

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Николе Басте

Одлуком бр. 5029/14-3 од 02.07.2020. године (донетој на 851. седници одржаној 23.6.2020.), именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Николе Басте под насловом

„Ефикасно рачунање Зомерфелдових интеграла у случају електрички великих структура у близини раздвојне површи две средине“

После прегледа достављене Дисертације и других пратећих материјала и разговора са Кандидатом, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

24.10.2014. Никола Баста уписао је докторске академске студије Електротехнике и рачунарства, модул Микроталасна техника, на Електротехничком факултету Универзитета у Београду. На докторским студијама положио је све испите са оценом 10.

27.6.2019. Никола Баста пријавио је тему за израду докторске дисертације под радним називом „Ефикасно рачунање Зомерфелдових интеграла у случају електрички великих структура у близини раздвојне површи две средине“.

2.7.2019. Комисија за студије III степена размотрила је предлог тема за израду докторске дисертације и упутила Наставно-научном већу предлог за именовање Комисије за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације.

9.7.2019. На 842. седници, Наставно-научно веће Електротехничког факултета именovalo је Комисију за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације (Одлука бр. 5029/2014-1 од 19.7.2019.) у саставу:

- др Небојша Дончов, редовни професор, Универзитет у Нишу – Електронски факултет
- др Наташа Ћировић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет
- др Миодраг Тасић, доцент, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет

За ментора је предложен

- др Бранко Колунџија, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет.

26.8.2019. Обављена је јавна усмена одбрана предложене теме докторске дисертације на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, пред комисијом у саставу

- др Бранко Колунџија, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет, који је уједно и предложени ментор.
- др Миодраг Тасић, доцент, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет
- др Небојша Дончов, редовни професор, Универзитет у Нишу – Електронски факултет
- др Наташа Ћировић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет

На одбрани су били присутни сви чланови комисије. Комисија је закључила да је кандидат добио оцену „задовољно“. Комисија је предложила да ментор докторске дисертације буде др Бранко Колунџија, редовни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду.

17.9.2019. На 843. седници, Наставно-научно веће Електротехничког факултета усвојило је извештај Комисије за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације (Одлука бр. 5029/14-2 од 17.09.2019. године)

29.10.2019. Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду дало је сагласност за предлог теме докторске дисертације Николе Басте под насловом „Ефикасно рачунање Зомерфелдових интеграла у случају електрички великих структура у близини раздвојне површи две средине“ (Одлука бр. 61206-4335/2-19 од 29.10.2019.).

11.6.2020. Никола Баста је предао на преглед и оцену докторску дисертацију под насловом „Ефикасно рачунање Зомерфелдових интеграла у случају електрички великих структура у близини раздвојне површи две средине“.

16.6.2020. Комисија за студије III степена потврдила је испуњеност потребних услова за подношење предлога Наставно-научном већу Електротехничког факултета за формирање Комисије за преглед и оцену дисертације.

23.6.2020. На 851. седници, Наставно-научно веће Електротехничког факултета именovalo је Комисију за преглед и оцену докторске дисертације (Одлука бр. 5029/14-3 од 02.07.2020. године у саставу

- др Бранко Колунџија, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет, који је уједно и ментор.
- др Небојша Дончов, редовни професор, Универзитет у Нишу – Електронски факултет
- др Драган Олћан, ванредни професор
- др Наташа Ћировић, ванредни професор
- др Миодраг Тасић, доцент, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација под називом „Ефикасно рачунање Зомерфелдових интеграла у случају електрички великих структура у близини раздвојне површи две средине“ припада научној области Електротехника и рачунарство, ужа научна област Електромагнетика, антене и микроталаси, за коју је матичан Електротехнички факултет Универзитета у Београду.

Ментор кандидата је др Бранко Колунџија, редовни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду, члан Катедре за општу електротехнику и члан Групе за електромагнетичку, антене и микроталасе. Др Бранко Колунџија изабран је у звање редовног професора за исту научну област и држи наставу на основним, мастер и докторским студијама при Катедри за општу електротехнику. Активно се бави истраживањем у наведеној научној области и аутор је или коаутор већег броја радова у међународним часописима са импакт фактором, који га квалификују за вођење ове дисертације. Релевантни радови ментора су наведени при пријави теме дисертације кандидата.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Никола Баста рођен је 27. априла 1983. године у Београду, где је завршио Основну школу „Дринка Павловић“ као носилац Вукове дипломе и ученик генерације, и Прву београдску гимназију као носилац Вукове дипломе. Током основне школе и гимназије учествовао је на градским и републичким такмичењима из физике, математике и енглеског језика.

Електротехнички факултет у Београду уписао је 2002. године. У току студија, Никола Баста је 2006. као практикант провео шест недеља у компанији *European Testing Services* (ETS) у оквиру истраживачког центра Европске свемирске агенције ESA-ESTEC, Нордвајк, Холандија, радећи на различитим задацима подршке мерним лабораторијама из области акустике, термодинамике и примењене електромагнетике. Наредне године Никола Баста је као стипендиста Фондације „Зоран Ђинђић“ похађао стручну праксу у трајању од шест месеци у компанији *T-Systems International GmbH* у Штутгарту, Немачка, где се бавио управљањем ресурсима у IP VPN (MPLS) мрежама. У току 2006. и 2007. године, стипендиста је Града Београда, Министарства просвете и спорта и Фонда за младе таленте Републике Србије.

Дипломирао је 27. марта 2008. године на Одсеку за телекомуникације по петогодишњем студијском програму, са просечном оценом 9,71. Дипломски рад, „Линеарни и планарни низови прорезних антена у таласоводној техници“, одбранио је са оценом 10, а ментор рада је био др Бранко Колунџија, редовни професор.

Од 2008. до 2014. Никола Баста био је запослен у Немачком аеронаутичком и космичком центру (*German Aerospace Center - DLR*), као научни сарадник у Антенској групи Одељења за навигацију при Институту за телекомуникације и навигацију (IKN-NA). У току шест година научног и истраживачког рада учествовао је на више немачких националних и међународних пројеката унутар којих се бавио анализом и развојем напредних антенских система за навигационе и телекомуникационе примене. Такође се бавио анализом антенских низова у временском домену.

Докторске студије на Смеру за микроталасну технику уписао је 24. октобра 2014. године. На докторским студијама до сада је положио свих 10 предмета са просечном оценом 10,0. Током докторских студија објавио је један рад на домаћој конференцији (M33), један у међународном часопису (M23) и један у врхунском међународном часопису (M21).

Никола Баста је запослен на Катедри за општу електротехнику Електротехничког факултета Универзитета у Београду од 1. фебруара 2015. године. За асистента за ужу научну област Електромагнетика, антене и микроталаси изабран је 1. фебруара 2015, а поново је изабран у исто звање 14.2.2018. Ангажован је на извођењу рачунских вежби на табли на предмету Електромагнетика, као и лабораторијских вежби на предметима Лабораторијске вежбе из Основа електротехнике, Антене и простирање и Микроталасна мерења.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација под насловом „Ефикасно рачунање Зомерфелдових интеграла у случају електрички великих структура у близини раздвојне површи две средине“ има укупно 107 страна. По форми и структури у свему одговара Упутству за обликовање докторске дисертације и Упутству за формирање репозиторијума докторских дисертација Универзитета у Београду од 14. децембра 2011. године. Делови дисертације су

- Насловне стране на српском (1 страна) и енглеском (1 страна) језику,
- страна са информацијама о ментору и члановима комисије,
- страна са изјавом захвалности,
- страна са посветом
- стране са подацима о докторској дисертацији на српском језику (1 страна) и енглеском језику (1 страна),
- садржај (2 стране)
- текст рада по поглављима:
 1. Увод (3 стране)
 2. Теорија Зомерфелдових интеграла (13 страна)
 3. Зомерфелдов интеграл за случај слободног простора (28 страна)
 4. Зомерфелдови интеграл за случај раздвојне површи две средине (31 страна)
 5. Закључак (2 стране)
- Додатак А: Извођење интегралног облика Зомерфелдовог интеграла (7 страна)
- Додатак Б: Пол подинтегралне функције Зомерфелдовог интеграла (4 стране)
- списак литературе (5 страна)
- биографија аутора (1 страна)
- изјава о ауторству (1 страна)
- изјава о истовестности штампане и електронске верзије докторског рада (1 страна)
- изјава о коришћењу (2 стране)

Дисертација садржи 60 слика, 1 табелу и 158 једначина. Списак литературе садржи 66 библиографских јединица наведених по редоследу цитирања у тексту дисертације.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У првом, уводном поглављу указано је на значај нумеричког решавања проблема извора зрачења у присуству реалног земљишта (енг. *half-space problem*), односно Зомерфелдових интеграла, који су саставни део егзактног решења електромагнетског поља таквог извора. Такође, дат је преглед релевантне литературе која разматра Зомерфелдове интеграле у контексту датог проблема. Представљене су предности и ограничења постојећих нумеричких метода за решавање Зомерфелдових интеграла, на основу којих је образложена и мотивација за истраживање, представљено у овој докторској дисертацији.

У другом поглављу дат је преглед Зомерфелдове теорије. Изведени су аналитички изрази за Зомерфелдове интеграле који представљају интегрални облик Гринове функције за магнетски вектор-потенцијал Херцовог дипола у близини раздвојне површи две линеарне

изотропне средине. На крају су изведени изрази за векторе електричног и магнетског поља Херцовог дипола, изражени преко Зомерфелдових интеграла.

У трећем поглављу посвећена је пажња нумеричком решавању Зомерфелдовог интеграла који представља интегрални облик скаларне Гринове функцији потенцијала, односно инцидентни магнетски вектор-потенцијал Херцовог дипола у слободном простору. Анализиране су квантитативне и квалитативне особине подинтегралне функције датог интеграла. Додатно, анализирана је релативна грешка рачунања интеграла у функцији броја употребљених интеграционих тачака. У оквиру трећег поглавља предложена је једноставна и ефикасна метода за нумеричку интеграцију Зомерфелдовог интеграла за слободан простор, која се заснивају на поништавању сингуларне тачке гранања применом смене променљивих, дефинисањем погодних поддомена интеграције, као и на емпиријским формулама за предикцију потребног броја интеграционих тачака за достизање задате тачности.

У четвртном поглављу разматрани су примери Зомерфелдових интеграла који одговарају расејаном и трансмитованом потенцијалу за случај споја две линеарне изотропне средине. Адекватним модификовањем техника примењених на Зомерфелдовом интегралу за слободан простор, предложена је метода за решавање Зомерфелдових интеграла за две линеарне средине у широком опсегу координати растојања између извора и тачке посматрања. У овом поглављу, посебна пажња посвећена је срединама са малим губицима, односно потискивању сингуларног утицаја комплексне тачке гранања. Утврђена је нова подела домена интеграције на поддомене, која зависи од жељеног нивоа релативне грешке. Развијене су нове емпиријске формуле за предикцију потребног броја интеграционих тачака у сценарију са две средине. На крају, дат је осврт на случај када је једна од средина метаматеријал са негативном пермитивношћу, у којем подинтегрална функција има пол.

Пето поглавље представља закључак дисертације, у којем су истакнуте најважније особине, као и ограничења представљеног приступа нумеричком решавању Зомерфелдових интеграла. Такође, предложен је правац даљег истраживања.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Анализа извора зрачења изнад реалног земљишта (енг. *half-space problem*) јесте један од најстаријих инжењерских проблема из области електротехнике, којем је посвећена значајна пажња појавом радија крајем XIX и почетком XX века. Иако се дати проблем разматра већ дуже од једног века, услед данашњих захтева за што већом тачношћу решавања и што већим електричким димензијама проблема, он је веома актуелан и данас, о чему сведочи и чињеница да је неколико научних радова на ту тему објављено у току саме израде дисертације. Поред чињенице да овај проблем подстиче развој нових математичких (нумеричких) метода, он је атрактиван у научним и истраживачким круговима и због технолошког развоја, односно нових области примене, као што су медицинска дијагностика, милиметарски таласи, антиколициони радари, радари за осматрање морске површи и друге, где је однос максималне димензије проблема и таласне дужине велики.

Све до седамдесетих година XX века, решавању електромагнетског поља у датом сценарију приступало се аналитички, полазећи од несвојствених Зомерфелдових интеграла у комплексној равни, који немају решење у затвореном облику. Погодним трансформацијама подинтегралне функције, односно путање интеграције, добијали би се изрази чије приближно рачунање је олакшано у односу на полазни интеграл. Међутим, добијени приближни изрази били су ограниченог опсега важности и скромног нивоа тачности с аспекта данашњих потреба за високим учестаностима и великом динамиком димензија проблема.

С масовном појавом персоналних рачунара, односно убрзаним растом доступних рачунарских ресурса, развија се област нумеричке електромагнетике, која у поменутом сценарију омогућава рачунање поља полазећи од егзактних израза за Зомерфелдове интеграле. Коришћењем егзактних аналитичких израза може се доћи до, опет, приближног нумеричког резултата, али веома високе тачности – чак до машинске прецизности. Нумерички приступ решавању овог проблема се последњих деценија одваја практично у посебну групу метода, односно посебан истраживачки правац. Овом правцу припада и истраживање приказано у дисертацији.

У ужем смислу, метода која произилази из овог рада, припада подгрупи метода, које се заснивају на директној интеграцији, тј. интеграцији по реалној оси у равни комплексне променљиве. Циљ овог истраживања је развој нове, једноставне, ефикасне и робусне методе за рачунање Зомерфелдових интеграла у случају две линеарне средине, за широк опсег координати растојања између извора поља и тачке посматрања.

У литератури постоје различите методе за нумеричко рачунање Зомерфелдових интеграла за две средине. Међутим, ниједна од постојећих метода не разматра детаљно случај малих губитака, који је од великог практичног интереса, са аспекта нумеричке тачности и то у широком опсегу координати растојања. Такође, за дату примену, многе методе из литературе су релативно сложене, а њихова тачност и контролабилност скромни.

Докторска дисертација представља оригиналан научно-истраживачки рад у којем је разматрана нова метода за нумеричко рачунање пре свега коначног дела Зомерфелдових интеграла. Усвајањем реалне путање интеграције, новом методом је омогућена робусност у односу на координате растојања између извора и тачке посматрања. Такође, значајно побољшање тачности остварено је потискивањем сингуларних тачака гранања помоћу корене смене променљивих у комплексној равни, као и погодном поделом интервала интеграције на поддомене. Ефикасност, односно контролабилност тачности методе, постигнута је развијањем емпиријских формула применљивих на све Зомерфелдове интеграле потребних за рачунање поља у датој представи.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

С обзиром на традицију истраживања проблема извора зрачења у близини две средине, која траје више од једног века, доступна литература на дату тему је изузетно обимна. Листа публикација релевантних за правац истраживања који је одабран у овој дисертацији пажљиво је одабрана и садржи 65 референци. Референце се могу поделити у четири основне групе: (1) пионирски радови о Зомерфелдовим интегралима, (2) радови који разматрају приближно аналитичко решење Зомерфелдових интеграла у затвореном облику, (3) радови који се баве нумеричким решавањем Зомерфелдових интеграла, (4) литература из комплексне и нумеричке математичке анализе. Листа публикација укључује и радове у којима је кандидат аутор или коаутор и који су резултат истраживања приказаног у дисертацији.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Методологија истраживања примењена у овој дисертацији обухвата следеће компоненте

- проучавање литературе у којој се разматра проблем решавања Зомерфелдових интеграла, нарочито за сценарио када је извор зрачења у близини споја две линеарне средине
- сагледавање основних изазова у нумеричким приступу решавању Зомерфелдових интеграла и дефинисање полазних хипотеза и циљева дисертације

- теоријска и рачунарска анализа Зомерфелдовога интеграла за потенцијал у слободном простору
- формирање техника и развијање програмског модула за ефикасно рачунање Зомерфелдовога интеграла са задатом тачношћу за потенцијал у слободном простору
- теоријска и рачунарска анализа Зомерфелдових интеграла за потенцијал у случају две средине
- формирање техника и развијање програмског модула за ефикасно рачунање коначних делова Зомерфелдових интеграла са задатом тачношћу, за потенцијал у случају две средине
- упоредна анализа тачности и брзине конвергенције са релевантним методама из литературе

3.4. Применљивост остварених резултата

Резултати до којих је кандидат Никола Баста дошао у својој дисертацији, важна су основа за нумеричко решавање електромагнетког поља извора у близини раздвојне површи две средине. Применом предложене методе, Зомерфелдови интегрални који фигуришу у Гриновим функцијама поља, решавају се с високом тачношћу. Имплементацијом тако формулисаних Гринових функција у постојеће нумеричке методе које су засноване на интегралним једначинама, омогућава се прецизнија и ефикаснија анализа електричних великих објеката у присуству две изотропне и линеарне средине, него што је то раније било могуће.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

На основу поднете докторске дисертације, Комисија процењује да је кандидат Никола Баста оспособљен за самостални научни рад у оквиру којег је показао систематичност у анализи постојећих решења задатог проблема, способност уочавања недостатака истих, способност да формулише сопствено решење проблема, способност да обави детаљну верификацију решења и одреди опсег његовог важења. Такође, кандидат је показао вештину у савладавању знања из различитих електротехничких и математичких дисциплина у циљу проналажења оптималног решења проблема.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Остварени научни доприноси у дисертацији кандидата Николе Басте:

- развијена је једноставна нова метода за нумеричко рачунање коначног дела Зомерфелдовога интеграла коришћењем смене променљивих, оптималне поделе домена интеграције на поддомене и емпиријских формула за предикцију потребног броја интеграционих тачака,
- корена смена променљивих примењена је на нов начин у комплексном домену, чиме се успешно потискује сингуларни утицај тачака гранања у срединама са малим губицима,
- предложена је специфична подела домена интеграције на поддомене, која зависи од координати растојања и жељене тачности, чиме се омогућава додатна уштеда интеграционих тачака у нумеричкој процени коначног дела Зомерфелдовога интеграла,

- предложена је алтернативна путања интеграције у домену трансформисане променљиве за додатно убрзање конвергенције интеграције
- формиране су једноставне предикционе формуле које одређују потребан број интеграционих тачака за достизање жељене тачности интеграције (тестиране до 1000 λ)

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

У литератури, могу се пронаћи приступи нумеричком решавању Зомерфелдових интеграла у којима се користи смена променљивих у комбинацији са деформисаном путањом интеграције, односно трансформацијом језгра интеграла. Међутим, такви приступи су осетљиви на велика електричка растојања између извора поља и тачке посматрања. Такође, предложена корена смена је до сада у литератури помињана у циљу олакшања нотације Зомерфелдових интеграла, као и њиховог физичког тумачења. У дисертацији се корена смена по први пут разматра у контексту нумеричке интеграције и то са аспекта сложености имплементације, робусности и способности потискивања сингуларних и квазисингуларних тачака гранања. Корена смена је по први пут коришћена за потискивање комплексних сингуларних тачака гранања, чиме је омогућена висока тачност рачунања на широком опсегу електричких растојања.

У дисертацији се разматра претежно коначни део Зомерфелдових интеграла, који представља сложенији део проблема у критичним случајевима, тј. великим електричким растојањима. Реп интеграла рачуна се применом познате методе пондерисаних средњих вредности. У дисертацији је представљена оптимална подела домена интеграције на поддомене, а тиме и дефиниција доње границе полубесконачног репа. Таквом поделом се умањује сложеност анализе интеграла, доприноси независности појединих делова интеграла и олакшава потискивање сингуларних тачака гранања које се налазе у близини граница поддомена. Поделом репа на коначне полупериодне сегменте, у дисертацији је детаљно анализиран његов утицај на укупан интеграл.

Међу публикованим нумеричким приступима рачунању Зомерфелдових интеграла до сада није разматрана корена смена са аспекта контролабилности тачности. Уопште, изузев неколико радова, контролабилност при рачунању коначног дела Зомерфелдових интеграла је релативно слабо истражена у литератури. У дисертацији су по први пут предложене и тестиране нове емпиријске формуле за процену потребног броја интеграционих тачака, засноване на Зомерфелдовим интегралима у изворном облику. На овај начин остварена је значајна уштеда рачунских операција при рачунању интеграла с високом тачношћу, односно, омогућава се компромис између трајања и жељене тачности рачунања.

Иако у критичним случајевима, када су хоризонтална и вертикална растојања велика, тачност рачунања интеграла новом методом не достиже машинску прецизност, она у најгорем случају није лошија од 10^{-10} , што је више него довољно у практичним применама. Такође, у применама где се не захтева висока тачност рачунања, приказана нумеричка метода представља погодну референцу за тестирање апроксимативних аналитичких метода рачунања Зомерфелдових интеграла.

На основу постављених хипотеза, циљева истраживања и остварених резултата, кандидат је конструисањем нових техника понудио драгоцен приступ нумеричкој процени Зомерфелдових интеграла.

4.3. Верификација научних доприноса

Научни доприноси дисертације верификовани су следећим радовима

Категорија M21:

1. **N. Basta** and B. Kolundžija, “Efficient Evaluation of the Finite Part of Pole-Free Sommerfeld Integrals in Half-Space Problems with Predefined Accuracy”, *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol 67, no. 7, July 2019. (IF₂₀₁₈ **4,435**, M21, DOI: 10.1109/TAP.2019.2916573)

Категорија M63:

1. **N. Basta** and B. Kolundžija, “On Efficient Evaluation of Pole-Free Sommerfeld Integrals”, in *Proc. of Papers – 6th international Conf. on Electrical, Electronic and Computing Engineering (IcETRAN 2019)*, Srebrno jezero, Serbia, June 2019 (ISBN 978-86-7466-785-9).

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

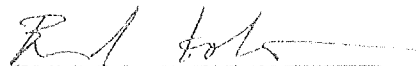
На основу изложеног, Комисија констатује да докторска дисертација кандидата Николе Басте, дипломираног инжењера електротехнике, под насловом „Ефикасно рачунање Зомерфелдових интеграла у случају електрични великих структура у близини раздвојне површи две средине“ испуњава све формалне и суштинске услове предвиђене Законом о високом образовању, као и прописима Универзитета у Београду и Електротехничког факултета.

Остварени научни доприноси дисертације кандидата Николе Басте огледају се у развоју нових техника које формирају једноставан, робустан и ефикасан метод за рачунање Зомерфелдових интеграла у циљу анализе извора електромагнетског зрачења у близини раздвојне површи две линеарне средине. Применом развијених техника омогућено је рачунање Зомерфелдових интеграла за велика растојања између извора и тачке посматрања и то са високом тачношћу. Посебно је разматран и успешно решен проблем споре конвергенције код средина са малим губицима, односно са комплексним тачкама гранања. Додатно, емпиријским предикционим формулама омогућена је контролабилност рачунања интеграла. Представљени научни резултати омогућавају, у односу на постојећа решења, ефикасније и прецизније нумеричко рачунање несвојетвених Зомерфелдових интеграла који су саставни део израза за електромагнетско поље у сценарију са две средине, што представља једну важну класу проблема у електромагнетизи. Током израде докторске дисертације, кандидат Никола Баста је показао да је способан за самостални научно-истраживачки рад.

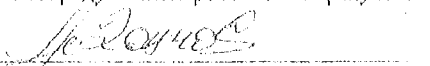
Комисија предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета да се докторска дисертација под насловом „Ефикасно рачунање Зомерфелдових интеграла у случају електрични великих структура у близини раздвојне површи две средине“ кандидата Николе Басте, дипломираног инжењера електротехнике, прихвати, изложи на јавни увид јавности и упуги на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

Београд, 8. јул. 2020.

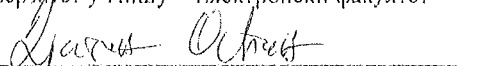
ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



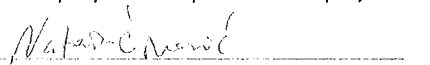
др Бранко Колунџија, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



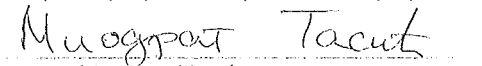
др Небојша Дончов, редовни професор
Универзитет у Нишу – Електронски факултет



др Драган Олћан, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Наташа Ђировић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Миодраг Тасић, доцент
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет