



**Campus Virtual FCEfyN**  
Universidad Nacional de Córdoba

---

# MOTOR SINCRONO

## PROBLEMAS

---

ELECTROTECNIA(IE)



Problema Una máquina Sincrona de 208V, 45 kVA  
 $\cos \phi = 0,8$  en adelante, conectada en  $\Delta$ , a 60Hz  
 tiene una reactancia sincrona de  $2,5 \Omega$  y una resistencia  
 de inducido despreciable. Sus  $P_{FyV} = 1,5 \text{ kW}$  y sus  $P_{Fe} = 1 \text{ kW}$   
 Inicialmente el eje suministra a una carga 15 HP con  
 $\cos \phi = 0,80$  en adelante.

- Dibuje el diagrama fasorial y encuentre los valores de  $I_A$ ,  $I_L$  y  $E_A$ .
- Suponga que la carga se incrementa hasta 30 HP. Dibuje el diagrama fasorial.
- Encuentre  $I_A$ ,  $I_L$  y  $E_A$  después del cambio de carga. ¿Cuál es el nuevo  $\cos \phi$ ?

a) solución

$$P_{sal} = 15 \text{ Hp} \cdot 0,746 \frac{\text{KW}}{\text{Hp}} = 11,19 \text{ KW} \quad \text{por lo tanto}$$

$$P_{ent} = P_{sal} + P_{mec} + P_{Fe} + P_{elec} = 11,19 \text{ KW} + 1,5 \text{ KW} + 1 \text{ KW} + 0 \text{ KW}$$

$$P_{ent} = 13,69 \text{ KW}$$

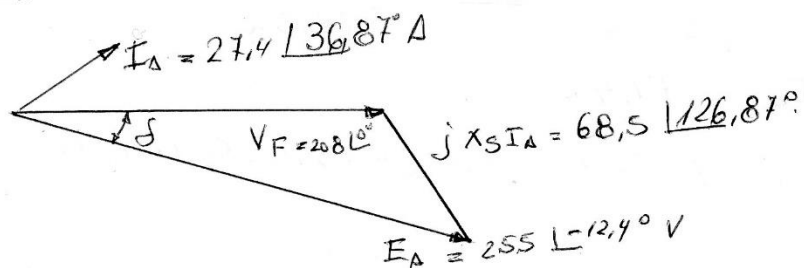
$$I_L = \frac{P_{ent}}{\sqrt{3} V_T \cos \phi} = \frac{13,69 \text{ KW}}{\sqrt{3} \cdot 208 \text{ V} \cdot 0,80} = 47,5 \text{ A}$$

$$I_A = I_L / \sqrt{3} = 27,4 \angle 36,87^\circ \text{ A} \quad \text{porque tiene } \cos \phi = 0,8$$

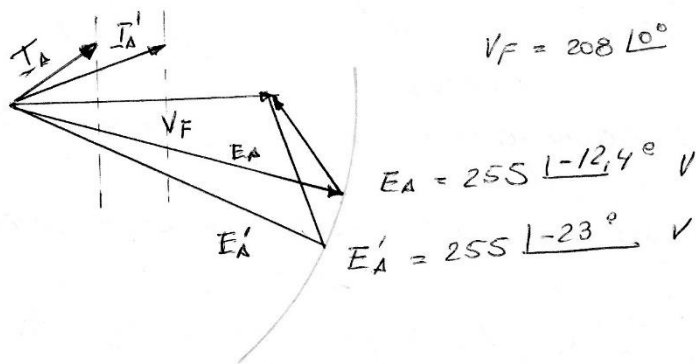
Para encontrar  $E_A$  aplicando Kirchhoff

$$E_A = V_F - j X_S I_A = 208 \angle 0^\circ - j 2,5 (27,4 \angle 36,87^\circ)$$

$$E_A = 255 \angle -12,4^\circ$$



- b) Conforme se incrementa a 30Hp la potencia en el eje, este pierde velocidad momentaneamente y el voltaje interno generado  $E_A$  salta a un ángulo  $\delta$  mayor manteniendo su magnitud constante



- c) Cuando cambia la carga

$$P_{ent} = P_{sal} + P_{mec} + P_{Fe} + P_{elec}$$

$$P_{ent} = 30 \text{ Hp} \cdot 0,746 \frac{\text{Kw}}{\text{Hp}} + 1,5 \text{ Kw} + 1 \text{ Kw} + 0 \text{ Kw}$$

$$P_{ent} = 24,88 \text{ Kw}$$

A partir  $P = \frac{3 V_F E_A \sin \delta}{X_S}$  podemos calcular

$$\delta = \sin^{-1} \frac{X_S P}{3 V_F E_A} = \sin^{-1} 0,391 = 23^\circ$$

entonces  $E'_A = 255 \angle -23^\circ \Rightarrow I_A = \frac{V_F - E'_A}{j X_S}$

$$I_A = \frac{208 \angle 0^\circ \text{ V} - 255 \angle -23^\circ \text{ V}}{j 2,5 \Omega} = \frac{103,1 \angle 105^\circ \text{ V}}{j 2,5 \Omega} = 41,2 \angle 15^\circ \text{ A}$$

$$I_L = \sqrt{3} I_A = 71,44$$

El  $\cos \phi$  final sera  $\cos(-15^\circ) = 0,966$  en adelanto

Un motor Síncrono de 208V, 45 KVA,  $\cos \phi = 0,8$  en adelanto conectado en  $\Delta$  operando a 60 Hz alimenta una carga de 15 HP con un  $\cos \phi = 0,85$  inicial en retraso. La corriente de campo  $I_f = 4$  A en estas condiciones, se pide:

- Dibuje el diagrama Inicial del motor y encuentre los valores de  $I_A$  e  $E_A$ .
- Si se incrementa el flujo del motor en 25% ¿cuáles son los valores de  $I_A$ ,  $E_A$  y el  $\cos \phi$  en ese momento. Dibuje el diagrama Fasorial
- Suponga que el flujo varía linealmente con la corriente de campo  $I_f$ . Grafique  $I_A$  en función de  $I_f$  para una carga de 15 HP.

Solución

a)  $P_{ent} = 13,69$  kW son los datos del problema anterior

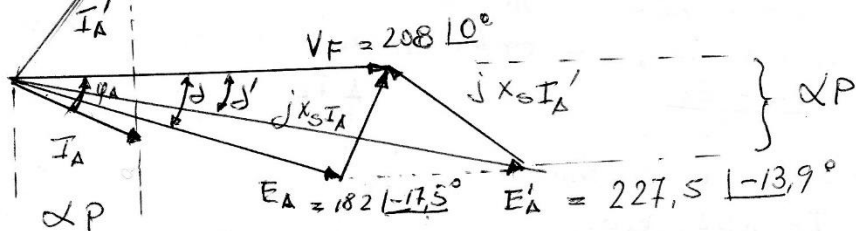
$$I_A = \frac{P_{ent}}{3 V_F \cos \phi} = \frac{13,69 \text{ kW}}{3 \cdot 208 \cdot 0,85} = 25,8 \text{ A}$$

$$\phi_A = \cos^{-1} 0,85 = 31,8^\circ \text{ por lo que}$$

$$I_A = 25,8 \angle -31,8^\circ$$

$$E_A = V_F - j X_S I_A = 208 \angle 0^\circ - j 2,5 (25,8 \angle -31,8^\circ)$$

$$E_A = 208 \angle 0^\circ - 64,5 \angle 58,2^\circ = 182 \angle -17,5^\circ \text{ V}$$



b) Si se incrementa  $\phi$  en 25%.  $E_A = K \phi I_A$  también se incrementará en 25%.

$$E'_A = 1,25 \cdot 182 \text{ V} = 1,25 \times 182 \text{ V} = 227,5 \text{ V}$$

Como la potencia suministrada a la carga debe permanecer constante

$$E_A \text{ Sen } \delta = E_A' \text{ Sen } \delta' \quad \text{de donde}$$

$$\delta' = \text{Sen}^{-1} \left( \frac{E_A}{E_A'} \text{ Sen } \delta \right) = \text{Sen}^{-1} \left[ \frac{182}{227,5} \cdot \text{Sen}(-17,5^\circ) \right]$$

$$\delta' = -13,9^\circ \quad \text{ahora podemos calcular}$$

$$I_A' = \frac{V_F - E_A'}{jX_s} = \frac{208 \angle 0^\circ - 227,5 \angle -13,9^\circ}{j2,5} = 22,5 \angle 13,2^\circ$$

$$\text{finalmente el } FP = \cos \varphi = \cos 13,2^\circ = 0,974 \text{ en adelanto}$$

c) Si  $\varphi$  varía linealmente con  $I_F$ ,  $E_A$  lo hará de la misma manera

Sabemos que  $E_A = 182V$  para  $I_F = 4A$   
por lo que se puede calcular  $E_A$  para cualquier corriente de campo  $I_F$  con la siguiente relación

$$\frac{E_A'}{182V} = \frac{I_F'}{4} \Rightarrow E_A' = \frac{182}{4} \cdot I_F' = 45,5 I_F'$$

Como la carga no varía cuando se varía  $I_F$  podemos calcular  $\delta$  de la siguiente igualdad

$$E_A \text{ Sen } \delta = E_A' \text{ Sen } \delta' \Rightarrow \delta' = \text{Sen}^{-1} \left( \frac{E_A}{E_A'} \text{ Sen } \delta \right)$$

Estos datos nos permiten calcular  $E_A'$   
Conociendo  $E_A$  podemos determinar la nueva corriente de inducido

$$I_A' = \frac{V_F - E_A'}{jX_s}$$

En tunces dando distintos valores a  $I_F$  obtenemos los valores de  $E_A'$  y con estos los correspondientes  $I_A'$  y podemos graficarlos

