

Fundamentos de Transformadores y Máquinas Eléctricas

Dr. Lionel R. Orama Exclusa, PE

Clase 13

Máquinas Rotacionales

Definiciones: estator ("stator") - parte energizada, no rotacional.
rotor ("rotor") - parte energizada, rota.
armadura - conductores de corriente terminal.
campo - conductores de corriente de excitación (el magneto)

Nota: • Máquinas AC
- armadura - estator
- campo - rotor

Motor de Inducción

El campo (en rotor) es inducido por la corriente en la armadura (estator).

Dos tipos de rotor:

- 1) Jaula de Ardilla, "squirrel cage"
- 2) Rotor enbobinado, "wound rotor"



barras
bobina

[SCR](#)

[WR](#)

Velocidad sincrónica, aproximadamente constante

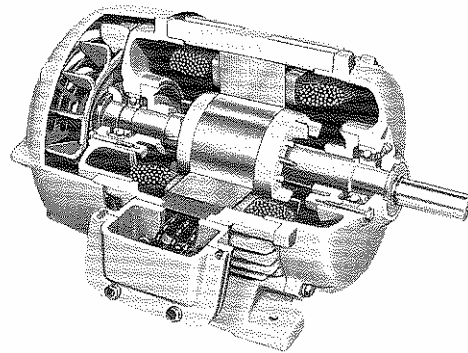
$$n_{syn} = \frac{120 f}{P} \quad [RPM]$$

n_{syn} - synchronous speed

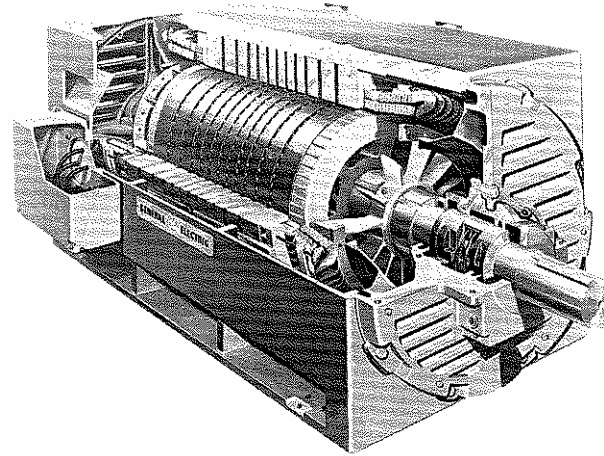
f - frecuencia del sistema (60 o 50 Hz)

P - número de polos equivalentes en el rotor.

Motor de Inducción



(a)

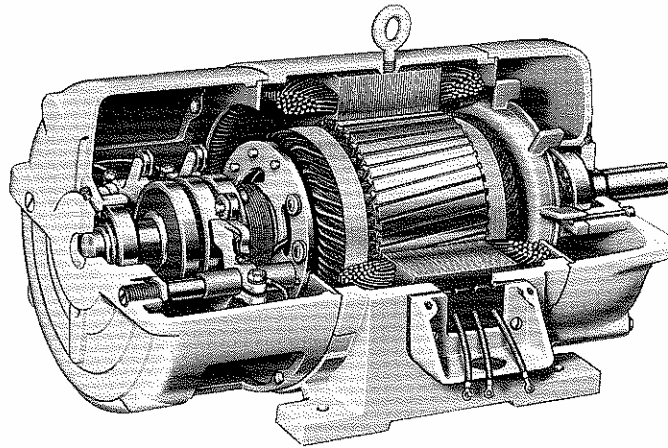


(b)

“Squirrel Cage Rotor construction”

[BACK](#)

Motor de Inducción



“Wound Rotor construction”

[BACK](#)

Motor de Inducción

Definición: SLIP - velocidad relativa del rotor con respecto a la velocidad sincrónica

$$n_{SLIP} = n_{sync} - n_r \quad \text{donde}$$

$n_{SLIP} \Rightarrow$ SLIP del motor

n_{sync} - velocidad sincrónica

n_r - velocidad del rotor ("shaft speed")

En porciento

$$S = \frac{n_{SLIP}}{n_{sync}} \times 100 = \frac{n_{sync} - n_r}{n_{sync}} \times 100$$

Motor de Inducción

En velocidad angular

$$S = \frac{\omega_{sync} - \omega_r}{\omega_{sync}} \times 100$$

Notas:

- 1) rotor a vel. sync $S = 0$
- 2) rotor estacionario $S = 1$ ("BLOCKED ROTOR")

Velocidad mecánica del rotor

$$n_r = (1 - S) n_{sync} \quad [RPM]$$

$$\omega_r = (1 - S) \omega_{sync} \quad \left[\frac{rev}{s}\right]$$

Motor de Inducción

Frecuencia eléctrica del rotor

$$f_r = s f$$

f - frecuencia del Estator
 s - slip

también;

$$f_r = \left(\frac{n_{sync} - n_r}{n_{sync}} \right) f$$

$$; n_{sync} = \frac{120 f}{p}$$

$$f_r = (n_{sync} - n_r) \times \frac{p}{120}$$

Ejemplo: M.I. , 10Hp , 4 polos, 208v , 50Hz , en Y
S = 5% @ Plena carga.

Ⓐ ¿ Velocidad sincrónica?

$$n_{sync} = \frac{120 f}{p} = \frac{120(50)}{4} = 1500 \text{ RPM}$$

Ⓑ ¿ Velocidad del rotor a plena carga?

$$n_r = (1-s)n_{sync} = (1-.05)1500 \text{ RPM}$$

$$n_r = 1425 \text{ RPM}$$

Ⓒ ¿ Frecuencia del rotor a plena carga?

$$f_r = s f = (.05)(50 \text{ Hz})$$

$$f_r = 2.5 \text{ Hz}$$

Ⓓ ¿ Torque del eje a plena carga?

$$P_{out} = \tau_{LOAD} \omega_r \text{ — velocidad angular (mecánica)}$$

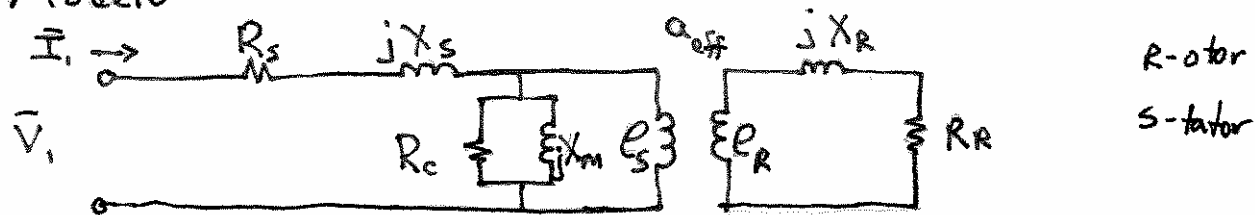
$$\tau_{LOAD} = \frac{P_{out}}{\omega_r} = \frac{10 \text{ HP} \left(\frac{746 \text{ W}}{1 \text{ HP}} \right)}{\left(1425 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \right) \left(\frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} \right) \left(\frac{1 \text{ min}}{60 \text{ sec}} \right)} = 50 \frac{\text{W}}{\text{s}}$$

$$\tau_{LOAD} = 50 \text{ [N.m]}$$

Circuito Equivalente

Llamado "rotating transformer", xmer cuyo secundario rota

Modelo:

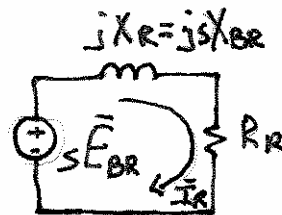


$$\bar{E}_R = s \bar{E}_{BR}$$

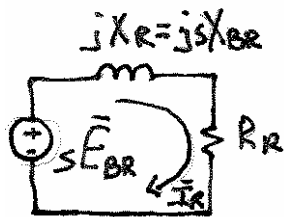
BR-Block Rotor

$$\bar{X}_R = s \bar{X}_{BR} = s (2\pi f) L_R$$

$$R_R = R_R$$

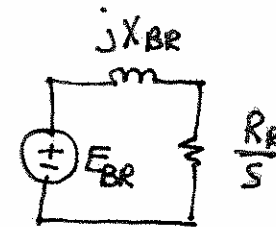


Circuito Equivalente

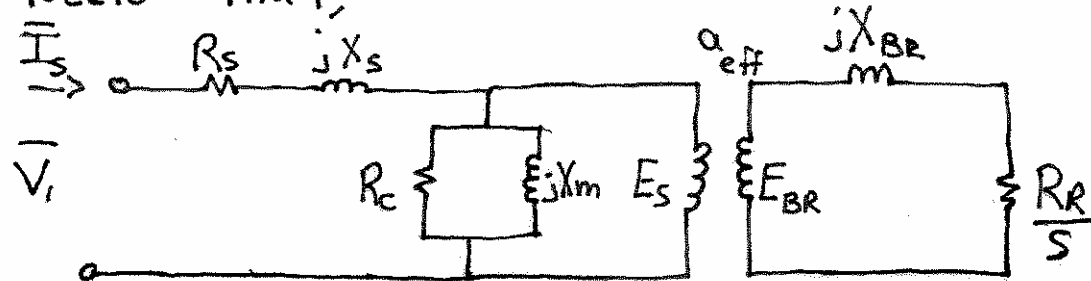


$$\bar{I}_R = \frac{s\bar{E}_{BR}}{R_R + jsX_{BR}} = \frac{s\bar{E}_{BR}}{s\left(\frac{R_R}{s} + jX_{BR}\right)}$$

$$\bar{I}_R = \frac{\bar{E}_{BR}}{\frac{R_R}{s} + jX_{BR}}$$



Modelo Final,



Circuito Equivalente

