

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ			
1. Датум и орган који је именовео комисију:			
<p>Декан Факултета техничких наука је 28.03.2024. године донео решење број 012-199/49-2022, на основу одлуке Наставно-научног већа факултета, којим је именовео комисију за оцену и одбрану докторске дисертације.</p>			
2. Састав комисије у складу са <i>Правилима докторских студија Универзитета у Новом Саду</i> :			
1.	др Имре Лендак	ванредни професор	Примењено софтверско инжењерство, 27.09.2023.
	презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
	ФТН, Нови Сад		Председник
	установа у којој је запослен-а		функција у комисији
2.	др Јелица Протић	редовни професор	Рачунарска техника и информатика, 01.11.2017.
	презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
	Електротехнички факултет, Београд		Члан
	установа у којој је запослен-а		функција у комисији
3.	др Горан Швенда	редовни професор	Електроенергетика, 14.11.2013.
	презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
	ФТН, Нови Сад		Члан
	установа у којој је запослен-а		функција у комисији
4.	др Александар Ердџан	редовни професор	Аутоматика и управљање системима, 14.07.2016.
	презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
	ФТН, Нови Сад		Члан
	установа у којој је запослен-а		функција у комисији
5.	др Милан Гаврић	доцент	Примењено софтверско инжењерство, 01.10.2023.
	презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
	ФТН, Нови Сад		Ментор
	установа у којој је запослен-а		функција у комисији

II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

1. Име, име једног родитеља, презиме: **Немања, Драгиша, Ковачев**
2. Датум рођења, општина, држава: **26.09.1985. Кикинда, Кикинда, Србија**
3. Назив факултета, назив претходно завршеног нивоа студија и стечени стручни/академски назив:
Факултет техничких наука, универзитет у Новом Саду, Енергетика, електроника и телекомуникације, Специјалиста инжењер електротехнике и рачунарства
4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија: **2017. Енергетика, електроника и телекомуникације**

III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Алгоритам за генерисање једнополних шема електродистрибутивних система

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Докторска дисертација написана је на 142 стране. Садржи 11 поглавља, 33 слике, 5 табела, 82 навода литературе и 2 прилога. Кључна документација написана је на српском и енглеском језику. Поред поглавља литературе, биографије, списка табела, списка слика, садржај докторске дисертације је следећи:

1. Увод
2. Преглед актуелног стања у области
3. Теоријске основе
4. Архитектура *ADMS* система са фокусом на место имплементације алгоритма за креирање једнополних шема
5. Алгоритам за креирање једнополних шема области једне трансформаторске станице
6. Алгоритам за визуализацију више области трансформаторских станица
7. Рачунање квалитета дијаграма
8. Анализа комплексности алгоритма
9. Резултати
10. Дискусија и анализа резултата и провера хипотеза
11. Закључак и правци даљег истраживања

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Докторском дисертацијом је описана методологија генерисања једнополних шема електродистрибутивних система, као и оцена квалитета сваког дијаграма који представља модел мреже електродистрибутивног система. У **првом поглављу**, односно уводу, дат је кратак преглед проблема и опис мотивације истраживања. Додатно, увод садржи предмет, потребу и циљ истраживања докторске дисертације са фокусом на резултате који се очекују. У уводном поглављу су такође наведене хипотезе истраживања и приказане примењене методе као и могућности примене предложеног решења. Преглед литературе се налази у **другом поглављу**, где се описује актуелно стање у области и анализирају постојећа решења и истраживања усмерена на алгоритме за генерисање једнополних шема, као и визуализацију паметних електроенергетских система генерално. Теоријске основе које се фокусирају на основама електроенергетских система, опису стандардног модела података (*CIM*) као и основама теорије графова су представљене у **поглављу три**. **Поглавље четири** описује основну архитектуру софтвера за контролу и надзор електроенергетског система као и место имплементације алгоритма за аутоматско генерисање ЈШ. У **поглављу пет** је представљен нови алгоритам у више корака способан да генерише једнополне шеме једне области напојне трансформаторске станице реалног електроенергетског система. У **поглављу шест** је представљен нов алгоритам у више корака који је проширење претходног и способан је да генерише једнополне шеме више области напојних трансформаторских станица реалних електроенергетских система. **Поглавље седам** описује поступак за процену квалитета дијаграма. Дефинисани су естетски критеријуми који омогућују да се математички опише квалитет како добијених тако и било којих других дијаграма. Такође су конструисане естетске функција циља комбинацијом естетских критеријума, које се користе у разним стадијумима алгоритма. Анализа комплексности развијеног алгоритма је описана у **поглављу осам**. **Поглавље девет** приказује резултате добијене применом развијених алгоритама над скупом улазних података добијених из модела стварних електроенергетских система, као и оцену квалитета сваког генерисаног дијаграма. Анализа добијених резултата, дискусија и провера хипотеза су представљени у **десетом поглављу**. На крају, закључак ове докторске дисертације је дат у **поглављу једанаест**, где су представљене предности и потенцијална унапређења датих алгоритама и наведени могући правци даљих истраживања.

VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ:

Кандидат је током истраживачког рада објавио један рад у међународном часопису изузетних вредности (M21a), три рада у саопштењима међународног скупа штампано у целини (M33) и један рад у научном часопису (M53). Следећи радови су уско повезани са садржајем докторске дисертације:

(M21a) Рад у међународном часопису изузетних вредности

- [1] Kovačev N., Gavrić M., Lendák I. (2023) Algorithm for visualizing substation areas in electric power systems, Expert Systems with Applications, Volume 212, February 2023. (DOI 10.1016/j.eswa.2022.118733)

(M33) Саопштење са међународног скупа штампано у целини:

- [2] Kovačev N., Lendak I., Erdeljan A., Čapko D.: Electric power distribution system visualization with graph partitioning, IEEE AFRICON 2013 "Sustainable Engineering for a Better Future", 2013, Pointe aux Piments, Mauritius, pp. 765-770, Mauritius, 9-12 September 2013. (DOI 10.1109/AFRCON.2013.6757695)
- [3] Kovačev N., Lendak I.: Algorithm for distribution substation area visualization, 15. IEEE International Symposium on Computational Intelligence and Informatics (CINTI), Budapest, 19-21 pp. 67-71, November 2014. (DOI 10.1109/CINTI.2014.7028651)
- [4] Kovačev N., Lendak I.: Algorithms for drawing weakly meshed distribution substation areas, 2. IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (SMC), pp. 1153-1158, Budapest, 9-12 October 2016. (DOI 10.1109/SMC.2016.7844397)

(M53) Рад у националном часопису:

- [5] Kovačev N. (2013), "Generisanje jednopolnih šema elektroenergetskog sistema", Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, 2013, ISSN 0350-428X, UDK: 007.5.

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА:

Циљ истраживања ове докторске дисертације је био да развије алгоритме који су способни да аутоматизују генерисање једнополних шема комплетних подручја једне и више трансформаторских станица у електродистрибутивним системима. Такође, да развије поступак за оцену квалитета било које једнополне шеме. Једнополне шеме генерисане овим алгоритмима се могу користити у продукционим окружењима као део софтвера надзорно управљачког центра електроенергетског система, и омогућују оператерима мреже ефикасан надзор и контролу система.

Ова докторска дисертација је реализована кроз четири фазе:

1. Истраживање
 - 1) Прикупљање, анализа и селекција релевантне литературе из области
 - 2) Прикупљање захтева из индустрије добијене од људи који користе реални систем у продукцији
 - 3) Консултације са експертима из области цртања и конструисања једнополних шема
 - 4) Анализа постојећих једнополних шема реалних система у продукцији преко којих се надгледа и контролише ЕЕС
 - 5) Анализа естетских критеријума које треба да задовоље једнополне шеме
 - 6) Формулација хипотеза
2. Експериментисање
 - 1) Прикупљање скупа експерименталних података који служе као улаз алгоритма (модел ЕЕС-а у *СИМ* или неком алтернативном формату)
 - 2) Креирање графа од модела ЕЕС-а у *СИМ* формату
 - 3) Дефинисање естетске функције циља коју треба да задовоље дијаграми
 - 4) Креирање прототипа решења за потребе експеримента
 - 5) Конструкција алгоритама од више корака који имају за циљ креирање једнополних шема уз задовољење естетске функције циља
 - 6) Извршавање експеримената
3. Обрада резултата
 - 1) Анализа резултата
 - 2) Евалуација добијених дијаграма развијеном евалуационом функцијом
 - 3) Поређење добијених резултата са ручно цртаним једнополним шемама
 - 4) Извоз резултата у препознатљиви индустријски стандард - *СИМ* стандард
 - 5) Дискусија резултата
 - 6) Предлози унапређења добијених резултата
4. Израда докторске дисертације

На основу резултата анализе теоријских основа докторском дисертацијом су предложене четири хипотезе, а то су:

1. Хипотеза 1: Могуће је развити нов алгоритам који би био способан да креира једнополне шеме комплексних, повезаних области једне напојне трансформаторске станице.
2. Хипотеза 2: Могуће је развити нов алгоритам који би био способан да креира једнополне шеме комплексних, повезаних области више напојних трансформаторских станица.
3. Хипотеза 3: Могуће је развити уопштену формулу за оцену квалитета једнополне шеме која се може употребљавати за евалуацију произвољне ЈШ.
4. Хипотеза 4: Једнополне шеме генерисане применом развијених алгоритама се могу користити у продукционим окружењима електроенергетског система у склопу софтвера за надзор и управљање.

На основу прегледа литературе и увидом у актуелно стање у области закључено је да не постоји тотално аутоматизован алгоритам за генерисање комплетних повезаних области трансформаторских станица, који би исцртао једнополне шеме реалних система које би биле одмах примењиве као део софтвера надзорно управљачког центра ЕЕС-а. Тај јаз је премошћен истраживањем и развојем алгоритама за генерисање једнополних шема у овој дисертацији. Развијени алгоритми представљају значајан алат способан да аутоматизује проблем генерисања једнополних шема ЕЕС-а и он је драгоцен како за фирме које се баве развојем и продајом *SCADA* система, тако и за оператере електроенергетског система који би могли да га користе за аутоматску визуализацију области напојних трансформаторских станица током коришћења *SCADA* система у продукцији.

Алгоритми су тестиран на реалним подацима правих модела европских ЕЕС-а, као и на тестним подацима и доступним примерима из литературе. Реални подаци су извезени из правих модела пет

европских држава и састоје се од више од 2500 модела области трансформаторских станица. Такође је развијен и тестиран евалуациони поступак који оцењује квалитет произвољне једнополне шеме. Након тестирања алгоритама и евалуационе функције потврђене су све постављене хипотезе. У овом раду је био фокус на генерисању једнополних шема дистрибутивних система. Алгоритам није тестиран на моделима преносног система, као ни на моделима унутрашњости станица. Ова тестирања, као и прилагођавање алгоритма тим моделима чија се структура разликује од структуре дистрибутивних система ће бити тема будућег истраживања.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА:

Експлицитно навести позитивну или негативну оцену начина приказа и тумачења резултата истраживања:

Резултати научног истраживања представљени су јасно, систематично и научно коректно. Формирани закључци су у складу са дефинисаним циљевима истраживања и постављеним хипотезама. У складу са претходно наведеним, комисија даје позитивну оцену за начин на који су резултати приказани и тумачени. Докторска дисертација је оригинално дело аутора. Текст дисертације је проверен помоћу софтвера за детекцију плагијаризма „iThenticate“

IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Експлицитно навести да ли дисертација јесте или није написана у складу са наведеним образложењем, као и да ли она садржи или не садржи све битне елементе. Дати јасне, прецизне и концизне одговоре на 3. и 4. питање:

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме?

Да, дисертација је написана у складу са пријавом теме

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе?

Да, дисертација садржи све битне елементе, тј. опис проблема, позиционирање истраживања у контексту прегледа релевантне научне и стручне литературе, опис научне методологије, приказ решења и верификацију решења.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци?

Дисертација приказује:

Нове алгоритме за визуализацију једнополних шема повезаних подручја трансформаторских станица са прихватљивим временом извршавања. Такође, представља поступак за оцену квалитета генеричког дијаграма која може да мери квалитет произвољне једнополне шеме. Током истраживања је креиран и објављен репрезентативан скуп података који се састоји од великог броја подручја трансформаторских станица издвојених из пет модела европских дистрибутивних електроенергетских система. Скуп података се користио за валидацију алгоритама представљених у овом раду, али се такође може користити за валидацију и било ког другог алгоритма који служи за генерисање једнополних шема. Предложени алгоритми за генерисање једнополних шема модела електродистрибутивног система су примењиви у продукционим окружењима као део софтвера надзорно управљачког центра електроенергетског система. Поступак оцене квалитета дијаграма се може користити за оцену квалитета било које једнополне шеме.

4. Који су недостаци дисертације и какав је њихов утицај на резултат истраживања?

Дисертација нема битне недостатке

X ПРЕДЛОГ:

На основу наведеног, комисија предлаже:

а) да се докторска дисертација прихвати, а кандидату одобри одбрана;

б) да се докторска дисертација врати кандидату на дораду (да се допуни односно измени);

в) да се докторска дисертација одбије.

Место и датум: Нови Сад, 24.04.2024.

1. др Имре Лендак, ванредни професор

_____, председник

2. др Јелица Протић, редовни
професор

_____, члан

3. др Горан Швенда, редовни
професор

_____, члан

4. др Александар Ердeљан, редовни
професор

_____, члан

5. др Милан Гаврић, доцент

_____, ментор

НАПОМЕНА: Члан комисије који не жели да потпише извештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извештај образложење односно разлоге због којих не жели да потпише извештај и да исти потпише.