

1. Relación de Transformación (a)

$$a = \frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2} \approx \frac{I_2}{I_1}$$

- N_1, N_2 : Número de espiras en primario y secundario.
 - V_1, V_2 : Voltajes en primario y secundario (en vacío).
 - I_1, I_2 : Corrientes en primario y secundario (a carga nominal).
-

2. Corrientes en Primario y Secundario

$$I_1 = \frac{S}{V_1}, \quad I_2 = \frac{S}{V_2}$$

- S : Potencia aparente (VA).
- **En transformadores reales:**

$$I_1 \approx \frac{I_2}{a} + (\text{corriente de magnetización y pérdidas})$$

3. Impedancia Equivalente Referida al Primario

$$Z_{eq} = R_{eq} + jX_{eq}$$

- **Resistencia equivalente (R_{eq}):**

$$R_{eq} = R_1 + a^2 R_2$$

- **Reactancia equivalente (X_{eq}):**

$$X_{eq} = X_1 + a^2 X_2$$

- R_1, R_2 : Resistencias de devanados primario y secundario.
- X_1, X_2 : Reactancias de dispersión primaria y secundaria.

4. Regulación de Voltaje (RV)

$$RV(\%) = \frac{V_{20} - V_2}{V_2} \times 100$$

- Para transformadores reales:

$$RV(\%) \approx \frac{I_1(R_{eq} \cos \phi + X_{eq} \sin \phi)}{V_1} \times 100$$

- $\cos \phi$: Factor de potencia de la carga.
 - $\sin \phi$: $\sqrt{1 - \cos^2 \phi}$ (inductivo o capacitivo).
-

5. Rendimiento (η)

$$\eta(\%) = \frac{P_{salida}}{P_{entrada}} \times 100 = \frac{V_2 I_2 \cos \phi}{V_2 I_2 \cos \phi + P_{cu} + P_{nucleo}} \times 100$$

- Pérdidas en el cobre (P_{cu}):

$$P_{cu} = I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2 \quad \text{o} \quad I_1^2 R_{eq}$$

- Pérdidas en el núcleo (P_{nucleo}):

$$P_{nucleo} = P_{histeresis} + P_{corrientes\ parásitas}$$

Resumen de Pasos para Resolver el Ejercicio 4 (Transformador Real)

1. Calcular la relación de transformación (a).
2. Determinar corrientes nominales (I_1, I_2) usando $S = VI$.
3. Calcular R_{eq} y X_{eq} referidas al primario.
4. Calcular regulación de voltaje con $RV\%$.
5. Calcular rendimiento ($\eta\%$) considerando pérdidas.