

9. Se tienen los siguientes datos de un transformador de 750 KVA, 2080/208 V, 60 Hz, cuando funciona a la tensión inducida y frecuencia normales: resistencia del primario = 7.5 ohm, reactancia de fuga del primario = 14 ohm, resistencia del secundario = 0.07 ohm, reactancia de fuga del secundario = 0.15 ohm, coeficiente de pérdida de núcleo = 0.002, corriente magnetizante = 2 A (estos dos últimos en el primario o al secundario?).

Determinar la tensión que se aplicará al núcleo del transformador. El AUTOTRANSFORMADOR. El transformador de 208 V 802 A con un factor de potencia de 0.4 se conecta a un sistema de potencia de 400 V. Despreciar la variación en la corriente de excitación al conectar a una carga. Calcular también la eficiencia y el % de regulación del transformador.

10. A partir de mediciones se consiguen los siguientes datos de un transformador de 1000 VA, 2080/208 V, 60 Hz:

Terminales de B.T.	Terminales de A.T.
$f = 60 \text{ Hz}$	$f = 60 \text{ Hz}$
$V = 3240 \text{ V}$	$V = 6600 \text{ V}$
$I = 15.2 \text{ A}$	$I = 9.1 \text{ A}$
$P = 7490 \text{ W}$	$P = 9300 \text{ W}$

Supóngase que las resistencias de primario y secundario son iguales al referirlas al mismo lado y que las reactancias de primario y secundario son análogamente iguales.

- Si a las terminales de baja tensión de este transformador se conecta una carga inductiva que consume una corriente de 152 Amp a un factor de potencia de 0.85, ¿qué voltaje en el primario se requiere para mantener 6680 V a la carga?
- ¿Cuál es la impedancia aparente de este transformador entre las terminales del primario cuando suministra la carga anterior?
- Calcular el % de regulación, la eficiencia y bosquejar el diagrama fasorial.

8.1 RELACIONES DE TENSIONES Y CORRIENTES

Al conectar un transformador ordinario de dos circuitos en la forma ilustrada por la Fig. 1, se obtendrá un dispositivo conocido como AUTOTRANSFORMADOR. Al devanado 1 se le denomina DEVANADO SERIE y al 2, DEVANADO COMUN.

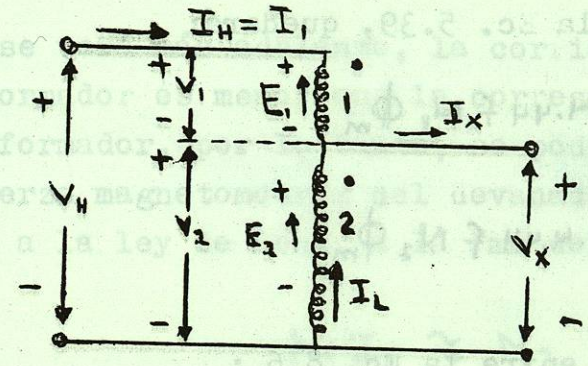


Fig. 1 Conexiones de un autotransformador.

A través de la Fig. 1 se puede observar que la tensión entre terminales de alta tensión (V_H) es la suma fasorial de las caídas de tensión en los devanados, V_1 y V_2 . La tensión entre terminales de baja tensión V_X es la tensión V_2 . En forma fasorial:

$$V_X = V_2 \tag{8.1}$$

$$V_H = V_1 + V_2 \tag{8.2}$$

V_1 y V_2 difieren de las tensiones inducidas por el flujo mutuo E_1 y E_2 , en la caída en la impedancia de fuga, formada por la reactancia de fuga y la resistencia de cada devanado.

Las tensiones E_1 y E_2 son inducidas por el mismo flujo en forma simultánea, por lo tanto, estarán en fase una con respecto a la otra.

A la tensión que se induce en el devanado común se le llamará E_X , y la suma de E_1 y E_2 , será representada por E_H . Así:

$$E_x = E_2 \quad 8.3$$

$$E_H = E_1 + E_2 \quad 8.4$$

Expresando los voltajes inducidos en los devanados serie y común, en función de la Ec. 5.39, quedará:

$$E_1 = 4.44 f N_1 \Phi_m$$

$$E_2 = 4.44 f N_2 \Phi_m$$

Dividiendo la Ec. 8.5 entre la Ec. 8.6 :

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{4.44 f N_1 \Phi_m}{4.44 f N_2 \Phi_m}$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2} \quad 8.7$$

Al substituir en la Ec. 8.4, las Ecs. 8.7 y 8.3 se tiene:

$$E_H = \left(\frac{N_1}{N_2} + 1 \right) E_2$$

$$E_H = \frac{N_1 + N_2}{N_2} E_x \quad 8.8$$

De donde:

$$\frac{V_H}{V_x} \approx \frac{E_H}{E_x} = \frac{N_1 + N_2}{N_2} \quad 8.9$$

La Ec. 8.9 representa la razón de transformación de un autotransformador. La aproximación de V_H/V_x proviene del valor pequeño de impedancia de fuga, que poseen los devanados

serie y común.

En la Fig. 1 se tiene que :

$$I_H = I_1 \quad 8.10$$

$$I_x = I_1 + I_L \quad 8.11$$

Como se verá más adelante, la corriente de excitación en un autotransformador es menor que la correspondiente a su conexión como transformador, por lo tanto, se podrá despreciar su efecto. Así, la fuerza magnetomotriz del devanado serie será igual y opuesta, debido a la ley de Lenz, a la Fmm del devanado común.

$$N_1 I_1 \approx N_2 I_L \quad 8.12$$

Las corrientes que circulan por los devanados se encuentran muy aproximadamente en fase, ya que E_1 y E_2 son generados por el mismo flujo. Así, la suma fasorial de la Ec. 8.11 es, en módulo, casi igual a la suma de los módulos de las corrientes. De las Ecs. 8.10, 8.11 y 8.12, la relación entre las corrientes que circulan por los circuitos exteriores es, muy aproximadamente:

$$I_x \approx I_1 \left(1 + \frac{N_1}{N_2} \right) = \frac{N_1 + N_2}{N_2} I_H$$

o sea

$$\frac{I_H}{I_x} \approx \frac{N_2}{N_1 + N_2} \quad 8.13$$

EJEMPLO 1

Se quiere utilizar un autotransformador para alimentar una carga de 180 Amp a 150 V desde una línea de 220 V. Si puede considerarse ideal el transformador:

a) ¿Cuál debe ser la razón entre los números de espiras de los devanados serie y común?

b) ¿Cuál será la intensidad de la corriente extraída del

generador de 220 V?

c) ¿Qué tanto por ciento de la potencia suministrada a la carga circula conductivamente? (Ver. Art. 8.3.2)

d) ¿Cuáles deberían ser la tensión y potencia aparente nominales del transformador si se utilizara como transformador ordinario de dos devanados?

SOLUCION

a) Ya que el transformador es ideal, las impedancias de fuga serán despreciadas. Por lo tanto:

$$E_H = 220 \text{ V} \quad \text{y} \quad E_x = 150 \text{ V}$$

De la Ec. 8.9, se tiene:

$$\frac{E_H}{E_x} = \frac{N_1 + N_2}{N_2} = \frac{220}{150} = 1.47$$

$$\Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = 0.47 \quad *$$

b) De la Ec. 8.13:

$$\frac{I_H}{I_x} \approx \frac{N_2}{N_1 + N_2} = \frac{1}{1.47}$$

$$\Rightarrow I_H = \frac{I_x}{1.47} = \frac{180}{1.47} \Rightarrow I_H = 122.45 \text{ A}$$

c) Potencia en la carga (S_L) es igual a potencia transmitida por inducción (S_ϕ) más potencia transmitida por conducción (S_c).

$$\therefore S_c = S_L - S_\phi$$

La expresión para el porcentaje de potencia transmitida por conducción será:

$$\% S_c = \frac{S_c}{S_L} \times 100$$

$$\text{ó} \quad \% S_c = \frac{S_L - S_\phi}{S_L} \times 100$$

$$S_L = E_x I_x = 150 \times 180 = 27000 \text{ VA}$$

$$S_\phi = E_x I_L = E_x (I_x - I_H) = 150 (180 - 122.45) = 8632.5 \text{ VA}$$

$$\% S_c = \frac{27000 - 8632.5}{27000} \times 100 \Rightarrow \% S_c = 68\% \quad *$$

d) Suponiendo que la corriente $I_L = 57.55$ Amp sea la corriente nominal del devanado común, entonces, en su conexión como transformador de dos circuitos su potencia nominal será:

$$S_n = E_x I_L = 8632.5 \text{ VA}$$

$$S_n = 8632.5 \text{ VA}$$

Nota: Nótese que la capacidad como transformador es menor que como auto transformador.

Las tensiones nominales de cada devanado, según las Ecs. 8.3 y 8.4:

$$E_2 = E_x = 150 \text{ V} \Rightarrow E_2 = 150 \text{ V} \quad *$$

$$E_1 = E_H - E_2 = 220 - 150 \Rightarrow E_1 = 70 \text{ V} \quad *$$