



# 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 10. 07. 2018. године именовало нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Дајане Ђукић под насловом „Пројектовање ПИ/ПИД регулатора за управљање углом лопатица ветрогенератора велике снаге”. После прегледа материјала Комисија подноси следећи

### ИЗВЕШТАЈ

#### 1. Биографски подаци кандидата

Дајана Ђукић је рођена 17.12.1994. године у Лозници. Завршила је Основну школу „Анта Богићевић“ у Лозници као вуковац и ћак генерације. Уписала је Гимназију „Вук Караџић“ у Лозници коју је завршила са одличним успехом. Током школовања освојила је више награда на државним, регионалним и општинским такмичењима из физике, математике и историје. Електротехнички факултет уписала је 2013. године. Дипломирала на одсеку за Сигнале и системе 2017. године са просечном оценом 8,83. Дипломски рад на тему „Алгоритми за кластеријацију“ под менторством проф. др Желька Ђуровића, одбранила је у септембру 2017. године са оценом 10. Дипломске академске – мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, на Модулу за сигнале и системе уписала је у октобру 2017. године. Положила је све испите са просечном оценом 10.

#### 2. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 92 стране, са укупно 43 слике и 10 табела. Рад садржи увод, четрнаест поглавља и закључак (укупно шеснаест поглавља) у шта спада и списак коришћене литературе.

Прво поглавље представља увод у коме су описаны предмет и циљ рада.

У другом поглављу су, уз навођење информација о потенцијалу искоришћења ветроенергије, представљени еколошки и економски разлози за улагања у технолошки развој ветротурбине.

У трећем поглављу се објашњавају појаве локалних и глобалних ветрова, чије разумевање је кључно за процес проналажења места изградње нових ветропостројења. Описан је кратак историјат искоришћавања енергије ветра.

У четвртом поглављу објашњен је принцип конверзије енергије ветра у електричну енергију, поменуте су врсте ветротурбина и представљена механичка карактеристика истих. Наведени су различити начини за регулацију снаге ветротурбине.

Пето поглавље садржи модел ветротурбине, објашњен кроз модел ротора, модел генератора и модел актуатора.

У шестом поглављу налази се утицај закретања лопатица на деформације елемената ветротурбине, који је представљен линеарним моделом у простору стања.

У седмом поглављу представљене су две конфигурације ветротурбина, снаге 275 kW и 1,5 MW, као и одговарајуће функције преноса.

Осмо поглавље обухвата анализу и валидацију стабилности ПИ контролера и утицај временског кашњења на област стабилности.

Девето поглавље представља добијање параметара ПИД контролера на основу SIMC правила.

У десетом поглављу описана је експериментална метода подешавања регулатора. Извршена је филтрација одскочних одзива сложеног процеса и апроксимација моделима првог и другог реда са транспортним кашњењем. Упоређени су ПИ и серијски ПИД, са паралелним ПИД контролером.

У једанаестом поглављу описана је оптимизација ПИД контролера са ограничењима на робусност и мерни шум. Описане су две методе овог типа: метода заснована на максимизацији пропорционалног појачања и метода заснована на максимизацији интегралног појачања, па је затим извршено њихово поређење.

Дванаесто поглавље обухвата филтрацију осцилаторне динамике која је карактеристична за овакву врсту процеса. Коришћен је ниско-пропусни Батервортов (*Butterworth*) филтар.

У тринадестом поглављу су кроз низ симулација приказани показатељи перформанси и робусности система управљања углом лопатица за два типа ветрогенератора снаге 275 kW и 1,5 MW.

Четрнаесто поглавље обухвата утицај ветроелектрана на животну средину.

Петнаесто поглавље је закључак у оквиру кога су описаны актуелност, значај и сложеност адекватног пројектовања ПИ/ПИД регулатора за управљање углом лопатица ветрогенератора велике снаге.

### 3. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Дајане Ђукић се бави сложеним проблемом подешавања параметара ПИ/ПИД регулатора, који су од интереса у систему управљања углом лопатица у ветрогенераторима велике снаге, за два типа ветрогенератора снаге 275 kW и 1,5 MW у циљу њихове динамичке карактеризације.

Основни допринос рада јесте анализа метода пројектовања ПИ/ПИД регулатора под ограничењима на робусност и мерни шум за познати облик функције преноса процеса.

Такође допринос рада јесу одговарајуће анализе и поређење пројектованих ПИ/ПИД регулатора, када се априорно знање заснива на одскочном одзиву процеса.

У оба случаја примењује се одговарајућа филтрација управљања у циљу остваривања адекватних индекса робусности и перформанси система.

### 4. Закључак и предлог

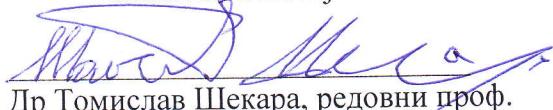
Кандидат Дајана Ђукић је у свом мастер раду, користећи различите методе управљања, успешно дошла до адекватних параметара ПИ/ПИД регулатора за процесе управљања са израженом осцилаторном динамиком и значајним транспортним кашњењем.

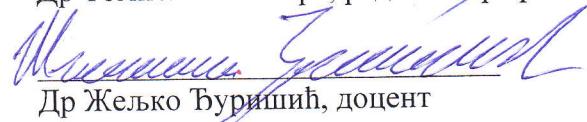
Кандидат је исказао самосталност и систематичност у току израде мастер рада.

На основу изложеног, чланови Комисије предлажу Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад дипл. инж. Дајане Ђукић, под насловом „Пројектовање ПИ/ПИД регулатора за управљање углом лопатица ветрогенератора велике снаге” прихвати као мастер рад и да кандидату одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 31. 08. 2018. године

Чланови комисије:

  
Др Томислав Шекара, редовни проф.

  
Др Жељко Ђуришић, доцент