

PROBLEMA 18

Un transformador III de conexiones D/y, y tensiones 20.000/380 V, tiene una potencia nominal de 1.000 KVA y ha sido sometido a los ensayos de vacío y de c/c con los siguientes resultados:

- Vacío: $V_{10} = 20.000$ V, $P_0 = 10$ kW.
- Cortocircuito: $V_{1cc} = 1.200$ V, $P_{cc} = 20$ kW, Intensidades nominales.

Se pide:

- 1º) Corrientes nominales primarias y secundarias, tanto de línea como de fase.
- 2º) Parámetros longitudinales. Relaciones de transformación de tensiones y de espiras.
- 3º) Componentes óhmica y reactiva de la tensión de cortocircuito en valores absolutos y relativos.
- 4º) Tensión secundaria para una carga mitad de la nominal y factor de potencia 0'8 en retraso y en adelanto.
- 5º) Factor de potencia de la carga que haría nula la caída de tensión.
- 6º) Índice de carga que hace máximo el rendimiento del transformador.
- 7º) Rendimiento para:
 - a) Media carga y $\cos \phi_2 = 0'8$.
 - b) Índice de carga que hace MÁXIMO el rendimiento y $\cos \phi_2 = 0'8$.
- 8º) Corrientes de cortocircuito primaria y secundaria (VALORES DE LINEA).
- 9º) Se acopla con el transformador estudiado otro trafo de 630 KVA y $\epsilon_{cc} = 8\%$ (20.000/380 V):
 - a) Cargas que aportaría cada trafo para una carga TOTAL de 1.200 KVA.
 - b) Cargas que aportaría cada trafo para que no se produzca calentamiento anormal de ninguno de ellos. Comentar los resultados obtenidos.

))))))))))))))))))))))))))))))

SOLUCIÓN

1º) La corriente nominal primaria de línea y de fase valdrán:

$$I_{1NL} = \frac{1.000}{20\sqrt{3}} = \frac{50\sqrt{3}}{3} = 28'86 \text{ A}$$

$$I_{1NF} = \frac{I_{1NL}}{\sqrt{3}} = \frac{50}{3} = 16'67 \text{ A}$$

y la corriente nominal secundaria de línea y de fase serán:

$$I_{2NL} = I_{2NF} = \frac{1.000}{0'38\sqrt{3}} = 1.519'34 \text{ A}$$

2º) La relación de transformación de tensión valdrá: $r_t = \frac{20.000}{380} = 52'63$

y la relación de transformación de espiras:

$$r_e = \frac{E_1}{E_2} = \frac{V_{1N}}{\frac{V_{2N}}{\sqrt{3}}} = r_t \sqrt{3} = 91'16$$

Del ensayo de cortocircuito se obtiene $\frac{P_{cc}}{3} = I_{1NF}^2 R_{ccl}$

con lo que

$$R_{ccl} = \frac{P_{cc}}{3 I_{1NF}^2} = \frac{20.000}{3 \times \frac{2.500}{9}} = \frac{60.000}{2.500} = 24 \Omega$$

La impedancia de cortocircuito referida al primario será:

$$V_{1cc} = I_{1NF} Z_{cc1} \rightarrow Z_{cc1} = \frac{V_{1cc}}{I_{1NF}} = \frac{1.200}{50/3} = 72 \Omega$$

y la reactancia de cortocircuito:

$$X_{cc1} = \sqrt{72^2 - 24^2} = 67'88 \Omega$$

3º)

Las tensiones de cortocircuito valdrán:

$$V_{1Rcc} = I_{1NF} R_{cc1} = \frac{50}{3} \times 24 = 400 \text{ V}$$

$$V_{1Xcc} = I_{1NF} X_{cc1} = \frac{50}{3} \times 67'88 = 1.131'33 \text{ V}$$

$$V_{1cc} = 1200 \text{ V}$$

por lo que las tensiones porcentuales de cortocircuito serán:

$$\varepsilon_{cc} = \frac{1.200 \times 100}{20.000} = 6\%$$

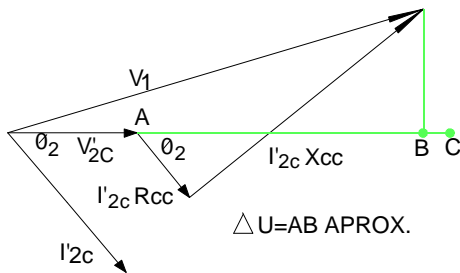
$$\varepsilon_{Rcc} = \frac{400 \times 100}{20.000} = 2\%$$

$$\varepsilon_{Xcc} = \frac{1.131'33 \times 100}{20.000} = 5'657\%$$

También:

$$\epsilon_{Rcc} = \frac{100 P_{cc}}{S} = \frac{100 \times 20.000}{1.000.000} = 2\%$$

4º)

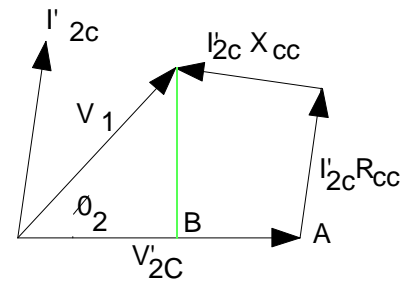


$\cos \phi_2 = 0'8$ RETRASO

$$\Delta V = \frac{25}{3} (24 \times 0'8 + 67'88 \times 0'6) = 499'4 \text{ V}$$

$$V_{2c}' = 20.000 - 499'4 = 19.500'6 \text{ V}$$

$$V_{2c} = \frac{\sqrt{3} 19.500'6}{\frac{\sqrt{3} 20.000}{380}} = 370'51 \text{ V}$$



$\Delta U=AB$ APROX.

$\cos \phi_2 = 0'8$ ADELANTO

$$\Delta V = \frac{25}{3} (24 \times 0'8 - 67'88 \times 0'6) = -179'4 \text{ V}$$

$$V_{2c}' = 20.000 + 179'4 = 20.179'4 \text{ V}$$

$$V_{2c} = \frac{\sqrt{3} 20.179'4}{\frac{\sqrt{3} 20.000}{380}} = 383'41 \text{ V}$$

EFFECTO FERRANTI

5º)

$\epsilon_c = \epsilon_{cc} \cos (\phi_2 - \phi_{cc})$ donde

$$\cos \phi_{cc} = \frac{24}{72} = \frac{1}{3} \rightarrow \phi_{cc} = 70'53^\circ$$

Para que: $\epsilon_c = 0$ será preciso que

$$\cos(\phi_2 - \phi_{cc}) = 0 \rightarrow \phi_2 - \phi_{cc} = \pm \frac{\pi}{2} ; \phi_2 = \begin{cases} 160'53 \text{ NO} \\ -19'47^\circ \end{cases}$$

En efecto:

$$R_{cc1} \cos \phi_2 = 24 \times \cos(-19'47^\circ) = 22'627 \Omega$$

$$X_{cc1} \text{ sen } \phi_2 = 67'88 \times \text{sen}(-19'47^\circ) = -22'627 \Omega$$

$$6^\circ) \quad c_{\eta_{\max}} = \sqrt{\frac{P_0}{P_{cc}}} = \sqrt{\frac{10.000}{20.000}} = 0'707$$

7º)

$$\eta(c = 0'5 ; \cos \phi_2 = 0'8) = \frac{1.000 \times 0'5 \times 0'8}{1.000 \times 0'5 \times 0'8 + 10 + \frac{20}{4}} = 0'9638 \rightarrow 96'38\%$$

$$\eta(c_{\eta_{\max}} ; \cos \phi_2 = 0'8) = \frac{1.000 \times 0'707 \times 0'8}{1.000 \times 0'8 \times 0'707 + 10 + 10} = 0'9658 \rightarrow 96'58\%$$

8º)

La corriente de cortocircuito primaria será:

$$I_{1cc(L)} = \frac{100 I_{1NL}}{\epsilon_{cc}} = \frac{100 \times \frac{50 \sqrt{3}}{3}}{6} = 481'12 \text{ A}$$

y la secundaria:

$$I_{2cc(L)} = \frac{100 \times 1.519'34}{6} = 25.322'33 \text{ A}$$

9º) La tensión porcentual de cortocircuito del grupo valdrá:

$$\varepsilon_{ccg} \% = \frac{1.200}{\frac{1.000}{6} + \frac{630}{8}} = 4'89 \%$$

a)

$$S_I' = \frac{1.000}{6} \times 4'89 = 815 \text{ KVA} \quad ; \quad C_I' = 0'815$$

$$S_{II}' = \frac{630}{8} \times 4'89 = 385 \text{ KVA} \quad ; \quad C_{II}' = 0'611$$

$$\text{Total: } S_I' + S_{II}' = 1200 \text{ KVA}$$

b)

$$S_I'' = \frac{1.000}{6} \times 6 = 1.000 \text{ KVA}$$

$$S_{II}'' = \frac{630}{8} \times 6 = 472'5 \text{ KVA}$$

$$\text{Total} = 1.472'5 \text{ KVA.}$$

$$C_{II}'' = \frac{472'5}{630} = 0'75 > 0'611$$

Los trafos pueden proporcionar sin calentamiento excesivo una carga conjunta de $1.472'5 \text{ KVA} > 1.200 \text{ KVA}$.

En el supuesto a), los dos trafos trabajan con menos carga de la nominal. En el supuesto b), el trafo de mayor potencia trabaja con su carga nominal.