**КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ**

**ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ**

Комисија за студије II степена Електротехничког факултета у Београду на својој седници, одржаној 5.9.2023. године, именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Јелене Чакаревић под насловом „Алгоритам фазно-закључане петље за естимацију параметара сигнала у електроенергетском систему“. Након што смо прегледали приложени рад подносимо следећи

**И З В Е Ш Т А Ј**

**1. Биографски подаци кандидата**

Jелена Чакаревић је рођена 29.09.1999. године. Завршила је основну школу „Стеван Синђелић” у Београду као носилац Вукове дипломе. Године 2014. уписала је лектротехничку школу "Никола Тесла", смер електротехничар информационих технологија. Током школовања награђивана је на такмичењима у области предузетништва у организацији привредне коморе Србије и Регионалне агенције за развој и европске интеграције.

Електротехнички факултет уписала је 2018. године, те је 2022. године постала дипломирани инжењер електротехнике и рачунарства на модулу Енергетика са просечном оценом 8,65. Током основних академских студија у студентском тиму H-Bridges награђена је на светском такмичењу International Future Energy Challenge 2022 у организацији IEEE признањем "The Best Innovation Award" на пројекту "Smart, Efficient and Light Solar Microgrid Inverter". Уједно је у оквиру такмичења "Најбоља технолошка иновација" у организацији Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије била награђена за пројекат под називом "Solar Bridge". Такође, имала je прилику да кроз научно-истраживачки рад у Лабораторији за дигитално управљање претварачима и погонима објави рад [1] на конференцији CIGRE2021 Србија и рад [2] на конференцији Ee2021, док је за рад [2] награђена од стране Универзитета у Београду 2022. године признањем "Најбољи студентски научно-истраживачки рад". У периоду од октобра 2020. до септембра 2022. године била је стипендиста Акционарског друштва "Електромрежа Србије". На Катедри за претвараче и погоне била је ангажована као студент демонстратор на више предмета у периоду од октобра 2020. до септембра 2022. године. Дипломски рад под називом "Естимација брзине вратила код трофазног мотора са кавезним ротором на бази засићења магнетског кола коришћењем брзе Фуријеове трансформације" одбранила је у септембру 2022. године са оценом 10.

Дипломске академске – мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, на Модулу за Електроенергетске системе, смер Мреже и системи уписала је у октобру 2022. године на којима је положила све испите са просечном оценом 9,6. Учестовала је у изради пројекта под називом "Solid State Transformer - развој изолованог система за мониторинг и дијагностику електроенергетског система" који је у децембру 2022. године награђен Циркуларним ваучером од стране Министарства заштите животне средине, програма Уједињених нација за развој и Глобалног фонда за животну средину. Током мастер академских студија објавила је рад [3] на домаћој конференцији CIGRE2023 Србија где је представила резултате у оквиру истраживања за завршни рад на мастер академским студијама.

Тренутно је запослена у Акционарском друштву "Електромрежа Србије" на позицији Инжењер за израду системских студија у Дирекцији за развој.

[1] К. Обрадовић, Ј. Чакаревић, А. Милић: Дистрибуирана производња соларне електричне енергије коришћењем мрежних инвертора без мрежног трансформатора, 35. саветовање CIGRE Србија, Реф Р. Б4-04, Златибор, октобар 2021.

[2] E. M. Lukić, J. J. Čakarević and A. R. Milić, "Minimization of Commutation Losses in LLC Resonant Converter with GaN HEMTs and Si based MOSFETs" 2021 21st International Symposium on Power Electronics (Ee), 2021, pp. 1-6, doi: 10.1109/Ee53374.2021.9628216.

[3] Ј. Чакаревић, А. Милић, З. Стојановић: Алгоритам фазно закључане петље за естимацију сигнала у електроенергетском систему, 36. саветовање CIGRE Србија, Реф Р. Б5-03, Златибор, мај 2023.

**2. Извештај о студијском истраживачком раду**

Кандидаткиња Јелена Чакаревић (3067/2022) је као припрему за израду мастер рада „Алгоритам фазно-закључане петље за естимацију параметара сигнала у електроенергетском систему” урадила истраживање релевантне литературе која се односи на област релејне заштите. Конкретно, дефинисана је структура алгоритма и извршена је његова реализација и тестирање у програмском пакету Matlab/Simulink. У оквиру истраживања су коришћене следеће референце:

[1]Kунац, Антонијо. "Алгоритми за естимацију параметара мрежног напона у временској домени."

[2]Ж. Ђуришић, Развој алгоритма за дигиталне фреквенцијске релеје у условима великих хармонијских изобличења улазних сигнала, магистарски рад, Електротехнички факултет, Београд, 2006.

[3]Миленко Ђурић, Високонапонска Постројења, Беопрес, Београд, 2009.

[4]Д. Розгић, “Нови алгоритми за естимацију параметара фазора у електроенергетском систему са посебним освртом на једносмерне компоненте и струју квара: докторска дисертација", [Д. С. Розгић], Чачак, 2022.

[5]R. Zhang and Chengyong Zhao, "Prony analysis of electrical transient characteristics of AC system during HVDC commutation failure," 2010 Conference Proceedings IPEC, Singapore, 2010, pp. 807-812, doi: 10.1109/IPECON.2010.5697077.

[6]M. Kafal, A. Cozza and L. Pichon, "Locating Faults With High Resolution Using Single-Frequency TR-MUSIC Processing," in IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, vol. 65, no. 10, pp. 2342-2348, Oct. 2016, doi: 10.1109/TIM.2016.2578578.

[7]Т. Li and Y. Tang, "Frequency Estimation Based on Modulation FFT and MUSIC Algorithm," 2010 First International Conference on Pervasive Computing, Signal Processing and Applications, Harbin, China, 2010, pp. 525-528, doi: 10.1109/PCSPA.2010.132.

[8]G. Liu, Z. Dong, S. Yang and X. Zhao, "Power fundamental frequency detection based on orthometric average chirp-z transform," 18th International Conference on Automation and Computing (ICAC), Loughborough, UK, 2012, pp. 1-6.

[9]J. Xu, H. Qian, Y. Hu, S. Bian and S. Xie, "Overview of SOGI-Based Single-Phase Phase-Locked Loops for Grid Synchronization Under Complex Grid Conditions," in IEEE Access, vol. 9, pp. 39275-39291, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3063774.

[10] Mandić, Zorana, Dejan Jokić, and Slobodan Lubura. "Primjena DC-FLL u elektronskim brojilima za mjerenje električne energije."

[11]Y. Han, M. Luo, X. Zhao, J. M. Guerrero and L. Xu, "Comparative Performance Evaluation of Orthogonal-Signal-Generators-Based Single-Phase PLL Algorithms—A Survey," in IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 31, no. 5, pp. 3932-3944, May 2016, doi: 10.1109/TPEL.2015.2466631.

[12]T. Li and Y. Tang, "Frequency Estimation Based on Modulation FFT and MUSIC Algorithm," 2010 First International Conference on Pervasive Computing, Signal Processing and Applications, Harbin, China, 2010, pp. 525-528, doi: 10.1109/PCSPA.2010.132.

**3. Опис мастер рада**

Мастер рад садржи 29 странa текста, укључујући 23 сликe. Рад се састоји од увода, 3 поглавља, закључка (укупно 5 поглавља) и списка коришћене литературе. Списак коришћене литературе садржи 12 референци.

Поглавље један представља увод у рад. У њему је дат увид у важност алгоритама за естимацију параметара сигнала и даје се преглед коришћених метода у научној литератури, те њихове предности и мане.

У другом поглављу дата је структура алгоритма фазно-закључане петље. Дат је теоријски основ алгоритма, те је објашњена конкретна структура коришћена у раду. Описан је процес пројектовања алгоритма за потребе естимације параметара у дигиталној релејној заштити.

У трећем поглављу је описан модел по којем је у раду извршено филтрирање сигнала у приказаном алгоритму. Приказан је начин моделовања улазних и излазних филтара како би се унапредиле перформансе тестираног алгоритма.

У четвртом поглављу приказани су експериментални резултати. Алгоритам је тестиран при различитим врстама поремећаја у електроенергетском систему.

У последњем поглављу дат је закључак мастер рада. Анализирани су резултати тестова и дати су правци даљег унапређивања алгоритма.

**4. Анализа рада са кључним резултатима**

Предложена тема бави се реализацијом и тестирањем алгоритма за естимацију параметара сигнала у дигиталним релејним заштитама. Циљ мастер рада је демонстрација перформанси алгоритма при различитим поремећајима у електроенергетској мрежи. У софтверском пакету Маtlab, односно његовом модулу Simulink, креиран је модел сигнала електроенергетског система и имплементиран је алгоритам фазно закључане петље. Анализа рада алгоритма и резултати приказани су у виду временских одзива величина од значаја на различиту врсту поремећаја у електроенергетском систему.

Кључни резултати мастер рада су:

* Дефинисање структуре алфоритма фазно-закључане петље који се може употребити за естимацију параметара сигнала у дигиталној релејној заштити.
* Реализација алгоритма у оквиру софтверског пакета Маtlab/ Simulink.
* Тестирање алгоритма на различите врсте поремећаја у електроенергетском систему.

**5. Закључак и предлог**

Кандидаткиња Јелена Чакаревић је у свом мастер раду успешно обрадила актуелну тему из области естимације параметара сигнала у дигиталним релејним заштитама, која се тиче алгоритма фазно-закључане петље. Тестирањем рада алгоритма кроз симулациони блок приказане су основне карактеристике алгоритма. Током израде мастер рада кандидаткиња је показала самосталност и систематичност.

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

Београд, 6.9.2023. године Чланови комисије:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Др Зоран Стојановић,

редовни професор

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Др Томислав Рајић,

доцент