

## НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

**Предмет:** Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Драгана Михаћа

Одлуком Наставно-научног већа Електротехничког факултета на седници бр. 814 одржаној 13.06.2017. године (бр. одлуке 5041/09-3 од 20.06.2017. године), именовани смо за чланове Комисије за преглед и оцену докторске дисертације кандидата Драгана Михаћа, мастер инжењера електротехнике и рачунарства под насловом

### **„Прекидачки релуктантни мотори са биполарним струјама”**

После прегледа достављене Дисертације и других пратећих материјала и разговора са Кандидатом, Комисија је сачинила следећи

## РЕФЕРАТ

### 1. УВОД

#### 1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат Драган Михаћ је уписао докторске студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду 21.12.2009. године.

По истеку законског рока за завршетак докторских академских студија, на захтев студента, одобрено је продужење рока за завршетак ових студија за још два семестра, сагласно Статуту Универзитета у Београду, као и додатно продужење за годину дана на основу Одлуке бр. 24-06/26-2009/5041 од 11.10.2016. године.

Кандидат Драган Михаћ је 9.12.2011. године пријавио тему за израду докторске дисертације под насловом „Прекидачки релуктантни мотори са биполарним струјама”.

Дана 13.12.2011. године Комисија за студије трећег степена Електротехничког факултета Универзитета у Београду разматрала је предлог теме за израду докторске дисертације и предлог Комисије о оцени подобности теме и кандидата упутила Наставно-научном већу на усвајање.

Наставно-научно веће је на седници бр. 741 одржаној 27.12.2011. године именovalo Комисију за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације.

Дана 4.09.2012. године Наставно-научно веће усвојило је Извештај Комисије за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације (Одлука бр. 5041/09-2 од 4.09.2012. године).

Дана 17.09.2012. године Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације под насловом: „Прекидачки релуктантни мотори са биполарним струјама”. (број одлуке 06-20264/22-12 од 17.09.2012. године).

Дана 31.05.2017. године кандидат је предао докторску дисертацију на преглед и оцену.

Дана 6.06.2017. године Комисија за студије трећег степена потврдила је испуњеност потребних услова за подношење предлога Наставно-научном већу Електротехничког факултета за формирање Комисије за преглед и оцену докторске дисертације.

Наставно-научно веће Електротехничког факултета на седници бр. 814 од 13.06.2017. именовало је Комисију за преглед и оцену докторске дисертације (бр. Одлуке 5041/09-3 од 20.06.2017. године) у следећем саставу: др Слободан Вукосавић, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет, др Зоран Лазаревић, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет, др Жарко Јанда, виши научни сарадник, Електротехнички Институт Никола Тесла, др Бранко Колунџија, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет, др Жељко Деспотовић, виши научни сарадник, Институт Михаило Пупин.

## 1.2. Научна област дисертације

Дисертација кандидата Драгана Михаћа припада научној области Техничке науке - Електротехника, ужа научна област Енергетски претварачи и погони, подобласт Електричне машине. За ментора дисертације одређен је др Слободан Вукосавић, редовни професор Универзитета у Београду – Електротехнички факултет, због истакнутих доприноса у области Енергетских претварача и погона, а посебно у области Електричних машина.

## 1.3. Биографски подаци о кандидату

Драган Михаћ је рођен 20.11.1984. године у Мостару. Основну и средњу школу је завршио у Гацку. Електротехнички факултет у Београду уписао је 2003. године. Дипломирао је 2008. године на смеру Енергетски претварачи и погони са просечном оценом 8.6, одбраном дипломског рада на тему „Испитивање асинхроног мотора помоћу кочнице са магнетним прахом“. Дипломске академске студије другог степена (мастер студије) уписује 2008. године на Електротехничком факултету у Београду, смер Енергетски претварачи и погони, а завршава 2009. године са просечном оценом 9.83, одбраном мастер рада под називом „Анализа губитака снаге у синхроној машини са перманентним магнетима на ротору примењеној у систему за рекулерацију енергије кочења возила“. Исте године уписује докторске студије на Електротехничком факултету у Београду. Успешно је положио све испите предвиђене наставним планом и програмом докторских студија са просечном оценом 10. Септембра 2012. године прихваћена му је тема докторске дисертације под насловом „Прекидачки релуктантни мотори са биполарним струјама“.

Од 2008. године је запослен на катедри за Енергетске претвараче и погоне Електротехничког факултета у Београду као сарадник у настави. У звање асистента је изабран 2010. године. Учествоје у извођењу рачунских и лабораторијских вежби из бројних стручних предмета из области електричних машина.

У досадашњем раду учествовао је у реализацији бројних домаћих и међународних научноистраживачких и стручних пројеката. Аутор је три рада у међународним часописима категорије M21, једног рада у међународном часопису категорије M23, четири рада у домаћим часописима, три рада на међународним и једанаест радова на домаћим конференцијама. Области интересовања кандидата су анализа и пројектовање електричних машина.

Ожењен је и отац једног детета.

## 2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

### 2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација под насловом „Прекидачки релуктантни мотори са биполарним струјама” представља оригинални научно истраживачки рад у области моделовања прекидачких релуктантних мотора (*Switched Reluctance Motor-SRM*) и енергетских претварача који се користе за њихово напајање.

Дисертација садржи насловну страну и кратак резиме рада на српском и на енглеском језику, садржај, седам поглавља, списак коришћене литературе, кратку биографију кандидата, изјаву о ауторству, изјаву о истоветности штампане и електронске верзије докторске дисертације и изјаву о коришћењу докторске дисертације. Наслови поглавља су: 1) Увод; 2) Основне особине и принцип рада прекидачких релуктантних мотора; 3) Нови нелинеарни аналитички модел SRM-а који узима у обзир међусобну интеракцију фаза и анализа њеног утицаја на перформансе мотора; 4) Моделовање прекидачких релуктантних мотора методом коначних елемената и верификација новог аналитичког модела; 5) Топологије енергетских претварача са биполарним напајањем и њихов утицај на рад прекидачког релуктантног мотора; 6) Експериментална верификација; 7) Закључак.

Дисертација садржи 371 страну, 255 слика, 68 табела и 152 референце.

### 2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

На основу прегледа литературе установљено је да постоји потреба за развојем новог нелинеарног аналитичког модела који ће на тачан начин моделовати појаве услед међусобне интеракције фаза јер њено занемарење доводи до грешке у предикцији перформанси прекидачког релуктантног мотора. Главни разлог је чињеница што се већина постојећих модела у потпуности базира на методи коначних елемената (*Finite Element Method-FEM*) или експерименталним резултатима. Због сложености и спорости ови модели нису подесни за динамичке симулације које су неопходне за потребе оптимизације геометрије мотора и контролних параметара у циљу постизања што бољих перформанси као што су максимални моменат, однос момент/струја, минимизација валовитости момента итд. Узимајући у обзир наведене проблеме, први циљ ове докторске дисертације је био развој новог нелинеарног аналитичког модела који узима у обзир ефекте међусобне интеракције фаза а да при томе буде једноставан, брз и ефикасан, односно да је број улазних параметара модела који се одређују мерењем или коришћењем методе коначних елемената минималан.

Веома важан проблем који отежава ширу употребу прекидачких релуктантних мотора су постојеће топологије инвертора за њихово напајање. То се односи пре свега на напајање четворофазних прекидачких релуктантних мотора које се углавном врши из асиметричног полумостног инвертора (АПИ). Међутим, АПИ као референтни инвертор за напајање SRM-а због своје сложености и цене је управо један од главних разлога зашто ова врста машине и поред својих позитивних особина није заузела значајније место на тржишту уместо машина наизменичне струје. Покушај да се изврши синтеза претварача који се базира на полумостним структурама довео је решења са сувише великим бројем ових структура. Имајући ово у виду, други циљ докторске дисертације је био синтеза нове топологије инвертора за напајање четворофазног SRM-а која задржава функционалне особине АПИ-а да при томе број полумостних структура буде минималан.

Друго поглавље се односи на основне особине и принцип рада прекидачких релуктантних мотора. Представљен је упрошћен математички модел SRM-а који занемарују међусобну интеракцију фаза и процес електромеханичког претварања енергије. Дефинисани су карактеристични радни режими SRM-а кроз анализу механичке карактеристике као и алгоритми управљања. Размотрене су и основне топологије инвертора које се користе за напајање SRM-а кроз преглед литературе при чему су наглашене њихове предности и мане.

На крају је анализирано димензионисање SRM-а у процесу његовог пројектовања као и утицај конструкције мотора на излазне карактеристике.

У трећем поглављу је извршен детаљан преглед постојеће литературе која се бави моделовањем и пројектовањем прекидачких релуктантних мотора. Она обухвата моделе који не узимају у обзир међусобну интеракцију фаза чиме се прави грешка у предикцији перформанси мотора, али и моделе који то узимају у обзир делимично или у потпуности. Међутим, начин на који ови модели узимају у обзир међусобну интеракцију фаза ове моделе чини неподесним за динамичке симулације које су неопходне за поступак оптимизације геометрије мотора и његовог управљања. Из наведених разлога, у оквиру овог поглавља је приказан развој новог аналитичког модела који узима у обзир међусобну интеракцију фаза и то на такав начин који омогућава да број улазних параметара модела, који се одређују мерењем или коришћењем методе коначних елемената, буде минималан. Пре развоја новог модела дат је кратак опис нелинеарног аналитичког модела који не узима у обзир међусобну интеракцију фаза и представља основу за његов развој. Поред тога, дефинисане су и секвенце магнетског поларитета фаза. Оне су предмет анализе која има за циљ одређивање оптималне магнетске секвенце сагласно утврђеном утицају магнетског поларитета суседних фаза мотора на његове карактеристике. Дакле, након развоја новог нелинеарног аналитичког модела следи његово поређење са базним моделом у циљу наглашавања грешке која се прави у предикцији перформанси SRM-а занемарењем међусобне интеракције фаза као и поређење дефинисаних секвенци магнетског поларитета фаза SRM-а, односно утврђивање утицаја магнетског поларитета фаза на перформансе мотора. Треба нагласити да горе наведена анализа подразумева напајање SRM-а из виртуализованог претварача, односно претварача који омогућава потпуно независно управљање фазама мотора без икаквог ограничења које би наметала нека конкретна топологија претварача. Нови аналитички модел је у директној вези са биполарним напајањем будући да је интеракција мотора и претварача са биполарним напајањем инхерентно везана за међусобну интеракцију фаза и стање полупроводничких компоненти. Због тога је ово поглавље од суштинског значаја не само из разлога што је у њему представљен нови нелинеарни аналитички модел који узима у обзир међусобну интеракцију већ и због чињенице што су закључци о утицају побуђених фаза на непобуђене од круцијалног значаја за разумевање биполарног напајања и појава које га прате.

У четвртном поглављу је представљен поступак моделовања прекидачког релуктантног мотора помоћу софтверског алата који се базира на прорачуну електромагнетског поља методом коначних елемената. Сврха FEM модела је верификација добијених резултата и закључака из трећег поглавља који су добијени коришћењем новог аналитичког модела као и анализа утицаја међусобне интеракције фаза на губитке у гвожђу SRM-а. Касније, у петом поглављу, развијени FEM модел се користи као алат за анализу утицаја топологије инвертора на рад SRM-а.

Пето поглавље се бави проучавањем топологија енергетских претварача са смањеним бројем прекидача заснованих на стандардним полумостним структурама, као и њихов утицај на рад SRM-а. Дат је детаљан преглед досадашње литературе која се бави топологијама инвертора заснованих на полумостним структурама. Након тога се дефинише униполарно и биполарно напајања као два могућа начина напајања SRM-а, а који се везују за смер струја на излазу из фаза инвертора. Нова топологија енергетског претварача за четворофазни SRM реализована коришћењем два трофазна напонска инвертора представља поред новог нелинеарног аналитичког модела други најзначајнији научни допринос ове докторске дисертације. Предности ове топологије претварача се мере у односу на АПИ који представља досадашње најприхватљивије решење за погон прекидачког релуктантног мотора. Наиме, он је очигледан са аспекта сложености посматраних претварача. Међутим, од суштинске важности је и утицај нове топологије инвертора на перформансе четворофазног 8/6 SRM-а чија детаљна анализа треба да покаже бенефите биполарног напајања у односу униполарно. После ове анализе, следи анализа утицаја постојећег енергетског претварача са биполарним напајањем на рад трофазног 6/4 SRM-а како би се утврдио утицај инхерентних ограничења

топологије претварача на перформансе мотора.

Опис експерименталне поставке и мерења која верификују резултате новог аналитичког и FEM модела као и утицај топологије инвертора на рад мотора представљена су у шестом поглављу. Мерења се односе на трофазни 6/4 SRM који је доступан у лабораторији. Главни резултати мерења упоређени су са резултатима симулација при чему су изведени одређени закључци.

У оквиру закључног поглавља сажето су приказани сви важнији резултати истраживања као и допринос дисертације у области моделовања прекидачких релуктантних мотора и енергетских претварача за њихово напајање. На основу најважнијих закључака наведени су правци даљег истраживања у овој области.

### 3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

#### 3.1. Савременост и оригиналност

Мала маса и инерција ротора прекидачких релуктантних мотора омогућава рад са врло великим брзинама, што ову врсту машина чини погодном за примене у гасним турбинама, микротурбинама, хибридном и електричним аутомобилима. Поред тога, једноставна конструкција и повољан однос моменат/маса чине да SRM буде право решење за масовне примене као што су кућни апарати, вентилатори, расхладни системи, али и у електричној вучи која захтева константну снагу на широком опсегу брзина. Оригиналност дисертације се огледа у новом нелинеарном аналитичком моделу прекидачког релуктантног мотора који узима у обзир међусобну интеракцију фаза и новој топологији енергетског претварача која се базира на минималном броју полумостних структура.

Наиме, пошто технике обликовања фазних струја у циљу минимизације валовитости момента захтевају истовремено побуђивање више фаза мотора, јавља се међусобна интеракција фаза током интервала истовременог вођења која утиче на његове перформансе. Због тога је за тачну предикцију перформанси SRM-а моделовање појава које настају током међусобне интеракције фаза од великог значаја. Постојећи модели због сложености и спорости нису подесни за динамичке симулације које су неопходне за потребе оптимизације геометрије мотора и контролних параметара у циљу постизања што бољих перформанси. Предложени модел узима у обзир ефекте међусобне интеракције фаза при чему је он и даље једноставан, брз и ефикасан будући да је број улазних параметара модела који се одређују мерењем или коришћењем методе коначних елемената минималан.

Веома важан проблем који отежава ширу употребу прекидачких релуктантних мотора су постојеће топологије инвертора за њихово напајање. То се односи пре свега на напајање четворофазних прекидачких релуктантних мотора које се углавном врши из АПИ-а. Међутим, АПИ као референтни инвертор за напајање SRM-а због своје сложености и цене је управо један од главних разлога зашто ова врста машине и поред својих позитивних особина није заузела значајније место на тржишту уместо машина наизменичне струје. Покушај да се изврши синтеза претварача који се базира на полумостним структурама довео је до решења са сувише великим бројем ових структура. У овој докторској дисертацији је извршена синтеза нове топологије инвертора за напајање четворофазног SRM-а која задржава функционалне особине АПИ-а при чему је број полумостних структура минималан.

#### 3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Током израде дисертације кандидат је детаљно истражио постојећу релевантну литературу из области дисертације и коректно навео 152 референце које су уско везане за обрађену тему. Литература обухвата широк опсег доступних публикација, од старијих до савремених. Кроз наведену литературу остварен је добар преглед стања предметне области и постављена је добра основа за рад на одабраној теми дисертације.

### 3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Методологија истраживања у оквиру докторске дисертације састојала се у следећем:

- Проучавање доступне литературе ради сагледавања актуелног стања науке и технике из области дисертације.
- Утврђивање природе међусобне интеракције фаза на бази детаљне анализе симулационих резултата новог нелинеарног аналитичког модела који узима у обзир ефекте међусобне интеракције.
- Анализа утицаја међусобне интеракције фаза на тачност предикције перформанси прекидачког релуктантног мотора.
- Анализа утицаја различитих секвенци магнетског поларитета фаза на перформансе мотора у циљу одређивања оптималних.
- Верификација добијених резултата и закључака моделом који се базира на методи коначних елемената.
- Анализа утицаја међусобне интеракције фаза на губитке у магнетском колу користећи нови аналитички и FEM модел.
- Развој нове топологије енергетског претварача за напајање четворофазних прекидачких релуктантних мотора која се базира на минималном броју полумостних структура.
- Компаративна анализа униполарног и биполарног напајања коришћењем FEM модела, односно поређење перформанси четворофазног SRM-а који се напаја из АПИ-а и нове топологија инвертора, респективно.
- Компаративна анализа перформанси униполарно и биполарно напајаног трофазног SRM-а коришћењем FEM модела при чему је биполарно напајање резултат коришћења постојеће топологије инвертора која се такође базира на минималном броју полумостних структура.
- Експериментална верификација новог аналитичког модела и ефеката биполарног напајања.

### 3.4. Применљивост остварених резултата

Детаљна анализа добијених резултата који су верификовани FEM моделом и експериментом показује да се нови нелинеарни аналитички модел прекидачког релуктантног мотора који узима у обзир међусобну интеракцију фаза може користити у општем случају за моделовање, пројектовање и предикцију перформанси погона са конвенционалним конфигурацијама SRM-а. Предност новог аналитичког модела у односу на постојеће се огледа у његовој великој тачности али и једноставности односно брзини пошто је број улазних параметара модела који се одређују мерењем или коришћењем методе коначних елемената минималан.

Нова топологија енергетског претварача за напајање четворофазних прекидачких релуктантних мотора је базирана на минималном броју полумостних структура, карактеришу је функционалне особине АПИ-а па је као таква у потпуности применљива за напајање ове конфигурације SRM-а. Поред тога, корелација међусобне интеракције фаза мотора и инхерентних особина нове топологије претварача, односно биполарно напајање, унапређује перформансе мотора у односу на конвенционално униполарно напајање мотора скоро на целом опсегу експлоатационе карактеристике. На овај начин се нова топологија претварача намеће као боље решење од постојећих и пружа могућност шире употребе прекидачких релуктантних мотора у областима где су његове особине супериорније у односу на машине наизменичне струје.

### 3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат је у изради докторске дисертације показао способност за самостални научни рад. Извршио је систематичну и критичку анализу постојећих решења, уз уочавање њихових недостатака. Развио је нови нелинеарни аналитички модел прекидачког релуктантног мотора који узима у обзир међусобну интеракцију фаза и нову топологију енергетског претварача за напајање четворофазних прекидачких релуктантних мотора. Резултати научног истраживања су публикована у врхунском међународном часопису са високим импакт фактором као и домаћем часопису и бројним конференцијама.

## **4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС**

### 4.1. Приказ остварених научних доприноса

Основни научни доприноси у оквиру докторске дисертације су:

- Развијен је нови нелинеарни аналитички модел SRM-а који узима у обзир ефекте међусобне интеракције чија се предност у односу на постојеће моделе огледа у његовој великој тачности али и једноставности односно брзини пошто је број улазних параметара модела који се одређују мерењем или коришћењем методе коначних елемената минималан.
- Одређен је утицај међусобне интеракције фаза на тачност предикције перформанси прекидачких релуктантних мотора односно грешке која се прави у предикцији перформанси ако се међусобна интеракција занемари.
- Одређене су секвенце магнетског поларитета фаза мотора за које се постижу најбоље перформансе најчешћих прекидачких релуктантних мотора.
- Утврђен је утицај међусобне интеракције фаза на губитке у магнетском колу прекидачког релуктантног мотора.
- Развијен је нови енергетски претварач за напајање четворофазног прекидачког релуктантног мотора који се базира на минималном броју полумостних структура користећи два трофазна напонска инвертора (*Voltage Source Inverter-VSI*) и као такав је боље решење од постојећих топологија енергетских претварача са аспекта цене и сложености погона са прекидачким релуктантним мотором.
- Утврђено је да се применом новог енергетског претварача, односно биполарним напајањем, унапређују перформансе четворофазног прекидачког релуктантног мотора скоро на целом опсегу експлоатационе карактеристике у односу на перформансе које се имају при униполарном напајању.
- Утврђен је утицај биполарног напајања на перформансе трофазног прекидачког релуктантног мотора у односу на униполарно напајање при чему је биполарно напајање резултат коришћења постојеће топологије инвертора која се такође базира на минималном броју полумостних структура.

### 4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Увидом у дисертацију, полазне претпоставке и циљеве истраживања Комисија констатује да је кандидат успешно одговорио на постављене изазове. Развијен је нови нелинеарни аналитички модел који узима у обзир ефекте међусобне интеракције чија се предност у односу на постојеће моделе огледа у његовој великој тачности али и једноставности односно брзини пошто је број улазних параметара модела који се одређују мерењем или коришћењем методе коначних елемената минималан. Показано је да занемарење међусобне интеракције фаза доводи до грешке у предикцији перформанси мотора и утврђене су секвенце магнетског поларитета фаза за које се постижу најбоље

перформансе мотора. Верификација тачности новог аналитичког модела и закључака је извршена моделом који се базира на методи коначних елемената. Утврђен је и утицај међусобне интеракције фаза на губитке у магнетском колу пошто постојећа литература овај проблем није суштински анализирала и утврдила.

Веома важан допринос докторске дисертације је решење проблема напајања четворофазних прекидачких релуктантних мотора будућу да постојећа решења нису одговарајућа са аспекта сложености и цене. Синтезом нове топологија претварача користећи два трофазна напонска инвертора добија се компактан претварач који пружа могућност шире употребе прекидачких релуктантних мотора у областима где су његове особине супериорније у односу на машине наизменичне струје. Поред тога, показано је да нова топологија инвертора, односно биполарно напајање, унапређује перформансе четворофазног SRM-а у односу на случај када се он напаја из АПИ-а. То унапређење проузрокују појаве које се јављају услед инхерентних особина новог претварача и међусобне интеракције фаза мотора при чему ове појаве нису могуће када се мотор напаја из АПИ-а.

Експериментална верификација новог аналитичког модела и инхерентних појава које прате биполарно напајање наглашавају употребну вредност научних доприноса ове докторске дисертације.

#### 4.3. Верификација научних доприноса

Из најуже области везане за тему докторске дисертације кандидат је објавио следеће радове у страном часопису, домаћем часопису и конференцијама:

##### Рад у међународном научном часопису-M21:

- Dragan S. Mihic, Mladen V. Terzic, Slobodan N. Vukosavic, "A New Nonlinear Analytical Model of the SRM with Included Multiphase Coupling", *IEEE Transactions on Energy Conversion*, to appear.  
ISSN: 1558-0059, IF=2.596, doi: 10.1109/TEC.2017.2707587

##### Рад у часопису од националног значаја-M51:

- D.Mihić, M.Terzić, S.N.Vukosavić, Ž.V.Despotović, "Uticaj efekata međusobne interakcije faza na dinamičke karakteristike pogona sa 8/6 prekidačkim reluktantnim motorom", *Energija-ekonomija-ekologija*, Vol. 3-4, Godina XVIII, pp. 207-214, Mart 2016. (ISSN: 0354-8651)

##### Радови на конференцијама националног значаја-M63:

- D.Mihić, M.Terzić, S.N.Vukosavić, Ž.V.Despotović, "Komparativna analiza performansi unipolarно i bipolarно napajanog 8/6 prekidačkog reluktantnog motor", *ETRAN 2016*, Zlatibor, Srbija, 13-16. Jun 2016.
- D.Mihić, M.Terzić, S.N.Vukosavić, Ž.V.Despotović, "Uticaj efekata međusobne interakcije faza na dinamičke karakteristike pogona sa 8/6 prekidačkim reluktantnim motorom", *XXXII Savetovanje ENERGETIKA 2016*, 22.03-25.03.2016. god. Zlatibor.
- D.Mihić, M.Terzić, S.N.Vukosavić, Ž.V.Despotović, "Novi analitički model koji uzima u obzir efekte međusobne interakcije faza 8/6 prekidačkog reluktantnog motor", *Zbornik XV Naučno-stručnog simpozijuma INFOTEH 2016*, Jahorina, Bosna i Hercegovina, 16-18.03.2016., Vol.15, pp.161-166, Mart 2016. (ISBN 978-99955-763-9-4)



## 5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Комисија са задовољством констатује да на основу претходног школовања и публикованих резултата **Драган Мухић** испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању, Статутом и Правилником о докторским студијама Универзитета у Београду-Електротехничког факултета. Докторска дисертација представља научни допринос у области електричних машина. У оквиру дисертације је детаљно приказан оригинални приступ у моделовању прекидачких релуктантних мотора који обухвата међусобну интеракцију фаза и развој нове топологије енергетског претварача за напајање четворофазних прекидачких релуктантних мотора која се базира на минималном броју полумостних структура. Кроз дисертацију су приказане изузетне вештине кандидата у коришћењу савремених истраживачких метода уз поштовање свих захтеваних етичких норми. Кандидат је у дисертацији прагмо светске стандарде у области моделовања прекидачких релуктантних мотора и синтезе енергетских претварача за њихово напајање као и савремене алате и методе који се у ту сврху користе.

Комисија посебно истиче да оригинални научни доприноси имају и практичну примену у области прекидачких релуктантних машина што је приказано кроз резултате експерименталне верификације који су изложени у оквиру дисертације.

Комисија са задовољством предлаже Наставно-научном већу Универзитета у Београду - Електротехничког факултета, да се докторска дисертација под називом **„Прекидачки релуктантни мотори са биполарним струјама”** кандидата **Драгана Мухића** прихвати, изложи на увид јавности и упуту на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду и одобри јавна усмена одбрана.

Београд, 22.06.2017. год.

### ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



др Слободан Вукосавић, редовни професор  
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Зоран Лазаревић, редовни професор  
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Жарко Јанда, виши научни сарадник  
Електротехнички Институт Никола Тесла



др Бранко Колунџија, редовни професор  
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Жељко Деспотовић, виши научни сарадник  
Институт Михаило Пупин