

## 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"> <li>1. Датум и орган који је именовao комисију Решењем бр.012-199/44-2013 од 01. 12. 2016. 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</li> <li>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: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>др Платон Совиљ</b>, ванредни професор, ужа област Електрична мерења, метрологија и биомедицина, изабран у звање 13.09.2016. године, Факултет техничких наука, Нови Сад</li> <li>2. <b>др Драган Ковачевић</b>, научни саветник, ужа област Енергетика, рударство и енергетска ефикасност, изабран у звање: 29.05.2013. године, Електротехнички институт Никола Тесла, Београд</li> <li>3. <b>др Весна Спасић-Јокић</b>, редовни професор, ужа област Електрична мерења, метрологија и биомедицина, изабрана у звање 25.09.2012. године, Факултет техничких наука, Нови Сад</li> <li>4. <b>др Драган Пејић</b>, доцент, ужа област Електрична мерења, метрологија и биомедицина, изабран у звање 07.10.2011. године, Факултет техничких наука, Нови Сад</li> <li>5. <b>др Зоран Митровић</b>, редовни професор, ужа област Електрична мерења, метрологија и биомедицина, изабран у звање 11.03.2016. године, Факултет техничких наука, Нови Сад</li> </ol> </li> </ol>
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Име, име једног родитеља, презиме: <b>Бојан , Владимир, Вујичић</b></li> <li>2. Датум рођења, општина, држава: <b>03.07.1978, Нови Сад, Србија</b></li> <li>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив: <b>Факултет техничких наука, Нови Сад, Енергетика, електроника и телекомуникације, Дипломирани инжењер - мастер електротехнике и рачунарства</b></li> <li>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија <b>2008. година, Енергетика, електроника и телекомуникације</b></li> <li>5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: <b>нема</b></li> <li>6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: <b>нема</b></li> </ol>
III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
<p style="text-align: center;"><b>Детекција нуле А/Д конвертором ниске резолуције</b></p>

#### **IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

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

Научни приказ истраживања за реализацију постављених циљева дисертације кандидат је презентовао на 89 стране, кроз 11 (једанаест) поглавља + Литература. Дисертација садржи 41 слику, 4 табеле и списак литературе са 124 референцом.

Докторска дисертација под насловом „Детекција нуле А/Д конвертором ниске резолуције“ се састоји из следећих поглавља:

1. Увод
  2. Стање науке и технике у области детекције нуле
  3. Метода и инструмент за мерење рипла и шума коришћењем двобитног флеш А/Д конвертора
  4. Стохастичко мерење ефективне вредности шума двобитним флеш А/Д конвертором
  5. Граница детекције нуле по првој методи
  6. Метода детекције косинусне и синусне компоненте сигнала
  7. Стохастички дигитални ДФТ процесор и његова примена у мерењу реактивне снаге и енергије
  8. Предлог новог начина генерисања дискретног аналогног униформног шума
  9. Дискусија
  10. Закључак
  11. Додатак
- Литература

#### **V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

У дисертацији је приказано теоријско, симулационо и експериментално истраживање које се односи на мерење сигнала у врло блиској околини нултог квантног нивоа и могућност детекције нуле А/Д конвертором ниске резолуције. Циљ истраживања докторске дисертације је формулисање бар једне мерне методе и на методи базираног хардвера - по могућности минималне резолуције примењених А/Д конвертора – практично двобитних, за мерење простопериодичног сигнала у врло блиској околини нултог квантног нивоа. Једноставан хардвер омогућује једноставна паралелна мерења, као и мали број извора систематске грешке мерења, што је врло применљиво не само у савременим уравнотеженим мостовима, него и у мерењима у реалној дистрибутивној мрежи.

Прво поглавље (Увод) се бави основним појмовима, историјатом уравнотежених мерних мостова и детектора нуле, формулацијом хипотезе истраживања и организацијом текста тезе.

У другом поглављу је дат кратак приказ два основна типа детектора нуле који се примењују у савременој метролошкој пракси. Ту се дефинише и главна перформанса детектора нуле – динамичка резерва. На примеру врло актуелног „lock-in“ детектора нуле се наводи садашња граница динамичке резеве.

У трећем поглављу је постављен и решен проблем мерења рипла и шума, карактеристичан за детекцију нуле у микроволтном подручју. Предложен је и описан инструмент, сличан GenRad 1232-A који је основа прве методе детекције нуле назване Метода 1.

У четвртном поглављу је дата алтернативна варијанта инструмента из трећег поглавља који мери шум без присуства сигнала. Инструмент је анализиран теоријски, симулационо и експериментално. Резултати све три анализе се добро поклапају, па је тиме потврђена, у сва три аспекта, Метода 1 детекције нуле двобитним А/Д конвертором.

У петом поглављу се оцењује граница детекције нуле двобитним конвертором по Методи 1 и показује се да је она реда величине микроволта.

Шесто поглавље се бави формулацијом методе и инструмента сличног „lock-in“ детектору нуле у коме је примењена двобитна стохастичка дигитална мерна метода (СДММ) и стохастички дигитални ДФТ (СДДФТ) алгоритам. Метода је названа Метода 2. Детаљно је истражена теоријски и симулационо. Показано је да предложена метода има врло велику динамичку резерву – значајно

већу од актуелне границе савремених „lock-in” детектора нуле. Инструмент је реализован, али је недостатак одговарајућег лабораторијског генератора сигнала онемогућио његову пуну експерименталну валидацију.

Седмо поглавље се бави генерализацијом СДДФТ алгоритма коришћеног у Методи 2 и формулацијом СДДФТ процесора. У истраживању Методе 2 је уочена изузетна прецизност и тачност СДДФТ алгоритма и формулисана је и теоријски и симулационо анализиран СДДФТ процесор. На примеру симулације мерења реактивне снаге у електродистрибутивној мрежи је приказана његова ефикасност, актуелност и значај.

У осмом поглављу се предлаже нов начин генерисања униформног дитерског шума који је врло значајан у СДММ. Предложеним начином се отклања уско грло у мерењима у блиској околини нултог квантног нивоа – коначна резолуција примењеног Д/А конвертора у генератору дитерског шума. Метода је заснована на нееквидистантном семпловању тестерастог напона. Формулисана је алгоритам, хардвер и извршене су симулације. За реалан избор параметара методе добија се скоро неограничено висока резолуција одмерака униформног шума.

Девето поглавље је дискусија главних резултата тезе. Дискутују се резултати Методе 1, Методе 2 и СДДФТ процесора.

Десето поглавље је закључак тезе. У овом поглављу се дају закључне формулације свих аспеката истраживања и констатује се да је потврђена хипотеза истраживања да је двобитна СДММ прецизнија и тачнија од стандардне семплинг методе у блиској околини нултог квантног нивоа.

Једанаесто поглавље је Додатак.

На крају је дат списак коришћене литературе који садржи 124 референцу.

## **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. P. Sovilj, **B. Vujičić**, M. Sokola, D. Pejić, Ž. Beljić, Z. Mitrović: „Stochastic Measurement of Noise True RMS using 2-bit Flash A/D converters“, Technical Gazette, DOI 10.17559-TV-20151124100705 – accepted for publication

Рад у часопису међународног значаја верификованог посебном одлуком (M24):

2. Beljić Željko, **Vujičić Bojan**, Župunski Ivan, Mitrović Zoran, Vujičić Vladimir: “Measurement Over an Interval Method in Measuring and Monitoring of Power Quality”, Serbian Journal of Electrical Engineering ISSN: 1451-4869, Vol. 11, No. 1, Str. 189-199, UDK 621.316:006.73

Нови производ или технологија уведени у производњу –међународни ниво (M81):

3. V. Vujičić, D. Pejić, N. Pjevalica, P. Sovilj, Z. Mitrović, M. Urekar, Ž. Beljić, N. Gazivoda, A. Radonjić, **B. Vujičić**: „Sistem za merenje, kontrolu i nadzor nad tokovima električne snage i energije u DTS XkV/0,4kV“, Fakultet tehničkih nauka, 2014.

4. V. Vujičić, D. Davidović, V. Pjevalica, N. Pjevalica, D. Pejić, I. Župunski, M. Urekar, P. Sovilj, Z. Mitrović, S. Milovančev, **Bojan Vujičić**, Božidar Vujičić, Ž. Beljić: „Četvorostruki trofazni analizator snage sa funkcijama merenja kvaliteta električne energije – tipska oznaka MM4“, Fakultet tehničkih nauka, 2012.

5. V. Vujičić, D. Davidović, V. Pjevalica, N. Pjevalica, D. Pejić, I. Župunski, M. Urekar, P. Sovilj, Z. Mitrović, S. Milovančev, **Bojan Vujičić**, Božidar Vujičić, Ž. Beljić: „Dvostruki trofazni analizator snage sa funkcijama merenja kvaliteta električne energije – tipska oznaka MM2“, Fakultet tehničkih nauka, 2012.

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

6. Ž. Beljić, V. Vujičić, P. Sovilj, **B. Vujičić**, N. Pjevalica, D. Pejić, V. Pjevalica, M. Bulat: „Metoda merenja osnovnog harmonika u mreži“, Fakultet tehničkih nauka, 2015.

7. V. Vujičić, A. Radonjić, Ž. Beljić, **B. Vujičić**, P. Sovilj, N. Gazivoda: „Koncept stohastičkog merenja parametara signala u Furijeovom domenu“, Fakultet tehničkih nauka, 2014.

Саопштење са међународног скупа штампано у целини (M33):

8. **Bojan Vujičić** ; Matija Sokola ; Zoran Mitrović ; Branislav Santrač ; Vladimir Vujičić: “Coreless current measurement transducer and instrument for distorted and noisy currents“, EPE: 2009 13TH EUROPEAN CONFERENCE ON POWER ELECTRONICS AND APPLICATIONS

9. Ž. Beljić, D. Davidović, **B. Vujičić**, D. Pejić, V. Vujičić: „Identification of the Model of Frequency Variations in Power Grid“, International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering (IcETRAN), Vrnjačka Banja; 2014.

10. Vladimir Vujičić, Aleksandar Radonjić, **Bojan Vujičić**, Željko Beljić: “Stochastic Measurement of the Spectral Power Density of Low-Frequency Noise Generated by Graphene Based Chemical and Biological Sensors - Case Study“, IcETRAN, Vrnjačka Banja, 2014.

11. V. Vujičić, Z. Mitrović, I. Župunski, Ž. Beljić, **B. Vujičić**, P. Sovilj: „Stochastic Digital Measurement Method – a Strategic Advantage in Electrical Power Distribution System Measurements“, IMEKO World Congress, Prag, 2015.

12. Ž. Beljić, P. Sovilj, **B. Vujičić**, Z. Mitrović, D. Pejić: „Stochastic Measurement of Voltage and Current THD Factor Using Two-bit A/D Converter“, International Symposium on Power Electronics – Ee, Novi Sad, 2011.

## **VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА**

У истраживању проблема дефинисаног темом “Детекција нуле А/Д конвертором ниске резолуције” постигнута су три значајна главна резултата:

- Развијена је оригинална метода детекције нуле двобитним АД конвертором без мерења реалне и имагинарне компоненте сигнала која се у раду назива Метода 1. То је детекција нулте вредности амплитуде сигнала. Функционално, детектор нуле у коме се она примењује је сличан популарном детектору нуле, аналогном GenRad-овом инструменту 1232-A.
- Развијена је оригинална метода детекције нуле двобитним АД конвертором са мерењем реалне и имагинарне компоненте сигнала која се у раду назива Метода 2. То је детекција комплексне нуле простопериодичног сигнала. Функционално, детектор нуле у коме се она примењује је сличан најсавременијем детектору нуле са lock-in појачавачем.
- Како се у Методи 2 користи процедура ДФТ, она је уопштена и формулисан је предлог стохастичког дигиталног ДФТ (СДДФТ) процесора. Написан је његов симулациони модел у програмском пакету Lazarus. Модел омогућује истраживање on-line мерења и детекције сложенопериодичних сигнала у различитим областима коришћењем предложеног СДДФТ процесора.

Основна идеја истраживања је примена потпуно нестандартне стохастичке дигиталне мерне методе ниске резолуције, практично двобитне. Предност овог приступа се састоји у, пре свега, једноставном хардверу који омогућује велике брзине одабирања и једноставну контролу тачности и прецизности. Цена нестандартног приступа током развоја је била врло висока – нису могли бити коришћени стандардни алати и стандардне компоненте експерименталних уређаја. Зато су морали бити развијани сопствени. То се на крају исплатило, јер је теоријски нађена и симулацијама потврђена теоријска граница детекције нуле реда величине пиковолта у Методи 2 и такав податак, бар колико је Комисији познато, није нађен у референтној литератури.

## **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

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

2.	Да ли дисертација садржи све битне елементе <b>Дисертација садржи све битне елементе.</b>
3.	По чему је дисертација оригиналан допринос науци У овој дисертацији је доказано теоријски, симулационо и експериментално да је проблем детекције нуле, односно мерења сигнала у врло блиској околини нултог нивоа, могуће решити на најмање два начина применом двобитних А/Д конвертора. То је показано на примерима две новоформулисане методе и инструмента као и на примеру новоформулисаног двобитног стохастичког дигиталног ДФТ процесора. Показано је, такође, да је у другој методи и инструменту за детекцију нуле кључни параметар детектора нуле – динамичка резерва – значајно боља од тренутно најбољих познатих.
4.	Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања <b>У дисертацији нису уочени значајни недостаци који би утицали на резултат истраживања.</b>
<b>X ПРЕДЛОГ:</b>	
На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:	
-	да се извештај о оцени докторске дисертације кандидата <b>Бојана Вујичића</b> под називом „Детекција нуле А/Д конвертором ниске резолуције“ прихвати, а кандидату одобри одбрана тезе

НАВЕСТИ ИМЕ И ЗВАЊЕ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ  
ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

У Новом Саду, 10.01.2017. године

\_\_\_\_\_  
Др Платон Сивиљ, ванредни професор, председник

\_\_\_\_\_  
Др Драган Ковачевић, научни саветник, члан

\_\_\_\_\_  
Др Весна Спасић-Јокић, редовни професор, члан

\_\_\_\_\_  
Др Драган Пејић, 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.