

# КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 03.09.2024 године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Димитрије Станимировић под насловом „Тестирање подимпедантне заштите енергетског трансформатора“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

## ИЗВЕШТАЈ

### 1. Биографски подаци кандидата

Димитрије Станимировић рођен је 20.8.1999. године. Завршио је основну школу „Коста Ђукић“ у Младеновцу. Потом је уписао гимназију у Младеновцу, природно-математички смер, коју је завршио са одличним успехом. Електротехнички факултет је уписао 2018. године. Дипломирао је на одсеку за Енергетику, смер Електроенергетски системи, 2023. године са просечном оценом 7,98. Дипломски рад одбранио је у септембру 2023. године са оценом 10. Мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, на Модулу за Електроенергетске системе, смер Постројења и опрема, уписао је у октобру 2023. године.

### 2. Извештај о студијском истраживачком раду

У оквиру студијског истраживачког рада кандидат се упознао са проблематиком подимпедантне заштите енергетских трансформатора и савременим софтверским и хардверским алатима који се користе за њено испитивање. Истраживање је обухватило анализу различитих врста квара у електроенергетским системима, са посебним освртом на прорачун правилно изабраног досега зона заштите, као и на утицај трансформаторске спреге на расподелу струја квара.

Литература коришћена у оквиру истраживачког рада:

- [1] Z. Stojanović, M. Đurić, Relejna zaštita, Akademska misao, Beograd, 2012.
- [2] J. L. Blackburn, T. J. Domin, Protective Relaying: Principles and Applications, CRC Press, 2015.
- [3] S. H. Horowitz, A. G. Phadke, Power System Relaying, John Wiley & Sons, 2014.
- [4] G. Ziegler, Numerical Distance Protection: Principles and Applications, Siemens, 2011.
- [5] IEC 61850, Communication Networks and Systems for Power Utility Automation, International Electrotechnical Commission, 2013.
- [6] A. Apostolov, “Modern Trends in Substation Automation: IEC 61850 and Process Bus,” PAC World Magazine, 2012.
- [7] M. Kanabar, T. S. Sidhu, “Implementation of IEC 61850 for Distribution Automation and its Challenges,” IEEE Transactions on Smart Grid, vol. 2, no. 4, 2011.
- [8] E. O. Schweitzer, D. Whitehead, G. Zweigle, “Digital Communications for Protection and Control,” SEL Technical Papers, 2010.
- [9] D. Ingram, D. Campbell, G. Taylor, “Digital Substation Protection and Control: Challenges and Opportunities,” CIRED Conference, 2017.
- [10] Siemens AG, SIPROTEC 7UT85 Transformer Differential Protection – Manual, Siemens Energy, 2020.
- [11] Typhoon HIL Inc., HIL404 Hardware User Guide, Novi Sad, 2021.
- [12] EMS – Elektromreža Srbije, Zaštita energetske transformatora, Oktobar 2015.

### 3. Опис мастер рада

Мастер рад под називом „Тестирање подимпедантне заштите енергетског трансформатора“ организован је у шест поглавља која обухватају теоријске основе, опис опреме, дефинисање и подешавање функције заштите, као и експерименталну верификацију.

Увод садржи разлоге за избор теме, циљеве и структуру рада, као и кратак преглед значаја подимпедантне заштите у савременим електроенергетским системима.

У другом поглављу дат је приказ развоја и класификације уређаја релејне заштите, од електромеханичких и статичких релеја до модерних микропроцесорских уређаја. Посебно је наглашен значај стандардизације, пре свега кроз IEC 61850, као и трендови у развоју дигиталних заштита.

Треће поглавље обрађује хардвер и софтвер коришћен у истраживању. Представљени су SIPROTEC 7UT85

релеј, Typhoon HIL 404 уређај за симулацију у реалном времену и софтвери Typhoon HIL Control Center и DIGSI 5.

Четврто поглавље посвећено је подимпедантној заштити. Објашњен је принцип рада, однос са дистантом заштитом и специфичности у случају трансформатора. Детаљно је анализиран начин на који релеј региструје кварове у зависности од врсте спреге трансформатора („Ynp“, „Dnp“, „Ynd“).

У петом поглављу приказан је модел 110/20 kV дела мреже у Typhoon HIL окружењу и извршен је прорачун параметара потребних за подешавање заштите. Дефинисане су зона 1, која покрива око 80% трансформатора са тренутним деловањем, и зона 2, која обухвата трансформатор и најдужи кабл са одговарајућом временском задршком.

Шесто поглавље представља експериментални део. Описан је поступак тестирања у HIL SCADA окружењу, као и резултати симулације једнофазних и двофазних кварова у зонама 1 и 2.

#### **4. Анализа са кључним резултатима**

Кандидат је успешно извршио комплетан прорачун параметара електроенергетског система и имплементацију у Typhoon HIL симулационом окружењу. Исправно су одређени параметри прве и друге зоне подимпедантне заштите, уз уважавање специфичности трансформаторских спрега.

Експериментални резултати показали су да је релеј адекватно реаговао у свим сценаријима квара. Потврђен је закључак изведен у поглављу 4 за спрегу „Ydn11“ која доводи до специфичне расподеле струја квара на високој страни трансформатора. Добијени резултати у потпуности потврђују теоријске прорачуне и техничке препоруке.

#### **5. Закључак и предлог**

Кандидат Димитрије Станимировић је у свом мастер раду успешно обрадио тему из области релејне заштите, која се тиче реаговања подимпедантне заштите енергетског трансформатора за различите врте кварова и различите врте спрега трансформатора. Симулационим тестовима показана је способност релејне заштите да реагује на симулиране кварове. 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. Димитрија Станимировића прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 07.10.2025. године

Чланови комисије:

---

др Зоран Стојановић Редовни професор  
сагласан, 07.10.2025.

---

др Јелисавета Крстивојевић Доцент  
сагласан, 07.10.2025.