



Електротехнички факултет Универзитета у Београду
Енергетски одсек
Катедра за енергетске претвараче и погоне

УПУТСТВА ЗА ЛАБОРАТОРИЈСКЕ ВЕЖБЕ
ИЗ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИНА
ЈЕДНОСМЕРНЕ СТРУЈЕ

Име и презиме:	
Број индекса:	

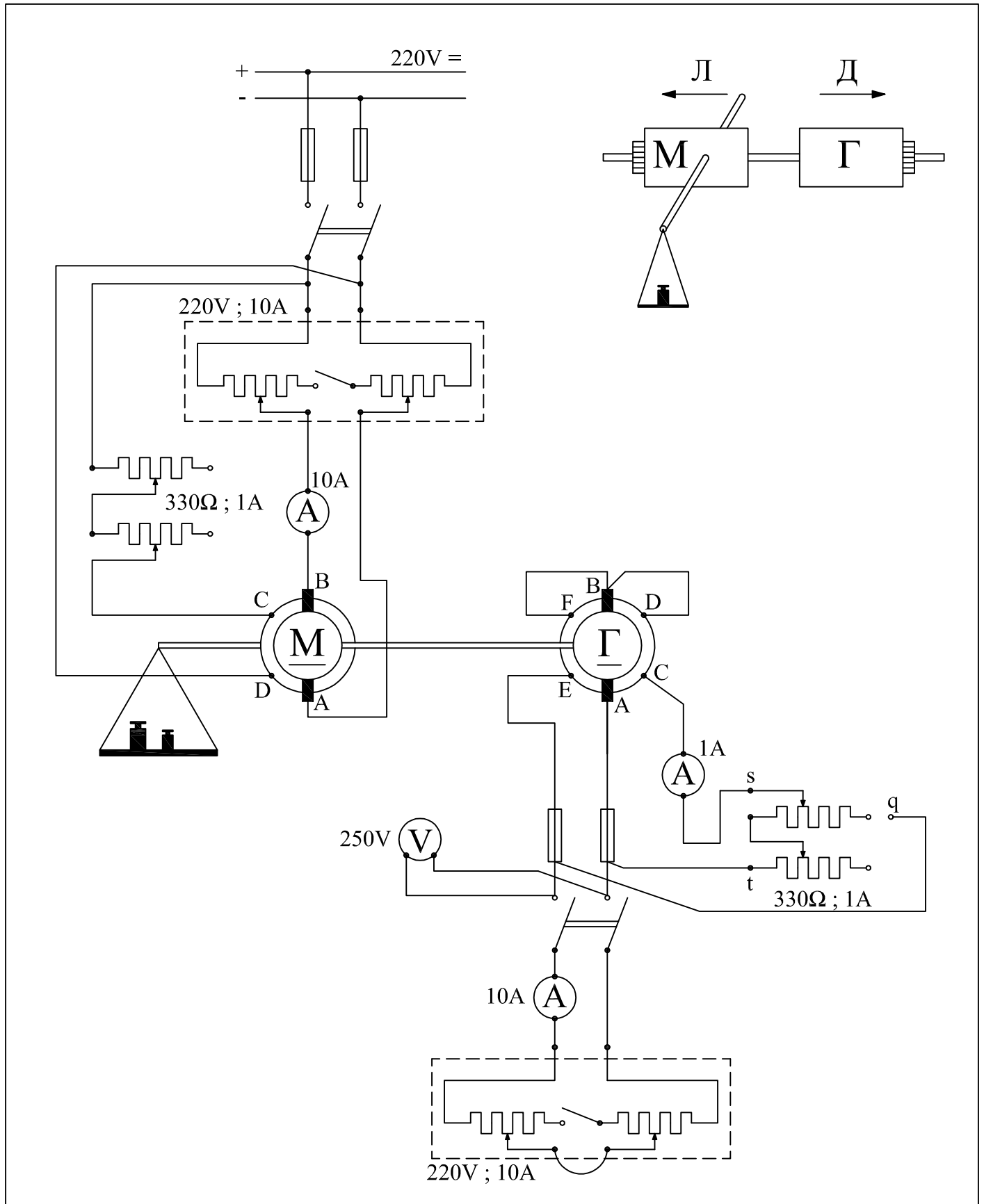
Вежба 1	Вежба 2	Вежба 3	Вежба 4	Вежба 5

школска 20 /20

ВЕЖБА БРОЈ 1

ИСПИТИВАЊЕ ГЕНЕРАТОРА ЈЕДНОСМЕРНЕ СТРУЈЕ ПО ДИРЕКТНОЈ МЕТОДИ ПОМОЋУ ЕЛЕКТРОДИНАМОМЕТРА

ШЕМА ВЕЗА:



Подаци о машинама:

мотор (динамометар) : 1,1 kW; 220 V; 6,7 A; 1450 o/min

генератор: 1,2 kW; 220 V; 5,5 A; 1500 o/min

Огледна опрема:

- у колу електродинамометра, који ради као мотор са независном побудом:
 - амперметар за 10 A
 - отпорник 220 V, 10 A
 - побудни отпорник 330 Ω, 1 A
- у колу генератора:
 - амперметри за 1 A и 10 A
 - волтметар за 250 V
 - отпорник 220 V, 10 A
 - побудни отпорник (qst) 330 Ω, 1 A
- тахометар за мерење брзине

Метода:

Моменат на осовини мотора мери се уравнотежењем статора преко полуге и тегова (статорски момнат). Снага коју мотор даје генератору се израчунава из статорског момента и угаоне брзине. Потребно је да електродинамометар закреће полуку навише, а то ће бити остварено ако се он, радећи као мотор, обрће у левом смеру.

Корисна снага генератора се израчунава из:

$$P_g = U_g I_g$$

Утрошена (улазна) снага генератора једнака је корисној механичкој снази коју даје електродинамометар и добија се из:

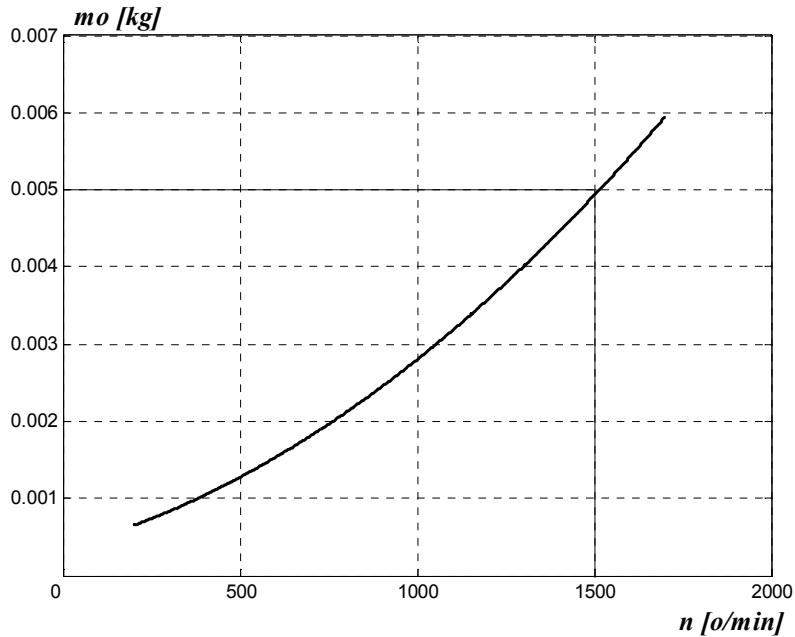
$$P_{1g} = P_m = (m - m_0) \cdot g \cdot l \cdot \frac{2\pi n}{60}$$

Дужина полуге је овде подешена тако да је $gl \frac{2\pi}{60} = 0,5$ па се израз за утрошену снагу генератора своди на:

$$P_{1g} = P_m = 0,5 \cdot (m - m_0) \cdot n$$

Маса m_0 одговара моменту механичких губитака у самом електродинамометру.

Вредност m_0 се налази са дијаграма $m_0 = f(n)$, који је добијен посебним огледом. Дијаграм је приказан на слици 1. Конкретно, у овој вежби брзина обртања машина је $n = 1500$ o/min (и одржава се константном), па је одговарајућа вредност $m_0 = 0,005$ kg.



Сл. 1. Зависност масе m_0 од брзине обртања (експериментално добијен график)

Степен искоришћења генератора је:

$$\eta_g = \frac{P_g}{P_{1g}}$$

Поступак:

Пре затварања прекидача Π_1 треба проверити:

- да је отпорник 220 V, 10 A у колу електродинамометра у положају максималног отпора
- да је прекидач Π_2 отворен
- да је побудни отпорник генератора у положају (q), тј. да је побудно коло генератора отворено.

Пошто се укључи побудни прекидач Π_1 доведе се побудна струја мотора на највећу вредност искључујући побудни отпорник 330 Ω , 1 A. Затим се поступно повећава напон на крајевима индукта мотора помоћу отпорника 220 V, 1 A све док се брзина електродинамометра не доведе на номиналну вредност брзине генератора (1500 o/min).

Побудну струју генератора треба повећавати поступно од нуле до вредности при којој је напон генератора $U_g = U_n = 220V$, деловањем на побудни отпорник ($q s t$).

Затим треба проверити да је пријемни отпорник 220 V, 10 A у колу генератора у положају највећег отпора (минимална струја оптерећења), затворити прекидач Π_2 , па подесити пријемни отпорник на шести подеок и пустити да се машине мало загреју. При том треба проверити да су брзина и напон на номиналним вредностима. Након

извесног времена може се отпочети мерење. За тренутни положај отпорника треба уравнотежити полугу електродинамометра помоћу тегова. Затим се читају и забележе маса тегова, струја генератора и побудна струја. Треба затим извршити још неколико мерења, смањујући струју генератора све до празног хода, односно док не буде $I_g = 0$. При сваком мерењу проверити напон и брзину, уравнотежити полугу, и забележити мерене вредности.

Сада треба извршити још два огледа. Први од њих се изводи када је генератор још увек побуђен, а ради са номиналним напоном и номиналном брзином без оптерећења тј. када се има празан ход нормално побуђеног генератора. Снага коју генератор тада узима од мотора је:

$$P_{1gp} = U_n I_p + P_f + P_{Fe}$$

Други оглед се односи на празан ход непобуђеног генератора, при чему ће се имати неки мали напон на крајевима генератора, који потиче од заосталог магнетизма. Снага коју тада генератор узима од мотора је:

$$P_{1gn} = P_f$$

По завршетку огледа смањити напон на крајевима индукта електродинамометра и побудну струју па отворити прекидач Π_1 .

Резултати:

Све измерене и израчунате вредности унети у следећу таблицу:

n [o/min]	U_g [V]	I_g [A]	P_g [W]	m [kg]	m_0 [kg]	P_{1g} [W]	η_g	M [Nm]
1500	220				0.005			
1500	220				0.005			
1500	220				0.005			
1500	220				0.005			
1500	220				0.005			

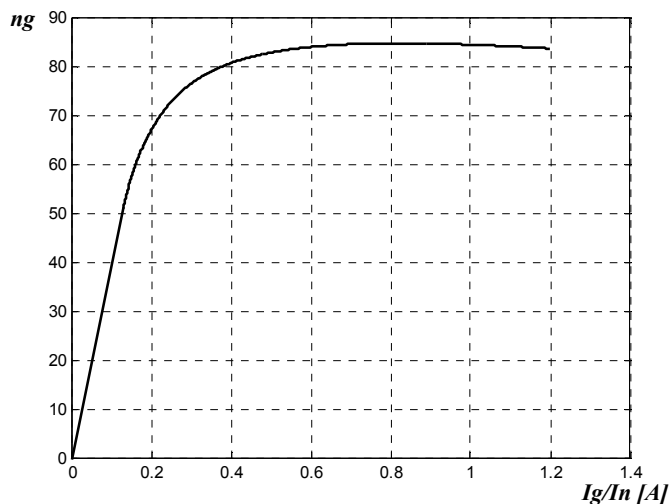
Задатак:

1. Израчунати губитке у гвожђу, механичке губитке и губитке у побудном намотају.
2. На основу вредности из таблице нацртати:

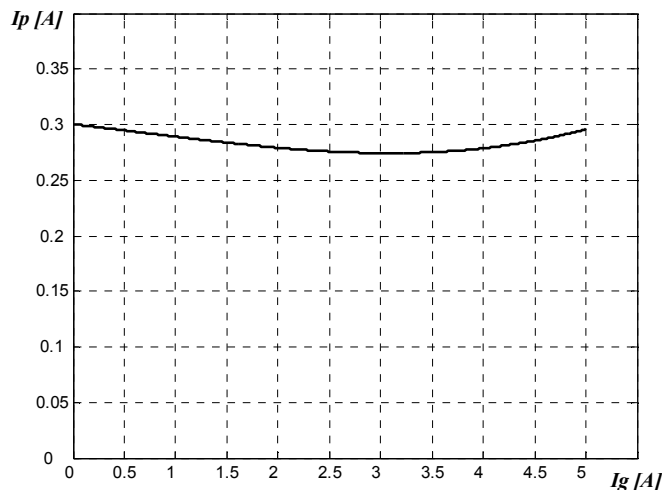
$$\eta_g = f(I_g); U_g = 220V; n = 1500 \text{ o/min}$$

$$I_p = f(I_g); U_g = f(I_g); n = 1500 \text{ o/min}$$

Пример ових графика дат је на сликама 2. и 3.



Сл.2. График зависности степена искоришћења генератора у односу на релативно оптерећење $\beta = I_g/I_{ng}$ при $n=1500 \text{ o/min}$ и $U=U_n=220V$



Сл.3. График зависности побудне струје I_p од струје оптерећења генератора I_g

3. Израчунати потребне погонске моменте при разним оптерећењима према:

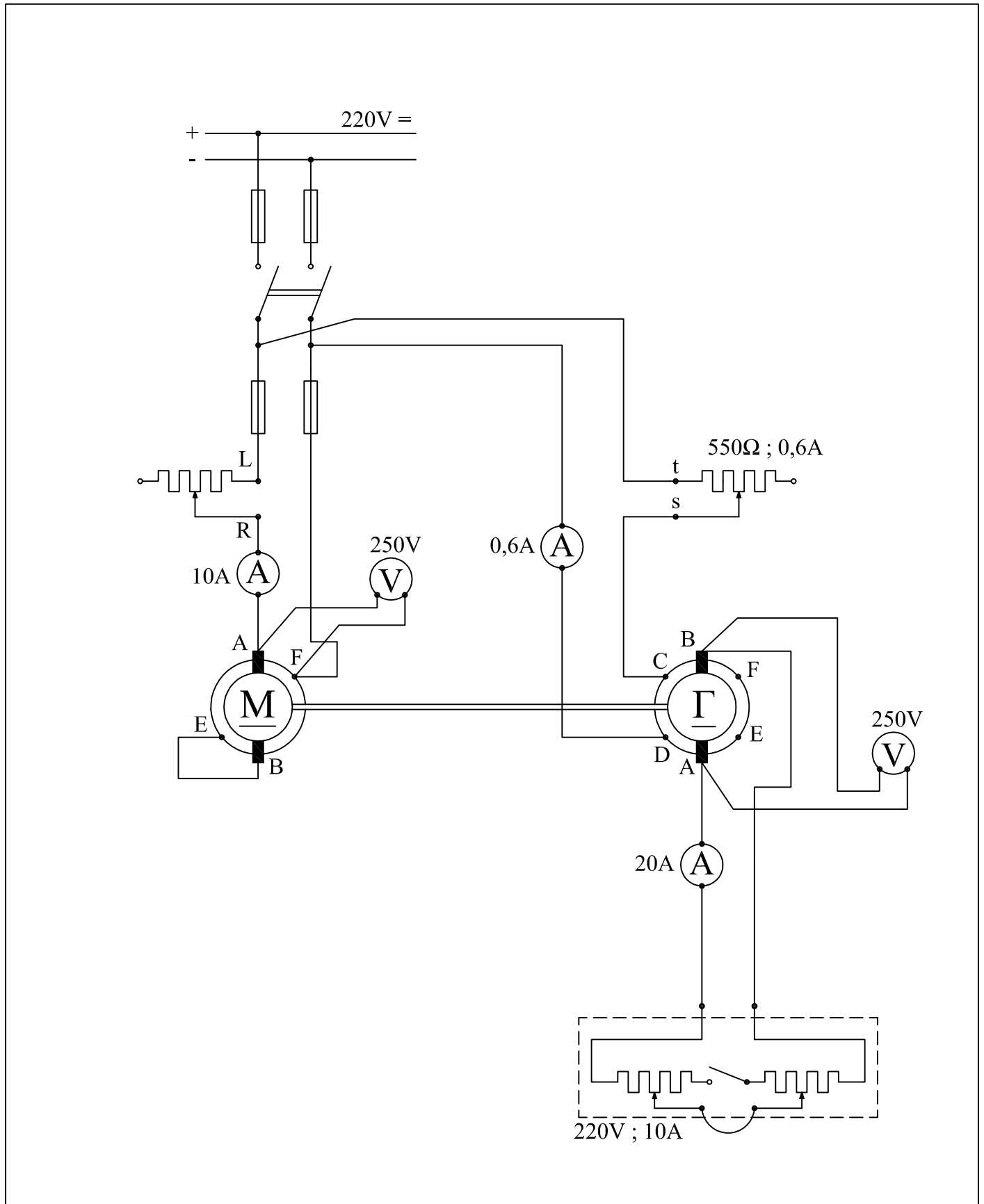
$$M = (m - m_0) \cdot g \cdot l = \frac{P_{1g}}{\Omega} = \frac{P_{1g} \cdot 60}{2\pi n} \text{ и нацртати функцију } M = f(I_g). \text{ Какав је}$$

облик ове функције и зашто?

ВЕЖБА БРОЈ 2

ОДРЕЂИВАЊЕ РАДНИХ КАРАКТЕРИСТИКА МОТОРА ЈЕДНОСМЕРНЕ СТРУЈЕ СА РЕДНОМ ПОБУДОМ ПОМОЋУ ЕЛЕКТРИЧНЕ КОЧНИЦЕ

ШЕМА ВЕЗА:



Подаци о машинама:

мотор: 1,2 kW; 220 V; 6,8 A; 1500 o/min
генератор: 1,2 kW; 220 V; 5,5 A; 1500 o/min

Огледна опрема:

- у колу мотора:
 - амперметар за 10 А
 - отпорник за пуштање у рад (LR)
 - волтметар за 250 V
- у колу генератора:
 - амперметри за 20 А
 - волтметар за 250 V
 - пријемни отпорник 220 V, 10 А
- у побудном колу генератора:
 - побудни отпорник (qst) 500 Ω; 0,6 А
 - амперметар за 0,6 А.
- тахометар за мерење брзине

Метода:

Због велике промене брзине обртања редног мотора генератор ће радити са независном обудом, тако да се побудна струја може одржавати на сталној вредности.

Утрошена снага мотора се добија из:

$$P_{1m} = U_m I_m, \text{ где се } U_m \text{ и } I_m \text{ директно мере.}$$

Корисна снага мотора једнака је утрошеној снази генератора:

$$P_m = P_{1g}, \text{ а она се добија као збир корисне снаге генератора и губитака:}$$

$$P_{1g} = P_g + P_\gamma = U_g I_g + P_\gamma$$

Губици P_γ су збир појединачних губитака:

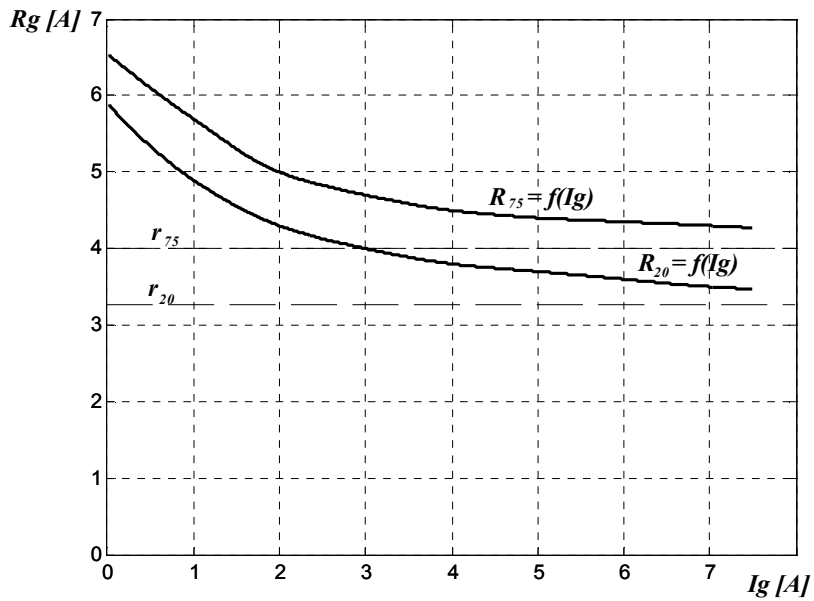
$$P_\gamma = R_g I_g^2 + P_{Fe} + P_f + P_d, \text{ од којих су:}$$

- $R_g I_g^2$ - Цулови губици у бакру индукта генератора. Рачунају се за сваку вредност струје генератора, при чему се одговарајуће вредности отпора R_g добијају са карактеристике $R_g = f(I_g)$ која је приказана на сл.1.
- $P_{Fe} + P_f$ - збир механичких и губитака у гвожђу, који се добија за сваку тачку криве $P_{Fe} + P_f = f(n)$ при константној вредности

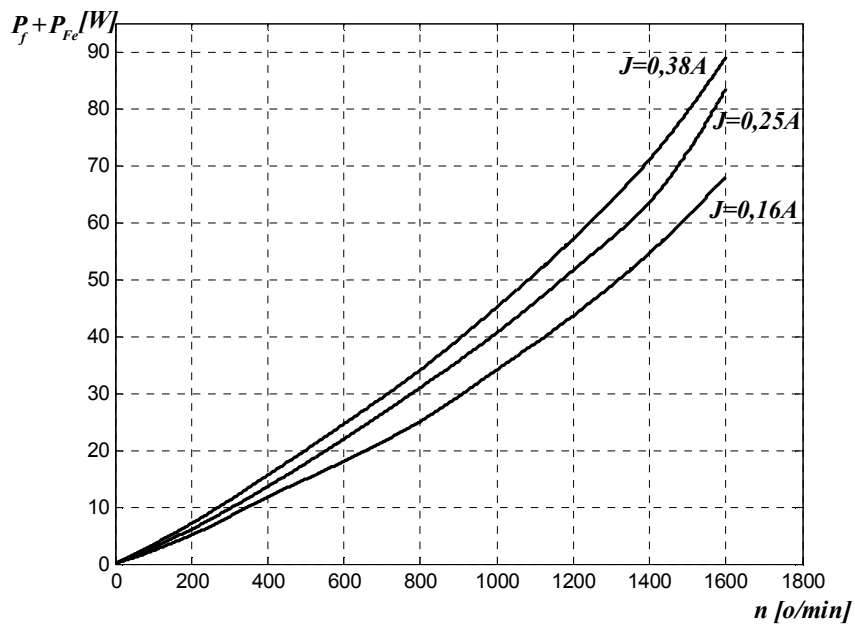
побудне струје генератора ($J_g = 0,3 A = const$). Одговарајуће криве су дате на сл.2.

- P_d - додатни губици који се рачунају преко додатног отпора R_d одређеног из једначине:

$$P_d = \frac{U_n I_n}{100} \cdot \left(\frac{I_g}{I_n} \right)^2 = R_d I_g^2 = 0,4 \cdot I_g^2$$



Сл.1. Карактеристика зависности отпора индукта генератора R_g од струје генератора I_g



Сл.2. Карактеристика зависности збира губитака P_{Fe} и $P_{f\dot{v}}$ од брзине обртања при $J=const$

Степен искоришћења мотора је:

$$\eta_m = \frac{P_m}{P_{1m}}$$

Момент мотора се добија из:

$$M_m = \frac{P_m}{\Omega} = \frac{P_m}{\frac{2n\pi}{60}} = 9,55 \cdot \frac{P_m}{n}$$

Поступак:

Редни мотор се пушта у рад само под оптерећењем, јер при празном ходу добија тако велику брзину обртања да постоји опасност од разлетања. Пре укључења прекидача треба проверити:

- да је заштитни отпорник (LR) у положају највећег отпора,
- да је побудни отпорник генератора у неком положају који није крајњи (мора се генератору дати нека побуда да би могао да буде оптерећен),
- да је пријемни отпорник у положају мало помереном од краја (да би се имала извесна струја).

Затим се укључи прекидач и помоћу заштитног отпорника (L R) мотор лагано, гледајући у амперметар (I_m), пушта у рад. Када је заштитни отпорник искључен подесити побудну струју генератора на вредност $J_g = 0,38 A$ и сачекати извесно време да се машине загреју.

Тада треба приступити мерењу. Прва тачка се ради при струји генератора од 9 А, при чему треба очитати струју мотора, напон и струју генератора и брзину, а напон мотора и побудна струја генератора се одржавају на сталним вредностима. Затим струју генератора треба смањивати до 3 А са кораком од 1 А и за сваку тачку очитати потребне вредности. По завршетку огледа вратити заштитни отпорник у положај максималног отпора и искључити прекидач.

Резултати:

Сва показивања инструмената и срачунате вредности треба унети у следећу таблицу:

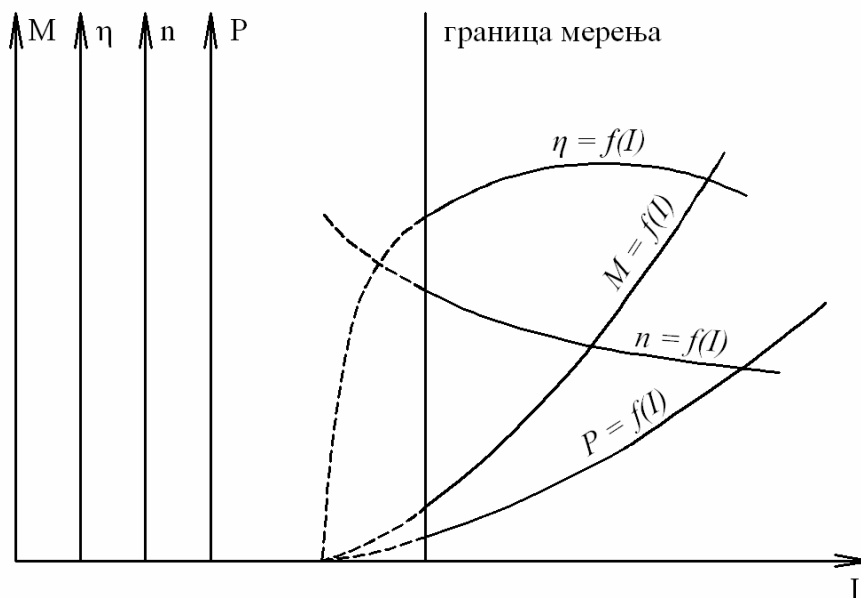
U_m [V]	I_m [A]	U_g [V]	I_g [A]	n [o/min]	J_g [A]	R_g [Ω]	P_{lm} [W]	P_g [W]	$R_g I_g^2$ [W]	$P_f + P_{Fe}$ [W]	P_d [W]	$P_{lg} = P_m$ [W]	η_m	M_m [Nm]

Задатак:

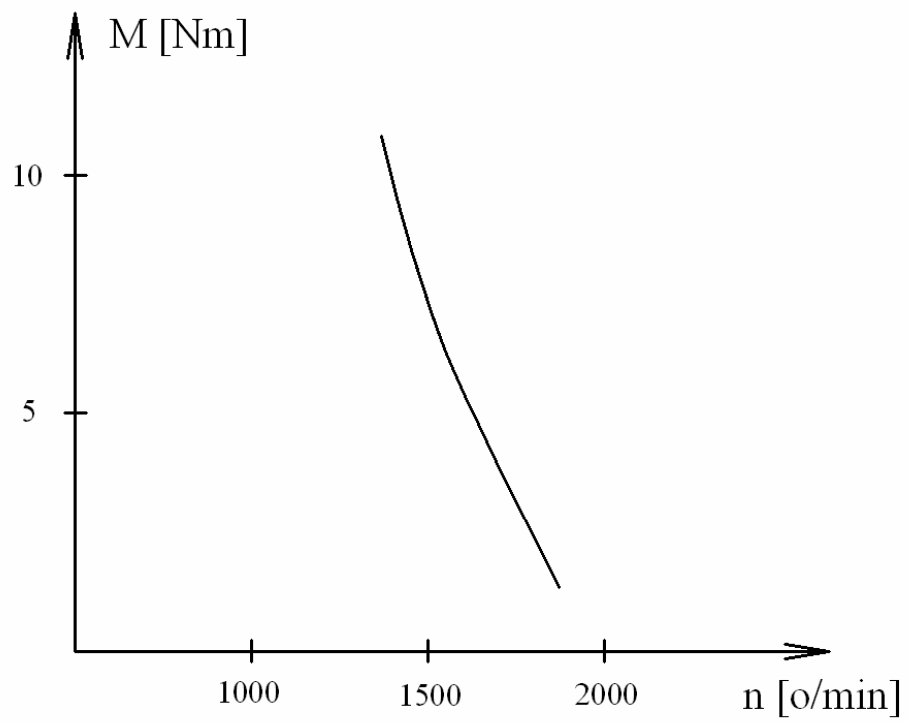
На основу измерених и израчунатих вредности нацртати:

$$\eta_m = f(I_m); n_m = f(I_m); M_m = f(I_m); P = f(I_m); M_m = f(n_m);$$

Примери ових графика дати су на сликама 3. и 4.



Сл.3. – Радне карактеристике једносмерне машине са редном побудом

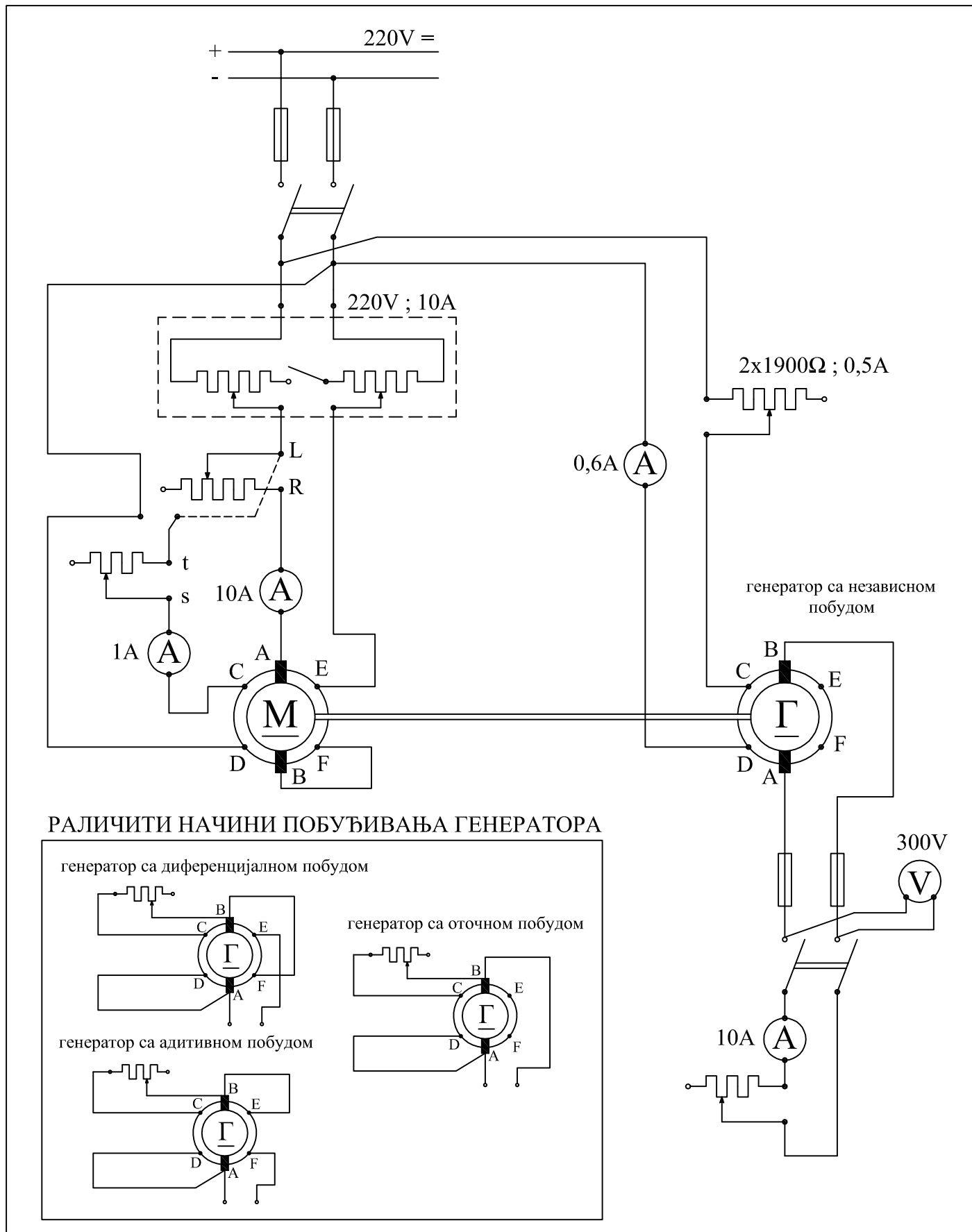


Сл.4. – Механичка карактеристика једносмерне машине са редном побудом

ВЕЖБА БРОЈ 3

ИСПИТИВАЊЕ ГЕНЕРАТОРА ЈЕДНОСМЕРНЕ СТРУЈЕ ПО ДИРЕКТНОЈ МЕТОДИ

ШЕМА ВЕЗА:



Подаци о машинама:

генератор: 1,2 kW; 220 V; 5,5 A; 1500 o/min

мотор: 1,54 kW; 220 V; 6,5 A; 1500 o/min

Огледна опрема:

- у колу мотора:
 - пријемни отпорник за 220 V, 10 A
 - заштитни отпорник (LR)
 - амперметар за 10 A
 - побудни отпорник (t s)
 - амперметар у колу побуде за 1 A
- у колу генератора:
 - побудни отпорник 0,5 A; 2x1900 Ω
 - амперметар у колу побуде за 0,6 A
 - волтметар за 300 V
 - амперметар за 10 A
 - пријемни отпорник 220 V, 10 A

Метода поступак и задатак:

I Карактеристика празног хода

Карактеристика празног хода је функција:

$$E_a = f(J) \text{ при } I_g = 0 \text{ и } n = n_n = 1500 \text{ o/min}$$

која показује како се у празном ходу генератора мења напон односно електромоторна сила, у зависности од побудне струје(независна побуда), а при сталној брзини обртања.

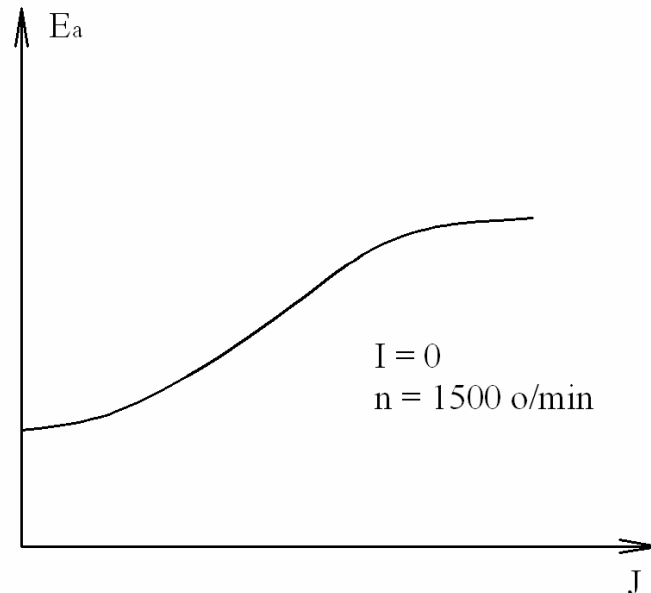
Пре пуштања мотора у рад треба проверити да је прекидач генератора П₂ отворен, да је побудни отпорник генератора у положају највећег отпора, да је заштитни отпорник мотора у положају најмањег отпора, и да је побудни отпорник мотора у положају најмањег отпора да би се имала највећа побудна струја. Тада треба затворити прекидач мотора и постепено искључивати заштитни отпорник. Када је заштитни отпорник искључен треба помоћу побудног отпорника подесити брзину обртања на номиналну вредност од 1500 o/min.

Без обзира што је побудна струја генератора нула, на крајевима генератора постоји мала електромоторна сила (10-20 V), која је последица заосталог магнетизма.

Пошто се ради оглед празног хода прекидач генератора остаје отворен, а побудну струју генератора постепено повећавамо и меримо напон. При томе би скокови напона требали да буду 10 – 20 V . Када електромоторна сила дође на вредност око 30 – 40% изнад номиналне вредности оглед се прекида.

Измерене вредности побудне струје и напона унети у таблицу и на основу ње нацртати криву чији је пример дат на сл. 1.

I_p [A]										
E_a [V]										



Сл.1. Карактеристика магнећења ЈС генератора са независном побудом

II Спољне карактеристике генератора

Спољна карактеристика генератора је крива облика:

$$U = f(I) \text{ при } R_p = \text{const} \text{ и } n = n_n = 1500 \text{ o/min}$$

која показује како се мења напон на крајевима генератора при промени струје оптерећења, при сталној брзини обртања.

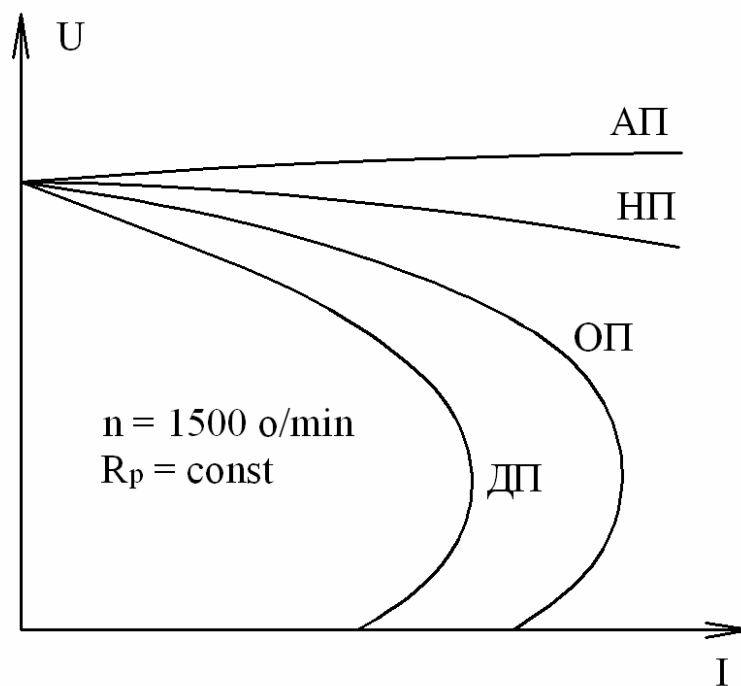
Након завршеног огледа празног хода треба побудну струју вратити на вредност при којој је електромоторна сила једнака напону празног хода (нпр. 230 V). Затим треба проверити да је пријемни отпорник генератора на вредности максималног отпора, затворити прекидач и постепено смањивати отпор, односно повећавати струју (снимити потребан број тачака). При свакој тачки треба проверити брзину јер је потребна номинална вредност током читавог огледа и забележити вредности струје и напона. Побудни отпорник генератора се при овом испитивању не регулише ($R_p = \text{const}$).

Када струја достигне вредност око 6,5 А оглед се прекида, па треба смањити струју до нуле и искључити прекидач. Затим извршити превезивање за следећи начин

побуђивања генератора и поновити поступак полазећи од истог напона у празном ходу. Све добијене резултате унети у таблицу и нацртати спољне карактеристике ($U = f(I)$) на истом дијаграму. Пример спољних карактеристика генератора за различите начине побуђивања дат је на сл. 2.

$$n = 1500 \text{ o/min} = \text{const}$$

I [A]	$U_{\text{НП}}$ [V]	$U_{\text{ДП}}$ [V]	$U_{\text{АП}}$ [V]	$U_{\text{ОП}}$ [V]

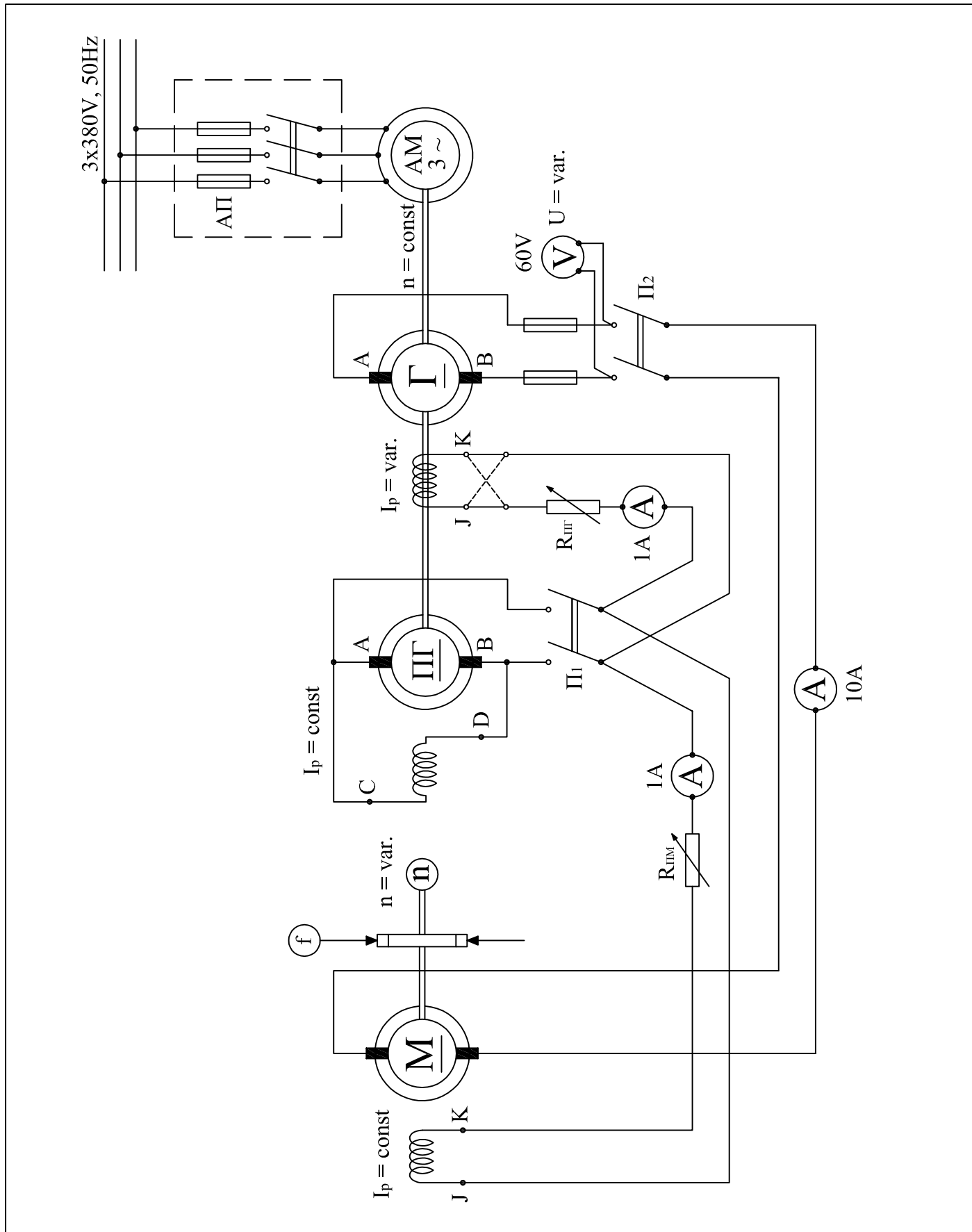


Сл. 2. – Спољне карактеристике ЈС генератора за различите типове побуде

ВЕЖБА БРОЈ 4

МОДЕЛ ВАРД - ЛЕОНАРДОВЕ ГРУПЕ

ШЕМА БЕЗА:



Подаци о машинама:

асинхрони мотор (АМ): 3x380 V; 0,8 kW; 2790 o/min

једносмерни генератор (Г): 90 V; 6 A; 2340 o/min

јеносмерни мотор (М): 90 V; 6 A; 2340 o/min

побудни генератор (ПГ): 50 V; 1,2 A; 2340 o/min

Огледна опрема:

- у колу мотора:
 - пријемни отпорник за 220V, 10A
 - заштитни отпорник (LR)
 - амперметар за 10A
 - побудни отпорник (t s)
 - амперметар у колу побуде за 1A
- у колу индукта генератора и мотора:
 - волтметар за 60 V
 - амперметар за 10 A
- у побудном колу мотора:
 - амперметар за 1A
 - побудни отпорник $R_{ПМ}$ 0,5A; 2x1900Ω
- у побудном колу генератора:
 - амперметар за 1A
 - побудни отпорник $R_{ПГ}$
- остала опрема:
 - тахометар (n) (са вихорним струјама) на опсегу x10 (до 5000 o/min)
 - фрикциона кочница (f)
 - преклопник (JK)

Задатак:

На моделу Вард – Леонардове групе одредити:

1. зависност $n = f(U)$ у празном ходу ($f = 0$), за оба смера обртања
2. зависност $n = f(I_a)$ при оптерећењу ($f > 0$), за оба смера обртања

Поступак:

1. Поставити побудни отпорник генератора $R_{ПГ}$ на максималну вредност (тада се има минимална побудна струја и напон на крајевима генератора)
2. Укључити прекидаче Π_1 и Π_2
3. Укључити прекидач на табли, а затим и аутоматски прекидач АП и тиме пустити погон у рад
4. У празном ходу ($f = 0$): деловањем на побудни отпорник генератора $R_{ПГ}$ подешава се напон на крајевима генератора U и мери брзина мотора n .

Добијене вредности уписати у одговарајућу табелу и нацртати карактеристике $n = f(U)$ за оба смера обртања.

5. При оптерећењу ($f > 0$): за неколико вредности напона U одредити зависност $n = f(I_a)$ за оба смера обртања (у I и III квадранту). Добијене вредности унети у одговарајућу таблицу и нацртати график.

Резултати мерења:

Резултате из тачке 4. унети у следеће табеле:

Десни смер обртања:

U [V]						
n [o/min]						

Леви смер обртања:

U [V]						
n [o/min]						

Резултате из тачке 5. унети у следеће табеле:

$U_1 =$

I [A]						
n_d [o/min]						
n_l [o/min]						

$U_2 =$

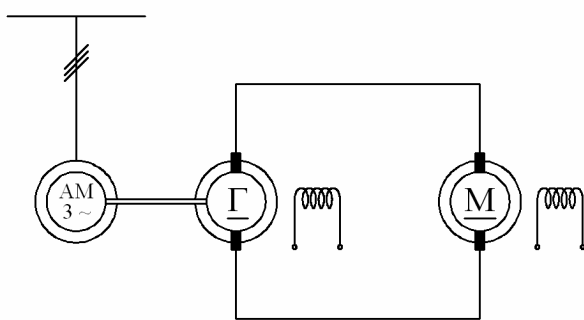
I [A]						
n_d [o/min]						
n_l [o/min]						

$$U_3 =$$

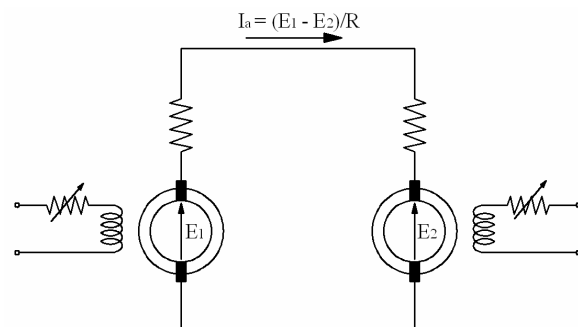
I [A]						
n_d [o/min]						
n_l [o/min]						

Прилог:

При регулисању брзине променом напона напајања користе се код мотора мањих снага и лабораторијских мотора отпорници у потенциометарској спрези преко којих преко којих је прикључен индукт мотора, с обзиром на чињеницу да постоје отпорници за релативно мале струје и да је губитак снаге без већег значаја. Међутим код мотора средњих и великих снага такво решење постаје неприхватљиво па се променљиви напон у том случају добија из посебног генератора једносмерне струје покретаног обично помоћу асинхроног мотора и такав систем називамо Вард – Леонардов (сл. 1 и сл. 2).



Слика 1.

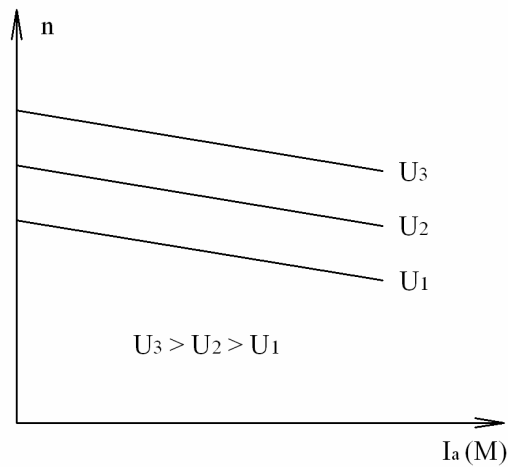


Слика 2.

Обе машине за једносмерну струју имају независну побуду. Емс E_1 па и напон напајања мотора чију брзину желимо да регулишемо подешава се помоћу побудне струје генератора. Брзина се на тај начин може регулисати прецизно и у веома широком опсегу. Оба побудна намота се обично напајају из заједничке побудне машине (ПГ) постављене на вратило мотор – генератор агрегата тако да је као једини извор електричне енергије довољан трофазни прикључак за напајање асинхроног мотора. Очигледан недостатак оваквог система је висока цена јер треба имати три машине приближно исте снаге уместо једне тј. самог мотора чију брзину треба регулисати. Међутим он има и своје предности: уређај за регулисање се налази у побудним колима мале снаге; брзина се регулише у довољно широком опсегу и то у оба смера; обезбеђена је могућност кочења са рекуперацијом подешавањем емс E_1 и E_2 помоћу одговарајућих побудних струја; рад је миран и стабилан итд.

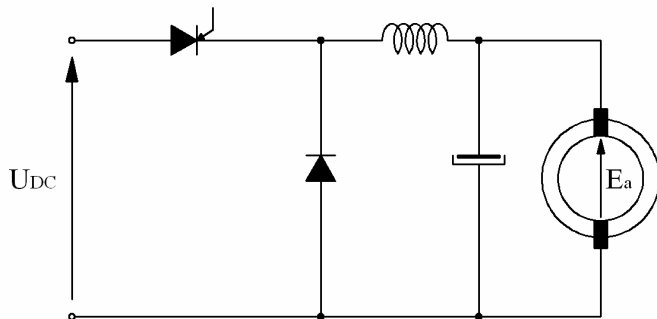
Карактеристике промене брзине при за разним побудним струјама генератора тј. разним напонима напајања мотора и при занемарљивој реакцији индукта, у функцији

струје индукта, односно момента су паралелне праве које лагано опадају са оптерећењем (сл.3).

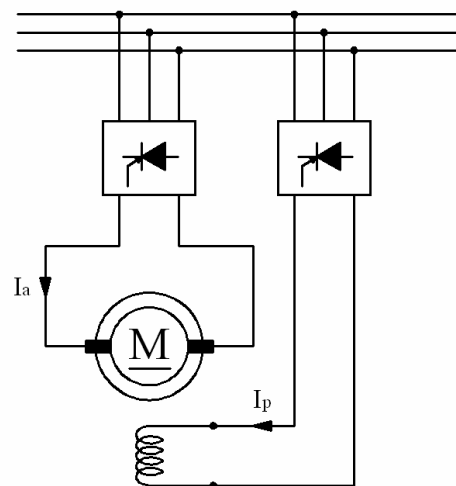


Сл.3 – Механичке карактеристике мотора управљаног преко Вард – Леонардове групе за различите напоне напајања

Данас се за регулисање брзине мотора користе енергетски претварачи који се састоје из регулисаних исправљача чији се излазни напон подешава електронским путем. Пример таквих претварача су разне варијанте тиристорских исправљача и чопери тј. DC/DC конвертори (сл.4 и сл.5). Овакав начин регулације је много јефтинији и енергетски ефикаснији па се због тога масовно и примењује.



Сл.4 – MJCC напајана преко чопера

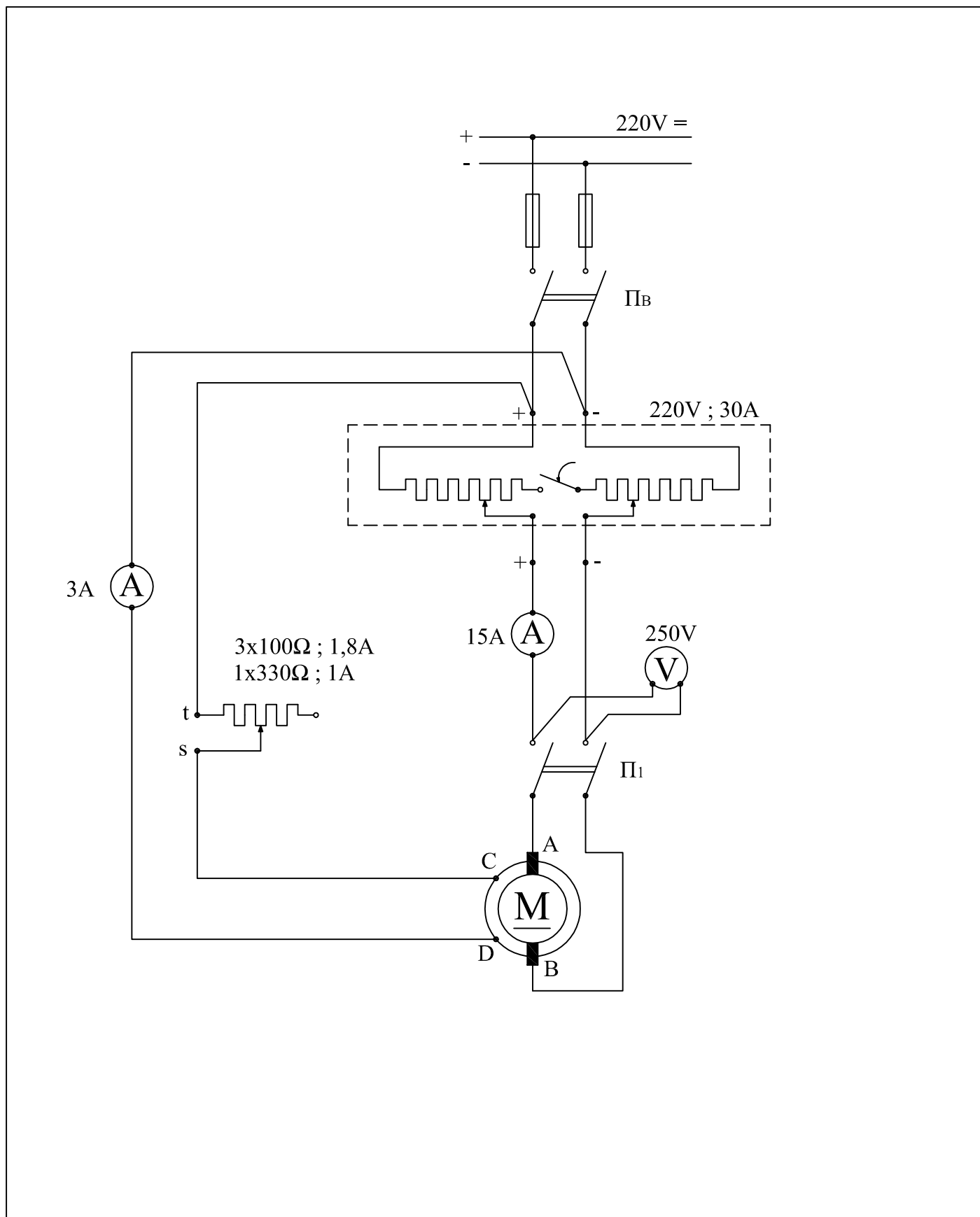


Сл.5 – MJCC напајана преко два тиристорска моста

ВЕЖБА БРОЈ 5

ИСПИТИВАЊЕ МАШИНЕ ЈЕДНОСМЕРНЕ СТРУЈЕ ПО ИНДИРЕКТНОЈ МЕТОДИ ОДВОЈЕНИХ ГУБИТАКА

ШЕМА ВЕЗА:



Подаци о машини:

$P = 13,5 \text{ kW}$, $n = 1150 - 1730 \text{ ob/min}$, $U = 220 \text{ V}$, $I = 74 \text{ A}$

Огледна опрема:

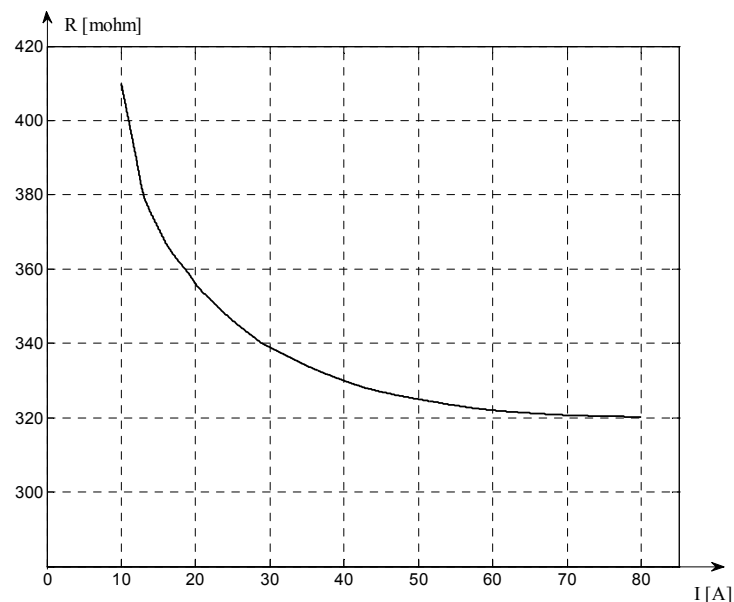
- У побудном колу:
 - побудни отпорници (s t): $3 \times 100 \Omega$, $1,8 \text{ A}$; $1 \times 330 \Omega$, 1 A
 - амперметар за 3 A
- У колу индукта:
 - отпорник за 220 V , 30 A у потенциометарском споју за подешавање напона на крајевима индукта
 - волтметар са обртним калемом за 250 V
 - амперметар са обртним калемом за 15 A

Подаци о машини:

У овом огледу машина ради као мотор у празном ходу при номиналној брзини (1500 o/min). При напону U_0 контраелектромоторна сила је:

$$E_a = U_0 - RI_0$$

, где R представља заједно отпор индукта, помоћних полова и прелазни отпор на четкицама, а његова вредност се читава са графика $R = f(I)$, који је добијен у посебном огледу (сл.1).



Сл.1 – График зависности отпорности R [$\text{m}\Omega$] од струје I [A] за температуру од 20°C

Снага $P_0 = U_0 I_0$ коју прима индукт једнака је збиру Џулових губитака у отпору R (RI_0^2), губитака у гвожђу P_{Fe} и губитака услед трења у лежиштима и на комутатору и вентилације P_f , односно:

$$P_0 = U_0 I_0 = RI_0^2 + P_{Fe} + P_f, \text{ па је}$$

$$P_{Fe} + P_f = U_0 I_0 - RI_0^2 = (U_0 - RI_0) \cdot I_0 = E_a \cdot I_0; \quad E_a = U_0 - RI_0$$

Дакле збир губитака $P_{Fe} + P_f$ се може одредити из измерених вредности U_0 , I_0 и R . Ако се изврши више мерења, може се добити зависност $(P_{Fe} + P_f) = f(E_a)$ и $E_a = f(I_p)$.

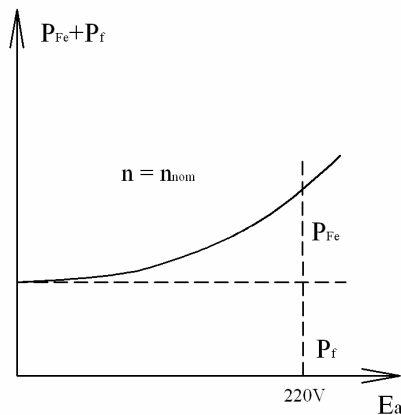
Оглед се изводи за разне вредности напона, почевши од 230 – 240 V па до $1/2(U_n)$, са кораком 20 V.

Сам поступак тече на следећи начин:

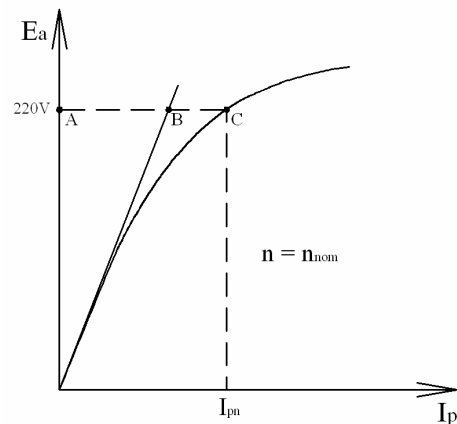
Пре затварања прекидача проверити да је ручица отпорника 220 V, 30 A у положају најмањег напона (крајњи леви положај), да је прекидач Π_1 отворен и да је ручица побудног отпорника у положају највеће струје, односно најмањег отпора. Зтим треба затворити прекидач Π_B . Амперметар за 3 A треба да покаже да је мотор побуђен. Након атога затвара се прекидач Π_1 и регулише напон помоћу потенциометра све док се он не доведе на пуни напон вода. Сада треба приступити подешавању брзине на номиналну вредност (1500 o/min) деловањем на побудну струју. Очитати показивања свих инструмената и унети их у таблицу. Следеће мерење се обавља за нижи напон (смањити напон за 20 V, а брзину вратити на номиналну вредност смањењем побудне струје) и поново очитати показивања свих инструмената. Извршити потребан број мерења понављајући исти поступак смањивања напона све док не буде $U_0 \cong U_n / 2$. Тиме је оглед завршен. Све добијене резултате унети у следећу таблицу.

U_0 [V]	I_0 [A]	n [o/min]	I_p [A]	RI_0 [V]	RI_0^2 [W]	E_a [V]	$P_{Fe} + P_f$ [W]

Помоћу добијених резултата нацртати карактеристике $(P_{Fe} + P_f) = f(E_a)$ и $E_a = f(I_p)$ чији су примери дати на сл.2 и сл.3.



Сл.2 – Зависност губитака $(P_{Fe} + P_f)$ од напона



Сл.3. – К-ка магнећења МЈСС

Одредити механичке губитке машине екстраполацијом до ординате. Одредити коефицијент засићења машине $K_z = \frac{AC}{AB}$ са карактеристике магнећења.

Циљ саме индиректне методе је одређивање $\eta = f(P)$ при $n = 1500 \text{ ob/min}$ када машина ради као мотор и као генератор и то за оточну и независну побуду. Поступак је следећи:

Претпоставимо да машина ради под сталним напоном $U_n = 220V$ и да за разна оптерећења струја у индукту има разне вредности: 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 А. За сваку од тих вредности најпре треба одредити отпор R_a са дијаграма $R = f(I)$ за $\theta = 75^\circ C$ (ако није дато на дијаграму за ту температуру треба израчунати), а затим срачунати E_a . Према тој вредности са кривих добијених помоћу самог огледа одредити губитке $(P_{Fe} + P_f)$ и побудну струју I_p . Тада се може одредити струја мотора, односно генератора. Након тога срачунава се утрошена снага мотора, односно корисна снага генератора. Из добијених података треба одредити суму губитака, па затим и степен искоришћења η . На крају треба нацртати карактеристику $\eta = f(P)$.

Потребне формуле за израчунавања:

Оточна побуда:

Мотор

$$E_a = U_n - R_a I_a$$

$$I = I_a + I_p$$

$$P_1 = UI$$

Генератор

$$E_a = U_n + R_a I_a$$

$$I = I_a - I_p$$

$$P = UI$$

$$P_\gamma = (P_{Fe} + P_f) + R_a I_a^2 + UI_p + P_d, \text{ где је}$$

$$P_d = \frac{U_n I_n}{100} \cdot \left(\frac{I_a}{I_n} \right)^2 = \frac{I_a^2}{34} [W]$$

$$\eta_m = \frac{P}{P_1} = \frac{P_1 - P_\gamma}{P_1}$$

$$\eta_g = \frac{P}{P_1} = \frac{P}{P + P_\gamma}$$

Независна побуда:

Мотор

$$I = I_a$$

$$P_1 = UI + U_p I_p = U(I_a + I_p)$$

Генератор

$$I = I_a$$

$$P = UI = UI_a$$

за мотор нема разлике у снази

за генератор су мањи губици

Табела за унос рачунатих података:

Мотор:

I_a [A]	R [Ω]	E_a [V]	$P_{Fe} + P_f$ [W]	I_p [A]	I [A]	P_γ [W]	P_1 [W]	P [W]	η_m
10									
20									
30									
40									
50									
60									
70									
80									

Генератор:

I_a [A]	R [Ω]	E_a [V]	$P_{Fe} + P_f$ [W]	I_p [A]	I [A]	P_γ [W]	P_1 [W]	P [W]	η_g
10									
20									
30									
40									
50									
60									
70									
80									