

Ejerc.1- Mas

Los ensayos de una máquina asíncrona de 400 V, 4 polos, 50 Hz, $n_n=1.425$ rpm, con el estator conectado en triángulo, proporcionan los siguientes resultados:

Ensayo de VACÍO: 400 V, 8 A, 1.500 W.

E. ROTOR BLOQUEADO: 80 V, 15A, 1.200 W.

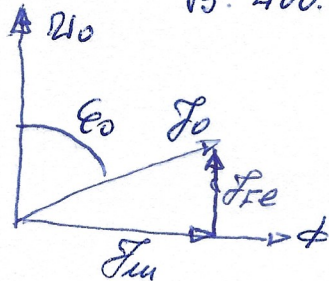
Suponiendo que las pérdidas mecánicas son de 300 W, que se mantienen constantes a las diferentes velocidades y que la resistencia por fase del estator con la máquina en caliente es: $R_{1f}=3$ Ohmios. Determinar:

- 1.- Los parámetros del circuito equivalente del motor.
 - 2.- I_{1fn} , $\cos\phi_1$ par de arranque, par máximo, par nominal y par útil.
 - 3.- Si se conecta la máquina, funcionando como motor, a un convertidor de frecuencia cuya salida es: 400 V, 80 Hz.
¿Cuál sería el par de arranque, par máximo, par nominal y par útil, suponiendo que se mantienen constantes el deslizamiento nominal y las resistencias de la máquina y que las pérdidas mecánicas se incrementan un 10%?
 - 4.- Si estando la máquina asíncrona conectada en triángulo a la red de 400 V, 50 Hz y se acciona mediante una turbina eólica a 1.700 rpm ¿cuáles serían las potencias activa y reactiva que suministraría o recibiría la máquina de la red y cuál sería el par que tendría que proporcionar la turbina?. (Nota: No despreciar la corriente de vacío I_0).
-

$$1.- P_0 = P_{Fe} + \text{perd}_{\text{mcc}} + 3 R_{if} \cdot I_{if}^2 = P_{Fe} + 300 + 3 \cdot 3 \left(\frac{8}{\sqrt{3}} \right)^2 = 1500 \text{ W}$$

$$P_{Fe} = 1500 - 300 - 192 = 1008 \text{ W} = \sqrt{3} \cdot U_0 I_0 \cdot \cos \epsilon_0$$

$$\cos \epsilon_0 = \frac{1008}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 8} = 0,1819 \Rightarrow \epsilon_0 = 79,52^\circ \Rightarrow \sin \epsilon_0 = 0,9833$$



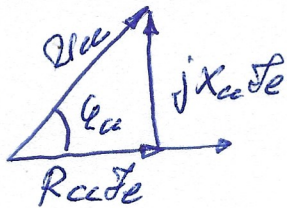
$$I_{fe} = I_0 \cos \epsilon_0 = \frac{8}{\sqrt{3}} \cdot 0,1819 = 0,84 \text{ A}$$

$$I_m = I_0 \sin \epsilon_0 = \frac{8}{\sqrt{3}} \cdot 0,9833 = 4,54 \text{ A}$$

$$R_{Fe} = \frac{U_0}{I_{fe}} = \frac{400}{0,84} = 476,19 \Omega \quad X_m = \frac{U_0}{I_m} = \frac{400}{4,54} = 88,07 \Omega$$

$$P_{cc} = \sqrt{3} \cdot U_{cc} I_e \cdot \cos \epsilon_{cc} \Rightarrow \cos \epsilon_{cc} = \frac{1200}{\sqrt{3} \cdot 80 \cdot 15} = 0,5774 \quad \epsilon_{cc} = 54,74^\circ$$

$$\sin \epsilon_{cc} = 0,8165$$



$$R_{cc} = \frac{U_{cc} \cos \epsilon_{cc}}{I_e} = \frac{80 \cdot 0,5774}{\frac{15}{\sqrt{3}}} = 5,33 \Omega \Rightarrow R'_2 = 2,33 \Omega$$

$$X_{cc} = \frac{U_{cc} \sin \epsilon_{cc}}{I_e} = \frac{80 \cdot 0,8165}{\frac{15}{\sqrt{3}}} = 7,54 \Omega$$

$$2.- s_n = \frac{1500 - 1425}{1500} = 0,05 \quad R'_{cn} = R'_2 \frac{(1-s)}{s} = \frac{2,33(1-0,05)}{0,05} = 44,27 \Omega$$

$$Z_{2n} = (5,33 + 44,27) + j 7,54 = 49,6 + j 7,54 = 50,17 \angle 8,64^\circ \Omega$$

$$I'_{2n} = \frac{U_n}{Z_{2n}} = \frac{400 \angle 0}{50,17 \angle 8,64} = 7,97 \angle -8,64 = 7,88 - j 1,20 \text{ A}$$

$$I_{inf} = I_0 + I'_{2n} = (0,84 - j 4,54) + (7,88 - j 1,20) = 8,72 - j 5,74 = 10,44 \angle -33,36^\circ$$

$$\cos \epsilon_i = 0,8353 \quad I_{in} = \sqrt{3} \cdot 10,44 = 18,08$$

$$M = \frac{3 \cdot \frac{R'_2}{s} \cdot U_{if}^2}{\frac{2\pi \cdot 111}{60} \left[\left(R_1 + \frac{R'_2}{s} \right)^2 + X_{cc}^2 \right]}$$

$$M_a = \frac{3 \cdot \frac{2,33}{1} \cdot 400^2}{\frac{2\pi \cdot 1500}{60} \left[\left(3 + \frac{2,33}{1} \right)^2 + 7,54^2 \right]} = 83,51 \text{ Nm}$$

$$s_m = \frac{R'_2}{\sqrt{R_1^2 + X_{cc}^2}} = \frac{2,33}{\sqrt{3^2 + 7,54^2}} = 0,2871$$

$$M_m = \frac{3 \cdot \frac{2,33}{0,2871} \cdot 400^2}{\frac{2\pi \cdot 1500}{60} \left[\left(3 + \frac{2,33}{0,2871} \right)^2 + 7,54^2 \right]} = 137,46$$

$$M_n = \frac{3 \cdot \frac{2,33}{0,05} \cdot 400^2}{s_n = 0,05 \frac{2\pi \cdot 1500}{60} \left[\left(3 + \frac{2,33}{0,05} \right)^2 + 7,54^2 \right]} = 56,57 \text{ Nm.}$$

$$M_u = M_n - \frac{\text{perd mee}}{\frac{2\pi \cdot n_r}{60}} = 56,57 - \frac{300}{\frac{2\pi \cdot 1425}{60}} = 56,57 - 2,01 = 54,56 \text{ Nm.}$$

$$3.- \quad n_s = \frac{60 \cdot f_1}{p} = \frac{60 \cdot 80}{2} = 2400 \text{ rpm.} \quad n_{rn} = 2400(1 - 0,05) = 2280 \text{ rpm}$$

$$X_{cc} = \frac{X_{cc}}{2\pi f_1} = \frac{7,54}{2\pi \cdot 50} \quad X_{cc1} = 2\pi \cdot 80 \cdot \frac{7,54}{2\pi \cdot 50} = 12,06 \Omega$$

$$M_a = \frac{3 \cdot \frac{2,33}{1} \cdot 400^2}{\frac{2\pi \cdot 2400}{60} \left[\left(3 + \frac{2,33}{1} \right)^2 + 12,06^2 \right]} = 25,60 \text{ Nm.}$$

$$S_u = \frac{2,33}{\sqrt{3^2 + 12,06^2}} = 0,1875 \quad M_{uu} = \frac{3 \cdot \frac{2,33}{0,1875} \cdot 400^2}{\frac{2\pi \cdot 2400}{60} \left[\left(3 + \frac{2,33}{0,1875} \right)^2 + 12,06^2 \right]} = 61,90 \text{ Nm.}$$

$$M_n = \frac{3 \cdot \frac{2,33}{0,05} \cdot 400^2}{s = 0,05 \frac{2\pi \cdot 2400}{60} \left[\left(3 + \frac{2,33}{0,05} \right)^2 + 12,06^2 \right]} = 34,16 \text{ Nm.}$$

$$M_u = 34,16 - \frac{330}{\frac{2\pi \cdot 2280}{60}} = 34,16 - 1,38 = 32,78 \text{ Nm}$$

$$4.- \quad s = \frac{1500 - 1700}{1500} = -0,13 \Rightarrow R'_c = \frac{2,33(1 + 0,13)}{-0,13} = -19,80 \Omega$$

$$Z_{12} = (3 + 2,33 - 19,80) + j7,54 = -14,47 + j7,54 = 16,32 / 152,48^\circ \Omega$$

$$I'_2 = \frac{21,10^\circ}{Z_{12}} = \frac{400 / 0^\circ}{16,32 / 152,48} = 24,51 / -152,48 = -21,74 - j11,33$$

$$I_{1f} = I_0 + I'_2 = (0,84 - j4,54) + (-21,74 - j11,33) = -20,9 - j15,87$$

$$S_g = 3 I_{1f} \cdot I_{1f}^* = 3 \cdot 400 \cdot (-20,9 + j15,87) = -25,080 + j19,044 = P_g + jQ_g$$

genera $P_g = 25,080 \text{ W}$ y absorbe $Q_g = 19,044 \text{ VAR}$

$$P_g = 3 \cdot R'_c \cdot I_2'^2 = 3 \cdot (-19,80) \cdot 24,51^2 = -35,684 \text{ W}$$

$$M_T = \frac{|P_g + \text{perd mee}|}{\frac{2\pi n_g}{60}} = \frac{35,684 + 300}{\frac{2\pi \cdot 1700}{60}} = 202,13 \text{ Nm.}$$