

Domaći zadatak se rešava samostalno, zapisuje u vežbanku i predaje asistentu. Tokom izrade, može se obratiti asistentu radi konsultacija. Rešenja se zapisuju u vežbanku na čiju naslovnu stranu treba upisati prezime, ime, broj indeksa, kao i email adresu. Sve rezultate i međurezultate u okviru svakog zadatka treba uokviriti pravougaonim ramom. Čitkim rukupisom treba zapisati sve polazne stavove, zaključke, odluke, izvođenja, proračune i obrazloženja koja se imaju tokom rešavanja zadatka. Prilikom izrade domaćeg zadatka, moguće je pisati i običnom olovkom. Domaći zadatak se predaje detaljno ispisan u vežbanci. Nepotpuni ili nečitko ispisan zadaci se neće uzimati u obzir. Termini za predaju će biti saopšteni od strane asistenata.

Tokom odbrane, student usmeno obrazlaže svoje rešenje zadataka. Tokom kraćeg razgovora, student odgovara na manji broj kraćih pitanja vezanih za korake preduzete u rešavanju zadataka.

ELEKTRIČNE MAŠINE 1. domaći zadatak

1. zadatak

Elektrostatički pretvarač je realizovan u formi pločastog kondenzatora. Ploče kondenzatora, između kojih se nalazi vazduh, imaju površinu S i nalaze se na međusobnom rastojanju d . Preko prekidača, ploče kondenzatora mogu biti priključene na izvor napona U .

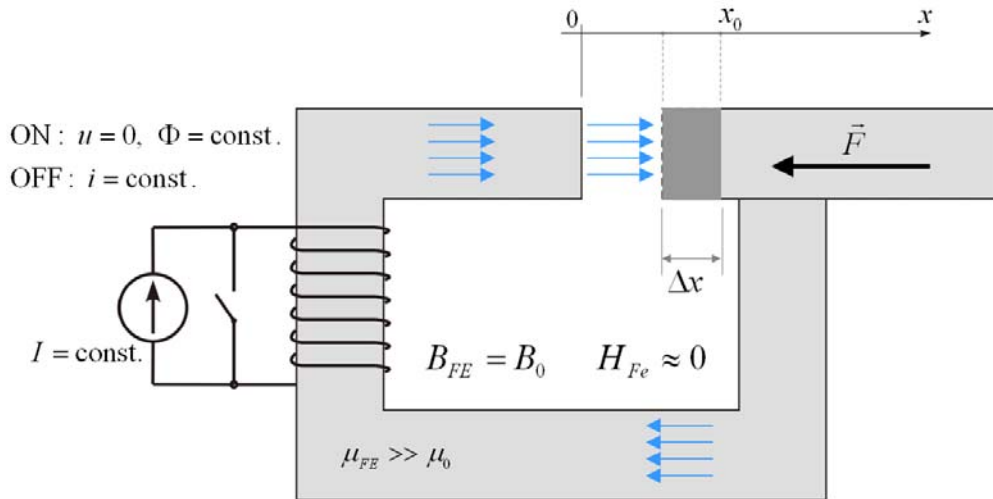
- a) Odrediti silu F_1 koja deluje na ploče u slučaju kada je izvor napona priključen. Silu izraziti u funkciji izvoda energije spreznog polja.
- b) Odrediti silu F_2 koja deluje na ploče u slučaju kada je izvor napona odvojen od ploča kondenzatora, dok se istovremeno na pločama nalazi naelektrisanje Q . Silu izraziti u funkciji izvoda energije spreznog polja.
- c) Smatrati da su uslovi takvi da u oba slučaja na pločama postoji isto naelektrisanje. Izraziti dobijene vrednosti F_1 i F_2 u funkciji naelektrisanja na pločama Q i površine ploča, S . Diskutovati odnos sila F_1 i F_2 .

2. zadatak

Elektrostatički pretvarač sa magnetskim poljem je realizovan u formi datoj na slici. Poznat je presek magnetskog kola S i on se može smatrati konstantnim. Jačine magnetske indukcije u zazoru $x_0 - \Delta x$ i u gvožđu su jednake. Može se smatrati da je permeabilnost gvožđa vrlo velika, tako da je jačina magnetskog polja u gvožđu H_{FE} bliska nuli. Namotaj sa N navojaka se napaja iz strujnog izvora koji se može dovesti u kratak spoj naročitim prekidačem. Koordinata x je definisana na slici. Tokom približavanja kotve, sdesna na levo, x opada.

- a) Odrediti izraz za silu F_1 koja deluje na kotvu u slučaju kada je izvor struje priključen, tj. kada je prekidač otvoren.

- b) Odrediti izraz za silu F_1 koja deluje na kotvu u slučaju kada je namotaj kratko spojen, tj. kada je prekidač zatvoren.



- c) Smatrati da su uslovi takvi da u oba slučaja u magnetskom kolu postoji isti fluks. Izraziti dobijene vrednosti F_1 i F_2 u funkciji fluksa. Diskutovati odnos sila F_1 i F_2 .

3. zadatak

- a) Navesti četiri zanemarenja koja se usvajaju pri modelovanju električnih mašina.
- b) Izvesti i zapisati četiri jednačine koje modeluju pojave u mašini:
- jednačine ravnoteže napona,
 - vezu flukseva i struja,
 - izraz za elektromagnetski momenat,
 - Njutnovu jednačinu mehaničke ravnoteže,

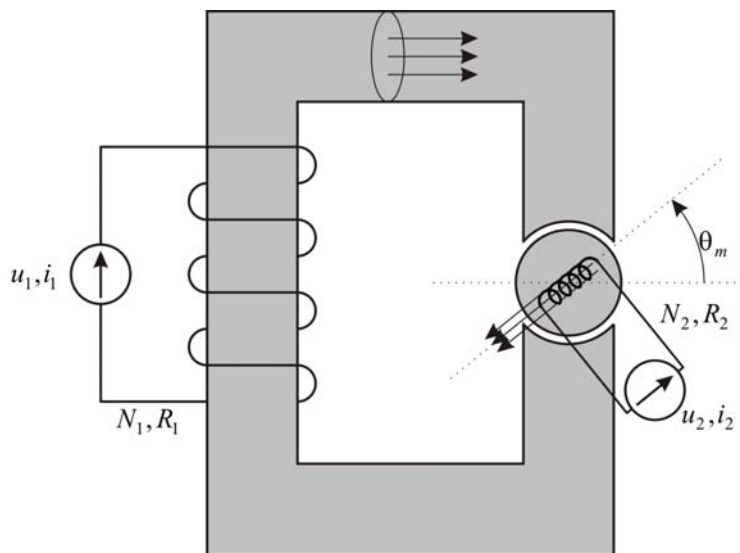
i objasniti veličine koje se u ovim jednačinama javljaju.

4. zadatak

Cilindrična mašina poznatih dimenzija (R, L, δ) poseduje prostoperiodično raspodeljeni strujni plašt na statoru i na rotoru. Amplitude ovih strujnih plašteva su J_{s0} i J_{r0} . Rotor je pomeren u odnosu na stator za ugao θ_m . Izvesti izraz za energiju sprežnog polja, W_m i pokretački momenat, $M_{S \rightarrow R}$. (napomena: koristiti izraze za radijalne komponente magnetskog polja statora i rotora izvedenim na predavanjima).

5. zadatak

Na slici je prikazan dvostrano napajani elektromehanički pretvarač.

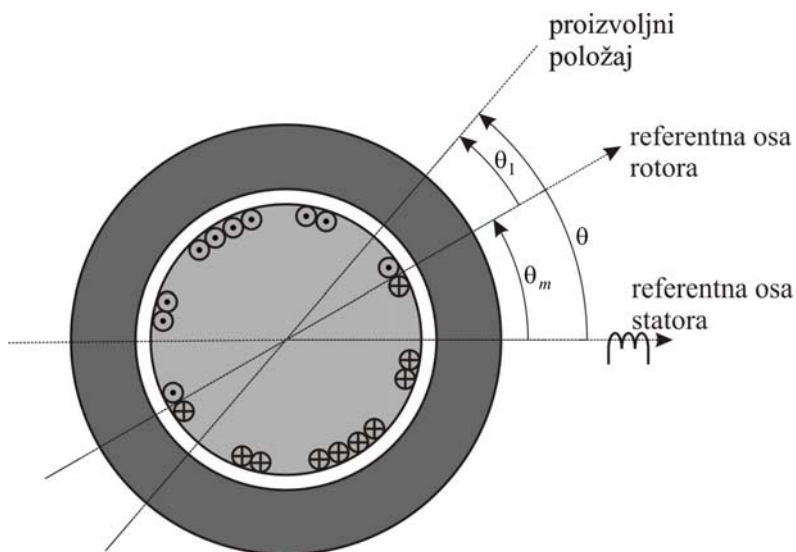


Pokretni deo pretvarača (rotor) vrši obrtno kretanje ugaonom brzinom Ω_m u smeru suprotnom od smera kazaljke na satu. Namotaj na nepokretnom delu (statoru) napaja se iz kontrolisanog izvora prostoperiodičnom strujom jačine $i_1(t) = 8 \cos(\omega_1 t)$ [A], dok u namotaju na rotoru postoji stalna struja jačine $i_2(t) = 10$ A. Sopstvene induktivnosti statorskog i rotorskog namotaja su konstantne i iznose $L_1 = 0.4$ H i $L_2 = 0.04$ H. Međusobna induktivnost između dva namotaja je zavisna od položaja rotora na sledeći način, $L_{12} = 0.12 \sin(\theta_m(t))$, gde je θ_m ugao koji je prikazan na slici. Poznato je da u trenutku $t = 0$ ugao θ_m ima vrednost $\theta_m(0) = \pi/6$. Otpornosti statorskog i rotorskog namotaja iznose $R_1 = 1 \Omega$ i $R_2 = 2 \Omega$. U mašini je uspostavljen sinhronizam ugaone brzine obrtanja rotora i kružne učestanosti napajanja, $\omega_1 = \Omega_m$. Srednja snaga elektromehaničkog pretvaranja iznosi $P_{em} = 40$ W.

- Izvesti izraz za trenutnu vrednost momenta, $m(t)$.
- Odrediti srednju vrednost momenta, M_{em} , kao i ugaonu brzinu obrtanja rotora Ω_m .
- Odrediti promenu napona na priključcima rotorskog namotaja, $u_2(t)$.
- Odrediti srednju vrednost snage koja se preko rotorskih priključaka predaje pretvaraču, $P_{2, sr}$. Koji deo te snage se pretvara u mehanički rad? Odgovor obrazložiti.

6. zadatak

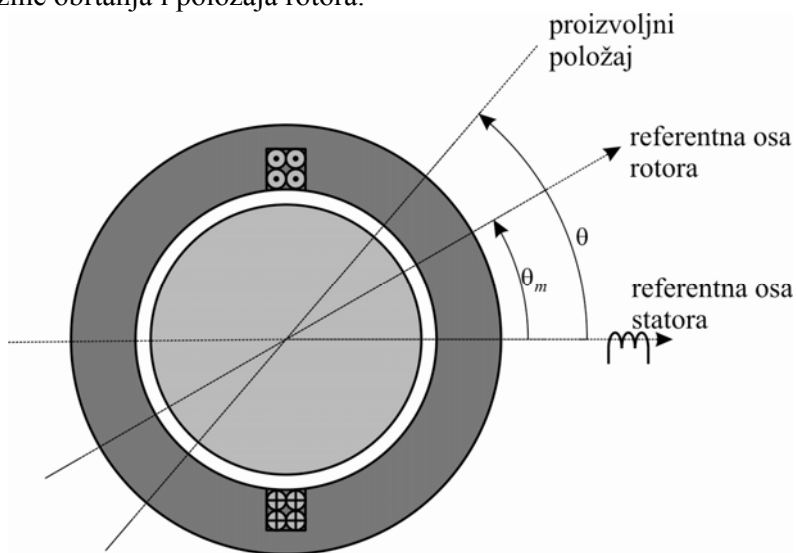
Cilindrična mašina dužine L sa rotorom čiji je prečnik D znatno veći od vazdušnog zazora δ između statora i rotora ima jedan namotaj na rotoru u kom postoji stalna struja I_r . Provodnici ovog namotaja su raspodeljeni po obimu mašine tako da se podužna gustina provodnika, to jest broj provodnika po jedinici dužine duž obima cilindrične površine koja deli rotor i vazdušni zazor može predstaviti funkcijom $N_r(\theta_1) = N_{r1, \max} \sin(\theta_1) + N_{r5, \max} \sin(5\theta_1)$, gde je θ_1 ugaono rastojanje posmatrane tačke od ose rotorskog namotaja (videti sliku dole). Pored rotorskog, mašina poseduje i statorski namotaj čiji su priključci otvoreni. Permeabilnost feromagnetskog materijala od kog je načinjeno magnetsko kolo statora i rotora se može smatrati beskonačno velikom. Pretpostaviti da u zazoru postoji samo radijalno polje kao i da se tangencijalna komponenta u svemu može zanemariti. Ugaoni pomeraj između osa rotorskog i statorskog namotaja je θ_m .



Slika 6.1

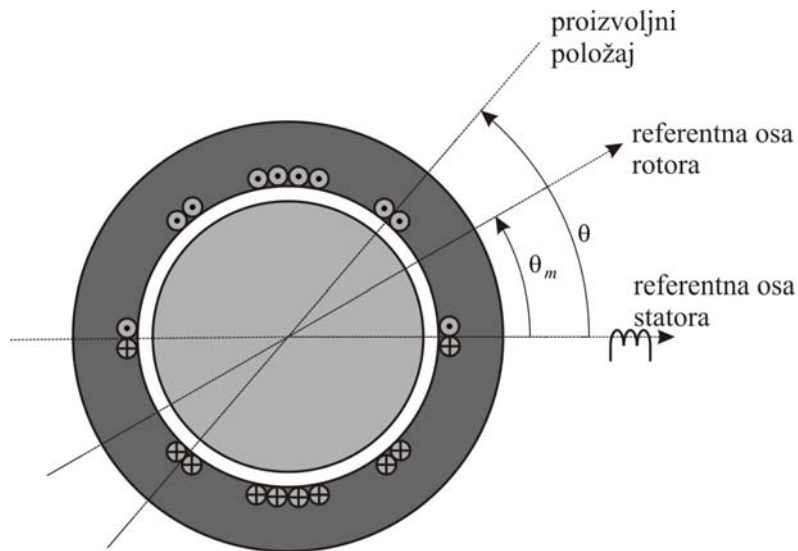
(a) Odrediti izraz za prostornu raspodelu magnetne indukcije u zazoru, $B(\theta, \theta_m)$.

(b) Ako se statorski namotaj sastoji od $2N_s$ provodnika (N_s navojaka) smeštenih u dva dijametralno suprotna žleba statora (videti sliku ispod), odrediti sopstvenu induktivnost ovakvog statorskog namotaja L_s , a zatim i indukovanu elektromotornu silu e u njemu u funkciji brzine obrtanja i položaja rotora.



Slika 6.2

(c) Ako se statorski namotaj sastoji od provodnika koji su sinusoidalno raspodeljeni po obimu statora tako da se njihova podužna gustina može modelovati kao $N'_s(\theta) = N'_{s,\max} \sin(\theta)$, gde je θ ugaono rastojanje posmatrane tačke od ose statorskog namotaja (videti sliku ispod), odrediti sopstvenu induktivnost ovakvog statorskog namotaja L_s , a zatim i indukovanu elektromotornu silu e u ovom namotaju u funkciji brzine obrtanja i položaja rotora.



Slika 6.3

(d) Odrediti međusobnu induktivnost između statorskog namotaja koji stoji u položaju datom na slici 6.3, i rotorskog namotaja, koji stoji u položaju na slici 6.1.

L_{12} se može dobiti tako što se

- pretpostavi da postoji statorska struja, odredi polje u zazoru koje nastaje usled struje statora, odredi fluks u namotaju rotora koji stvara statorsko polje, a potom odredi količnik tog fluksa i statorske struje, ili
- pretpostavi da postoji rotorska struja, odredi polje u zazoru koje nastaje usled struje rotora, odredi fluks u namotaju statora koji stvara rotorsko polje, a potom odredi količnik tog fluksa i rotorske struje.