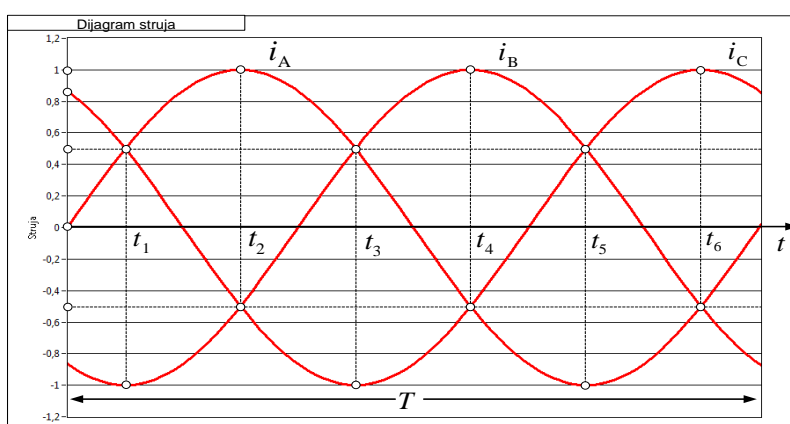


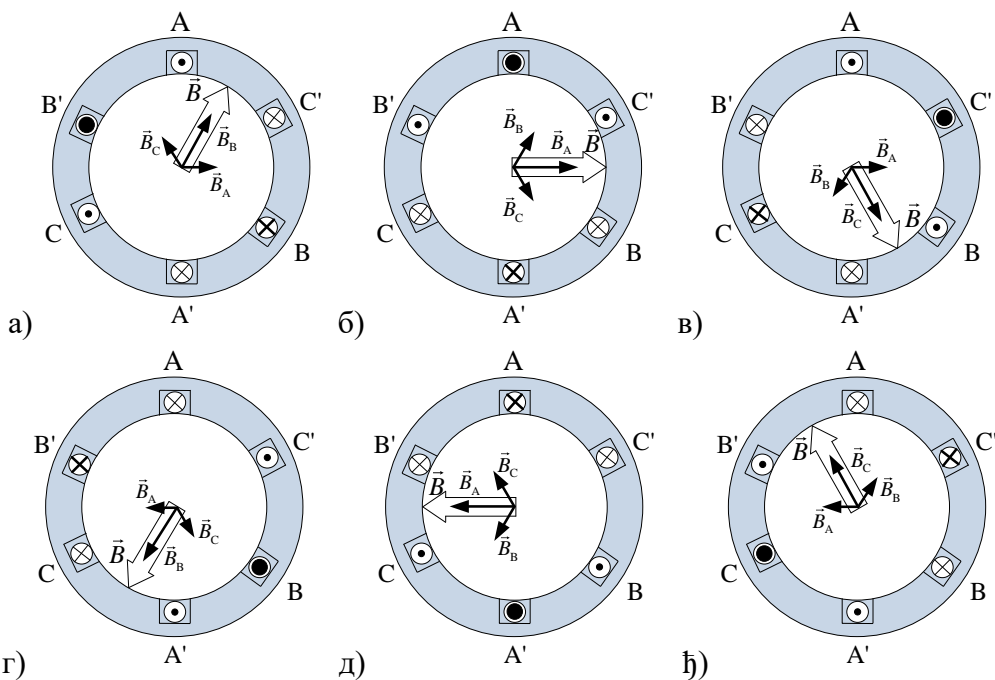
МЕРЕЊЕ И ВИЗУАЛИЗАЦИЈА МАГНЕТНОГ ПОЉА СТАТОРА ТРОФАЗНОГ АСИНХРОНОГ МОТОРА

ТЕОРИЈСКИ ДЕО

Трофазна асинхрона машина ради на принципу формирања Теслиног обртног магнетног поља. Трофазни намотаји који се налазе на статору су просторно померени за 120° . Уколико се кроз те намотаје пропусте струје трофазног симетричног система (слика 1) формираће се обртно магнетно поље као што је приказано на слици 2.

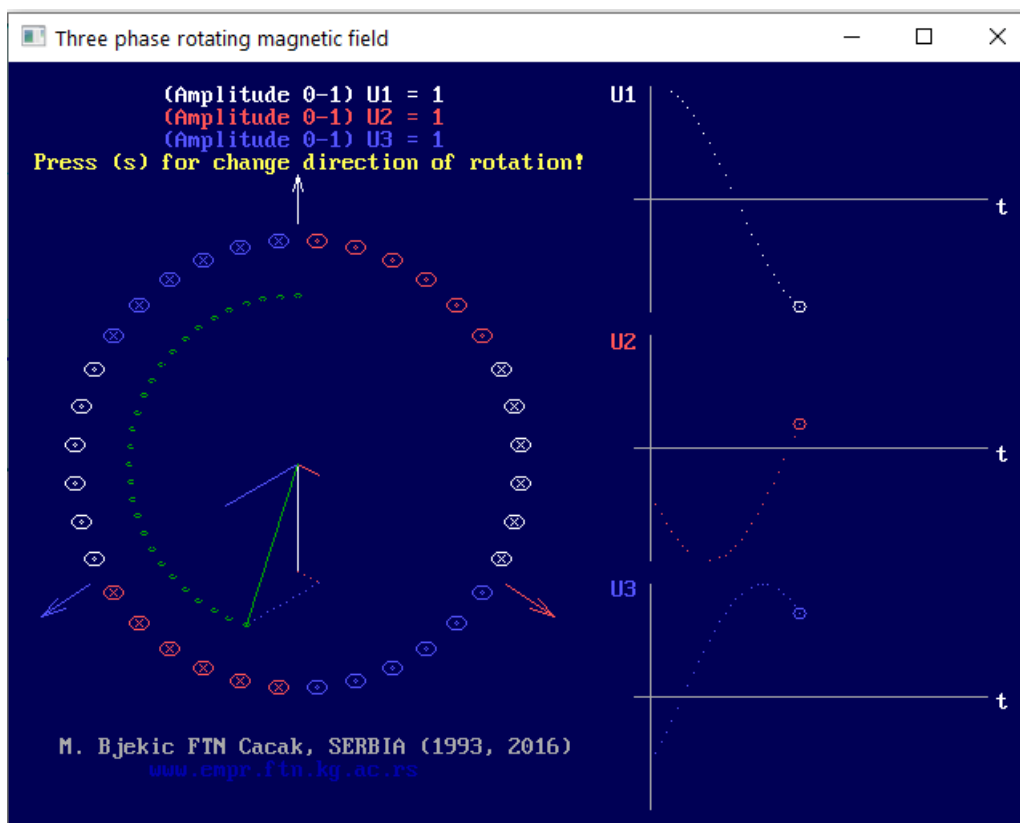


Слика 1. Временски дијаграм струја трофазног система



Слика 2. Начин формирања Теслиног обртног магнетног поља код двополног асинхронног мотора: а) тренутак t_1 ; б) тренутак t_2 ; в) тренутак t_3 ; г) тренутак t_4 ; д) тренутак t_5 ; њ) тренутак t_6

Начин формирања обртног магнетног поља се може разумети стартовањем симулационог програма [написаног у програму QBASIC](#)



Слика 3. Симулација обртног магнетног поља

Може се уочити да при симетричном напајању статорских намотаја долази до формирања једног еквивалентног обртног магнетног поља. Његов интензитет у односу на интензитет вектора магнетног поља које ствара један фазни намотај је:

$$B_m = \frac{3}{2} B_{f_m} \quad (1)$$

Брзина обртања магнетног поља зависи од броја полова мотора p , као и фреквенције мреже са које се напаја f :

$$n' = \frac{60 \cdot f}{p} \quad (2)$$

ЛАБОРАТОРИЈСКА ВЕЖБА

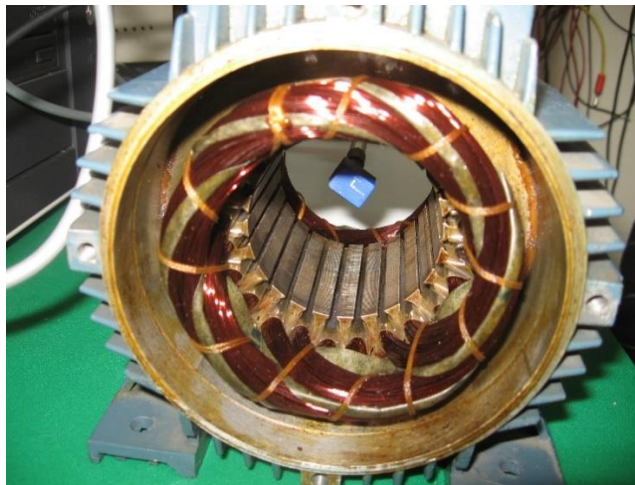
Задатак вежбе:

- Снимање облика магнетног поља при симетричном и несиметричном напајању трофазног асинхроног мотора;

-

Спецификација опреме и прибора за вежбу:

Трофазни асинхрони мотор

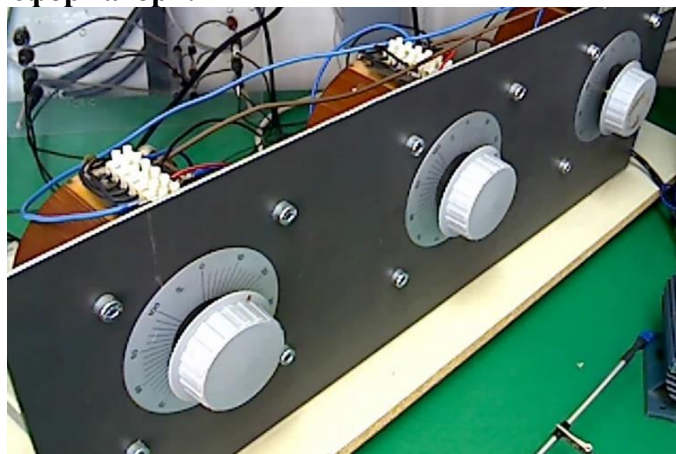


Слика 4. Коришћени трофазни асинхрони мотор

Спрега	Звезда
Номинални напон	380 V
Номинална струја	1,45 A
Снага	0,55 kW
$\cos \varphi$	0,85
Ном.брзина	2752 min ⁻¹
Број полова	2

Табела Подаци о мотору

Једнофазни аутотрансформатори.



Слика 5. Коришћени једнофазни аутотрансформатори

U_p	220 V
U_s	0-245 V
f	50 Hz
I_s	3,1 A

Табела 2. Подаци о аутотрансформатору

Компактни cDAQ-9172 систем за аквизицију са модулима: NI 9225 за мерење напон и NI 9227 за мерење струје.

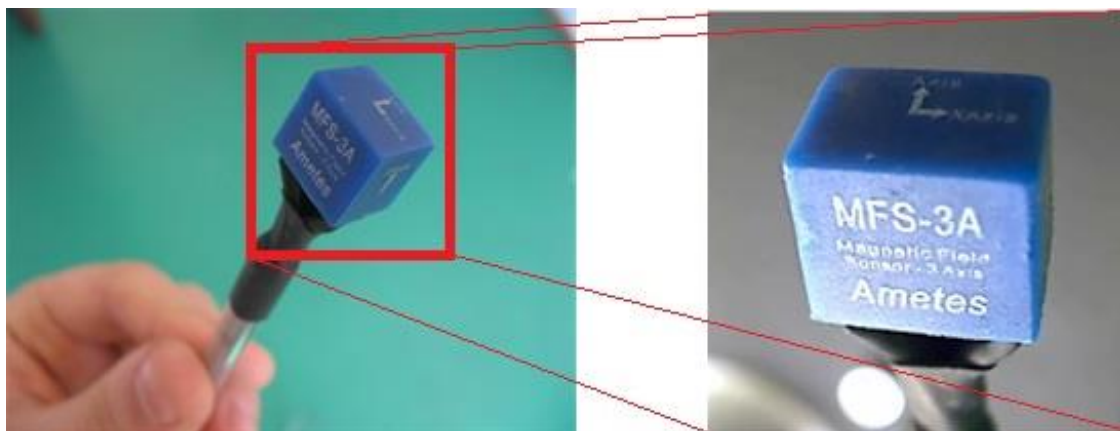


Слика 6. Компоненте коришћене за аквизицију напона и струја: а) компактно NI cDAQ-9172 подножје, б) напонски подул NI 9225, в) струјни модул NI 9227

За мерење напона и струја користи се NI cDAQ систем за аквизицију података. Производ је фирме *National Instruments*. Овај систем се састоји од кућишта NI cDAQ-9172 (слика 5а) коме се могу додати осам модула за аквизицију. У овом случају коришћена су само два таква модула: за аквизицију напонских величина NI 9225 (слика 5б) и за аквизицију струјних величина NI 9227 (5в). Модул NI 9225 има три прикључна места за мерење напона, са могућношћу мерења напона до 300 V ефективне вредности. Струјни модул NI 9227 има четири прикључка за мерење струје до 5 A ефективне вредности.

Тродимензиони сензор за мерење магнетне индукције MFS-3A.

Тродимензиони сензор магнетног поља MFS-3A је реализован помоћу три Холова сензора који мере вредност магнетне индукције у x , y и z -оси. Постоје 5 пинова на од којих три слиже као излази на којима се добија напон сразмеран магнетној индукцији. Остала два су +5V напајање за сензор и COM прикључак за заједничку масу. Кућиште сензора се причвршћено на цевчицу кроз коју су провучени проводници за повезивање сензора и аквизиције (слика 6).



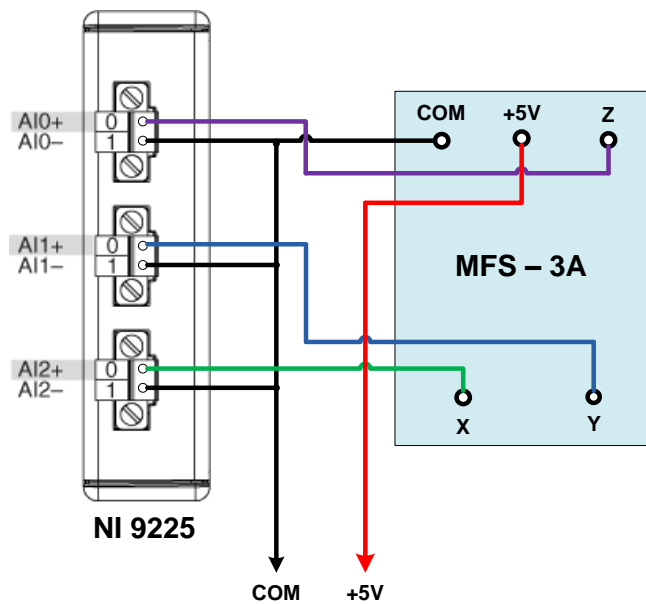
Слика 7. Сензор магнетног поља MFS-3A постављен на цевчицу

Примењена метода и опис вежбе:

- Повезати сензор магнетног поља и аквизициони модул NI 9225 као на шеми са слике 7;
- Покренути фајл *Vizualizacija magnetnog polja i struja trofaznog AM.vi*;
- Извршити визуелно приказивање тренутне вредности магнетне индукције сталног магнета на XY графику;
- Повезати једнофазне аутотрансформаторе, аквизициони модул за струју и трифазни асинхрони мотор као на шеми са слике 9;
- Поставити сензор магнетног поља у средину шупљине статора мотора као на слици 10;
- Подесити напоне на секундарима аутотрансформатора;
- Укључивањем и искључивањем прекидача симулирати разна несиметрична и симетрична напајања мотора и уочити облике магнетних поља.

Упутство за рад

Повезати сензор магнетног поља и аквизициони модул NI 9225 као на слици 5.

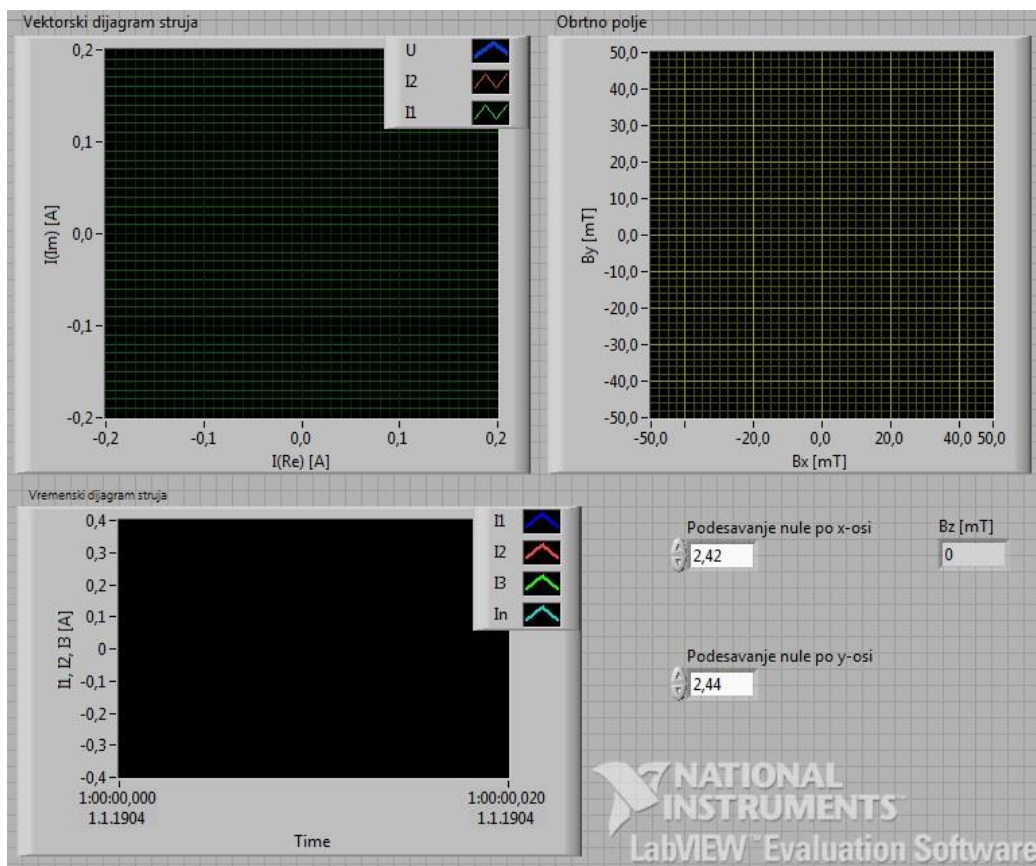


Слика 8. Начин повезивања сензора магнетног поља и аквизиционог модула NI 9225

Када се изврши повезивање сензора и аквизиционе картице као на слици 7 потребно је аквизициони модул убацити у подножје NI cDAQ-9172. Осим тога на одговарајуће прикључке треба довести константни једносмерни напон од 5 V са спољашњег извора. Осим за сензор потребно је напајање и за подножје NI cDAQ-9172 које се такође обезбеђује од неког спољашњег озвора једносмерног напона у опсегу 10-30 V. Родножје NI cDAQ-9172 се повезује са рачунаром помоћу USB кабла.

Након повезивања са рачунаром треба покренути фајл *tpolje.vi*. [tpolje.zip](#) Након покретања отвара се прозор *Front Panela* у *LabVIEW* као на слици 6.

Поред убацивања аквизиционог модула за напон треба у подножје убаци и модул за струју NI 9227 како програм не би пријавио грешку. Пошто је наведени фајл направљен и за мерење струје неопходно је убацити наведени аквизициони модул како би се апликација могла покренути.

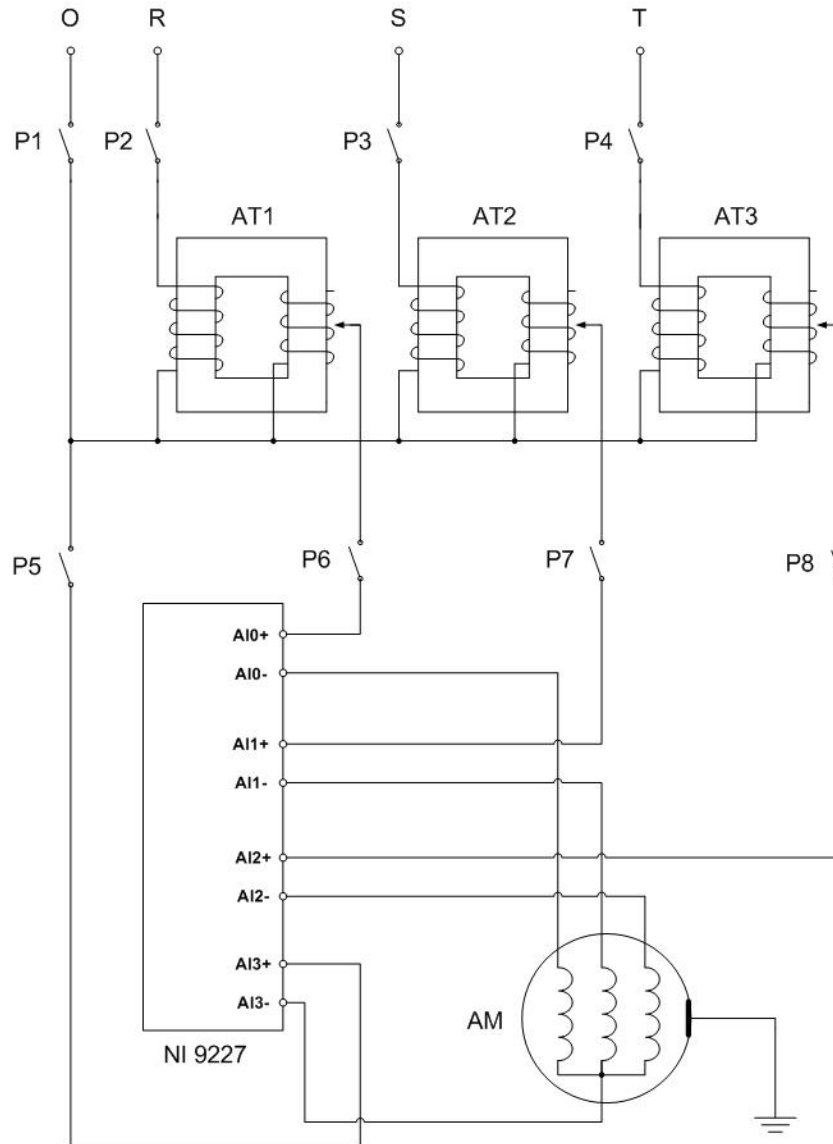


Слика 9. Front Panel у фајлу **tpolje.vi**

Када се апликација покрене на графику *Obrtno polje* ће се појавити тачка која приказује тренутну вредност магнетне индукције коју мери x и y -оса сензора. Уколико тачка није у координатном почетку графика потребно је помоћу нумеричких тастера подесити нулу обе осе. Наравно, услов је да се сензор, при подешавању нуле, не налази у близине неког од извора магнетног поља. Тастери се налазе одмах испод графика (слика 8).

У даљем поступку се врши приказ облика магнетног поља по x и y -оси сензора. Уколико се сензору приближи стални магнет он врши мерење магнетне индукције и то се приказује на графику. Где ће се наћи тачка зависи од положаја магнета у односу на сензор и његове осе. Вредности магнетне индукције обе осе су у mT . Испод графика се налази нумерички приказ вредности магнетне индукције по z -оси у mT .

Следеће мерење се односи на визуелно приказивање облика магнетног поља које ствара статор трофазног асинхронног мотора. Шема повезивања аутотрансформатора, аквизиционог модула NI 9227 и асинхронног мотора се врши према шеми са слике 9.

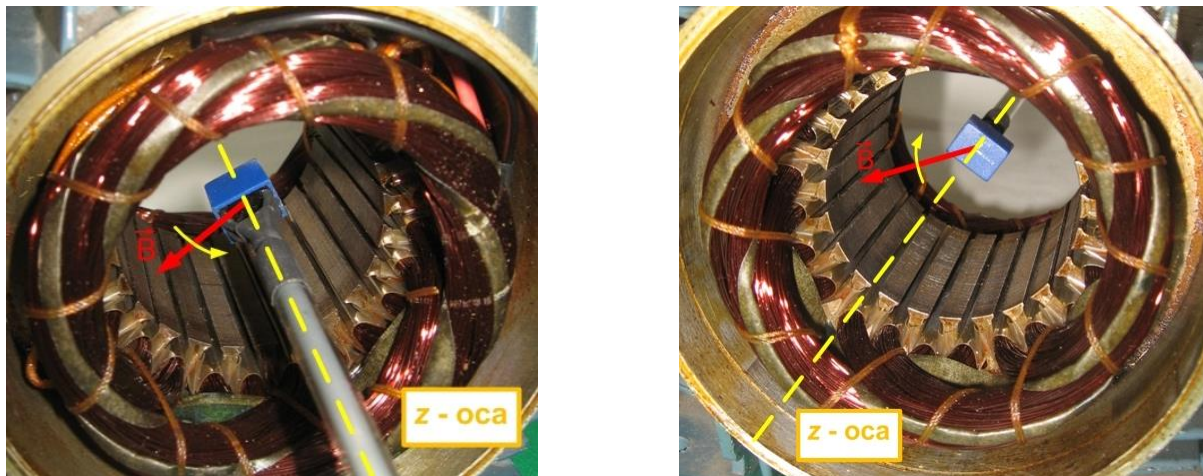


Слика 10. Шема повезивања аутотрансформатора, аквизиционог модула за струју и трифазног асинхронног мотора

Као што се види на шеми, аутотрансформатори треба да су повезани на мрежу преко прекидача P1-P4. Мотор се повезује на секундаре аутотрансформатора преко аквизиционог модула за мерење струје. Помоћу прекидача P5-P8 врши се прикључивање одређеног намотаја мотора на напајање. На тај начин се симулира прекид одређене фазе тј. несиметрично напајање мотора.

У следећем поступку сензор магнетног поља треба поставити у шупљину статора асинхронног мотора. Неопходно је да сензор буде непомичан током читавог процеса мерења и визуализације магнетног поља. На који начин се сензор поставља може се видети на слици 10. Као што се види на слици, сензор треба причврстити помоћу цевчице за сталак који ће непомично држати сензор у шупљини статора. Цевчицу треба поставити у правцу подужне осе

статора. Тада се подужна оса статора и z -осе сензора поклапају. То значи да ће мерење обртног магнетног поља вршити x и y -оса сензора (слика 10).



Слика 11. Начин постављања сензора у шупљину статора мотора

Када је мотор без ротора, **намотаји се не смеју прикључити на називни напон**. Уколико би се то урадило протичала би велика струја која би оштетила статорске намотаје. Пре почетка снимања магнетног поља, неопходно је поставити напоне секундарна аутотрансформатора на исте вредности. Висина напона зависи од струје која протиче кроз намотаје мотора, а која не сме прећи номиналну вредност. У овом случају та струја је 1,45 А.

Када се аутотрансформатори и мотор повежу као на слици 9 на самом почетку треба клизаче на секундарима довести у најнижи положај. Постепеним повећањем напона на доводи и до повећања струје у намотајима и стварање одређеног магнетног поља у шупљини статора. Струје и формирано магнетно поља се прате на *Front Panelu* (слика 8). Пошто је најбитније да се детектује одређена вредност и облик магнетног поља, није од важности колика ће струја кроз намотаје бити, осим да она **не пређе називну вредност**.

Када се детектује одређен облик и вредност поља, престаје се са подизањем напона. Врши се искључивање прекидача P5, P6, P7 и P8. Затим се волтметром подешава да напони на секундарима сва три аутотрансформатора буду иста и око вредности која се има након искључивања прекидача. Када се изврши подешавање симетричности напона на сва три аутотрансформатора може се вршити симетрично и несиметрично напајање намотаја мотора.

Овим је завршен део подешавања напона на аутотрансформаторима и постигнути су услови за мерење и визуализацију магнетног поља у шупљуну статора.

Како би се на графику добило магнетно поље у облику кружнице, потребно је напајати сва три намотаја мотора. Дакле, укључивањем прекидача P5, P6, P7 и P8 треба добити магнетно поље у облику кружнице (кружница на слици 11). Ако се искључи прекидач P5, звездиште мотора остаје неповезано на нулу. Пошто је систем симетричан облик поља и у овом случају се треба добити кружница (кружница на слици 12).

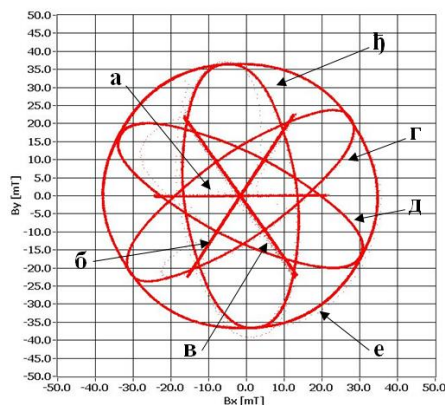
Несиметрично напајање се врши искључивањем неких од прекидача фаза (P6, P7, P8). На тај начин се омогућује симулација напајања мотора са једном или две фазе. Ако се напаја

само један намотај облик магнетног поља је права, јер се ствара један пулсациони вектор магнетног поља који описује праву. Уколико се то учини са сва три намотаја посебно добијају се три праве које су просторно померене за 120° . Ако се напајају две фазе, облик магнетног поља је елипса. Постоје три могућности за стварање оваквог поља укључивањем по две фазе. Добијене елипсе су такође померене за 120° .

Уколико би се при напајању две фазе искључио прекидач P5 и нула одвојила од звездишта, поље које је било у облику елипсе би прешло у облик праве (примери приказани на слици 12). Разлог је тај што се сада напајање два намотаја врши са једног линијског напона. Кроз два посматрана намотаја би текла иста струја, тако да се за последицу ствара једно пулсационо магнетно поље које описује праву.

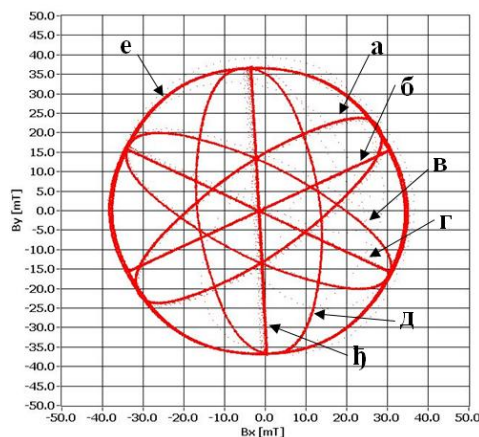
РЕЗУЛТАТИ МЕРЕЊА

	P5	P6	P7	P8
а	X	X		
б	X		X	
в	X			X
г	X	X	X	
д	X	X		X
ђ	X		X	X
е	X	X	X	X

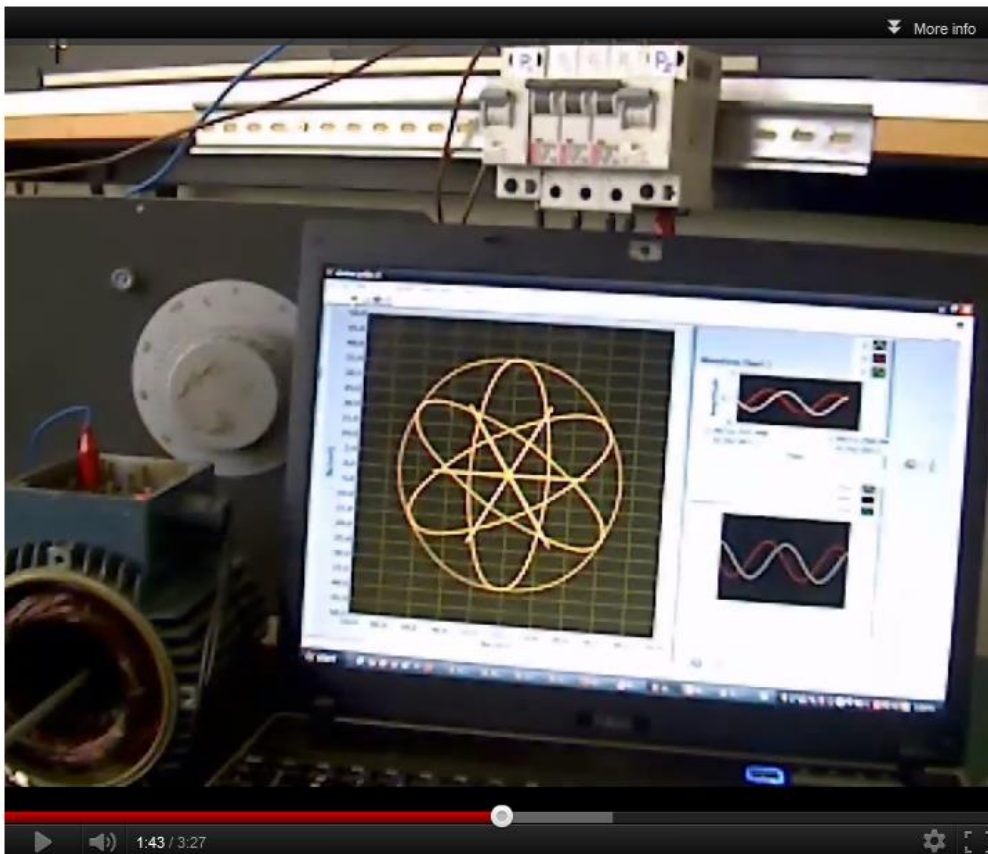


Слика 12. Облици магнетног поља који се добијају при затварању одређених прекидача (звездиште мотора повезано на нулу)

	P5	P6	P7	P8
A	X	X	X	
б		X	X	
B	X	X		X
г		X		X
д	X		X	X
ђ			X	X
е		X	X	X

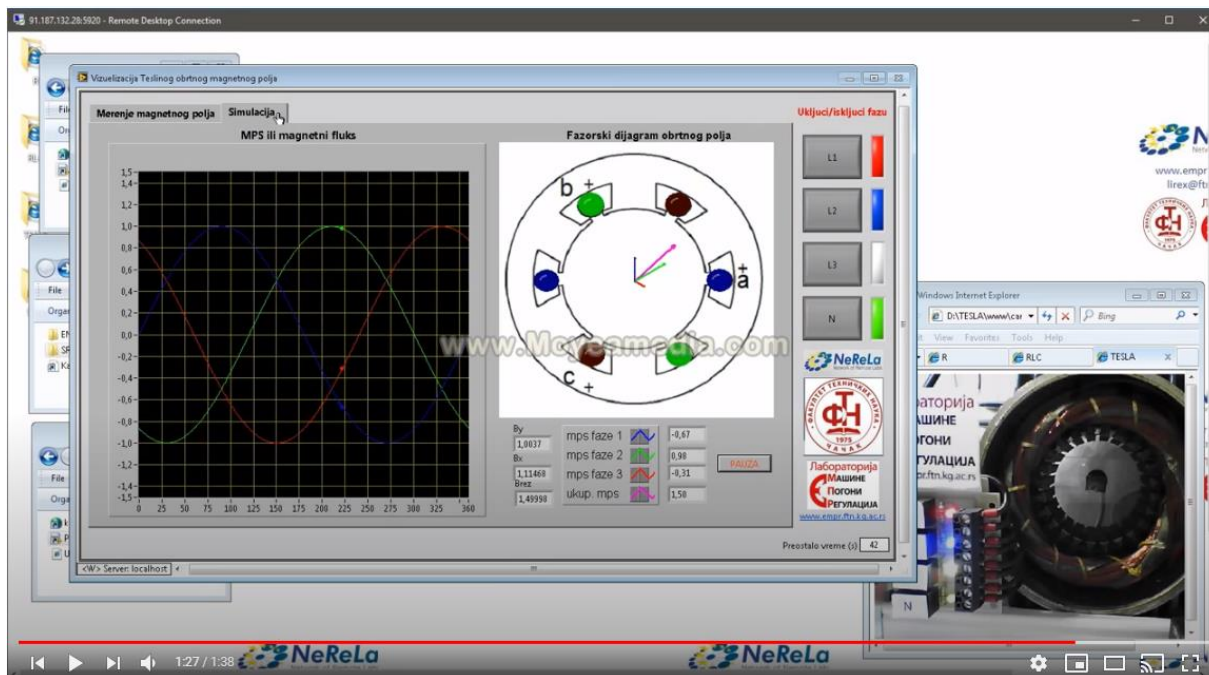


Слика 13. Облици магнетног поља који се добијају при затварању одређених прекидача (рад са прекидачем P5-одвајање нуле од звездишта мотора)



Слика 14. [Видео запис изведене вежбе](#)

Ова лабораторијска вежба је постављена и као удаљени експеримент, који се може стартовати ван лабораторије. Потребно је само знати параметре за приступ.



Слика 15. [Удаљени експеримент снимања магнетног поља статора трофазног двополног асинхроног мотора](#)