

Zadatak 1: Za trofazni asinhroni motor poznato je nominalno klizanje $s_n = 5 \%$ i da je polazni momenat 25 % veći od nominalnog.

Izračunati:

- relativnu vrednost maksimalnog momenta (u odnosu na nominalni momenat) i klizanje pri kome se javlja maksimalni momenat,
- relativnu vrednost polazne struje (u odnosu na nominalnu struju).

Zanemariti otpornosti statora i mehaničke gubitke i smatrati da otpornost namotaja rotora ne zavisi od učestanosti.

Rešenje:

- Zadatak se rešava primenom Klosovog obrasca koji, pri zanemarenjima koja su navedena u postavci zadatka, ima sledeći izgled:

$$\frac{M}{M_{\max}} = \frac{2}{\frac{s}{s_M} + \frac{s_M}{s}}$$

Dakle:

$$\frac{M_{pol}}{M_n} = \frac{M_{pol}}{M_{\max}} = \frac{\frac{2}{1 + \frac{1}{s_M}}}{\frac{2}{\frac{s_n}{s_M} + \frac{s_M}{s_n}}} = 1,25$$

Rešavanjem ove jednačine dobija se da je klizanje pri kome se javlja maksimalni momenat

$$s_M = 0,25$$

Maksimalni momenat se dobija iz jednačine:

$$\frac{M_n}{M_{\max}} = \frac{2}{\frac{s_n}{s_M} + \frac{s_M}{s_n}}$$

čijim se rešavanjem dobija da je $M_{\max} = 2,63 \cdot M_n$

b) Polazna struja se dobija iz izraza:

$$\frac{M_{pol}}{M_n} = \frac{\frac{M_{obk}}{\Omega_1}}{\frac{P_{obn}}{\Omega_1}} = \frac{\frac{P_{Cu2k}}{s_{pol}}}{\frac{P_{Cu2n}}{s_n}} = \frac{s_n}{s_{pol}} \cdot \frac{3 \cdot R_2 I_{pol}^2}{3 \cdot R_2 I_n^2} = s_n \left(\frac{I_{pol}}{I_n} \right)^2$$

$$\frac{I_{pol}}{I_n} = \sqrt{\frac{M_{pol}}{s_n M_n}} = \sqrt{\frac{1,25}{0,05}} = 5 \Rightarrow I_{pol} = 5 \cdot I_n$$

Zadatak 2: Za trofazni osmopolni asinhroni motor sledećih podataka:

$$P_n = 10 \text{ kW}, \quad f = 50 \text{ Hz}, \quad s_n = 6 \%, \quad R_2 = 0,24 \, \Omega, \quad X_{\gamma k2} = 0,6 \, \Omega,$$

odrediti nominalni, maksimalni i polazni momenat i brzinu pri kojoj razvija maksimalni momenat. Na osnovu dobijenih podataka nacrtati u razmeri karakteristiku $M = f(n)$.

Rešenje:

Pri nominalnom režimu rada klizanje i momenat iznose:

$$s_n = 1 - \frac{n_n}{n'} \Rightarrow n_n = (1 - s_n)n' = (1 - 0,06) \cdot 750 = 0,94 \cdot 750 = 705 \text{ ob/min}$$

gde je:

$$n' = \frac{60f}{p} = \frac{60 \cdot 50}{4} = 750 \text{ ob/min}$$

$$M_n = 9,55 \frac{P_n}{n_n} = 9,55 \cdot \frac{10 \cdot 10^3}{705} = 135,45 \text{ Nm}$$

Na osnovu Klosovog obrazca za maksimalni momenat se dobija:

$$\boxed{\frac{M}{M_{\max}} = \frac{2}{\frac{s}{s_M} + \frac{s_M}{s}}}$$

$$\frac{M_n}{M_{\max}} = \frac{2}{\frac{s_n}{s_M} + \frac{s_M}{s_n}} = \frac{2}{\frac{0,06}{0,4} + \frac{0,4}{0,06}} = \frac{2}{0,15 + 6,6} = \frac{2}{6,82} = 0,293$$

$$M_{\max} = \frac{M_n}{0,293} = \frac{135,45}{0,293} = 462,3 \text{ Nm}$$

pri čemu je brzina pri kojoj se razvija maksimalni momenat:

$$s_M = \frac{R_2}{X_{\Sigma 2}} = \frac{0,24}{0,6} = 0,4$$

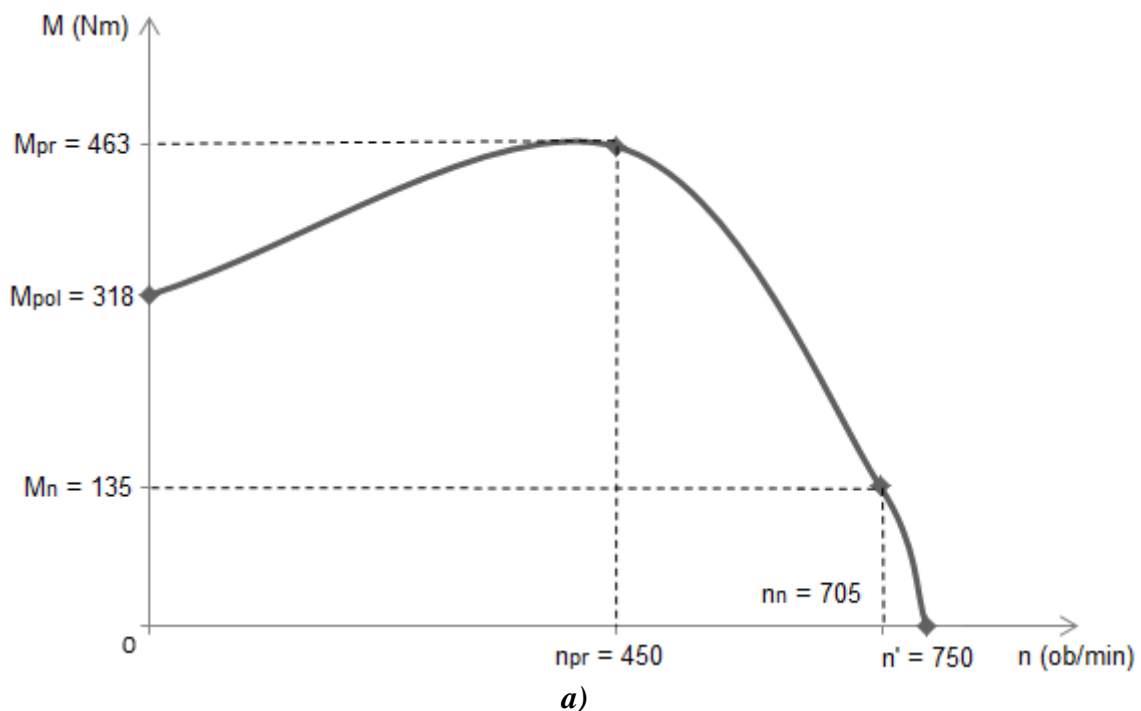
$$s_M = 1 - \frac{n_M}{n'} \Rightarrow n_M = (1 - s_M)n' = (1 - 0,4) \cdot 750 = 450 \text{ ob/min}$$

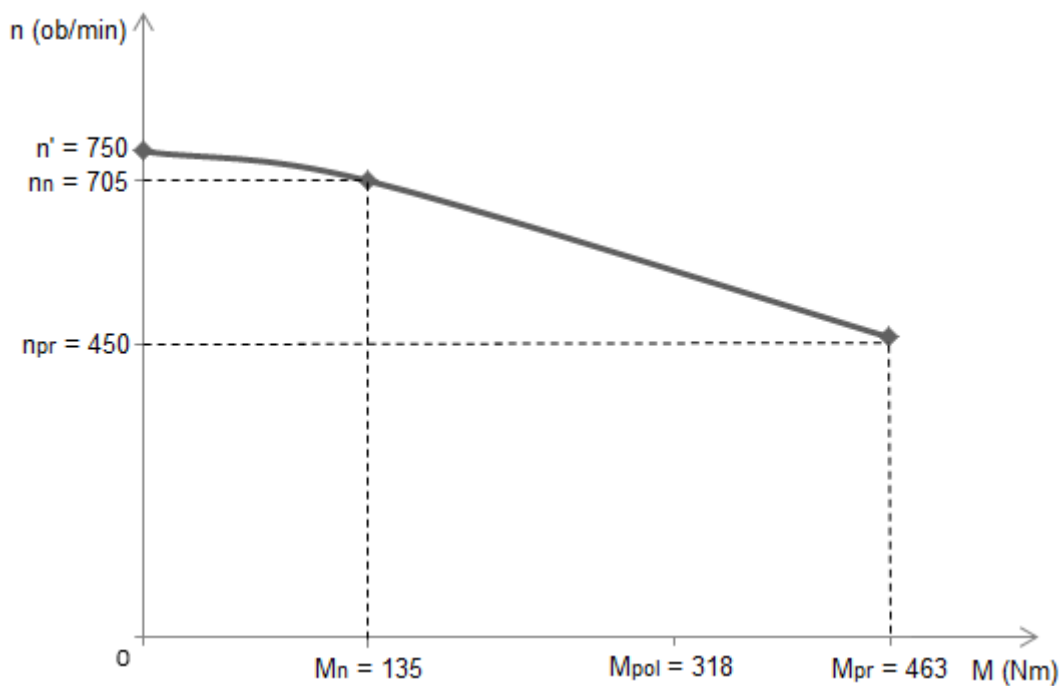
Na sličan način polazni momenat je:

$$\frac{M_{pol}}{M_{\max}} = \frac{2}{\frac{s_{pol}}{s_M} + \frac{s_M}{s_{pol}}} = \frac{2}{\frac{1}{0,4} + \frac{0,4}{1}} = \frac{2}{2,5 + 0,4} = \frac{2}{2,9} = 0,69$$

$$M_{pol} = 0,69 \cdot 462,3 = 318,82 \text{ Nm}$$

Na slici 1a) i b) prikazane su karakteristike $M = f(n)$ i $n = f(M)$.





b)

Slika 1. Karakteristike asinhronog motora: a) $M = f(n)$; b) $n = f(M)$.

Zadatak 3: Ogledima praznog hoda i kratkog spoja trofaznog kaveznog asinhronog motora sledećih podataka: $P_n = 30$ kW, $U_n = 380$ V, $f_n = 50$ Hz, sprega statora Δ , dobijeni su sledeći podaci:

Prazan hod: $U_0 = 380$ V, $I_0 = 20,8$ A, $P_0 = 1,2$ kW,

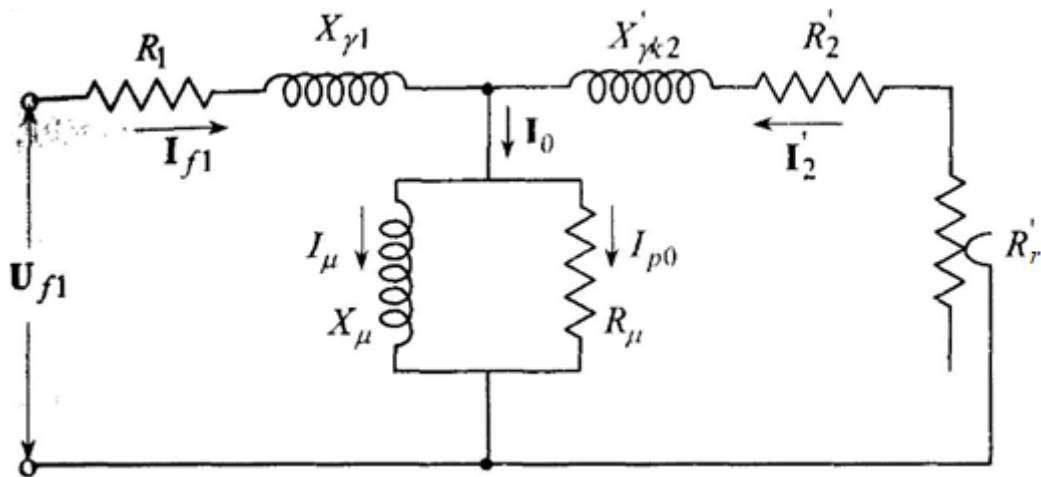
Kratak spoj: $U_k = 100$ V, $I_k = 70$ A, $P_k = 6$ kW.

Između priključnih krajeva statorskog namotaja A i B izmerena je otpornost $R_{AB} = 0,34 \Omega$.

Uzimajući da je $X_{\gamma 1} = X'_{\gamma k 2}$ odrediti parametre ekvivalentne šeme ovog motora.

Rešenje:

Ekvivalentna šema asinhronog motora prikazana je na slici 2:



Slika 2

Sprega statora je trougao, pa važi:

$$U_{kf} = 100 \text{ V}, \quad I_{kf} = \frac{I_k}{\sqrt{3}} = \frac{70}{1,73} = 40,41 \text{ A}, \quad U_0 = 380 \text{ V}, \quad I_{0f} = \frac{I_0}{\sqrt{3}} = \frac{20,8}{1,73} = 12 \text{ A}$$

$$R_{AB} = \frac{R_1 \cdot 2R_1}{3R_1} = \frac{2}{3} R_1; \quad R_1 = \frac{3}{2} R_{AB} = \frac{3}{2} \cdot 0,34 = 0,51 \text{ } \Omega$$

Parametri uzdužne grane ekvivalentne šeme određuju se iz podataka dobijenih ogledom kratkog spoja.

$$Z_k = \frac{U_{kf}}{I_{kf}} = \frac{100}{40,41} = 2,4 \text{ } \Omega$$

$$R_k = \frac{P_k}{3 \cdot I_k^2} = \frac{6 \cdot 10^3}{3 \cdot 40,41^2} = 1,22 \text{ } \Omega$$

$$R_k = R_1 + R_2' = 0,51 + R_2' \Rightarrow R_2' = 0,71 \text{ } \Omega$$

$$X_k = \sqrt{Z_k^2 - R_k^2} = \sqrt{2,4^2 - 1,22^2} = 2,1 \text{ } \Omega$$

$$X_k = X_{\gamma 1} + X'_{\gamma k 2}; \quad X_{\gamma 1} = X'_{\gamma k 2} \Rightarrow X_{\gamma 1} = X'_{\gamma k 2} = \frac{X_k}{2} = \frac{2,1}{2} = 1,05 \text{ } \Omega$$

Parametri poprečne grane ekvivalentne šeme dobijaju se iz podataka dobijenih ogledom praznog hoda.

$$\cos \varphi_0 = \frac{P_0}{\sqrt{3} \cdot U_{0l} I_{0l}} = \frac{1,2 \cdot 10^3}{1,73 \cdot 380 \cdot 12} = 0,087; \quad \sin \varphi_0 = 0,996$$

$$I_{po} = I_{of} \cos \varphi_0 = 12 \cdot 0,087 = 1,05 \text{ A}; \quad I_{\mu} = I_{of} \sin \varphi_0 = 12 \cdot 0,996 = 11,95 \text{ A};$$

$$X_{\mu} = \frac{U_{of}}{I_{\mu}} = \frac{380}{11,95} = 31,79 \Omega; \quad R_{\mu} = \frac{U_{of}}{I_{po}} = \frac{380}{1,05} = 361,9 \Omega$$

U ovoj analizi je zanemaren pad napona na statoru u režimu praznog hoda.

Zadaci za vežbanje

Zadatak 4: Reaktansa ukočenog rotora trofaznog asinhronog motora dva puta je veća od odgovarajućeg aktivnog otpora. Odrediti polazni i maksimalni momenat ovog motora ako se zna da nominalni momenat iznosi 520 Nm i ima se pri klizanju $s_n = 4\%$.

Zadatak 5: Trofazni šestopolni asinhroni motor sa kaveznim rotorom ima polazni momenat $M_{pol} = 1,5 \cdot M_n$ i maksimalni momenat $M_{max} = 2,5 \cdot M_n$. Izračunati nominalnu brzinu i brzinu pri kojoj se javlja maksimalni momenat. Učestanost mreže iznosi $f = 50$ Hz, a otpornosti statora se zanemaruju.

Zadatak 6: Na trofaznom asinhronom motoru sledećih podataka:

$$P_n = 30 \text{ kW}, \quad U_n = 380 \text{ V}, \quad f_n = 50 \text{ Hz}, \quad \text{sprega statora } \Delta,$$

Izmerena je otpornost između priključnih krajeva statorskog namotaja A i B pri temperaturi $\theta = 20^\circ \text{ C}$ i dobijeno je $R_{AB} = 0,3 \Omega$. Nakon toga (pri istoj temperaturi) izvedeni su ogledi praznog hoda i kratkog spoja i dobijeno je:

$$\text{Prazan hod: } U_0 = 380 \text{ V}, \quad I_0 = 20 \text{ A}, \quad P_0 = 1,2 \text{ kW},$$

$$\text{Kratki spoj: } U_k = 100 \text{ V}, \quad I_k = 70 \text{ A}, \quad P_k = 6 \text{ kW}.$$

Za radnu temperaturu od 80° C odrediti parametre ekvivalentne šeme motora. Uzeti da je $X_{\gamma 1} = X'_{\gamma k 2}$.