



UNIVERSIDAD APEC

ESCUELA DE INGENIERIA
CATEDRA DE FÍSICA

Prácticas de Laboratorio de Física Eléctrica (TEC-120)

NOMBRE: _____

MATRICULA: _____

GRUPO: _____

PROFESOR: _____

Elaborado por:
Ing. Francisco Sánchez J.
Ing. Emma K. Encarnación E.

ENERO 2010

Listado de Contenido

Práctica No.1	Carga eléctrica y ley de coulomb
Práctica No.2	Instrumentos de medida y elementos de circuitos
Práctica No.3	Potencial eléctrico
Práctica No.4	Capacitancia
Práctica No.5	Circuitos RC
Práctica No.6	Ley de Ohm
Práctica No.7	Leyes de Kirchhoff
Práctica No.8	Imanes permanentes y electroimanes
Práctica No.9	Corriente alterna en circuitos RL
Práctica No.10	Corriente alterna en circuitos RC
Práctica No.11	Circuitos RLC

INTRODUCCION

La comprobación empírica es una parte esencial del método científico y los laboratorios de física vienen a cumplir con ese cometido. En este caso particular, en EL LABORATORIO DE FÍSICA ELÉCTRICA, se hacen las comprobaciones prácticas de los conceptos y principios discutidos en las cátedras de teoría. Es por esto que en este manual, las discusiones teóricas son breves y poco profundas ya que no es ese su objetivo.

En esta asignatura vamos a estudiar los fenómenos electromagnéticos dentro de los cuales cabe destacar el Campo Eléctrico, La Capacitancia, Ley de Ohm, Inducción Magnética; además del comportamiento de la corriente alterna en algunos circuitos como los circuitos Resistivos Inductivos (RL), Resistivos Capacitivos (RC) y los Circuitos Resistivos Capacitos Inductivos (RLC).

En este Manual De Laboratorio de Física Eléctrica tratamos de que el estudiante mediante las prácticas hechas se familiarice no solo con los fenómenos electromagnéticos; sino también con los dispositivos que se utilizan.

Práctica No. 1

Carga eléctrica y ley de Coulomb

Objetivo:

- Comprobar las manifestaciones macroscópicas de la carga eléctrica y la ley de Coulomb.

Marco Teórico:

La interacción eléctrica entre dos partículas cargadas está descrita en términos de las fuerzas ejercidas entre ellas. Agustín de Coulomb condujo la primera investigación cuantitativa de estas fuerzas en 1784. Coulomb usó una balanza de torsión sumamente sensible para medir las fuerzas entre dos "cargas puntuales", es decir, cuerpos cargados cuyas dimensiones son pequeñas comparadas con las distancias entre ellas.

Coulomb encontró que la fuerza se hace más débil cuando la distancia entre las cargas se incrementa, y que también depende de la cantidad de carga en cada cuerpo. Específicamente la ley de fuerza de Coulomb dice:

La fuerza de atracción o repulsión entre dos cargas puntuales es directamente proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre ellas.

La dirección de la fuerza en cada partícula está siempre a través de la línea uniendo las dos partículas; atrayéndose cuando las dos cargas son opuestas en signos, y repeliéndose cuando las dos cargas son iguales en signos.

La carga eléctrica es una propiedad intrínseca de la materia tal como su masa y su volumen y está presente en todo el conjunto de objetos que forman el universo.

La sustancia fundamental que da existencia a los cuerpos presentes en la naturaleza es la materia y ésta a su vez está compuesta por tres partículas elementales que son el protón, el neutrón y el electrón.

Los objetos macroscópicos formados por átomos de distintos elementos permanecen eléctricamente neutros, sin embargo, es posible romper este equilibrio mediante un proceso que permita aumentar o disminuir la cantidad de carga.

Una forma para cargar eléctricamente un objeto sólido es mediante frotamiento, acción en la cual existe un arrastre de portadores de carga, lo cual propicia que un cuerpo aislado se cargue eléctricamente.

Otra forma de cargar objetos es por inducción la cual consiste en acercar al objeto a cargar, un elemento que previamente haya sido cargado. Estos dos métodos para cargar cuerpos serán aplicados en la presente práctica.

MATERIAL Y EQUIPO.

1. Un soporte universal
2. Dos barras de plástico
3. Dos barras de vidrio
4. Ropa de lana
5. Un electroscopio
6. Hilo o cáñamo

MONTAJE.

Coloque el soporte universal como se muestra en la figura 1.1 y suspenda de éste una de las barras de plástico y una de las de vidrio.

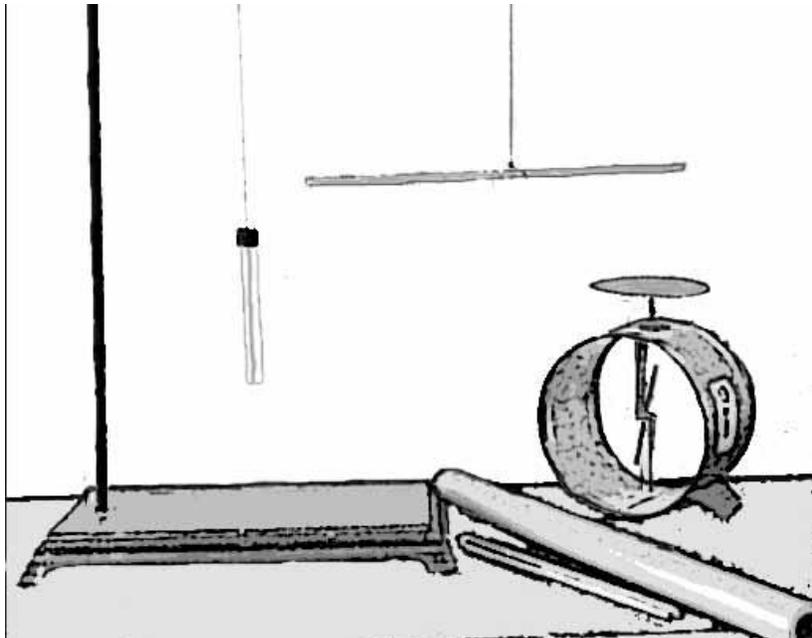


Figura 1.1

PROCEDIMIENTO.

Con la tela de lana o con su cabello frote la barra de plástico libre para cargarla y acérquela hasta tocar la barra de plástico que se encuentra suspendida.

Haga lo mismo con las barras de vidrio.

Durante el proceso de frotamiento, es recomendable que el deslizamiento de la barra sobre la tela o el pelo de la persona que realiza la práctica, sea siempre en la misma dirección y sentido.

Observe cuidadosamente el comportamiento de las barras.

Frote nuevamente la barra libre de plástico y acérquela a la barra suspendida sin que se toquen. Haga lo mismo con las barras de vidrio.

Acerque ahora la barra libre de vidrio a la suspendida de plástico y posteriormente la barra libre de plástico a la suspendida de vidrio.

Para cargar el electroscopio frote cualquiera de las barras y acérquela al disco superior sin tocarlo, posteriormente retire la barra y repita el caso con la otra barra.

Descargue el electroscopio tocándolo con la mano. Nuevamente acerque una barra cargada hasta tocar el disco superior del electroscopio, después retire la barra.

Posteriormente acerque y retire ambas barras al disco sin tocarlo. Con las observaciones realizadas conteste el siguiente cuestionario.

CUESTIONARIO.

En una hoja anexa, conteste y comente las siguientes preguntas. Construya los esquemas necesarios para respaldar sus respuestas.

1. ¿Eléctricamente qué sucede al frotar las barras?
2. ¿Qué sucede al tocar las barras suspendidas con las barras que han sido frotadas?
3. Explique qué sucede cuando la barra libre es acercada sin tocar a la barra suspendida si ambas son del mismo material.
4. Explique lo que sucede cuando la barra libre es acercada a la barra suspendida si ambas son de distinto material.
5. Explique en que consiste el término “carga por inducción”.
6. Explique la causa del desplazamiento de la aguja en el electroscopio cuando la barra es acercada a él.
7. Explique lo que sucede cuando la barra toca al disco en el electroscopio.
8. ¿Cuál es la razón del movimiento de la aguja cuando se acerca la segunda barra al disco sin tocarlo?
9. Explique por qué el electroscopio se descarga al ser tocado con la mano.
10. En base a las observaciones realizadas ¿Cuántos tipos de carga deduce que existen?
11. ¿Cómo se puede determinar si dos cargas son del mismo tipo o de tipo diferente?

PRACTICA No. 2

INSTRUMENTOS DE MEDIDAS Y ELEMENTOS DE UN CIRCUITO

Objetivo:

- Aprender la forma correcta de utilizar los diferentes instrumentos de medidas.
Identificar los diferentes elementos que componen un circuito.

Marco Teórico:

El vigoroso desarrollo de la tecnología electrónica ha traído consigo el de su instrumental, así como la producción de dispositivos de capacidades muy superiores. El moderno laboratorio electrónico cuenta ahora con instrumentos que permiten realizar mediciones extremadamente sensibles y mas amplia gama de pruebas. El laboratorio se consagra cada vez mas en proyectos que exigen a sus instrumentos una capacidad de medición superior a la de los dispositivos convencionales.

ESCALA. Serie de divisiones alrededor de una caratula en un instrumento de medida que permite apreciar el valor de una magnitud medida.

FONDO DE ESCALA. Máximo valor que puede ser medido en una escala dada.

EQUIPO

Resistores, pilas, batería, fuentes, voltímetros, amperímetros, miliamperímetros, microamperímetros, galvanómetros, interruptores, conectores, bombillas, fuentes, alambres, condensadores, multímetro o tester, ohmímetro, potenciómetros, etc.

CLASIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDIDAS

a) FUNCIONAL

Cuando se clasifican de acuerdo a su función de medida (voltímetro, amperímetro, ohmímetro, generador, cronometro, termómetro, vatímetro, dinamómetro, barómetro, manómetro, etc.).

b) BASADA EN LA INDICACION DE LA MEDIDA

ANALOGICOS

Cuando el instrumento de medida tiene una aguja que se desvela un ángulo dado, sobre una caratula graduada, se dice que el instrumento es analógico. La base de estos medidores es una bobina móvil (tipo D'Arsonval), sensible a la corriente continua.

DIGITALES

Cuando el instrumento de medida tiene una pantalla y da la medida por medio de números (dígitos), se dice que el instrumento es digital.

INSTRUMENTOS DE MEDIDAS

EL MULTIMETRO. Este instrumento combina en un solo instrumento la medición de voltajes, corrientes, resistencias, entre otras magnitudes eléctricas.

EL VOLTÍMETRO. Instrumento que se utiliza para medir las tensiones o diferencias de potencial entre dos puntos. Este está formado por un amperímetro acoplado con una resistencia muy grande en serie, llamada resistencia del medidor (R_v). Es indispensable que la resistencia del voltímetro sea muy grande comparada con la de cualquier elemento del circuito en el cual se mida la tensión. De no ser así, el instrumento alteraría la medida en forma apreciable. Un voltímetro real tiene una resistencia grande. Un voltímetro ideal debe tener una resistencia infinita (circuito abierto). Al medir en un circuito con el voltímetro se conecta en paralelo. Si es un voltaje alterno (VAC) no importa la polaridad al medir, pero si el voltaje es directo (VDC) el terminal (punta de prueba) positivo del instrumento se conecta con el positivo del circuito y el negativo con el negativo del circuito.

Las escalas de los voltímetros generalmente son lineales, es decir, tienen el mismo valor de una cantidad a otra y la misma amplitud angular; pero los voltímetros AC, en las medidas de bajos voltajes no tienen una escala lineal.

AMPERÍMETRO. Instrumento utilizado para medir corrientes eléctricas. La resistencia de un amperímetro real es pequeña. Un amperímetro ideal debe tener una resistencia nula 0 cero. Al medir en un circuito con el amperímetro se conecta en serie. Si es una corriente alterna (VCA) no importa la polaridad al medir, pero si la corriente es directa (VCD) el terminal (punta de prueba) positivo del instrumento se conecta con el positivo del circuito o el negativo con el negativo del circuito.

GALVANOMETRO. Instrumento para medir con precisión pequeñas corrientes eléctricas (del orden de los microamperios, μA). También se utiliza para buscar puntos que están al mismo potencial eléctrico. Por lo tanto, si dos puntos están al mismo potencial eléctrico, la diferencia de potencial entre los puntos es cero.

EL OHMÍMETRO U OHMIOMETRO. Instrumento para medir las resistencias eléctricas en ohmios.

ELEMENTOS DE UN CIRCUITO

RESISTOR. Elemento pasivo de un circuito que sirve para controlar el paso de la corriente eléctrica. Los resistores pueden ser fijos o variables. Son fijos cuando tienen un valor determinado. Son variables cuando su valor se puede variar de acuerdo a sus valores extremos. Son resistencias variables: Los reóstatos, los controles de volumen, los controles de tones y los controles de la

intensidad de una lámpara, llamado dimer.

Para leer el valor de una resistencia, se comienza por el color que está más cerca de uno de sus extremos, aplicando el orden anterior. El cuarto color, si lo tiene, es la tolerancia. La tolerancia es el máximo error porcentual que puede tener dentro de los límites aceptados.

FUERZA ELECTROMOTRIZ. Elemento activo de un circuito que mantiene una diferencia de potencial entre sus dos puntas que se aplica. Se mide en voltios. Son las pilas, baterías, generadores, fuentes, alternadores, ups, inversores, etc. La fuerza electromotriz se expresa de las siguientes maneras: $t = V = F \cdot E$. $M = dW/dq = P/i$, donde P = potencia e i = corriente eléctrica.

INTERRUPTORES. Son elementos pasivos de un circuito que sirven para abrir o cerrar el circuito. Los interruptores pueden ser: simple de una posición, doble de una posición, triple de una posición y simple de dos posiciones, doble de dos posiciones y triple de dos posiciones, etc.

LA LAMPARA O BOMBILLA. Transforman la energía eléctrica en energía luminosa y calorífica.

ALAMBRE. Elemento que sirve para hacer las conexiones de los elementos de un circuito.

CAPACITOR O CONDENSADOR. Elemento pasivo de un circuito que sirve para almacenar energía eléctrica cuando está cargado, dentro del campo eléctrico.

POTENCIOMETRO. Resistencia con dos terminales fijos en sus extremos, sobre la que se desliza un contacto móvil (tercer terminal), permitiendo variar el valor de la resistencia existente entre dicho extremo.

PILA. Generador que transforma la energía química en energía eléctrica; la acción química de un electrolito sobre dos electrodos provoca una diferencia de potencial entre estos.

BATERIA. Combinación de varias pilas en serie de forma que produzcan energía eléctrica utilizable.

PRACTICA No. 3

POTENCIAL ELÉCTRICO

Objetivo:

- Determinar las líneas equipotenciales sobre la superficie de un elemento dieléctrico producidas por la presencia de electrodos cargados eléctricamente.

Marco Teórico:

El potencial eléctrico se define como la relación existente entre el trabajo necesario para mover una carga en un campo eléctrico y el valor de ésta.

Determinar de manera directa el campo eléctrico donde se mueva una carga es prácticamente imposible, sin embargo, éste puede ser determinado a partir del concepto del potencial eléctrico (voltaje) dado que existe una relación entre la geometría de las manifestaciones de cada uno de ellos. Considerando que las líneas de campo eléctrico se definen como las trayectorias hipotéticas que seguirán las cargas libre inmersas en él, entonces se tendría un conjunto denso de probables trayectorias formadas por los puntos que conforman el espacio geométrico. Asimismo, existen conjuntos específicos de puntos los cuales tienen la característica fundamental de que están bajo la acción del mismo potencial eléctrico. Todos estos puntos constituyen las llamadas superficies equipotenciales las cuales tienen a su vez la característica geométrica de ser ortogonales a las líneas de fuerza. Razón por la cual, al conocer los puntos de una superficie o línea equipotencial, puede determinarse la dirección de las líneas de campo eléctrico.

Consideremos dos electrodos arbitrarios separados por alguna distancia; los cuales llevan cargas de igual magnitud pero de signos opuestos. Entonces existirá una diferencia de potencial o voltaje fijo entre los electrodos. Suponga que esa diferencia de potencial es de unos 20 voltios. Si la carga negativa es asumida arbitrariamente como potencial cero, entonces el electrodo con la carga positiva estará a un potencial de + 20 voltios. Asumiendo esto, en algunos espacios alrededor de estos electrodos existirán puntos los cuales estarán al mismo potencial. Por ejemplo, para el caso descrito arriba existirán algunos puntos para los cuales el potencial será + 10 voltios. Existirán otros puntos para los cuales el potencial será + 15 voltios y algunos puntos para los cuales el potencial será + 5 voltios. En un espacio tridimensional todos los puntos con el mismo potencial formaran una superficie, y serán diferentes superficies para cada uno de los valores de potencial entre 0 y 20 voltios. De hecho existirá un número infinito de superficie porque una dividiría los 20 voltios en un infinito número de pasos. Cada una de las superficies con el mismo valor de potencial es llamada una superficie equipotencial.

Las líneas de campo eléctrico siempre existirán en una relación geométrica con la superficie equipotencial para cualquier configuración de electrodo. La relación es que las líneas de campo eléctrico en cualquier punto son perpendiculares a la superficie equipotencial.

Si el cambio en el potencial, ΔV , es medido entre dos puntos separados por un desplazamiento, ΔX , entonces la siguiente ecuación es verdad:

$$E = \frac{\Delta V}{\Delta X}$$

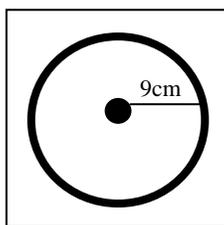
Donde E es el campo eléctrico. Esta ecuación nos muestra otra unidad de medida para el campo eléctrico; la cual es el voltio/metro.

Lista de equipos a utilizar

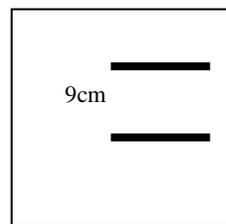
1. Papel carbón
2. Tinta Conductiva
3. Fuente de voltaje DC
4. Voltímetro de alta impedancia.

Procedimiento experimental

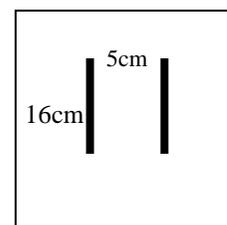
1. Use una brocha o un marcador de tinta conductiva para dibujar las tres configuraciones de electrodos que se muestran a continuación. Antes de dibujar los electrodos ponga el papel en una superficie dura. Este seguro que se obtenga una línea sólida cuando se dibujen los electrodos.



(a)



(b)



(c)

2. Para cada uno de los electrodos use una hoja limpia de papel carbón y dibuje los electrodos tan centrados como le sea posible.
3. Para cada uno de los electrodos conecte las dos puntas de la fuente de voltaje a cada una de las líneas de los electrodos, la conexión de las puntas de la fuente de voltaje será arbitraria, para el círculo use la circunferencia de este como la parte donde ira la punta positiva y el círculo del centro como la parte donde ira la punta negativa.

4. En cada uno de los casos coloque la fuente de energía a una diferencia de potencial de 20 V DC. Para colocar este valor conecte a la fuente de energía a un voltímetro; el cual tendrá la punta negativa de este a la salida negativa de la fuente y la punta positiva a la salida positiva de la fuente. Una vez encontrado este valor se deberá dejar fijo.
5. Para cada una de las conexiones asegure que todas estas sean seguras y que estén firmemente colocadas.
6. Para saber si los electrodos tienen la conductividad apropiada, conecte una de las puntas del voltímetro a una de las puntas de los electrodos y use la otra punta del voltímetro como punta de prueba y toque varias de las partes del mismo electrodo. Para una conductividad apropiada en máximo voltaje entre dos puntos cualquiera del mismo electrodo debe ser menor de 0.2 voltios. Repita este procedimiento para cada electrodo.
7. Determine la equipotencialidad conectando la punta negativa del voltímetro al electrodo donde está conectada la punta negativa de la fuente de energía; punto el cual es considerado como el de potencial cero. La otra punta del voltímetro será usada como punta de prueba para medir el potencial en cualquier punto en el papel. Este seguro que la punta de prueba esté perpendicular al papel. Un potencial dado, por ejemplo 10 voltios, puede ser encontrado moviendo la punta de prueba alrededor hasta encontrar el punto donde el voltímetro mida 10 voltios.
8. Usando el procedimiento descrito arriba, en el paso 7, dibuje con un lápiz la siguiente línea equipotencial para cada configuración de electrodo.
 - a) Electrodo A 15.0, 10.0, 6.50, 4.50, 3.50, 2.50, 1.50, y 0.75 voltios
 - b) Electrodo B 16.0, 13.0, 11.5, 10.0, 8.50, 7.00, y 4.00 voltios.
 - c) Electrodo C 4.00, 8.00, 12.0, y 16.0 voltios.

CUESTIONARIO.

En hojas anexas, conteste y comente las siguientes preguntas. Construya las gráficas necesarias para respaldar sus respuestas.

1. Para cada uno de los casos construya las gráficas para las curvas equipotenciales correspondientes a los voltaje indicados (considere intervalos regulares).

2. Determine las expresiones algebraicas de las curvas obtenidas anteriormente.

3. Considere que las líneas equipotenciales son perpendiculares a las líneas de campo eléctrico. Trace estas trayectorias.

4. Determine una expresión para el campo eléctrico en función del potencial en cada uno de los casos considerando variaciones regulares.

5. Determine una expresión para calcular el trabajo requerido para llevar una carga eléctrica q_0 de una placa a otra.

6. ¿Existe alguna relación entre el caso Punto-Punto y un dipolo eléctrico? ¿Cuál es?

PRACTICA No. 4.

CAPACITANCIA

Objetivo:

- Experimentar el funcionamiento de los capacitores en Corriente Alterna (A.C.) y Corriente Directa (D. C.)

Marco Teórico:

Si consideramos dos conductores con una diferencia de potencial V entre ellos y suponemos que tienen cargas iguales y opuestas en signo; una combinación de este tipo se le llama capacitor. Suponiendo que Q sea la magnitud de carga en cada placa, la relación entre estas cantidades es dada por:

$$C = \frac{Q}{V} \quad (\text{ecu. 2.1})$$

La ecuación anterior puede ser tomada como una definición de capacitancia; la cual es la unidad de carga por unidad de voltaje. La unidad de capacitancia es el coulomb/voltio a lo que se le ha dado el nombre de Faradio con el símbolo de F. Como el F es una unidad muy grande, los capacitores usados en este laboratorio serán en el orden de los micros (μF) y mili (mF) faradios. El símbolo de capacitancia es:



La capacitancia de un capacitor dependerá, entre otras cosas, del arreglo geométrico de los conductores.

Capacitor de placas paralelas:

La capacitancia de un capacitor de placas paralelas viene dada por la expresión:

$$C = \frac{\epsilon_0 A}{d} \quad (\text{ec.2.4})$$

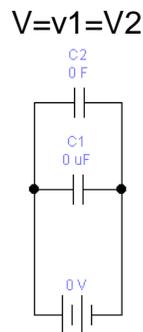
Siendo: A , el área de placa
 d , la separación entre placas

COMBINACIÓN DE CAPACITORES:

En circuitos es común que aparezcan combinaciones tanto en serie como en paralelo. Los procedimientos y formulas para calcular cada una de estas combinaciones se presentan a continuación.

COMBINACIÓN PARALELO:

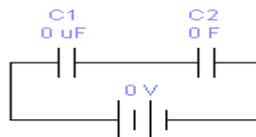
Este tipo de combinación se da cuando tenemos dos o más capacitores conectados de la siguiente forma; las placas de unos conectadas a la terminal positiva y la otra placa a la terminal negativa, con lo cual estas quedaran cargadas al mismo potencial que la terminal donde se conecto.



$$C_{eq} = C1 + C2$$

COMBINACIÓN SERIE:

Considerando ahora que tenemos dos capacitores uno a continuación de otro, o sea en conexión serie. Para esta combinación, la magnitud de la carga debe ser la misma en todas las placas.



$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C1} + \frac{1}{C2}, \text{ calculo capacitancia serie}$$

REACTANCIA CAPACITIVA X_C :

La reactancia capacitiva es la oposición al paso de la corriente alterna debido a la capacitancia del circuito. La unidad de la reactancia capacitiva es el ohm. La reactancia capacitiva puede determinarse mediante la formula:

$$X_c = \frac{1}{2\pi f c} ; \text{ donde}$$

X_c = reactancia capacitiva

f = Frecuencia

C = Capacitancia

MATERIAL Y EQUIPO.

1. Fuente de energía AC y DC
2. Voltímetro
3. Miliamperímetro
4. $C1 = 1\mu F$
5. $C2 = 10\mu F$
6. Interruptores
7. Cables para conexión
8. Lámparas de 6 voltios

MONTAJE.

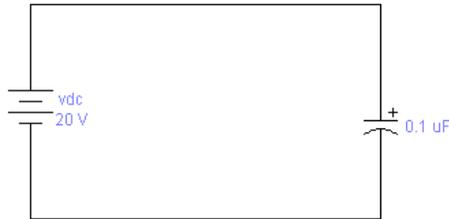
I)

- a) Conecte el siguiente circuito de AC mostrado.
- b) Ajuste el voltaje de la fuente de energía a 20 V AC.
- c) Mida el flujo de corriente $I = \underline{\hspace{2cm}}$ mA AC.
- d) Reduzca el voltaje de la fuente a cero.



II)

- a) Ahora conecte el siguiente circuito de DC.
- b) Ajuste el voltaje de la fuente de energía a 20 V DC.
- c) Mida el flujo de corriente $I = \text{_____}$ mA DC.
- d) Reduzca el voltaje de la fuente de energía a cero.

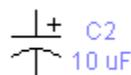
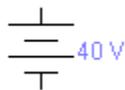


Compare las mediciones de corriente de los pasos C en I y II. Explique si existe un camino continuo para la corriente en el circuito de AC_____ y si existe uno para el circuito DC._____

Explique los resultados

III)

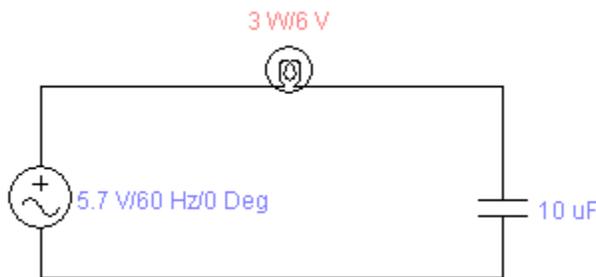
- a) Usando la fuente de energía DC, el capacitor C2 y el interruptor S1, conecte el circuito que se muestra a continuación.
- b) Conecte uno de los extremos de un conductor con clavija a la terminal positiva del capacitor C2; no conecte el otro extremo del conductor.



- c) Con el interruptor S1 cerrado, encienda la fuente de energía y ajuste el voltaje a 40Vdc.
- d) Abra el interruptor S1.
- e) Sujete el extremo libre del conductor con clavija por el aislamiento. Teniendo cuidado de no tocar la clavija metálica no aislada y acerque lentamente el extremo hacia el terminal negativo del capacitor. Describa lo sucedido.

IV)

- a) Usando la fuente de energía DC, el capacitor C2 y la lámpara Lp1, conecte el circuito que se muestra.



- b) Encienda la fuente de energía y ajústela a 5.7Vdc. ¿Enciende la lámpara? _____

Explique su respuesta _____

V)

- a) Conecte el circuito anterior pero en esta ocasión utilizaremos una fuente de energía AC.

b) Encienda la fuente de energía y ajústela a 5.7Vac. ¿Enciende la lámpara?_____

Explique su respuesta_____

CUESTIONARIO.

1. Cuál es la definición de capacitancia?
2. Cuál es la unidad de capacitancia?
3. En un capacitor de placas paralelas, que soporta una carga de 10 micro coulombs. Cuál es la carga en la chapa positiva y cuál es la carga de la chapa negativa?
4. Un capacitor de 1.5 micro faradio tiene un voltaje a través de sus placas de 6 voltios. Cuál es la carga en el capacitor?
5. Cuál de los siguientes enunciados son verdaderos. Para 3 capacitores C1, C2 y C3 puestos en paralelos con una fuente de voltaje:
a) $V=V1=V2=V3$ b) $Qeq=Q1=Q2=Q3$ c) $Qeq=Q1+Q2+Q3$ d) $V=V1+V2+V3$
6. Cuál de los siguientes enunciados son verdaderos para 3 capacitores C1, C2 y C3 puestos en serie con una fuente de voltaje:
a) $V=V1=V2=V3$ b) $Qeq=Q1=Q2=Q3$ c) $Qeq=Q1+Q2+Q3$ d) $V=V1+V2+V3$
7. Tres capacitores de $5\mu F$, $8\mu F$ y $11\mu F$ están conectados en paralelo. Cuál es la capacitancia equivalente de esta combinación?
8. Tres capacitores de $5\mu F$, $8\mu F$ y $11\mu F$ están conectados en serie. Cuál es la capacitancia equivalente de esta combinación?

PRACTICA NO. 5

CIRCUITOS RC

Objetivo:

- Experimentar el funcionamiento de los circuitos RC en cuanto a los voltajes, la corriente y en la determinación de la constante de tiempo.

Marco Teórico:

Considere el circuito mostrado en la figura 5.1; el cual consiste de un capacitor C, una resistencia R, una fuente de emf, y un interruptor S.

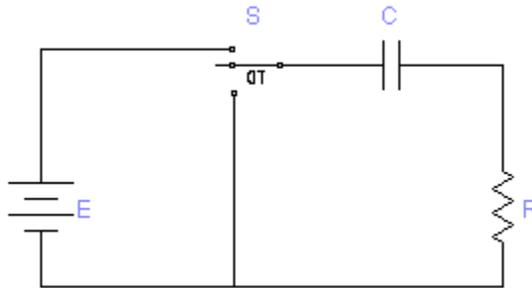


Figura 5.1. Circuito serie RC

Si el interruptor se mueve al punto A en un tiempo $t=0$, cuando el capacitor está inicialmente descargado, la carga comienza a fluir el circuito y fluirá hasta que el capacitor esté cargado totalmente. Esto nos muestra que la corriente comienza en un valor inicial de ε/R y decrece exponencialmente con el tiempo. La carga en el capacitor, en otras palabras, comienza en cero y se incrementa exponencialmente con el tiempo hasta que esta sea igual a $C\varepsilon$. La ecuación que describe este evento es:

$$Q = C\varepsilon(1 - e^{-t/RC}) \quad E \quad I = \varepsilon/Re^{-t/RC} \quad (\text{ecu.5.1})$$

La cantidad RC es llamada la constante de tiempo del circuito, y tienen como unidad el segundo si R está expresada en Ohmios y C es expresada en Faradios. Después de un periodo de tiempo; el cual es largo comparado con el tiempo de la constante RC, el término $e^{-t/RC}$ se hace pequeño. Cuando esto se hace realidad, si tomando la ecuación 4.1 como referencia, podemos decir que $Q=C\varepsilon$, y la corriente en el circuito es cero.

Si el interruptor S se mueve de su posición A a la B; el cual pone fuera ε del circuito, el capacitor se descargará a través del resistor. Por lo tanto, la carga del

capacitor y la corriente en el circuito decaen exponencialmente mientras el capacitor se descarga. La ecuación que describe este proceso de descarga es:

$$Q = C\varepsilon e^{-t/RC} \quad (\text{ecu. 5.2})$$

$$V_C = \varepsilon e^{-t/RC}$$

La ecuación para la corriente pudiera ser escrita con un signo negativo porque la corriente en el caso de la descarga será en dirección opuesta a la corriente en el caso de la carga. La magnitud de corriente es la misma en los dos casos.

Considere el circuito mostrado en la figura 4.2; el cual consiste en una fuente de energía, un capacitor C, un interruptor S y un voltímetro con una impedancia R.

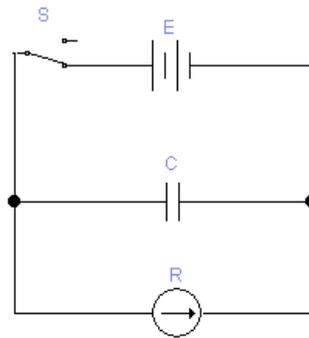


Figura 5.2 circuito RC con un voltímetro como resistencia

Si inicialmente el interruptor S es cerrado, el capacitor es cargado casi inmediatamente al valor de la fuente de voltaje E. Cuando el interruptor se abre el capacitor se descarga a través de la resistencia del voltímetro R con una constante de tiempo dado por RC. Con el interruptor abierto los únicos elementos en el circuito con el capacitor C y la resistencia del voltímetro R y de este modo el voltaje a través de del capacitor es igual al voltaje a través del voltímetro. El voltaje a través del capacitor esta dado por Q/C y el voltaje a través del voltímetro esta dado por IR. Si resolvemos las ecuaciones 5.2 tomando en consideración lo anterior tendremos que:

$$V = \varepsilon e^{-t/RC} \quad (\text{ecu. 5.3})$$

La ecuación 5.3 es la ecuación para el voltaje a través del voltímetro y el voltaje a través del capacitor como una función del tiempo. Dividiendo ambos términos de la ecuación 5.3 por ε tendremos y tomando el recíproco del resultado tendremos:

$$\varepsilon/V = e^{-t/RC} \text{ (ecu. 5.4)}$$

Tomando el logaritmo natural en ambos lados de la ecuación tendremos:

$$\ln(\varepsilon/V) = (1/RC)^t \text{ (ecu. 5.5)}$$

La ecuación 4.4 nos muestra que existe una relación lineal entre la cantidad $\ln(\varepsilon/V)$ y el tiempo t con la cantidad $(1/RC)$ como una constante de proporcionalidad. Por lo tanto, si el voltaje a través del capacitor esta determinado como una función del tiempo, un grafico de $\ln(\varepsilon/V)$ versus t nos dará una línea recta. Si RC puede ser determinado, y si la resistencia del voltímetro es conocida, entonces C puede ser determinada.

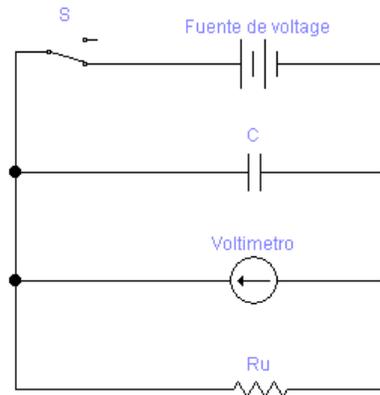


Figura 5.3 Circuito RC usando un voltímetro y una resistencia R_u en paralelo

Si una resistencia desconocida es puesta en paralelo con el voltímetro, se obtiene un circuito como el mostrado en la figura 5.3. El capacitor puede ser cargado y descargado pero ahora la constante de tiempo puede ser igual a $R_t C$ donde R_t es la resistencia total; la cual es la combinación en paralelo de R y R_u . Si resolvemos la relación entre R , R_u y R_t para R_u el resultado será:

$$R_u = \frac{RR_t}{R - R_t} \text{ (ecu. 5.6)}$$

Por lo tanto, una medida del voltaje del capacitor como una función del tiempo producirá una dependencia como la dada por la ecuación 5.5 excepto que la pendiente de la línea recta será $(1/R_t C)$. Aunque si C es conocida y $R_t C$ es encontrada desde la pendiente, entonces R_t puede ser determinada. Usando la ecuación 5.6, R_u puede ser encontrado para un valor de R y el valor determinara R_t .

MATERIAL Y EQUIPOS

1. Voltímetro (por lo menos con una impedancia de $10M\Omega$)
2. Fuente de voltaje (20 voltios)
3. Cronometro de Laboratorio.
4. Capacitor (5-10 μF que servirá como la capacitancia desconocida)
5. Resistor (aproximadamente $10M\Omega$ que servirá como la R desconocida)
6. Interruptor doble y sencillo.
7. Cables de conexión

MONTAJE

1. Construya un circuito como el de la figura 5.2 usando el capacitor, el voltímetro y la fuente de voltaje suplida por el instructor. El circuito tiene que estar aprobado por el instructor antes de suplirle corriente. Obtenga el valor de la impedancia del voltímetro y anótelo en Tabla 5.1 como R.
2. Cierre el interruptor, y ajuste la fuente de voltaje al especificado por el instructor. Anote este valor en la tabla 5.1.
3. Abra el interruptor y simultáneamente ponga a correr el cronometro.
4. La lectura del voltímetro caerá tan rápido como el capacitor se descargue. Deje el cronometro correr, y anote los valores de los tiempos para los diferentes voltajes leídos en el voltímetro y mostrados en la tabla 5.1.
5. Repita los procedimientos 3, 4 y anótelos en la Tabla 5.1.

Voltaje		R voltímetro	
---------	--	--------------	--

	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3
Voltaje	Tiempo (t) seg.	Tiempo (t) seg.	Tiempo (t) seg.
18			
16			
14			
12			
10			
8			
6			
4			

Tabla 5.1

6. Calcule los valores de $\ln(\epsilon/v)$.
7. Calcule el valor promedio de t y el error estándar de t para las tres pruebas hechas anteriormente.
8. Represente en una hoja cuadrículada los datos de $\ln(\epsilon/v)$ como la ordenada y el valor promedio de t como la abscisa.
9. El valor de la pendiente es igual a $1/RC$
10. Calcule RC como el recíproco de la pendiente
11. Usando el valor de R_c y R , calcule el valor del capacitor C .

MONTAJE II

1. Calcule los valores de $\ln(\epsilon/v)$.
2. Calcule el valor promedio de t y el error estándar de t para las tres pruebas hechas anteriormente.
3. Represente en una hoja cuadrículada los datos de $\ln(\epsilon/v)$ como la ordenada y el valor promedio de t como la abscisa.
4. El valor de la pendiente será igual a $1/RtC$. La unidad de $1/RtC$ son los seg^{-1} .
5. Calcule el Valor de RtC como el recíproco de la pendiente.
6. Usando el valor de la capacitancia C determinado en el primer procedimiento y el valor de RtC , calcule el valor de Rt .
7. Usando la ecuación 5.6 calcule el valor de la resistencia desconocida R_u utilizando los valores de Rt y R .

PRACTICA No. 6

LEY DE OHM

Objetivo:

- Verificar la Ley de OHM y con sus aplicaciones prácticas en circuitos eléctricos, estableciendo relaciones entre voltaje, corriente y resistencia.

Marco Teórico:

Si la diferencia de potencial, V , es aplicada a través de algunos elementos en un circuito eléctrico, la corriente, I , en este elemento estará determinada por una cantidad llamada resistencia, R . Tomando en cuenta esta relación podemos definir la resistencia como:

$$R = V/I \quad (6.1)$$

La resistencia de un objeto puramente resistivo esta determinada por la ecuación 6.1. Existen otros elementos eléctricos que pueden tener importancia en los circuitos como son la capacitancia y la inductancia. La resistencia de cualquier elemento de un circuito esta dada por la relación del voltaje (V) y la corriente (I). El valor de la resistencia puede cambiar en esta relación; si tenemos un cambio en el valor del voltaje o en el valor de la corriente. La unidad de resistencia es el Ohm; el cual es la relación entre el voltio y el ampere.

Ciertamente los elementos de un circuito obedecen a una relación conocida como Ley de Ohm. Para estos elementos la cantidad R (igual a V/I) es constante para diferentes valores de V así como para diferentes valores de I . Por lo tanto en orden de demostrar que lo elementos de un circuito obedecen a la Ley de Ohm, es necesario variar el voltaje (la corriente también variara) y observe que la relación V/I es una constante.

La resistencia de cualquier material eléctrico a la corriente eléctrica esta determinado en función del material del cual esta hecho, así como de la longitud, el área seccional y la temperatura de este objeto. A temperatura constante la resistencia esta dada por la relación:

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

Donde R es la resistencia (Ω), L es la longitud (m), A área seccional (m^2), y ρ es una constante, que depende del material, llamada resistividad (Ω -m).

Los elementos en circuito eléctrico pueden ser conectados en serie o paralelo. Si consideramos el caso en que tres resistores, R1, R2 y R3 conectados en serie como se muestran a continuación. Para estos resistores la corriente es la misma para todos los resistores,

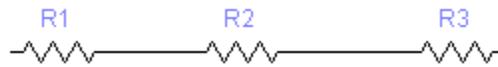


Figura 6.1

Pero en el caso del voltaje, existe una caída de voltaje en cada uno de los resistores; el cual depende del valor de la resistencia. Para resistores en serie existe una resistencia equivalente que es igual a:

$$R_e = R1 + R2 + R3 + \dots + Rn$$

En el caso donde los resistores estén en paralelo;

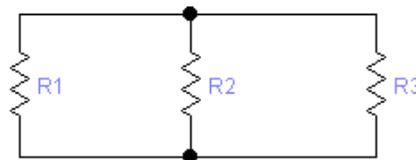


Figura 6.2

La corriente será diferente en cada uno de los resistores, pero el voltaje a través de cada resistor será el mismo. En el caso de que se busque una resistencia equivalente de estos 3 resistores, esta estará dada por:

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

MATERIAL Y EQUIPOS

1. Amperímetro
2. Voltímetro
3. Fuente de Corriente
4. 4 resistencias de 1Kilohmio

MONTAJE

1. Conecte el amperímetro A, el voltímetro V, y la fuente de energía a la primera resistencia como se muestra en la figura 6.3:

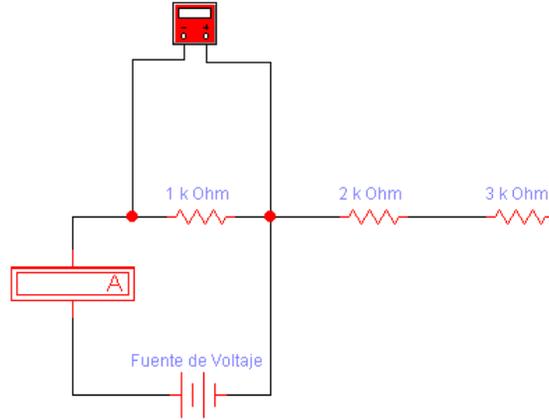


Figura 6.3

Note que el circuito básico es una fuente de voltaje en serie con un resistor. En orden de medir la corriente en el resistor el amperímetro se encuentra en serie con este. En orden de medir la caída de voltaje en este el voltímetro está puesto en paralelo con el resistor.

2. Varíe la corriente a través de R1 en pasos de 1mA desde 1mA hasta 3.00 mA. Para cada valor específico de corriente, mida la caída de voltaje en el resistor y anótela en la siguiente tabla. Haga lo mismo para los demás resistores.

I (mA)	M1 (Volts)	M2 (volts)	M3 (volts)
1			
2			
3			

Tabla 6.1

3. Realice las siguientes combinaciones de resistencia y anote los valores de la caída de voltaje en la siguiente tabla 6.2:

Combinación	I (mA)	V (volts)
R1 R2 en paralelo	1	
	2	
R1 R3 en paralelo	1	
	2	
R2 R3 en paralelo	1	
	2	

Tabla 6.2

Realice las combinaciones de resistencia y a note los valores de la caída de voltaje en la siguiente tabla 6.3:

Combinación	I (mA)	V (volts)
R1 R2 R3 en serie	1	
	2	
R1 R2 R3 en paralelo	1	
	2	

Tabla 6.3

4. Construya un gráfico con los datos de la Tabla 6.1, en donde V será la ordenada e I será la abscisa.

CUESTIONARIO:

1. Si por un elemento de circuito pasa una corriente de 3.71 amperes, y la caída de voltaje en este elemento es de 8.69 voltios, cuál es la resistencia de este elemento del circuito.
2. Si existe una corriente a través de una resistencia de 1.72 amperes y la caída de voltaje es de 7.35 voltios. Si le aplicamos un valor de voltaje de 12 voltios al resistor, cuál será la corriente en este resistor.
3. La resistividad del cobre es $1.72 \times 10^{-8} \Omega\text{-m}$. Un conductor de cobre de 15.0 m de longitud y un diámetro de 0.050 cm. Cuál es la resistencia de este conductor?

PRACTICA No. 7

LEYES DE KIRCHHOFF

Objetivo:

- Verificar experimentalmente las leyes de corriente y voltaje de Kirchhoff, respectivamente.

Marco Teórico:

Gustav Kirchhoff (1824-1887). Físico alemán que realizó importantes investigaciones en los campos de la electricidad, del galvanismo, entre otros. Descubrió las leyes de las corrientes derivadas y de los voltajes de malla aplicadas a los circuitos.

Un nodo o nudo es un punto donde concurren dos o más elementos de circuito
Una malla es todo camino cerrado (sin interrupción) en un circuito.
Rama es camino de unión entre dos nodos.

La primera ley de Kirchhoff o ley de los nodos, establece que en cualquier nodo la suma algebraica de las corrientes es igual a cero.

La segunda ley de Kirchhoff o ley de las mallas, establece que en cualquier malla, la suma algebraica de los cambios de potencial es igual a cero.

PROCEDIMIENTO

Arme el circuito mostrado en la figura 7.1:

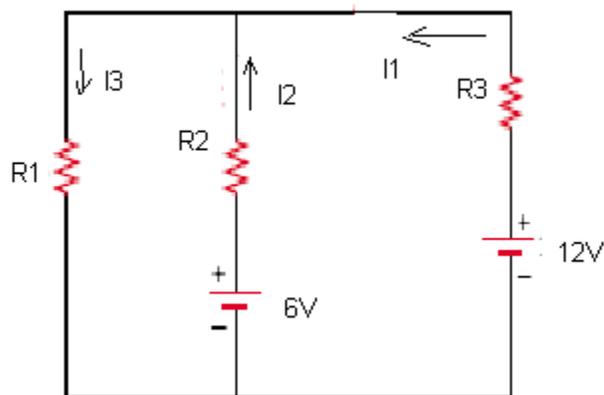


Figura 7.1

Mida las corrientes I_1 , I_2 e I_3 . Súmelas algebraicamente tomando como positivas las que entran al nodo.

$$I_1 + I_2 + I_3 = \underline{\hspace{2cm}}$$

CUESTIONARIO

1. Qué ley hemos comprobado?

Mida los voltajes de los resistores R2 y R3, Sume los voltajes de la fuente de 12v, los resistores R2 y R3, y de la fuente de 6v, tomando como positivas las elevaciones y negativas las caídas.

2. Qué ley hemos comprobado?

PRACTICA No. 8

IMANES PERMANENTES Y ELECTROIMANES

Objetivo:

- Demostrar el comportamiento del campo magnético B en los Imanes Permanentes.

Marco Teórico:

Muchos historiadores de la ciencia creen que la brújula, que usa una aguja magnética, se utilizó en china por primera vez en el siglo XIII a.c., y que su invención es de origen árabe o hindú.

Los antiguos griegos tenían conocimiento del magnetismo desde el año 800 A.C. Descubrieron que ciertas piedras, conocidas ahora como magnetita ($\text{Fe}_3 \text{O}_4$), atraen pedazos de hierro. La leyenda atribuye el nombre de magnetita al pastor Magnes, a quien se le clavaban los clavos de sus zapatos y la punta de su bastón en un campo magnético mientras pastaba su rebaño.

En 1269 Pierre de Maricourt trazó las direcciones que seguía la aguja cuando se colocaba en diversos puntos sobre la superficie de un imán natural esférico. Encontró que las direcciones formaban líneas que encerraban en un círculo a la esfera y que pasaban por dos puntos diametralmente opuestos el uno del otro a los que llamó **polos del imán**.

Experimentos subsecuentes mostraron que todo imán, sin que importe su forma, tiene dos polos, llamados polo norte y sur, los cuales presentan fuerzas entre sí de manera análoga a las cargas eléctricas. Es decir, polos iguales se repelen entre sí y polos diferentes se atraen entre sí. Los polos recibieron sus nombres debido al comportamiento de un imán en la presencia del campo magnético de la tierra.

Aunque la fuerza entre dos polos magnéticos es similar a la fuerza entre dos cargas eléctricas, hay una importante diferencia. Las cargas eléctricas pueden aislarse (lo que corrobora el electrón y el protón), en tanto que los polos magnéticos no pueden aislarse; es decir los polos magnéticos siempre se encuentran en pares uno norte y otro sur. Hasta ahora no sé a podido detectar un monopolo magnético. No importa cuantas veces se corte un imán permanente, cada pedazo tendrá un polo norte y uno sur.

La dirección del campo magnético **B** en cualquier posición esta en la dirección hacia la cual apunta el polo norte de la aguja de una brújula en esa posición.

La permeabilidad se refiere a la capacidad que tiene un material magnético de concentrar el flujo magnético. Cualquier material que se magnetice fácilmente tiene una permeabilidad elevada. La medida de la permeabilidad de los materiales con relación a la del aire o a la del vacío se llama la permeabilidad relativa.

PARTE A

IMANES PERMANENTES

MATERIAL Y EQUIPOS

1. Imanes Permanentes en barra (2).
2. Núcleo corto de hierro.
3. Clavos de acero
4. Brújula.
5. Paquete de limaduras de hierro.
6. Vidrio/papel.
7. Barra soporte.
8. Clip, pisapapel.
9. Bandas de goma

MONTAJE

- I)
 - a) Indique los polos norte y sur de cada barra magnética, usando la brújula, colocar un color determinado en cada extremo de la barra.
 - b) Coloque la brújula sobre la mesa de trabajo y lentamente acerque uno de los extremos de la barra magnética a la brújula de manera que atraiga a la aguja (sin acercar mucho el imán de la brújula).
 - c) ¿Hacia cual polo de la barra magnética apunta la aguja de la brújula?

d) Haga girar lentamente la barra magnética de modo que ahora quede cerca de la brújula el polo opuesto. ¿Cómo reacciona la aguja de la brújula? _____

e) ¿De cuál polo de la barra magnética se aleja la aguja de la brújula?

f) Repita lo anterior, usando la otra barra magnética y marque los polos norte y sur.

II)

a) ¿El polo norte de uno de los imanes es repelido o atraído por el polo sur del otro imán? _____

b) ¿El polo norte de uno de los imanes es repelido o atraído por el polo norte del otro imán? _____

c) ¿Viendo esta situación a que conclusiones pueden llegar?

III)

a) Fije la barra de soporte en la placa de base del electro demostrador. Enlace dos bandas de goma entre sí; un extremo se sujetara a la mitad del imán recto y el otro se sujetara a la barra del soporte del electrodemostrador. Este imán deberá de colocarse aproximadamente a 3 pulgadas de la barra de soporte.

b) Coloque la brújula en una superficie plana a una distancia de por lo menos 12 pulgadas del imán. A esta distancia, la brújula no se verá afectada por el imán recto. La brújula es utilizada como referencia durante sus experimentos con el imán recto. ¿Hacia a donde apunta la brújula?

c) Cuándo el imán recto deja de girar, ¿apunta en la misma dirección que la aguja de la brújula?

d) Coloque el imán sobre la superficie de trabajo. Gire la brújula alrededor de este.

e) ¿Qué sucede con la aguja de la brújula? Dibuje la situación que sucede.

IV)

a) Coloque una hoja de papel sobre la barra del imán y espolvoree limadura de hierro sobre este. Compare el patrón formado con el que se muestra en la figura 8.1.

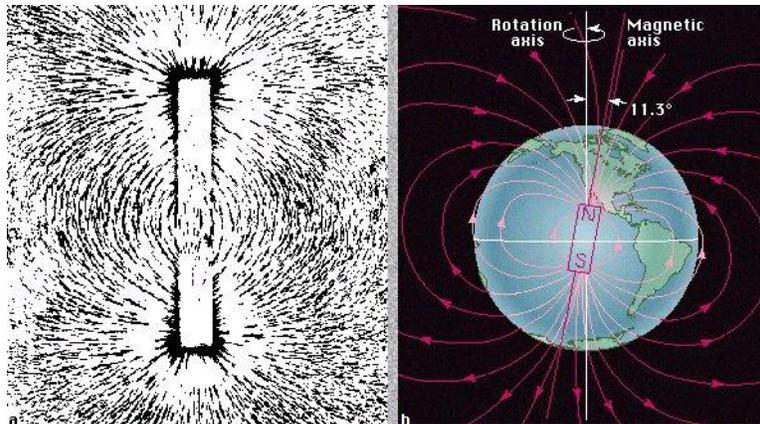


Figura 8.1

b) ¿El patrón formado por las limaduras de hierro representa el campo magnético que existe alrededor del imán?

- c) ¿Puede usted determinar a partir de la observación del campo magnético, que las líneas de fuerza emergen de uno de los polos del imán y continúan en el polo opuesto?

V)

- a) Coloque las dos barras magnéticas, extremo con extremo sobre la superficie de trabajo, de manera que el polo norte de uno de los imanes quede aproximadamente a cinco centímetros del polo sur del otro imán.
- b) Dibuje el patrón del campo magnético sobre las barras que utilizo en el experimento.

VI)

- a) Sostenga firmemente el clavo sobre la superficie de trabajo mientras frota el clavo con el imán recto. Siempre debe utilizar el mismo polo del imán al frotar el clavo. ¿El clavo recoge y atrae los clips para papel?

- b) Golpee el clavo varias veces ¿el clavo atrae y recoge los clips para papel?

PARTE B

ELECTROIMANES

Cuando una corriente existe a través de un conductor recto, las líneas de inducción magnética B son concéntricas alrededor del conductor.

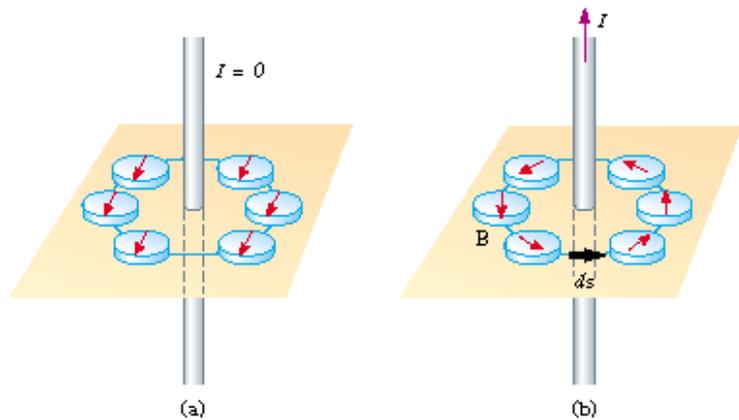


Figura 8.2 Dirección del campo magnético B

A una distancia perpendicular r desde el conductor, el campo B es tangente al círculo como se muestra en la figura 8.2. La dirección de la corriente I es perpendicular al plano de la página y directamente fuera de la página. La dirección de la corriente por definición es la dirección en la cual la carga positiva fluye. La magnitud de B como una función de I y r esta dada por la relación:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

Donde $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ weber/amp-m, I esta en amperes y r esta en metros. La unidad de campo B es el weber/m² al cual se le ha dado el nombre de Tesla.

La dirección del campo B relativo a la dirección de la corriente esta dada por la regla de la mano derecha. Si el pulgar de la mano derecha apunta en dirección de la entrada de la corriente, los otros 4 dedos de la mano Irán en dirección del campo B .

Puesto que una corriente en un conductor establece su propio campo magnético, es sencillo entender que dos conductores que conducen corriente ejercen fuerzas magnéticas entre si.

Cuando las corrientes están en direcciones opuestas, las fuerzas se invierten y los alambres se repelen uno a otro; por tanto podemos decir que conductores paralelos que conducen corrientes en la misma dirección se atraen entre sí, en tanto que conductores paralelos que conducen corrientes en direcciones opuestas se repelen entre sí.

Un solenoide es un alambre largo enrollado en la forma de una hélice. Con esta configuración, es posible producir un campo magnético razonablemente uniforme en el espacio rodeado por las vueltas de alambre. En esta se producen

dos efectos; primero las líneas del campo magnético son más densas dentro de la espira, aunque el número total de líneas es el mismo que para el conductor recto; segundo todas las líneas en el interior de la espira se suman por tener la misma dirección. Para determinar la polaridad de una bobina se debe usar la regla de la mano derecha. Si la bobina se toma con la mano derecha y los dedos se doblan en la dirección en que circula la corriente en la bobina entonces el pulgar apunta al polo norte de esta.

La inserción de un núcleo de hierro en el interior de una bobina aumenta la densidad de flujo. Y su polaridad será igual a la de la bobina.

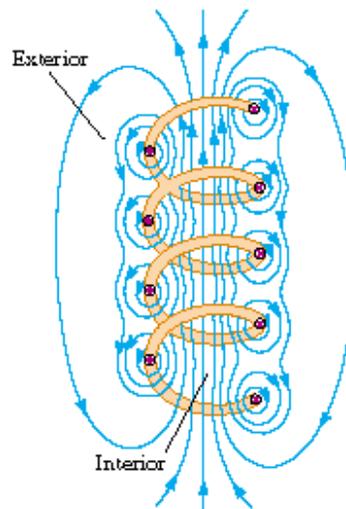


Figura 8.3

MATERIAL Y EQUIPOS

1. Fuente de energía
2. Voltímetro
3. Dos Bobinas pequeñas
4. Interruptor monopolar
5. Núcleo corto de hierro
6. Montadura para bobinas
7. Clavos de acero
8. Brújula
9. Limadura de hierro
10. Destornillador

MONTAJE

I)

- a) Arme una bobina pequeña, sobre el electro demostrador.
- b) Conecte la bobina a través del interruptor a la fuente de energía graduada a 5Vdc.
- c) Coloque la brújula sobre la superficie de trabajo tan lejos como sea posible de la bobina.
- d) Ponga el conductor negativo, que viene de la fuente de energía directamente sobre la brújula. Si es posible ponga la aguja de la brújula en la misma dirección que el alambre.

II)

- a) Encienda la fuente de energía.
- b) Oprima y suelte el interruptor varias veces, observando al mismo tiempo la aguja de la brújula.
- c) Describa la acción de la aguja de la brújula.

- d) Sin alterar la posición de la brújula cambie la polaridad del circuito, intercambiando los conductores de la fuente de energía.
- e) Repita lo indicado en el punto b y c.

- f) ¿Podríamos decir que existe un campo magnético alrededor del conductor cuando fluye corriente a través de él? ¿Tiene dirección ese campo magnético?

III)

- a) Repita el procedimiento II; pero en esta ocasión acerque lentamente la brújula a la bobina pequeña cuando este oprimido el interruptor.
- b) ¿Se incremento el campo magnético en relación al del cable? ¿ A qué se debe el incremento si lo hay?

IV)

- a) Introduzca el núcleo de hierro corto en la bobina. Repita el procedimiento III y comente que paso con el la intensidad del campo magnético y su parecer de por que?

V)

- a) Ajuste la fuente de energía a 5Vdc.
- b) Conecte el circuito anterior.
- c) Encienda la fuente de energía.
- d) Ponga un papel sobre la bobina energizada y sacuda limadura de hierro sobre el papel.
- e) ¿Que patrón se produce en la limadura de hierro? ¿Se puede comparar este patrón con alguno que hemos visto?

VI)

- a) Monte la otra bobina y el otro núcleo sobre el electro demostrador.
- b) Ajuste la fuente de energía a 10Vdc.
- c) Conecte el circuito que se muestra a continuación.
- d) Encienda la fuente de energía.
- e) Repetir los pasos d y e del punto anterior.

VII)

- a) Conecte el circuito que se muestra a continuación.
- b) Repita el punto VI completo.

VIII)

- a) Quite una de las bobinas, manteniendo el núcleo de hierro y sosténgala en las manos.
- b) Conecte la bobina a la fuente de energía dc y lleve el voltaje hasta 5Vdc.
- c) Trate de recoger los clavos de acero con el electroimán.
- d) Mientras sostiene los clavos de acero, apague la fuente de energía. ¿El electroimán aún sostiene los clavos? ¿Por qué?

- e) Repita los pasos de a hasta d.

PRACTICA No. 9

CORRIENTE ALTERNA EN CIRCUITOS RL

Objetivo:

- Experimentar el funcionamiento de los circuitos RL en cuanto a los voltajes y la corriente.

Marco Teórico:

Considere primero los dos circuitos mostrados en la figura 6.1 en la cual un generador de audio frecuencia f esta conectado separadamente a una resistencia y a una inductancia pura.

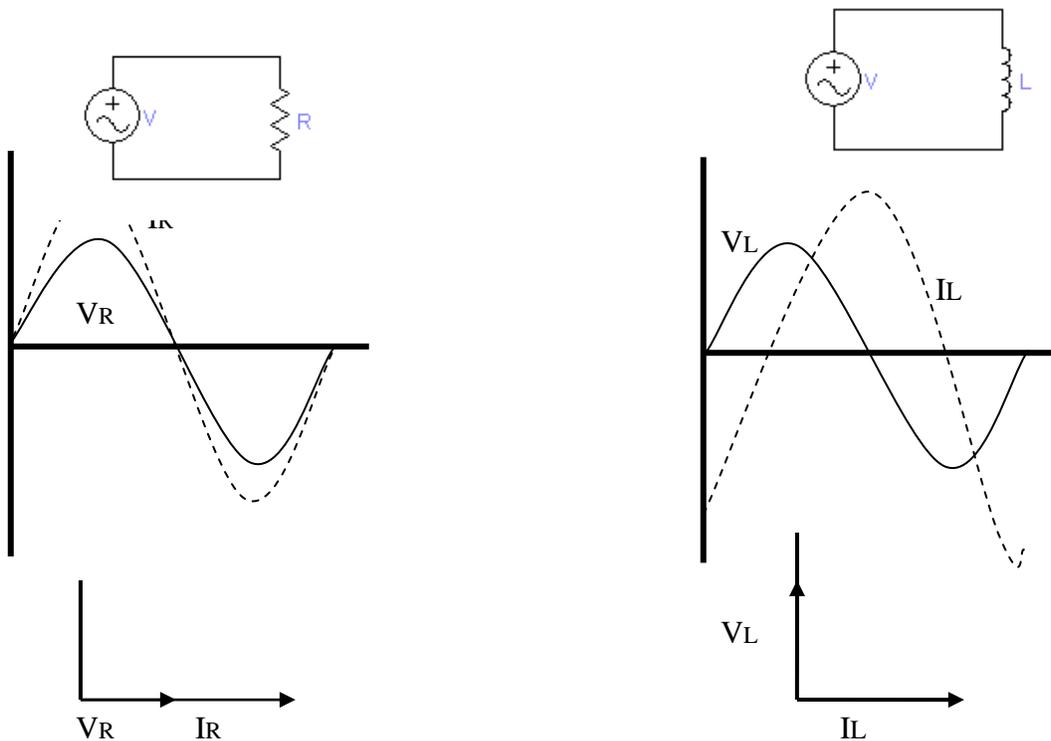


Figura 9.1 Circuito resistivo – Inductivo y diagrama de fasores adjunto

En la figura 9.1 se asume que se le esta aplicando el voltaje máximo tanto a la resistencia como a la inductancia. El voltaje a través de la resistencia esta dado por la misma relación que usamos para la corriente directa la cual es

$$V_R = I_R \text{ (ecu. 9.1)}$$

Si L es la inductancia (en unidades de Henrios) y ω la frecuencia angular (velocidad angular) del generador ($\omega=2\pi f$) en radianes/segundos, entonces la siguiente relación existe entre el voltaje V y la corriente I :

$$VL = I\omega L \text{ (ecu.9.2)}$$

La cantidad ωL es llamada reactancia inductiva y su unidad es el Ω . Por ejemplo si un inductor de 1.50 mili henrios se le aplica un voltaje de 10.00 voltios a una frecuencia de 100 hz, la corriente será $I = VL / \omega L = 10.0 / 2\pi(100)(1.5 \times 10^{-3}) = 10.6$ amperes.

Cuando una corriente alterna o voltaje alterno es medido en el laboratorio con un voltímetro, el número leído en algunas ocasiones puede ser un valor average. Los medidores están normalmente calibrados para medir valores medios cuadrados tanto de corriente como de voltaje. El valor cuadrado se designa como V_{rms} . La relación entre V_{rms} y V que es el valor máximo de voltaje

$$V_{rms} = \frac{\sqrt{2}}{2} V = 0.707V \text{ (ecu.9.3)}$$

Las ecuaciones 9.1 y 9.2 pueden ser usadas tanto para los valores máximos y rms. Si el voltaje esta expresado como un valor máximo en esas ecuaciones, entonces la corriente será la corriente máxima. Si el voltaje es un valor rms, entonces la corriente tiene que ser un valor rms. En este laboratorio todas las medidas de corriente y voltaje serán valores rms.

En la figura 9.1, vemos que cada circuito tiene una representación grafica. En el caso (a) vemos que la corriente I_R que pasa por la resistencia y el voltaje que se aplica a esta V_R están en fase. Para el grafico del inductor vemos que la corriente que pasa por el inductor I_L y el voltaje que se le aplica al inductor V_L están fuera de fase 90° ; el voltaje adelanta la corriente en 90° .

Los vectores mostrados en la figura 9.1 es un tipo de diagrama llamado diagrama de fasores; que tiene como función representar la relación de las fases. Los fasores son una representación en longitud del valor representado en cantidad y se asume que rotan en dirección de las manecillas del reloj con la frecuencia del generador. Cuando en voltaje y la corriente están en fase, los fasores están en la misma dirección y la diferencia en grados es 0. Para el inductor el vector que representa el voltaje esta 90° adelantado con respecto a la

corriente asumiendo que estos están rotando en dirección contraria de las manecillas del reloj.

Ahora vamos a considerar un circuito en el cual existe una inductancia pura L y una resistencia en serie R con un generador de onda sinusoidal como fuente de voltaje como se muestra en la figura 9.2. Para este circuito la corriente I es la misma en cada instante de tiempo en los tres elementos del circuito.

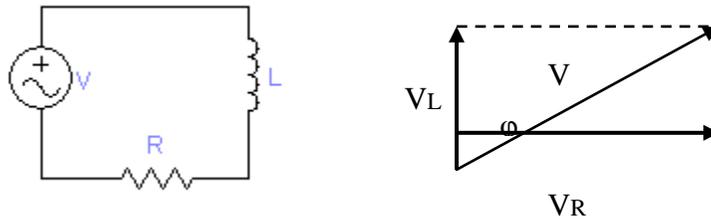


Figura 9.2

El valor que representa la corriente (el cual no está dado) debe estar en dirección del fasor V_R , esto así porque el voltaje y la corriente están en fase. Note que el voltaje del inductor V_L está 90° adelantado con respecto al voltaje de la resistencia V_R , y el voltaje del generador está adelantado con respecto al voltaje de la resistencia en un ángulo Φ . Este diagrama de fasores nos muestra que el voltaje de la fuente de energía es una suma vectorial de V_R y V_L , que se expresa como:

$$V = \sqrt{V_L^2 + V_R^2} \quad (\text{ecu.9.4})$$

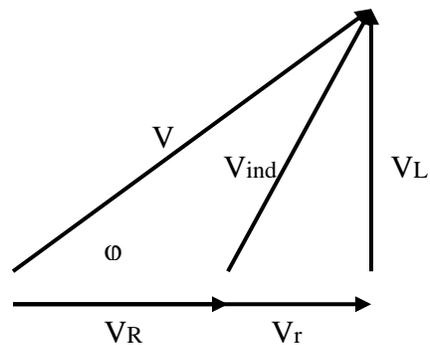
Si examinamos el diagrama de fasores podemos ver que el ángulo de fase Φ está dado por la relación de V_L y V_R y si tomamos en consideración las ecuaciones 9.1 y 9.2 la relación estará dada por:

$$\tan \phi = \frac{V_L}{V_R} = \frac{\omega L}{R} \quad (\text{ecu.9.5})$$

La ecuación 9.5 solo es válida para un inductor puro (que no tiene resistencia), pero puede usarse para tener una aproximación siempre y cuando la resistencia del inductor sea mínima en comparación con la resistencia R .

Los inductores reales tienen dos resistencias una inductancia y una resistencia interna r . un inductor puede ser representado por una inductancia pura L en serie con una resistencia r .

En la figura 6.3 un inductor real en serie con una resistencia R y un generador de voltaje V. El voltaje entre los puntos A y B es generado por la fuente de voltaje V, y el voltaje entre los puntos A y C es el voltaje de la resistencia VR. Entre los puntos B y C es una combinación de los voltajes entre el voltaje de la inductancia L y su resistencia interna r. Por supuesto hay dos voltajes el voltaje de la inductancia y el voltaje de la resistencia interna, pero la cantidad que se mide es el voltaje de la inductancia en si; el cual es la suma de los vectores VL y Vr.



El diagrama de fasor en el circuito mostrado en la figura 6.3. Aplicando la ley del coseno al triángulo de la figura formado por V, VR y Vind (voltaje en la inductancia).

$$V^2_{ind} = V^2 + VR^2 - 2VVR \cos\phi \text{ (ecu.6.6)}$$

Resolviendo esta ecuación para $\cos\Phi$ tendremos:

$$\cos\phi = \frac{V^2 + V^2R - V^2_{ind}}{2VVR} \text{ (ecu.6.7)}$$

Si examinamos el diagrama de fasores de la figura 6.3 nos muestra que el voltaje desconocido de la inductancia (VL+Vr) puede ser determinado si conocemos V, VR y el ángulo Φ :

$$VL = V \sin\phi \text{ (ecu 6.8)}$$

$$Vr = V \cos\phi - VR \text{ (ecu 6.9)}$$

Como la corriente es la misma en todos los elementos de circuitos, podemos tener una relación de voltaje como sigue:

$$V_L = I\omega L$$

$$V_R = IR$$

$$V_r = Ir \text{ (ecu. 6.10)}$$

Una vez que V_L y V_r han sido determinadas utilizando las ecuaciones 6.8 y 6.9, la ecuación 6.10 puede resolverse para ωL y r , eliminando a I tenemos:

$$\omega L = R \frac{V_L}{V_R} \text{ (ecu. 6.11)}$$

$$r = R \frac{V_r}{V_R} \text{ (ecu 6.12)}$$

MATERIALES Y EQUIPOS

1. Generador de onda (con frecuencia variable, 5 V de amplitud pico a pico)
2. Resistencia Variable
3. una inductancia de 100mH (resistencia de 350 ohmios)
4. voltímetro de corriente alterna.
5. compás.
6. Hojas cuadrículadas

MONTAJE

1. Conecte el inductor en serie con el generador de onda y una resistencia para formar un circuito como el de la figura 6.3. Fije el generador al máximo voltaje y a una frecuencia de 800 Hertz. Fije el valor de la resistencia variable en 400 ohmios y anote este valor como el valor de R en la tabla.
2. Usando la escala de voltaje AC en el voltímetro, mida cuidadosamente el voltaje del generador V , el voltaje del inductor V_{ind} , y el voltaje a través de la resistencia V_R . Anote estos valores en la tabla.
3. Repita los pasos 1 y 2 para valores de R de 600, 800, y 1000 ohmios. No asuma que el voltaje del generador de onda será el mismo. Asegúrese de medir los tres valores de voltaje en cada una de las configuraciones.

$\omega = \text{Radianes/Segundos}$

R(ohmios)				
V(Voltios)				
Vind (voltios)				
VR (voltios)				

CALCULOS

1. Para los valores conocidos de frecuencia f, calcule el valor de la frecuencia angular ω de cada una $\omega=2\pi f$.
2. Usando la ecuación 6.7 calcular el valor de $\cos \Phi$ y Φ para cada caso y anote estos valores en la tabla de cálculos.
3. Usando la ecuación 6.8 y 6.9 calcule VL y Vr para cada caso y anótelo.
4. Usando la ecuación 6.11 y 6.12 calcule ωL y r para cada uno de los casos.
5. Calcule los valores de L tomando los valores ωL y los valores conocidos de ω .

Tabla de Cálculos

Cos Φ				
Φ en grados				
VL (voltios)				
Vr (voltios)				
ωL (ohmios)				
r (ohmios)				
L (Henrios)				

GRAFICO

1. Construya a escala un diagrama de fasores para cada uno de los casos anteriores. Tome como referencia la escala 1 voltio = 1 cm. Primero construya un vector a lo largo del eje X (abscisa) con la magnitud de VR. Usando el compás construya un arco partiendo del final del vector VR, con un radio igual al valor de Vind. Finalmente construya otro arco con un radio igual al valor de V partiendo del principio del vector VR. La intersección de estos dos arcos es la intersección de Vind y V. Podemos obtener VL y Vr solo con tirar una línea vertical desde la intersección anterior paralela al eje Y; la cual será el valor de VL y si prolongamos el vector VR hasta la línea de VL tendremos el valor de Vr.

PRACTICA No. 10 CORRIENTE ALTERNA EN CIRCUITOS RC

Objetivo:

- Demostrar que el voltaje a través de la resistencia y el capacitor esta 90° fuera de fase en un circuito RC. Determinar el valor de la capacitancia de un capacitor en un circuito RC.

Marco Teórico:

Considere un circuito serie con un capacitor C, una resistencia R y un generador de audio frecuencia f, como se muestra en la figura 10.1. Además en la parte derecha vemos el diagrama de fasores para el voltaje generado por el generador de audiofrecuencia V, el voltaje a través de la resistencia V_R y el voltaje a través del capacitor V_C .

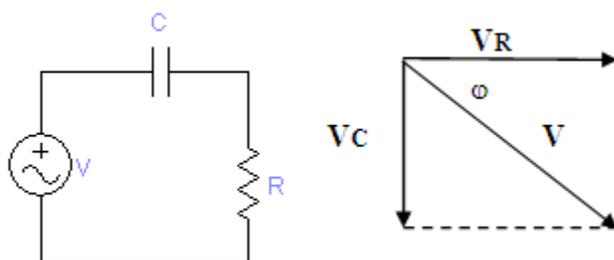


Figura 10.1 Circuito Resistivo – Capacitivo

En este caso estamos asumiendo que todos los voltajes son valores medios cuadrados. Desde que los voltajes V_R y V_C están 90° fuera de fase, el voltaje V, V_R y V_C forman el triángulo que se mostró en la figura anterior. Por lo tanto, la ecuación que relaciona las magnitudes de los voltajes en un circuito RC es

$$V = \sqrt{V_C^2 + V_R^2} \quad (\text{ecu. 10.1})$$

Note que la ecuación 7.1 es solo valida para un capacitor puro (un capacitor sin componente resistivo).

En un circuito RC en serie la corriente I es la misma en cada uno de los elementos del circuito y la relación del voltaje y la corriente para el capacitor y la resistencia son:

$$V_R = IR \quad \text{y} \quad V_C = I \left(\frac{1}{\omega C} \right) \quad (\text{ecu. 10.2})$$

La cantidad $1/\omega C$ es llamada reactancia capacitiva y su unidad es el ohm. Si la corriente es eliminada (sustituyendo el valor de la corriente en V_C) en las ecuaciones 10.2, entonces una ecuación para la capacitancia esta dada como:

$$C = \left(\frac{1}{\omega R} \right) \left(\frac{V_R}{V_C} \right) \quad (\text{ecu. 10.3})$$

Así, el valor de la capacitancia de un capacitor desconocido puede ser determinada por la ecuación 10.3 si ω y R son conocidas y V_R y V_C son medidos.

MATERIALES Y EQUIPOS

1. Generador de onda (con frecuencia variable, 5 V de amplitud pico a pico)
2. Resistencia Variable
3. Inductancia de 100mH (resistencia de 350 ohmios)
4. Capacitor de 1.00 μ F
5. voltímetro de corriente alterna.
6. Compás y transportador.

MONTAJE

1. Conecte el capacitor en serie con el generador de frecuencia y la resistencia variable para formar un circuito como el mostrado en la figura 10.1. Coloque la salida del generador de frecuencia a su máximo voltaje y la frecuencia ajústela a unos 250 Hertz. Anote los valores de f en la tabla 10.1. Ajuste la resistencia variable a un valor de 300 ohmios y anótelo en la tabla 10.1.
2. Usando el voltímetro AC mida cuidadosamente el voltaje del generador de frecuencia V , el voltaje del capacitor V_C y el voltaje a través de la resistencia V_R y anótelos en la tabla 10.1.
3. Repita los procedimientos 1 y 2 para los siguientes valores de resistencia $R = 500, 700$ y 900Ω . No asuma que el voltaje del generador de frecuencia es el mismo. Aunque el voltaje esta ajustado al máximo valor, la salida del generador cambia dando una respuesta a los cambios que se dan en R . Por lo tanto asegúrese de medir los valores de todos los voltajes para cada valor de resistencia R .

4. Obtenga el valor de la capacitancia del capacitor suministrado por su instructor y anótelo en la tabla 10.1 como C_k .

Tabla 10.1

f= _____ Hertz		C _k = _____ F		
R				
V _c				
V _R				
V				

5. Tomando en consideración el valor conocido de la frecuencia f , calcule el valor de la frecuencia angular ω ($\omega=2\pi f$). Anótelo en la tabla 10.2.
6. Calcule el valor de $\sqrt{VC^2 + VR^2}$ para cada caso y anótelo en la tabla 10.2
7. Calcule el por ciento de error en la cantidad $\sqrt{VC^2 + VR^2}$ en comparación con los valores medidos en el generador de frecuencia, anote estos valores en la tabla 10.2.
8. Usando la ecuación 10.3 calcule el valor de C y anote los valores en la tabla 10.2

Tabla 10.2

$\omega=$ rad/seg				
$\sqrt{VC^2 + VR^2}$				
% Error				
C (faradios)				

PRACTICA No. 11

CIRCUITOS RLC

Objetivo:

- Experimentar el funcionamiento de los circuitos RLC en cuanto a los voltajes, la corriente y en su comportamiento en los circuitos resonantes.

Marco Teórico:

Considere un circuito RLC serie como el mostrado en la figura 11.1; compuesto por una fuente de voltaje V , un resistencia R , un capacitor C y una inductancia L con una resistencia interna r .

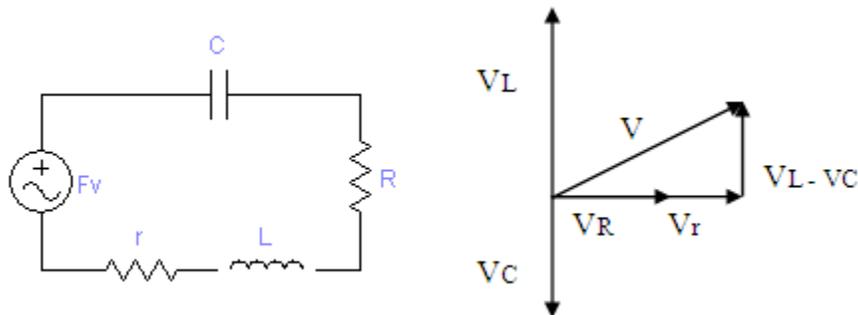


Figura 11.1 Circuito serie RLC

Note que estamos asumiendo que el capacitor no tiene resistencia. En la figura 11.1 vemos también el diagrama de fasores para el voltaje V , V_R , V_C y V_r , este nos muestra que V_L y V_C están 180° fuera de fase y V_R y V están en fase. Por lo tanto las cantidades $V_L - V_C$ y $V_R + V_r$ forman un triángulo rectángulo; el cual obedece a la siguiente relación:

$$V = \sqrt{(V_L - V_C)^2 + (V_R + V_r)^2} \quad (\text{ecu.11.1})$$

No es posible medir individualmente V_L y V_r . El único voltaje asociado con la inductancia que puede ser experimentalmente medido es V_{ind} y su vector es la suma de los voltajes V_L y V_r . La relación fasorial de estos es:

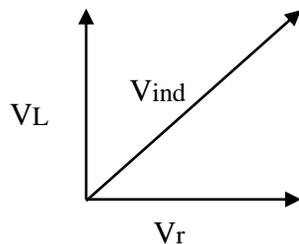


Figura 11.2

Como se muestra en la figura 11.2 la relación entre V_{ind} , V_L y V_r obedece la siguiente relación:

$$V_{ind}^2 = V_L^2 + V_r^2 \text{ (ecu.11.2)}$$

Como la corriente I es la misma en todo el circuito el voltaje V_L y V_r pueden ser expresados en término de esta como:

$$V_L = I (\omega L) \quad \text{y} \quad V_r = I r \text{ (ecu.11.3)}$$

La cantidad ωL es llamada reactancia inductiva, y su unidad es el ohmio. Si la ecuación 11.2 y 11.3 se combinan, y la corriente I es eliminada nos quedaría:

$$V_L = V_{ind} \frac{\omega L}{\sqrt{(\omega L)^2 + r^2}} \text{ (ecu. 11.4)}$$

$$V_r = V_{ind} \frac{r}{\sqrt{(\omega L)^2 + r^2}} \text{ (ecu. 11.5)}$$

Si asumimos que ω , L , y r son cantidades conocidas, la ecuación 11.4 y 11.5 pueden usarse para determinar el valor V_L y V_r si V_{ind} es medido. Estos valores de V_L y V_r combinados con los valores medidos de V_c y V_R pueden ser usados en la ecuación 11.1 para verificar la relación entre estas cantidades y la medida de la fuente de voltaje.

MATERIALES Y EQUIPOS

- a) Generador de onda (con frecuencia variable, 5 V de amplitud pico a pico)
- b) Resistor Variable
- c) Inductancia de 100mH (resistencia de 350 ohmios)
- d) Capacitor de 1.00 μ F
- e) voltímetro de corriente alterna.
- f) compás y transportador.

MONTAJE

1. Construya un circuito serie como el de la figura 11.1, usando el mismo capacitor usado en la práctica 10 7 (donde L y r fueron determinadas), un resistor variable, y un generador de frecuencia y anote estos valores en la tabla 11.1.
2. Ajuste el generador de frecuencia a su máximo voltaje y ajuste la frecuencia a 800 Hertz. Ajuste la resistencia a un valor de 200 ohmios. Anote estos valores en la tabla 11.1.
3. usando el voltímetro AC, mida cuidadosamente el voltaje del generador de frecuencia, el voltaje del capacitor V_c , el voltaje de la resistor V_R y el voltaje del inductor V_{ind} y anótelos en la tabla 11.1.
4. Repita los procedimientos del 1 al 3 con el generador de frecuencia ajustado a 600 Hertz y la resistencia $R= 200$ ohmios.
5. Repita los procedimientos del 1 al 3 con el generador de frecuencia ajustado a 600 Hertz y la resistor $R= 300$ ohmios.
6. Repita los procedimientos del 1 al 3 con el generador de frecuencia ajustado a 800 Hertz y la resistencia $R= 300$ ohmios.

Tabla 11.1

r= _____ohmios		L= _____ Henrios		
f				
R				
V				
V_{ind}				
V_c				
V_R				

7. Tomando los valores conocidos de f en cada uno de los casos, calcule la frecuencia angular y anote estos valores en la tabla 11.2.
8. Usando las ecuaciones 11.4 y 11.5 calcule los valores de V_L y V_r para cada uno de los casos y anótelos en la tabla 11.2.
9. Anote en la tabla 11.2 los valores de V_L-V_c y V_R+V_r .

10. Para cada uno de los casos calcule y anote en la tabla 11.2 el valor de la cantidad $V = \sqrt{(VL - Vc)^2 + (VR + Vr)^2}$

Tabla 11.2

ω				
VL				
Vr				
(VL-Vc)				
(VR+Vr)				
$\sqrt{(VL - Vc)^2 + (VR + Vr)^2}$				

BIBLIOGRAFIA

1. Loyd, D. (1992). Physics Laboratory Manual. Saunders College Publishing.
2. Serway, R.& Jewet, J. (2008). Física II, 7ma edición, CENCAGE Learning.