

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата **Бранка М. Буквића**

Одлуком Наставно-научног већа Електротехничког факултета Универзитета у Београду бр. 5021/11-3 од 9. новембра 2016. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата **Бранка М. Буквића** под насловом

„Реконфигурабилни и подесиви ефикасни појачавачи снаге за предајнике телекомуникационих уређаја“.

После прегледа достављене дисертације и других пратећих материјала, као и разговора са кандидатом, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Бранко Буквић је 27. децембра 2011. године уписао докторске академске студије Електротехнике и рачунарства, модул Телекомуникације (по акредитацији из 2007. године модул Телекомуникације и информационе технологије), на Електротехничком факултету Универзитета у Београду.

Прве три године кандидат је био на модулу Телекомуникације под вођством др Наташе Нешковић, ванредног професора. У току тог периода, на модулу Телекомуникације, кандидат је положио све испите у року и са највишом оценом. Током друге и треће године докторских студија боравио је у иностранству на University of Westminster, London, UK, у оквиру програма за размену студената докторских студија. У Лондону, под руководством др Ђурађа Будимира, reader, и др Наташе Нешковић, наставио је истраживачки рад везан за микроталасне појачаваче снаге и микроталасна пасивна кола, а започео је рад на проучавању графена и његовој потенцијалној примени у микроталасним колима. Кандидат је у Лондону започео и сарадњу у вези са проучавањем графена са др Анђелијом Илић, научним сарадником Института за физику. Од почетка докторских студија кандидат је био заинтересованији за област истраживања која је ближа модулу Микроталасна техника. Стога је након три године, односно након повратка из Велике Британије, кандидат прешао са модула Телекомуникације на модул Микроталасна техника и наставио докторске студије према плану који је договорен са др Наташом Нешковић и др Миланом Илићем, ванредним професором. Потребне додатне испите на модулу Микроталасна техника положио је такође са највишом оценом. Под руководством др Милана Илића наставио је истраживачки рад у вези са микроталасним појачавачима снаге. Додатно, кандидат је озбиљније почео са истраживањем у вези са моделовањем пасивних компоненти и комбиновањем различитих врста софтверских алата како би се добили што тачнији резултати симулација.

Кандидат Бранко Буквић је 28. октобра 2015. године пријавио тему за израду докторске дисертације под радним насловом „Реконфигурабилни и подесиви ефикасни појачавачи снаге за предајнике четврте генерације“. Комисија за студије III степена размотрила је предлог теме за израду докторске дисертације и 3. новембра 2015. године упутила Наставно-научном већу предлог за именовање Комисије за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације. Наставно-научно веће Електротехничког факултета именovalo је Комисију за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације на седници одржаној 10. новембра 2015. године (Одлука бр. 5021/11-1 од 17. новембра 2015. године), у саставу

- др Антоније Ђорђевић, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет,
- др Наташа Нешковић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет, и
- др Ђурађ Будимир, reader, University of Westminster, London, United Kingdom.

За ментора је предложен

- др Милан Илић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет.

Јавна усмена одбрана предложене теме докторске дисертације обављена је 27. новембра 2015. године на Електротехничком факултету у Београду, пред комисијом у саставу

- др Антоније Ђорђевић, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет,
- др Наташа Нешковић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет, и
- др Ђурађ Будимир, reader, University of Westminster, London, United Kingdom.

На усменој одбрани физички су били присутни чланови Комисије др Антоније Ђорђевић и др Ђурађ Будимир. Члан Комисије др Наташа Нешковић била је присутна путем видео-конференцијске везе. Комисија је закључила да је кандидат на јавној усменој одбрани предложене теме докторске дисертације добио оцену „задовољно“. Комисија је подржала предлог да ментор докторске дисертације буде др Милан Илић, ванредни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду. Комисија је предложила да се наслов теме измени у „**Реконфигурабилни и подесиви ефикасни појачавачи снаге за предајнике телекомуникационих уређаја**“, с обзиром на то да се рад односи на појачаваче снаге у телекомуникационим уређајима уопште, са циљем да буду применљиви и у телекомуникационим системима четврте генерације.

Наставно-научно веће Електротехничког факултета усвојило је извештај Комисије за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације на седници одржаној 19. јануара 2016. године. Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације Бранка Буквића, под насловом „**Реконфигурабилни и подесиви ефикасни појачавачи снаге за предајнике телекомуникационих уређаја**“, на седници одржаној 19. јануара 2016. године (Одлука бр. 61206-532/2-16 од 8. фебруара 2016. године).

Бранко Буквић је 6. септембра 2016. године предао на преглед и оцену докторску дисертацију под насловом „Реконфигурабилни и подесиви ефикасни појачавачи снаге за предајнике телекомуникационих уређаја“. Комисија за студије III степена потврдила је 11. октобра 2016. године испуњеност потребних услова за подношење предлога Наставно-научном већу Електротехничког факултета за именовање Комисије за преглед и оцену

докторске дисертације. Наставно-научно веће Електротехничког факултета именовало је Комисију за преглед и оцену докторске дисертације на седници одржаној 1. новембра 2016. године (Одлука бр. 5021/11-3 од 9. новембра 2016. године), у саставу

- др Милан Илић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет (ментор),
- др Антоније Ђорђевић, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет,
- др Ђурађ Будимир, reader, University of Westminster, London, United Kingdom,
- др Наташа Нешковић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет, и
- др Лазар Сарановац, ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет.

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација припада области Електромагнетика, антене и микроталаси, за коју је матичан Електротехнички факултет Универзитета у Београду. Именовани ментор докторске дисертације, др Милан Илић, ванредни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду, активно се бави истраживањем из наведене научне области и из ње има укупно 23 публикована рада у часописима са *SCI* листе [радови наведени у *Thomson Reuters* (<http://ip-science.thomsonreuters.com>) *Journal Citation Reports (JCR)* листи, тј. часописи који имају *impact factor*], од којих је 21 рад објављен у последњих 10 година.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Бранко М. Буквић је рођен 14. марта 1986. године у Чачку. Основну школу је завршио у Лучанима, одакле је и родом, а средњу електротехничку школу у Чачку, обе као носилац Вукове дипломе.

Електротехнички факултет Универзитета у Београду уписао је 2005. године. Дипломирао је 14. октобра 2009. године на Одсеку за електронику, са просечном оценом 9,54, по четворогодишњем студијском програму. Дипломски рад под насловом „Пренос сигнала помоћу *Zig bee* standarda“ одбранио је са оценом 10.

Дипломске академске – мастер студије на Одсеку за електронику, на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, уписао је 2009. године. Мастер студије је завршио 14. септембра 2011. године са просечном оценом 10,0, по једногодишњем студијском програму. Мастер рад под насловом „Развој мрежног комуникационог контролера за примену код система за контролу индустријских процеса“ одбранио је са оценом 10.

Докторске академске студије Електротехнике и рачунарства, модул Телекомуникације, на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, уписао је 2011. године. Године 2012. отишао је на двогодишњу студентску размену у иностранство на University of Westminster у Лондону. Током тог периода на модулу Телекомуникације положио је све испите са просечном оценом 10,0. По доласку из иностранства прешао је на модул Микроталасна техника, где је положио све испитне обавезе са просечном оценом 10,0. Тренутно је запослен у фирми ИМТЕЛ Комуникације, где се бави проучавањем и пројектовањем микроталасних активних и пасивних кола.

До сада је објавио један рад у међународном часопису категорије M21, један рад у међународном часопису категорије M22, два рада у међународним часописима категорије M23, три рада на међународним конференцијама (M33) и два рада на домаћим конференцијама (M63).

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација под насловом „Реконфигурабилни и подесиви ефикасни појачавачи снаге за предајнике телекомуникационих уређаја“ има укупно 104 стране. 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

- Насловна страна на српском (1 страна) и енглеском језику (1 страна),
- страна са информацијама о ментору и члановима комисије (1 страна),
- страна са изјавом захвалности (1 страна),
- стране са подацима о докторској дисертацији на српском језику (2 стране) и енглеском језику (2 стране),
- садржај (1 страна),
- текст рада по поглављима:
 1. Увод (3 стране),
 2. Теоријска анализа микроталасних појачавача снаге (25 страна),
 3. Појачавачи снаге за микроталасне фреквенције (44 стране),
 4. Примена графена у микроталасним колима (12 страна),
 5. Закључак (5 страна),
- списак литературе (5 страна) и
- биографија аутора (1 страна).

Дисертација садржи 65 слика, једну табелу и 27 нумерисаних једначина. Списак литературе садржи 50 библиографских јединица.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У првом поглављу (Увод) дато је кратко објашњење принципа рада савремених телекомуникационих система, односно указано је на постојећу тенденцију да се што већи број компоненти у телекомуникационим системима (нпр. модулатори, демодулатори, филтри) замени програмским кодом (софтвером). То се остварује увођењем нових стандарда, као што су софтверски дефинисани радио и когнитивни радио. Управо због тога, указано је на значај развоја и усавршавања аналогних кола, пре свега појачавача снаге, у модерним и будућим телекомуникационим системима, зато што се они не могу заменити одговарајућим еквивалентним делом програма. У Уводу је представљен још један начин за побољшање карактеристика телекомуникационих система – употреба графена у микроталасним колима.

У другом поглављу (Теоријска анализа микроталасних појачавача снаге) дата је анализа рада класа појачавача које се најчешће користе на микроталасним фреквенцијама. На почетку поглавља дат је кратак преглед типова транзистора који се користе за реализацију појачавача на микроталасним фреквенцијама. Затим су представљене класе рада појачавача А, Б, Ф, Е и Ј. У овом поглављу објашњена је идеја о таласном обликовању сигнала (*waveform engineering*) у циљу побољшања ефикасности. Такође, дата је идеја за увођење класе Ј и кратко су објашњене основне особине ове класе, које јој дају предност у савременим телекомуникационим системима у односу на већ поменуте класе А, Б, Ф и Е.

На почетку трећег поглавља (Појачавачи снаге за микроталасне фреквенције) дате су основне идеје о дизајну појачавача који могу да раде на више фреквенцијских опсега. Затим су представљени дизајн и реализација три типа појачавача развијених у оквиру студијског истраживачког рада. Први, реконфигурабилни појачавач дизајниран је и реализован да ради на два фреквенцијска опсега: 2,95 GHz и 3,25 GHz. Други, тјунабилни (подесиви) појачавач дизајниран је да ради на било којој фреквенцији између 1,4 GHz и 2 GHz. У оквиру дизајна тог појачавача дате су корисне смернице у вези са комбинованим коришћењем различитих типова софтверских алата, што је неопходно у циљу постизања што тачнијих резултата симулација. Објашњено је и оптимално моделовање различитих компоненти појачавача у одговарајућим софтверским алатима. За трећи представљени тип појачавача, појачавач у класи J, најпре је дата теоријска анализа рада појачавача у тој класи. Та анализа је нова и другачија је од оне преузете из литературе (укратко дате у другом поглављу). Новоразвијена теорија искоришћена је у дизајнирању и реализацији два појачавача у класи J. Мерењем на фабрикованим прототиповима тих појачавача, новоразвијена теорија је успешно верификована. Осим тога, установљено је одлично слагање резултата мерења и резултата симулација за сва три типа појачавача.

У четвртном поглављу (Примена графена у микроталасним колима) најпре је изложена теорија у вези са електричном површинском проводношћу графена. Формуле за електричну површинску проводност графена су директно преузете из литературе, тако да су у овом делу дисертације само изложени резултати анализе тих формула. Показано је како је помоћу екстерног електричног или магнетског поља могуће мењати проводност графена (тзв. поларизација графена). После тога, представљено је микроталасно коло (прекидачки елемент) које користи могућност примене електричне поларизације графена како би се контролисало стање прекидача (отворен/затворен). Тај прекидач је реализован у микротракастој технологији. Дата је основна идеја и представљени су дизајн и примена у колу реконфигурабилног појачавача. Други пример примене графена на микроталасним фреквенцијама користи могућност магнетске поларизације графена. У том примеру дизајнирано је прекидачко резонантно коло у техници копланарног таласовода. Сви резултати у овом поглављу дати су кроз симулације.

У петом поглављу (Закључак) дат је кратак приказ свега урађеног у дисертацији, наведени су основни доприноси дисертације и дати су правци могућег даљег истраживања.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Развој телекомуникационих система у последњој деценији је био потпомогнут развојем мобилне телефоније која је обезбеђивала велико тржиште за имплементацију нових решења. Повећавањем броја корисника, као и све већим захтевима постојећих корисника, тржиште мобилне телефоније је одговарало константним унапређењем својих услуга и додавањем нових. Све ово је омогућено кроз увођење нових стандарда који су се ослањали на константан развој хардвера и софтвера који се користио у мобилним телекомуникационим системима.

Квалитетно моделовање пасивних и активних микроталасних кола је кључно за даљи развој хардвера у телекомуникационим системима. Побољшање софтверских алата за анализу микроталасних компоненти и кола, као и убрзавање симулација омогућили су даљи развој у моделовању микроталасних кола. Посебно велику пажњу заузима моделовање активних компоненти (транзистора) које омогућава веома прецизно и тачно моделовање појачавача. Ово је довело до повећаног коришћења класа/конфигурација које су сложеније за моделовање и осетљивије на грешку у дизајну, нпр. класа Φ или Дохерти (Doherty) конфигурација. Употребом нових класа појачавача (нпр. класа J), поправљају се одређене

карактеристике телекомуникационих система, али се такође проширује теоријско и практично знање о самом раду појачавача. На крају, употреба нових материјала (графена) отвара могућности за побољшање карактеристика постојећих микроталасних кола. Такође, због својих карактеристика у веома широком фреквенцијском опсегу (опсег од микроталасних до терахерцних фреквенција), употреба графена потенцијално омогућава стварање нових телекомуникационих система који би радили на до сада неупотребљаваним фреквенцијским опсезима (који до сада нису били у употреби из комерцијалних или технолошких разлога).

Оригиналност своје дисертације кандидат је потврдио на најбољи могући начин – објављивањем четири рада у међународним часописима, од којих је један категорије M21, други категорије M22, а трећи и четврти су категорије M23. Кандидат је првопотписани на раду категорије M22 и на оба рада категорије M23, а другопотписани је на раду категорије M21.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У раду је коришћена литература из области микроталасне технике, електромагнетике, микроталасних појачавача снаге и графена, полазећи од основних референци, па све до најновијих радова у врхунским међународним часописима. На основу тих референци, оригинални научни доприноси, до којих је кандидат дошао у дисертацији, стављени су у коректан контекст.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Кандидат је у раду успешно користио више различитих поступака. Најпре је увидом у литературу, у сарадњи са ментором, дошао до закључака о потреби и адекватности ефикасног и тачног моделовања активних и пасивних компоненти у микроталасним колима. Због непостојања универзалне софтверске платформе, кандидат је одлучио да користи више различитих типова софтверских алата за нумеричке симулације појединачних ефеката; за моделовање пасивних кола коришћен је софтвер базиран на пуноталасној анализи електромагнетског поља, док је за моделовање нелинеарности активних компоненти коришћен софтвер базиран на анализи електричних кола. Постоји велика потреба за што бржим и тачнијим моделовањем активних и пасивних микроталасних кола, тако да је то веома популарна и актуелна тема.

Код пројектовања појачавача кандидат је користио озбиљну аналитичку припрему и самостално је развио нову теорију рада појачавача у класи J. Применом развијене теорије, кандидат је дизајнирао више различитих појачавача. Кандидат је самостално пројектовао и фабриковао четири појачавача. У лабораторији је измерио њихове релевантне параметре које је поредио са онима добијеним нумеричким симулацијама.

Иако је проучавање графена примарно област физике, полако своје место узимају и истраживачи из микроталасне технике, електромагнетике и сличних инжењерских области. Кандидат је самостално, полазећи од основних електричних особина графена, које су преузете из радова публикованих из области физике, пројектовао неколико прекидачких елемената који се могу користити у микроталасним колима различитих структура. У циљу проширења потенцијалне области примене графена, кандидат је моделовао графенски прекидач и имплементирао га у реконфигурабилном појачавачу. Критички сагледавши резултате симулација, кандидат је верификовао тачност и ефикасност предложеног метода коришћења графена на микроталасним фреквенцијама.

На крају, кандидат је критички анализирао предности и мане свих предложених и имплементираних нових формулација и дао смернице за наставак истраживања.

3.4. Применљивост остварених резултата

Везивање прекидачког или тјунабилног елемента у улазно коло за прилагођење применљиво је у пројектовању произвољних појачавача, у циљу постизања рада на више фреквенцијских опсега.

Нова теорија у вези са појачавачима у класи J, коју је кандидат развио у својој дисертацији и која је експериментално верификована, омогућава једноставно пројектовање ефикасних појачавача снаге у класи J. Експлицитно развијене формуле и новопредложена дизајн крива олакшавају и поједностављују избор оптималних параметара при пројектовању појачавача, гарантујући унапред изабрану високу ефикасност.

У оквиру студијског истраживачког рада кандидата, описано је коришћење софтверских алата заснованих на анализи електричних кола и пуноталасној електромагнетској анализи применом метода момената и метода коначних елемената. Представљена је анализа тачности и ограничења појединих метода и модела, а дата су и упутства за адекватно комбиновање више алата (који користе различите методе) у циљу добијања што тачнијих резултата симулација. Детаљни описи и студије случаја исправне комбиноване примене различитих софтверских алата од велике су користи свим истраживачима, инжењерима и пројектантима који се баве активним и пасивним микроталасним колима.

Теоријска анализа у вези са употребом графена у микроталасним колима отвара могућности побољшања постојећих и прављење нових кола. Једноставност изложене теорије дозвољава њену даљу надоградњу и мењање, у складу са новим резултатима који ће се у будућности појављивати.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат је у свом целокупном досадашњем раду показао особине неопходне за научноистраживачки рад, као што су: разумевање и проширивање теоријских концепата, самостално проучавање стручне литературе, оригиналност, аналитичко извођење, нумеричко моделовање, пројектовање коришћењем савремених софтверских алата, фабрикација лабораторијских прототипова, мерење у лабораторији и критичка анализа добијених резултата.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Оригинални научни допринос дисертације обухвата:

- Проширење теорије пројектовања појачавача снаге у класи J засновано на новим једноставним формулама које дефинишу ефикасност појачавача у класи J.
- Дефинисање нове дводимензионе (2-D) дизајн криве за избор оптималних параметара појачавача у класи J који обезбеђују унапред дефинисану ефикасност.
- Развој методологије пројектовања појачавача на микроталасним фреквенцијама комбиновањем софтверских алата заснованих на методима анализе електричних кола и методима пуноталасне електромагнетске анализе која обезбеђује одлично слагање резултата симулација и резултата мерења.
- Моделовање пасивних компоненти и уврштање добијених резултата у симулације.
- Израда прототипова реконфигурабилног појачавача снаге, тјунабилног појачавача снаге и два појачавача снаге у класи J применом предложених метода и нове развијене теорије.

- Анализа могућности коришћења графена у реконфигурабилним микроталасним колима.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Коришћењем комбинације софтверских алата, заснованих на пуноталасној електромагнетској анализи и анализи електричних кола, добијени су резултати симулација чија је тачност верификована мерењем на фабрикованим прототиповима (пасивна микроталасна кола и микроталасни појачавачи). Део резултата у вези са овим истраживањем објављен је у [8].

Дато је неколико предлога за реализацију појачавача који могу да раде на више фреквенцијских опсега и објашњена је идеја везивања прекидачких и тјунабилних елемената у улазно коло за прилагођење појачавача. Резултати у вези са овим истраживањем објављени су у [5, 9, 10]. Следећи ту идеју, пројектована су два појачавача: реконфигурабилни и тјунабилни. Оба појачавача су фабрикована и њихови параметри су измерени у лабораторији. Резултати мерења одлично су се сложили са резултатима симулација.

По први пут у свету изложена је поједностављена теорија рада појачавача у класи J. Део овог истраживања објављен је у [2]. Новоразвијена теорија разликује се од стандардне, широко прихваћене теорије. У оквиру ње су изведене основне формуле које описују рад појачавача у класи J и дата је нова дизајн крива која дефинише основне параметре појачавача за унапред задату ефикасност рада. У склопу истраживачког рада, та нова теорија је искоришћена у пројектовању два појачавача. Пројектовани појачавачи су фабриковани и њихови релевантни параметри су измерени у лабораторији. Измерени резултати су потврдили валидност новопредложене теорије. Додатно, изведене су симулације како би се линеарне карактеристике појачавача, као елемента телекомуникационог система, упоредиле са сличним појачавачима из литературе. У тим симулацијама коришћени су сигнали добијени модерним модулационим техникама, QAM16 и OFDM. Добијени резултати симулација показали су да су карактеристике појачавача пројектованих у дисертацији сличне или боље од оних из доступне литературе.

У оквиру дела дисертације који се бави проучавањем графена дата је основна анализа површинске електричне проводности графена. По први пут у свету предложена су једноставна решења за коришћење графена у микроталасним колима на фреквенцијама испод 10 GHz; до сада је највећи део истраживања примене графена био на веома високим фреквенцијама, од неколико стотина GHz, до неколико THz. У дисертацији су дате основне идеје пројектовања микроталасних кола са графеном и приказана су два таква примера. Због значајно великог реалног дела површинске проводности у односу на имагинарни део, на примењеним фреквенцијама губици у графену нису занемариви. Због тога су дизајнирана кола прекидачког карактера. Прво коло је дизајнирано у микротракастој технологији и користи електричну поларизацију графена за контролу стања прекидача. У циљу показивања подручја примене, то прекидачко коло је везано у улазно коло реконфигурабилног појачавача. Пуноталасним електромагнетским симулацијама потврђена је исправност рада прекидача, а симулацијама електричног кола показана је могућност промене радне фреквенције реконфигурабилног појачавача. Други пример је микроталасни резонаторски прекидач чије се стање контролише магнетском поларизацијом графена. Резултати овог истраживања објављени су у [3, 4]. Резултати симулација добијени помоћу софтвера за пуноталасну електромагнетску анализу показали су да се резонантно коло може искључити/укључити помоћу екстерног магнетског поларизационог поља. Део истраживања у вези са електричном поларизацијом графена објављен је у [1, 6], а додатни резултати у вези са магнетском поларизацијом графена објављени су у [7].

4.3. Верификација научних dopриноса

Научни dopриноси дисертације верификовани су следећим радовима

Категорија M21:

- [1] A. Ž. Ilić, **B. Bukvić**, M. M. Ilić, D. Budimir, "Graphene-based waveguide resonators for submillimeter-wave applications," *Journal of Physics D: Applied Physics*, vol. 49, Jul. 2016. (DOI: 10.1088/0022-3727/49/32/325105, IF_{za 2015}. 2.772, kategorija M21)

Категорија M22:

- [2] **B. Bukvić**, M. Ilić, "Simple Design of a Class-J Amplifier with Predetermined Efficiency," *IEEE Microwaves and Wireless Components Letters*, volume 26, issue 9, 2016. (DOI: 10.1109/LMWC.2016.2597228., IF_{za 2015}. 1.599, kategorija M22)

Категорија M23:

- [3] **B. Bukvic**, D. Budimir, "Reconfigurable matching networks for RF amplifiers," *Microwave and Optical Technology Letters*, vol. 57, issue 6, pp. 1487–1491, 27 Mar. 2015. (DOI: 10.1002/mop.29126, IF_{za 2015}. 0.545, kategorija M23)
- [4] **B. Bukvic**, D. Budimir, "Magnetically Biased Graphene-Based Switches for Microwave Applications," *Microwave and Optical Technology Letters*, vol. 57, issue 12, pp. 2956–2958, Dec. 2015. (DOI: 10.1002/mop.29468, IF_{za 2015}. 0.545, kategorija M23)

Категорија M33:

- [5] **B. Bukvic**, D. Budimir, N. Neskovic, "Reconfigurable matching networks for wireless transmitters," *Antennas and Propagation Society International Symposium (APSURSI)*, Orlando FL, USA, pp. 796–797, 7–13 July 2013.
- [6] N. Mohottige, **B. Bukvic**, D. Budimir, "Reconfigurable E-plane waveguide resonators for filter applications," *44th European Microwave Conference (EuMC)*, Rome, Italy, pp. 299–302, 6–9 Oct. 2014.
- [7] **B. Bukvic**, U. Jankovic and D. Budimir, "A magnetically biased graphene based CPW switch for microwave applications," *IEEE International Symposium on Antennas and Propagation & USNC/URSI National Radio Science Meeting*, Vancouver, BC, pp. 1656–1657, 2015.
- [8] **B. Bukvic**, A. Ilic, M. M. Ilic, "Comparison of approximate and full-wave electromagnetic numerical modeling of microstrip matching networks," *2015 International Conference on Electromagnetics in Advanced Applications (ICEAA)*, pp. 76–79, 7–11 Sept. 2015.

Категорија M63:

- [9] **B. Bukvic**, N. Neskovic, D. Budimir, "Reconfigurable RF power amplifiers for wireless transmitters," *20th Telecommunications Forum (TELFOR)*, Belgrade, Serbia, pp. 373–375, 20–22 Nov. 2012.
- [10] J. Mijuskovic, **B. Bukvic**, N. Neskovic, N. Males-Ilic, D. Budimir, "Compensation of nonlinear distortion in RF power amplifiers by injection for LTE applications," *22nd Telecommunications Forum (TELFOR)*, Belgrade, Serbia, pp. 352–355, 25–27 Nov. 2014.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу изложеног, комисија констатује да докторска дисертација **Бранка М. Буквића**, мастер инжењера електротехнике и рачунарства, под насловом „**Реконфигурабилни и подесиви ефикасни појачавачи снаге за предајнике телекомуникационих уређаја**“, испуњава све формалне и суштинске услове предвиђене Законом о високом образовању, као и прописима Универзитета у Београду и Електротехничког факултета.

Докторска дисертација Бранка Буквића садржи научне доприносе који се, пре свега, састоје у развоју новог метода за дизајн микроталасних појачавача, у проширењу теорије у вези са појачавачима у класи J и у анализи потенцијалне употребе графена у микроталасним колима. Осим тога, развијени су методи за ефикасно и тачно моделовање пасивних компоненти, као и за комбиновано коришћење софтверских алата различитих типова у циљу што бржег постизања што тачнијих резултата. Главни резултати истраживања приказани су у радовима [2], [3] и [4] објављеним у међународним часописима, од којих је један категорије M22, а друга два категорије M23, где је кандидат првопотписани. Додатно истраживање приказано је у раду [1] категорије M21, где је кандидат другопотписани. Остварени научни резултати омогућавају реализовање и даљи развој микроталасних кола за телекомуникационе системе. Током целокупне израде докторске дисертације кандидат је показао несумњиву способност за самосталан научноистраживачки рад.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета да се докторска дисертација под насловом „**Реконфигурабилни и подесиви ефикасни појачавачи снаге за предајнике телекомуникационих уређаја**“ кандидата **Бранка М. Буквића**, мастер инжењера електротехнике и рачунарства прихвати, изложи на увид јавности и упуту на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

Београд, 20. новембар 2016. године.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



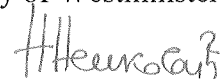
др Милан Илић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



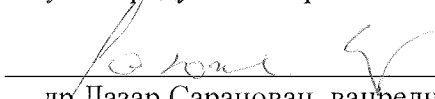
др Антоније Ђорђевић, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Ђурађ Будимир, reader
University of Westminster, London, UK



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



др Лазар Сарановац, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет