

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 именовao комисију Решењем бр.012-72/12-2014 од 29. 03. 2018. године, на основу Одлуке Научно-наставног већа, а у складу са Статутом Факултета техничких наука, декан Факултета техничких наука, проф. др Раде Дорословачки, 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. др Платон Совиљ, ванредни професор, ужа област Електрична мерења, метрологија и биомедицина, изабран у звање 13.09.2016. године, Факултет техничких наука, Нови Сад 2. др Драган Денић, редовни професор, ужа област Метрологија и мерна техника, изабран у звање: 21.04.2011. године, Електронски факултет, Ниш 3. др Драган Пејић, доцент, ужа област Електрична мерења, метрологија и биомедицина, изабран у звање 07.10.2016. године, Факултет техничких наука, Нови Сад 4. др Борис Антић, доцент, ужа област Електрична мерења, метрологија и биомедицина, изабран у звање 01.01.2014. године, Факултет техничких наука, Нови Сад 5. др Зоран Митровић, редовни професор, ужа област Електрична мерења, метрологија и биомедицина, изабран у звање 11.03.2016. године, Факултет техничких наука, Нови Сад
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<ol style="list-style-type: none"> 1. Име, име једног родитеља, презиме: Ивица , Милан, Милановић 2. Датум рођења, општина, држава: 09.05.1976, Сокобања, Србија 3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив: Ваздухопловнотехничка Војна академија, Жарково (Електротехнички факултет Београд), Ваздухопловна електроника и телекомуникације, Ракетна специјалност, Дипломирани инжењер електротехнике 4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија 2014. година, Енергетика, електроника и телекомуникације 5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: Факултет техничких наука Нови Сад, Испитивање стабилности осцилатора у временском домену, Електротехника и рачунарство, Мерна техника, 13.02.2013. године 6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: Електротехника и рачунарство, Мерна техника – Магистар техничких наука из области електротехнике и рачунарства
III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
Мерење стабилности фреквенције у фреквенцијском домену

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

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

Научни приказ истраживања за реализацију постављених циљева дисертације кандидат је презентовао на 137 страна, кроз 8 (осам) поглавља и додацима: Литература, Преглед слика, Преглед табела, Скраћенице и ознаке и 5 прилога. Дисертација садржи 64 слике, 11 табела, 5 прилога и списак литературе са 121 референцом.

Докторска дисертација под насловом „Мерење стабилности фреквенције у фреквенцијском домену“ се састоји из следећих поглавља:

1. Увод
2. Теорија стабилности фреквенције у фреквенцијском домену
3. Врсте осцилатора и њихове карактеристике
4. Методе мерења стабилности фреквенције у фреквенцијском домену
5. Истраживање могућности за реализацију метода мерења фазног шума
6. Изабрана метода мерења фазног шума
7. Правци даљег истраживања
8. Закључак

Литература

Преглед слика

Преглед табела

Ознаке и скраћенице

Прилози

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Пред истраживањем којим се дисертација бави постављена је хипотеза да је могуће освојити и реализовати методу мерења величине фазни шум, за потребе еталонирања најквалитетнијих осцилатора, који су предмет рада метролошке лабораторије за микроталасну технику Техничког опитног центра.

Прво поглавље дисертације се бави уводним разматрањима, идејом и мотивом истраживања, описују проблем, предмет и његов циљ. Постављена је хипотеза и описана методологија истраживања која ће бити коришћена ради њене потврде.

У другом поглављу акценат је стављен на опису теорије стабилности фреквенције у фреквенцијском домену, где се, пре свега, дају основе дефинисања фазног шума. Фазни шум је приказан математичким апаратом, а на основу опште прихваћене Лисонове једначине. Пошто је део описаних и реализованих метода базиран на мерењу стабилности у временском и каснијом конверзијом у фреквенцијски домен, у поглављу два су описани утицај и карактеризација шумова, као и математичка метода конверзије домена стабилности фреквенције.

Треће поглавље дисертације се бави карактеризацијом различитих типова осцилатора, у зависности од њихове типичне карактеристике фазног шума. Закључци поглавља су искоришћени за дефинисање референтног еталона приликом реализације методе мерења фазног шума.

У четвртном поглављу су описане методе мерења фазног шума. Поголавље је настало истраживањем литературе и приказом најкарактеристичнијих метода, поделом која доминира у свету, те су приказане: широко распрострањена метода коришћењем анализатора фреквенцијског спектра, метода коришћењем линија за кашњење, метода заснована на квадратурној техници, метода коришћењем ФМ дискриминатора, метода заснована на унакрсној корелацији, метода директних дигиталних мерења и метода мерења фазног шума мерењем стабилности фреквенције у временском домену, уз накнадну конверзију у фреквенцијски домен. За сваку од ових метода, у поглављу је описан начин реализације, процес мерења и на крају, мане и предности. За методе где је то могуће предложен је начин побољшања њихових перформанси.

Пето поглавље дисертације се бави реализованим методама мерења фазног шума током истраживања. Методе коришћењем бројача фреквенције (директна и хетеродинска) и метода реализована помоћу вектор волтметра, спадају у методе којима се фазни шум мери одређивањем стабилности у временском домену и каснијом конверзијом у фреквенцијски. Поред ових метода приказан је и начин реализације и употребе методе мерења помоћу анализатора фреквенцијског спектра, којом се податак о фазном шуму добија директним мерењем. За сваку од метода су описане карактеристике, извршена је процена мерне несигурности и анализирана могућност њихове употребе.

У шестом поглављу се описује изабрана метода мерења фазног шума. Систем за мерење се састоји из анализатора фазног шума Microsemi 5125A и кварцног високостабилног осцилатора Microsemi 4145C. Детаљно је описан принцип рада анализатора, извршена је процена мерне несигурности и дате су укупне перформансе система. Као средство валидације методе, описани су резултати билатералног поређења са Дирекцијом за мере и драгоцене метале. У процесу истраживања је извршен низ мерења различитих типова осцилатора који се налазе на употреби. У поглављу шест су приказани њихови резултати, али је и извршена анализа могућих грешака које доводе до нерегуларних мерења.

Седмо поглавље садржи предлог даљих истраживања на основу дисертације. Предложена су два правца наставка истраживања: први у циљу побољшања фреквенцијског опсега мерења, а други у циљу дистрибуције стабилног сигнала на даљину.

Осмо поглавље представља закључак истраживања, као сублимацију постигнутих резултата истраживања и доприноса дисертације.

На крају дисертације је дат списак коришћене литературе, који садржи 121 референцу. Поред тога, приказан је преглед слика и табела, индекс коришћених ознака и скраћеница и 5 прилога.

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 међународном часопису (M23):

1. **I.Milanović**, Ž.Beljić, P.Rakonjac, Z. Mitrović: „Improved Method for Long-Term Frequency Stability Measurement Using Vector Voltmeter“, Technical Gazette, DOI 10.17559/TV-20160203223352 – accepted for publication on April 2018

Рад у часопису националног значаја (M52)

2. **I.Milanović**, S.Renovica, I.Župunski, M.Banović, P.Rakonjac: „How To Measure Oscillator’s Short-Term Stability Using Frequency Counter“, Electronics Journal, Banja Luka, Vol.16, No.1, July 2012, ISSN 1450 -5843, pp. 104-111

Саопштење са међународног скупа штампано у целини (M33)

3. **I.Milanović**, N.Spasojević, M.Markuš, Z.Vignjević: „Calibration of the OPOS ET-250 Radar Calibrator“, ОТЕН 2014

Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини (M63)

4. З.Зиндовић, **И.Милановић**, П.Ракоњац: „Мерење фреквенције и дуготрајне стабилности осцилатора коришћењем GPS пријемника.“, ЕТРАН 2006
5. **И.Милановић**: „Утицај промене температуре околине на мерење дуготрајне стабилности код различитих типова осцилатора“, Конгрес метролога, 2007
6. **И.Милановић**, М.Бановић, П.Ракоњац: „Аутоматизовано мерење дуготрајне стабилности осцилатора коришћењем цезијумског еталона фреквенције“, ЕТРАН 2010
7. М.Бановић, **И.Милановић**, П.Ракоњац: „Мерна несигурност мерења амплитуде помоћу анализатора фреквенцијског спектра“, ЕТРАН 2010
8. М.Бановић, **И.Милановић**: „Конверзија фазног шума у дитер и процена Аланове девијације“, ЕТРАН 2011

9. М.Бановић, **И.Милановић**: „Примена анализе ризика у еталонирању“, Конгрес метролога 2011
10. **И.Милановић**, Н.Миливојчевић: Мерна несигурност мерења временског интервала дигиталним бројачима, ЕТРАН 2013
11. **И.Милановић**, Н.Спасојевић, М.Маркуш: „Мерење краткотрајне стабилности фреквенције – могућности лабораторије Техничког опитног центра и даљи развој“, Конгрес метролога, 2015
12. М.Маркуш, Н.Спасојевић, **И.Милановић**: „Систем за мерење брзине пројектила и брзине паљбе VFR-2 и поступак његовог еталонирања“, Конгрес метролога, 2015
- 13.

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Практичан допринос дисертације се огледа у неоспоривом унапређењу техничких могућности метролошког система одбране, али и државне метрологије у целини. Валидацијом методе билатералним поређењем са националним метролошким институтом у земљи, створени су услови да се резултати мерења потврде на највишем могућем нивоу, чиме су се стекли услови да Министарство одбране, а у блиској будућности и Акредитационо тело Србије, одобре методу за њено коришћење, чиме она постаје званична и чији се резултати признају свуда у свету.

Остваривањем приближно идеалних услова за формирање мерног места, постигнута је минимална мерна несигурност, чиме су могућности система мерења искоришћени у потпуности. Овако конципирана метода омогућава мерења на нивоу најразвијенијих метролошких лабораторија на свету.

Поред практичног, дисертација има и теоретски допринос, јер су обрађене различите методе мерења, приказане су њихове предности и мане и начини реализације, као и обимна литература која може бити од помоћи. Истраживање различитих принципа мерења фазног шума допринело је одабиру погодне методе, којом су све предности осталих метода дошле до изражаја, док су недостаци сведени на минимум.

Реализована метода даје резултате мерења фазног шума, стабилности фреквенције у временском домену, параметре тачности фреквенције, понашање фазе сигнала, али оставља и могућност конверзије фазног шума у цитер, који се све чешће појављује као неизоставна спецификација различите мерне опреме. Цитер је могуће измерити различитом мерном опремом, али је сада могуће конверзијом фазног шума, на врло комфоран начин, доћи до изузетно тачне вредности.

Други допринос дисертације је детаљан опис процене мерне несигурности, који представља обједињена знања и искуства стечена проучавањем најразличитије литературе и дугогодишњим радом у лабораторији. У спрези са резултатима мерења фазног шума различитих типова осцилатора који су у широкој употреби, овај допринос олакшава рад корисника мерне опреме, без обзира да ли се баве метрологијом времена и фреквенције или само одлучују о набавци прихватљивог мерног средства. У дисертацији је и дата анализа могућих грешака приликом мерења, што је и показано практичним негативним примерима мерења.

Колико је Комисији познато, овако конципирано истраживање до сада није спроведено. Досадашња мерења фазног шума огледала су се у применама испитивања и развоја, док се о еталонирању и њему потребној мерној несигурности, није говорило на овај начин.

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.

Рад је проверен у софтверу за детекцију плагијаризма *iThenticate*.

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

Дисертација је у целини написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе

Дисертација садржи све битне елементе.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци

Практичан допринос дисертације се огледа у неоспоривом унапређењу техничких могућности метролошког система одбране, али и државне метрологије у целини.

Поред практичног, дисертација има и теоретски допринос, јер су обрађене различите методе мерења, приказане су њихове предности и мане и начини реализације, као и обимна литература која може бити од помоћи. Истраживање различитих принципа мерења фазног шума допринело је одабиру погодне методе, којом су све предности осталих метода дошле до изражаја, док су недостаци сведени на минимум.

Посебан допринос дисертације је детаљан опис процене мерне несигурности, који представља обједињена знања и искуства стечена проучавањем литературе и дугогодишњим радом у лабораторији. У спрези са резултатима мерења фазног шума различитих типова осцилатора који су у широкој употреби, овај допринос олакшава рад корисника мерне опреме, без обзира да ли се баве метрологијом времена и фреквенције или само одлучују о набавци прихватљивог мерног средства.

У дисертацији је и дата анализа могућих грешака приликом мерења, што је и показано практичним негативним примерима мерења. У дисертацији је дата опширна анализа

Основни допринос дисертације је њен крајњи резултат, односно чињеница да се, на основу њених резултата, мерење фазног шума за потребе еталонирања врхунске мерне опреме, као потпуно нова метода мерења, први пут уводи у Републици Србији.

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 извештај о оцени докторске дисертације кандидата Ивице Милановића под називом „Мерење стабилности фреквенције у фреквенцијском домену“ прихвати, а кандидату одобри одбрана тезе

НАВЕСТИ ИМЕ И ЗВАЊЕ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ
ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

У Новом Саду, 11.04.2018. године

Др Платон Совиљ, ванредни професор, председник

Др Драган Денић, редовни професор, члан

Др Драган Пејић, доцент, члан

Др Борис Антић, доцент, члан

Др Зоран Митровић, редовни 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.