

De un transformador trifásico de 630 kVA, 20.000 V/420 V alimentado a 50 Hz, con conexión estrella-triángulo, se tiene:

VACIO: 420 V ; 6,5 A ; 1.230 W

CORTOCIRCUITO: 600 V ; corriente nominal ; 6.500 W

Calcular:

- 1) Devanado en el que se ha realizado cada ensayo.
- 2) Rendimiento a media carga con f.d.p. 1
- 3) Caídas de tensión de cortocircuito relativas ( $\epsilon_{cc}$ ,  $\epsilon_{rcc}$ ,  $\epsilon_{xcc}$ )
- 4) Tensión compuesta primaria manteniendo constante la tensión secundaria de vacío cuando se alimenta una carga trifásica equilibrada de 150 kW con f.d.p. 0,6 capacitivo.

## SOLUCION

TRAFO TRIFASICO Yd (Unidades en el SI)

$$S_n = 630000 \text{ VA} \quad S_n := 630000 \quad S_{nF} := \frac{S_n}{3}$$

$$\text{Estrella: } U_{n1L} = 20 \text{ kV} \quad U_{n1F} := \frac{20000}{\sqrt{3}} \quad I_{n1F} := \frac{S_{nF}}{U_{n1F}} \quad I_{n1F} = 18.187$$

$$\text{Triángulo: } U_{o2L} = 420 \text{ V} \quad U_{o2F} := 420 \quad r_{tF} := \frac{U_{n1F}}{U_{o2F}} \quad r_{tF} = 27.493 \quad I_{n2F} := I_{n1F} \cdot r_{tF}$$

$$I_{n2F} = 500$$

Ensayo Vacío (BT)

$$U_{o2L} := 420 \quad U_{o1F} := U_{o2L} \cdot r_{tF} \quad U_{o1F} = 1.155 \times 10^4$$

$$I_{o2L} := 6.5 \quad I_{o1F} := \frac{I_{o2L}}{r_{tF} \cdot \sqrt{3}} \quad I_{o1F} = 0.137$$

$$P_o := 1230 \quad P_{oF} := \frac{P_o}{3} \quad P_{oF} = 410$$

$$\text{Ango} := \arccos\left(\frac{P_{oF}}{U_{o1F} \cdot I_{o1F}}\right) \quad \text{Ango} \cdot \frac{180}{\pi} = 74.923 \quad R_{fe} := \frac{U_{o1F}}{I_{o1F} \cdot \cos(\text{Ango})} \quad R_{fe} = 3.252 \times 10^5$$

$$X_m := \frac{U_{o1F}}{I_{o1F} \cdot \sin(\text{Ango})} \quad X_m = 8.761 \times 10^4$$

Ensayo cortocircuito (AT)

$$U_{cc1L} := 600 \quad U_{cc1F} := \frac{U_{cc1L}}{\sqrt{3}} \quad U_{cc1F} = 346.41$$

$$I_{cc1L} := I_{n1F} \quad I_{cc1F} := I_{cc1L} \quad I_{cc1F} = 18.187$$

$$P_{cc} := 6500 \quad P_{ccF} := \frac{P_{cc}}{3} \quad P_{ccF} = 2.167 \times 10^3$$

$$\text{Angcc} := \arccos\left(\frac{P_{ccF}}{U_{cc1F} \cdot I_{cc1F}}\right) \quad U_{ccr} := U_{cc1F} \cdot \cos(\text{Angcc}) \quad U_{ccx} := U_{cc1F} \cdot \sin(\text{Angcc})$$

$$\text{Angcc} \cdot \frac{180}{\pi} = 69.884 \quad R_{cc} := \frac{U_{ccr}}{I_{cc1F}} \quad R_{cc} = 6.551$$

$$X_{cc} := \frac{U_{ccx}}{I_{cc1F}} \quad X_{cc} = 17.886$$

2) Rendimiento

$$f_{dp} := 0.8 \quad C := 0.5 \quad \text{Rend} := \frac{C \cdot S_n \cdot f_{dp}}{C \cdot S_n \cdot f_{dp} + C^2 \cdot P_{cc} + P_o} \quad \text{Rend} = 0.989$$

3) Tensiones relativas

$$\epsilon_{ccr} := \frac{U_{ccr}}{U_{n1F}} \quad \epsilon_{ccr} = 0.01 \quad \epsilon_{ccx} := \frac{U_{ccx}}{U_{n1F}} \quad \epsilon_{ccx} = 0.028$$

$$\epsilon_{cc} := \sqrt{\epsilon_{ccr}^2 + \epsilon_{ccx}^2} \quad \epsilon_{cc} = 0.03$$

### 3) Tensión compuesta primaria.

Se considera circuito equivalente simplificado (se desprecia  $R_{fe}$  y  $X_m$ )

$$f_{dp\_carga} := 0.6$$

$$P_{carga} := 15000 \quad P_{cargaF} := \frac{P_{carga}}{3}$$

$$U_{o2reducidaF} := r_{tF} \cdot U_{o2F}$$

$$I_{2reducidaF} := \frac{P_{cargaF}}{U_{o2reducidaF} \cdot f_{dp\_carga}}$$

$$I_{2reducidaF} = 7.217$$

$$I_{n2reducidaF} := \frac{I_{n2F}}{r_{tF}}$$

$$C := \frac{I_{2reducidaF}}{I_{n2reducidaF}} \quad C = 0.397$$

Aproximación de Kapp:

$$U_{1F} := U_{o2reducidaF} + C \cdot (U_{ccr} \cdot f_{dp\_carga} - U_{ccx} \cdot \sin(\arccos(f_{dp\_carga}))) \quad U_{1F} = 1.147 \times 10^4$$

$$U_{1L} := \sqrt{3} \cdot U_{1F} \quad U_{1L} = 1.987 \times 10^4$$

Efecto Ferranti:  $U_{1L} < U_{n1L}$  (regulación negativa)

$$\text{Regulación:} \quad E_c := \frac{U_{1F} - U_{o2reducidaF}}{U_{1F}} \quad E_c = -6.529 \times 10^{-3}$$

Otra forma de obtener la tensión primaria:

$$E_c := C \cdot (E_{ccr} \cdot f_{dp\_carga} - E_{ccx} \cdot \sin(\arccos(f_{dp\_carga}))) \quad E_c = -6.486 \times 10^{-3}$$

$$U_{1F} := \frac{U_{o2reducidaF}}{1 - E_c} \quad U_{1F} = 1.147 \times 10^4$$