

Ejercicio

Un motor asíncrono trifásico de 4 kW, 6 polos, 50 Hz, con el estator conectado en estrellas, proporciona los siguientes resultados en los ensayos de vacío y cortocircuito:

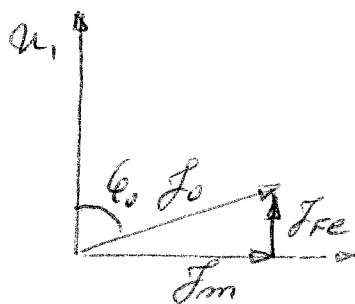
Vacío: 400 V, 5 A, 600 W

Cortocircuito: 35 V, 16 A, 800 W

Siendo las pérdidas mecánicas de 300 W y la resistencia por fase del estator en caliente $0,5 \Omega$. Determinar:

- Parámetros del circuito equivalente del motor.
- Determinar el par máximo y el par nominal si la velocidad nominal es de 960 r.p.m.
¿Qué resistencia por fase referida al estator es preciso añadir en serie con la resistencia del rotor para tener el par máximo en el arranque?.
- Si se conecta el motor a una red trifásica de 400 V de tensión compuesta, calcular la potencia útil, corriente de línea, potencia absorbida y rendimiento, si el rotor gira a 940 r.p.m.

$$P_{Fe} = 600 - 300 - 3 \cdot 0,5 \cdot 5^2 = 600 - 300 - 37,5 = 262,5 \text{ W}$$



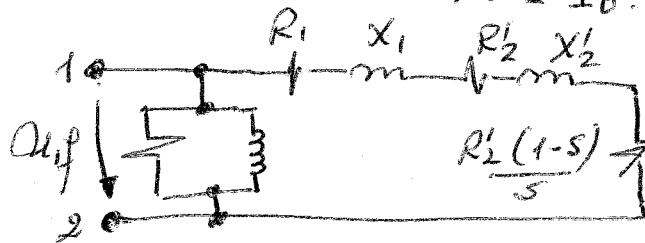
$$P_{Fe} = \sqrt{3} \cdot U_0 \cdot I_0 \cdot \cos \epsilon_0$$

$$\cos \epsilon_0 = \frac{P_{Fe}}{\sqrt{3} \cdot U_0 \cdot I_0} = \frac{262,5}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 5} = 0,07577 \Rightarrow \epsilon_0 = 85,65^\circ$$

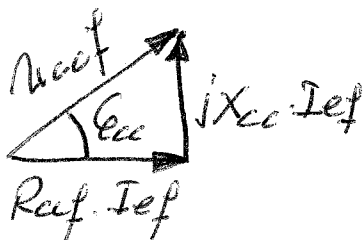
$$\text{sen } \epsilon_0 = 0,997$$

$$I_{Fe} = I_0 \cdot \cos \epsilon_0 = 5 \cdot 0,07577 = 0,38 \text{ A}$$

$$I_{m} = I_0 \cdot \text{sen } \epsilon_0 = 5 \cdot 0,997 = 4,98 \text{ A}$$



$$\left\{ \begin{array}{l} R_{Fe} = \frac{U_{0f}}{I_{Fe}} = \frac{400}{0,38} = 1052,6 \Omega \\ X_m = \frac{U_{0f}}{I_{mf}} = \frac{400}{4,98} = 80,32 \Omega \end{array} \right.$$



$$P_{cc} = \sqrt{3} \cdot U_{acc} \cdot I_{cc} \cdot \cos \epsilon_{cc}$$

$$\cos \epsilon_{cc} = \frac{P_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_{acc} \cdot I_{cc}} = \frac{800}{\sqrt{3} \cdot 35 \cdot 16} = 0,8248 \Rightarrow \epsilon_{cc} = 34,43^\circ \Rightarrow \text{sen } \epsilon_{cc} = 0,565$$

$$R_{ccf} = \frac{U_{acc} \cdot \cos \epsilon_{cc}}{I_{ef}} = \frac{35 \cdot 0,8248}{16} = 1,81 \Omega$$

$$R_{ccf} = R_{1f} + R'_{2f} \Rightarrow R'_{2f} = R_{ccf} - R_{1f} = 1,81 - 0,5 = \underline{\underline{1,31 \Omega}}$$

$$X_{ccf} = \frac{U_{acc} \cdot \text{sen } \epsilon_{cc}}{I_{ef}} = \frac{35 \cdot 0,565}{16} = \underline{\underline{1,24 \Omega}}$$

$$b) s_n = \frac{1000 - 960}{1000} = 0,04$$

Par de arranque ($s=1$)

$$M_a = \frac{3 \frac{R'_2}{s} \cdot U_{if}^2}{\frac{2 \pi n_s}{60} [(R_1 + \frac{R'_2}{s})^2 + X_{cc}^2]} = \frac{3 \cdot 0,54 \cdot (\frac{400}{\sqrt{3}})^2}{\frac{2 \pi \cdot 1000}{60} [(0,5 + 0,54)^2 + 0,71^2]} = 520,31 \text{ Nm}$$

Par nominal
 $s_n = 0,04$

$$M_m = \frac{3 \cdot \frac{0,54}{0,04} \cdot (\frac{400}{\sqrt{3}})^2}{\frac{2 \pi \cdot 1000}{60} [(0,5 + \frac{0,54}{0,04})^2 + 0,71^2]} = 104,97 \text{ Nm}$$

$$I'_{2n} = \frac{\frac{400}{\sqrt{3}}}{\sqrt{(0,5 + \frac{0,54}{0,04})^2 + 0,71^2}} = \frac{230,94}{14,02} = 16,47 \text{ A}$$

Par máximo

$$s_{m} = \frac{R'_2}{\sqrt{R_1^2 + X_{cc}^2}} = \frac{0,54}{\sqrt{0,5^2 + 0,71^2}} = 0,716$$

$$M_{max} = \frac{3 \cdot \frac{0,54}{0,716} \cdot (\frac{400}{\sqrt{3}})^2}{\frac{2 \pi \cdot 1000}{60} [(0,5 + \frac{0,54}{0,716})^2 + 0,71^2]} = 554,77 \text{ Nm}$$

$$1 = \frac{R'_{2f} + R'_{af}}{\sqrt{R_1^2 + X_{cc}^2}} = \frac{0,54 + R'_{af}}{\sqrt{0,5^2 + 0,71^2}} \Rightarrow 0,868 = 0,54 + R'_{af} \\ R'_{af} = 0,868 - 0,54 = 0,328 \Omega$$

$$c) s = \frac{1000 - 940}{1000} = 0,06 \Rightarrow I'_2 = \frac{\frac{400}{\sqrt{3}}}{\sqrt{(0,5 + \frac{0,54}{0,06})^2 + 0,71^2}} = 24,24 \text{ A}$$

$$P_{mec} = 3 \frac{R'_2(1-s)}{s} \cdot I_2^2 = \frac{3 \times 0,54(1-0,06)}{0,06} 24,24^2 = 14.913 \text{ W}$$

$$P_u = P_{mec} - \text{perd}_{mec} = 14.913 - 300 = 14.613 \text{ W}$$

$$P_{J1} = 3 \cdot R_{if} \cdot (I'_{2f} + I_0)^2 = 3 \cdot 0,5 (24,24)^2 = 1887 \text{ W}$$

$$P_{J2} = 3 \cdot R'_2 \cdot I_2^2 = 3 \cdot 0,54 \cdot 24,24^2 = 952 \text{ W}$$

$$P_1 = P_u + \frac{P_{Fe} + P_{perd_{mec}}}{P_0} + P_{J1} + P_{J2} = 14.613 + 600 + 1887 + 952 = 17.046 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_{ec}}{P_1} \cdot 100 = \frac{14.613}{17.046} \cdot 100 = 85,72 \text{ (85,72\%)}$$