

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

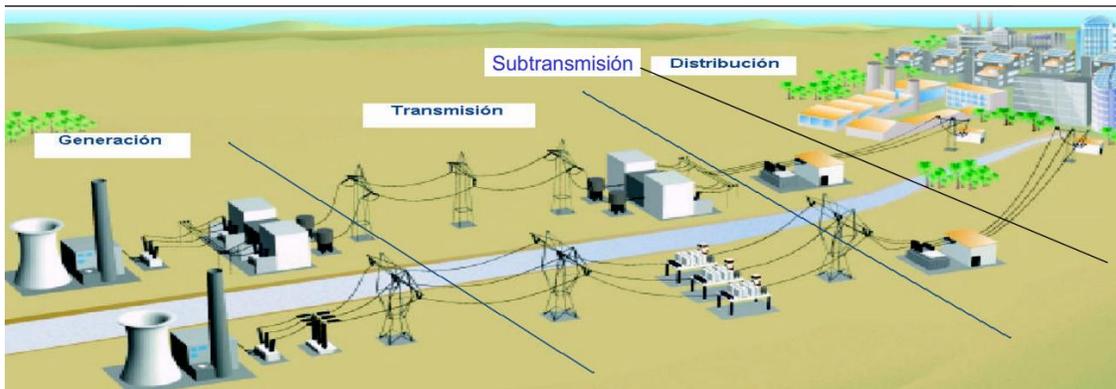
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

SECCIÓN ELÉCTRICA

LABORATORIO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN



SEMESTRE 2017 – I

INDICE

PRÁCTICA DE CAMPO 1. "SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN AÉREO"

PRÁCTICA DE CAMPO 2. "EQUIPOS DE SECCIONAMIENTO Y PROTECCIÓN"

PRÁCTICA 3. "TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN"

PRÁCTICA 4. "CONEXIONES DEL TRANSFORMADOR TRIFÁSICO"

PRÁCTICA 5. "MEDICIÓN DE POTENCIA"

PRÁCTICA 6. "CORRECCIÓN DE FACTOR DE POTENCIA"

PRÁCTICA 7. "CAIDA DE TENSIÓN Y REGULACIÓN DE VOLTAJE"

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

SECCIÓN ELÉCTRICA

LABORATORIO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

GRUPO:

PROFESOR:

ALUMNO:

PRACTICA 1

“SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN AEREO”

FECHA DE ELABORACIÓN:

FECHA DE ENTREGA:

SEMESTRE 2017-I

CALIFICACIÓN:

PRÁCTICA 1. "SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN AÉREO"

OBJETIVO.

. El alumno visualizará y conocerá los componentes de un Sistema de Distribución aéreo, con todas sus características y funcionamiento.

INTRODUCCIÓN:

Temas a desarrollar:

. Definición de un Sistema Eléctrico de Potencia.

MATERIAL Y EQUIPO.

- Ropa cómoda y segura, lentes, gorra.
- Zapatos de seguridad o tenis.
- Cámara fotográfica o teléfono celular.
- Cuaderno de notas.

DESARROLLO.

1. Se hará un recorrido por afuera de la escuela para ir checando poste por poste, sus características y componentes.
2. Tipos de postes.
3. Conductores para líneas de Alta Tensión y Baja Tensión.
4. Herrajes.
5. Transformadores de Distribución.
6. Acometidas en Alta Tensión (mufas) y en Baja Tensión.

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

SECCIÓN ELÉCTRICA

LABORATORIO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

GRUPO:

PROFESOR:

ALUMNO:

PRACTICA 2

“EQUIPOS DE SECCIONAMIENTO Y PROTECCIÓN AEREOS”

FECHA DE ELABORACIÓN:

FECHA DE ENTREGA:

SEMESTRE 2017-I

CALIFICACIÓN:

PRÁCTICA 2. “EQUIPOS DE SECCIONAMIENTO Y PROTECCIÓN AÉREOS”

OBJETIVO.

. El alumno visualizará y conocerá los diferentes equipos que se usan en las redes aéreas para su protección y seccionamiento, lo que repercute en un buen funcionamiento y eficiencia.

INTRODUCCIÓN:

Temas a desarrollar:

. Características de las redes de distribución aéreas.

MATERIAL Y EQUIPO.

- Ropa cómoda y segura, lentes, gorra.
- Zapatos de seguridad o tenis.
- Cámara fotográfica o teléfono celular.
- Cuaderno de notas.

DESARROLLO.

1. Se hará un recorrido por afuera de la escuela para ir checando los diferentes equipos de seccionamiento explicando sus características y funcionamiento.
 - a) Fusibles.
 - b) Cuchillas de Navaja.
 - c) Interruptores en Aire.
 - d) Restaurador.
 - e) Seccionador.

CONCLUSIONES.

BIBLIOGRAFIA.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

SECCIÓN ELÉCTRICA

LABORATORIO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

GRUPO:

PROFESOR:

ALUMNO:

PRACTICA 3

“TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN”

FECHA DE ELABORACIÓN:

FECHA DE ENTREGA:

SEMESTRE 2017-I

CALIFICACIÓN:

PRÁCTICA 3. "TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN"

OBJETIVO.

. El alumno analizará cómo funciona el transformador de distribución estándar con devanado secundario de 120/240 volts.

INTRODUCCIÓN.

Será desarrollada por el alumno.

Temas sugeridos:

. Características de los transformadores y principio de funcionamiento.

. Partes de un transformador.

INSTRUMENTOS Y EQUIPO

Módulo de fuente de alimentación	(0-120/208V a-c)	EMS 8821
Módulo de medición de c-a	0.5/0.5/0.5A)	EMS 8425
Módulo de medición de c-a	50/250/250V)	EMS 8426
Módulo de transformador		EMS 8341
Módulo de resistencia		EMS 8311
Módulo de inductancia		EMS 8321
Cables de conexión		EMS 8941

DESARROLLO

1.- Conecte el circuito ilustrado en la figura 3.1, usando los módulos EMS de transformador, resistencia, fuente de alimentación y medición de c-a. Observe que el devanado primario (3 a 4) va conectado a la salida de 0-208V c-a de la fuente de alimentación, es decir, las terminales 4 y 5. Los devanados secundarios del transformador (1 a 2 y 5 a 6), se conectan en serie para obtener 240V c-a entre los puntos A y B. Para R_1 y R_2 utilice secciones distintas del módulo de resistencia.

2.- a) Cerciórese de que todos los interruptores de resistencia estén abiertos.

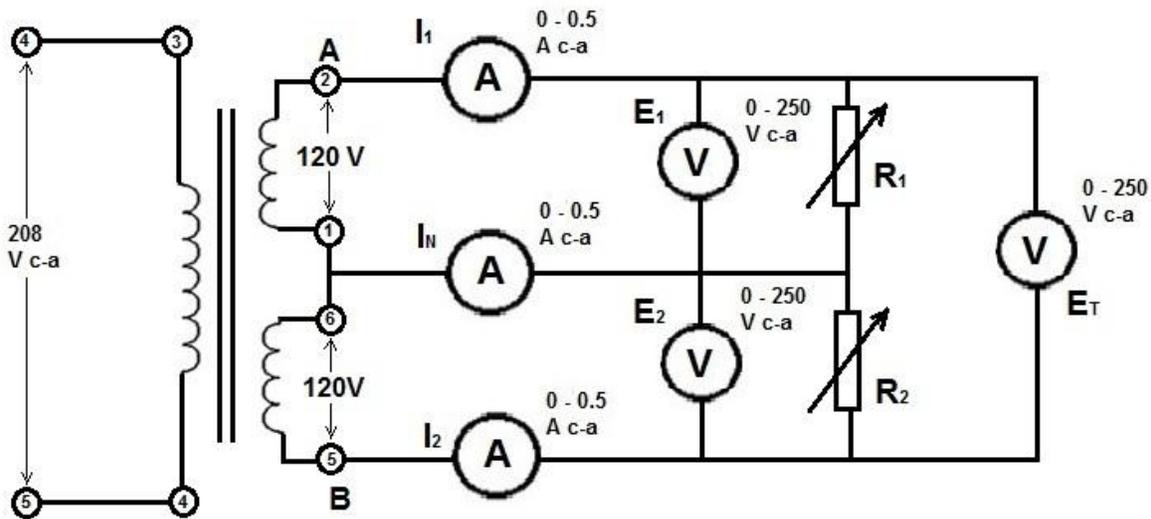


Figura 3.1

b) Conecte la fuente de alimentación y ajústela a 208V c-a, según lo indica el voltímetro de la fuente de alimentación.

c) Mida y anote en la tabla 3.1 el voltaje total de salida del transformador E_T , los voltajes en cada una de las cargas, E_1 y E_2 , las corrientes de línea I_1 e I_2 , y la corriente del hilo neutro I_N .

3.- a) Ponga 300 *ohms* en cada circuito de carga, cerrando los interruptores correspondientes.

b) Mida y anote todas las cantidades en la tabla 3.1.

c) ¿Por qué la corriente del hilo neutro es igual a cero? _____

NÚMERO DE PROCEDIMIENTO	R ₁ Ω	R ₂ Ω	I ₁ mA	I ₂ mA	I _N mA	E ₁ V	E ₂ V	E _T V
2(c)	∞	∞						
3(b)	300	300						
4(b)	300	1200						
5(c)	300	1200						
6(f)	400	400						

Tabla 3.1.

4.- a) Ponga 1200 *ohms* en la carga R₂, mientras que deja 300 *ohms* en la carga R₁.

b) Mida y anote todas las cantidades en la tabla 3.1.

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

d) ¿Es igual la corriente del hilo neutro a la diferencia entre las dos corrientes de línea?

5.- a) Desconecte el hilo neutro del transformador quitando la conexión entre el transformador y el medidor de corriente del neutro I_N.

b) Conecte la fuente de alimentación y ajuste a 208V c-a, según lo indica el voltímetro de la fuente de alimentación.

c) Mida y anote todas las cantidades en la tabla 3.1.

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

e) Si la carga R₁ y R₂ fueran lámparas incandescentes de una casa ¿Qué se observaría?

6.- a) Vuelva a conectar la línea del neutro del transformador al medidor de la corriente en el neutro I_N.

b) Sustituya la carga R₂, con el módulo de inductancia.

- c) Ajuste R_1 a una resistencia de 400 *ohms*.
- d) Ajuste R_2 a una reactancia inductiva X_L de 400 *ohms*.
- e) Conecte la fuente de alimentación y ajústela a 208V c-a.
- f) Mida y anote todas las cantidades en la tabla 3.1.
- g) Reduzca el voltaje a cero y desconecte la fuente de alimentación.
- h) ¿Es igual la corriente en el hilo neutro a la diferencia aritmética entre las corrientes de línea?

Amplíe su respuesta.

PRUEBA DE CONOCIMIENTOS

1. El sistema de potencia eléctrico instalado en una casa es de 120/240V c-a y tiene las siguientes cargas:

Línea 1 a Neutro

- 7 lámparas de 60W c/u
- 1 lámpara de 100W
- 1 motor (5 A c-a)

Línea 2 a Neutro

- 1 televisión de 200W
- 1 tostador de 1200W
- 4 lámparas de 40W c/u

Línea 1 a Línea 2

- 1 secadora de 2kW
- 1 estufa de 1Kw

- a) Calcule las corrientes de la línea 1, la 2 y del hilo neutro (suponga que el factor de potencia es del 100% en todos los aparatos.
 - b) Si se abre el conductor neutro, ¿Cuáles lámparas brillaran más y cuáles menos?
2. Un transformador de distribución de 2400V a 120/240V, tiene una capacidad de 60KVA
- a) ¿Cuál es la corriente de línea nominal del secundario (240V)?
 - b) Si la carga se coloca toda en un lado (línea a neutro, 120V), ¿Cuál es la máxima carga que el transformador puede soportar sin sobre calentarse?

CONCLUSIONES.

BIBLIOGRAFIA.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

SECCIÓN ELÉCTRICA

LABORATORIO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

GRUPO:

PROFESOR:

ALUMNO:

PRACTICA 4

“CONEXIONES DEL TRANSFORMADOR TRIFÁSICO”

FECHA DE ELABORACIÓN:

FECHA DE ENTREGA:

SEMESTRE 2017-I

CALIFICACIÓN:

PRÁCTICA 4. "CONEXIONES DEL TRANSFORMADOR TRIFÁSICO"

OBJETIVO.

. El alumno realizará las diferentes conexiones que se pueden efectuar con los transformadores trifásicos.

. El alumno estudiará las relaciones de corrientes y voltajes en transformadores trifásicos.

INTRODUCCIÓN:

Temas a desarrollar:

. Características de los diferentes tipos de conexiones en transformadores.

Y/Y Δ/Y Y/Δ Δ/Δ ≤/≥

INTRUMENTOS Y EQUIPO

Módulo de fuente de alimentación (0-120/208V 3φ)	EMS 8821
Módulo de medición de c-a (250/250/250V)	EMS 8426
Módulo de transformador trifásico	EMS 8341
Cables de conexión	EMS 8941

DESARROLLO

1. a) El circuito que aparece en la figura 4.1. tiene tres transformadores conectados en una configuración _____
b) Calcule los voltajes esperados y anote los valores en los espacios correspondientes (valores calculados).
c) Conecte el circuito tal y como se indica en la figura 4.1.

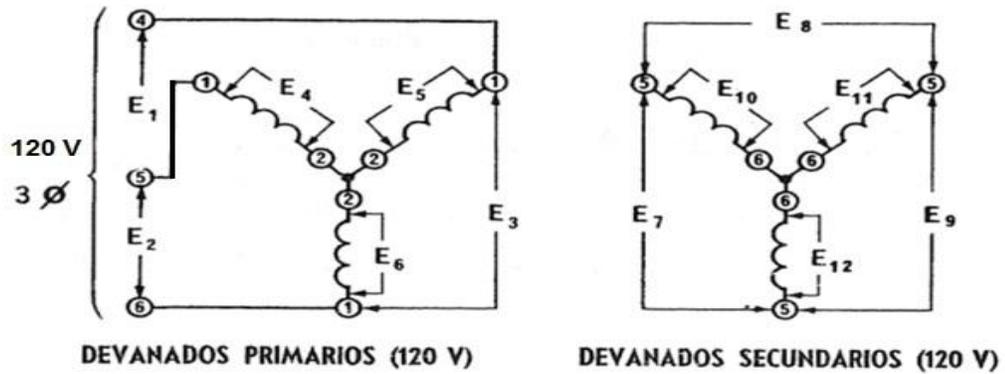


Figura 4.1

- d) Conecte la fuente de alimentación y aumente la salida a un voltaje de línea a línea de 120V c-a.
- e) Mida los voltajes indicados y anote los valores en los espacios correspondientes (valores medidos).
- f) Reduzca el voltaje a cero y desconecte la fuente de alimentación. Repita los procedimientos (d), (e) y (f), hasta que haya medido todos los voltajes indicados.

Valores Calculados		Valores Medidos	
$E_1 =$	$E_2 =$	$E_1 =$	$E_2 =$
$E_3 =$	$E_4 =$	$E_3 =$	$E_4 =$
$E_5 =$	$E_6 =$	$E_5 =$	$E_6 =$
$E_7 =$	$E_8 =$	$E_7 =$	$E_8 =$
$E_9 =$	$E_{10} =$	$E_9 =$	$E_{10} =$
$E_{11} =$	$E_{12} =$	$E_{11} =$	$E_{12} =$

- 2. a) El circuito que aparece en la figura 4.2. tiene tres transformadores conectados en una configuración _____
- b) Calcule los valores de voltaje esperados y anótelos en los espacios correspondientes (valores calculados).
- c) Conecte el circuito tal y como se ilustra en la figura 4.2.

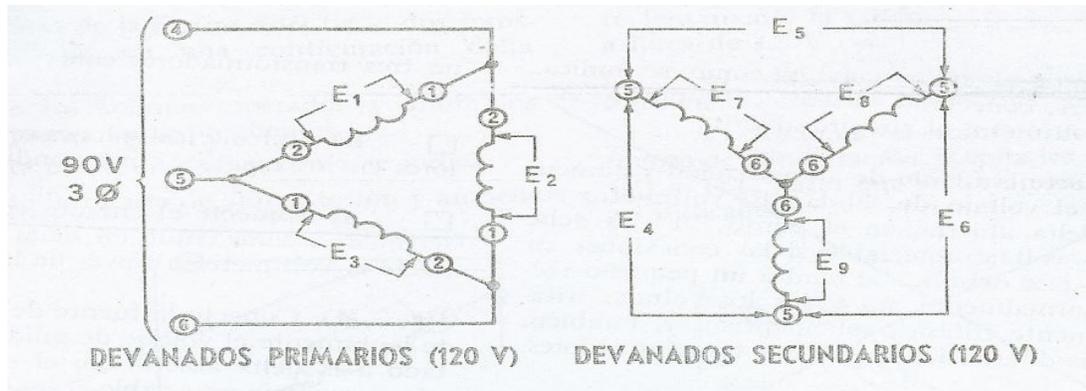


Figura 4.2

- d) Conecte la fuente de alimentación y aumente levemente la salida hasta un voltaje de línea a línea de 90V c-a.
- e) Mida los voltajes señalados y anote los valores en los espacios correspondientes (valores medidos).
- f) Reduzca el voltaje a cero y desconecte la fuente de alimentación. Repita los procesos (d), (e) y (f), hasta que haya medido todos los voltajes indicados.

Valores Calculados			Valores Medidos		
E ₁ =	E ₂ =	E ₃ =	E ₁ =	E ₂ =	E ₃ =
E ₄ =	E ₅ =	E ₆ =	E ₄ =	E ₅ =	E ₆ =
E ₇ =	E ₈ =	E ₉ =	E ₇ =	E ₈ =	E ₉ =

- 3. a) El circuito que se ilustra en la figura 4.3. tiene tres transformadores conectados en la configuración _____
- b) Calcule los voltajes esperados y anote los valores en los espacios correspondientes (valores calculados).
- c) Conecte el circuito tal y como se indica en la figura 4.3.

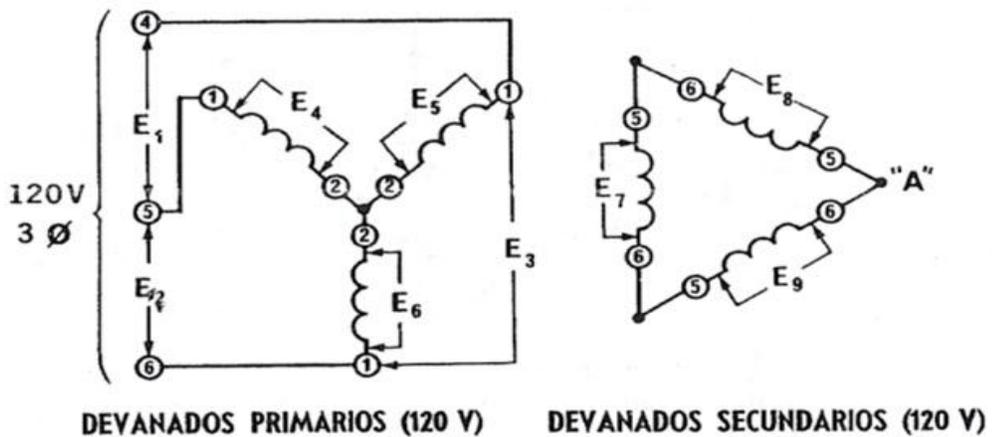


Figura 4.3

- d) Conecte la fuente de alimentación y aumente levemente la salida hasta alcanzar un voltaje de línea a línea de 120V c-a.
- e) Mida los voltajes indicados y anote los valores en el espacio correspondiente (valores medidos).
- f) Reduzca el voltaje a cero y desconecte la fuente de alimentación. Repita los procedimientos (d), (e) y (f), hasta que se hayan medido los voltajes indicados.

Valores Calculados			Valores Medidos		
$E_1 =$	$E_2 =$	$E_3 =$	$E_1 =$	$E_2 =$	$E_3 =$
$E_4 =$	$E_5 =$	$E_6 =$	$E_4 =$	$E_5 =$	$E_6 =$
$E_7 =$	$E_8 =$	$E_9 =$	$E_7 =$	$E_8 =$	$E_9 =$

4. a) El circuito que aparece en la figura 4.4. tiene tres transformadores conectados en una configuración _____
- b) Calcule los voltajes esperados y anote los valores en los espacios correspondientes. (Valores calculados)

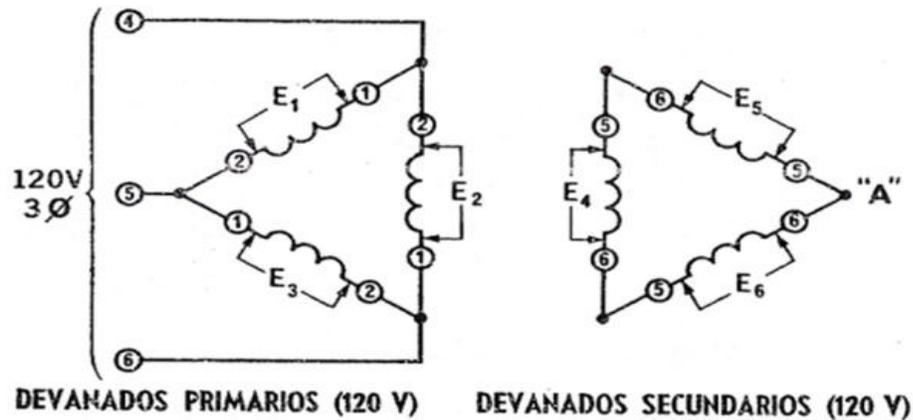


Figura 4.4

- c) Conecte el circuito como se indica en la figura 4.4 Abra el secundario conectado en delta en el punto "A" y conecte el voltmetro a través de la delta abierta.
- d) Conecte la fuente de alimentación y aumente lentamente el voltaje de salida. El voltmetro conectado a la delta abierta, en el punto "A" no indicara ningún voltaje apreciable si las conexiones en delta tienen la fase debida.
- e) Reduzca el voltaje a cero y desconecte la fuente de alimentación.
- f) Desconecte el voltmetro y cierre el circuito de la delta en el punto "A"
- g) Conecte la fuente de alimentación y aumente levemente la salida hasta obtener un voltaje de línea a línea de 120V c-a.
- h) Mida los voltajes indicados y anote los valores en los espacios correspondientes. (Valores medidos)
- i) Reduzca el voltaje a cero y desconecte la fuente de alimentación. Repita los procedimientos (d). (e) y (f), hasta que haya medido todos los voltajes señalados.

Valores Calculados		Valores Medidos	
$E_1 =$	$E_2 =$	$E_1 =$	$E_2 =$
$E_3 =$	$E_4 =$	$E_3 =$	$E_4 =$
$E_5 =$	$E_6 =$	$E_5 =$	$E_6 =$

5. a) El circuito de la figura 4.5. tiene dos transformadores conectados en una configuración delta abierta.
- b) Calcule los voltajes esperados y anote los valores en los espacios correspondientes (valores calculados).
- c) Conecte el circuito tal y como se indica en la figura 4.5.

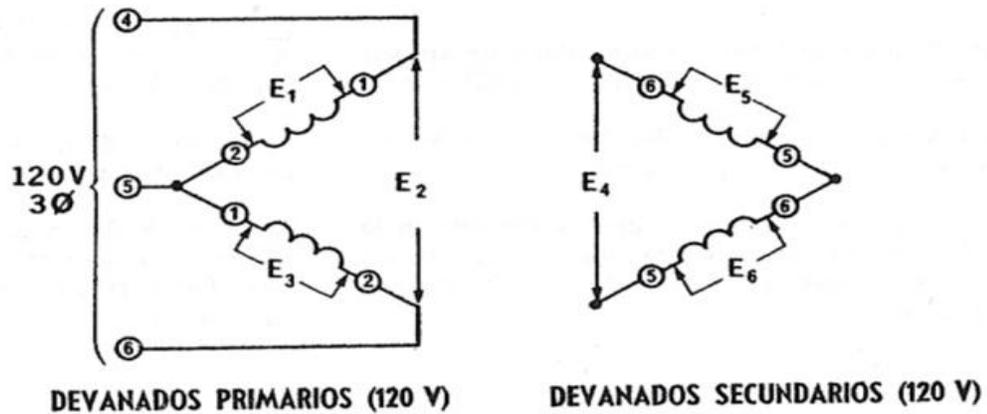


Figura 4.5

- d) Conecte la fuente de alimentación y aumente levemente la salida hasta tener un voltaje de línea a línea de 120V c-a.
- e) Mida los voltajes indicados y anote los valores en los espacios correspondientes (valores medidos).
- f) Reduzca el voltaje a cero y desconecte la fuente de alimentación. Repita los procedimientos (d), (e) y (f), hasta que se hayan medido todos los voltajes indicados.

Valores Calculados		Valores Medidos	
$E_1 =$	$E_2 =$	$E_1 =$	$E_2 =$
$E_3 =$	$E_4 =$	$E_3 =$	$E_4 =$
$E_5 =$	$E_6 =$	$E_5 =$	$E_6 =$

PRUEBA DE CONOCIMIENTOS

1. Compare los resultados de los procedimientos 4 y 5.
 - a) ¿Hay una diferencia de voltaje entre la configuración delta-delta y la configuración delta abierta?

 - b) ¿Se tiene el mismo valor nominal de VA en la configuración delta- delta y la configuración delta abierta? _____ ¿Por qué? -

 - c) Si se aumentan los valores de corriente nominal de cada devanado, ¿Podrían obtenerse tan buenos resultados con la configuración de delta abierta, como se tiene la configuración delta-delta? _____
Explique por qué. _____

2. Si cada transformador tiene una capacidad de 60 KVA, ¿Cuál es el total de potencia trifásica que se puede obtener en cada una de las cinco configuraciones?
 - a) Estrella-estrella

 - b) Estrella-delta

 - c) Delta-estrella

 - d) Delta-delta

 - a) Delta abierta

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

SECCIÓN ELÉCTRICA

LABORATORIO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

GRUPO:

PROFESOR:

ALUMNO:

PRACTICA 5

“MEDICIÓN DE POTENCIA”

FECHA DE ELABORACIÓN:

FECHA DE ENTREGA:

SEMESTRE 2017-I

CALIFICACIÓN:

PRÁCTICA 5. "MEDICIÓN DE POTENCIA"

OBJETIVOS

1. Determinar la potencia aparente, real y reactiva, así como el factor de potencia de los circuitos trifásicos.
2. Medir la potencia de un circuito trifásico, utilizando el método de los dos wattímetros.

INTRODUCCIÓN

Será realizado por el alumno.

INSTRUMENTOS Y EQUIPO

Módulo de fuente de alimentación	(0-120/208V/3 ϕ)	EMS 8821
Módulo de medición de c-a	(250/250/250V)	EMS 8426
Módulo de medición de c-a	(0.5/0.5/0.5A)	EMS 8425
Módulo de wattímetro trifásico		EMS 8441
Módulo de resistencia		EMS 8311
Módulo de inductancia		EMS 8321
Módulo de capacitancia		EMS 8331
Cables de conexión		EMS 8941

DESARROLLO

1. a) Use los **Módulo EMS de inductancia, fuente de alimentación y medición de c-a**, para conectar el circuito en **ESTRELLA** que se ilustra en la Figura 5.1. Use una sección sencilla de inductancia para cada una de las cargas L₁, L₂, y L₃. No conecte el neutro del módulo de inductancia al neutro de la fuente de alimentación.

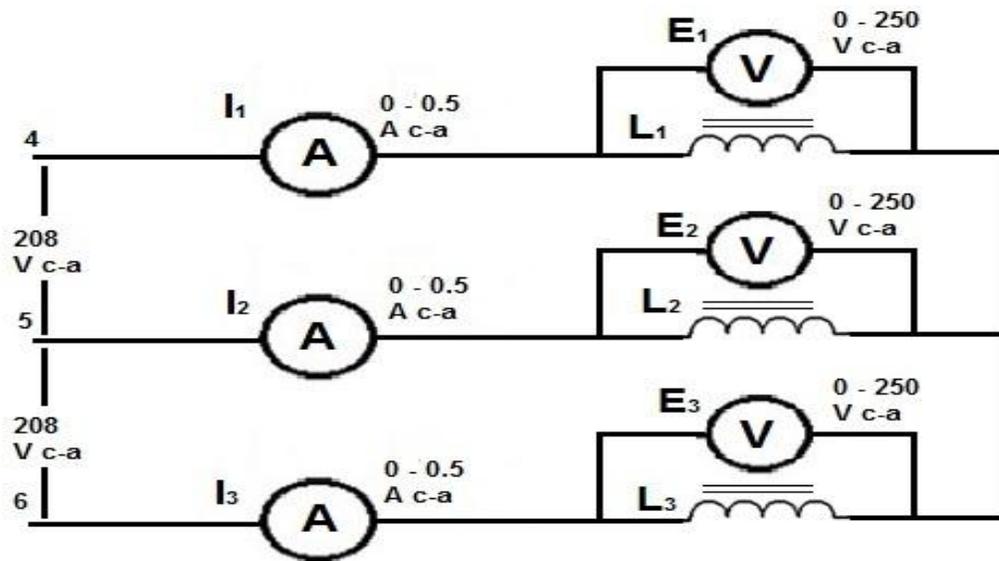


FIGURA 5-1

- b) Ajuste cada sección de inductancia a una reactancia a 300 ohms.
- c) Conecte la fuente de alimentación y ajústela a 208V c-a.
- d) Mida y anote los voltajes y las corrientes de las tres cargas inductivas, L_1 , L_2 y L_3 .

$E_1 =$ _____ V c-a	$I_1 =$ _____ A c-a
$E_2 =$ _____ V c-a	$I_2 =$ _____ A c-a
$E_3 =$ _____ V c-a	$I_3 =$ _____ A c-a

- e) Reduzca el voltaje a cero y desconecte la fuente de alimentación.
- f) ¿Están más o menos bien balanceados los voltajes y las corrientes? _____
- g) ¿Cuál es el valor medio de la corriente de línea? _____
 _____ $I_{\text{línea}} =$ _____ A c-a
- h) ¿Cuál es el valor del voltaje de línea a línea?
 $E_{\text{línea a línea}} =$ _____ V c-a
- i) Calcule la potencia reactiva de cada una de las cargas inductivas.

$$E_1 \times I_1 = \text{_____} \text{ var } (L_1)$$

$$E_2 \times I_2 = \text{_____} \text{ var } (L_2)$$

$$E_3 \times I_3 = \text{_____} \text{ var } (L_3)$$

j) Calcule la potencia reactiva total trifásica, usando la suma de (i).

$$\text{var } L_1 + \text{var } L_2 + \text{var } L_3 = \text{_____} \text{ var}$$

k) Calcule la potencia reactiva total trifásica, utilizando los valores de línea tomados de (g) y (h).

$$E_{\text{línea a línea}} \times I_{\text{línea}} \times 1.73 = \text{_____} \text{ var}$$

l) ¿Coincide la potencia reactiva total encontrada en (j) con la potencia total encontrada en (k)?

2. a) Use las secciones individuales del **Módulo EMS de Resistencia** para agregar una resistencia en serie con cada una de las cargas inductivas, como se indica en la Figura 5.2. No conecte el neutro del **Módulo de resistencia** con el neutro de la fuente de alimentación.

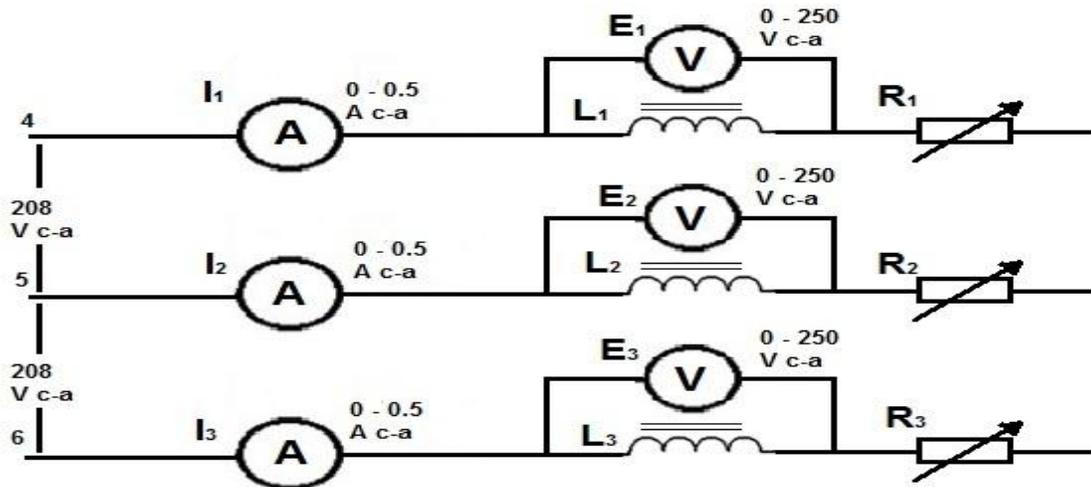


FIGURA 5-2

b) Ajuste la sección de resistencia a 400 ohms, cuidando que cada sección de inductancia se mantenga a una reactancia de 300 ohms.

c) Conecte la fuente de alimentación y ajústela a 208V c-a.

d) Mida y anote las corrientes de línea y los voltajes aplicados a cada una de las cargas inductivas, L_1 , L_2 Y L_3 .

$E_1 =$ _____ V c-a $I_1 =$ _____ A c-a
 $E_2 =$ _____ V c-a $I_2 =$ _____ A c-a
 $E_3 =$ _____ V c-a $I_3 =$ _____ A c-a

e) Reduzca el voltaje a cero y desconecte la fuente de alimentación. Vuelva a conectar cada uno de los voltímetros, como se indica en la *Figura 5.3*.

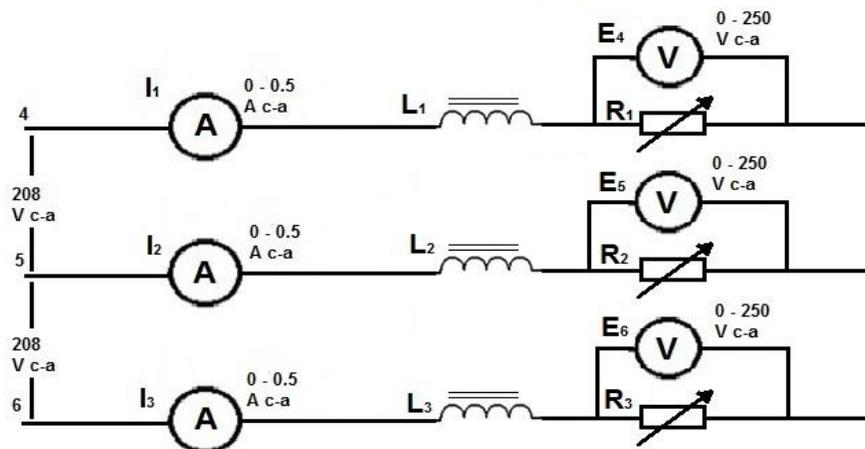


FIGURA 5.3

f) Conecte la fuente de alimentación y ajústela a 208V c-a.

g) Mida y anote el voltaje aplicado a cada carga resistiva R_1 , R_2 y R_3 .

$E_4 =$ _____ V c-a
 $E_5 =$ _____ V c-a
 $E_6 =$ _____ V c-a

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

i) Calcule la potencia real total disipada en las tres resistencias, utilizando los resultados de **(d)** y **(g)**.

$$E_4 = \underline{\hspace{2cm}} \times I_1 \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ W}$$

$$E_5 = \underline{\hspace{2cm}} \times I_2 \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ W}$$

$$E_6 = \underline{\hspace{2cm}} \times I_3 \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ W}$$

Total de potencia trifásica real = $\underline{\hspace{2cm}}$ W

j) Calcule la *potencia reactiva* total en los tres inductores, utilizando los resultados de **(d)**.

$$E_1 = \underline{\hspace{2cm}} \times I_1 \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ var}$$

$$E_2 = \underline{\hspace{2cm}} \times I_2 \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ var}$$

$$E_3 = \underline{\hspace{2cm}} \times I_3 \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ var}$$

Total de potencia reactiva trifásica: $\underline{\hspace{2cm}}$ var

k) Calcule el total de la *potencia aparente trifásica* utilizando los resultados de **(i)** y **(j)**.

$$(W \underline{\hspace{2cm}})^2 + (var \underline{\hspace{2cm}})^2 = \underline{\hspace{2cm}} (VA)^2$$

Total de potencia aparente trifásica: $\underline{\hspace{2cm}}$ VA

l) Calcule la *potencia aparente trifásica* total, mediante la fórmula:

$$E_{\text{línea a línea}} \times I_{\text{línea}} \times 1.73 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ VA}$$

m) ¿Concuerdan bastante bien el valor de la *potencia aparente* total encontrado en **(k)**, con el total determinado en **(l)**? $\underline{\hspace{4cm}}$

n) Calcule el *factor de potencia* utilizando las potencias totales *real* y *aparente* trifásicas:

$$W \underline{\hspace{2cm}} / VA \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

MEDICIÓN DE LA POTENCIA TRIFÁSICA (Método de los 2 Watt metros)

EXPOSICIÓN

El wattímetro, usado para medir potencia, es un instrumento cuyo diseño se parece al del electrodinamómetro. Este medidor tiene casi siempre dos bobinas, una fija y la otra que

puede girar dentro del campo magnético de la primera. El devanado fijo se conecta en serie con la línea, de tal manera que lleve la corriente de línea. La bobina móvil, que tiene una resistencia alta, se conecta a través de la carga (*esa porción del circuito en la que la potencia se debe medir*). Por lo tanto, la pequeña corriente de la bobina es proporcional al voltaje entre estas dos terminales. Esta bobina al girar vence la acción de un resorte helicoidal, y, puesto que el par es proporcional al *producto* de la corriente I y el voltaje E . En consecuencia, la escala se puede graduar directamente en watts.

Estudie la Figura 5.4. La bobina fija de corriente, A , está en serie con la carga y la bobina móvil del voltaje V se conecta a través de la carga. La deflexión resultante es directamente proporcional a la *potencia real* entregada a la carga.

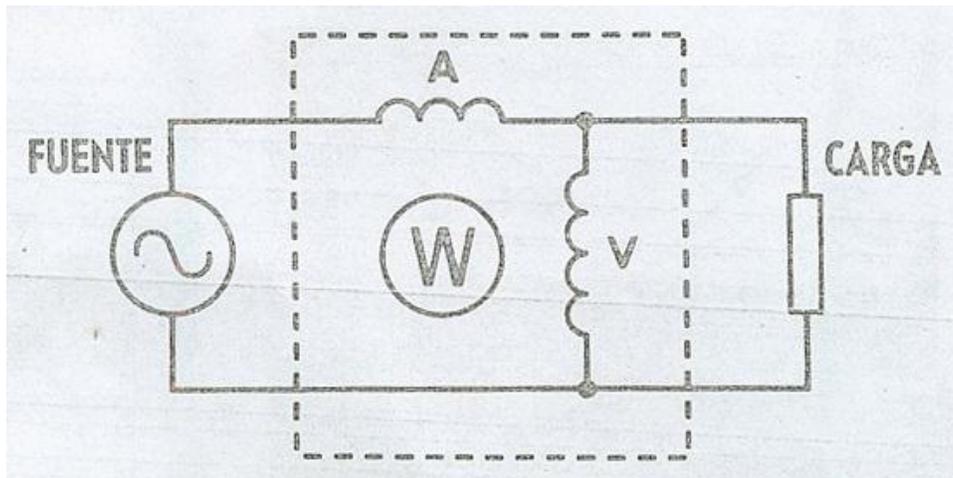


FIGURA 5.4

Si se desea medir la potencia suministrada por un sistema trifásico de cuatro hilos, simplemente se usan tres wattímetros *monofásicos* conectados de la forma que se muestra en la Figura 5.5, y se suman las tres lecturas.

No obstante, cuando el sistema es trifásico y de tres hilos o conductores, sólo se utilizan dos wattímetros *monofásicos* para medir la potencia. Vea la Figura 5.6. Las dos bobinas de corriente llevan las corrientes de dos líneas y las dos bobinas de voltaje se conectan a la línea restante. Observe que no se hace ninguna conexión al hilo neutro. La potencia trifásica total es igual a la suma *algebraica* de las lecturas de los dos wattímetros.

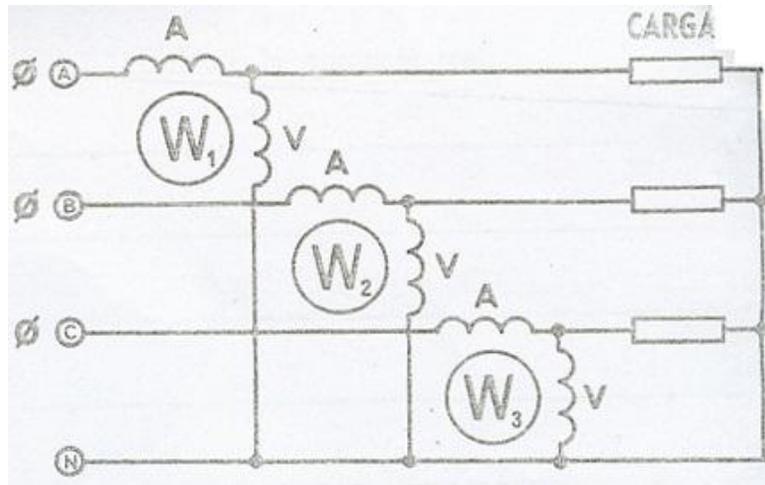


FIGURA 5.5

Para cargas balanceadas a un factor de potencia igual a 1, las indicaciones de los dos wattímetros serán idénticas. Cuando el factor de potencia de la carga es 50 *por ciento*, un medidor indicara cero y el otro indicara la potencia trifásica total. Para factores de potencia intermedios entre 50 y 100 *por ciento*, un medidor indicara una potencia mayor que la del otro. Para factores de potencia inferiores al 50 *por ciento*, la indicación de uno de los medidores será *negativa* y el total de la potencia trifásica será la que indique un medidor menos la potencia *negativa* que indica el otro. A un factor de potencia igual a cero, los wattímetros indicaran valores idénticos pero de signo contrario, dando en total una potencia cero. Por consiguiente, existe una relación específica entre las indicaciones de los medidores para cada valor del factor de potencia del circuito.

El **Módulo EMS de wattímetro trifásico 8441**, se compone de dos wattímetros y tiene una conexión tal que solo se requiere conectar las líneas trifásicas a las terminales de entrada 1,2 y 3. La carga se conecta a las terminales de salida 4, 5 y 6. Los interruptores con marcas de polaridad indican si las lecturas dadas por el medidor son positivas o negativas.

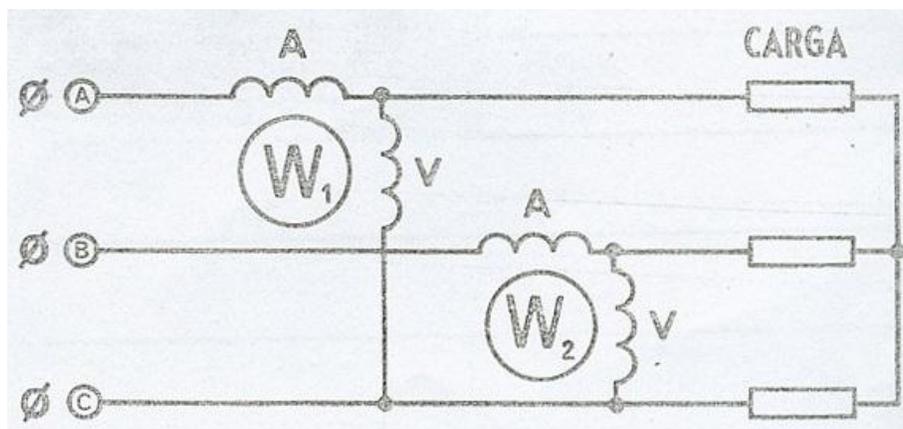


FIGURA 5.6

DESARROLLO.

3. Conecte el circuito ilustrado en la Figura 5.7, utilizando los **Módulos EMS de wattímetro trifásico, fuente de alimentación, resistencia y medición de c-a.**

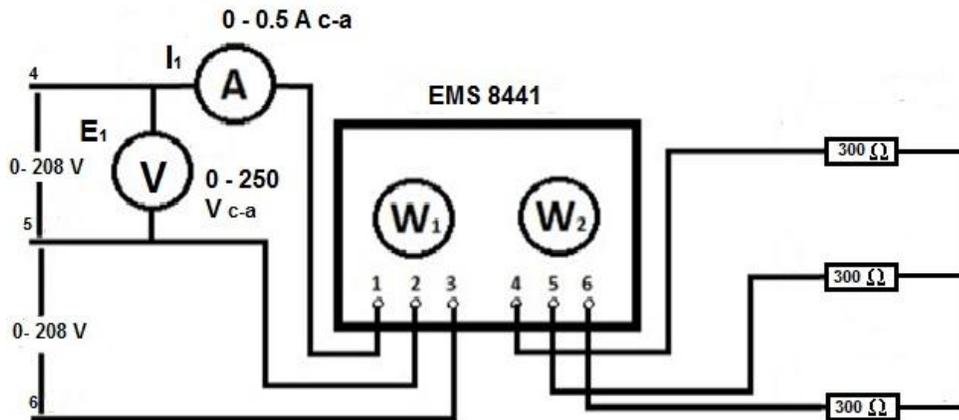


FIGURA 5.7

4. a) Ajuste la resistencia de cada sección a 300 *ohms*.
- b) Conecte la fuente de alimentación y ajuste el voltaje de línea a 208V c-a, según lo indique el voltímetro V_1 .
- c) Mida y anote la corriente de línea I_1 , y la potencia indicada por W_1 y W_2 .
- $I_1 =$ _____ A c-a
- $P_1 =$ _____ W
- $P_2 =$ _____ W
- d) Reduzca el voltaje a cero y desconecte la Fuente de alimentación.
5. a) De acuerdo con los resultados obtenidos en (c) calcule los valores trifásicos de:
- Potencia aparente* ($E_1 \times I_1 \times 1.73$) _____ = _____ VA
- Potencia real* _____ = _____ W
- Factor de potencia* _____ = _____
- b) ¿Es cercano a la unidad el valor del factor de potencia? _____
 Amplíe su respuesta _____
 _____.
6. a) Sustituya el módulo de resistencia con el de capacitancia.
- b) Ajuste la reactancia de cada sección a 300 *ohms*.

c) Repita el **Procedimiento 4**.

$$\begin{aligned} I_1 &= \underline{\hspace{2cm}} \text{ A c-a} \\ P_1 &= \underline{\hspace{2cm}} \text{ W} \\ P_2 &= \underline{\hspace{2cm}} \text{ W} \\ P_1 + P_2 &= \underline{\hspace{2cm}} \text{ W} \end{aligned}$$

a) De acuerdo con los resultados de **(c)** calcule los siguientes valores trifásicos:

$$\begin{aligned} \text{Potencia aparente} &\underline{\hspace{2cm}} \text{ VA} \\ \text{Potencia real} &\underline{\hspace{2cm}} \text{ W} \\ \text{Factor de potencia} &\underline{\hspace{2cm}} \\ \text{Potencia aparente} &\underline{\hspace{2cm}} \text{ var} \end{aligned}$$

7. a) Reemplace el módulo de capacitancia con el de inductancia.

b) Ajuste la reactancia de cada sección a 300 *ohms*.

c) Repita el **Procedimiento 4**.

$$\begin{aligned} I_1 &= \underline{\hspace{2cm}} \text{ A c-a} \\ P_1 &= \underline{\hspace{2cm}} \text{ W} \\ P_2 &= \underline{\hspace{2cm}} \text{ W} \\ P_1 + P_2 &= \underline{\hspace{2cm}} \text{ W} \end{aligned}$$

d) De acuerdo con los resultados de **(c)** calcule los siguientes valores trifásicos:

$$\begin{aligned} \text{Potencia aparente} &\underline{\hspace{2cm}} \text{ VA} \\ \text{Potencia real} &\underline{\hspace{2cm}} \text{ W} \\ \text{Factor de potencia} &\underline{\hspace{2cm}} \\ \text{Potencia aparente} &\underline{\hspace{2cm}} \text{ var} \end{aligned}$$

PRUEBA DE CONOCIMIENTOS

1. Un motor trifásico toma una corriente de 10 *amperes* en una línea de 440 *volts*, siendo su factor de potencia del 80 por ciento.

a) Calcule la *potencia aparente*:

_____ = _____ VA

b) Calcule la *potencia real*:

_____ = _____ W

c) Calcule la *potencia reactiva*:

_____ = _____ var

2. Un transformador trifásico entrega 120 KVA a una carga trifásica, siendo 2400V el voltaje de línea a línea.

a) Calcule la corriente por línea:

_____ = _____ A

3. Si se usan dos wattímetros para medir la potencia total en una sistema trifásico de tres conductores, ¿Mide una potencia monofásica cada medidor? _____

Explíquelo _____

4. ¿Qué significa la indicación negativa de un wattímetro? _____

5. ¿Bastaría con un solo wattímetro para medir la potencia trifásica total en un sistema trifásico balanceado de cuatro hilos? _____ Explique por qué _____

6. ¿Es necesario utilizar dos wattímetros para medir la potencia trifásica total en un sistema balanceado de tres conductores? _____ Explique por qué _____

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

SECCIÓN ELÉCTRICA

LABORATORIO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

GRUPO:

PROFESOR:

ALUMNO:

PRACTICA 6

“CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA”

FECHA DE ELABORACIÓN:

FECHA DE ENTREGA:

SEMESTRE 2017-I

CALIFICACIÓN:

PRÁCTICA 6. "CORRECCIÓN DE FACTOR DE POTENCIA"

OBJETIVOS

1. Determinar la potencia aparente, real y reactiva de un motor monofásico.
2. Aprender cómo se puede mejorar el factor de potencia de un motor.

INTRODUCCIÓN

Será desarrollado por el alumno.

EXPOSICIÓN

Hasta ahora se ha aprendido lo siguiente:

- a) La potencia aparente proporcionada a una carga es el producto del voltaje por la corriente.
- b) La potencia real proporcionada a una carga se mide con un wattmetro.

Cuando existe potencia reactiva, la potencia aparente es mayor que la potencia real, la potencia reactiva puede ser inductiva o capacitiva. En la mayoría de los dispositivos electromecánicos, la potencia reactiva es inductiva debido a la inductancia que prestan las bobinas. La potencia reactiva se puede calcular mediante la ecuación:

$$\text{Potencia reactiva} = \sqrt{(\text{Potencia aparente})^2 - (\text{Potencia real})^2} \quad (1)$$

Si se conoce el ángulo de fase entre el voltaje y la corriente, la potencia real se determina mediante la ecuación:

$$\text{Potencia real} = E I \cos \phi = \text{Potencia aparente} \times \cos \phi \quad (2)$$

La relación entre la *potencia real* y la *potencia aparente* se denomina factor de potencia de un circuito de c-a. El factor de potencia se determina mediante la ecuación:

$$FP = P/EI = \text{Potencia real} / \text{Potencia aparente} \quad (3)$$

El valor del factor de potencia depende del ángulo en que están defasados entre sí la corriente y el voltaje. Cuando la corriente y el voltaje están en fase, la potencia real es igual a $I \times E$, en otras palabras, el factor de potencia es igual a la unidad. Cuando la corriente y el voltaje están defasados 90° una con respecto al otro, como sucede en un circuito puramente capacitivo o inductivo, el factor de potencia es cero, por ser la potencia real igual a cero. En circuitos que contienen tanto resistencia como reactancia, el valor del factor de potencia es cualquier cifra entre 1 y 0. Si se conoce el ángulo en que están defasados entre sí el voltaje y la corriente, el factor de potencia se puede determinar por medio de la ecuación:

$$PF = \cos \phi \quad (4)$$

Los motores de corriente alterna toman potencia reactiva de línea de alimentación para crear el campo magnético que necesitan. Además, estos motores toman también potencia real, siendo la mayor parte de esta convertida en potencia mecánica, en tanto que el resto se disipa en forma de calor.

Antes de conectar el capacitor, el factor de potencia del motor es bastante bajo. Una vez que el capacitor se conecta al motor, aumenta el factor de potencia. Si se escoge bien la capacitancia, este factor puede acercarse a la unidad.

INSTRUMENTOS Y EQUIPO

Módulo de fuente de energía (0-120V c-a)	EMS 8821
Módulo de motor monofásico con arranque por capacitor	EMS 8251
Módulo de medición de C-A (2.5/8A)	EMS 8425
Módulo de medición de C-A (250V)	EMS 8426
Módulos de capacitancia (2)	EMS 8331
Módulo de wattímetro monofásico	EMS 8431
Cables de conexión	EMS 8941

DESARROLLO

1. Use los **Módulos EMS de motor monofásico de fase hendida/arranque por capacitor, medición de c-a, wattmetro y fuente de energía**, para conectar el circuito que aparece en la Figura 6.1. Use cables cortos para unir las terminales 1 a 3, 2 a 6 y 4 a 7, en el módulo de motor. (Ahora el motor ha quedado conectado para funcionar en fase hendida.)

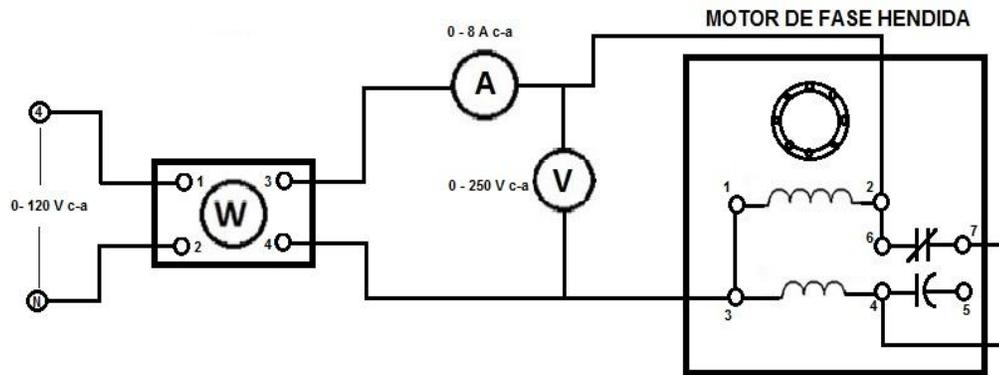


Figura 6.1.

2. Conecte la fuente de alimentación y ajústela al 120V c-a, guiándose por las lecturas que dé el voltímetro de c-a conectado al motor. (El motor debe estar funcionando.)

a) Mida y anote la corriente de línea.

$$I_L = \text{_____ A c-a}$$

b) Mida y anote la potencia real.

$$P = \text{_____ W}$$

3.

a) Baje a cero el voltaje y desconecte la fuente de alimentación.

b) Calcule la potencia aparente.

$$P_A = \text{_____ VA}$$

c) Calcule el factor de potencia.

$$PF = \text{_____}$$

d) Calcule la potencia reactiva.

$$P_R = \text{_____ var}$$

4. Conecte en paralelo dos **Módulos de capacitancia** y el motor, como se indica en la Figura 6.2. Conecte las seis secciones de capacitancia en paralelo y abra (*posición abajo*) todos los interruptores articulados de los capacitores.

PRUEBA DE CONOCIMIENTOS

- Un electroimán toma $3kW$ de potencia real y $4kvar$ de potencia reactiva.
 - Calcule la potencia aparente. _____
_____ P_A _____ VA
 - Calcule el factor de potencia. _____
_____ PF _____
- Un capacitor que toma $4kvar$ se conecta en paralelo con el electroimán de la Pregunta 1.
 - Calcule el nuevo valor de potencia aparente. _____
_____ P_A _____ VA
 - ¿Cuál es el nuevo valor de la potencia reactiva?
 $P_R =$ _____ var
 - ¿Cuál es el nuevo valor de la potencia real?
 $P =$ _____ W
 - ¿Cuál es el nuevo factor de potencia?
 $PF =$ _____
- Si el capacitor de la Pregunta 3 se substituye con otro que tome $8kvar$, calcule:
 - El nuevo valor de la potencia aparente.
_____ $P_A =$ _____ VA
 - La nueva potencia reactiva.
_____ $P_R =$ _____ var
 - La nueva potencia real.
_____ $P =$ _____ W
 - El nuevo factor de potencia.
_____ $PF =$ _____
 - ¿Se logró algo con la adición del capacitor? _____ Explique por qué.

- Quando se agregó la capacitancia en este **Experimento de Laboratorio**, ¿varió la corriente que pasa por los devanados del motor? _____
Explique su respuesta. _____

- ¿Cambiará la potencia real proporcionada al motor cuando se conectan capacitores en el paralelo con éste? _____ Explique por qué.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

SECCIÓN ELÉCTRICA

LABORATORIO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

GRUPO:

PROFESOR:

ALUMNO:

PRACTICA 7

“CAIDA DE TENSIÓN Y REGULACIÓN DE VOLTAJE”

FECHA DE ELABORACIÓN:

FECHA DE ENTREGA:

SEMESTRE 2017-I

CALIFICACIÓN:

PRÁCTICA 7. “CAIDA DE TENSIÓN Y REGULACIÓN DE VOLTAJE”

OBJETIVO.

- . El alumno observará y entenderá el concepto de caída de voltaje en una línea de transmisión o distribución.
- . El alumno aplicará el concepto de regulación de voltaje.

INTRODUCCIÓN:

Temas a desarrollar:

- . Conceptos y definiciones de caída de tensión y regulación de voltaje.

INSTRUMENTOS Y EQUIPO.

- Módulo de fuente de alimentación .
- Módulo de medición de c-a
- Analizador de energía YOKOGAWA
- Módulo de línea de transmisión.
- Módulo de inductancia
- Módulo de resistencia
- Cables de conexión.

DESARROLLO.

- 1) Configure el analizador de energía para trabajar en un circuito monofásico a 2 hilos (120 Vca).
-Para medir voltaje, corriente y potencia.
- 2) Conecte el circuito ilustrado en la figura 7.1, utilizando todos los módulos necesarios

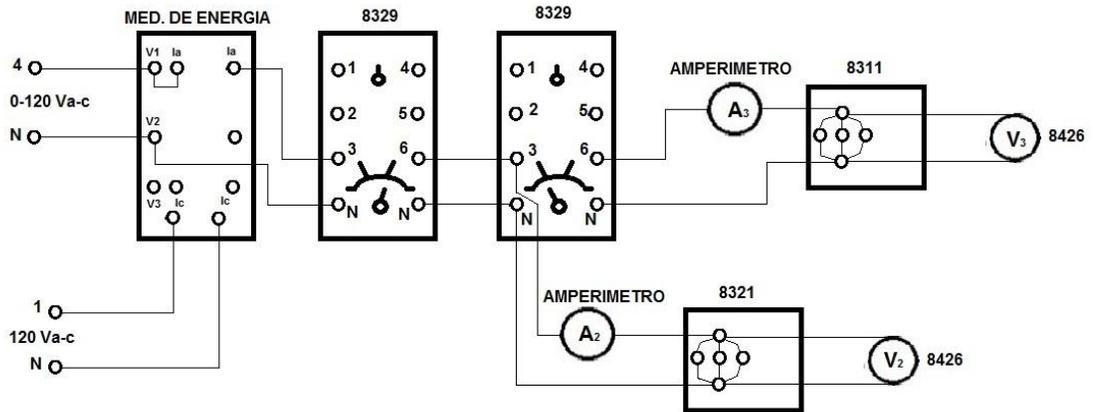


Figura 7.1

- 3) Seleccione la impedancia de las líneas de transmisión a 180Ω
- 4) Conecte y ajuste el voltaje a 120 Vca de la fuente de alimentación (V1) manteniéndolo a lo largo de la práctica
- 5) Mida y anote las lecturas en la tabla 1, para las diferentes valores de carga (X_L y R) indicados

R_1	R_2	V_1	V_2	V_3	A_1	A_2	A_3	e
1200	0							
1200	1200							
400	1200							
400	400							
171	400							
171	171							

Tabla 1

- 6) Reduzca el voltaje a cero y apague la fuente.
- 7) Calcule la caída de tensión en cada caso
- 8) Ahora seleccione una impedancia de la línea de 60Ω
- 9) Mida y anote las lecturas en la tabla 2

R₁	R₂	V₁	V₂	V₃	A₁	A₂	A₃	e
1200	0							
1200	1200							
400	1200							
400	400							
171	400							
171	171							

Tabla 2

10) Calcule la caída de tensión total en cada caso.

11) Calcule la regulación de voltaje en cada caso

$$\%Reg = \frac{V_i - V_f}{V_i} \times 100$$

12) Haga el análisis en el simulador Multisim

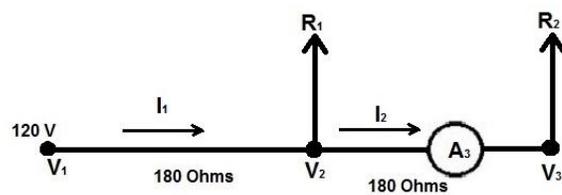


Figura 7.2

CONCLUSIONES.