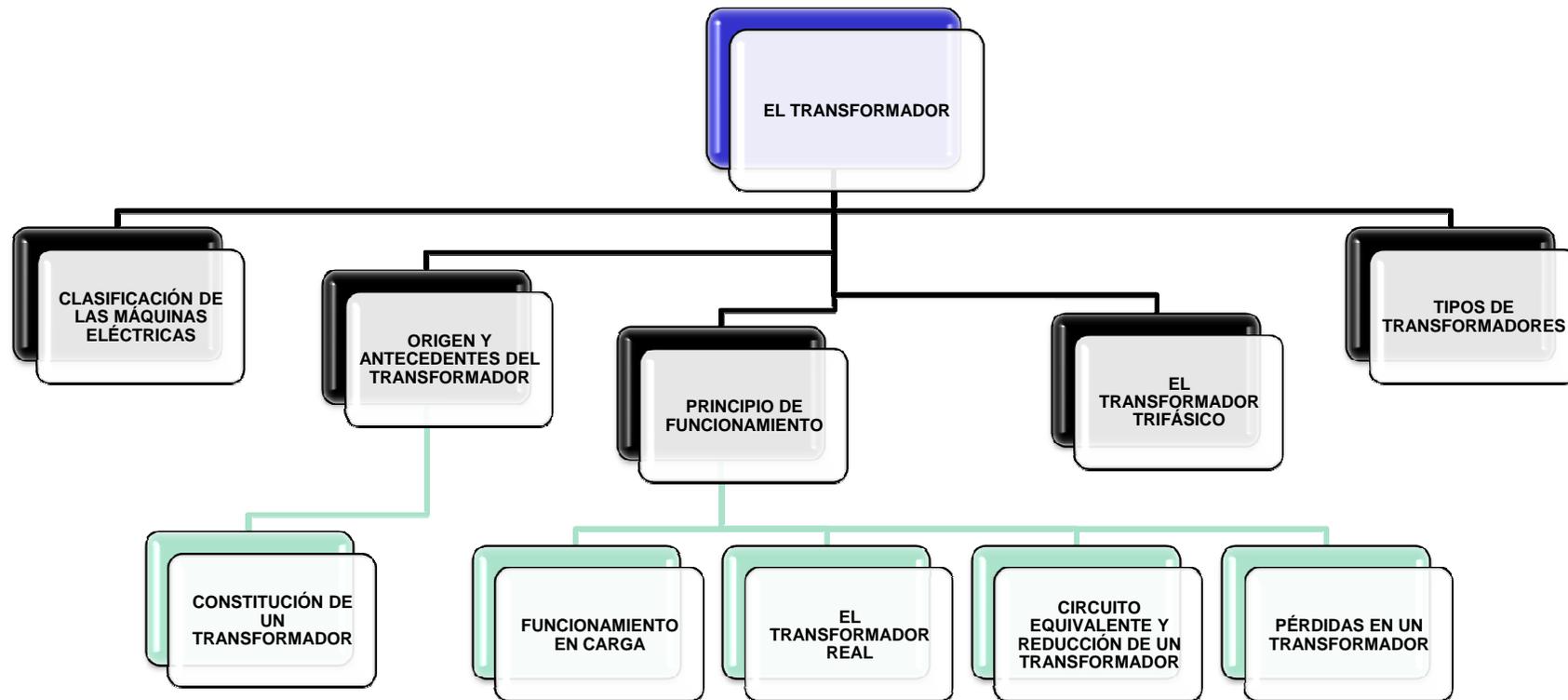




# Máquinas eléctricas: El transformador



# ESQUEMA GENERAL





# MÁQUINAS ELÉCTRICAS

## GENERADORES

- TRANSFORMAN ENERGÍA MECÁNICA EN ELÉCTRICA

## MOTORES

- CONVIERTEN ENERGÍA ELÉCTRICA EN MECÁNICA

## TRANSFORMADORES

- MODIFICAN LOS PARÁMETROS DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA DE SALIDA CON RESPECTO A LOS DE ENTRADA



# PARTES DE UN TRANSFORMADOR

## PRIMARIO

- **BOBINA DE ENTRADA** (sobre ella aplicamos los parámetros eléctricos que queremos modificar)

## SECUNDARIO

- **BOBINA DE SALIDA** (los parámetros ya modificados son los que aplicamos a la carga)

## NÚCLEO

- **PROPAGA EL FLUJO MAGNÉTICO QUE GENERA EL PRIMARIO SOBRE EL SECUNDARIO**



# PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE UN TRANSFORMADOR MONOFÁSICO

TENSIÓN PRIMARIA

$$V_1 = 4,44 \cdot f \cdot N_1 \cdot \phi_m$$

FLUJO  
MAGNÉTICO

$\phi$

- Fijados  $f$  y  $N$ , solo depende de  $V$ . En fase con  $I$

TENSIÓN  
INDUCIDA  $\varepsilon$

- De valor similar a  $V$ , desfasada  $180^\circ$

RELACIÓN DE  
TRANSFORMACIÓN

$$R_t = \frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$$



# FUNCIONAMIENTO REAL

**CORRIENTE PRIMARIA**

$$\vec{i}_1 = \vec{i}'_2 + \vec{i}_0$$

**CORRIENTE EN VACÍO**

$$\vec{i}_0 = \vec{i}_m + \vec{i}_p$$

**TENSIÓN INDUCIDA**

$$\vec{V}_1 - \vec{I}_0 \cdot R_1 - \vec{I}_0 \cdot X_{1d} = \vec{\varepsilon}_1$$

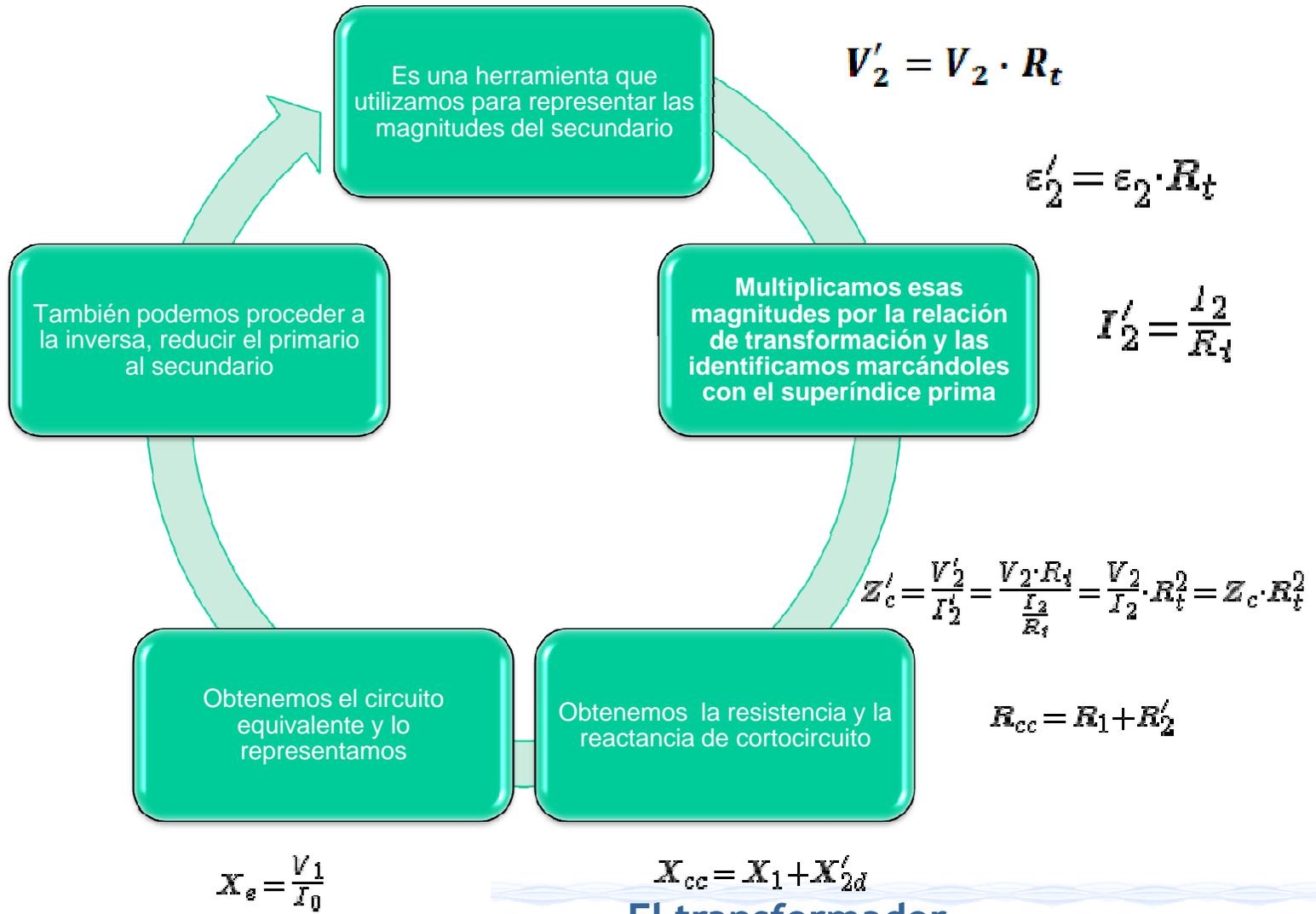
**PRIMARIA  $\varepsilon_1$**

**TENSIÓN EN BORNES DEL SECUNDARIO  $V_2$ , APLICADA A LA CARGA**

$$\vec{V}_2 = \vec{\varepsilon}_2 - \vec{I}_2 \cdot R_2 - \vec{I}_2 \cdot X_{2d}$$



# CIRCUITO EQUIVALENTE Y REDUCCIÓN DEL SECUNDARIO AL PRIMARIO





# PÉRDIDAS EN UN TRANSFORMADOR

Pérdidas en el cobre,  $P_{Cu}$

$$P_{Cu} = R_1 \cdot I_1^2 + R_2 \cdot I_2^2 \approx R_{cc} \cdot I_1^2$$

Índice de Carga,  $C$

$$C = \frac{I_1}{I_{1n}} \approx \frac{I_2}{I_{2n}} \quad P_{Cu} = P_{cc} \cdot C^2$$

Pérdidas en el hierro,  
 $P_{Fe}$

$$P_1 = P_{Cu} + P_{Fe} + P_2$$

Rendimiento,  $\eta$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_1 - P_{Fe} - P_{Cu}}{P_1} = 1 - \frac{P_{Fe} + R_{cc} \cdot I_1^2}{V_1 \cdot I_1 \cdot \cos \varphi}$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_2 + P_{Fe} + P_{Cu}} = \frac{V_2 \cdot I_2 \cdot \cos \varphi_2}{V_2 \cdot I_2 \cdot \cos \varphi_2 + P_{Fe} + C^2 \cdot P_{cc}}$$

Intensidad de máximo  
rendimiento

$$P_{Fe} = R_{cc} \cdot I_1^2 \Rightarrow I_1 = \sqrt{\frac{P_{Fe}}{R_{cc}}}$$



# TRANSFORMADOR TRIFÁSICO

Conexión Estrella-  
Estrella

$$R_t = \frac{V_P}{V_s} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

Conexión Estrella-  
Triángulo

$$R_t = \frac{V_P}{V_s} = \frac{V_1 \cdot \sqrt{3}}{V_2} = \sqrt{3} \cdot \frac{N_1}{N_2} \quad I'_2 = \frac{I_2}{\sqrt{3}}$$

Conexión Triángulo-  
Triángulo

$$R_t = \frac{V_P}{V_s} = \frac{\sqrt{3} \cdot V_1}{\sqrt{3} \cdot V_2} = \frac{V_1}{V_2} \quad I'_1 = \frac{I_1}{\sqrt{3}} \parallel I'_2 = \frac{I_2}{\sqrt{3}}$$

Conexión Triángulo-  
Estrella

$$R_t = \frac{V_P}{V_s} = \frac{V_1}{\sqrt{3} \cdot V_2} = \frac{N_1}{\sqrt{3} \cdot N_2} \quad I'_1 = \frac{I_1}{\sqrt{3}}$$

Potencia nominal

$$S_n = 3 \cdot V_2 \cdot I_{2n} = 3 \cdot \frac{V_s}{\sqrt{3}} \cdot I_{2n} = \sqrt{3} \cdot V_s \cdot I_{2n}$$