

Practica 6: Pérdidas, eficiencia y regulación en un transformador

Objetivo:

Que el alumno observe el comportamiento de un transformador con diferentes tipos y niveles de cargas y que comprenda los conceptos de pérdidas y eficiencia.

Material:

- 1 Modulo de transformador.
- 1 Modulo de inductancias.
- 1 Modulo de resistencias.
- 1 Modulo de capacitancias.
- 3 Multimetros.
- 1 Medidor de potencia.
- 15 Puntas largas.
- 15 Puntas cortas.

Introducción:

La carga de un transformador de potencia, en una subestación, usualmente varía desde un valor muy pequeño en las primeras horas de la mañana, hasta valores muy elevados durante los periodos de mayor actividad industrial y comercial. El voltaje secundario del transformador variara un poco con la carga y, puesto que los motores, las lámparas incandescentes y los dispositivos de calefacción son muy sensibles a los cambios en el voltaje, la regulación en el transformador tiene una importancia vital. El voltaje del secundario depende también de si el factor de potencia de la carga es adelantado, atrasado o es la unidad. Por lo tanto, se debe conocer la forma en que el transformador se comportara cuando se le somete a una carga capacitiva, inductiva o resistiva.

Si el transformador fuese perfecto (ideal), sus devanados no tendrían ninguna resistencia. Es más, no requeriría ninguna potencia reactiva (*vars*) para establecer el campo magnético en su interior. Este transformador tendría una regulación perfecta en todas las condiciones de carga y el voltaje del secundario se mantendría absolutamente constante. Sin embargo, los transformadores reales tienen cierta resistencia de devanado y requieren una potencia reactiva para producir sus campos magnéticos. En consecuencia, los devanados primario y secundario poseen una resistencia general R y una reactancia general X . El circuito equivalente de un transformador de potencia que tiene una relación de vueltas de 1 a 1, se puede representar aproximadamente por medio del circuito que aparece en la figura 1. Las terminales reales del transformador son P_1P_2 en el lado del primario y S_1S_2 en el lado del secundario.

Se supone que el transformador mostrado entre estas terminales, es un transformador perfecto (ideal) en serie el cual tiene una impedancia R y otras impedancias representadas por X . Es evidente que si el voltaje del primario se mantiene constante, el voltaje del secundario variará con la carga debido a R y X .

Cuando la carga es capacitiva, se representa una característica interesante, ya que se establece una resonancia parcial entre la capacitancia y la reactancia X , de modo que el voltaje secundario E_2 , incluso tiende a aumentar conforme se incrementa el valor de la carga capacitiva.

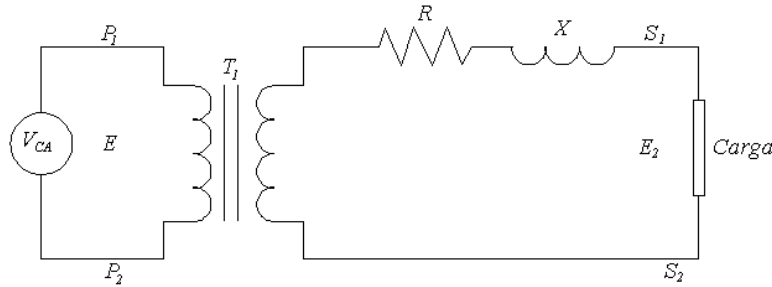


Figura 1: Circuito de un transformador.

Por lo tanto la regulación de voltaje, es el cambio en el voltaje de las terminales del secundario desde vacío hasta plena carga y en la ecuación (1) se presenta este efecto.

$$R = \frac{V_{\text{vacío}} - V_{\text{carga}}}{V_{\text{carga}}} \times 100 \quad (1)$$

La eficiencia de transformador se puede calcular con la ecuación (2).

$$\eta = \frac{P_{\text{de salida}}}{P_{\text{de entrada}}} = \frac{P_{\text{de salida}}}{P_{\text{de salida}} + \text{perdidas}} = \frac{P_{\text{de entrada}} - \text{perdidas}}{P_{\text{de entrada}}} \quad (2)$$

Las pérdidas en el transformador se calculan con la ecuación (3).

$$\text{Perdidas} = P_{\text{de entrada}} - P_{\text{de salida}} \quad (3)$$

Desarrollo:

1. Arme el circuito de la figura 2 y abra todos los interruptores del módulo de resistencia, de tal manera que se tenga una corriente de carga igual a cero, esto es para ajustar la fuente de alimentación a $120V_{CA}$.

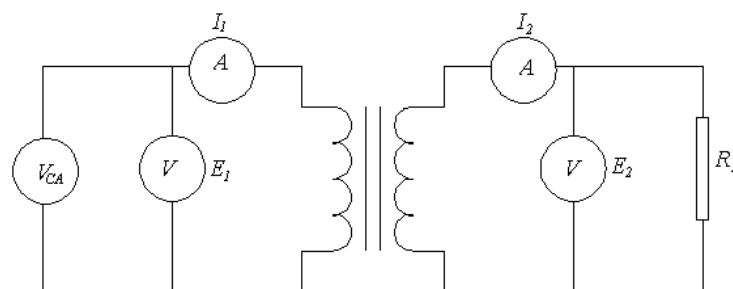


Figura 2: Circuito para armar.

2. Mida y anote en la tabla 1 las mediciones obtenidas cuando al circuito se le coloque una carga resistiva.

R_L (ohms)	I_2 (mA)	E_2 (mA)	I_1 (mA)
α			
1200			
600			
400			

300			
240			

3. Ahora llene la tabla 2 con las mediciones obtenidas cuando al circuito se le conecte una carga inductiva.

R_L (ohms)	I_2 (mA)	E_2 (mA)	I_1 (mA)
α			
1200			
600			
400			
300			
240			

4. Llene la tabla 3 con las mediciones obtenidas cuando al circuito se le conecte una carga capacitiva.

R_L (ohms)	I_2 (mA)	E_2 (mA)	I_1 (mA)
α			
1200			
600			
400			
300			
240			

5. A continuación trace la curva de regulación de voltaje de salida E_2 en función de la corriente de salida I_2 , para cada tipo de carga del transformador.
6. Calcule la regulación de voltaje del transformador utilizando los voltajes de salida en vacío y a plena carga, para realizar los cálculos tomen el mismo valor de resistencia para los tres tipos de carga.

$$R_{\text{(carga resistiva)}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$R_{\text{(carga inductiva)}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$R_{\text{(carga capacitiva)}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

7. Calcular la eficiencia del transformador.

$$\eta = \underline{\hspace{2cm}}$$

8. Calcular las pérdidas del transformador a esos mismos valores.

$$\text{Pérdidas} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Preguntas:

1. Explique por que el voltaje de salida aumenta cuando hay una carga capacitiva.
2. ¿El devanado primario produce un VA igual a un VA producido en el devanado secundario para cada valor de carga resistiva de la tabla.?
3. Un transformador tiene baja impedancia (R y X pequeños):
 - a) Que efecto produce esto en la regulación?
 - b) Que efecto produce en la corriente de corto circuito?
4. El transformador se calentara aproximadamente lo mismo para cargas resistivas, inductivas o capacitivas dentro del mismo nivel de VA? Explique.