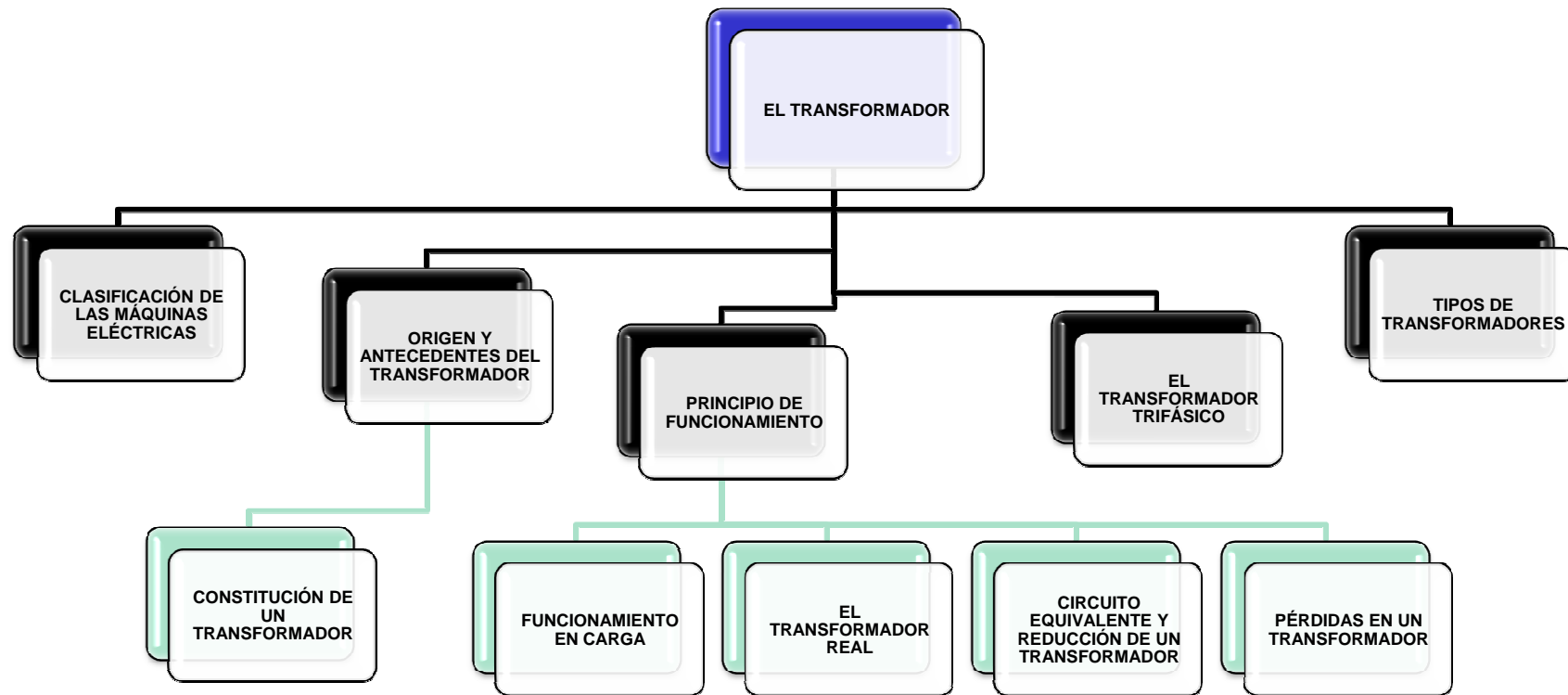




Máquinas eléctricas: El transformador



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

ϕ

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

TENSIÓN
INDUCIDA ε

- De valor similar a V, desfasada 180°

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

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

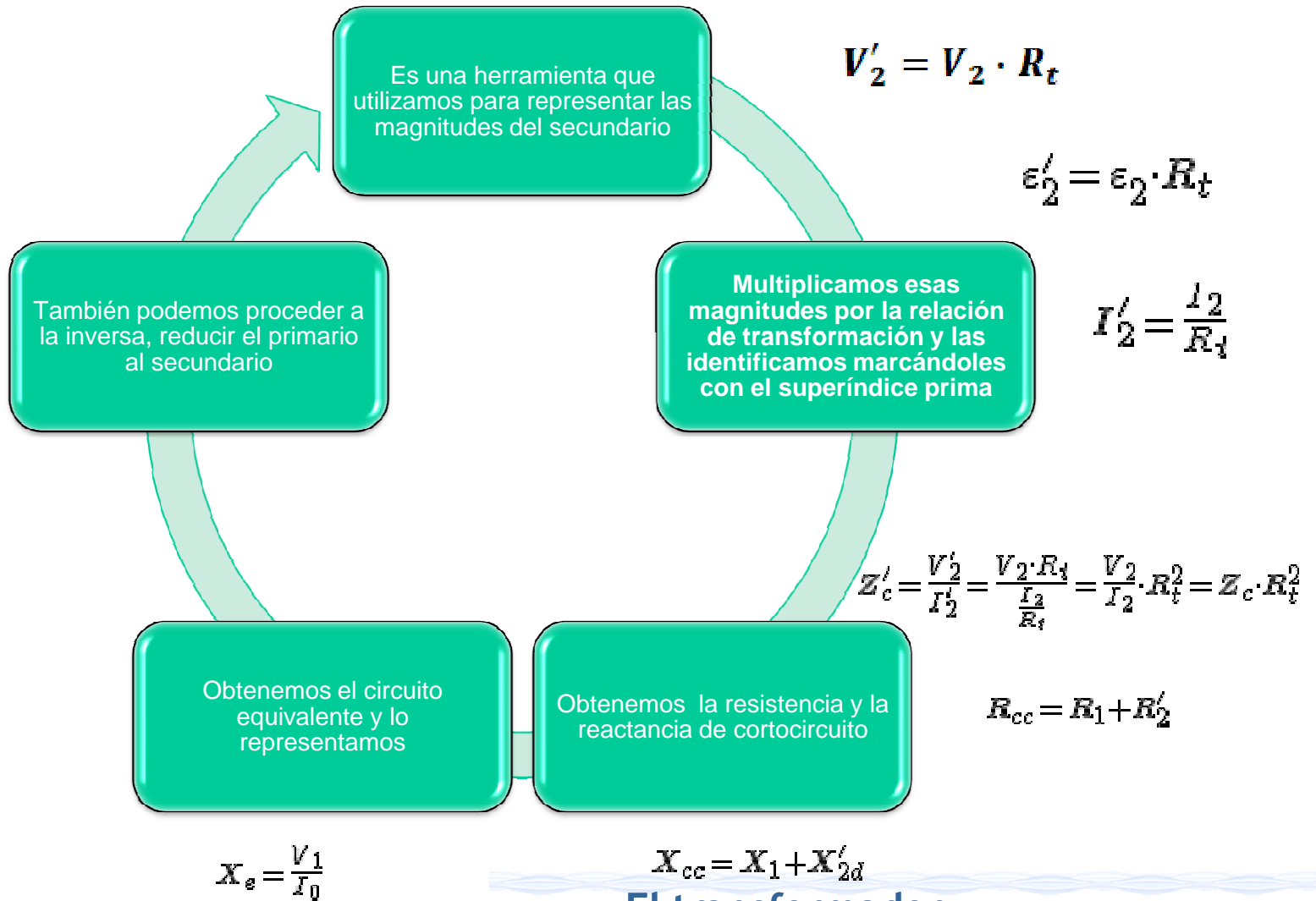
PRIMARIA ε_1

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, η

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

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

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

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