

## 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 Милице Танасковић под насловом: „АНАЛИЗА ТРАНЗИЈЕНТНЕ СТАБИЛНОСТИ МАЛЕ ХИДРОЕЛЕКТРАНЕ ПРИ ПРОПАДИМА НАПОНА У ПРИКЉУЧНОЈ ДИСТРИБУТИВНОЈ МРЕЖИ“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи :

### ИЗВЕШТАЈ

#### 1. Биографски подаци кандидата

Милица Танасковић је рођена 13. 1. 1992. године у Београду. Основну школу и гимназију је завршила у Београду. Електротехнички факултет Универзитета у Београду уписала је 2011. а дипломирала је у септембру 2015. године на Одсеку за Енергетику, смер за Електроенергетске системе са просечном оценом 8.54 (оцена на дипломском 10).

Дипломске академске – мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, модул Електроенергетски системи уписала је 2015. године. Положила је све испите са просечном оценом 9,2.

Од децембра 2016. до марта 2017. радила је у пројектантској фирми „Енергомонтажа а.д.“ Од априла 2017. запослена је у пројектантској фирми „Електроисток инжењеринг д.о.о“. Течно говори енглески језик, а служи се и немачким језиком.

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

Рад се бави проблематиком стабилности мале хидроелектране при пролазним пропадима напона у дистрибутивној мрежи. За разлику од великих хидроелектрана, које су прикључене на преносну мрежу, мале хидроелектране су изложене честим поремећајима услед релативно честих кварова у дистрибутивној мрежи. Поремећаји могу изазвати испаде малих хидроелектрана или довести до њихових опасних радних стања. Из тог разлога, анализе транзијентне стабилности хидроагрегата у малим хидроелектранама су од битног практичног значаја.

У раду је извршена анализа транзијентне стабилности хидроагрегата који је директно прикључен на слабу дистрибутивну мрежу. Коришћењем софтвера DIgSILENT Power Factory извршено је моделовање реалне дистрибутивне мреже са малом хидроелектраном. Извршене су анализе транзијентне стабилности МХЕ при различитим пропадима напона изазваним кратким спојевима у дистрибутивној мрежи, као и при пропадима напона изазваних прикључењем индустријских потрошача (асинхроних мотора). Анализиран је утицај дубине и трајања пропада напона на стабилност МХЕ. Такође, разматран је и утицај замајних маса хидроагрегата на стабилност генератора у малој хидроелектрани при оваквим поремећајима у дистрибутивној мрежи.

#### 3. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад садржи 42 странице текста у оквиру којег су 7 поглавља и списак литературе.

Прво поглавље представља увод у коме је описан предмет и циљ рада. Поред тога, у овом поглављу дате су и дефиниције дистрибуираних извора енергије и динамичких прелазних појава у ЕЕС-у. Извршена је подела дистрибуираних извора енергије према различитим критеријумима и динамичких појава у зависности од дужине трајања.

У другом поглављу је дефинисан појам стабилности система, са посебним освртом на стабилност при великим пролазним поремећајима. Описан је модел синхроне машине при анализама транзијентне стабилности. На основу криве снага-угао, приказан је утицај времена трајања поремећаја на транзијентну стабилност, на примеру трофазног кратког споја на крајевима синхроног генератора.

У трећем поглављу је описан модела МХЕ који је коришћен у програмском пакету *DlgSILENT Power Factory*. Посебна пажња посвећена је моделу замајца и регулатора побуде.

У четвртном поглављу је дат опис заштита синхроног генератора и њихова времена деловања. Поред тога, значајан део овог поглавља посвећен је основним и резервним заштитима 10 kV (20 kV) као и типичним временима реаговања ових заштита.

Пето поглавље садржи детаљан опис тест мреже симулиране у програмском пакету *DlgSILENT Power Factory*. Ово поглавље садржи преглед дужина свих водова, снага које преносе, снага трансформатора 110/35 kV/kV и 35/10 kV/kV. Поред тога, дате су и вредности погонских и нултих отпорности и индуктивности свих елемената тест мреже (водова и трансформатора). За потрошњу је усвојен модел константне снаге и табеларно приказана снага потрошње у свим чворовима мреже. Дати су основни подаци о синхроном генератору у МХЕ.

У шестом поглављу извршене су три групе динамичких симулација. У првој групи симулација вршене су варијације дубине и дужине трајања напонског пропада за случај трофазног кратког споја на воду блиском МХЕ. Изабран је трофазни квар јер се он сматра критичним са аспекта транзијентне стабилности. Симулирана су два квара, на првој четвртини и на трећој четвртини деонице вода. Спроведене су анализе за различита времена трајања квара. За конкретан пример, утврђено је да је са аспекта стабилности критично време трајања блиског трофазног кратког споја 0,15 s, а удаљеног чак 2 s. У овој групи симулација узет је у обзир модел замајца. У другој групи симулација симулиран је блиски кратак спој при чему је претпостављено да нема замајца на вратилу агрегата. Установљено је критично време трајања квара од 0,1 s, што је за 50 ms краће него у случају са замајцем. На основу ових чињеница и добијених резултата, изложени су закључци у седмом поглављу. Последња група симулација испитује утицај поласка асинхроног мотора, снаге реда величине снаге МХЕ смештеног у чвору блиском МХЕ, на стабилност синхроног генератора у МХЕ. Због велике заступљености индустријских потрошача и чињенице да при поласку они „вуку“ пет до седам пута већу струју од номиналне, од посебног је значаја испитати стабилност мале електране и при оваквим сценаријима у мрежи.

Седмо поглавље представља закључак овог мастер рада. У закључку је дат осврт на добијене резултате у претходном поглављу на основу којих су донети закључци о утицају додатих замајних маса на транзијентну стабилност мале електране. Установљено је да транзијенти узроковани прикључењем индустријских потрошача узрокују краткотрајна нижања машине, али не доводе до испада МХЕ из синхронизма.

#### **4. Закључак и предлог**

Кандидаткиња Милица Танасковић је у свом мастер раду анализирао стабилност малих хидроагрегата при пролазним великим поремећајима у прикључној дистрибутивној мрежи. Детаљно је описала коришћене математичке моделе синхроне машине, побудног система и

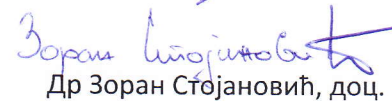
замајца. Посебан квалитет рада је што су анализе демонстриране на реалном моделу средњенапонске дистрибутивне мреже коришћењем професионалног софтвера *DigSILENT Power Factory*. Кандидаткиња је анализирао услове за побољшање услова стабилности малих хидроагрегата кроз примену замајца. Извршена су поређења резултата добијених за случај када замајца постоји на вратилу машине и за случај када не постоји. На основу добијених резултата донети су поједини закључци који имају битну практичну употребљивост.

На основу напред наведеног Комисија предлаже да се рад Милице Танасковић, под насловом "Анализа транзијентне стабилности мале хидроелектране при пропадима напона у прикључној дистрибутивној мрежи" прихвати као мастер рад и одобори јавна усмена одбрана.

Београд, 24.04.2017.

Чланови комисије:

  
Др Жељко Ђуришић, доц.

  
Др Зоран Стојановић, доц.