

КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена Електротехничког факултета у Београду на својој седници, одржаној 6.9.2022. године, именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Михаила Гајића под насловом „Тестирање надфреквенцијске заштитне функције према стандарду IEC 60255-181“. Након што смо прегледали приложени рад подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Михаило Гајић је рођен 14.8.1995. године у Београду. Завршио је основну школу „Ђура Даничић“ у Београду. Уписао је Четрнаесту гимназију у Београду и Средњу музичку школу „Јосип Славенски“ које је завршио са одличним успехом. Током школовања имао је запажене резултате на такмичењима из физике и музике. Електротехнички факултет уписао је 2015. године. Дипломирао је на одсеку за Енергетику 2021. године са просечном оценом 8,41. Дипломски рад одбранио је у септембру 2021. године са оценом 10. Дипломске академске – мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, на Модулу за Енергетску ефикасност уписао је у октобру 2021. године. Положио је све испите са просечном оценом 9,8.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидат Михаило Гајић (3216/2021) је као припрему за израду мастер рада „Тестирање надфреквенцијске заштитне функције према стандарду IEC 60255-181“ урадио истраживање релевантне литературе која се односи на област релејне заштите. Конкретно, анализирано је понашање и тачност надфреквенцијске функције АВВ-ових заштитних уређаја. У оквиру истраживања су коришћене следеће референце:

- [1] Стандард IEC 60255-181
- [2] Đurić M., Terzija V., Radojević Z., Đurišić Ž., Stojanović Z., Zubić S., Bajić V.: "Algoritmi za digitalne relejne zaštite", ETA, Beograd, 2012.
- [3] Milenko Đurić, Zoran Stojanović: "Relejna zaštita", KIZ CENTAR, Beograd 2014
- [4] Стандард IEC 60255-1
- [5] „A NEW FREQUENCY TRACKING AND PHASOR ESTIMATION ALGORITHM FOR GENERATOR PROTECTION” - IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 12, No. 3, July 1997

3. Опис мастер рада

Мастер рад садржи 43 стране текста, укључујући 26 слика и 5 табела. Рад се састоји од увода, 5 поглавља, закључка (укупно 7 поглавља) и списка коришћене литературе. Списак коришћене литературе садржи 5 референци.

Поглавље један представља увод у рад. У њему је описана важност мерења фреквенције електроенергетског система као и теоријски опис фреквенцијске заштитне функције. Такође садржи и кратак резиме у ком је описана даља тематика и циљ мастер рада.

У другом поглављу објашњена је процедура тестирања надфреквенцијске функције помоћу стандарда IEC 60255-181 коришћењем виртуелних сигнала. Потребно је функцију испитати сигналом рампе где се одређује која вредност фреквенције треба да се пређе како би се активирао стартни сигнал заштитне функције. Затим се ради провера хистерезиса, односно на коју вредност би фреквенција требало да опадне не би ли се стартни сигнал деактивирао. Следи одређивање времена старта за које би се активирао стартни сигнал услед пораста фреквенције изнад дозвољене вредности. Такође се одређује и време реаговања функције, односно време које треба да прође од активације стартног сигнала до реаговања надфреквенцијске заштите. Последњи тест проверава рад заштитне функције на веома изобличен сигнал.

У трећем поглављу детаљно је описан алгоритам „Frequency Tracking and Phasor Estimation” за мерење фреквенције који користе АБВ-ови заштитни уређаји. Такође је направљено поређење поменутог алгоритма са „Zero crossing combined with Fourier filter” алгоритмом тестираним на виртуелним сигнаlima коришћењем MATLAB програма.

У четвртном поглављу приказан је аутоматски систем за тестирање (ATS) и направљена је паралела између виртуелног и реалног тестирања. У овом поглављу је тестиран АБВ-ов заштитни уређај коришћењем OMICRON кофера.

У петом поглављу је представљен теоријски опис спољних утицаја који делују на заштитни уређај, као што су температура, загађеност и прашина, вибрације, итд.

У последњем поглављу дат је закључак мастер рада. Приказано је које све тестове треба проћи надфреквенцијска заштитна функција да би релеј одреаговао у очекиваном тренутку по настанку недозвољеног радног режима. Затим, показана је и тачност надфреквенцијске заштитне функције у присуству реалних сигнала у лабораторијским условима. На крају је показано и да је особина променљиве дужине прозора података велика предност алгоритма за мерење фреквенције који се користи у АБВ-овим заштитним уређајима у односу на поменути „Zero crossing combined with Fourier filter” алгоритам.

4. Анализа рада са кључним резултатима

Предложена тема показује које све тестове и са којом тачношћу треба да прође надфреквенцијска заштитна функција. Циљ мастер рада је доказати да надфреквенцијска функција АБВ-овог заштитног уређаја може да се користи у комерцијалне сврхе. У првој половини рада симулације и тестирања спроведена су применом софтверских алата *Matlab* и *Simulink*, док је за генерисање сигнала коришћена Excel табела. Резултати су приказани графицима формираним у *Simulink*-у. У наставку рада, за тестирање АБВ-овог заштитног уређаја, за генерисање испитних сигнала коришћен је OMICRON кофер. Резултати другог дела приказани су као вредности у табели.

Кључни резултати мастер рада су:

- Детаљан приказ критеријума, које дефинише стандард IEC 60255-181, који се морају испунити како би се надфреквенцијска функција на микропроцесорском релеју могла користити у комерцијалне сврхе.
- Тестирање надфреквенцијске функције АБВ-овог заштитног уређаја помоћу виртуелних и реалних сигнала.
- Упоредна анализа АБВ-овог алгоритма за естимацију фреквенције и методе проласка сигнала кроз нулу (Zero crossing).

5. Закључак и предлог

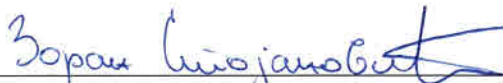
Кандидат Михаило Гајић је у свом мастер раду успешно обрадио актуелну тему из области релејне заштите, која се тиче тестирања надфреквенцијске функције праћењем стандарда IEC 60255-181. Лабораторијским тестирањем и кроз симулације показано је да је надфреквенцијска функција АБВ-ових заштитних релеја испунила све услове тестова и у

могућности је да се користи у комерцијалне сврхе. Током израде мастер рада кандидат је показао самосталност и систематичност.

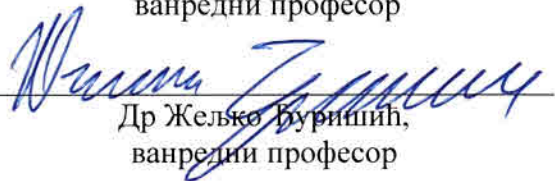
На основу изложеног, са задовољством предлажемо Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад дипл. инж. Михаила Гајића прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 14.9.2022. године

Чланови комисије:



Др Зоран Стојановић,
ванредни професор



Др Жељко Ђурић,
ванредни професор