

Универзитет у Крагујевцу
Факултет техничких наука Чачак



**ОДРЕЂИВАЊЕ СТЕПЕНА ИСКОРИШЋЕЊА
АСИНХРОНОГ МОТОРА**

Чачак, јун 2021

ТЕОРИЈСКИ УВОД

ПОЈАМ СТЕПЕНА ИСКОРИШЋЕЊА

Степен корисног дејства представља однос енергије који се у машину улаже, према корисном раду који машина обавља. Користан рад увек је мањи од уложеног.

$$\eta = \frac{P_k}{P_u}$$

Коефицијент корисног дејства је бездимензиони број и дефинисан је као однос корисне и уложене снаге, који показује колико је машина ефикасна у погледу потрошње енергије, машине са малим коефицијентом корисног дејства троше већу количину енергије. Сви губици се могу поделити у три групе:

- механички губици
- губици у гвожђу
- губици у бакру

Механички губици настају услед обртања ротора што изазива механичка трења и хабања лежајева, четкица као и само кретање ваздуха унутар и око мотора.

Губици у гвожђу се деле на губитне услед хистеезиса и губитке услед вихорних струја. Губици услед хистеезиса настају због саме природе материјала и његовог магнећења тј. његове карактеристике да се одупре магнетизацији услед његовог магнетног отпора. Елементарне честице магнета управљају се у правцу поља, па њихово окретање ослобађа енергију трењем у виду топлоте. Губици услед вихорних струја се јављају због чињенице да је феромагнетни материјал и електропроводна па индукована ЕМС која се у њему јавља проузрокује протицање струје а тиме и губитке.

Губици у бакру јављају се у намотајима на статору и ротору услед протицања струје кроз намотаје, ослобођена топлота утиче на повећање отпорности бакра који има позитиван температурни коефицијент, па долази до повећања губитака.

Постоји више метода за одређивање степена искоришћења електричних машина (мотора и генератора). Оне се могу поделити у три групе и то:

- директне методе
- индиректне методе
- опозиционе методе

ДИРЕКТНА МЕТОДА

Код директне методе се посебно мере уложена и корисна снага и на основу њих се рачуна степен искоришћења. Мерења уложене и корисне снаге је потребно извршити са истом тачношћу. Приликом огледа потребно је машину потпуно оптеретити, односно довести је у радно стање које ће имати у погону.



Слика 1: Принцип директне методе

На слици је приказана општа поставка која важи за мотор, за генератор би уместо кочнице користили други погонски мотор. Циљ је да се одреди механичка снага на вратилу мотора мерачем момента и брзине на следећи начин:

$$P_{\text{meh}} = M \cdot \Omega$$

$$P_{\text{el}} = U \cdot I$$

Па је степен искоришћења одређен следећим изразом:

$$\eta = \frac{P_{\text{meh}}}{P_{\text{el}}}$$

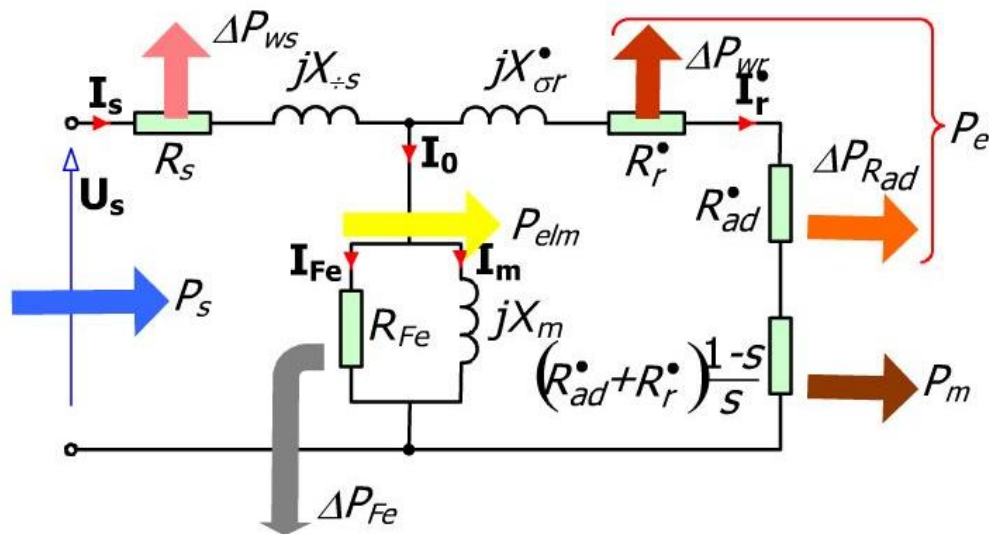
Проблем који се јавља применом директне методе је мерење механичке снаге на излазу мотора или улазу генератора. Механичка снага је функција момента и брзине обртања мотора, а недостаци директне методе су следећи:

- велика потрошња енергије приликом испитивања (напајање кочнице у случају мотора, напајање мотора – оптерећења у случају генератора)
- одређена грешка при израчунавању степена искоришћења (грешка инструмената за мерење електричне снаге, момента, брзине)
- потребно је обезбедити опрему за номинално оптерећење мотора (кочница), или погонски мотор у случају генератора

Директна метода поред свих недостатака и грешака остаје једина метода која се може применити за тачније одређивање степена искоришћења машина мале снаге, зато што је у овом случају урачуната само грешка мерних инструмената.

ИНДИРЕКТНА МЕТОДА

Инди­ректна ме­то­да под­раз­у­ме­ва ис­пити­ва­ње сте­пе­на ис­ко­ри­шће­ња ме­ре­њем укуп­не у­тро­ше­не сна­ге на ула­зу мо­то­ра, или ме­ре­њем укуп­не у­тро­ше­не ме­хан­ич­ке сна­ге на врати­лу ге­не­ра­то­ра. Оду­зи­ма­њем по­је­ди­нач­них гу­би­та­ка на ос­но­ву ек­ви­валент­не ше­ме ма­ши­не до­ла­зи се до ко­рис­не сна­ге, а са­мим тим и до сте­пе­на ис­ко­ри­шће­ња. При­мер од­ре­ђи­ва­ња гу­би­та­ка ин­ди­рект­ном ме­то­дом на при­ме­ру а­син­хро­ног мо­то­ра је при­ка­зан на сле­де­ћој сли­ци:



Слика 2: Еквивалентна шема асинхроног мотора

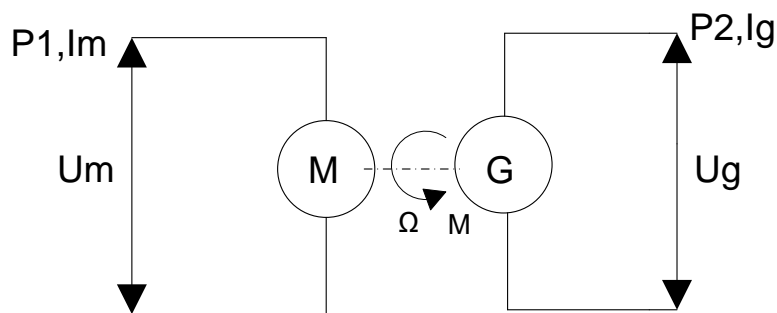
Еквивалентна шема АМ се добија у огледу кратког споја и празног хода. Са горње слике се може видети енергетски биланс асинхроне машине:

$$P_s = \Delta P_{ws} + \Delta P_{Fe} + \Delta P_{wr} + \Delta P_{ad} + P_m$$

$$\eta = \frac{P_m}{P_s}$$

ОПОЗИЦИОНА МЕТОДА

Опозициона метода подразумева две машине спрегнуте механички или електрично у опозицију тако да једна ради као мотор, а друга као генератор. Оптерећење се подешава на жељену вредност, обично назначену. Механичком спрегом преко вратила обезбеђено је да су у обе машине једнаки механички губици, а ако су им исте побудне струје, једнаки су губици у гвожђу, а ако имају једнаке струје индукта, једнаки су им губици у баку. Мотор покрива све губитке осим побудних.



Слика 3: Принцип упрошћене опозиционе методе за генератор

На претходној слици је приказан општи модел опозиционе методе по којој се врши одређивање степена искоришћења генератора или мотора. За случај мотора потребно је имати елемент за оптерећење (кочницу). У овом примеру је потребно да мотор и генератор имају идентичне карактеристике како би и губици били индетични. У наставку је приказан начин за израчунавање степена искоришћења генератора приказаног на предходној слици:

$$\eta = \frac{P_k}{P_u}$$

Укупна уложена снага:

$$P_u = P_1 - P_T$$

Корисна снага генератора:

$$P_k = P_2$$

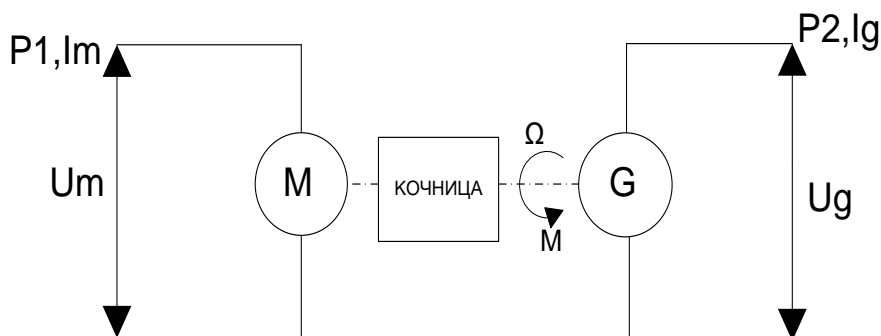
Због идентичности машина механички губици услед обртања су једнаки:

$$P_T = \frac{P_1 - P_2}{2}$$

Па је степен искоришћења генератора једнак:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1 - P_T}$$

$$\eta = \frac{2P_2}{P_1 + P_2}$$



Слика 4: Принцип упрошћене опозиционе методе за мотор

У следећем примеру биће приказан начин израчунавања степена искоришћења мотора:

$$\eta = \frac{P_k}{P_u}$$

Укупна уложена снага:

$$P_u = P_1$$

Корисна снага генератора:

$$P_k = P_1 - P_T$$

Због идентичности машина механички губици услед обртања су једнаки:

$$P_T = \frac{P_1 - P_2}{2}$$

Па је степен искоришћења мотора једнак:

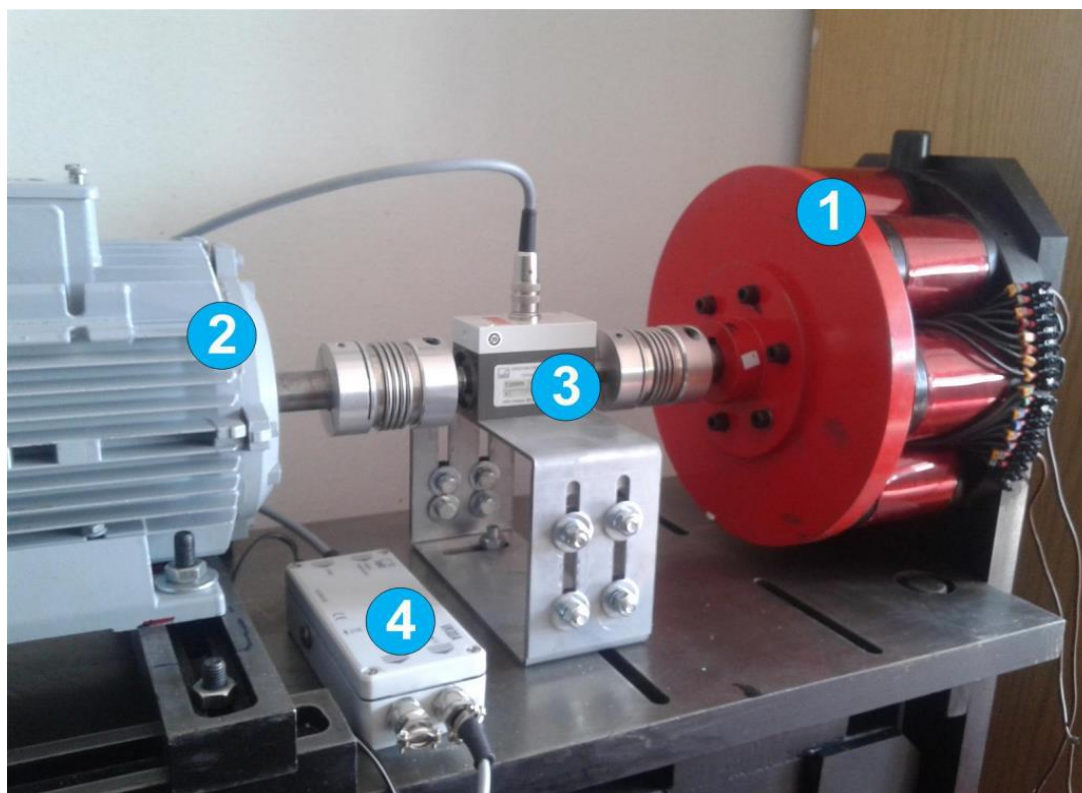
$$\eta = \frac{P_1 + P_2}{2P_1}$$

ЗАДАТАК ВЕЖБЕ

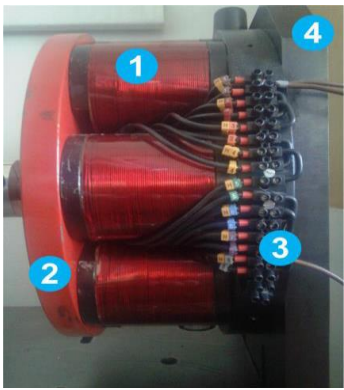

- Одредити степен искоришћења асинхроног мотора применом директне методе мерењем брзине обртања, момента мотора и утрошене снаге.
- Применом програмског пакета LabView обрадом улазних величина пратити криву степена искоришћења.
- Поступак поновити за различите напоне од кога зависи највећи момент мотора и уочити разлику између њих.



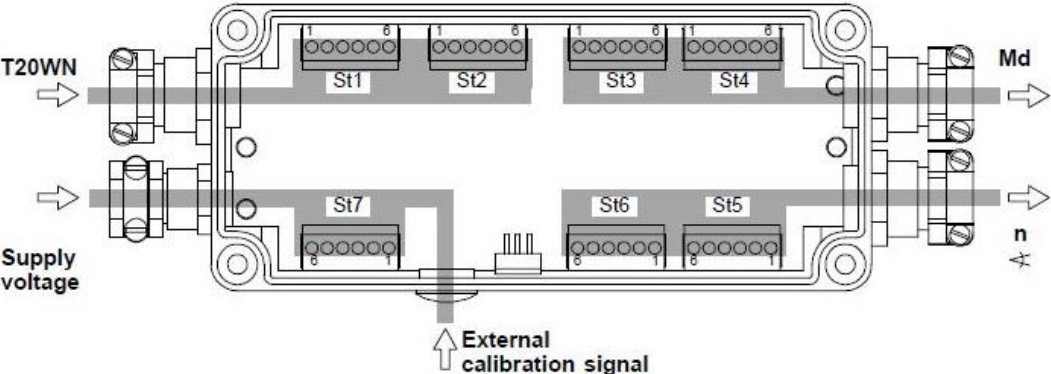

Мотор је потребно оптерећивати кочницом до називног оптерећења, а након тога оптерећење повећати преко тог оптерећења и уочити промену. Применом фреквентног претварача мењати напон и брзину обртања, поновним мењањем оптерећења уочити промену. Поступак поновити за различиту вредност температуре након што машина постигне радну температуру и након тога уочити разлику. На крају вежбе је потребно извести закључак о погодности ове методе, предностима и њеним манама. Објаснити због чега се разликује крива степена искоришћења за различите напоне напајања?

СПЕЦИФИКАЦИЈА ОПРЕМЕ И ПРИБОРА ЗА ВЕЖБУ



Слика 5: Приказ опреме

б	Назив опреме	Спецификација	
1.	<p>Електромагнетна кочница</p> 	<p>Конструкција</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Електромагнети 2. Феромагнетни диск 3. Прикључци навојака електомагнета 4. Држач кочнице <p>Спецификација:</p> <p>Струјни ниво: 0-5А Напонски ниво: 0-30V</p>	
2.	<p>Асинхрони мотор</p> 	$U_n[V] \Delta/Y$	220/380
		$I_n[A] \Delta/Y$	6/3.5
		$\cos\varphi$	0.7
		$f[Hz]$	50
		$P_n [kW]$	1.1
		$n [min^{-1}]$	920

3.	<p>Мерач брзине и момента T20WN</p> 	<p>Опсег момента мерење брзине до 3000 min^{-1}, максимална брзина 10000 min^{-1}, Опсег излазног сигнала: $\pm 10\text{V}$ Момент $\pm 5\text{V}$ Брзина</p>																																					
4.	<p>Спојна кутија HBM VK20A</p> 	<table border="1"> <tr> <td>St3</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Напајање 14...30V</td> <td>Улаз</td> </tr> <tr> <td>St4</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Маса 0V</td> <td>Улаз</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Маса 0V</td> <td>Излаз</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Момент 10V</td> <td>Излаз</td> </tr> <tr> <td>St5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Брзина 0</td> <td>Излаз</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Брзина 5 V</td> <td>Излаз</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Брзина -5 V</td> <td>Излаз</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Брзина -5 V фазно померен</td> <td>Излаз</td> </tr> <tr> <td>St6</td> <td>Брзина 5 V фазно померен</td> <td>Излаз</td> </tr> </table>		St3			1	Напајање 14...30V	Улаз	St4			2	Маса 0V	Улаз	3	Маса 0V	Излаз	6	Момент 10V	Излаз	St5			1	Брзина 0	Излаз	4	Брзина 5 V	Излаз	5	Брзина -5 V	Излаз	6	Брзина -5 V фазно померен	Излаз	St6	Брзина 5 V фазно померен	Излаз
St3																																							
1	Напајање 14...30V	Улаз																																					
St4																																							
2	Маса 0V	Улаз																																					
3	Маса 0V	Излаз																																					
6	Момент 10V	Излаз																																					
St5																																							
1	Брзина 0	Излаз																																					
4	Брзина 5 V	Излаз																																					
5	Брзина -5 V	Излаз																																					
6	Брзина -5 V фазно померен	Излаз																																					
St6	Брзина 5 V фазно померен	Излаз																																					
																																							
5.	<p>Фреквентни претварач ATV31</p> 	<table border="1"> <tr> <td>Привидна снага</td> <td>4.2 кVA</td> </tr> <tr> <td>Полазна струја</td> <td>10 А</td> </tr> <tr> <td>Подносива једносекундна струја</td> <td>5 кA</td> </tr> <tr> <td>Номинални напон</td> <td>180..500V</td> </tr> <tr> <td>Номинална струја</td> <td>6.2A</td> </tr> <tr> <td>Транзијентна струја</td> <td>4.1A</td> </tr> </table>		Привидна снага	4.2 кVA	Полазна струја	10 А	Подносива једносекундна струја	5 кA	Номинални напон	180..500V	Номинална струја	6.2A	Транзијентна струја	4.1A																								
Привидна снага	4.2 кVA																																						
Полазна струја	10 А																																						
Подносива једносекундна струја	5 кA																																						
Номинални напон	180..500V																																						
Номинална струја	6.2A																																						
Транзијентна струја	4.1A																																						

$$M = \frac{P}{\omega} = \frac{\eta * \sqrt{3} * U * I * \cos \varphi * p}{2 * \pi * (1-s) * f} = \frac{k}{1-s} * \frac{U}{f} * I$$

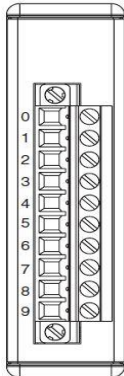
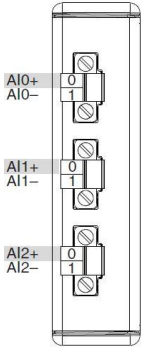
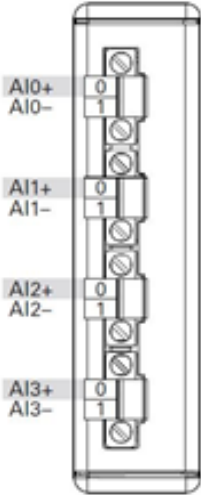
$\eta \rightarrow$ Степен искоришћења

$P \rightarrow$ Корисна снага на вратилу мотора

$\omega \rightarrow$ Кружна учестаност

$p \rightarrow$ Број пари полова

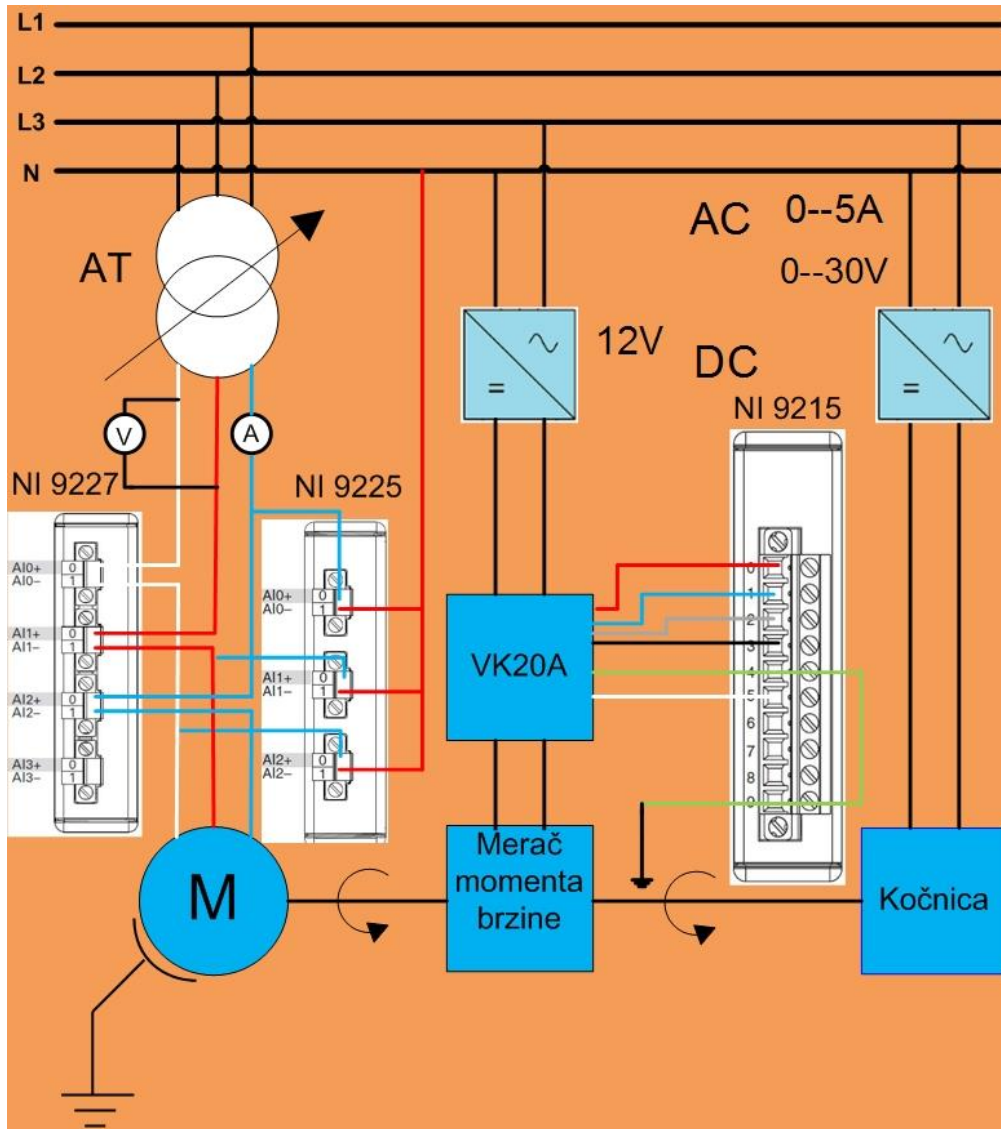
$f \rightarrow$ Фреквенција

6.	Аквизициона картица NI9215 	0	AI 0+
		1	AI 0-
		2	AI 1+
		3	AI 1-
		4	AI 2+
		5	AI 2-
		6	AI 3+
		7	AI 3-
		8	Не повезује се
		9	Маса
7.	Аквизициона картица NI9225 	Карактеристике	
		Број канала	3
		Резолуција	24 bits
		Фреквенција	12.8 MHz
		Напон	300 Vrms
		Број семплова	50 KS/s
		Напонска заштита	450 V DC
8.	Аквизициона картица NI9227 	Карактеристике	
		Број канала: 4 Резолуција: 24 bits Фреквенција: 12.8 MHz Струја: 5 Arms Број семплова: 50 kS/s Напонска заштита: 450 V DC	

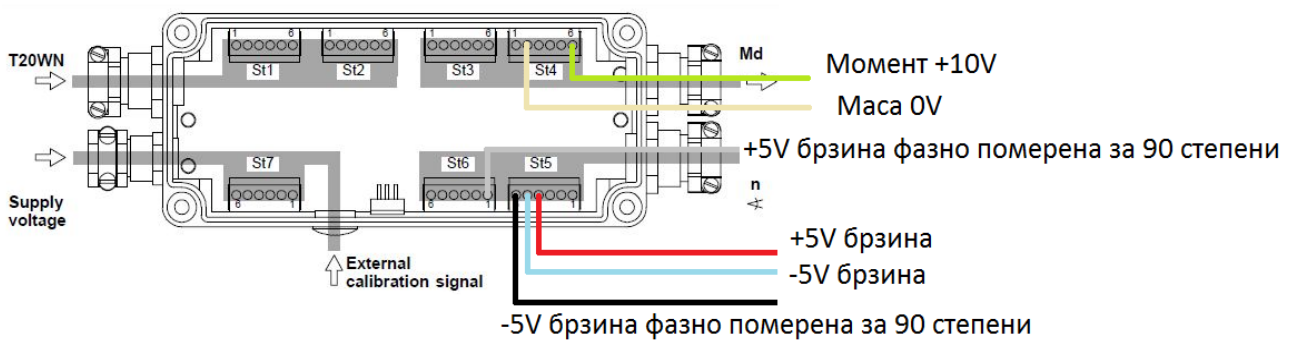
9.	Напајање DC	Волтметар
10.	Амперметар	Аутотрансформатор
 <p>The composite image displays various pieces of laboratory equipment. At the top left is a DC power supply (HY3005D) with two digital displays and control knobs for current and voltage. To its right is a voltmeter (544) with a semi-circular scale and a needle. Below the power supply is an ammeter (542) with a similar scale. To the right of the ammeter is an autotransformer. At the bottom is a photograph of a laboratory desk setup featuring a laptop displaying data, a power supply, and various cables connected to a motor and other components.</p>		

ПОСТУПАК ИЗВОЂЕЊА ВЕЖБЕ

ЕЛЕКТРИЧНА ШЕМА СА АУТОТРАНСФОРМАТОРОМ



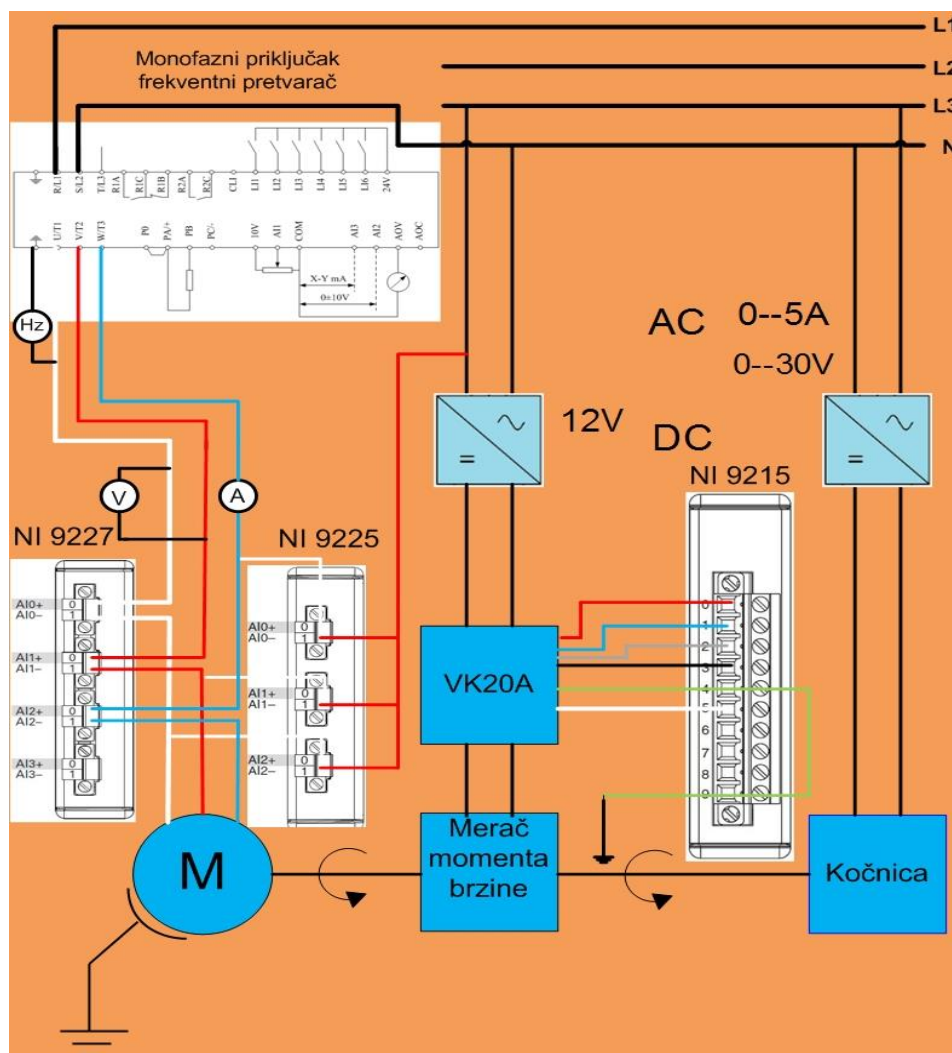
Слика 6: Електрична шема са аутотрансформатором



Слика 7: Изглед прикључне кутије НВМ VK20А и начин повезивања

КОРАЦИ ЗА ИЗВОЂЕЊЕ ВЕЖБЕ

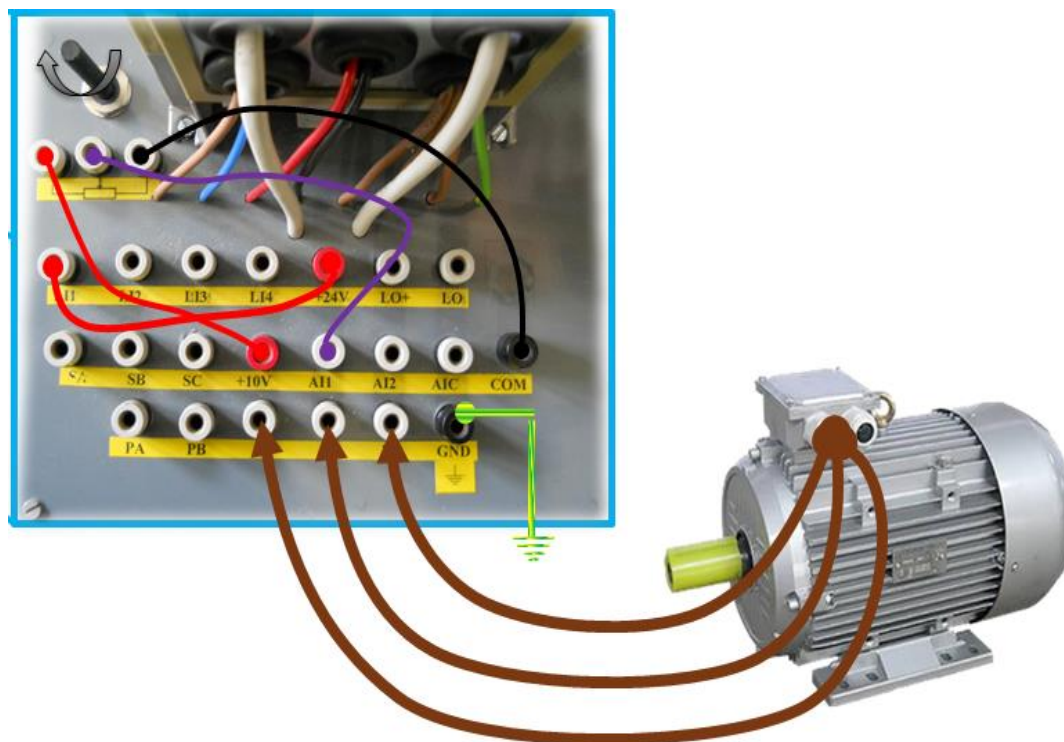
1. Повезати елементе према задатој шеми
2. Позвати асистента ради контроле
3. Стартовати програмски пакет LabView за одређивање степена искоришћења
4. Поставити напон на вредност 50V
5. Покренути програм и укључити напајање кочнице
6. Подешавањем потенциометра на напајању мотор оптеретити и пратити крву степена искоришћења као и механичку карактеристику мотора
7. Пратити промену струје статора која није пожељна да буде изнад $I_n[A]$ Δ/Y 6/3.5
8. Поступак поновити за напоне од 100V,150V,200V
9. Након постизања радне температуре поновити мерење за исте напоне и уочити разлику у односу на предходно мерење



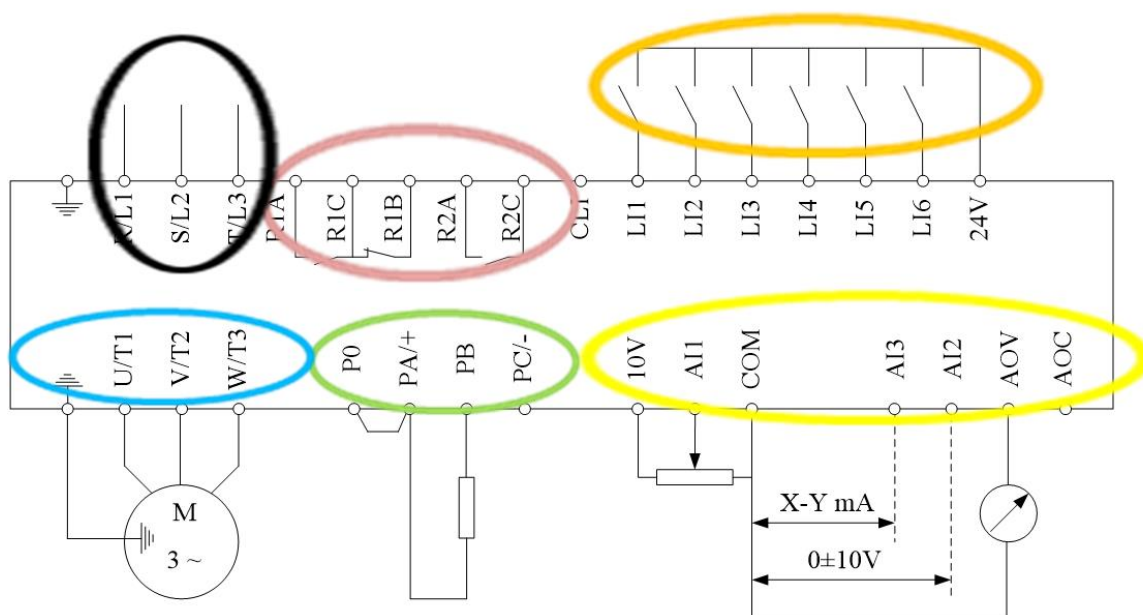
Слика 8: Електрична шема са фреквентним претварачем

КОРАЦИ ЗА ИЗВОЂЕЊЕ ВЕЖБЕ

1. Повезати елементе према задатој шеми
2. Позвати асистента ради контроле
3. Стартовати програмски пакет LabView за одређивање степена искоришћења
4. Уместо аутотрансформатора убацити фреквентни претварач
5. Подешавањем потенциометра фреквентног претварача мењати фреквенцију коју ће претварач прилагођавати напону тако да однос $\frac{U}{f} = const$
6. Покренути програм и укључити напајање кочнице
7. Подешавањем потенциометра на напајању мотор оптеретити и пратити крву степена искоришћења као и механичку карактеристику мотора
8. Поступак поновити за различите вредности фреквенције нпр. 50 Hz, 40 Hz, 30 Hz, 20 Hz
9. У следећем делу мењати фреквенцију претварача која одговара напонима од 50V,100V,150V,200V нпр. $\frac{220}{50} = 4.4$, $\frac{200}{4.4} = 45.45 Hz$, $\frac{U}{f} = const$
10. Добијене карактеристике упоредити са оним помоћу аутотрансформатора
11. Након постизања радне температуре поновити мерење и уочити разлику у односу на предходно мерење



Слика 9: Начин повезивања фреквентног претварача са АМ



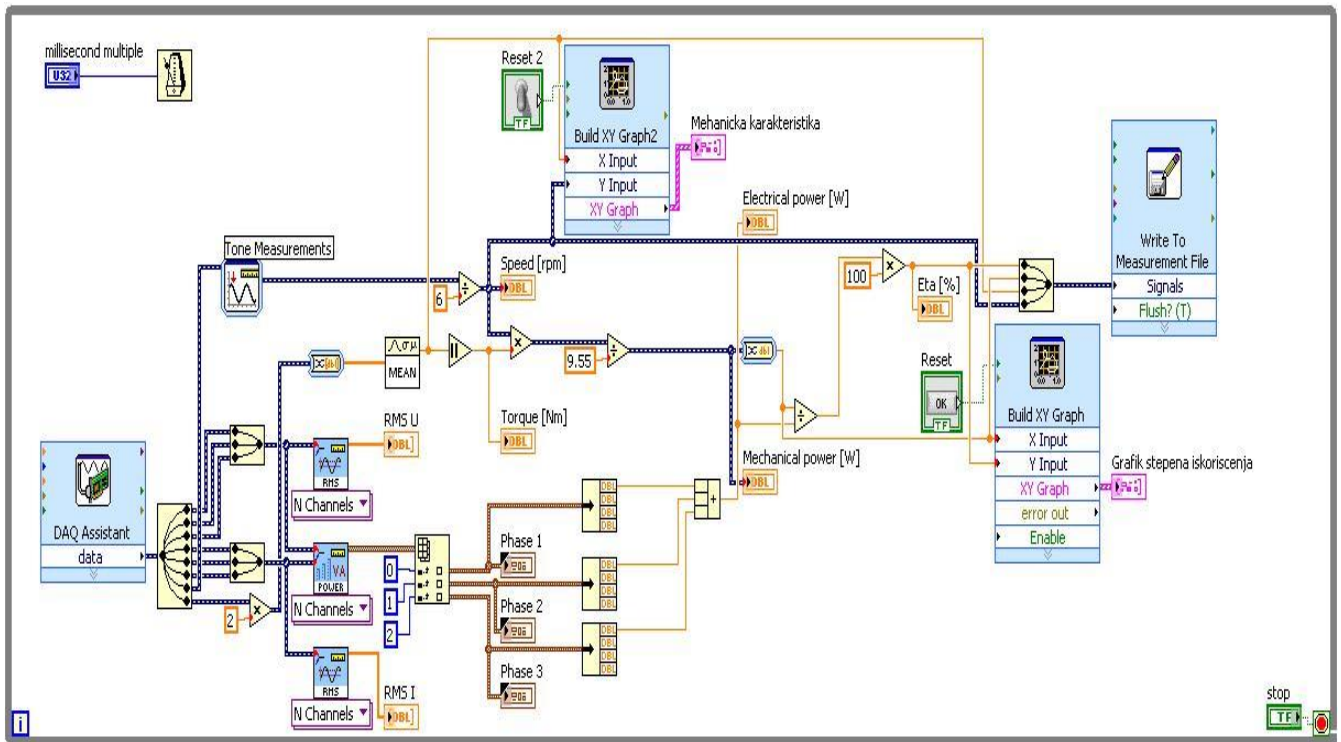
Слика 10: Начин повезивања фреквентног претварача

1. Прикључци за трофазни асинхрони мотор
2. Енергетски прикључци једносмерног међукола
3. Логички улази
4. Аналогни улази и излази
5. Унутрашњи релеј
6. Енергетски прикључци напајања (монофазни)

ОДРЕЂИВАЊЕ СТЕПЕНА ИСКОРИШЋЕЊА ПОМОЋУ ПРОГРАМСКОГ ПАКЕТА LABVIEW

Софтверска компонента која обрађује податке и презентује резултате реализована је у LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) развојном окружењу, које омогућава једноставну визуелну израду апликација виртуелних инструмената. Апликација виртуелног инструмента у принципу има следеће битне елементе. Интерфејс ка системском драјверу аквизиционе картице - **DAQ assistant** – прослеђује апликацији необрађене сигнале добијене аквизицијом реалних физичких величина, односно у случају генерисања сигнала, добијене податке од апликације прослеђује драјверу. Сви параметри виртуелних канала се могу контролисати преко DAQ assistant интерфејса програмски. Интерфејс има могућност мерења различитих електричних и других физичких величина које се могу сензором трансформисати у електричне. Осим тога, присутне су функције за контролу извршавања апликације и дијалог за снимање добијених резултата. На следећој слици је приказан

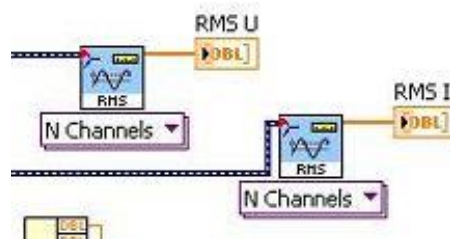
кориснички интерфејс у виду коришћеног блок програма помоћу којег је остварена обрада података добијених аквизицијом и њихово приказивање у жељеном облику.



Слика 11: Изглед коришћеног LabView програма

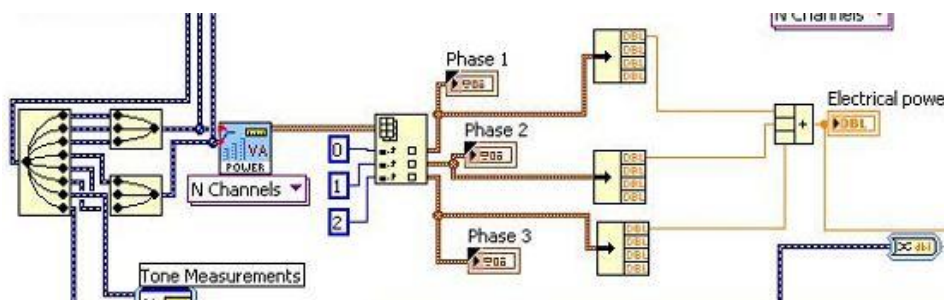
У овом делу, биће дата објашњења функционисања одређених блокова који су овде искоришћени, као и комплетан процес обраде података у циљу њиховог приказивања.

Блок *DAQ Assistant* прихвата аналогне сигнале фазног напона и струје, напон са мерача момента и брзине. Програмски пакет има додатак који прихвата фазне напоне и струје рачуна њихову ефективну вредност, као и средњу снагу интегралњем на интервалу периоде тренутне снаге. На следећој слици је приказан изглед функција које рачунају ефективну вредност напона и струје.



Слика 12: Ефективна вредност напона и струје

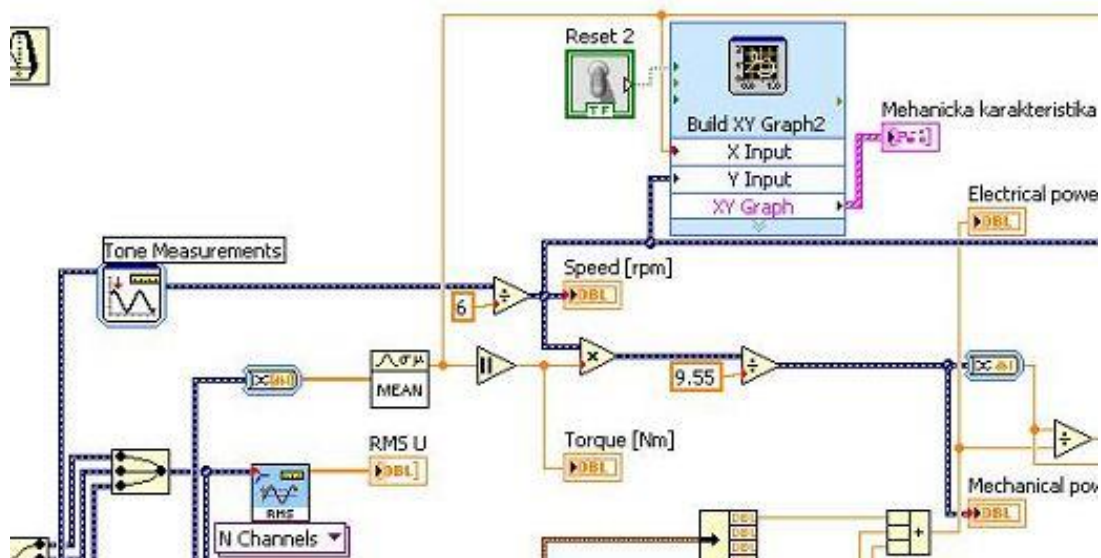
На следећој слици је приказан блок за раздвајање сигнала одакле напони и струје одлазе у блок за рачунање снаге, али посебно за све три фазе. Након овог блока преко индекса низа снаге се раздвајају, посебно приказују и сабирају у укупну снагу трофазног система.



Слика 13: Рачунање укупне снаге трофазног система

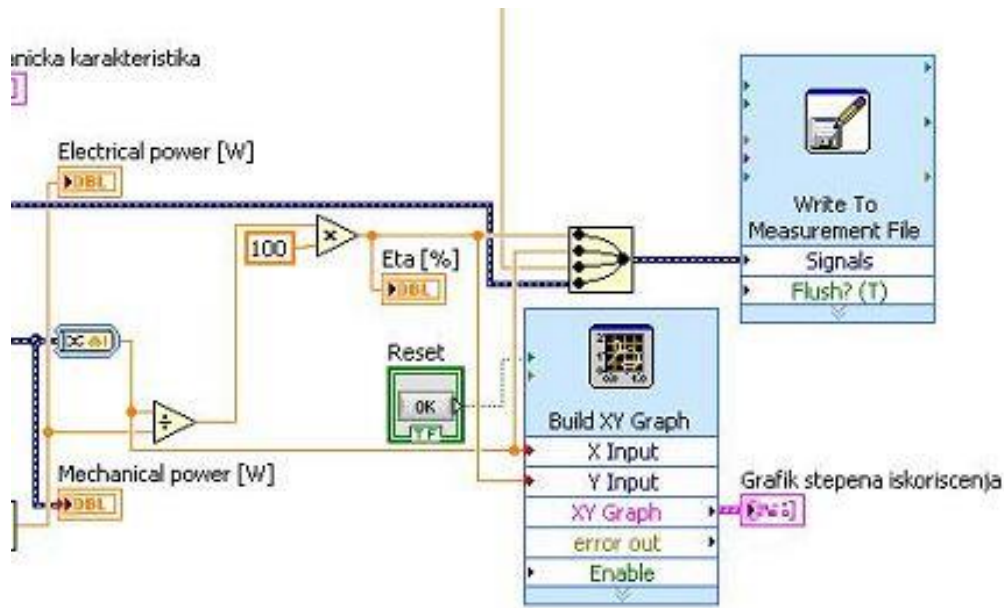
На следећој слици је признан начин одређивања брзине обртања на основу мерења фреквенције импулса са енкодера, као и момента који се скалира, рачуна се његова средња вредност за произвољан број чланова низа и доводи се на X улаз блока за цртање графика механичке карактеристике. Брзина обртања се доводи на Y улаз чиме је компетиран блок за цртање механичке карактеристике, а њихове вредности се памте у жељеном формату. Механичка снага се рачуна по обрасцу:

$$P = M \cdot \Omega = M \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} = \frac{M \cdot n}{9,55}$$



Слика 14: Чување података и приказ графика

На следећој слици је приказан однос механичке и укупне снаге који представља степен искоришћења. Овај однос се приказује на Y оси графика, а на X оси је приказана корисна механичка снага са којом оптерећујемо мотор.

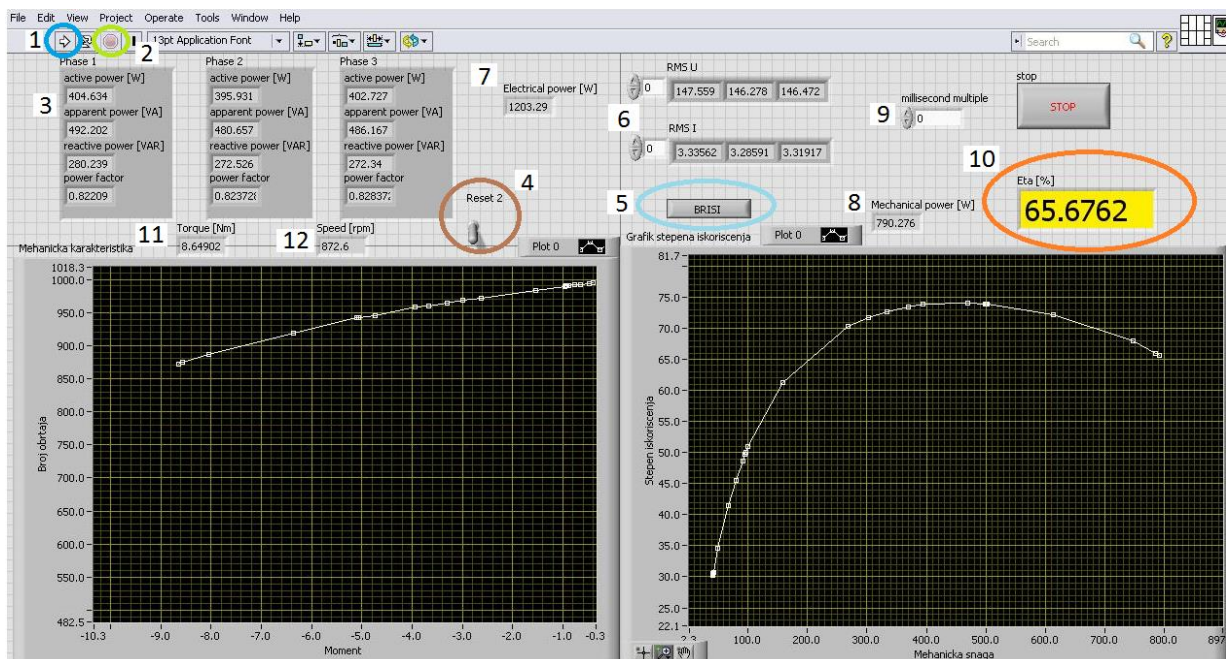


Слика 15: Чување података и приказ графика

ОБРАДА РЕЗУЛТАТА МЕРЕЊА

СА АУТОТРАНСФОРМАТОРОМ

На следећој слици је приказан изглед предњег панела у програмском пакету LabView на којој је приказана механичка карактеристика (лево) ,карактеристика степена искоришћења (десно) за вредност напона од 150V.



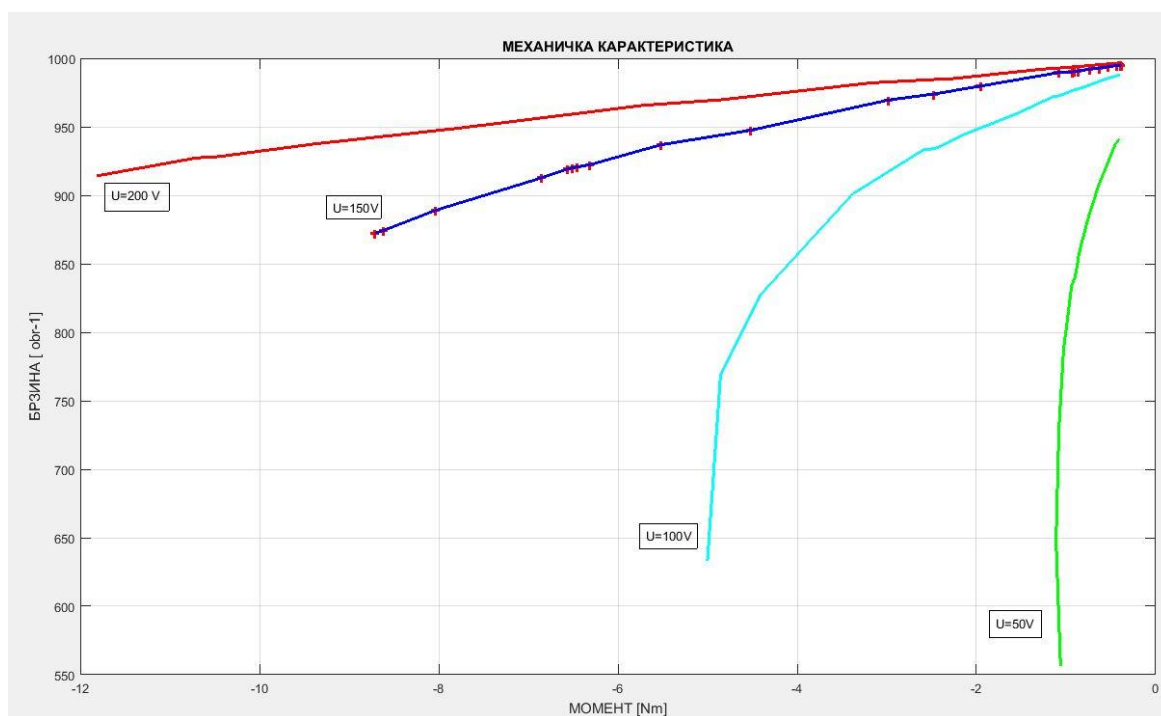
Слика 16: Изглед предњег панела у програму LabView

На слици је приказано:

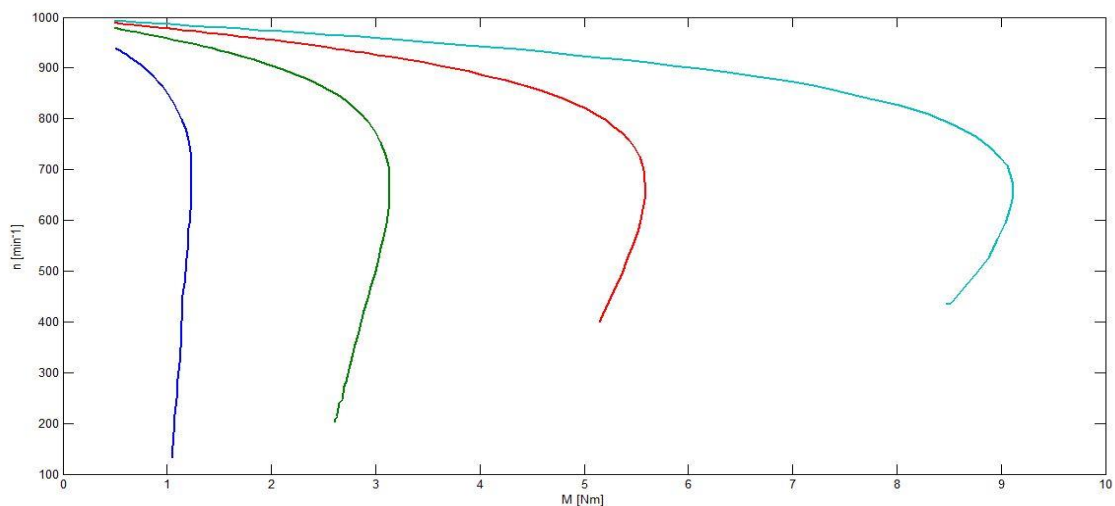
1. Стрелица за покретање програма
2. Тастер за прекид програма
3. Уграђен блок за мерење активне, реактивне, привидне, фактора снаге по фази статора
4. Тастер за ресет механичке карактеристике
5. Тастер за ресет степена искоришћења
6. Блокови за мерење напона и струје
7. Укупна електрична снага мотора
8. Механичка снага мотора
9. Ако је потребно унети кашњење
10. Степен искоришћења
11. Момент мотора
12. Брзина обртања

Са предходне слике се види да је механичка карактеристика у линеарном делу и да је потребно мотор оптеретити више да би дошли до превалног момента. У предходном случају механичка карактеристика се налази у стабилном режиму рада тј. мотор може да се одупре оптерећењу и покушава да га врати у стабилан режим рада.

На следећој слици могу се видети остале механичке карактеристике за различите вредности напона од кога зависи максимални (превални) момент.



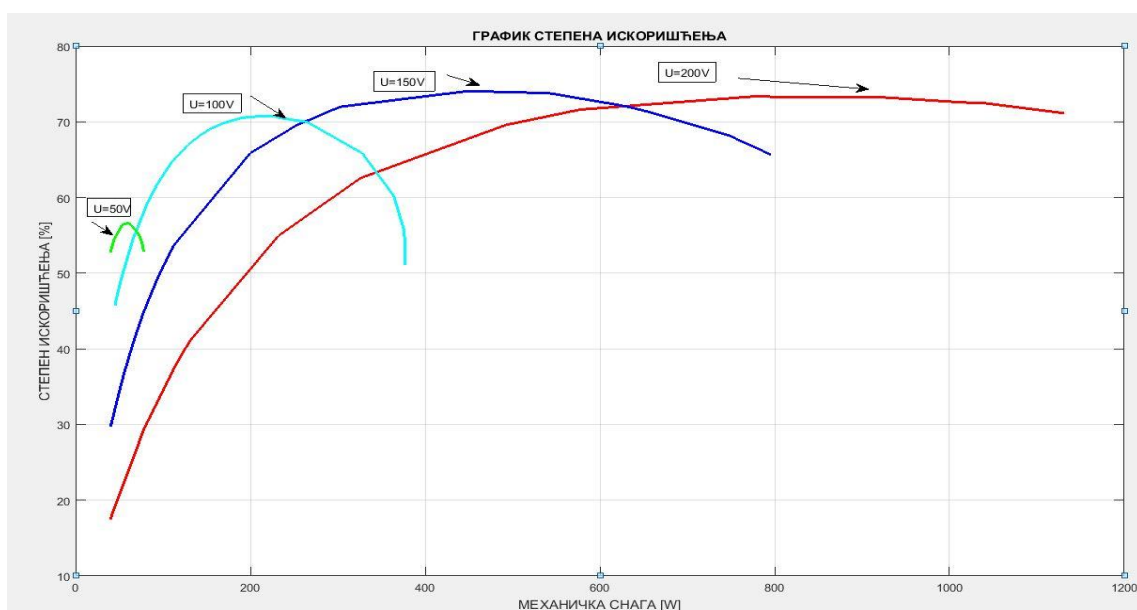
Слика 17: Механичке карактеристике за различиту вредност напона



Слика 18: Механичке карактеристике за различиту вредност напона

На претходној слици су приказане карактеристике момента како би оне требало стварно да изгледају, треба да се види превални момент. По правилу обично се оса момента оставља да је позитивна, али у апликацији је оса остављена у негативном делу. Претходне две слике треба да покажу:

1. Моментне карактеристике нису тако идеалне какве су познате у теорији
2. Брзина обртања би требала да буде иста за све вредности напона (теоријски), али у пракси због приближно истих механичких губитака а мањег момента за различите вредности напона долази до пада брзине
3. Максимални момент зависи од напона напајања
4. Карактеристикама са слике 19 недостаје превални момент, па је потребно је мотор оптеретити више, али оваквим карактеристикама одговарају криве степена искоришћења приказане на следећој слици

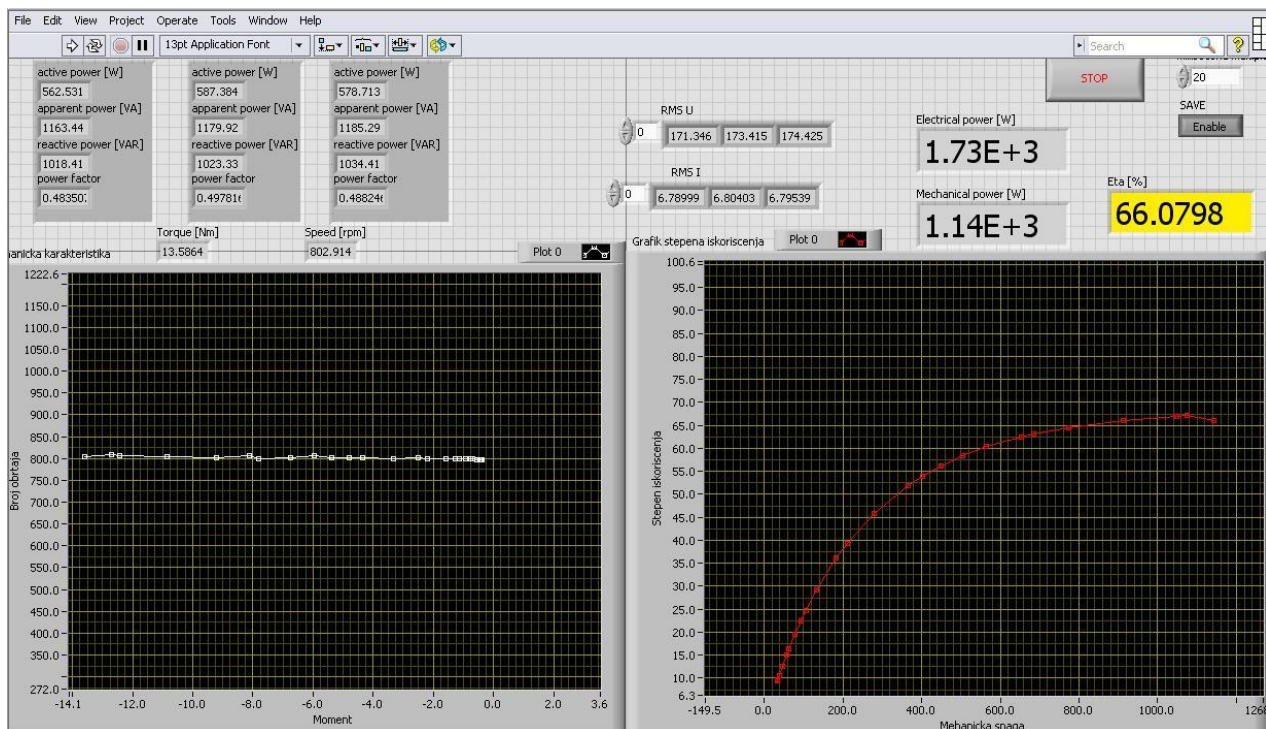


Слика 19: Карактеристике степена искоришћења за различите вредности напона

На предходној слици су приказане криве степена искоришћења за различите вредности напона. Асинхрони мотор неоптерећен вуче велику струју иако она није потребна, па се јављају велики губици на отпорности статора. Када се узме у обзир корисна механичка снага која је у том тренутку мала, јер је мотор неоптерећен, а утрошена снага велика показује се да је степен искоришћења мали. Како напон расте, већа струја, већи губици у статору и све мањи и мањи степен искоришћења. Како напон опада мањи момент, мања способност мотора да се одупре оптерећењу, мотор не може да развије довољну механичку снагу да покрене оптерећење, струја статора расте, губици у статору велики и степен искоришћења брзо опада. Предходне карактеристике показују да је мотор пројектован да покрене радни механизам и тада је његов степен искоришћења највећи при номиналном оптерећењу за више напоне напајања. За напоне напајања мале вредности привидно висок степен искоришћења нема практичну примену, јер нема снагу да покрене радни механизам.

СА ФРЕКВЕНТНИМ ПРЕТВАРАЧЕМ

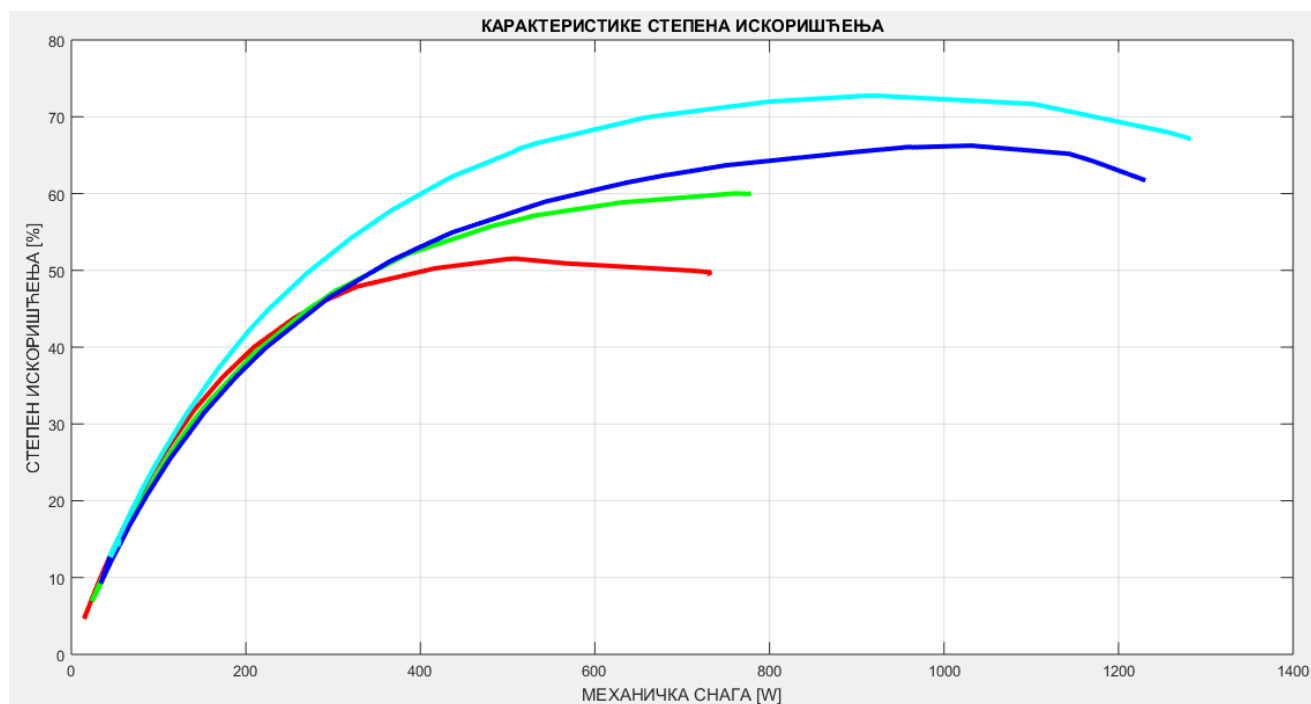
На следећој слици је приказан изглед предњег панела у програмском пакету LabView на којој је приказана механичка карактеристика (лево), карактеристика степена искоришћења (десно) за вредност фреквенције од 40Hz.



Слика 20: Изглед предњег панела у програму LabView

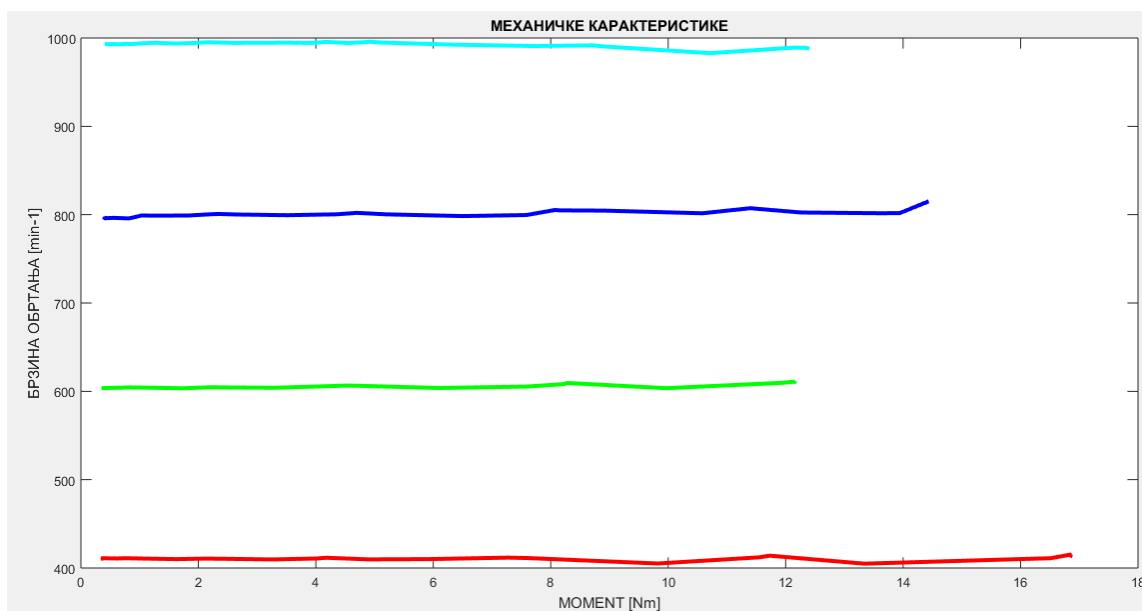
Са предходне слике може се видети да одржавањем исте фреквенције тј. брзине обртања момент мора да се повећава. Фреквентни претварач подешава напон да би однос напона и фреквенције остао константан. Променом напона мења се момент који се прилагођава оптерећењу и задржава исту брзину.

На следећој слици су приказане карактеристике степена искоришћења за различите вредности фреквенције 50 Hz, 40 Hz, 30 Hz, 20 Hz (одозго на доле). У овом случају степен искоришћења држи вредност у широком распону оптерећења, што није случај са аутотрансформатором. На нижим фреквенцијама степен искоришћења има мању вредност зато што мотор не може да развије довољну механичку снагу да покрене механизам.



Слика 21: Карактеристике степена искоришћења за различите вредности фреквенције

На следећој слици су приказане механичке карактеристике, које одговарају датим карактеристикама степена искоришћења (према боји). Механичке карактеристике се разликују за различиту вредност фреквенције. Мотор напајан фреквентним претвараčem је теже укочити јер он развија максимални момент мотора и при различитим брзинама, што са аутотрансформатором и класичном променом напона није случај.

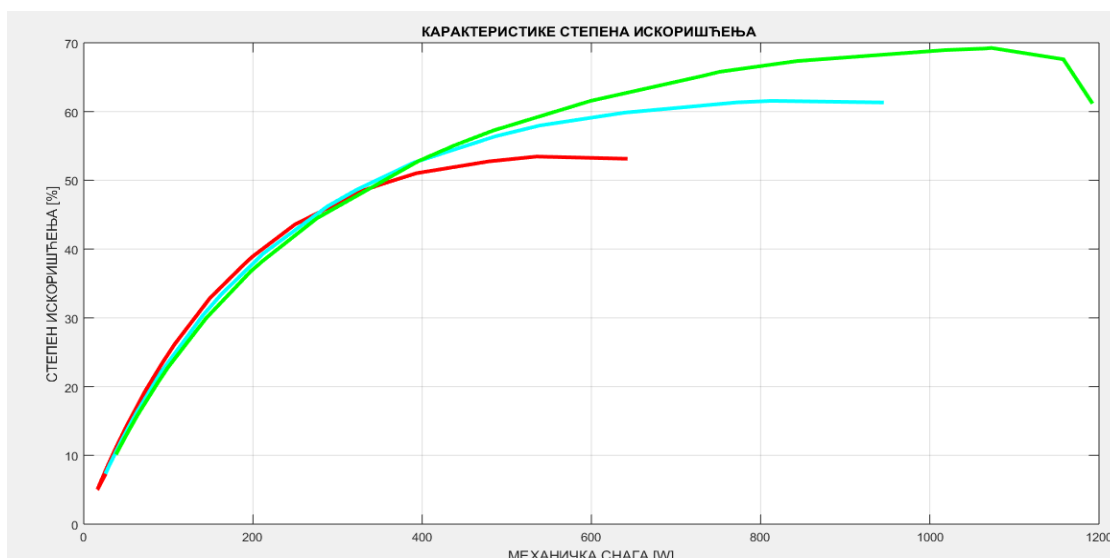


Слика 22: Механичке карактеристике за различиту вредност фреквенције

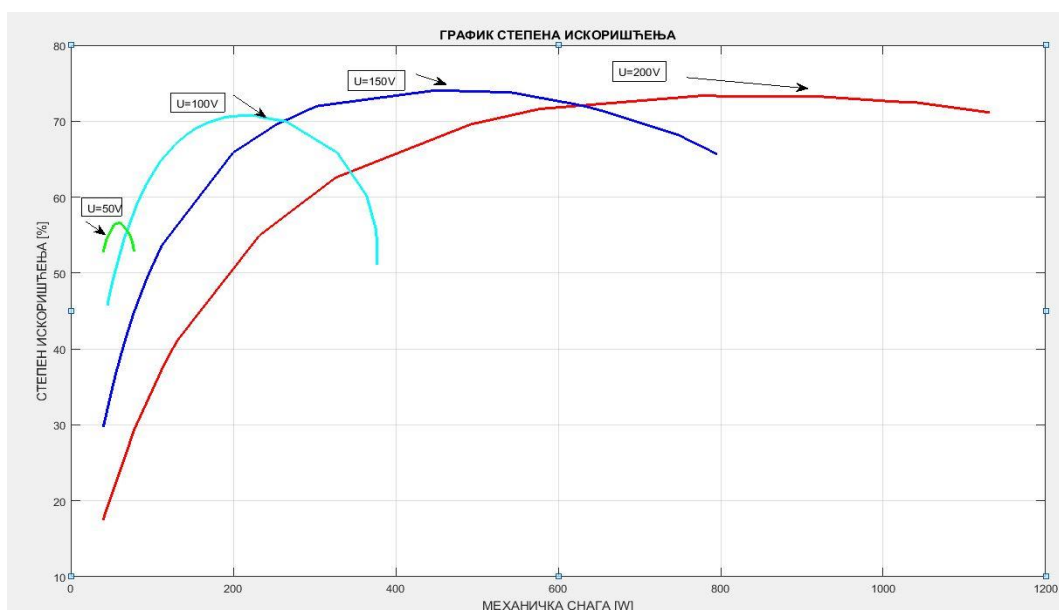
ПОРЕЂЕЊЕ КАРАКТЕРИСТИКА

Карактеристике са аутотрансформатором су снимљене са фреквенцијом од 50Hz , док карактеристике уз помоћ фреквентног претварача су снимљене под истим напоном али различитом фреквенцијом која ће тај напон проузроковати, а све у циљу побољшања моментне карактеристике.

На следећој слици су приказане карактеристике степена искоришћења за различите напоне напајања уз помоћ претварача. Основна разлика у односу на аутотрансформатор је у томе што претварач одржава висок степен искоришћења у ширем опсегу оптерећења. Суштина је у способности мотора да се одупре оптерећењу.

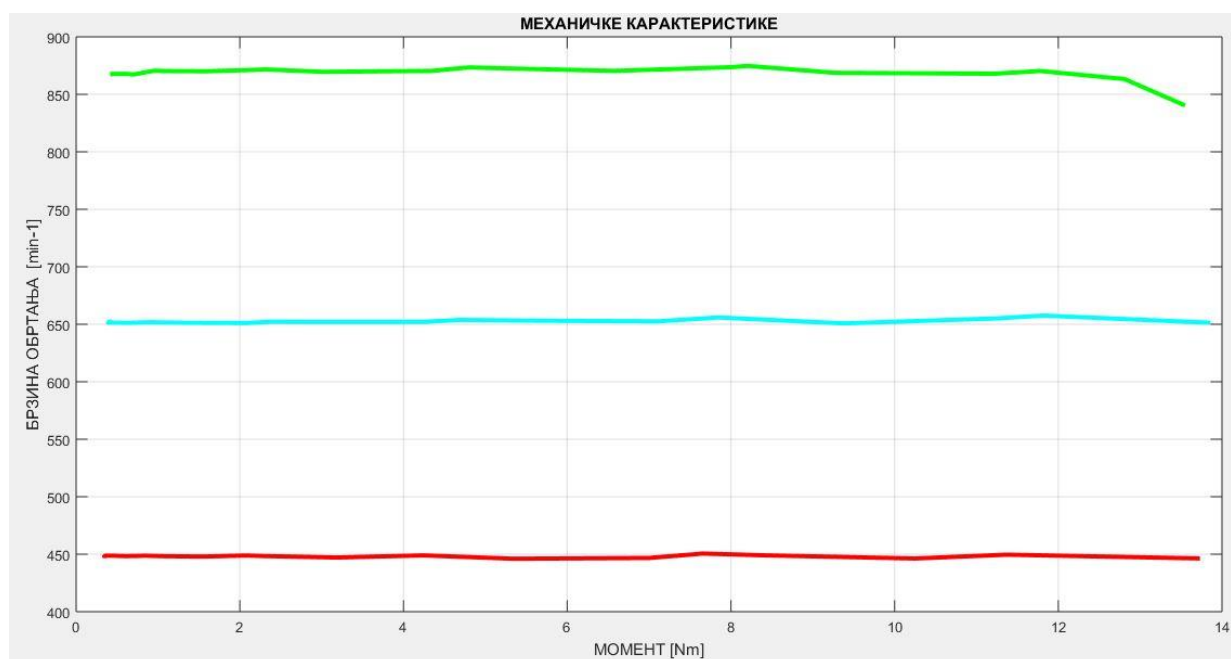


Слика 23: Степен искоришћења за напоне 200V , 150V , 100V (одозго на доле)

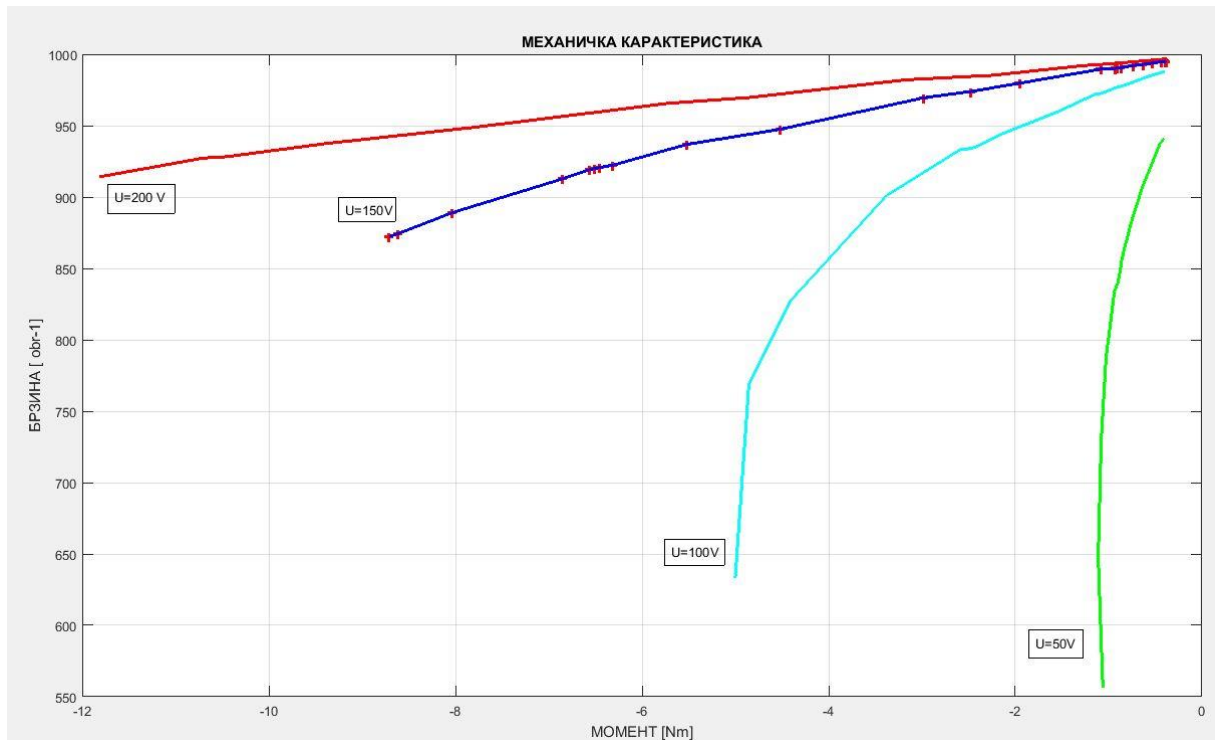


Слика 24: Степен искоришћења за напоне 200V,150V,100V (одозго на доле)

На следећој слици су приказане механичке карактеристике за различите напоне напајања уз помоћ претварача. Претварач одржава број обртаја уз помоћ фреквенције, а момент одржава променом напона и фреквенције заједно. Мотор под различитим вредностима напајања остварује исти момент, као кад би био напајан номиналним напонем и фреквенцијом.



Слика 25: Механичке карактеристике за напоне 200V,150V,100V (одозго на доле)



Слика 26: Механичке карактеристике за напоне 200V,150V,100V (одозго на доле)

ЗАКЉУЧАК

Лабораторијска вежба “Степен искоришћења асинхроног мотора” састоји се из четири дела:

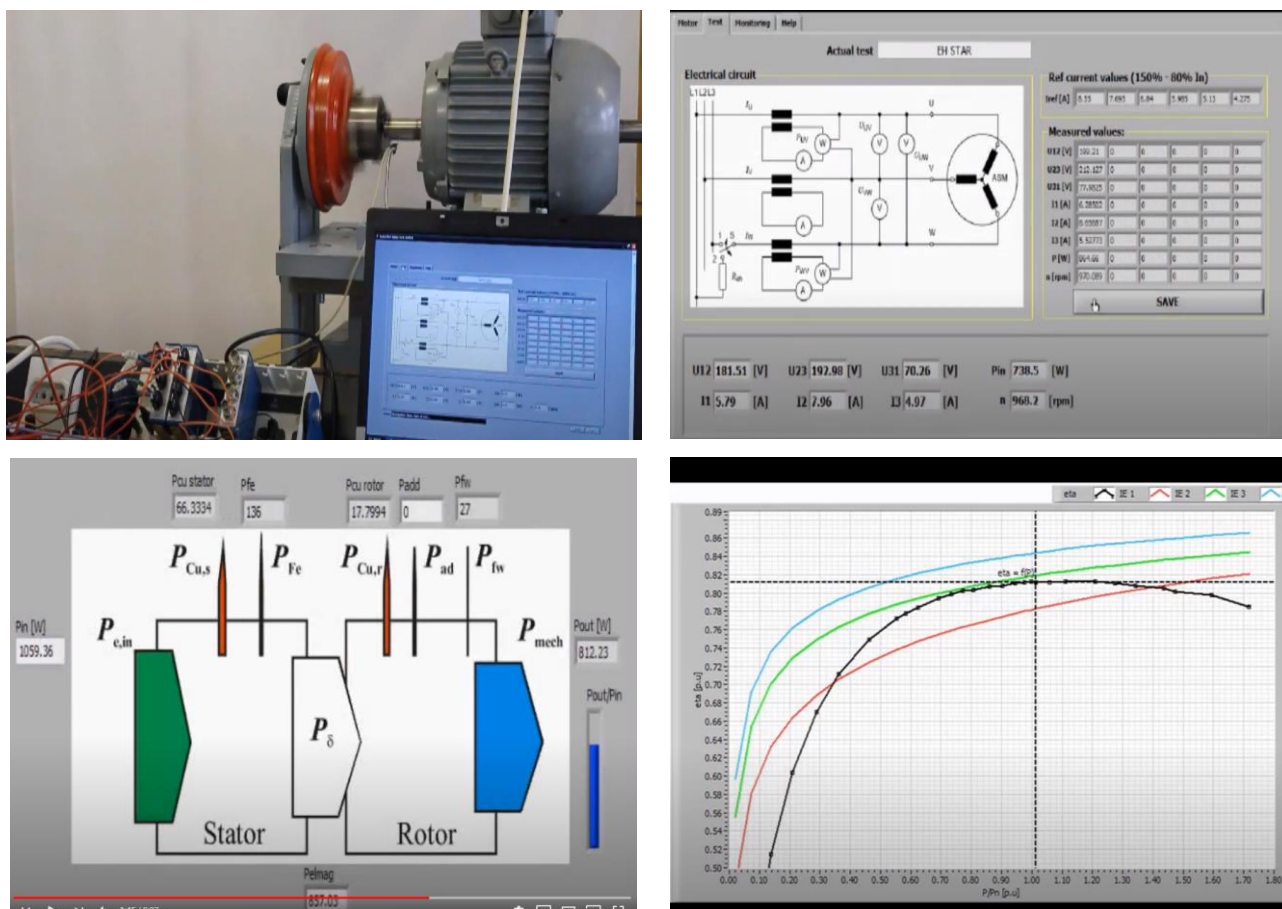
1. У првом делу дате су теоријске основе, као и преглед познатих метода за одређивање степена искоришћења
2. У другом дат је преглед опреме, спецификације и начин на који је потребно повезати елементе кола.
3. У трећем делу дат је преглед свих потребних активности за успешно извођење вежбе
4. У четвртном делу приказан је начин за снимање карактеристика у програмском пакету LabView, обрада резултата и цртање графика у програмском пакету MatLab

На основу података добијених мерењем степена искоришћења може се рећи:

Ако степен искоришћења расте са оптерећењем, а има највећу вредност при називном оптерећењу онда се може уочити да је мотор добро пројектован у односу на губитке који се у њему јављају.

Прегледом карактеристика степена искоришћења може се уочити да је мотор добро пројектован у односу на губитке.

У овој лабораторијској вежби је примењена директна метода мерења степена искоришћења, па би у наредном периоду требало применити неку од других метода. Та испитивања су извршена и могу се погледати у [следећем видео запису](#).



Слика 27: Екрански прикази видео записа одређивања класе енергетске ефикасности АМ

Детаљније информације се могу погледати у [документу објављеног техничког решења](#) и у [раду са међународне конференције INDEL2012](#).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] F. Avčin, P. Jereb: Ispitivanje električnih strojeva
- [2] др Мирослав Бјекић, Милош Божић, Марко Росић, Марко Шућуровић:
http://www.ftn.kg.ac.rs/docs/resenja/EM_kocnica.pdf
- [3] Radenko Wolf: Ispitivanje električnih strojeva, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb 1964.
- [5] <http://infoteh.etf.unssa.rs.ba/zbornik/2013/radovi/STS/STS-11.pdf>
- [6] <http://www.ni.com/en-us/support/model.ni-9215.html>
- [7] <http://www.ni.com/en-rs/support/model.ni-9225.html>
- [8] http://www.ni.com/pdf/manuals/373779a_02.pdf
- [9] Проф. др Бранко Митраковић : Испитивања електричних машина 1981. и
Проф. др Милош Петровић : Испитивање електричних машина 1987.
- [10] <http://www.otpornik.com/elektronika/motori/gubici-i-zavisnost-stepena-iskoriscenja-od-momenta-motora.html>
- [11] <https://www.automatika.rs/baza-znanja/teorija-upravljanja/frekventni-regulatori.html>