

Se tiene un transformador monofásico de tres devanados de tensiones nominales 230/24/48. Las impedancias del circuito equivalente de primario, secundario y terciario (todas ellas reducidas al primario) son, respectivamente $5,4+j12 \Omega$, $7+j16 \Omega$ y $6+j15 \Omega$. Las potencias nominales de los devanados son 100/50/50 VA. Las pérdidas en el hierro del transformador son 0,5 W.

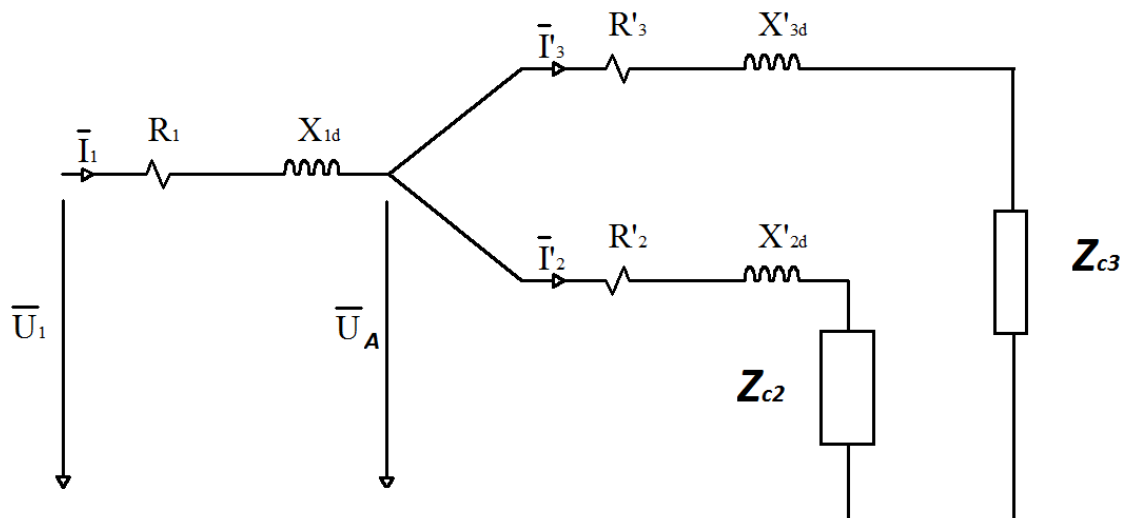
Se carga el secundario con una impedancia de 15Ω y factor de potencia 0,8 inductivo y se carga el terciario con una impedancia de 75Ω y factor de potencia unidad.

Se pide:

1. Corriente consumida por el transformador de la red
2. Obtener las tensiones en bornes de los arrollamientos secundario y terciario cuando se aplica al primario la tensión nominal.
3. Rendimiento del transformador

SOLUCIÓN:

En primer lugar referimos todas las impedancias al primario y calculamos la impedancia equivalente vista por la red



$$Z'_{c2} = Z_{c2} \cdot r_{t12}^2 = 15 \cdot \left(\frac{230}{24}\right)^2$$

$$\bar{Z}'_{c2} = 1.378_{/\arccos(0,8)} = 1.102 + 827 j \Omega$$

$$Z'_{c3} = Z_{c3} \cdot r_{t13}^2 = 75 \cdot \left(\frac{230}{48}\right)^2$$

$$\bar{Z}'_{c3} = 1.722_{/0^\circ} = 1.722 + j0 \Omega$$

La impedancia equivalente vista por la red es:



$$\bar{Z}_{TOT} = \bar{Z}_1 + \frac{(\bar{Z}'_2 + \bar{Z}'_{c2}) \cdot (\bar{Z}'_3 + \bar{Z}'_{c3})}{(\bar{Z}'_2 + \bar{Z}'_{c2} + \bar{Z}'_3 + \bar{Z}'_{c3})}$$

$$\bar{Z}_{TOT} = (5,4 + j12) + \frac{(7 + j16 + 1.102 + j827) \cdot (6 + j15 + 1.722 + j0)}{(7 + j16 + 1.102 + j827 + 6 + j15 + 1.722 + j0)}$$

$$\bar{Z}_{TOT} = (5,4 + j12) + \frac{(1.109 + j843) \cdot (1.728 + j15)}{(2.837 + j858)}$$

$$\bar{Z}_{TOT} = (5,4 + j12) + \frac{1393 \angle 37,24 \cdot 1.728 \angle 0,5}{2.964 \angle 16,83}$$

$$\bar{Z}_{TOT} = (5,4 + j12) + 812 \angle 20,91 = 5,4 + j12 + 758,5 + j290$$

$$\bar{Z}_{TOT} = 763,9 + j302 = 821,5 \Omega \angle 21,57^\circ$$

$$\bar{I}_1 = \frac{230}{821,5 \angle 21,57} = 0,28 \text{ A} \angle -21,57^\circ$$

APARTADO 2

La tensión U_A vale

$$\bar{U}_A = \bar{U}_1 - \bar{Z}_1 \cdot \bar{I}_1 = 230 - (5,4 + j12) \cdot 0,28 \angle -21,57^\circ$$

$$\bar{U}_A = 230 - 13,16 \angle 65,7^\circ \cdot 0,28 \angle -21,57^\circ = 230 - 3,68 \angle 44,13^\circ$$

$$\bar{U}_A = 230 - 2,77 - j2,56 = 227,2 \text{ V} \angle -0,65^\circ$$

La intensidad I'_2 valdrá

$$\bar{I}'_2 = \frac{\bar{U}_A}{\bar{Z}_2 + \bar{Z}_{c2}} = \frac{227,2 \angle -0,65^\circ}{7 + j16 + 1102 + j827} = \frac{227,2 \angle -0,65^\circ}{1109 + j843}$$

$$\bar{I}'_2 = \frac{227,2 \angle -0,65^\circ}{1393 \angle 37,24} = 0,163 \angle -37,89^\circ$$

Con lo que la tensión U'_2 valdrá

$$\bar{U}'_2 = \bar{Z}'_2 \bar{I}'_2 = 1378 \angle 36,87^\circ \cdot 0,163 \angle -37,89^\circ = 224,6 \angle -1,02^\circ$$

$$\bar{U}_2 = \frac{\bar{U}'_2}{r_{t12}} = 224,6 \frac{24}{230} = 23,44 \angle -1,02^\circ$$

La caída de tensión en porcentaje será

$$\Delta U_2 = \frac{U_{20} - U_2}{U_{20}} 100 = \frac{24 - 23,44}{24} = 2,33 \%$$



La intensidad I'_3 valdrá

$$\bar{I}'_3 = \bar{I}_1 - \bar{I}'_2 = 0,28 \angle -21,57^\circ - 0,163 \angle -37,89^\circ$$

$$\bar{I}'_3 = 0,26 - j0,103 - 0,129 + j0,1 = 0,131 - j0,003 = 0,131 \angle -1,31^\circ$$

Con lo que la tensión U'_3 valdrá

$$\bar{U}'_3 = \bar{Z}'_3 \bar{I}'_3 = 1722 \angle 0^\circ \cdot 0,131 \angle -1,31^\circ = 225,6 \angle -1,31^\circ$$

$$\bar{U}_3 = \frac{\bar{U}'_3}{r_{13}} = 225,6 \frac{48}{230} = 47,08 \angle -1,31^\circ$$

La caída de tensión en porcentaje será

$$\Delta U_3 = \frac{U_{30} - U_3}{U_{30}} 100 = \frac{48 - 47,08}{48} = 1,92 \%$$

APARTADO 3: RENDIMIENTO

$$\eta = \frac{P_{Saliente}}{P_{Entrante}}$$

$$P_{Saliente} = U_2 I_2 \cos \varphi_2 + U_3 I_3 \cos \varphi_3$$

$$P_{Saliente} = 224,6 \cdot 0,163 \cdot 0,8 + 225,6 \cdot 0,131 \cdot 1 = 29,29 + 29,55 = 58,84 \text{ W}$$

$$P_{Entrante} = U_1 I_1 \cos \varphi_1 + P_{Fe} = 230 \cdot 0,28 \cdot \cos 21,57 + 0,5 = 60,39 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{58,84}{60,39} 100 = 97,43\%$$