

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 09.05.2023. године, именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Јоване Глушчевић, под насловом „Управљање трофазним инвертором као виртуелном синхроним машином”. Након прегледа материјала, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Јована Глушчевић рођена је 08.05.1998. године у Пријеполу. Основну школу „Милосав Стиковић“ и средњу Техничку школу завршила је у Пријеполу. Електротехнички факултет у Београду уписала је 2017. године. Дипломирала је на Одсеку за енергетику 2021. године са просечном оценом 9.27. Дипломски рад под насловом „Претварач базиран на *flyback* топологији, 230VAC/24VDC, 100W“ одбранила је у септембру 2021. године са оценом 10. Током основних студија била је ангажована као демонстатор на Катедри за претвараче и погоне. Дипломске академске – мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, на Модулу за Енергетску ефикасност уписала је у октобру 2021. године. Положила је све испите са просечном оценом 10.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидат Јована Глушчевић је, као припрему за израду мастер рада, урадила истраживање релевантне литературе, која се односи на област којој припада тема мастер рада. Конкретно, анализирани су трофазни инвертори који имају примену у повезивању обновљивих извора енергије на електроенергетску мрежу. Анализирана су два различита начина управљања инвертором, инвертори који прате мрежу (*Grid-Following Inverters*) и инвертори који формирају мрежу (*Grid-Forming Inverters*) на основу резултата симулација на моделу реализованом у *Matlab/Simulink* софтверском окружењу. Поред тога, поменути начин управљања имплементиран је и у *LabView* софтверском окружењу на *PED Board* управљачкој платформи и тестиран у реалном времену на симулатору хардвера (*Hardware in the Loop – HIL*). Испитан је утицај одређених параметара на одзив инвертора.

3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 50 страна, са укупно 47 слика, 1 табелом и 25 референци. Рад садржи увод, 4 централна поглавља и закључак (укупно 6 поглавља), као и списак коришћене литературе, скраћеница, слика и табела.

Прво поглавље представља увод, у коме је описана проблематика области којом се теза бави, предмет и циљ рада, као и преглед остатка рада по поглављима.

У другом поглављу је дат кратак опис принципа рада трофазног инвертора. Са теоријског становишта разматрани су инвертори који прате мрежу и инвертори који формирају мрежу. Такође, дато је поређење између наведене две врсте инвертора.

У трећем поглављу најпре је дат опис синхроног генератора, описан његов значај и улога у постојећем електроенергетском систему, описан је принцип рада и дат модел синхроног генератора. Затим је објашњен концепт виртуелног синхроног генератора и предложено његово унапређење додавањем струјне регулације.

У четвртном поглављу су представљени резултати рачунарских симулација на моделу инвертора којим се управља тако да ради као виртуелни синхронни генератор. Најпре су поређени одзиви инвертора који прати мрежу и инвертора који формира мрежу реализованих као виртуелни синхронни генератор, где је испитан утицај параметара, као што су виртуелни момент инерције, виртуелни фактор пригушења и утицај импедансе мреже на одзив инвертора. Затим су поређени одзиви инвертора који прати мрежу чије је управљање реализовано на два начина: прво са стандардним P-Q управљањем и друго, коришћењем модела виртуелног синхроног генератора.

У петом поглављу је извршена верификација резултата рада инвертора као виртуелног синхроног генератора добијених рачунарским симулацијама у претходном поглављу, применом симулатора хардвера. Дат је кратак опис коришћене опреме и приказани добијени резултати симулација у реалном времену.

Шесто поглавље представља закључак, у оквиру кога је дат кратак осврт на добијене резултате симулација и *HIL* експеримента, као и планови за даље истраживање.

4. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад Јоване Глушчевић се бави проблематиком управљања трофазним инверторима повезаним на мрежу које се занима на једначина синхроног генератора. Инвертор са таквим управљањем, виртуелни синхронни генератор, има велики потенцијал за примену у области обновљивих извора енергије.

Основни доприноси тезе су: 1) анализа концепта управљања којим енергетски претвараачи добијају особине обртне машине (виртуелни синхронни генератор) уз имплементацију струјне регулације; 2) поређење одзива инвертора који формирају мрежу и инвертора који прате мрежу реализованих коришћењем поменутог концепта; 3) поређење одзива инвертора који прате мрежу са различитим алгоритмима управљања (стандардна P-Q метода и концепт виртуелног синхроног генератора); 4) имплементација и верификација рада инвертора у дигиталном домену.

5. Закључак и предлог

Кандидат Јована Глушчевић је у свом мастер раду извршила поређење инвертора који прате мрежу и инвертора који формирају мрежу у погледу примене и перформанси. За реализацију управљања коришћено је управљање инвертором као виртуелним синхронним генератором. Резултати симулације показују различито понашање ове две врсте инвертора на промену референтне вредности активне снаге и промене фреквенције мреже, за различите вредности импедансе мреже. Анализиран је утицај промене параметара виртуелног синхроног генератора на одзив инвертора, из чега је закључено да се да се одабиром одговарајућих параметара може постићи жељени одзив инвертора.

Кандидат Јована Глушчевић је исказала високи степен самосталности, систематичности и креативности у решавању проблематике изложене у свом раду, као и аналитичност и инжењерску зрелост. Спроведене анализе имају велики практични значај и представљају добру подлогу за израду студија могуће примене виртуелног синхроног генератора у електроенергетским мрежама.

На основу изложеног, Комисија предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад дипл. инж. Јоване Глушчевић под насловом „Управљање трофазним инвертором као виртуелном синхроним машином“, прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 14.09.2023. године

Чланови комисије:

др Лепосава Ристић, ванредни професор

др Жарко Јанда, виши научни сарадник,
Институт „Никола Тесла“ у Београду

др Милан Бебић, ванредни професор