



# 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 09.06.2015. године именовало нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Данета Жакуле под насловом „Експериментална истраживања термичких карактеристика уљног трансформатора са променљивим принудним струјањем ваздуха“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

### ИЗВЕШТАЈ

#### 1. Биографски подаци кандидата

Дане Жакула је рођен 08.07.1987. године у Горњем Милановцу. Гимназију је завршио у Љигу са одличним успехом. Електротехнички факултет у Београду уписао је 2006. године, на Енергетском одсеку. Дипломирао је у септембру 2014. године са просечном оценом на испитима 7,38, на дипломском 10. Мастер студије на Електротехничком факултету у Београду је уписао октобра 2014. на Модулу за енергетску ефикасност. Положио је све испите са просечном оценом 9.

#### 2. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 94 стране, са укупно 32 слике и 9 референци. Рад садржи увод, 9 поглавља и закључак (укупно 11 поглавља) и списак коришћене литературе.

Прво поглавље представља увод у коме су описани предмет и циљ рада. Дат је опис експерименталне лабораторијске поставке, која обухвата енергетски трансформатор, вентилаторе чија се регулација броја обртаја врши, као и управљачког дела: струјних и температурних сензора, ПЛЦ конфигурације и фреквентног претварача преко кога се напајају мотори вентилатора напоном променљиве учестаности. Поред тога, специфицирани су и циљеви регулације, односно критеријуми које је потребно испунити, а који су диктирани практичним експлоатационим условима енергетских уљних трансформатора.

У другом поглављу је описан принцип рада ПЛЦ уређаја, односно редослед извршавања инструкција унутар Ladder дијаграма и Function Block-a.

У трећем поглављу се описује начин рада инструкција из стандардне OMRON библиотеке који су коришћени у изради програма.

У четвртном поглављу се објашњава реализацију управљачких петљи које омогућавају циклично извршавање делова програма у еквидистантним временским тренуцима (на 1 и 40 секунди).

У петом поглављу се приказује лабораторијска поставка и објашњава алгоритам за мониторинг и регулацију који је остварен у програму.

У шестом поглављу се описује софтверска филтрација мерења струје и температуре горњег уља.

У седмом поглављу се приказује реализован PI регулатор брзине вентилатора са повратном спрегом по температури горњег уља.

У осмом поглављу се објашњава термички модел трансформатора, као и реализована естимација тренутних карактеристичних температура, као и њихових вредности након 2 сата при дефинисаном оптерећењу и учестаности напона напајања мотора вентилатора.

У деветом поглављу је приказан цео Ladder дијаграм и ST код у Function Block-овима.

У десетом поглављу се приказују резултати експеримената на лабораторијској поставци.

У поглављу 11 је изведен закључак резултата Мастер рада, као и формулација у ком правцу може даље да се развија тема расхладних система енергетских трансформатора.

### 3. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Данета Жакуле се бави проблематиком реализација надзора и управљања расхладним системом енергетског уљног трансформатора, са природним струјањем уља и природним / принудним струјањем ваздуха. Управљање се врши променом фреквенције напона напајања мотора вентилатора, као и њиховим потпуним искључењем, ако и када је то потребно. Највећи део рада је уложен у програмирање ПЛЦ уређаја (Omron CP1-EL20DT1-D), док је хардверска поставка углавном развијена током развоја који је претходио овом Мастер раду.

Сама лабораторијска поставка (повезивање ПЛЦ са периферним уређајима, механичка конструкција вентилатора, калибрисање мерних сензора), је урађена кроз два дипломска рада која су претходила овом мастер раду, као и основно математичко моделовање и симулација термичког процеса унутар трансформатора. Овај Мастер рад се надовезује на резултате споменута два дипломска рада, представљајући последњу етапу у оспособљавању лабораторијске опреме. Поред програмирања и тестирања релевантних алгоритама управљања, у Мастер раду је извршен и низ експерименталних тестова реализованог хардвера и софтвера.

Основни доприноси рада су: 1) реализација свих основних програмских модула за мерење и филтрацију температуре и струје; 2) реализација цикличног понављања управљачких функција које се извршавају на сваку секунду (мерења) и на сваких 40 секунди (управљачка дејства, са пратећим функцијама); 3) тестирање рада реализованог управљања могућност наставка рада на развоју овог процесора.

### 4. Закључак и предлог

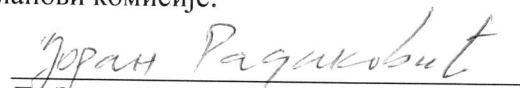
Кандидат Дане Жакула је у свом мастер раду успешно реализовао надзор и управљање расхладним системом енергетског уљног трансформатора. Систем је реализован коришћењем Omron CP1-EL20DT1-D ПЛЦ-а, са потребним сензорским делом за температуру горњег уља и струју, са прилагодним колима, као и фреквентним регулатором, као актуатором (са њега се напаја мотор вентилатора чија се брзина подешава).

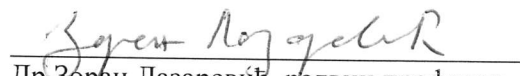
Кандидат је исказао самосталност, студиозност и систематичност у своме раду, као и инжењерску зрелост и сналажење у релативно комплексном систему који садржи енергетски и управљачки део. Поред тога, значајно је поменути тежњу и способност кандидата за практичну реализацију.

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

Београд, 31. 08. 2016. године

Чланови комисије:

  
Др Зоран Радаковић, редвни професор

  
Др Зоран Лазаревић, редвни професор