

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  
12.07.2019. године

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

Докторска дисертација кандидата мр Горана Николића под насловом “Високо-поуздан пренос података код бежичних сензорских мрежа са малом потрошњом енергије применом 2D-SEC-DED технике кодирања” 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 11.08.2019. 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	Николић Светислав Горан
Датум и место рођења	14.05.1973. год., Лесковац

### Основне студије

Универзитет	Универзитет у Нишу
Факултет	Електронски факултет
Студијски програм	Електроника и телекомуникације
Звање	Дипломирани инжењер електротехнике за електронику и телекомуникације
Година уписа	1994
Година завршетка	2003
Просечна оцена	8.16 (осам и 16/100)

### Мастер студије, магистарске студије

Универзитет	Универзитет у Нишу
Факултет	Електронски факултет
Студијски програм	Електроника
Звање	Магистар техничких наука
Година уписа	2003
Година завршетка	2010
Просечна оцена	9.50 (девет и 50/100)
Научна област	Електроника
Наслов завршног рада	"Један приступ пројектовању умрежених <i>embedded</i> система велике сигурности"

### Докторске студије

Универзитет	Универзитет у Нишу
Факултет	Електронски факултет
Студијски програм	Електротехника и рачунарство - Електроника
Година уписа	2010 (2016)
Остварен број ЕСПБ бодова	400 ЕСПБ (магистар техничких наука) + 80 ЕСПБ (преко радова) Укупно 480 ЕСПБ
Просечна оцена	-

### НАСЛОВ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Наслов теме докторске дисертације	"Високо-поуздан пренос података код бежичних сензорских мрежа са малом потрошњом енергије применом 2D-SEC-DED технике кодирања"
Име и презиме ментора, звање	Горан С. Јовановић, редовни професор
Број и датум добијања сагласности за тему докторске дисертације	НСВ број 8/20-01-001/17-015 У Нишу, 13.02.2017. године

### ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Број страна	214 (двестачетрнаест)
Број поглавља	18 (осамнаест)
Број слика (шема, графикона)	53 (педесетитри)
Број табела	17 (седамнаест)
Број прилога	2 (два)

РЕПУБЛИКА СРБИЈА  
 УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ  
 ЕЛЕКТРОНСКИ ФАКУЛТЕТ У НИШУ  
 Бр. 07/03-023/19-005  
12.07. 2019. год.  
 Ниш, ул. Александра Медведева бр. 14

**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><b>Goran S. Nikolic</b>, Mile K. Stojcev, Tatjana R. Nikolic, Branislav D. Petrovic, Goran S. Jovanovic, Bojan R. Dimitrijevic, "Implementation and evaluation of 2D SEC-DED forward error correction scheme in wireless sensor networks", <b>Microelectronics Reliability</b>, Elsevier, Vol. 78C, pp. 161–180, 2017., (M22), ISSN: 0026-2714 (Print), Received 29 March 2017, Revised 5 July 2017, Accepted 16 August 2017, Available online 1 September 2017  <a href="https://doi.org/10.1016/j.microrel.2017.08.010">https://doi.org/10.1016/j.microrel.2017.08.010</a>  <a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0026271417304018">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0026271417304018</a></p>	M22
	<p>Бројне апликације у бежичним сензорским мрежама (<i>WSN</i>) захтевају прикупљање података без губитака током преноса, дуготрајног сензовања и дугог времена живота система. Постизање поузданог преноса података и дугог животног века система је тешко јер је, с једне стране, бежични пренос подложен грешкама, а с друге стране, сензорски чвор као батеријски напајан уређај, ограничен је са аспекта енергије. Коришћењем неких техника које су усмерене на потрошњу, као што су фактор попуне (<i>duty-cycling</i>) и управљање електричном енергијом (<i>power-gating</i>), могуће је смањити потрошњу енергије на прихватљив ниво. Захтеви за већи степен поузданости током бежичног преноса података повећали су употребу кодова за исправљање грешака (<i>ECC</i>). Кодови представљају ефикасно средство за пружање заштите од убацивања грешака на једном/два/више битова током простирања сигнала шумним комуникационим каналом. Два основна механизма за опоравак погрешних пакета у било којој мрежи су <i>Automatic Repeat Request (ARQ)</i> и <i>Forward Error Correction (FEC)</i>. Пошто је потрошња енергије главни проблем бежичних сензорских мрежа, пакетна ретрансмисија није добра опција, а примена <i>FEC</i> технике би било пожељније решење у односу на <i>ARQ</i> технику. У овом раду развијена је ефикасна шема, заснована на дводимензионалном (правоугаоном) блоковском <i>ECC</i> коду, која се односи на дводимензионалну корекцију једноструке грешке и детекцију двоструке грешке (<i>2D SEC-DED</i>). Коришћењем <i>2D SEC-DED</i> кодирања коригују се све једноструке и 99.9% двоструких/вишеструких грешака, у оквиру пренесених пакета. На овај начин смањен је број поновљених преноса, када бежична сензорска мрежа функционише у хазардном окружењу (када је <math>BER &gt; 10^{-4}</math>), што значи да се не само штеди енергија, већ и продужава опсег преноса (раздаљина преноса између предајника и пријемника).</p>	
2	<p><b>Goran S. Nikolic</b>, Mile K. Stojcev, Tatjana R. Nikolic, Branislav D. Petrovic, Goran S. Jovanovic, Reliable data transfer <i>Rendezvous</i> protocol in wireless sensor networks using <i>2D-SEC-DED</i> encoding technique, <b>Microelectronics Reliability</b> 65 (2016) pp. 289 – 309, MR12194, Imprint ELSEVIER, ISSN: 0026-2714, Available online 31 August 2016, Final version published online 17 October 2016  <a href="https://doi.org/10.1016/j.microrel.2016.08.017">https://doi.org/10.1016/j.microrel.2016.08.017</a>  <a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0026271416303249">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0026271416303249</a></p>	M22
	<p>Код великог броја апликација бежичних сензорских мрежа захтева се пренос података са минималним губицима, што указује да је поузданост важна карактеристика. Постоје два приступа за опорављање погрешно пренетих пакета. Први се заснива на <i>ARQ</i>, а други на примени <i>FEC</i> технике кодирања. Код првог приступа поузданост се постиже ретрансмисијом, а код другог користи се техника кодирања која се карактерише способношћу за корекцијом грешака у преносу на одредишту. У овом раду предложена је техника за корекцију грешака типа <i>2D SEC-DED</i> која се базира на коришћењу <i>Hamming</i>-овог кодирања са екстензијом бита парности у дводимензионалној организацији. Истраживања су показала да се коришћењем ове технике могу детектовати и кориговати све једноструке грешке, и 99.99% појаву двоструких грешака. Предложена техника кодирања имплементирана је на <i>Rendezvous</i> протоколу.</p>	

**Goran Nikolić, Mile Stojčev, Zoran Stamenković, Goran Panić, Branislav Petrović,** "WIRELESS SENSOR NODE WITH LOW-POWER SENSING", **FACTA UNIVERSITATIS** Series: **Electronics and Energetics** Vol. 27, No 3, September 2014, pp. 435 - 453 DOI: 10.2298/FUEE1403435N, Received February 18, 2014; received in revised form May 29, 2014, ISSN: 0353-3670 (Print), ISSN: 2217 – 5997 (Online), COBISS.SR-ID 12826626  
<http://casopisi.junis.ni.ac.rs/index.php/FUElectEner/article/view/140>

3

Рад представља проширење истраживања чије су основе интенце презентоване у раду по редним бројем 5 овог садржаја. У овом раду разматран је утицај сензорског подсистема који је намењен за мониторинг апликације, као и његов ефекат на потрошњу енергије сензорске мреже. Као прво, описана је архитектура сензорског чвора и идентификовани су кључни елементи са аспекта потрошње енергије, уведен је енергетски модел сензорског подсистема. Као друго, са циљем да се смањи потрошња енергије анализирани су обједињени ефекти примене две стандардне технике за уштеду енергије: *duty-cycling* и *power-gating*. Показано је да је *duty-cycling* ефективна техника када се примењује на системском нивоу при чему је, за *duty-cycle* фактор од 1%, постигнута уштеда реда величине 100 пута. Примена *power-gating* технике је спроведена на нивоу кола и углавном се користи за смањење струја цурења па је уштеда реда 60 пута. Заједничким ефектом ове две технике спроведена *MATLAB* симулација показује да се укупно може постићи уштеда реда 6000 (три реда величине).

M24

Tatjana Nikolić, Mile Stojčev, **Goran Nikolić**, Goran Jovanović, "Energy Harvesting Techniques In Wireless Sensor Networks", *Facta Universitatis (Nis)*, Series: Automatic Control and Robotics (FU Aut Cont Rob), Vol. 17, No. 2, 2018., pp. 117-142, ISSN: 1820-6417

<https://doi.org/10.22190/FUACR1802117N>

<http://casopisi.junis.ni.ac.rs/index.php/FUAutContRob/article/view/4055>

4

Батерије су главни извор енергије за електронске системе мале потрошње као што су микро-механички системи (*MEMS*), бежичне сензорске мреже, ембедед уређаји за даљинско очитавање и контролу, итд. Услед ограниченог капацитета таквих извора енергије и потребе за снабдевањем енергијом у току целог животног века система/уређаја, јављају се захтеви за уређајем са властитим напајањем. Употреба конвенционалних батерија није увек добро пројектантско решење јер батерије захтевају људску интервенцију како би биле замењене (веома често у тешко приступачним местима и тешким радним условима околине). Због тога, прикупљање електричне енергије, која је потребна за управљање уређајима, коришћењем алтернативног извора енергије, представља велики изазов. Процес узимања енергије из околине и претварања те енергије у потрошну електричну енергију познат је као прикупљање енергије или харвестинг. Извори прикупљене енергије могу се користити за повећање животног века и способности уређаја, било као замена за батерију или повећање њене употребе. Постоје различити облици енергије који се могу прикупити, као што су соларна, механичка, термална и електромагнетна. Данас постоји велики интерес за област истраживања која се односи на прикупљање енергије. Овај рад представља истраживање на пољу идентификације извора енергије и описује основне функционалне принципе најчешће коришћених извора енергије. Представљени су принципи конверзије енергије која се прикупља од једног извора и указано је на њихове предности и ограничења. Разматране су и хибридне структуре извора за прикупљање енергије које истовремено комбинују прикупљање енергије из различитих околних извора (соларна, термоелектрична, електромагнетна), са циљем да подрже веће оптерећење на излазу.

M24

5

**G. Nikolić, G. Panić, Z. Stamenković, G. Jovanović, M. Stojčev,** "Implementation of External Power-Gating Technique during Sensing Phase in Wireless Sensor Networks", *PROC. 29th INTERNATIONAL CONFERENCE ON MICROELECTRONICS (MIEL 2014)*, BELGRADE, SERBIA, 12-15 MAY, 2014, pp. 421-424, organized by IEEE Serbia and

M33

Сензорски чворови стандардно обављају следеће задатке: прихватање података са сензорских елемената, обрада порука, предаја и пријем радио порука. У овом раду разматран је утицај сензорског подсистема који је намењен за мониторинг апликације, као и његов ефекат на потрошњу енергије сензорске мреже. Описан је сензорски подсистем код кога је имплементирана техника *power gating* при чему сензорски чвор прихвата податке са већег броја сензорских елемената. Симулациони резултати указују да увођење технике *power gating* код сензорског чвора имплементираниог са стандардно расположивим сензорским елементима доводи до редукције потрошње енергије до три реда величине.

**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. 07/03-023/19-002 од 27.05.2019. год., установљено је да кандидат мр Горан Николић **ИСПУЊАВА** све предвиђене критеријуме за покретање поступка за оцену и одбрану докторске дисертације. Наиме, кандидат магистар мр Горан Николић доставио је Факултету доказ да је првопотписани аутор два (2) рада у часопису са SCI листе (M22), и да је првопотписани аутор рада објављеног у часопису који издаје Универзитет у Нишу или факултет Универзитета у Нишу (M24), 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 мр Горана Николића је изложена на 214 страница текста и садржи 53 слике и 17 табела, има логичан ток и прецизно је језички формулисана. Докторска дисертација поред уводног дела, закључка и списка коришћене литературе, садржи још 13 поглавља и два прилога.

У другом поглављу је дата дефиниција бежичних сензорских мрежа и неколико општих својстава које их чине другачијим од других типова бежичних мрежа. Такође извршена је класификација бежичних сензорских мрежа са аспекта примене.

У трећем поглављу представљен је концепт архитектуре сензорског чвора са најзначајнијим градивним блоковима и сагледане су главне разлике у пројектовању у опсегу од сићушних имплантабилних до "паметних" телефона.

У четвртном поглављу су најпре идентификовани типични проблеми имплементације бежичних сензорских мрежа са батеријски напајаним сензорским чворовима малог капацитета енергије. Дат је опис класичних проблема из домена пројектовања, умрежавања и одржавања сензорског чвора/мреже са којима се стандардно суочава пројектант бежичне сензорске мреже. Овим поглављем је постављена теоријска основа и побројане су све технике и методе које су нам послужиле током даље анализе наведене проблематике.

У петом поглављу представљени су механизми за контролу грешака. Начињен је одабир одговарајућих кандидата кодова за исправљање грешака, типова модулационих шема и модела канала за потребе даље анализе.

У шестом поглављу је представљена детаљнија хардверска структура сензорског чвора, са посебним освртом на блок сензора. Наглашена је чињеница да се са сваком новом генерацијом сензорских чворова број сензора све више повећава, па су самим тим стратегије узорковања сензора, активности сензора током животног века чворова и сагледавање потрошње снаге постале доминантне.

У седмом поглављу је представљена детаљнија хардверска структура сензорског чвора са посебним освртом на пројектовање блока напајања са циљем имплементације техника за смањење потрошње енергије.

У осмом поглављу предложен је концепт управљања потрошњом снаге имплементиран на два нивоа: а) на нивоу система; и б) на нивоу компоненти. На нивоу система предложена је примена технике *duty-*

*cycling*, а на нивоу компоненти технике *power-gating*. Представљен је профил потрошње енергије бежичног сензорског чвора током активности иницијализације и сензовања, табеларно и графички, и квантитативно су исказане добити који се постижу на овај начин.

У деветом поглављу представљене су основе техника толерантности на кварове и приказани су основни концепти и принципи кодирања. Уведен је концепт *2D SEC-DED* технике кодирања, начин креирања и формирања оквира за слање по особинама систематик блок кода.

У десетом поглављу најпре су објашњени основни принципи *Rendezvous* протокола са посебним освртом на изглед оквира базираног на *ARQ* методи названог *O-RPLL* који је полазна основа за све будуће анализе. Његовом модификацијом, уз задржавање основних принципа протокола, развијена је верзија базирана на *FEC* методи која је названа *M-RPLL*. Описани су процеси детекције и корекције грешака од стране сензорског чвора и приступне тачке и исказане су специфичности предложеног решења.

У једанаестом поглављу дефинисани су аналитички модели преноса података и извршена је процена стопе погрешно пренетих битова, стопе погрешно пренетих пакета и њихов међусобни однос. Анализиране су перформансе метрика ефикасности канала, активности радио блока у току фазе предаје, дат је модел потрошње енергије и одговарајући енергетски профил.

У дванаестом поглављу анализиране су перформансе *O-RPLL* и *M-RPLL* протокола у погледу броја поновљених преноса. Одређена је просечна струја примопредајног блока у функцији параметара: а) стопе погрешно пренетих битова и периода слања; б) броја сензора и резолуције аналогно дигиталног конвертора. Квантитативно су одређени софтверски режијски трошкови за реализацију *2D SEC-DED* шеме кодирања.

У тринаестом и четрнаестом поглављу уз теоријску основу потребну за евалуацију перформанси бежичног преноса изведен је закључак о добити која се остварује применом предложене шеме кодирања. Остварена добит је анализирана кроз одговарајуће метрике и квантитативно исказана као побољшање домета предаје уз истовремено не нарушавање осталих карактеристика канала.

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 иновирање решења за побољшање енергетске ефикасности код бежичних сензорских мрежа са малом потрошњом енергије уз постизање високо-поузданог преноса података. У дисертацији су предложена решења која се заснивају на оптимизацији од физичког до мрежног слоја сензорског чвора, као основне градивне јединице бежичне сензорске мреже. Предложена решења се односе на побољшање активности блока сензовања са аспекта потрошње енергије, мрежног протокола са посебним освртом на проналажење адекватне технике кодирања којом би се смањила или елиминисала потреба за поновним слањем порука и евалуацији домета предаје за тако одабрану технику кодирања. Одликују се хардверском и софтверском једноставношћу и, уз незнатне измене, лакоом прилагодљивошћу на различите хомогене и хетерогене типове сензорских чворова и традиционалних протокола.

У дисертацији су изложени резултати детаљне симулационе анализе утицаја предложених решења на потрошњу снаге блока сензовања и на комуникационе перформансе бежичног сензорског чвора у оквиру сензорске мреже. Процес кодирања података, убацивања грешака, откривање и исправљање грешака моделира се софтверским симулационим моделом креираним у MATLAB софтверском алату. У неким сегментима, евалуација предложених решења остварена је и на практично реализованом сензорском чвору што додатно наглашава оправданост примене предложених решења. Коначна верификација извршена је на хардверско-софтверски реализованој платформи сензорског чвора који је састављен од већег броја сензора (пасивних и активних) са *MSP430FR5969* као процесорским подсистемом и *CC110L* примопредајником уз коришћење референтног *Rendezvous* протокола.

На основу претходног, а увидом у извештај о научној заснованости теме докторске дисертације мр Горана Николића, 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 проналажењу адекватних техника за смањење потрошње енергије сензорског чвора на различитим нивоима реализације, а самим тим и унапређењу перформанси и животног века бежичне сензорске мреже, уз очување хардверске и

софтверске једноставности, високе-поузданости преноса података и мале латенције порука. Комисија сматра да приступ који је представљен у дисертацији до сада није разматран у релевантној научној литератури из области бежичних сензорских мрежа и представља оригинални допринос дисертације. Добијени резултати су значајни у области пројектовања високо-поузданих бежичних сензорских мрежа мале потрошње.

Најзначајнији оригинални доприноси дисертације су:

- ✓ Преглед и анализа бежичних сензорских мрежа, сензорског чвора хомогене и хетерогене структуре и енергетских профила потрошње.
- ✓ Хардверска реализација сензорског чвора и анализа техника свесних потрошње.
- ✓ Примена *duty-cycling* технике за уштеду енергије на системском нивоу са фактором испуне од 1% и оствареном уштедом енергије за два реда величине.
- ✓ Примена *power-gating* технике за уштеду енергије спроведене на нивоу кола у циљу смањења струје цурења са уштедом енергије и до 60 пута.
- ✓ Обједињена примена претходно наведених техника оптимизацијом алгоритма управљања на софтверском нивоу.
- ✓ Реализација симулатора у *MATLAB* софтверском окружењу ради анализе и валидације предложених решења.
- ✓ Креирање и реализација *2D-SEC-DED/SEC-DED* шеме кодирања комуникационог канала за примену у апликацијама бежичних сензорских мрежа праћења окружења у "тешким" радним условима који се карактеришу стопом погрешно пренетих бита  $BER \geq 10^{-4}$ . Имплементацијом предложене технике каналног кодирања минимизира се потреба за поновним слањем пакета.
- ✓ Евалуација добити предложене шеме кодирања побољшањем перформанси бежичног канала или смањењем излазне снаге појачавача снаге или задржавањем вредности излазне снаге, а повећањем домета сензорског чвора.
- ✓ Процена и анализа комуникационих перформанси предложених решења имплементираних на практично реализованом сензорском чвору.

Оцена самосталности научног рада кандидата (до 100 речи)

Кандидат мр Горан Николић је током бављења научно-истраживачким радом показао значајну самосталност приликом истраживања и евалуацији техника за побољшање енергетске ефикасности у бежичним сензорским мрежама ограничених ресурса од сегмената оптимизације физичког слоја до решења за мрежни слој, представљених у докторској дисертацији.

### ЗАКЉУЧАК (до 100 речи)

На основу увида у поднету докторску дисертацију, може се закључити да докторска дисертација кандидата мр Горана Николића, садржи оригиналне научне доприносе у области бежичних сензорских мрежа. Имајући у виду све већу инкорпорираност бежичних сензорских мрежа у готово сваки сегмент савременог живота, можемо да констатујемо да је ово једна изазовна и комплексна област, са аспекта научних истраживања, која од инжењера захтева широк спектар знања и вештина.

Конкретно, ова дисертација се бави изазовима енергетске ефикасности у бежичним сензорским мрежама ограничених ресурса. Дисертацијом су покривене више области од оптимизације физичког слоја до решења за мрежни слој. Проблеми који се решавају сагледани су кроз енергетски профил сензорског чвора са посебним освртом на активност блока сензовања, мрежног протокола са посебним освртом на проналажење адекватне технике кодирања којом би се смањила или елиминисала потреба за поновним слањем и евалуација домета предаје за тако одабрану технику кодирања. 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 мр Горана Николића под насловом "Високо-поуздан пренос података код бежичних сензорских мрежа са малом потрошњом енергије применом 2D-SEC-DED технике кодирања" научно заснована и предлаже Наставно-научном већу Електронског факултета у Нишу да прихвати дисертацију и одобри њену усмену одбрану.






### КОМИСИЈА

Број одлуке ННВ о именовању Комисије

НСВ број 8/20-01-005/19-013

Датум именовања Комисије

У Нишу, 18.6.2019. године

Р. бр.	Име и презиме, звање		Потпис
1.	др Горан Јовановић, редовни професор	председник	
	Електроника (Ужа научна област)	Универзитет у Нишу, Електронски факултет (Установа у којој је запослен)	
2.	др Бранислав Петровић, редовни професор	ментор, члан	
	Електроника (Ужа научна област)	Универзитет у Нишу, Електронски факултет (Установа у којој је запослен)	
3.	др Драган Манчић, редовни професор	члан	
	Електроника (Ужа научна област)	Универзитет у Нишу, Електронски факултет (Установа у којој је запослен)	
4.	др Саша Николић, редовни професор	члан	
	Електроника (Ужа научна област)	Универзитет у Нишу, Електронски факултет (Установа у којој је запослен)	
5.	др Предраг Кртолица, доцент	члан	
	Рачунарске науке (Ужа научна област)	Универзитет у Нишу, Природно-математички факултет (Установа у којој је запослен)	

Датум и место:

12.07.2019, Ниш