

ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

-обавезна садржина- свака рубрика мора бити попуњена

(сви подаци уписују се у одговарајућу рубрику, а назив и место рубрике не могу се мењати или изоставити)

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
<p>1. Датум и орган који је именовao комисију 30. март 2016, Декан Факултета техничких наука Наставно научно веће Факултета техничких наука</p> <p>2. Састав комисије са знаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен: др Љиљана Живанов, редовни професор, Електроника, 01.10.2000., Факултет техничких наука, Нови Сад др Властимир Радоњанин, редовни професор, Грађевински материјали, процена стања и санација конструкција, 28.03.2013., Факултет техничких наука, Нови Сад др Мирјана Дамњановић, ванредни професор, Електроника, 07.10.2011., Факултет техничких наука, Нови Сад др Весна Мандић, редовни професор, Производно машинство и индустријски инжењеринг, 25.01.2013., Факултет инжењерских наука, Крагујевац др Горан Стојановић, редовни професор, Електроника, 21.10.2015., Факултет техничких наука, Нови Сад</p>
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме: Милан, Радован, Радовановић</p> <p>2. Датум рођења, општина, држава: 16. март 1981., Пљевља, Република Црна Гора</p> <p>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив Факултет техничких наука, Енергетика, електроника и телекомуникације, Дипломирани инжењер електротехнике и рачунарства - мастер</p> <p>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија 2006., Енергетика, електроника и телекомуникације</p> <p>5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: --</p> <p>6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: --</p>
III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
Пројектовање, оптимизација и карактеризација LC сензора за бежично мерење концентрације влаге у грађевинским материјалима
IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
Навести кратак садржај са знаком броја страна, поглавља, слика, шема, графикона и сл.
Докторска дисертација написана је на 102 стране. Садржи 9 поглавља, 77 слика, 10 табела и 78

навода литературе. Кључна документација написана је на српском и енглеском језику.

Дисертација садржи следећа поглавља:

1. Увод
2. Бежични пасивни LC сензори и њихова примена
3. Методе за мерење влаге у грађевинским материјалима
4. Принцип рада и метода мерења
5. Мерење концентрације влаге у грађевинским материјалима коришћењем бежичних LC сензора израђених на PCB-у
6. Бежични LC сензори израђени у LTCC технологији за мерење концентрације влаге у грађевинским материјалима
7. Преносиви електронски уређај за мерење концентрације влаге
8. Дискусија резултата
9. Закључак

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Дисертација у целини има добро систематизовану структуру и план излагања. Наслов рада јасно је формулисан, разумљив, прецизно описује предмет истраживања и у потпуности указује на садржај дисертације.

У првом поглављу су дата уводна разматрања, описана је тема дисертације и представљена је структура дисертације.

Друго поглавље описује бежичне пасивне LC сензоре и њихову примену. Дат је преглед LC сензора различитог дизајна, као и примене за праћење различитих параметара животне средине, укључујући влажност, температуру, концентрацију гасова, вредност pH, детекцију бактерија, тешких метала, итд. Такође су описане и предности новог дизајна LC сензора и могућности примене.

У трећем поглављу су представљене све методе мерења влаге у грађевинској индустрији, где су описане све предности и мане сваке од метода. Такође су приказани и комерцијални уређаји за мерење влаге који раде на различитим принципима.

Четврто поглавље описује бежичне методе мерења концентрације влаге у грађевинским материјалима која је коришћена у овој дисертацији. У овом делу описан је принцип рада бежичног пасивног LC сензора и антенског намотаја, затим су приказана еквивалентна кола посебно сензора, антене и на крају еквивалентно коло експерименталне поставке која је коришћена приликом свих мерења у овој дисертацији.

У петом поглављу представљени су резултати мерења концентрације влаге у опеци од печене глине и сипорекс (YTONG) блоку помоћу три LC сензора различитог дизајна који су израђени на штампаној плочи (на PCB-у, *Printed Circuit Board*). Поред резултата електричне карактеризације сензора приказани су и резултати структурне анализе, како сензора, тако и грађевинских материјала који су коришћени у експериментима.

У шестом поглављу су описана два LC сензора различитих димензија који су израђени у LTCC (*Low Temperature Co-fired Ceramics*) технологији. Такође су дати и резултати електричне и структурне карактеризације сензора.

У седмом поглављу представљен је преносиви уређај за мерење концентрације влаге који је развијен. Дате су карактеристике и шеме уређаја који је калибрисан за мерење влаге.

У осмом поглављу дата је механичка анализа материјала на којима су израђени сензори, а такође је анализирана осетљивост сваког сензора појединачно у различитим материјалима који су коришћени у експериментима.

У деветом поглављу су приказани закључци везани за истраживање описано у дисертацији. Сагледане су предности и мане новог дизајна бежичних LC сензора. Предложене су могуће примене нових материјала за израду сензора, као и употреба предложеног дизајна у другим областима.

Поглавље “Литература” садржи 72 литературна навода. Коришћена литература је правилно одабрана према захтевима теме која се разматра.

VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ

M21 – Рад у врхунском међународном часопису

1. **M. Radovanović**, B. Mojić-Lante, K. Cvejin, V.V. Srdić, G. Stojanović, “A Wireless LC Sensor Coated with Ba_{0.9}Bi_{0.066}TiO₃ for Measuring Temperature”, *Sensors*, (IF: 2.245), vol. 15, 11454-11464, ISSN 1414-8220, 2015, doi:10.3390/s150511454.
2. M. Maksimović, G. Stojanović, **M. Radovanović**, M. Malešev, V. Radonjanin, G. Radosavljević, W. Smetana, “Application of a LTCC sensor for measuring moisture content of building materials”, *Construction and Building Materials* (IF: 1.834), vol. 26, no. 1, pp. 327-333, 2012, ISSN: 0950-0618, doi:10.1016/j.conbuildmat.2011.06.029.
3. G. Stojanović, **M. Radovanović**, M. Malešev, V. Radonjanin, “Monitoring of Water Content in Building Materials Using a Wireless Passive Sensor”, *Sensors* (IF: 1.774), vol. 10, no. 5, pp. 4270-4280, 2010, ISSN 1424-8220, doi:10.3390/s100504270.

M33 – Саопштење са међународног скупа штампано у целини

1. **M. Radovanović**, G. Stojanović, “Performances Comparison of Wireless Passive Sensors for Measuring Moisture in Construction Materials”, 48th International Conference on Microelectronics, Devices and Materials, 19-21 September. 2012, Otočec, Slovenia.
2. **M. Radovanović**, G. Stojanović, N. Blaž, “Computer as a tool for controlling measurement of water content in building materials”, *EUROCON*, Lisbon 2011, no. 314, str. 1-4, ISBN: 978-1-4244-7485-1.

M63 – Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини

1. M. Maksimović, G. Radosavljević, **M. Radovanović**, G. Stojanović, “Primena bežičnog LC senzora za merenje koncentracije vode u građevinskim materijalima”, IX INFOTEH, Jahorina, vol. 9, no. E-V-5, pp. 714-718, 2010.
2. **M. Radovanović**, G. Stojanović, M. Malešev, V. Radonjanin, “Novi dizajn bežičnog LC senzora za praćenje sadržaja vlage u građevinskim materijalima”, 54. *ETRAN*, Donji Milanovac, 2010.

О зрелости кандидата за успешно бављење научним радом можемо истаћи да су његови публиковани научни радови цитирани 57 пута и да кандидат има h-индекс 5.

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

У овој дисертацији представљено је 5 типова LC сензора иновативног дизајна који су коришћени за мерење влаге у грађевинским материјалима.

Пасивни бежични LC сензори пројектовани су у технологији штампаних кола (PCB) и у технологији ниско температурне печене керамике (LTCC). Представљена су три типа LC сензора израђених на PCB-у у једнослојној и двослојној штампи. Такође су приказана и два типа LC сензора израђених у LTCC технологији. Карактеризација сензора је извршена у лабораторијским условима, а за тестирање коришћени су грађевинска опека и сипорекс блок као једни од најчешће коришћених материјала у грађевинској индустрији.

За карактеризацију сензора, односно мерење електричних карактеристика коришћени су *Impedance Analyzer HP4191A* и *Impedance Analyzer HP4194A*. За одређивање количине воде у опеци и сипорекс блоку коришћена је прецизна електронска вага *LIBELA ELSI BV-P3853*. За проверу резултата мерења коришћен је комерцијални мерач влажности за грађевинске материјале *TESTO 606-2*.

Такође за структурну карактеризацију како самих сензора тако и грађевинских материјала коришћен је скенирајући електронски микроском (*SEM*) и 3D оптички профилометар. Механичка карактеризација сензора урађена је помоћу уређаја *Nanoindenter Agilent G200*.

Оно што чини комплетним ову дисертацију је развијени и преносиви (*handheld*) уређај за мерење концентрације влаге, који на дисплеју приказује проценат релативне влажности. На овај начин је покриван читав спектар: анализа проблема, моделовање и симулација, дизајн и фабрикација нових компоненти (сензора влаге), њихова електрична, механичка и структурна карактеризација и тестирање, и развој електронског система за приказивање мерених података о концентрацији влаге.

Разматрајући целокупну докторску дисертацију, Комисија је закључила да она својим садржајем, постигнутим резултатима и закључцима задовољава критеријуме који се постављају пред докторску дисертацију и стога представља оригинални научни допринос од значаја у области електронике, нових материјала и грађевинске индустрије.

О квалитету ове дисертације сведочи и 3 научна рада која су публикована у врхунским међународним часописима ранга M21, а која су произашла директно из резултата који су остварени током истраживачког рада у оквиру ове докторске дисертације.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Експлицитно навести позитивну или негативну оцену начина приказа и тумачења резултата истраживања.

Кандидат Милан Радовановић у целости је обавио истраживања која су била предвиђена планом представљеним у пријави докторске дисертације. Резултати дисертације су настали из обимних и детаљних истраживања из области пасивних бежичних LC сензора и њихове примене за мерење влаге у грађевинским материјалима. Резултати су приказани јасно и прегледно. Анализом добијених резултата изведени су закључци, који описују све предности и мане описаног новог дизајна LC сензора пружајући корисне информације за будућа истраживања и могућност примене сензора у другим областима.

IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Експлицитно навести да ли дисертација јесте или није написана у складу са наведеним образложењем, као и да ли она садржи или не садржи све битне елементе. Дати јасне, прецизне и концизне одговоре на 3. и 4. питање:

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме
Докторска дисертација је написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе
Дисертација садржи оригиналне научне доприносе као и све елементе потребне за разумевање обрађене тематике и добијених резултата. Дат је преглед коришћене литературе, а резултати су приказани и тумачени на одговарајући начин.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци
У овој докторској дисертацији приказани су резултати истраживања у области пасивних бежичних LC сензора и њихова примена за мерење влаге у грађевинским материјалима. Основни научни допринос докторске дисертације огледа се у развијеном потпуно новом дизајну пасивних бежичних LC сензора и поређењу карактеристика сензора реализованих у две технологије: технологији штампаних плоча и технологији заједно печене ниско-температурне керамике. Доказано је да пројектовани бежични пасивни LC сензори имају дизајн који је веома једноставан за фабрикацију, због специфичног дизајна индуктора. Уједно, због израде у једном металном слоју описани сензори имају много бољи контакт са материјалима на којим се врши мерење а поред тога имају и значајно мању цену израде. Такође, омогућавају реализацију бежичног мерења концентрације влаге.

Оригинални дизајн LC сензора са конфигурацијом намотаја у једном металном нивоу је изазвао изузетну пажњу научне јавности и као илустрацију треба поменути да је цитиран више пута, а овде можемо издвојити да је цитиран у *Nature Communications, Volume 3, 2012, Article number 1767*.

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања
Дисертација нема битне недостатке који утичу на резултате истраживања.

X ПРЕДЛОГ:
На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:
- да се докторска дисертација кандидата Милана Радовановића под насловом „Пројектовање, оптимизација и карактеризација LC сензора за бежично мерење концентрације влаге у грађевинским материјалима”, урађена под менторством проф. др. Горана Стојановића прихвати, а кандидату одобри одбрана.

НАВЕСТИ ИМЕ И ЗВАЊЕ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ
ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

Др Љиљана Живанов, редовни професор,
Факултет техничких наука, Нови Сад, председник

Др Властимир Радоњанин, редовни професор,
Факултет техничких наука, Нови Сад, члан

Др Мирјана Дамњановић, ванредни професор,
Факултет техничких наука, Нови Сад, члан

Др Весна Мандић, редовни професор,
Факултет инжењерских наука, Крагујевац, члан

Др Горан Стојановић, редовни професор,
Факултет техничких наука, Нови Сад, ментор

НАПОМЕНА: Члан комисије који не жели да потпише извештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извештај образложење односно разлоге због којих не жели да потпише извештај.