

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
16.08.2018.

ОБАВЕШТЕЊЕ
НАСТАВНИЦИМА И САРАДНИЦИМА ЕЛЕКТРОНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Докторска дисертација кандидата дипл. инж. **Игора Јовановића** под насловом „Нови композитни ултразвучни претварачи велике снаге“ ([informacije/studenti/doktorske-i-magistarske-studije/301-doktorske-disertacije](#)) и Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације ([informacije/studenti/doktorske-i-magistarske-studije/izvestaji-komsije](#)), доступни су на увид јавности и налазе се у штампаном облику у Библиотеци Електронског факултета у Нишу и могу се погледати до **15.09.2018. године**.


Примедбе на наведени Извештај достављају се декану Факултета у напред наведеном року.

ЕЛЕКТРОНСКИ ФАКУЛТЕТ У НИШУ



Проф. др Драган Јанковић

Обавештење обрадила:


Маја Крстић Маринковић,

Стручни сарадник за опште и правне послове

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Презиме, име једног родитеља и име	Јовановић, Душан, Игор
Датум и место рођења	25.04.1983. године у Нишу
Основне студије	
Универзитет	Универзитет у Нишу
Факултет	Електронски факултет у Нишу
Студијски програм	Електроника
Звање	дипломирани инжењер електротехнике за електронику
Година уписа	2002
Година завршетка	2008
Просечна оцена	8.92

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	Електротехника и рачунарство
Година уписа	2008
Остварен број ЕСПБ бодова	632
Просечна оцена	10

НАСЛОВ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Наслов теме докторске дисертације	Нови композитни ултразвучни претварачи велике снаге
Име и презиме ментора, звање	Драган Манчић, редовни професор
Број и датум добијања сагласности за тему докторске дисертације	НСВ број 8/20-01-007/17-019. 09.10.2017. године

ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Број страна	144
Број поглавља	7
Број слика (шема, графика)	63
Број табела	5
Број прилога	0

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

P. бр.	Аутор-и, наслов, часопис, година, број волумена, странице	Категорија
1	<p>Igor Jovanović, Dragan Mančić, Uglješa Jovanović, Miodrag Prokić: "A 3D model of new composite ultrasonic transducer", Journal of Computational Electronics, Vol. 16, No. 3, pp. 977-986, September 2017, ISSN 1569-8025, doi: 10.1007/s10825-017-1000-0.</p> <p><i>У овом раду представљен је аналитички 3D модел снажног композитног ултразвучног претварача нове структуре. Модел врши добро предвиђање дебљинских и радијалних модова осциловања, као и њихову међусобну спрегу. Извршена је реализација пиезоелектричног претварача који се састоји од два активна пиезоелектрична слоја, предњег и задњег металног наставка и централне осцилујуће металне масе. Захваљујући специфичној структури, централна маса није у контакту са централним завртњем. Добијени резултати указују да су измерене фреквенције резонантних модова реализованих претварача у доброј корелацији са аналитички добијеним вредностима за дебљинске и радијалне модове осциловања, као и њихове међусобне спреге.</i></p>	M22
2	<p>Igor Jovanović, Dragan Mančić, Vesna Paunović, Milan Radmanović, Vojislav V. Mitić: "Metal Rings and Discs Matlab/Simulink 3D Model for Ultrasonic Sandwich Transducer Design", Science of Sintering, Vol. 44, No. 3, pp. 287-298, Sept-Dec. 2012.</p> <p><i>Matlab/Simulink 3D модел металних прстенова и дискова приказан је у овом раду, са одговарајућим симулацијама и верификацијама. На основу овог модела се могу лако одредити механичка импеданса различитих металних наставака, као и зависности резонантних фреквенција од димензија у различитим правцима за металне прстенове и дискове од различитог материјала. Приказани Matlab/Simulink модел се лако имплементира, за разлику од аналитичких модела.</i></p>	M23
3	<p>Igor Jovanović, Dragan Mančić, Vesna Paunović, Milan Radmanović, Zoran Petrušić: "A Matlab/Simulink Model of Piezoceramic Ring for Transducer Design", XLVI International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies - ICEST 2011, Serbia, Niš, Vol. III, pp. 952-955, 29. June – 1. July 2011.</p> <p><i>У раду је приказан Matlab/Simulink 3D модел пиезокерамичких прстенова и дискова који омогућава израчунавање свих релација између примењеног улазног напона и излазних сила и брзина на свакој спољашњој површини. Верификација модела извршена је израчунавањем улазне електричне импедансе за различите пиезокерамичке прстенове и дискове.</i></p>	M33
4	<p>Igor Jovanović, Ljubiša Perić, Uglješa Jovanović, Dragan Mančić: "Stressing Issue of A Piezoceramic Cantilever with Electrode Coatings and Transversal Polarization", 24th International Conference "Noise and Vibration", Niš, Serbia, pp. 221 - 227, 29-31. October 2014.</p> <p><i>У раду се разматра општи случај напрезања правоугаоне призматичне пиезокерамичке конзоле са попречном поларизацијом, оптерећене на слободном крају концентрисаном силом. Две међусобно супротне површи правоугаоне конзоле су са електродним превлакама на које се доводи електрични напон. Приказан је поступак решавања проблема за одређивање електричног потенцијала, специфичне деформације, електричног поља и пиезоелектричног помераја за правоугаону пиезокерамичку конзолу.</i></p>	M33
5	<p>Uglješa Jovanović, Ljubiša Perić, Igor Jovanović, Dragan Mančić: "Analysis of longitudinal oscillations of Free prismatic piezoceramic beams", 24th International Conference "Noise and Vibration", Niš, Serbia, pp. 229 - 235, 29-31. October 2014.</p> <p><i>У раду је представљена анализа лонгитудиналних осцилација слободних призматичних пиезокерамичких греда са подужном поларизацијом и електродним превлакама на чеоним странама. Претпоставља се да се греде побуђују променљивом разликом електричног потенцијала која је доведена на чеоне електроде, и да на греду не дејствују спољашња механичка оптерећења. На крају, за одређену греду направљену од PZT4 материјала приказане су двопараметарске површи стања и електромеханичке карактеристике добијене коришћењем програмског пакета Matlab.</i></p>	M33
6	<p>Igor Jovanović, Uglješa Jovanović, Dragan Mančić: "A Matlab/Simulink Model of a Langevin's Ultrasonic Power Transducers", 4th International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering IcETRAN 2017, June 5-8, Kladovo. Serbia, 2017, Society for ETRAN, Paper no. ELI3.5, pp. 1 - 5, ISBN 978-86-7466-693-7.</p> <p><i>У раду је приказан нови тродимензионални матрични Matlab/Simulink модел Langevin-ових ултразвучних сендвич претварача. Сендвич претварач је моделован применом тродимензионалних Matlab/Simulink модела пиезокерамичких прстенова и металних наставака. Каскадним повезивањем модела пиезокерамичких прстенова са моделима металних наставака, добијен је комплетан модел целог ултразвучног сендвич претварача. Коришћењем приказаног модела може се одредити било која преносна функција претварача, при чему се узима у обзир утицај спољашње средине, као и утицај дебљинских и радијалних модова сваког саставног дела претварача.</i></p>	M33
7	<p>Igor Jovanović, Uglješa Jovanović, Dragan Mančić: "General One-Dimensional Model of a New Composite Ultrasonic Transducer", Proceedings of the 7th Small Systems Simulation Symposium 2018, 12th-14th February 2018, Niš, Serbia, Faculty of Electronic Engineering, University of Niš, pp. 50 - 54, ISBN 978-86-6125-199-3.</p> <p><i>У раду је приказан оригинални генерални једnodимензионални модел новог композитног ултразвучног претварача велике снаге. За разлику од већине једnodимензионалних модела који не разматрају утицај завртња за преднапрезање или укључују само неки његов део, реализовани генерални једnodимензионални модел композитног претварача укључује све саставне делове претварача, као и централни завртња са главом завртња. Додатно, због доказивања исправности поступка моделовања претварача предложеним генералним једnodимензионалним моделом, приказан је и једnodимензионални модел претварача који занемарује утицај централног завртња. Верификација предложених</i></p>	M33

једнодимензионалних модела извршена је компарацијом моделованих карактеристика зависности улазне електричне импедансе од фреквенције са експерименталним резултатима.

Igor Jovanović, Ljubiša Perić, Uglješa Jovanović, Dragan Mančić: "Stressing Issue of a Piezoceramic Cantilever with Electrode Coatings and Transversal Polarization", Facta Universitatis, Series: Working and Living Environmental Protection, Vol. 12, No. 1, pp. 123-137, 2015.

- 8 У раду се разматра општи случај напрезања правоугаоне призматичне пиезокерамичке конзоле са попречном поларизацијом, оптерећене на слободном крају концентрисаном силом. Две међусобно супротне површи правоугаоне конзоле су са електродним превлакама на које се доводи електрични напон. Приказане су могућности решавања проблема електроеластичне теорије применом обратне методе, за одређивање електричног потенцијала, специфичне деформације, електричног поља и пиезоелектричног помераја за правоугаону конзолу направљену од PZT4 пиезокерамичког материјала.

M51

Igor Jovanović, Uglješa Jovanović, Dragan Mančić: "A Matlab/Simulink 3D Model of Unsymmetrical Ultrasonic Sandwich Transducers", Serbian Journal of Electrical Engineering, Vol. 15, No. 1, pp. 41-52, 2018. ISSN: 1451-4869, UDC: 666.655:531.8]:004.42MATLAB, DOI: <https://doi.org/10.2298/SJEE1801041J>.

- 9 У раду је приказан нови тродимензионални матрични Matlab/Simulink модел преднапрегнутих несиметричних ултразвучних сендвич претварача. Такође, у раду је приказан и једнодимензионални модел посматраних претварача у виду електромеханичког еквивалентног кола. Када су радијалне димензије много мање у односу на аксијалне димензије претварача, предложеним једнодимензионалним моделом се врше добра предвиђања дебљинских резонантних модова. У случају претварача са малим аксијалним димензијама предложеним тродимензионалним моделом су извршена добра предвиђања свих дебљинских и свих радијалних резонантних модова у посматраном фреквенцијском опсезу.

M51

Dragan Mančić, Igor Jovanović, Milan Radmanović, Zoran Petrušić: "Poređenje jednodimenzionalnih modela ultrazvučnih sendvič pretvarača", XXII Konferencija sa međunarodnim učešćem "Buka i vibracije", Niš, Fakultet zaštite na radu u Nišu, pp. 119 - 127, CD zbornik ISSN 978-86-6093-019-6, 20-22. oktobar 2010.

- 10 У раду је извршена компаративна анализа различитих једнодимензионалних модела ултразвучних сендвич претварача који се примењују у техници снажног ултразвука. Анализирана је тачност ових модела на основу поређења њихових моделованих резонантних фреквентних карактеристика са експерименталним резултатима добијеним мерењима на конкретно реализованим симетричним и несиметричним ултразвучним сендвич претварачима различитих димензија, и са различитим комбинацијама коришћених материјала.

M63

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 НЕ

На основу Извештаја Комисије за оцену испуњености критеријума за покретање поступка за пријаву докторске дисертације, покретање поступка за оцену и одбрану докторске дисертације и изборе у звања наставника на Електронском факултету у Нишу, бр. 07/03-026/18-001 од 15.06.2018. године, установљено је да кандидат дипл. инж. Игор Јовановић **ИСПУЊАВА** све предвиђене критеријуме за покретање поступка за оцену и одбрану докторске дисертације. Наиме, кандидат дипл. инж. Игор Јовановић 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 или факултет Универзитета у Нишу, на основу чега 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. Игора Јовановића изложена је на 144 странице текста формата А4, има логичан ток и прецизно је језички формулисана. Поред увода, закључка и списка коришћене литературе, докторска дисертација садржи четири поглавља. Докторска дисертација садржи и одговарајући кратак резиме написан на српском и енглеском језику. Додатно, кратка биографија аутора дата је на крају дисертације.

У докторској дисертацији су приказани пројектовање, развој и реализација две нове структуре композитних ултразвучних претварача велике снаге. Поред примарних аспеката везаних за примену ултразвучних система у индустрији, пружен је и увид у основне конструкције најчешће коришћених ултразвучних сендвич претварача.

Новореализовани композитни претварачи се састоје од два активна пиезоелектрична слоја, предњег и задњег металног наставка и централне осцилујуће металне масе. Наведени претварачи представљају надоградњу Langevin-ових сендвич претварача, што је детаљно описано у другом поглављу.

У трећем поглављу дат је преглед модела и техника моделовања саставних делова ултразвучних претварача. Приказан је развој једнодимензионалних модела пиезокерамика, од класичног Mason-овог модела до KLM модела. У трећем поглављу приказана је анализа осциловања металних цилиндричних наставка коначних дужина, као и развој једнодимензионалног модела металних наставка. Такође, у трећем поглављу приказани су апроксимативни тродимензионални матрични модели пиезокерамичког прстена и пасивног металног наставка.

У четвртном поглављу приказан је поступак моделовања предложених композитних претварача са саставним деловима од различитих материјала, коришћењем једнодимензионалне теорије и апроксимативних тродимензионалних матричних модела. Због комплексности израза за улазну електричну импедансу композитних претварача развијен је генерални једнодимензионални модел представљен као пасивно електромеханичко еквивалентно коло, које укључује све саставне делове претварача. Додатно, развијен је и једнодимензионални модел који не укључује у анализу утицај завртња. Такође, у четвртном поглављу приказана је и имплементација свих развијених модела у програмском пакету Matlab/Simulink. На крају четвртог поглавља приказан је поступак оптимизације структуре предложених композитних претварача на основу примене тродимензионалног модела. Оптимизација је остварена анализом зависности ефективног електромеханичког фактора спреге у функцији димензија саставних делова претварача.

На основу резултата пројектовања применом предложених тродимензионалних модела реализовани су нови композитни

претварачи. У петом поглављу приказане су експерименталне и моделоване зависности улазне електричне импедансе од фреквенције. Додатно, у циљу идентификације природе резонантних модова осциловања, у петом поглављу је приказана детаљна анализа утицаја димензија свих саставних делова претварача, као и анализа утицаја акустичког оптерећења на свим спољашњим површинама претварача на промену улазне електричне импедансе. Такође, у петом поглављу приказана је и анализа рада претварача при различитим комбинацијама електричног повезивања улаза. На крају дисертације изведени су одговарајући закључци и наведени су главни доприноси дисертације, као и списак коришћене литературе који садржи 160 библиографских јединица.

ВРЕДНОВАЊЕ РЕЗУЛТАТА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

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

Кандидат је остварио све циљеве постављене у пријави докторске дисертације. Основни циљ научног истраживања спроведеног у оквиру докторске дисертације јесте пројектовање, развој и реализација снажних композитних ултразвучних претварача са новим структурама. Употребом предложених композитних претварача, који као новину садрже средњу металну масу, могу се избећи проблеми везани за импедансно прилагођење потрошача. Предложеним структурама се повећава укупна излазна ултразвучна снага претварача, и омогућава већа флексибилност и ефикасност коришћења претварача у бројним индустријским применама.

У циљу моделовања предложених композитних претварача развијени су једнодимензионални модели и апроксимативни тродимензионални матрични модели. Најпре су развијени генерални једнодимензионални модели који укључују све саставне делове претварача. Такође, развијен је и једнодимензионални модел који не укључује утицај централног завртња, што га чини погодним за истовремену анализу рада оба предложена композитна претварача.

Предност новоразвијених тродимензионалних модела претварача огледа се у могућности предвиђања дебљинских и радијалних модова осциловања, као и њихове међусобне спреге. Незнатном модификацијом тродимензионалних модела могуће је одредити било коју преносну функцију посматраног композитног претварача.

У дисертацији је, поред анализе основног дебљинског резонантног мода, посебна пажња посвећена облику и положају виших резонантних модова, као и утицају различитих параметара на њихове карактеристике.

Поређењем експерименталних мерења улазне електричне импедансе реализованих нових композитних претварача и одговарајућих симулационих резултата добијених у програмском пакету Matlab/Simulink, потврђена је прецизност предложених тродимензионалних модела у поређењу са једнодимензионалним моделима.

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

Најзначајнији доприноси докторске дисертације су:

- Пројектовање, развој и реализација две нове структуре композитних ултразвучних претварача велике снаге.
- Развој једнодимензионалних модела снажних композитних претварача на основу пасивних електромеханичких еквивалентних кола и добијање аналитичке једначине за одређивање резонантних и антирезонантних фреквенција.
- Развој и имплементација апроксимативних тродимензионалних матричних модела снажних композитних претварача у програмском пакету Matlab/Simulink, уз остваривање могућности брзе адаптације модела за моделовање композитних претварача при различитим комбинацијама електричног повезивања улаза.
- Пројектовање и оптимизација снажних композитних претварача уз помоћ развијених модела, као и реализација пројектованих композитних претварача.
- Потврда исправности и прецизности предложених модела поређењем симулационих резултата у програмском пакету Matlab/Simulink и експерименталних мерења улазне електричне импедансе новореализованих композитних претварача.

Резултати докторске дисертације приказани су у научним радовима публикованим у међународним часописима са ИМПАСТ фактором, у водећим часописима националног значаја, као и у зборницима међународних и домаћих конференција.

Оцена самосталности научног рада кандидата (до 100 речи)

Комисија је утврдила да је кандидат дипл. инж. Игор Јовановић показао значајну самосталност у научно-истраживачком раду при изради докторске дисертације. Научни доприноси докторске дисертације који се тичу развоја нових композитних претварача велике снаге значајни су за будућа теоријска разматрања и примене у пракси.

ЗАКЉУЧАК (до 100 речи)

На основу увида у поднету докторску дисертацију може се закључити да докторска дисертација кандидата дипл. инж. Игора Јовановића садржи низ оригиналних научних доприноса у пројектовању, развоју и реализацији композитних ултразвучних претварача велике снаге. Резултати истраживања представљају значајне научне доприносе, који су практично реализовани и примењени. Истовремено, поменути резултати представљају добру основу за будућа истраживања у овој научној области. Имајући у виду значај обрађене проблематике и остварене научне резултате, чланови Комисије предлагају Наставно-научном већу Електронског факултета у Нишу да се докторска дисертација кандидата дипл. инж. Игора Јовановића, под називом „Нови композитни ултразвучни претварачи велике снаге“, прихвати и одобри њена усмена одбрана.

КОМИСИЈА

Број одлуке НСВ о именовану Комисије

8/20-01-007/18-027

Датум именовања Комисије

09.07.2018. године

Р. бр.

Име и презиме, звање

Потпис

1. Др Драган Манчић, редовни професор
Електроника
(Научна област)
Универзитет у Нишу, Електронски факултет у Нишу
(Установа у којој је запослен)

председник, ментор

2. Др Бранислав Петровић, редовни професор
Електроника
(Научна област)
Универзитет у Нишу, Електронски факултет у Нишу
(Установа у којој је запослен)

члан

- 3. Др Горан Станчић, доцент
Електроника
Универзитет у Нишу, Електронски факултет у Нишу члан
Т. Станчић
- 4. Др Весна Пауновић, ванредни професор
Материјали за електронику
Универзитет у Нишу, Електронски факултет у Нишу члан
В. Пауновић
- 5. Др Момир Прашчевић, редовни професор
Физички процеси и заштита
Универзитет у Нишу, Факултет заштите на раду у Нишу члан
М. Прашчевић

Датум и место:
12.07.2018. године, у Нишу.

**ЕЛЕКТРОНСКИ ФАКУЛТЕТ
У НИШУ**

Примљено	16.08.2018
Број	
079/03-026/18-004	