

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](mailto: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](mailto:efinfo@elfak.ni.ac.rs)  
<http://www.elfak.ni.ac.rs>

ДЕКАН

06.05.2019. године

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

Докторска дисертација кандидата дипл. инж. **Игора Стојановића** под насловом „Побољшање перформанси мрежа на чипу заснованих на дефлекционом рутирању“ 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 05.06.2019. 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  
*Драган Манчић*  
Проф. др Драган Манчић



## ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

### ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Презиме, име једног  
 родитеља и име Стојановић, Зоран, Игор  
 Датум и место рођења 22.09.1988. Прокупље

#### Основне студије

Универзитет Универзитет у Нишу  
 Факултет Електронски факултет  
 Студијски програм Електроника  
 Звање Дипломирани инжењер електротехнике за електронику  
 Година уписа 2007  
 Година завршетка 2012  
 Просечна оцена 9.70 (девет и 70/100)

#### 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  
 Студијски програм Електротехника и рачунарство – научна област Електроника  
 Година уписа 2012  
 Остварен број ЕСПБ бодова 574  
 Просечна оцена 10 (десет)

### НАСЛОВ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Наслов теме докторске  
 дисертације Побољшање перформанси мрежа на чипу заснованих на дефлекционом рутирању  
 Име и презиме ментора,  
 звање Горан Љ. Ђорђевић, редовни професор  
 Број и датум добијања  
 сагласности за тему  
 докторске дисертације 8/20-01-003/16-016, 18.04.2016

### ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Број страна 138  
 Број поглавља 9  
 Број слика (шема, графикона) 67  
 Број табела 21  
 Број прилога -

**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	<b>Igor Z. Stojanovic, Milica D. Jovanovic, Goran Lj. Djordjevic</b> , „Dual-mode inter-router communication channel for deflection-routed networks-on-chip“, <i>The Journal of Supercomputing</i> , 2015, vol. 71, pp. 2597-2613 У раду је извршена детаљна анализа дефлекционих мрежа на чипу уз идентификацију виталних проблема који утичу на перформансе мреже и разраду методологије за оцену перформанси у циљу свеобухватног вредновања и поређења предложених и постојећих решења. Такође, детаљно је анализирано предложено решење за супресију мисрутирања флитова у мрежама на чипу заснованим на дефлекционом рутирању. Симулације спроведене у симулатору реализованом у System C, за потребе евалуације, показују да предложено решење повећава максималну пропусност мреже на чипу за 11.8-14.5% када се спреже са конвенционалним рутерима са и без помоћног бафера.	M22
2	<b>Igor Z. Stojanovic, Goran Lj. Djordjevic</b> , „In-Channel Misrouting Suppression Technique for Deflection-Routed Networks On Chip“, <i>Facta Universitatis (NIS), Series: Electronics and Energetics</i> , 2016, vol. 29, No. 2, pp 309-323. У раду је предложено решење за супресију мисрутирања у каналу. Супресија мисрутирања у каналу омогућава превенцију мисрутирања дефлектованих флитова увођењем механизма повратне спреге који проширава скуп могућих путањи флитова тако да се флит може преусмерити са излаза на улаз текућег рутера. Такође, предложено решење модификује алгоритам за рутирање ограничавајући избор продуктивних праваца мисрутираних пакета, што додатно унапређује перформансе мреже. Евалуација мреже на чипу показује да се имплементацијом предложеног решења на постојеће архитектуре конвенционалних рутера, остварује повећање максималне пропусности мреже за 36.2%.	M24
3	<b>Igor Z. Stojanovic, Milica D. Jovanovic, Goran Lj. Djordjevic</b> , „Low-Cost Port Allocation Scheme for Minimizing Deflections in Bufferless On-Chip Networks“, <i>21st Telecommunication Forum (TELFOR 2013)</i> , 2013, vol. pp. 357 – 360. У раду је представљена техника за смањење стопе дефлекције флитова у рутерима без бафера, која модификује алгоритам рада PAS степена. Ова техника идентификује две проблематичне ситуације присутне у PAS степену CHIPPER рутера, који се у литератури издвојио као базични рутер без бафера. Оба проблема се тичу насумичне доделе приоритета флитовима који треба да конфигуришу арбитерске блокове PAS степена. Предложено решење модификује алгоритам доделе приоритета флитовима уводећи ограничење да се приоритет увек додељује флиту са мањим бројем продуктивних праваца. Евалуације показују да предложено решење повећава максималну пропусност мреже на чипу за 41%, уз очување мале хардверске сложености CHIPPER рутера.	M33
4	<b>Igor Stojanovic, Milica Jovanovic, Sandra Djosic, Goran Djordjevic</b> , „Improved deflection routing method for bufferless networks-on-chip“, <i>XLIX International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies (ICEST 2014)</i> , 2014, vol. 1, pp. 115 – 118. У раду је представљена техника за контролу канала између два суседна рутера. Ова техника омогућава избор једног од два режима рада канала: пропуштање флитова право (стандардна размена флитова између рутера), и враћање флитова са излаза на улазе текућих рутера. Враћање флитова са излаза на улазе текућих рутера ствара повратну петљу којом се пружа могућност дефлектованим флитовима да остану у текућем рутеру и у наредном циклусу поново надмећу за доделу продуктивних портова. Евалуација предложеног решења при синтетичком саобраћају потврђује повећање максималне пропусности мреже на чипу, засноване на рурерима са или без бафера, за 7-12%.	M33
5	<b>Igor Stojanovic, Milica Jovanovic, Sandra Djosic, Goran Djordjevic</b> , „Optimized port allocation algorithm for deflection router with minimal buffering“, <i>52nd International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies (ICEST 2017)</i> . У раду је предложено решење за супресију мисрутирања у дефлекционим рутерима са минималним баферовањем. Ово решење обухвата модификацију архитектуре постојећег рутера са минималним баферовањем и алгоритма алокације SB бафера. Модификација архитектуре рутера се састоји у премештању блока за убацивање флитова у бафер после комутационог степена, како би флитови из IP језгра имали већу вероватноћу за убацивање у мрежу. Такође, предложено решење уводи нови алгоритам за алокацију SB бафера који идентификује флитове дефлектоване на порт који је продуктиван за флит из SB-а. Симулацијама је потврђено да се применом предложеног решења повећава максимална пропусност мреже за 9.6%, уз равномернију расподелу саобраћаја.	M33

**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

На основу Извештаја Комисије за оцену испуњености критеријума за покретање поступка за пријаву докторске дисертације, покретање поступка за оцену и одбрану докторске дисертације и избора у звања наставника на Електронском факултету у Нишу, бр. 8/20-01-003/19-009 од 01.04.2019. год., услањено је да кандидат дипл. инж. Игор Стојановић **ИСПУЊАВА** све предвиђене критеријуме за покретање поступка за оцену и одбрану докторске дисертације. Наиме, кандидат дипл. инж. Игор Стојановић 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 Стојановића је изложена на 138 страница текста и садржи 67 слика и 21 табелу, има логичан ток и прецизно је језички формулисана. Докторска дисертација поред уводног дела, закључка и списка коришћене литературе, садржи још 6 поглавља.

У другом поглављу је дат преглед досадашњих система на чипу и комуникационих структура које се најчешће

користе за повезивање блокова у оквиру чипа. Поред тога, представљен је и концепт мрежа на чипу, заједно са сетом класичних проблема из домена умрежавања са којим се стандардно суочава пројектант мреже на чипу.

У трећем поглављу је описана архитектура дефлекционог рутера без бафера и представљене су најзначајније варијанте које, у циљу повећања перформанси, уводе минимално баферовање. Ово поглавље омогућава увид у делове дефлекционог рутера који су критични са становишта комуникационих перформанси, а у којима се примењују решења предложена у овој дисертацији.

У четвртном поглављу су најпре идентификоване типичне ситуације које доводе до деградације комуникационих перформанси дефлекционог рутера, а затим представљена решења за минимизацију дефлекција која ове проблеме успешно решавају. Предложена решења обухватају глобалну (SMD) и дистрибуирану минимизацију дефлекција (DMD) која се примењују у оквиру комутационог степена дефлекционог рутера. Поред тога, представљен је и симулатор дефлекционих мрежа на чипу који је развијен за потребе евалуације предложених решења. У наставку поглавља су представљени резултати симулација ових решења за различите конфигурације мрежног саобраћаја.

У петом поглављу су представљена решења за супресију мисрутирања, која смањују последице дефлекције тако што омогућавају да се дефлектовани флит задржи у текућем рутеру и поново надмеће за продуктивни порт. Предложена су три решења. Прво решење (SB\_O) се примењује у рутеру, док се остала два (рефлексиони линк – LB и рефлексиони линк са баферима – ILB) примењују на линку. За сва решења су представљени резултати симулације за различите конфигурације мрежног саобраћаја.

У шестом поглављу је спроведена анализа расподеле саобраћаја у мрежама на чипу састављених од базичних дефлекционих рутера, као и дефлекционих рутера који примењују решења предложена у овој дисертацији. Ово поглавље посебно истиче проблем неравномерног саобраћаја који се често занемарује приликом евалуације перформанси дефлекционих мрежа на чипу.

У седмом поглављу је представљено решење за заштиту од динамичке блокаде у дефлекционим мрежама на чипу. Предложено решење обухвата механизам за детекцију и механизам за разбијање динамичке блокаде. У наставку поглавља су приказани резултати симулације у којима се проверава утицај решења за заштиту од динамичке блокаде на перформансе дефлекционе мреже.

У закључку је дат кратки преглед онога што је урађено, и сумирани су главни резултати. Такође су дата и нека усмерења за даља истраживања у овој области.

## ВРЕДНОВАЊЕ РЕЗУЛТАТА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

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

Главни циљ ове докторске дисертације је развој решења за побошање комуникационих перформанси мрежа на чипу заснованих на дефлекционом рутирању. У дисертацији су представљена решења која се заснивају на минимизацији стопе дефлекција и мисрутирања флитова. Предложена решења се одликују хардверском једноставношћу и лакоћу прилагодљивошћу на различите архитектуре дефлекционих рутера. У дисертацији су изложени резултати детаљне симулационе анализе утицаја предложених решења на комуникационе перформансе мреже на чипу. Утврђено је такође да предложена решења у општем случају доприносе упостављању равномерне расподеле саобраћаја у мрежи. Поред решења за побошање комуникационих перформанси, у овој дисертацији је представљено и ново решење за детекцију и разрешавање динамичке блокаде флитова, која може настати услед детерминистичког понашања рутера.

На основу претходног, а увидом у извештај о научној заснованости теме докторске дисертације дипл. инж. Игор Стојановића, комисија закључује је кандидат успешно остварио све постављене циљеве из пријаве докторске дисертације.

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

Главни резултати истраживања докторске дисертације се односе на унапређење перформанси мрежа на чипу заснованих на дефлекционом рутирању, уз очување хардверске једноставности дефлекционог рутера, а тиме и практичне примењивости. Комисија сматра да приступ који је представљен у дисертацији до сада није разматран у релевантној научној литератури и представља оригинални допринос дисертације. Добијени резултати су значајни у области пројектовања мултикор система на чипу високих перформанси и мале потрошље. Најзначајнији оригинални доприноси дисертације су:

- Преглед и анализа мрежа на чипу заснованих на дефлекционом рутирању.
- Класификација техника за побошање перформанси дефлекционих мрежа на чипу.
- Детерминистички алгоритми за пермутовање флитова у комутационом степену дефлекционог рутера.
- Техника за супресију мисрутирања у рутеру заснована на баферовању дефлектованих флитова.
- Техника за супресију мисрутирања у каналу заснована на рефлексији дефлектованих флитова, као и варијанте ове технике са баферовањем дефлектованих флитова у каналу.
- Техника за детекцију и разрешавање узајамне динамичке блокаде флитова у мрежи.
- Симулатор дефлекционих мрежа на чипу.
- Процена и анализа и комуникационих перформанси предложених техника.
- Процена и анализа хардверских карактеристика предложених техника.

Оцена самосталности научног рада кандидата *(до 100 речи)*

Кандидат дипл. инж. Игор Стојановић је током бављења научно-истраживачким радом показао значајну самосталност приликом истраживања и евалуацији техника за побошање перформанси дефлекционих мрежа, представљених у докторској дисертацији.

**ЗАКЉУЧАК (до 100 речи)**

На основу увида у поднету докторску дисертацију, може се закључити да докторска дисертација кандидата дипл. инж. Игора Стојановића, садржи оригиналне научне доприносе у области мрежа на чипу заснованих на дефлекционом рутирању. Резултати истраживања представљају добру основу за даља истраживања у овој научној области.

Имајући у виду остварене научне резултате и значај обрађене теме, Комисија закључује да је докторска дисертација дипл. инж. Игора Стојановића под насловом „Побољшање перформанси мрежа на чипу заснованих на дефлекционом рутирању“ научно заснована и предлаже Наставно-научном већу Електронског факултета у Нишу да прихвати дисертацију и одобри њену усмену одбрану.



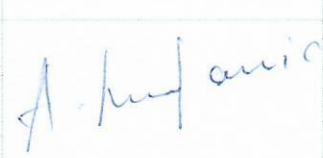


**КОМИСИЈА**

Број одлуке ННВ о именовану Комисије

8/20-01-003/19-009

Датум именовања Комисије

01.04.2019

Р. бр.	Име и презиме, звање		Потпис
1.	др Горан Љ. Ђорђевић, редовни професор Електроника (Научна област)	Универзитет у Нишу, Електронски факултет (Установа у којој је запослен)	председник, ментор 
2.	др Бранислав Петровић, редовни професор Електроника (Научна област)	Универзитет у Нишу, Електронски факултет (Установа у којој је запослен)	члан 
3.	др Александра Смиљанић, редовни професор Телекомуникације (Научна област)	Електротехнички факултет у Београду, Универзитет у Београду (Установа у којој је запослен)	члан 
4.	доц. др Татјана Николић, ванредни професор Електроника (Научна област)	Универзитет у Нишу, Електронски факултет (Установа у којој је запослен)	члан 
5.	доц. др Сандра Ђошић, доцент Електроника (Научна област)	Универзитет у Нишу, Електронски факултет (Установа у којој је запослен)	члан 

Датум и место:

06.05.2019. Ниш