EJERCICIO-2 DE TRANSFORMADORES (ej2Tr)

En la placa de características de un transformador trifásico en conexión estrella-triángulo, figuran los siguientes datos:

400 kVA
20.000/400 V
50 Hz

A partir de los ensayos de vacío y de cortocircuito normalizado, se obtuvieron los siguientes resultados:

Ensayo de vacío: Po= 2.400 W.
Ensayo de cortocircuito: Pcc= 3.500 W, Ucc= 1.559 V.

Determinar:

1.- Circuito equivalente simplificado del transformador.
2.- Si se conecta una carga con un cosφ = 0,87. ¿ Para qué índice de carga se obtiene el rendimiento máximo y cuál es el valor de éste?.
3.- Tensión en el secundario cuando se alimenta el primario con la tensión nominal y se extrae por el secundario la corriente nominal:

a) Con f.d.p. 0,8 inductivo
b) Con f.d.p. 0,8 capacitivo
c) ¿Para qué cosφ la caída de tensión será máxima con la corriente nominal.

2 - cont.

$\cos\varphi = 0{,}8$ cap.

$$U_1f = U'_2f + 8{,}75 \times 11{,}5 \times 0{,}8 - 77{,}87 \times 11{,}5 \times 0{,}6 = U'_2f - 456{,}80$$

$$U'_2f = U_1f + 456{,}80 = 20.000/\sqrt{3} + 456{,}80 = 12.003{,}80\ V.$$

$$U_2f = \frac{U'_2f}{r_t} = \frac{12.003{,}80}{28{,}87} = 415{,}79\ V.$$

$$2 - \Delta \Rightarrow \underline{\underline{U_2 = U_2f = 415{,}79\ V}}$$

$$U_2 > U_{2n} \quad (415{,}79 > 400) \Rightarrow \text{E. Ferranti}$$

$$\Delta U = R_{cc}\, I'_{2nf} \cos\varphi_2 + X_{cc}\, I'_{2nf}\, \text{sen}\,\varphi_2$$

$$\frac{d\Delta U}{d\varphi_2} = -R_{cc}\, I'_{2nf}\, \text{sen}\,\varphi_2 + X_{cc}\, I'_{2nf} \cos\varphi_2$$

$$\frac{d\Delta U}{d\varphi_2} = 0 \Rightarrow X_{cc}\, \cancel{I'_{2nf}} \cdot \cos\varphi_2 = R_{cc}\, \cancel{I'_{2nf}} \cdot \text{sen}\,\varphi_2$$

$$\frac{\text{sen}\,\varphi_2}{\cos\varphi_2} = tg\,\varphi_2 = \frac{X_{cc}}{R_{cc}} = \frac{77{,}87}{8{,}75} = 8{,}90 \Rightarrow \varphi_2 = 83{,}59^\circ$$

$$\underline{\underline{\cos\varphi_2 = 0{,}1117}}$$

$$U_1f = U'_2f + 8{,}75 \times 11{,}5 \times 0{,}1117 + 77{,}87 \times 11{,}5 \times 0{,}994 = U'_2f + 901{,}14$$

$$U'_2f = U_1f - 901{,}14 = 20.000/\sqrt{3} - 901{,}14 \cong 10.646\ V$$

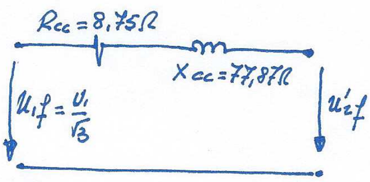
$$U_2f = \frac{U'_2f}{r_t} = \frac{10.646}{28{,}87} = 368{,}75\ V$$

$$2 - \Delta \Rightarrow \underline{\underline{U_2 = U_2f = 368{,}75\ V}}$$

1.- $r_t = \frac{U_{1f}}{U_{2f}} = \frac{20.000/\sqrt{3}}{400} = 28,87$

$S_n = \sqrt{3}\, U_{1n} I_{1n} \Rightarrow I_{1n} = \frac{S_n}{\sqrt{3}\, U_{1n}} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 20} = 11,5\,A$ $(1-\lambda \Rightarrow I_{1nf} = I_{1n} = 11,5\,A)$

$P_{cc} = 3 R_{cc} I_{1nf}^2 \Rightarrow R_{cc} = \frac{P_{cc}}{3 I_{1n}^2} = \frac{3.500}{3 \times 11,5^2} = \underline{\underline{8,75\,\Omega}}$



$U_{ccf} = Z_{cc} I_{1nf}$

$1-\lambda \Rightarrow U_{ccf} = \frac{U_{cc}}{\sqrt{3}}$ $\Big\}$ $Z_{cc} = \frac{U_{cc}/\sqrt{3}}{I_{1n}} = \frac{1.559/\sqrt{3}}{11,5} = 78,36\,\Omega$

$X_{cc} = \sqrt{Z_{cc}^2 - R_{cc}^2} = \sqrt{78,36^2 - 8,75^2} = \underline{\underline{77,87\,\Omega}}$

2.- $\eta = \frac{\sqrt{3}\, U_2 I_2 \cos\varphi_2}{\sqrt{3}\, U_2 I_2 \cos\varphi_2 + \frac{P_o}{c} + c P_{cc}}$

η es máx. para un $\cos\varphi_2$ dado cuando $\frac{P_o}{c} + c P_{cc}$ es mínimo

$\frac{d}{dc}\left(\frac{P_o}{c} + c P_{cc}\right) = -\frac{P_o}{c^2} + P_{cc} = 0 \Rightarrow P_o = c^2 P_{cc} \Rightarrow c = \sqrt{\frac{P_o}{P_{cc}}} = \sqrt{\frac{2.400}{3.500}} = \underline{\underline{0,83}}$

considerando las caídas internas en el trafo despreciables el $\eta_{máx}$ valdrá:

$\eta\%_{máx} = \frac{S_n \cdot c \cdot \cos\varphi_2 \cdot 100}{S_n \cdot c \cdot \cos\varphi_2 + P_o + c^2 P_{cc}} = \frac{400 \times 10^3 \times 0,83 \times 0,87 \times 100}{400 \times 10^3 \times 0,83 \times 0,87 + 2.400 + 0,83^2 \times 3.500} = \underline{\underline{98,36\%}}$

3.- Aplicando la formula de Kapp:

$U_{1f} = U'_{2f} + R_{cc} I'_{2nf} \cdot \cos\varphi_2 + X_{cc} I'_{2nf} \cdot \operatorname{sen}\varphi_2$ $(I'_{2nf} = I_{1nf} = 11,5\,A)$

$\cos\varphi = 0,8$ ind. $\Rightarrow U_{1f} = U'_{2f} + 8,75 \times 11,5 \times 0,8 + 77,87 \times 11,5 \times 0,6 = U'_{2f} + 617,8$

$U'_{2f} = 20.000/\sqrt{3} - 617,8 = 10.929\,V \Rightarrow U_{2f} = \frac{U'_{2f}}{r_t} = \frac{10.929}{28,87} = 378,57\,V$

$2-\Delta \Rightarrow \underline{\underline{U_2 = U_{2f} = 378,57\,V}}$