УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ **ОБРАЗАЦ – 6**
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ

1. Датум и орган који је именовао комисију: Декан Факултета техничких наука на основу одлуке Наставно-научног већа Факултета техничких наука у Новом Саду, 012-40/1608-2025 од дана 26.02.2026.

2. Састав комисије у складу са *Правилима докторских студија Универзитета у Новом Саду*:

1.	Рапаић др Милан	Редовни професор	Аутоматика и управљање системима, 07.10.2021.
	презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
	Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду		Председник
	установа у којој је запослен-а		функција у комисији
2.	Сладић др Горан	Редовни професор	Примењене рачунарске науке и информатика, 13.09.2021.
	презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
	Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду		Члан
	установа у којој је запослен-а		функција у комисији
3.	Ћетеновић др Драган	Ванредни професор	Електроенергетика, 10.07.2024.
	презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
	Факултет техничких наука у Чачку, Универзитет у Крагујевцу		Члан
	установа у којој је запослен-а		функција у комисији
4.	Видаковић др Јована	Ванредни професор	Информациони системи, 01.07.2025.
	презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
	Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду		Члан
	установа у којој је запослен-а		функција у комисији
5.	Видаковић др Милан	Редовни професор	Примењене рачунарске науке и информатика, 02.07.2014.
	презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
	Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду		Ментор
	установа у којој је запослен-а		функција у комисији
6.	Војновић др Никола	Ванредни професор	Електроенергетика, 01.05.2024.
	презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
	Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду		Ментор
	установа у којој је запослен-а		функција у комисији

II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

1. Име, име једног родитеља, презиме:
   Саша, Мирко, Тошић
2. Датум рођења, општина, држава:
   26.03.1977., Нови Сад, Република Србија
3. Назив факултета, назив претходно завршеног нивоа студија и стечени стручни/академски назив:
   Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду, информатика, магистар информатичких наука.

4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија:
   2017, Рачунарство и аутоматика

III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Једнонитни и вишенитни алгоритам за прорачун токова снага интегрисаних преносно-дистрибутивно-резиденцијалних мрежа

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Навести кратак садржај са назнаком броја страница, поглавља, слика, схема, графикона и сл.

Докторска дисертација припада научној области Електротехника и рачунарство, односно ужој научној области Примењене рачунарске науке и информатика. Написана је на српском језику на 130 страна А4 формата ћириличним писмом. Главни део дисертације садржи 10 поглавља, уз додатне сегменте за кључну документацијску информацију, литературу, биографију и план третмана података. Дисертација садржи 44 слике, 19 табела и 99 навода из литературе. Кључна документацијска информација написана је на српском и енглеском језику.

Докторска дисертација се састоји од следећих поглавља:

1. Увод
2. Елементи математике
3. Електрична кола
4. Прорачун токова снага
5. Прорачун токова снага интегрисаних преносно-дистрибутивно-резиденцијалних мрежа
6. Интегрисана једнонитна и вишенитна метода за прорачун токова снага интегрисаних преносно-дистрибутивно-резиденцијалних мрежа
7. Реализација софтвера за прорачун токова снага у електроенергетским системима
8. Резултати
9. Дискусија резултата
10. Закључак

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Предмет истраживања ове докторске дисертације је развој методологије за прорачун токова снага интегрисаних преносно-дистрибутивно-резиденцијалних мрежа у електроенергетским системима, као и креирање једнонитне и вишенитне процедуре за прорачун токова снага оваквих мрежа.

Докторска дисертација је организована у десет поглавља.

У првом поглављу наведена је мотивација решавања конкретног проблема, где је описан значај прорачуна токова снага у електроенергетским системима. Потом је дат преглед тренутних истраживања из ове области, са осврtом на њихове недостатке. На крају поглавља, истакнути су резултати истраживања, заједно са доприносима у превазилажењу уочених недостатака.

У другом поглављу наведене су теоријске основе из области математике, везане за ову докторску дисертацију. Дефинисани су неки основни математички појмови, а након тога су дефинисани системи линеарних једначина, као и методи за њихово решавање, попут Гаусовог и матричног метода, метода детерминанти, LU факторизација и рад са ретким матрицама. Након тога, дефинисани су и системи нелинеарних једначина, као и методи за њихово решавање, попут Њутн-Рафсоновог метода и Гаус-Зајделовог метода за решавање система нелинеарних једначина више променљивих.

У трећем поглављу дате су основе електричних кола, са нагласком на Кирхофове законе и метод независних напона. Објашњени су први и други Кирхофов закон, као и његова примена у моделовању електричних кола. При дефинисању метода независних напона, дате су основне дефиниције и тврђења, као и примена овог метода у моделовању електричних кола.

У четвртом поглављу дефинисани су прорачуни токова снага у електроенергетским системима. Прво су дефинисани прорачуни у симетричним режимима, при чему су посебно обрађени прорачуни у преносним мрежама, а посебно у дистрибутивним. При објашњавању прорачуна токова снага у симетричним режимима преносних мрежа, посебан акценат је дат на примену Њутн-Рафсоновог поступка, док је код дистрибутивних мрежа посебан акценат дат на примену алгоритма сумирања струја и корекције напона. Након тога, објашњени су прорачуни токова снага у несиметричним режимима, такође са раздвојеним објашњењима за преносне и дистрибутивне мреже. Код дистрибутивних мрежа, додатно је објашњен и прорачун токова снага у случају слабоупетљаних мрежа.

У петом поглављу дефинисан је прорачун токова снага интегрисаних преносно-дистрибутивно-резиденцијалних мрежа. Прво су дефинисани модели енергетских ресурса који су коришћени у раду, при чему су посебно дефинисани модели енергетских ресурса у преносним, а посебно у дистрибутивним мрежама. Потом, дефинисан је модел токова снага интегрисаних преносно-дистрибутивно-резиденцијалних мрежа, са посебним освртом на моделе токова снага, како у преносним мрежама, тако и у дистрибутивним мрежама.

У шестом поглављу дефинисана је процедура за прорачун токова снага у интегрисаним преносно-дистрибутивно-резиденцијалним мрежама. Прво је представљена једнонитна процедура за овај прорачун, а након тога и вишенитна процедура. Осим објашњења обе процедуре, оне су представљене и блок дијаграмом.

У седмом поглављу, представљена је реализација софтвера за прорачун токова снага у електроенергетксим системима. Прво су дефинисане улоге елемената софтвера, попут улоге потрошача електричне енергије и снабдевача електричном енергијом. Након тога, дефинисани су и типови мрежа у електроенергетским системима, као и реализација свих ових појмова коришћењем интерфејса у програмском језику C#. Потом, дата је дефиниција основних компоненти и класа у софтверу, као и дијаграми дефинисаних класа и интерфејса. На крају поглавља, објашњена је имплементација прорачуна токова снага за интегрисане преносно-дистрибутивно-резиденцијалне

мреже, као и имплементација паралелизације алгоритма коришћењем већег броја нити, која је коришћена за реализацију вишенитне процедуре.

У осмом поглављу извршена је евалуација методологије при чему је тестиран велик број различитих сценарија. Прво је тестиран утицај услова и управљачких стратегија на решење и перформансе Њутн-Рафсонове методе. Посебно је евалуиран утицај на резултате прорачуна токова снага, а посебно на број итерација. Након тога, тестиран је утицај кратких водова на број итерација алгоритма. У трећем тестирању, тестирана је процедура на различитим конфигурацијама интегрисаних преносно-дистрибутивних мрежа. Потом, тестиран је утицај броја петљи на број итерација алгоритма сумирања струја и корекције напона, након чега је извршено поређење са репрезентативним процедурама за прорачун токова снага преносно-дистрибутивних мрежа. На крају поглавља, извршена је валидација модела на малим и великим интегрисаним преносно-дистрибутивно-резиденцијалним мрежама.

У деветом поглављу дат је детаљни преглед и дискусија резултата. Прво је анализирана робусност предложене методологије, а посебно је дат осврт на утицај R/X односа код водова на број итерација, утицај дужине водова на број итерација и нумеричку стабилност, утицај повећања потрошње у мрежи на број итерација, утицај броја петљи на број итерација процедуре сумирања струја и корекције напона, као и утицај величине мреже на време извршавања. Након тога, дата су ограничења предложене методологије.

У десетом поглављу наведен је закључак ове дисертације. Анализирају се кључни резултати, постигнуће постављених циљева и евалуира креирана процедура. Истичу се предности развијених модела, као и области у којима су потребна даља истраживања. Указана су могућа унапређења система и дате су смернице будуће примене и развој.

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

Таксативно навести називе радова, где и када су објављени. Прво навести најмање један рад објављен или прихваћен за објављивање у складу са *Правилима докторских студија Универзитета у Новом Саду* који је повезан са садржајем докторске дисертације. У случају радова прихваћених за објављивање, таксативно навести називе радова, где и када ће бити објављени и приложити потврду уредника часописа о томе.

M21 – Међународни часопис

1. **Tošić, S.**, Vojnović, N., Vidaković, M., Vidaković, J., Levi, V., and Ćetenović, D., 2024. Single and multi-threaded power flow algorithm for integrated transmission-distribution-residential networks, Computers and Electrical Engineering, vol. 120, no. B, Dec. 2024, 109735, DOI: 10.1016/j.compeleceng.2024.109735

M61 – Пленарно или уводно предавање по позиву са скупа националног значаја штампано у целини

2. Vojnović, N., Vidaković, M., Vidaković, J., Tošić, S., Dekuplovana procedura za proračun tokova snaga radijalnih distributivnih mreža, 10. Merno-informacione tehnologije (MIT), Novi Sad, 5-10. decembar, 2024, ISBN 978-86-6022-565-0
3. Vojnović, N., Vidaković, M., Vidaković, J., Ćetenović, D., Pejić, D., Tošić, S., Obrenić, M., Jedno- i višenitna procedura za proračun tokova snaga neuravnoteženih mreža, 10. Merno-informacione tehnologije (MIT), Novi Sad, 8-11. decembar, 2025, ISBN 978-86-6022-565-0

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА:

У докторској дисертацији је представљено истраживање из области прорачуна токова снага у електроенергетским системима. Због све већих могућности производње у дистрибутивним и резиденцијалним мрежама, препозната је потреба за интеграцијом ових мрежа са преносним мрежама и креирањем преносно-дистрибутивно-резиденцијалних мрежа. Такође је препозната и потреба за дефинисањем обједињеног модела оваквих мрежа, као и дефинисање процедура за прорачун токова снага у њима. Развијене су једнонитна и вишенитна процедура за дате прорачуне и показане предности вишенитне процедуре. Процедуре су имплементиране и верификоване на великом броју случајева, на различитим конфигурацијама мрежа.

Доприноси истраживања су следећи:

- Дефинисани су модели енергетских ресурса који се користе у интегрисаним преносно-дистрибутивно-резиденцијалним мрежама. Посебно су дефинисани модели за енергетске ресурсе у преносном делу мреже, а посебно у дистрибутивном и резиденцијалном делу.
- На основу дефинисаних модела енергетских ресурса, дефинисан је модел за прорачун токова снага у интегрисаним преносно-дистрибутивно-резиденцијалним мрежама.
- Предложена је једнонитна процедура за прорачун токова снага у интегрисаним преносно-дистрибутивно-резиденцијалним мрежама, која се заснива на претходно креираном моделу. Ова процедура комбинује по једну итерацију Њутн-Рафсоновог метода и методе сумирања струја и корекције напона.
- Предложена је вишенитна процедура за прорачун токова снага у интегрисаним преносно-дистрибутивно-резиденцијалним мрежама, која се заснива на претходно креираном моделу. При креирању вишенитне методе, коришћене су могућности паралелизације извршавања одређених прорачуна коришћењем већег броја нити, као и могућности њихове синхронизације. Осим предложеног начина паралелизације, разматране су и другачије могућности попут пакетне и хијерархијске паралелизације. Евалуцијом ове методе и поређењем резултата са евалуацијом једнонитне методе, приказане су њене предности у односу на једнонитну методу.
- Предложене процедуре су имплементиране, урађена је њихова евалуација, а добијени резултати су упоређени са репрезентативним примерима. Међу репрезентативним примерима нису пронађени примери који интегришу и резиденцијалне мреже, па је поређење рађено само са примерима интегрисаних преносно-дистрибутивних мрежа.
- Како у литератури нису пронађени примери са интегрисаним резиденцијалним мрежама, са којима би процедура била упоређена, ова особина је тестирана на великом броју различитих мрежа, како на дистрибутивном, тако и на резиденцијалном нивоу. При томе су коришћене преносна мрежа Велике Британије, IEEE 8500 и IEEE 1000 мреже, као и резиденцијална мрежа која је наведена у раду.
- Дисертација представља један од првих радова у којима се у прорачунима токова снага комбинују кораци итерација два метода (Њутн-Рафсонов метод и метод сумирања струја и корекције напона). Резултати су указали да су перформансе оваквог приступа далеко боље у односу на постојеће методе, а то се види како у смањењу броја итерација, тако и у смањењу времена потребног за извршавање саме процедуре.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА:

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

Приказ и интерпретација експерименталних резултата у дисертацији су јасни, систематични и логички доследни. Изведени закључци су директно ослоњени на представљене податке, анализе и теоријску основу рада. Резултати су детаљно представљени кроз графичке приказе, табеле и аналитичка поређења са осталим процедурама из литературе. Дисертација је успешно верификована применом алата за детекцију плагијаризма iThenticate.

У складу са наведеним Комисија ПОЗИТИВНО оцењује начин приказа и тумачења резултата истраживања.

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. Навести нумеричке податке о резултатима провере оригиналности рада и дати текстуално образложење.

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

Да. Докторска дисертација је написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе?

Да. Дисертација садржи све битне елементе.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци?

Оригинални научни допринос докторске дисертације чине процедуре за прорачун токова снага у интегрисаним преносно-дистрибутивно-резиденцијалним мрежама. Оригинални доприноси дисертације су:

- Дефинисан је модел за прорачун токова снага у интегриснаним преносно-дистрибутивно-резиденцијелним мрежама. Овај модел у себи садржи моделе енергетских ресурса у датим мрежама, као и моделе за прорачуне токова снага, како у преносним, тако и у дистрибутивним мрежама које се користе при интеграцији.
- Предложена је једнонитна процедура за прорачун токова снага у интегрисаним преносно-дистрибутивно-резиденцијалним мрежама, која се заснива на претходно креираном моделу
- Предложена је вишенитна процедура за прорачун токова снага у интегрисаним преносно-дистрибутивно-резиденцијалним мрежама, која се заснива на претходно креираном моделу
- Предложене процедуре су имплементиране, урађена је њихова евалуација, а добијени резултати су упоређени са репрезентативним примерима.
- Дисертација представља један од првих радова у којима су у прорачун токова снага интегрисане и резидецијалне мреже. Урађена је и евалуација над оваквим мрежама и показане могућности примене прорачуна над таквим мрежама.
- Дисертација представља један од првих радова у којима се у прорачунима токова снага комбинују кораци итерација два алгоритма и показала је оправданост оваквог поступка. Досадашња пракса је комбиновала целокупне алгоритме у један већи алгоритам, за чега је показано да даје лошије резултате у односу на коришћени приступ унутар дисертације.

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

Дисертација нема битне недостатке који утичу на резултате истраживања.

5. Образложење резултата провере оригиналности рада (нумерички и наративно):

Провером рада на плагијаризам помоћу програмског пакета iThenticate, утврђен је проценат преклапања од 4%, при чему се подударање односи на терминолошке и методолошке фразе, као и стандардне математичке формуле и релације које се користе у датој области. Поклапање са сваким од радова са којим је вршено поређење је мање од 1%. Комисија констатује да је кандидат адекватно цитирао коришћену литературу и да оригиналност добијених научних резултата и дискусије није упитан.

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, 20.03.2026.

1. др Милан Рапаић, редовни професор
_____, председник

2. др Горан Сладић, редовни професор
_____, члан

3. др Драган Ћетеновић, ванредни професор
_____, члан

4. др Јована Видаковић, ванредни професор
_____, члан

5. др Милан Видаковић, редовни професор
_____, ментор

6. др Никола Војновић, ванредни професор
_____, 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.