

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
<ol style="list-style-type: none"> 1. Датум и орган који је именовано комисију Решењем бр. 012-199/24-2014 од 24. 12. 2015. године, на основу Одлуке Научно-наставног већа, а у складу са Статутом Факултета техничких наука, декан Факултета техничких наука, проф. др Раде Дорословачки, именовано 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. др Ласло Нађ, редовни професор, ужа област Електроника, изабран у звање 14. 11.2013. године, Факултет техничких наука, Нови Сад 2. др Милош Живанов, редовни професор, ужа област Електроника, изабран у звање: 12.07.2004. године, Факултет техничких наука, Нови Сад 3. др Бранислав Боровац, редовни професор, ужа област Мехатроника, роботика и аутоматизација, изабран у звање 13.03.1998. године, Факултет техничких наука, Нови Сад 4. др Зоран Митровић, редовни професор, ужа област Електрична мерења и метрологија, изабран у звање 11.03.2016. године, Факултет техничких наука, Нови Сад 5. др Александар Менићанин, научни сарадник, Електроника, изабран у звање 25.01.2012, Институт за мултидисциплинарна истраживања, Београд 6. др Мирјана Дамњановић, ванредни професор, ужа област Електроника, изабрана у звање 7. 10. 2011. године, Факултет техничких наука, Новом Саду
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<ol style="list-style-type: none"> 1. Име, име једног родитеља, презиме: Миодраг, Васиљ, Бркић 2. Датум рођења, општина, држава: 31.12.1979, Сисак, Хрватска 3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив : Факултет техничких наука, Нови Сад, Енергетика, електроника и телекомуникације, Дипломирани инжењер - мастер електротехнике и рачунарства 4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија 2009. година, Енергетика, електроника и телекомуникације 5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: нема 6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: нема

III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Електронски систем за обраду сигнала са сензора променљиве излазне импедансе

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

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

Научни приказ истраживања за реализацију постављених циљева дисертације кандидат је презентовао на 130 страна, кроз 8 (осам) поглавља и 1 (један) прилог. Дисертација садржи 84 слике, 16 табела и списак литературе са 119 референци.

Докторска дисертација под насловом „Електронски систем за обраду сигнала са сензора променљиве излазне импедансе“ се састоји из следећих поглавља:

1. Увод
 2. Стање у области истраживања
 3. Прототип електронског мерног система
 4. Пројектовање аналогног блока мерног система у програмском пакету *Cadence*
 5. Различите конфигурације електронског система за обраду сигнала
 6. Дискусија
 7. Закључак
 8. Литература
- Прилог

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

У дисертацији је приказано теоријско и практично истраживање које се односи на пројектовање и карактеризацију електронских система за мерење сензора променљиве импедансе. Циљ истраживања докторске дисертације је пројектовање електронског мерног система који ће бити конкурентан актуелним решењима, и применљив за конкретне сензоре, са којима би чинио функционални мерни уређај.

У првом поглављу су дата уводна разматрања, дефинисани предмет, проблем и циљ истраживања.

У другом поглављу је дат преглед литературе. Описане су најчешће коришћене конфигурације за електронске системе за обраду сигнала са сензора променљиве импедансе. Извршено је поређење актуелних конфигурација за електронске системе. Анализиране су различите мерне методе, уз нагласак на њихове предности и мане.

У трећем поглављу описан је развој прототипа електронског система пројектованог са дискретним компонентама. Објашњен је рад појединих блокова електронског система, као и изабрана мерна метода. Извршена је детаљна анализа сензорског елемента за мерење помераја, ради адекватног прилагођења електронског мерног система овом типу сензора. Приказани су резултати мерења, статистички су обрађени, и приказана је њихова детаљна анализа.

У четвртном поглављу описано је пројектовање аналогног блока мерног система у програмском пакету *Cadence* и објашњена је улога појединих делова. За све топологије које су изабране за имплементацију у аналогни блок, детаљно је описан принцип рада и процес пројектовања. Резултати симулација свих топологија су приказани и анализирани, како појединачно, тако и у склопу аналогног блока. Приказане су карактеристике аналогног блока добијене симулацијом на нивоу електричне шеме са реалним моделима компонената.

У петом поглављу описане су различите реализације мерних система, којима се обезбеђује њихово прилагођење различитим типовима сензора. Описани су напонски и струјни драјверски блокови електронског мерног система, који служе за побуду сензора. Приказане су њихове карактеристике. Описана је метода повећања осетљивости сензора са променљивом импедансом, као и предности и мане те методе.

У шестом поглављу приказана је дискусија. Анализирана су предложена решења. Наведене су предности, као и ограничења пројектованих решења.

У седмом поглављу дат је општи закључак дисертације и предлози за даља истраживања. У последњем поглављу је наведена литература која се користила у овој докторској дисертацији.

У последњем поглављу је наведена литература која је коришћена у овој докторској дисертацији.

У прилогу је дата шема прототипа електронског система.

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

Рад у часопису међународног значаја (M23):

1. **M. Brkić**, S. M. Djurić, M. S. Damnjanović, and L. F. Nagy, “Signal Processing Interface for Displacement Measurement,” *Sensor Letters*, vol. 11, no. 8, pp. 1426–1431, August 2013, ISSN: 1546-198X, DOI: 10.1166/sl.2013.2939

Рад у научном часопису (M53):

2. **M. Brkić**, S. M. Djurić, M. S. Damnjanović, and L. F. Nagy, “Signal-Processing Interface for Inductive Displacement Sensor,” *Key Eng. Mater.*, vol. 543, pp. 352–355, 2013

Прототип, нова метода, софтвер, стандардизован или атестиран инструмент (M85):

3. M. Damnjanović, **M. Brkić**, S. Djurić, L. Nagy, and L. Živanov, “Merni sistem za obradu podataka sa induktivnog senzora pomeraja,” *Fakultet tehničkih nauka*, 2013.

Саопштење са међународног скупа штампано у изводу (M34):

4. S. M. Djurić, L. Nagy, M. Damnjanović, N. M. Djurić, **M. V. Brkić**, A. B. Menićanin, and D. L. Živanov, “Inductive Displacement Sensor in Humanoid Robotic Application,” in *INTERMAG 2010, Washington, DC*, 2010.

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Главни резултат истраживања представљених у овој дисертацији је доказ хипотезе која се темељи на идеји да је могуће реализовати електронски мерни систем помоћу представљене мерне методе, и да такав систем може имати мерне карактеристике сличне постојећим комерцијалним решењима, а да буде много мањих димензија и ниже цене.

За пројектовани електронски систем примењена је мерна метода која представља поједностављену верзију струјно-напонске методе, а слична је и методама са *lock-in* појачавачима. Примена мерне методе је приказана на примеру индуктивног сензора помераја, за две различите величине сензора.

Мерења изведена на развијеном прототипу мерног система са дискретним компонентама доказала су да се са предложеном мерном методом могу добити задовољавајући резултати мерења. Добијена је максимална грешка мерења од 3 %. Због температурне осетљивости излаза прототипа (промена сигнала на излазу прототипа за опсег од 0 °C до 70 °C је једнака 5,2 %), овај прототип је прикладан за употребу у срединама са малим температурним променама.

Пројектовањем аналогног и драјверског блока у облику интегрисаног кола омогућава се смањење димензија и потрошња, и побољшање мерних карактеристика у односу на конфигурацију у дискретној технологији. Анализа рада кола пројектованих у интегрисаној технологији извршена је коришћењем програмског пакета *Cadence*, на нивоу електричне шеме, са реалним моделима компоненти. Анализом резултата симулације ових блокова, установљено је да су скоро све карактеристике пројектованог интегрисаног кола значајно боље од прототипа. Нелинеарност пројектованог кола је 0,5 %, дакле, значајно мања него код прототипа. Температурна осетљивост

је 0,4 % (око десет пута мања у односу на прототип), потрошња је 0,18 W (око три пута мања од прототипа, иако стварна разлика у потрошњи није тако велика, јер је код прототипа мерена и потрошња дигиталних кола). Фреквенцијски одзив интегрисаног кола и прототипа је практично исти, пошто се одређују на исти начин, преко нискофреквенцијског филтра на излазу кола. Улазни опсег напона је од 6 mV до 230 mV, тако да пројектовано интегрисано коло може да мери импедансе мање вредности у односу на прототип.

У односу на електронска мерна кола приказана у прегледу области пројектовано коло у интегрисаном облику одликује се малим димензијама, високом тачношћу и просечном потрошњом. Комплексност дизајна је мала у односу на већину кола доступних из литературе. Динамички одзив система је велик, реда килохерца, осетљивост резултата мерења на температурне промене је мала. Максимална побудна фреквенција је 16 MHz, што спада у типичне вредности за слична кола, приказана у прегледу истраживања. Ово коло погодно је за мерење сензора мале излазне импедансе. Уз побудну струју од 10 mA вршне вредности, за сензоре код којих је импеданса на излазу доминантно индуктивног карактера, опсег мерења је од 13 nH до 470 nH. За сензоре резистивног типа, опсег мерења је од 0,6 Ω до 30 Ω .

Описани електронски систем омогућава мерење модула излазне импедансе сензора у системима у којима је потребно континуирано мерење у реалном времену. Захваљујући великом динамичком одзиву система, који корисник може лако подешавати, њиме је могуће мерити величине велике динамике.

Ограничење развијеног електронског мерног система је што ово коло може мерити само моду импедансе сензора. Међутим, то је довољно код мерења више врста сензора променљиве излазне импедансе. Овај систем се може применити за мерење сензора чија је излазна импеданса резистивног, капацитивног и индуктивног карактера, као и сензора комплексне импедансе. Ипак, првенствено је предвиђен за рад са сензорима променљиве индуктивности (који често имају и значајну отпорност на излазу), јер је уочено да за овај тип сензора постоји мали број јефтиних и прецизних електронских мерних система.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

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

Тумачење добијених резултата је јасно и прегледно. Формирани закључци у раду су поткрепљени одговарајућим теоријским анализама и резултатима мерења, добијеним из сопствених експерименталних истраживања. Резултати су приказани исцрпно и прегледно, уз навођење претходних истраживачких резултата из ове области.

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

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе
Да, дисертација садржи све битне елементе.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци
Предложена је нова конфигурација електронског мерног система за обраду сигнала са сензора променљиве импедансе, заснована на методи мерења модула импедансе сензора. Израђен је прототип датог електронског мерног система са дискретним компонентама и извршена је његова карактеризација. Пројектовањем аналогних делова мерног система у АМС 0.35 μm CMOS технологији, омогућен је развој мерног система минималних димензија и цене, и мерних карактеристика сразмерних карактеристикама постојећих комерцијалних решења. Приликом пројектовања кључних блокова електронског система у

CMOS технологији анализиран је већи број топологија ради избора оптималног решења, и пројектована је нова топологија прецизног високофреквенцијског усмерача.
4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања У дисертацији нису уочени значајни недостаци који би утицали на резултат истраживања.
X ПРЕДЛОГ:
На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:
- да се докторска дисертација прихвати, а кандидату одобри одбрана
Комисија позитивно оцењује докторску дисертацију под насловом „Електронски систем за обраду сигнала са сензора променљиве излазне импедансе“ и предлаже да се Извештај о оцени докторске дисертације прихвати, и да се кандидату одобри одбрана.

НАВЕСТИ ИМЕ И ЗВАЊЕ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ
ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

У Новом Саду, 14.03.2016. године

Др Ласло Нађ, редовни професор, председник

Др Милош Живанов, редовни професор, члан

Др Бранисав Боровац, редовни професор, члан

Др Зоран Митровић, редовни професор, члан

Др Александар Менићанин, научни сарадник,
члан

Др Мирјана Дамњановић, ванредни професор,
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.