

# Pauta P2 Control 1

Conversión de la Energía y Sistemas Eléctricos

Profesores: Constanza Ahumada y Rodrigo Moreno  
Auxiliares: Gabriel Chávez y Matías Rodríguez  
Ayudantes: Diego Candia, Daniel Maniega y Francisco Soto

## 1. Parte A

En la prueba de circuito abierto se tiene que la tensión es nominal en el lado de baja tensión:

$$V_{CA} = V_{nom} = 1,2[kV]$$

Luego, se pueden calcular los parámetros de la rama *shunt*, referidos al lado de baja tensión, como sigue:

$$|Z_m| = \frac{V_{CA}}{I_{CA}} = \frac{1200}{4} = 300[\Omega]$$

$$R_m = \frac{V_{CA}^2}{P_{CA}} = \frac{1200^2}{1000} = 1,44[k\Omega] \quad +0.5$$

$$X_m = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{300^2} - \frac{1}{1440^2}}} = 306,7303[\Omega] \quad +0.5$$

Por otro lado, usando los datos de la prueba de corto circuito se pueden calcular los parámetros de la rama serie del circuito del transformador, tomando en cuenta que ahora se trabaja con el lado de alta tensión. Recordando que para la prueba de corto circuito la corriente es nominal se tiene que:

$$I_{nom} = \frac{S_{nom}}{V_{nom}} = \frac{100 \cdot 10^3}{10 \cdot 10^3} = 10[A]$$

Con la corriente, se procede a calcular los parámetros de la rama serie referidos al lado de alta tensión:

$$|Z_s| = \frac{V_{CC}}{I_{CC}} = \frac{430}{10} = 43[\Omega]$$

$$R_s = \frac{P_{CC}}{I_{CC}^2} = \frac{1600}{10^2} = 16[\Omega] \quad +0.2$$

$$X_s = \sqrt{43^2 - 16^2} = 39,9124[\Omega] \quad +0.2$$

Finalmente, se refieren estos parámetros al lado de baja tensión:

$$\left(\frac{1,2}{10}\right)^2 \cdot |Z_s|^{AT} = |Z_s|^{BT} \implies |Z_s|^{BT} = 0,6192[\Omega]$$

$$\left(\frac{1,2}{10}\right)^2 \cdot |R_s|^{AT} = |R_s|^{BT} \implies |R_s|^{BT} = 0,2304[\Omega] \quad +0.3$$

$$\left(\frac{1,2}{10}\right)^2 \cdot |X_s|^{AT} = |X_s|^{BT} \implies |X_s|^{BT} = 0,5747[\Omega] \quad +0.3$$

## 2. Parte B

Notar que el rendimiento se puede expresar como:

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{P_{out}}{P_{out} + P_{loss}}$$

Se tiene que  $S_{out} = 10[kVA]$  por lo que  $P_{out} = \text{real}(10000 \angle \cos^{-1}(0,8)) = 8000[W]$ . Solo falta obtener las pérdidas, que vienen dadas por la siguiente ecuación:

$$P_{loss} = P_{shunt} + P_{serie} = \frac{V^2}{R_m} + R_s \cdot I$$

El voltaje  $V$  y la corriente  $I$  se obtienen a partir del circuito equivalente del transformador que se muestra en la Figura 1.

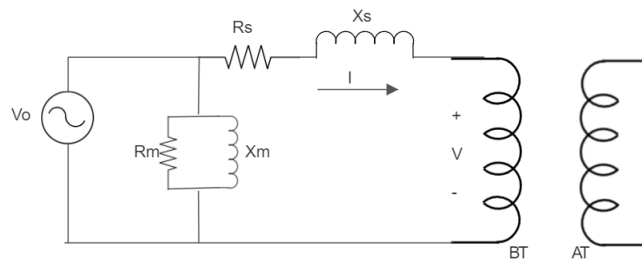


Figura 1: Circuito del transformador

La ecuación que describe a este circuito es:

$$V_0 - V = I \cdot Z_s \quad +0.5$$

Además, sabemos que  $V = \frac{S}{I^*}$  por lo tanto se puede expresar la ecuación anterior solamente en función de la corriente:

$$V_0 - \frac{S}{I^*} = I \cdot Z_s$$

Reemplazando los datos de potencia aparente, tensión nominal en el lado de baja tensión y la impedancia serie del transformador se puede resolver la ecuación con la función *cSolve* de la calculadora:

$$cSolve\left(1200 - \frac{10000 \angle 36,87^\circ}{\text{conj}(I)} = I \cdot (0,2304 + j0,5747), I\right)$$

De lo anterior resulta que  $I = 8,3642 \angle -36,99^\circ = 6,6801 + j5,03[A]$  y por lo tanto el voltaje es  $V = 1195,5719 \angle -0,12^\circ[V]$ . +0.5

Con esto ya se tienen todos los datos para calcular las pérdidas, que resultan:

$$P_{loss} = \frac{1195,5719^2}{1440} + 0,2304 \cdot 8,3642^2 = 1008,7517[W]$$

Obteniendo finalmente el rendimiento de la máquina:

$$\eta = \frac{8000}{8000 + 1008,7517} = 0,8880 \approx 88,8\% \quad +0.5$$

Sobre el factor de potencia se tiene que el hecho de ser capacitivo o inductivo no afecta al rendimiento de la máquina, ya que la proporción de potencia activa es igual sin importar que el factor sea capacitivo o inductivo. Esto se puede ver de forma más matemática al notar que en el desarrollo del ejercicio solo se usaron cosenos, función par, por lo que  $\cos(x) = \cos(-x)$ . Por otro lado, el valor en sí del factor de potencia (su valor absoluto por decirlo de cierta forma) sí afecta al rendimiento y es que mientras más cercano sea este a 1, mejor será el rendimiento de la máquina. +0.5

### 3. Parte C

Con el voltaje calculado en la parte anterior, solo basta usar la relación del transformador para calcular el voltaje en la carga:

$$V_L = \left( \frac{10}{1,2} \right) \cdot V = 9963,0967 \angle -0,12^\circ \quad +1.0$$

Finalmente la regulación es:

$$\frac{\frac{1200}{1,2/10} - 9963,0967}{\frac{1200}{1,2/10}} = 0,0037 \approx 0,37\% \quad +1.0$$