

Универзитет у Београду
Електротехнички факултет

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Младена Остојића за израду докторске дисертације

Одлуком 766. седнице наставно научног већа, која је одржана 19.09.2013. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Младена Остојића за израду докторске дисертације и научне заснованости теме:

Дигитална заштита синхроних генератора и мотора од испада из синхронизма и уласка генератора у моторни режим

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Младен Остојић је рођен 09.08.1985. године у Бијељини. Основну и средњу електротехничку школу је завршио у Бијељини. Дипломске мастер студије завршио је 2009. године на Факултету техничких наука у Новом Саду, смер Електроенергетски системи.

Након дипломирања запослио се у фабрици каблова Новкабел а.д. у Новом Саду. Од 2011. године ради у ЈП Електромрежа Србије. Област рада и интересовања су везане за

релејну заштиту, далеководе, анализу кварова, алгоритмизацију и примену програмских алата у ЕЕС. Члан је IEEE.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Кандидат Младен Остојић је 2010. године уписао докторске студије на Електротехничком факултету у Београду на смеру Електроенергетске мреже и системи. Кандидат је током докторских академских студија одрадио све обавезе и положио испите из следећих предмета:

Р.бр.	Назив предмета	Оцена	ЕЦПБ
1.	Поузданост електроенергетских система	10 (десет)	9
2.	Високонапонска постројења	10 (десет)	9
3.	Високонапонска мерења у електроенергетици	9 (девет)	9
4.	Електрични сервомотори	10 (десет)	9
5.	Стабилност ЕЕС	10 (десет)	9
6.	Релејна заштита постројења и мрежа	10 (десет)	9
7.	Ветроенергетика и соларна енергетика	8 (осам)	9
8.	Уземљивачки системи	10 (десет)	9
9.	Примена програмских алата у електроенергетици	9 (девет)	9
10.	Увод у научни рад	10 (десет)	9

Током докторских студија кандидат је израдио две програмске апликације, од тога једну за прорачун кратких спојева у преносној мрежи и једну за механички прорачун надземних водова. Учествовао је у припреми једне књиге из области пројектовања високонапонских постројења.

Кандидат Младен Остојић је објавио следеће радове:

1. М.Остојић: *Примена напредне мерне инфраструктуре у дистрибутивном менаџмент систему*, Зборник радова ФТН 1/2010, Нови Сад, 2010.
2. Ј. Микуловић, М.Остојић: *Прорачун дифузне компоненте ирадијације на фотонапонске панеле на основу измерене хоризонталне ирадијације*, Енергетичар XVII, Бања Лука, 2012.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу резултата које је кандидат постигао у свом стручном и научном раду током основних и докторских академских студија, без икакве резерве, може се закључити да Младен Остојић испуњава услове који га квалификују да приступи изради докторске дисертације под наведеним насловом.

2. Предмет и циљ истраживања

Сви технички системи функционишу с извесним нивоом поузданости. Када се говори о поузданости система онда је јасно да је она директо у функцији поузданости елемената тог система и начина њихове међусобне повезаности. Мали ниво поузданости условљава појаву

кварова и застоја у експлоатацији. Тежње да систем буде технички поуздан и јефтин су контрадикторне.

Електроенергетски систем има задатак да обезбеди сигурну и квалитетну испоруку електричне енергије потрошачима уз што мање трошкове. Да би ланац производње, преноса и потрошње електричне енергије могао успешно да функционише неопходни су синхрони генератори и мотори. Због велике важности и цене синхроних машина битно је обезбедити њихов сигуран и поуздан рад. Да би се синхрони генератори сачували и заштитили потребна је заштита која ће деловати селективно, сигурно и у најкраћем року.

Пред уређаје за заштиту синхроних генератора и мотора постављају се оштри захтеви у погледу поузданости, сигурности и брзине деловања. Заштита генератора мора бити селективна, осетљива, брза и поуздана. Под селективношћу релејне заштите подразумева се способност релејне заштите да једнозначно укаже на место појаве ненормалног режима и на конкретни елемент електроенергетског система који је погођен кваром. Непотребно деловање заштите је непожељно јер изазива испад из погона генератора и може изазвати делимичне или потпуне распаде система. Поред захтева за селективношћу, јако битан параметар дигиталне заштите генератора јесте осетљивост. Под осетљивошћу се подразумева способност реаговања релејне заштите на могућа оштећења када су вредности улазних величина на које реагује заштита минималне. Потребно је да заштита брзо делује. Кварове у ЕЕС-у треба елиминисати што брже да би се минимизирале штетне последице које при њиховој појави настају.

Са аспекта поузданости синхрони генератори су релативно поуздани елементи. Међутим, квар генератора изазива губитке у производњи електричне енергије, а такође и трошкове поправке машине и њено довођење у исправно стање. Мањи кварови могу се отклонити у електрани. Већи кварови могу се отклонити једино код произвођача, што је везано за скуп транспорт машине и велики застој у производњи електричне енергије.

Алгоритам за заштиту синхроних генератора и мотора од испада из синхронизма који ће бити развијен користио би као улазне величине напоне и струје машине. Потребни критеријуми за рад овакве заштите добијали би се обрадом сигнала на нивоу тренутних вредности, без коришћења алгоритама који генеришу векторе електричних величина.

Улазни сигнали релеја би се добијали из струјних и напонских трансформатора. Струјни сигнал из одабране фазе генератора би се фазно поредио са одговарајућим међуфазним напоном. Фазно поређење би се реализовало дигиталниом фазним компаратором који се базира на интегралу тренутне снаге производа два сигнала, без израчунавања међусобног фазног помераја између струјних и напонских сигнала. Дигитални фазни компаратор базиран на наведеном принципу само утврђује у ком опсегу лежи фазни померај два сигнала.

Релевантни библиографски извори

- [1] T.Minakawa, M.Sato, Y.Ichikawa, Y.Ishihara: *A New Method for Detecting Loss of Synchronism Using Power and Current Measured on a Line*, IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 14, No.1, January 1999.
- [2] A.Sauhats, I.Svalova, A. Svalovs: *Loss-of-Synchronism Detection Automatics for the Networks with Distributed Generation*, Power Tech, 2005 IEEE Russia
- [3] K.R.Padiyar, S.Krishna: *Online Detection of Loss of Synchronism Using Energy Function Criterion*, IEEE Transactions on Power Delivery, Vol 21, No.1, January 2006.

- [4].Denys, C.Counan, L.Hossenlopp,C.Holweck: *Measurement of voltage phase for the French future defence plan against losses of synchronism*, IEEE Transactions on Power Delivery, Vol 7, No.1, January 1992.
- [5] L.Ning: *Out-of-step protection for synchronous motor*, International Symposium on ITME, Cuangzhou, China 2011.
- [6] B.Daquiang, W.Xiangheng, X.Zhenyu, W.Weijian: *The out-of-step protection with prediction function for generators*, Proceedings of the Fifth International Conference on Electrical Machines and Systems, 2001. Shenyang, China
- [7] W.Rebizant, K.Feser: *Fuzzy logic application to out-of-step protection of generators*, Power Engineering Society Summer Meeting, 2001, Vancouver, BC
- [8] K.Malmedal, P.K.Sen, J.P.Nelson: *A pplication of out-of-step relaying for small generators in distributed generation*, IEEE Transactions on Industry Applications (Impact Factor: 1.67). 12/2005
- [9] P.Kumar: *Stability Studies Fpr System Dependent Generator Protection Functions*, Western Protective Relay Conference 2011, Spokane, Washington USA
- [10] A.H.Berkestedt: *Phasor Measurement based Out-Of-Step Detection*, MscE, Chalmers University of Technology, Goteborg, Sweden 2007.
- [11] R.Kumar, M.Merkle, T.Leibfried: *A New Approach for Investigation of the Turbine Generator Oscillatory Behavior Affecting Power System Quality and Reliability*, ASME 2004 Power Conference, Baltimore, Maryland, USA
- [12] R.J.Best, D.J.Morrow, P.A.Crossley: *Out-of-Phase Synchronization of a Small Alternator*, Power Engineering Society General Meeting, 2007. IEEE, Tampa, FL
- [13] D.A. Tziouvaras, D. Hou: *Out-of-Step Protection Fundamentals and Advancements*, 57th Annual Conference on Protective Relay Engineers Conference, Piscataway, New York, USA: IEEE, 2004.
- [14] Working Group 01 of Study Committee No. 34, *Protection against out-of-step operation of large synchronous machines*, Electra, No 50, page 79.
- [15] M.M.Aman, G.B.Jasmon, Q.A.Khan, H.B.A.Bakar, J.J.Jamian: *Modeling and Simulation of Reverse Power Relay for Generator Protection*, IEEE International Power Engineering and Optimization Conference (PEOCO2012) 2012, Melaka, Malaysia
- [16] E.Farantatos: *A Predictive Out-of-Step Protection Scheme Based on PMU Enabled Distributed Dynamic State Estimation*, Ph.D. Thesis, Georgia Institute of Technology 2012.

3. Полазне хипотезе

Основне хипотезе предложене докторске дисертације су:

- Могућност реализације дигиталне заштите синхроних генератора и мотора од испада из синхронизма и уласка генератора у моторни режим применом дигиталне фазне компарације.
- Могућност формирања одговарајућег модела за симулацију и имплементација новог алгоритма за заштиту у формираном моделу. Креирање корисничког интерфејса помоћу кога би кориснику сликовито и јасно били приближени принципи рада, сличности и разлике традиционалне диференцијалне заштите и заштите која би се базирала на новом алгоритму. Креирани софтвер би се могао користити у едукативне сврхе.

4. Научне методе истраживања

У овом истраживању издвојене су следеће методе истраживања:

- Метода теоријске анализе која се односи на проучавање досадашњих теоријских сазнања и најновијих резултата везаних за предмет дисертације.
- Методе прикупљања, обраде и анализе података о постојећим решењима на основу доступне литературе.
- Предлог новог решења и верификација истог рачунарским симулацијама.
- Компаративна метода која омогућава упоређивање добијених резултата са постојећим решењима.
- Метода систематског изучавања проблематике која је присутна у целокупном истраживању.

5. Очекивани научни допринос

Очекивани научни доприноси предложене докторске дисертације су:

- Нови приступ у реализацији дигиталне заштите синхроних генератора и мотора који би се заснивао на принципу утврђивања промене смера струје генератора или мотора у односу на напон.
- Развој новог алгоритма за дигиталну заштиту синхроних генератора и мотора од испада из синхронизма и уласка генератора у моторни режим.
- Детаљна анализа како примењени фазни компаратор, базиран на прорачуну интеграла тренутне снаге, види радне режиме генератора који могу имати утицаја на рад разматраних заштрита.

6. План истраживања и структура рада

Истраживање наведене проблематике у стручној литератури.

Преглед и систематизација најновијих истраживања из посматране области.

Упознавање са принципима рада традиционалне заштите од испада из синхронизма.

Сагледавање проблема са којима се сусреће заштита генератора од испада из синхронизма.

Развој новог алгоритма за заштиту синхроних генератора од испада из синхронизма би се базирао на принципу дигиталне фазне компарације.

Формирање модела система синхрони генератор или мотор-мрежа за симулацију режима у којима генератор испада из синхронизма или улази у моторни режим.

Формирање модела система у којима ће бити симулиран, тестиран и верификован рад новог алгоритма.

Упоредна анализа перформанси новог алгоритма са већ постојећим.

7. Закључак и предлог

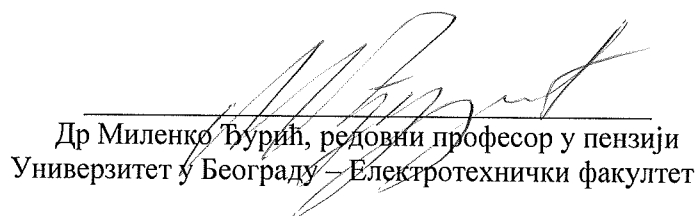
На основу свега претходно наведеног Комисија сматра да кандидат Младен Остојић, дипломирани инжењер електротехнике, испуњава све формалне и суштинске услове за приступање изради докторске дисертације. Резултати до којих би кандидат требало да дође

при изради докторске дисертације имали би значајан научни и практични допринос у области релејне заштите високонапонских преносних мрежа. Узимајући у обзир све поменуте чињенице, Комисија предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду да кандидату Младену Остојићу одобри израду докторске дисертације под називом: „Дигитална заштита синхроних генератора и мотора од испада из синхронизма и уласка генератора у моторни режим“.

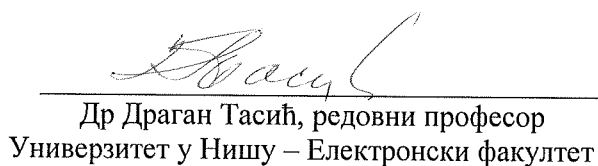
ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



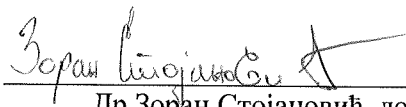
Др Јован Микүловић, доцент
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



Др Миленко Ћурић, редовни професор у пензији
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



Др Драган Тасић, редовни професор
Универзитет у Нишу – Електронски факултет



Др Зоран Стојановић, доцент
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет