

КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 25.09.2025 године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Лука Савановић под насловом „Синтеза давача струје великог пропусног опсега заснованог на калему Роговског са намотајима уграђеним у штампаној плочи". Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Лука Савановић рођен је 22.11.2001. године у Панчеву. У Београду је завршио основну школу „Змај Јова Јовановић“ 2016. године при чему је награђен Вуковом дипломом за одличан успех (5,00). За одличан успех (5,00) у гимназији награђен је Вуковом дипломом, а за успехе на такмичењима из физике наградом „Физичар генерације“. Уписао је основне студије на Електротехничком факултету у Београду 2020. године на смеру Електротехника и рачунарство. У оквиру тима H-Bridges радио је на изради соларног инвертора снаге 1 kW са којим је тим освојио другу награду на највећем светском такмичењу из енергетске електронике „International Future Energy Challenge“ у Ноксвилу у САД 2022. године. Наредне године је предводио тим на истом такмичењу у изради монофазног статичког трансформатора снаге 1 kW, Тим је освојио друго место на свету на такмичењу одржаном у Хановеру у Немачкој 2023. године. Током четврте године основних студија је у оквиру праксе у компанији Infineon учествовао у реализацији управљачких алгоритама и техника модулације за двонивоски и тронивоске „T-type“ и „ANPC“ инверторе за потребе брзинске контроле синхроних и асинхроних машина у аутомобилској индустрији. Исте године учествовао је на такмичењу „Control in Power“ на тему струјне и напонске контроле монофазних инвертора са циљем тестирања релеја у оквиру „22nd International Symposium on Power Electronics Ee2023“ одржаном у Новом Саду. Са трочланим тимом освојио је прво место. Почетком 2024. године је са трочланим тимом освојио прво место на такмичењу ABB Robo Challenge у организацији компаније ABB. Тема такмичења била је управљање индустријским роботом са циљем оптимизације процеса рада. Дипломирао је 2024. године са просеком 8,87 на тему „Синтеза дигиталне регулације инверторског степена статичког трансформатора“. Тренутно похађа мастер студије на Електротехничком факултету у Београду. Од 2025. године запослен је у области система аутоматског управљања у ваздухопловству у Институту Vlatacom на позицији инжењер сарадник.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 25.9.2025. године именовало нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Луке Савановића под насловом „Синтеза давача струје великог пропусног опсега заснованог на калему Роговског са намотајима уграђеним у штампаној плочи“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи извештај. Кандидат Лука Савановић је као припрему за израду мастер рада урадио истраживање релевантне литературе која се односи на област давача струје великог пропусног опсега заснованих на калему Роговског са намотајима уграђеним у штампаној плочи. Анализирана су постојећа решења и проблеми у области, утицај дизајна штампане плоче на понашање давача, фреквенцијски одзив и осетљивост давача, интеракција намотаја давача са другим контурама на штампаној плочи, итд. Истраживањем области утврђено је да постоје решења која обезбеђују високи пропусни опсег у мерењу струје, али по цену ниже осетљивости, навијања структура за интеграцију, присуства паразитних феномена. Показано је да постоји простор за синтезу и пројектовање нових решења која би обезбедила, поред побољшаног динамичког понашања, велики степен интеграције и увећану робусност и поузданост код пројектовања уређаја енергетске електронике.

3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 28 страна, са укупно 25 слика, 8 табела и 18 референци. Рад садржи увод, 4 поглавља и закључак (укупно 6 поглавља), списак коришћене литературе, списак скраћеница, слика и табела. Поглавље 1. описује предмет и циљ рада. Дата је упоредна анализа различитих метода и решења за мерење струје. Објашњени су критеријуми по којима је одабран калем Роговски као предмет анализе у мастер раду.

У Поглављу 2. објашњен је принцип рада калема Роговског. Полазећи од основног модела калема са концентрисаним параметрима, исти је унапређен уважавањем дистрибуираних параметара. Дати су изрази за прорачун параметара модела и анализиран је утицај геометрије положаја проводника у односу на намотај калема на процес мерења струје. Разматрано је пет геометријских структура калема када се намотај уграђује у штампану плочу и свака је засебно моделирана и испитана у програму Ansys Maxwell 3D. Анализирано је понашање намотаја у присуству екстерног поља. У Поглављу 3. анализирана су четири решења прилагодних електронских кола за аналогну обраду мерених сигнала са давача. Кроз аргументовану дискусију дати су предлози за примену сваког од наведених у функцији жељеног фреквенцијског одзива система. Поглавље 4. обухвата процес пројектовања калема Роговског. Полазећи од дефинисања критеријума, дат је систем једначина који резултује геометријом намотаја и хардверском структуром кола за аналогну обраду сигнала. У оквиру Поглавља 5. спроведено је експериментално испитивање калема Роговског уграђеног у штампану плочу DC/DC претварача. У циљу објективне анализе учестаност прекидања претварача је подизана до 5 MHz. Излази калема су упоређени са сигнаlima обезбеђеним са мерне опреме адекватног пропусног опсега, са симулационим моделом начињеним у MATLAB – Simulink као и у програму Ansys Maxwell 3D. Показано је да су одступања занемарива из угла практичне примене као и да је остварена жељена резонантна учестаност давача.

4. Анализа са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Луке Савановића бави се анализом и синтезом давача струје великог пропусног опсега заснованих на калему Роговског са намотајима уграђеним у штампаној плочи. Давачи засновани на овом принципу налазе све чешће примену у уређајима енергетске електронике које карактеришу високе учестаности прекидања и примена GaN полупроводничких прекидача снаге.

У оквиру рада је дата теоријска позадина на којој се заснива рад калема Роговског, основни и унапређени аналитички модели. У оквиру истраживања, кандидат је полазећи од аналитичких модела начинио нумеричке моделе за пет различитих геометрија калема у програму Ansys Maxwell 3D као и са симулациони модел у MATLAB – Simulink у циљу анализе како магнетског понашања тако и фреквенцијског одзива давача. На крају, спроведена су експериментална испитивања давача у лабораторијским условима и упоредна анализа резултата са раније развијеним моделима. Основни резултати рада су:

- Модел калема Роговског заснован на дистрибуираним параметрима који уважава положај проводника од интереса у простору у односу на референтни намотај произвољне геометрије,
- Упоредна анализа пет геометрија уграђених калемова у штампаној плочи са предлозима за пројектовање који обезбеђују потискивање утицаја спољашњег магнетног поља,
- Упоредна анализа четири структуре прилагодних електронских кола за аналогну обраду сигнала на излазу давача са предлозима за погодни дизајн кола у функцији жељеног фреквенцијског одзива система,
- Поступак за експериментално испитивање и калибрацију калема Роговског при учестаностима прекидања енергетског претварача већим од 1 MHz.

5. Закључак и предлог

Кандидат Лука Савановић је у свом мастер раду спровео истраживање у циљу анализе и синтезе давача струје великог пропусног опсега заснованих на калему Роговског са намотајима уграђеним у штампаној плочи. Кандидат је полазећи од основних аналитичких модела извео унапређене моделе са мањим бројем апроксимација, развио већи број нумеричких и симулационих модела, а на крају извео низ експеримената у лабораторији у циљу анализе закључака и евалуације хипотеза. Кандидат је исказао самосталност и систематичност у истраживању као и иновативне елементе у решавању проблематике овог рада.

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

Београд, 14.10.2025. године

Чланови комисије:

др Александар Милић Доцент
сагласан, 14.10.2025.

др Богдан Брковић Доцент
сагласан, 14.10.2025.

Жарко Копривица Асистент
сагласан, 14.10.2025.