

# КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена Електротехничког факултета у Београду на својој седници одржаној 30. јуна 2015. године именовала нас је за чланове Комисије за преглед и оцену мастер рада Стефана Станковића под насловом „Анализа утицаја стабилизатора електроенергетског система на пригушење осцилација на интерконективним водовима“. Комисија је прегледала рад и Комисији за студије II степена подноси следећи

## ИЗВЕШТАЈ

### 1. Основни подаци о кандидату

Стефан Станковић је рођен 22.02.1991. у Задру, где је завршио гимназију 2010. године. Исте године уписује Основне студије на Електротехничком факултету у Београду. У току студирања опредељује се за Енергетски одсек – смер Електроенергетски системи. Дипломирао је 2014. године, са оствареном просечном оценом 9,88. Дипломски рад на тему „Управљање потрошњом у изолованим системима са обновљивим изворима енергије“ одбранио је са оценом 10. Октобра 2014. године уписује Дипломске академске студије – мастер, на Електротехничком факултету у Београду. Положио је све испите предвиђене наставним планом и програмом са просечном оценом 10,00.

### 2. Опис мастер рада

Мастер рад кандидата садржи је 70 страна, са 46 слика и дијаграма, 12 табела и 11 цитираних референци. Рад се састоји из 7 поглавља која укључују уводно поглавље и закључак и прилога у ком је дат програмски код алгорита за Пронијеву анализу.

У првом, уводном поглављу, описан је историјски развој појаве електромеханичких осцилација у електроенергетским системима и значај њихове правовремене идентификације и елиминације. Такође, у овом поглављу су наведени сви до сада коришћени методи на елиминацији ових осцилација и образложене основне поставке и значај у раду даље разматраног приступа.

У другом поглављу детаљно је описан феномен настанка електромеханичких осцилација у електроенергетским системима. Дата је математичка формулација упрошћеног модела једномашинског и вишемашинског система на основу које се могу формулисати и детаљно анализирати сви утицајни фактори који доводе до оваквих осцилација, као и дефинисати основни показатељи које је у раду система потребно мерити и контролисати у циљу одржавања задовољавајуће резерве сигурности система.

У трећем поглављу су описани стандардно коришћени стабилизатори електроенергетских система са једним улазом и једним излазом и мултиваријабилни стабилизатори. Образложене су основне смернице које су коришћене при избору регулационих сигнала и дате основне структуре једнопојасних и вишепојасних стабилизатора коришћене за пригушивање једног или више модова осцилација у целом опсегу појава у интерконекцијама електроенергетских система различитих величина и структура.

У четвртном поглављу изложене су методе идентификације модова електромеханичких осцилација, базиране на анализама транзијентног, односно амбијентног сигнала са детаљним приказом Пронијеве анализе са свим у раду предложеним додатним модификацијама којима се омогућава ефикасна примена ове методе при анализи сигнала реалних електроенергетских система.

У петом поглављу је дат предлог синтезе стабилизатора електроенергетског система чије дејство доминантно утиче на пригушење међузонских електромеханичких осцилација. Главна идеја у раду предложеног решења је да се уместо употребе филтара адекватним одабиром улазних сигнала стабилизатора независно третирају жељени модови осцилација. За улазни сигнал узета је адекватна комбинација активних електричних снага на интерконективним водовима. У овом поглављу дати су и резултати провере предложене методе за синтезу регулатора на стандардном двозонском и модификованом трозонском тест систему.

У шестом поглављу дате су детаљне смерницама за даља истраживања у овој области, док су у последњем, осмом поглављу, дата закључна разматрања. Коначно, у прилогу је дат комплетан програмски код развијеног алгорита за Пронијеву анализу.

### 3. Анализа рада са кључним резултатима

Рад обрађује проблематику идентификације и контролисања пригушења електромеханичких осцилација, чија појава постаје све критичнија у савременим, све оптерећенијим електроенергетским системима. Електроенергетски системи представљају сложене, мултиваријабилне, нелинеарне системе чији се параметри мењају у току времена. Управљање оваквим системима је врло сложено због чињенице да су

управљачке акције и догађаји у систему повезани на врло комплексан начин. Велики број елемената различитих карактеристика распоређених на великом географском простору чини ове системе једним од најсложенијих, са израженом интеракцијом удаљених делова система. Појава електромеханичких осцилација је карактеристична за велике интерконекције и јако оптерећене преносне коридоре. Фреквенције електромеханичких осцилација се крећу у опсегу од 0,1Hz до 3Hz. При анализи се систем апроксимира деловима – синхроним зонама које су повезане интерконективним водовима, великог нивоа оптерећености.

Предмет мастер рада је анализа примене стабилизатора електроенергетског система са више улазних променљивих на осцилације у оваквим водовима. Циљ рада је да се покаже како се адекватним избором улазних променљивих и одговарајућим пројектовањем таквих стабилизатора може позитивно утицати на пригушење осцилација.

Овај рад даје једно ново, иновативно решење које побољшава пригушење међузонских осцилација. Следећи идеју о обсервабилности појединих модова осцилација у одређеним тачкама система, користе се глобални сигнали - снаге који повезују синхроне зоне у систему, чиме се омогућава независно контролисање различитих модова осцилација. Такође, предложено је увођење појма „електрични центар система“ у односу на кога се посматрају осцилације сваке синхроне зоне понаособ. Показано је да појединачном синхронизацијом сваке зоне са електричним центром долази до пригушења осцилација у целом систему. Увођењем „коэффициената учешћа“ у структуру стабилизатора, омогућено је независно третирање различитих модова међузонских осцилација.

У раду је показано да је предложени систем стабилизације врло ефикасно и брзо пригушио електромеханичке осцилације које су се јавиле при поремећајима у систему. Ефикасно деловање предложеног решења је тестирано на мале и велике поремећаје на тест системима двозонских и трозонских електроенергетских система мањих димензија. Радом предложено пројектовање стабилизатора на основу примене и развоја поменутих метода и компјутерска симулација су урађени у програмском пакету Матлаб/Симулинк.

#### 4. Закључак и предлог


Према мишљењу чланова Комисије, предложени мастер рад обрађује значајну проблематику управљања савременим електроенергетским системима. Основни доприноси рада су:

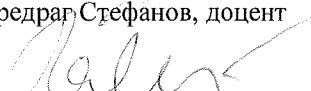
- У раду су унапређене методе нумеричке идентификације критичних, доминантних осцилација у систему.
- Рад даје једно ново, иновативно решење које побољшава пригушење међузонских осцилација. Следећи идеју о обсервабилности појединих модова осцилација у одређеним тачкама система, у радом предложеном алгоритму користе се глобални сигнали у мрежи како би се независно контролисали различити модови осцилација.
- Радом је предложено увођење појма „електрични центар система“ у односу на кога се посматрају осцилације сваке синхроне зоне понаособ и показано да појединачном синхронизацијом сваке зоне са електричним центром долази до пригушења осцилација у целом систему.
- Ефикасност радом предложене синтеза стабилизатора потврђена компјутерским симулација на тест систему мањих димензија, доводи до закључка да се анализа примене оваквих стабилизатора може очекивати и у реалним електроенергетским системима, што би било и те како значајно са становишта обезбеђења њиховог стабилног рада.

На основу изложеног, Комисија за преглед и оцену рада предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад кандидата Стефана Станковића под насловом „Анализа утицаја стабилизатора електроенергетског система на пригушење осцилација на интерконективним водовима“ прихвати као мастер рад и кандидату омогући усмену одбрану.

У Београду, 16. октобар 2015. год.

Чланови комисије:

  
Др Предраг Стефанов, доцент

  
Др Александар Ракић, доцент