

Презиме	Име		Број индекса/год.			Предавања сам слушао у школској години:	
У хелијама ‘почетак на страни’ и ‘крај на страни’ унети одговарајући број странице вежбанке за задатке и питања - које треба прегледати и оценити. Код задатака које не треба прегледати, рубрике оставити празне.							
Задатак / питање:	1.	2.	3.	4.	5.		
Почетак на страни							
Крај на страни:							

Предаја вежбанки: Вежбанке се предају 3 сата по подели текста задатака.

По добијању текста задатака, прочитати правила записана на овом листу и потписати се на дну листа.

Оцењивање: у складу са документом 'Организација предмета', достављеним свим студентима на почетку летњег семестра

Решавање задатака: Конкретан, завршни одговор на свако појединачно питање уоквирити правоугаоним рамом. Решењу треба да претходе изрази и тврдње који показују како се до решења дошло.

Предаја рада: Предати вежбанку са попуњеном предњом страном као и овај лист, у коме горњу табелу треба попуњити и ставити потпис на дно текста. По истеку времена предвиђеног за израду задатака, прекините са радом и останите на свом месту. Уколико са израдом завршите раније, останите на месту, подигните руку и сачекајте да Вам прође дежурни асистент.

У току испита: није могуће напуштати салу првих 60 минута. Дозвољено је имати прибор за писање, једноставне калкулаторе који нису програмабилни и вежбанку. У случају да имате питање или захтев, подигните руку и сачекати да Вам дежурни асистент посвети пажњу. Студенти са посебним потребама: треба да се јаве дежурном асистенту подизањем руке. Јавити се непосредно након читања ових редова. Асистенту ставити на увид релевантни документ. Уколико постоје разлози који Вам онемогућују планирани начин полагања, утврдиће се начин на који ћете бити накнадно испитани.

Питања и захтеви током израде: Уколико имате питања или захтева, подизањем руке скрените пажњу дежурног асистента који ће Вам прићи и саслушати Вас. У погледу питања везаних за текст задатака и начине решавања, не постоји могућност да Вам се дају подробнији одговори. Уколико и по добијеном одговору останете у уверењу да постоје недостаци у поставци задатака и питања, запишите ваше разлоге у вежбанку на месту решења задатка и понудите одговор који у датим условима можете пружити.

Резултати испита: решења задатака, оцене, као и термин за увид у радове ће бити оглашени на сајту masine.etf.rs, послата електронском поштом и истакнута на табли преко пута лабораторије 30.

Потпис кандидата: - - - - -

1. задатак (20)

Мотор једносмерне струје са независном побудом је номинално побуђен. Мотор има следеће номиналне податке: $U_{\text{ном}} = 120\text{V}$, $I_{\text{ном}} = 10\text{A}$, $R_a = 0.8\Omega$. Укупан моменат инерције сведен на вратило мотора је $J = 0.1\text{ kgm}^2$. Познато је $K_m \Phi_p = K_e \Phi_p = 0.4\text{ [Vs/rad]}$.

а) Одредити и графички приказати механичку карактеристику мотора $M_{em} = f(\Omega_m)$. Израчунати и на карактеристици означити вредности брзине идеалног празног хода Ω_0 и полазног момента M_{pol} .

б) Одредити брзину којом се ротор обрће у устаљеном стању за случај када моменат оптерећења има следећу зависност од брзине: $M_{opt} = 15 + 0.3 \cdot \Omega_m\text{ [Nm]}$.

в) Између крајева арматурног намотаја прикључен је отпорник $R_x = 7.2\Omega$ (пored овог отпорника, у колу арматуре нема других елемената, тј., у колу арматуре нема извора). Одредити и графички приказати механичку карактеристику машине $M_{em} = f(\Omega_m)$ у оваквом режиму рада.

2. задатак (20)

Цилиндрична машина познатих димензија (R , L , δ) поседује простопериодично расподељени струјни плашт на статору и ротору. Амплитуде ових струјних плаштева су J_{s0} и J_{r0} . Ротор је померен у односу на статор за угао θ_m . Извести израз за енергију спрежног поља, W_m и покретачки момент, M_{em} . Имајући у виду ограничења која произилазе из особина феромагнетског материјала, проценити највећи момент који је могуће добити од машине наведених димензија (процена треба да има тачност бољу од +/- 50%).

3. задатак (20)

Посматра се двополни асинхронни мотор занемариве отпорности статорског намотаја, $R_s = 0$. Полазећи од заменске шеме за устаљена стања и претпоставке да је струја магнетизације значајно мања од струје статора,

- Извести израз за електромагнетски моменат $M_{em}(s)$.
- Одредити релативну вредност превалног клизања као и превални моменат.
- Показати да се, уз одређена занемарења, превални моменат може исказати у функцији статорског флукса и еквивалентне индуктивности расипања.

4. задатак (20)

Записати (диференцијалне) једначине равнотеже напона у намотајима асинхроне машине, у синхронотирајућем координатном систему. Именовати све параметре и променљиве који се јављају у једначинама. Објаснити и записати везу напона u_d и u_q са напонима u_a , u_b и u_c . Израчунати снагу коју извор предаје машини преко статорских прикључака. У добијеном изразу, указати на део снаге који представља губитке у намотају, указати на снагу обртног поља и снагу која увећава енергију поља. На основу снаге обртног поља одредити моменат машине.

5. задатак (20)

Двополни синхронни мотор са константном роторском побудом поседује статорске намотаје занемариве отпорности, ($R_s=0$), који су везани у звезду. Синхроне реактансе у d и q оси су међусобно једнаке, $X_d = X_q = X_s$. Позната је ефективна вредност фазног напона $U_s = 1400V$ и ефективна вредност електромоторне силе празног хода у једној фази од $E_0 = 1400V$. Ако се зна да је у посматраном режиму ефективна вредност статорске струје $I_s = 700 A$, док је фактор снаге $\cos \varphi = 0,80$ индуктивно, израчунати:

- вредност синхроне реактансе, X_s ,
- вредност угла снаге, δ .

Презиме	Име		Број индекса/год.			Предавања сам слушао у школској години:	
У ћелијама ‘почетак на страни’ и ‘крај на страни’ унети одговарајући број странице вежбанке за задатке и питања – које треба прегледати и оценити. Код задатака које не треба прегледати, рубрике оставити празне.							
Задатак / питање:	1.	2.	3.	4.	5.		
Почетак на страни							
Крај на страни:							

Предаја вежбанки: Вежбанке се предају 3 сата по подели текста задатака.

По добијању текста задатака, прочитати правила записана на овом листу и потписати се на дну листа.

Оцењивање: у складу са документом ‘Организација предмета’, достављеним свим студентима на почетку летњег семестра

Решавање задатака: Конкретан, завршни одговор на свако појединачно питање уоквирити правоугаоним рамом. Решењу треба да претходе изрази и тврдње који показују како се до решења дошло.

Предаја рада: Предати вежбанку са попуњеном предњом страном као и овај лист, у коме горњу табелу треба попунити и ставити потпис на дно текста. По истеку времена предвиђеног за израду задатака, прекините са радом и останите на свом месту. Уколико са израдом завршите раније, останите на месту, подигните руку и сачекајте да Вам прође дежурни асистент.

У току испита: није могуће напустити салу првих 60 минута. Дозвољено је имати прибор за писање, једноставне калкулаторе који нису програмабилни и вежбанку. У случају да имате питање или захтев, подигните руку и сачекати да Вам дежурни асистент посвети пажњу. Студенти са посебним потребама: треба да се јаве дежурном асистенту подизањем руке. Јавити се непосредно након читања ових редова. Асистенту ставити на увид релевантни документ. Уколико постоје разлози који Вам онемогућују планирани начин полагања, утврдиће се начин на који ћете бити накнадно испитани.

Питања и захтеви током израде: Уколико имате питања или захтева, подизањем руке скрените пажњу дежурног асистента који ће Вам прићи и саслушати Вас. У погледу питања везаних за текст задатака и начине решавања, не постоји могућност да Вам се дају подробнији одговори. Уколико и по добијеном одговору останете у уверењу да постоје недостаци у поставци задатака и питања, запишите ваше разлоге у вежбанку на месту решења задатка и понудите одговор који у датим условима можете пружити.

Резултати испита: решења задатака, оцене, као и термин за увид у радове ће бити оглашени на сајту masine.etf.rs, послата електронском поштом и истакнута на табли преко пута лабораторије 30.

Потпис кандидата: - - - - -

1. задатак (20)

Посматра се двополни асинхрони мотор занемариве отпорности статорског намотаја, $R_s = 0$. Полазећи од заменске шеме за устаљена стања и претпоставке да је струја магнетизације значајно мања од струје статора,

- Извести израз за електромагнетски моменат $M_{em}(s)$.
- Одредити релативну вредност превалног клизања као и превални моменат.
- Показати да се, уз одређена занемарења, превални моменат може исказати у функцији статорског флукса и еквивалентне индуктивности расипања.

2. задатак (20)

Записати (диференцијалне) једначине равнотеже напона у намотајима асинхроне машине, у синхронотирајућем координатном систему. Именовати све параметре и променљиве који се јављају у једначинама. Објаснити и записати везу напона u_d и u_q са напонима u_a , u_b и u_c . Израчунати снагу коју извор предаје машини преко статорских прикључака. У добијеном изразу, указати на део снаге који представља губитке у намотају, указати на снагу обртног поља и снагу која увећава енергију поља. На основу добијеног израза за снагу одредити моменат машине.

3. задатак (25)

Трофазни двополни ($p = 1$) асинхрони мотор са намотајима везаним у звезду има номиналну вредност фазног напона $U_n = 220 \text{ V}$, номиналну фреквенцију $f_{sn} = 50 \text{ Hz}$, номиналну струју од $I_n = 9 \text{ A}$, и номиналну брзину обртања $n_n = 2850 \text{ о/мин}$. При номиналном напајању и брзини од $n_s = 3000 \text{ о/мин}$ измерена је струја статора од $I_0 = 5 \text{ A}$. При поласку, у режиму када је ротор заустављен док се статор напаја из извора који даје номинални напон номиналне учестаности, измерена је струја $I_P = 45 \text{ A}$.

Наведени подаци за напон и струју се односе на ефективне вредности. У свим прорачунима се може сматрати да је $R_S = 0$, да је $L_{\gamma S} = L_{\gamma R}$, да су губици у гвожђу занемариви као и да нема губитака услед обртања. Током анализе празног хода, **треба узети у обзир** $L_{\gamma S} = L_S - L_m$. У поступку одређивања параметара, оправдано је претпоставити да се струја магнећења може занемарити у номиналном режиму рада и у режиму поласка. **Напомена: у прорачунима није могуће занемарити отпорност роторског намотаја. Она се мора узети у обзир и при анализи режима поласка.**

- Одредити параметре заменске шеме за устаљена стања.
- Уважавајући струју магнећења и сматрајући да је брзина обртања једнака номиналној, одредити амплитуде вектора статорског и роторског флукса, активну и реактивну снагу добијену из извора, електромагнетски моменат као и снагу коју асинхрона машина предаје на вратилу.

4. задатак (22)

Двополни синхрони мотор са константном роторском побудом поседује статорске намотаје занемариве отпорности, ($R_S=0$), који су везани у звезду. Синхроне реактансе у d и q оси су међусобно једнаке, $X_d = X_q = X_S$. Позната је ефективна вредност фазног напона $U_S = 1400 \text{ V}$ и ефективна вредност електромоторне силе празног хода у једној фази од $E_0 = 1400 \text{ V}$. Ако се зна да је у посматраном режиму ефективна вредност статорске струје $I_S = 700 \text{ A}$, док је фактор снаге $\cos \varphi = 0,80$ индуктивно, израчунати:

- вредност синхроне реактансе, X_S ,
- вредност угла снаге, δ .

5. задатак (18)

Двополни синхрони генератор познатих параметара ради у устаљеном стању. Отпорност статорског намотаја се може занемарити. Прикључци статорског намотаја су кратко спојени, тако да су фазни напони једнаки нули. Машина има намотани ротор. Побудна струја се одржава константном и једнака је I_P . Одредити ефективну вредност струје кратког споја у намотајима у функцији параметара машине.

Презиме	Име		Број индекса/год.			Предавања сам слушао у школској години:	
У хелијама ‘почетак на страни’ и ‘крај на страни’ унети одговарајући број странице вежбанке за задатке и питања – које треба прегледати и оценити. Код задатака које не треба прегледати, рубрике оставити празне.							
Задатак / питање:	1.	2.	3.	4.	5.		
Почетак на страни							
Крај на страни:							

Предаја вежбанки: Вежбанке се предају 3 сата по подели текста задатака.

По добијању текста задатака, прочитати правила записана на овом листу и потписати се на дну листа.

Оцењивање: у складу са документом 'Организација предмета', достављеним свим студентима на почетку летњег семестра

Решавање задатака: Конкретан, завршни одговор на свако појединачно питање уоквирити правоугаоним рамом. Решењу треба да претходе изрази и тврдње који показују како се до решења дошло.

Предаја рада: Предати вежбанку са попуњеном предњом страном као и овај лист, у коме горњу табелу треба попунити и ставити потпис на дно текста. По истеку времена предвиђеног за израду задатака, прекините са радом и останите на свом месту. Уколико са израдом завршите раније, останите на месту, подигните руку и сачекајте да Вам прође дежурни асистент.

У току испита: није могуће напуштати салу првих 60 минута. Дозвољено је имати прибор за писање, једноставне калкулаторе који нису програмабилни и вежбанку. У случају да имате питање или захтев, подигните руку и сачекати да Вам дежурни асистент посвети пажњу.

Студенти са посебним потребама: треба да се јаве дежурном асистенту подизањем руке. Јавити се непосредно након читања ових редова.

Асистенту ставити на увид релевантни документ. Уколико постоје разлози који Вам онемогућују планирани начин полагања, утврдиће се начин на који ћете бити накнадно испитани.

Питања и захтеви током израде: Уколико имате питања или захтева, подизањем руке скрените пажњу дежурног асистента који ће Вам прићи и саслушати Вас. У погледу питања везаних за текст задатака и начине решавања, не постоји могућност да Вам се дају подробнији одговори. Уколико и по добијеном одговору останете у уверењу да постоје недостаци у поставци задатака и питања, запишите ваше разлоге у вежбанку на месту решења задатка и понудите одговор који у датим условима можете пружити.

Резултати испита: решења задатака, оцене, као и термин за увид у радове ће бити оглашени на сајту masine.etf.rs, послата електронском поштом и истакнута на табли преко пута лабораторије 30.

Потпис кандидата: - - - - -

1. задатак (20)

Цилиндрична машина познатих димензија (R, L, δ) поседује простопериодично расподељени струјни плашт на статору и ротору. Амплитуде ових струјних плаштева су J_{s0} и J_{r0} . Ротор је померен у односу на статор за угао θ_m . Извести израз за енергију спрежног поља, W_m и момент, M . Одговорити у којој мери је могуће увећати моменат променом ширине ваздушног зазора δ .

2. задатак (30)

Трофазни двополни асинхрони мотор, начињен за фазни напон номиналне ефективне вредности $U_n=220\text{ V}$, номиналне фреквенције $f_{s,n}=50\text{ Hz}$, има параметре:

- отпорност статорског намотаја (једне фазе) $R_s=0.8\ \Omega$,
- сведена вредност отпорности роторског намотаја (једне фазе) $R_r=0.6\ \Omega$,
- расипна индуктивност статорског намотаја (једне фазе) $L_{\gamma s}=5\text{ mH}$,
- сведена вредност расипне индуктивности роторског намотаја (једне фазе) $L_{\gamma r}=5\text{ mH}$,
- индуктивност магнетизације $L_m=150\text{ mH}$.

Фазе статорског намотаја су повезане у звезду. Губици у гвожђу и механичком подсистему овог мотора се могу занемарити. Ако номинална брзина обртања мотора износи $n_n = 2955\text{ ob/min}$,

а) Одредити:

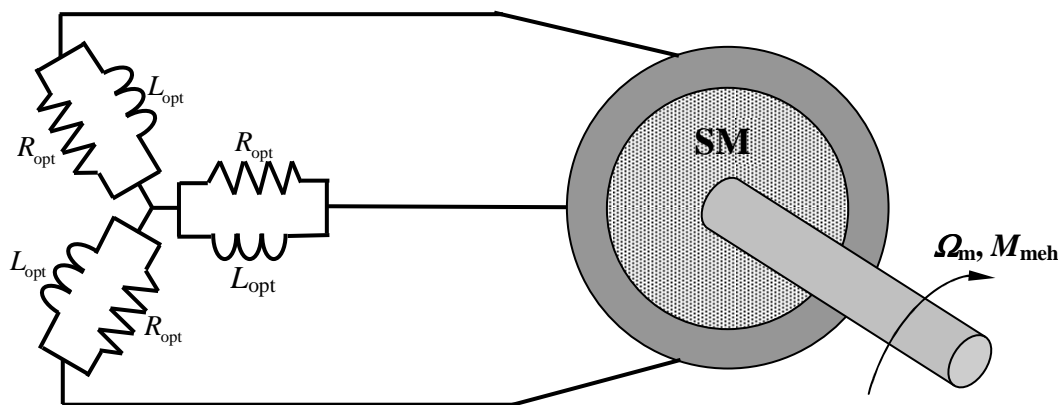
- номиналну вредност електромагнетског момента, M_n ;
- номиналну вредност снаге коју машина предаје на вратилу, $P_{meh,n}$;
- номиналну вредност Џулових губитака у машини, $P_{\gamma,n}$;

- номинални степен корисног дејства овог мотора, η_n .

б) Занемарујући струју кроз грану магнетизације и отпорност статорског намотаја, одредити превални момент, $M_{pr,n}$ који се има при номиналним условима напајања.

3. задатак (30)

Двуполни трофазни синхрони генератор поседује статорске намотаје занемариво мале отпорости, ($R_S=0$), који су везани у звезду. Синхроне реактансе у d и q оси су међусобно једнаке, $X_d = X_q = X_S = 0.75 \Omega$. Мерењем је утврђено да се карактеристика празног хода $E(I_p)$ може апроксимирати правом све док ефективна вредност електромоторне силе празног хода у фази не достигне вредност од $E_{0,max}=500 \text{ V}$, након чега наступа засићење магнетског кола тако да свака даља промена I_p не доводи до промене флукса нити електромоторне силе. Излазни напон на статорским прикључцима се одржава константним при чему ефективна вредност фазног напона износи $U_S=220 \text{ V}$. Брзина обртања ротора је константна у свим радним режимима, услед чега се промена електромоторне силе празног хода постиже искључиво променом побудне струје роторског намотаја. На статорске прикључке је везано трофазно оптерећење које се састоји од три фазна потрошача везана у звезду. Сваки фазни потрошач представља паралелну везу отпорности и индуктивности ($R_{opt} || jX_{opt}$), као на слици испод. Вредност отпорности је константна и износи $R_{opt}=1,5 \Omega$, а реактанса X_{opt} се може мењати. Одредити најмању вредност реактансе оптерећења, $X_{opt,min}$, за коју је још увек могуће имати константан напон на излазу генератора, $U_S=220 \text{ V}$.



4. задатак (20)

Мотор једносмерне струје са независном побудом има дужину $L = 0.5 \text{ m}$, пречник ротора $D = 0.4 \text{ m}$, ширину главних полова $W=0.4 \text{ m}$ и магнетску индукцију испод главних полова која при номиналном флуксу износи $B=1 \text{ T}$. Познато је $U_{nom}=110 \text{ V}$, $I_{nom}=10 \text{ A}$, $R_a=1 \Omega$. Укупан број роторских проводника је $2N_r = 100$.

Одредити брзину обртања, Ω_2 , струју ротора, I_{a2} , и улазну снагу, $P_{in,2}$, које се добијају када се побудни флукс умањи на половину номиналне вредности док је момент оптерећења на номиналној вредности.

Презиме	Име		Број индекса/год.			Предавања сам слушао у школској години:	
У хелијама ‘почетак на страни’ и ‘крај на страни’ унети одговарајући број странице вежбанке за задатке и питања - које треба прегледати и оценити. Код задатака које не треба прегледати, рубрике оставити празне.							
Задатак / питање:	1.	2.	3.	4.	5.		
Почетак на страни							
Крај на страни:							

Предаја вежбанки: Вежбанке се предају 3 сата по подели текста задатака.

По добијању текста задатака, прочитати правила записана на овом листу и потписати се на дну листа.

Оцењивање: у складу са документом 'Организација предмета', достављеним свим студентима на почетку летњег семестра

Решавање задатака: Конкретан, завршни одговор на свако појединачно питање уоквирити правоугаоним рамом. Решењу треба да претходе изрази и тврдње који показују како се до решења дошло.

Предаја рада: Предати вежбанку са попуњеном предњом страном као и овај лист, у коме горњу табелу треба попуњити и ставити потпис на дно текста. По истеку времена предвиђеног за израду задатака, прекините са радом и останите на свом месту. Уколико са изразом завршите раније, останите на месту, подигните руку и сачекајте да Вам прође дежурни асистент.

У току испита: није могуће напуштати салу првих 60 минута. Дозвољено је имати прибор за писање, једноставне калкулаторе који нису програмабилни и вежбанку. У случају да имате питање или захтев, подигните руку и сачекати да Вам дежурни асистент посвети пажњу. Студенти са посебним потребама: треба да се јаве дежурном асистенту подизањем руке. Јавити се непосредно након читања ових редова. Асистенту ставити на увид релевантни документ. Уколико постоје разлози који Вам онемогућују планирани начин полагања, утврдиће се начин на који ћете бити накнадно испитани.

Питања и захтеви током израде: Уколико имате питања или захтева, подизањем руке скрените пажњу дежурног асистента који ће Вам прићи и саслушати Вас. У погледу питања везаних за текст задатака и начине решавања, не постоји могућност да Вам се дају подробнији одговори. Уколико и по добијеном одговору останете у уверењу да постоје недостаци у поставци задатака и питања, запишите ваше разлоге у вежбанку на месту решења задатка и понудите одговор који у датим условима можете пружити.

Резултати испита: решења задатака, оцене, као и термин за увид у радове ће бити оглашени на сајту masine.etf.rs, послата електронском поштом и истакнута на табли преко пута лабораторије 30.

Потпис кандидата: - - - - -

1. задатак (25)

Дефинисати експлоатациону и транзијентну карактеристику МЈСС. Дискутовати карактеристичне (граничне) моменте и брзине. Нацртати обе карактеристике на истом дијаграму који треба да садржи сва 4 квадранта. Означити зоне у којима се има моторни и зоне у којима се има генераторски режим рад. Поред извођења и потребних релација, дати и дијаграм који графички приказује ову зависност.

2. задатак (25)

а) Навести четири занемарења која се усвајају при моделовању електричних машина.

б) Записати све једначине које моделују појаве у електричној машини ЈСС са независном побудом и објаснити величине које се у овим једначинама јављају.

3. задатак (25)

Трофазни двополни асинхрони мотор, начињен за фазни напон номиналне ефективне вредности $U_n=220\text{ V}$, номиналне фреквенције $f_{s,n}=50\text{ Hz}$, има намотаје везане у звезду и параметре:

- отпорност статорског намотаја (једне фазе) $R_S=1.8\ \Omega$,
- сведена вредност отпорности роторског намотаја (једне фазе) $R_R=2.5\ \Omega$,
- расипна индуктивност статорског намотаја (једне фазе) $L_{\gamma S}=10\text{ mH}$,
- сведена вредност расипне индуктивности роторског намотаја (једне фазе) $L_{\gamma R}=10\text{ mH}$,
- индуктивност магнетизације $L_m=125\text{ mH}$.

Губици у гвожђу и механичком подсистему овог мотора се могу занемарити. Номинална брзина обртања мотора износи $n_n = 2760 \text{ ob/min}$.

- а) Одредити номиналну вредност електромагнетског момента, M_n ;
б) За номинално напајани мотор, у режиму поласка ($\Omega_m=0$), одредити:
- фактор снаге, $\cos \varphi_{pol}$,
 - вредност полазног момента, M_{pol} ,

У прорачуну у оквиру ове тачке занемарити вредност струје магнетизације ($I_m \rightarrow 0$).

4. задатак (25)

За синхрону машину која има изотропан ротор ($L_d = L_q$), и која ради у устаљеном стању, прикључена на круту мрежу,

- одредити струје у уздужној и попречној оси (d, q) у функцији напона статора, угла снаге и побудне струје.
- одредити електромагнетски момент у функцији угла снаге.
- одредити електромоторну силу у функцији брзине обртања, побудне струје и броја полова машине.
- нацртати механичку карактеристику машине и обележити карактеристичне тачке на њој.

Презиме	Име		Број индекса/год.			Предавања сам слушао у школској години:	
У ћелијама ‘почетак на страни’ и ‘крај на страни’ унети одговарајући број странице вежбанке за задатке и питања – које треба прегледати и оценити. Код задатака које не треба прегледати, рубрике оставити празне.							
Задатак / питање:	1.	2.	3.	4.	5.		
Почетак на страни							
Крај на страни:							

Предаја вежбанки: Вежбанке се предају 3 сата по подели текста задатака.

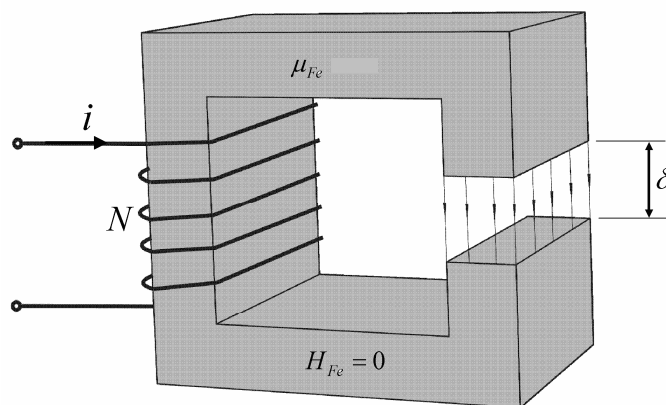
1. задатак (35)

На ротору цилиндричне машине дужине L , полупречника R и зазора δ постоје стални магнети, док на статору постоји један намотај. Магнетско поље H у гвозђу статора и ротора је занемариво. Магнетско поље у зазору зависи од сталних магнета али и од струје у намотају статора. У условима када у статорском намотају нема струје, стални магнети у зазору стварају поље магнетске индукције $B_r^R(\theta) = B_m \cos(\theta - \theta_m)$. Угао θ је независна променљива која указује на отклон посматране тачке у односу на хоризонталну, непомићну осу. Ротор је померен у односу на исту осу за угао $\theta_m = \Omega_m t$, где је Ω_m константна угаона брзина обртања. Са унутрашње стране статорског цилиндра се налазе проводници сконцентрисаног статорског намотаја. Они се налазе у положају $\theta = 0$ и у положају $\theta = \pi$. На позицији $\theta = 0$ постоји N проводника статора у смеру \otimes , док на позицији $\theta = \pi$ постоји N проводника у смеру \odot . Прикључци статорског намотаја су у кратком споју.

- Одредити коефицијент сопствене индуктивности статорског намотаја L_s . (10)
- Сматрајући да машина ради у устаљеном режиму као и да је $R_s = 0$, одредити струју i_s која постоји у навојцима статорског намотаја. (Познато је да је струја наизменична, средње вредности једнаке нули). (12)
- У случају да је $R_s > 0$, при чему је познато да је $R_s \ll L_s \Omega_m$, одредити средњу вредност електромагнетског момента и указати на смер његовог дејства у односу на брзину обртања ротора. (13)

2. задатак (20)

Магнетско коло приказано на слици има феромагнетско језгро пермеабилности $\mu_{Fe} = 25 \mu_0$, попречни пресек $S = 0.01 \text{ m}^2$, дужину магнетског кола у феромагнетику $l_{Fe} = 100 \text{ mm}$ као и ваздушни зазор $\delta = 1 \text{ mm}$. Поље у зазору, као и сваком попречном пресеку се може сматрати хомогеним. Познат је напон извора $u(t) = 314 \cos(314 t) \text{ V}$ који је прикључен на крајеве намотаја. Систем се налази у устаљеном стању у коме су флуks намотаја Ψ и струја i простопериодичне величине. Број навојака N је одређен тако да магнетска индукција у језгру достиже $B_{max} = 1 \text{ T}$. Одредити ефективну вредност струје i .



3. задатак (30)

Мотор једносмерне струје са независном побудом је номинално побуђен. Мотор има следеће номиналне податке: $U_{\text{ном}}=220\text{V}$, $I_{\text{ном}}=16\text{A}$, $\Omega_n=180\text{ rad/s}$. Отпорност намотаја индукта је $R_a=2.5\ \Omega$. Занемарујући пад напона на четкицама, губитке у гвожђу машине, губитке услед трења и вентилације, губитке у побудном намотају као и реакцију индукта:

- а) Одредити и графички приказати природну механичку карактеристику мотора $M_{em}(\Omega_m)$. Израчунати и на карактеристици означити вредности брзине идеалног празног хода Ω_0 и полазног момента M_{pol} . (10)
- б) Одредити брзину Ω_1 којом се ротор обрће, вредност електромагнетског момента у устаљеном стању и снагу губитака у арматурном намотају за случај када моменат оптерећења има следећу зависност од брзине: $M_{opt} = 0.0048 \cdot \Omega_m^2 [Nm]$. (20)

4. задатак (25)

Електрична машина за једносмерну струју има побудни флуks једнак Φ_p . Познат је укупни број проводника ротора N_R . Губици услед хистерезиса у магнетском колу ротора имају врло малу вредност и могу се занемарити. Губици услед вихорних струја се не могу занемарити. Трење у лежајевима, трење ваздуха и други механички губици се могу занемарити. Позната је отпорност R_a у колу арматурног намотаја, као и коефицијент пропорционалности који одређује зависност губитака у гвожђу од релевантних величина.

- а) У условима када је коло арматурног намотаја отворено ($I_a = 0$), а ротор се обрће брзином Ω_m , при чему се ова брзина обртања одржава константном уз помоћ нарочите, спољашње покретачке машине, одредити моменат који улаже покретачка машина да би брзину обртања одржала константном. (10)
- б) Машина за једносмерну струју треба да развија константан моменат M_{em} при задатој брзини обртања Ω_m . Машина се напаја из извора чији се напон може подесити тако да одговара потребама арматурног намотаја. Могуће је мењати побудну струју а тиме и флуks побудног намотаја. Губици у побудном намотају се могу занемарити. Одредити флуks који треба успоставити у побудном намотају да би машина развијала задати моменат при задатој брзини, а да при томе има најмању могућу снагу губитака. (15)

Презиме	Име		Број индекса/год.			Предавања сам слушао у школској години:	
У ћелијама ‘почетак на страни’ и ‘крај на страни’ унети одговарајући број странице вежбанке за задатке и питања – које треба прегледати и оценити. Код задатака које не треба прегледати, рубрике оставити празне.							
Задатак / питање:	1.	2.	3.	4.	5.		
Почетак на страни							
Крај на страни:							

Предаја вежбанки: Вежбанке се предају 3 сата по подели текста задатака.

1. задатак (30)

Може ли се и на који начин начинити реална двофазна машина са $N_{\alpha\beta} = mN_{abc}$ навојака која ће дати једнаку магнетопобудну силу статора F_s као и оригинална трофазна машина, а да при томе напони, струје и флуксеви реалне двофазне машине буду једнаки вредностима које се добијају Кларкином трансформацијом abc величина, при чему су матрице трансформације флукса, напона и струје једнаке ($K_U = K_I = K_\Psi$) ? Дискутовати коефицијенте трансформације, однос снаге, однос амплитуда флукса, напона и струја у $\alpha\beta$ домену и у оригиналном abc домену.

2. задатак (30)

Асинхрона машина је прикључена на градску мрежу. Отпорност статорског намотаја се може занемарити. Струја магнетисања је значајно мања од струје у статорском намотају па је оправдано сматрати да је ефективна вредност сведене роторске струје једнака ефективној вредности струје у намотају статора. Сви параметри машине су познати.

- Извести израз за превално клизање s_{pr} и превални моменат M_{pr} . (8 поена)
- Доказати да се механичка карактеристика $M_{em} = f(U_s, \omega_s, L_{\gamma e}, R_R, s)$ може приказати у облику $M_{em} = f(s_{pr}, M_{pr}, s)$. (14 поена)
- У случају када R_S узима вредност која се не може занемарити, превални моменти у генераторском и моторном режиму рада нису једнаки. Дати кратко образложење облику 5-7 линија текста. (8 поена)

3. задатак (20)

Трофазни двополни асинхрони мотор ($p=1$) повезан је у звезду и прикључен на градску мрежу линијског напона 3 x 400V, 50 Hz. Номинална струја статора је $I_{nom} = 8A$ (ефективна вредност). Познато је $R_S = 0$. Релативна вредност отпорности роторског намотаја је 5%. У празном ходу, ефективна вредност струје статора је двоструко мања од номиналне, па се не може занемарити у номиналном режиму рада, али се може занемарити у режиму поласка. Полазна струја мотора је петоструко већа од номиналне. У свим режимима, оправдано је сматрати да је $L_{\gamma S} = L_{\gamma R}$. При поласку, оправдано је сматрати да је $L_{\gamma S} \ll L_m$ и $L_{\gamma R} \ll L_m$, али није оправдано узети да је $R_R = 0$. Одредити фактор снаге $\cos(\varphi)$ овога мотора у раду са брзином обртања ротора од 2700 о/мин.

4. задатак (20)

Двополни синхрони генератор са константном роторском побудом има статорски намотај занемариво мале отпорности, ($R_S=0$), чије су фазе везане у звезду (Y). Синхроне реактансе у d и q оси су међусобно једнаке, $X_d = X_q = X_S$. Позната је ефективна вредност линијског напона мреже на коју је генератор прикључен, $U_S = 6 \text{ kV}$. Статорски намотај има прикључке R, S и T. Између прикључака R и T у празном ходу се може измерити напон вршне вредности 10288 V. Усвојити референтни смер струје карактеристичан за генераторски рад. Генератор ради у режиму где је ефективна вредност струје 500 A, док је фактор снаге једнак 0.8 (индуктивно). Одредити вредност синхроне реактансе X_S и угао снаге, δ .

5. задатак (15)

Двополни синхрони мотор са сталним магнетима напаја се из трофазног транзисторског инвертора променљиве учестаности и амплитуде напона. Највећи напон који инвертор може довести на мотор једнак је номиналном. Номиналне величине машине су познате, као и сви њени параметри. Мотор ради у празном ходу. Одредити највећу брзину обртања коју машина у празном ходу може достићи у трајном раду.

Презиме	Име		Број индекса/год.			Предавања сам слушао у школској години:	
У ћелијама ‘почетак на страни’ и ‘крај на страни’ унети одговарајући број странице вежбанке за задатке и питања – које треба прегледати и оценити. Код задатака које не треба прегледати, рубрике оставити празне.							
Задатак / питање:	1.	2.	3.	4.	5.		
Почетак на страни							
Крај на страни:							

Предаја вежбанки: Вежбанке се предају 3 сата по подели текста задатака.

1. задатак (30)

Цилиндрична машина познатих димензија (R , L , δ) поседује простопериодично расподељени струјни плашт на статору и ротору. Амплитуде ових струјних плаштева су J_{s0} и J_{r0} . Ротор је померен у односу на статор за угао θ_m . Извести израз за енергију спрежног поља, W_m и покретачки момент, M . Имајући у виду ограничења која произилазе из особина феромагнетског материјала, проценити највећи момент који је могуће добити од машине наведених димензија (процена треба да има тачност бољу од $\pm 50\%$).

2. задатак (30)

Мотор једносмерне струје са независном побудом има дужину $L = 0.5\text{m}$, пречник ротора $D = 0.4\text{m}$, ширину главних полова $W = 0.4\text{m}$ и магнетну индукцију испод главних полова која при номиналном флуксу износи $B = 1\text{T}$. Познато је $U_{\text{ном}} = 110\text{V}$, $I_{\text{ном}} = 10\text{A}$, $R_a = 1\Omega$. Укупан број роторских проводника је $2N_r = 100$. Одредити брзину обртања, Ω_2 , струју ротора, I_{a2} , и улазну снагу, $P_{\text{in},2}$, које се добијају када се побудни флукс умањи на половину номиналне вредности док је момент оптерећења на номиналној вредности.

3. задатак (20)

Може ли се и на који начин начинити реална двофазна машина са $N_{\alpha\beta} = mN_{abc}$ навојака која ће дати једнаку магнетопобудну силу статора F_s као и оригинална трофазна машина, а да при томе напони, струје и флуксеви реалне двофазне машине буду једнаки вредностима које се добијају Кларкином трансформацијом abc величина, при чему су матрице трансформације флукса, напона и струје једнаке ($K_U = K_I = K_\psi$) ? Дискутовати коефицијенте трансформације, однос снаге, однос амплитуда флукса, напона и струја у $\alpha\beta$ домену и у оригиналном abc домену.

4. задатак (20)

Асинхрона машина је прикључена на градску мрежу. Отпорност статорског намотаја се може занемарити. Струја магнетисања је значајно мања од струје у статорском намотају па је оправдано сматрати да је ефективна вредност сведене роторске струје једнака ефективној вредности струје у намотају статора. Сви параметри машине су познати.

- а) Извести израз за превално клизање s_{pr} и превални моменат M_{pr} . (8 поена)
- б) Доказати да се механичка карактеристика $M_{em} = f(U_s, \omega_s, L_{\gamma e}, R_R, s)$ може приказати у облику $M_{em} = f(s_{pr}, M_{pr}, s)$. (12 поена)

5. задатак (20)

Двополни синхрони генератор са константном роторском побудом има статорски намотај занемариво мале отпорности, ($R_S=0$), чије су фазе везане у звезду (Y). Синхроне реактансе у d и q оси су међусобно једнаке, $X_d = X_q = X_S$. Позната је ефективна вредност линијског напона мреже на коју је генератор прикључен, $U_S = 6 \text{ kV}$. Статорски намотај има прикључке R, S и T. Између прикључака R и T у празном ходу се може измерити напон вршне вредности 10288 V. Усвојити референтни смер струје карактеристичан за генераторски рад. Генератор ради у режиму где је ефективна вредност струје 500 A, док је фактор снаге једнак 0.8 (индуктивно). Одредити вредност синхроне реактансе X_S и угао снаге, δ .

Презиме	Име		Број индекса/год.			Предавања сам слушао у школској години:	
У ћелијама ‘почетак на страни’ и ‘крај на страни’ унети одговарајући број странице вежбанке за задатке и питања – које треба прегледати и оценити. Код задатака које не треба прегледати, рубрике оставити празне.							
Задатак / питање:	1.	2.	3.	4.			
Почетак на страни							
Крај на страни:							

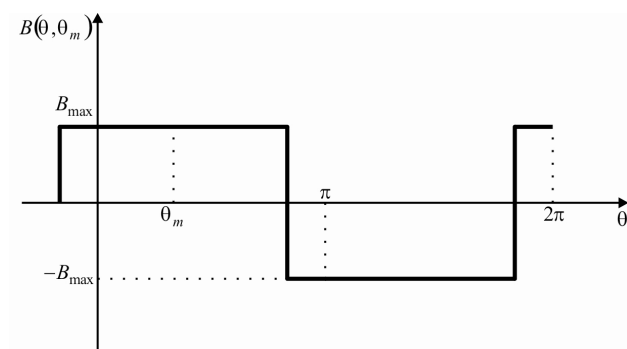
Предаја вежбанки: Вежбанке се предају 3 сата по подели текста задатака.

1. задатак (25)

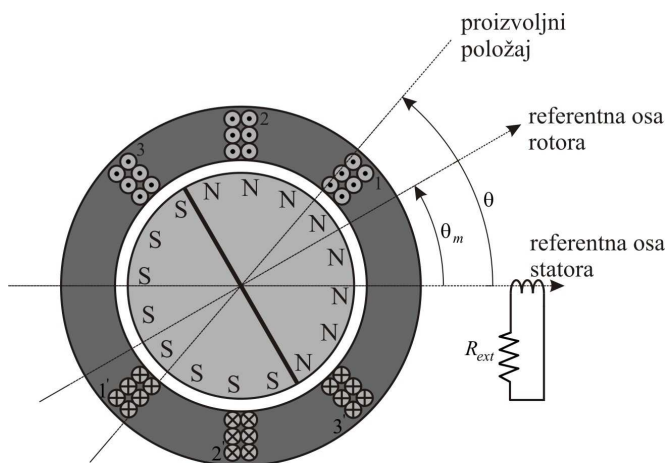
Цилиндрична машина дужине $L=1$ m састоји се од покретног дела (ротора) и непокретног дела (статора). Ротор поседује стални магнет (слика 2). Пречник ротора $D=0.5$ m је много већи од ширине зазора, δ . Стални магнет ротора у ваздушном зазору ствара магнетску индукцију чија је расподела по обиму зазора дата на слици 1. Максимална вредност магнетске индукције је $B_{\max}=1$ T. Ротор се обрће константном брзином $\Omega_m=100$ rad/s, у смеру супротном од смера казаљке на сату. На статору се налази намотај који има 18 редно везаних навојака подељених у три групе од по 6 навојака. Свака група се састоји од проводника смештених у дијаметрално супротне жлебове. Постоји три пара жлебова, односно 6 жлебова. Три пара жлебова су међу собом померени за 45° (слика 2).

На статорске прикључке је повезан спољашњи отпорник отпорности $R_{\text{ext}}=90$ Ω . Импеданса статорског намотаја је тако мала да се у прорачунима може занемарити. Поред тога, може се сматрати да струја која постоји у проводницима статора има врло мали ефекат на промену магнетског поља у зазору, тако да је оправдано сматрати да резултантна магнетска индукција у зазору има облик дат на слици 1, то јест да је једнозначно одређена индукцијом коју ствара стални магнет. Положај ротора у почетном тренутку је $\theta_m(t=0)=0$.

Слика 1



Слика 2



- а) Израчунати и нацртати промену електромоторне силе индуковане у статорском намотају $e(t)$, на временском интервалу који одговара једном обртају ротора.
- б) Одредити средњу вредност снаге у екстерном отпорнику, $P_{\gamma, sr}$.

Напомена: Ефективна вредност електромоторне силе се рачуна према формули:

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

2. задатак (25)

Мотор једносмерне струје са независном побудом је номинално побуђен. Мотор има следеће номиналне податке: $U_{nom} = 220V$, $I_{nom} = 16A$, $\Omega_n = 180 \text{ rad/s}$. Отпорност намотаја индукта је $R_a = 2.5 \Omega$. Занемарујући пад напона на четкицама, губитке у гвожђу машине, губитке услед трења и вентилације, губитке у побудном намотају као и реакцију индукта:

- а) Одредити и графички приказати природну механичку карактеристику мотора $M_{em}(\Omega_m)$.
Израчунати и на карактеристици означити вредности брзине идеалног празног хода Ω_0 и полазног момента M_{pol} .
- б) Одредити брзину Ω_1 којом се ротор обрће и вредност електромагнетског момента у устаљеном стању за случај када моменат оптерећења има следећу зависност од брзине:
 $M_{opt} = 0.0048 \cdot \Omega_m^2 [Nm]$.
- в) Одредити вредност арматурног напона за који се у устаљеном стању за оптерећење из тачке б) има електромагнетски моменат $M_{em} = 30.72 Nm$. Нацртати механичку карактеристику за овај режим рада.

3. задатак (25)

Двополни синхрони мотор са сталним магнетима везан је у звезду и крајеви статорског намотаја су кратко спојени. Позната је вршна вредност флуksа Ψ_{Rm} који стални магнети ротора стварају у једном фазном намотају статора. Позната је отпорност статорског намотаја R_S као и индуктивност статорског намотаја L_S . Одредити и графички приказати карактеристику $M_{em}(\Omega_m)$ кратко спојеног мотора и на њој означити координате карактеристичних тачака у функцији познатих параметара.

4. задатак (25)

Двополни асинхрони мотор при номиналним условима напајања и брзини која је једнака нули има струју у статорским намотајима која је једнака $I_{pol} = 5 I_{nom}$. Дати процену релативних вредности превалног момента и највеће брзине обртања при којој је још увек могуће развијати номиналну снагу на вратилу.

Електричне машине први колоквијум Београд, 22. април 2012.

Презиме	Име	Број индекса/год.				Предавања сам слушао у школској години:	
У ћелијама ‘почетак на страни’ и ‘крај на страни’ унети одговарајући број странице вежбанке за задатке и питања које треба прегледати и оценити. Код задатака које не треба прегледати, рубрике оставити празне.							
Задатак / питање:	1.	2.	3.	4.	5.		
Почетак на страни							
Крај на страни:							

Предаја вежбанки: Вежбанке се предају 3 сата по подели текста задатака.

1. задатак (18)

Познат је пречник ротора машине за једносмерну струју (D), угао под којим се један главни пол види из средишта ротора (α), дужина машине ($L = 50\text{cm}$) као и број навојака побудног намотаја (N_p). Ротор има $N_R = 128$ проводника који су подељени у две паралелне гране. Пресек проводника је $S_{Cu} = 10\text{ mm}^2$. Еквивалентна отпорност једне четкице је занемарива. Специфична проводност бакра је $\sigma = 56\text{MS/m}$.

- (1.1) Одредити у општим бројевима индуктивност L_p побудног намотаја.
(1.2) Израчунати отпорност арматурног намотаја R_a [Ω].

2. задатак (19)

Мотор једносмерне струје са независном побудом је номинално побуђен. Мотор има следеће номиналне податке: $U_n = 220\text{V}$, $I_n = 16\text{A}$, $\Omega_n = 180\text{ rad/s}$. Отпорност намотаја индукта је $R_a = 2.5\ \Omega$. Занемарујући пад напона на четкицама, губитке у гвожђу машине, губитке услед трења и вентилације, губитке у побудном намотају као и реакцију индукта, одредити:

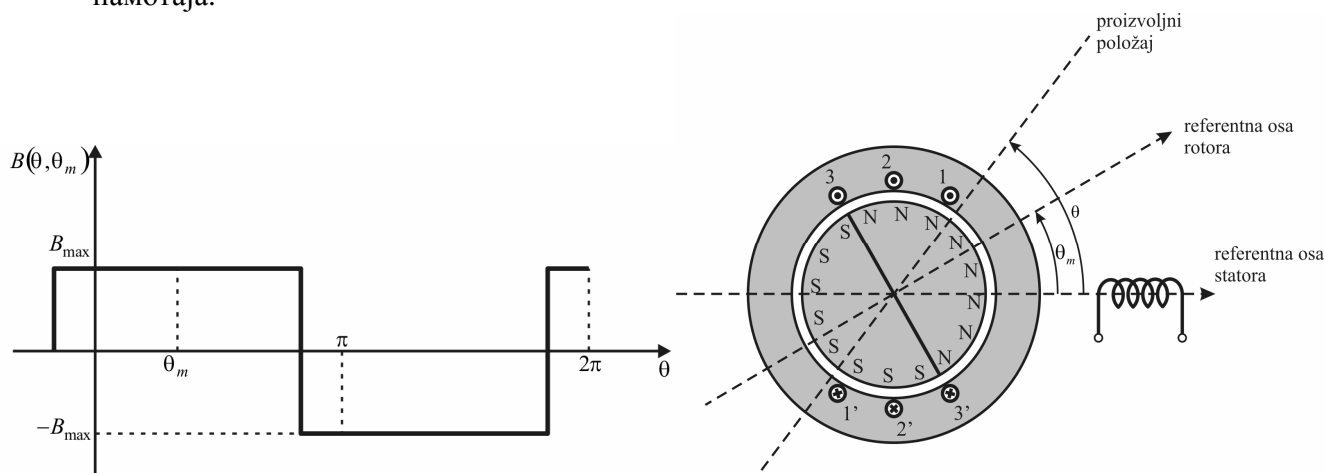
- (2.1) Брзину идеалног празног хода Ω_0 .
(2.2) Полазни моменат M_{pol} .
(2.3) Брзину Ω_1 којом се ротор обрће при оптерећењу од 8 Nm .

3. задатак (20)

Цилиндрична машина дужине L се састоји од покретног дела (ротора) и непокретног дела (статора). Ротор чији је пречник D има сталне магнете док је ваздушни зазор δ . Магнетско поље у зазору је одређено магнетима и не зависи од струје статора. Промена поља је дата на слици 3. Ротор се обрће константном брзином Ω_m у смеру супротном од смера казаљке на сату. На статору се налази намотај који се састоји од три редно везана навојка, међусобно померена за 30° као на

слици 3. Прикључци статорског намотаја су отворени, статорска струја је једнака нули. Положај ротора у почетном тренутку је једнак нули.

- (3.1) Одредити и нацртати временску промену напона између прикључака статорског намотаја на временском интервалу који одговара једном обртају ротора.
- (3.2) Израчунати ефективну вредност напона који постоји између прикључака статорског намотаја.



Слика 3

4. задатак (25)

Електрична машина дужине L , са ротором пречника D , и са ваздушним зазором δ , има сталне магнете који у зазору стварају поље простопериодичне расподеле и вршне вредности B_m . Статорски намотај ствара поље простопериодичне расподеле и вршне вредности B_{sm} . Одредити највећу вредност електромагнетског момента која се у датим условима може створити.

5. задатак (23)

Посматрати електричну машину у којој стални магнети ротора стварају магнетску индукцију у ваздушном зазору са простопериодичном расподелом $B(\theta) = B_m \cos(\theta - \theta_m)$, где је θ_m померај ротора у односу на статор. Статорски намотај има укупно N_N навојака, односно $2N_N$ проводника. Намотај се може извести на два начина. Први начин је формирање концентрисаног намотаја, са проводницима лоцираним у положајима $\theta = 0$ и $\theta = \pi$. Други начин је формирање намотаја чији су проводници расподељени тако да се густина проводника простопериодично мења, тј. $N_S(\theta) = N_{sm} \cos(\theta)$, при чему је укупан број проводника и даље једнак $2N_N$. Одредити максималну вредност флукса статорског намотаја $\Psi_S(\theta_m)$ у оба случаја.

Презиме	Име		Број индекса/год.			Предавања сам слушао у школској години:	
У ћелијама ‘почетак на страни’ и ‘крај на страни’ унети одговарајући број странице вежбанке за задатке и питања које треба прегледати и оценити. Код задатака које не треба прегледати, рубрике оставити празне.							
Задатак / питање:	1.	2.	3.	4.	5.		
Почетак на страни							
Крај на страни:							

Предаја вежбанки: Вежбанке се предају 3 сата по подели текста задатака.

1. задатак (20)

На ротору цилиндричне машине дужине L , полупречника R и зазора δ постоје стални магнети, док на статору постоји један намотај. Магнетско поље H у гвожђу статора и ротора је занемариво. Магнетско поље у зазору зависи од сталних магнета и од струје у намотају статора. При $I_s = 0$, стални магнети у зазору стварају поље $B_r^R(\theta) = B_m \cos(\theta - \theta_m)$. Угао θ је независна променљива која указује на отклон посматране тачке у односу на хоризонталну, непомићну осу. Ротор је померен у односу на исту осу за угао $\theta_m = \Omega_m t$, где је Ω_m константна угаона брзина обртања. Са унутрашње стране статорског цилиндра се налазе проводници концентрисаног статорског намотаја. Они се налазе у положају $\theta = 0$ (\otimes) и у положају $\theta = \pi$ (\odot). Прикључци статорског намотаја су у кратком споју. Сматрајући да машина ради у устаљеном режиму као и да је $R_s \approx 0$, одредити ефективну вредност статорске струје.

2. задатак (20)

Мотор једносмерне струје са независном побудом је номинално побуђен. Мотор има следеће номиналне податке: $U_{\text{ном}} = 220\text{V}$, $I_{\text{ном}} = 16\text{A}$, $\Omega_n = 180\text{ rad/s}$. Отпорност намотаја индукта је $R_a = 2.5\ \Omega$. Занемарујући пад напона на четкицама, губитке у гвожђу машине, губитке услед трења и вентилације, губитке у побудном намотају као и реакцију индукта. Одредити брзину Ω_1 којом се ротор обрће и вредност електромагнетског момента у устаљеном стању за случај када моменат оптерећења има следећу зависност од брзине: $M_{\text{OPT}} = 0,0048\ \Omega_m^{-2} [\text{Nm}]$

3. задатак (23)

- Графички приказати биланс снаге асинхроне машине која ради у моторном режиму рада.
- Именовати све губитке снаге и дати формуле које их везују за радна стања машине.
- Именовати све улазне, излазне и унутрашње снаге и дати формуле које их везују за радна стања машине.

4. задатак (22)

Асинхрона машина је направљена за напајање из трофазне мреже $3 \times 380\text{V}$, 50 Hz . На натписној плочици стоји да је номинална брзина машине 950 обртаја у минути.

- Навести оријентационе релативне вредности параметара R_s , L_m , $L_{\gamma s}$, $L_{\gamma R}$ у заменској шеми за устаљена стања. Нацртати заменску шему за устаљена стања и на њој означити релевантне параметре.
- Одредити број магнетских полова машине.
- На основу поставке задатка, проценити релативну вредност роторске отпорности.

5. задатак (25)

Двополна синхрона машина има три фазна намотаја међусобно померена за $2\pi/3$. На ротору постоји побудни намотај чија је магнетска оса померена у односу на фазу А статора за θ_m . Све индуктивности и отпорности свих намотаја су познате. Одредити и записати матрицу индуктивности 4×4 за ова четири намотаја. Извести и записати једначину равнотеже напона у фазном намотају А.

Презиме	Име		Број индекса/год.			Предавања сам слушао у школској години:	
У хелијама ‘почетак на страни’ и ‘крај на страни’ унети одговарајући број странице вежбанке за задатке и питања које треба прегледати и оценити. Код задатака које не треба прегледати, рубрике оставити празне.							
Задатак / питање:	1.	2.	3.	4.	5.		
Почетак на страни							
Крај на страни:							

Предаја вежбанки: Вежбанке се предају 3 сата по подели текста задатака.

1. задатак (20)

Трофазни двополни асинхронни мотор начињен, за номинални фазни напон ефективне вредности $U_n=220\text{ V}$, номиналне фреквенције $f_{s,n}=50\text{ Hz}$, има параметре $R_s \approx 0$, $R_R=25.10\ \Omega$, $L_{\gamma S}=83.6\text{ mH}$, $L_{\gamma R}=48\text{ mH}$, $L_m \rightarrow \infty$. Фазе статора су повезане у звезду, а мотор је номинално напајан ($f_s=f_{s,n}$, $U_s=U_n$). Израчунати полазни (M_{pol}) и превални (M_{pr}) момент у моторном режиму.

2. задатак (20)

Двополни синхронни генератор са константним роторским флуksom има статорски намотај занемариво мале отпорности, ($R_s=0$), чије су фазе везане у звезду. Зна се да је $X_d = X_q = X_s$. Позната је вршна вредност линијског напона од $U_{LMAX} = 850\text{ V}$ и вршна вредност електромоторне силе празног хода у једној фази $E_{FMAX} = 592\text{ V}$. Ако се зна да је у посматраном режиму ефективна вредност статорске струје $I_s=50\text{ A}$, док је фактор снаге $\cos\varphi = 0.8$, инд., израчунати:

- Вредност синхроне реактансе, X_s .
- Вредност угла снаге, δ .

3. задатак (23)

- Графички приказати биланс снаге асинхроне машине која ради у моторном режиму рада.
- Именовати све губитке снаге и дати формуле које их везују за радна стања машине.
- Именовати све улазне, излазне и унутрашње снаге и дати формуле које их везују за радна стања машине.

4. задатак (22)

Асинхрона машина је направљена за напајање из трофазне мреже $3 \times 380\text{ V}$, 50 Hz . На натписној плочици стоји да је номинална брзина машине 950 обртаја у минути.

- Навести оријентационе релативне вредности параметара R_s , L_m , $L_{\gamma S}$, $L_{\gamma R}$ у заменској шеми за устаљена стања. Нацртати заменску шему за устаљена стања и на њој означити релевантне параметре.
- Одредити број магнетских полова машине.
- На основу поставке задатка, проценити релативну вредност роторске отпорности.

5. задатак (25)

Двополна синхрона машина има три фазна намотаја међусобно померена за $2\pi/3$. На ротору постоји побудни намотај чија је магнетска оса померена у односу на фазу А статора за θ_m . Све индуктивности и отпорности свих намотаја су познате. Одредити и записати матрицу индуктивности 4×4 за ова четири намотаја. Известити и записати једначину равнотеже напона у фазном намотају А.

Презиме	Име		Број индекса/год.			Предавања сам слушао у школској години:		
У ћелијама ‘почетак на страни’ и ‘крај на страни’ унети одговарајући број странице вежбанке за задатке и питања – које треба прегледати и оценити. Код задатака које не треба прегледати, рубрике оставити празне.								
Задатак / питање:	1.	2.	3.	4.	5.			
Почетак на страни								
Крај на страни:								

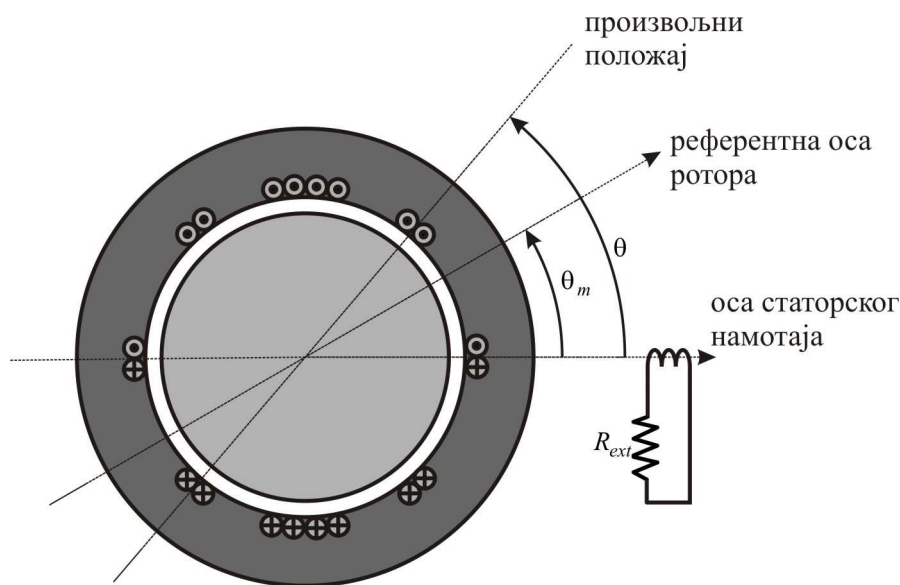
Предаја вежбанки: Вежбанке се предају 3 сата по подели текста задатака.

1. задатак (25)

Дужина цилиндричне машине приказане на доњој слици је $L = 1$ m, пречник ротора $D = 0.5$ m, док је ширина ваздушног зазора $\delta = 2$ mm. Статорски навојци ове машине су смештени у жлебове и имају простопериодичну расподелу густине проводника: $N'_s(\theta) = 100 \cdot \sin(\theta) [m^{-1}]$. Машина има сталне магнете на ротору који формирају поље магнетске индукције у ваздушном зазору, са следећом расподелом: $B(\theta, \theta_m) = 0.5 \cdot \cos(\theta - \theta_m) [T]$. Угао θ_m означава угаони положај референтне осе ротора у односу на осу статорског намотаја, а θ угаони положај произвољне тачке у зазору у односу на исту осу. Отпорност статорског намотаја се може занемарити ($R_s = 0$), као и утицај струје статора на поље у зазору. Статорски намотај је кратко спојен спољашњим отпорником, R_{ext} . Ротор машине се обрће константном брзином, $\Omega_m = 100$ rad/s.

а) **Одредити** сопствену индуктивност статорског намотаја, L_s .

б) **Одредити** вредност спољашњег отпорника $R_{ext, max}$ при којој се на отпорнику развија највећа снага.



2. задатак (25)

Двуполни синхрони генератор са намотаним ротором и трофазним статорским намотајем везаним у звезду ради прикључен на круту мрежу. Ефективна вредност линијског напона мреже износи 6kV док је фреквенција $f_s = 50$ Hz. Напон мреже одговара номиналној вредности напона машине. У свим разматраним режимима, машина ради у синхронизму и у устаљеном стању. Параметри генератора су $I_{nom} = 750$ A (ефективна вредност), $R_s = 0$, док су релативне вредности реактанси $X_d = X_q = X_s = 100\%$. Мерењем је утврђено да се карактеристика празног хода може апроксимирати правом све док ефективна

вредност електромоторне силе празног хода у једној фази не достигне вредност од $E_{0,\max} = 4.5 \text{ kV}$. Код даљег увећања побудне струје, E_0 се не може даље увећати јер наступа zasiћење магнетског материјала. Губици у гвожђу се могу занемарити. Сматрајући да машина ради у генераторском режиму рада: **Одредити** максималну вредност активне снаге, $P_{e,\max,1}$, коју синхрона машина може предати мрежи, уочавајући да се у краћим временским интервалима могу толерисати радни режими са струјом већом од номиналне.

3. задатак (20)

Разматрати машину за једносмерну струју у којој постоји номинални флуks, али јој је арматурна струја једнака нули. Машина се обрће константном, номиналном брзином Ω_n . Моменат потребан за одржавање ротације обезбеђује радна машина са којом је спрегнуто вратило машине. Снага претварања $P_c = E_a I_a$ једнака је нули.

- а) Постоје ли губици у гвожђу ротора P_{Fe} ? Постоји ли моменат који делује на ротор?
- б) Описати понашање ротора у случају да се раскине веза са радном машином.

4. задатак (20)

Нацртати природну карактеристику асинхроног мотора и означити све карактеристичне тачке у 1. квадранту. За сваку од обележених тачака дати брзину обртања, брзину клизања и учестаност роторских струја у функцији релативног клизања и кружне учестаности напајања. Такође, за сваку од тачака изразити електромагнетски момент у функцији напајања, клизања и параметара заменске шеме.

5. задатак (20)

Дати графички приказ биланса снаге асинхроног мотора у номиналном режиму рада. Приказати све снаге губитака, указати на све различите компоненте губитака, укључујући и губитке у магнетском колу услед вихорних струја, као и губитке у механичком подсистему. За сваку од компоненти губитака дати формулу која приближно моделује износ губитака у функцији параметара и/или стања машине. На дијаграму указати на карактеристичне међурезултате, т.ј. снаге - свака од њих се добија тако што се од улазне снаге одузму одређени губици.

Презиме	Име		Број индекса/год.			Предавања сам слушао у школској години:		
У ћелијама ‘почетак на страни’ и ‘крај на страни’ унети одговарајући број странице вежбанке за задатке и питања – које треба прегледати и оценити. Код задатака које не треба прегледати, рубрике оставити празне.								
Задатак / питање:	1.	2.	3.	4.	5.			
Почетак на страни								
Крај на страни:								

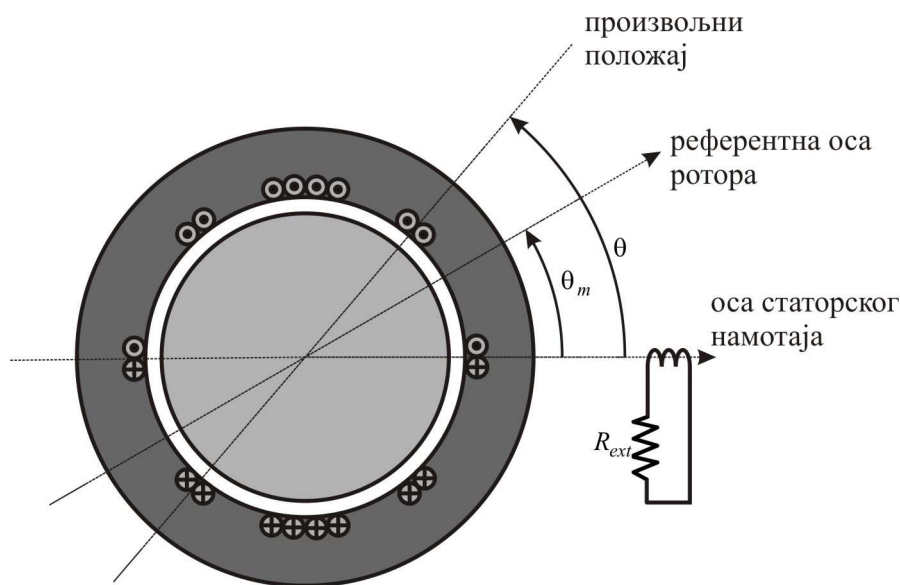
Предаја вежбанки: Вежбанке се предају 3 сата по подели текста задатака.

1. задатак (25)

Дужина цилиндричне машине приказане на доњој слици је $L = 1$ m, пречник ротора $D = 0.5$ m, док је ширина ваздушног зазора $\delta = 2$ mm. Статорски навојци ове машине су смештени у жлебове и имају простопериодичну расподелу густине проводника: $N'_s(\theta) = 100 \cdot \sin(\theta) [m^{-1}]$. Машина има сталне магнете на ротору који формирају поље магнетске индукције у ваздушном зазору, са следећом расподелом: $B(\theta, \theta_m) = 0.5 \cdot \cos(\theta - \theta_m) [T]$. Угао θ_m означава угаони положај референтне осе ротора у односу на осу статорског намотаја, а θ угаони положај произвољне тачке у зазору у односу на исту осу. Отпорност статорског намотаја се може занемарити ($R_s = 0$), као и утицај струје статора на поље у зазору. Статорски намотај је кратко спојен спољашњим отпорником, R_{ext} . Ротор машине се обрће константном брзином, $\Omega_m = 100$ rad/s.

а) **Одредити** сопствену индуктивност статорског намотаја, L_s .

б) **Одредити** вредност спољашњег отпорника $R_{ext, max}$ при којој се на отпорнику развија највећа снага.



2. задатак (25)

Двуполни синхрони генератор са намотаним ротором и трофазним статорским намотајем везаним у звезду ради прикључен на круту мрежу. Ефективна вредност линијског напона мреже износи 6kV док је фреквенција $f_s = 50$ Hz. Напон мреже одговара номиналној вредности напона машине. У свим разматраним режимима, машина ради у синхронизму и у устаљеном стању. Параметри генератора су $I_{nom} = 750$ A (ефективна вредност), $R_s = 0$, док су релативне вредности реактанси $X_d = X_q = X_s = 100\%$. Мерењем је утврђено да се карактеристика празног хода може апроксимирати правом све док ефективна

вредност електромоторне силе празног хода у једној фази не достигне вредност од $E_{0,\max} = 4.5 \text{ kV}$. Код даљег увећања побудне струје, E_0 се не може даље увећати јер наступа засићење магнетског материјала. Губици у гвожђу се могу занемарити. Сматрајући да машина ради у генераторском режиму рада:

а) **Одредити** максималну вредност активне снаге, $P_{e,\max,1}$, коју синхрона машина може предати мрежи, уочавајући да се у краћим временским интервалима могу толерисати радни режими са струјом већом од номиналне.

б) **Одредити** максималну вредност активне снаге у трајном раду, $P_{e,\max,2}$, коју синхрона машина може предати мрежи, уз услов да је реактивна снага коју размењују генератор и мрежа једнака нули.

3. задатак (20)

Разматрати машину за једносмерну струју у којој постоји номинални флуks, али јој је арматурна струја једнака нули. Машина се обрће константном, номиналном брзином Ω_n . Моменат потребан за одржавање ротације обезбеђује радна машина са којом је спрегнуто вратило машине. Снага претварања $P_c = E_a I_a$ једнака је нули.

а) Постоје ли губици у гвожђу ротора P_{Fe} ? Постоји ли моменат који делује на ротор?

б) Описати понашање ротора у случају да се раскине веза са радном машином.

4. задатак (20)

Нацртати природну карактеристику асинхроног мотора и означити све карактеристичне тачке у 1. квадранту. За сваку од обележених тачака дати брзину обртања, брзину клизања и учестаност роторских струја у функцији релативног клизања и кружне учестаности напајања. Такође, за сваку од тачака изразити електромагнетски момент у функцији напајања, клизања и параметара заменске шеме.

5. задатак (20)

Дати графички приказ биланса снаге асинхроног мотора у номиналном режиму рада. Приказати све снаге губитака, указати на све различите компоненте губитака, укључујући и губитке у магнетском колу услед вихорних струја, као и губитке у механичком подсистему. За сваку од компоненти губитака дати формулу која приближно моделује износ губитака у функцији параметара и/или стања машине. На дијаграму указати на карактеристичне међурезултате, т.ј. снаге - свака од њих се добија тако што се од улазне снаге одузму одређени губици.

Презиме	Име		Број индекса/год.			Предавања сам слушао у школској години:	
У ћелијама ‘почетак на страни’ и ‘крај на страни’ унети одговарајући број странице вежбанке за задатке и питања – које треба прегледати и оценити. Код задатака које не треба прегледати, рубрике оставити празне.							
Задатак / питање:	1.	2.	3.	4.			
Почетак на страни							
Крај на страни:							

Предаја вежбанки: Вежбанке се предају 3 сата по подели текста задатака.

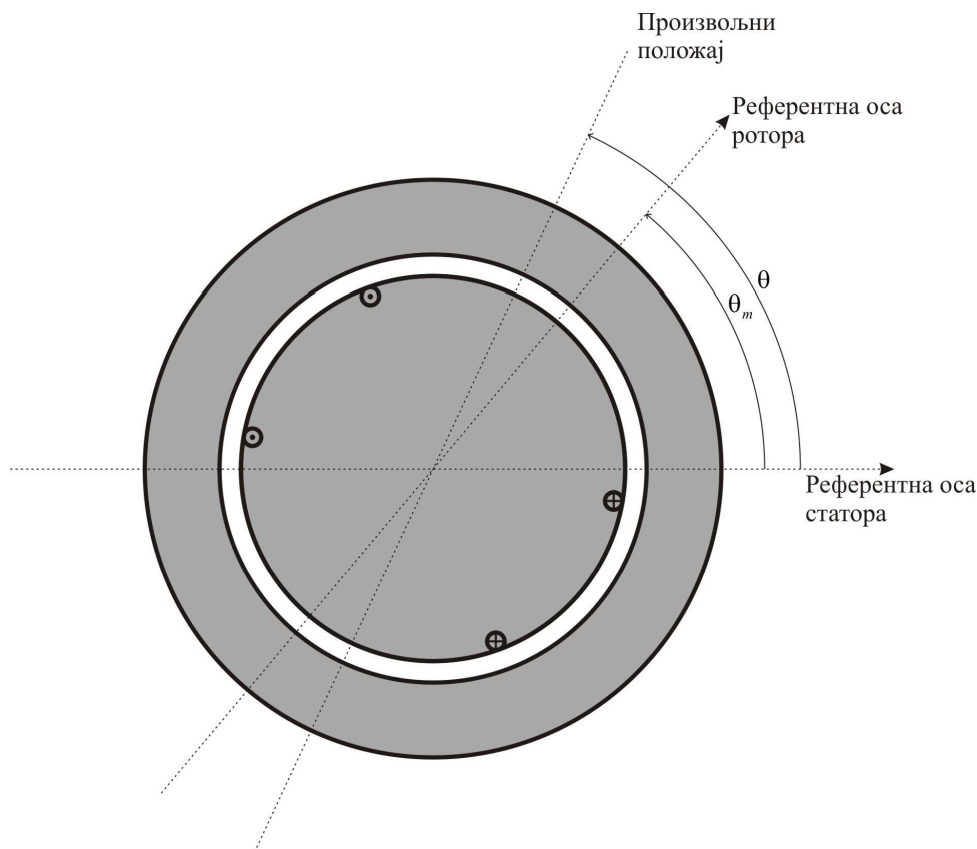
Потпис кандидата: - - - - -

1. задатак (27)

На слици поред је приказана цилиндрична машина дужине L , са ротором чији је пречник D знатно већи од ваздушног зазора δ између статора и ротора. Статорски намотај ове машине ствара магнетско поље у зазору при чему се просторна расподела магнетске индукције може записати као:

$$B(\theta, t) = B_m \cos(\omega_s t - \theta) [T],$$

где је са θ означен угаони положај произвољне тачке у ваздушном зазору у односу на референтну осу статора. Роторски намотај се састоји од четири редно везана проводника, постављена у жлебове ротора као на слици. Приказани проводници роторског намотаја се налазе на положајима од 60° , 120° , 240° и 300° у односу на референтну осу ротора. Такав роторски намотај има отпорност R_R , док се пад напона услед сопствене индуктивности овог намотаја може занемарити. Утицај роторске струје на поље у зазору је занемарив. Ротор се обрће константном брзином $\Omega_m \neq \omega_s$ у смеру супротном од смера кретања казаљке на сату. При томе се временска промена угаоног положаја референтне осе ротора може записати на следећи начин: $\theta_m(t) = \theta_m(0) + \Omega_m t$. Израчунати:



а) Временску промену електромагнетског момента $m_{em}(t)$.
 б) Средњу вредност момента M_{em} .

2. задатак (26)

Трофазни двополни асинхрони мотор, начињен за фазни напон номиналне ефективне вредности $U_n = 220 \text{ V}$, номиналне фреквенције $f_{s,n} = 50 \text{ Hz}$, има параметре:

- отпорност статорског намотаја (једне фазе) $R_s = 0.8 \Omega$,
- сведена вредност отпорности роторског намотаја (једне фазе) $R_R = 0.6 \Omega$,
- расипна индуктивност статорског намотаја (једне фазе) $L_{\gamma s} = 5 \text{ mH}$,

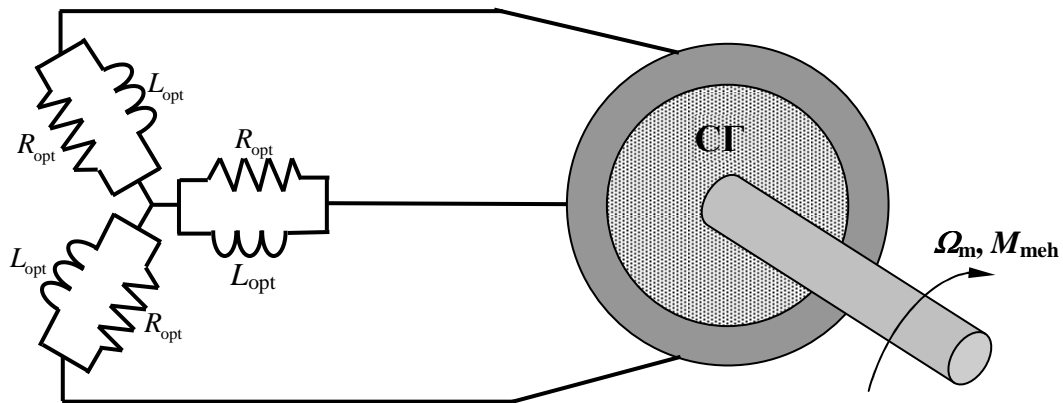
- сведена вредност расипне индуктивности роторског намотаја (једне фазе) $L_{\gamma R}=5 \text{ mH}$,
- индуктивност магнетизације $L_m=150 \text{ mH}$.

Фазе статорског намотаја су повезане у звезду. Губици у гвожђу и механичком подсистему овог мотора се могу занемарити. Ако номинална брзина обртања мотора износи $n_n = 2955 \text{ ob/min}$, одредити:

- Номиналну вредност електромагнетског момента, M_n .
- Номиналну вредност снаге обртног магнетског поља, P_n .
- Номиналну вредност снаге коју машина предаје на вратилу, $P_{\text{meh},n}$.
- Номиналну вредност Џулових губитака у машини, $P_{\gamma,n}$.
- Номинални степен корисног дејства овог мотора, η_n .

3. задатак (26)

Двополни трофазни синхрони генератор поседује статорски намотај занемариво мале отпорности, ($R_S=0$), чије су фазе везане у звезду. Синхроне реактансе у d и q оси су међусобно једнаке, $X_d = X_q = X_S = 0.75 \Omega$. Мерењем је утврђено да се карактеристика празног хода $E(I_P)$ може апроксимирати правом све док ефективна вредност електромоторне силе празног хода у фази не достигне вредност од $E_{0,\text{max}}=500 \text{ V}$, након чега наступа засићење магнетског кола тако да свака даља промена I_P не доводи до промене флукса нити електромоторне силе. Излазни напон на статорским прикључцима се одржава константним при чему ефективна вредност фазног напона износи $U_S=220 \text{ V}$. Брзина обртања ротора је константна у свим радним режимима, услед чега се промена електромоторне силе празног хода постиже искључиво променом побудне струје роторског намотаја. На статорске прикључке је везано трофазно оптерећења које се састоји од три фазна потрошача везана у звезду. Сваки фазни потрошач представља паралелну везу отпорности и индуктивности ($R_{\text{opt}} || jX_{\text{opt}}$), као на слици испод. Вредност отпорности је константна и износи $R_{\text{opt}}=1.5 \Omega$, а реактанса X_{opt} се може мењати. Одредити најмању вредност реактансе оптерећења, $X_{\text{opt},\text{min}}$, за коју је још увек могуће имати константан напон на излазу генератора, $U_S=220 \text{ V}$.



4. задатак (26)

Мотор једносмерне струје са независном побудом има дужину $L = 0.5 \text{ m}$, пречник ротора $D = 0.4 \text{ m}$, ширину главних полова $W=0.4 \text{ m}$ и магнетску индукцију испод главних полова која при номиналном флуксу износи $B=1 \text{ T}$. Познато је $U_{\text{nom}}=110 \text{ V}$, $I_{\text{nom}}=10 \text{ A}$, $R_a=1 \Omega$. Укупан број роторских проводника је $2N_r = 100$.

Одредити брзину обртања, Ω_2 , струју ротора, I_{a2} , и улазну снагу, $P_{\text{in},2}$, које се добијају када се побудни флукс умањи на половину номиналне вредности док је момент оптерећења на номиналној вредности.