



Se tiene un transformador trifásico de tres devanados Yyd, cuyas tensiones nominales son 132 kV, 16 kV y 8 kV. Las potencias nominales son 2000 kVA, 2000 kVA y 500 kVA. Las impedancias del circuito equivalente fase-neutro referido al primario son

Arrollamiento primario $150+j460 \Omega$

Arrollamiento secundario $174+j530 \Omega$

Arrollamiento terciario $253+j1564 \Omega$

Se pide:

- 1) Determinar las tensiones en bornas de secundario y de terciario si estos están cargados con cargas de 1500 kVA con factor de potencia 0,8 ind y 500 KVA con carga capacitiva pura respectivamente.
- 2) Qué tensión hace falta aplicar al primario del transformador para hacer circular la intensidad nominal por el terciario cuando el secundario está a circuito abierto y el terciario está en cortocircuito?
Despreciar la rama magnetizante

Solución:

- 1) Tensión en las condiciones de carga indicadas

Impedancia de las cargas vista desde el primario

$$Z_2 = \frac{U_{2L}^2}{S_2}; \quad Z_3 = \frac{U_{2L}^2}{S_2}$$

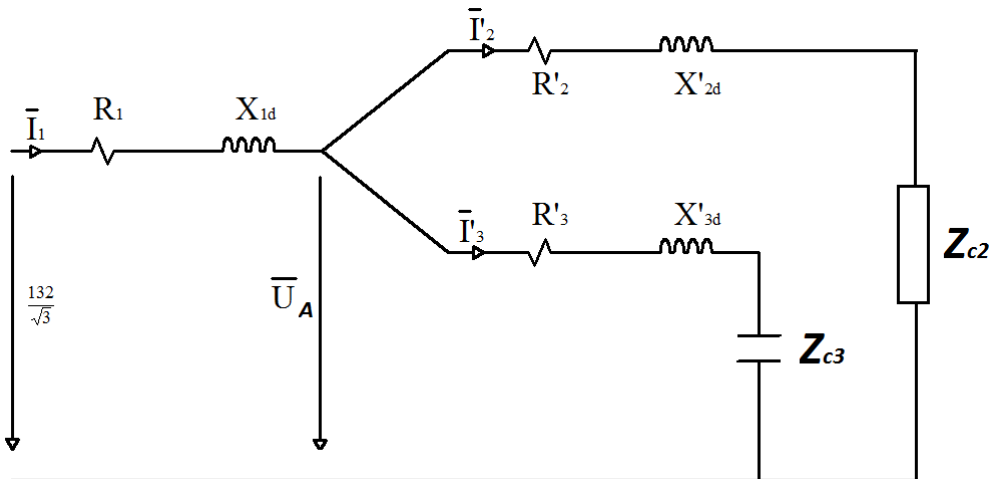
$$Z'_{c2} = Z_{c2} \left(\frac{U_{1L}}{U_{2L}} \right)^2 = \frac{U_{1L}^2}{S_2} = \frac{132000^2}{1500000} = 11.616 \Omega$$

$$Z'_{c3} = Z_{c3} \left(\frac{U_{1L}}{U_{2L}} \right)^2 = \frac{U_{1L}^2}{S_2} = \frac{132000^2}{500.000} = 34.848 \Omega$$

En forma compleja

$$\vec{Z}'_{c2} = 9293 + j6970$$

$$\vec{Z}'_{c3} = -j34848$$



La impedancia total vista desde la fuente de AT es

$$Z_{Tot} = 150 + j460 + \frac{[(174 + 9293) + j(530 + 6970)][(253) + j(1564 - 34848)]}{174 + 253 + 9293 + j(530 + 1564 + 6970 - 34848)}$$

Operando

$$Z_{Tot} = 14012 + j5009 = 14.880 \angle 19,67$$

La corriente por el primario

$$\vec{I}_1 = \frac{\frac{132000}{\sqrt{3}}}{14880 \angle 19,67} = 5,122 \angle -19,67$$

La tensión en el punto común del circuito equivalente

$$\vec{U}_A = \vec{U}_1 - \vec{Z}_1 \vec{I}_1 = \frac{132000}{\sqrt{3}} - (150 + j460) 5,122 \angle -19,67 = 74.719 \angle -1,50$$

La intensidad por la rama del terciario es

$$\vec{I}'_3 = \frac{\vec{U}_A}{\vec{Z}'_3 + \vec{Z}'_{c3}} = \frac{74719 \angle -1,50}{253 + j(1564 - 34848)} = 2,245 \angle 88,06$$

La tensión en el terciario es

$$\vec{U}'_3 = \vec{U}_A - \vec{Z}'_3 \vec{I}'_3 = 74734 \angle -1,51 - (253 + j1564) 2,245 \angle 88,05 = 78227 \angle -1,93$$

La tensión de línea es



$$U'_{3L} = 78227\sqrt{3} = 135.493V$$

La tensión referida al terciario es

$$U_{3L} = U'_{3L} r_{t13}^2 = 135493 \frac{8000}{132000} = 8.212V$$

Se produce Efecto Ferranti

La intensidad por la rama del secundario es

$$\vec{I}'_2 = \frac{\vec{U}_A}{\vec{Z}'_2 + \vec{Z}'_{c2}} = \frac{74719 \angle -1,50}{(174 + 9293) + j(530 + 6970)} = 6,18 \angle -39,51$$

La tensión en el secundario es

$$\vec{U}'_2 = \vec{U}_A - \vec{Z}'_2 \vec{I}'_2 = 74734 \angle -1,51 - (174 + j530) 6,18 \angle -39,51 = 71899 \angle -3,00$$

La tensión de línea es

$$U'_{2L} = 71899\sqrt{3} = 124.533V$$

La tensión referida al secundario es

$$U_{2L} = U'_{2L} r_{t12}^2 = 124533 \frac{16000}{132000} = 15.095V$$

2) Ensayo de cortocircuito

$$I_{1N} = \frac{2000}{132\sqrt{3}} = 8,75A$$

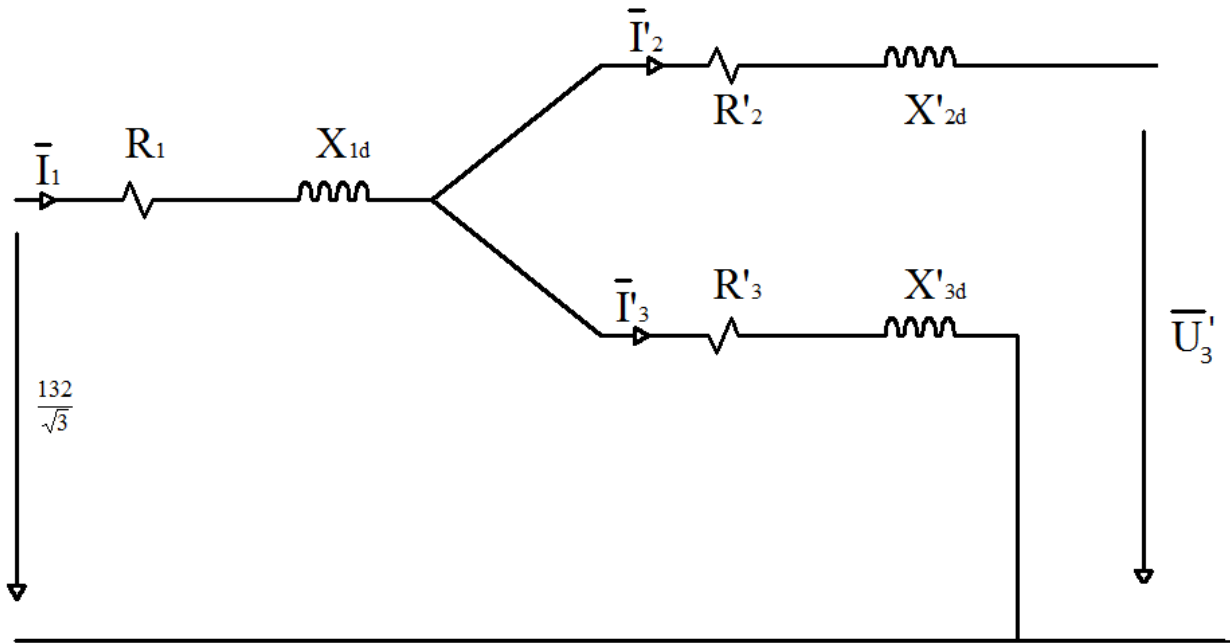
$$I_{2N} = \frac{2000}{16\sqrt{3}} = 72,17A$$

$$I_{3N} = \frac{500}{8\sqrt{3}} = 36,08A$$

Cuando por el terciario circula la intensidad nominal, por el primario circula

$$I_1 = \frac{I_{3N}}{r_{t13}} = \frac{36,08}{132/8} = 2,187A$$

El circuito equivalente durante el ensayo queda como en la figura



La impedancia que se presenta a la fuente es

$$\vec{Z}_{cc13} = \vec{Z}_1 + \vec{Z}'_3 = (150 + j460) + (253 + j1564) = 403 + j2024 = 2063,7 \angle 78,7$$

La tensión que se debe aplicar en el ensayo es

$$U_{cc13} = I_1 Z_{cc13} = 2,187 * 2063,7 = 4.513,3V$$

La tensión de línea es

$$U_{Lcc13} = 4513,3\sqrt{3} = 7.817V$$

Y expresada en tanto por ciento, la tensión de cortocircuito porcentual es

$$\varepsilon_{cc13} = \frac{U_{Lcc13}}{U_{1N}} 100 = \frac{7817}{132000} 100 = 5,92\%$$