

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата мр Ненада Јевтића

Одлуком бр. 912/3 од 24.03.2015. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Ненада Јевтића под насловом

Аутоматска конфигурација дистрибуираних мерних система коришћењем електронских спецификација сензора

После прегледа достављене Дисертације и других пратећих материјала и разговора са Кандидатом, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат Ненад Јевтић стекао је звање магистра 18.06.2010. године одбранивши магистарску тезу под насловом „Примена USB магистрале у системима мерења и надзора“ на Електротехничком факултету Универзитета у Београду.

Тему докторске дисертације под насловом „Аутоматска конфигурација дистрибуираних мерних система коришћењем електронских спецификација сензора“ кандидат је пријавио 07.05.2013. године на Електротехничком факултету у Београду и за ментора предложио проф. др Вуја Дрндаревића.

На седници Комисије за студије трећег степена Електротехничког факултета, одржаној 09.05.2013. године, дата је сагласност на предлог теме за израду докторске дисертације и Наставно-научном већу предложена Комисија за оцену услова и прихватање теме у саставу: др Вујо Дрндаревић (редовни проф. Електротехничког факултета у Београду), др Милан Прокин (редовни проф. Електротехничког факултета у Београду) и др Драгутин Костић (редовни проф. Саобраћајног факултета у Београду). За ментора дисертације предложен је др Вујо Дрндаревић.

На 763. седници Наставно-научног већа Електротехничког факултета, одржаној 14.05.2013. године, потврђена је предложена Комисија за оцену услова и прихватање теме, као и предложени ментор.

На основу извештаја Комисије за оцену услова и прихватање теме и пратеће документације, предложена тема прихваћена је на 764. седници Наставно-научног већа Електротехничког факултета, која је одржана 11.06.2013. године.

Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду дало је сагласност на тему докторске дисертације на седници одржаној 08.07.2013. године (број одлуке 61206-3343/2-13 од 08.07.2013. године).

Кандидат је урађену дисертацију поднео на преглед и оцену 05.03.2015. године.

На седници Комисије за студије трећег степена, одржаној 10.03.2015. године, констатовано је да је кандидат предао урађену дисертацију те је, на основу увида у дисертацију и пратећих докумената, Комисија за студије трећег степена потврдила испуњеност потребних услова за подношење предлога Наставно-научном већу Електротехничког факултета за формирање Комисије за преглед и оцену дисертације у саставу: др Вујо Дрндаревић (редовни проф. Електротехничког факултета у Београду), др Милан Прокин (редовни проф. Електротехничког факултета у Београду) и др Драгутин Костић (редовни проф. Саобраћајног факултета у Београду).

Наставно-научно веће Електротехничког факултета је на 784. седници, одржаној 17.03.2015. године именovalo Комисију за преглед и оцену докторске дисертације у саставу: др Вујо Дрндаревић, редовни проф., др Милан Прокин, редовни проф., др Драгутин Костић, редовни проф. Саобраћајног факултета у Београду, др Предраг Пејовић, редовни проф. и др Предраг Иваниш, ванредни проф. (број одлуке 912/3 од 24.03.2015. године).

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација под називом „Аутоматска конфигурација дистрибуираних мерних система коришћењем електронских спецификација сензора“ у ширем смислу припада научној области Техничких наука – електротехнике, а у ужем смислу области Електронике, за коју је матичан Електротехнички факултет.

За ментора докторске дисертације одређен је проф. др Вујо Дрндаревић, редовни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду, због својих научних доприноса у области мерних система, интелигентних сензора и претварача. Др Вујо Дрндаревић аутор је већег броја радова у истакнутим међународним часописима. Релевантни научни радови ментора наведени су при пријави теме докторске дисертације кандидата.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Ненад Јевтић рођен је 18.12.1975. године у Јагодини. Завршио је Гимназију у Јагодини 1994. године. Исте године уписао се на Електротехнички факултет у Београду, Одсек за електронику, телекомуникације и аутоматику по петогодишњем програму. Дипломирао је у априлу 2002. године. Студије је завршио са просечном оценом 8,88 и оценом 10 на дипломском испиту. Исте године уписао се на

последипломске студије на Електротехничком факултету у Београду. Магистарску тезу под насловом „Примена USB магистрале у системима мерења и надзора“ одбранио је 18.06.2010. године са оценом 10.

Одмах по дипломирању, 2002. године, запослио се у Институту за нуклеарне науке „Винча“, у Лабораторији за електронику. У Институту „Винча“ радио је као истраживач-приправник у истраживачком тиму који се бавио развојем мерних метода и савремених система за мерење различитих физичких величина, укључујући и радиоактивно зрачење. Октобра 2003. године запослио се на Саобраћајном факултету Универзитета у Београду, Одсек за поштански и телекомуникациони саобраћај, Катедра за телекомуникациони саобраћај и мреже, као асистент-приправник. У тренутно звање асистента изабран је 2010. године. Ангажован је у настави у ужој научној области Информационе и комуникационе технологије и држи рачунске и лабораторијске вежбе из предмета Електротехника, Основи електронике, Статистичка теорија телекомуникација, Телекомуникациона електроника и Телекомуникациона мерења, на основним студијама и Теорија информација и кодовање на мастер студијама.

Учествовао је у већем броју научно-истраживачких пројеката које је финансирало Министарство науке и технолошког развоја. Тренутно је ангажован на пројекту бр. ТР36047 под називом „Истраживање утицаја и развој метода оперативног управљања саобраћајем возила са електричном вучом по енергетском критеријуму оптималности“. У оквиру овог пројекта ради на развоју и тестирању бежичног мерно-аквизиционог система погодног за мониторинг потрошње енергије вучних возила.

Из области којима се бави као први аутор или коаутор до сада је објавио пет радова у међународним часописима који се налазе на SCI листи, два рада у домаћим часописима, пет радова на међународним конференцијама и тринаест радова на домаћим конференцијама. Коаутор је Збирке задатака из електронике, штампане на Саобраћајном факултету 2008. године.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Дисертација је написана на 232 стране куцаног текста латиничним писмом и садржи 59 слика, 30 табела и 176 библиографских референци. Такође, дисертација садржи насловну страну, кратак резиме дисертације на српском и енглеском језику, списак скраћеница, листе слика и табела, садржај, шест тематских глава и два прилога. На крају сваке главе налази се списак коришћене литературе у оквиру те главе. Називи глава докторске дисертације су: 1. Увод; 2. Карактеристике мерних система; 3. Повезивање сензора у дистрибуирани мерни систем; 4. *Plug and Play* аналогни сензори; 5. Имплементација и резултати тестирања концепта аутоматске конфигурације аналогних мрежних сензора; 6. Закључак. Називи прилога су: Прилог 1 – Преглед протокола за инструментацију, кућну аутоматизацију, индустријске и компјутерске мреже; Прилог 2 – Стандардни IEEE 1451.4 шаблони.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

План и методологија спроведеног истраживања састоје се од теоријског и практичног дела, који су изложени у оквиру докторске дисертације. Уводни део

дисертације обухвата преглед комуникационих протокола и стандарда, као и најновијих истраживања у области повезивања интелигентних мрежних сензора. Централни део дисертације садржи предлоге нових решења за интеграцију сензора у дистрибуиране мерне системе, док је у завршном делу докторске дисертације описан реализовани лабораторијски модел и прототип сензора и дата је упоредна анализа предложеног решења са решењима која се могу наћи у доступној литератури новијег датума.

Докторска дисертација организована је по следећим главама. У првој глави дата су уводна разматрања, преглед релевантних радова у доступној литератури, опис примењене методологије и структура докторске дисертације. Поред тога, размотрен је и предмет и циљ истраживања као и значај обрађене теме.

У оквиру друге главе описане су најважније карактеристике сензора, које су битне за креирање електронских спецификација, односно за процес аутоматске конфигурације мерног система. Дефинисани су основни појмови и типови сензора и извршена је уобичајена класификација сензора. Имајући у виду да су у практичним примерима имплементације коришћени сензори температуре и јонизујућег зрачења, детаљније су анализирани наведени сензори. Објашњене су основне технике линеаризације и калибрације сензора, док је посебна пажња посвећена одређивању мерне несигурности сензора и мерног система у целини.

У трећој глави дисертације дат је преглед метода за повезивање сензора у дистрибуиране мерне системе. Уведен је и детаљно објашњен концепт интелигентног сензора. Након тога, дат је преглед најзначајнијих примера примене интелигентних сензора у индустрији, као и кратак опис географски дистрибуираних мерних система који се базирају на OGC-SWE фамилији стандарда. У наставку је дат опис стандардних интерфејса за *Plug and Play* претвараче на бази IEEE 1451 фамилије стандарда. Коначно, у последњем поглављу ове главе, дат је преглед неких од најзначајнијих метода за креирање електронских спецификација сензора и аутоматску конфигурацију дистрибуираних мерних система.

У четвртој глави дат је преглед *Plug and Play* аналогних сензора који се базирају на IEEE 1451.1, 1451.4 и 1451.0 стандардима. У оквиру првог поглавља дат је опис објектног модела, модела података, и комуникационог модела мрежног процесора на основу 1451.1 стандарда. Описана је имплементација мрежног процесора у складу са IEEE 1451.1 стандардом и наведена су нека од предложених унапређења овог стандарда, која се могу наћи у доступној литератури. У наредном поглављу описане су методе повезивања аналогних претварача на основу стандарда 1451.4. Посебна пажња посвећена је мешовитом комуникационом интерфејсу, протоколу за пренос дигиталних података и електронским спецификацијама аналогних претварача. У следећем поглављу описане су заједничке функције и протоколи на основу стандарда 1451.0. У оквиру овог поглавља дате су заједничке карактеристике и функције претварачких модула, извршен је опис електронских спецификација, наведене су основне команде и дефинисани су интерфејс за комуникацију са модулима претварача и интерфејс за мрежне сервисе претварача. У последњем поглављу четврте главе објашњено је мрежно повезивање сензора на бази HTTP протокола.

У оквиру пете главе дат је предлог нових решења за интеграцију сензора у дистрибуиране мерне системе. Извршена је анализа проблема у мрежном повезивању IEEE 1451.4 компатибилних сензора и изнет је концепт имплементације *Plug and Play* аналогних и квази-дигиталних сензора. Описан је реализовани лабораторијски систем

за развој *Plug and Play* аналогних сензора, као и одговарајућа хардверска платформа и софтверска решења на бази програмског пакета *LabView* и програмског језика *Java*. Развојни систем је искоришћен за реализацију интелигентног сензора температуре, а затим и за реализацију комплекснијих сензора за детекцију јонизујућег зрачења. За сваки од тестираних *Plug and Play* сензора дефинисане су одговарајуће електронске спецификације и показано је на који начин се могу искористити у процесу аутоматске конфигурације мерног система.

У завршној, шестој глави дисертације извршена су закључна разматрања и дати су предлози и смернице за даљи рад у овој области. Осим тога, у свакој глави након последњег поглавља, наведен је списак литературе која је коришћена при писању дате главе. Излагања у главама 3 и 5 употпуњена су прилозима, који су дати на крају текста дисертације. У Прилогу 1 дат је детаљни преглед протокола за индустријске мреже, док су у Прилогу 2 наведени детаљи појединих IEEE 1451.4 стандардних шаблона који су од интереса за разматрања у дисертацији.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Сензори физичких величина бележе стални напредак у перформансама, пре свега у погледу тачности, брзине одзива, смањења потрошње, као и смањења димензија и цене. Осим напретка у перформансама, све више су присутни и захтеви за проширењем функционалности сензора. Сензори који пружају додатне функције, осим функција неопходних за коректну репрезентацију мерене физичке величине, најчешће се називају интелигентни сензори. Међу додатне функционалности које пружају интелигентни сензори убрајају се: аутоматска конфигурација, ауто-дијагностика и калибрација, локализација, обрада и фузија података, мрежна комуникација и друге.

С обзиром на чињеницу да је сложеност дистрибуираних мерних и контролних система у сталном порасту, повезивање, конфигурација и одржавање комплексних система са великим бројем умрежених сензора и актуатора представља изузетно сложен задатак. Из тог разлога, све више су у употреби интелигентни претварачи који значајно олакшавају или потпуно аутоматизују процес конфигурације и менаџмента дистрибуираних система. У последње време повећава се број примена које захтевају прикупљање мерних података са широког простора коришћењем великог броја сензора, те се стога може уочити пораст интересовања за повезивање интелигентних сензора у дистрибуиране мерне системе. За повезивање сензора у дистрибуиране системе често се користе специјализоване индустријске комуникационе мреже, али се могу користити и друге локалне жичне или бежичне мреже.

Мрежне технологије омогућавају значајан напредак у перформансама и ефикасности рада мерних система. Комуникациона мрежа, која се користи за повезивање интелигентних сензора, као и начин приступа мерним подацима од стране корисника, значајно утичу на перформансе посматраног дистрибуираног мерног система. Постојање великог броја сензорских интерфејса, као и веома великог броја међусобно некомпатибилних мрежа и комуникационих протокола, доноси низ проблема, међу којима се посебно истичу проблеми који се односе на повезивање сензора на произвољну мрежу, аутоматска детекција сензора и аутоматска

конфигурација система, као и међуоперативност између интелигентних сензора различитих произвођача. Аутоматска детекција и конфигурација сензора захтева да се сваки сензор опише адекватним стандардизованим скупом релевантних информација којим се дефинишу имплементирани мерне функције, мерни опсези и калибрација, али и подржани протоколи и сервиси за мрежну комуникацију.

У доступној литератури описан је већи број специфичних решења мрежног повезивања која подржавају аутоматску конфигурацију дистрибуираних мерних система. У великом броју индустријских система, пре свега у оним који се заснивају на *HART* и *Foundation Fieldbus* протоколима, користи се EDDL језик (*Electronic Device Description Language*) за опис карактеристика и функција претварача. За потребе конфигурације и менаџмента често се користи и FDT/DTM (*Field Device Tool / Device Type Manager*) концепт који се базира на конструкцији одговарајућих драјвера уређаја за индустријске претвараче. Последњих година учињени су извесни напори да се ове две технологије обједине у јединствен систем за аутоматску конфигурацију и менаџмент индустријских система кроз FDI (*Field Device Integration*) пројекат који подржавају водеће светске компаније и организације: *Fieldbus Foundation*, *FDT Group*, *HART Communications Foundation*, *OPC Foundation* и *PROFIBUS&PROFINET International*.

Нешто другачији приступ за стандардизовано мрежно повезивање сензора дефинисан је од стране међународне организације OGC (*Open Geospatial Consortium*), која је покренула иницијативу за стандардизацију мрежног повезивања сензора кроз SWE (*Sensor Web Enablement*) фамилију стандарда. OGC–SWE фамилија стандарда уводи стандардно представљање података и електронских спецификација сензора, као и стандардне интерфејсе мрежних сервиса, који омогућавају приступ сензорима преко Интернета коришћењем различитих мрежа и протокола. Овакав приступ за мрежно повезивање сензора често се користи код мрежа сензора које покривају велика географска подручја.

Повезивање интелигентних сензора значајно је олакшано појавом IEEE 1451 фамилије стандарда, која је публикована од стране међународне организације за стандардизацију IEEE-SA (*Institute of Electrical and Electronic Engineers – Standards Association*). У новије време, ову фамилију стандарда је подржала и усвојила и међународна организација за стандардизацију ISO (*International Organization for Standardization*) у сарадњи са IEC (*International Electrotechnical Commission*) под називом ISO/IEC/IEEE 21451. Појавом фамилије стандарда IEEE 1451 повезивање интелигентних сензора значајно је олакшано дефинисањем скупа стандардних комуникационих интерфејса, независних од типа мреже која се користи, као и увођењем електронских спецификација сензора (*Transducer Electronic Datasheets – TEDS*) које омогућавају имплементацију *Plug and Play* концепта њиховом мрежном повезивању. Имајући у виду постављене циљеве и потенцијалне могућности примене IEEE 1451 фамилије стандарда, бројни истраживачи разматрали су различите аспекте практичне имплементације посматраног скупа стандарда и предложили многа проширења и унапређења.

Проблем аутоматске конфигурације интелигентних сензора, којим се бави докторска дисертација, представља савремену и веома актуелну научну и истраживачку област. Оригиналност дисертације огледа се у предлогу нових решења за повезивање аналогних сензора у дистрибуиране мерне системе по *Plug and Play* концепту. Посебна

пажња посвећена је изучавању проблема повезивања специфичних сензора који се користе у системима за мониторинг јонизујућег зрачења. Најзначајнију препреку у примени IEEE 1451.4 стандарда у области детекције јонизујућег зрачења и практичној примени у мониторинг мрежама представља недостатак одговарајућих стандардизованих шаблона за смештање електронских спецификација за сензоре зрачења. Из тог разлога, у дисертацији су предложени оригинални шаблони за електронску спецификацију карактеристика и имплементирани одговарајући интелигентни сензори јонизујућег зрачења, што представља први овакав предлог решења које омогућује аутоматизовано повезивање и конфигурацију мониторинг мрежа по *Plug and Play* концепту. Осим тога, сва предложена решења за аутоматску конфигурацију аналогних мрежних сензора тестирана су на оригиналној, пројектованој и реализованој, хардверској и софтверској платформи за повезивање сензора и креирање електронских спецификација сензора.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Током израде дисертације кандидат је истражио релевантну литературу и навео укупно 176 библиографских референци. На основу обима коришћене литературе може се закључити да је кандидат имао темељан увид у досадашње доприносе у овој научној области. Литература је пажљиво одабрана и садржи најважније радове објављене у реномираним међународним часописима, као и на најзначајнијим међународним конференцијама, који покривају посматрану научну област. Велики број радова новијег је датума, што указује на актуелност одабране проблематике. Литература укључује и публикације на којима је кандидат аутор или коаутор, а које су проистекле из рада на дисертацији.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У оквиру дисертације анализирана су постојећа решења, протоколи и стандарди за повезивање сензора у дистрибуиране мерне системе. Извршена је компаративна анализа постојећих модела интелигентних сензора са становишта аутоматске конфигурације при повезивању у дистрибуиране мерне системе. Такође, анализирани су методе за приступ подацима добијеним из интелигентних мрежних сензора преко индустријских комуникационих мрежа и Интернета, а у циљу решавања општих и специфичних апликативних проблема. На основу резултата анализе постојећих решења мрежног повезивања сензора, дат је предлог нових решења која су практично примењена у мрежном повезивању сензора за мерење температуре и сензора за детекцију јонизујућег зрачења. Коначно, извршена је експериментална верификација предложених нових решења тестирањем перформанси лабораторијских модела интелигентних сензора и повезивањем у одговарајуће мониторинг мреже.

Примењене научне методе у оквиру истраживања дисертације су:

- Анализа постојећих решења, протокола и стандарда за повезивање сензора у дистрибуиране мерне системе,
- Компаративна анализа постојећих модела интелигентних сензора са становишта аутоматске конфигурације при повезивању у дистрибуиране мерне системе,

- Анализа метода за приступ подацима са интелигентних мрежних сензора преко индустријских комуникационих мрежа и Интернета у циљу решавања општих и специфичних апликативних проблема, и

- Експериментална верификација нових предложених решења повезивања и конфигурације сензора тестирањем перформанси лабораторијског модела система.

Истраживање у оквиру докторске дисертације спроведено је у више фаза. У првој фази извршено је проучавање основних библиографских извора, протокола и стандарда за повезивање интелигентних сензора у дистрибуиране мерне системе. У оквиру друге фазе извршен је преглед и систематизација најновијих истраживања у области повезивања, конфигурације, ауто-тестирања и калибрације мреже сензора коришћењем електронских спецификација сензора. Преглед и систематизација савремених алата и техника за реализацију интелигентних сензора представља трећу фазу истраживања. Четврта фаза рада односи се на анализу најновијих имплементација мрежних сензора које су послужиле за поређење са решењима предложеним у дисертацији. У оквиру пете фазе, истражене су могућности и дати предлози нових решења за пројектовање интелигентних мрежних сензора са електронским спецификацијама коришћењем стандардних хардверских и софтверских алата. Израда лабораторијског модела и прототипа пројектованог интелигентног мрежног сензора са могућношћу аутоматске конфигурације на бази електронских спецификација, представља шесту фазу истраживања. У последњој фази истраживања извршена је упоредна анализа карактеристика предложеног новог решења за повезивање и ауто-конфигурацију сензора са постојећим решењима која су описана у новијој литератури.

На основу изложеног, Комисија констатује да примењене научне методе у потпуности одговарају проблему који је решаван и циљевима дефинисаним на почетку израде докторске дисертације.

3.4. Применљивост остварених резултата

Резултати презентовани у овој дисертацији могу се успешно применити у циљу проширења области примене IEEE 1451 стандарда, што представља вредан практичан значај остварених резултата. Проширење и унапређење фамилије стандарда IEEE 1451 посебно је значајно ако се има у виду чињеница да су они добро прихваћени и да налазе све већу примену у различитим областима: индустријским системима, временски детерминисаним аутомобилским и авионским мрежама, али и у системима за надзор параметара околине, у медицини, у системима који се користе у пољопривреди, интелигентним зградама и интелигентним транспортним системима.

У дисертацији су предложена оригинална решења хардверске и софтверске платформе за развој аналогних и импулсних интелигентних сензора на бази IEEE 1451.4 стандарда. Такође, у оквиру дисертације развијена је и оригинална софтверска апликација за креирање електронских спецификација паметних сензора. Ова решења погодна су за практичну имплементацију претварача компатибилних са IEEE 1451.4 стандардом.

Посебна пажња током истраживања посвећена је примени концепта интелигентних *Plug and Play* сензора у области мерења радиоактивног зрачења. Предложени су нови шаблони за смештање електронских спецификација детектора јонизујућег зрачења који укључују GM (*Geiger-Müller*) бројач и сродне импулсне

детекторе као и јонизационе коморе. Практична примена интелигентних детектора јонизујућег зрачења демонстрирана је креирањем мреже за мониторинг јонизујућег зрачења, при чему је омогућено повезивање детектора у комуникациону мрежу по *Plug and Play* концепту. Треба напоменути да су практични предлози решења сензора јонизујућег зрачења у овој дисертацији пре свега ограничени на мониторинг гама зрачења, али су предложена концептуална решења генералног карактера и могу се, уз мање модификације, применити и на друге типове детектора радиоактивног зрачења.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

На основу прегледане дисертације Комисија процењује да је кандидат мр Ненад Јевтић показао способност за самостални научни рад, почевши од систематизације и критичког осврта на постојеће проблеме из области којом се бави докторска дисертација, па до развоја оригиналних решења у овој области. Изучавајући наведену област и радећи на својој дисертацији, кандидат је показао систематичност, упорност, креативност, самосталност и могућност практичне примене резултата и закључака до којих је у свом раду дошао. Остварени научни доприноси су оригинални и потврђују способност кандидата за самостални научно-истраживачки рад. У прилог наведеном је и чињеница да је кандидат објавио више научних радова који су проистекли из дисертације, а у којима се појављује као први аутор.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Остварени научни доприноси ове докторске дисертације могу се систематизовати на следећи начин:

- Исцрпним прегледом релевантне литературе извршена је систематична и детаљна анализа постојећих решења мрежног повезивања сензора као и детаљна анализа могућности примене IEEE 1451 фамилије стандарда за имплементацију *Plug and Play* концепта код повезивања аналогних сензора. Указано је на постојеће недостатке и проблеме у практичној примени ове фамилије стандарда, са посебним освртом на аналогне сензоре. Сачињен преглед мрежног повезивања интелигентних сензора представља квалитетан и детаљан увод у посматрану област.
- Предложено је оригинално решење за имплементацију хардверске и софтверске платформе за развој аналогних и импулсних интелигентних сензора на бази IEEE 1451.4 и 1451.0 стандарда и израђен одговарајући лабораторијски модел и прототип. Развијена је оригинална софтверска апликација за креирање електронских спецификација претварача компатибилних са IEEE 1451.4 стандардом. Верификација предложених решења извршена је тестирањем перформанси имплементираних прототипа *Plug and Play* сензора температуре који се базира на индустријском платинском отпорном детектору PT100.
- За повезивање IEEE 1451.4 компатибилних сензора на мрежу предложено је ново решење мрежног процесора на бази IEEE 1451.0 стандарда. Приступ сензорима

преко мреже остварен је коришћењем HTTP протокола, а одговарајућа софтверска имплементација извршена је у *Java* програмском језику.

- У докторској дисертацији је, по први пут у посматраној области, разматрана примена концепта интелигентних *Plug and Play* сензора у области детекције јонизујућег зрачења. С обзиром на комплексност и разнородност детектора јонизујућег зрачења, учињен је значајан допринос у проширењу домена примене IEEE 1451.4 стандарда и на ову значајну област. Имајући у виду да највећу препреку у примени IEEE 1451.4 стандарда у области детекције јонизујућег зрачења представља недостатак одговарајућих стандардизованих шаблона за смештање електронских спецификација сензора, предложено је ново решење шаблона за GM детекторе. Предложени шаблон за GM детекторе може се применити и за друге сензоре јонизујућег зрачења са импулсним излазом. Осим GM детектора, у дисертацији је предложен и нови шаблон за смештање електронских спецификација јонизационе коморе. На бази предложених шаблона извршена је имплементација и тестирање одговарајућих интелигентних детектора зрачења који се у мрежу за мониторинг јонизујућег зрачења повезују према *Plug and Play* концепту.
- Предложено је ново решење IEEE 1451.4 компатибилног шаблона за смештање података за корекцију функције преноса сензора у односу на специфицирани параметар. Предложено решење је опште примењиво и може се користити код свих типова сензора, а у дисертацији је практично примењено за смештање података о енергетској и угаоној зависности одзива детектора јонизујућег зрачења.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Упркос значајном прогресу у развоју интелигентних сензора и дистрибуираних мерних система и великим напорима учињеним на пољу стандардизације интерфејса и протокола за аутоматску конфигурацију и интеракцију интелигентних сензора и корисничких апликација, ова област је још увек у фази развоја. С обзиром на комплексност проблема аутоматске конфигурације и брз развој нових мрежних технологија, тренутно актуелна решења у повезивању сензора не пружају адекватне одговоре на многа питања. У овој докторској дисертацији полази се од претпоставке да се постојећи протоколи и стандарди могу додатно унапредити развојем нових техника, посебно по питању аутоматске конфигурације дистрибуираних мерних система коришћењем електронских спецификација сензора. Анализиране су постојеће и предложене су нове методе за повезивање и аутоматску конфигурацију аналогних сензора, које се заснивају на стандардима IEEE 1451.4 и 1451.0. Осим тога, унапређени су постојећи и, према увиду у расположиву литературу, по први пут предложени нови оригинални методи за смештање електронских спецификација сензора јонизујућег зрачења. Предложена решења ограничена су на два типа сензора: GM детектор који припада импулсним детекторима и јонизационој комори са аналогним струјним излазом. Предложена решења ограничена су на примену у мониторингу гама зрачења, премда би се могла, уз мање измене, применити и на мониторинг других типова јонизујућег зрачења.

Сагледавањем постављених хипотеза, циљева истраживања и остварених резултата, констатујемо да је кандидат успешно одговорио на сва релевантна питања у

решавању проблема дефинисаног предметом истраживања. Систематичан и детаљан приказ имплементације и тестирања предложених оригиналних решења, посебно за електронске спецификације сензора јонизујућег зрачења, представљају значајан научни допринос у области мерних система, што је верификовано објављивањем остварених резултата у референтним међународним часописима, као и на конференцијама од међународног и националног значаја.

4.3. Верификација научних доприноса

Кандидат мр Ненад Јевтић је аутор или коаутор пет радова публикованих у часописима међународног значаја, два рада публикована у часописима националног значаја, као и више радова саопштених на међународним и домаћим конференцијама. Поред тога, коаутор је два техничка решења реализована у оквиру пројекта финансираног од стране Министарства науке и технолошког развоја. У оквиру истраживачког рада, у ужој области теме докторске дисертације, кандидат је објавио следеће радове.

Категорија M23:

1. **Jevtić, N.**, Drndarević, V.: Plug and Play Geiger-Muller Detector for Environmental Monitoring, *Instrumentation Science & Technology*, vol. 43, no. 02, pp. 222-243, 2015 (**IF₂₀₁₃=0.800**) (ISSN: 1073-9149) (DOI: 10.1080/10739149.2014.976829).
2. Drndarević, V., **Jevtić, N.**, Rajović, V., Stanković, S.: Smart Ionization Chamber for Gamma-ray Monitoring, *Nuclear Technology & Radiation Protection*, vol. 29, no. 3, pp. 190-198, 2014 (**IF₂₀₁₂=1.000**) (ISSN 1451-3994) (DOI: 10.2298/NTRP1403190D).
3. **Jevtić, N.**, Drndarević, V.: Design and Implementation of Plug-and-Play analog resistance temperature sensor, *Metrology & Measurement Systems*, vol. 20, no. 4, pp. 565-580, 2013 (**IF₂₀₁₃=0.609**) (ISSN: 0860-8229) (DOI: 10.2478/mms-2013-0048).
4. Drndarević, V., **Jevtić, N.**: A Vesatile, PC-based Gamma Ray Monitor, *Radiation Protection Dosimetry*, vol. 21, no. 2, pp. 478-480, 2008 (**IF₂₀₀₈= 0.951**) (ISSN: 0144-8420) (DOI: 10.1093/rpd/ncm453).

Категорија M33:

1. **Jevtić, N.**, Drndarević, V.: „Development of Smart Transducers Compliant with the IEEE 1451.4 Standard,“ - *Proceedings of the IEEE International Symposium on Instrumentation and Control Technology*, London, UK, 2012., pp.126-131 (ISBN: 978-1-4673-2615-5) (DOI: 10.1109/ISICT.2012.6291637).

Категорија M63:

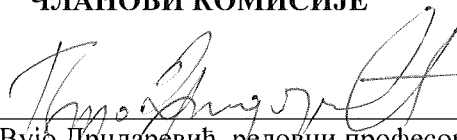
1. **Jevtić, N.**, Drndarević, V.: „Implementation of Mixed-Mode Interface for the IEEE 1451.4 Smart Transducers,“ - *Zbornik radova konferencije ETRAN*, Zlatibor, Srbija, 2012., str. EL1.4-1-4 (ISBN: 978-86-80509-67-9).

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу свега изложеног, Комисија сматра да дисертација испуњава све законске, формалне и суштинске услове, као и све критеријуме који се уобичајено примењују при вредновању и оцени докторске дисертације. Узимајући у обзир све наведене научне резултате и доприносе, систематизоване методе и решења повезивања интелигентних сензора и предложена нова решења која омогућују једноставније повезивање и аутоматску конфигурацију аналогних сензора и сензора за детекцију јонизујућег зрачења у дистрибуиране мерне системе по *Plug and Play* концепту, показану зрелост кандидата и његову способност за самостални научно-истраживачки рад, Комисија сматра да докторска дисертација кандидата мр Ненада Јевтића садржи оригиналне научне доприносе који имају практичну применљивост у области електронике и мерних система. Стога Комисија са задовољством предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду да се докторска дисертација под насловом „Аутоматска конфигурација дистрибуираних мерних система коришћењем електронских спецификација сензора“ кандидата мр Ненада Јевтића, прихвати, изложи на увид јавности и упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

У Београду,
7.04.2015. год.

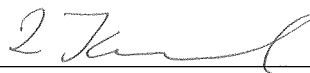
ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



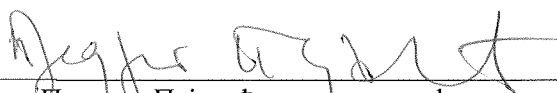
др Вујо Дрндаревић, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



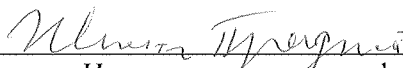
др Милан Прокин, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Драгутин Костић, редовни професор
Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет



др Предраг Пејовић, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Предраг Иваниш, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет