

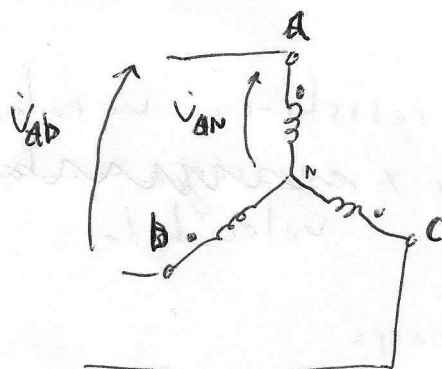
Partida do motor

(14)

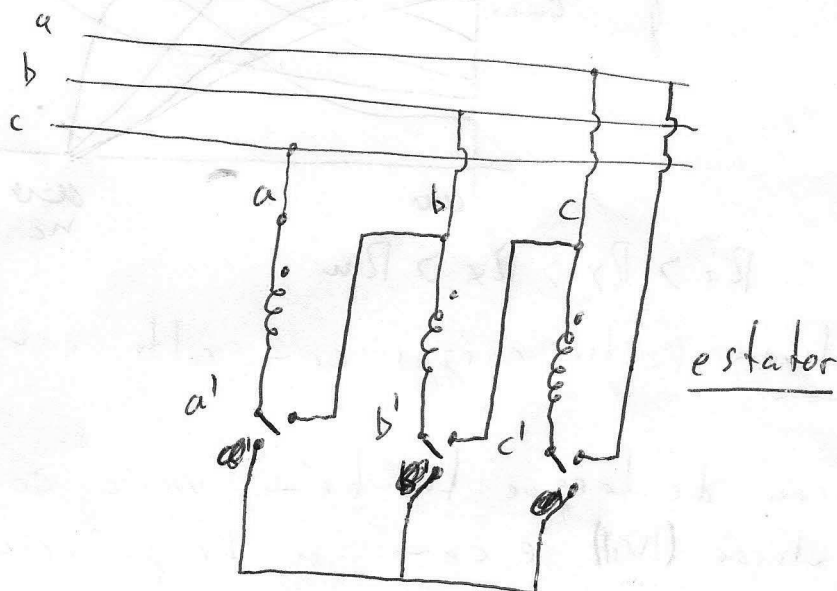
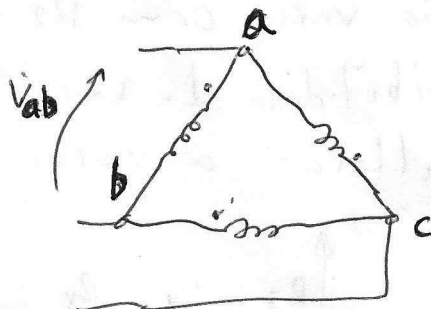
Estrela - triângulo:

Parte-se o motor com o estator ligado em estrela e após um tempo alterna para a ligação em triângulo.

Objetivo: reduzir a corrente de partida. (I_2 depende de V_{TH}).



$$|V_{an}| = \frac{|V_{ab}|}{\sqrt{3}}$$



Exercício

Um motor de quatro polos, 60 Hz, 25 HP e 460 V, conectado em Y tem as seguintes impedâncias (já referidas ao primário):

⑤ $R_1 = 0,641 \, \Omega$

⑥ $R_2 = 0,332 \, \Omega$

⑦ $X_1 = 1,106 \, \Omega$

⑧ $X_2 = 0,464 \, \Omega$

⑨ $x_m = 26,3 \, \Omega$

Perdas rotóricas ($P_{av} + P_{adic} + P_c$) = 1100 W

Para um escorregamento de 2,2%, na tensão nominal e freq. nominal, encontre:

a) velocidade do campo

b) corrente do estator

c) Fator de potência

d) P_{conv} e P_{mec}

e) γ_{ind} e γ_{carga}

f) Eficiência

g) Torques máximo e inicial

h) Dobrada a resistência do rotor quais são s_{max} e o torque inicial?

i) Esboce a curva do torque original e após a inserção da resistência.

Solução:

$$\dot{V}_L = \frac{460 \angle 30^\circ}{\sqrt{3} \angle 30^\circ} = 265,58 \angle 0^\circ \text{ (V)}$$

a)
$$n_c = \frac{60 f_s}{P} = \frac{60 \cdot 60}{2} = 1800 \text{ rpm}$$

$$\omega_c = \frac{\omega_s}{P} = \frac{2\pi f_s}{P} = \frac{2\pi \cdot 60}{2} = 188,5 \text{ rad/s}$$

$$n_r = (1-s)n_c = (1-0,022) \cdot 1800 = 1760 \text{ rpm}$$

$$\omega_r = (1-s)\omega_c = (1-0,022) \cdot 188,5 = 184,4 \text{ rad/s}$$

b) Do circuito equivalente (sem R_c):

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{V}_1}{\bar{Z}_{total}}$$

$$\bar{Z}_{total} = R_1 + jX_1 + \frac{jX_m \cdot (R_2/s + jX_2)}{R_2/s + jX_2 + jX_m}$$

$$\bar{Z}_{total} = 11,7 + j7,8 \text{ (}\Omega\text{)} = 14,06 \angle 33,68^\circ \text{ (}\Omega\text{)}$$

$$\dot{I}_1 = \frac{265,58 \angle 0^\circ}{11,7 + j7,8} = 18,89 \angle -33,68^\circ \text{ (A)}$$

c)
$$FP = \cos \varphi, \quad \varphi = 33,68^\circ$$

$$FP = \cos 33,68^\circ = 0,83 \text{ atrasado (indutivo)}$$

d) ~~RE-CCBL RAB~~

16

Pot. de entrada:

$$P_1 = \sqrt{3} \cdot |V_L| \cdot |I_1| \cdot \cos \varphi$$

$$P_1 = \sqrt{3} \cdot 460 \cdot 18,89 \cdot 0,83$$

$$P_1 = 12525 \text{ (w)}$$

Perda no estator:

$$P_{pbe} = 3 \cdot |I_1|^2 \cdot R_1$$

$$P_{pbe} = 3 \cdot 18,89^2 \cdot 0,641 = 686,33 \text{ (w)}$$

Potência transferida:

$$P_{AG} = P_1 - P_{pbe} \quad (P_c \text{ está somada em perdas rotóricas})$$

$$P_{AG} = 11839 \text{ (w)}$$

Potência convertida:

$$P_{conv} = (1-s) P_{AG} = (1-0,022) \cdot 11839$$

$$P_{conv} = 11578 \text{ (w)}$$

Potência mecânica (útil):

$$P_{mec} = P_{conv} - P_{rotóricas}$$

$$P_{mec} = 11578 - 1100 = 10478 \text{ (w)}$$

$$e) \quad \tau_{ind} = \frac{P_{AG}}{\omega_c} = \frac{11839}{188,5} = 62,81 \text{ (N.m)}$$

$$\tau_{carga} = \frac{P_{mec}}{\omega_r} = \frac{10478}{184,4} = 56,84 \text{ (N.m)}$$

$$f) \quad \eta = \frac{P_{mec}}{P_1} \times 100\% = \frac{10478}{12525} \times 100\%$$

$$\boxed{\eta = 83,66 \%}$$

$$g) \quad \vec{V}_{TH} = \frac{j X_M}{R_1 + j(X_1 + X_M)} \cdot \vec{V}_1 = \frac{j 26,3 \cdot 265,58 \angle 0^\circ}{0,641 + j(1,106 + 26,3)}$$

$$\vec{V}_{TH} = 254,79 \angle 1,34^\circ \text{ (V)}$$

$$\vec{Z}_{TH} = \frac{j X_M (R_1 + j X_1)}{R_1 + j(X_1 + X_M)} = \frac{j 26,3 (0,641 + j 1,106)}{0,641 + j(1,106 + 26,3)}$$

$$\vec{Z}_{TH} = R_{TH} + j X_{TH} = 0,590 + j 1,075 \text{ (}\Omega\text{)}$$

Então:

$$s_{max} = \frac{R_2}{\sqrt{R_{TH}^2 + (X_{TH} + X_2)^2}} = \frac{0,332}{\sqrt{0,59^2 + (1,075 + 0,332)^2}}$$

$$s_{max} = 0,1926 \text{ ou } 19,26\%$$

$$\tau_{max} = \frac{3 \cdot |\vec{V}_{TH}|^2 \cdot R_2 / s}{\omega_c [(R_{TH} + R_2 / s)^2 + (X_{TH} + X_2)^2]}$$

Para s_{max} :

$$\tau_{max} = \frac{3 \cdot 254,79^2 \cdot 0,332 / 0,1926}{188,5 - [(0,59 + 0,332 / 0,1926)^2 + (1,075 + 0,464)^2]}$$

$$\tau_{max} = 230,63 \text{ (N.m)}$$

Alternativa: usar a equação do τ_{max} direto.

$$s_{inicial} = 1$$

$$\tau_{inicial} = \frac{3 \cdot 254,79^2 \cdot 0,332}{188,5 [(0,59 + 0,332)^2 + (1,075 + 0,464)^2]}$$

$$\tau_{inicial} = 106,56 \text{ (N.m)}$$

h) $R_2 = 2 \cdot R_1 = 2 \cdot 0,332 = 0,664 \text{ (m)}$

(18)

Achar $s_{\max}$ e $\tau_{\max}$, como no item "g":

$$s_{\max} = 0,3851 \text{ ou } 38,51\%$$

$$\tau_{\max} = 230,63 \text{ (N.m)}$$

Achar τ_{inicial} , como no item "g":

$$\tau_{\text{inicial}} = 174,06 \text{ (N.m)}$$

i) Curva torque x escorregamento

