

ПРИМЉЕНО 29. 12. 2022.			
Орг.јед.	Број	Прилог	Вредност
013	2460		

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ  
ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА У ЧАЧКУ

ВЕЋУ ЗА ТЕХНИЧКО-ТЕХНОЛОШКЕ НАУКЕ  
УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ

**Предмет:** Извештај комисије за оцену и одбрану урађене докторске дисертације кандидата **Димитрија Розгића**, дипломираног инжењера електротехнике.

Одлуком Већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу број IV-04-653/25 од 14.09.2022. године, на предлог Наставно-научног већа Факултета техничких наука у Чачку (одлука бр. 70-1392/10 од 12.07.2022. године), именовани смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата **Димитрија Розгића**, дипломираног инжењера електротехнике, под насловом:

**„Нови алгоритми за естимацију параметара фазора у електроенергетском систему са посебним освртом на једносмерне компоненте и струју квара“**

На основу увида у приложену докторску дисертацију и Извештаја комисије за оцену подобности кандидата и научне заснованости теме докторске дисертације, која је одобрена за израду одлуком Наставно-научног већа Факултета техничких наука у Чачку бр. 52-2796/12 од 9.07.2021. године и одлуком Већа за техничко-технолошке науке бр. IV-04-560/20 од 14.07.2021. године, на основу правилника о пријави, изради и одбрани докторске дисертације Универзитета у Крагујевцу, Комисија подноси Наставно-научном већу следећи

**ИЗВЕШТАЈ**

**1. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ**

**1.1. Садржај дисертације**

Докторска дисертација под називом „Нови алгоритми за естимацију параметара фазора у електроенергетском систему са посебним освртом на једносмерне компоненте и струју квара“ написана је на 144 стране (160 страна са прилозима), организована је у 5 поглавља, има 66 слика, 24 табеле и листу од 96 референци.

Дисертација садржи следећа поглавља:

1. Увод
2. Математичке основе алгоритама за естимацију фазора електричних сигнала
3. Алгоритми за естимацију фазора и носеће фреквенције енергетског сигнала
4. Алгоритми за естимацију фазора у условима кратког споја у ЕЕС-у
5. Закључак  
Литература

Поред претходно наведеног дисертација садржи: резиме на српском и енглеском језику, садржај, биографију и библиографију кандидата и изјаву о коришћењу докторске дисертације.

## **1.2. Кратак приказ појединих поглавља**

У првом поглављу дат је сажет историјат развоја заштитних релеја, као и проблеми који постоје у савременим електроенергетским системима (ЕЕС-има) по питању естимације параметара који су битни за контролу, управљање и регулацију ЕЕС-а. Наглашен је значај дигиталне обраде сигнала у савременом ЕЕС-у одакле проистиче мотивација и потреба за истраживањем које је предмет докторске дисертације. Поред тога, дат је преглед најзначајније литературе на тему естимације параметара фазора и фреквенције, који осликава стање у овој научној области.

У другом поглављу дисертације дате су неопходне математичке основе за развој нових алгоритама за естимацију како основног тако и осталих присутних фазора процесираних сигнала. Прво је дефинисан појам и значај фазора као величине, а затим је дат и основни концепт фазорског рачуна у решавању линеарних електричних кола. Приказане су основе Фуријеове анализе и посебно дискретне Фуријеове трансформације (ДФТ-е) као основног алата за естимацију фазора. Такође, дате су основе методе најмањих квадрата, Њутн-Рапсонове методе и Пронијеве методе на којима се темеље развијени алгоритми у дисертацији. На крају другог поглавља приказани су начини за израчунавања вредности неких коначних сума, неопходних у докторској дисертацији.

У трећем поглављу су предложена три нова алгоритма за естимацију фреквенције, али и параметара фазора процесираних сигнала. Први од алгоритама је базиран на Њутн-Рапсоновој методи уз битна побољшања у облику формиране Јакобијеве матрице, чиме је остварена могућност обраде без одређивања њене инверзне вредности. Други предложени алгоритам се заснива на примени Пронијеве методе, и то на сигналу генерисаном синусним филтром, док је трећи алгоритам дизајниран на основу методе најмањих квадрата.

У четвртном поглављу дисертације предлажу се четири нова алгоритма за корекцију грешке у ДФТ резултатима која настаје као последица присутних опадајућих једносмерних компоненти (ОЈК-ти). Сва четири предложена алгоритма као улазне податке користе излаз из имагинарног дела ДФТ (синусног) филтра. У првом алгоритму је сигнал на излазу синусног филтра моделован као збир простопериодичне и линеарне функције. Непознати параметри у моделу сигнала се одређују методом најмањих квадрата. Основна идеја другог алгоритма је у апроксимацији свих ОЈК-ти на излазу синусног филтра једном јединственом ОЈК-том за сваки индекс одбирка, док се естимација параметара еквивалентне ОЈК-те врши Пронијевом методом. У трећем алгоритму, сигнал генерисан синусним филтром прво се пропушта кроз зарезни филтар, чиме он поприма једноставнији облик од оног на излазу синусног филтра, односно састоји се само од ОЈК-ти. Све присутне ОЈК-те су апроксимирани једном еквивалентном ОЈК-том, чији параметри се одређују Пронијевом методом. У четвртном предложеном алгоритму, процедура је иста као и у трећем алгоритму, али се за естимацију параметара еквивалентне ОЈК-те користи логаритамска трансформација.

У петом поглављу дисертације дат је осврт на укупно истраживање и сумирани су остварени научни и практични доприноси.

## 2. ЗНАЧАЈ И ДОПРИНОС ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ СА СТАНОВИШТВА АКТУЕЛНОГ СТАЊА У ОБЛАСТИ

У савременом ЕЕС-у, рад система за заштиту, управљање, мониторинг и контролу заснива се на тачној, прецизној и брзој естимацији фазора основног и виших хармоника као и естимацији фреквенције. Прегледом литературе може се закључити да је током протеклих неколико деценија предложен велики број алгоритама за естимацију фреквенције и параметара фазора у ЕЕС-у. Анализа рада и побољшање постојећих алгоритама, као и развој нових алгоритама је веома актуелна тема међу стручњацима у овој научној области. Број публикованих радова у протеклих неколико година у водећим међународним часописима довољно говори о актуелности и важности ове теме.

Савремени ЕЕС-и су веома сложени због све веће интеграције обновљивих извора енергије. Производња из обновљивих извора је неконтролабилна и независна од потрошње у ЕЕС-у. Ово доводи до дебаланса између производње и потрошње, што се директно одражава на носећу фреквенцију система, односно доводи до флукуације фреквенције сигнала напона и струје. Тачна и брза естимација фреквенције је важна за доношење правовремених управљачких акција како би варијације фреквенције биле у прописаним границама. Поред тога, нумерички релеји и уређаји за синхроно мерење фазора, захтевају тачно мерење фреквенције. Дакле, естимација фреквенције је од суштинске важности за рад савременог ЕЕС-а.

ДФТ је најчешће коришћени алгоритам за естимацију параметара фазора у комерцијалним нумеричким релејима као и уређајима за синхроно мерење фазора. Поред тога у важећем стандарду који се односи на синхроно мерење фазора, ДФТ алгоритам је предложен као референтни. ДФТ има брз временски одзив, робустан је на више хармонике и случајан шум, и једноставан је за софтверску имплементацију. Два основна узрока грешке приликом естимације фазора ДФТ методом су: одступање фреквенције од претпостављене (неусклађеност фреквенције одабирања са фреквенцијом процесираниг сигнала) и присуство ОЈК-ти у процесираним сигналу.

Девијација фреквенције је заједнички проблем за дигитално процесирање сигнала напона и струје. Многа мерења у ЕЕС-у, базирана на дигиталној обради сигнала, спроводе се под претпоставком да систем ради на називној фреквенцији, односно користи се фиксна фреквенција одабирања, синхронизована са називном фреквенцијом система. Међутим стварна фреквенција се током времена мења и одступа од називне фреквенције. Најчешћи разлог одступања фреквенције је неусклађеност између производње и потрошње, о чему се са доста детаља говори у уводу дисертације. Неусклађеност фреквенције одабирања и фреквенције система (спектрално цурење) је извор грешака у алгоритмима за естимацију фазора базираним на ДФТ методи. Грешка је мала када је мало одступање фреквенције и повећава се са већим одступањем. Како је флукуација фреквенције неизбежна, у пракси је предложено пет могућих решења за умањење грешке услед спектралног цурења приликом примене ДФТ методе:

- прво решење је праћење фреквенције. Основна идеја је да се континуално естимира фреквенција система, а затим врши синхронизација фреквенције одабирања АД конвертора,
- друго решење је корекција грешке у естимираном фазору ДФТ методом, коришћењем додатног алгоритма,
- треће решење је коришћење прозора података чија се ширина прилагођава естимираној фреквенцији,

- четврто решење се састоји у софтверском „поновном одабирању“. Основна идеја је да се континуално естимира фреквенција система, а одабирање сигнала врши се са фиксном фреквенцијом усклађеном са називном фреквенцијом система. Помоћу алгоритма се израчунавају амплитуде одбирака чија је фреквенција синхронизована са естимираном фреквенцијом система,
- пето решење се састоји у коришћењу прозорских функција и интерполационе ДФТ методе.

У докторској дисертацији предложена су три нова алгоритма за естимацију фреквенције, али и параметара фазора основног и виших хармоника. Сва три алгоритма су итеративна и у сваком кораку прорачуна се коригује дужина прозора података, односно дужина прозора података се прилагођава фреквенцији процесираних сигнала.

У случају кратког споја у ЕЕС-у ОЈК се суперпонира на већ постојећу сложенопериодичну компоненту струјног сигнала, а мерни струјни трансформатор прилагођава струју кратког споја систему за аквизицију. Током трајања кратког споја, секундарна струја струјног трансформатора садржи две ОЈК-те, које су по својој природи аperiodични сигнали широког фреквенцијског спектра. Из овог разлога, ОЈК-те заједно са вишим хармоникима и шумом имају велики утицај на тачност и брзину конвергенције алгоритма за естимацију фазора, односно на брзину и поузданост рада заштитног система. Као аperiodични сигнали ОЈК-те проузрокују велику грешку при естимацији фазора ДФТ методом. Полазећи од уочених недостатака до сада коришћених алгоритма за обраду у горе описаним условима, у докторској дисертацији су предложена четири нова алгоритма за корекцију грешке у ДФТ резултатима, која настаје као последица ОЈК-ти.

### **3. ОЦЕНА ДА ЈЕ УРАЂЕНА ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА РЕЗУЛТАТ ОРГИНАЛНОГ НАУЧНОГ РАДА КАНДИДАТА У ОДГОВАРАЈУЋОЈ НАУЧНОЈ ОБЛАСТИ**

На основу детаљног прегледа докторске дисертације, анализе научних радова из области докторске дисертације и компетенције чланова комисије, Комисија сматра да докторска дисертација кандидата Димитрија Розгића, дипл. инж. ел. представља резултат оригиналног научног рада. Кандидат је тему обрадио темељно и детаљно, користећи обимне референце, углавном из водећих међународних часописа, које се односе на тему докторске дисертације. У уводном поглављу дисертације дат је преглед бројних научних радова који се односе на естимацију фреквенције и параметра фазора у ЕЕС-у. Област којом се кандидат бави је веома актуелна, а сами резултати истраживања су конкретни и дају допринос у овој научној области.

Оригиналност докторске дисертације може се посматрати са два аспекта: провере на плагијаризам и оствареног научног доприноса.

На основу Извештаја о провери на плагијаризам докторска дисертација кандидата Димитрија Розгића, дипл. инж. ел., под називом „Нови алгоритми за естимацију параметара фазора у електроенергетском систему са посебним освртом на једносмерне компоненте и струју квара“ ( одлука бр. IV-04-958/3 од 22.12.2022. године) према софтверу за проверу плагијаризма *iThenticate*, пронађено је укупно 6% идентичног текста, а накнадним прегледом докторске дисертације утврђено је да су пронађена преклапања текста последица коришћења референци и приложене две прве стране кандидатских објављених радова у часописима који се налазе на SCI листи. Уколико се ово изузме, проценат преклапања преосталог текста мањи је од 1%.

Комисија сматра да је тема докторске дисертације нова и изузетно актуелна. Предложени алгоритми могу се успешно применити у процесу естимације фреквенције и

параметара фазора у комерцијалним нумеричким релејима и уређајима за синхроно мерење фазора, али и у академској сфери за даља истраживања и продубљивања знања у овој области.

#### 4. ПРЕГЛЕД ОСТВАРЕНИХ РЕЗУЛТАТА РАДА КАНДИДАТА У ОДРЕЂЕНОЈ НАУЧНОЈ ОБЛАСТИ

Димитрије Розгић рођен је 1977. године у Чачку. Средњу Техничку школу, одсек Електротехника, смер Електротехничар аутоматике, завршио је у Чачку. На Техничком факултету у Чачку дипломирао је 07.02.2002. године као студент генерације са просечном оценом 8,95 и стекао звање дипломирани инжењер електротехнике. Током студија учествовао је на више студентских такмичења - Електријада, на којим је освајао прва места на нивоу државе. Школске 2017/18 године, на Факултету техничких наука у Чачку, уписао је докторске студије на смеру Електротехничко и рачунарско инжењерство, модул Електроенергетика, где је положио све испите са просечном оценом 9,38 и одрадио све обавезе предвиђене планом и програмом докторских студија.

Од 01.11.2008. ради на Факултету техничких наука у Чачку и то као:

- Сарадник у настави за предмете: Елементи разводних постројења, Електрична вуча, Теорија електричних кола, Основи електротехнике. Период: 2008-2009
- Асистент за групу електроенергетских предмета:
  - На основним академским студијама: Елементи разводних постројења, Електране, Елементи и модели ЕЕС-а, Анализа ЕЕС-а, Експлоатација ЕЕС-а и Техника високог напона.
  - На основним струковним студијама за предмете: Пренос електричне енергије и Електране и разводна постројења. Период: 2010-2022.

На основу анкета које су спроведене међу студентима, исказано је позитивно мишљење о његовом педагошком раду за предмете на којима је радио. Од 2011. до 2022. године, у својству истраживача ангажован је на пројекту "Интелигентне енергетске мреже" у подручју интегралних и интердисциплинарних истраживања Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, број ИИИ 42009, чији је носилац Електротехнички факултет Универзитета у Београду. Аутор је једног рада категорије М22 и три рада категорије М23. Учествовао је на домаћим и међународним стручним конференцијама.

Живи у Чачку, ожењен, отац троје деце.

Објављени радови:

##### Остварени резултати кандидата категорије М20:

Радови [2] и [4] су резултат рада кандидата на пријављеној докторској дисертацији, цитирани су у докторској дисертацији, чиме је кандидат испунио све формалне услове за одбрану докторске дисертације.

- [1] **Rozgić, D., Petrović, P.B., "New Procedure for Estimation of Power Fundamental Phasor Parameters in Presence of Decaying DC Components", Wseas Transactions on Power Systems (WSEAS), 2022, Volume 17, pp 280-296; <https://doi.org/10.37394/232016.2022.17.29> [M23]**
- [2] **Rozgić, D., Petrović, P.B., " New Modified DFT-Prony-based Algorithms for Removal of Decaying DC Components from Fundamental Phasor Estimates ", Electrical Engineering, Springer, 2022, 104, pp. 3265–3279, DOI: 10.1007/s00202-022-01548-x [M23]**

- [3] Mijailovic, V., Cetenovic, D., Rankovic, A., Petrovic, P., **Rozgic, D.**, "Faults Analysis in Active Distribution Network Using Symmetrical Components in Time Domain", *Electrical Engineering*, Springer, 2018, 100, (3), pp. 2117-2127, DOI: 10.1007/s00202-018-0689-5 [M23]
- [4] Petrovic, P. B., **Rozgic, D.**, "Computational Effective Modified Newton-Raphson Algorithm for Power Harmonics Parameters Estimation", *IET Signal Processing*, 2018, 12, (5), pp. 590–598, DOI: 10.1049/iet-spr.2017.0573 [M22]
- [5] Ranković, A., Mijailović, V., **Rozgić, D.**, Četenović, D., "Optimization of Electric and Magnetic Field Emissions Produced by Independent Parallel Overhead Power Lines", *Serbian Journal of Electrical Engineering*, 2017, 14, (2), pp.199–216 DOI: 10.2298/SJEE161115002R 2017 [M24]

#### Остварени резултати кандидата категорије 30:

- [1] Petrovic, P.B., **Rozgic, D.**, "Power Harmonics Measurements Based on Modified Newton-Raphson Procedure", *IEEE EUROCON 2019 -18th International Conference on Smart Technologies*, 1st -4th of July 2019, Novi Sad, Serbia, ISBN: 978 1 5386 9301 8, DOI: 10.1109/EUROCON.2019.8861625 [M33]

#### Остварени резултати кандидата категорије 60:

- [1] **Rozgić D.**, Đurić M., "Estimacija amplitude i frekvencije kombinovanjem metode najmanjih kvadrata i Njutn-Rapsonove metode", *LIX konferencija ETRAN*, referat EE1.3 str. 1-6, Srebrno Jezero, jun 2015. [M63]
- [2] **Rozgić D.**, "Proračun potrebne energetske apsorpcione moći odvodnika prenapona pri delovanju atmosferskih prenapona", *LVIII konferencija ETRAN*, referat EE1.6 str. 1-11, Vrnjačka banja, jun 2014. [M63]
- [3] **Rozgić D.**, Petrović P., "Novi algoritam za estimaciju parametara signala u EES-u baziran na Pronijevoj metodi", *ETLAN 2020*. Novi Sad, EE1.6 28. Septembar 2020. [M63]

### **5. ОЦЕНА О ИСПУЊЕНОСТИ ОБИМА И КВАЛИТЕТА У ОДНОСУ НА ПРИЈАВЉЕНУ ДОКТОРСКУ ДИСЕРТАЦИЈУ**

По обиму и садржају докторска дисертација одговара предложеном нацрту датом у извештају комисије о оцени научне заснованости теме докторске дисертације и испуњености услова кандидата Димитрија Розгића, дипл. инж. ел. усвојеном одлуком Наставно-научног већа Факултета техничких наука у Чачку бр. 52-2796/12 од 09.07.2021. године, и одлуком Већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу бр. IV-04-560/20 од 14.07.2021 године. По квалитету и обиму докторска дисертација задовољава све научне, стручне и законске услове за израду докторских дисертација. Наслов докторске дисертације, као и циљеви и методологија истраживања су у складу са оним датим у пријави докторске дисертације. Сагледавањем полазних хипотеза, циљева истраживања и остварених резултата констатујемо да је кандидат успешно одговорио на све постављене циљеве.

### **6. НАУЧНИ РЕЗУЛТАТИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ**

У оквиру докторске дисертације предложено је више алгоритама за естимацију непознатих параметара процесираних сигнала напона и струје, како у нормалном радном режиму, тако и током кратког споја, са посебним освртом на једносмерне компоненте и струју квара. Обзиром да се ради о процесирању динамичких сигнала у врло сложенем и често нестационарном систему, само моделовање и прорачун непознатих параметара

енергетских фазора представља врло актуелну, па чак можемо рећи и најбитнију област истраживања на пољу примењене електроенергетике.

По оцени комисије најважнији научни резултати и доприноси ове дисертације су:

- Развијени су нови итеративни алгоритми за естимацију фреквенције али и параметара фазора основног и виших хармоника. Алгоритми су засновани на ДФТ филтру, Њутн-Рапсоновој методи, Пронијевој методи и класичној методи најмањих квадрата. Развијене итеративне процедуре обезбеђују адаптивно филтрирање процесираниг сигнала, односно у сваком кораку се коригује дужина прозора података. На овај начин остварена је корекција ДФТ резултата услед неуклапања броја одбирака у периоду процесираниг сигнала, што је посебно изражен проблем у савременом ЕЕС-у. Предложени алгоритми су тестирани на рачунарски генерисаним сигналима, и резултати симулација су показали задовољавајућу тачност, чиме предложени алгоритми постају врло интересантни за примену у савременим мултифункционалним нумеричким релејима.
- Дат је математички модел струје кратког споја на излазу сваког од елемената за аналогну припрему сигнала. Поред тога, дат је и математички модел сигнала након дигиталног филтрирања ДФТ филтром, што је веома важно за развој алгоритама за корекцију грешке која се појављује у ДФТ резултатима, а последица су ОЈК-ти.
- Развијени су нови алгоритми за корекцију грешке у ДФТ резултатима приликом естимације параметара фазора основног хармоника током кратког споја у ЕЕС-у. На врло иновативан начин решен је проблем естимације присутних ОЈК-ти у струјном сигналу. Алгоритми су засновани на ДФТ, Пронијевој методи и класичној методи најмањих квадрата. Применом синусног филтра на процесирани сигнал формира се сигнал чији се математички модел може приказати једном синусном компонентом, ОЈК-том и случајним шумом. Добијена ОЈК-та има знатно умањену амплитуду и исту временску константу као пре примене синусног филтра, чиме новоформиран сигнал постаје много једноставнији по својој форми за даљу обраду. Уколико у процесираним сигналу има више ОЈК-ти, филтрирањем се уклањају виши хармоници у улазном струјном сигналу и умањују амплитуде ОЈК-ти. У првом алгоритму је сигнал на излазу синусног филтра моделован као збир простопериодичне и линеарне функције. Непознати параметри у моделу сигнала се одређују методом најмањих квадрата. Основна идеја другог алгоритма је у апроксимацији свих ОЈК-ти на излазу синусног филтра једном јединственом ОЈК-том за сваки индекс одбирка, док се естимација параметара еквивалентне ОЈК-те врши Пронијевом методом. У оваквом моделу сигнала, Пронијева метода је ефикасна и робуствна на присутан шум. Изведени су аналитички изрази за израчунавање параметара еквивалентне ОЈК-те, из тог разлога је алгоритам једноставан за софтверску имплементацију. У трећем алгоритму сигнал генерисан синусним филтром прво се пропушта кроз зарезни филтар, чиме он поприма једноставнији облик од оног на излазу синусног филтра, односно састоји се само од ОЈК-ти. Све присутне ОЈК-те су апроксимирани једном еквивалентном ОЈК-том, чији параметри се одређују применом Пронијевој методе. Оваквим приступом долази се до још компактнијих и једноставнијих аналитичких израза за естимацију непознатих параметара. Међутим, параметри еквивалентне ОЈК-те могуће је одредити и без примене Пронијевој методе. У четвртном предложеном алгоритму, за естимацију параметара еквивалентне ОЈК-те користи се логаритамска трансформација. Сва четири предложена алгоритма изузетно су робуствна на присутан шум,

једноставни су за програмирање и захтевају одбирке из временског интервала мало дужег од периоде процесираниг сигнала. По цену малог смањења брзине, предложени алгоритми обезбеђује већу тачност и смањивање осцилација у излазним резултатима у односу на до сада познате алгоритме, публиковане у стручној и научној литератури.

## **7. ПРИМЕЊИВОСТ РЕЗУЛТАТА У ТЕОРИЈИ И ПРАКСИ**

Да би алгоритам за естимацију фреквенције и параметара фазора био применљив у теорији и пракси неопходно је да буде испуњено више услова. Неки од њих су брзина конвергенције, тачност, прецизност, робусност на више хармонике и случајни шум, број рачунских операција, дужина прозора података, способност праћења естимираних величина (динамичке карактеристике). Поред ових критеријума веома важни су и поузданост, сигурност, селективност и осетљивост релејне заштите, што директно зависи од алгоритма за естимацију фреквенције и параметра фазора.

Предложени алгоритми за естимацију фреквенције имају знатно мању грешку при естимацији амплитуда, почетних фаза и фреквенције, као и средње квадратне грешке естимираниг таласног облика у односу на алгоритме са којима је вршена компарација. Поседују одличне перформансе при мониторингу устаљеног стања у ЕЕС-у као и при мониторингу квалитета електричне енергије. Поред тога, веома прецизно прате промене фреквенције и параметра фазора, односно имају добре динамичке карактеристике. На основу добијених резултата, уочава се да сва три описана алгоритма нуде високу тачност у естимацији посматраних параметара која је већа што је снага сигнала шума мања, и уколико је фреквенција одабирања већа. Посебно треба истаћи чињеницу да су све три процедуре базиране на примени сведених аналитичких израза за прорачун непознатих параметара процесираниг основног фазора енергетског сигнала и да не захтевају интезивне рачунске операције.

У дисертације се предлажу четири нова алгоритма за корекцију грешке у ДФТ резултатима која настаје као последица присутних ОЈК-ти, чиме се обезбеђује поуздан и сигуран рад система за релејну заштиту. Резултати спроведених тестова показали су да предложени алгоритми постижу бољу тачност, имају мање осциловање излазних резултата и брже конвергирају ка тачној вредности у односу на алгоритме у до сада публикованим радовима на исту тему. Ово је посебно изражено у условима када процесирани сигнал садржи веома јаку шумну компоненту. Три од четири предложена алгоритма (Алгоритам 2, Алгоритам 3 и Алгоритам 3а) имају могућност подешавања брзине реаговања, што је потпуно нова могућност која није до сада забележена у научној литератури. Са малим продужењем времена реаговања, значајно се смањују осцилације у естимираним параметрима, чиме је обезбеђена већа поузданост, осетљивост и сигурност, као и боља селективност нумеричког релеја.

Сви предложени алгоритми у докторској дисертацији постижу високу тачност са малом фреквенцијом одабирања (64 одбирка по периоди процесираниг сигнала). Све побројано чини их изузетно атрактивним кандидатима за практичну примену у савременим ЕЕС-има.

## **8. НАЧИН ПРЕЗЕНТОВАЊА РЕЗУЛТАТА НАУЧНОЈ ЈАВНОСТИ**

Током истраживачког рада, у ужој научној области теме докторске дисертације, кандидат је публиковао један рад категорије М22, два рада категорије М23, један рад категорије М33 и два рада категорије М63. Публиковани научни радови као и необјављени резултати докторске дисертације могу се успешно применити у управљању и заштити у ЕЕС-у, али и у академској сфери за даља истраживања и образовање стручњака у овој изузетно сложеној области електроенергетике.



## 9. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

Докторска дисертација кандидата **Димитрија Розгића** под називом „**Нови алгоритми за естимацију параметара фазора у електроенергетском систему са посебним освртом на једносмерне компоненте и струју квара**“ представља оригинални научни допринос у области релејне заштите и управљања у ЕЕС-у. Комисија сматра да докторска дисертација поред научног доприноса може имати и практичну примену. Докторска дисертација садржи све елементе и у потпуности задовољава законске услове и универзитетске норме прописане за израду докторске дисертације. Докторска дисертација по обиму и квалитету у потпуности одговара одобреној теми наведеној у Извештају комисије о оцени научне заснованости теме докторске дисертације и испуњености услова кандидата **Димитрија Розгића**, дипл. инж. ел., усвојеном одлуком Наставно-научног већа Факултета техничких наука у Чачку бр. 52-2796/12 од 9.07.2021. године, и одлуком Већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу бр. IV-04-560/20 од 14.07.2021. године.

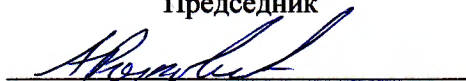
На основу оцењене дисертације, достигнуте способности кандидата за самосталан научно-истраживачки рад и остварених научних доприноса, Комисија сматра да кандидат **Димитрије Розгић**, испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању, Статутом и Правилником о докторским студијама Универзитета у Крагујевцу и Статутом Факултета техничких наука у Чачку.

Комисија са задовољством предлаже. Наставно-научном већу Факултета техничких наука у Чачку и Већу за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу да докторску дисертацију кандидата **Димитрија Розгића** под називом „**Нови алгоритми за естимацију параметара фазора у електроенергетском систему са посебним освртом на једносмерне компоненте и струју квара**“ прихвати као успешно урађену, изложи на увид јавности и одобри јавну усмену одбрану.

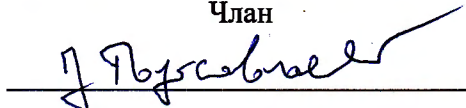
У Чачку и Косовској Митровици, 29.12.2022. год.

### ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

Др Александар Ранковић, редовни професор  
Факултет техничких наука у Чачку, Универзитет у Крагујевцу  
Научна област: Електроенергетика,  
Председник



Др Јордан Радосављевић, редовни професор  
Факултет техничких наука у Косовској Митровици, Универзитет у Приштини  
Научна област: Електроенергетика,  
Члан



Др Драган Тетеновић, доцент  
Факултет техничких наука у Чачку, Универзитет у Крагујевцу  
Научна област: Електроенергетика,  
Члан

