

КОМИСИЈА ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена Електротехничког факултета у Београду именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада Милоша Радовића под насловом: „МОДЕЛОВАЊЕ И АНАЛИЗА ЕКСПЛОАТАЦИОНИХ КАРАКТЕРИСТИКА ВЕТРОАГРЕГАТА СА СИНХРОНОМ МАШИНОМ СА ПЕРМАНЕНТНИМ МАГНЕТИМА“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи :

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Милош Радовић је рођен 23. 6. 1990. године у Београду. Након завршене основне школе уписао је Девету београдску гимназију „Михаило Петровић Алас“, коју је завршио 2009. године са одличним успехом. Електротехнички факултет Универзитета у Београду уписао је 2009. године, а дипломирао је у септембру 2013. године на Одсеку за Енергетику, смер за Енергетске претвараче и погоне са просечном оценом 8,72 (оцена на дипломском 10). Дипломске академске - мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, модул Електроенергетски системи уписао је 2013. године. Положио је све испите са просечном оценом 9,8. Течно говори енглески језик, а служи се италијанским и руским језиком.

2. Предмет, циљ и методологија рада

Предмет овог мастер рада је моделовање ветроагрегата са синхроним машином са перманентним магнетима и анализа његових експлоатационих карактеристика. Основни циљ рада је илустрација управљања различитим параметрима ветроагрегата и приказ варијације карактеристичних величина ветроагрегата при различитим условима рада и у различитим радним режимима. Обрада података добијених симулацијама вршена је применом *MATLAB*-а, док је модел ветроагрегата и електричне мреже на коју је прикључен реализован у *Simulink*-у.

У раду је, најпре, дат кратак осврт на тренутна достигнућа у ветроенергетици. Затим је дато теоријско објашњење концепта ветроагрегата са синхроним машином са перманентним магнетима, приказане су једначине које описују рад његових појединачних компоненти, наведени типови синхроних машина са перманентним магнетима који се примењују у савременој ветроенергетици и извршено поређење са осталим концептима ветроагрегата у широкој примени. Посебна пажња усмерена је на управљање ветроагрегатом. Најважнији део рада представља приказ резултата симулација вршених за модел ветроагрегата прикљученог на електричну мрежу, који је реализован применом *Simulink*-а. Симулације су вршене за различите режиме рада ветроагрегата, са циљем утврђивања поузданости примењеног концепта управљања ветроагрегатом, односно провере стабилности рада ветроагрегата у различитим условима.

3. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад садржи 74 странице текста у оквиру којег су 6 поглавља, 73 слике, 1 табела и списак литературе.

Прво поглавље представља увод у којем је укратко представљен значај примене обновљивих извора енергије и тренутно стање у области ветроенергетике у свету и дефинисани су најважнији захтеви које морају да испуне ветроагрегати прикључени на електроенергетски систем.

У другом поглављу су детаљно описане појединачне компоненте ветроагрегата. Дате су једначине које описују рад ветротурбине, генератора и енергетског претварача. Посебна пажња усмерена је на конструкцију генератора. Извршено је и представљање најчешће коришћених топологија синхроних генератора са перманентним магнетима који се примењују у савременим ветроагрегатима, поређење ових топологија и поређења посматраног концепта са осталим типовима ветроагрегата у широкој примени.

Треће поглавље садржи теоријски приказ управљања ветроагрегатом. Дефинисани су захтеви који се постављају пред ветроагрегат повезан на електроенергетски систем у погледу његових излазних величина и описано учешће ветроагрегата у поступку напонске регулације. Дат је теоријски опис примењеног поступка управљања претварачем на страни генератора, претварачем на страни мреже и принцип рада примењеног регулатора угла закретања лопатица ветротурбине.

У четвртном поглављу је приказан реализовани модел ветроагрегата. Дати су параметри анализираних ветроагрегата и електричне мреже на коју је прикључен, приказани су сви блокови који су реализовани у *Simulink*-у и укратко описана улога сваког од њих.

У петом поглављу су приказани добијени резултати. Симулације су вршене за различите услове рада ветроагрегата, при чему су преваходно посматрани случајеви са брзом променом брзине ветра. Посматран је рад ветроагрегата у различитим радним режимима и при различитим приликама у мрежи на коју је прикључен. На основу добијених резултата, спроведена је анализа карактеристичних величина ветроагрегата. Посматрана је промена брзине обртања ветротурбине, промена механичког момента турбине и електромагнетског момента и њихов међусобни однос, као и промена напона једносмерног међукола. Акцент је стављен на перформансе ветроагрегата у погледу излазне активне и реактивне снаге. Посматрана је реактивна снага коју ветроагрегат размењује са мрежом при раду са дефинисаним фактором снаге и у режиму регулације напона, при различитим параметрима мреже у погледу напона и потрошње. Дефинисани фактори снаге су износили: $\cos\varphi=1$, $\cos\varphi=0,9(\text{ind})$ и $\cos\varphi=0,9(\text{cap})$. Анализирана је и способност ветроагрегата да задржи стабилност рада при наглим променама брзине ветра у различитим областима рада ветроагрегата. Посебна пажња усмерена је на анализу стабилности рада при наглим променама брзине ветра у области рада изнад номиналне брзине ветра, када се врши закретање лопатица ветротурбине са циљем одржања снаге генератора на номиналној вредности и када су могућа оштећења појединих компоненти ветроагрегата у случају неадекватног управљања.

Последње, седмо поглавље, представља закључак мастер рада који садржи сажет опис остварених резултата, као и приказ даљих истраживања која се могу вршити у области на коју се односи тема рада и могућих побољшања развијеног модела.

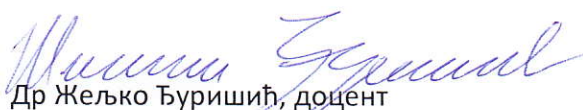
4. Закључак и предлог

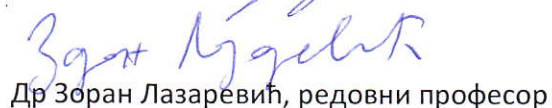
Кандидат Милош Радовић је у свом мастер раду извршио комплексно моделовање ветроагрегата у програмском пакету *MATLAB – Simulink*. Извршено је моделовање ветротурбине, синхроног генератора са перманентним магнетима и претварача, преко којег је ветроагрегат прикључен на мрежу. На основу развијеног модела кандидат Милош Радовић је успешно обавио анализу рада ветроагрегата у различитим условима ветра, као и различитим захтевима у погледу размене реактивне снаге између ветроагрегата и прикључне мреже. Овај рад има веома велики практичан значај јер је повезан са актуелном проблематиком интеграције ветроелектрана у електроенергетски систем. Поред развијеног модела, кандидат је у раду дао опис конструкције и функционалних карактеристика ветроагрегата са синхроним машином са перманентним магнетима.

На основу напред наведеног Комисија предлаже да се рад Милоша Радовића, под насловом “Моделовање и анализа експлоатационих карактеристика ветроагрегата са синхроним машином са перманентним магнетима” прихвати као мастер рад и одобори јавна усмена одбрана.

Београд, 27.10.2014.

Чланови комисије:


Др Жељко Ђуришић, доцент


Др Зоран Лазаревић, редовни професор