



# УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ - ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ

Булевар краља Александра 73, 11000 Београд, Србија

Тел. 011/324-8464, Факс: 011/324-8681

## КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 26.05.2020. године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Ружице Цветановић под насловом „Алгоритам за смањење буке прекидачке релуктантне машине обликовањем спектра радијалних сила уз уважавање утицаја спрече између фаза“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

### ИЗВЕШТАЈ

#### 1. Биографски подаци кандидата

Ружица Цветановић рођена је 21.02.1996. године у Београду. Завршила је основну школу „Херој Радмила Шишковић“, као и основну музичку школу "Божидар Трудић" у Смедеревској Паланци као носилац Вукове дипломе. Током школовања освојила је више награда на државним такмичењима из математике. Математичку гимназију у Београду завршила је такође као вуковац. Електротехнички факултет уписала је 2015. године. Дипломирала је као најбољи студент на одсеку за Енергетику са просечном оценом 9,8. Дипломски рад под називом „Простирање електромеханичких таласа у традиционалном електроенергетском систему“, награђен од стране БАФА удружења, одбранила је са оценом 10. Након тога, а у сарадњи са ментором проф. др Слободаном Вукосавићем, објављује чланак, на енглеском језику и под истим називом, представљен на конференцији IcETRAN 2019, где је и проглашен за најбољи у области Електроенергетике. Током основних академских студија била је ангажована као демонстратор на предметима „Основи електротехнике“ и „Електричне машине“. Током завршне године основних академских студија била је член тима студената H-Bridges који је са својим прототипом претварача за електрични бицикл, развијеним у лабораторији за Дигитално управљање претварачима и погонима, победио на водећем светском универзитетском такмичењу из области енергетске електронике, IFEC 2019, одржаном у јулу 2019. године у Висконсину, САД. Дипломске академске – мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, на Модулу за енергетску ефикасност уписала је у октобру 2019. године. Положила је све испите са просечном оценом 10.

#### 2. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 100 страна, са укупно 72 слике, 6 табела и 26 референци. Рад садржи сакетак, увод, 4 поглавља и закључак (укупно 6 поглавља), списак коришћене литературе и додатак са изворним кодом.

У првом, уводном, поглављу приказани су основни принципи рада прекидачке релуктантне машине и укратко размотрени постојећи начини за смањење буке коју овај тип машине генерише, као и параметри машине на којој ће алгоритам бити развијен.

У другом поглављу објашњени су основни принципи генерисања радијалне сile, као и процес спектралне декомпозиције густине радијалне сile. Додатно, размотрени су основни концепти модалне анализе и принципа резонанције.

У трећем поглављу следи преглед алата који су коришћени за моделовање машине, међу којима су нелинеарни аналитички модел који узима у обзир спрегу између фаза, као и симулација заснована на методи коначних елемената.

Методологија и реализација алгоритма обликовања спектра радијалних сила илустровани су у четвртом поглављу, и то у две варијанте (са и без спреге између фаза).

У оквиру петог поглавља приказани су резултати симулација заједно са дискусијом и евалуацијом перформанси алгоритма за две различите брзине обртања машине.

Конечно, на основу свега претходно изложеног изведен је закључак и дати су могући правци даљег рада.

### 3. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Ружица Цветановић бави се проблематиком пројектовања алгоритма управљања прекидачком релуктантном машином који ће обезбедити побољшање њених акустичних карактеристика, односно обезбедити задовољавајући ниво буке и вибрација које машина ствара при свом раду. Машине овог типа одликују се робусношћу, ниском ценом и једноставном конструкцијом те представљају потенцијалну алтернативу постојећим решењима, нарочито због инхерентне способности рада у области слабљења поља. Иако због акустичних перформанси нису широко распострањене, ове машине све више налазе примену у електричним возилима, авио индустрији и ветроенергетици.

Циљ рада је осмислiti и у неком софтверском пакету тестирати алгоритам који ће обезбедити жељени спектар густине радијалне сile, при чему је потребно узети у обзир утицај спреге између фаза. Машина која се користи за развој и тестирање наведеног алгоритма је прекидачки релуктантни мотор конфигурације 6/10 намењен за средњи погон електричног бицикла. Метода обликовања спектра радијалних сила, која је у раду коришћена, заснива се на идеји да се за ниže просторне хармонике елиминишувиши темпорални хармоници у циљу смањења акустичне буке, која је последица побуде вибрација на сопственим учестаностима статорске структуре. Алати који су коришћени за имплементацију и верификацију алгоритма су MATLAB и FEMM42.

Основни доприноси рада су:

- 1) анализа и развој алгоритма обликовања спектра радијалне сile,
- 2) имплементација две варијанте алгоритма: са и без узимања у обзир спреге између фаза,
- 3) предложени начин реконструкције спектра густине радијалне сile на основу таласног облика радијалне сile и имплементација истог у оквиру оптимизационе петље,
- 4) могућност даљег рада на управљачким алгоритама базираним на предложеној методологији, у циљу проналажења универзалног решења за смањење буке коју прекидачка релуктантна машина генерише.

### 4. Закључак и предлог

Кандидаткиња Ружица Цветановић је у свом мастер раду успешно решила проблем пројектовања управљачог алгоритма који омогућава побољшање акустичних перформанси прекидачке релуктантне машине, а који је примењив и у случају режима рада машине у којима је међусобни утицај фаза изражен. Закони управљања базирани на предложеној методологији имају потенцијал да значајно смање акустичну буку и вибрације те стога могу

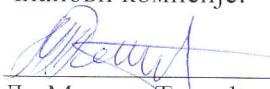
послужити као основ за будући развој и индустрејализацију прекидачких релуктантних машина.

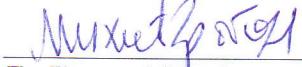
Кандидаткиња је исказала самосталност и систематичност у току израде рада, као и иновативне елементе у решавању проблематике којом се овај рад бави.

На основу изложеног, Комисија за преглед и оцену мастер рада предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад дипл. инж. Ружице Цветановић прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 26. 06. 2020. год.

Чланови комисије:

  
Др Младен Терзић, доцент

  
Др Драган Михић, доцент