

## Nomenclatura

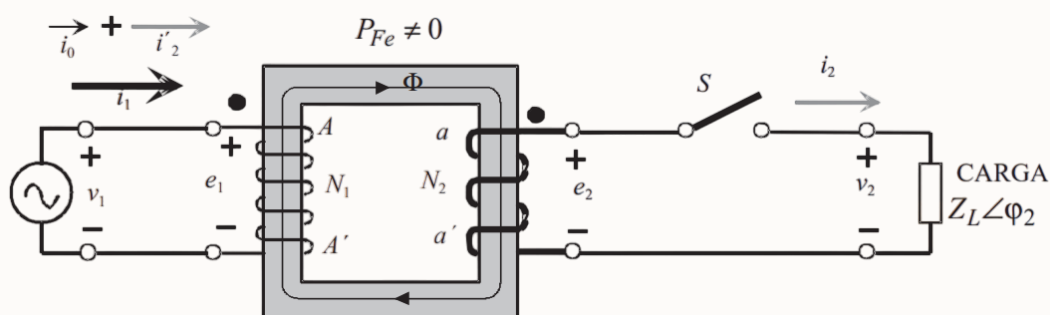
$Z$ [ $\Omega$ ]	Impedancia	$I$ [A]	Corriente
$V$ [V]	Tensión	$j$	Unidad imaginaria
$t$ [s]	Tiempo	$P$ [W]	Potencia activa
$Q$ [VAR]	Potencia reactiva	$S$ [VA]	Potencia aparente
$m$	Relación de transformación	$I_{exc}$ o $I_0$ [A]	Corriente de excitación
$I_{Fe}$ [A]	Corriente debido a pérdidas en el Fe	$I_{\mu}$ [A]	Corriente magnetizante
$V_0$ [V]	Tensión en vacío	$V_{pc}$ [V]	Tensión a plena carga

UNIDAD 1

ACÁ QUIERO PONER LO DE LAS BOBINAS Y ESO... VER

UNIDAD 2

## TRANSFORMADORES



### Transformador Ideal en vacío

SIN PÉRDIDAS EN EL NÚCLEO DE FE

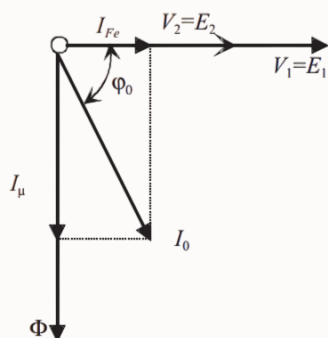
$$\text{Autoinducción } L = \frac{\mu N^2 S}{l}$$

CON PÉRDIDAS EN EL NÚCLEO DE FE

$$\text{Fem } \mathcal{F} = N_1 I_1 = N_1 I_0$$

$$\text{Relación de transfor. } m = \frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

$$I_0 = I_{\mu} + I_{Fe}$$



### Transformador Ideal en carga

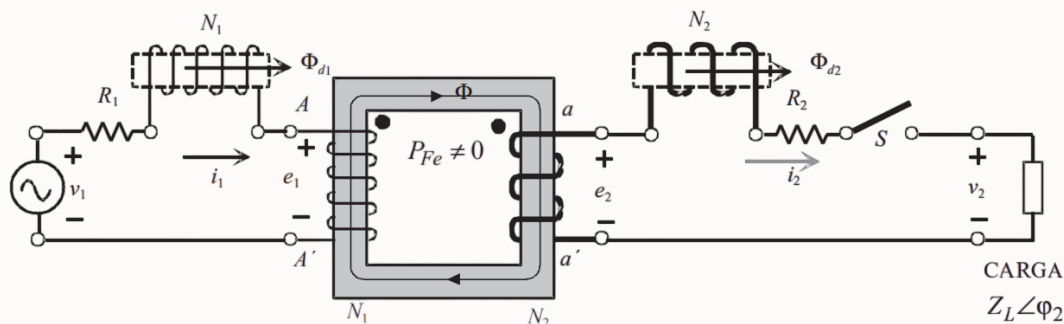
CON PÉRDIDAS EN EL NÚCLEO DE FE

$$\text{Fem } \mathcal{F} = N_1 I_1 - N_2 I_2$$

$$\mathcal{F} = N_1 I_0$$

$$I_0 = I_1 - \frac{N_2}{N_1} I_2$$

$$\text{Corriente reducida } I'_2 = \frac{I_2}{m}$$

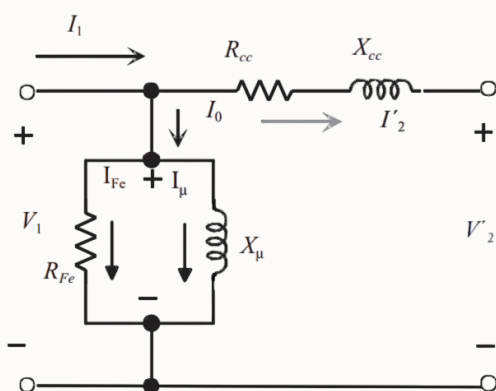
**Transformador Real en vacío****Transformador Real en carga**

$$\mathbf{V}_1 = \mathbf{E}_1 + R_1 \mathbf{I}_0 + j X_1 \mathbf{I}_0 \quad \mathbf{V}_{20} = \mathbf{E}_2$$

En trafos industriales  $m \approx \frac{V_1}{V_2}$

**Circuito equivalente aproximado**

Se muestra el circuito referido al primario. Cuando es referido al secundario se hace un análisis similar. La *rama paralelo* siempre permanece del lado de alta tensión.



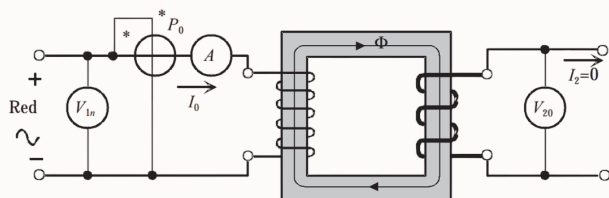
Resistencia de cortocircuito  $R_{cc} = R_1 + R'_2$   
 Reactancia de cortocircuito  $X_{cc} = X_1 + X'_2$

**Parámetros referidos al primario**

Número de espiras  $N'_2 = m N_2$   
 Tensión referida  $V'_2 = m V_2$   
 Corriente referida  $I'_2 = \frac{I_2}{m}$   
 Impedancia referida  $Z'_2 = m^2 Z_2$   
 $Z_2 = R_2 + j X_2$

**Ensayo de vacío**

Permite determinar las pérdidas en el *Fe* y los parámetros de la rama paralelo,  $R_{Fe}$  y  $X_\mu$ .

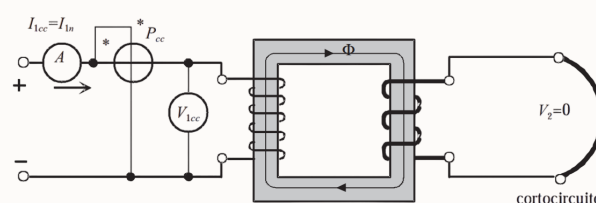


Pérdidas en Fe  $P_0 = P_{Fe} = V_{1n} \cdot I_0 \cos \phi_0$

$$R_{fe} = \frac{V_{1n}}{I_0 \cos \phi_0} \quad X_\mu = \frac{V_{1n}}{I_0 \sin \phi_0}$$

**Ensayo de cortocircuito**

Permite determinar las pérdidas en el *Cu* y los parámetros de la rama de cortocircuito,  $R_{cc}$  y  $X_{cc}$ .  $I_0$  es despreciable.



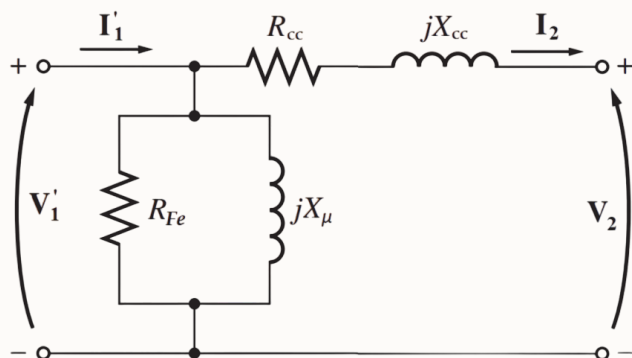
$P_{cc} = P_{Cu} = V_{cc} \cdot I_{1n} \cos \phi$

$$R_{cc} = \frac{V_{1cc}}{I_{1n}} \cos \phi_{cc} \quad X_{cc} = \frac{V_{1cc}}{I_{1n}} \sin \phi_{cc}$$

En ambos ensayos, los factores de potencia  $\cos \phi_0$  y  $\cos \phi_{cc}$  son las incógnitas a determinar para calcular los pará-

metros.

### Regulación de Voltaje



Regulación de voltaje

$$RV = \frac{V_{20} - V_{2pc}}{V_{2pc}}$$

$$RV = \frac{\frac{V_{1n}}{m} - V_{2pc}}{V_{2pc}}$$

RV ideal

$$RV = 0\%$$

Cargas resistivas e inductivas

$$RV_L > RV_R > 0$$

Cargas capacitivas

$$RV_C < 0$$

### Eficiencia

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{S \cos(\phi)}{S \cos(\phi) + P_{fe} + P_{\mu}}$$

Potencia útil

$$P_{out} = S \cos \phi$$

Potencia demandada

$$P_{in} = P_{out} + P_p$$

Pérdidas en potencia

$$P_p = P_{Fe} + P_{\mu}$$

### Índice de Carga

$$C = \frac{I}{I_n} \quad C_{opt} = \sqrt{\frac{P_0}{P_{cc}}}$$

### Máximo maximorum

$$\text{Cuando } \cos \phi = 1 \text{ y } C_{opt} = \sqrt{\frac{P_0}{P_{cc}}}.$$

### Transformadores trifásicos

Índice horario	Símbolo acoplamiento	Diagrama fasorial		Índice horario	Símbolo acoplamiento	Diagrama fasorial	
		A.T.	B.T.			A.T.	B.T.
0 (0°)	Dd0			6 (180°)	Dd6		
0 (0°)	Yy0			6 (180°)	Yy5		
5 (150°)	Dy5			11 (330°)	Dy5		
5 (150°)	Yd5			11 (330°)	Yd5		

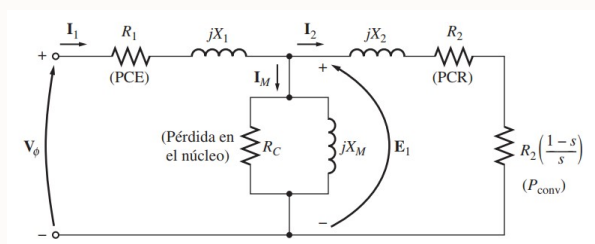
## UNIDAD 3

### MÁQUINAS ASÍNCRONAS

#### Aspectos básicos

Tensión inducida	$e_{ind} = l \vec{v} \times \vec{B}$
Fuerza en el devanado	$F = i \vec{l} \times \vec{B}$
$l$ es la longitud del segmento y su dirección es la de la corriente	
Velocidad campo rotante	$n_{sinc} = \frac{120}{P} f_e$
Deslizamiento	$s = \frac{n_{sinc} - n_m}{n_{sinc}} = \frac{\omega_{sinc} - \omega_m}{\omega_{sinc}}$
Frecuencia eléctrica en el rotor	$f_r = s f_e$

#### Circuito equivalente



$$R_2 = a_{ef}^2 R_R$$

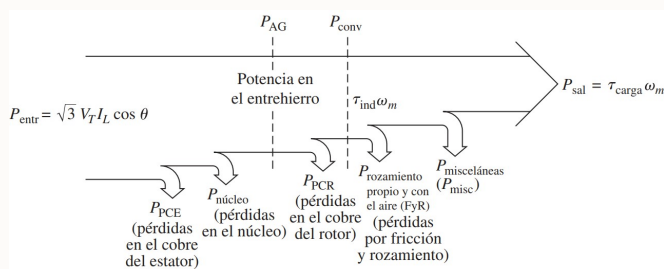
$$X_2 = a_{ef}^2 X_{R0}$$

$$E_2 = a_{ef} E_{R0}$$

$$I_2 = \frac{I_R}{a_{ef}}$$

Donde el subíndice  $R0$  equivale a los parámetros a rotor bloqueado, es decir  $s=1$

#### Diagrama de potencias



Perdidas cobre estator	$P_{CE} = 3I_1^2 R_1$
Pérdidas en el núcleo	$P_{nucl} = 3E_1^2 G_C$
Potencia en el entrehierro	$P_{EH} = P_{in} - P_{CE} - P_{nucl}$
Pérdidas cobre rotor	$P_{CR} = 3I_2^2 R_2$
Potencia convertida	$P_{conv} = P_{EH} - P_{CR}$
	$P_{CR} = s P_{EH} \quad P_{conv} = (1-s) P_{EH}$
Potencia de salida	$P_{out} = P_{conv} - P_{FyR} - P_{misc}$
	$\tau_{ind} = \frac{P_{conv}}{\omega_m} = \frac{(1-s) P_{EH}}{(1-s) \omega_{sinc}}$

#### Ensayos de motor asíncrono