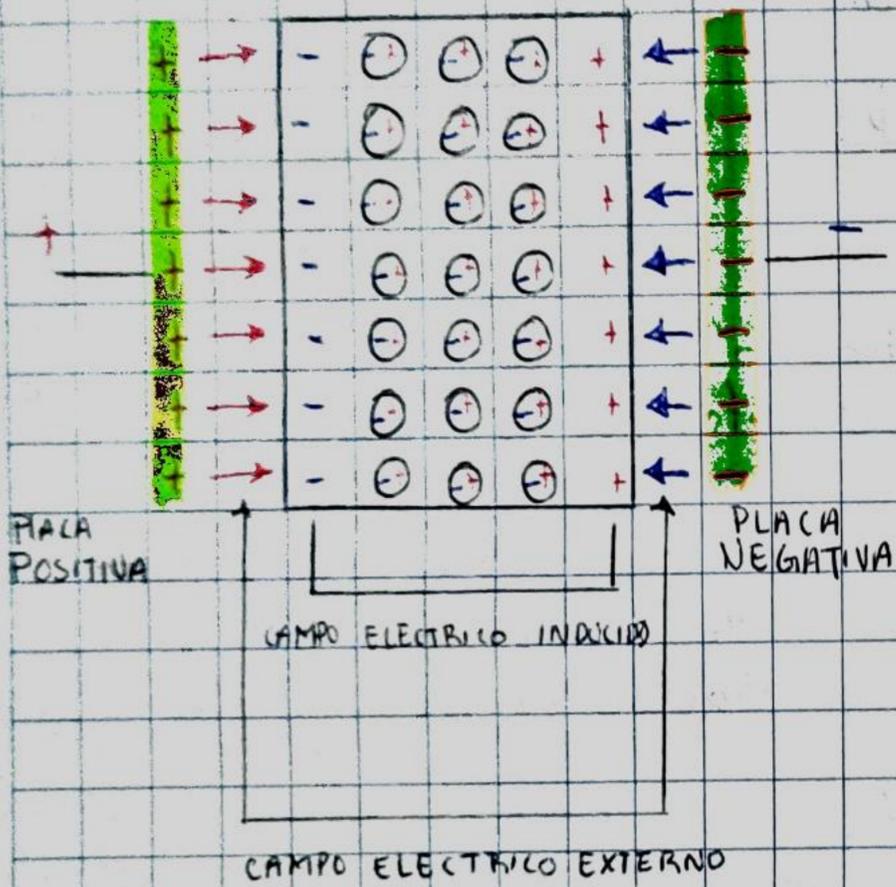
20/10/22

Clasificación

Los dieléctricos se clasifican en dos grupos principales:

- Dieléctricos polares
- Dieléctricos no polares

Diélectrico bajo los efectos de un campo eléctrico. Sus moléculas se han polarizado y se ha creado un campo eléctrico inducido opuesto al original.



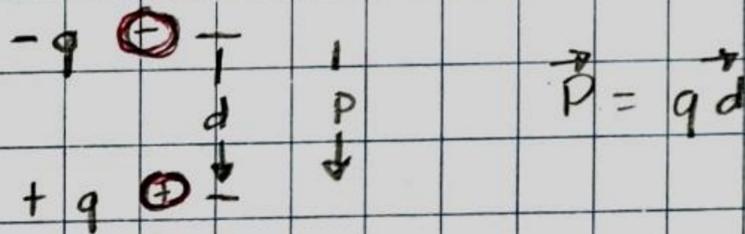
Si se sitúa un dieléctrico en un campo eléctrico, aparecen cargas superficiales inducidas sobre aquél, cuyo efecto es debilitar el campo original dentro del dieléctrico.

Aplicaciones

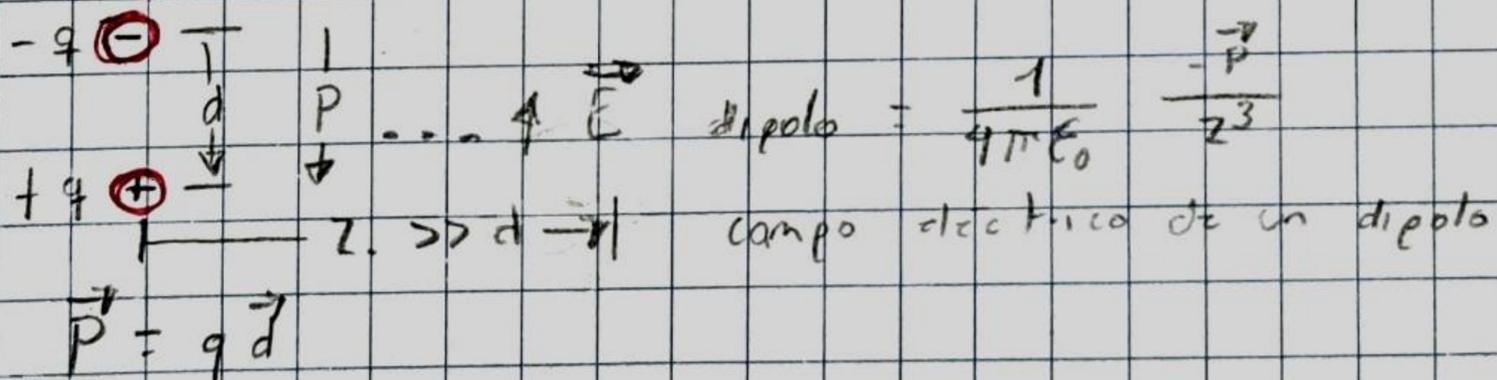
- Cable coaxial
- Fibra óptica
- Condensadores
- Aisladores
- Usos comunes: Hojas de papel, ventanas, bujías, etc.

2.6 MOMENTO DIPOLAR ELECTRICO

El momento dipolar eléctrico para un par de cargas puestas de magnitud q , se define como el producto de la carga por la distancia entre ellas y la dirección definida es hacia la carga positiva. Es un concepto útil para los átomos y moléculas donde los efectos de la separación de cargas se pueden medir, pero las distancias entre las cargas son demasiado pequeñas para ser realmente medible. También es un concepto útil en los dieléctricos y otras aplicaciones de materiales sólidos y líquidos.



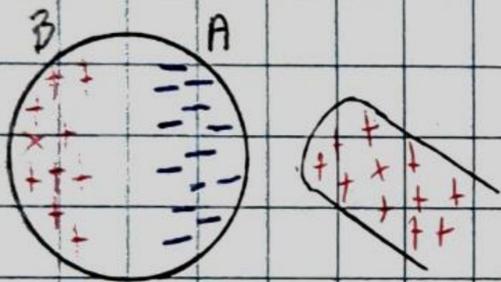
Las aplicaciones incluyen el campo eléctrico de un dipolo y energía de un dipolo cuando se coloca en un campo eléctrico.



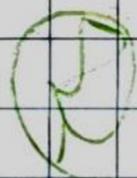
2.7 POLARIZACIÓN ELECTRICA

Se entiende por polarización a la modificación de la distribución de carga que ocurre en un material aislador por efecto de un campo eléctrico. En otras palabras, la presencia de un campo eléctrico suficientemente fuerte produce deformación en las moléculas de los materiales aislantes. Si bien esto es casi como una separación de cargas, no es posible en estos materiales extraer una carga al menos que el campo eléctrico sea extremadamente grande. En este caso se dice que el dieléctrico o la molécula están polarizadas.

Polarización



El cuerpo cargado positivamente induce un reordenamiento de los electrones en la esfera





Instituto Tecnológico Superior de San Andrés Tuxtla

Ingeniería Mecatrónica

Tercer Semestre

Grupo 311-A

Materia:

Electromagnetismo
José Angel Nieves Vázquez

Unidad 2:

Energía electrostática

Asunto:

Ejercicios

Alumno:

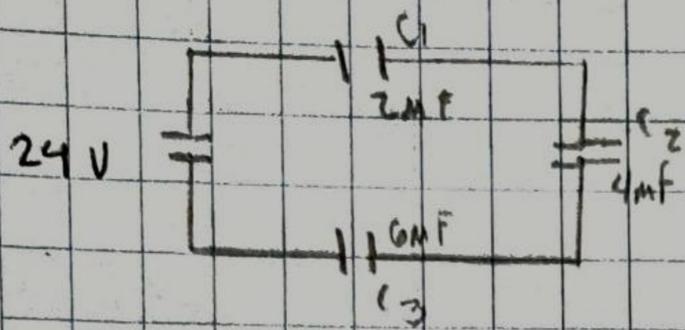
Manuel Aurelio Torres Martínez

Fecha:

20/10/22—03/11/22



CAPACITORES EN SERIE



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

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$\frac{Q_T}{C_T} = \frac{Q_1}{C_1} + \frac{Q_2}{C_2} + \frac{Q_3}{C_3}$$

$$\frac{Q_T}{C_T} = Q_T \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \right)$$

$$\frac{1}{C_T} = \frac{Q_T}{Q_T} \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \right)$$

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

$$= 0.5 + 0.25 + 1.67$$

$$\frac{1}{C_T} = 0.917$$

$$C_T = \frac{1}{0.917} = 1.097 \mu\text{F}$$

$$Q_T = V_T C_T = (24\text{V})(1.097 \mu\text{F}) = 26.2 \mu\text{C}$$

$$V_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{26.2 \mu\text{C}}{2 \mu\text{F}} = 13.1 \text{V}$$

$$V_2 = \frac{Q_2}{C_2} = \frac{26.2 \mu\text{C}}{4 \mu\text{F}} = 6.55 \text{V}$$

$$V_3 = \frac{Q_3}{C_3} = \frac{26.2 \mu\text{C}}{6 \mu\text{F}} = 4.37 \text{V}$$

Q_T

C_T

$Q_1 =$

$Q_2 =$

$Q_3 =$

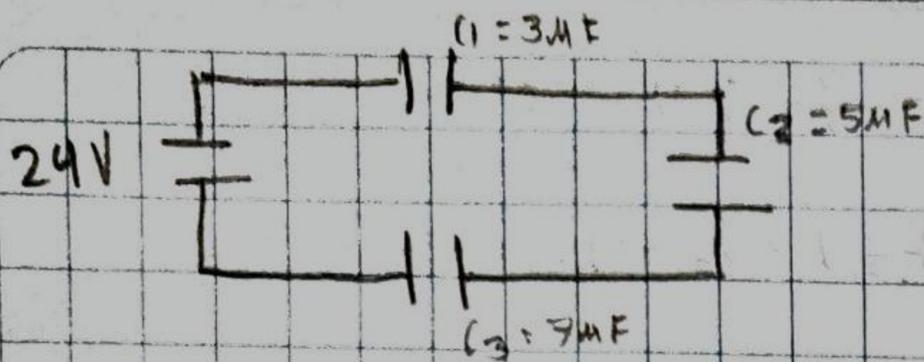
$V_1 =$

$V_2 =$

$V_3 =$

$Q_T =$

$20 \mu\text{C} / 22$



$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{3\mu F} + \frac{1}{5\mu F} + \frac{1}{7\mu F} = 0.333 + 0.2 + 0.143$$

$$\frac{1}{C_T} = 0.673$$

$$C_T = \frac{1}{0.673} = 1.486 \mu F$$

$$Q_T = V_T C_T = (24V)(1.486 \mu F) = 35.664 \mu C$$

$Q_T = 35.664 \mu C$
 $20 \mu C / 22$

$$V_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{35.664 \mu C}{3 \mu F} = 11.888 V$$

$$V_1 + V_2 + V_3 = 24.116$$

$$V_2 = \frac{Q_2}{C_2} = \frac{35.664 \mu C}{5 \mu F} = 7.133 V$$

$$V_3 = \frac{Q_3}{C_3} = \frac{35.664 \mu C}{7 \mu F} = 5.095 V$$

Ing. Mecatronica → Electromagnetismo → 311#A

José Angel Nieves Vazquez → Manuel Aurelio Torres Martínez

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

$$1F = \frac{\text{Coulomb}}{\text{Volts}}$$

$$V_T = V_1 = V_2 = V_3$$

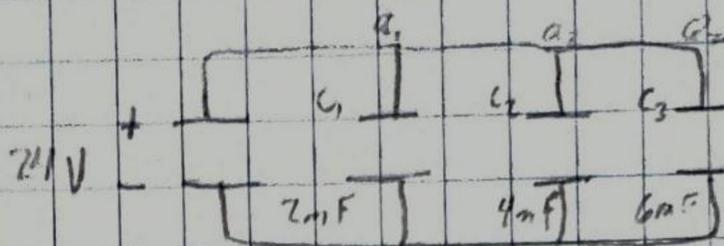
$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3$$

CAPACITORES
PARALELO

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

$$VC = Q$$



$$V_T C_T = Q_T$$

$$Q_1 = V_1 C_1$$

$$Q_2 = V_2 C_2$$

$$Q_3 = V_3 C_3$$

$$Q_T = V_1 C_1 + V_2 C_2 + V_3 C_3$$

Encuentra la capacitancia total, la carga total y la carga en cada capacitor

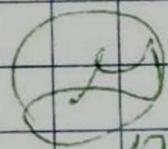
$$Q_T = 288 \text{ F}$$

$$C_T = C_1 + C_2 + C_3 = (2 + 4 + 6) \text{ mF} = 12 \text{ mF}$$

$$Q_1 = (24 \text{ V})(2 \text{ mF}) = 48 \text{ F}$$

$$Q_2 = (24 \text{ V})(4 \text{ mF}) = 96 \text{ F}$$

$$Q_3 = (24 \text{ V})(6 \text{ mF}) = 144 \text{ F}$$

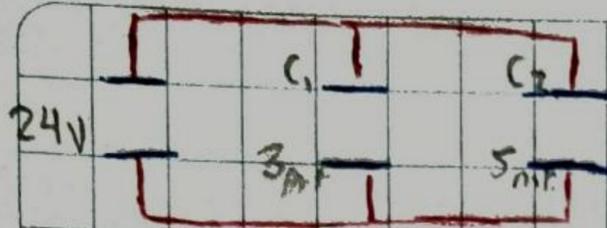


17/10/22

Ing. Meccatronico → Electromagnetismo → 311#A

Jose Angel Nieves Varquez → Manuel Aurelio Torres Martiniz

Paralelo . T



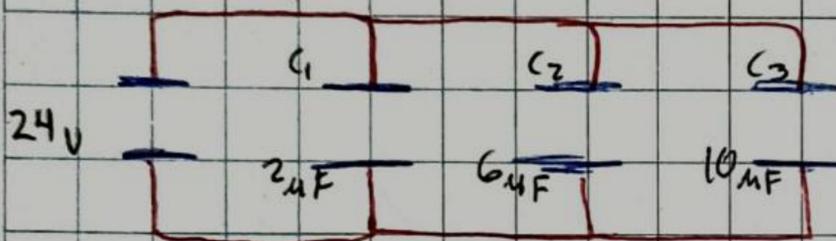
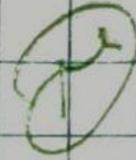
Encontrar la capacitancia total, carga total y en cada capacitor

$$Q_1 = (24V) (3\mu F) = 72 F$$

$$Q_2 = (24V) (5\mu F) = 120 F$$

$$Q_T = 192 F$$

$$C_T = 8\mu F$$



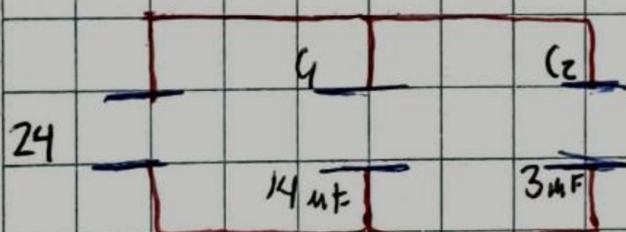
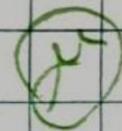
$$Q_1 = (24V) (2\mu F) = 48 F$$

$$Q_2 = (24V) (6\mu F) = 144 F$$

$$Q_3 = (24V) (10\mu F) = 240 F$$

$$Q_T = 432 F$$

$$C_T = 18\mu F$$

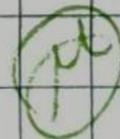


$$Q_1 = (24V) (14\mu F) = 336 F$$

$$Q_2 = (24V) (3\mu F) = 72 F$$

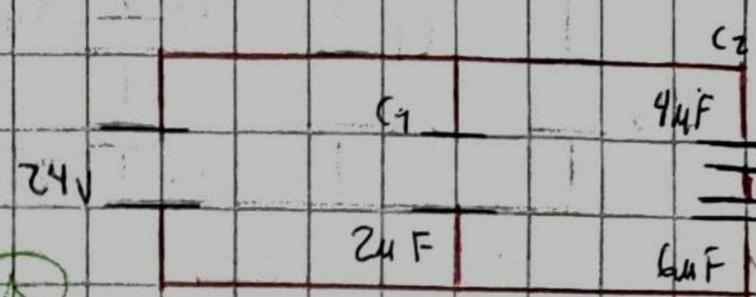
$$Q_T = 408 F$$

$$C_T = 17\mu F$$



Jose Angel Nieves Vazquez → Manuel Aurelio Torres Martinez

$$C = \frac{Q}{V}; V = \frac{Q}{C}; Q_T = V_T C_T$$



C.S.
 $V_T = V_1 + V_2 + \dots$

C.P.
 $V_T = V_1 = V_2 = V_3$
 $Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3$

$Q_T = Q_1 = Q_2 = Q_3$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$



$$Q_1 = C_1 V_1$$

$$Q_1 = (24V)(2\mu F)$$

$$Q_1 = 48 \mu C$$

$$Q_{eq} = V_{eq} \cdot C_{eq}$$

$$= (24V)(2.4 \mu F)$$

$$= 57.6 \mu C$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{C_2 + C_3}{C_2 C_3}$$

$$C_{eq} = \frac{C_2 C_3}{C_2 + C_3} = \frac{(4\mu F)(6\mu F)}{4\mu F + 6\mu F} = 2.4 \mu F$$

$$V_2 = Q_2 / C_2 = 57.6 \mu C / 4\mu F$$

$$V_2 = 14.4 V$$

$$C_T = C_1 + C_{eq} = 2\mu F + 2.4\mu F = 4.4\mu F$$

$$V_3 = Q_3 / C_3 = 57.6 \mu C / 6\mu F$$

$$V_3 = 9.6 V$$

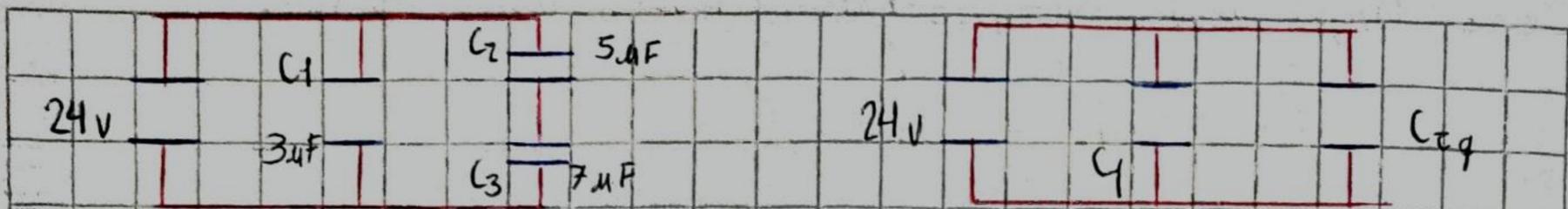
$$Q_T = V_T C_T = (24V)(4.4\mu F)$$

$$= 105.6 \mu C$$

$$Q_T = Q_1 + Q_{eq}$$

$$V_1 = Q_1 / C_1$$

- $Q_T = 105.6 \mu C$
- $C_T = 4.4 \mu F$
- $Q_1 = 48 \mu C$
- $Q_2 = 57.6 \mu C$
- $Q_3 = 57.6 \mu C$
- $V_1 = 24 V$
- $V_2 = 14.4 V$
- $V_3 = 9.6 V$



$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{C_3 + C_2}{C_2 C_3}$$

$$C_{eq} = \frac{C_2 C_3}{C_3 + C_2} = \frac{(5\mu F)(7\mu F)}{7\mu F + 5\mu F} = \frac{3\mu F}{12\mu F} = 0.25\mu F$$

$$C_T = C_1 + C_{eq} = 3\mu F + 0.25\mu F$$

$$C_T = 3.25\mu F$$

$$Q_T = VT (C_T = (24V)(3.25\mu F)$$

$$= 78\mu C$$

$$Q_T = Q_1 + Q_{2q}$$

$$V_1 = Q_1 / C_1$$

$$V_2 = Q_2 / C_2 = 6\mu C / 5\mu F$$

$$= 1.2V$$

$$Q_1 = V_1 C_1$$

$$Q_1 = (24V)(3\mu F)$$

$$= 72\mu C$$

$$V_2 = Q_3 / C_3 = 6\mu C / 7\mu F$$

$$= 0.85V$$

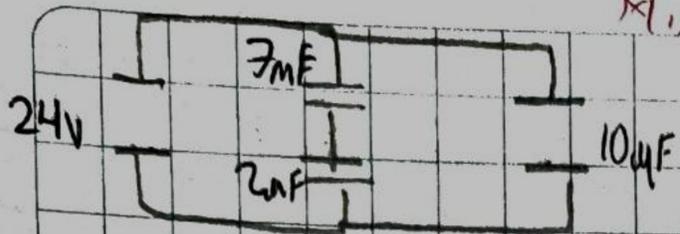
$$Q_{2q} = V_{2q} \cdot C_{2q}$$

$$= (24V)(0.25\mu F)$$

$$= 6\mu C$$

Ing. Mecatrónica → Electromagnetismo → 311#A

José Ángel Nieves Vázquez → Manuel Aurelio Torres Mtz
Mixtos.T



$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{C_1 + C_2}{C_2 C_1} = \frac{(7mF) + (2mF)}{7mF + 2mF}$$

$$C_{eq} = \frac{14}{9} mF = 1.5 mF$$

$$C_T = C_3 + C_{eq}$$

$$C_T = 11.5 mF$$

$$Q = V_1 C_1$$

$$Q_{eq} = (24V)(1.5mF) = 36 mC$$

$$Q_3 = (24V)(10mF)$$

$$Q_3 = 240 mC$$

$$V_1 = \frac{Q}{C_1} = \frac{36 mC}{7mF} = 5.14V$$

$$V_2 = \frac{Q}{C_2} = \frac{36 mC}{2mF} = 18V$$

$$V_3 = \frac{Q_3}{C_3} = \frac{240 mC}{10mF} = 24V$$

$$Q_T = V_T C_T = (24V)(11.5mF)$$

$$Q_T = 277.3 mC$$

$$Q_T = 277.3 mC$$

$$C_T = 11.5 mF$$

$$Q_1 = 36 mC$$

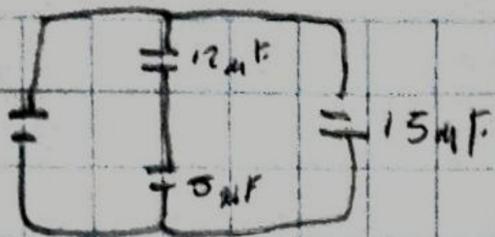
$$Q_1 = 36 mC$$

$$Q_3 = 240 mC$$

$$V_1 = 5.14V$$

$$V_2 = 18V$$

$$V_3 = 24V$$



$$C_{eq} = \frac{(12mF)(5mF)}{12mF + 5mF} = 3.52mF$$

$$C_T = C_1 + C_{eq} = 15mF + 3.52mF$$

$$C_T = 18.52mF$$

$$Q_T = (12V)(18.52mF)$$

$$Q_T = 222.24mC$$

$$Q_3 = (12V)(15mF) = 180mC$$

$$Q_T = 222.24mC$$

$$Q_{eq} = (12V)(3.52mF) = 42.24mC$$

$$C_T = 18.52mF$$

$$V_1 = \frac{Q}{C_1} = 3.52V$$

$$Q_1 = 42.24mC$$

$$V_2 = \frac{Q}{C_2} = 8.44V$$

$$Q_2 = 42.24mC$$

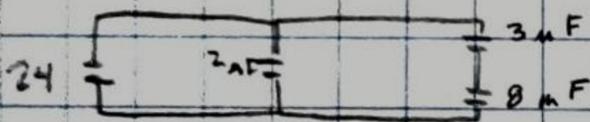
$$V_3 = \frac{Q}{C_3} = 12V$$

$$Q_3 = 180mC$$

$$V_1 = 3.52V$$

$$V_2 = 8.44V$$

$$V_3 = 12V$$



$$C_{eq} = \frac{C_2 C_3}{C_2 + C_3} = 2.18mF$$

$$C_T = C_1 + C_{eq} = 4.18mF$$

$$Q_T = V_T C_T = (24)(4.18mF) = 100.32mC$$

$$Q_1 = 48mC$$

$$Q_2 = 52.32mC$$

$$Q_3 = 52.32mC$$

$$V_1 = 24V$$

$$V_2 = 17.49V$$

$$V_3 = 6.34V$$

$$I = Q/t = C/s = A \quad A = \frac{C}{s}$$

Un cabello circula una corriente de 3A si se conecta por 5min. Cuanta carga circula.

$$3A = \frac{Q}{t}$$

$$Q = (3A)(300s)$$

$$Q = 900C$$

$$\text{3/11/22}$$

$$3A = \frac{Q}{5\text{min}} = \frac{Q}{300s}$$

b) Cuantos electrones pasan a través del cabello

$$1e = 1.6 \times 10^{-19} C$$

$$\frac{900C}{1.6 \times 10^{-19} C} = 5.625 \times 10^{21} C$$

$$\text{3/11/22}$$



Instituto Tecnológico Superior de San Andrés Tuxtla

Ingeniería Mecatrónica

Tercer Semestre

Grupo 311-A

Materia:

Electromagnetismo
José Angel Nieves Vázquez

Unidad 3:

Corriente eléctrica

Asunto:

Investigaciones

Alumno:

Manuel Aurelio Torres Martínez

Fecha:

7/11/22-----10/11/22



Ing. Mecatrónica → Electromagnetismo → 311#A

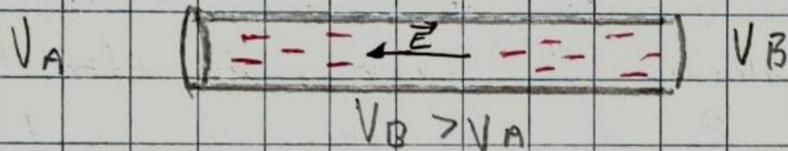
José Angel Nieves Varquez → Manuel Aurelio Torres Martínez

3.1 DEFINICION DE CORRIENTE E.

De forma general, la corriente eléctrica es el flujo neto de carga eléctrica que circula de forma ordenada por un medio material conductor. Dicho material puede ser sólido, líquido o gaseoso y las cargas son transportadas por el movimiento de electrones o iones:

- En los sólidos se mueven los electrones.
- En líquidos los iones.
- En gases, ambos.

La corriente eléctrica es el flujo de electrones entre dos puntos de un conductor que se encuentran a distinto potencial eléctrico.



Diferencia de potencial: Cuando los extremos de un conductor al potencial eléctrico es distinto, o lo que es la misma, exista una diferencia de potencial o tensión, los electrones se desplazarán de las zonas de menor potencial a las de mayor potencial.

Tipos de corriente eléctrica

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.

(A)

7/11/22

3.2 VECTOR DENSIDAD DE CORRIENTE

Considerando la situación de la figura 3.2, que ilustra un conductor con área de sección transversal A y un campo eléctrico \vec{E} dirigido de izquierda a derecha.

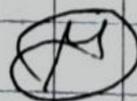
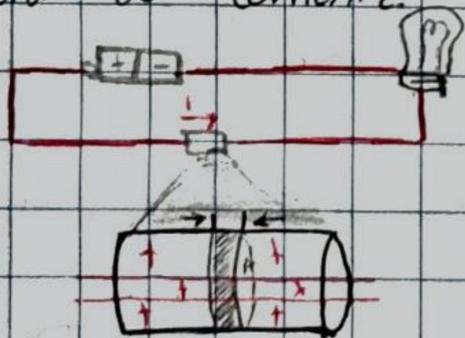
Suponga que hay n partículas con carga en movimiento por unidad de volumen.

llamaremos n a la concentración de partículas, cuya unidad correspondiente del SI es m^{-3} . Suponga que todas las partículas se mueven con la misma velocidad de deriva con magnitud v_d . En un intervalo de tiempo dt , cada partícula se mueve una distancia $v_d dt$. Las partículas que fluyen hacia afuera del extremo derecho del cilindro sombreado cuya longitud es $v_d dt$ durante dt son partículas que estuvieron dentro del cilindro al comienzo del intervalo dt . El volumen del cilindro es $A v_d dt$ y el número de partículas dentro es $n A v_d dt$.

$$dQ = q(n A v_d dt) = n q v_d A dt$$

$$I = \frac{dQ}{dt} = n |q| v_d A$$

A esta corriente por unidad de área de la sección transversal se denomina densidad de corriente.



$$J = \frac{I}{A} = n |q| v_d \quad (A/m^2)$$

Ingeniería Mecatrónica → Electromagnetismo → 311#A
José Angel Nicuesa Vazquez → Manuel Arcadio Torres Martínez

3.3 ECUACION DE CONTINUIDAD

El principio de conservación local de la carga exige que si cierta carga desaparece de un lugar, esta misma carga debe viajar y aparecer posteriormente en otro lugar. Dado que la carga viajando constituye una corriente eléctrica, este principio puede expresarse en términos de corriente eléctrica como:

"La intensidad de corriente que atraviesa la superficie cerrada de un recinto es igual a, menos la variación temporal de la carga móvil en su interior."

Este principio se entiende como ecuación de continuidad para la carga y puede expresarse como:

$$\oint_S \mathbf{J} \cdot d\mathbf{s} = - \frac{dQ}{dt} = - \frac{d}{dt} \int_V \rho dv$$

Para un volumen fijo $\frac{d}{dt} \int_V \rho(\mathbf{r}, t) dv = \int_V \frac{\partial \rho}{\partial t} dv$

Y aplicando el teorema de Gauss $\oint_{\partial V} \mathbf{J} \cdot d\mathbf{s} = \int_V (\nabla \cdot \mathbf{J}) dv$

Por lo que la ecuación de la carga se escribe: $\int_V (\nabla \cdot \mathbf{J} + \frac{\partial \rho}{\partial t}) dv = 0$

Como cualquiera que sea el volumen al que se extiende esta integral, se conserva el mismo resultado, el integrando debe ser idénticamente nulo, resultando la llamada ecuación de continuidad de la carga:

$$\nabla \cdot \mathbf{J} + \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0 \quad \text{ó} \quad \nabla \cdot \mathbf{J} = - \frac{\partial \rho}{\partial t}$$



3.4 Ley de Ohm.

Una densidad de corriente J y un campo eléctrico E se establecen en un conductor cuando se mantiene una diferencia de potencial a través del conductor. Si esta diferencia de potencial es constante, la corriente también lo es. En algunos materiales la densidad de corriente es proporcional al campo eléctrico: $J = \sigma E$

Donde la constante de proporcionalidad σ recibe el nombre de conductividad del conductor. Los materiales que obedecen a esta ecuación se dice que cumplen la ley de Ohm, llamada así en honor de George Simon Ohm (1787-1854). La ley de Ohm establece que:

"Para muchos materiales, la proporción entre la densidad de corriente y el campo eléctrico es una constante σ que es independiente del campo eléctrico que produce la corriente."

Una forma de la ley de Ohm útil en aplicaciones prácticas puede obtenerse considerando un segmento de alambre recto de área de sección transversal A y longitud L , como se muestra en la figura.

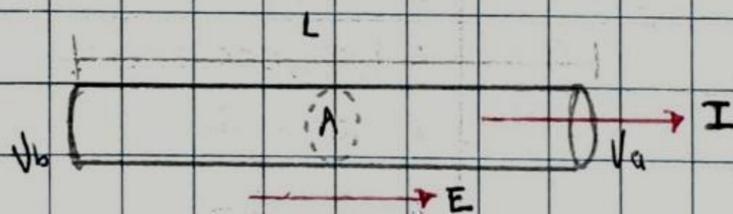


Fig. Un conductor uniforme de longitud L y área de sección transversal A .

$$\Delta V = EL$$

Por lo tanto, la magnitud de la densidad de la corriente en el alambre se puede expresar como: $J = \sigma E = \sigma \frac{\Delta V}{L}$

Puesto que $J = I/A$, la diferencia de potencial puede escribirse como:

$$\Delta V = \frac{L}{\sigma} J = \left(\frac{L}{\sigma A} \right) I$$

A la cantidad entre el paréntesis se le denomina resistencia R del conductor. Y esto mismo puede definirse como la razón de cambio entre lo ΔV o través del conductor y la corriente a través del mismo.

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

"Esta expresión muestra que si una diferencia de potencial de 1 V o través de un conductor produce una corriente de 1 A, la resistencia del conductor es 1 Ω ."

CODIGO DE COLORES PARA RESISTENCIAS DE 4 BANDAS				
Color	Banda 1	Banda 2	Multiplicador	Tolerancia
Negro	0	0	$\times 1 \Omega$	
Marrón	1	1	$\times 10 \Omega$	+/- 1%
Rojo	2	2	$\times 100 \Omega$	+/- 2%
Naranja	3	3	$\times 1000 \Omega$	
Amarillo	4	4	$\times 10,000 \Omega$	
Verde	5	5	$\times 100,000 \Omega$	
Azul	6	6	$\times 1,000,000 \Omega$	
Violeta	7	7	$\times 10,000,000 \Omega$	
Gris	8	8	$\times 100,000,000 \Omega$	
Blanco	9	9	$\times 1,000,000,000 \Omega$	
Dorado			$\times 0,1 \Omega$	+/- 5%
Plateado			$\times 0,01 \Omega$	+/- 10%
			Sin banda	+/- 20%

3.5 Resistencias en serie y paralelo

Hay dos configuraciones de circuitos con resistores que pueden simplificarse muy facilmente.

3.5.1 Resistencias en serie

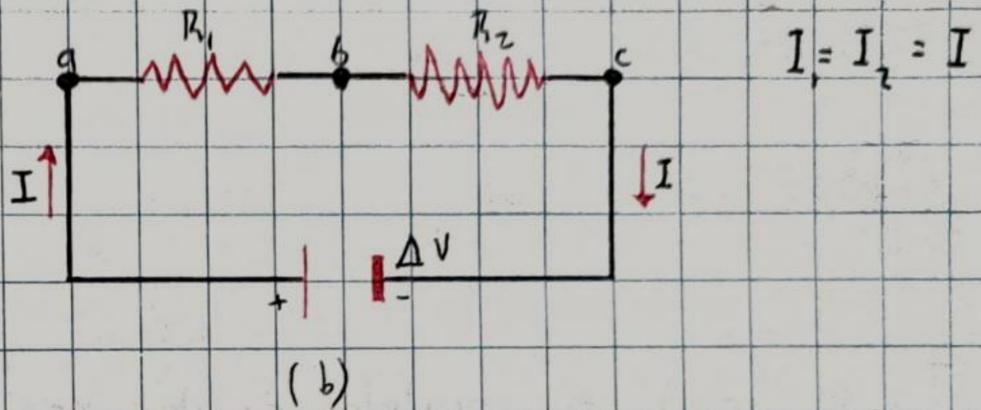
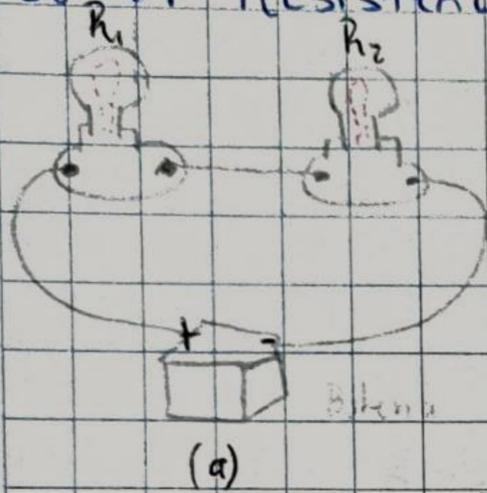
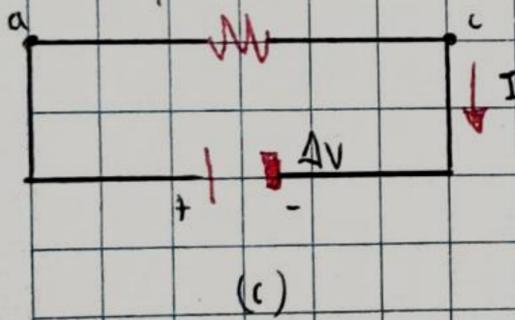


Fig. a) Una conexión en serie de dos resistores R_1 y R_2 .

b) Diagrama de circuito para el circuito de dos resistores

$$R_{eq} = R_1 + R_2$$

c) Resistencia equivalente $R_{eq} = R_1 + R_2$



$$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2 = IR_1 + IR_2 = I(R_1 + R_2)$$

$$R_{eq} = R_1 + R_2$$

$$I = I_1 = I_2$$

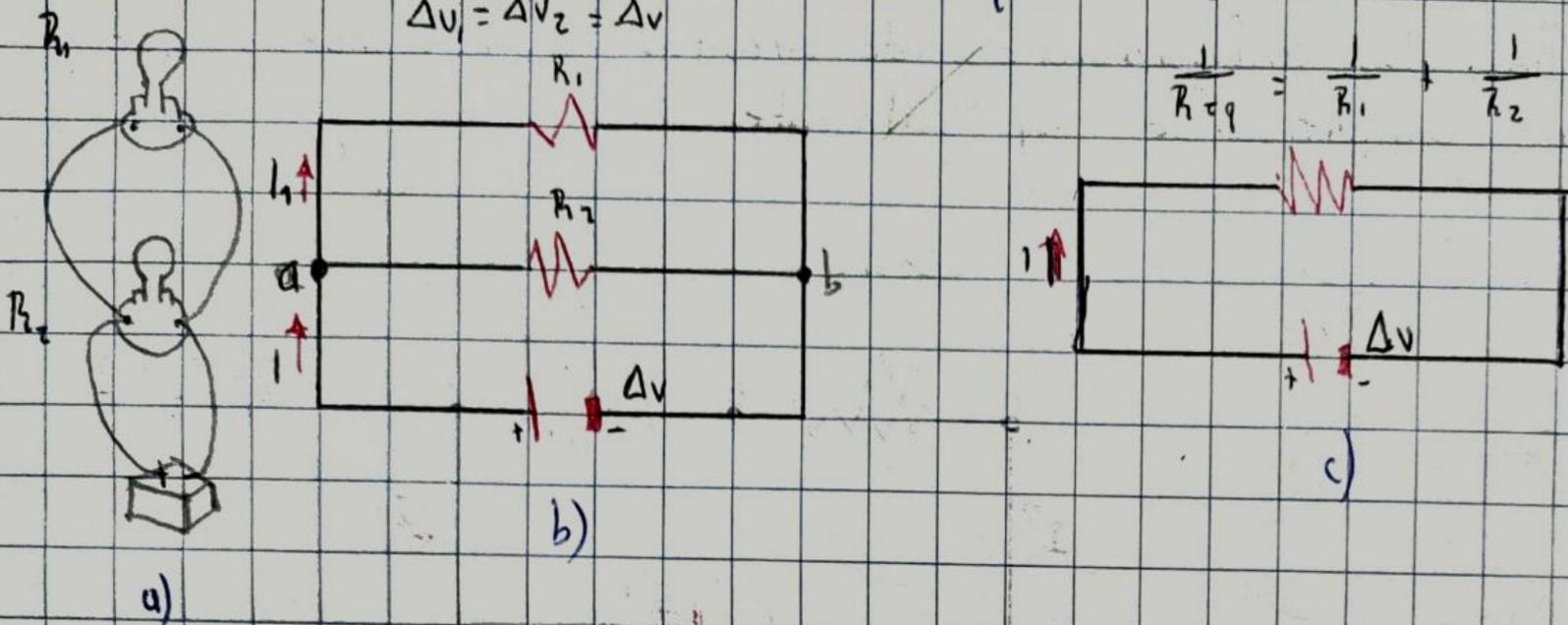
La resistencia equivalente de 3 o más resistores conectados en serie es: $R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$

Esta relación indica que la resistencia equivalente de una conexión de resistores en serie es siempre mayor que cualquier resistencia individual.

3.5.2 Resistencias en paralelo

$$\Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$



- Fig. a) Conexión en paralelo de dos resistores R_1 y R_2
 b) Diagrama para circuito de dos resistores en paralelo
 c) Resistencia equivalente de los dos resistores en paralelo $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

$$I = I_1 + I_2 = \frac{\Delta V}{R_1} + \frac{\Delta V}{R_2} = \Delta V \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = \frac{\Delta V}{R_{eq}}$$

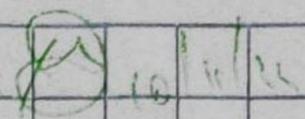
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$R_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

De esta expresión puede verse en la resistencia equivalente de dos o más resistores conectados en paralelo siempre es menor que la resistencia más pequeña en el grupo.

3.6 LEY DE JOULE



Anteriormente, se vio que, los electrones conductores en un conductor bajo la influencia de un campo eléctrico tienen un movimiento de deriva. A nivel microscópica, estos electrones chocan con los átomos en sus posiciones en la red. Por lo tanto, se transmite energía del campo eléctrico a los átomos por medio de la vibración térmica. Ahora el trabajo realizado por el campo eléctrico E para mover una carga q una distancia dl es $qE \cdot dl$, esto corresponde a una potencia

$$P = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta w}{\Delta t} = qE \cdot v_d$$

La potencia total suministrada a todos los portadores de carga en un volumen dv es

$$dP = \sum_i P_i = E \cdot \left(\sum_i n_i q_i v_{di} \right) dv$$

$$dP = E \cdot J \, dv \quad \frac{dP}{dv} = E \cdot J \quad (\text{W/m}^3)$$

La función puntual $E \cdot J$ es la densidad de potencia en condiciones de corriente estacionaria. Para un volumen V , la potencia eléctrica total convertida en calor es:

$$P = \int_V E \cdot J \, dv \quad (\text{W})$$

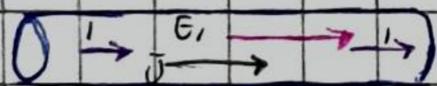
Esto se conoce como ley de Joule. Esto es un conductor de sección transversal constante, $dv = ds \, dl$, con dl medido en la dirección de J . La ecuación anterior queda de la siguiente manera:

$$P = \int_L E \, dl \int_S J \, ds = VI \quad \boxed{P = I^2 R} \quad (\text{W})$$

3.7 FUERZA ELECTROMOTRIZ (fem)

Todo circuito completo con corriente constante debe incluir algún dispositivo que provoque una fem. Tal dispositivo recibe el nombre de fuente de fem. Algunos ejemplos de fuentes de fem son las baterías, los generadores eléctricos, las celdas solares, los termopares y las celdas de combustible. Todos estos dispositivos convierten energía de alguna forma (mecánica, química, térmica, etc) en energía potencial eléctrica y la transfieren al circuito al que está conectado el dispositivo. Una fuente ideal de fem mantiene una diferencia de potencial constante entre sus terminales, independiente de la corriente que pasa a través de ella. La fuerza electromotriz se define cuantitativamente como la magnitud de esta diferencia de potencial.

a) Un campo eléctrico \vec{E}_1 producido dentro de un conductor aislante genera una corriente.

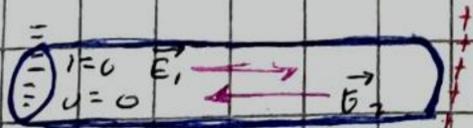


b) La corriente hace que los extremos se acumule carga.



la carga acumulada produce un campo opuesto \vec{E}_2 lo que reduce la corriente.

c) Al cabo de un lapso muy corto \vec{E}_2 tiene la misma magnitud que \vec{E}_1 ; entonces, el campo total es $\vec{E}_{Total} = 0$ y la corriente cesa por completo.



3.8 LEYES DE KIRCHHOFF

Muchas redes de resistores practicas no se pueden reducir a combinaciones sencillas en serie y paralelo. La figura 3.8a ilustra una fuente de potencia de cd con fem E_1 que carga una batería con fem E_2 y que alimenta corriente a una bombilla con resistencia R_1 . Estos métodos desarrollados por el físico alemán Gustav Robert Kirchhoff se describen como:

En primer lugar, hay dos términos que usaremos con frecuencia. Una unión en un circuito es el punto en que se unen 3 o más conductores. Las uniones también reciben el nombre de nodos o puntos de derivación. Una espira es cualquier trayectoria cerrada de conducción.

Regla de Kirchhoff en los nodos: la suma algebraica de las corrientes en cualquier unión es igual a cero. Es decir $\sum I = 0$

Regla de Kirchhoff en las mallas: la suma algebraica de las diferencias de potencial en cualquier lazo, incluso las asociadas con los fem y las de elementos con resistencias, debe ser igual a cero: $\sum V = 0$

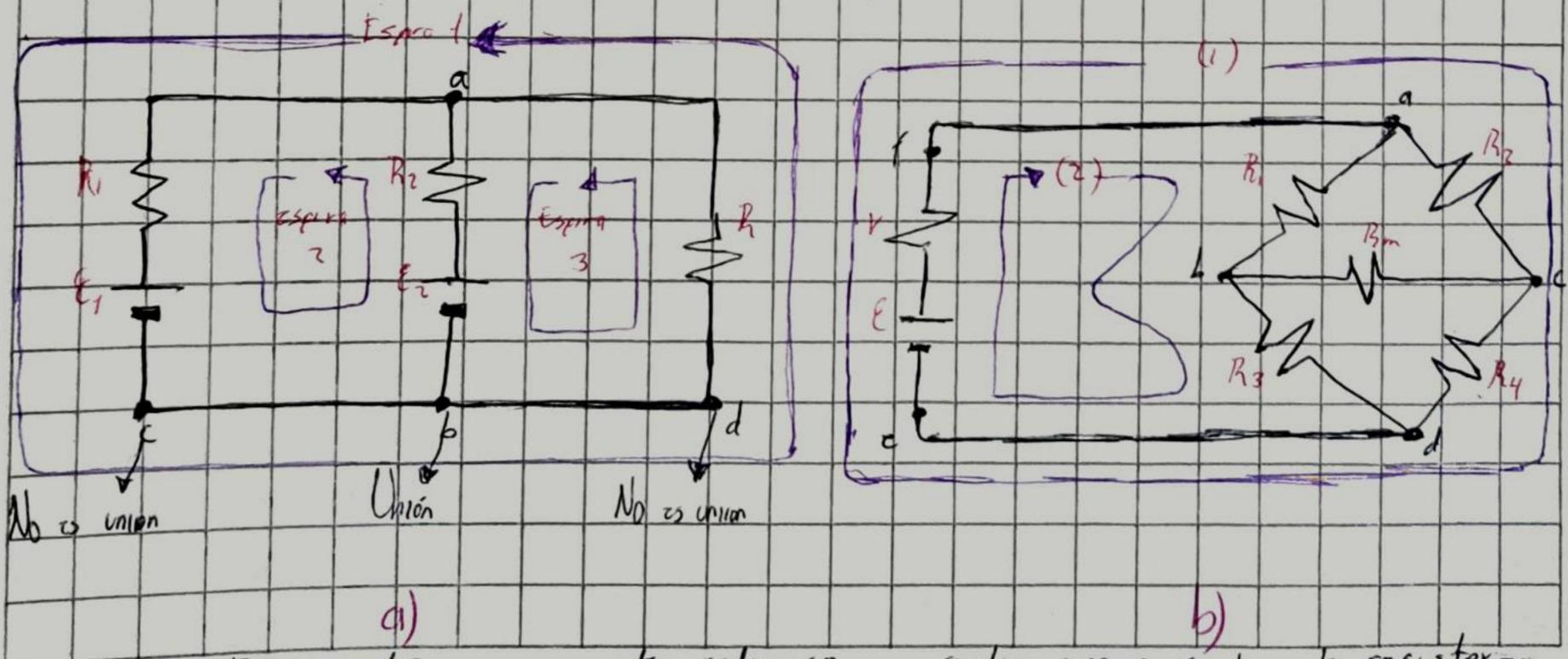


Fig. 3.9. Dos redes que no pueden reducirse a combinaciones simples de resistores.

Scribe

3.9 RESISTIVIDAD Y EFECTOS DE TEMPERATURA

En un intervalo limitado de temperatura, la resistividad de un conductor varía de manera lineal con la temperatura, de acuerdo con la expresión:

$$\rho = \rho_0 [1 + \alpha (T - T_0)]$$

donde ρ es la resistividad a cierta temperatura T , ρ_0 es la resistividad a determinada temperatura de referencia T_0 y α es el coeficiente de temperatura de resistividad, α se puede expresar como:

$$\alpha = \frac{1}{\rho_0} \frac{\Delta \rho}{\Delta T} \quad (^\circ\text{C})^{-1}$$

donde $\Delta \rho = \rho - \rho_0$ es el cambio de resistividad en el intervalo de temperatura $\Delta T = T - T_0$.

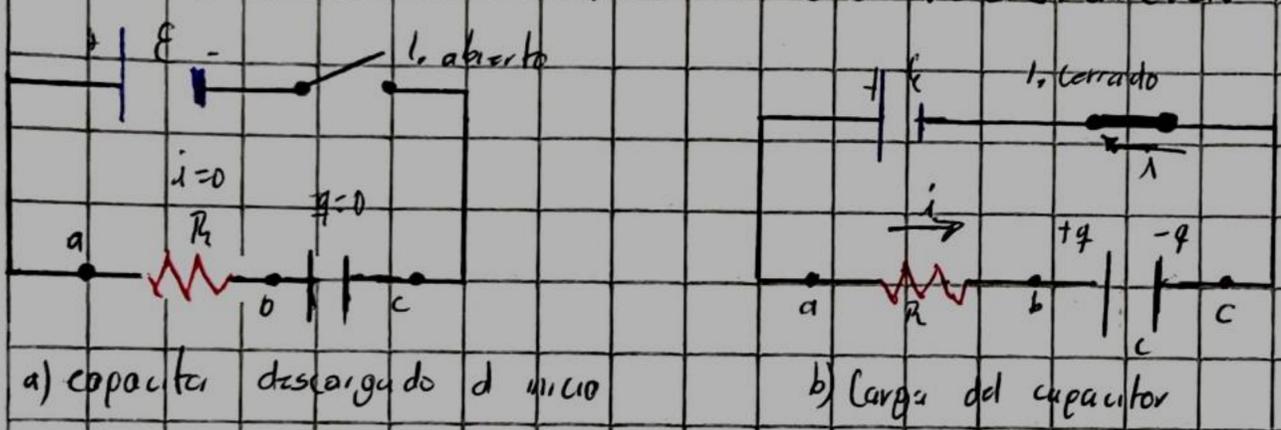
Puesto que la resistencia es proporcional a la resistividad, la variación de la resistencia puede escribirse como:

$$R = R_0 [1 + \alpha (T - T_0)]$$

donde R_0 es la resistencia a la temperatura T_0 . El uso de esta propiedad permite mediciones de temperatura precisas a través del monitoreo de la resistencia de una sonda de un material en particular.

3.10 CIRCUITO R-C EN SERIE

Se denomina circuito RC aquel en el que intervienen una resistencia y una capacidad. En tal circuito, la corriente no es estacionaria, sino que varía con el tiempo. Ejemplos prácticos de circuitos RC son los de un depósito de flash en una cámara fotográfica. Mediante las reglas de Kirchoff, podemos obtener unas ecuaciones que relacionan la carga Q y la intensidad de corriente I en función del tiempo, tanto en el proceso de carga y descargo de un condensador a través de una resistencia.



Cuando el interruptor se cierra, a medida que transcurre el tiempo, la carga en el capacitor se incrementa y la corriente disminuye.

Fig. Carga de un capacitor. a) Antes de que el circuito se cierre, la carga q es igual a cero. b) Cuando el interruptor se cierra (en $t=0$), la corriente pasa de cero a E/R . A medida que transcurre el tiempo, q se acerca a Q_0 y la corriente i se acerca a cero.



Instituto Tecnológico Superior de San Andrés Tuxtla

Ingeniería Mecatrónica

Tercer Semestre

Grupo 311-A

Materia:

Electromagnetismo
José Angel Nieves Vázquez

Unidad 3:

Corriente eléctrica

Asunto:

Ejercicios

Alumno:

Manuel Aurelio Torres Martínez

Fecha:

---10/11/22



Ing. Mecatronica → Electromagnetismo → U3 → 311#A

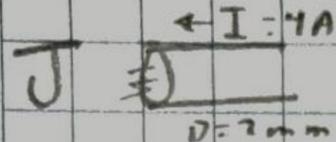
José Ángel Nieves Vazquez → Manuel Aurelio Torres Martínez
D.C

$$I = Q/t$$

$$J = I/A = \frac{A}{m^2}$$

- Determinar la densidad de corriente de un conductor cuyo diametro es de 2 mm

$$J = \frac{I}{A} = \frac{4A}{\pi R^2} = \frac{4A}{(3.14)(0.001m)^2} = 1.27 \times 10^6 A/m^2$$

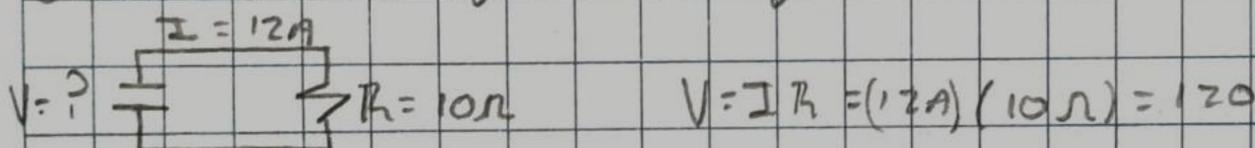


Ⓟ

- Determinar la densidad de corriente de un conductor cuyo diametro es de 4mm

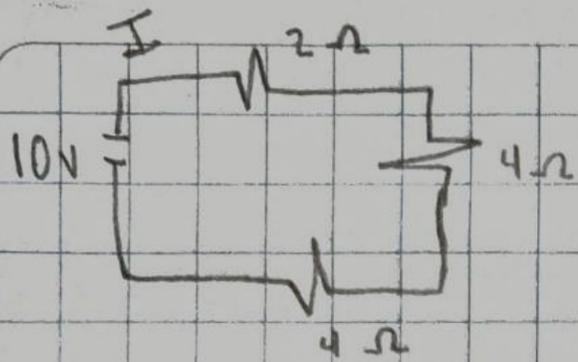
$$J = \frac{I}{A} = \frac{2A}{\pi r^2} = \frac{2A}{(3.14)(0.002)^2} = 159,235.669$$

- Encontrar el voltaje en el siguiente circuito



$$V = IR = (12A)(10\Omega) = 120$$

Ⓟ



$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 = 10 \Omega$$

$$V_T = V_{R_1} + V_{R_2} + V_{R_3}$$

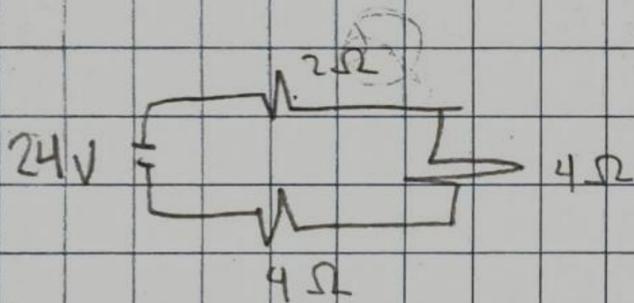
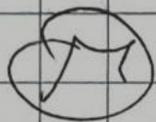
$$I = V/R_T = 10V/10\Omega = 1A$$

$$V_{R_1} = R_1 I = (2)(1) = 2V$$

$$V_{R_2} = R_2 I = (4)(1) = 4V$$

$$V_{R_3} = R_3 I = (4)(1) = 4V$$

10V



$$R_T = 10 \Omega$$

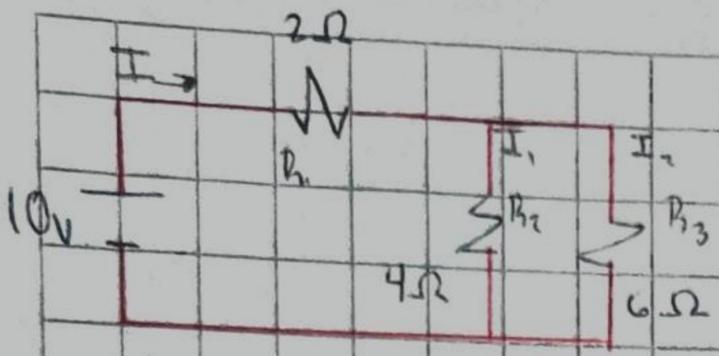
$$I = V/R_T = 24/10\Omega = 2.4A$$

$$V_{R_1} = R_1 I = (2)(2.4) = 4.8V$$

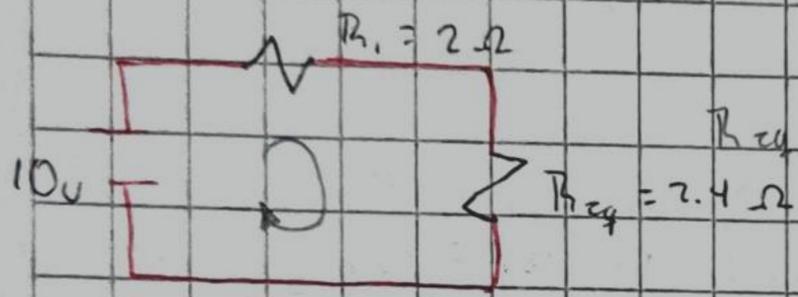
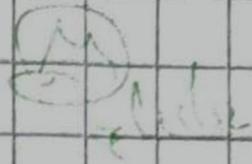
$$V_{R_2} = R_2 I = (4)(2.4) = 9.6V$$

$$V_{R_3} = R_3 I = (4)(2.4) = 9.6V$$



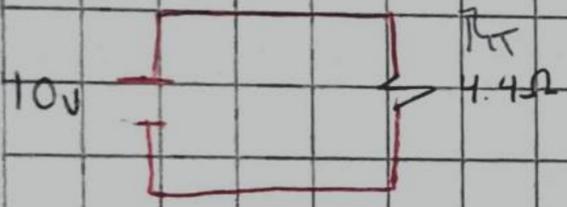


$$R_{eq} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = \frac{(4)(6)}{4+6} = \frac{24}{10} = 2.4 \Omega$$



$$R_T = R_1 + R_{eq} = 4.4 \Omega$$

$$I_T = \frac{V_T}{R_T} = \frac{10V}{4.4 \Omega} = 2.26 A$$



$$V_{R_1} = I_T \cdot R_1 = (2.26)(2) = 4.52$$

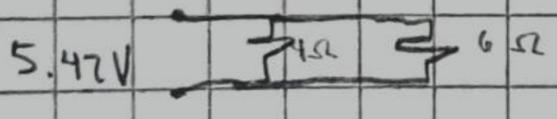
$$V_{R_{eq}} = I_T \cdot R_{eq} = (2.26)(2.4) = 5.42$$

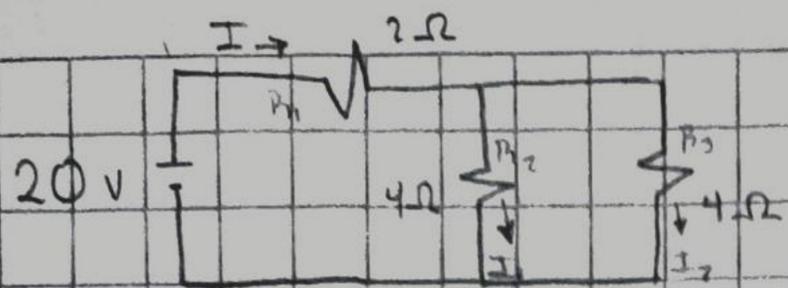
9.94 V

$$I_T = I_1 + I_2$$

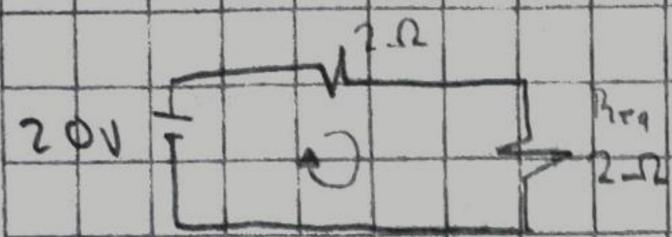
$$I_1 = \frac{5.42}{4} = 1.35 A$$

$$I_2 = \frac{5.42}{6} = 0.903 A$$

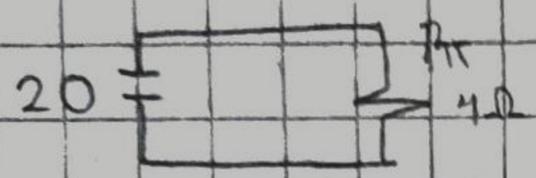




$$R_{eq} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = \frac{(4)(4)}{4+4} = \frac{16}{8} = 2\Omega$$



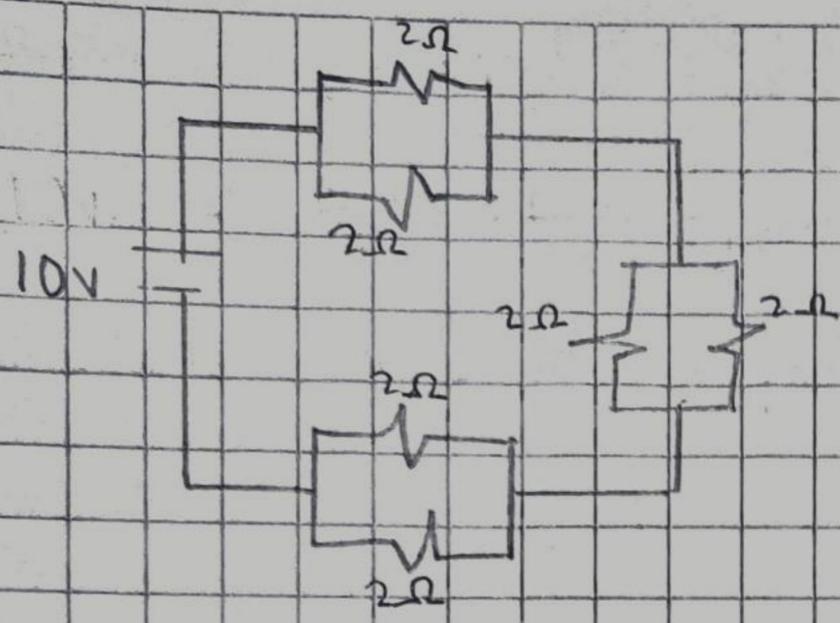
$$R_T = R_1 + R_{eq} = (2\Omega) + (2\Omega) = 4\Omega$$
$$I_T = V_T / R_T = (20) / (4\Omega) = 5A$$



$$V_{R_1} = I_T \cdot R_1 = (5A)(2\Omega) = 10V$$
$$V_{R_{eq}} = I_T \cdot R_{eq} = (5A)(2\Omega) = 10V$$

20V

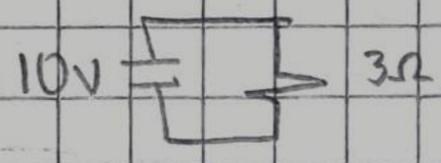
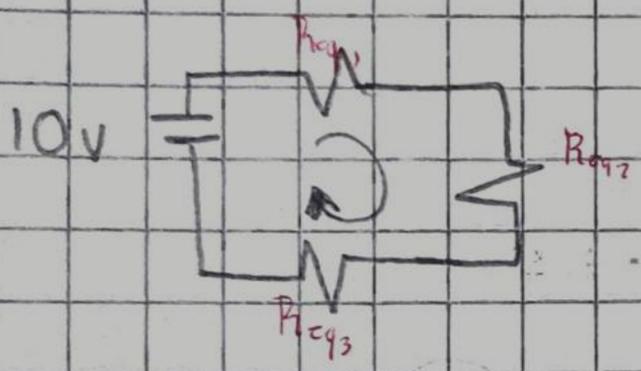
$$I_1 = \frac{10}{4} = 2.5$$
$$I_2 = \frac{10}{4} = 2.5$$
$$I_T = I_1 + I_2 = 5A$$



$$R_{eq1} = \frac{2 \cdot 2}{2 + 2} = 1 \Omega$$

$$R_{eq2} = \frac{2 \cdot 2}{2 + 2} = 1 \Omega$$

$$R_{eq3} = \frac{2 \cdot 2}{2 + 2} = 1 \Omega$$



$$I_T = \frac{V_T}{R_T} = \frac{10V}{3\Omega} = 3.33A$$

$$V_{Req1} = I_T \cdot R_{eq1} = 3.33V$$

$$V_T = V_{Req1} + V_{Req2} + V_{Req3} = 9.99V$$

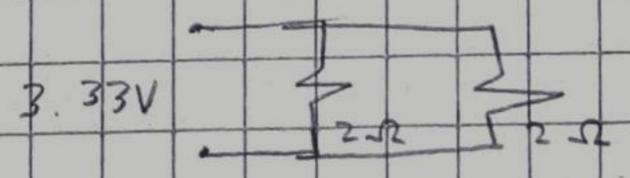
$$V_{Req2} = I_T \cdot R_{eq2} = 3.33V$$

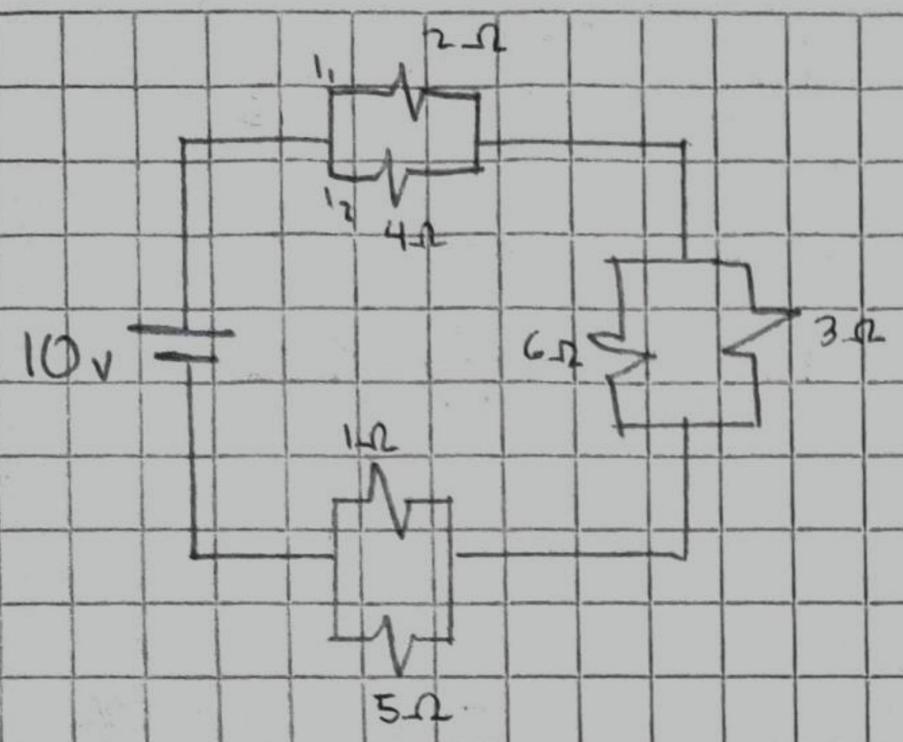
$$I_1 = \frac{V}{R} = \frac{3.33V}{2\Omega} = 1.65A$$

$$V_{Req3} = I_T \cdot R_{eq3} = 3.33V$$

$$I_2 = I_1$$

4
9/1/12

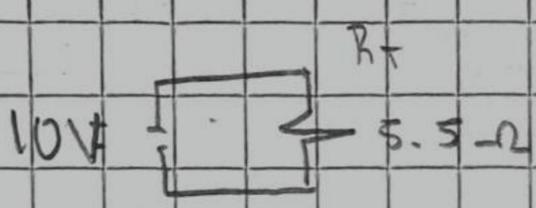
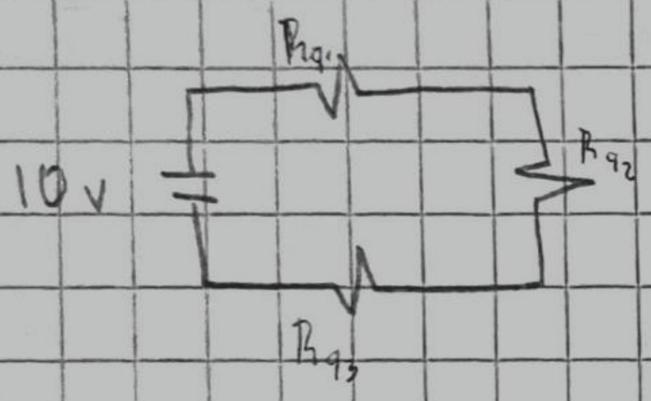




$$R_{eq1} = \frac{2 \cdot 4}{2 + 4} = \frac{8}{6} = 2.667 \Omega$$

$$R_{eq2} = \frac{6 \cdot 3}{6 + 3} = \frac{18}{9} = 2 \Omega$$

$$R_{eq3} = \frac{1 + 5}{5 + 1} = \frac{5}{6} = 0.833 \Omega$$



$$I_T = \frac{V_T}{R_T} = \frac{10V}{5.5} = 1.818 A$$

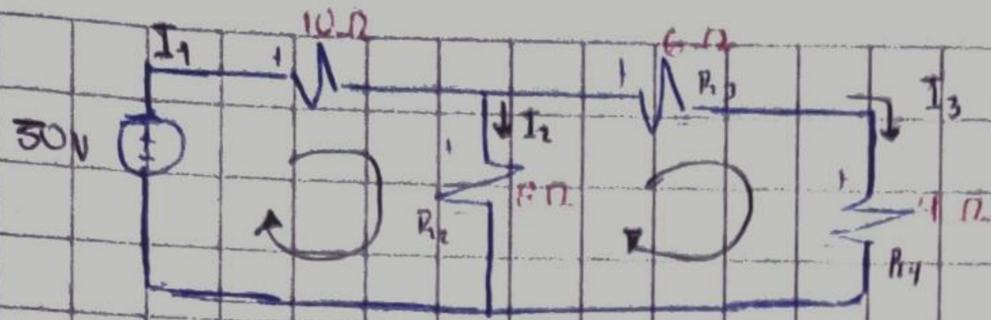
$$V_{Rq1} = I_T \cdot R_{q1} = (1.818)(2.667) = 4.849 V$$

$$V_{Rq2} = I_T \cdot R_{q2} = (1.818)(2) = 3.636 V$$

$$V_{Rq3} = I_T \cdot R_{q3} = (1.818)(0.833) = 1.514 V$$

$$V_T = 9.99 V$$

$I_1 =$



$$\textcircled{1} \quad I_1 R_1 + I_2 R_2 - 50V = 0$$

KCL

$$\textcircled{2} \quad I_3 R_3 + I_3 R_4 - I_2 R_2 = 0$$

$$I_1 = I_2 + I_3$$

Substituir en ① las R_s

$$I_1 \cdot 10 + I_2 \cdot 8 = 50$$

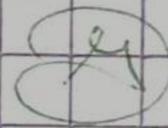
Substituir en ② y ③ las R_s

$$I_1 \cdot 10 + I_2 \cdot 8 = 50$$

$$I_2 \cdot 6 + I_3 \cdot 4 = I_2 \cdot 8$$

$$I_3 \cdot 10 = I_2 \cdot 8$$

$$I_2 = I_3 \cdot 10 / 8 = 1.25 I_3 \quad \rightarrow \quad I_2 = 1.25 (1.53) = 1.91 \text{ A}$$



10 || 22

Substituir I_1 en $I_1 \cdot 10 + I_2 \cdot 8 = 50$

$$I_1 = I_2 + I_3 = 1.91 + 1.53 = 3.44$$

$$(I_2 + I_3) \cdot 10 + I_2 \cdot 8 = 50$$

$$I_2 \cdot 10 + I_3 \cdot 10 + I_2 \cdot 8 = 50$$

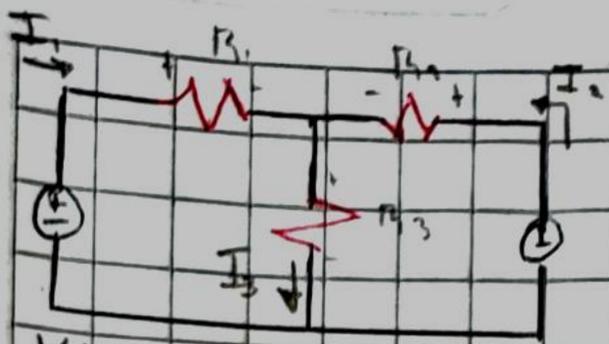
$$(1.25 I_3) (10) + I_3 \cdot 10 + (1.25 I_3) (8) = 50$$

$$12.5 I_3 + 10 I_3 + 10 I_3 = 50$$

$$32.5 I_3 = 50$$

$$I_3 = 50 / 32.5$$

$$I_3 = 1.53 \text{ A}$$



$$R_1 = 10 \Omega$$

$$R_2 = 20 \Omega$$

$$R_3 = 40 \Omega$$

KCL

$$I_3 = I_1 + I_2$$

KVL

$$I_1 R_1 + I_3 R_3 - V_1 = 0 \qquad I_2 R_2 + I_3 R_3 - V_2 = 0$$

$$I_1 10 + I_3 40 - 10 = 0 \qquad I_2 20 + I_3 40 - 20 = 0$$

$$\textcircled{1} \quad 10I_1 + 40I_3 = 10 \qquad \textcircled{2} \quad 20I_2 + 40I_3 = 20$$

$$10I_1 + 40(I_1 + I_2) = 10 \qquad I_1 = \frac{10 - 40I_2}{50}$$

$$10I_1 + 40I_1 + 40I_2 = 10$$

$$\textcircled{3} \quad 50I_1 + 40I_2 = 10$$

$$20I_2 + 40(I_1 + I_2) = 20 \qquad I_1 = \frac{20 - 60I_2}{40}$$

$$20I_2 + 40I_1 + 40I_2 = 20$$

$$\textcircled{4} \quad 60I_2 + 40I_1 = 20$$

$$40(10 - 40I_2) = 50(20 - 60I_2)$$

$$400 - 1600I_2 = 1000 - 3000I_2$$

$$20I_2 + 40I_3 = 20$$

$$20(.429) + 40I_3 = 20$$

$$8.588 + 40I_3 = 20$$

$$40I_3 = 20 - 8.588$$

$$I_3 = -11.420 / 40$$

$$I_3 = 11.420 / 40$$

$$I_3 = .286$$

$$-1600I_2 + 3000I_2 = 1000 - 400$$

$$1400I_2 = 600$$

$$I_2 = 600 / 1400$$

$$I_2 = .429$$

$$I_1 = I_2 + I_3$$

$$= .429 + .288$$

$$= .715$$

LISTA DE COTEJO INVESTIGACION

U1 Electromagnetismo

Nombre del estudiante: Manuel Aurelio Torres Martínez.

Tema: Los correspondientes a la unidad 3.

Portada	2%	2%
Introducción	5%	5%
Desarrollo	15%	15%
Conclusiones	5%	5%
Referencias	1%	1%
Entrega en tiempo y forma	2%	2%
Total	30%	30%