

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. Рајко Танчевић под насловом „Примена методе управљања средњом вредношћу струје на претварачу подизачу напона“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Рајко Танчевић рођен 06.03.1996. године у Београду, завршио је основну школу „Др Драгиша Мишовић“ у Чачку. Уписао је Гимназију у Чачку, коју је завршио са одличним успехом. Електротехнички факултет уписао је 2015. године. Дипломирао је 2022. године, дипломски рад одбранио је у августу 2022. године са оценом 10. Дипломске академске – мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, на Модулу за енергетску ефикасност уписао је у октобру 2022. године.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидат Рајко Танчевић је у оквиру студијског истраживачког рада спровео детаљно проучавање управљачких метода применљивих на DC/DC претвараче, са посебним освртом на метод управљања средњом вредношћу струје (Average Current Mode Control). У оквиру истраживања анализирани су основни принципи рада буст (boost) претварача, математички модели устаљеног стања и модели малих сигнала. Кандидат је проучио предности и ограничења појединих метода управљања, као и њихов утицај на стабилност и динамику система.

У оквиру истраживачког рада изведен је комплетан математички модел подизача напона заснован на усредњавању једначина и Лапласовој трансформацији. На основу тог модела дефинисане су преносне функције потребне за анализу стабилности и пројектовање ПИ регулатора у струјној и напонској петљи управљања. Урађена је детаљна анализа ефекта нуле у десној полуравни (Right Half-Plane Zero effect – RHP) и њеног утицаја на стабилност boost конвертера.

За верификацију резултата изведена је симулација у окружењу MATLAB/Simulink, где су дефинисани параметри и изведене Бодеве карактеристике отворене петље. У наредној фази, кандидат је модел имплементирао у Turphoon HIL окружење са циљем тестирања управљачког алгоритма у реалном времену, чиме је демонстрирао примену HIL методологије у анализи енергетских претварача.

Истраживачки рад обухватио је и примену Тустинове трансформације ради дискретизације ПИ регулатора и имплементације у дигиталном управљачком систему. Кроз овај процес кандидат је показао висок степен разумевања управљачких принципа, аналитичког приступа и савремених алата за симулацију и тестирање енергетских електронских система.

3. Опис мастер рада

Мастер рад кандидата Рајка Танчевића под насловом „Примена методе управљања средњом вредношћу струје на претварачу подизачу напона“ обухвата дизајн, моделовање, симулацију и анализу boost претварача са двоструком управљачком петљом. Рад је структуриран у седам поглавља: увод, опис принципа рада и математичког модела претварача, приказ методе управљања средњом вредношћу струје, дефинисање параметара у MATLAB-у, резултате симулација у Simulink окружењу, израду и тестирање модела у Turphoon HIL алату и закључак.

У уводном делу описани су циљеви рада, принципи boost претварача и његова примена у савременим енергетским системима. У наставку је изведен детаљан математички модел претварача, као и модели малих сигнала који су послужили за синтезу управљачког система. Посебна пажња посвећена је анализи ефекта RHP нуле, као и предностима методе управљања средњом вредношћу струје у односу на класичне технике управљања напонам и вршном струјом.

Кроз практични део рада кандидат је у MATLAB/Simulink окружењу реализовао модел управљања са два ПИ регулатора, дефинисао параметре на основу Бодевих дијаграма и проверио стабилност помоћу Рутх-Локус графика. У финалној фази, исти модел је тестиран у Turphoon HIL окружењу у реалном времену, где су резултати симулација потврдили стабилан и поуздан рад управљачког система. Рад садржи 27 илустрација, бројне дијаграме, као и референце релевантне литературе.

4. Анализа са кључним резултатима

Мастер рад се бави пројектовањем и верификацијом управљачког система за boost претварач заснованог на управљању средњом вредношћу струје. Кроз анализу малих сигнала и обликовање Бодевих дијаграма дефинисани су параметри ПИ регулатора који обезбеђују стабилан рад система у затвореној спреси. Кандидат је показао способност да правилно примени теоријске принципе за дефинисање фазне и амплитудске маргине, као и пресечне учестаности унутрашње и спољашње управљачке петље.

Резултати симулација у MATLAB/Simulink-у показују да предложени регулатор омогућава стабилно праћење референтног напона од 48 V уз минималан рипл и добру динамику одзива на промене улазног напона. Након преласка модела у Turphoon HIL окружење, добијени су резултати у реалном времену који потврђују коректност изведених параметара и стабилност управљачког алгоритма. Посматрањем струјне референце и напонског одзива уочено је да систем успешно елиминише ефекат намотавања интегратора и задржава стабилан рад чак и при значајним променама на улазу.

Кључни доприноси рада су:

1. прецизно моделирање boost конвертера са двоструком управљачком петљом,
2. дизајн стабилног управљачког система методом средње вредности струје без потребе за нагибном компензацијом,
3. успешна имплементација и тестирање у HIL окружењу, што омогућава даљи развој у правцу хардверске реализације.

5. Закључак и предлог

Кандидат Рајко Танчевић је у свом мастер раду успешно реализовао дизајн, симулацију и анализу boost претварача са методом управљања средњом вредношћу струје. Рад обједињује теоријско знање и практичну примену савремених алата за пројектовање управљачких система енергетске електронике. Кроз све фазе израде кандидат је показао висок степен самосталности, аналитичности и иновативности, посебно у области дигиталне имплементације ПИ регулатора и HIL симулације.

Резултати рада потврђују да предложени управљачки алгоритам обезбеђује стабилан рад система, поуздано праћење референтног напона и минималан утицај сметњи при променама улазног напона. Посебна вредност рада је у коришћењу методологије Hardware-in-the-Loop која омогућава тестирање управљачких алгоритама у реалном времену и тиме представља основу за будућу лабораторијску имплементацију и примену у реалним системима.

На основу свега изложеног, Комисија предлаже да се мастер рад кандидата Рајка Танчевића прихвати као комплетан и успешно реализован мастер рад, и да се кандидату одобри јавна усмена одбрана пред Комисијом за студије II степена Електротехничког факултета у Београду.

Београд, 17.10.2025. године

Чланови комисије:

др Младен Терзић Ванредни професор
сагласан, 17.10.2025.

др Богдан Брковић Доцент
сагласан, 17.10.2025.

Милован Мајсторовић Асистент
сагласан, 17.10.2025.