

EMP + MJSS

Zadaci za samostalni rad u toku prve polovine kursa

Tekst sadrži 12 zadataka koji predstavljaju varijaciju zadataka rađenih u toku časova računskih vežbi. Izmenjene su brojne vrednosti, radni režimi, i slično. Rešenja imaju isto tok kao i rešenja zadataka rađenih na času.

Dati zadaci imaju ulogu *zbirke zadataka*. Zadaci za samostalni rad na 1. delu kursa skupa sa zadacima za samostalni rad na 2. delu kursa predstavljaju skup svih zadataka koje studenti treba da vežbaju u toku predmeta. Zadaci mogu poslužiti za vežbanje, pripremu kolokvijuma i ispita. Konsultacije tokom kojih studenti dobijaju neophodnu pomoć u rešavanju zadataka su organizovane tokom ukupno 8 sati tokom svake nastavne nedelje kao i u toku janskog roka, pre ispita. Konsultacije su organizovane tako da se studentima pružaju po redosledu pristizanja. Sa asistentima je moguće dogovoriti eventualno zakazivanje termina.

Izrada zadataka za samostalni rad značajno pomaže utvrđivanju znanja i dobijanju veće ocene na ispitu.

Pri rešavanju zadataka, važno je savladati sledeće faze:

- Razmevanje teksta zadatka,
- Razumevanje postavljenog problema,
- Sagledavanje teorijskih znanja koje treba primeniti,
- Postupak rešavanja i provera rezultata.

Postupak sa zadacima za samostalni rad je sledeći: Pročitati zadatak, čitko zapisati svoje rešenje u meri u kojoj je to moguće, a potom sa svojim zapisima i konkretnim pitanjima doći na konsultacije radi neophodnih objašnjenja i smernica u rešavanju zadataka.

DRAGOCENU pomoć u rešavanju zadataka i savladavanju gradiva studentima pružaju asistenti. Plan konsultacija od 2 x 2 x 2 sata nedeljno određen je tako da svaki student ima mogućnost da dođe na konsultacije, bez obzira na njegov raspored časova i drugih obaveza. Prema dosadašnjim iskustvima, studenti koji redovno rade i koriste konsultacije polažu ispit u roku, sa uspehom i visokom ocenom.

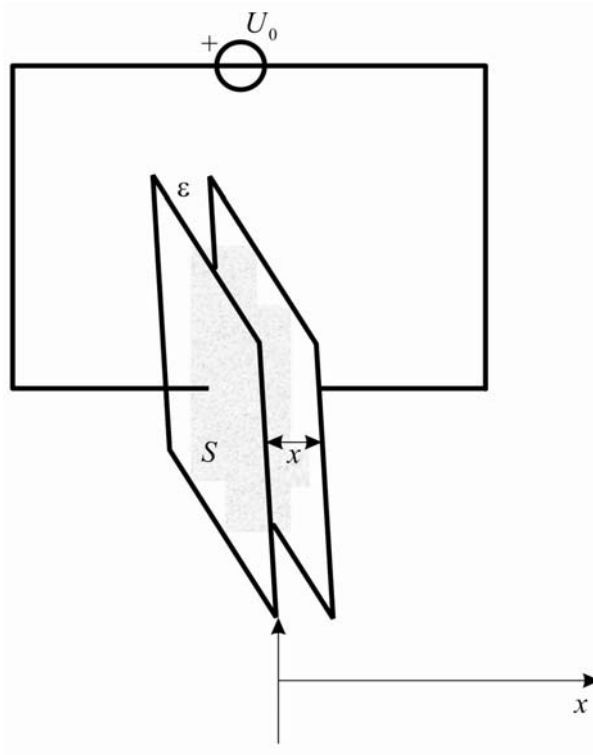
Na konsultacijama možete dobiti i pomoć u davanju odgovora na teorijska pitanja sa *liste teorijskih pitanja* datih na sajtu predmeta.

Termini u kojima možete doći na konsultacije istaknuti su na vratima laboratorije 27.

1. zadatak za samostalni rad

Elektrostatički pretvarač je načinjen u obliku pločastog kondenzatora (vidi sliku desno). Površina njegovih elektroda je S a rastojanje između njih $x_1 = 4$ mm. Smatrati da je rastojanje x mnogo manje od dimenzija ploča, pa se u svim razmatranjima ivični efekti mogu zanemariti a polje smatrati homogenim. Između ploča se nalazi homogeni dielektrik čija je relativna električna permitivnost $\varepsilon_r = 500$. Jedna elektroda kondenzatora je nepokretna dok se druga može pomerati. Elektrode kondenzatora su vezane za generator konstantnog napona $U_0 = 100$ V. Pokretna ploča u datom trenutku počinje da se kreće i pomera se u položaj $x_2 < x_1$. Pri tome je sila $F(x_2)$, kojom jedna ploča deluje na drugu u položaju x_2 , 25 puta veći sile u položaju x_1 , tj. $F_2/F_1 = 25$. Poznato je da se energija električnog polja tokom kretanja promenila za $\Delta W_e = 5$ mJ. (dielektrična konstanta vakuuma $\varepsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}$ AsV⁻¹m⁻¹).

- Odrediti rastojanje između ploča u položaju x_2 .
- Izračunati površinu ploča, S .
- Odrediti količinu energije koja je u ovom procesu preuzeta iz izvora jednosmernog napona, ΔW_i , kao i izvršeni mehanički rad, ΔW_{meh} .



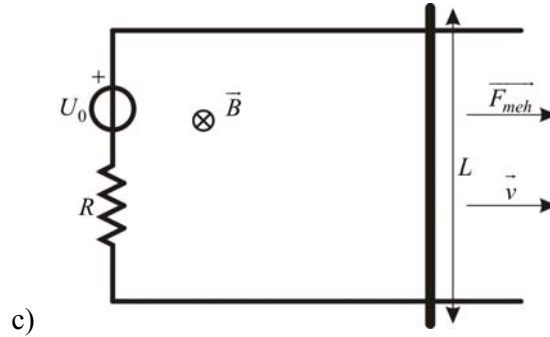
Rešenje 1. zadatka: a) $x_2 = 0.8$ mm b) $S = 0.226$ m² c) $\Delta W_i = 10$ mJ, $\Delta W_{\text{meh}} = 5$ mJ.

2. zadatak za samostalni rad

Na slici desno prikazana su dva nepokretna provodnika (šine) i pokretni provodnik između njih dužine $L = 0.5$ m. Sistem se nalazi u stranom homogenom polju magnetske indukcije $B = 1$ T, čije su linije normalne na ravan u kojoj leže provodnici. Na jednom kraju šina priključen je izvor stalnog napona. Unutrašnja otpornost izvora je $R = 0.5$ Ω , dok mu je napon praznog hoda $U_0 = 5$ V. Otpornosti šina i pokretnog provodnika su zanemarive.

Pokretni provodnik se kreće bez trenja. Na njega deluje spoljašnja sila $F_{meh} = 10 \text{ N}$ sa smerom i pravcem datim na slici. Ako se je uspostavljeno ustaljeno stanje u kome se provodnik kreće konstantnom brzinom v , izračunati:

- Brzinu v u ustaljenom stanju,
- Snagu izvora P_i , snagu gubitaka u kolu $P_{\gamma e}$ i snagu elektromehaničkog pretvaranja, P_{em} .



Rešenje 2. zadatka:

- $v = 30 \text{ m/s}$.
- $P_i = -100 \text{ W}$ (izvor radi kao potrošač energije), $P_{\gamma e} = 200 \text{ W}$, $P_{em} = -300 \text{ W}$ (elektromehanički pretvarač radi kao generator).

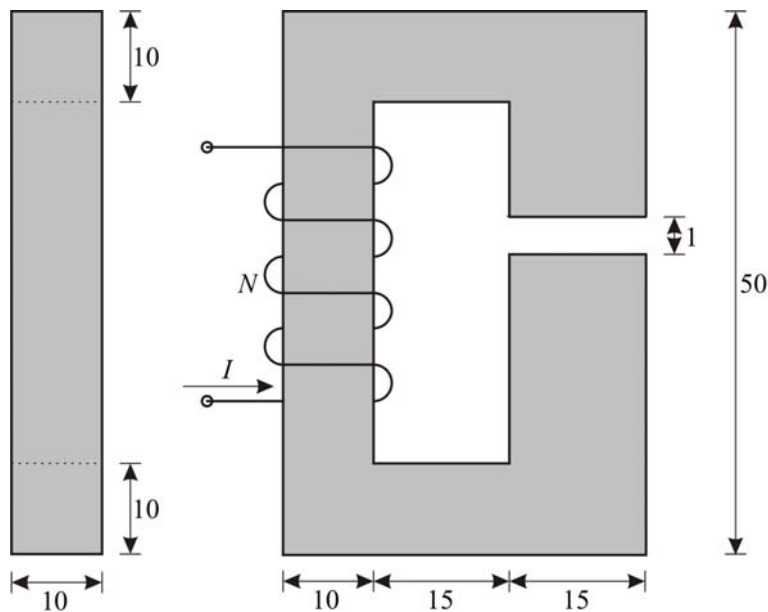
3. zadatak za samostalni rad

Jezgro magnetskog kola prikazano je na slici. Jezgro je načinjeno od linearnog feromagnetskog materijala, konstantne relativne permeabilnosti $\mu_r = 500$. Dimenzije jezgra i procepa su označeni na slici, a date su u milimetrima. Na jezgru je namotano $N = 500$ navojaka, u kojima postoji struja I . U cilju pravilnog funkcionisanja uređaja u kom je magnetsko kolo koristi, neophodno je ograničiti fluks u poprečnom preseku jezgra na vrednost od $\Phi_{max} = 10^{-4} \text{ Wb}$. Zanemarujući ivične efekte i pojavu magnetskog rasipanja:

- Izračunati maksimalnu jačinu struje, I_{max} , u navojcima da bi gore navedeni uslov bio ispunjen. Ako je jačina struje $I = I_{max}$, odrediti ukupnu magnetsku energiju magnetskog polja akumulisanu u vazdušnom zazoru, $W_{m,0}$, kao i ukupnu energiju magnetskog polja u feromagnetskom materijalu $W_{m,fe}$.

Rešenje 3. zadatka:

- $I_{max} = 1.45 \text{ A}$,
- $W_{m,0} = 26.8 \text{ mJ}$, $W_{m,fe} = 9.65 \text{ mJ}$.



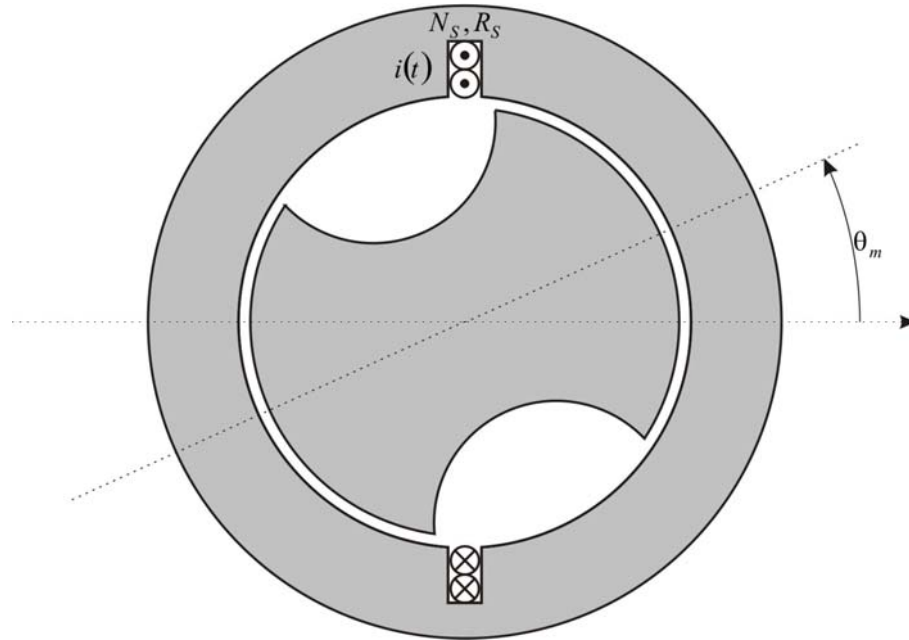
(slika uz zadatak 3)

4. zadatak za samostalni rad

Varijanta 1:

Na slici je prikazan poprečni presek elektromehaničkog pretvarača cilindričnog oblika koji poseduje samo jedan namotaj na nepokretnom delu (statoru). Ovaj namotaj ima $N_S = 20$ zavojava i njegova otpornost je $R_S = 0,5\Omega$. Rotor ovog pretvarača je načinjen tako da mu je magnetska otpornost zavisna od pravca u kome postoji magnetsko polje. Kao posledica toga, magnetska otpornost R_μ [A/Wb], koja postoji na putu fluksa stvorenog dejstvom statorskog namotaja, može se izraziti kao $R_\mu(\theta_m) = 400 / (2 + \cos(2\theta_m))$. Statorski namotaj se napaja iz kontrolisanog izvora strujom $i(t) = \sin(50\pi t)$. Rotor se obrće konstantnom brzinom $\Omega_m = d\theta_m/dt$ tako da se ugao $\theta_m(t)$ prikazan na slici menja po zakonu $\theta_m(t) = \Omega_m t - \pi/3$. Rotor se obrće u smeru suprotnom od smeru kazaljke na satu. Podrazumevajući stacionarni radni režim:

- Izvesti izraz za trenutnu vrednost momenta $m(t)$ i na osnovu toga odrediti uslov za razvijanje momenta čija je srednja vrednost različita od nule.
Ako se pretpostavi da su u analiziranom radnom režimu uspostavljeni uslovi određeni u tački a):
- Odrediti srednju vrednost momenta, M_{sr} .
- Izraziti napon $u(t)$ koji postoji na priključcima statorskog namotaja.
- Odrediti izraz za srednju vrednost snage elektromehaničkog pretvaranja P_{em} i srednju vrednost snage kontrolisanog električnog izvora P_i .



Rešenje 4. zadatka, varijanta 1:

a)
$$m(t) = \left[-0.5 \sin\left(2\Omega_m t - \frac{2\pi}{3}\right) + 0.25 \sin\left(2\Omega_m t - \frac{2\pi}{3} + 100\pi t\right) + 0.25 \sin\left(2\Omega_m t - \frac{2\pi}{3} - 100\pi t\right) \right] [Nm]$$

$$\Omega_m = 50\pi \text{ rad/s.}$$

b)
$$M_{sr} = -\frac{\sqrt{3}}{8} Nm.$$

c)
$$u(t) = \left[0,5 \sin(50\pi t) + 100\pi \cos(50\pi t) + 75\pi \cos\left(150\pi t - \frac{2\pi}{3}\right) - 25\pi \cos\left(50\pi t - \frac{2\pi}{3}\right) \right] [V]$$

d)
$$P_{em} = -34 \text{ W}, P_i = -33,75 \text{ W.}$$

Varijanta 2:

Elektromehanički pretvarač cilindričnog oblika ima jedan namotaj na nepokretnom delu (statoru). Ovaj namotaj ima otpornost $R_s = 2 \Omega$. Pokretni deo pretvarača (rotor) se obrće oko ose koja prolazi sredinom cilindra. Rotor je načinjen tako da njegova magnetska otpornost zavisi od pravca koje ima posmatrano magnetsko polje. Ukoliko se relativni pomeraj rotora u odnosu na stator označi sa θ_m [rad], tada se induktivnost statorskog namotaja motora može predstaviti izrazom $L_s(\theta_m) = 0.05 - 0.03 \cos 2\theta_m - 0.02 \cos 4\theta_m$ [H]. U namotaju statora postoji prostoperiodična struja efektivne vrednosti 5A, frekvencije 40Hz i podesive početne faze. Rotor se obrće brzinom koja se može menjati.

- Odrediti sve ugaone brzine obrtanja rotora pri kojima mašina može razvijati momenat čija je srednja vrednost različita od nule.
- Za slučaj da se rotor obrće najvećom od brzina određenih u tački a), odrediti: najveću srednju vrednost momenta $M_{sr, \max}$ koja se može dobiti, snagu elektromehaničkog pretvaranja $P_{em, \max}$ u datom slučaju, kao i snagu $P_{i, \max}$ koju izvor u datom slučaju predaje mašini.

Rešenje 4. zadatka, varijanta 2:

- a) $\Omega_m = +/-80\pi$ rad/s, $\Omega_m = +/-40\pi$ rad/s, bira se $\Omega_m = 80\pi$ rad/s.
 b) $M_{sr,max} = 0.375$ Nm, $P_{em,max} = 94.25$ W, $P_{i,max} = 144.25$ Nm.

5. zadatak za samostalni rad

Pokretni deo dvostrano napajanog elektromehaničkog pretvarača (rotor) vrši obrtno kretanje ugaonom brzinom $\Omega_m = 20\pi$ rad/s u smeru suprotnom od smera kazaljke na satu. Namotaj na nepokretnom delu (statoru) napaja se iz kontrolisanog izvora strujom prostoperiodične promene, $i_1(t) = 4\cos(50\pi t)$ [A], dok je struja u namotaju rotora $i_2(t) = 3\cos(10\pi t)$ [A]. Sopstvene induktivnosti statorskog i rotorskog namotaja su konstantne i iznose $L_1 = 0.1$ H i $L_2 = 0.04$ H. Međusobna induktivnost dva namotaja zavisi od položaja rotora, $L_{12} = 0.5 \sin(2\theta_m(t))$, gde je $\theta_m(t) = \Omega_m t + \theta_m(0)$. Poznato je da u trenutku $t = 0$ ugao θ_m ima vrednost $\theta_m(0) = \pi/6$. Otpornosti statorskog i rotorskog namotaja su $R_1 = 1 \Omega$ i $R_2 = 2 \Omega$.

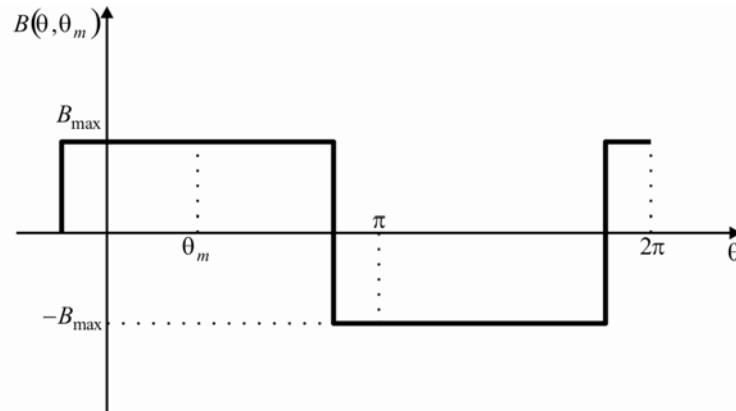
- a) Odrediti promenu elektromagnetskog momenta $m(t)$.
 b) Odrediti srednju vrednost momenta, M_{em} , kao i srednju vrednost snage elektromehaničkog pretvaranja P_{em} .
 c) Odrediti promenu napona na priključcima statorskog namotaja, $u_1(t)$.
 d) Odrediti srednju vrednost snage koja se preko statorskih priključaka predaje pretvaraču, $P_{i,sr}$, u toku vremenskog intervala od $T = 100$ ms.

Rešenje 5. zadatka:

- a) $m(t) = \left[3 \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right) + 3 \cos\left(20\pi t - \frac{\pi}{3}\right) + 3 \cos\left(80\pi t + \frac{\pi}{3}\right) + 1,5 \right] [Nm]$.
 b) $M_{em} = 1.5$ Nm, $P_{em} = 30\pi$ W.
 c) $u_1(t) = \left[4 \cos(50\pi t) - 20\pi \sin(50\pi t) + 37.5\pi \cos\left(50\pi t + \frac{\pi}{3}\right) + 22.5\pi \cos\left(30\pi t + \frac{\pi}{3}\right) \right] [V]$
 d) $P_{i,sr} = 125.81$ W.

6. zadatak za samostalni rad

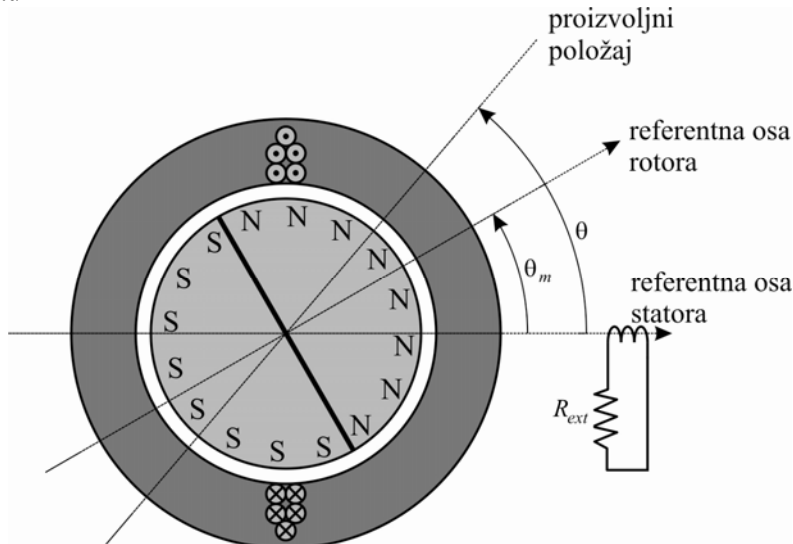
Cilindrična mašina dužine $L = 1$ m sastoji se od pokretnog dela (rotora) i nepokretnog dela (statora). Rotor ima stalni magnet (videti slike 2 i 3). Prečnik rotora $D = 0.5$ m je mnogo veći od širine zazora, δ . Stalni magnet rotora u zazoru stvara magnetsku indukciju sa raspodelom datom na slici 1. Maksimalna vrednost magnetske indukcije je $B_{max} = 1$ T. Rotor se okreće konstantnom brzinom $\Omega_m = 100$ rad/s, u smeru suprotnom smeru kazaljke na satu. Na statoru se nalazi namotaj koji ima(razmatraju sse dva slučaja, A i B)....



Slika 1

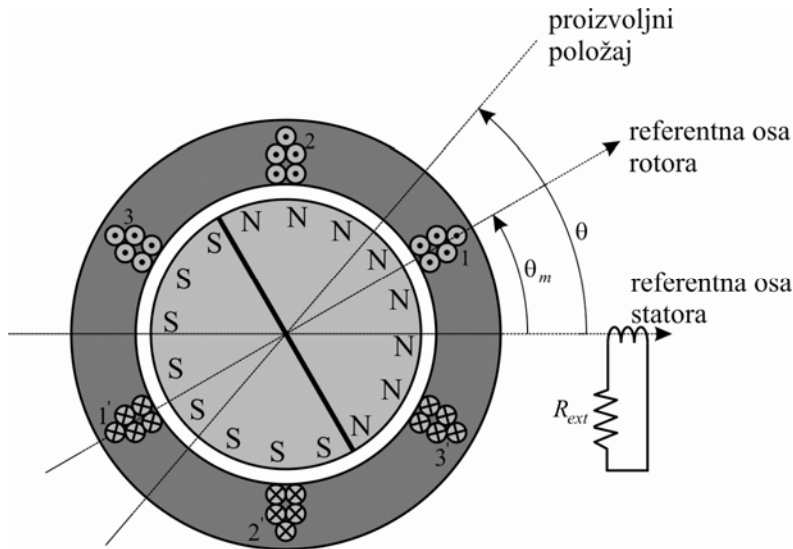
(slučaj A)

5 redno vezanih navojaka čiji su provodnici položeni u dva dijametralno suprotna žleba, u položaju $\theta = +\pi/2$ i položaju $\theta = -\pi/2$



(slučaj B)

15 redno vezanih navojaka podeljenih u tri grupe od po 5 navojaka. Svaka grupa se sastoji od provodnika smeštenih u dijametralno suprotne žlebove. Postoji tri para žlebova, odnosno 6 žlebova. Tri para žlebova su među sobom pomereni za po 60° (slika 3).



Na statorske priključke je povezan spoljašnji otpornik otpornosti $R_{ext} = 50 \Omega$. Impedansa statorskog namotaja je tako mala da se u proračunima može zanemariti. Pored toga, može se smatrati da struje u provodnicima statora imaju vrlo mali efekat na promenu magnetskog polja u zazoru, tako da je opravdano smatrati da rezultatna magnetska indukcija u zazoru ima oblik dat na slici 1, to jest da je ona jednoznačno određena indukcijom koju daje stalni magnet. Pretpostavljajući da je položaj rotora u početnom trenutku $\theta_m(t=0) = 0$, izračunati i nacrtati promenu elektromotorne sile indukovane u statorskom namotaju, $e(t)$, na vremenskom intervalu koji odgovara jednom obrtaju rotora. Zatim odrediti srednju vrednost snage u eksternom otporniku, $P_{\gamma, sr}$. **Uputstvo:** Srednju vrednost snage na otporniku izračunati kao količnik kvadrata efektivne vrednosti elektomotorne sile i otpornosti otpornika. Efektivnu vrednost elektomotorne sile izračunati prema formuli:

$$E_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T e^2(t) dt}.$$

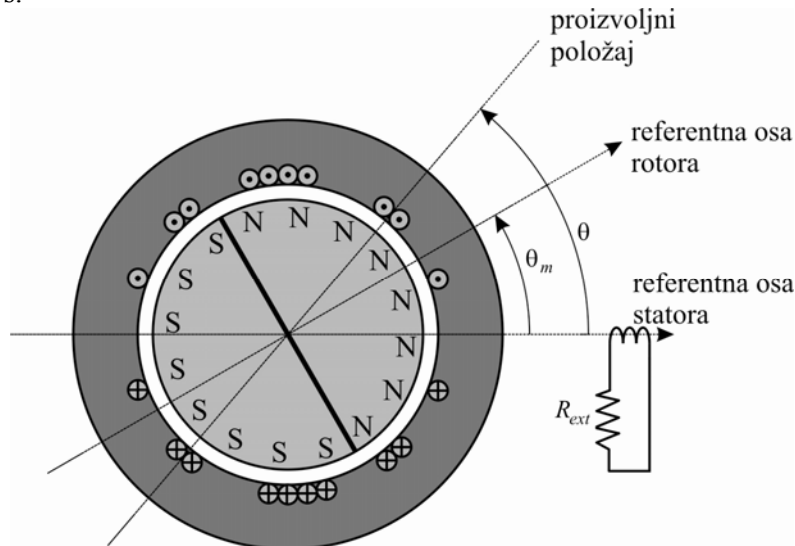
Rešenje 6. zadatka:

- a) $P_{\gamma, sr} = 1250 \text{ W}$.
- b) $P_{\gamma, sr} = 4583.3 \text{ W}$.

7. zadatak za samostalni rad

Cilindrična mašina prikazana na slici ima sledeće dimenzije: dužina mašine $L = 0.5 \text{ m}$, prečnik rotora $D = 0.5 \text{ m}$, širina vazdušnog zazora $\delta = 2 \text{ mm}$. Statorski navojci ove mašine su smešteni u žlebove i imaju prostoperiodičnu raspodelu gustine provodnika, $N'_s(\theta) = 25 \sin(\theta) [m^{-1}]$, gde je θ ugaono rastojanje posmatrane tačke od referentne nepokretne ose statora. Rotor ima stalne magnete koji u zazoru stvaraju polje magnetske

indukcije sa prostornom raspodelom $B(\theta, \theta_m) = 0.5 \cos(\theta - \theta_m)$ [T], gde θ_m označava ugaoni položaj referentne ose rotora u odnosu na osu statorskog namotaja, a θ ugaoni položaj proizvoljne tačke u zazoru u odnosu na istu osu statora. Otpornost statorskog namotaja se može zanemariti ($R_s = 0$), kao i uticaj struje statora na polje u zazoru. Statorski namotaj je kratko spojen spoljašnjim otpornikom, $R_{ext} = 10 \Omega$. Rotor se obrće konstantnom brzinom, $\Omega_m = 100$ rad/s.



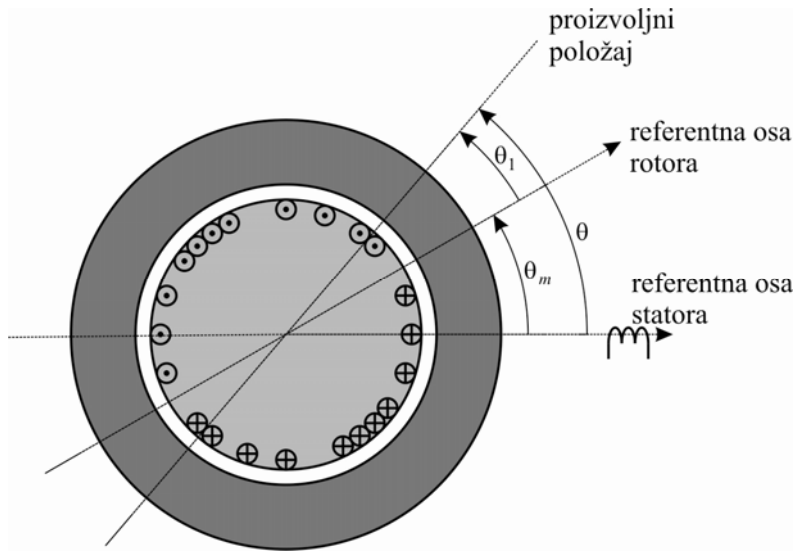
- Odrediti sopstvenu induktivnost statorskog namotaja L_s . (**Uputstvo:** induktivnost statorskog namotaja odrediti kao količnik fluksa u namotaju i statorske struje u uslovima kada je struja statora jedini uzrok nastanku polja, to jest, $L_s = \Psi_s / I_s$ u uslovima kada je indukcija koju stvaraju stalni magneti rotora jednaka nuli ($B_R = 0$)).
- Odrediti efektivnu vrednost statorske struje, $I_{s,rms}$. (**Uputstvo:** efektivnu vrednost statorske struje izračunati kao količnik efektivne vrednosti elektromotorne sile indukovane u statorskom namotaju i impedanse statorskog kola: $I_{s,rms} = E_{rms} / Z_s$. Impedansa statorskog kola uključuje reaktansu statorskog namotaja $X_S = L_S \omega$ i otpornost otpornika, $Z_S = \sqrt{X_S^2 + R_{ext}^2}$. Potrebno je zaključiti i kolika je kružna učestanost ω).

Rešenje 7. zadatka:

- $L_s = 9,64$ mH.
- $I_{s,rms} = 8,64$ A.

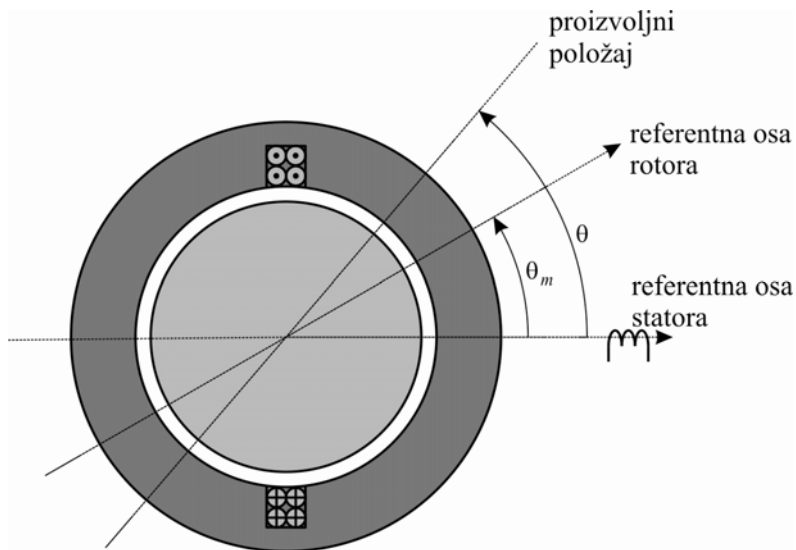
8. zadatak za samostalni rad

Cilindrična mašina dužine L ima rotor prečnika D koji je znatno veći od vazdušnog zazora δ između statora i rotora. Mašina ima jedan namotaj na rotoru u kome postoji stalna struja I_r . Provodnici ovog namotaja su raspoređeni po obimu mašine tako da se podužna gustina provodnika (to jest broj provodnika po jedinici dužine obima) može modelovati kao $N'_r(\theta_1) = N'_{r1,max} \sin(\theta_1) + N'_{r3,max} \sin(3\theta_1)$, gde je θ_1 ugaono rastojanje posmatrane tačke od ose rotorskog namotaja.

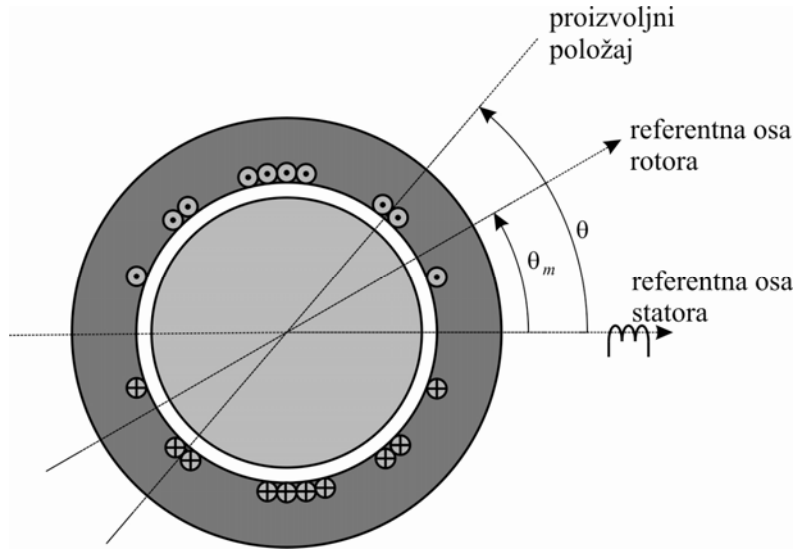


Pored rotorskog, mašina ima i statorski namotaj čiji su krajevi otvoreni. Permeabilnost feromagnetskog materijala od kog je načinjeno magnetsko kolo statora i rotora može se smatrati beskonačno velikom. Pretpostaviti da u zazoru postoji samo radijalno polje pa se tangencijalna komponenta polja može zanemariti.

- Odrediti izraz za prostornu raspodelu magnetne indukcije u zazoru, $B(\theta, \theta_m)$, u funkciji ugaonog pomeraja θ_m koji postoji između osa rotorskog i statorskog namotaja.
- Ako se statorski namotaj sastoji od $2N_s$ provodnika (N_s navojaka) smeštenih u dva dijametralno suprotna žleba statora (videti narednu sliku), odrediti indukovanu elektromotornu silu u njemu u funkciji brzine obrtanja i položaja rotora.



- Ako se statorski namotaj sastoji od redno vezanih provodnika koji su raspodeljeni prostoperiodično po obimu mašine tako da se podužna gustina provodnika može modelovati kao $N'_s(\theta) = N'_{s,max} \sin(\theta)$, gde je θ ugaono rastojanje posmatrane tačke od ose statorskog namotaja (videti narednu sliku), odrediti indukovanu elektromotornu silu $e(\theta_m, \Omega_m)$ u ovom namotaju u funkciji brzine obrtanja i položaja rotora.



Rešenje 8. zadatka:

$$a) \quad B(\theta, \theta_m) = \left[\frac{\mu_0 \left(N'_{r1, \max} \cos(\theta - \theta_m) + \frac{N'_{r3, \max}}{3} \cos(3(\theta - \theta_m)) \right)}{2 \cdot \delta} \right] [T].$$

$$b) \quad e(\theta_m, \Omega_m) = \left[\frac{\mu_0 N_s D^2 L \Omega_m I_r \left(N'_{r1, \max} \sin \theta_m - \frac{N'_{r3, \max}}{3} \sin(3\theta_m) \right)}{2\delta} \right] [V].$$

$$c) \quad e(\theta_m, \Omega_m) = - \left[\frac{\pi \mu_0 L D^3 I_r N'_{s, \max} N'_{r1, \max}}{8\delta} \Omega_m \sin \theta_m \right] [V].$$

9. zadatak za samostalni rad

Generator jednosmerne struje ima podatke $U_{nom} = 220 \text{ V}$, $I_{nom} = 10 \text{ A}$, $R_a = 5 \text{ } \Omega$, $R_p = 500 \text{ } \Omega$. Pobudni namotaj se napaja iz nezavisnog izvora konstantnog napon $U_{p, nom} = 100 \text{ V}$. Pogonska mašina obrće rotor generatora brzinom od $n_{nom} = 1200 \text{ o/min}$. Osim gubitaka u namotajima, svi preostali gubici su vrlo mali i mogu se zanemariti. U svim režimima se može smatrati da je magnetsko kolo generatora nezasićeno, to jest linearno.

- Za opisani radni režim odrediti i grafički prikazati UI karakteristiku generatora (zavisnost $U_{AB} = f(I_a)$).
- Odrediti otpornost dodatnog otpornika R_d u kolu pobude tako da i u slučaju da generator napaja potroča; otpornosti $R_{pot} = 50 \text{ } \Omega$, napon zadržava nominalnu vrednost.
- Za radne uslove opisane u tački b) odrediti snagu elektromehaničkog pretvaranja, P_{em} , kao i momenat M_{pog} kojim pogonska mašina deluje na rotor.
- Tokom rada generatora očekuje se promena struje opterećenja u opsegu $[0, 3I_{nom}]$. Odrediti opseg $[n_{min}, n_{max}]$ u kome je potrebno menjati ugaonu brzinu obrtanja

rotora tako da se pri nominalnoj pobudnoj struji za sve rotorske struje iz navedenog opsega postigne da je napon generatora jednak nominalnom.

Rešenje 9. zadatka:

- a) $U [V] = 270 - 5I_a [A]$.
- b) $R_d = 57,85 \Omega$.
- c) $P_{em} = 1064,8 \text{ W}$, $M_{pog} = 8,47 \text{ Nm}$.
- d) $[n_{min}, n_{max}] = \left[977.17 \frac{ob}{min}, 1643.37 \frac{ob}{min} \right]$.

10. zadatak za samostalni rad

Motor za jednosmernu struju sa nezavisnom pobudom ima nominalne podatke: $U_n = 200 \text{ V}$, $I_n = 20 \text{ A}$, $\Omega_n = 150 \text{ rad/s}$. Otpornost namotaja indukta je $R_a = 2.5 \Omega$. Ovaj motor se napaja nominalnim naponom, nominalnom pobudnom strujom i on pokreće opterećenje koje je konstantno (ne zavisi od brzine) i iznosi $M_{opt} = 20 \text{ Nm}$. Zanimajući pad napona na četkicama, gubitke u gvožđu mašine, gubitke usled trenja i ventilacije, gubitke u pobudnom namotaju kao i reakciju indukta:

- a) Odrediti i nacrtati prirodnu mehaničku karakteristiku motora, $M_{em}(\Omega_m)$. Izračunati i na crtežu naznačiti vrednosti brzine praznog hoda Ω_0 i polaznog momenta, M_{pol} . Za radni režim opisan u tekstu zadatka izračunati brzinu obrtanja rotora, Ω_1 .
- b) Ukoliko se prepolovi vrednost pobudnog fluksa, izračunati i nacrtati novu mehaničku karakteristiku, $M_{em}(\Omega_m)$. Za novonastali radni režim i nepromenjenu vrednost momenta opterećenja, odrediti novu brzinu obrtanja rotora Ω_2 .

Rešenje 10. zadatka:

$$a) \quad M_{em} [Nm] = 80 - 0.4\Omega \left[\frac{rad}{s} \right], \quad \Omega_0 = \Omega(M_{em} = 0) = 200 \frac{rad}{s},$$

$$M_{pol} = M_{em}(\Omega = 0) = 80 Nm,$$

$$\Omega_1 = \Omega(M_{em} = 20 Nm) = 150 \frac{rad}{s}.$$

$$b) \quad M_{em} [Nm] = 40 - 0.1\Omega \left[\frac{rad}{s} \right], \quad \Omega_2 = \Omega(M_{em} = 20 Nm) = 200 \frac{rad}{s}.$$

11. zadatak za samostalni rad

Motor za jednosmernu struju sa nezavisnom pobudom ima dužinu $L = 0.5 \text{ m}$, prečnik rotora od $D = 0.4 \text{ m}$, širinu glavnih polova $W = 0.4 \text{ m}$ i magnetnu indukciju ispod glavnih polova koja pri nominalnom fluksu iznosi $B = 1 \text{ T}$. Poznato je $U_{nom} = 110 \text{ V}$, $I_{nom} = 10 \text{ A}$, $R_a = 1 \Omega$. Ukupan broj rotorskih provodnika je $2N_r = 100$.

- a) Smatrajući da se motor napaja nominalnim naponima, odrediti brzinu Ω_0 kojom se motor obrće u praznom hodu kao i brzinu Ω_n kojom se obrće kada je nominalno opterećen. Odrediti vrednost nominalnog momenta, M_{nom} . (**Uputstvo:** vrednost fluksa u poprečnom preseku statorskog pola izračunati kao proizvod magnetske indukcije B i površine pola $S = L * W$).

- b) Odrediti brzinu obrtanja Ω_2 , struju rotora I_{a2} i ulaznu snagu $P_{in,2}$ u režimu gde je pobudni fluks smanjen na polovinu nominalne vrednosti, dok je momenat opterećenja jednak nominalnoj vrednosti.

Rešenje 11. zadatka:

- a) $\Omega_0 = 34.56 \text{ rad/s}$, $\Omega_n = 31.42 \text{ rad/s}$, $M_{nom} = 31.83 \text{ Nm}$.
 b) $\Omega_2 = 56.55 \text{ rad/s}$, $I_{a2} = 2I_{nom} = 20\text{A}$, $P_{in,2} = 2.2 \text{ kW}$.

12. zadatak za samostalni rad

Motor za jednosmernu struju sa nezavisnom pobudom je nominalno pobuđen. Motor ima sledeće nominalne

podatke: $U_{nom} = 110 \text{ V}$, $I_{nom} = 10 \text{ A}$, $R_a = 1 \Omega$. Poznato je $K_m\Phi_p = K_e\Phi_p = 0.4 \text{ [Vs/rad]}$.

- a) Odrediti i grafički prikazati mehaničku karakteristiku motora $M_{em} = f(\Omega_m)$. Izračunati i na karakteristici označiti vrednosti brzine idealnog praznog hoda Ω_0 i polaznog momenta M_{pol} .
- b) Odrediti brzinu Ω_1 kojom se rotor obrće za slučaj kada je momenat opterećenja jednak četvrtini nominalnog momenta motora.
- c) Ako je isključen napon napajanja, a potom između krajeva armaturnog namotaja priključen otpornik $R_e = 9 \Omega$ i uspostavljeno novo ustaljeno stanje, odrediti i grafički prikazati mehaničku karakteristiku mašine $M_{em} = f(\Omega_m)$ u ovakvom režimu rada. (Uputstvo: pri izvođenju mehaničke karakteristike, napon U_a zameniti sa članom $R_e I_a$, koji predstavlja napon na krajevima armaturnog namotaja. Referentni smer struje rotora je uobičajen, od četkice A kroz namotaj rotora prema četkici B)

Rešenje 12. zadatka:

- a) $M_{em} [Nm] = 44 - 0.16\Omega_m \left[\frac{rad}{s} \right]$, $\Omega_0 = \Omega_m (M_{em} = 0) = 275 \frac{rad}{s}$,
 $M_{pol} = M_{em} (\Omega = 0) = 44 Nm$.
- b) $\Omega_1 = \Omega_m (M_{em} = 1 Nm) = 268.75 \frac{rad}{s}$.
- c) $M_{em} (\Omega_m) = -0.016\Omega_m$.