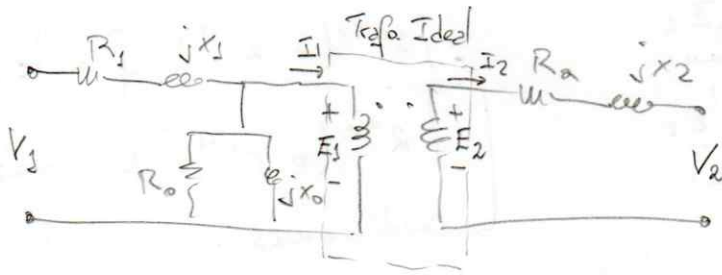


Trafo Real.

Modelo:



R_1 - resistencia bobinado 1º

X_1 - reactiva de fugas bobinado 1º

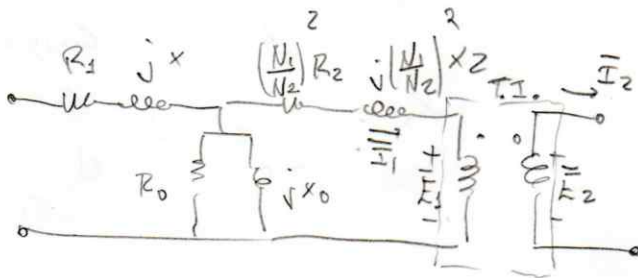
R_2 - resistencia bobinado 2º

X_2 - reactiva de fugas del bobinado 2º

R_0 - resistencia de vacio \Rightarrow pérdidas en el hierro \rightarrow Histeresis

X_0 - reactiva magnetizante $\Rightarrow P_{Fe} \neq 0$ \rightarrow Foucault.

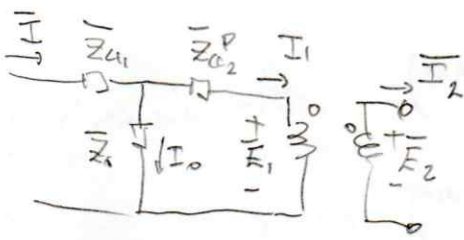
Modelo a nivel 1º



$$R_1 + jX_1 = \bar{Z}_{cc1}$$

$$\left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 (R_2 + jX_2) = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 \bar{Z}_{cc2} = \bar{Z}_{cc2}^p$$

$$R_0 \parallel jX_0 = \bar{Z}_0 \text{ impedancia de vacio.}$$

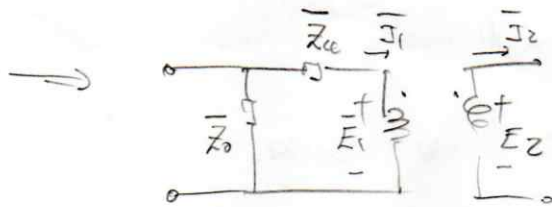
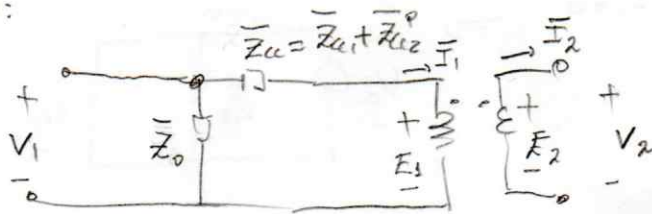


$$\bar{Z}_0 \gg \bar{Z}_{cc1}, \bar{Z}_{cc2}^p$$

$$\Rightarrow \bar{I} = \bar{I}_1 + \bar{I}_0 \approx \bar{I}_1$$

\Rightarrow Modelo Aproximado:

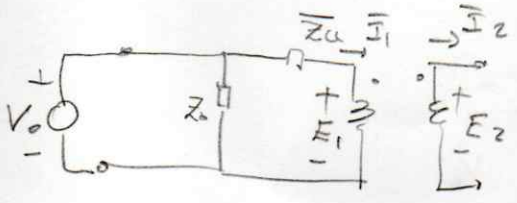
\bar{Z}_a impedancia de cortocircuito a nivel primario.



\Rightarrow Hay que determinar \bar{Z}_0 y \bar{Z}_a

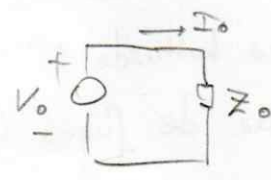
\Rightarrow Ensayos!!

1) Ensayo de Vacío



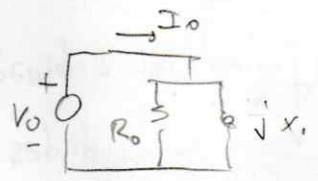
$\left\{ \begin{array}{l} \text{fuente } V_0 = V_N \text{ y } f_N \\ \text{en vacío.} \end{array} \right.$
 condiciones.

Vacío $I_2 = 0 \Rightarrow I_1 = 0 \Rightarrow$



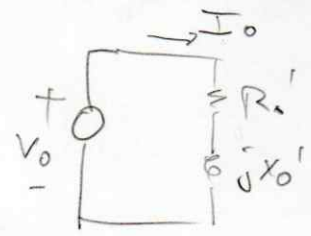
Medir: V_0, I_0, P_0

Modelo paralelo de Z_0 :



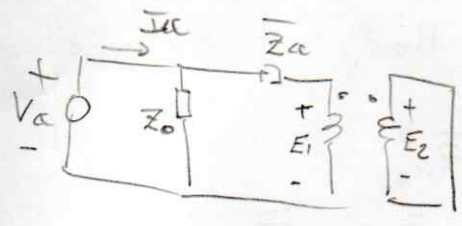
$R_0 = \frac{V_0^2}{P_0}$
 $X_0 = \frac{V_0^2}{Q_0}$
 $Q_0 = \sqrt{(V_0 I_0)^2 - P_0^2}$

Modelo serie:



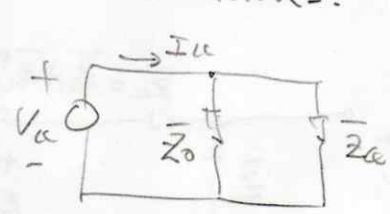
$R_0' = \frac{P_0}{I_0^2}$
 $X_0' = \frac{Q_0}{I_0^2}$
 Ser # consistente con el modelo por el que se opta!!

2) Ensayo de Corto Circuito



$\left\{ \begin{array}{l} \text{fuente } V_a \ll V_N / I_a \leq I_N \\ \text{en c.c.} \end{array} \right.$
 $f = f_N$
 condiciones.

$E_2 = 0 \Rightarrow E_1 = 0 \Rightarrow$



Aprox. \Rightarrow Medir: V_a, I_a, P_{cc}

$\rightarrow Z_a = \frac{V_a}{I_a} \angle \text{Arco} \left(\frac{P_{cc}}{V_a I_a} \right)$

\hookrightarrow Modelo siempre en serie.

Ejemplo ①

Trafo 6,3/0,4 KV 50KVA.

obs. $V_{Np} = 6300V$
 $V_{Ns} = 400V$

$$I_{Np} = \frac{50.000}{6300} = 7,9A$$

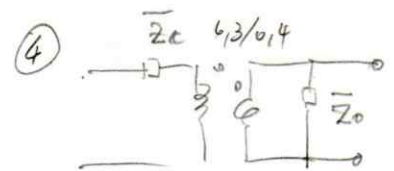
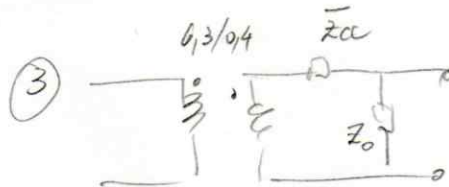
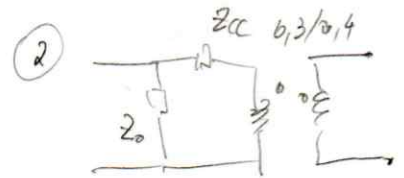
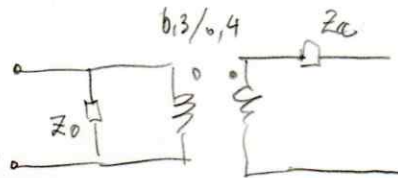
$$I_{Ns} = \frac{50.000}{400} = 125A$$

Ensayo Vacío: 400V 8A 200W
 Ensayo c.c.: 400V 5A 800W

Rama vacío: $R_0 = \frac{400^2}{200} = 800 \Omega$ $Q_0 = \sqrt{(400 \times 8)^2 - 200^2} = 3194 \text{ VAR}$
 Paralelo. $X_0 = \frac{400^2}{3194} = 50 \Omega$

Rama c.c.: $\bar{Z}_c = \frac{400}{5} \angle \arccos\left(\frac{800}{400 \times 5}\right) = 80 \angle 66,4^\circ \Omega$

→ Varias opciones. ①

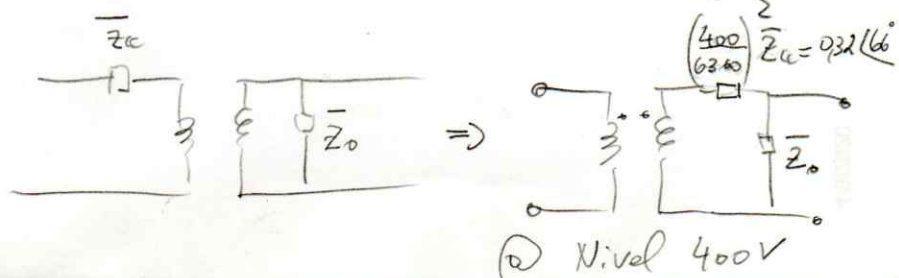


Para los valores de \bar{Z}_0 y \bar{Z}_c calculados: ¿Cual es la opción correcta?

⇒ Ensayo de vacío @ $V = 400 = V_{Ns} \Rightarrow$ se alimenta el 2° ario y dejó en vacío el 1° ario $\rightarrow \bar{Z}_0 @ 400V$
 ens. de c.c. @ $V < V_N$

Ensayo de c.c. @ $V = 400V \approx \left\{ \begin{matrix} V_{Ns} \\ 0,63 V_{Np} \end{matrix} \right. \Rightarrow$ se alimenta desde 1° ario y c.c. el 2° ario. $\Rightarrow \bar{Z}_c @ 6300V$

→ opción correcta: ④



Ejemplo 2

Trafo: 400V/220V 20kV. 50Hz

Ensayo vacío: 400V 4A 200W 50Hz.

Ensayo CC: 40V 20A 500W 50Hz. → Alimentación lado de 400V.

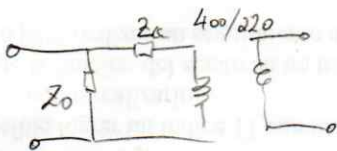
Dados los datos se obtiene el modelo @ 400V

Rama vacío: $R_0 = \frac{400^2}{200} = 800 \Omega$

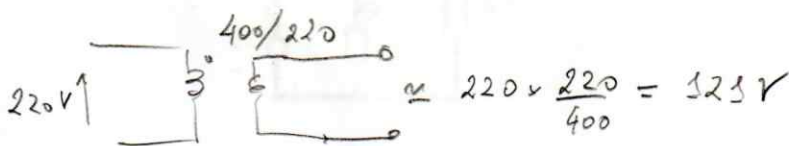
$Q_0 = \sqrt{1600^2 - 2000^2} = 1587 \text{ VAR}$

$X_0 = \frac{400^2}{1587} = 101 \Omega$

Rama CC: $Z_{cc} = \frac{40}{20} \angle \arcsin\left(\frac{500}{40 \times 20}\right) = 2 \angle 51.3^\circ \Omega = (1.25 + j1.56) \Omega$



¿ Como cambia el modelo si pretendo usar el trafo en una red de 220V, 50Hz para obtener $\approx 120V$ 50Hz. ?



Medido en corriente constante

Rama de c.c. $\bar{Z}_c = R_c + jX_c = (1.25 + j1.56) \Omega \Rightarrow R_c = 1.25 \Omega = R_{cu} + R_{ad}$

pero $R_c \approx R_{cu} \Rightarrow$ Mantenemos el valor de ensayo.

cambia con frecuencia

$X_c = 1.56 \Omega = 2\pi \times 50 \mu_f \quad \mu_f = cte = \frac{N^2}{P_{00}} \rightarrow \mu_0 \Rightarrow$ No se toca
 $\Rightarrow X_c$ mantenemos el valor del ensayo.

Rama de vacío

$P_0 = (a_f + b_f^2) \phi^2 \quad V = k_f \phi \Rightarrow P_0 = \left(\frac{a_f}{f} + b_f\right) V^2$

si $f = cte \Rightarrow P_0 = k V^2 \Rightarrow P_{0,400} = k 400^2 = 200W$

Obs
 Cambian las pérdidas pero $R_0 = \frac{1}{a_f + b_f} = cte.$

$\Rightarrow P_{0,220} = 200 \times \left(\frac{220}{400}\right)^2 = 60.5W \Rightarrow R_{0,220} = \frac{220^2}{60.5} = 800W$

$$X_0 = 101 \Omega = 2\pi \cdot 50 \times L_m$$

$$\rightarrow \frac{N^2}{P_{0FE}}$$

obs. si baja la tension y se mantiene la frecuencia $\phi \downarrow \Rightarrow$ No saturado $\Rightarrow L_m = \text{cte}$.

\Rightarrow se mantiene el valor del ensayo.

Ejemplo 3

El transformador del ejemplo 2 se quiere usar en una red de 60 Hz. (400V)

¿Modelo?

\Rightarrow Rama c.c.

$R_{cu} \neq R_{cv} \Rightarrow$ se mantiene el valor. ~~#~~

$$X_{L50} = 2\pi \cdot 50 \cdot L_p \quad \text{con } L_p = \text{cte.}$$

$$\Rightarrow X_{L60} = X_{L50} \cdot \frac{6}{5} \quad \#$$

Rama de vacio:

$$V = k_f \phi \quad \text{si } f \uparrow \quad V = \text{cte} \quad \phi \downarrow \Rightarrow \text{No saturado}$$

$$\Rightarrow L_m = \text{cte} \Rightarrow X_{060} = \frac{6}{5} X_{050} \quad \#$$

$$P_0 = \left(\frac{a_1}{f} + b_1 \right) V^2$$

se tiene solo las perdidas de vacio a 400V, 50Hz

Es necesario una hipotesis sobre como se reparten las perdidas de vacio

$$\Rightarrow P_H = 0,5 P_0 \quad P_F = 0,5 P_0 \quad \Rightarrow P_{H50} = \frac{a_1}{50} 400^2 = 100W \quad \Rightarrow a_1 = 0,031$$

$$P_{F50} = b_1 400^2 = 100W \Rightarrow b_1 = 6,25 \times 10^{-4}$$

$$\Rightarrow P_0 = \left(\frac{0,031}{f} + 6,25 \times 10^{-4} \right) V^2 \Rightarrow @ 400V, 60Hz \quad P_{060} = 182,7W \quad \#$$

$$\Rightarrow R_{060} = \frac{400^2}{182,7} = 876 \Omega \quad \#$$