



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 именовало нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Филип Цвејић под насловом „Брз аутоматски дизајн прекидачке релуктантне машине заснован на аналитичком моделу за примену у оптимизационим алгоритмима“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Филип Цвејић рођен је 27.11.1996. године у Београду. Завршио је основну школу „Милан Ђ. Милићевић“ у Београду. Током школовања освојио је више награда на такмичењима из физике. Прва три разреда средње школе похађао је у Математичкој гимназији у Београду. Последњу годину средњошколског образовања завршио је у Saucan Valley High School, Пенсилванија, САД, као ученик на размени. Електротехнички факултет уписао је 2015. године. Дипломирао је на одсеку за Енергетику са просечном оценом 9,2. Дипломски рад под називом „Моделовање релуктантне валовитости електромагнетског момента код синхроних машина са површински монтираним сталним магнетима“ под менторством проф. Слободана Н. Вукосавића одбранио је са оценом 10. Током основних академских студија био је ангажован као демонстратор на предмету „Електричне машине“. Током завршне године основних академских студија био је вођа 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 уписао је у октобру 2019. године. Положио је све испите са просечном оценом 10.

2. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 97 страна, са укупно 44 слика, 6 табела и 10 референци. Рад садржи увод, 2 поглавља и закључак (укупно 4 поглавља), списак коришћене литературе и додатак са изворним кодом.

У првом, уводном, поглављу приказани су основни принципи рада прекидачке релуктантне машине, као и предности и тренутни изазови у развоју овог типа машина. Додатно, изложена је традиционална процедура дизајна, наведени су циљеви ове тезе, као и структура рада по поглављима.

Друго поглавље представља срж рада, тј. садржи методологију рада и материјале. Најпре је циљ да се читаоцу представи коришћени аналитички модел, уједно са једноставним проширењем модела за прорачун губитака у гвожђу. Потом се прелази на објашњење предложене процедуре дизајна прекидачке релуктантне машине, најпре кроз увођење класификације параметара релевантних за дизајн. Затим је описана брза симулација базирана на методи коначних елемената, а намењена као алат коришћен унутар предложене процедуре. Коначно, изложене су симулације намењене за евалуацију перформанси резултујућих решења. Посебно, симулација намењена за рад при малим брзинама, а која не садржи буку услед

валовитости струје, која би била присутна у случају коришћења хистерезисне контроле или неке сличне методе за ограничавање струје.

Резултати, уз кратку дискусију су приложени и евалуирани у оквиру трећег поглавља. Најпре је преиспитана валидност коришћеног аналитичког модела, упоређивањем резултата добијених помоћу аналитике и коришћењем симулација методом коначних елемената. Потом су дати примери неколико машина које су резултат представљене процедуре.

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

У додатку је најпре дат кратак осврт на коришћене алате. Потом је приложен изворни MATLAB код који садржи главну класу као и скрипте коришћене за генерисање резултата приказаних у раду. Коначно, приложен је и опис развијених Simulink модела.

3. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Филипа Цвејића бави се проблематиком развоја процедуре брзог аутоматском начина пројектовања прекидачке релуктантне машине који ће бити погодан за примену унутар оптимизационог алгоритма (нпр. генетски алгоритам). Маchine овог типа одликују се робусношћу, ниском ценом и једноставном конструкцијом те представљају потенцијалну алтернативу постојећим решењима, како у моторним тако и у генераторским применама, нарочито због инхерентне способности рада у области слабљења поља. Иако због акустичних перформанси нису широко распрострањене, ове машине све више налазе примену у електричним возилима, авио индустрији и ветроенергетици.

Циљ рада је развити начин за брз аутоматски дизајн прекидачке релуктантне машине који је предвиђен да буде део неког алгоритма претраге како би се омогућила аутоматска процедура за оптимизацију различитих параметара приликом пројектовања. Развијена процедура је погодна за различите примене прекидачких релуктантних машина, док су у раду илустроване њене перформансе на примеру примене за средњи погон електричног бицикла. Метода брзог аутоматског дизајна која је у овом раду изложена заснива се на аналитичком моделу који захтева само једну тачку добијену симулацијом или експериментом. Алати који су коришћени за имплементацију и верификацију алгоритма су MATLAB, Simulink и FEMM42.

Основни доприноси рада су:

- 1) анализа и развој брзе аутоматске процедуре за пројектовање прекидачке релуктантне машине
- 2) проширење аналитичког модела тако да узима у обзир губитке
- 3) развој брзе симулације базиране на методи коначних елемената, у којој се симулира само један статорски и два роторска пола, претпостављајући бесконачну пермеабилност гвожђа, смањујући време извршавања за преко 80%, док је грешка која се уводи мања од 1%
- 4) развој симулације намењене за рад при малим брзинама, а која не садржи шум услед валовитости струје, која би била присутна у случају коришћења хистерезисне контроле или неке сличне методе за ограничавање струје.

4. Закључак и предлог

Кандидат Филип Цвејић је у свом мастер раду успешно решио проблем брзе процедуре пројектовања прекидачке релуктантне машине, базиране на аналитичком моделу, а намењене за коришћење унутар оптимизационог алгоритма. Изложена процедура значајно поједностављује и убрзава поступак дизајна прекидачке релуктантне машине. У поређењу са спорим и итеративним поступком конвенционалног дизајна, предложена метода нуди веома брзу аутоматску процедуру која се заснива на аналитичком моделу. Као таква, има потенцијал да буде коришћена унутар оптимизационих алгоритама намењених за аутоматско

пројектовање и оптимизацију прекидачких релуктантних машина за различите примене. Имајући у виду све већу примену и све строжије захтеве са пројектовање овог типа машина, не само у моторним већ и у генераторским применама, изложени поступак може послужити као основ за будући развој и индустријализацију прекидачких релуктантних машина.

Кандидат је исказао самосталност и систематичност у свом поступку као и иновативне елементе у решавању проблематике овог рада.

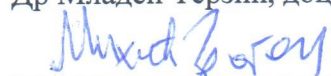
На основу изложеног, Комисија предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад дипл. инж. Филипа Цвејића прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 03. 09. 2021. године

Чланови комисије:



Др Младен Терзић, доцент



Др Драган Микић, доцент