

КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 07.10.2025 године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Лука Зороје под насловом „Примена вештачких неуралних мрежа за оптимално управљање микромрежама у реалном времену“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Лука Н. Зороје рођен је 17.9.2001. године у Београду, а одрастао је у Аранђеловцу где је завршио Основну школу и Гимназију. Учествовао је на такмичењима из физике, хемије и биологије, из којих је сваке године свог такмичења имао пласмане на републичка такмичења, и из математике из које је имао пласмане на окружна такмичења. Најзначајније признање које је освојио је трећа награда на републичком такмичењу из физике у првој години средње школе. Основну и средњу школу је завршио са одличним успехом и Вуковом дипломом, а на крају средње школе је имао и признање „Бак генерације“. Електротехнички факултет у Београду уписао је 2020. године, а 2021. определио се за одсек Енергетика. Дипломски рад на тему „Анализа токова снага у електроенергетским системима са ветроелектранама са асинхроним генераторима“ под менторством редовног професора др Предрага Стефанова одбранио је 26.9.2024. године са оценом 10. Основне академске студије завршио је са просечном оценом 9.53. У току основних академских студија учествовао је два пута на такмичењу Електријада где је освојио друго и треће место из предмета Анализа електроенергетских система. У четвртој години био је ангажован као демонстратор на Катедри за енергетске претвараче и погоне из предмета „Електричне машине“, „Обртне машине за наизменичну струју“, „Енергетски трансформатори“ и „Управљање електромоторним погонима“. Исте године био је ангажован на пројекту „Студент ментор“. Поред тога 2023. године је као волонтер учествовао на PoweTech конференцији, једној од најпрестижнијих светских конференција из области енергетике, која је те године одржана у Београду. Мастер академске студије је уписао 2024. године на Електротехничком факултету у Београду, модул Електроенергетски системи, смер Обновљиви извори енергије. Од фебруара 2025. године запослен је као сарадник у настави на Електротехничком факултету Универзитета у Београду на Катедри за електроенергетске системе. Добро се служи енглеским језиком.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидат Лука Зороје је у оквиру припреме за мастер рад спровео студијско истраживање у оквиру којег је имплементирао унапређено управљање микромрежом у циљу оптимизације, уз коришћење вештачке неуралне мреже, које може ефикасно да се извршава у реалном времену. Посебан фокус био је на креирању базе података за обучавање неуралне мреже и сам процес обучавања. Истраживањем су идентификоване све потешкоће у класичном начину оптимизације и показан је приступ оптимизацији који може да отклони те потешкоће, притом дајући резултате готово једнаке стварним, односно правећи минималну грешку.

3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 39 страна, 12 слика и 3 табеле. Рад садржи увод, 8 главних поглавља, закључак, правац даљег истраживања и захвалницу, као и списак коришћене литературе за израду овог мастер рада.

У првом поглављу је описана потреба за оптимизацијом микромрежа, како је тај проблем решаван раније употребом неуралних мрежа и шта су главни недостаци традиционалног алгорита за OPF.

У другом поглављу је објашњен значај микромрежа у савременим електроенергетским системима, уз све бенефите које оне пружају.

Треће поглавље даје опис свих потешкоћа приликом управљања микромрежама уз приказ техничких захтева.

Четврто поглавље је посвећено класичном прорачуну OPF.

Пето поглавље даје увод у студију случаја. Приказани су подаци свих извора енергије чије се управљање врши, критеријумска функција и сва ограничења која постоје у конкретној микромрежи.

У шестом поглављу су приказане најважније особине неуралних мрежа и објашњен је њихов значај у оптимизацији микромрежа.

Седмо поглавље садржи детаљан опис обучавања неуралне мреже за студију случаја која је претходно описана.

Осмо поглавље даје приказ резултата перформанси неуралне мреже за студију случаја.

Девето поглавље показује како је спроведена имплементација неуралне мреже у real-time симулатору OPAL-RT.

Десето поглавље даје закључак, а једанаесто поглавље даје смернице за даље истраживање у области обухваћеној овим мастер радом.

Дванаесто поглавље представља захвалницу.

4. Анализа са кључним резултатима

Мастер рад се бави унапређеним управљањем микромрежама у циљу оптимизације уз примену вештачких неуралних мрежа, са главним фокусом на начин креирања базе података за обучавање неуралне мреже која би могла да постигне прецизно и ефикасно real-time управљање.

Основни доприноси рада су:

1. Рад представља оригиналну вештачку неуралну мрежу обучену за оптимално управљање микромрежама у реалном времену.
2. Имплементираним моделом омогућено је ефикасно праћење учесталих варијација у производњи електричне енергије узрокованих интеграцијом обновљивих извора енергије у микромрежама.
3. Примена hardware-in-the-loop симулације: Употреба OPAL-RT платформе омогућила је тестирање неуралне мреже у условима блиским реалним, што значајно повећава релевантност резултата.
4. Флексибилност управљања: Имплементирано управљање је показало адаптивност на различите сценарије оптерећења и производње, што га чини применљивим у динамичким условима.
5. Прецизност управљања: Имплементирана неурална мрежа показује велику прецизност поређећи њене перформансе са класичним алгоритмом за прорачун оптималних токова снага.
6. Смањено искоришћење процесора: Показано је да се описаним начином управљања микромрежом значајно смањује искоришћење рачунарског процесора, што чини имплементирани начин управљања брзим и ефикасним.
7. Визуелна анализа резултата: Рад садржи бројне графиконе и дијаграме који илуструју понашање система у реалном времену, што доприноси транспарентности и разумевању резултата.
8. Потенцијал за индустријску примену: Резултати указују да је развијени систем погодан за примену у интелигентним микромрежама.
9. Научно-истраживачки допринос: Рад комбинује теоријску основу и софтверску имплементацију, чиме даје свеобухватан допринос области управљања микромрежама.
10. Потенцијал за даље унапређење: Рад пружа основ за даље истраживање и унапређење у коришћењу неуралних мрежа за оптимално управљање микромрежама.

5. Закључак и предлог

Кандидат Лука Зороје је у свом мастер раду успешно решио постављени проблем и развио неуралну мрежу за оптимално управљање микромрежама у реалном времену, која је верификован кроз симулације на OPAL-RT платформи. Рад обухвата све фазе – од теоријске анализе, преко комплетног процеса обучавања неуралне мреже, до имплементације и тестирања у условима блиским реалним.

Кандидат је показао висок степен самосталности, техничке зрелости и иновативности у приступу решавању комплексног инжењерског проблема. Развијени систем је функционалан, резултати су јасно представљени и академски вредни, а закључци логично произилазе из спроведене анализе.

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

Београд, 16.10.2025. године

Чланови комисије:

др Горан Добрић Ванредни професор
сагласан, 16.10.2025.

др Предраг Стефанов Редовни професор
сагласан, 16.10.2025.

др Милета Жарковић Ванредни професор
сагласан, 16.10.2025.