

УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ
ЕЛЕКТРОНСКИ ФАКУЛТЕТ

Александра Медведева 14 · Поштански фах 73
18000 Ниш · Србија
Телефон 018 529 105 · Телефакс 018 588 399
E-mail: efinfo@elfak.ni.ac.rs; http://www.elfak.ni.ac.rs
Текући рачун: 840-1721666-89; ПИБ: 100232259



UNIVERSITY OF NIŠ
FACULTY OF ELECTRONIC ENGINEERING

Aleksandra Medvedeva 14 · P.O. Box 73
18000 Niš - Serbia
Phone +381 18 529 105 · Fax +381 18 588 399
E-mail: efinfo@elfak.ni.ac.rs
http://www.elfak.ni.ac.rs

ДЕКАН

03.10.2019. године

О Б А В Е Ш Т Е Њ Е
НАСТАВНИЦИМА И САРАДНИЦИМА ЕЛЕКТРОНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Докторска дисертација кандидата дипл. инж. Милоша Костића под насловом „Развој нумеричких модела за ефикасну карактеризацију дисперзивних и генералних анизотропних електромагнетских структура у микроталасном опсегу фреквенција“ и Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације доступни су на увид јавности у електронској верзији на званичној интернет страници Факултета и налазе се у штампаном облику у Библиотеци Електронског факултета у Нишу и могу се погледати до 02.11.2019. године.

Примедбе на наведени извештај достављају се декану Електронског факултета у Нишу у напред наведеном року.

Председник Наставно-научног већа
ЕЛЕКТРОНСКОГ ФАКУЛТЕТА У НИШУ

Декан
Проф. др Драган Манчић



ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ**ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ**

Презиме, име једног родитеља и име	Костић Драгиша Милош
Датум и место рођења	11.08.1989. године, Ниш

Основне студије

Универзитет	Универзитет у Нишу
Факултет	Електронски факултет у Нишу
Студијски програм	Телекомуникације (Комуникационе и информационе технологије)
Звање	Дипломирани инжењер електротехнике за телекомуникације
Година уписа	2008.
Година завршетка	2013.
Просечна оцена	9,44

Мастер студије, магистарске студије

Универзитет	
Факултет	
Студијски програм	
Звање	
Година уписа	
Година завршетка	
Просечна оцена	
Научна област	
Наслов завршног рада	

Докторске студије

Универзитет	Универзитет у Нишу
Факултет	Електронски факултет у Нишу
Студијски програм	Електротехничко и рачунарско инжењерство, модул: Телекомуникације
Година уписа	2013.
Остварен број ЕСПБ бодова	440
Просечна оцена	10

НАСЛОВ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Наслов теме докторске дисертације	Развој нумеричких модела за ефикасну карактеризацију дисперзивних и генералних анизотропних електромагнетских структура у микроталасном опсегу фреквенција
Име и презиме ментора, звање	др Небојша Дончов, редовни професор Електронског факултета у Нишу
Број и датум добијања сагласности за тему докторске дисертације	НСВ број: 8/20-01-003/19-012 Датум: 01.04.2019.

ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Број страна	140
Број поглавља	8
Број слика (шема, графикона)	60
Број табела	5
Број прилога	0
Број библиографских јединица	59

**ПРИКАЗ НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КАНДИДАТА
који садрже резултате истраживања у оквиру докторске дисертације**

Р. бр.	Аутор-и, наслов, часопис, година, број волумена, странице	Категорија
1	<p>Miloš Kostić, Nebojša S. Dončov, Zoran Stanković, John Paul, "Efficient TLM-based approach for compact modeling of anisotropic materials and composites", <i>Applied Computational Electromagnetics Society (ACES) Journal</i>, Volume 34, Number 1 (January 2019), pp. 1-10, 2019.</p> <p>Предложен је приступ за компактно моделовање анизотропних средина употребом Z-TLM метода. Танак анизотропни вишеслојни материјал је ефикасно описан кроз процедуру повезивања између две ћелије Z-TLM мреже, коришћењем параметара расејања за креирање компактног модела на бази дигиталног филтра. Модел је инкорпорисан у неуниформну TLM мрежу која је дата у форми која је потпуно у складу са оригиналним алгоритмом Z-TLM метода. Прецизност и ефикасност компактног модела је потврђена на пар примера кроз поређење са резултатима добијених фином мрежом.</p>	M23
2	<p>Miloš Kostić, Nebojša Dončov, Zoran Stanković, John Paul, "Numerical Compact Modeling Approach of Dispersive Magnetolectric Media Based on Scattering Parameters", <i>Facta Universatis, Series: Electronics and Energetics</i>, accepted paper, 2019.</p> <p>Приступ компактног моделовања на бази Z-TLM метода за дисперзивне средине које испољавају магнетоелектрични ефекат је представљен у овом раду. Репрезентација разматране средине је креирана у форми компактног модела изведеног на основу екстракције ефективних електромагнетских параметара из параметара расејања и његовом имплементацијом у неуниформну TLM мрежу. Представљени приступ је илустрован на примеру моделовања дисперзивне изотропне хиралне средине.</p>	M24
3	<p>Miloš Kostić, Nebojša S. Dončov, Zoran Stanković, "TLM Method with Z-transforms, efficient tool for dispersive anisotropic structures modelling", in <i>Proceedings of the 49th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies – ICESS 2014</i>, Niš, June 25-27, 2014, Serbia, Vol.1, pp.139-142, ISBN: 978-86-6125-108-5.</p> <p>Ефикасни приступ за моделовање дисперзивних анизотропних структура је разматран у овом раду. Приступ користи метод моделовања помоћу електричних водова (TLM) базиран на Z трансформацијама како би се урачунале дисперзивне карактеристике анизотропних структура у временском домену. Развијен TLM код је употребљен за имплементацију приступа и примену на анизотропни проводни композит од карбонског влакна. Прецизност и ефикасност приступа прво су илустровани на поједностављеном случају када је анизотропна електрична проводност карбонског влакна фреквенцијски независна, кроз поређење са постојећим аналитичким решењем. Затим, Drude-ов модел је употребљен како би се укључило дисперзивно понашање проводности и размотрио њен утицај на карактеристике рефлексије и трансмисије материјала од карбонског влакна.</p>	M33
4	<p>Miloš Kostić, Nebojša S. Dončov, Biljana Stošić, Bratislav Milovanović, "Compact TLM Model of Dispersive Anisotropic Carbon-fiber Material", in <i>Proceedings of the 2nd International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering - IcETRAN 2015</i>, Silver Lake, Serbia, June 8-11, 2015, pp.MT11.5.1-6, ISBN: 978-86-80509-71-6, COBISS.SR-ID 217144076, Best Young Researcher's Paper Award.</p> <p>Компактни модел, базиран на методу моделовања помоћу електричних водова са Z трансформацијама, је развијен како би се ефикасно описао танак панел материјала од карбонског влакна. Приступ користи дигитални филтар да укључи кофесицијенте расејања панела без потребе за коришћењем fine мреже да би се описала дебљина материјала. Анизотропна електрична проводност материјала од карбонског влакна третирана је као фреквенцијски зависан параметар и њено дисперзивно понашање је имплементирано употребом Drude-овог модела. Прецизност модела и ефикасност су потврђени кроз поређење са резултатима добијеним фином TLM мрежом.</p>	M33
5	<p>Tatjana Asenov, Miloš Kostić, Nebojša S. Dončov, Bratislav Milovanović, "Z-TLM Method Simulation of Left-Handed Metamaterials Based on Retrieved Effective Parameters", in <i>Proceedings of the 2nd International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering - IcETRAN 2015</i>, Silver Lake, Serbia 2015, pp.MT11.7.1-5, ISBN: 978-86-80509-71-6, COBISS.SR-ID 217144076.</p> <p>У овом раду симулирана је тзв. left-handed метаматеријал (LH MTM) структура применом TLM метода са Z трансформацијама. Фреквенцијски зависни ефективни параметри LH MTM структуре су добијени из њених S параметара и затим имплементирани у TLM метод кроз итеративни модел у временском домену употребом Vector Fitting метода и технике билинеарне Z трансформације. Прецизност и стабилност приступа су верификоване остваривањем доброг поклапања између аналитичких и симулираних резултата.</p>	M33
6	<p>Miloš Kostić, Biljana Stošić, Nebojša S. Dončov, John Paul, "Efficient simulation of thin anisotropic conductive materials by using digital filter-based TLM method", in <i>Proceedings of the 2015 International Conference on Electromagnetics in Advanced Applications - ICEAA 2015 (17th Edition)</i>, pp. 1268-1271, Torino, Italy, November 19-21, 2015, ISBN: 978-1-4799-7805-2, IEEE Catalog Number: CFP1568B-USB, DOI: 10.1109/ICEAA.2015.7297322</p> <p>У овом раду, техника дигиталног филтра је употребљена за ефикасно моделовање танког анизотропног проводног материјала. Одговарајући дигитални филтер је развијен да укључи параметре расејања анизотропног проводног панела што омогућава моделовање присуства панела без потребе за описивањем његове дебљине панела. Филтер је имплементиран у Z-TLM метод. Пример композитног материјала од карбонског влакна са фреквенцијски независном анизотропном проводношћу је употребљен како би потврдила прецизност и ефикасност представљеног приступа.</p>	M33
7	<p>Miloš Kostić, Nebojša S. Dončov, Zoran Stanković, Tatjana Asenov, "3-D Z-TLM Modeling of Dispersive Lossy Metamaterial Structures Described by Scattering Parameters", in <i>Proceedings of the 3rd International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering - IcETRAN 2016</i>, Zlatibor, Serbia, June 13-16, 2016, pp.MT12.7.1-4, ISBN: 978-86-7466-618-0.</p> <p>Претходно развијени приступ, базиран на једнодимензијалном (1-D) TLM методу са Z трансформацијама, за ефикасно представљање дисперзивне метаматеријал структуре са губицима, базирано на ефективним параметрима изведеним преко матрице расејања, је проширен у овом раду за тродимензионални (3-D) случај. Диелектрични узорак на бази split ring резонатора (SRR), који испољава двоструке негативне параметре метаматеријала (MM) у THz-ном фреквенцијском опсегу, је употребљен да потврди прецизност и стабилност 3-D приступа. Ефективна пермитивност и пермеабилност метаматеријал узорка, екстраховане из S параметара, показују различите фреквенцијске зависности као што су негативни реални делови на различитим фреквенцијама и различити губици, самим тим два временски дискретна модела су неопходна да би се прецизно описало понашање узорка у разматраном фреквенцијском опсегу. Представљени приступ се може употребити за ефикасно пројектовање било ког уређаја на бази метаматеријал структура јер омогућава да се нумерички истражи како промене ефективних параметара структуре утичу на њене параметре расејања у радном фреквенцијском опсегу.</p>	M33

<p>Nebojša S. Dončov, Miloš Kostić, Zoran Stanković, "Compact numerical models for efficient representation of EM field propagation through dispersive and anisotropic media", in <i>Proceedings of the 5th International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering - IcETRAN 2018</i>, Palić, Serbia, June 11 – 14, 2018, pp.582-587, ISBN: 978-86-7466-752-1, COBISS.SR-ID 268605452, Invited paper.</p>	
<p>8 У раду су представљени компактни нумерички модели за ефикасно представљање простирања електромагнетског поља кроз дисперзивне и анизотропне средине. Ови модели инкорпорирани у TLM метод са Z трансформацијом омогућавају директно мапирање електромагнетских карактеристика разматране средине у временском домену како би се ефикасно анализирали њихови одзиви у прелазном и стационарном режиму рада. Као резултат, добијен је моћни нумерички алат за ефикасно дизајнирање било које електромагнетске структуре.</p>	M33
<p>9 Miloš Kostić, Nebojša S. Dončov, Biljana Stošić, Bratislav Milovanović "Digital Filter-based 1D TLM Model of Dispersive Anisotropic Conductivity Panel", <i>Serbian Journal of Electrical Engineering</i>, Vol. 13, No. 1, February 2016, Printed ISSN: 1451 – 4869, Online ISSN: 2217 – 7183, doi: 10.2298/SJEE1601001K Једнодимензионални (1D) метод на бази моделовања помоћу електричних водова са Z трансформацијама је примењен у овом раду како би омогућио ефикасну симулацију у временском домену танког дисперзивног анизотропног проводног панела. Користи се модел дигиталног филтра да укључи коефицијенте расејања панела на интерфејсу ове TLM ћелије како би се избегло фино моделовање дебљине панела. Верификација модела је урађена за панел сачињен од материјала од карбонског влакна чија је електрична проводност анизотропна и по претпоставци фреквенцијски зависна у складу са Drude-овим моделом. Резултати фине TLM мреже су употребљени како би се потврдила тачност модела.</p>	M52

НАПОМЕНА: уколико је кандидат објавио више од 3 рада, додати нове редове у овај део документа

ИСПУЊЕНОСТ УСЛОВА ЗА ОДБРАНУ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кандидат испуњава услове за оцену и одбрану докторске дисертације који су предвиђени Законом о високом образовању, Статутом Универзитета и Статутом Факултета.

ДА

У извештају Комисије за оцену испуњености критеријума за покретање поступка за пријаву докторске дисертације, покретању поступка за оцену и одбрану докторске дисертације на Електронском факултету у Нишу, у решењу број 07/03-011/19-007, од 23.08.2019. године, утврђено је да кандидат дипл. инж. Милош Костић, **ИСПУЊАВА** све предвиђене критеријуме за покретање поступка за оцену и одбрану докторске дисертације. Кандидат дипл. инж. Милош Костић доставио је Факултету доказ да је првопотписани аутор рада у часопису са SCI листе и да је првопотписани аутор рада објављеног у часопису који издаје Универзитет у Нишу. На основу наведеног, Комисија предлаже покретање поступка за оцену и одбрану докторске дисертације.

ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кратак опис појединих делова дисертације (до 500 речи)

Докторска дисертација кандидата дипл. инж. Милоша Костића изложена је на 140 страна текста А4 формата и садржи 60 слика и 5 табела. Дисертација је прецизно језички формулисана и организована у 8 поглавља која чине логичку целину. Дисертација садржи и кратак резиме написан на српском и енглеском језику, спискове табела и слика као и спискове коришћених скраћеница и симбола. Кратка биографија и листа публикација аутора дати су на крају дисертације.

У докторској дисертацији су представљена два начина за реализацију и имплементацију компактних нумеричких модела, употребом Z-TLM метода, за потребе ефикасног моделовања дисперзивних и генералних анизотропних електромагнетских структура у микроталасном фреквенцијском опсегу.

Уводна глава описује област истраживања докторске дисертације, проблематику као и значај теме истраживања. Такође, изложен је и кратак приказ садржине појединих поглавља која се налазе у наставку дисертације.

У другој глави описан је TLM метод моделовања, и извршено је поређење његових карактеристика са карактеристикама у литератури често коришћеног FDTD метода. У оквиру ове главе представљени су теоријски принципи и формулација Z-TLM метода који представља модификовану верзију TLM метода базираног на примени Z-трансформационих техника за инкорпорацију фреквенцијски зависних електромагнетских карактеристика средине у временски домен.

У трећој глави представљена је теоријска основа електромагнетских особина материјала уз појединачну анализу феномена нелинеарности, дисперзивности, магнетоелектричног ефекта, бианизотропије и генералне анизотропије. Поред тога као истакнути примери анизотропних материјала у овој глави представљене су структурне особине и карактеристике композитних и хиралних материјала и метаматеријала.

У четвртој глави дисертације поступно је представљен развој формулације Maxwell-ових једначина за неуниформну тродимензионалну Z-TLM мрежу. Развијена формулација се може применити за случај моделовања анизотропних, бианизотропних и генералних анизотропних материјала јер осим, просторно зависних, омогућује увођење и фреквенцијски зависних карактеристика материјала.

У петој глави кроз шест основних корака описан је приступ за развој компактних модела на бази дигиталних филтера за потребе посредног моделовања електромагнетских структура. На почетку главе представљене су 1D и 3D формулације, након чега је описан метод векторског фитовања (VF метода) који је искоришћен за апроксимацију електромагнетских карактеристика у фреквенцијском домену. Ефикасност и тачност развијеног компактнег модела илустрована је на примеру моделовања једнослојног симетричног панела анизотропног материјала и примеру моделовања асиметричног двослојног панела композита угљеничног влакна. Приступ је верификован поређењем резултата добијених применом Z-TLM метода са инкорпорираним компактним моделом у грубој нумеричкој мрежи и резултата добијених Z-TLM методом са примењеном фином нумеричком мрежом.

У шестој глави представљен је приступ развоја компактних TLM модела на бази дигиталних филтера за моделовање структура описаних само преко параметара расејања. Моделовање структура окарактерисаних само параметрима расејања омогућено је применом одговарајућег поступка екстракције за израчунавање ефективних електромагнетских параметара на основу утврђених параметара расејања. Овај приступ илустрован је и верификован на примеру моделовања јединичне ћелије метаматеријала и на примеру панела хиралног материјала. На крају шесте главе представљен је приступ за потенцијалну оптимизацију уређаја и склопова на бази дисперзивних и генералних анизотропних материјала приказан на примеру анализе јединичне ћелије метаматеријала.

У седмој глави представљени су закључци и сумирани главни доприноси дисертације, док је у осмој глави дат списак коришћене литературе.

ВРЕДНОВАЊЕ РЕЗУЛТАТА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Ниво остваривања постављених циљева из пријаве докторске дисертације (до 200 речи)

Кандидат је све постављене циљеве из пријаве теме докторске дисертације успешно остварио. Главни циљ да се изврши побољшање TLM метода базираног на примени Z-трансформационих техника, како кроз његову формулацију за општи случај неуниформне нумеричке мреже тако и кроз развој одговарајућих компактних модела, како би се омогућила његова ефикасна примена за карактеризација дисперзивних и генералних анизотропних електромагнетских структура, је остварен, што је илустровано и низом примера који су дати у дисертацији. Развијени модели на бази дигиталних филтера се лако инкорпорирају у Z-TLM метод и нуде или значајне

уштеде у погледу потребних рачунарских ресурса када је потребно само сагледати ефекат присуства разматраних структура, а не и директно моделовати структуру, или нуде могућност да се директно сагледа механизам простирања и расподеле електромагнетског поља унутар структура окарактерисаних само параметрима расејања. Приказани резултати и спроведене анализе указују на могућност коришћења овако побољшаног Z-TLM метода за пројектовање и оптимизацију микроталасних уређаја и склопова на бази дисперзивних и генералних анизотропних композитних материјала и представљају добру основу за даља истраживања у овој области.

Вредновање значаја и научног доприноса резултата дисертације (до 200 речи)

Докторска дисертација представља значајан допринос у области ефикасног моделовања дисперзивних и генералних анизотропних електромагнетских структура. Према оцени комисије, најзначајнији доприноси дисертације дипл. инж. Милоша Костића су:

- Модификација стандардне формулације Z-TLM метода за општи случај неунифорне нумеричке мреже у циљу оптималног моделовања дисперзивних и генералних анизотропних електромагнетских структура.
- Развој компактних модела на бази дигиталних филтара за ефикасно посредно моделовање геометријски малих, али са електромагнетског становишта битних, дисперзивних и анизотропних композита.
- Развој компактних модела за моделовање дисперзивних и анизотропних електромагнетских структура окарактерисаних само параметрима матрице расејања, на бази екстрахованих електромагнетских параметера, као и анализа простирања електромагнетског поља у тим структурама.
- Имплементација развијених формулација и компактних модела у нумерички солвер на бази Z-TLM метода коришћењем МАЛТАБ програмског окружења.

Резултати докторске дисертације приказани су у значајном броју научних радова објављених у једном међународном часопису са SCI листе, два домаћа часописа и зборницима са међународних конференција.

Оцена самосталности научног рада кандидата (до 100 речи)

Кандидат је у свом досадашњем научноистраживачком раду, као и раду на изради докторске дисертације испољио значајну самосталност пре свега у домену иницирања једног дела истраживања и извођења релевантних закључака на бази добијених нумеричких резултата, као и ефикасне имплементације развијених компактних модела коришћењем МАЛТАБ програмског окружења. При томе је кандидат имао и пуну подршку од стране истраживача Лабораторије за микроталасну технику и бежичне комуникације и Лабораторије за антене и простирања при Катедри за телекомуникације на Електронском факултету у Нишу, те објављени радови кандидата и поједини резултати из дисертације представљају резултат њиховог заједничког рада.

ЗАКЉУЧАК (до 100 речи)

Увидом у поднету докторску дисертацију дипл. инж. Милоша Костића, може се закључити да дисертација садржи оригиналне научне доприносе из области нумеричког моделовања композитних електромагнетских структура. Резултати истраживања су објављени у релевантним научним часописима, и представљају добру основу за будућа истраживања на пољу ефикасног нумеричког моделовања структура са дисперзивним и анизотропним својствима.

Имајући у виду остварене резултате и значај обрађене проблематике, Комисија закључује да је докторска дисертација кандидата дипл. инж. Милоша Костића под насловом "Развој нумеричких модела за ефикасну карактеризацију дисперзивних и генералних анизотропних електромагнетских структура у микроталасном опсегу фреквенција" научно заснована и предлаже Наставно-научном већу Електронског факултета у Нишу да прихвати дисертацију и одобри њену јавну одбрану.






КОМИСИЈА

Број одлуке ННВ о именовану Комисије

8/20-01-006/19-021

Датум именовања Комисије

09.09.2019. године

Р. бр.	Име и презиме, звање	Потпис
1.	др Небојша Дончов, редовни професор Телекомуникације (Ужа научна област) Електронски факултет, Универзитет у Нишу (Установа у којој је запослен)	председник, ментор 
2.	др Вера Марковић, редовни професор Телекомуникације (Ужа научна област) Електронски факултет, Универзитет у Нишу (Установа у којој је запослен)	члан 
3.	др Наташа Малеш Илић, редовни професор Телекомуникације (Ужа научна област) Електронски факултет, Универзитет у Нишу (Установа у којој је запослен)	члан 
4.	др Марија Стевановић, ванредни професор Електромагнетика, антене и микроталаси (Ужа научна област) и Електротехнички факултет, Универзитет у Београду (Установа у којој је запослен)	члан 
5.	др Зоран Станковић, доцент Телекомуникације (Ужа научна област) Електронски факултет, Универзитет у Нишу (Установа у којој је запослен)	члан 

Датум и место:

02.10.2019. године у Нишу

**ЕЛЕКТРОНСКИ ФАКУЛТЕТ
У НИШУ**

Примљено 03.10.2019.
Број
07/03-011/19-011