Un motor asíncrono trifásico cuyo estator, en triángulo, está conectado a una red de 400 V, 50 Hz, siendo su velocidad nominal de 950 rpm. Se somete a ensayos y se obtienen los siguientes resultados:

ENSAYO EN VACÍO: 400 V, 6A, 800 W

ENSAYO A ROTOR BLOQUEADO: 40 V, 20 A, 1200 W.

Medida de la resistencia por fase del estator en caliente= 1,5 Ω , $2p = 6$

Las pérdidas mecánicas son consideradas despreciables para los cálculos.

Determinar:

1.- Los parámetros del circuito equivalente aproximado.

2.- Par de arranque, par nominal, par máximo y capacidad de sobrecarga.

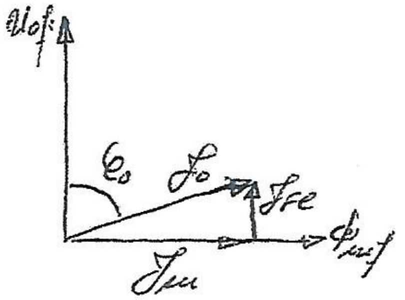
3.- Si su rotor bobinado, también trifásico, tiene una tensión entre escobillas a circuito abierto de 800 V. Determinar la resistencia del reóstato que sería preciso añadir en serie con el rotor para obtener el par máximo en el arranque.

4.- Si la máquina se acciona mediante una turbina eólica a 1.050 rpm, que potencias activa y reactiva entregaría a la red de 400 V y cuál sería el par que tendría que desarrollar la turbina.

1.- $P_{Fe} = 800 - 3 \cdot 1,5 \left(\frac{6}{\sqrt{3}}\right)^2 = 746\ W$

$P_{Fe} = \sqrt{3}\, U_0 I_0 \cos\varphi_0 \Rightarrow \cos\varphi_0 = \frac{746}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 6} = 0,17946 \Rightarrow \varphi_0 = 79,66°$

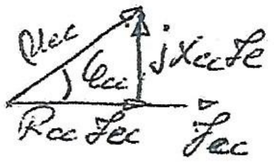
$\operatorname{sen}\varphi_0 = 0,9838$



$I_{Fef} = I_{0f} \cdot \cos\varphi_0 = \frac{6}{\sqrt{3}} \cdot 0,17946 = 0,62\ A$

$I_{\mu f} = I_{0f} \cdot \operatorname{sen}\varphi_0 = \frac{6}{\sqrt{3}} \cdot 0,9838 = 3,41\ A$

$R_{Fef} = \frac{U_{0f}}{I_{Fef}} = \frac{400}{0,62} = 645\ \Omega \qquad X_\mu = \frac{U_{0f}}{I_{\mu f}} = \frac{400}{I_{\mu f}} = \frac{400}{3,41} = 117\ \Omega$



$P_{cc} = \sqrt{3}\, U_{cc} \cdot I_{cc} \cos\varphi_{cc}$

$\cos\varphi_{cc} = \frac{P_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_{cc} I_{cc}} = \frac{1200}{\sqrt{3} \cdot 40 \cdot 20} = 0,8660 \Rightarrow \varphi_{cc} = 30°$

$\operatorname{sen}\varphi_{cc} = 0,5$

$R_{ccf} = \frac{U_{ccf} \cdot \cos\varphi_{cc}}{I_{ccf}} = \frac{40 \times 0,8660}{\frac{20}{\sqrt{3}}} = 3\ \Omega$

$X_{cc} = \frac{U_{ccf} \cdot \operatorname{sen}\varphi_{cc}}{I_{ccf}} = \frac{40 \times 0,5}{\frac{20}{\sqrt{3}}} = 1,73\ \Omega$

$R_{ccf} = R_{1f} + R'_{2f}$

$R'_{2f} = 3 - 1,5 = \underline{1,5\ \Omega}$

2.- $M = \frac{3 \frac{R'_2}{s} U_{1f}^2}{\frac{2\pi n_s}{60}\left[\left(R_1 + \frac{R'_2}{s}\right)^2 + X_{cc}^2\right]}$

arranque $s = 1$

$\underline{M_a} = \frac{3 \frac{1,5}{1} \cdot 400^2}{\frac{2\pi \cdot 1000}{60}\left[\left(1,5 + \frac{1,5}{1}\right)^2 + 1,73^2\right]} = \frac{573,3}{Nm}$

$s_m = \frac{R'_2}{\sqrt{R_1^2 + X_{cc}^2}} = \frac{1,5}{\sqrt{1,5^2 + 1,73^2}} = 0,655$

$\underline{M_{max}} = \frac{3 \frac{1,5}{0,655} \cdot 400^2}{\frac{2\pi 1000}{60}\left[\left(1,5 + \frac{1,5}{0,655}\right)^2 + 1,73^2\right]} = \underline{604,75}\ Nm$

$$S_m = \frac{1000-950}{1000} = 0.05 \qquad M_n = \frac{3 \cdot \frac{1.5}{0.05} \cdot 400^2}{\frac{2\pi \cdot 1000}{60}\left[\left(1.5 + \frac{1.5}{0.05}\right)^2 + 1.73^2\right]} = 138.17 \, Nm$$

$$cs = \frac{M_m}{M_n} = \frac{604.75}{138.17} = 4.38$$

3) $$r_i = r_t = \frac{400}{\frac{800}{\sqrt{3}}} = 0.866$$

$$s_m = 1 = \frac{R_2' + R_r'}{\sqrt{R_1^2 + X_{cc}^2}} = \frac{1.5 + R_r'}{\sqrt{1.5^2 + 1.73^2}} = 2.29$$

$$R_r' = 2.29 - 1.5 = 0.79\,\Omega \quad \Rightarrow \quad R_r = \frac{R_r'}{r_i \cdot r_t} = \frac{0.79}{0.866^2} = 1.05\ \Omega$$

4) $$s_g = \frac{1000-1050}{1000} = -0.05$$

$$R_c' = R_2' \frac{(1-s)}{s} = \frac{1.5\,(1+0.05)}{-0.05} = -31.5\,\Omega$$

$$Z_{12} = (1.5 + 1.5 - 31.5) + j1.73 = -28.5 + j1.73 = 28.55 \angle 176.53^\circ$$

$$I_{2f}' = \frac{U_{1f}}{Z_{12}} = \frac{400 \angle 0^\circ}{28.55 \angle 176.53} = 14.01 \angle -176.53^\circ = -13.98 - j0.85$$

$$I_{1f} = I_{2f}' + I_{0f} = (-13.98 - j0.85) + (0.62 - j3.41) = -13.36 - j4.26$$

$$S = 3\, U_{1f} \cdot I_{1f}^* = 3 \cdot 400(-13.36 - j4.26) = -16.032 + j5.112$$

$P_1 = -16.032$ W Entregada a la red
$Q_1 = 5.112$ VAr Recibida de la red

$$P_m = 3 R_c' \cdot I_{2f}'^2 = 3(-31.5) \cdot 14.01^2 = -18.548{,}47 \text{ W}$$

$$M_T = \frac{|P_m + perd_{mec}|}{\frac{2\pi n_g}{60}} = \frac{18.548{,}47}{\frac{2\pi \cdot 1050}{60}} = 168.69 \text{ Nm}$$