

ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА, НОВИ САД

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
<ol style="list-style-type: none"> 1. Датум и орган који је именовao комисију Решењем бр. 012-199/70-2017 од 28. децембра 2017. године, декан Факултета техничких наука, именовao је комисију за оцену и одбрану докторске дисертације. 2. Састав комисије са назнаком 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: <ol style="list-style-type: none"> 1. Проф. др Љиљана Живанов, редовни професор, уже научна област Електроника, изабрана у звање 01.10.2000. године, Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду, председник комисије 2. Проф. др Ласло Нађ, редовни професор, уже научна област Електроника, изабран у звање 14.11.2013. године, Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду, члан 3. Проф. др Предраг Петковић, редовни професор, уже научна област Електроника, изабран у звање, 20.06.2001. године, Електронски факултет, Универзитет у Нишу, члан 4. Доц. др Јелена Радић, доцент, уже научна област Електроника, изабрана у звање 25.09.2015. године, Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду, члан 5. Проф. др Горан Стојановић, редовни професор, уже научна област Електроника, изабран у звање 21.10.2015. године, Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду, ментор
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<ol style="list-style-type: none"> 1. Име, име једног родитеља, презиме: Александар, Илија, Пајкановић 2. Датум рођења, општина, држава: 25.08.1986. године, Брчко, БиХ 3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив Универзитет у Бањој Луци, Електротехнички факултет, Електроника, Магистар електронике 4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија 2012. година, Енергетика, електроника и телекомуникације 5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: Кандидат није похађао магистарске студије.
<ol style="list-style-type: none"> 6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: Нема.
III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
Пројектовање и карактеризација индуктора и нискошумног појачавача у технологији монолитних интегрисаних кола за широкопојасне примене

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Навести кратак садржај са назнаком броја страна, поглавља, слика, шема, графикона и сл.

Текст докторске дисертације структуриран је у складу са принципима презентације научних истраживања. Целокупна дисертација има обим од 129 страна. Садржи насловну страну, кључну документацијску информацију на српском и енглеском језику, Захвалницу и Резиме на српском и енглеском језику, Анотирани садржај дисертације, Попис слика (укупно 65 слика), Попис табела (укупно 11 табела) и Попис коришћених скраћеница.

Текст дисертације организован је у 9 поглавља.

На крају дисертације дат је речник појмова, списак објављених радова у часописима и на конференцијама, библиографија са 89 референци и биографија кандидата.

Дисертација садржи следећа поглавља:

1. Увод
2. Проблем, предмет и циљ истраживања
3. Одабрани теоријски појмови пројектовања интегрисаних кола
4. Одабрани појмови технологије монолитних интегрисаних кола
5. Пројектовање и карактеризација индуктора топологије меандар
6. Механичка карактеризација индуктора фабрикованог у силицијумској технологији
7. Пројектовање и карактеризација нискошумног појачавача
8. Закључак

Литература

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСKE 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 дата су уводна разматрања, дефинисана коришћена терминологија, укратко описана тема дисертације и представљена структура дисертације.

У другом поглављу дисертације изложени су предмет, проблем и циљ спроведеног истраживања. Дат је преглед актуелних тенденција у развоју технологија бежичног преноса података, те представљен допринос резултата дисертације у том контексту.

Треће поглавље је опис различитих приступа пројектовању интегрисаних кола у зависности од конкретне примене, односно неопходног степена апстракције. Тако је описана подела интегрисаних кола према облику сигнала који се обрађује. Затим су размотрени нивои апстракције елемената интегрисаних кола у зависности од примене. У тако створеном оквиру, описана је апстракција елемената са концентрисаним параметрима, те апстракција елемената са расподељеним параметрима. Посебна пажња је посвећена вoдовима, као граничним случајевима који представљају кратак спој у оквиру апстракције елемената са концентрисаним параметрима, док се у оквиру апстракције елемената са расподељеним параметрима моделују еквивалентном лествичастом мрежом инфинитезималних елемената. На крају поглавља у дискурс дисертације уведени су ефекти електромагнетског поља.

Четврто поглавље представља кратак преглед појмова технологије монолитних интегрисаних кола. Прво је дат кратак и уопштен преглед технолошког процеса, а затим је посвећена пажња конкретним последицама производње на перформансе интегрисаних кола. Тако је представљен утицај дебљине металних слојева, те технолошких ограничења при реализацији појединих слојева интегрисаних кола. Објашњен је значај екстракције паразита, тј. анализе утицаја паразитних елемената, те размотрен утицај индуктивних компонената.

У петом поглављу пројектован је индуктор топологије меандар у технологији монолитних интегрисаних кола. Прво су представљене величине коришћене за опис перформанси индуктора. Дат је, потом, преглед литературе, па је детаљно изложен поступак пројектовања. Његова својства су успешно измерена. Осим понашања индуктивности, фактора добротe и паразитне отпорности у зависности од фреквенције, размотрене су и процесне варијације, као и температурска зависност. На крају поглавља приказани су и анализирани ови резултати, те упоређени са аналогном индуктивном структуром добијеном у флексибилној технологији.

У шестом поглављу представљене су физичке величине којима се описују механичка својства материјала. Затим је представљен теоријски метод коришћен за аквизицију података о механичким својствима материјала, тзв. инструментализовано мерење утискивања. Такође, описана је конкретна мерна поставка, те уређаји коришћени за механичку карактеризацију заштитног слоја силицијумског интегрисаног кола. Коначно, у последњем делу овог поглавља анализирани су и представљени добијени резултати.

У седмом поглављу представљен је пројектовани и карактерисани нискошумни појачавач. Након дефиниција величина од интереса, неопходних за опис перформанси овог кола, представљен је поступак пројектовања. Детаљно је описана експериментална поставка коришћена за карактеризацију склопа – тако су добијене вредности параметара као што су појачање и улазно прилагођење у зависности од фреквенције. На крају су представљени и анализирани резултати успешно изведене карактеризације.

У осмом поглављу је дат закључак истраживања, те су представљени правци будућег рада.

Девето поглавље садржи списак коришћене научне литературе.

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

Таксативно навести називе радова, где и када су објављени. Прво навести најмање један рад објављен или прихваћен за објављивање у часопису са ISI листе односно са листе министарства надлежног за науку када су у питању друштвено-хуманистичке науке или радове који могу заменити овај услов до 1. јануара 2012. године. У случају радова прихваћених за објављивање, таксативно навести називе радова, где и када ће бити објављени и приложити потврду о томе.

У периоду рада на изради ове докторске дисертације објављено је 10 научних и стручних радова који имају директну или индиректну повезаност са темом докторске дисертације. Од објављених радова посебно се истичу радови у часописима са ISI листе са импакт фактором,

укупно 3 категорија М23. Поред тога објављено је 6 радова на међународним конференцијама категорије М33 и 1 рад на домаћем скупу категорије М63. Треба истаћи чињеницу да је кандидат први аутор на 9 од 10 научних радова до сада публикованих/саопштених, као и да су према *Google Scholar* ти радови цитирани укупно 2 пута (без самоцитата).

Рад у међународном часопису (М23)

1. **A. Pajkanovic**, M. Videnovic-Misic, G. M. Stojanovic, "Design and Characterization of a 130 nm CMOS Ultra-Wideband Low-Noise Amplifier", *Journal of Microelectronics, Electronic Components and Materials*, (IF: 0.378), vol. 47, no. 2, pp. 59–70, 2017.
2. **A. Pajkanovic**, G. M. Stojanovic, S. M. Djuric, "Performance analysis of meander-type inductor in silicon and flexible technology", *Microelectronics Journal* (IF:1.163), vol. 56, no. 10, pp. 57–64, 2016.
3. B. Dokic and **A. Pajkanovic**, "Conventional and Sub-threshold Operation Regimes of CMOS Digital Circuits", *Automatika – Journal for Control, Measurement, Electronics, Computing and Communications* (IF: 0.380), vol. 57, no. 3, pp. 782–792, 2016.

Саопштење са међународног скупа штампано у целини (М33)

1. **A. Pajkanovic**, M. Videnovic-Misic, "An ultra wideband, 6-9 GHz, 130 nm CMOS low noise amplifier", *Proc. of the 21st Telecommunications forum (TELFOR)*, 2013, pp. 620–623.
2. **A. Pajkanovic**, M. Videnovic-Misic, "A 3-10 GHz ultra wideband 130 nm CMOS low noise amplifier", *Proc. 29th International Conference on Microelectronics (MIEL)*, 2014, pp. 363-366.
3. **A. Pajkanovic**, V. Malbasa, "Bandgap voltage reference in 130 nm: Design and schematic level simulation", *X International Symposium on Industrial Electronics (INDEL)*, 2014, pp. 89–93.
4. **A. Pajkanovic**, M. Videnovic-Misic, "A temperature stable 130 nm CMOS current source", *2014 International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering*, 2014.
5. **A. Pajkanovic**, V. Malbasa, "Opamp based bandgap voltage reference in 130 nm: Design and schematic level simulation", *The 38th International ICT Convention – MIPRO*, 2015, pp. 62–67.
6. **A. Pajkanovic**, "A 130 nm operational amplifier: Design and schematic level simulation", *7th International Conference on Computational Intelligence, Communication Systems and Networks (CICSyN)*, 2015, pp. 249–254.

Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини (М63)

1. **A. Pajkanovic**, M. Videnovic-Misic, "A 24 dB, 6-9 GHz, 130 nm CMOS low noise amplifier", *PRoc. of 57 ETRAN conference*, 2013, EL2.2.1–6.

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

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 областима електронике односно микроелектронике и микроталасне технике.

Добијени резултати истраживања у оквиру ове докторске дисертације се могу груписати на следећи начин:

1. Систематизација знања у области пројектовања интегрисаних кола намењених за рад на високим учестаностима (микроталасним и РФ опсезима), како у погледу теоријских појмова, тако и у контексту конкретног технолошког процеса коришћеног за физичку реализацију на силицијуму.
2. Пројектовање индуктивне структуре топологије меандар у технологији монолитних интегрисаних кола. Карактеризација перформанси овог индуктора у зависности од учестаности, процесних варијација и температуре, те поређење са перформансама индуктора исте топологије прилагођених димензијама произведеног у флексибилној технологији.
3. Механичка карактеризација силицијумског интегрисаног кола, на основу чега су одређене механичке карактеристике заштитног слоја којим је интегрисано коло пресвучено.
4. Пројектовање двостепеног нискошумног појачавача намењеног за рад у вишем европском опсегу широкопојасне технологије (UWB). Систематизација начина превазилажења проблема физичке реализације на високим учестаностима: избегавање ефекта антене, умножавање транзистора, попуњавање празнина, итд. Карактеризација перформанси склопа у зависности од учестаности.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

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

Кандидат Александар Пајкановић 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 мултидисциплинарног проблема истраживања који обухвата области:

- пројектовање интегрисаних кола,
- ефекти електромагнетског поља, и
- својства електротехничких материјала и компонената.

Резултати су приказани јасно и прегледно. Анализом добијених резултата изведени су закључци, који описују све предности и мане описаних индуктора и нискошумног појачавача, пружајући корисне информације за будућа истраживања и могућност примене у комплекснијим системима, попут примопредајника, итд.

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

(1) У докторској дисертацији пројектован је и карактерисан индуктор топологије меандар. Његове перформансе представљене се у зависности од учестаности, процесних варијација и температуре, те поређене са еквивалентним индуктором топологије меандар фабрикованим у флексибилној технологији. Закључено је да је топологија меандар погодна за широкопојасне примене.

(2) Анализирана су механичка својства заштитног слоја којим је интегрисано коло пресвучено.

(3) Пројектован је и карактерисан нискошумни појачавач предвиђен за рад на високим

учестаностима и у широким опсезима, конкретно виши европски подопсег широкопојасне технологије. Закључено је да је коришћена двостепена топологија погодна за овакву врсту примене интегрисаних кола.
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 Александра Пајкановића под насловом „Пројектовање и карактеризација индуктора и нискошумног појачавача у технологији монолитних интегрисаних кола за широкопојасне примене”, 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,
ФТН, Нови Сад, председник комисије

Др Ласло Нађ, редовни професор,
ФТН, Нови Сад, члан

Др Предраг Петковић, редовни професор,
Електронски факултет, Ниш, члан

Др Јелена Радић, доцент,
ФТН, Нови Сад, члан

Др Горан Стојановић, редовни професор,
ФТН, 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.