

Una máquina asíncrona trifásica cuyo estator en triángulo está conectada a una red de 400 V, 50 H, siendo su velocidad nominal actuando como motor de 970 rpm. Su rotor bobinado también trifásico tiene una tensión entre escobillas a circuito abierto de 520 V. Se somete a esta máquina a ensayos y se obtienen los siguientes resultados:

ENSAYO EN VACÍO: 400 V, 7 A, 1200 W

ENSAYO A ROTOR BLOQUEADO: 50 V, 16 A, 1300 W.

Medida de la resistencia por fase del estator en caliente = 2,5 Ω

Pérdidas mecánicas consideradas constantes a las diferentes velocidades = 200 W.

Determinar:

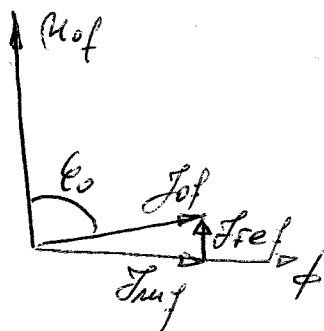
- 1.- Los parámetros del circuito equivalente aproximado.
- 2.- La corriente de arranque y la corriente nominal.
- 3.- Par de arranque, par nominal, par máximo, par útil en condiciones nominales y capacidad de sobrecarga en el funcionamiento de la máquina como motor.
- 4.- Determinar la resistencia del reóstato que sería preciso añadir en serie con el rotor para obtener el par máximo en el arranque.

$$1. P_0 = P_{Fe} + 3R_{1f} I_{0f}^2 + P_{mec} = P_{Fe} + 3 \cdot 2,5 \cdot \left(\frac{7}{\sqrt{3}}\right)^2 + 200 = 1200 \text{ w}$$

$$P_{Fe} + 322,5 = 1200 \Rightarrow P_{Fe} = 877,5 \text{ w}$$

$$P_{Fe} = \sqrt{3} \cdot U_0 I_0 \cos \epsilon_0 \Rightarrow \cos \epsilon_0 = \frac{P_{Fe}}{\sqrt{3} U_0 I_0} = \frac{877,5}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 7} = 0,1809$$

$$\epsilon_0 = 79,58^\circ \Rightarrow \text{sen} \epsilon_0 = 0,9835$$



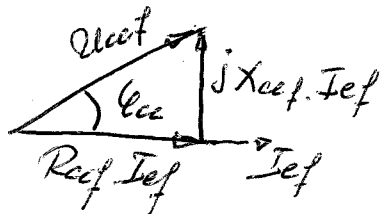
$$I_{ref} = I_{0f} \cos \epsilon_0 = \frac{7}{\sqrt{3}} \cdot 0,1809 = 0,73 \text{ A}$$

$$I_{mf} = I_{0f} \text{sen} \epsilon_0 = \frac{7}{\sqrt{3}} \cdot 0,9835 = 3,97 \text{ A}$$

$$R_{ref} = \frac{U_{0f}}{I_{ref}} = \frac{400}{0,73} = 547,95 \Omega \quad X_{mf} = \frac{U_{0f}}{I_{mf}} = \frac{400}{3,97} = 100,76 \Omega$$

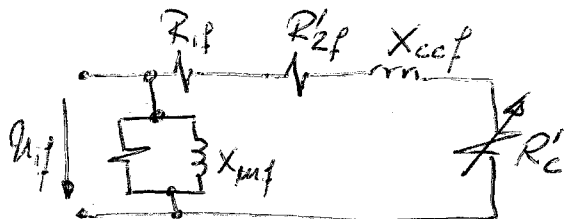
$$P_{cc} = \sqrt{3} \cdot U_{cc} I_e \cos \epsilon_{cc} \Rightarrow \cos \epsilon_{cc} = \frac{P_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_{cc} I_e} = \frac{1300}{\sqrt{3} \cdot 50 \cdot 16} = 0,9382$$

$$\epsilon_{cc} = 20,25^\circ \Rightarrow \text{sen} \epsilon_{cc} = 0,3461$$



$$R_{ef} = \frac{U_{ccf} \cos \epsilon_{cc}}{I_{ef}} = \frac{50 \cdot 0,9382}{\frac{16}{\sqrt{3}}} = 5,08 \Omega$$

$$X_{ef} = \frac{U_{ccf} \text{sen} \epsilon_{cc}}{I_{ef}} = \frac{50 \cdot 0,3461}{\frac{16}{\sqrt{3}}} = 1,87 \Omega$$



$$R'_{2f} = R_{ef} - R_{1f} = 5,08 - 2,5 = 2,58 \Omega$$

$$R'_c = \frac{R'_2(1-s)}{s}$$

$$2. - I'_{2f} = \frac{U_i f}{\sqrt{(R_1 + \frac{R'_2}{s})^2 + X_{cc}^2}} \quad M_i = \frac{3 \cdot \frac{R'_2}{s} \cdot I'_{2f}{}^2}{\frac{2\pi n_1}{60}}$$

ARRANQUE  $\Rightarrow s = 1$

$$I'_{2fa} = \frac{400}{\sqrt{(2,5 + \frac{2,58}{1})^2 + 1,84^2}} = 73,89 \text{ A} \quad I'_{2a} = \sqrt{3} \cdot I'_{2fa} = \sqrt{3} \cdot 73,89 = 127,98$$

NOMINAL  $\Rightarrow s_n$        $s_n = \frac{1000 - 970}{1000} = 0,03$

$$I'_{2fn} = \frac{400}{\sqrt{(2,5 + \frac{2,58}{0,03})^2 + 1,84^2}} = 4,52 \text{ A} \quad I'_{2n} = \sqrt{3} \cdot I'_{2fn} = \sqrt{3} \cdot 4,52 = 7,83 \text{ A}$$

$$3. - M_a = \frac{3 \cdot \frac{2,58}{1} \cdot 73,89^2}{\frac{2\pi \cdot 1000}{60}} = 403,54 \text{ Nm}$$

$$M_n = \frac{3 \cdot \frac{2,58}{0,03} \cdot 4,52^2}{\frac{2\pi \cdot 1000}{60}} = 50,33 \text{ Nm} \quad CS = \frac{M_{mu}}{M_n} = \frac{407,65}{50,33} = 8,1$$

$$s_{in} = \frac{R'_2}{\sqrt{R_{1f}^2 + X_{ccf}^2}} = \frac{2,58}{\sqrt{2,5^2 + 1,84^2}} = 0,826$$

$$M_{mu} = \frac{3 \cdot \frac{2,58}{0,826} \cdot 400^2}{\frac{2\pi \cdot 1000}{60} \left[ (2,5 + \frac{2,58}{0,826})^2 + 1,84^2 \right]} = 407,65 \text{ Nm}$$

$$M_u = M_n - M_p = 50,33 - \frac{200}{\frac{2\pi \cdot 970}{60}} = 50,33 - 1,97 = 48,36 \text{ Nm}$$

$$4. - 1 = \frac{R'_2 + R'_r}{\sqrt{R_{1f}^2 + X_{ccf}^2}} = \frac{2,58 + R'_r}{\sqrt{2,5^2 + 1,84^2}} = \frac{2,58 + R'_r}{3,12} \Rightarrow R'_r = 0,54 \Omega$$

$$m_1 = m_2 = 3 \Rightarrow \Gamma_1 = \Gamma_2 = \frac{400}{\frac{520}{\sqrt{3}}} = 1,33 \quad R'_r = \Gamma_1 \cdot \Gamma_2 \cdot R_r$$

$$R_r = \frac{R'_r}{\Gamma_u \cdot \Gamma_i} = \frac{0,54}{1,33 \cdot 1,33} = \underline{\underline{0,31 \Omega}}$$