

КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 15.07.2025 године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Анастасија Бабић под насловом „Симулација рада микромрежа у реалном времену применом HIL симулатора“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Анастасија М. Бабић рођена је 13.01.1996. у Крагујевцу. Основну школу је завршила у Београду као носиоца Вукове дипломе. После основне школе похађала је Трећу београдску гимназију, природно-математички смер, који је завршила са одличним успехом. Основне академске студије на Електротехничком факултету у Београду уписала је 2014. године и дипломирала 2022. године на одсеку за енергетику. Током студија стекла је радно и стручно искуство кроз ангажмане у више приватних компанија. Дипломски рад на тему „Утицај отвора и висине жлеба на расподелу губитака и температуре у намотају електричне машине“ одбранила је са оценом 10. Мастер академске студије на Електротехничком факултету у Београду уписала је 2022. године, смер Електроенергетски системи – Обновљиви извори енергије.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

У оквиру припрема, кандидаткиња Анастасија Бабић спровела је студијско-истраживачки рад усмерен на реалновременску симулацију микромрежа. Истраживање је обухватило анализу Hardware-in-the-Loop технологије, са фокусом на основне појмове, поделе на CHIL и PHIL системе, као и техничке карактеристике водећих платформи OPAL-RT, RTDS и Typhoon HIL.

Посебна пажња посвећена је начину рада и структури HIL система, као и процесу преласка са моделовања и offline симулације у MATLAB/Simulink окружењу на реалновременско извршавање.

У ту сврху анализиран је и репер модел средњенапонске микромреже који ће затим, у склопу рада, бити искоришћен за проверу техничког поступка прилагођења модела у онај адекватан за рад на OPAL-RT платформи. Ово истраживање обезбедило је неопходну основу за даљу практичну реализацију мастер рада.

3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 105 страна, са укупно 98 слика. Рад садржи увод, 5 главних поглавља, закључак и захвалницу (укупно 8 поглавља), као и списак слика и коришћене литературе за израду овог мастер рада. Прво поглавље даје осврт на водеће тенденције у трансформацији савремених електроенергетских система са освртом на микромреже као једном од кључних решења за ефикасније, отпорније и одрживије напајање електричном енергијом. Представљен је значај симулација у реалном времену, посебно концепта Hardware-in-the-Loop (HIL), као решења за брзу, безбедну и јефтину верификацију микромрежа.

Друго поглавље представља увод у проблематику, са освртом на технолошки оквир и начине реализације HIL тестирања, поделе HIL система и водеће произвођаче HIL технологије.

Треће поглавље обухвата приказ процеса преласка из offline окружења у извођење симулације у реалном времену коришћењем RT-LAB софтверског пакета.

Четврто поглавље садржи низ техничких корака за извршавање модела у реалном времену, избор режима синхронизације, праћење перформанси симулације у реалном времену и интеракцију са моделом у рачунарском подсистему. Коришћење симулатора затим је илустровано на примеру ПИД модела. Пето поглавље даје упутство за повезивање Simulink модела са екстерним хардвером, као и (напредну) конфигурацију OPAL-RT I/O интерфејса у RT-LAB окружењу. На крају поглавља изложене су промене у управљању I/O конфигурацијом у RT-LAB 2025.1 верзији.

Шесто поглавље представља примену изложеног техничког упутства на средњенапонски репер модел предложен од стране CIGRE радне групе као основ за интеграцију дистрибуиране производње у средњенапонске дистрибутивне мреже.

Седмо поглавље нуди преглед рада и свеобухватан закључак о корисности и безбедности, економској исплативости и потенцијалу HIL технологија за поуздану верификацију сложених електроенергетских

система.

4. Анализа са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Анастасије Бабић бави се актуелним изазовима тестирања микромрежа у реалном времену, са посебним фокусом израду техничког упутства за прилагођење модела микромреже развијеног у окружењу Matlab/Simulink. Кандидаткиња је развила упутство и имплементирала га и тестирала на моделу у реалном времену користећи OPAL-RT платформу, што представља значајан корак ка даљој практичној примени.

Основни доприноси рада су:

1. Приказ је комплетног поступка прилагођења модела микромреже развијеног у MATLAB/Simulink окружењу за извођење у реалном времену на OPAL-RT платформи.
2. Омогућено је боље разумевање разлике између CHIL и PHIL приступа, као и њихова конкретна примена у оквиру HIL симулација.
3. Детаљно су објашњени кораци подешавања RT-LAB софтверског пакета, укључујући инсталацију, лиценцирање и креирање подсистема у Simulink-у.
4. Пружен је конкретан водич за извршавање модела у реалном времену, са обрадом параметара симулације, аквизиције података и управљања I/O компонентама.
5. Описан је пример примене MV benchmark модела за симулацију микромреже, чиме се обезбеђује реалистичан контекст за коришћење у истраживачке, развојне и образовне сврхе.
6. Рад доприноси унапређењу компетенција у области дигиталне симулације и HIL технологије код студената и истраживача кроз јасно структуисано техничко упутство

5. Закључак и предлог

Кандидаткиња Анастасија Бабић је у овом мастер раду успешно реализовала комплетан процес адаптације модела микромреже развијеног у MATLAB/Simulink окружењу за симулацију у реалном времену на платформи OPAL-RT. Рад је обухватио све релевантне аспекте HIL технологије укључујући и технолошки оквир.

Посебан допринос рада огледа се у практичном примеру — реализацији симулације микромреже заснованој на MV benchmark моделу, прилагођеном за извршавање на OPAL-RT симулатору.

Кандидаткиња је показала висок степен стручности и самосталности у раду, успешно повезавши теоријска знања са конкретном имплементацијом. Развијено техничко упутство представља значајан ресурс за све истраживаче, студенте и инжењере који се баве реалновременским тестирањем у области електроенергетике.

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

Београд, 17.10.2025. године

Чланови комисије:

др Горан Добрић Ванредни професор
сагласан, 17.10.2025.

др Милета Жарковић Ванредни професор
сагласан, 17.10.2025.