



**КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ
ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ**

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 10.07.2018. године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Стефана Павловића под насловом „Употреба активног филтера за смањење хармонијског садржаја мрежне струје у апликацијама са регулисаним електромоторним погоном“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Стефан Павловић је рођен 26.09.1994. године у Београду. Завршио је основну школу "Скадарлија" у Београду као добитник Вукове дипломе. Уписао је друштвено-језички смер Прве београдске гимназије у Београду 2009. године. По завршетку гимназије, уписао је Електротехнички факултет 2013. године. Дипломирао је на одсеку за Енергетику 2017. године са просечном оценом 9,04. Дипломски рад одбранио је у септембру 2017. године са оценом 10. Праксу је одрадио у ТЕ Никола Тесла А у августу 2016 године. Био је стипендиста Електромрежа Србије, и у оквиру стипендиране праксе провео је 4 недеље у Сектору за инвестиције Електромрежа Србије у мају 2017. У септембру 2017. одрадио је једномесечну праксу у фирми *Mika Engineering*. Дипломске академске – мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, на Модулу за енергетску ефикасност уписао је у октобру 2017. године. Радио је као демонстратор на лабораторијским вежбама из предмета Електромоторни погони, Регулација електромоторних погона и Управљање електромоторним погонима у току првог и другог семестра мастер студија. Добитник је АББ-ове награде за најбољег студента на групи предмета из електромоторних погона за 2018. годину након чега је одрадио једномесечну праксу у АББ Србија, а затим отишао на обуку за фреквентне претвараче у Хелсинки, Финска, у трајању од недељу дана. Положио је све испите на мастер студијама са просечном оценом 9,60.

2. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 67 страна, са укупно 43 слике, 9 табела и 13 референци. Рад садржи 6 поглавља и списак коришћене литературе. Прво поглавље представља увод у тему мастер рада. У другом поглављу су наведени најчешћи проблеми са квалитетом електричне енергије са акцентом на проблеме узроковане хармонијским изобличењем струје и напона, као и стандарди и препоруке за контролу виших хармоника у електричним мрежама. У трећем поглављу је објашњен принцип рада, предности и мане, као и основне топологије пасивних, активних и хибридних филтера. Алгоритам управљања активним филтером, заснован на P-Q теорији о прорачуну тренутне вредности снага у трофазним системима, изложен је у четвртом поглављу. Резултати симулације рада активног филтера са хистерезисним регулатором струје, са константном и променљивом ширином хистерезиса, заснованим на P-Q теорији о прорачуну снага у трофазним системима, дати су у петом поглављу. Такође, у истом поглављу је изложена и симулација разматране топологије хибридног филтера. Објашњен је начин моделовања мреже, прикључних веза, активног односно хибридног филтера и нелинеарног потрошача. Резултати су дати у виду временских дијаграма струје и напона и графика са приказом удела виших хармоника у појединим таласним облицима. Дискутоване је разлика у перформансама симулираних метода филтрирања виших хармоника. Закључак је изведен у шестом поглављу.

3. Анализа рада са кључним резултатима

Удео нелинеарних потрошача у укупном конзуму савременог електроенергетског система је врло значајан, а за очекивати је да ће у будућности и даље да расте. Проблеми који настају услед прекомерних виших хармоника струје и изобличења мрежног напона, изазваних присуством нелинеарних потрошача, ће бити све учесталији и штетнији. Да би се избегли трошкови услед неправилног рада и кварова електричне опреме, као и последичних застоја индустријских процеса, потребно је познавати штетан утицај хармонијских изобличења струје и напона, а затим и начин како елиминисати проблеме изазване поменутиим хармоницима. Најефикасније решење проблема узрокованих вишим хармоницима струје и напона су активни филтери.

У раду су размотрене основне технике управљања активним филтером засноване на Р - Q теорији о прорачуну тренутне вредности снаге, а на основу тога и референтне вредности струје филтера. Прво је симулиран рад активног филтера са хистерезисним регулаторима са константном ширином хистерезиса, којим је остварено смањење ефективне вредности виших хармоника струје за 61,4% у односу на стање пре прикључења филтера, на разматраном примеру. Главна предност овакве реализације управљања активним филтером је једноставност, при чему се ипак могло остварити значајно ублажавање штетног утицаја виших хармоника. Предложена је модификација хистерезисних регулатора тако да се уместо константне ширине користи променљива ширина хистерезиса, која се мења тако да учестаност комутација транзистора у инвертору буде константна. Симулацијом рада активног филтера са хистерезисним регулаторима са променљивом ширином хистерезиса елиминисани су интерхармоници који су постојали у фреквентном спектру струје мреже у случају када су коришћени регулатори струје са константном ширином хистерезиса. Модификацијом хистерезисних регулатора струје и симулацијом рада активног филтера, показано је да се остварује смањење ефективне вредности виших хармоника струје за 71,06% у односу на стање пре прикључења филтера. Треба имати у виду и да је у појединим случајевима хибридни филтер економичније решење од активног филтера. Пасивни део хибридног филтера је по правилу знатно јефтинији од активног филтера и пројектује се да елиминише доминантне хармонике у систему. Филтрирање преосталог хармонијског садржаја се врши активним филтером димензионисаним за мању хармонијску струју. Симулацијом рада хибридног филтера који се састоји од пасивних филтера петог и седмог хармоника и активног филтера, показано је да се остварује смањење ефективне вредности виших хармоника струје за 74,54% у односу на стање пре прикључења филтера.

4. Закључак и предлог

Кандидат Стефан Павловић је у свом мастер раду дао одговарајући теоријски увод у проблеме изазване вишим хармоницима струје и напона, узрокованих значајним присуством нелинеарних потрошача у савременим електричним мрежама ниског напона. Направљен је преглед и објашњен принцип рада различитих врста филтера коришћених за сузбијање виших хармоника струје и смањење изобличења напона.


Изучавање принципа рада активног филтера у овом мастер раду је урађено кроз симулацију рада паралелног активног филтера са техником управљања заснованом на Р-Q прорачуну тренутне вредности снаге потрошача. Из тренутне вредности укупне трофазне снаге је издвојена компонента која се преноси вишим хармоницима струје и на основу ње је извршен прорачун компензационе струје филтера. Резултати симулације су показали значајно смањење хармонијског садржаја струје услед прикључења активног филтера. Нешто боље перформансе филтрирања постигнуте су хибридним филтером састављеним од паралелног активног филтера и паралелним пасивним филтерима петог и седмог хармоника. Техника управљања примењена у овом раду омогућава добро разумевање принципа рада активних филтера, као и свих релевантних параметара мреже који утичу на перформансе

филтрирања. Према томе, овај рад претставља врло добру основу за наставак рада на алгоритмима управљања активним филтером који би омогућили још боље перформансе филтрирања.

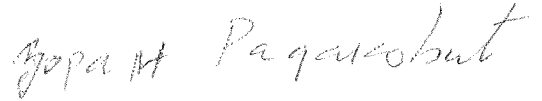
Кандидат Стефан Павловић је исказао високи степен самосталности, систематичности и креативности у решавању проблематике изложене у свом раду, као и аналитичност и инжењерску зрелост. На основу горе наведеног, Комисија за преглед и оцену мастер рада Стефана Павловића предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да прихвати рад „Употреба активног филтера за смањење хармонијског садржаја мрежне струје у апликацијама са регулисаним електромоторним погоном“ дипл. инж. Стефана Павловића као мастер рад и одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 07.06.2019. год.

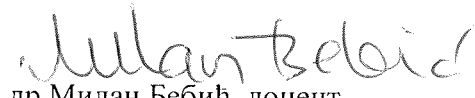
Чланови комисије:



др Лепосава Ристић, доцент



др Зоран Радаковић



др Милан Бебић, доцент