

Лабораторијске вежбе из електричних машина

Први циклус вежби

- Магнетска левитација
- Демонстрација ефекта обртног магнетског поља
- Машина за једносмерну струју са независном побудом (за ову вежбу постоји писано упутство које је неопходно прочитати пре доласка у лабораторију)
 - Конструкција МЈСС са независном побудом
 - Успостављање побудне струје. Одређивање L_p и R_p
 - Рад у празном ходу и одређивање константе $k_e \Phi$
 - Оптерећење МЈСС, одређивање механичке карактеристике и константе $k_m \Phi$

Други циклус вежби

- Илустрација принципа рада асинхроних и синхроних машина на моделу
- Конструкција и рад линеарних мотора
- Конструкција синхроног генератора са намотаним ротором.
- Конструкција синхроног мотора са сталним магнетима за рад у роботици
- Рад трофазног асинхроног мотора у празном ходу, мерење струје и клизања
- Одређивање механичке карактеристике АМ из огледа оптерећења
- Напајање АМ из извора променљиве учестаности (IRADK), континуална промена брзине обртања, GUI, валовитост струје

Машина за једносмерну струју са независном побудом

Садржај

Лабораторијске вежбе из електричних машина	1
Машина за једносмерну струју са независном побудом	2
Садржај	2
Увод	2
Опрема која се користи у оквиру лабораторијске поставке	3
Константе	5
Ток вежбе	5
Почетно стање	5
Припрема за први оглед, успостављање побудне струје	5
Подешавање струјне сонде и прорачун размере	5
Оглед успостављања побудне струје	5
Мерење константи $k_{eM\Phi}$ и $k_{eG\Phi}$	6
Оглед мерења валовитости емс	7
Механичка карактеристика и мерење константе $k_{m\Phi}$	7
Додатак - изглед елемената опреме	8

Увод

У току ове лабораторијске вежбе обављају се експерименти чији је циљ утврђивање параметара и карактеристика машине за једносмерну струју са независном побудом.

Приликом прикључења побудног напона на побудни намотај, мери се промена побудне струје. Из промене побудне струје одређује се отпорност и индуктивност побудног намотаја.

Током рада у празном ходу мења се арматурни напон што доводи до промене брзине обртања. При томе се бележе вредности арматурног напона, које одговарају индукованој електромоторној сили. Подаци се користе за одређивање коефицијента $k_{eM\Phi}$

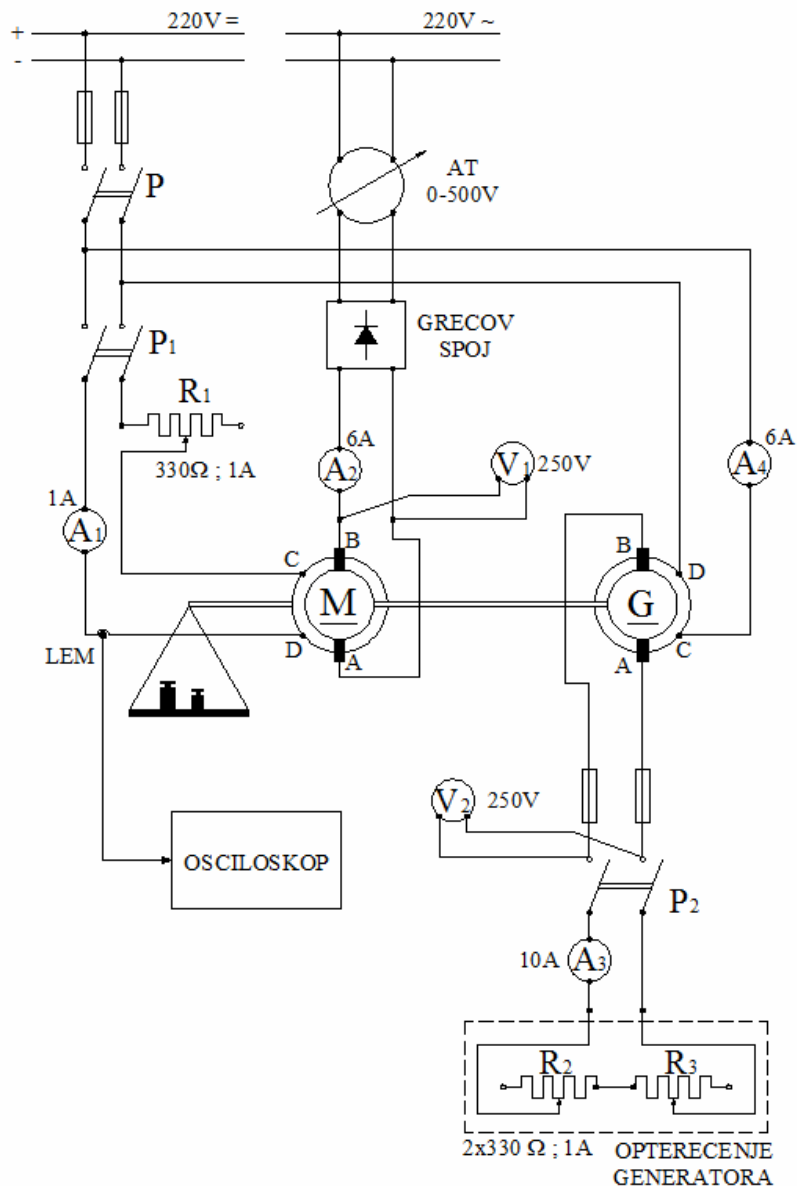
Увећањем механичког оптерећења региструје се пад брзине обртања и конструише механичка карактеристика. Из добијених података се одређује константа $k_{mM\Phi}$

Опрема потребна за обављање вежбе се налази у ЛАБ 40 и састоји се од две машине за једносмерну струју спрегнуте заједничком осовином. Машине имају независну побуду и опремљене су амперметрима и волтметрима потребним за мерење струја и напона. Поред тога, мери се и брзина обртања као и моменат.

Пре доласка у лабораторију, студенти треба да утврде основна знања о раду МЈСС у устаљеном стању и да прочитају ово упутство.

Опрема која се користи у оквиру лабораторијске поставке

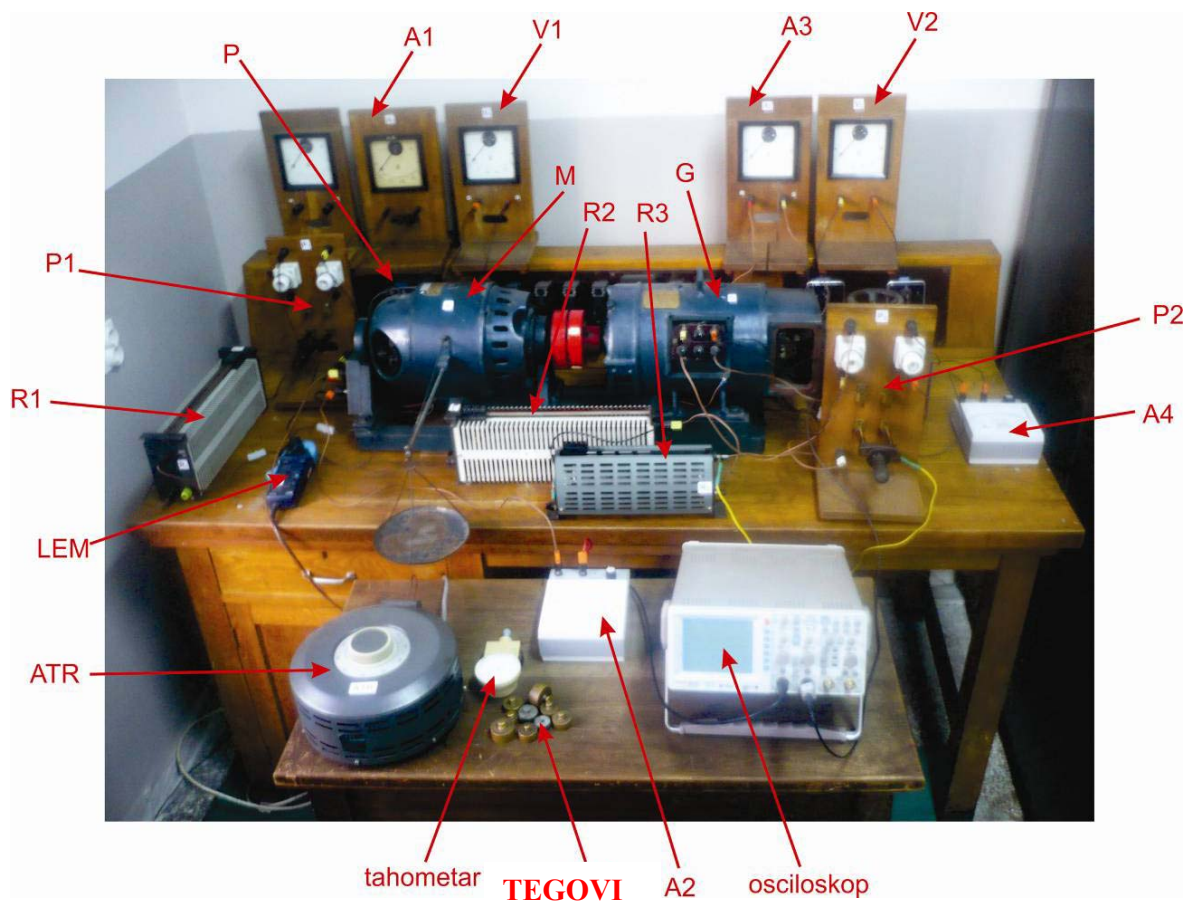
На слици 1 приказана је шема повезивања опреме. Побудна струја мотора М може се подешавати променом отпорника R1. Напон арматурног намотаја мотора М се може мењати помоћу аутотрансформатора АТ који мења наизменични напон који се доводи на Грецов исправљач (Грецов исправљач садржи четири полупроводничке диоде, напаја се наизменичним напонам и на излазу даје једносмерни напон). Мотор М је спрегнут са генератором. Промена отпорности R2+R3 у колу арматуре генератора мења моменат генератора. Моменат генератора делује супротно од смера обртања и представља оптерећење мотора. Дакле, променом отпорности R2+R3 се може мењати моменат оптерећења мотора. Статор мотора је начињен на посебан начин. Он може чинити мање угаоне помераје око осе обртања. Ради мерења момента мотора, на статор мотора је причвршћен тас на који је могуће ставити тегове. Када је ова „обртна вага“ у равнотежи, моменат мотора се може израчунати на основу крака силе и масе тегова на тасу.



Слика 1: Шема везе

На слици 2 приказан је изглед радног стола на коме се налази опрема. Опрема садржи:

- Главни прекидач P за довођење напона 220V JCC.
- МЈСС која се користи као мотор (M) и МЈСС која се користи као генератор (G)
- Амперметар у колу побуде мотора (A1) и амперметар у колу арматуре мотора (A2)
- Амперметар у колу арматуре генератора (A3) и у колу побуде генератора (A4)
- Волтметар који мери напон арматуре мотора (V1)
- Волтметар који мери напон арматуре генератора (V2)
- Отпорник у колу побуде мотора (R1)
- Отпорници у колу арматуре генератора (R2, R3)
- Прекидачи P1 и P2 и колу побуде мотора и колу арматуре генератора
- Аутотрансформатор ATR са диодним исправљачем и електролитима
- Осцилоскоп
- Струјна сонда (LEM)
- Мерач брзине обртања (tahometar)
- Сет малих тегова за мерење момента



Слика 2: изглед радног стола и распоред опреме

Константе

- Напон једносмерног напајања који се доводи преко главног прекидача износи 265V. Овај напон служи за напајање побудних намотаја.
- Проводник са побудном струјом мотора је $N = 37$ пута провучен кроз отвор струјне сонде.
- Позната је отпорност арматуре мотора $R_a = 1,6 \Omega$
- При мерењу момента уз помоћ система са тасом и теговима, крак силе износи $L = 0.28$ [m]. Момент се одређује на основу измерене масе m [kg] према релацији $M_{em} = 9.81$ [m/s²] L (m [kg] - 0.005)

Ток вежбе

Почетно стање

- Главни прекидач 220 V JCC је искључен,
- Прекидачи P1, P2 су искључени
- Отпорници R1, R2 и R3 су на максималној вредности
- Напон аутотрансформатора је једнак нули
- Машине су заустављене

Припрема за први оглед, успостављање побудне струје

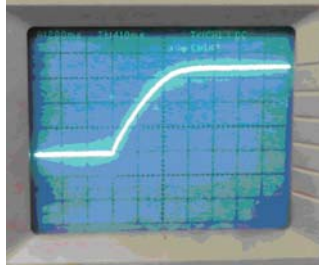
- Главни прекидач 220 V JCC је искључен
- Прекидачи P1, P2 су искључени
- Отпорник R1 је на минималној, нултој вредности да би се код првог укључења побудне струје мотора добила највећа, номинална побудна струја.
- Отпорници R2 и R3 су на максималној вредности
- Клизач аутотрансформатора је једнак нули па је напон арматурног кола мотора $V_1 = 0$.
- Осцилоскоп се подеси (притиском на дугме analog/digital подеси се digital, притиснути CH1 и одабрати DC, у области тригера притиснути mode и одабрати single, селектор временске поделе ставити на 200ms/div, напонску поделу на 50mV/div). s/div). Након тога подесити trigger level (точкић level A/B) на половину екрана, и подесити положај сигнала нулте струје на половину доњег дела екрана (точкић position1)

Подешавање струјне сонде и прорачун размере

- Подесити струјну сонду на скалу од 60A, где она даје 10mV/A
- Константовати да би сонда показивала 50mV/div : $10mV/A = 5A/div$ у случају да се кроз њу провлачи само један проводник побуде.
- Константовати да је проводник побуде 37 пута провучен кроз отвор струјне сонде, па је сада размера 135 mA/div

Оглед успостављања побудне струје

- Затвара се главни прекидач 220 V
- Затвара се прекидач за побудну струју мотора P1.
- На осцилоскопу се добије снимак:



- Мерена струја (A1) и струја очитана на осцилоскопу износи I_p док је побудни напон побудног намотаја једнак напону напајања ЈСС, U_p . Дељењем напона и струје добија се од $R_p = 558 \Omega$.
- Одређивањем тангенте/почетног нагиба промене струје добија се временска константа $T_p = 260ms$ што даје $L_p = R_p * T_p = 145H$

Мерење константи $k_{eM\Phi}$ и $k_{eG\Phi}$

- Главни прекидач је затворен и побудна струја генератора узима номиналну вредност
- Прекидач P1 је затворен, отпорник R1 је на минимуму, тако да побудна струја мотора има номиналну вредност.
- Прекидач P2 је отворен, тако да је струја арматуре генератора једнака нули. Позната је отпорност арматуре мотора $R_a = 1,6 \Omega$
- Напон на мотору подешавати уз помоћ аутотрансформатора и мерити га на волтметру V1
- Напон повећавати у 4 корака, 70, 90, 110 и 130 волти.
- У доле дату табелу записивати напон на мотору U_m (V1), напон на генератору U_g (V2), записати и брзину обртања измерену давачем n, као и струју мотора I_m (A2).

Табела 1 – Одређивање константи $k_{eM\Phi}$ и $k_{eG\Phi}$

тачке	$U_m[V]$	$U_g[V]$	$n[ob/min]$	$\Omega[rad/s]$	$I_m[A]$	$E_m=U_m-R_a*I_m$	$k_{eM\Phi}$	$k_{eG\Phi}$
1	70							
2	90							
3	110							
4	130							
Средња вредност								

- Вредности у остатку табеле одредити рачунски.
- На основу података из табеле нацртати график који на апсциси има брзину обртања у rad/s а на ординати електромоторну силу мотора.
- На основу података из табеле нацртати график који на апсциси има брзину обртања у rad/s а на ординати електромоторну силу генератора.
- Одредити средње вредности константи електромоторне силе за мотор и генератор.

Оглед мерења валовитости емс

- Стање опреме је исто као у претходном кораку
- Напон на мотору се путем аутотрансформатора подеси на 130 V
- Брзина мотора је тада 1000 об/мин а напон генератора 175V
- Напонска сонда је повезана на канал CH2. Притиском на дугме INPUTS одабрати CH2 а потом подесити размену на 100V/div и 10 ms/div
- На осцилоскопу посматрати валовитост ЕМС и уочити амплитуду и учестаност осцилација. Повезати учестаности осцилација са брзином обртања и бројем ламела колектора.

Механичка карактеристика и мерење константе $k_m\Phi$

- Стање опреме је исто као у претходном кораку
- Напон на мотору се путем аутотрансформатора подеси на 130 V
- Генераторски прекидач је отворен, струја генератора једнака је нули и брзина обртања је око 1000 о/мин.
- За ову радну тачку, изврши се читавање струје арматурног намотаја генератора I_{aG} на амперметру А3, $I_{aG} = 0$, у Табелу 2 се унесе маса тегова које је потребно ставити на тас да би вага била у равнотежи. Изврши се читавање брзине обртања n у rad/s и унесе у табелу, изврши се читавање струје мотора I_{aM} на амперметру А2 и унесе у табелу.
- Затвори се генераторски прекидач Р2 и подесе отпорници R2 и R3 тако да струја у арматурном колу генератора буде 0.25 А. Сада се изврши читавање струје арматурног намотаја генератора I_{aG} на амперметру А3. У табелу 2 се унесе маса тегова које је потребно ставити на тас да би вага била у равнотежи, изврши се читавање брзине обртања n у rad/s и унесе у табелу. Изврши се читавање струје мотора I_{aM} на амперметру А2 и унесе у табелу.
- Мерење се понови за струје 0.5 А, 0.75А и 1А
- Систем се заустави тако што се напон са аутотрансформатора сведе на нулу
- Када систем заустави, отворе се сви прекидачи и опрема врати у почетно стање
- Извршити потребна израчунавања и попунити табелу 2
- Одредити константу момента мотора и упоредити је са константом електромоторне силе
- Нацртати механичку карактеристику

Табела2: Снимање механичке карактеристике

$I_g[A]$	$m[kg]$	$n[ob/min]$	$M_{em}[Nm]$	$\Omega[rad/s]$	$I_m[A]$	$k_{mM}\Phi$
0						
0.25						
0.5						
0.75						
1						
Средња вредност						

Додатак - изглед елемената опреме



Сл.1 – Мотор динамометар (M)



Сл.2 – Амперметар (A1) у побудном колу и волтметар (V1) у арматурном колу мотора



Сл.3 – Амперметар (A2) у арматурном колу мотора



Сл.4 – Прекидач (P1) за прикључивање побудног напона на мотор



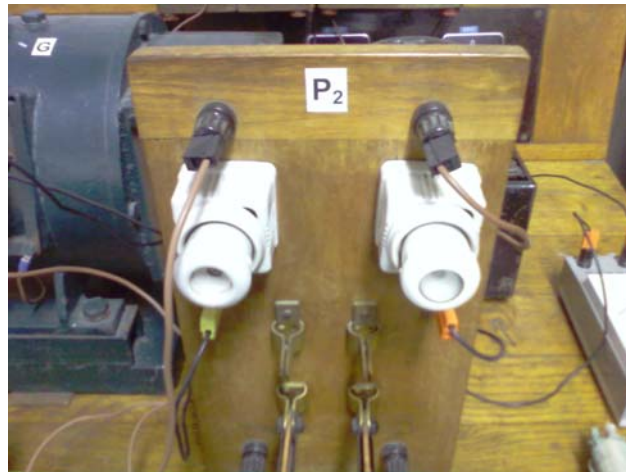
Сл.5 – Отпорник (R1) у побудном колу мотора



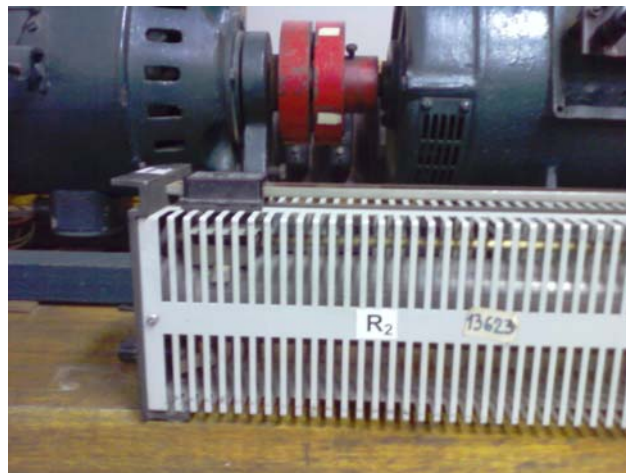
Сл.6 – Генератор (G)



Сл.7 – Амперметар (A_3) и волтметар (V_2) у аматурном колу генератора



Сл.8 – Прекидач (P_2) за прикључивање оптерећења на крајеве генератора



Сл.9 – Отпорник (R_2) – оптерећење за генератор



Сл.10 – Напојни аутотрансформатор (ATR)



Сл.11 – Струјна сонда (S)



Сл.12 – Тахометар и тегови