
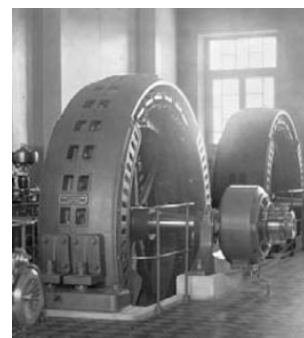


P: problemas; C: ejercicios conceptuales para discutir en grupos; A: ejercicios de aplicación; E: experimentos para realizar en la casa;
L: ejercicios relacionados con el laboratorio; : ejercicios filmados

TRABAJO PRÁCTICO Nº 11

CIRCUITOS DE CORRIENTE ALTERNA.

P1. Los generadores eléctricos reciben energía mediante trabajo mecánico, la convierten en energía eléctrica y la transfieren al exterior (*revise la guía de trabajos prácticos Nº 9 ejercicio P12*). En las plantas eléctricas, la energía requerida para hacer girar la espira se puede obtener de una diversidad de fuentes. Por ejemplo, en una planta hidroeléctrica, el movimiento rotatorio se produce por una caída de agua dirigida hacia las aspas de una turbina; en una planta termoeléctrica a base de coque de carbón, la energía liberada al quemar el carbón se utiliza para convertir el agua en vapor y éste es dirigido hacia las aspas de la turbina; en una planta nuclear el vapor que se genera en el circuito secundario mueve las aspas de una turbina. Una bobina particular en un generador de corriente alterna (CA) consiste en ocho vueltas de alambre cada una de área de $0,09 \text{ m}^2$ y la resistencia es de 12Ω . La bobina da vueltas en un campo magnético de $0,5 \text{ T}$ con una frecuencia constante de 60 Hz . Encuentre la fem y la corriente inducidas en la bobina como función del tiempo.



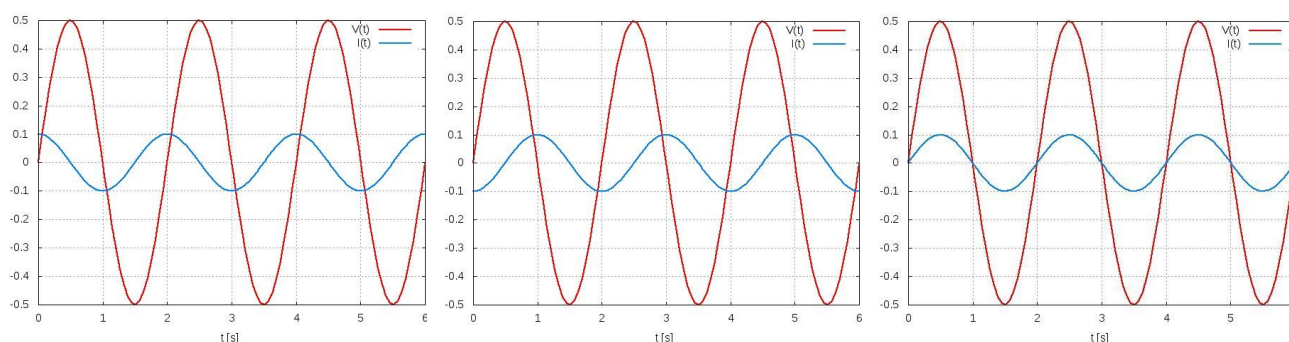
- P2.** Considere un generador de fuerza electromotriz $\varepsilon(t) = \varepsilon_M \sin(\omega t)$, donde ε_M es el valor máximo de la diferencia de potencial y ω es la frecuencia angular.
- Deduzca la expresión que relaciona $\varepsilon(t)$ con la corriente $i(t)$, si entre los terminales de dicho generador se conecta una resistencia.
 - Repita el inciso anterior para el caso que en lugar de una resistencia se conecte un capacitor.
 - Repita el inciso anterior para el caso que en lugar de un capacitor se conecte una inductancia.
 - Represente para cada uno de los incisos anteriores, en gráficos separados, el diagrama fasorial correspondiente.
- C1.** Tomando en cuenta lo analizado en el problema 2, en el caso de tener una resistencia conectada al generador,
- grafique la corriente como función del tiempo.
 - Grafique, en el mismo dibujo que en el inciso anterior la corriente al cuadrado como función del tiempo.
 - Obtenga el valor medio de la corriente al cuadrado e indíquelo en el gráfico.
 - Obtenga la raíz cuadrada del valor medio calculado anteriormente e indíquela en el mismo gráfico.
- A1.** Un osciloscopio es un instrumento para visualizar gráficamente las diferencias de potencial en función del tiempo. Las mediciones se presentan en una pantalla. El eje horizontal corresponde al tiempo y el eje vertical corresponde a la diferencia de potencial.
- El multímetro (ya sean en modo voltímetro o modo amperímetro) no puede medir la dependencia temporal de la señal de un generador de corriente alterna, sino que mide valores eficaces (ya sea de corriente o de diferencia de potencial).
- Según el generador de corriente alterna utilizado en un circuito se puede establecer la diferencia de potencial máxima o la diferencia de potencial pico a pico. La diferencia de potencial máxima es la correspondiente al valor máximo de la diferencia de potencial (amplitud), mientras que el valor pico a

P: problemas; C: ejercicios conceptuales para discutir en grupos; A: ejercicios de aplicación; E: experimentos para realizar en la casa;
L: ejercicios relacionados con el laboratorio; : ejercicios filmados

pico corresponde a la diferencia de potencial entre el valor máximo y el mínimo, es decir, que corresponde al doble de la diferencia de potencial máxima.

C2. Las siguientes figuras muestran las gráficas de la diferencia de potencial y la corriente para los circuitos analizados en el ejercicio P2.

- Identifique cada gráfico con el circuito correspondiente.
- Calcule, para cada gráfico, la frecuencia, la diferencia de potencial máxima, la intensidad de la corriente máxima, la diferencia de potencial pico a pico y la diferencia de fase entre la corriente y la diferencia de potencial (el tiempo está medido en segundos, la diferencia de potencial en V y la corriente en A).
- Determine el valor de R, L o C según corresponda.
- Discuta y calcule las mediciones que obtendría con un voltímetro y un amperímetro e indíquelas en los gráficos.



P3. Considere un circuito RLC en serie donde la capacidad del capacitor es $50 \mu\text{F}$, la autoinducción de la bobina vale $0,1 \text{ H}$ y la resistencia es de 70Ω , conectado a una fuente de fem de pico a pico 600 V y de 50 Hz frecuencia.

- Realice el diagrama fasorial del circuito.
- Calcule el factor de potencia y la impedancia del circuito, indique si el circuito es capacitivo o inductivo.
- Obtenga la intensidad máxima de corriente que recorre el circuito y escriba también la expresión que describe la intensidad de corriente como función del tiempo.
- Calcule las caídas de tensión instantáneas en cada elemento.
- ¿Coincide el diagrama fasorial del circuito dibujado en el inciso a) con sus resultados? De no ser así rehaga el diagrama fasorial.

C3. Para el circuito del ejercicio P3,

- realice un esquema indicando donde localizaría el multímetro para medir la corriente que circula por cada elemento y para medir la diferencia de potencial en cada elemento del circuito, aclarando que valor de corriente y tensión obtendría de dicha lectura.
- Represente como vería en la pantalla del osciloscopio la diferencia de potencial suministrada por la fuente y la corriente suministrada por la fuente.

P4. Considere un circuito RLC en paralelo donde la capacidad del capacitor es $50 \mu\text{F}$, la autoinducción de la bobina vale $0,1 \text{ H}$ y la resistencia es de 70Ω , conectado a una fuente de fem de pico a pico 600 V y de 50 Hz frecuencia.

- Realice el diagrama fasorial del circuito.
- Calcule el factor de potencia y la impedancia del circuito, indique si el circuito es capacitivo o inductivo.

P: problemas; C: ejercicios conceptuales para discutir en grupos; A: ejercicios de aplicación; E: experimentos para realizar en la casa;
L: ejercicios relacionados con el laboratorio; : ejercicios filmados

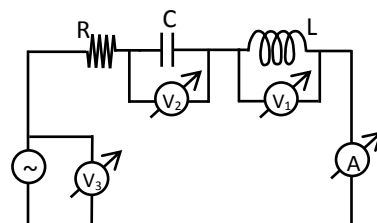
- Obtenga la intensidad máxima de corriente en cada elemento y escriba también la expresión que describe la intensidad de corriente como función del tiempo.
- ¿Coincide el diagrama fasorial del circuito dibujado en el inciso a) con sus resultados? De no ser así rehaga el diagrama fasorial.

C4. Para el circuito del ejercicio P4,

- Realice un esquema indicando donde localizaría el multímetro para medir la corriente que circula por cada elemento y para medir la diferencia de potencial en cada elemento del circuito, aclarando que valor de corriente y tensión obtendría de dicha lectura.
- Represente como vería en la pantalla del osciloscopio la diferencia de potencial suministrada por la fuente y la corriente suministrada por la fuente.

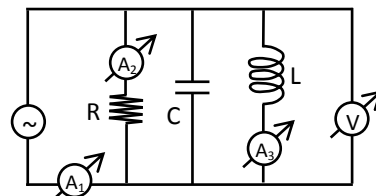
P5. Los instrumentos de la figura indican valores eficaces. Si la indicación de los mismos es V_1 : 60 V, V_2 : 20 V, V_3 : 50 V y A: 5 A, calcule sabiendo que la frecuencia es 50 Hz:

- la diferencia de potencial eficaz en la resistencia,
- el valor de R, L y de C,
- la potencia disipada en el circuito.
- Realice el diagrama fasorial correspondiente al circuito.
- Determine la frecuencia de resonancia, la diferencia de potencial en cada elemento del circuito, la corriente y la impedancia en este caso.

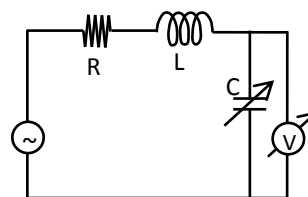


P6. Los instrumentos de la figura indican valores eficaces. Si la indicación de los mismos es A_1 : 5 A, A_2 : 3 A, A_3 : 4 A y V: 100 V, sabiendo que la frecuencia es 50 Hz, calcule:

- la corriente eficaz en la rama que contiene al capacitor,
- el valor de R, L y de C,
- la potencia disipada en el circuito.
- Realice el diagrama fasorial correspondiente al circuito.
- Determine la frecuencia de resonancia, la diferencia de potencial, la corriente en cada elemento del circuito y la impedancia en este caso.

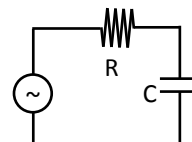


P7. En el circuito de la figura se puede modificar la capacidad, la resistencia vale 10Ω , la autoinductancia es 150 mH y el generador entrega 110 V eficaces a 60 Hz de frecuencia. Obtenga la capacidad necesaria para que el voltímetro mida una diferencia de potencial mayor que la entregada por el generador de corriente alterna.



P8. En el circuito de la figura el generador de corriente alterna opera a una frecuencia de 1 kHz y entrega una diferencia de potencial eficaz de 100 V, la resistencia vale 100Ω y la capacidad $5 \mu\text{F}$.

- Realice el diagrama fasorial correspondiente.
- Calcule el valor eficaz de la diferencia de potencial entre las placas del capacitor.
- Si se modifica la frecuencia del generador, ¿a qué frecuencia el valor eficaz de la diferencia de potencial entre las placas del capacitor es igual a la mitad del valor eficaz entregado por el generador?
- Grafique, en función de la frecuencia, el valor eficaz de la corriente por el circuito y el factor de potencia.

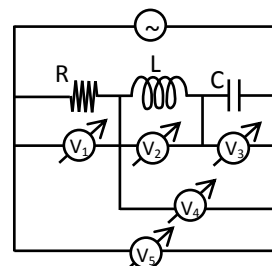


P: problemas; C: ejercicios conceptuales para discutir en grupos; A: ejercicios de aplicación; E: experimentos para realizar en la casa;
L: ejercicios relacionados con el laboratorio; : ejercicios filmados

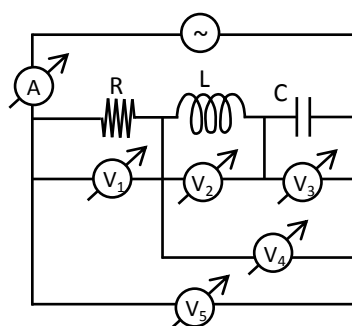
C5. Considere una resistencia en serie con una inductancia conectadas a un generador de corriente alterna. ¿Depende la potencia disipada en la resistencia de la frecuencia del generador? Justifique la respuesta.

C6. ¿Qué aparatos necesitaría y cómo se dispondrían para medir la impedancia de una bobina? Justifique adecuadamente su respuesta.

P9. Cinco multímetros de impedancia infinita están conectados como se indica en la figura. Los elementos del circuito tienen los siguientes valores $R = 200 \, \Omega$, $L = 0,4 \, \text{H}$ y $C = 6 \, \mu\text{F}$. La fuente puede proveer una diferencia de potencial máxima de $30 \, \text{V}$ a frecuencias angulares de $200 \, \text{rad/s}$ y $1000 \, \text{rad/s}$. Calcule la lectura de cada voltímetro para cada valor de frecuencia.



A2. El circuito de la figura representa a los circuitos de sintonización de radio (recuerde la guía de trabajos prácticos N° 5 ejercicio A3). Este circuito está conectado a las terminales de una fuente de corriente alterna de frecuencia variable. Los voltímetros indican $V_1: 1 \, \text{V}$, $V_2: 4 \, \text{V}$, $V_3: 4 \, \text{V}$, $V_4: 0 \, \text{V}$, $V_5: 1 \, \text{V}$, el amperímetro indica $2 \, \text{mA}$, la resistencia vale $500 \, \Omega$, la bobina tiene una autoinductancia de $0,4 \, \text{mH}$ y la capacidad del capacitor es $100 \, \mu\text{F}$.



- Considerando las lecturas de los voltímetros y del amperímetro indique si la frecuencia del circuito es mayor, menor o igual a la frecuencia de resonancia.
- Calcule la frecuencia de resonancia.
- Calcule la reactancia inductiva, la reactancia capacitiva y la impedancia a la frecuencia de resonancia.

P10. Una fuente de corriente alterna de frecuencia variable se conecta a una resistencia de $115 \, \Omega$, un capacitor de $1,25 \, \mu\text{F}$ y una bobina de $4,5 \, \text{mH}$ en serie. Calcule la impedancia de este circuito cuando la frecuencia angular de la fuente de corriente alterna se ajusta a:

- la frecuencia angular de resonancia;
- el doble de la frecuencia angular de resonancia;
- la mitad de la frecuencia angular de resonancia.

C7. Escriba la expresión de la potencia media suministrada por una fuente e identifique el factor de potencia.

- Relacione el factor de potencia con los elementos de un circuito en el caso de un LRC serie y LRC paralelo.
- ¿Por qué las empresas distribuidoras de energía eléctrica ponen límites a los valores mínimos permitidos para el factor de potencia? (revise la factura de Edelap).

A3. Un motor de corriente alterna funciona, según indica su fabricante, a una diferencia de potencial de $220 \, \text{V}$ y a una frecuencia de $50 \, \text{Hz}$. Un motor puede representarse por un circuito LR en serie. El fabricante indica que la potencia consumida por el motor es de $1 \, \text{kW}$ y el factor de potencia es $0,7$.

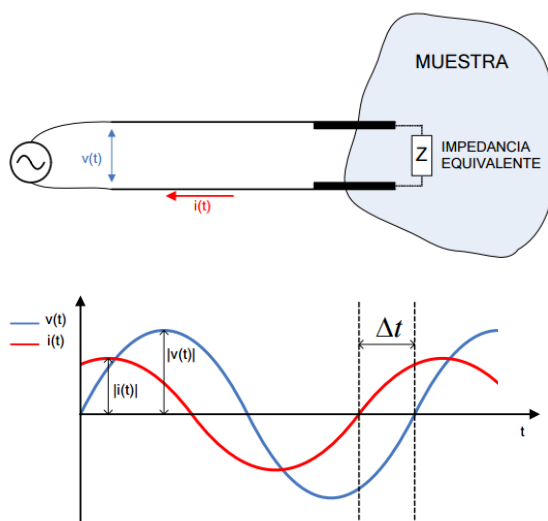
- Calcule la corriente que atraviesa su bobinado.
- Calcule la impedancia y los valores de R y L .
- Se desea aumentar el factor de potencia utilizando un capacitor en serie con el motor. Calcule el valor de la capacidad que, en esas condiciones, elevaría el factor de potencia a la unidad.

P: problemas; C: ejercicios conceptuales para discutir en grupos; A: ejercicios de aplicación; E: experimentos para realizar en la casa; L: ejercicios relacionados con el laboratorio; : ejercicios filmados

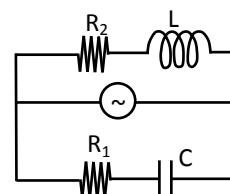
- d) Para la situación descrita en el inciso anterior, calcule el valor eficaz de la diferencia de potencial en bornes del motor y la corriente por el mismo. Compare estos valores con los nominales indicados por el fabricante.
- e) El método utilizado para compensar el factor de potencia consiste en colocar un capacitor en paralelo con el motor, de modo que éste siempre soportará la tensión nominal. Compruebe, mediante la realización del diagrama fasorial correspondiente, que efectivamente colocando un capacitor en paralelo con el motor, disminuye la diferencia de fase entre la tensión aplicada por el generador y la corriente entregada por éste, aumentando por lo tanto el factor de potencia.

A4. La espectroscopia de impedancia es una técnica con un extenso campo de aplicación en la ingeniería. Los materiales pueden ser modelados según sus propiedades de conducción, dieléctricas y geométricas como un elemento eléctrico representado por un valor de impedancia Z . La espectroscopia de impedancia consiste en estudiar la repuesta de un material (corriente en función del tiempo) a la aplicación de una diferencia de potencial dependiente del tiempo obteniendo así información sobre la impedancia del material para diferentes frecuencias. Esta técnica es extensamente usada en una gran diversidad de aplicaciones, como ser:

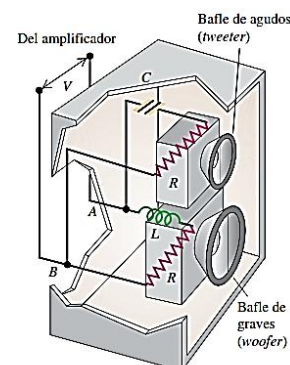
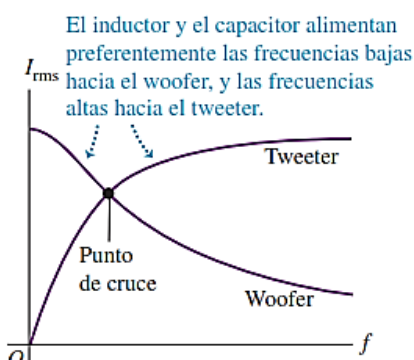
- evaluaciones biomédicas: capacidad pulmonar, vigilancia del estado nutricional, análisis de la composición corporal (estima cantidad de grasa, músculo y líquido de un individuo), etc.;
- estimación de concentración de nitratos en suelos (para la agricultura);
- determinación y monitoreo del mecanismo de corrosión (industria de los metales);
- control de calidad en todas las etapas de construcción de la microestructuras de cementos (ingeniería civil);
- procesamiento de alimentos, equipos médicos, conversión de energía (ingeniería industrial).



P11. Para el circuito de la figura encuentre el factor de potencia y la corriente eficaz entregada por la fuente de alimentación, 45 V eficaz y frecuencia 50 Hz, cuando la capacidad vale 20 μF , la autoinductancia es 300 mH y las resistencias son $R_1 = 200 \Omega$ y $R_2 = 100 \Omega$. *Este problema se resolvió con fasores y con números complejos en dos filmaciones diferentes.*



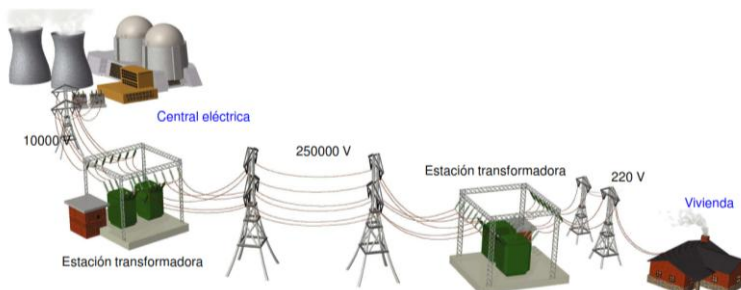
A5. La figura ilustra un sistema de altavoces. Los sonidos de baja frecuencia son producidos por el woofer, que es un altavoz de diámetro grande, mientras que el tweeter, altavoz de diámetro pequeño, produce sonidos de alta frecuencia. Para dirigir señales de frecuencia diferente al altavoz apropiado, el woofer y el



P: problemas; C: ejercicios conceptuales para discutir en grupos; A: ejercicios de aplicación; E: experimentos para realizar en la casa;
L: ejercicios relacionados con el laboratorio; : ejercicios filmados

tweeter se conectan en paralelo con los extremos de la salida del amplificador. El capacitor del ramal del tweeter bloquea los componentes de baja frecuencia del sonido, pero deja pasar las frecuencias más altas; el inductor del ramal del woofer hace lo contrario.

- A6.** La diferencia de potencial instalada en una central es de 0,01 MV. En una subestación se aumenta a 0,25 MV para su transmisión en un tramo de una línea. La diferencia de potencial de la línea se reduce a 220 V en un transformador ubicado en un poste de servicio doméstico.



- ¿Qué relación de vueltas deberán tener los diferentes transformadores para garantizar reducciones en la diferencia de potencial?
- ¿Cómo se verá afectada la corriente en cada paso de transformación?
- Discuta por qué este sistema de transmisión es más adecuado para la provisión de energía eléctrica (estudiar la potencia disipada en cada tramo).

Para más información sobre la distribución de energía eléctrica en el país y las tensiones de generación, transporte y uso residencial, comercial e industrial: <http://www.cammesa.com>

- A7.** El transformador de la fuente para una unidad Zip de 250 MB de computadora cambia una entrada de 120 V a una salida de 5 V. Calcule la razón entre el número de vueltas de la bobina primaria y el número de vueltas de la bobina secundaria.