

ME-29062020

A un transformador trifásico "A" de 600 kVA, 10.000/400 V, en conexión estrella-triángulo, Yd11, se le somete a ensayos que proporcionan los siguientes resultados:

Ensayo de VACÍO: 400 V, 40 A, 3.000 W.

E. de CORTOCIRUITO: 400 V, 30A, 4.500 W.

Determinar:

1a) El circuito equivalente referido al lado de alta tensión (AT)

2a) El circuito equivalente referido al lado de baja tensión (BT)

3a) La tensión en el secundario cuando el transformador funciona a media carga y factor de potencia 0,8 en adelanto. ¿Se produce Efecto Ferranti?

4a) El rendimiento del transformador para las condiciones del apartado anterior.

b) Si se conecta en paralelo con el transformador "A" otro transformador "B" de 400 kVA, 10.000/400 V, conexión estrella-triángulo, Yd11, al cual se le somete al ensayo en cortocircuito, proporcionando los siguientes resultados: 400 V, 15 A, 2.000 W.

1b) ¿Cuál sería la impedancia de cortocircuito del transformador "B"?

2b) ¿Cuál sería la tensión de cortocircuito porcentual ( $\xi_{cc}$ ) del transformador "B"?

3b) Si se conecta una carga de 800 kVA al acoplamiento en paralelo de los dos transformadores, ¿se repartirá la carga proporcionalmente a las potencias nominales de ambos transformadores?

4b) Despreciando la rama en paralelo de ambos transformadores, ¿cuál sería la corriente que de cada uno de los dos transformadores enviaría a la carga en el caso del apartado anterior?

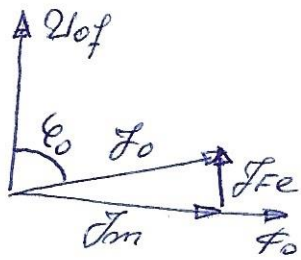
5b) ¿Cuál será la sobrecarga de cada uno de los transformadores si la carga fuese de 1.000 Kva?

$$S_n = \sqrt{3} \cdot U_{ln} \cdot I_{ln} \quad I_{ln} = \frac{S_n}{\sqrt{3} U_{ln}} \quad I_{ln} = \frac{600 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 10 \cdot 10^3} = 34,64 \text{ A}$$

$$r_t = \frac{\frac{10.000}{\sqrt{3}}}{400} = 14,434$$

$$P_o = P_{Fe} = \sqrt{3} U_o I_o \cos \epsilon_o \Rightarrow \cos \epsilon_o = \frac{3.000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 40} = 0,1083 \Rightarrow \epsilon_o = 83,79^\circ$$

$\text{sen } \epsilon_o = 0,9941$



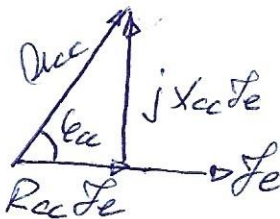
$$I_{Fef} = I_{of} \cdot \cos \epsilon_o = \frac{40}{\sqrt{3}} \cdot 0,1083 = 2,50 \text{ A}$$

$$I_{\mu f} = I_{of} \cdot \text{sen } \epsilon_o = \frac{40}{\sqrt{3}} \cdot 0,9941 = 22,96 \text{ A}$$

$$R_{Fe_{BT}} = \frac{U_{of}}{I_{Fef}} = \frac{400}{2,50} = 160 \Omega \quad X_{\mu_{BT}} = \frac{U_{of}}{I_{\mu f}} = \frac{400}{22,96} = 17,42 \Omega$$

$$P_{cc} = \sqrt{3} U_{cc} I_e \cdot \cos \epsilon_{cc} \Rightarrow \cos \epsilon_{cc} = \frac{4.500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 30} = 0,2165 \Rightarrow \epsilon_o = 77,50^\circ$$

$\text{sen } \epsilon_{cc} = 0,9763$



$$R_{cc} = \frac{U_{cc} \cos \epsilon_{cc}}{I_e} \quad X_{cc} = \frac{U_{cc} \cdot \text{sen } \epsilon_{cc}}{I_e}$$

$\Rightarrow R_{cc_{ATA}} = \frac{400 \cdot 0,2165}{30} = 1,67 \Omega$   
 $\Rightarrow X_{cc_{ATA}} = \frac{400 / \sqrt{3} \cdot 0,9763}{30} = 7,52 \Omega$

$$R_{Fe_{ATA}} = r_t^2 \cdot R_{Fe_{BT}} = 14,434^2 \cdot 160 = 33,33 \text{ k}\Omega$$

$$X_{\mu_{ATA}} = r_t^2 \cdot X_{\mu} = 14,434^2 \cdot 17,42 = 3,63 \text{ k}\Omega$$

$$R_{cc_{BT_A}} = \frac{R_{cc_{ATA}}}{r_t^2} = \frac{1,67}{14,434^2} = 8,02 \times 10^{-3} \Omega$$

$$X_{cc_{BT_A}} = \frac{X_{cc_{ATA}}}{r_t^2} = \frac{7,52}{14,434^2} = 36,09 \times 10^{-3} \Omega$$

$$U_{if} = U_{2f} \cdot r_t + e (R_{cc} \cdot I_{1f} \cdot \cos \epsilon_2 \pm X_{cc} I_{1f} \cdot \text{sen } \epsilon_2)$$

$$\frac{10.000}{\sqrt{3}} = U_{2f} \cdot 14,434 + 0,5 \cdot 1,67 \cdot 34,64 \cdot 0,8 - 7,52 \cdot 34,64 \cdot 0,6 \cdot 0,5$$

$$5.773,5 = U_{2f} \cdot 14,434 + 23,14 - 78,15 \Rightarrow U_{2f} = \frac{5.773,5 - 23,14 + 78,15}{14,434} = 403,8 \text{ V. Ferranti}$$

$$\eta = \frac{\sqrt{3} \cdot 403,8 \cdot 866,03 \cdot 0,5 \cdot 0,8 \cdot 100}{\sqrt{3} \cdot 403,8 \cdot 866,03 \cdot 0,5 \cdot 0,8 + 3000 + 0,5^2 \cdot 6011,65} = 98,18 \%$$

$$I_{2n} = \frac{600 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} = 866,03 \text{ A}$$

$$P_{ccn} = 3 \cdot 1,67 \cdot 34,64^2 = 6.011,65 \text{ W}$$

$$P_{cc} \rightarrow \cos \phi_{cc} = \frac{2000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 15} = 0,1925 \Rightarrow \phi_{cc} = 78,90$$

$$\sin \phi_{cc} = 0,9813$$

$$R_{cc} = \frac{\frac{400}{\sqrt{3}} \cdot 0,1925}{15} = 2,96 \Omega$$

$$X_{cc} = \frac{\frac{400}{\sqrt{3}} \cdot 0,9813}{15} = 15,11 \Omega$$

$$Z_{ccA} = 1,67 + j7,52 = 7,70 \angle 77,50^\circ \Omega \quad I_{inB} = \frac{400 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 10 \cdot 10^3} = 23,09 A$$

$$Z_{ccB} = 2,96 + j15,11 = 15,40 \angle 78,90^\circ \Omega$$

$$\epsilon_{ccA} = \frac{Z_{ccA} \cdot I_{inA}}{U_{in}} = \frac{7,70 \times 34,64}{\frac{10.000}{\sqrt{3}}} = 0,0462$$

$$\epsilon_{ccB} = \frac{Z_{ccB} \cdot I_{inB}}{U_{in}} = \frac{15,40 \times 23,09}{\frac{10.000}{\sqrt{3}}} = 0,0616$$

$$\epsilon_{ccA} \neq \epsilon_{ccB}$$

$$I_{2A} \cdot Z_{ccA} = I_{2B} \cdot Z_{ccB}$$

$$\epsilon_{ccA} \approx \epsilon_{ccB} \quad (1,40^\circ)$$

$$\frac{77,50}{78,90}$$

$$\sqrt{3} \cdot 400 \cdot I_T = 800 \times 10^3 \Rightarrow I_T = \frac{800 \times 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} = 1.154,70 A$$

$$I_T = I_{2A} + I_{2B}$$

$$\frac{I_{2A}}{I_{2B}} = \frac{Z_{ccB}}{Z_{ccA}}$$

$$\frac{I_{2A}}{I_T - I_{2A}} = \frac{Z_{ccB}}{Z_{ccA}}$$

$$I_{2A} = (1.154,70 - I_{2A}) \cdot \frac{15,40}{7,70}$$

$$I_{2A} = 2.309,4 - 2I_{2A}$$

$$3I_{2A} = 2.309,4 \Rightarrow I_{2A} = 769,8 A$$

$$I_{2B} = 1.154 - 769,8 = 384,9 A$$

$$S_C = 1.000 \text{ kVA} \Rightarrow I_T = \frac{1000 \times 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} = 1443,38 A$$

$$3I_{2A} = 2.886,76 \Rightarrow I_{2A} = 962,25 A \quad I_{2B} = 481,13 A$$

