



## LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS

RESPONSABLE DR. OSCAR MANUEL LÓPEZ YZA

NOMBRE: \_\_\_\_\_ MATRÍCULA: \_\_\_\_\_

E.E: \_\_\_\_\_

EQUIPO O BRIGADA No. \_\_\_\_\_ DÍA: \_\_\_\_\_ HORA: \_\_\_\_\_

PRÁCTICA No. 8 FECHA: \_\_\_\_\_

NOMBRE DE LA PRÁCTICA

### VECTORES Y FASORES, CIRCUITOS EN SERIE

#### OBJETIVOS

- Estudiar el comportamiento de circuitos complejos de c-a usando vectores.

#### EXPOSICIÓN

En los Experimentos de Laboratorio anteriores, para explicar el concepto de fase se utilizaron dibujos, de ondas senoidales. Sin embargo, si se trata de un circuito que contiene tres o cuatro ondas senoidales de diferentes fases, tales diagramas se convierten en marañas de líneas y resultan demasiado confusas para ser útiles. Por ejemplo, el circuito de la figura 1. (a) contiene una resistencia, una capacitancia, y una inductancia, todas conectadas en serie a una fuente de c-a. La forma de onda de la fuente es la suma de los valores instantáneos de tres ondas de voltaje, y todas ellas está desfasadas, una respecto a la otra.

Afortunadamente, la cantidad de voltaje, corriente, potencia, resistencia, reactancia y muchos otros valores numéricos se puede representar mediante un simple símbolo gráfico llamado vector.

Para representar debidamente cantidades tales como el voltaje y la corriente, el vector debe indicar tanto la magnitud de la cantidad (por medio de su longitud), como también debe incluir una punta de flecha que indique el sentido (fase) de

dicha cantidad. En la figura 2 se muestra la forma en que un vector se puede utilizar para representar tanto la amplitud como la fase de una onda senoidal de voltaje.

Para el caso especial en que el vector gira  $360^\circ$  (como sucede en una onda senoidal), se le aplica el nombre de fasor, puesto que una onda senoidal se puede representar con un solo fasor, se pueden usar dos fasores para representar dos ondas senoidales. Estudie el diagrama fasorial ilustrado en la figura 3.

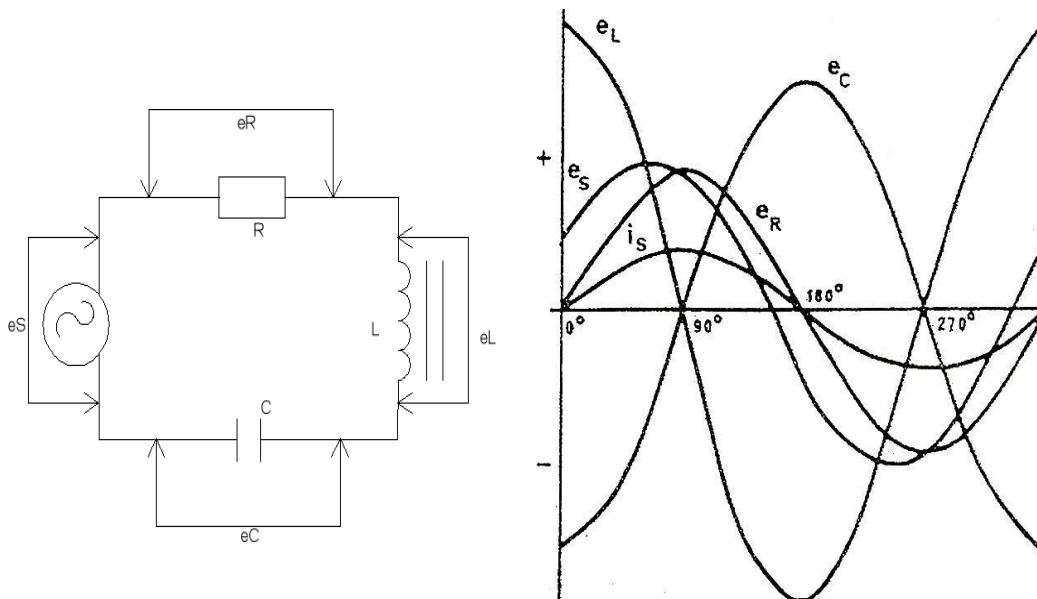


Figura 1

La onda senoidal  $e_1$  tiene una fase con atraso de  $90^\circ$  con respecto a la onda senoidal  $e_2$ . Al construir el diagrama fasorial, una de las ondas senoidales se escoge como referencia con la que se puede comparar la segunda. En este diagrama se toma como referencia la onda  $e_1$  y el fasor que la representa se construye en la posición horizontal estándar (eje X). La longitud del fasor  $e_1$  representa el valor de pico de la forma de onda  $e_1$ ; si la gráfica se hiciera a escala, se podría representar el valor rms o eficaz de la onda del voltaje.

Hasta ahora se ha trabajado sólo con circuitos simples de c-a que contienen una sola resistencia, capacitancia o inductancia. Si en un circuito en serie se tiene dos o más elementos de este tipo, como se ilustra en la figura 1. (a), la caída total del voltaje desfasado en estos circuitos no es un simple problema de adición. Es necesario tomar en cuenta los ángulos de fase correspondientes, y puesto que el fasor es el medio ideal para resolver este tipo de problemas, al usarlo se ahorra mucho tiempo.

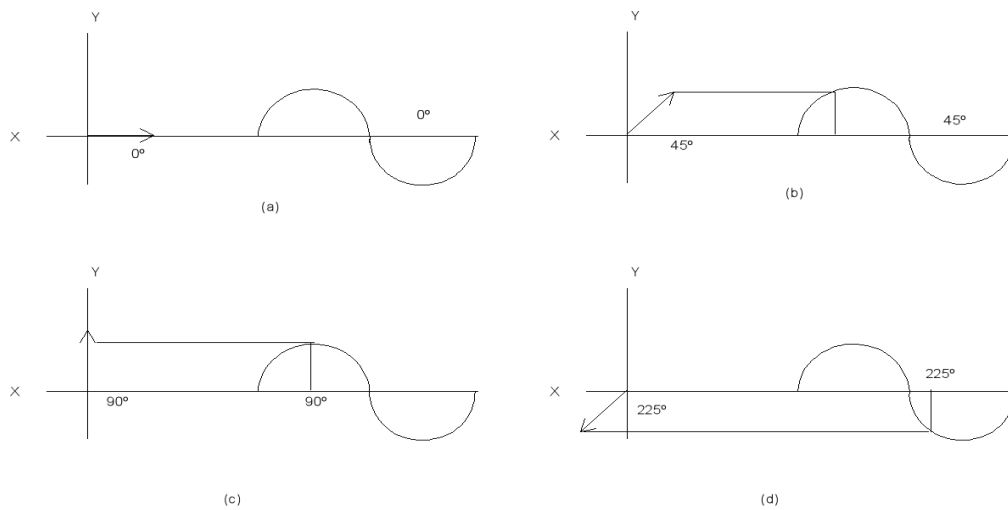


Figura 2

En la figura 4, los dos vectores  $E_1$  y  $E_2$  se suman.

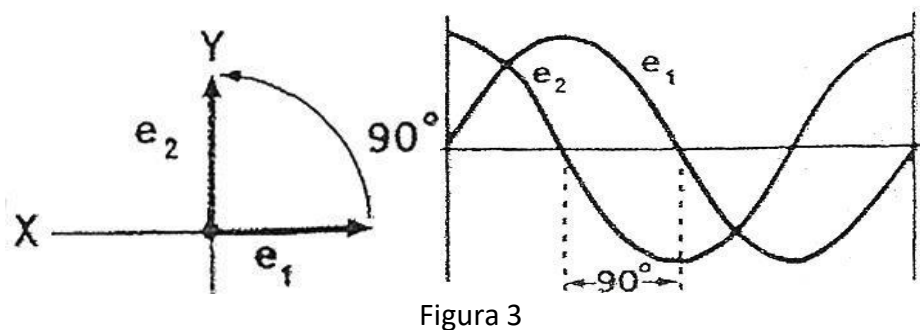


Figura 3

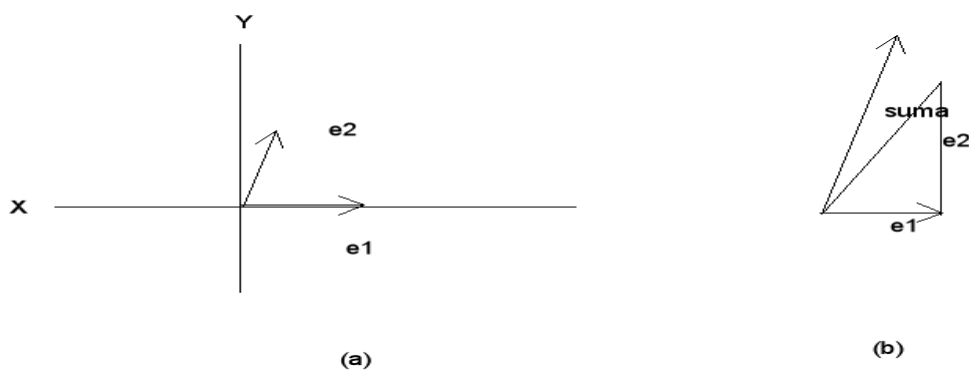


Figura 4

Estos vectores se ilustran en la figura 4 (a) tal y como aparecerían normalmente en un diagrama vectorial. Para obtener la suma de estos dos vectores, el origen del segundo vector  $E_2$  se coloca en la punta del primero,  $E_1$ , como se señala en la figura

4 (b). Esto debe hacerse sin cambiar la dirección y la amplitud de los dos vectores. A continuación se traza un tercer vector desde el origen del primero,  $E_1$ , hasta la punta del segundo,  $E_2$ . Este tercer vector constituye la suma de los vectores originales y su amplitud y dirección se pueden medir directamente en el dibujo. Se puede sumar cualquier número de vectores, utilizando este procedimiento, y colocando sucesivamente el origen de cada vector en la punta del anterior. También en este caso la suma se determina trazando un vector que va desde el origen del primero hasta la punta del último vector. En la figura 1 (b) se ilustra el diagrama fasorial correspondiente al circuito de la figura 1 (a).

Observe que la amplitud y el ángulo de fase del voltaje de la fuente se pueden medir directamente en el diagrama.

Cuando se aplica un voltaje de c-a a un circuito  $RL$  o  $RC$  en serie, la corriente de línea produce una caída de voltaje tanto en la resistencia como en la reactancia. El voltaje de salida de la resistencia está en fase con la corriente de línea que produjo la caída, en tanto que el voltaje de salida de la reactancia se adelanta (reactancia inductiva) o atrasa (reactancia capacitiva)  $90^\circ$  con respecto a dicha corriente de línea.

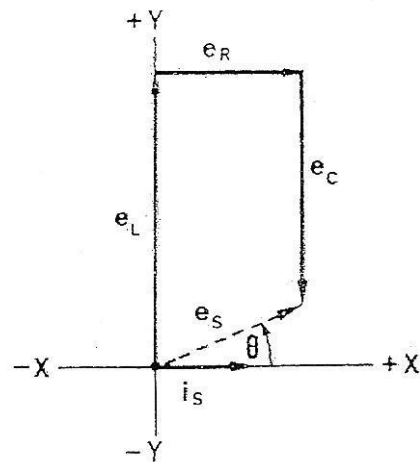


Figura 1 (b)

La amplitud de la caída de voltaje en la resistencia es proporcional a la corriente de línea y al valor de la resistencia ( $E = IR$ ). La amplitud de la caída de voltaje en la inductancia y la capacitancia es proporcional a la corriente de línea y el valor de la reactancia inductiva o capacitiva ( $E = IX_L$ ) o ( $E = IX_C$ ).

Puesto que estas caídas de voltaje están desfasadas entre sí, la suma aritmética de las mismas es mayor que el voltaje de fuente. No obstante, si estas caídas de voltaje se representan como fasores, la suma fasorial será igual al voltaje de fuente.

En este Experimento de Laboratorio el estudiante calculará estos valores para el circuito de c-a, utilizando diagramas fasoriales y luego comprobará los resultados efectuando las mediciones correspondientes 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 A)	EMS 8625
Módulo de resistencia	EMS 8311
Módulo de capacitancia	EMS 8331
Módulo de inductancia	EMS 8921
Cables de conexión	EMS 8941

## PROCEDIMIENTO

1. Complete el diagrama fasorial correspondiente al circuito  $R_L$  en serie que se ilustra en La figura 5 (b). Use la escala de 1 división = 10 volts, y mida y anote la longitud del nuevo fador que trazó.

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

2. a) Conecte el circuito de la figura 5 (a), utilizando los Módulos EMS.

**NOTA:** En la parte final de este manual encontrará una tabla en la que se indican todos los valores equivalentes posibles de resistencia en paralelo/reactancia.

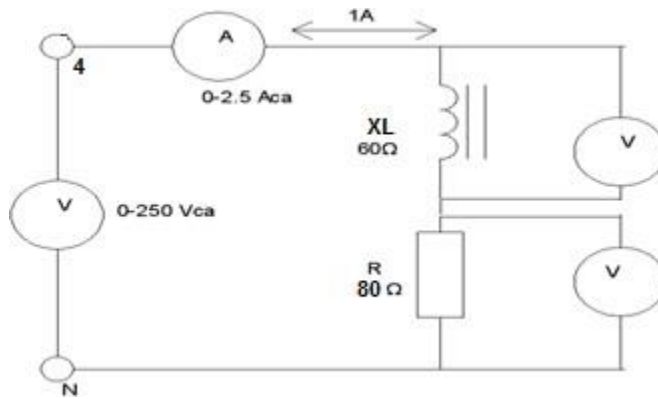


Figura 5 (a)

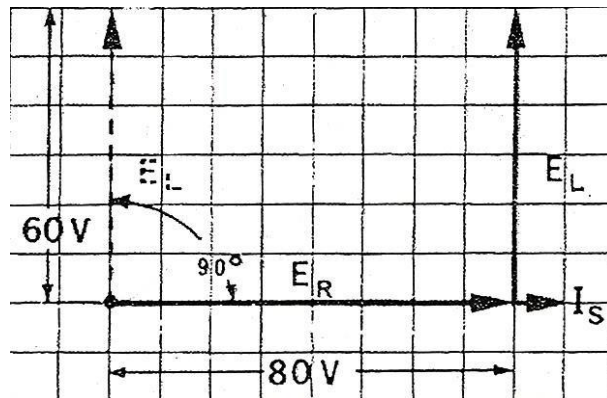


Figura 5 (b)

- b) Conecte la fuente de energía y ajuste lentamente el voltaje de fuente hasta que el medidor de corriente indique un ampere de corriente de línea. Mida y anote:

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

$$E_L = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V.}$$

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

- c) Reduzca a cero el voltaje y desconecte la fuente de alimentación.

3. a) ¿Es igual al voltaje de fuente,  $E_S$  \_\_\_\_\_, la suma de las caídas del voltaje,  $E_R$  \_\_\_\_\_ +  $E_L$ ? \_\_\_\_\_.
- b) ¿Es igual a la suma fasorial obtenida en la gráfica,  $E_S$  \_\_\_\_\_, el voltaje de fuente medido,  $E_S$  \_\_\_\_\_? \_\_\_\_\_

4. Para cada uno de los siguientes circuitos:

- Dibuje el diagrama fasorial (utilizando la escala 1 div = 10 V) y mida la longitud de la suma fasorial resultante.
- Anote los resultados en el espacio correspondiente.
- Conecte el circuito tal y como aparece en cada figura.
- Conecte la fuente de energía y ajuste la corriente de línea o un ampere.
- Mida y anote las caídas de voltaje resultantes en el espacio correspondiente.
- Reduzca a cero el voltaje y desconecte la fuente de alimentación.
- Compare las magnitudes de los fasores con las magnitudes medidas.

5. Vea el circuito ilustrado en la figura 6. Recuerde que  $E_C$  se atrasa  $90^\circ$  en relación con la corriente de línea ( $I$ ) y  $E_R$ .

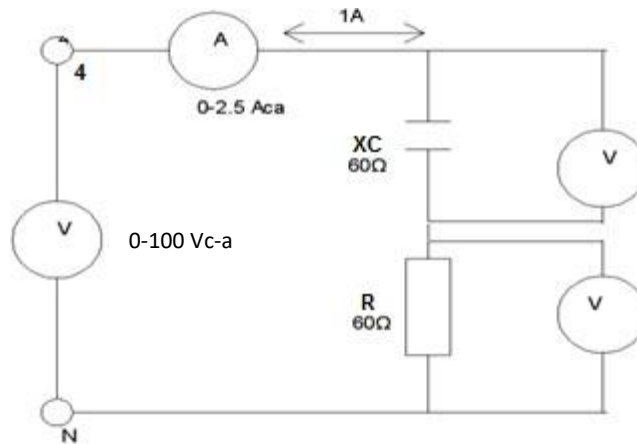


Figura 6 (a)

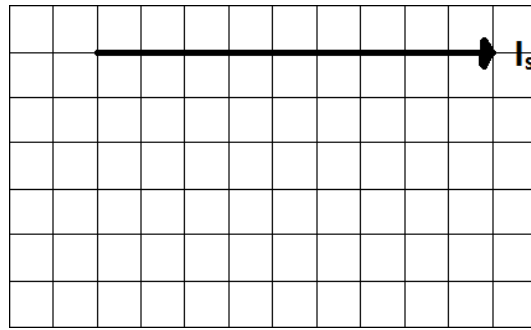


Figura 6 (b)

Fasor  $E_R$  = \_\_\_\_\_ V.  
 Fasor  $E_C$  = \_\_\_\_\_ V.  
 Fasor  $E_S$  = \_\_\_\_\_ V.

$E_R$  medido = \_\_\_\_\_ V.  
 $E_C$  medido = \_\_\_\_\_ V.  
 $E_S$  medido = \_\_\_\_\_ V.

6. Estudie el circuito de la figura 7. Recuerde que  $E_C$  y  $E_L$  están desfasados  $180^\circ$  entre sí.

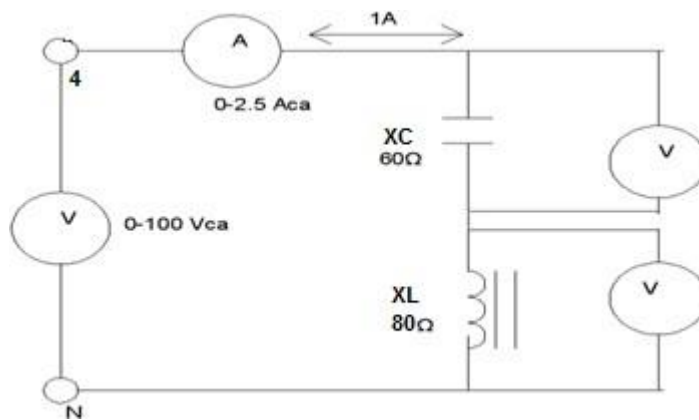


Figura 7 (a)



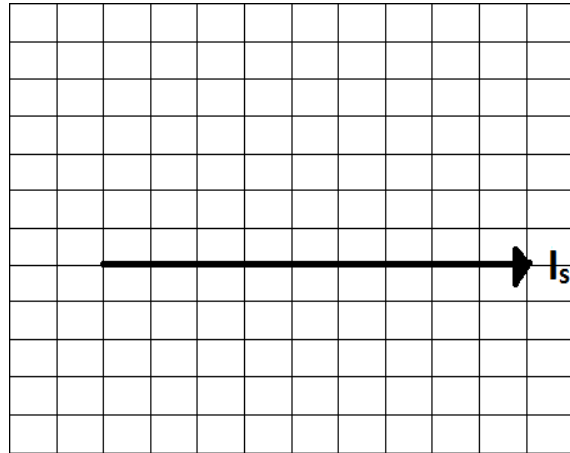


Figura 7 (b)

Mediciones figura 7.

Fasor  $E_L$  = \_\_\_\_\_ V.

$E_L$  medido = \_\_\_\_\_ V.

Fasor  $E_C$  = \_\_\_\_\_ V.

$E_C$  medido = \_\_\_\_\_ V.

Fasor  $E_S$  = \_\_\_\_\_ V.

$E_S$  medido = \_\_\_\_\_ V.

7. Vea el circuito de la figura 8 (a). Mida  $E_S$ ,  $E_C$ ,  $E_L$  y  $E_R$ .

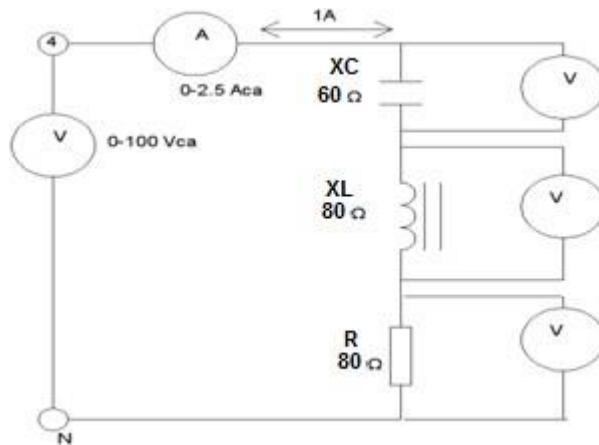


Figura 8 (a)

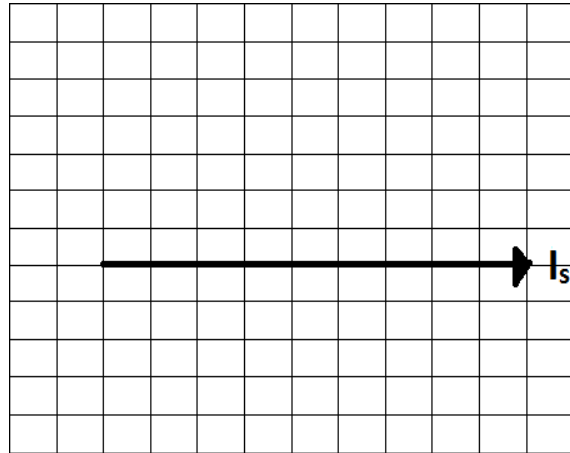


Figura 8 (b)

Mediciones figura 8.

Fasor  $E_R =$  \_\_\_\_\_ V.

$E_R$  medido = \_\_\_\_\_ V.

Fasor  $E_C =$  \_\_\_\_\_ V.

$E_C$  medido = \_\_\_\_\_ V.

Fasor  $E_L =$  \_\_\_\_\_ V.

$E_L$  medido = \_\_\_\_\_ V.

Fasor  $E_S =$  \_\_\_\_\_ V.

$E_S$  medido = \_\_\_\_\_ V.

8. Vea el circuito de la figura 9. Se trata de un caso especial denominado resonancia en serie: (en donde ambas reactancias son iguales pero de signos opuestos).

**Advertencia:** Comenzando en cero Volts, haga girar lentamente la perilla de control del voltaje de salida hasta que la corriente de línea indique un ampere en el medidor.

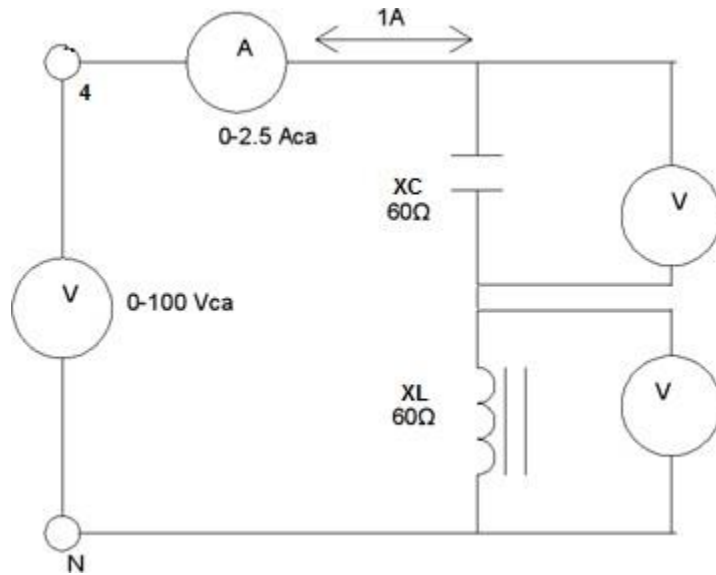


Figura 9 (a)

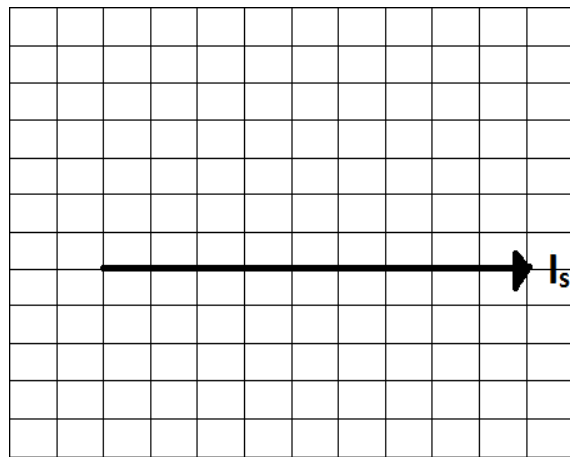


Figura 9 (b)

Fasor  $E_L$  = \_\_\_\_\_ V.  
 Fasor  $E_C$  = \_\_\_\_\_ V.  
 Fasor  $E_S$  = \_\_\_\_\_ V.

$E_L$  medido = \_\_\_\_\_ V.  
 $E_C$  medido = \_\_\_\_\_ V.  
 $E_S$  medido = \_\_\_\_\_ V.

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