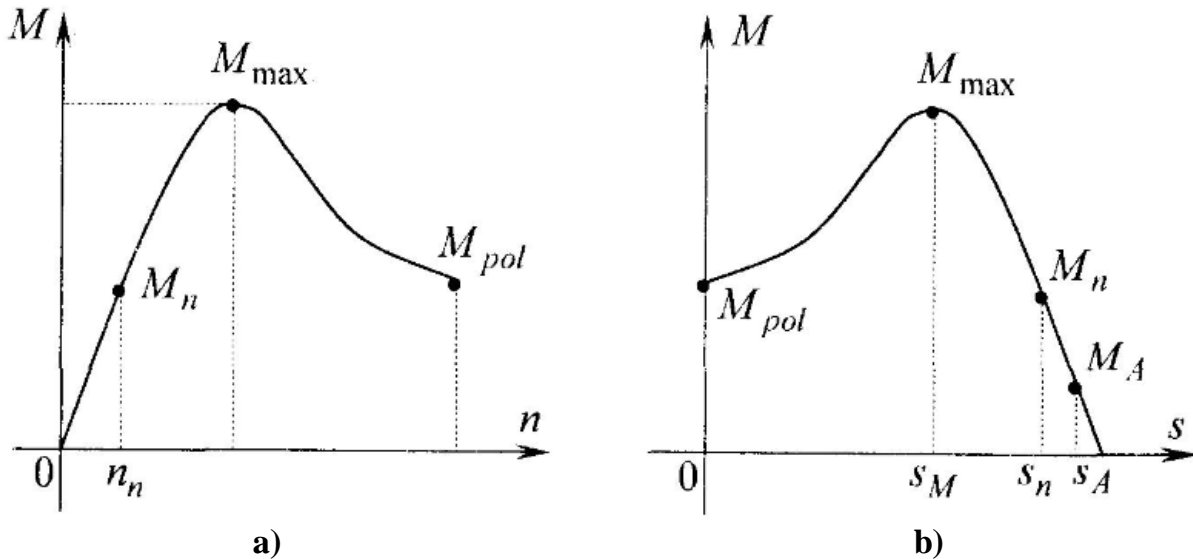


**Zadatak 1:** Trofazni dvopolni asinhroni motor priključen na mrežu učestanosti  $f = 50$  Hz razvija nominalni moment  $M_n = 50$  Nm pri nominalnoj brzini  $n_n = 2880$  o/min. Koliko iznosi brzina obrtanja ovog motora pri opterećenju kome odgovara moment  $M_A = 30$  Nm?

**Rešenje:**

Prema karakteristikama  $M = f(n)$  i  $M = f(s)$  sa slike 1.1 a) i slike 1.1 b), ima se:



**Slika 1.1**

$$M_n : M_A = (n_1 : n_n) : (n_1 : n_A) \quad \text{odnosno} \quad M_n : M_A = s_n : s_A$$

$$s_A = s_n \frac{M_A}{M_n}$$

$$s_n = \frac{n' - n_n}{n'} = \frac{3000 - 2880}{3000} = 0,04$$

$$n' = \frac{60f}{p} = \frac{60 \cdot 50}{1} = 3000$$

Odakle je imajući u vidu da je u datom slučaju  $n' = 3000$  o/min i  $s_n = 0,04$ , dobija se da su klizanje i brzina pri momentu opterećenja  $M_A = 30$  Nm,

$$s_A = 0,04 \cdot \frac{30}{50} = 0,024$$

$$s_A = \frac{n' - n_A}{n'} \Rightarrow n_A = (1 - s_A)n' = (1 - 0,024) \cdot 3000 = 2928 \text{ o/min}$$

**Zadatak 2:** Na tablici trofaznog asinhronog motora upisani su sledeći podaci:  $P = 60$  kW,  $U = 380$  V,  $f = 50$  Hz,  $n = 980$  o/min,  $\cos\varphi = 0,85$ ,  $\eta = 90,9$  %, sprega statora -  $\Delta$ . Koliku struju ovaj motor uzima iz mreže kada radi sa klizanjem  $s = 2,5$  %? Smatrati da su tada faktor snage i stepen iskorišćenja približno isti kao i pri nominalnom režimu rada.

### Rešenje:

Pri nominalnom režimu rada moment i klizanje iznose:

$$M_n = \frac{P_n}{\Omega_n} = \frac{60 \cdot 10^3}{102,63} = 584,6 \text{ Nm}$$

gde je:

$$\Omega_n = \frac{2\pi n}{60} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 980}{60} = 102,63$$

$$s_n = \frac{n' - n_n}{n'} = \frac{1000 - 980}{1000} = 0,02$$

pri čemu su:

$$n = \frac{60f}{p} \Rightarrow p = \frac{60f}{n} = \frac{60 \cdot 50}{980} \approx 3 \quad \text{i} \quad n' = \frac{60f}{p} = \frac{60 \cdot 50}{3} = 1000 \text{ o/min}$$

Prema sl. 1.1 b), moment motora pri klizanju  $s_A = 0,025$  je

$$M_A = M_n \frac{s_A}{s_n} = 584,6 \cdot \frac{0,025}{0,02} = 730,75 \text{ Nm}$$

Kako klizanju  $s_A$  odgovara brzina

$$s_A = \frac{n' - n_A}{n'} \Rightarrow n_A = (1 - s_A)n' = (1 - 0,025) \cdot 1000 = 975 \text{ o/min}$$

to je tada korisna snaga motora

$$P_A = M_A \Omega_A = 730,75 \cdot 102,10 = 74,6 \text{ kW}$$

$$\Omega_A = \frac{2\pi n_A}{60} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 975}{60} = 102,10$$

pa struja koju motor u tom režimu rada uzima iz mreže iznosi

$$P_A = \eta \sqrt{3} U I_A \cos\varphi \Rightarrow I_A = \frac{P_A}{\eta \sqrt{3} U \cos\varphi} = \frac{74,6 \cdot 10^3}{0,909 \cdot 1,73 \cdot 380 \cdot 0,85} = 146,69 \text{ A}$$

**Zadatak 3:** Nominalna brzina obrtanja trofaznog šestopolnog asinhronog motora sa kaveznim rotorom priključenog na nominalni napon  $U_n = 380$  V, učestanosti  $f = 50$  Hz, iznosi  $n_n = 950$  o/min. Motor je opterećen konstantnim otpornim momentom jednakim njegovom nominalnom momentu. Kojom će se brzinom obrtati dati motor u slučaju kada se napon mreže smanji za 10 %.

**Rešenje:**

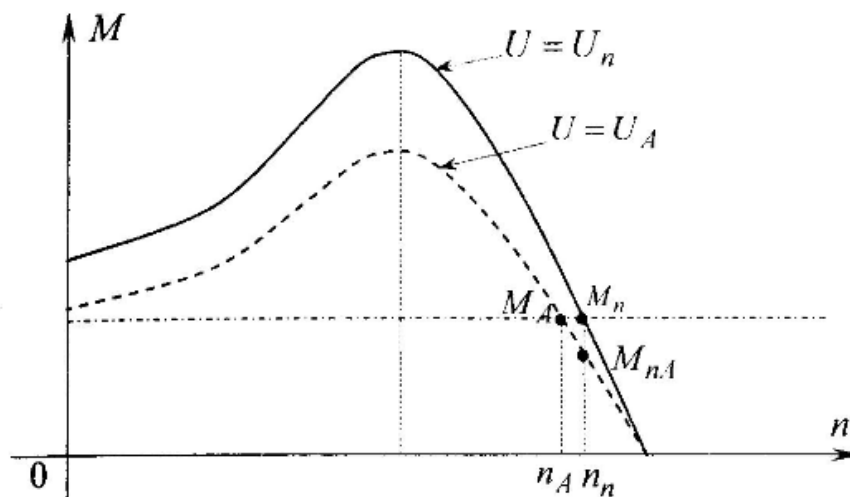
Pošto je moment asinhronog motora srazmeran kvadratu napona napajanja, motor pri klizanju  $s_n$  razvija moment:

$$M_n = \frac{P_n}{\Omega_n} = \frac{U_n^2}{\frac{2\pi n}{60}} = kU_n^2, \quad k = \text{const.}$$

a pri naponu  $U_A = 0,9 \cdot U_n$  i istom klizanju  $s_n$  momenat

$$M_n = kU_A^2 = k(0,9 \cdot U_n)^2$$

Sa karakteristike momenta  $M = f(n)$  za smanjenu vrednost napona (karakteristika izvučena isprekidanom linijom na slici 3.1) sledi, imajući u vidu njenu linearnost na radnom delu:



Slika 3.1

$$M_A : M_{nA} = (n' - n_A) : (n' : n_n)$$

$$U_A = 0,9U_n = 0,9 \cdot 380 = 342 \text{ V}, \quad n' = \frac{60f}{p} = \frac{60 \cdot 50}{3} = 1000 \text{ o/min}$$

Kako je  $M_A = M_n$  (motor je opterećen konstantnim momentom jednakim nominalnom momentu) to je

$$\frac{M_n}{M_{nA}} = \frac{n' - n_A}{n' - n_n} \Rightarrow n_A = n' - (n' - n_n) \frac{M_n}{M_{nA}}$$

odnosno

$$n_A = n' - (n' - n_n) \frac{kU_n^2}{k(0,9 \cdot U_n)^2}$$

$$n_A = n' - (n' - n_n) \frac{1}{0,9^2}$$

$$n_A = 1000 - (1000 - 950) \frac{1}{0,9^2}$$

$$n_A = 938 \text{ o/min}$$

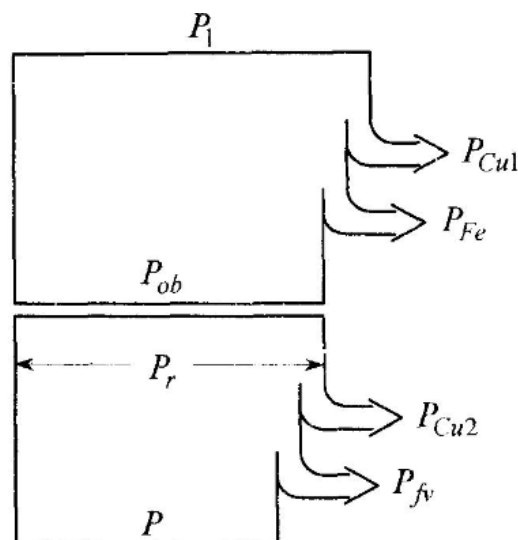
**Zadatak 4:** Za trofazni asinhroni motor sledećih podataka:  $P_n = 10 \text{ kW}$ ,  $f = 50 \text{ Hz}$ ,  $n_n = 970 \text{ o/min}$ , poznato je da su gubici u bakru statora i gubici u bakru rotora jednaki, da gubici u gvožđu iznose polovinu gubitaka u bakru rotora i da su mehanički gubici 4 % nominalne snage.

Nacrtati energetski bilans asinhronog motora i izračunati za nominalni režim rada gubitke u bakru rotora, snagu obrtnog magnetnog polja, stepen iskorišćenja, elektromagnetni moment i korisni moment.

### Rešenje:

Na slici 4.1. je prikazan energetski bilans asinhronog motora, pri čemu je:

$$P_{ob} : P_r : P_{Cu2} = 1 : (1 - s) : s$$



Slika 4.1

Tražene vrednosti se nalaze na sledeći način:

$$s_n = \frac{n' - n_n}{n'} = \frac{1000 - 970}{1000} = 0,03, \quad n' = \frac{60f}{p} = \frac{60 \cdot 50}{3} = 1000 \text{ o/min}$$

$$P_r = P_n + P_{f\gamma} = 10000 + 400 = 10400 \text{ W}$$

$$P_{Cu2} = \frac{s}{1-s} P_r = \frac{0,03}{1-0,03} \cdot 10400 = 321,65 \text{ W}$$

$$P_{ob} = P_r + P_{f\gamma} = 10400 + 321,65 = 10721,65 \text{ W} \quad \left( P_{ob} = \frac{P_{Cu2}}{s} = \frac{321,65}{0,03} = 10721,65 \text{ W} \right)$$

$$P_1 = P_{ob} + P_{Cu1} + P_{Fe} = 10721,65 + 321,65 + 160,82 = 11204,12 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P}{P_1} = \frac{10000}{11204,12} = 0,89$$

$$M_{elm} = \frac{P_{ob}}{\Omega'} = \frac{P_{ob}}{\frac{2\pi n'}{60}} = \frac{10721,65}{\frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1000}{60}} = \frac{10721,65}{104,72} = 102,4 \text{ Nm}$$

$$M = \frac{P_n}{\Omega} = \frac{P_{ob}}{\frac{2\pi n_n}{60}} = \frac{10000}{\frac{2 \cdot 3,14 \cdot 970}{60}} = \frac{10000}{101,58} = 98,5 \text{ Nm}$$

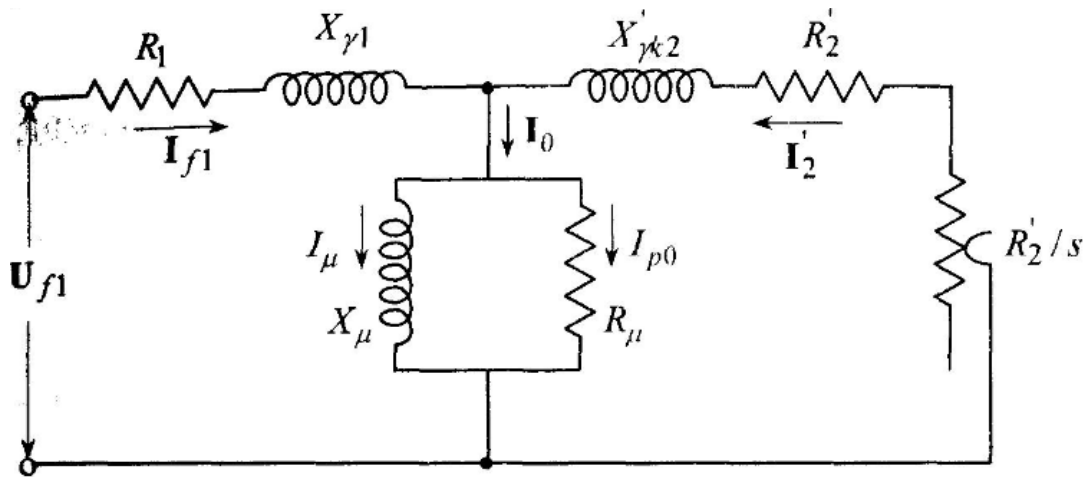
**Zadatak 5:** O trofaznom četvoropolnom asinhronom motoru poznati su sledeći podaci:

$$U_n = 500 \text{ V}, \quad f = 50 \text{ Hz}, \quad s_n = 2,5 \%, \quad P_{Fe} = 1600 \text{ W}, \quad P_{fv} = 800 \text{ W}, \\ I_\mu = 40 \text{ A}, \quad \text{sprega} - \Delta, \quad Z_{k1} = Z_{k2} = (0,6 + j0,25) \Omega.$$

Odrediti, za režim rada kada motor radi sa klizanjem  $s = 2,5 \%$  ekvivalentnu impedansu motora, faznu i linijsku struju statora, faktor snage, utrošenu snagu, snagu obrtnog polja, korisnu snagu, stepen iskorišćenja i moment na osovini motora.

**Rešenje:**

Ekvivalentna šema asinhronog motora prikazana je na slici 5.1.



Slika 5.1

Tražene vrednosti se nalaze na sledeći način:

$$X_{\mu} = \frac{U_1}{I_{\mu}} = \frac{500}{40} = 12,5 \Omega$$

$$R_{\mu} = \frac{qU_1^2}{P_{Fe}} = \frac{3 \cdot 500^2}{1600} = 468,75 \Omega$$

$$Z_{e1} = R_1 + jX_{\gamma 1} + \frac{\left( \frac{R'_2}{s} + jX_{\gamma 2} \right) \frac{R_{\mu} \cdot jX_{\mu}}{R_{\mu} + jX_{\mu}}}{\frac{R'_2}{s} + jX_{\gamma 2} + \frac{R_{\mu} \cdot jX_{\mu}}{R_{\mu} + jX_{\mu}}} = 2,45 \cdot e^{j21,54^{\circ}} \Omega$$

$$I_{f1} = \frac{U_1}{Z_{e1}} = \frac{500}{40} = 204 \text{ A}, \quad I_{11} = \sqrt{3} \cdot I_{f1} = 1,73 \cdot 204 = 353,3 \text{ A}$$

$$\cos \varphi_1 = \frac{R_e}{Z_e} = \frac{2,27}{2,45} = 0,929, \quad P_1 = qU_1 I_{1f} \cos \varphi_1 = 3 \cdot 500 \cdot 204 \cdot 0,929 = 284274 \text{ W}$$

$$P_{Cu1} = qR_1 I_{1f}^2 = 3 \cdot 0,6 \cdot 204^2 = 74908,8 \text{ W}$$

$$P_{ob} = P_1 - (P_{Cu1} + P_{Fe}) = 284274 - 74908,8 - 1600 = 207765,2 \text{ W}$$

$$P_{Cu2} = sP_{ob} = 0,025 \cdot 207765,2 = 5194,13 \text{ W}$$

$$P_2 = P_{ob} - (P_{Cu2} + P_{f\gamma}) = 207765,2 - 5194,13 - 800 = 201771,07 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{201771,07}{284274} = 0,71$$

$$n = n' (1 - s) = 1463 \text{ o/min}$$

$$M = \frac{P}{\Omega} = \frac{201771,07}{\frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1463}{60}} = 1317 \text{ Nm}$$

## Zadaci za vežbanje

**Zadatak 6:** Za trofazni asinhroni motor sledećih nominalnih podataka:  $P = 15 \text{ kW}$ ,  $U = 380 \text{ V}$ ,  $I = 30 \text{ A}$ ,  $f = 50 \text{ Hz}$ ,  $n = 960 \text{ o/min}$ , sprega statora -  $\Delta$ , odrediti brzinu obrtanja u režimu kada iz mreže uzima struju  $I_A = 20 \text{ A}$ , ako se zna da faktor snage i stepen iskorišćenja tada iznose  $\cos\varphi = 0,81$  i  $\eta = 83 \%$ .

**Zadatak 7:** Trofazni kavezni četvoropolni asinhroni motor sledećih podataka:  $P_n = 5 \text{ kW}$ ,  $U_n = 380 \text{ V}$ ,  $f = 50 \text{ Hz}$ ,  $n_n = 1440 \text{ o/min}$ , sprega statora -  $\Delta$ , pokreće ventilator čiji je moment srazmeran kvadratu brzine i koji pri brzini  $n_A = 1000 \text{ o/min}$  iznosi  $M_A = 20 \text{ Nm}$ .

Odrediti brzinu obrtanja i struju koju ovaj motor uzima iz mreže u slučaju kada pokreće dati ventilator. Faktor snage i stepen iskorišćenja motora tada iznose  $\cos\varphi = 0,85$  i  $\eta = 82 \%$ .

**Zadatak 8:** Trofazni četvoropolni asinhroni motor sledećih podataka:  $10 \text{ kW}$ ,  $220 \text{ V}$ ,  $60 \text{ Hz}$ , sprega Y, ima struju statora od  $26,2 \text{ A}$  pri  $\cos\varphi = 0,78$  i klizanje  $s = 5 \%$ . Mehanički gubici iznose  $250 \text{ W}$ .

Parametri motora su:  $R_1 = 0,3 \Omega$ ,  $X_{\gamma 1} = X'_{\gamma 2} = 1,25 \Omega$ ,  $R_\mu = 150 \Omega$ ,  $X_\mu = 18 \Omega$ .

Odrediti struju rotora pri klizanju  $s = 5 \%$ , polaznu struju statora, korisnu snagu, stepen iskorišćenja i elektromagnetni moment.