

Un Transformador Dy5 de 50KVA a 6000/220 V y 50 Hz es ensayado en vacío sometiendo sus devanados de A.T(Alta tensión). a 624V y frecuencia nominal , obteniéndose en B.T(Baja tensión) 24V y absorbiendo 12W.Realizando el ensayo en cortocircuito , bajo temperatura de plena carga , se le aplicaron 400V al devanado de A.T. para que por el cortocircuito circulara la corriente nominal, siendo , en este caso la potencia absorbida de 1750W.

Hallar:

- La corriente permanente de cortocircuito.
- El rendimiento del trafo cuando trabaja a plena carga con un factor de potencia de inductivo de 0,8.
- La variación porcentual en las condiciones del apartado anterior.

Antes de la resolución del problema, será necesario explicar el significado de la nomenclatura del transformador.

La designación de la forma de conexión de un transformador se realiza por medio de dos letras y de un número (por ejemplo Yy0, Dy6, Yz11,...). La primera letra es mayúscula e indica la forma de conexión del lado de alta tensión, la segunda letra es minúscula e indica la forma de conexión en el lado de baja tensión y el número indica el índice horario. Las letras que representan la forma de conexión son:

Y,y: Estrella

D,d: Triángulo (también denominada conexión Delta).

Z,z: Zig-Zag.

Si una estrella o zig-zag tienen su neutro unido a la red, se coloca la letra N o n después de las letras Y,y,Z o z, respectivamente.

El índice horario señala el desfase entre tensiones homólogas del primario y del secundario.

Las tensiones primaria y secundaria de una misma fase se las puede considerar en fase entre sí. Sin embargo, las tensiones de línea entre fases similares del primario y del secundario o las tensiones fase-neutro para fases similares primaria y secundaria pueden estar desfasadas entre sí. Hay que tener en cuenta, por ejemplo, que en la conexión triángulo, las tensiones de línea y de fase coinciden mientras que en una estrella las tensiones de línea forman 30° con respecto a las de fase (que son iguales a las tensiones fase-neutro). Así pues, en un transformador estrella-triángulo se tiene que una tensión fase-neutro (que es la tensión de fase en estrella) del primario está en fase con una tensión de línea (que es la tensión de fase en un triángulo) del secundario y, en consecuencia, las tensiones de línea del primario y del secundario están desfasadas 30° . Según el tipo de conexiones que se adopte en un transformador o en un banco de transformadores trifásico, se pueden conseguir diferentes ángulos de desfase entre las tensiones homólogas del primario y del secundario. Este ángulo de desfase, medido en múltiplos de 30° y en el sentido de las agujas del reloj desde la tensión mayor a la tensión menor, es el índice horario del transformador.

Así un transformador Dy5 es un transformador Triángulo-estrella con índice horario 5.

Apartado a

La I nominal en el secundario se calcularía:

$$I_2 = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_2} = \frac{50000}{\sqrt{3} \cdot 220} = 131,22 \text{ A}$$

La corriente de cortocircuito I_{cc}:

$$I_{cc} = \frac{I_2}{u_{cc}} \cdot 100$$

La u_{cc}: tensión de línea porcentual de cortocircuito se calcularía:

$$u_{cc} = \frac{U_{Lcc}}{U_1} \cdot 100 = \frac{400}{6000} \cdot 100 = 6,67 \%$$

Hay que tener en cuenta que los valores porcentuales se mantienen iguales para valores de fase o de línea.

Por lo que la corriente de cortocircuito I_{cc}:

$$I_{cc} = \frac{I_2}{u_{cc}} \cdot 100 = \frac{131,22}{6,67} \cdot 100 = 1968 \text{ A}$$

Apartado b

Un transformador real tiene pérdidas de potencia en el hierro del circuito magnético P_{FE} (por histéresis y corrientes parásitas) y en el cobre de los devanados P_{CU}.

El rendimiento del transformador es la relación entre la potencia activa suministrada por el secundario P₂ y la potencia absorbida por el primario P₁.

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + P_{CU} + P_{FE}}$$

Las pérdidas en el hierro son constantes y se obtienen del ensayo de vacío del transformador.

En el ensayo de vacío se obtuvo un consumo de 12 W, aplicando en el primario una tensión de 624 V.

Como las pérdidas en el hierro son proporcionales a la tensión al cuadrado.

$$P_{FE} = 12 \cdot \left(\frac{6000}{624} \right)^2 = 1109 \text{ W}$$

Las pérdidas en el cobre se obtienen en el ensayo en cortocircuito, y según el ensayo realizado, se consumen 1750 W.

Por lo que el rendimiento:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + P_{CU} + P_{FE}} = \frac{50000 \cdot 0,8}{50000 \cdot 0,8 + 1109 + 1750} = 0,933$$

El rendimiento quedaría:

$$\eta = 93,3\%$$

Apartado c

En este apartado se pide la variación porcentual en las condiciones del apartado anterior (en plena carga).

Para el cálculo de la variación porcentual (denominada también regulación de tensión) tendremos que calcular.

Intensidad nominal del devanado primario:

$$I_{L1} = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot U_{L1}} = \frac{50000}{\sqrt{3} \cdot 6000} = 4,81 \text{ A}$$

La tensión de línea porcentual de cortocircuito u_{cc} ya se ha calculado en el apartado a:

$$u_{cc} = 6,67\%$$

Hay que recordar siempre que los valores porcentuales se mantienen iguales para valores de fase o de línea.

El factor de potencia en el ensayo en cortocircuito:

$$\cos \varphi_{cc} = \frac{P_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_{Lcc} \cdot I_{L1}} = \frac{1750}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 4,81} = 0,525$$

Se podrán calcular ahora los porcentajes resistivos y reactivos:

$$u_R = u_{cc} \cdot \cos \varphi_{cc} = 6,67 \cdot 0,525 = 3,50\%$$

$$u_X = \sqrt{u_{cc}^2 - u_R^2} = \sqrt{6,67^2 - 3,50^2} = 5,68\%$$

El factor de potencia de la carga según el enunciado del problema sería:

$$\cos \varphi_2 = 0,8 \quad ; \quad \varphi_2 = 36,87^\circ \quad ; \quad \text{sen } \varphi_2 = 0,6$$

El índice de carga cuando trabaja a plena carga : $\beta = 1$

La variación porcentual de tensión de línea o regulación de tensión se puede calcular a partir de la expresión:

$$u = \beta \cdot (u_R \cdot \cos \varphi_2 + u_X \cdot \text{sen } \varphi_2) = 1 \cdot (3,5 \cdot 0,8 + 5,68 \cdot 0,6) = 6,20 \%$$

Aunque no se pide en el problema, pero si se quisiera calcular la tensión de línea en bornes del secundario en condiciones de plena carga, se podría utilizar el valor calculado de la variación porcentual:

$$U_{L2} = \frac{100 - u}{100} \cdot U_{L2V} = \frac{100 - 6,2}{100} \cdot 220 = 206,36 \text{ V}$$

