



LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS

RESPONSABLE DR. OSCAR MANUEL LÓPEZ YZA

NOMBRE: _____ MATRÍCULA: _____

E.E: _____

EQUIPO O BRIGADA No. _____ DÍA: _____ HORA: _____

PRÁCTICA No. 10 FECHA: _____

NOMBRE DE LA PRÁCTICA

IMPEDANCIA

OBJETIVOS

- Aprender la ley de Ohm para circuitos de c-a.
- Resolver circuitos complejos de c-a utilizando las ecuaciones.

EXPOSICIÓN:

Seguramente observó en los experimentos de laboratorio anteriores, que en cualquier circuito que contiene tanto resistencia como capacitancia (o inductancia), la oposición total ofrecida en el circuito no es la simple suma aritmética de la reactancia X_C o (X_L) y la resistencia R . La reactancia se debe sumar a la resistencia en tal forma que se tome en cuenta la diferencia de fase de 90° entre los dos voltajes (circuitos en serie) o entre las corrientes (circuitos en paralelo). Esta oposición total se denomina **IMPEDANCIA** y se designa mediante el símbolo Z . Puesto que el voltaje aplicado a la inductancia (o capacitancia) se determina por el producto de la reactancia y la corriente, entonces,

$$E_L = IX_L \quad (1)$$

O bien,

$$E_C = IX_C \quad (2)$$

El voltaje aplicado a la resistencia se determina por el producto de la resistencia por la corriente:

$$E_R = I_R \quad (3)$$

El voltaje total es la corriente multiplicada por la oposición total (o impedancia) del circuito:

$$E = I_Z \quad (4)$$

La impedancia y la caída total del voltaje se pueden encontrar usando fasores. Estudie la figura 1.

El voltaje aplicado a la resistencia, E_R es igual a I_R , y el voltaje aplicado a la inductancia E_L , es igual a IX_L . La suma fasorial resultante es el voltaje de la fuente E_S , que es igual a $I_S Z$. Puesto que cada fasor representa un producto en el cual la corriente es un factor común, los factores serán proporcionales a R y X_L , y se pueden dibujar como se muestra en la figura 1 (c). La suma fasorial resultante Z representa la impedancia del circuito. La suma fasorial de la reactancia y la resistencia (impedancia Z) constituyetambién la hipotenusa del triángulo rectángulo a, b, c, y, por lo tanto, se puede calcular matemáticamente aplicando el teorema de pitágoras.

$$\text{Serie:} \quad Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} \quad (5)$$

El ángulo de fase de Z es el mismo que el de la suma fasorial obtenida, y se puede calcular de acuerdo con $\tan \varphi = X_L/R$ o bien, $\cos \varphi = R/Z$. Las relaciones entre I , E y Z en circuitos de c-a, son similares a las que existen entre I , E y R en los circuitos de c-d. En vista de esto, la ecuación de la ley de Ohm se puede usar para resolver circuitos de c-a, utilizando la impedancia Z en lugar de la resistencia R .

Estas ecuaciones se conocen como la ley de Ohm para circuitos de c-a, y son:

$$I = E/Z \quad (6)$$

$$E = IZ \quad (7)$$

$$Z = E/I \quad (8)$$

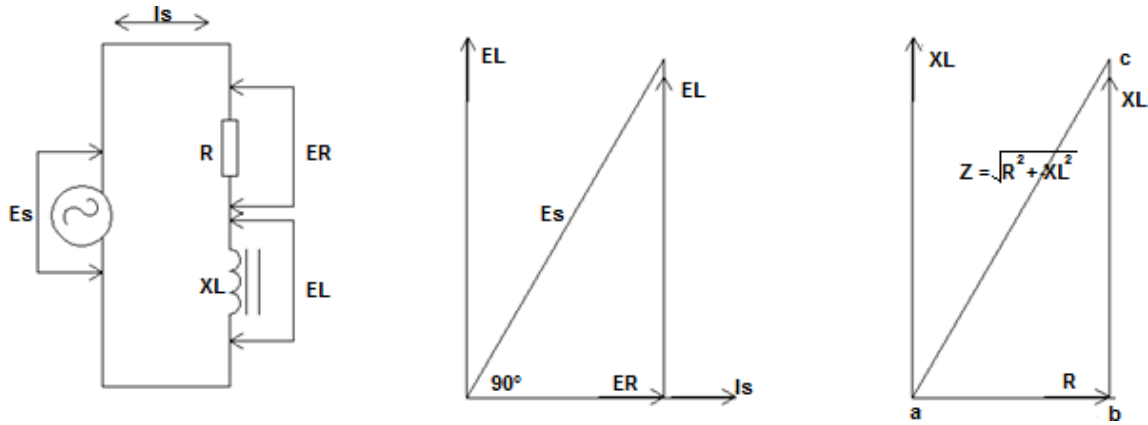


Figura 1

En un circuito R_C o R_L en paralelo, el voltaje aplicado es idéntico en cada rama, por tanto, se utilizará como referencia de fase. La corriente de cada una de las ramas se encuentra aplicando las ecuaciones (1), (2) y (3). La corriente de la fuente se determina sumando vectorialmente las corrientes de cada rama.

Paralelo:

$$I_S = \sqrt{(I_R)^2 + (I_C)^2} \quad (9)$$

O bien,

$$I_S = \sqrt{(I_R)^2 + (I_L)^2} \quad (10)$$

La impedancia de los circuitos en paralelo se determina aplicando la ley de Ohm paracircuitos de c-a, es decir, la ecuación (8). La magnitud de la impedancia se puede encontrartambién sumando vectorialmente la resistencia y la reactancia en paralelo.

Impedancia en paralelo:

$$Z = \frac{RX_C}{\sqrt{R^2 + XC^2}} \quad (11)$$

O bien:

$$Z = \frac{RX_C}{\sqrt{R^2 + X_L^2}} \quad (12)$$

El ángulo de fase para circuitos en paralelo se calcula mediante $\tan \varphi = R/X$ o $\cos \varphi = Z/R$. Cuando un circuito contiene tanto elementos inductivos, como capacitivos, primeramente se debe encontrar la reactancia total combinada, X y luego utilizar esta magnitud en las ecuaciones anteriores.

Para circuitos en serie:

$$X = (X_L - X_C) \quad (13)$$

Para circuitos en paralelo:

$$X = \frac{(-X_L X_C)}{(X_L - X_C)} \quad (14)$$

Si el resultado de $(X_L - X_C)$ es positivo en las ecuaciones (13) y (14), la reactancia combinada es inductiva y, por ende, el ángulo de fase asociado con toda la impedancia es positivo. Si $(X_L - X_C)$ es negativo, la reactancia combinada es de tipo capacitivo y el ángulo de fase de la impedancia es negativo.

En este Experimento de laboratorio calculará los valores del circuito de c-a utilizado las ecuaciones de impedancia, y a continuación comprobará los resultados haciendo las mediciones en el circuito real.

INSTRUMENTOS Y EQUIPO

Módulo de fuente de energía (0-120 V c-a)	EMS 8821
Módulo de medición de c-a (250/250/250 V)	EMS 8426
Módulo de medición de c-a (2.5/2.5/2.5 A)	EMS 8425
Módulo de resistencia	EMS 8311
Módulo de capacitancia	EMS 8321
Módulo de inductancia	EMS 8321
Cables de conexión	EMS 8941

PROCEDIMIENTOS

**Advertencia: ¡En este Experimento de Laboratorio se manejan altos voltajes!
¡No haga ninguna conexión cuando la fuente esté conectada! ¡La fuente debe desconectarse después de hacer cada medición!**

1. Para cada uno de los siguientes circuitos:
 - a) Calcule los valores desconocidos usando las ecuaciones dadas en la

sección de la **EXPOSICIÓN**. Escriba todas las ecuaciones en el espacio en blanco debajo del circuito.

- Anote los resultados en los espacios correspondientes.
- Use los módulos EMS para conectar el circuito tal como se muestra en cada figura.
- Conecte la fuente de energía y ajústela para obtener el voltaje y la corriente requeridos según se especifique en cada procedimiento.
- Haga las mediciones indicadas y anote las lecturas en el espacio correspondiente.
- Reduzca a cero el voltaje y desconecte de la fuente de alimentación.
- Compare los valores calculados con los valores medidos.

2. Vea el circuito que aparece en la figura 2.

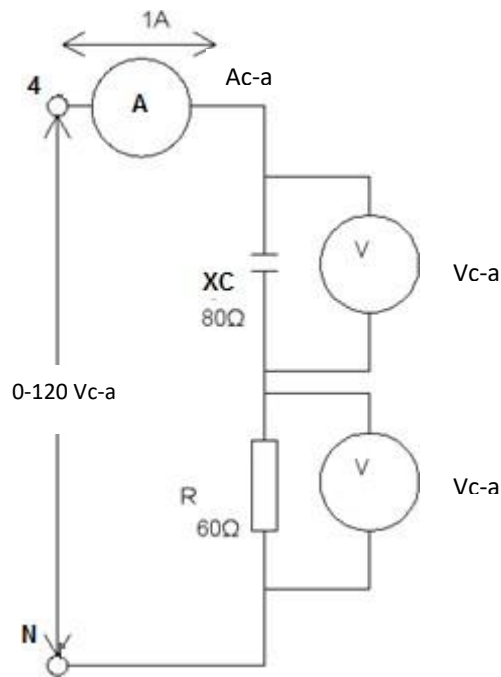


Figura 2

Impedancia del circuito $Z = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$.

Angulo de fase $= \cos^{-1} R/Z = \underline{\hspace{2cm}} ^\circ$.

E_S calculado = $\underline{\hspace{2cm}}$ V. E_S medido = $\underline{\hspace{2cm}}$ V.

E_R calculado = $\underline{\hspace{2cm}}$ V. E_R medido = $\underline{\hspace{2cm}}$ V.

E_C calculado = $\underline{\hspace{2cm}}$ V. E_C medido = $\underline{\hspace{2cm}}$ V.

3. Vea el circuito de la figura 3.

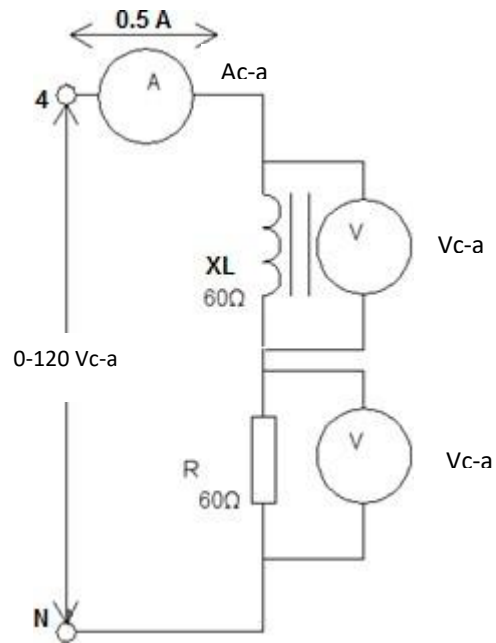


Figura 3

Impedancia del circuito $Z =$ _____ Ω .

Angulo de fase = $\cos^{-1} R/Z =$ _____ $^{\circ}$.

E_S calculado = _____ V. E_S medido = _____ V.

E_R calculado = _____ V. E_R medido = _____ V.

E_L calculado = _____ V. E_L medido = _____ V.

4. Vea el circuito que aparece en la figura 4.

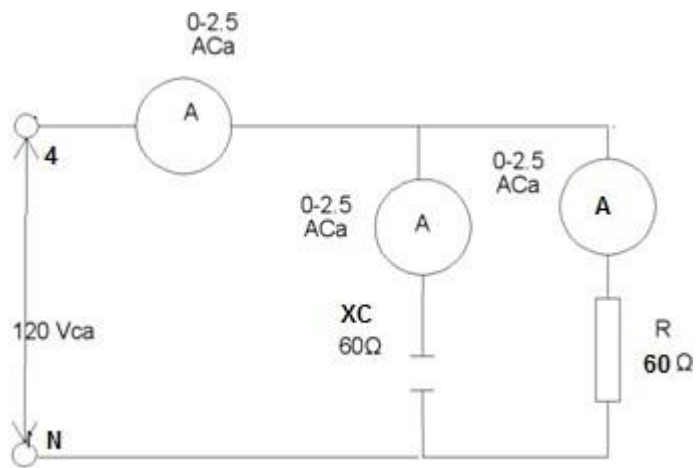


Figura 4

Impedancia del circuito $Z = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$.

Angulo de fase = $\cos^{-1} R/Z = \underline{\hspace{2cm}}^\circ$.

I_S calculado = $\underline{\hspace{2cm}}$ A. I_S medido = $\underline{\hspace{2cm}}$ A.

I_R calculado = $\underline{\hspace{2cm}}$ A. I_R medido = $\underline{\hspace{2cm}}$ A.

I_C calculado = $\underline{\hspace{2cm}}$ A. I_C medido = $\underline{\hspace{2cm}}$ A.

5. Vea el circuito de la figura 5.

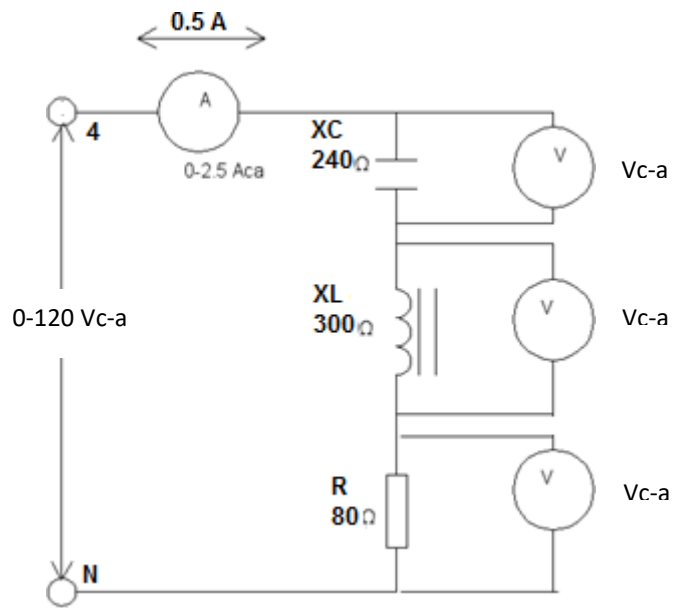


Figura 5

Impedancia del circuito $Z =$ _____ Ω .

Angulo de fase $= \cos^{-1} R/Z =$ _____ $^{\circ}$.

E_S calculado = _____ V. E_S medido = _____ V.

E_R calculado = _____ V. E_R medido = _____ V.

E_L calculado = _____ V. E_L medido = _____ V.

E_C calculado = _____ V. E_C medido = _____ V.

6. Vea el circuito ilustrado en la figura 6.

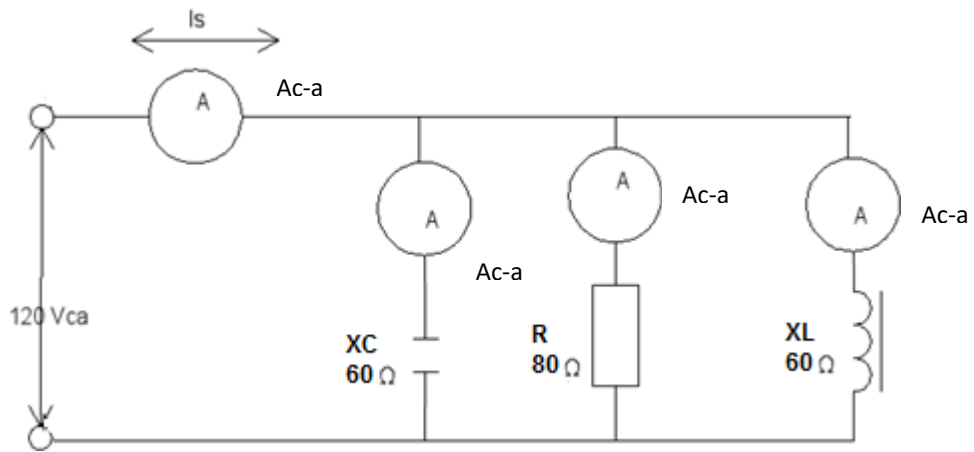


Figura 6

Impedancia del circuito $Z =$ _____ Ω .

Angulo de fase = $\cos^{-1} R/Z =$ _____ $^{\circ}$.

I_S calculado = _____ A. I_S medido = _____ A.

I_R calculado = _____ A. I_R medido = _____ A.

I_C calculado = _____ A. I_C medido = _____ A.

I_L calculado = _____ A. I_L medido = _____ A.

PRUEBA DE CONOCIMIENTO

1. Si un circuito conectado a una línea de alimentación de 120 V toma 3 A de corriente de línea. ¿Cuál es la impedancia del circuito?

_____ $Z =$ _____ Ω .

2. ¿Puede calcular ahora el ángulo de fase que existe entre la corriente y el voltaje del circuito descrito en la pregunta 1? _____.

Explique por qué. _____

3. La ecuación $P = E^2/Z$ se puede aplicar para determinar la potencia dada a un circuito de c-a ¿Es falsa o verdadera esta afirmación? _____.

¿Por qué? _____

4. Puede considerarse que hay impedancia en un circuito de c-a que solo contiene resistencia. _____

Explique por qué. _____

5. ¿Cambia de valor la impedancia del circuito si varía la frecuencia de línea? _____

Explíquelo. _____

TOMADO DEL LIBRO:
WILDI, THEODORE & VITO MICHAEL J. **EXPERIMENTOS CON EQUIPO**
ELÉCTRICO, LIMUSA, 6ª REIMPRESIÓN, MÉXICO, 1987.