

## КОМИСИЈА ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена Електротехничког факултета у Београду именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада Уроша Његована под насловом: „УТИЦАЈ ДИСТРИБУИРАНИХ ГЕНЕРАТОРА НА КООРДИНАЦИЈУ ЗАШТИТЕ У ДИСТРИБУТИВНИМ МРЕЖАМА“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи:

### ИЗВЕШТАЈ

#### 1. Биографски подаци кандидата

Урош Његован је рођен 13. 04. 1990. године у Панчеву. Основну школу и гимназију, природно-математички смер, је завршио у Панчеву. Електротехнички факултет Универзитета у Београду уписао је 2009. а дипломирао је у септембру 2013. године на Одсеку за Енергетику, смер за Електроенергетске системе са просечном оценом 7,92 (оцена на дипломском 10).

Дипломске академске – мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, модул Електроенергетски системи уписао је 2013. године. Положио је све испите са просечном оценом 9,2.

Од јануара 2015. године запослен је у фирми „STUCKE ELEKTRONIK Balkan DOO“ у Београду. Течно говори енглески језик.

#### 2. Предмет, циљ и методологија рада

Предмет мастер рада је анализа утицаја дистрибуираних генератора на координацију заштите у дистрибутивним мрежама. Циљ рада је сагледавање утицаја дистрибуираних извора електричне енергије на постојећу заштиту дистрибутивне мреже, као и мере за повећање осетљивости и селективности таквог система заштите. Користећи методу симетричних компоненти, детаљно је представљен утицај прикључених дистрибуираних генератора на интензитет и смер струја квара у мрежи.

#### 3. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад садржи 76 страница текста у оквиру којег су 9 поглавља и списак литературе.

Прво поглавље представља увод у којем је описан тренд пораста инсталираних дистрибуираних извора енергије, као и значај истраживања које је предмет овог рада.

У другом поглављу представљени су основни проблеми координације стандардних прекострујних заштита након прикључења извора енергије у дистрибутивној мрежи. Детаљно су анализирани различите студије у којима су кроз симулације сагледавани утицаји дистрибуираних генератора различитих врста, снага и локација на струју квара. Представљени су најчешће коришћене врсте дистрибуираних извора, а то су фотонапонски системи, као и мале електране са кавезним асинхроним генераторима, двострано напајаним асинхроним генераторима и синхроним генераторима. Такође, анализиран је и утицај

локације квара на интензитет струје квара, као и на однос удела струја квара које потичу од преносне мреже и дистрибуираног генератора.

У трећем поглављу објашњен је стандардни метод координације „Реклосера“ и осигурача на паралелним дистрибутивним одводима, који се најчешће може срести у радијалним дистрибутивним мрежама. Затим су представљени и проблеми на које таква метода наилази након прикључења извора на једном од радијалних водова. Детаљно је разматран проблем смањења временске разлике између кривих брзог циклуса „Реклосера“ и минималног времена топљења осигурача.

У четвртом поглављу детаљно је описан рад прекострујне заштите са инверзном карактеристиком реаговања. Анализиран је утицај прикључења дистрибутивне електране на координацију таквог система заштите при кваровима на суседним водовима. Дати су основни нацрти савремене методе оптимизације параметара микропроцесорских релеја након прикључења дистрибутивне електране. Циљ је скраћење укупног времена реаговања свих релеја у мрежи уз очување селективности заштите.

У петом поглављу су изведени и описани прорачуни струја једнофазног, двофазног без земљоспоја, двофазног са земљоспојем и трофазног кратког споја низводно и узводно од места прикључења дистрибутивне електране.

У шестом поглављу су представљене мере које се могу применити како би се умањио негативан утицај прикључења дистрибуираних извора на координацију постојећег система заштите. Описани су проблеми као и користи увођења усмерених прекострујних заштита и утицај додавања прекидача на дугачким водовима. Разматрано је и увођење додатног временског степена заштите у случајевима када се користи временско степеновање заштите да би се остварила селективност. Представљени су и основни правци, као и потешкоће, будућег развоја и све веће примене комуникационих технологија у циљу побољшања перформанси система заштите.

Седмо поглавље се бави проблемима аутоматског поновног укључења (АПУ) на водовима са додатним изворима енергије који могу узроковати асинхроно затварање прекидача услед присуства напона у острвском делу мреже. Асинхрони АПУ додатно може оштетити елементе који се налазе у дистрибутивној мрежи и изазвати превелике динамичке силе у обртним дистрибуираним генераторима.

У осмом поглављу је представљена заштита од острвског рада дистрибуираних извора. Анализиране су опасности острвског режима рада по опрему али и по раднике на самим водовима. Главни задатак који се поставља пред ове заштите је детекције острвског режима рада дистрибутивне електране, како би се она искључила са мреже пре првог покушаја АПУ и на тај начин избегао неуспешан АПУ и у случају пролазног квара. Систематски су приказане предности али и мане пасивних и активних метода детекције острвског рада.

У последњем, деветом поглављу, дат је закључак мастер рада у коме су сажето приказани најважнији резултати симулација као и предности и мане метода коришћених при оптимизацији координације система заштите. Дате су препоруке и мере које је могуће предузети ради решења потенцијалних проблема који се могу јавити прикључењем дистрибуираних генератора на дистрибутивну мрежу.

#### **4. Закључак и предлог**

Кандидат Урош Његован је у свом мастер раду извршио анализу и дао теоријска објашњења проблема координације стандардних система заштите након прикључења дистрибуираних генератора. Представљен је и преглед најновијих студија везаних за примену

микропроцесорских релеја у циљу повећања брзине заштите активних дистрибутивних мрежа. Акцент је на прекострујној заштити и проблемима АПУ због њихове велике заступљености у средњенапонским дистрибутивним мрежама.

Овај рад има веома велики практичан значај јер је повезан са актуелном проблематиком прикључења дистрибуираних извора на постојећу дистрибутивну мрежу. Анализе које су представљене у раду могу помоћи дистрибутивним компанијама да боље сагледају ефекте прикључења дистрибуираних извора на постојеће системе заштите, као и да предузму одговарајуће мере како би систем заштите био функционалан и у условима дистрибуираног генерисања.

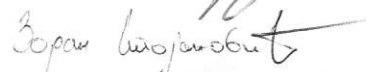
На основу напред наведеног Комисија предлаже да се рад кандидата Уроша Његована, под насловом “Утицај дистрибуираних генератора на координацију заштите у дистрибутивним мрежама” прихвати као мастер рад и одобори јавна усмена одбрана.

Београд, 25. 08. 2015.

Чланови комисије:



Др Жељко Буришић, доц.



Др Зоран Стојановић, доц.