

PRÁCTICA 1 y 2

SEGURIDAD ANTE TODO E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

Objetivo: Conocer las principales reglas de seguridad en el manejo de equipo y el uso de las instalaciones de una manera segura, además conocer algunos instrumentos de medición usados comúnmente en el laboratorio.

Material y equipo

- 1 multímetro fluke amarillo
- 2 multímetros grises
- Puntas para toques
- 4 puntas cortas
- 2 puntas largas

I. Introducción

Todos parecen saber que la electricidad puede ser peligrosa y aun fatal, para aquellos que no comprenden y practican las reglas simples de la **seguridad**. Aunque pueda parecer extraño, existen más accidentes en los que la electricidad está involucrada, por parte de técnicos bien entrenados quienes, ya sea por exceso de confianza o descuido, violan las reglas básicas de la **seguridad** personal. La primera regla es siempre: **reflexionar**. Y esta regla se aplica a todo trabajo industrial, no sólo al eléctrico.

Reglas generales de seguridad:

1. Conviene desarrollar buenos hábitos de trabajo.
2. Aprender a utilizar las herramientas correctamente y con seguridad.
3. Siempre estudiar el trabajo que está por hacer: Se debe pensar cuidadosamente en el procedimiento, método y la aplicación de herramientas, instrumentos y máquinas.
4. Nunca distraerse ni distraer cuando se está haciendo una tarea peligrosa.
5. No hacer bromas durante la operación de una maquinaria en movimiento o en operaciones de electricidad.

Generalmente hay tres clases de accidentes que aparecen con demasiada frecuencia entre los estudiantes técnicos de la rama de electricidad y electrónica. El conocerlos y el estudiarlos, así como el observar unas reglas simples, hará del lector una persona segura con quien trabajar. Esto puede significarle la seguridad de llegar a una edad madura o bien la prevención de experiencias dolorosas.

A continuación se describen los tipos de accidentes que puede sufrir una persona:

1. **Choques eléctricos.-** Los efectos fisiológicos de las corrientes eléctricas generalmente pueden predecirse según la figura 1. Note que lo que hace daño es la **corriente**. Las corrientes superiores a 100 mili amperes o sea, sólo un décimo de ampere, son fatales. Un trabajador que ha entrado en contacto con corrientes superiores a 200 miliamperes puede sobrevivir si se le da tratamiento rápido. Las corrientes inferiores a 100 miliamperes pueden tener efectos serios o dolorosos. Una regla de seguridad es **no se coloque en una posición en la que pueda sufrir alguna clase de choque eléctrico**.
2. **Accidentes provocados por quemaduras.-** Aunque generalmente no son fatales pueden ser graves y dolorosas. La energía eléctrica disipada en una resistencia produce calor.
 - Los tubos al vacío se calientan mucho después de unos cuantos minutos de operación. Debe esperar a que se enfríen, antes de intentar retirarlos de un chasis.
 - Las resistencias se calientan mucho, especialmente las que llevan altas corrientes. Vigile las de cinco y diez watts, ya que pueden quemar la piel de los dedos. No las toque hasta que se hayan enfriado.
 - Tenga cuidado con todos los capacitores que pueden retener todavía una carga. No sólo puede sufrir una descarga peligrosa, algunas veces puede ser fatal o bien puede sufrir quemaduras por dicha descarga. Además si se excede la tensión nominal de los capacitores electrolíticos o se invierten sus polaridades, pueden explotar.
 - Vigile el cautín o pistola de soldadura. No la coloque sobre el banco en donde puede tocarla accidentalmente con el brazo.
 - La soldadura caliente puede producir una sensación particular molesta al entrar en contacto con la piel. Espere a que las juntas soldadas se enfríen.
1. **Lesiones mecánicas.** Esto aplica a toda persona que trabaja con herramientas y maquinaria. Es un deber del técnico usar correctamente las herramientas. Las lecciones básicas de seguridad son:
 - a. Tener cuidado con las esquinas y filos metálicos de los chasis y los tableros.
 - b. Seleccionar adecuadamente las herramientas de trabajo.
 - c. Protección adecuada en los ojos.
 - d. Proteger manos y ropa cuando se trabajen con ácidos, líquidos para grabar o fluidos de acabados.
 - e. Conocer correctamente el uso de las maquinas. Si no se sabe usar correctamente hay que acudir con un experto.

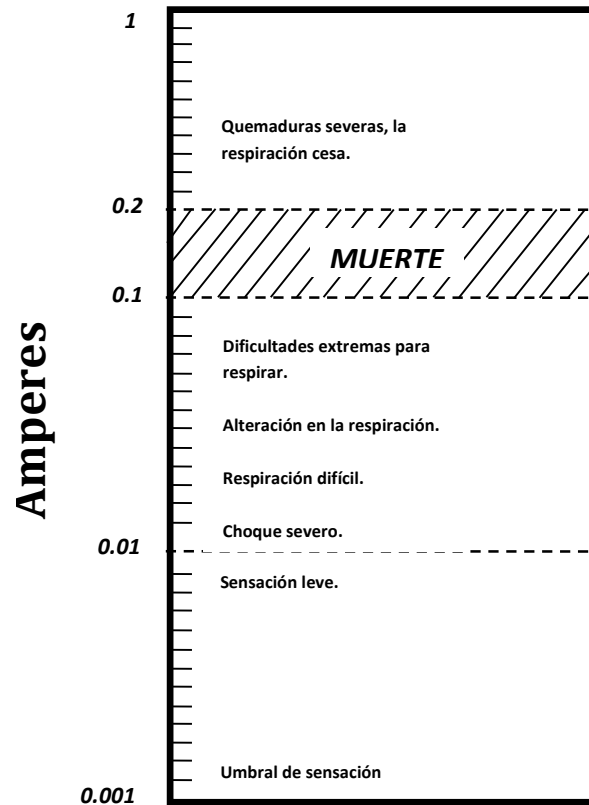


Figura 1.- Efectos fisiológicos de las corrientes eléctricas.

Recomendaciones para evitar choques eléctricos

- Asegúrese de las condiciones del equipo y de los peligros presentes, ANTES de trabajar con sus elementos.
- NUNCA confíe en dispositivos de seguridad tales como fusibles, relevadores y sistemas entrelazados para su protección.
- NUNCA desconecte la punta de tierra de una clavija de entrada de tres conductores.
- NUNCA trabaje en un banco atestado (herramientas, conectores en desorden).
- NO trabaje sobre piso mojado.
- No trabaje solo
- Trabaje con una mano atrás o en la bolsa.
- Nunca hable con nadie cuando trabaja.
- Muévase siempre Lentamente.

Medidores e instrumentos de medición.

Los instrumentos y difíciles de sustituir, siempre tenga en cuentas las siguientes recomendaciones:

1. Asegúrese que sabe lo que desea medir y cómo hacerlo antes de conectar los instrumentos y aplicar la energía.

2. Compruebe un par de veces la polaridad de las puntas de prueba conectadas a un circuito, antes de aplicar la energía. Evite daños a un medidor.
3. Compruebe el rango del instrumento, antes de aplicar energía a un circuito.

El multímetro puede medir regularmente las tres características en un circuito eléctrico: Voltaje, corriente y resistencia, aunque actualmente se tienen multímetros que también pueden medir capacitancia, inductancia, temperatura, transistores, etc. La manera correcta de conectar un circuito para medir el voltaje en dos nodos es como se muestra a continuación en la figura 2.

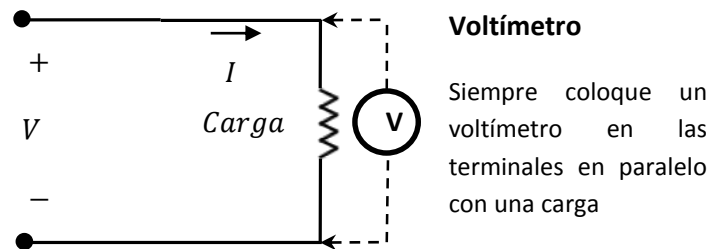


Figura 2.- Conexión de un voltímetro en un circuito.

De igual forma para medir la corriente en un circuito eléctrico, un amperímetro se debe conectar en serie con en la rama donde se desea medir la corriente, como se muestra en la figura 3.

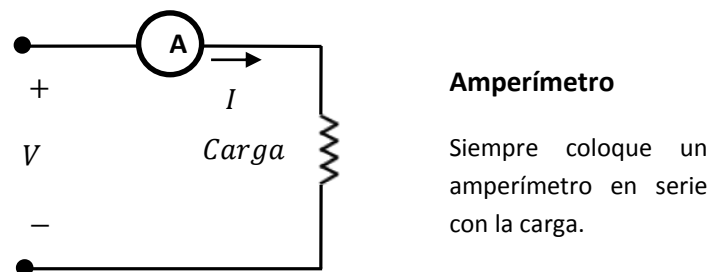


Figura 3.- Conexión de un amperímetro en un circuito.

II. Desarrollo

Experimento 1: Medir la resistencia del cuerpo humano en los siguientes puntos y calcular la tensión fatal para la persona.

Tabla 1. Valores de resistencia y voltajes.

#Persona	Valores	Manos Secas	Manos Húmedas	Manos con las Puntas
Persona 1	Resistencia	ohms	ohms	ohms
	Voltaje			

Persona 2	Resistencia	ohms	ohms	ohms
	Voltaje			
Persona 3	Resistencia	ohms	ohms	ohms
	Voltaje			

Experimento 2: Medir corriente y voltaje que circula en el cuerpo humano por medio de un voltímetro. A partir de estos valores medidos calcule la resistencia de la persona.

Tabla 2. Valores de corriente y voltaje

	Persona 1	Persona 2	Persona 3
Corriente			
Voltaje			
Resistencia calculada			

III. Reportar

Elabora un reporte de la práctica en el que incluyas un objetivo, marco teórico, desarrollo y resultados, además de conclusiones individuales. Debes agregar los siguientes puntos:

- Los valores medidos y calculados de la tabla 1
- Los valores medidos de la tabla 2.
- Investigar 5 reglas de seguridad industrial no vistas en clase.

PRÁCTICA 3

CARGAS ELÉCTRICAS

Objetivo: Que el alumno entienda el concepto de carga eléctrica para relacionarlo con fenómenos físicos, así como también las leyes que rigen estos fenómenos.

Material y equipo

- 1 Varilla de Lucita
- 1 Varilla de Vulcanita
- 1 Tela de Lana
- 1 Tela de Seda
- 2 Bolas de caña deshidratada
- 2 Varillas de soporte
- 2 Espaciadores roscados
- 1 Placa Base
- 1 ElectroscoPIO

I. Introducción

La palabra estática significa “en reposo” y la electricidad puede encontrarse en reposo. Cuando se frota ciertos materiales entre sí, la fricción causa una transferencia de electrones de un material al otro. Un material puede perder electrones en tanto que otro los ganará. Alrededor de cada uno de estos materiales existirá un campo electrostático y una diferencia de potencial, entre los materiales de diferentes cargas. Un material que gana electrones se carga negativamente, y uno que entrega electrones se carga positivamente. En este experimento se demostrará una de las leyes básicas de la electricidad. Se probará que:

- Los cuerpos con cargas diferentes se atraen
- Los cuerpos con cargas semejantes se repelen

En campo eléctrico invisible de fuerza que existe alrededor de un cuerpo cargado, puede detectarse con un electroscoPIO. Lo que da interés al estudio de la electricidad y la electrónica es la comprensión y utilización de estas fuerzas invisibles.

El **electroscoPIO** es un dispositivo que sirve para demostrar la presencia de cargas eléctricas y para determinar su signo. Fue desarrollado por primera vez en el siglo XVII por el médico inglés William Gilbert. El electroscoPIO es un aparato sencillo, fácil de construir, que permite demostrar la presencia de cargas eléctricas y comparar sus signos. Existen diferentes versiones, la más popular usa dos láminas metálicas delgadas unidas a un cuerpo conductor, muchas veces una esfera. Se suele insertar el conjunto en un bote de vidrio o un matraz para aislarlo del exterior. La demostración más sencilla consiste en cargar la esfera externa tocándola con un cuerpo cargado, como una varilla de vidrio que se ha frotado con un tejido o un trozo de papel. La figura 1 muestra dos electroscoPIOS que están disponibles en el laboratorio de eléctrica de ésta facultad.



Figura 1.- Electroscopios disponibles en el laboratorio de la facultad.

La varilla se carga electrostáticamente y al tocar la esfera parte de la carga pasa a ésta. A su vez parte de la carga pasa a las láminas, que al tener cargas de igual signo se separan por repulsión electrostática. El ángulo de separación depende de la carga acumulada. Si a continuación tocamos la esfera con otro cuerpo cargado de forma apreciable podemos ver si las láminas se juntan o no, lo que dependerá de si la carga del cuerpo es del mismo signo o distinto que la que almacenaba el electroscope. Podemos también usar el electroscope para observar el efecto de la separación de cargas y la **carga por inducción**. Si acercamos un cuerpo cargado a la esfera conductora, la zona más cercana al cuerpo acumulará una carga neta de signo opuesto al del cuerpo. Si el conjunto de los conductores del electroscope era inicialmente eléctricamente neutro las láminas adquirirán una carga neta de signo opuesto al de la esfera y se separarán.

El efecto **triboelectrónico** es un tipo de electrificación causado por el contacto con otro material (por ejemplo el frotamiento directo). La polaridad y la magnitud de las cargas producidas se diferencian según los materiales, la aspereza superficial, la temperatura, la tensión, y otras características. Se denomina triboelectricidad al fenómeno de electrificación por frotamiento. La electrostática, puede producirse por frotamiento o por inducción electromagnética. La secuencia triboeléctrica es una lista de materiales dispuestos en un orden determinado. La tabla 1 muestra dicha tabla triboeléctrica con algunos materiales. Frotando dos materiales de la secuencia, el que esté en la posición más alta se cargará positivamente, mientras que el que se sitúe más abajo se carga negativamente. Además cuanto más separados estén los materiales en la tabla, más intensa es su electrificación.

Tabla.- Serie triboeléctrica	
(+) Mayor carga positiva	
#	+
16	Aire

15	Piel humana
14	Cuero
13	Piel de conejo
12	Vidrio
11	Cuarzo
10	Mica
9	Pelo humano
8	Nylon
7	Lana
6	Plomo
5	Piel de gato
4	Seda
3	Aluminio
2	Papel (pequeña carga positiva)
1	Algodón (sin carga)
0	0
-1	Acero (sin carga)
-2	Madera (pequeña carga negativa)
-3	Polimetilmetacrilato
-4	Ámbar
-5	Lacre
-6	Acrílico
-7	Poliestireno
-8	Globo de goma
-9	Resinas
-10	Goma dura
-11	Níquel, Cobre
-12	Azufre
-13	Bronce, Plata
-14	Oro, Platino
-15	Acetato, Rayón
-16	Goma sintética
-17	Poliéster
-18	Espuma de poliestireno
-19	Orlón
-20	Papel film para embalar
(-) Mayor carga negativa	

II. Desarrollo

Experimento 1. Construcción de un electroscopio.

1. Construya un electroscopio, sujetando la varilla del electroscopio bajo una de las mordazas del portaelectrodo. Coloque las hojas del electroscopio sobre los extremos con gancho de la varilla de electroscopio e inserte cuidadosamente el conjunto dentro del recipiente de vidrio.

2. Frote vigorosamente la varilla de vulcanita con la lana. Lleve la varilla de vulcanita cerca de la parte superior de la varilla del electroscopio. Explique lo que ocurre con la hoja.

3. Repita el paso anterior, pero ahora usando una varilla de lucita y la tela de seda. Explique lo que ocurre con la hoja.

4. ¿Permanece cargado el electroscopio después de retirar las varillas?

5. Ahora toque con el dedo el alambre del electroscopio. ¿Hay algún cambio?, ¿por qué?

Experimento 2. Construcción de un péndulo eléctrico doble.

Monte las varillas de soporte y los pedazos de sauco como se ilustra en la figura 2 para formar dos péndulos eléctricos.

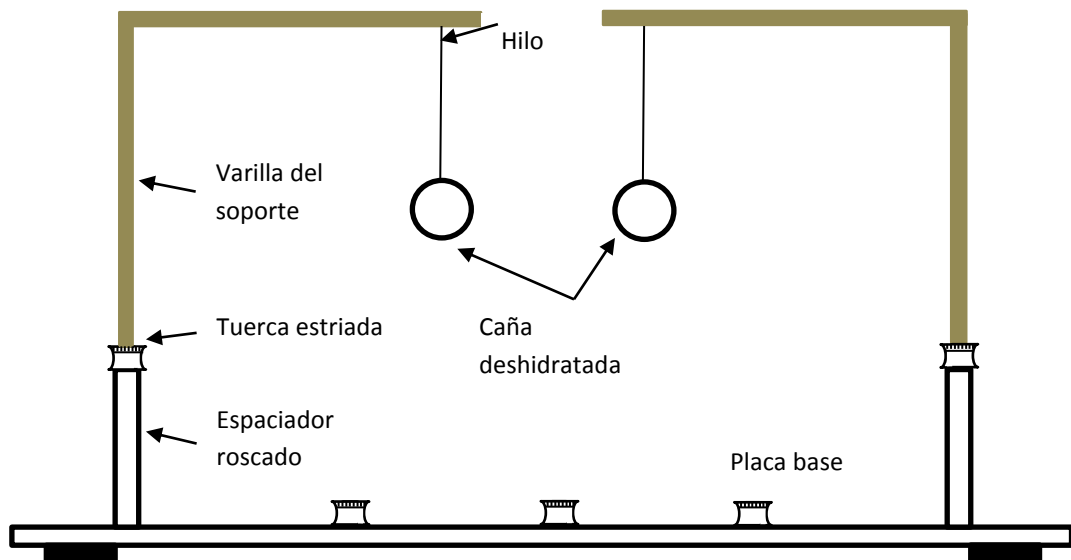


Figura 2.- Montaje del péndulo eléctrico.

1. Frotar la varilla de Lucita con la tela de seda nuevamente. Acerque la varilla a una de las bolas de caña. ¿Qué sucede y por qué?

2. Repetir el paso 1 y 2 pero con la varilla de Vulcanita y la tela de Lana. ¿Qué sucede y por qué?

3. Frote la varilla de Lucita con la tela de seda y la varilla de Vulcanita con la tela de lana y acerque cada una a una bola de caña. ¿Qué sucede y por qué?

III. Reportar

1. Los datos obtenidos en los experimentos realizados.
2. ¿Qué es una carga eléctrica?
3. ¿Cuáles son los tipos de carga eléctrica que existen?
4. Explicar con sus propias palabras el fenómeno de carga eléctrica
5. ¿Existe alguna otra manera aparte de la de fricción para cargar eléctricamente un cuerpo?, ¿Cuáles?
6. ¿Cuál es la Ley de Cargas?
7. Menciona 2 aplicaciones donde su funcionamiento se basa en la carga eléctrica de los materiales.
8. Conclusiones individuales.

PRÁCTICA 4

CAMPOS ELÉCTRICOS.

Objetivo: Estudiar el concepto de campo eléctrico. Ver indirectamente la distribución de líneas de campo eléctrico que se forman en diferentes formas geométricas. Analizar diferentes experimentos producidos con el campo eléctrico utilizando un generador de Van de Graaff.

Material y equipo

- Generador de Van de Graaff con esfera para tierra
- Fibras de coco
- Aceite aislante
- Lámpara fluorescente chica
- Lámpara fluorescente grande
- Corona de papel de china
- Vela

I. Introducción

El concepto de campo fue desarrollado por Michael Faraday (1791-1867) en relación con las fuerzas eléctricas. Existe un **campo eléctrico** en la región del espacio que rodea a un objeto con carga, llamada carga fuente. Dicho campo eléctrico se puede comprobar al acercar otra carga llamada carga de prueba que al entrar en el campo eléctrico, una fuerza eléctrica actúa sobre él.

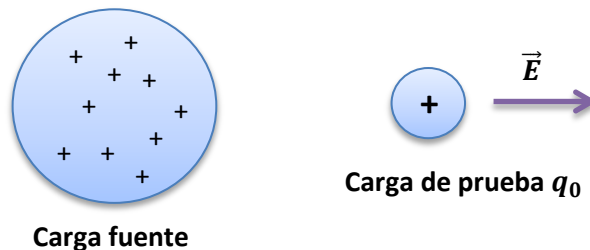


Figura 1.- Campo eléctrico actuando sobre una carga de prueba.

El campo eléctrico provocado por la carga fuente en la carga de prueba se define como la fuerza eléctrica sobre la carga de prueba por carga unitaria, o para mayor claridad, el vector $\vec{E}$ del campo eléctrico en un punto en el espacio se define como la fuerza eléctrica $\vec{F}_e$, que actúa sobre una carga de prueba positiva q_0 colocada en ese punto, dividida entre la carga de prueba.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_e}{q_0} = k_e \frac{q}{r^2} \hat{r}$$

Donde $\vec{F}_e$ es la fuerza que experimenta la carga de prueba, q_0 es la carga de prueba, k_e es la constante de Coulomb, q es la carga que produce el campo y r es la distancia a la cual se encuentra la carga de prueba.

Una forma conveniente de visualizar los patrones de los campos eléctricos es el trazo de líneas conocidas como líneas de campo eléctrico, establecidas por primera vez por Faraday. Para cargas positivas dichas líneas de campo salen de la carga, mientras que para cargas negativas dichas líneas de campo entran en la carga como se observa en la figura 2.

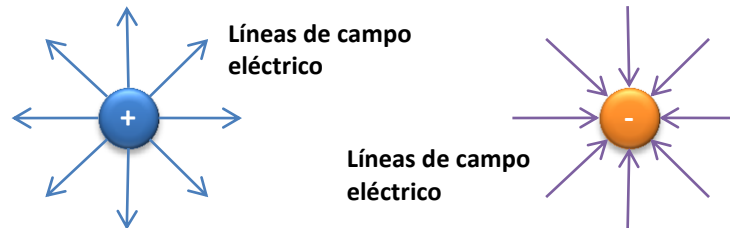


Figura 2.- Líneas de campo eléctrico en una carga positiva y una negativa.

La aplicación práctica de la electrostática está representada por aparatos como pararrayos y precipitadores electrostáticos y por procesos como la xerografía y la pintura de automóviles. Los aparatos científicos según los principios de la electrostática incluyen los generadores electrostáticos, el microscopio iónico de efecto de campo y los motores de cohete iónico.

El generador Van de Graaff

Los resultados experimentales han demostrado que cuando un conductor con carga se pone en contacto con el interior de un conductor hueco, toda la carga del conductor con carga se transfiere al conductor hueco. En principio, la carga en el conductor hueco y su potencial eléctrico pueden incrementarse sin límite mediante la repetición del proceso. En 1929 Robert J. Van de Graaff (1901-1967) utilizó este principio para diseñar y construir un generador electrostático; una representación esquemática aparece en la figura 3. Este tipo de generador tiene una intensa utilización en la investigación de la física nuclear. La carga es llevada continuamente a un electrodo a un alto potencial por medio de una banda transportadora hecha de material aislante. El electrodo de alto voltaje es un domo metálico hueco montado sobre una columna aislante. La banda se carga en el punto por medio de un efecto corona entre unas agujas metálicas parecidas a un peine y una rejilla a tierra. Las agujas se mantienen a un potencial eléctrico positivo que es de 104 V.

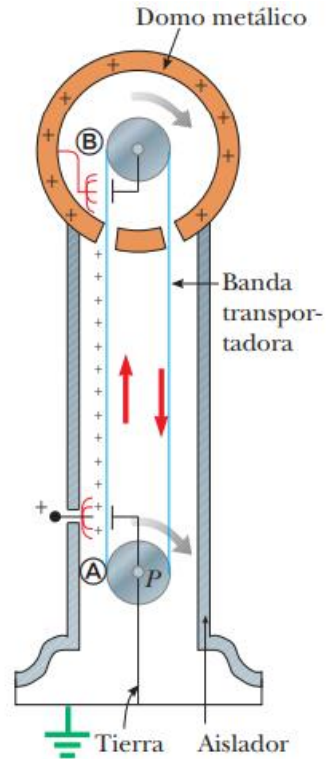


Figura 3.- Generador de Van de Graaff

La carga positiva de la banda transportadora se transfiere al domo mediante un segundo peine de agujas en el punto. En la práctica es posible aumentar el potencial eléctrico del domo hasta que se presenta una descarga eléctrica a través del aire. Porque la “ruptura” del campo eléctrico del aire es casi de $3 \times 10^6 \text{ V/m}$, el potencial de una esfera de 1m de radio se eleva a un máximo de $3 \times 10^6 \text{ V}$. Este potencial se incrementa aún más si aumenta el radio del domo y coloca todo el sistema en un recipiente lleno de gas a presión alta. Los generadores de Van de Graaff producen diferencias de potencial de hasta 20 millones de volts.

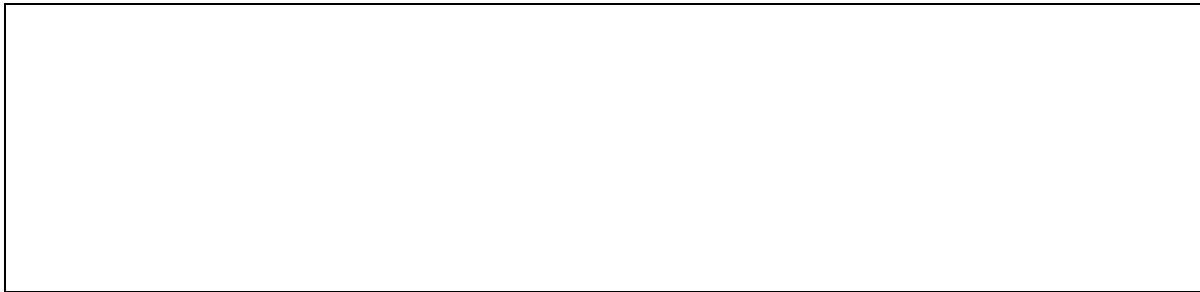
II. Desarrollo

Carga de una persona.- Con el generador de Van de Graaff apagado colocar una mano sobre la esfera. Encender el generador. Describe lo que ocurre con el cabello de la persona.

Apagar el generador y tocar una superficie metálica. ¿Qué ocurre?

Patrones formados por el campo eléctrico.- En un recipiente de vidrio colocar fibras de coco y aceite. Colocar diferentes figuras de alambre y acercar la esfera de tierra del generador a cada figura. ¿Qué ocurre con las fibras de coco?

Dibuja los patrones formados en el aceite por las fibras de coco.



Viento iónico.- Colocar un alambre sobre la esfera del generador de tal forma que quede una punta saliendo de la esfera. Encienda una vela y colóquela cerca de la punta del alambre. ¿Qué ocurre con la flama de la vela?

Encender lámparas con el campo eléctrico del generador de Van de Graaff.- Acercar una lámpara fluorescente pequeña a la esfera del generador encendido. Repita el procedimiento para una lámpara fluorescente de barra. Describa lo que ocurre con ambas lámparas.

Descargas eléctricas.- Con el generador encendido use la esfera de tierra y acérquela a la esfera superior del generador. ¿Qué ocurre?

III. Reportar

1. Marco teórico de campos eléctricos
2. Resultados de los experimentos
3. Conclusiones individuales.

PRÁCTICA 5

CAPACITORES ELÉCTRICOS

Objetivo: Comprender el concepto de capacitancia y los factores eléctricos y físicos de los cuáles depende. Estudiar las características dieléctricas de algunos materiales. Conocer el efecto de la capacitancia cuando los capacitores son conectados en serie o en paralelo.

Material y equipo

- Tableta de capacitores
- Medidor LCR
- Puntas de conexión tipo clip

I. Introducción

El condensador o capacitor es un dispositivo comúnmente utilizado para almacenar energía eléctrica. Para poder almacenar energía en un dispositivo como éste se genera una diferencia de potencial entre dos materiales conductores los cuales se separan por un material dieléctrico.

Cuando se conecta un capacitor a una fuente de voltaje, los electrones (cargas) tratan de moverse de un extremo de la fuente al otro. Pero como hay un material dieléctrico en el camino, no pueden pasar y se acumulan en los conductores. Si se desconecta la fuente de voltaje, las cargas que se habían acumulado no encontrarán un camino que les permita abandonar a los conductores, por lo que quedarán atrapadas en el dispositivo el cual queda cargado y almacena energía. La energía que puede almacenar un capacitor depende de la cantidad de cargas que se acumulen en los conductores, esto depende del voltaje proporcionado por la fuente, pero también depende de la geometría de los conductores y de las características del dieléctrico.

Para cuantificar las características de almacenamiento de energía de un capacitor, se le asocia un número llamado: *capacitancia*. La capacitancia se define como la cantidad de carga que almacena el capacitor por unidad de diferencia de potencial aplicada entre sus terminales

$$C = \frac{Q}{V} \text{ (C/V ó Farads)}$$

Las unidades asociadas a la capacitancia son Coulombs entre Volt y a esta unidad se le llama Farad o Faradio.

La capacitancia se puede expresar como

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r S}{d}$$

Dónde: S es la superficie común entre los conductores [m²]

d es la distancia que separa a los conductores [m]

ε_r Es una característica inherente al dieléctrico llamada permitividad relativa [Adimensional]

ε_0 Es la permitividad del vacío, 8.85×10^{-12} [F/m]

Capacitores en serie: cuando se conectan en serie dos o más capacitores, el recíproco de la capacitancia equivalente es igual a la suma de todos los recíprocos de capacitancia y menor que la menor de las capacitancias individuales. Esto es por la conexión serie que produce un efecto análogo al aumento del espesor del dieléctrico.

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n} \qquad C_T = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}}$$

Capacitores en paralelo: cuando se conectan varios capacitores en paralelo, la capacitancia equivalente es mayor que la mayor de las capacitancias individuales. Esto es así porque la conexión en paralelo produce un efecto análogo al aumento del área.

$$C_T = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

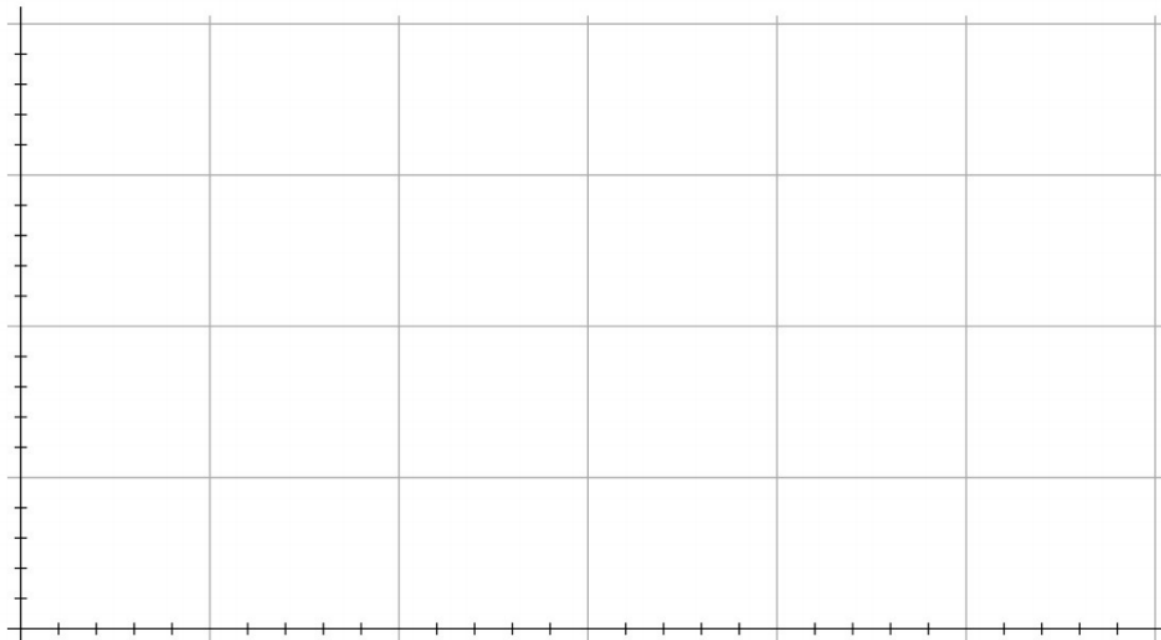
II. Desarrollo

Capacitores en paralelo

1. Llena la siguiente tabla con los valores medidos de la capacitancia para el número indicado de capacitores conectados en paralelo.

Número de capacitores	Capacitancia medida (μF)
1	
2	
3	
4	
5	

2. Traza una gráfica de la capacitancia equivalente vs el número de capacitores. No olvides etiquetar cada eje. Usa la escala y unidades correctas.



3. Dibuja una recta que mejor ajuste a los puntos trazados. Usando mínimos cuadrados determina la ecuación empírica de la recta.

Ecuación empírica: _____

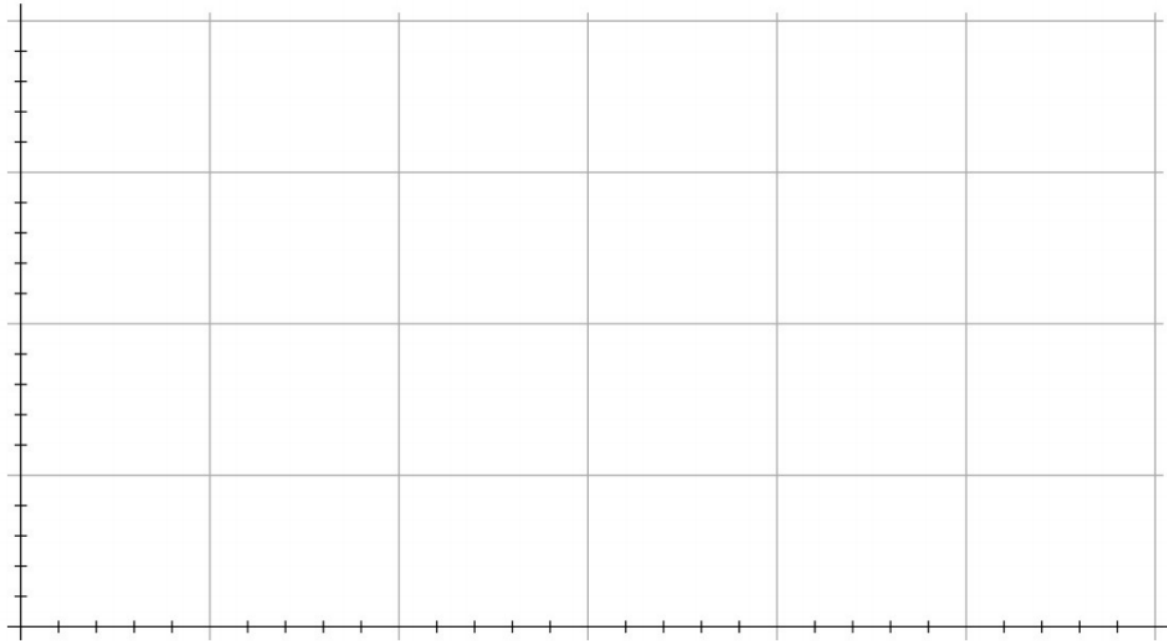
4. ¿Qué representa la pendiente en la ecuación de la recta obtenida?

Capacitores en serie

1. Llena la siguiente tabla con los valores medidos de la capacitancia para el número indicado de capacitores conectados en serie.

Número de capacitores	Capacitancia medida (μF)
1	
2	
3	
4	
5	

2. Traza una gráfica de la capacitancia equivalente vs el número de capacitores. No olvides etiquetar cada eje. Usa la escala y unidades correctas.

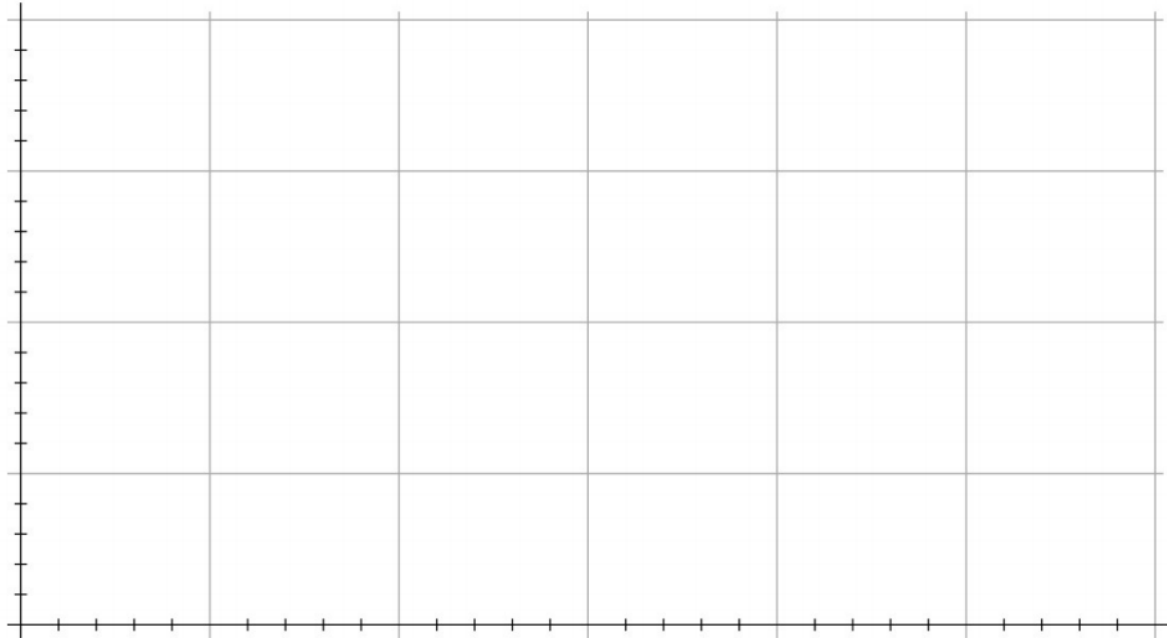


3. ¿Cómo cambia la capacitancia equivalente para los capacitores conectados en serie mientras más capacitores se agregan al arreglo?

4. Calcula el inverso del número de capacitores en la tabla anterior.

<u>1</u>	Capacitancia medida (μF)
<i>Número de capacitores</i>	

5. Traza una gráfica de la capacitancia equivalente vs $1/\text{número de capacitores}$. No olvides etiquetar cada eje. Usa la escala y unidades correctas.



6. Dibuja una recta que mejor ajuste a los puntos trazados. Usando mínimos cuadrados determina la ecuación empírica de la recta.

Ecuación empírica: _____

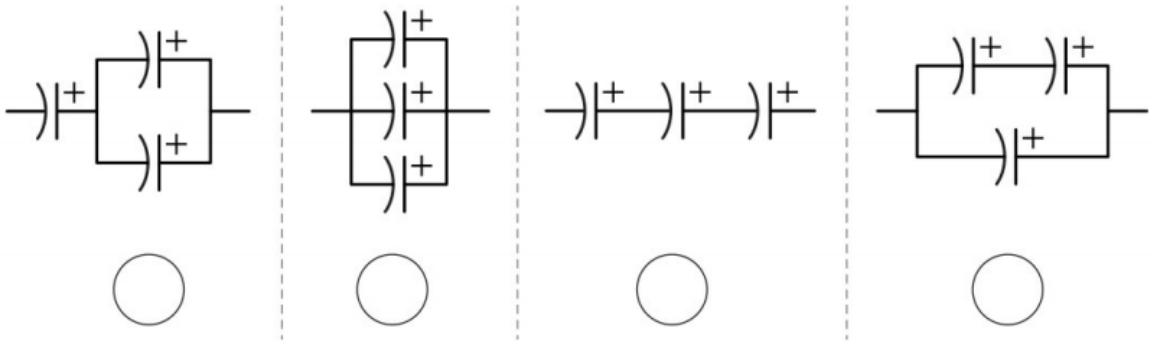
7. ¿Qué representa la pendiente en la ecuación de la recta obtenida?, ¿Cómo se relaciona con la pendiente obtenida para los capacitores conectados en paralelo?

Sección de análisis

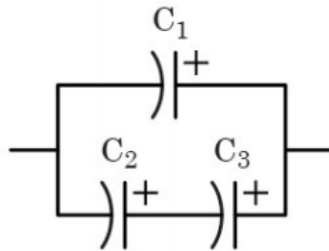
1. ¿Cómo se comporta matemáticamente la capacitancia equivalente en relación al número de capacitores conectados en **paralelo**? En tu respuesta usa términos como proporcional, inversamente proporcional, linealmente o cuadráticamente.

2. ¿Cómo se comporta matemáticamente la capacitancia equivalente en relación al número de capacitores conectados en **serie**? En tu respuesta usa términos como proporcional, inversamente proporcional, linealmente o cuadráticamente.

3. A continuación se muestran diferentes arreglos con capacitores del mismo valor de capacitancia. Enumera cada arreglo del 1 al 4 para indicar el valor de la capacitancia equivalente del menor a mayor valor. (1 indica el arreglo que tiene la menor capacitancia, 4 el que tiene la mayor capacitancia equivalente). Incluye los cálculos realizados y explica tu respuesta.



4. El siguiente circuito está hecho con tres diferentes capacitores y tiene una capacitancia equivalente de aproximadamente $92\mu F$. Determine el valor de C_1 , C_2 y C_3 . Explica cómo llegaste a tu resultado.



5. Diseña un circuito con una capacitancia equivalente de aproximadamente $79\mu F$ usando solamente un capacitor de $47\mu F$, uno de $100\mu F$ y uno de $330\mu F$. Dibuja el circuito. Explica cómo llegaste a tu respuesta.
6. Elabora tus conclusiones de ésta práctica.

PRÁCTICA 6

CARGA Y DESCARGA EN UN CONDENSADOR Y CONSTANTE DE TIEMPO RC

Objetivo: Analizar cualitativa y cuantitativamente la carga y descarga de un condensador en un circuito RC de corriente continua.

Material y equipo

- 2 Capacitores de $10\mu F$
- 2R de $1K$
- 2R $4.7K$
- 2R $10K$
- Osciloscopio con puntas
- Interruptor de 2 polos, dos tiros (DPDT)

I. Introducción

La constante de tiempo de un circuito RC es una medida del tiempo que toma un condensador en cargarse o descargarse a través de una resistencia.

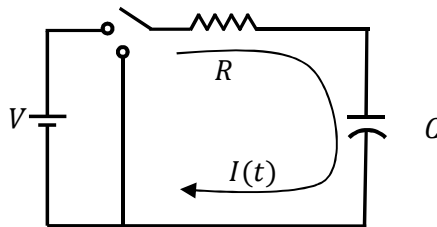


Figura 1.- Circuito RC

La constante de tiempo se mide según el producto RC , donde R es la resistencia en ohms y C la capacitancia en Faradios. El producto se expresa en segundos. Las curvas típicas de constantes de tiempo para carga y descarga de un condensador a través de una resistencia se muestran en una Carta Universal de constantes de tiempo. Se necesitan 5 constantes de tiempo para cargar o descargar completamente a un condensador (99.3% y 0.67% respectivamente), tal como se puede apreciar en la figura 2. Del circuito de la figura 2 se puede obtener la siguiente ecuación diferencial que modela el comportamiento de la carga del capacitor.

$$V - \frac{q}{C} - IR = 0$$

$$\frac{V}{R} - \frac{q}{RC} - \frac{dq}{dt} = 0$$

$$\frac{dq}{dt} = \frac{V}{R} - \frac{q}{RC}$$

Resolviendo la ecuación diferencial de variables separables se obtiene

$$\frac{dq}{dt} = \frac{CV - q}{RC} = -\frac{q - CV}{RC} \quad \int_0^q \frac{dq}{q - CV} = \int_0^t -\frac{1}{RC} dt \quad \ln\left(\frac{q - CV}{-CV}\right) = -\frac{t}{RC}$$

Despejando $q(t)$ se obtiene

$$q(t) = CV(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$$

O bien en

$$q(t) = Q(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$$

Por lo que la corriente se puede encontrar derivando la expresión anterior respecto del tiempo

$$I(t) = \frac{V}{R} e^{-\frac{t}{RC}}$$

Donde $\tau = RC$ es la constante de tiempo en segundos.

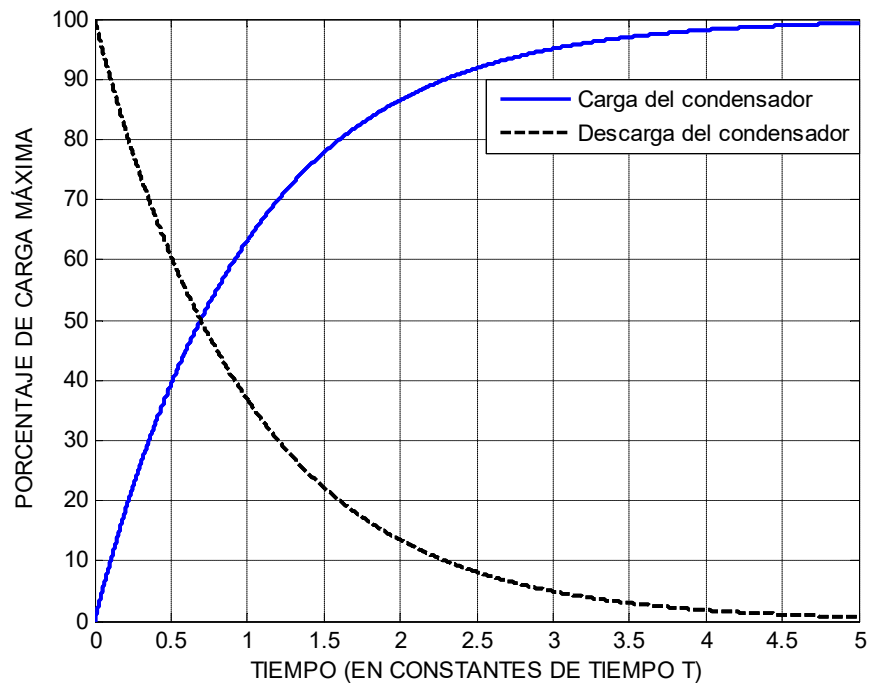


Figura 2.- Carga y descarga de un condensador.

A continuación, se muestra el porcentaje de carga y descarga para el condensador hasta $5T$.

Tiempo	Carga del condensador	Descarga del condensador
0	0 %	100 %
T	63.21 %	36.79 %
2T	86.47 %	13.53 %
3T	95.02 %	4.98 %
4T	98.17 %	1.83 %
5T	99.33 %	0.67 %

II. Desarrollo

1. Calcule las constantes de tiempo (producto de RC).

Resistencia	Capacitor	Constante de tiempo $\tau = RC$ (segundos)
$R = 10K\Omega$	$10\mu F$	
$R = 4.7K\Omega$	$10\mu F$	
$R = 1K\Omega$	$10\mu F$	

2. Arme el siguiente circuito

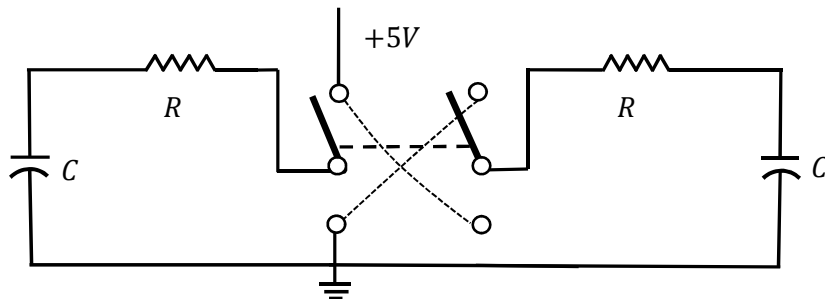


Figura 3.- Circuito RC para carga y descarga del capacitor, usando un interruptor de dos polos dos tiros

3. Utilice inicialmente $C = 10\mu F$ y $R = 10K\Omega$.
4. Utilice el canal A del osciloscopio para ver el voltaje en el primer capacitor. Utilice el canal B para ver el voltaje en el segundo capacitor. De acuerdo al arreglo hecho en el circuito, se espera ver la carga en un canal y la descarga del otro capacitor en el otro canal. Mueva el switch y congele la imagen de la pantalla para ver ambas gráficas de carga y descarga.

Nota: Para $R = 10K\Omega$ Ajusta el voltaje a $2v$ por división y el tiempo a $100ms$ por división.
Para $R = 4.7K\Omega$ usa $50ms$ por división y para $R = 1K\Omega$ ajusta a $20ms$ por división.

5. Obtener el tiempo t que tarda la señal en llegar al 99.33% del valor final. Calcular la constante de tiempo del circuito RC como sigue:

$$\tau = \frac{t}{5}$$

$$\tau = \text{_____} \text{segundos}$$

6. Repite el mismo procedimiento cambiando a diferentes valores de R , como se muestra en la siguiente tabla

#	R	C	τ Medida
1	$10K\Omega$	$10\mu F$	
2	$4.7K\Omega$	$10\mu F$	
3	$1K\Omega$	$10\mu F$	

Cuestionario

- ¿Qué pasaría si se conecta un condensador de $C = 10\mu F$ en paralelo al circuito de la figura 3? ¿y en serie?
- ¿Qué porcentaje del voltaje máximo de carga equivale a una constante de tiempo?
- ¿Cuántas constantes de tiempo se ocupan para cargar completamente un condensador?
- Investiga tres aplicaciones del circuito RC analizado en clase

Reportar

- Marco teórico de circuitos RC y constante de tiempo.
- Diagramas eléctricos de los circuitos implementados y resultados de los experimentos.
Adjunta imágenes de lo que viste en el osciloscopio.
- Conclusiones individuales

PRÁCTICA 7

RESISTENCIA ELÉCTRICA, RESISTIVIDAD Y LEY DE OHM

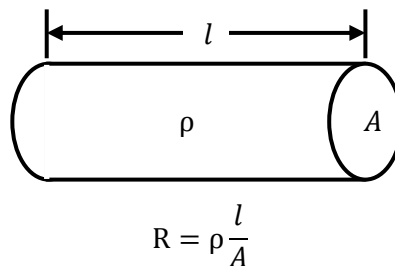
Objetivo: Entender el funcionamiento y las características que rigen una resistencia eléctrica, resistividad y además conocer la aplicación de la Ley de Ohm a través de algunos experimentos con diferentes componentes eléctricos.

Material y equipo

- Conductor de Cobre
- Conductor de Nicromo
- Tableta de resistencias
- Puntas de conexión
- Lámpara incandescente
- 2 Multímetros

I. Introducción

Se le denomina resistencia eléctrica a todo material que se opone al flujo de la corriente eléctrica. Todos los materiales presentan esta propiedad la cual depende del tipo de material, su longitud, forma y la temperatura. La resistencia eléctrica de un material está dada por:



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

Figura 1.- Factores que influyen en la resistencia eléctrica.

Dónde: l es la longitud del conductor, A es la sección transversal, ρ : es la resistividad del material

A continuación se muestra una tabla con los valores de resistividad para algunos materiales tomada en un rango de 20°C a 25°C.

Resistividad de algunos materiales

Material	Resistividad (en 20 °C-25 °C) ($\Omega \cdot m$)
Plata ³	$1,59 \times 10^{-8}$
Cobre ⁴	$1,71 \times 10^{-8}$

Oro ⁵	$2,35 \times 10^{-8}$
Aluminio ⁶	$2,82 \times 10^{-8}$
Wolframio ⁷	$5,65 \times 10^{-8}$
Níquel ⁸	$6,40 \times 10^{-8}$
Hierro ⁹	$9,71 \times 10^{-8}$
Platino ¹⁰	$10,60 \times 10^{-8}$
Estaño ¹¹	$11,50 \times 10^{-8}$
Acero inoxidable 301 ¹²	$72,00 \times 10^{-8}$
Grafito ¹³	$60,00 \times 10^{-8}$

Dependiendo de la resistencia eléctrica del material se clasifican en conductores, semiconductores y aislantes. La unidad de medida de la resistencia eléctrica es Ohms (Ω) en honor al físico Alemán George Simon Ohm (1787-1854) la cual conmemora su contribución al progreso científico y se denota con la letra R.

La ley de Ohm relaciona la corriente $I(t)$, la tensión o voltaje $v(t)$ y la resistencia (R) y establece que: ***El voltaje a través de una resistencia es directamente proporcional a la corriente que fluye a lo largo de ésta.*** De manera simbólica se tiene:

$$v(t) = RI(t)$$

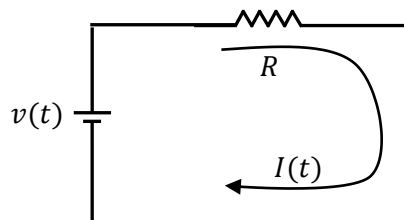


Figura 2.- Circuito eléctrico simplificado para la ley de ohm.

En la práctica existen muchas presentaciones para las resistencias comerciales, habiendo también resistencias variables de baja y de alta precisión. En la figura 3 se pueden observar algunas de las presentaciones que pueden encontrarse en el mercado.



Figura 2.- Resistencias comerciales fijas y variables.

La **resistencia** equivalente de una combinación **en serie** de resistores es la suma numérica de las resistencias individuales y siempre es mayor que cualquier resistencia individual.

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

Para dos o más resistencias conectadas en paralelo se pueden obtener una resistencia equivalente de la siguiente forma:

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

II. Desarrollo

Experimento 1. Resistencia de una alambre de Nicromo.

1. Utiliza un alambre de Nicromo y mide su resistencia.

$$R = \underline{\hspace{2cm}}$$

2. Mide la resistencia de otro alambre de Nicromo de una longitud al menos del doble que el anterior.

$$R = \underline{\hspace{2cm}}$$

3. ¿Cómo se comporta el valor de la resistencia en los dos casos anteriores?

Experimento 2.- Comportamiento de la resistencia en función de la temperatura.

1. Toma una lámpara incandescente y conéctala a una fuente de CD de 3 volts. Espera 30 segundos y enseguida desconéctala de la fuente de CD. Mide la resistencia de la lámpara en de acuerdo a los intervalos de tiempo de la siguiente tabla.

Tiempo (s)	Resistencia (Ω)
0	
5	
10	
15	
20	
30	

- Con los datos obtenidos traza una gráfica de $R(\Omega)$ vs $t(s)$. ¿Cómo se comporta la resistencia en función del tiempo?
- Investiga la ecuación que relaciona la resistencia en función de la temperatura.

Experimento 3.- Medir la corriente y el voltaje en un circuito puramente resistivo

- Elige 4 resistencias mayores a $1K\Omega$ de la tableta de resistencias que se te proporcionó.

Mide su valor y anótalo en la siguiente tabla

#	Resistencia medida (Ω)
1	
2	
3	
4	

- Utilizando la ley de ohm calcula la corriente para cada resistencia usando voltajes de $v(t) = 10 \text{ volts}$ y $v(t) = 20 \text{ volts}$.

$R(\Omega)$	$I(t)$ para $v(t) = 10v$	$I(t)$ para $v(t) = 20v$

3. Arma el circuito y comprueba tus resultados.

$R(\Omega)$	$I(t)$ para $v(t) = 10v$	$I(t)$ para $v(t) = 20v$

4. Conecta las 4 resistencias en **serie** y mide la corriente total usando $v = 10 \text{ volts}$.

$$I_{total} = \underline{\hspace{2cm}}$$

5. Conecta las 4 resistencias en **paralelo** y mide la corriente total usando $v = 10 \text{ volts}$.

$$I_{total} = \underline{\hspace{2cm}}$$

6. Calcula la corriente total con las 4 resistencias conectadas en serie y compárala con el valor medido.
7. Calcula la corriente total con las 4 resistencias conectadas en paralelo y compárala con el valor medido.

Reportar

- Resultados obtenidos en cada experimento.
- Conclusiones individuales

PRÁCTICA 8

CIRCUITOS ELÉCTRICOS PARTE I Y II

Objetivo: Medir voltajes y corrientes en diferentes partes de un circuito eléctrico resistivo y comparar con los valores teóricos calculados con las leyes de Kirchhoff.

Material y equipo

- 2 Multímetros
- Tableta de resistencias
- Base de velcro para resistencias y capacitores
- 6 puntas caimán-caimán
- 6 puntas caimán-banana
- 1 juego de cables de clip
- 2 Lámparas incandescentes de CD
- 2 Interruptores de un polo un tiro

I. Introducción

Cuando dos o más resistores están interconectados como los focos de la figura 1, se dice que están en una combinación en serie.

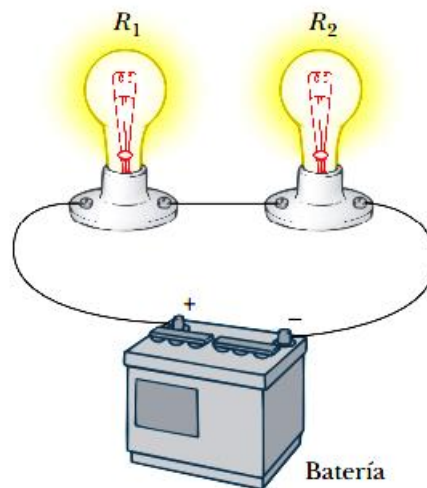


Figura 1.- Focos conectados en serie a una batería.

En una conexión en serie, si una cantidad de carga Q sale de un resistor R_1 , deberá también entrar en el segundo resistor R_2 . De otra forma, la carga se acumularía en el alambre entre los resistores. Por lo tanto, en un intervalo determinado de tiempo, la misma cantidad de carga pasa a través de ambos resistores.

$$I = I_1 = I_2$$

Si se tienen dos o más resistencias en serie, se puede obtener una resistencia equivalente, de tal forma que se puede calcular la corriente total del circuito. La Figura 2 muestra dos resistencias conectadas en serie y su equivalente que se obtiene al sumar el valor de cada una de ellas.

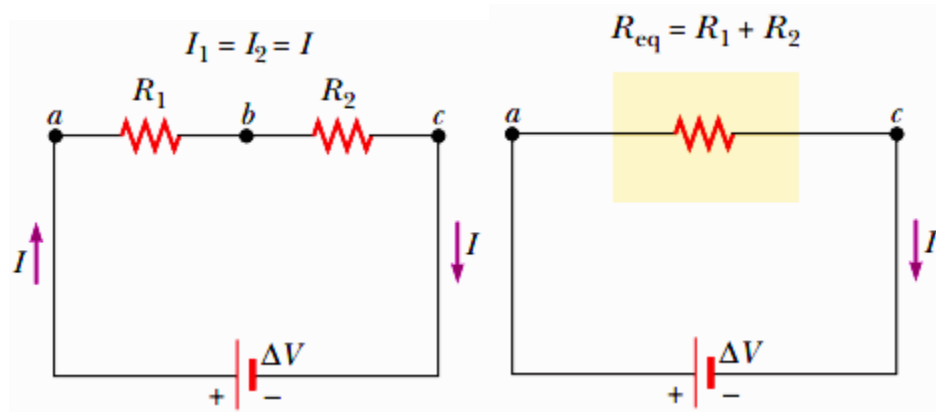


Figura 2.- Dos resistencias en serie y su circuito equivalente.

La resistencia equivalente de una combinación en serie de resistores es la suma numérica de las resistencias individuales y siempre es mayor que cualquier resistencia individual.

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

Si se tienen dos resistencias en paralelo (como los focos de la figura 3), el voltaje en sus terminales es el mismo

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

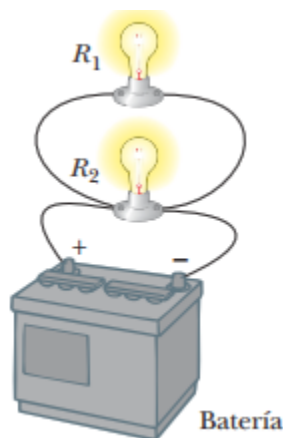


Figura 3.- Focos conectados en paralelo.

Para dos o más resistencias conectadas en paralelo se pueden obtener una resistencia equivalente de la siguiente forma

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

Leyes de Kirchhoff

El procedimiento para explicar circuitos más complejos se hace posible si se utilizan dos principios conocidos como leyes de Kirchhoff:

1. **Ley de corrientes (Ley de la unión).**- En cualquier nodo, la suma de las corrientes debe ser igual a cero:

$$\sum_{nodo} I = 0$$

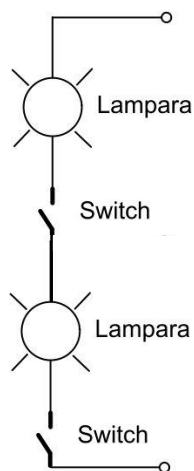
2. **Ley de voltajes (Ley de la espira).**- La suma de las diferencias de potencial a través de todos los elementos alrededor de cualquier malla de un circuito cerrado debe ser igual a cero:

$$\sum_{malla} \Delta V = 0$$

II. Desarrollo

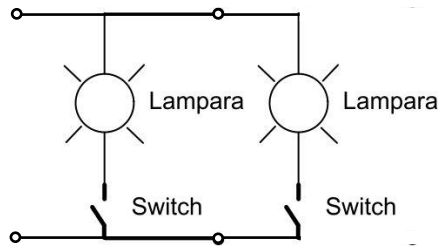
Experimento 1. Focos en serie y en paralelo

1. Arma el siguiente arreglo de lámparas en serie y alimenta con **5 volts de cd.**



2. Abre un interruptor y cierra el otro. Haz combinaciones con los interruptores y observa lo que ocurre con las lámparas.

3. Arma el siguiente arreglo de lámparas en paralelo



4. Abre un interruptor y cierra el otro. Haz combinaciones con los interruptores y observa lo que ocurre con las lámparas.

Experimento 2. Voltajes y corrientes en un circuito eléctrico

1. Mide con el multímetro el valor exacto de 5 resistencias mayores a $1K\Omega$.

# de resistencia	Resistencia (Ω)
1	
2	
3	
4	
5	

2. Para el circuito de la figura 4, obtén voltajes y corrientes indicadas.

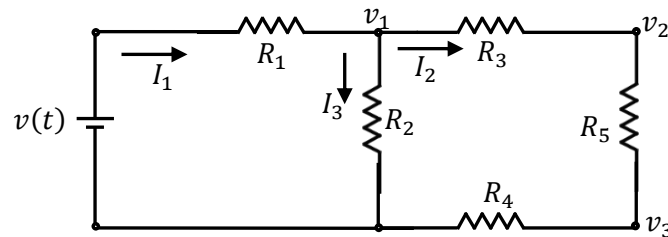


Figura 4.- Circuito resistivo

Valores calculados	
Corrientes	Voltajes
$I_1 =$	$v_1 =$
$I_2 =$	$v_2 =$

$I_3 =$	$v_3 =$
---------	---------

3. Arma el circuito y mide los valores de voltaje y corriente

Valores medidos	
Corrientes	Voltajes
$I_1 =$	$v_1 =$
$I_2 =$	$v_2 =$
$I_3 =$	$v_3 =$

4. Compara los resultados teóricos con los valores medidos.

Reportar:

1. Reporta lo que ocurre en el experimento 1 con las lámparas. En base a tus observaciones ¿Qué tipo de conexión tienes en tu casa, serie o paralelo?
2. Las tablas llenadas en clase
3. Los cálculos de corrientes y voltajes de la figura 4 utilizando las leyes de Kirchhoff y la ley de ohm.
4. Conclusiones individuales