

Zadatak 1: Trofazni asinhroni motor priključen na mrežu učestanosti $f = 50$ Hz ima sinhronu brzinu $n' = 1000$ o/min i nominalnu brzinu obrtanja $n_n = 950$ o/min. Odrediti:

- broj polova motora;
- nominalno klizanje;
- učestanost motora pri nominalnom režimu rada;
- brzinu obrtanja obrtnog magnetnog polja statora u odnosu na rotor pri nominalnom režimu rada;
- brzinu obrtanja obrtnog magnetnog polja rotora u odnosu na stator.

Rešenje:

a) $p = ?$

$$n' = \frac{60f}{p} \Rightarrow p = \frac{60f}{n'} = \frac{60 \cdot 50}{1000} = 3$$

b) $s_n = ?$

$$s_n = \frac{n' - n_n}{n'} = \frac{1000 - 950}{1000} = 0,05$$

c) $f'' = ?$

$$f'' = \frac{pn''}{60} = \frac{p(n' - n)}{60} \cdot \frac{n'}{n'} = f' \cdot s = 50 \cdot 0,05 = 2,5 \text{ Hz}$$

d) $n'' = ?$

$$n'' = n' - n = 1000 - 950 = 50 \text{ ob/min}$$

e) $n_{rot} = ?$

$$n_{rot} = n'' + n_n = 50 + 950 = 1000 \text{ ob/min}$$

Zadatak 2: Odrediti učestanost *ems* rotora trofaznog šestopolnog asinhronog motora sa namotanim rotorom, priključenog na mrežu učestanosti $f = 50$ Hz, čiji su krajevi namota rotora otvoreni i čiji se rotor obrće pomoću desetopolnog kaveznog asinhronog motora, priključenog na istu mrežu, koji radi sa klizanjem $s = 2\%$ i koji rotor prvog motora obrće:

- u smeru obrtnog magnetnog polja;
- suprotno smeru obrtanja obrtnog magnetnog polja.

Rešenje:

$\begin{aligned} &\text{I AM} \\ &p = 3 \\ &f = 50 \text{ Hz} \\ n'_I &= \frac{60f}{p} = \frac{60 \cdot 50}{3} = 1000 \text{ ob/min} \end{aligned}$	$\begin{aligned} &\text{II AM} \\ &p = 5 \\ &f = 50 \text{ Hz} \\ n'_{II} &= \frac{60f}{p} = \frac{60 \cdot 50}{5} = 600 \text{ ob/min} \end{aligned}$
---	--

Brzina kojom drugi motor obrće rotor prvog motora iznosi:

$$s_{II} = \frac{n'_I - n_{II}}{n'_I} \Rightarrow n_{II} = n'_I(1 - s_{II}) = 600(1 - 0,02) = 588 \text{ ob/min}$$

pa, pošto je sinhrona brzina prvog motora $n'_I = 1000$ ob/min tražene vrednosti učestanosti *ems* rotora su:

$$\text{a) } s = \frac{n'_I - n_{II}}{n'_I} = \frac{1000 - 588}{1000} = 0,412, \quad f_{II} = sf_I = 0,412 \cdot 50 = 20,6 \text{ Hz}$$

$$\text{b) } s = \frac{n'_I + n_{II}}{n'_I} = \frac{1000 + 588}{1000} = 1,588, \quad f_{II} = sf_I = 1,588 \cdot 50 = 79,4 \text{ Hz}$$

Zadatak 3: O trofaznom četvoropolnom kaveznom asinhronom motoru koji je priključen na mrežu učestanosti $f = 50$ Hz, znaju se sledeći podaci: maksimalna vrednost indukcije obrtnog polja $B_{obm} = 0,7$ T, aktivna dužina rotora $l = 0,5$ m i prečnik rotora $D = 0,4$ m. Odrediti:

- magnetni fluks po polu, uzimajući da se magnetno polje u međugvožđu menja po prostoperiodičnom zakonu;
- indukovanu ems u jednom provodniku rotora kada je rotor ukočen i kada motor radi sa klizanjem $s = 6\%$.

Rešenje:

- Pošto se magnetno polje menja po prostoperiodičnom zakonu to magnetni fluks po polu iznosi:

$$\Phi = l \int_0^{\tau} b dx = l \tau B_{obsr} = l \tau \frac{2}{\pi} B_{obm}$$

gde je $\tau = \frac{\pi D}{2p}$, dužina polnog koraka. Dakle,

$$\Phi = l \frac{\pi D}{2p} \cdot \frac{2}{\pi} B_{obm} = \frac{l D B_{obm}}{p} = \frac{0,5 \cdot 0,4 \cdot 0,7}{2} = 0,07 \text{ Wb}$$

- Brzina presecanja provodnika rotora od strane obrtnog polja statora je

$$n'' = n' - n = n' - n'(1-s) = sn'$$

pa je efektivna vrednost indukovane ems u jednom provodniku rotora

$$E_1 = l v_2 B_{\delta} = l \Omega_2 R \frac{B_{obm}}{\sqrt{2}} = l \frac{2\pi n''}{60} \cdot \frac{D}{2} \cdot \frac{B_{obm}}{\sqrt{2}}$$

odnosno

$$E_1 = \frac{\pi n''}{\sqrt{2} \cdot 60} l D B_{obm}$$

Sinhrona brzina u datom slučaju iznosi

$$n' = \frac{60f}{p} = \frac{60 \cdot 50}{2} = 1500 \text{ ob/min}$$

Pa je indukovana ems :

- pri ukočenom rotoru, kada je $n = 0$ i $s = 1$, odnosno $n_2 = 1500$ ob/min

$$E_1 = \frac{3,14 \cdot 1500}{\sqrt{2} \cdot 60} \cdot 0,5 \cdot 0,4 \cdot 0,7 = 7,78 \text{ V}$$

Zadatak 4: Dat je trofazni induktor sledećih podataka: $N_f = 112$, $I = 14$ A, $\delta' = 0,9$ mm, $p = 2$, $Z = 48$, $y = \tau$. Izračunati:

- maksimalnu vrednost jačine polja;
- maksimalno obrtno magnetno polje.

Rešenje:

- Maksimalna vrednost jačine polja B_m je:

$$B_m = \frac{4}{\pi} B, \quad B = \frac{\mu_0}{2\delta'} \cdot \frac{N_n I \sqrt{2}}{p}$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}, \quad N_n = q \cdot N_f = 3 \cdot 112 = 336$$

$$B_m = \frac{4}{3,14} \cdot \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 10^{-7}}{2 \cdot 0,0009} \cdot \frac{336 \cdot 14 \cdot 1,72}{2} = 2,96 \text{ T}$$

- Maksimalno obrtno magnetno polje B_{obm} je:

$$B_{obm} = k \frac{q}{2} B_m$$

gde je koeficijent $k = k_t \cdot k_p$.

Pojasni navojni sačinilac je:

$$k_p = \frac{\sin \frac{m}{z} \cdot \frac{\pi}{2}}{m \cdot \sin \frac{1}{z} \cdot \frac{\pi}{2}}$$

$$m = \frac{Z}{2pq} = \frac{48}{2 \cdot 2 \cdot 3} = 4 \text{ - broj žljebova po fazi i polu}$$

$$z = \frac{Z}{2p} = \frac{48}{2 \cdot 2} = 12 \text{ - broj žljebova po polu}$$

$$k_p = \frac{\sin \frac{4}{12} \cdot \frac{\pi}{2}}{4 \cdot \sin \frac{1}{12} \cdot \frac{\pi}{2}} \approx 1$$

Tetivni navojni sačinilac je:

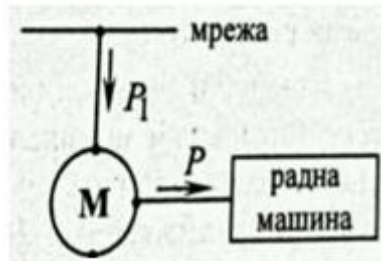
$$k_t = \sin \frac{y}{\tau} \cdot \frac{\pi}{2} = \sin 90^\circ = 1$$

$k = 1$.

$$B_{obm} = 1 \cdot \frac{3}{2} B_m = \frac{3}{2} \cdot 2,96 = 4,44 \text{ T}$$

Zadatak 5: Za pokretanje jedne radne mašine upotrebljen je trofazni kavezni šestopolni asinhroni motor čiji je namot statora spregnut u trougao i koji je priključen na trofaznu mrežu napona $U = 380 \text{ V}$, učestanosti $f = 50 \text{ Hz}$. Tada motor uzima iz mreže struju $I = 17,6 \text{ A}$ i radi sa klizanjem $s = 4,5 \%$, faktorom snage $\cos \varphi = 0,84$ i stepenom iskorišćenja $\eta = 82,2 \%$. Odrediti momenat koji motor razvija i snagu koju predaje radnoj mašini.

Rešenje:



$$\eta = \frac{P}{P_1}$$

Snaga koju motor predaje radnoj mašini je:

$$P = \eta \sqrt{3} UI \cos \varphi = 0,822 \cdot 1,73 \cdot 380 \cdot 17,6 \cdot 0,8 = 7998 \text{ kW} \approx 8 \text{ kW}$$

Kako je brzina rotora $n = n' (1 - s) = 1000(1 - 0,045) = 955 \text{ ob/min}$ to je moment:

$$M = \frac{P}{\Omega} = \frac{P}{\frac{2\pi n}{60}} = \frac{60}{2\pi} \cdot \frac{P}{n} = \frac{60}{2 \cdot 3,14} \cdot \frac{8 \cdot 10^3}{955} = 80 \text{ Nm}$$

Zadatak 6: Radna mašina za čiji pogon je upotrebljen trofazni asinhroni motor, razvija stalni otporni moment $M = 100 \text{ Nm}$ i obrće se brzinom $n = 730 \text{ ob/min}$. Motor čiji je namot statora spregnut u zvezdu priključen je na mrežu napona $U = 380 \text{ V}$, učestanosti $f = 50 \text{ Hz}$. U tom režimu rada motor uzima iz mreže struju $I = 18 \text{ A}$, a gubici u bakru statora jednaki su gubicima u bakru rotora, gubici u gvožđu jednaki su trećini, a mehanički gubici polovini gubitaka u bakru statora. Između priključnih krajeva A i B statora izmeren je otpor $R_{AB} = 1,2 \Omega$. Koliko tada iznosi korisna i utrošena snaga i stepen iskorišćenja motora?

Rešenje:



Korisna snaga motora je:

$$P = M \cdot \Omega = M \cdot \frac{2\pi n}{60} = 100 \cdot \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 730}{60} = 7645 \text{ W}$$

Pošto je otpornost po fazi namota statora $R' = \frac{R_{AB}}{2} = \frac{1,2}{2} = 0,6 \Omega$, gubici u bakru statora su

$$P'_{Cu} = 3R'I_f^2 = 3 \cdot 0,6 \cdot 18^2 = 583,2 \text{ W}$$

Ostali gubici prema uslovu zadatka, iznose:

$$P''_{Cu} = P'_{Cu} = 583,2 \text{ W}$$

$$P_{Fe} = \frac{1}{3} P'_{Cu} = \frac{1}{3} \cdot 583,2 = 194,4 \text{ W}$$

$$P_{fy} = \frac{1}{2} P'_{Cu} = \frac{1}{2} \cdot 583,2 = 291,6 \text{ W}$$

pa je utrošena snaga

$$P_1 = P + \sum P_\gamma = P + P'_{Cu} + P''_{Cu} + P_{Fe} + P_{fy} = 7645 + 583,2 + 583,2 + 194,4 + 291,6 = 9297,4 \text{ W}$$

i stepen iskorišćenja

$$\eta = \frac{P}{P_1} = \frac{7645}{9297,4} = 0,822$$