

## LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS

RESPONSABLE MTRO. OSCAR MANUEL LÓPEZ YZA

NOMBRE \_\_\_\_\_ MATRÍCULA \_\_\_\_\_  
 MATERIA TRANSFORMADORES Y SUBESTACIONES GRUPO \_\_\_\_\_  
 EQUIPO O BRIGADA No. \_\_\_\_\_ DÍA \_\_\_\_\_ HORA \_\_\_\_\_  
 PRÁCTICA No. 8 FECHA \_\_\_\_\_

NOMBRE DE LA PRÁCTICA

### CONEXIONES DE TRANSFORMADORES Y TRIFÁSICOS

#### OBJETIVOS.

- Conectar transformadores en delta y estrella.
- Estudiar las relaciones de corriente y voltaje.

#### EXPOSICIÓN

El transformador trifásico puede ser un solo transformador o bien, tres transformadores monofásicos independientes conectados en delta o en estrella. En algunas ocasiones sólo se usan dos transformadores.

El voltaje trifásico de las líneas de potencia, generalmente, es de 208 Volts, y los valores normales de voltaje monofásico (120) se pueden obtener, en la forma que se indica en la figura 8.1.

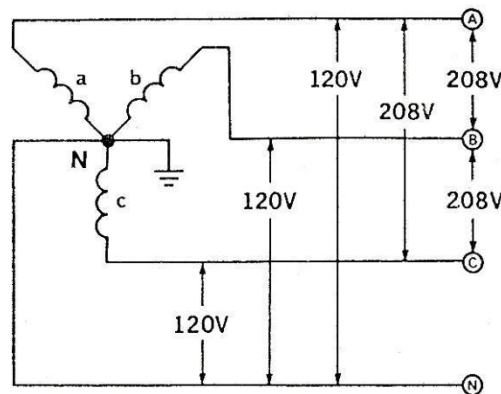


Figura 8.1

Los devanados a, b, y c, representan los tres secundarios del transformador conectados en estrella. Las líneas trifásicas se identifican con letras A, B ó C al neutro (tierra). Los transformadores trifásicos deben conectarse correctamente a las líneas, para que funcionen de modo adecuado. Los cuatro tipos de conexión más usados son los siguientes: (Véase la figura 8.2).

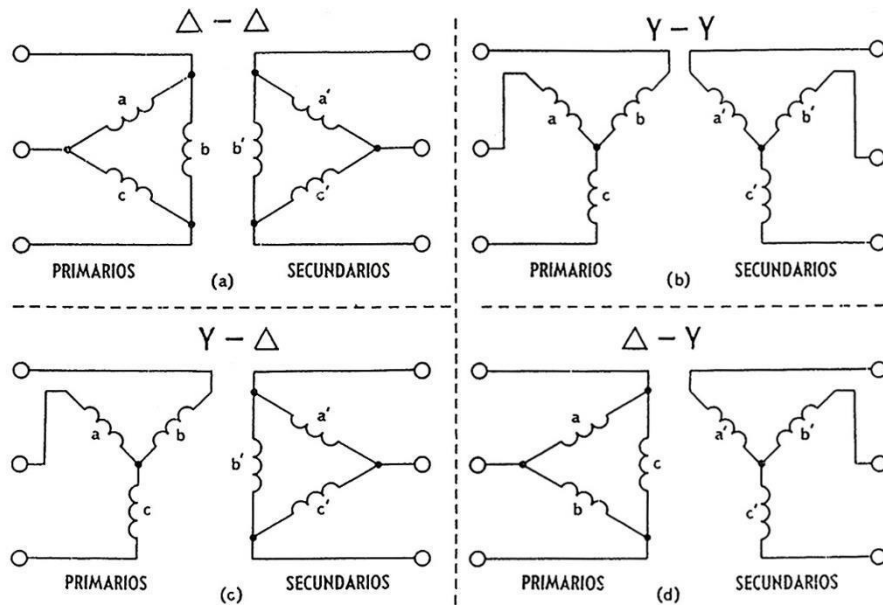


Figura 8.2

- a) Devanado primarios en delta, devanados secundarios den delta, o bien, dela-delta ( - - ).
- b) Devanados primarios en estrella, devanados secundarios en estrella, o bien, estrella-estrella (Y - Y).
- c) Devanados primarios en estrella, devanados secundarios en delta, o bien, estrella-delta (Y - ).
- d) Devanados primarios en delta, devanados secundarios en estrella, o bien delta-estrella ( - Y).

De estas cuatro combinaciones, la que se utiliza con mayor frecuencia es la última, la delta-estrella.

Sea cual fuere el método de conexión utilizado, los devanados deben conectarse en tal forma que tengan las debidas relaciones de fase. Para determinarlas en un secundario conectado en estrella, el voltaje se mide a través de dos devanados, como se indica en la figura 8.3 (a). El voltaje a B debe ser igual 3 veces el voltaje que haya a través de cualquiera de los devanados. Si el voltaje A a B es igual al de cualquiera de los devanados, uno de estos devanados debe invertirse. El tercer devanado, c, se conecta entonces como

se señala en la figura 8.3 (b), y el voltaje C o B, también debe ser igual a 3 veces el voltaje de cualquiera de los devanados. Si no es así, habrá que invertir el devanado c.

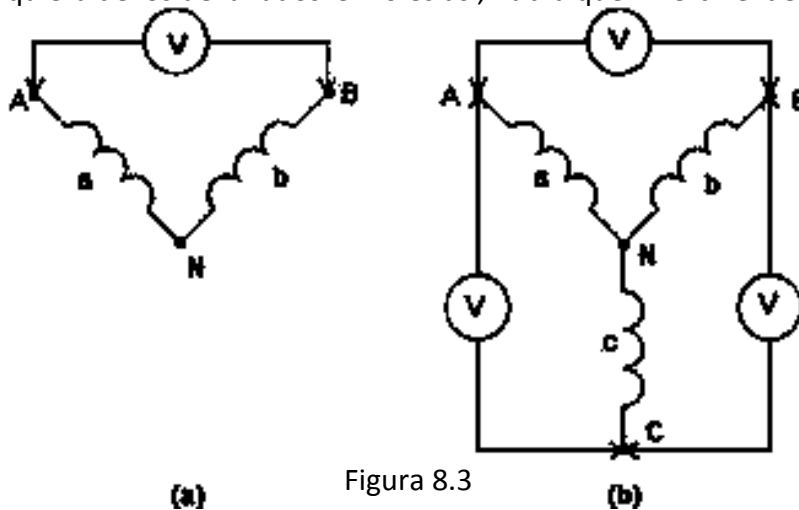


Figura 8.3

Para determinar las relaciones de fase apropiadas en un secundario conectado en

delta, el voltaje se mide en los dos devanados, como se ilustra en la figura 8.4 (a). El voltaje A a C debe ser igual al voltaje de cualquiera de los devanados. Si no es así, uno de los devanados se debe invertir. Las terminales abiertas ( $C^1$  a  $C$ ) se conectan entonces y el transformador tiene las relaciones de fase adecuadas para una conexión en delta, como se indica en la figura 8.4 (c).

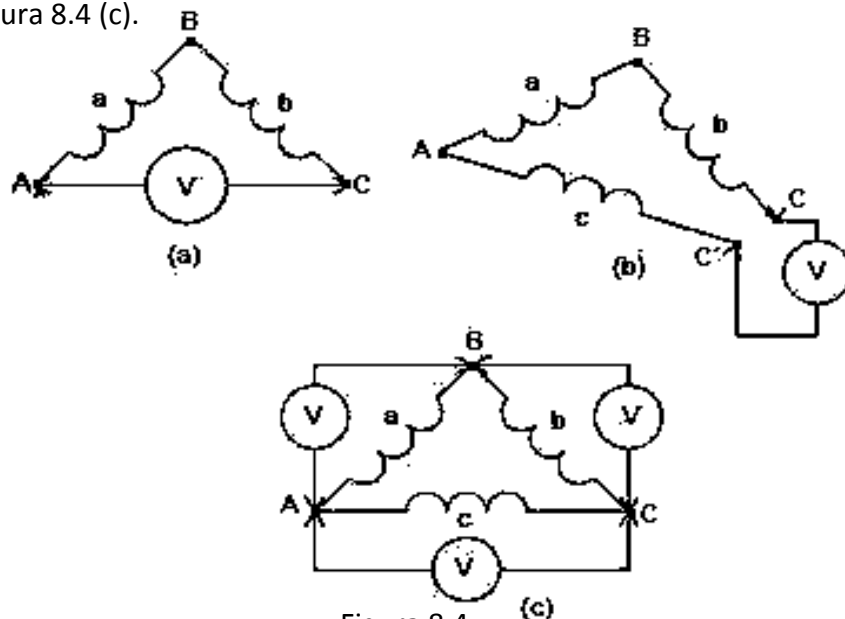


Figura 8.4

**Advertencia:** ¡La delta nunca debe cerrarse antes de comprobar que el voltaje dentro de ella es cero. Si no es así, y la delta se cierra, la corriente resultante tendrá la magnitud de un corto circuito y dañará el transformador.

Con una conexión estrella-estrella la relación de vueltas entre el devanado primario y el secundario es la misma la que se tiene en un transformador monofásico independiente. EL voltaje de salida de la conexión delta-delta depende también de la relación de vueltas entre los devanados primario y secundario. La conexión delta-estrella tiene una relación más elevada de voltaje trifásico que cualquiera de las otras conexiones, la delta-delta ó la estrella-estrella. Esto se debe a que el voltaje entre dos devanados cualesquiera del secundario en estrella, es igual a 3 veces el voltaje de línea a neutro en ellos.

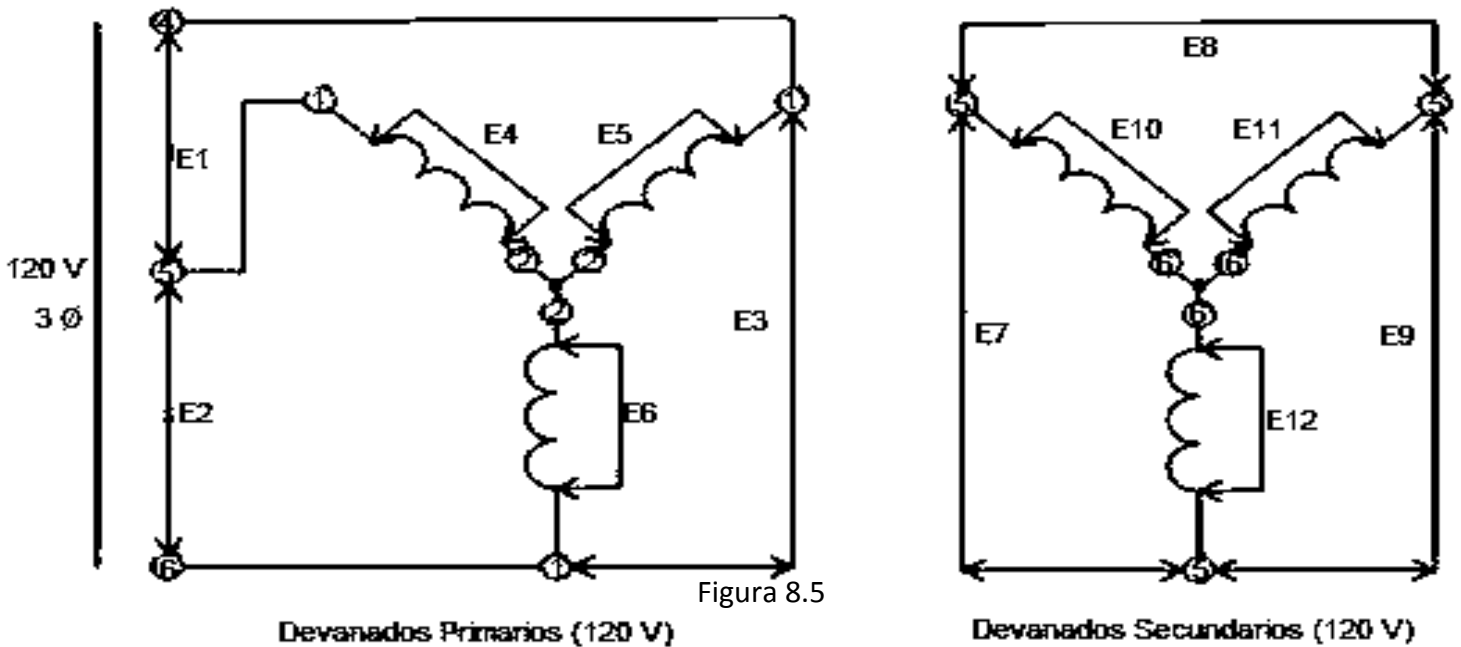
### INSTRUMENTOS Y EQUIPO

Módulo de fuente de alimentación (0-120/208 V 3 $\phi$ )	EMS 8821
Módulo de medición de c-a (250/250/250V)	EMS 8426
Módulos de transformador (3)	EMS 8341
Cables de conexiones	

### 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. a) El circuito que aparece en la figura 8.5 tiene tres transformadores 2 conectados en una configuración \_\_\_\_\_



- b) Calcule los voltajes esperados y anote los valores en los espacios correspondientes.
- c) Conecte el circuito tal y como se indica.
- d) Conecte la fuente de alimentación y aumente lentamente la salida hasta un voltaje de línea a línea de 90V c-a.
- e) Mida los voltajes indicados y anote los valores en el espacio correspondiente.
- 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.

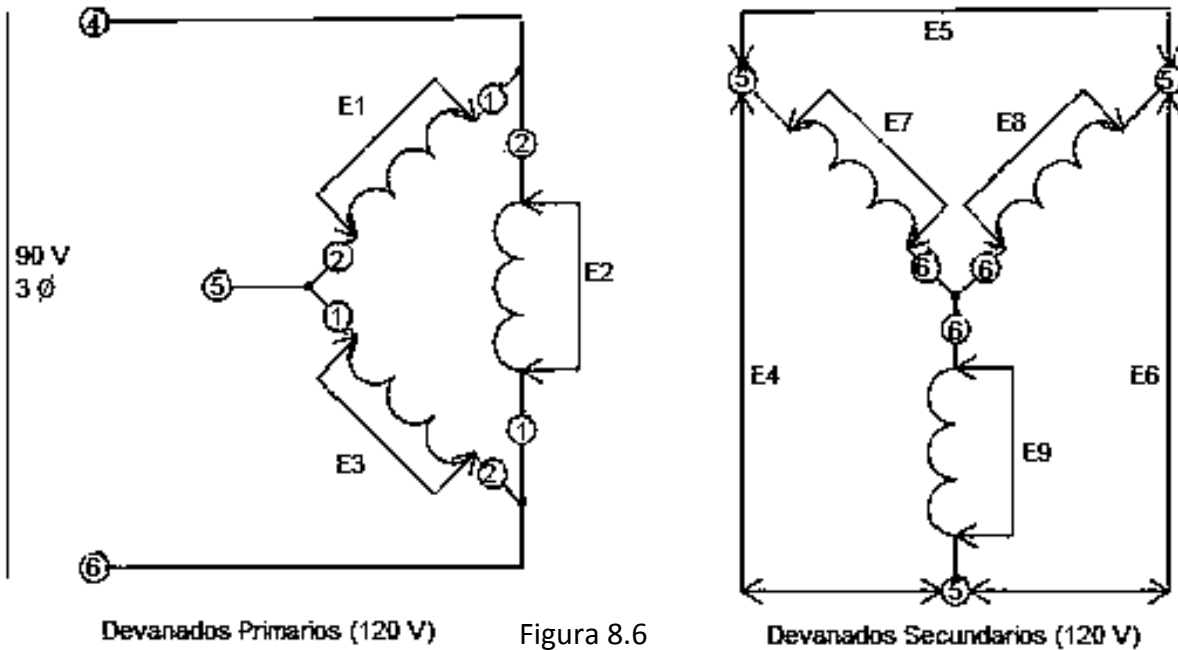
**VALORES CALCULADOS**

E1= \_\_\_\_\_ V, E2= \_\_\_\_\_ V, E3= \_\_\_\_\_ V  
 E4= \_\_\_\_\_ V, E5= \_\_\_\_\_ V, E6= \_\_\_\_\_ V  
 E7= \_\_\_\_\_ V, E8= \_\_\_\_\_ V, E9= \_\_\_\_\_ V  
 E10= \_\_\_\_\_ V, E11= \_\_\_\_\_ V, E12= \_\_\_\_\_ V

**VALORES MEDIDOS**

E1= \_\_\_\_\_ V, E2= \_\_\_\_\_ V, E3= \_\_\_\_\_ V  
 E4= \_\_\_\_\_ V, E5= \_\_\_\_\_ V, E6= \_\_\_\_\_ V  
 E7= \_\_\_\_\_ V, E8= \_\_\_\_\_ V, E9= \_\_\_\_\_ V  
 E10= \_\_\_\_\_ V, E11= \_\_\_\_\_ V, E12= \_\_\_\_\_ V

2. a) El circuito que aparece en la figura 8.6 tiene tres transformadores conectados en una configuración \_\_\_\_\_



- b) Calcule los voltajes esperados y anote los valores en los espacios correspondientes.
- c) Conecte el circuito tal y como se ilustra
- d) Conecte la fuente de alimentación y aumente lentamente la salida hasta un voltaje de línea a línea de 90V c-a.

- e) Mida los voltajes indicados y anote los valores en el espacio correspondiente.
- f) Reduzca el voltaje a cero y desconecte la fuente de alimentación. Repite los procedimientos (d), (e) y (f), hasta que haya medido todos los voltajes indicados.

VALORES CALCULADOS	VALORES MEDIDOS
E1= _____ V, E2= _____ V, E3= _____ V	E1= _____ V, E2= _____ V, E3= _____ V
E4= _____ V, E5= _____ V, E6= _____ V	E4= _____ V, E5= _____ V, E6= _____ V
E7= _____ V, E8= _____ V, E9= _____ V	E7= _____ V, E8= _____ V, E9= _____ V

3. a) El circuito que aparece en la figura 8.7 tiene tres transformadores conectados en una configuración \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_

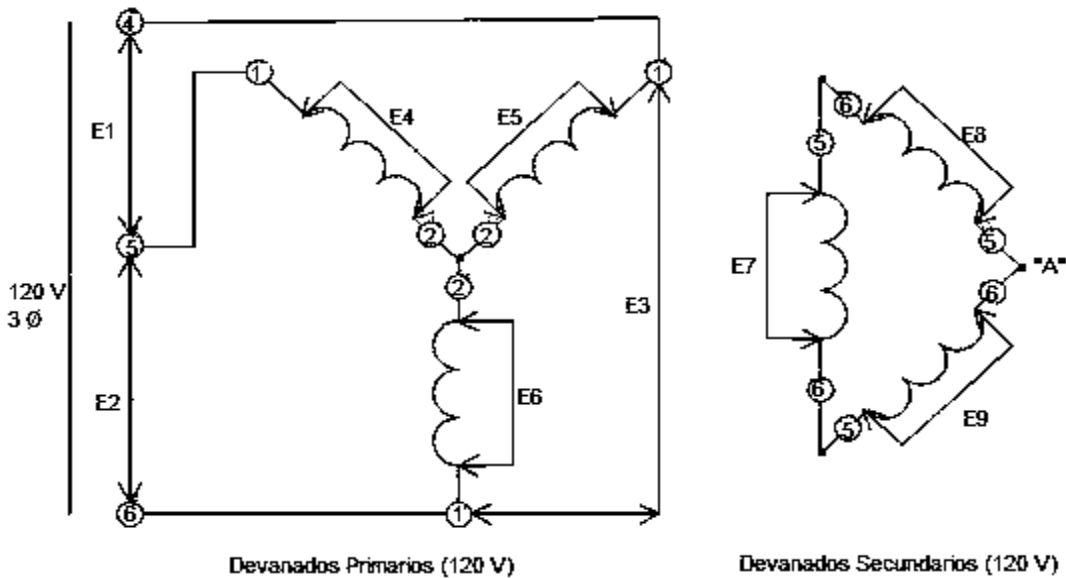


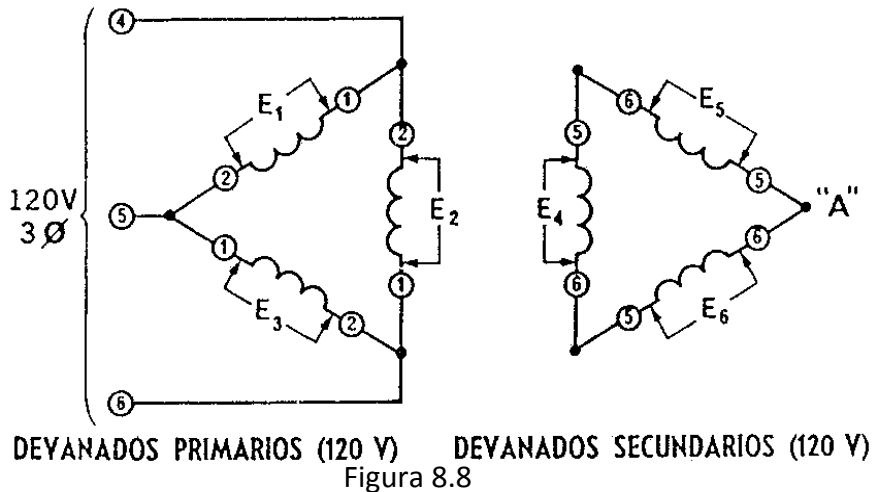
Figura 8.7

- b) Calcule los voltajes esperados y anote los valores en los espacios correspondientes.
- c) Conecte el circuito tal y como se indica. Abra el secundario conectado en delta en el punto "A", y conecte un voltímetro al circuito abierto.
- d) Conecte la fuente de alimentación y aumente lentamente el voltaje de salida. El voltímetro conectado a la delta abierta, en el punto "A" no debe indicar ningún voltaje apreciable si las conexiones en delta tienen la fase debida. Se tendrá un pequeño voltaje ya que, normalmente, no todos los voltajes trifásicos de una fuente trifásica son idénticos y, también, habrá pequeñas diferencias en los tres transformadores.
- e) Reduzca el voltaje a cero y desconecte la fuente de alimentación.

- f) Desconecte el voltímetro y cierre el circuito en el delta en el punto “ ”.
- g) Conecte la fuente de alimentación y aumente lentamente la salida hasta alcanzar un voltaje de línea a línea de 120V c-a
- h) Mida los voltajes indicados y anote los valores en el espacio correspondiente.
- i) Reduzca el voltaje a cero y desconecte la fuente de alimentación. Repita los procedimientos (g), (h) e (i), hasta que se hayan medido los voltajes indicados.

VALORES CALCULADOS	VALORES MEDIDOS
E1= _____ V, E2= _____ V, E3= _____ V	E1= _____ V, E2= _____ V, E3= _____ V
E4= _____ V, E5= _____ V, E6= _____ V	E4= _____ V, E5= _____ V, E6= _____ V
E7= _____ V, E8= _____ V, E9= _____ V	E7= _____ V, E8= _____ V, E9= _____ V

4. a) El circuito que aparece en la figura 8.8 tiene tres transformadores conectados en una configuración \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_.



- b) Calcule los voltajes esperados y anote los valores en los espacios correspondientes.
- c) Conecte el circuito tal y como se indica. Abra el secundario conectado en delta en el punto “ ”, y conecte el voltímetro a través de la delta abierta.
- d) Conecte la fuente de alimentación y aumente lentamente el voltaje de salida. El voltímetro conectado a la delta abierta, en el punto “ ”, no indicará 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 voltímetro y cierre el circuito de la delta en el punto “ ”.
- g) Conecte la fuente de alimentación y aumente lentamente 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.  
 i) Reduzca el voltaje a cero y desconecte la fuente de alimentación. Repita los procedimientos (g), (h) e (i), hasta que haya medido todos los voltajes señalados.

VALORES CALCULADOS	VALORES MEDIDOS
E1= _____ V, E2= _____ V, E3= _____ V	E1= _____ V, E2= _____ V, E3= _____ V
E4= _____ V, E5= _____ V, E6= _____ V	E4= _____ V, E5= _____ V, E6= _____ V

5. a) El circuito que aparece en la figura 8.9 tiene tres transformadores conectados en una configuración delta abierta.

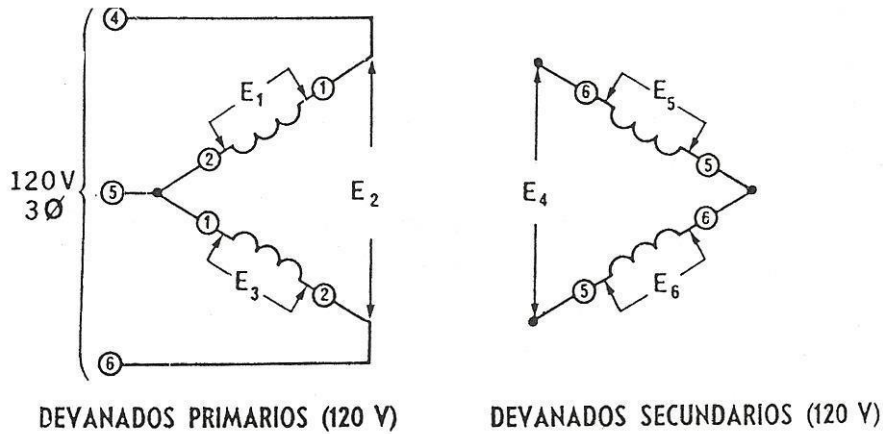


Figura 8.9

- b) Calcule los voltajes esperados y anote los valores en los espacios correspondientes.  
 c) Conecte el circuito tal y como se indica.  
 d) Conecte la fuente de alimentación y aumente lentamente 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.  
 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
E1= _____ V, E2= _____ V, E3= _____ V	E1= _____ V, E2= _____ V, E3= _____ V
E4= _____ V, E5= _____ V, E6= _____ V	E4= _____ V, E5= _____ V, E6= _____ V



**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 en 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 tienen en 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:

---

---

---

---

\_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ KVA

b) Estrella-delta:

---

---

---

---

\_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ KVA

c) Delta-estrella:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ KVA

d) Delta-delta:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ KVA

e) Delta abierta:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ KVA

3. Si una de las polaridades del devanado secundario se invirtiera, en el procedimiento 1:

- a) ¿Se tendría un cortocircuito directo? \_\_\_\_\_.
- b) ¿Se calentaría el transformador? \_\_\_\_\_.
- c) ¿Se desbalancearían los voltajes del primario? \_\_\_\_\_.
- d) ¿Se desbalancearían los voltajes del secundario? \_\_\_\_\_.

4. Si se invirtiera una de las polaridades del devanado secundario del procedimiento 4:

- a) ¿Se produciría un cortocircuito directo? \_\_\_\_\_.
- b) ¿Se calentaría el transformador? \_\_\_\_\_.
- c) ¿Se desbalancearían los voltajes del primario? \_\_\_\_\_.
- d) ¿Se desbalancearían los voltajes del secundario? \_\_\_\_\_.

TOMADO DEL LIBRO:

WILDI, THEODORE & VITO MICHAEL J. EXPERIMENTOS CON EQUIPO  
ELÉCTRICO, LIMUSA, 6ª REIMPRESIÓN, MÉXICO, 1987.