



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ - ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ

Булевар краља Александра 73, 11000 Београд, Србија

Тел. 011/324-8464, Факс: 011/324-8681

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. Уроша Миловића под насловом „Понашање електромоторних погона са активним исправљачем при напајању мрежним напоном у присуству виших хармоника и несиметрије“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Урош Миловић је рођен 08.04.1994. године у Новом Пазару. Завршио је основну школу "Братство" и Гимназију у Новом Пазару. Дипломирао је на Одсеку за енергетику 2017. године са просечном оценом 9,35. Дипломски рад "Испитивање функција фреквентног претварача за погоне пумпе" одбранио је у септембру 2017. године са оценом 10. Дипломске академске – мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, на Модулу за енергетску ефикасност уписао је у октобру 2017. године.

2. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 48 страна, са укупно 45 слика, 4 табеле и 10 референци. Рад садржи 9 поглавља и списак коришћене литературе. Прво поглавље представља увод. У другом поглављу су представљене основне топологије трофазних исправљача, док се треће поглавље односи на трофазни "PWM boost" активни исправљач: дат је математички модел и детаља приказ две изабране стратегије управљања DPC (Direc Power Control) и VOC (Virtual Oriented Control), са упоредном анализом њихових карактеристика. Четврто поглавље се односи на опис изабраног решења за фазно затворену петљу PLL, са анализом значаја овог елемента у управљачком делу активног исправљача. У петом поглављу су приказани симулациони модели активног исправљача са изабраним стратегијама управљања и са комплетним листама коришћених параметара. У шестом поглављу је приказан и спроведен димензиони прорачун LCL филтера који се користи у случају VOC управљања активним исправљачем. У седмом поглављу су дати резултати симулација на моделу активног исправљача са изабраним управљачким стратегијама за три карактеристична случаја напајања из напонског извора са идеалним напоном, симетричним хармонијским изобличеним напоном и несиметричним хармонијским изобличеним напоном. Осмо поглавље представља закључак.

3. Анализа рада са кључним резултатима

Услед великог учешћа нелинеарних потрошача (као што су рачунари, телевизори, клима-уређаји, гасне сијалице и сл.) у укупној потрошњи електричне енергије присутан је значајан садржај виших хармоника у мрежном напону (нарочито у дистрибутивној мрежи). Поред хармонијских изобличења у мрежном напону може постојати и несиметрија која се најчешће јавља услед кварова у мрежи и/или несиметричног оптерећења. Уређаји прикључени на овакав напон из мреже узимају несинусоидалну и/или несиметричну струју што узрокује повећану потрошњу електричне енергије, самим тим повећано загревање, напрезање опреме и скраћен животни век.

Управо активни исправљачи имају улогу да и поред врло изобличеног напона из мреже узимају струју близку синусоиди. Поред тога, одговарајућим управљањем могуће је вршити регулацију реактивне снаге па активни исправљач може бити извор реактивне снаге или радити са реактивном снагом близкој нули, чиме се постиже приближно јединичан

фактор снаге. Најзад, четвроквадрантни рад електромоторног погона са рекуперацијом енергије у напојну мрежу може се остварити применом активног исправљача. На овај начин се остварује повећање енергетске ефикасности погона који често раде у кочионим режимима рада са значајним вредностима момента у складу са захтевима технолошких процеса.

Имајући све ово у виду, активни исправљачи се у последње време често користе за повезивање потрошача на енергетску мрежу са циљем остварења већег квалитета испоручене електричне енергије, с обзиром да имају могућност рада са приближно синусним таласним облицима линијских струја и константним једносмерним напоном на излазу. Оваква конфигурација електромоторног погона се може наћи у апликацијама које захтевају мала хармонијска изобличења улазних линијских струја, а може се користити и у апликацијама за поправку фактора снаге других потрошача (уз резерву при димензионисању). Такође, у савременим енергетским мрежама са дистрибуираним обновљивим изворима врло често се користе активни исправљачи за прикључење обновљивог извора на енергетску мрежу.

У оквиру овог мастер рада развијен је детаљан модел активног исправљача са прорачуном свих потребних елемената да се оствари очекивано управљање и при отежаним условима напајања, што подразумева хармонијска и/или несиметрична напонска изобличења. На симулационом моделу приказан је и анализиран рад и доказане су предности примене фреквентног претварача са активним исправљачем у савременим регулисаним електромоторним погонима. Такође су испитане предности и мање изабраних метода управљања активним исправљачем прикљученим на мрежу у којој су присутни виши хармоници и несиметрија. Изведени су закључци на основу добијених резултата симулација.

4. Закључак и предлог

Кандидат Урош Миловић је у свом мастер раду дао свеобухватан приказ анализираног енергетског претварача, извршио је теоријску анализу најчешће коришћених метода управљања активним исправљачима у оквиру фреквентних претварача, као делу регулисаног електромоторног погона. Спровео је детаљну анализу изабраних метода управљања, *DPC* (*Direct Power Control*) и *VOC* (*Virtual Oriented Control*), као најчешће коришћених начина управљања у индустријским уређајима ове врсте. Анализе је спровео на детаљним симулационим моделима, а такође је разматрао и примене модификација начина управљања, за које се очекивало да ће дати позитивне резултате у условима лоших напонских прилика у мрежи. Резултати симулација за различите методе управљања су критички обрађени и међусобно упоређени, са изложеним предностима и манама пре свега у погледу хармонијског састава струје мреже и изобличења излазног једносмерног напона.

Кандидат Урош Миловић 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 Уроша Миловића предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да прихвати рад „Понашање електромоторних погона са активним исправљачем при напајању мрежним напоном у присуству виших хармоника и несиметрије“ дипл. инж. Уроша Миловића као мастер рад и одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 14.09.2018. год.

Чланови комисије:

Др Лепосава Ристић, доцент

др Милан Бебић, доцент