

Nomenclatura

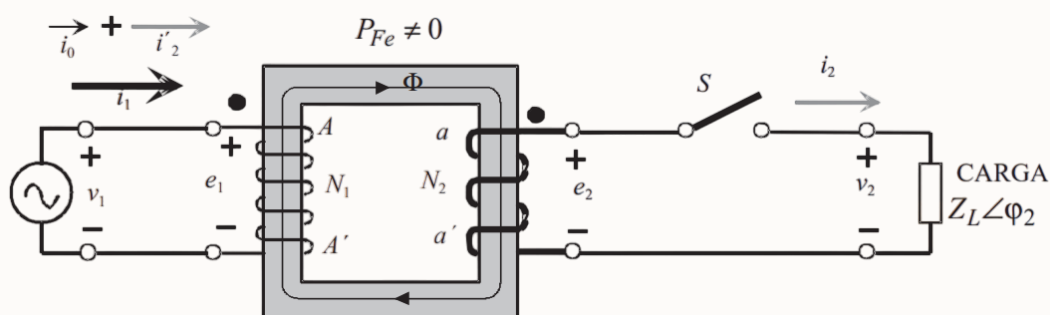
Z [Ω]	Impedancia	I [A]	Corriente
V [V]	Tensión	j	Unidad imaginaria
t [s]	Tiempo	P [W]	Potencia activa
Q [VAR]	Potencia reactiva	S [VA]	Potencia aparente
m	Relación de transformación	I_{exc} o I_0 [A]	Corriente de excitación
I_{Fe} [A]	Corriente debido a pérdidas en el Fe	I_μ [A]	Corriente magnetizante
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

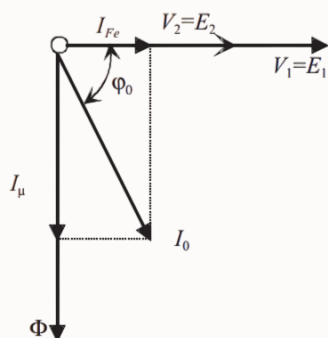
$$\text{Autoinducción } L = \frac{\mu N^2 S}{l}$$

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

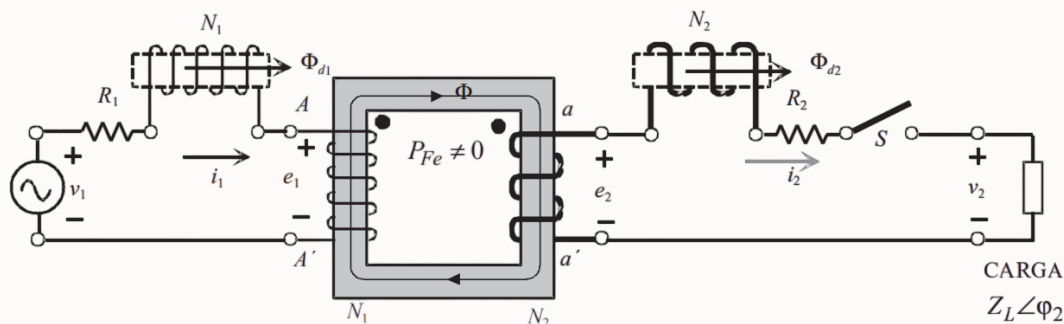
CON PÉRDIDAS EN EL NÚCLEO DE FE

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

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

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

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

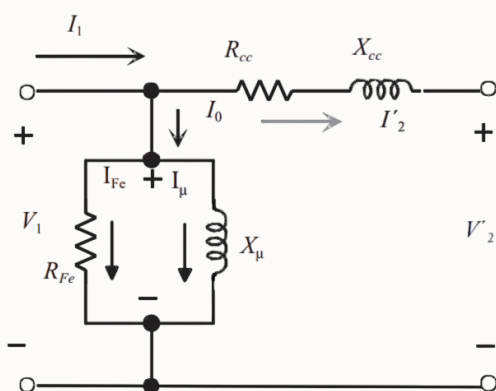
**Transformador Real en vacío****Transformador Real en carga**

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

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.



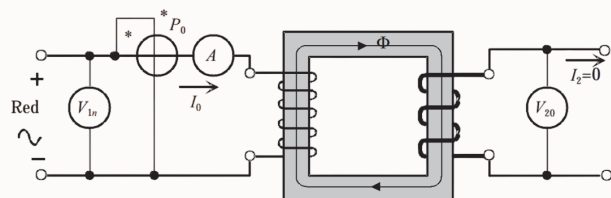
$$\begin{aligned} \text{Resistencia de cortocircuito} \quad R_{cc} &= R_1 + R'_2 \\ \text{Reactancia de cortocircuito} \quad X_{cc} &= X_1 + X'_2 \end{aligned}$$

Parámetros referidos al primario

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

Ensayo de vacío

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

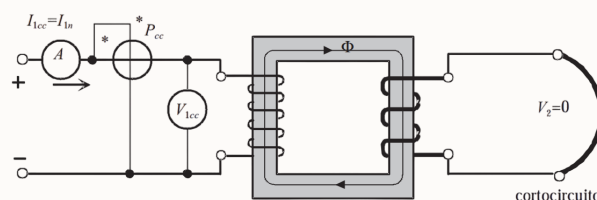


$$\text{Pérdidas en Fe} \quad P_0 = P_{Fe} = V_{1n} \cdot I_0 \cos \phi_0$$

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

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.

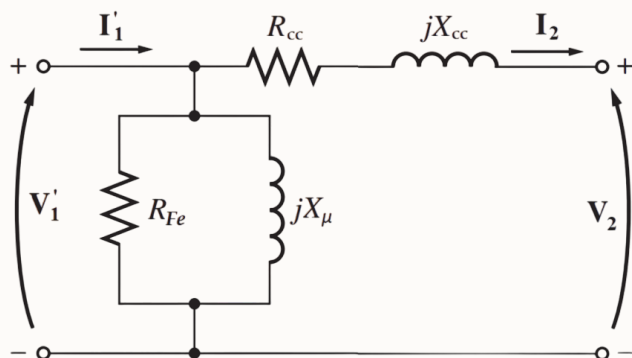


$$P_{cc} = P_{Cu} = V_{cc} \cdot I_{1n} \cos \phi$$

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

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		

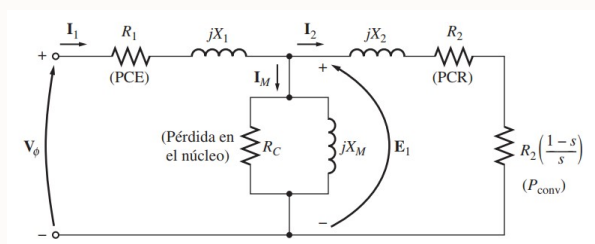
UNIDAD 3

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



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

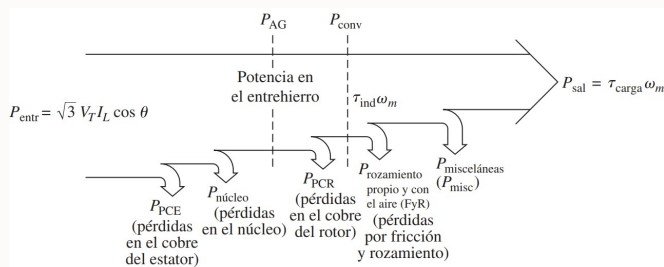
$$X_2 = a_{ef}^2 X_{R0}$$

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

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

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	$P_{out} = P_{conv} - P_{FyR} - P_{misc}$
	$\tau_{ind} = \frac{P_{conv}}{\omega_m} = \frac{(1-s) P_{EH}}{(1-s) \omega_{sinc}}$

Ensayo de vacío o rotor libre

Permite determinar las pérdidas en el Fe y mecánicas, los parámetros R_{Fe} .

“Si bien $N_{rot} \neq N_{sinc}$, el motor gira a una velocidad muy cercana (R_2 elevada), y al no ejercer ningún par de carga el eje se considera potencia disipada $P_{conv} = 0$ ”

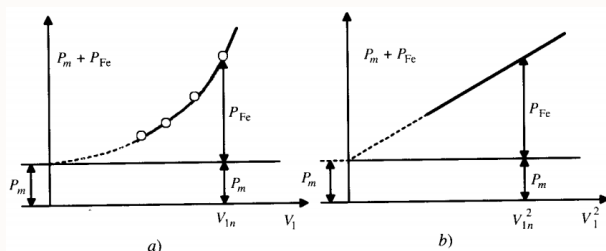
Primero hay que medir la resistencia del estator (CC, se agrega un 10~20% por efecto pelicular). Luego hacemos funcionar el motor sin carga, conectándolo a tensión nominal y descendiendo hasta el 50~30%, midiendo la potencia tomada de la red.

Al nosotros conocer la potencia de entrada y la pérdida en Fe nos quedan dos incógnitas las cuales se iteran.

$$P_0 = P_{fe} + P_m + P_{cu1}$$

$$P_0 - P_{cu1} = P_{fe} + P_m = P_0 - m_1 R_1 I_0^2$$

cuando la tensión $V_1 = 0$ no existen pérdidas en el hierro porque no hay flujo, “solo quedarán las pérdidas mecánicas”



$$\cos(\phi_0) = \frac{P_{fe}}{m_1 V_1 n I_0}$$

$$R_{fe} = \frac{V_{1n}}{I_0 \cos \phi_0}$$

$$X_\mu = \frac{V_{1n}}{I_0 \sin \phi_0}$$

Ensayo cortocircuito o rotor bloqueado

Se realiza impidiendo que el rotor gire ($n = 0 \rightarrow s = 1 \rightarrow R_2 = 0$), se comporta como un transformador en cortocircuito.

Se realiza suministrando tensión desde 0 hasta llegar a la corriente nominal, midiendo a su vez la potencia.

