Ejercicio 181219

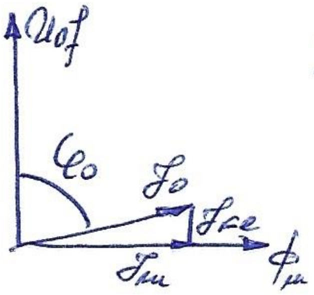
Los ensayos de una máquina asíncrona de 400 V, 8 polos, 50 Hz, con el estator conectado en triángulo, proporcionan los siguientes resultados:

Ensayo de VACÍO: 400 V, 16 A, 3.200 W.
E. ROTOR BLOQUEADO: 120 V, 30 A, 4.000 W.

Suponiendo las pérdidas mecánicas son de 350 W, que se mantienen constantes a las diferentes velocidades y que la resistencia por fase del estator es R_{1f}=2,5 Ohmios. Determinar:

1.- Los parámetros del circuito equivalente del motor.
2.- Par de arranque, par máximo y par nominal, si la velocidad nominal es de 720 rpm.
3.- Si la corriente I'_{2f} fuese la mitad que la corriente de arranque, ¿cuál sería la velocidad y el par en esas condiciones?.
4.- Si estando la máquina asíncrona conectada en triángulo, se acciona mediante una turbina eólica a 900 rpm ¿cuáles serían las potencias activa y reactiva que suministraría o recibiría la máquina de la red de 400 V y cuál sería el par que tendría que tendría que proporcionar la turbina?. No despreciar la corriente de vacío I_0.
5.- Si la máquina se conecta en estrella y se acciona a la misma velocidad de 900 rpm, cuáles serían en estas nuevas condiciones las potencias activa y reactiva que suministraría o recibiría la máquina de la red de 400 V y cuál sería el par que tendría que proporcionar la turbina?. Compara los resultados con los del punto 4 y explica las conclusiones que resulten. No despreciar I_0.

1.- $P_0 = P_{Fe} + P_{mec} + 3R_{1f}\cdot I_{1f}^2 \Rightarrow P_{Fe} = 3.200 - 350 - 3\cdot 2{,}5\left(\frac{16}{\sqrt{3}}\right)^2 = 2.210\ W$



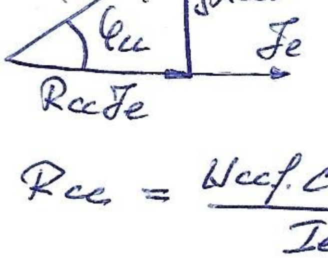
$I_{Fe} = I_{0f}\cos\varphi_0 = \frac{16}{\sqrt{3}}\cos\varphi_0 = 1{,}84\ A$

$I_\mu = I_{0f}\cdot \operatorname{sen}\varphi_0 = \frac{16}{\sqrt{3}}\cdot \operatorname{sen}\varphi_0 = 9{,}05\ A$

$\cos\varphi_0 = \frac{2.210}{\sqrt{3}\cdot 400\cdot 16} = 0{,}1994 \quad \varphi_0 = 78{,}50°$

$\operatorname{sen}\varphi_0 = 0{,}9799$

$$\left.\begin{aligned} R_{Fe} &= \frac{U_{0f}}{I_{Fe}} = \frac{400}{1{,}84} = 217{,}39\ \Omega \\ X_\mu &= \frac{U_{0f}}{I_\mu} = \frac{400}{9{,}05} = 44{,}20\ \Omega \end{aligned}\right\}$$



$P_{cc} = \sqrt{3}\,U_{cc} I_e \cos\varphi_{cc} \Rightarrow \cos\varphi_{cc} = \frac{P_{cc}}{\sqrt{3}\,U_{cc} I_e}$

$\Rightarrow \cos\varphi_{cc} = \frac{4000}{\sqrt{3}\,120\cdot 30} = 0{,}6415 \Rightarrow \varphi_{cc} = 50{,}10°$

$\operatorname{sen}\varphi_{cc} = 0{,}7671$

$R_{cc} = \frac{U_{ccf}\cdot\cos\varphi_{cc}}{I_{ef}} = \frac{120\cdot 0{,}6415}{\frac{30}{\sqrt{3}}} = 4{,}44\ \Omega \qquad R'_2 = 4{,}44 - 2{,}5 = \underline{1{,}94\ \Omega}$

$X_{cc} = \frac{U_{ccf}\cdot\operatorname{sen}\varphi_{cc}}{I_{ef}} = \frac{120\cdot 0{,}7671}{\frac{30}{\sqrt{3}}} = \underline{5{,}31\ \Omega}$

2.-

$$I'_{2af} = \frac{W_{0f}}{\sqrt{R_{cc}^2 + X_{cc}^2}} = \frac{400}{\sqrt{4{,}44^2+5{,}31^2}} = 57{,}79 \text{ A.}$$

$$M_a = \frac{3 \cdot \frac{1{,}94}{1} \cdot \cancel{57{,}79^2}\ 400^2}{\frac{2\pi \cdot 750}{60}\left[\left(2{,}5+\frac{1{,}94}{1}\right)^2+5{,}31^2\right]} = \cancel{5{,}11}\ 247{,}47 \text{ Nm.}$$

$$s_n = \frac{750-720}{750} = 0{,}04 \qquad s_m = \frac{1{,}94}{\sqrt{2{,}5^2+5{,}31^2}} = 0{,}33$$

$$M_m = \frac{3 \cdot \frac{1{,}94}{0{,}33} \cdot 400^2}{\frac{2\pi \cdot 750}{60}\left[\left(2{,}5+\frac{1{,}94}{0{,}33}\right)^2+5{,}31^2\right]} = 365{,}13 \text{ Nm.}$$

$$M_n = \frac{3 \cdot \frac{1{,}94}{0{,}04} \cdot 400^2}{\frac{2\pi \cdot 750}{60}\left[\left(2{,}5+\frac{1{,}94}{0{,}04}\right)^2+5{,}31^2\right]} = \cancel{0{,}140}\ 112{,}74\ \Omega$$

$$M_u = M_n - \frac{P_{mec}}{\frac{2\pi \cdot 720}{60}} = 112{,}74 - \frac{350}{\frac{2\pi \cdot 720}{60}} = 112{,}74 - 4{,}64 = 108{,}10 \text{ Nm}$$

3.-

$$\frac{57{,}79}{2} = \frac{400}{\sqrt{\left(2{,}5+\frac{1{,}94}{s}\right)^2+5{,}31^2}} \qquad (2{,}5+x)^2+5{,}31^2 = \left(\frac{400}{\frac{57{,}79}{2}}\right)^2 \qquad x = \frac{1{,}94}{s}$$

$$x^2+5x+2{,}5^2+5{,}31^2-\left(\frac{400}{\frac{57{,}79}{2}}\right)^2 \Rightarrow x^2+5x-157{,}19=0$$

$$x = \frac{-5 \pm \sqrt{25+628{,}755}}{2} = \frac{-5 \pm 25{,}57}{2} = \begin{cases} 10{,}28 \\ -15{,}285 \end{cases}$$

$$s = \frac{1{,}94}{10{,}28} = 0{,}189 \qquad n_r = n_s(1-s) = 750(1-0{,}189) = 608 \text{ rpm.}$$

$$M = \frac{3 \cdot \frac{1{,}94}{0{,}189} \cdot 400^2}{\frac{2\pi \cdot 750}{60}\left[\left(2{,}5+\frac{1{,}94}{0{,}189}\right)^2+5{,}31^2\right]} = \underline{328{,}22} \text{ Nm}$$

4.- $s = \dfrac{750-900}{750} = -0{,}2$ $R'_c = R'_2\,\dfrac{(1-s)}{s} = 1.94\,\dfrac{(1+0{,}2)}{-0{,}2} = -11{,}64\,\Omega$

$Z_{12} = (4.44 - 11.64) + j5.31 = -7.2 + j5.31 = 8.95\ \underline{|+143{,}59}$

$I'_{2f} = \dfrac{400\,\underline{|0°}}{8{,}95\,\underline{|+143{,}59}} = 44{,}69\ \underline{|-143{,}59} = -35{,}966 + j26{,}526.$

$I_{1f} = I_{0f} + I'_{2f} = (1{,}84 - j9{,}05) + (-35{,}966 \mp j26{,}526) = -34{,}126 \mp j\,\cancel{17{,}476}\ 35{,}576$

$S_\Delta = 3 \cdot U_{1f} \cdot I^*_{1f} = 3 \cdot 400 \cdot (-34{,}126 + j35{,}576) = -40.951 + j42.691 = P + jQ$

$P_m = 3 \cdot R'_c \cdot I'^2_{2f} = 3\,(-11.64) \cdot 44{,}69^2 = -69.742\ W$

$M_T = \dfrac{|69.742 + 350|}{\dfrac{2\pi \cdot 900}{60}} = \underline{743{,}7}\ Nm.$

5) $R_{Fe} = 217{,}39 = \dfrac{\frac{400}{\sqrt{3}}}{I_{Fef}} \Rightarrow I_{Fef} = \dfrac{400}{\sqrt{3} \cdot 217{,}39} = 1{,}06\ A$

$X_\mu = \dfrac{U_{0f}}{I_{\mu f}} = \dfrac{\frac{400}{\sqrt{3}}}{I_{\mu f}} = 44{,}20 \Rightarrow I_{\mu f} = \dfrac{400}{\sqrt{3} \cdot 44{,}20} = 5{,}22\ A$

$I_{1f} = (1{,}06 - j5{,}22) + (-20{,}76 - j15{,}31) = -19{,}7 - j20{,}53.$

$I'_{2f} = \dfrac{\frac{400}{\sqrt{3}}\,\underline{|0°}}{8{,}95\,\underline{|143{,}59}} = 25{,}80\ \underline{|-143{,}59} = -20{,}76 - j15{,}31$

$S_\lambda = 3 \cdot \dfrac{400}{\sqrt{3}}(-19{,}70 + j20{,}53) = -13.648{,}56 + j14223{,}60$

$S_\Delta = 3 S_\lambda$

$P_m = 3 \cdot (-11{,}64) \cdot 25{,}80^2 = 23.244{,}15$

$M_T = \dfrac{|23.244{,}15 + 350|}{\dfrac{2\pi \cdot 900}{60}} = \underline{250{,}34\ Nm}$