



## LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS

RESPONSABLE DR. OSCAR MANUEL LÓPEZ YZA

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

MATERIA TRANSFORMADORES Y SUBESTACIONES GRUPO \_\_\_\_\_

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

PRÁCTICA No. 2 FECHA \_\_\_\_\_

NOMBRE DE LA PRÁCTICA

### PRUEBA DE CIRCUITO ABIERTO Y CORTOCIRCUITO EN TRANSFORMADORES

#### OBJETIVOS

- Conocer las relaciones de voltaje y corriente de un transformador.
- Estudiar las corrientes de excitación, la capacidad en volt-amperes y las corrientes de cortocircuito de un transformador.

#### EXPOSICIÓN

Los transformadores son probablemente la parte de equipo de mayor uso en la industria eléctrica. Varían en tamaño desde unidades miniatura para radios de transistores, hasta unidades gigantescas que pesan toneladas y que se emplean en las estaciones centrales de distribución de energía eléctrica. Sin embargo, todos los transformadores tienen las mismas propiedades básicas que son las que se verán a continuación.

Cuando existe una inducción mutua entre dos bobinas o devanados, un cambio de corriente en la corriente que pasa por uno de ellos induce un voltaje en el otro. Todos los transformadores poseen un devanado primario y uno o más secundarios. El devanado primario recibe energía eléctrica de una fuente de alimentación y acopla esta energía al devanado secundario mediante un campo magnético variable. La energía toma la forma de una fuerza electromotriz que pasa por el devanado secundario y si se conecta una carga a este, la energía se transfiere a la carga. Así pues, la energía eléctrica se puede transferir de un circuito a otro sin que exista una conexión física entre ambos.

Los transformadores son indispensables en la distribución de potencia de c-a, ya que puede convertir la potencia eléctrica que esté a una corriente y voltajes dados, en una potencia equivalente a otra corriente y voltajes dados.

Cuando un transformador está funcionando, pasan corrientes alternas por sus devanados y establece un campo magnético alterno en el núcleo de hierro. Como resultado, se producen pérdidas de hierro y cobre que representan potencia real (watts) y que hacen que el transformador se caliente.

Para establecer un campo magnético se requiere una potencia reactiva (vars) que se obtiene de la línea de alimentación. Por estas razones, *la potencia total entregada al devanado primario es siempre ligeramente mayor que la potencia total entregada por el devanado secundario.* Sin embargo, se puede decir, que, aproximadamente en casi todos los transformadores:

- a) Potencia del primario (watts) = potencia del secundario (watts)
- b) Voltamperes del primario (VA) = voltamperes del secundario (VA)
- c) Vars del primario = vars del secundario.

Cuando el voltaje del primario se eleva más allá de su valor nominal, el núcleo de hierro (laminaciones) comienza a saturarse y la corriente de magnetización (de excitación) aumenta con gran rapidez.

Los transformadores pueden sufrir cortocircuitos accidentales causados por desastres naturales o motivados por el hombre. Las corrientes de cortocircuito pueden ser muy grandes y, a menos que se interrumpan, queman al transformador en un corto tiempo. El objetivo de este Experimento de Laboratorio es demostrar estos puntos importantes.

## INSTRUMENTOS Y EQUIPO

Módulo de transformador	EMS 8341
Módulo de fuente de alimentación (120/208V c-a)	EMS 8821
Módulo de medición de c-a (100/100/250/250V)	EMS 8426
Módulo de medición de c-a (0.5/0.5/0.5A)	EMS 8425
Cables de conexión	EMS 8941
Otros: ohmímetro.	

## 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. Examine la estructura del Módulo EMS 8341 de transformador, fijándose especialmente en el transformador, las terminales de conexión y el alambrado.
  - a) El núcleo del transformador está hecho de capas delgadas (laminaciones) de acero. Identifíquelo.
  - b) Observe que los devanados del transformador están conectados a las terminales montadas en la bobina del transformador.
  - c) Observe que estos devanados van conectados a las terminales de conexión montadas en la cara del módulo.

2. Identifique los tres devanados independientes del transformador marcados en la cara del módulo:

- a) Anote el voltaje nominal de cada uno de los tres devanados:

Terminales 1 a 2 = \_\_\_\_\_ V c-a

Terminales 3 a 4 = \_\_\_\_\_ V c-a

Terminales 5 a 6 = \_\_\_\_\_ V c-a

- b) Escriba el voltaje nominal entre las siguientes terminales de conexión:

Terminales 3 a 7 = \_\_\_\_\_ V c-a

Terminales 7 a 8 = \_\_\_\_\_ V c-a

Terminales 8 a 4 = \_\_\_\_\_ V c-a

Terminales 3 a 8 = \_\_\_\_\_ V c-a

Terminales 7 a 4 = \_\_\_\_\_ V c-a

Terminales 5 a 9 = \_\_\_\_\_ V c-a

Terminales 9 a 6 = \_\_\_\_\_ V c-a

- c) Indique la corriente nominal de cada una de las siguientes conexiones:

Terminales 1 a 2 = \_\_\_\_\_ A c-a

Terminales 3 a 7 = \_\_\_\_\_ A c-a

Terminales 3 a 4 = \_\_\_\_\_ A c-a

Terminales 8 a 4 = \_\_\_\_\_ A c-a

Terminales 5 a 6 = \_\_\_\_\_ A c-a

3. Use la escala más baja del ohmímetro, mida y anote la resistencia en c-d de cada uno de los devanados:

Terminales 1 a 2 = \_\_\_\_\_  $\Omega$

Terminales 8 a 4 = \_\_\_\_\_  $\Omega$

Terminales 3 a 4 = \_\_\_\_\_  $\Omega$

Terminales 5 a 6 = \_\_\_\_\_  $\Omega$

Terminales 3 a 7 = \_\_\_\_\_  $\Omega$

Terminales 5 a 9 = \_\_\_\_\_  $\Omega$

Terminales 7 a 8 = \_\_\_\_\_  $\Omega$

Terminales 9 a 6 = \_\_\_\_\_  $\Omega$

4. A continuación, medirá los voltajes del secundario sin carga, cuando se aplican 120V c-a al devanado primario.

a) Conecte el circuito que se ilustra en la figura 2.1.

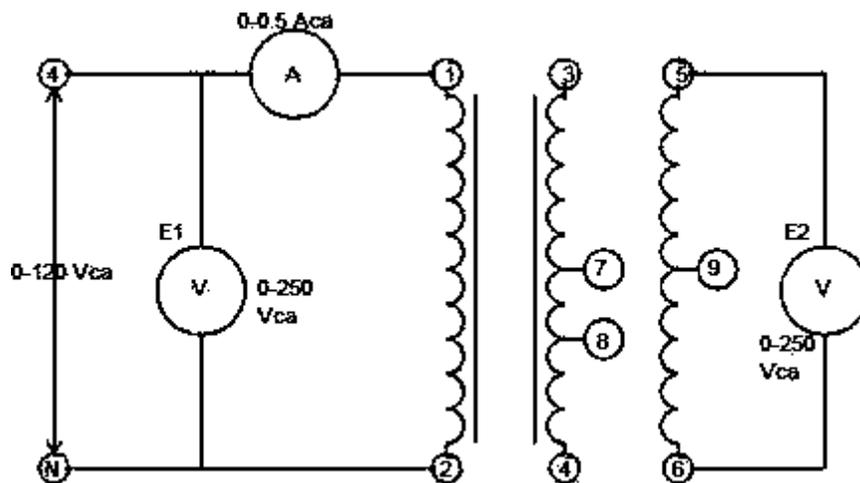


Figura 2.1

b) Conecte la fuente de alimentación y ajústela a 120V c-a, según lo indique el voltímetro conectado a las terminales 4 y N.

c) Mida y anote el voltaje de salida  $E_2$ .

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

e) Repita los procedimientos (b, c y d) midiendo el voltaje de salida  $E_2$ . Para cada devanado que se indica.

f) Devanado 1 a 2 = \_\_\_\_\_ V c-a

Devanado 7 a 8 = \_\_\_\_\_ V c-a

Devanado 3 a 4 = \_\_\_\_\_ V c-a

Devanado 8 a 4 = \_\_\_\_\_ V c-a

Devanado 5 a 6 = \_\_\_\_\_ V c-a

Devanado 5 a 9 = \_\_\_\_\_ V c-a

Devanado 3 a 7 = \_\_\_\_\_ V c-a

Devanado 9 a 6 = \_\_\_\_\_ V c-a

5. a) ¿Concuerdan los voltajes medidos con los valores nominales? \_\_\_\_\_  
 si algunos difieren explique por qué.

---



---



---

b) ¿Puede medir el valor de la corriente excitación? \_\_\_\_\_  
 ¿Por qué?

---



---



---

6. Si los devanados 1 a 2 y 5 a 6 tienen 500 vueltas de alambre. El devanado 3 a 4 tiene 865 vueltas. Calcule las siguientes relaciones de vueltas:

a)  $\frac{\text{Devanado 1 a 2}}{\text{Devanado 5 a 6}} = \underline{\hspace{2cm}}$

b)  $\frac{\text{Devanado 1 a 2}}{\text{Devanado 3 a 4}} = \underline{\hspace{2cm}}$

7. a) Conecte en el circuito que aparece en la figura 2.2. Observe que el medidor de Corriente I<sub>2</sub> pone en cortocircuito al devanado 5 a 6.  
 b) Conecte a la fuente de alimentación y aumente gradualmente el voltaje hasta que la corriente de cortocircuito I<sub>2</sub> sea 0.4 A c-a.  
 c) Mida y anote I<sub>1</sub> y E<sub>1</sub>

I<sub>1</sub> = \_\_\_\_\_ A c-a                      E<sub>1</sub> = \_\_\_\_\_ V c-a  
 I<sub>2</sub> = \_\_\_\_\_ A c-

a

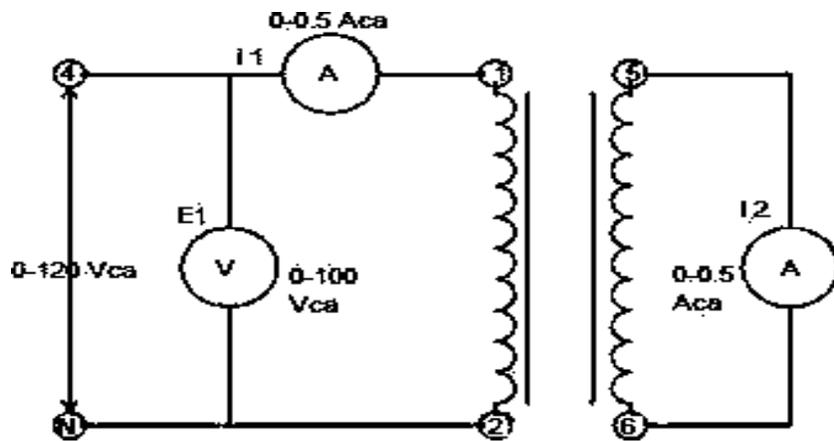


Figura 2.2

- d) Reduzca el voltaje a cero y desconecte la fuente de alimentación
- e) Calcule la relación de corriente:

$$I_1 / I_2 = \underline{\hspace{4cm}}$$

- f) ¿Es igual la relación de corriente a la relación de vueltas?                       
 Explique por qué.

---



---



---

- 8. a) Conecte el circuito que aparece en la figura 2.3. Observe que el medidor de corriente  $I_3$  pone en corto circuito al devanado 3 a 4.

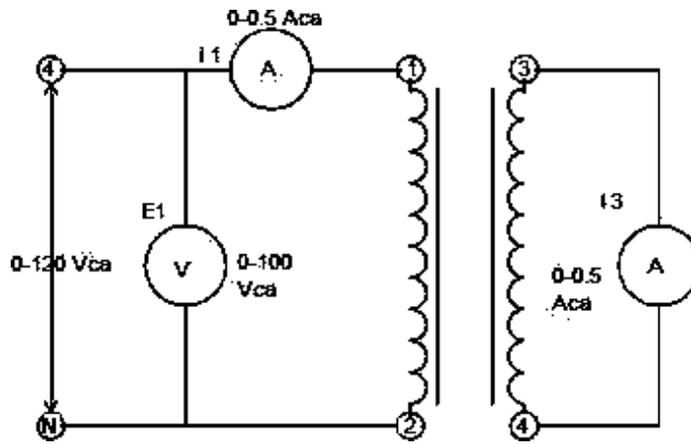


Figura 2.3.

- b) Conecte la fuente de alimentación y aumente gradualmente el voltaje hasta que la corriente que pase por el devanado primario  $I_1$  sea 0.4 A c-a.
- c) Mida y anote  $I_3$  y  $E_1$

$$I_3 = \underline{\hspace{4cm}} \text{ A c-a}$$

$$E_1 = \underline{\hspace{4cm}} \text{ V c-a}$$

- d) Reduzca el voltaje a cero y desconecte la fuente de alimentación
- e) Calcule la relación de corriente:

$$I_1 / I_3 = \underline{\hspace{4cm}}.$$

- f) Considere esta relación de corriente, ¿es la inversa de la relación de Vueltas?        Explique por qué:

---



---

9. A continuación, determinara el efecto de saturación del núcleo en la corriente de excitación de un transformador.
- a) Conecte el circuito que se ilustra en la figura 2.4. Observe las terminales 4 y 5 de la fuente de alimentación, se van a utilizar ahora. Estas terminales proporcionan un voltaje variable de 0-208 V c-a.

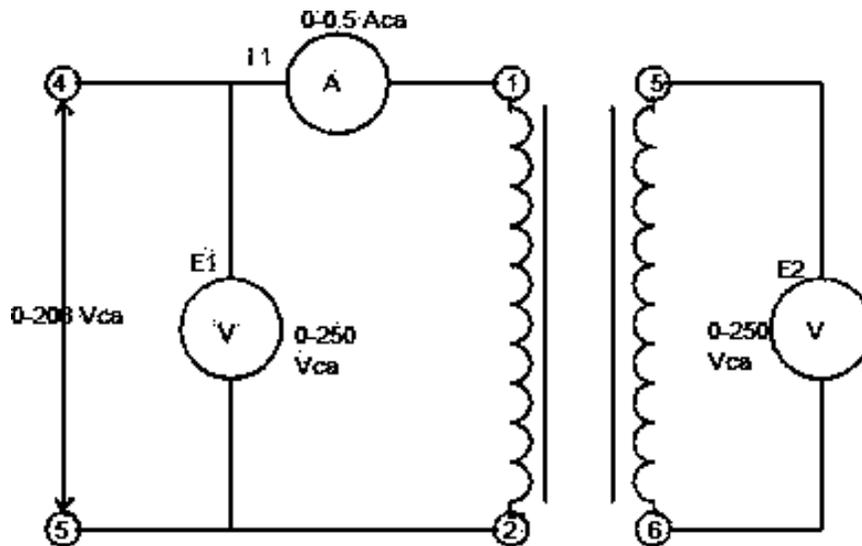


Figura 2.4.

- b) Conecte la fuente de alimentación y ajústela a 25 V c-a, tomando esta lectura con el voltímetro conectado a las terminales 4 y 5 de la fuente de alimentación.
- c) Mida y anote la corriente de excitación,  $I_1$  y el voltaje de salida  $E_2$  para cada voltaje de entrada, que se indica en la tabla 2.1.

$E_1$ V c-a	$I_1$ A c-a	$E_2$ V c-a
25		
50		
75		
100		
125		
150		
175		
200		

Tabla 2.1

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

10. a) Marque los valores de corriente anotados, en la gráfica de la figura 2.5, luego trace la curva continua que pase por todos los puntos marcados.
- b) Observe que la corriente de magnetización aumenta rápidamente después de alcanzar cierto voltaje de entrada.
- c) ¿Ha variado la relación de voltaje entre los dos devanados, debido a la saturación del núcleo? \_\_\_\_\_ . Explique por qué.

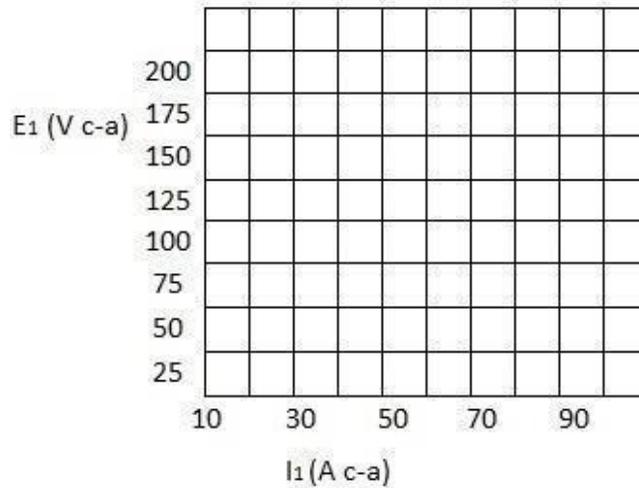
---



---



---



**Figura 2.5**

**PRUEBA DE CONOCIMIENTOS**

1. Si la corriente que pasa por el devanado secundario 9 a 6, fuera 1 A c-a, ¿Cuál sería la corriente que pasaría por el devanado primario 1 a 2?

---



---



---

2. Si se pone en cortocircuito el devanado secundario 7 a 8 y el devanado primario de 5 a 6 toma una Corriente de 0.5 A c-a:

- a) Calcule la corriente que pasa por el devanado 7 a 8

---



---



---

b) ¿Por qué se deben de realizar estas pruebas con la mayor rapidez posible?

---

---

---

3. Si se aplica 120V c-a al devanado 3 a 4, indique los voltajes que se obtendrán en:

- a) Devanado 1 a 2 = \_\_\_\_\_ V c-a
- b) Devanado 5 a 9 = \_\_\_\_\_ V c-a
- c) Devanado 7 a 8 = \_\_\_\_\_ V c-a
- d) Devanado 5 a 6 = \_\_\_\_\_ V c-a

4. ¿Cuál de los devanados del procedimiento 7 disipa más calor? \_\_\_\_\_  
¿Por qué?

---

---

---

5. Si se aplica un voltaje de 120V c-a al devanado 1 a 2 con el devanado 5 a 6 en corto Circuito.

a) ¿Cuál sería la corriente en cada devanado?

---

---

---

b) ¿Cuántas veces es mayor esta corriente que su valor normal?

---

---

---

c) ¿Cuántas veces es mayor el calor generado en los devanados en estas condiciones, que en condiciones normales?

---

---

---

**TOMADO DEL LIBRO:**

WILDI, THEODORE 6 DE VITO MICHAEL, EXPERIMENTOS CON EQUIPO ELÉCTRICO,

LIMUSA, 6ª

REIMPRESIÓN, MÉXICO, 1987