

УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ
ЕЛЕКТРОНСКИ ФАКУЛТЕТ

Александра Медведева 14 · Поштански фах 73
18000 Ниш · Србија
Телефон 018 529 105 · Телефакс 018 588 399
E-mail: einfo@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: einfo@elfak.ni.ac.rs
http://www.elfak.ni.ac.rs

ДЕКАН
04.05.2018.

ОБАВЕШТЕЊЕ
НАСТАВНИЦИМА И САРАДНИЦИМА ЕЛЕКТРОНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Докторска дисертација кандидата мастер инж. **Николе Стојановића** под насловом: „**Нове класе функција за синтезу двоканалне хибридне банке филтара**“ 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 **04.06.2018. године**.

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

ЕЛЕКТРОНСКИ ФАКУЛТЕТ У НИШУ



Проф. др Драган Јанковић

Обавештење обрадила
Слађана Митић

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Презиме, име једног
родитеља и име Стојановић Видосав Никола

Датум и место рођења 30.04.1973. Ниш

Основне студије

Универзитет Универзитет у Приштини

Факултет Факултет Техничких наука

Студијски програм Електротехнички - Електроника и телекомуникације

Звање Дипломирани инжењер електротехнике

Година уписа 1997

Година завршетка 2004

Просечна оцена 7.68

Мастер студије, магистарске студије

Универзитет Универзитет у Нишу

Факултет

Студијски програм Мултимедијалне технологије

Звање Мастер инжењер за мултимедијалне технологије

Година уписа 2010

Година завршетка 2013

Просечна оцена 9.30

Научна област Мултимедијалне технологије

Наслов завршног рада Интерактивни музички спот

Докторске студије

Универзитет Универзитет у Нишу

Факултет Електронски Факултет

Студијски програм Електроника

Година уписа 2013

Остварен број ЕСПБ бодова 560

Просечна оцена 10

НАСЛОВ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Наслов теме докторске дисертације Нове класе функција за синтезу двоканалне хибридне банке филтара.

Име и презиме ментора, звање Саша В. Николић

Број и датум добијања сагласности за тему докторске дисертације НСВ 8/20-01-001/18-024

ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Број страна 117

Број поглавља 6

Број слика (шема, графикона) 46

Број табела 11

Број прилога 3

**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>Nikola Stojanović, Negovan Stamenković, Ivan Krstić, “Chained-Function Filter Synthesis Based on the Legendre Polynomials”, Circuits, Systems and Signal Processing, September 2017, DOI 10.1007/s00034-017-0651-1</p> <p>У овом раду проучава се нова врста филтра названог Лежандров ланчани филтер чија је карактеристична функција дата као производ Лежандрових ортогоналних полинома ниског степена. У поређењу са постојећим Чебишевљевим ланчаним филтрима, чије се перформансе такође презентују у раду, као и са Батервортовим филтрима, нова класа филтара има мноштво предности. Дата је табела која резимира особине Чебишевљевих и Лежандрових филтара.</p>	M23
2	<p>Nikola Stojanović, Negovan Stamenković, Ivan Krstić, “Lowpass filters approximation based on modified Jacobi polynomials”, Electronics Letters, February 2017, Volume 53, Issue 3, p. 140–142</p> <p>Ортогонални Јакобијеви полиноми нису погодни за употребу као карактеристичне функције у аналогном дизајну филтара, јер не испуњавају основни услов: да буду чисто непарни или чисто парни полиноми. Предложено је извођење једноставне модификације Јакобијевих полинома, да би се добила нова функција за апроксимацију филтара. Амплитуда фреквенцијског одзива добијених филтара показује општије понашање у односу на класичне Гегенбаурове (ултрасферичне) филтре, захваљујући једном додатном параметру који садрже Јакобијеви полиноми. Овај параметар се може искористити за добијање амплитуде одзива са већим или мањим вредностима таласа у пропусном опсегу (приближно монотонно понашање), мањим варијацијама групног кашњења или оштријим нагибом у прелазној зони. Предложени модификовани Јакобијеви полиноми нису ортогонални; међутим, многи познати ортогонални полиноми се могу добити као њихови специјални случајеви.</p>	M23
3	<p>Nikola Stojanović, Negovan Stamenković, Dragana Živaljević, “Monotonic, critical monotonic, and nearly monotonic low-pass filters designed by using the parity relation for Jacobi polynomials”, International Journal of Circuit Theory and Applications, DOI 10.1007/s00034-017-0651-1</p> <p>Описана је нова врста аналогног нископропусног филтра уз помоћ скупа Јакобијевих полинома. Јакобијев полином је промењен уз помоћ релација паритета не би ли се искористио као функција за апроксимацију филтра. Добијена класа полинома назива се псеудо Јакобијеви полиноми, јер нису ортогонални. Добијен одзив ових филтара је општији од одзива класичног ултрасферичног филтра, због једног додатног степена слободе доступног у псеудо Јакобијевим полиномима. Доказује се да предложена апроксимација филтра псеудо Јакобијевим полиномом укључује и Чебишевљев филтар првог реда, Чебишевљев филтар другог реда, Лежандров филтар и многе прелазне апроксимације филтара, као своје посебне случајеве. Дато је неколико примера и детаљних формула укључујући и практичне предлоге за њихову ефикасну примену.</p>	M22
4	<p>Nikola Stojanović, Negovan Stamenković, “Lowpass Filters Approximation Based on the Jacobi Polynomials”, Facta Universitatis, September 2017, Volume 30, No. 3, pp. 351-362</p> <p>Рад је студија везана за дизајн аналогног нископропусног филтра уз помоћ скупа ортогоналних Јакобијевих полинома, уз варирање четири параметра. Јакобијев полином је модификован да би се користио као функција апроксимације филтра. Добијени одзив је општији од одзива класичног ултрасферичног филтра, захваљујући једном додатном параметру доступном у ортогоналним Јакобијевим полиномима. Овај додатни параметар може се користити да се добије опсег одзива који има или мање осцилације у пропусном опсегу, мању варијацију групног кашњења или оштрији нагиб у прелазној зони. Испитују се два метода за апроксимацију трансфер функције: први метод се базира на познатом помереном Јакобијевом полиному, а други на предложеној модификацији Јакобијевог полинома, која је општија, али није ортогонална.</p>	M24
5	<p>Nikola Stojanović, Negovan Stamenković, Ivan Krstić, “Discrete-Time Filter Synthesis Using Product of Gegenbauer Polynomials”, Radioengineering, September 2016, Vol. 25, No. 3, pp. 500-505</p> <p>Нова апроксимација за дизајнирање аналогних и дигиталних нископропусних филтара, представљена у овом раду, базирана на производу Гегенбаурових полинома, пружа могућност флексибилнијег прилагођавања пропусног и непропусног опсега. Доказује се да су многи познати прелазни филтри базирани на класичним полиномским апроксимацијама (Чебишевљев, Лежандров, Батервортов) специјални случајеви предложеног метода апроксимације</p>	M23

Nikola Stojanović, Negovan Stamenković, Vidosav Stojanović, "All-Pole Recursive Digital Filters Design Based on Ultraspherical Polynomials". Radioengineering, September 2014, Vol. 23, No. 3, pp. 949-953

Описан је једноставан метод за апроксимацију полиномских рекурзивних дигиталних филтара, директно у дигиталном домену. Преносна функција ових филтара, који се називају
6 Ултрасферични филтри, контролише се параметром Ултрасферичног полинома. Параметар M23 полинома, уз рестрикцију да буде не-негативан реалан број, контролише слабљење у пропусном опсегу и омогућава компромис између слабљења у пропусном опсегу и групног кашњења резултујућег филтра. Чебишевљеви филтри првог и другог реда, као и Лежандрови и Батервортови филтри, су специјални случајеви ових полиномских рекурзивних дигиталних филтара. Дате су једначине у затвореном облику за израчунавање коефицијената филтара.

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, покретање поступка за оцену и одбрану докторске дисертације и изборе у звања наставника на Електронском факултету у Нишу, у решењу бр.07/03-007/18-003, од 23.03.2018. године наводи се да кандидат маг. инж Никола Стојановић **ИСПУЊАВА** предвиђене критеријуме за покретање поступка за оцену и одбрану докторске дисертације.

ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кратак опис појединих делова дисертације (*до 500 речи*)

Дисертација Николе Стојановића написана је на 120 страна слика и табела. Текст се састоји од 6 поглавља, 3 додатка, а на крају се налазе индекс појмова и списак коришћене литературе. Поглавља су организована по следећем редоследу: 1 Увод, 2 Апроксимација филтарских функција Јакобијевим полиномима, 3 Двоструко комплементарна аналогна банка филтара, 4 Корекција групног кашњења, 5 Имплементација и 6 Закључак.

На самом крају дисертације, као додаци, налазе се прилози: листинзи МАТЛАБ програма за генерисање Псеудо Јакобијевих полинома и Монте Карло симулације, као и лествичаста реализација Псеудо Јакобијевих филтара.

У Уводу, који је уједно и прво поглавље, изложени су основни проблеми које је кандидат дотакао током свог истраживања. Анализирани су правци истраживања присутни у литератури и приказана је основна мотивација за израду дисертације. На крају уводног поглавља дат је ток израде дисертације.

У другом поглављу приказана је нова класа филтарских функција која се може применити за реализацију хибридне банке филтара. Апроксимација је заснована на ортогоналним Јакобијевим полиномима, који се у изворном облику не могу применити као филтарске функције. Једноставном модификацијом, која користи парити релацију за ортогоналне Јакобијеве полиноме, добијена је нова класа филтарских функција погодна за реализацију свих врста филтара. Поред два степена слободe, реда филтра и максималног слабљења у пропусном опсегу који се стандардно користе за оптимизацију карактеристика филтра, предложена апроксимација има још два степена слободe, а то су два параметра Псеудо-Јакобијевих полинома. Нова класа филтра је названа Псеудо-Јакобијеви филтри.

Класа аналогних двоструко комплементарних преносних функција погодних за синтезу хибридне банке филтара, описана је у трећем поглављу. Поступак апроксимације се заснива на апроксимацији већ познатих двоструко комплементарних дигиталних ИИР филтара. Мада је могуће пресликавање из дигиталног у аналогни домен, апроксимација је реализована директно у аналогном домену. Најпре су изведени услови које треба да задовољи карактеристична функција да нискофреквенцијски/високофреквенцијски филтарски пар буде комплементаран по снази. Показано је да је карактеристична функција рационална функција и да су Батервортов и Елиптички филтар гранични случајеви. Коначне нуле преноса на реалним фреквенцијама, које могу бити просте или вишеструке, могу се користити као степен слободe за подешавање фреквенцијских карактеристика филтарског пара. Положај полова у равни комплексне фреквенције за оба филтра у филтарском пару је исти, што омогућава да оба филтра могу да имају исти коректор групног кашњења.

У четвртој глави је детаљно је описан нови поступак за корекцију групног кашњења филтара пропусника ниских фреквенција. Резултантна карактеристика групног кашњења каскадне везе филтра и коректора групног кашњења је константна у приближно равном смислу. Број заравњења у координатном почетку одређује степен коректора групног кашњења.

Апроксимација коректора групног кашњења се заснива на решавању система м симултаних нелинеарних једначина, где је м степен фазног коректора. Нелинеарне једначине се формирају на основу услова за максимално равну рационалну функцију групног кашњења у координатном почетку. Матлаб софтвер се може ефикасно применити за апроксимацију коректора групног кашњења у наведеном смислу. Улазни податак је само

парна рационална функција групног кашњења филтра пропусника ниских фреквенција док Матлаб софтвер садржи и одређивање почетних решења. Тестиран је за реализацију корекције групног кашњења различитих типова филтара до десетог степена са коректорима групног кашњења до десетог степена. Погодан је за примену као матлаб функција.

У петој глави је разматрана реализација аналогне двоканалне двоструко комплементарне хибридне банке филтара. Приказани су резултати Монте Карло симулације примењене на all-pass и каскадну реализацију аналогног дела хибридне банке филтара. Закључено је следеће:

- Усвојена реализација са LCR резонаторима има малу релативну осетљивост модула пола и Q-фактора пола на толеранције елемената.

- All-pass и каскадна реализација имају малу осетљивост у пропусном опсегу док је каскадна реализација знатно боља у непропусном опсегу. Карактеристике аналогне all-pass реализације нису атрактивне као у случају дигиталне реализације.

- Двоструко комплементарну банку филтара треба применити у дигиталном делу хибридне банке филтара, док се за аналози део може усвојити Јакобијев филтар описан у првој глави.

У Закључку су набројани доприноси дисертације као и правци даљих истраживања. Генерални закључак је да се применом Псеудо Јакобијевих полинома, као и применом двоструко комплементарног филтарског пара, могу задовољити строги захтеви у погледу апроксимације амплитудске карактеристике. Захтеви у погледу карактеристике групног кашњења се могу испунити предложеним коректором групног кашњења.

Додаци садрже детаље који се односе на софтвер, који је аутор написао, а односи се на апроксимацију и реализацију филтарских функција.

ВРЕДНОВАЊЕ РЕЗУЛТАТА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

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

На основу предложене теме очекивани резултати били су:

а) Преглед и анализа двоструко комплементарних хибридних банки филтара у контексту аналогне и дигиталне обраде сигнала.

б) Нова апроксимација хибридних банака филтара заснованим на аналогним фазним коректорима, које су познате под назвом "all-pass sum", и стандардним филтарским колима. Банке филтара "all-pass sum" до сада су се користиле само за реализацију дигиталне банке филтара.

в) Нова реализација хибридне банке филтара заснована на LCR резонаторима са интегрисаним индуктивностима. LCR резонатори се користе како за реализацију фазних коректора, тако и за реализацију осталих градивних блокова аналогних филтара.

г) Анализа осетљивости фазне карактеристике аналогне банке филтара са фазним коректорима, имајући у виду да је сигнал на излазима банке филтара збир/разлика два фазно померена сигнала. За анализу утицаја толеранције компонената на фазну карактеристику, а тиме и на карактеристику слабљења филтра, користи се Монте Карло симулација.

д) Поређење осетљивости банке филтара засноване на фазним коректорима са стандардним банкама филтара заснованим на активним RC мрежама и LCR резонаторима, ради избора оптималног решења.

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

Тема којом се бави докторска дисертација је актуелна како са научног становишта тако и са потенцијалном применом у пројектовању савремених банки филтара. Генерално, дисертација даје допринос пројектовању филтара са теоријског и практичног становишта. Дисертација садржи неколико нових теоријских резултата који употпуњују теоријску базу пројектовања аналогних филтара. Овде се посебно мисли на примену Јакобијевих полинома за апроксимацију карактеристике слабљења филтра, апроксимацију двоструко комплементарног пара аналогних филтара и коректора групног кашњења у максимално равном смислу.

У практичном делу презентовани су резултати који дају увид у перформансе пројектоване банке филтара са становишта топологије кола и толеранције употребљених елемената. Развијена је софверска подршка пројектовању аналогне банке филтара и коректора групног кашњења у максимално равном смислу.

Оцена самосталности научног рада кандидата (до 100 речи)

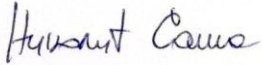

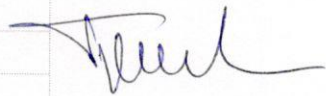
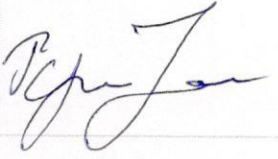
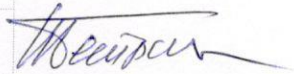
Комисија је утврдила да решења предложена у докторској дисертацији кандидата, која се тичу пројектовања и реализације хибридне банке филтара, имају значајну примену у будућим теоријским разматрањима као и практичним применама, и да одсликавају самостални рад кандидата. Представљени резултати научног рада кандидата у највећој мери се први пут појављују у научној и стручној јавности.

ЗАКЉУЧАК (до 100 речи)

На основу увида у поднету докторску дисертацију може се закључити да докторска дисертација кандидата **маст. инж. Никола Стојановића** садржи низ оригиналних научних доприноса у пројектовању хибридне банке филтара. Резултати истраживања представљају значајне научне доприносе. Истовремено, поменути резултати представљају добру основу за даља истраживања у овој научној области. Део резултата кандидат је реферисао на међународним конференцијама и публикувао у часописима са СЦИ листе.

Имајући у виду значај обрађене проблематике и остварене научне резултате, чланови Комисије са задовољством предлажу Наставно-научном већу Електронског факултета у Нишу да се докторска дисертација кандидата **маст. инж. Николе Стојановића**, под називом „Нове класе функција за синтезу хибридне банке филтара“, прихвати и одобри њена усмена одбрана.

КОМИСИЈА

Број одлуке ННВ о именовану Комисије		07/03-007/18-004
Датум именовања Комисије		27.03.2018.
Р. бр.	Име и презиме, звање	Потпис
1.	др. Саша В. Николић, ванредни професор Електроника (Научна област)	председник 
	Електронски Факултет у Нишу, Универзитет у Нишу (Установа у којој је запослен)	
2.	др. Горан Станчић, доцент Електроника (Научна област)	ментор, члан 
	Електронски Факултет у Нишу, Универзитет у Нишу (Установа у којој је запослен)	
3.	др. Градимир Миловановић, академик Математика (Научна област)	члан 
	Математички институт САНУ (Установа у којој је запослен)	
4.	др. Горан Јовановић, редовни професор Електроника (Научна област)	члан 
	Електронски Факултет у Нишу, Универзитет у Нишу (Установа у којој је запослен)	
5.	др. Бранислав Петровић, редовни професор Електроника (Научна област)	члан 
	Електронски Факултет у Нишу, Универзитет у Нишу (Установа у којој је запослен)	

Датум и место:

04.05.2018. Ниш

**ЕЛЕКТРОНСКИ ФАКУЛТЕТ
У НИШУ**

Примљено	04.05.18.
Број	
07/03-007/18-006	