

**Комисија за преглед и оцену докторске дисертације
кандидата мр Божидара Поповића, дипл. инж. ел.**

Др Слободан Милојковић, професор емеритус, председник
Др Стеван Станковски, редовни професор, ментор и члан
Др Гордана Остојић, доцент, члан
Др Бранко Перишић, ванредни професор, члан
Др Срђан Дамјановић, ванредни професор, члан

**Научно-наставном већу Електротехничког факултета Универзитета у
Источном Сарајеву**

На основу члана 149. Закона о високом образовању РС (Службени гласник РС бр. 73/10 и 104/11) и члана 16. *Правилника о стицању научног степена доктор наука („докторат по старом“)*, број 03-78/12 од 9. фебруара 2012. године, Научно-наставно веће Електротехничког факултета, на својој 79. редовној седници, одржаној 10. јула 2013. године, донело је Одлуку о формирању Комисије за преглед и оцену урађене докторске дисертације под називом *Идентификација и праћење објеката коришћењем RFID технологије*, кандидата мр Божидара Поповића. На основу члана 17. *Правилника о стицању научног степена доктор наука („докторат по старом“)* Комисија подноси следећи:

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

Основни биографски подаци

Божидар (Радован) Поповић рођен је 10. фебруара 1973. године у Сарајеву, Општина Центар. Основно образовање завршио је у Војковићима 1987. године, а средњу Електротехничку школу “Јарослав Черни” у Сарајеву 1991. године и стекао стручни назив техничар за аутоматику и рачунарску технику. Након завршетка средње школе уписује се на Електротехнички факултет Универзитета у Сарајеву. Због ратних околности и војних обавеза 1994. године обнавља упис на Електротехничком факултету Универзитета у Српском Сарајеву. Дипломирао је 2000. године и стекао звање дипломирани инжењер електротехнике, одсјек за аутоматику и електронику. На Електротехничком факултету у Источном Сарајеву уписао је постдипломске магистарске студије 2003. године. Магистарски рад под називом “Примјена виртуелне инструментације за развој лабораторијског рада у настави електронике” одбранио је 17. новембра 2007. године. Тиме је стекао звање магистра техничких наука, област аутоматика и информатика. Ожењен је и отац једног дјетета.

Стручна биографија

Кандидат је као студент радио као демонстратор на Електротехничком факултету у Српском Сарајеву на предмету Специјални сензори и индустријска мјерења. На Машинском факултету у Српском Сарајеву држао је лабораторијске вежбе на предмету Основи електротехнике и електронике. Као стипендиста фирме МДП “Енергоинвест” ЗДП “Аутоматика” кандидат је у току студирања паралелно и радио. У наведеној фирми је стекао драгоцену знања и практична искуства из области електронике, аутоматике и информатике. Након завршетка студија запослио се у К-ИНЕЛ д.о.о. предузећу за инжењеринг, пројектовање и производњу из Српског Сарајева. Радио је у сектору развоја и конструкције као инжењер развоја. Од 2002. године запослен је као асистент, а потом и виши асистент на Електротехничком факултету у Источном Сарајеву. У току рада на

Електротехничком факултету ангажман у настави је обухватао извођење аудиторних и лабораторијских вежби на следећим предметима: „Електроника“, „Електроника 1“, „Електроника 2“, „Специјални сензори и индустријска мјерења“, „Анализа сигнала и система“, „Дигитална обрада сигнала“, и „Транспортни процеси“. Учествовао је у више научно-истраживачких пројеката. Аутор је неколико техничких решења која су нашла практичну примену. Активан је учесник у пословима организације научно-стручног симпозијума ИНФОТЕХ Јахорина, почевши од 2001. године. Председник је Техничког комитета BAS/ТС 57 - Кућански и слични електрични апарати у агенцији за стандардизацију БиХ. Члан је радног тела Босанскохерцеговачког комитета за електротехнику Технички одбор ВАКЕ. У својству аутора и коаутора је објавио више од двадесет публикација, од којих су два рада у међународним и два у домаћим часописима, а остали на домаћим и међународним скуповима.

Објављени радови

У току стручне каријере кандидат је као аутор или коаутор објавио више радова у часописима и симпозијумима од међународног и националног значаја.

Радови објављени у међународним часописима:

1. B. Popović, N. Popović, D. Mijić, S. Stankovski, G. Ostojić, Remote Control of Laboratory Equipment for Basic Electronics Courses: A LabVIEW-Based Implementation, Wiley Periodicals, Inc. Comput Appl Eng Educ; DOI: 10.1002/cae.20531, 2011.
2. S. Stankovski, G. Ostojić, M. Lazarević, B. Popović, D. Mijić, A RFID technology, privacy and security, FACTA UNIVERSITATIS Series: Mechanical Engineering Vol. 8, No 1, pp. 57 – 62, 2010.

Радови објављени у националним часописима:

1. M. B. Naumović, N. Popović, B. Popović, „Using Easy Java Simulations in Computer Supported Control Engineering Education“, ELECTRONICS, Vol. 15, No. 2, pp. 67-72, ISSN 1450 -5843, December 2011.
2. Срђан Дамјановић, Божидар Поповић, "Праћење производа RFID технологијом," Нови Економист, ISSN 1840-2313, број 4, ст. 25 до 28, Бијељина 2008.

Радови објављени у зборницима са националних и међународних скупова:

1. B. Popović, N. Popović, M. Maksimović, E. Omanović-Miklićanin, N. Puščul, „Određivanje koncentracije hidrogen peroksida u vodenim rastvorima metodom hemiluminiscencije“, INFOTEH-JAHORINA Vol. 11, Ref.ELS-8, pp. 36-40, mart 2012.
2. N. Popović, B. Popović, N. Pavlović, „Creation of efficient interactive simulations in higher education using Easy Java simulations software tool“, International Conference «Mathematical and Informational Technologies, MIT-2011», pp. 341-346, Budva, 2011.
3. M. B. Naumović, N. Popović, B. Popović, „Improving Learning in Optimal Control Theory Using Easy Java Simulations Environment“, ETRAN 2011, RT1.8-1-4, Banja Vrućica – Teslić, jun 2011.
4. Srđan Damjanović, Božidar Popović, Predrag Katanić, „Simulacija laboratorijskih vježbi iz predmeta Električna mjerenja u programskom jeziku VEE PRO“, INFOTEH-JAHORINA Vol. 10, Ref. E-V-10, pp. 793-798, mart 2011.
5. N. Popović, M. Naumović, B. Popović, „Interaktivne virtuelne laboratorije u nastavi automatike kreirane kombinacijom EJS i Matlaba“, INFOTEH-JAHORINA Vol. 10, Ref. E-V-14, pp. 813-816, mart 2011.
6. M. Kostadinović, B. Popović, „Modeli integracije bežičnih i žičanih industrijskih mreža“, INFOTEH-JAHORINA Vol. 10, Ref. B-III-6, pp. 215-218, mart 2011.

7. Nataša Popović, Božidar Popović, Danijel Mijić, „Laboratorija sa daljinskim pristupom u nastavi elektronike“, ITEO, pp. 169-174, ISBN 978-99955-49-48-0, Banja Luka, 2010.
8. N. Popović, B. Popović, „Kreiranje interaktivne simulacije RC kola pomoću softverskog paketa Easy Java Simulations“, JISA 15. kongres, Herceg Novi, 2010.
9. B. Popović, M. Kostadinović, „Sigurnost i privatnost u RFID sistemima“, INFOTEH-JAHORINA Vol. 9, Ref. E-VI-6, pp. 842-845, mart 2010.
10. M. Kostadinović, B. Popović, N. Popović, „Dizajn i implementacija mrežnih uređaja koji koriste Wirelesshart protokol“, INFOTEH-JAHORINA, Vol. 9, Ref. A-26, pp. 123-127, ISBN-99938-624-2-8, mart 2010.
11. N. Popović, Božidar Popović, „Virtuelna okruženja za učenje u obrazovanju u oblasti automatskog upravljanja“, JISA 14. kongres, Herceg Novi, 2009.
12. M. Kostadinović, T. Vasić, B. Popović, N. Popović, „Arhitektura Wirelesshart mreže“, JISA 14. kongres, Herceg Novi, 2009.
13. B. Popović, M. Kostadinović, Nataša Popović, „RFID tehnologije u proizvodnim procesima“, Zbornik radova Kvalitet 2009, pp. 959-964, ISSN 1512-9268, Neum, 2009.
14. M. Kostadinović, Z. Bundalo, B. Popović, I. Bašić, „Automatizacija pogona u fabrici papira korištenjem PLC uređaja“, 6th Research/Expert Conference with International Participation”QUALITY 2009”, pp. 407-412, ISSN 1512-9268, Neum, 2009.
15. B. Popović, V. Litovski, „Koncepti učenja na daljinu primjenjeni na nastavu elektronike“, INFOTEH-JAHORINA, Vol. 7, Ref. E-III-11, pp. 513-517, mart 2008.
16. Božidar Popović, Nataša Popović, „Izvođenje laboratorijskih vježbi na realnom modelu uz upotrebu virtuelnih instrumenata“, JISA 13. kongres, Herceg Novi, 2008.
17. B. Popović, V. Litovski, „Podizanje kvaliteta nastave iz elektronike putem unapređenja laboratorijskih vježbanja“, V Research/Expert Conference with International Participation QUALITY 2007, Neum, ISSN 1512-9268. pp. 641-646
18. S. Macan, S. Nogo, D. Mijić, B. Popović, „Implementacija informacionog sistema za ažuriranje centralnog biračkog spiska“, JISA XII kongres, juni 2007.
19. B. Popović, M. Gligorić, R. Subotić, „Mehaničke modifikacije i realizacija diskretnog upravljanja elektrohidrauličkog servomotora – EHS“, INFOTEH, Vol. 4, Ref. A-7, pp. 27-31, mart 2005.
20. B. Popović, S. Stankovski, D. Šešlija, „Automatizacija mašina za pakovanje“, INFOTEH Jahorina, mart 2001.

Учесће у пројектима

У току стручне каријере кандидат је учествовао у реализацији следећих важнијих пројеката:

1. Назив пројекта: *"Студиј допунског образовања наставника основних школа Републике Српске за наставнике информатике"*.
 - трајање: 2002. године,
 - носилац пројекта: Електротехнички факултет Универзитета у Бањалуци и Министарство културе и образовања Републике Српске.
2. Назив пројекта: *"Информатичка едукација незапослених особа са простора сарајевско-романијске регије"*, пројекат информатичког описмењавања незапосленог кадра у општинама Србиње, Чајнице, Рогатица, Рудо, Вишеград и Српско Горажде
 - трајање: 2003. године,
 - носилац пројекта: Електротехнички факултет Универзитета у Српском Сарајеву и Завод за запошљавање Републике Српске.

3. Назив пројекта: *"Piloting Solutions for Alleviating Brain Drain in South East Europe"*,
 - трајање: април 2003. до децембар 2004. године,
 - носилац пројекта: UNESCO-ROSTE у сарадњи са HEWLETT PACKARD и Електротехнички факултет у Српском Сарајеву.
4. Назив пројекта: *"Network of Excellence in South-Eastern Europe on the Subject of Computational Intelligence"*. Autumn School in Computational Intelligence and Information Technologies,
 - трајање: 2004. године,
 - носилац пројекта: DAAD Foundation 2004.
5. Назив пројекта: *"CIPS - развој и имплементација информационог система кретања и боравка странаца"*.
 - трајање: 2005. године,
 - носилац пројекта: Министарство цивилних послова БиХ
6. Назив пројекта: *"CDP+ за унапређење планова и програма из предмета Електроника 1 и Електроника 2 који су прилагођени студентима који студирају по Болоњском плану и програму"*.
 - трајање: мај 2006. до децембар 2007. године,
 - носилац пројекта: WUS Austria и Електротехнички факултет у Источном Сарајеву.
7. Назив пројекта: *"Distance e-Learning in Electrical Engineering Education"*,
 - трајање: мај 2007. до октобар 2007.
 - носилац пројекта: UNESCO-BRESCE и Електротехнички факултет у Источном Сарајеву.
8. Назив пројекта: *"RFID (Radio Frequency Identification) технологије и њихова примјена у праћењу и идентификацији објеката"*
 - трајање: септембар 2009. до септембар 2011. године
 - пројекат подржан од Министарства науке и технологије Владе РС у 2008. години.
9. Назив пројекта: *"Web апликација за анкетирање студената као софтверска подршка у процесу осигурања квалитета на високошколским установама"*.
 - трајање: 2009. до 2010. године
 - пројекат подржан од Министарство науке и технологије Владе Републике Српске.
10. Назив пројекта: *"Повећање ефикасности информационог система увођењем средстава за јавно информисање"*.
 - трајање: 2011. године
 - пројекат подржан од Министарство науке и технологије Владе Републике Српске.
11. Назив пројекта: *"Развој нових сензора и сензорског чвора за одређивање компоненти значајних у животној средини H₂O₂, нитрити и нитрати у прехранбеним производима, параметри квалитета воде)"*.
 - трајање: 2010. до 2012. године
 - пројекат подржан од Министарство науке и технологије Владе Републике Српске.

Пројекти реализовани у привреди:

1. Међународни пројекат: *"ELSEPIM – Utilisation of PIM for Electronics, Sensors and Actuators"*.
 - трајање: март 2006. до јун 2007. године,

- носилац пројекта: CIRCE и Влада републике Аустрије са FOTEC Forschungs- und Technologietransfer GmbH, Wiener Neustadt, KINEL d.o.o. Istočno Sarajevo.
- 2. Ревитализација управљања и аутоматике тунелске пекарске пећи са постројењем за гарбање пецива,
 - инвеститор "Александрија комерц" Источно Сарајево, 2007. године.
- 3. Ревитализација управљања и аутоматике заваривача кранског аутомата за заваривање,
 - инвеститор фабрика термоапарата ТАТ Источно Сарајево, 2006. године.
- 4. Идејно решење, реализација SCADA система баждарнице за мјерила протока (прувер),
 - инвеститор Аутоматикинвест д.о.о. Источно Сарајево, 2005. године.
- 5. Пројектовање и развој управљачке електронике електрохидрауличног сервомотора – EHS,
 - инвеститор "Глинаца Бирач" Зворник, 2005. године.
- 6. Идејно решење, израда пројекта и реализација SCADA систем за аквизицију података (десет сушара),
 - инвеститор "АДРИА М.М." Бања Лука, 2004. године.
- 7. Пројектовање и развој ниво – склопке,
 - развој К-ИНЕЛ д.о.о., 2003. године.
- 8. Аутоматизација двије машине за полирање мермера.
 - инвеститор Шишковић д.о.о., 2003. године.
- 9. Монофазни инвертор са статичком преклопком SPIN 220VDC/220VAC-2.5KW,
 - инвеститор К-ИНЕЛ д.о.о. за термоелектрану у Гацку, 2003. године.
- 10. Аутоматизација и реализација SCADA систем водовода Невесиње,
 - инвеститор Водовод Невесиње, 2001. до 2002. године.

2. Преглед докторске дисертације

Докторска дисертација кандидата садржи укупно 153 странице, укључујући насловну страну, предговор, сажетак на српском језику и сажетак на енглеском језику. Текст дисертације је обима 193 страница у формату B5, основног фонта Times New Roman 11 са једноструким проредом, у оквиру којих је приказано 110 слика, 27 табела и листа од 181 цитиране референце. Дисертација је организована кроз осам поглавља, укључујући уводно поглавље и закључак са дискусијом. На крају дисертације су приложена четири додатка, списак коришћене литературе, попис слика, табела и коришћених скраћеница.

У првом, уводном поглављу дисертације дефинисана је област истраживања, дефинисани су проблеми и циљеви истраживања. Кандидат се укратко осврнуо на основне појмове у области RFID система дајући преглед стања у области истраживања, као и историјски осврт на развој RFID технологије. Описане су методе истраживања, циљеви истраживања, очекивани научни резултати и дат је кратак преглед садржаја дисертације.

У другом поглављу представљени су основни појмови из области система аутоматске идентификације и означавања. Дата је анализа и подела идентификационих система са употребљеним технологијама, које су се користиле или се још увек користе у системима аутоматске идентификације. Дата је анализа бар-код технологије као најприсутније и најзаступљеније технологије у системима аутоматске идентификације и означавања. Детаљно су приказани најзаступљени линеарни и дводимензионални бар-кодови, као и трендови развоја матричног кода. Приказана је и NFC (*Near Field Communication*) технологија, као технологија која се развила на бази RFID технологије.

У трећем поглављу је дат преглед RFID технологије и детаљно су описани принципи рада RFID система, кроз преглед радних фреквенција, спреге читач-ознака, опсега, класе, меморије, садржаја података на ознаци, кодовање, модулацију, те антиколизциони алгоритми. Симулациони модел је урађен у програмском пакету COMSOL за HF RFID систем. Дата је листа важећих преузетих међународних стандарда од стране Института за стандардизацију Босне и Херцеговине. Дата је и листа предлога међународних стандарда, које је потребно преузети у наредном периоду, како би се детаљније уредила област RFID технологија у Републици Српској и БиХ.

Четврто поглавље посвећено је стратегији пословног окружења, која је размотрена преко анализе управљачких структура за управљање информационим системима и софтверске подршке пословном окружењу. Приказана је интеграција RFID система преко средњег слоја у већ постојеће софтверске апликације предузећа, као што су апликације за: планирања ресурса предузећа ERP (*Enterprise Resource Planning*), система за управљање производњом MES (*Manufacturing Execution System*). Управљање ланцем снабдевања SCM (*Supply Chain Management*), као интегрисан приступ управљања ланцем који се интеграцијом са Интернет технологијама оријентисао према е-окружењу и е- SCM такође је део овог поглавља. Дат је и преглед концепта, нивоа и основне архитектуре RFID средњег слоја (*middleware*).

Пето поглавље је посвећено праћењу производа у току животног циклуса и тестирању утицаја амбалажних материјала на процесе читања и уписивања података на пасивне ознаке за UHF и HF системе, кроз анализу RFID система у ланцу снабдевања и циљева који су оствариви и као такви од великог значаја за ефикасно управљање истим. Скренута је пажња на праћење, проналажење, скенирање, управљање етикетама-ознакама и метаподацима у ланцу снабдевања. Приказан је упоредни преглед особина амбалажних материјала, као и материјала за израду примарне, секундарне и терцијалне амбалаже у фармацеутској индустрији. Урађена су мерења и на основу резултата направљена је анализа утицаја амбалажних материјала и амбалаже на максимално растојање за читање и упис на пасивне ознаке за UHF и HF системе. Поред ових мерења, урађени су тестирање и анализа поузданости читања и уписивања података са и на ознаке за случај када се ознака налази испред и иза препреке (амбалажног материјала). Направљена је анализа фаза кроз које прође већина производа у свом животном циклусу. Урађена је анализа праћења производа у фармацеутској индустрији и направљен је модел производње фармацеутских производа. Реализовано је софтверско решење за праћење фармацеутских производа.

Шесто поглавље је посвећено концепту Интернета ствари, IoT (*Internet of Things*), који представља нову димензију уведену у свет информационих и комуникационих технологија, засновану на идеји на основу које ће производи (предмети) у било ком тренутку, на било ком месту и за било кога, бити доступни и увезани у јединствен систем. Производи ће имати могућност идентификације, препознавања, лоцирања, а у појединим случајевима адресирања и контроле преко Интернета. Анализиране су технологије за реализацију концепта Интернета ствари и интеграција RFID система и Интернета ствари преко Интернет протокола IPv6. Такође су анализирани изазови, проблеми, сигурносни захтеви, заштита података, приватност и законска ограничења за реализацију RFID система и интеграцију у концепт Интернета ствари.

У седмом поглављу је дат предлог новог дизајна геометрије UHF антене RFID читача/писача. Дизајниране су и направљене три антене за које су урађена мерења и тестирање RFID читача/писача. Направљен је софтвер за комуникацију и подешавање UHF RFID читача/писача, који је реализован са MOS FET модулом за појачање снаге за E-GSM мобилне уређаје (PF01411B), излазне снаге 5 W. У току описаних мерења је подешена и држана константном снага на излазу (*transmit power*) RFID читача/писача од 20 dBm (100 mW), која је сетована софтверски, а фреквенцијски опсези су мењани у три подручја дефинисана за тржиште Европе, Америке и Кине. Коришћен је *Support Protocol* ISO 18000-6B за ознаке. Мерења су реализована широкопојасним, фреквентно

селективним анализатором спектра типа SPECTRAN HF 4040 са антенном типа HyperLog 4040. Резултати мерења су обрађени у MCS *Realtime Spectrum Analyzer Software*-верзија 1.2.0. и приказани табеларно и графички. На основу добијених резултата урађена су додатна мерења са истом опремом али за постављену снагу од 26 dBm (400 mW) на излазу RFID читача. На основу ових резултата мерења доказано је и потврђено да тестиране антене имају боље карактеристике од првобитне антене и да је за антену типа D максималан домет читања већи за 50%, док је поузданост читања и уписа на ознаку остала иста.

У завршном поглављу дисертације сумирани су резултати истраживања, наведени су главни научни доприноси и остали доприноси дисертације, те наведене смернице за будући рад. Кандидат се осврнуо на област истраживања, закључна разматрања наведена у претходним поглављима дисертације и извео опште закључке.

Узимајући у обзир област и резултате истраживања, у форми закључака истраживања наведено је да:

- Системи аутоматске идентификације засновани на RFID технологији могу се користити за решавање проблема везаних за праћење производа у току животног циклуса. Првенствено зато што се идентификатор (ознака) веже за појединачни производ, што пружа могућност идентификације, надгледања, контроле и праћења производа на индивидуалном нивоу.
- Да би се остварило праћење производа у току животног циклуса потребно је идентификовати све фазе кроз које може проћи праћени производ означен са RFID ознаком, као и све материјалне и нематеријалне токове (материјала, финансија, информација и трговине) у ланцу снабдевања. Праћењем се добија следивост, тако што се добијају информације о претходној и тренутној локацији означеног производа. На основу овог се директно добија и историја производа коју могу користити произвођачи, сервисери, дистрибутери, купци, корисници, проценитељске и осигуравајуће компаније и други интерни и екстерни актери у животном циклусу производа.
- RFID технологија се наметнула као технологија на основу које ће се извести следећа фаза у еволуцији ERP система, првенствено због чињенице да се информације могу читати и уписивати у реалном времену у било ком сегменту ланца снабдевања, што ће се позитивно одразити на надоградњу система за управљање ланцима снабдевања SCM као и управљању односа са купцима.
- Праћени производ се прати индиректно на основу информација добијених са RFID ознаке, која се може интегрисати у амбалажу (амбалажни материјал) или сам производ. На основу добијених резултата при тестирању утицаја амбалажних материјала, који се примењују у фармацеутској индустрији на домет читања и поузданост читања и уписа, за UHF и HF системе. Закључено је да се RFID системи могу успешно користити за идентификацију и праћење фармацеутских производа у ланцу снабдевања.
- Употребом IPv6 Интернет у комбинацији са RFID технологијом постављен је могући камен темељац у развоју Интернета ствари, који ће решити сегмент комуникације између уређаја и производа и предмета који немају уграђен неки вид интелигенције. Проблеми које је потребно решити при реализацији овакве идеје су везани за осигурање приватности и заштите података.
- На основу резултата мерења као и тестирања поузданости читања и уписа на UHF RFID ознаку за постојећу антену (тип A) и три нове антене (типови B, C и D) које су конструисане и направљене, може се закључити да нове антене имају боље карактеристике, ако се пореде снаге зрачења антена у сва три фреквенцијска опсега у којима су изведена мерења.
- Основни изазови који се идентификују везани су првенствено за финансијску одрживост система. Употреба RFID технологије у циљу праћења производа у току њиховог животног циклуса има и своја ограничења. Она су приметна у проблематици

меморијског капацитета RFID ознака. Ако је потребно наћи компромис између цене, начина напајања и меморијског капацитета ознаке у 99% случајева ће избор пасти на утицај цене за избор ознаке.

- Проблем уноса већег броја информација се мора решити кроз употребу мрежно оријентисаних апликација, тако да се информације о појединим стањима уписују само на ознаку или само у базу, мада је потребно обезбедити да се информације о појединим стањима производа истовремено уписује на ознаку и у базу података, чиме се обезбеђује висок степен редувантности система.
- Приметан је и проблем стандардизације ознака и RFID читача у ланцу снабдевања. Овај проблем је премостив прилагођавањем тзв. средњег слоја апликацијама већег апликативног нивоа.
- Успешна и ефикасна реализација свих активности у процесу идентификације и праћења производа у току животног циклуса мора имати адекватну софтверску подршку. Процена је да се још бољи резултати у погледу укупне ефикасности и ефикасности појединих актера у процесу идентификације и праћења добијају, ако се омогући коришћење постојећих база података, односно уколико се обезбеди спрега постојећих софтверских алата за подршку активностима свих актера у ланцу снабдевања, а односе се на апликације за планирање ресурса предузећа и система за управљање производњом.

3. Значај и допринос докторске дисертације

Докторска дисертација је у потпуности посвећена истраживању у области проучавања могућности примене RFID технологије за подршку у активностима идентификације, праћења, дистрибуције и контроле производа у току животног циклуса, креирању општег модела система за софтверску подршку праћењу производа у ланцу снабдевања и развоју нових софтверских апликација за прикупљање, обраду, анализу и презентацију података кључних за ланац снабдевања, базираних на употреби информационо-комуникационих технологија. Како је сам процес идентификације праћења производа кроз све фазе животног циклуса изузетно комплексан и захтева мултидисциплинарност при анализи и развоју модела. Овде је дата анализа фармацеутског ланца снабдевања уз консултацију важећих законских решења и прописа који уређују област производње, промета и дистрибуције фармацеутских производа. Развијен је модел и софтверска апликација за праћење фармацеутских производа у процесу производње. Дата је анализа утицаја амбалажних материјала и лекова на удаљеност читања, поузданост читања и уписа на ознаку. Урађена је и конструкција нових облика антена за UHF RFID читаче/писаче, које имају боље карактеристике од постојећих. Стога, значај докторске дисертације се пре свега огледа у свеобухватној анализи процеса идентификације и праћења производа у току животног циклуса, конструкцији нових облика антена за UHF RFID читаче/писаче, урађеној анализи утицаја амбалажних материјала, као и предлогу решења низа софтверских модула за подршку појединим актерима у ланцу снабдевања кроз који пролази већина производа у току животног циклуса. Поред теоријског значаја, дисертација има и висок ниво практичне употребљивости, а ако се има у виду чињеница да RFID технологија има широку употребу у свим сферама како у индустријским, финансијским, комерцијалним и друштвеним, отварају се велике могућности за практичну употребу ове технологије.

Имајући у виду да је RFID технологија у Републици Српској и БиХ присутна само у трговима, који су манифестовани кроз појединачне апликације првенствено везане за контролу приступа, евиденцију радног времена и заштиту производа од крађе у малопродајним објектима, онда се може рећи да дисертација увелико попуњава празан простор везан за системе аутоматске идентификације и означавања, а у сврху праћења производа у животног циклусу, те се постигнути резултати могу применити у свим земљама у окружењу, а не само у БиХ како је то и урађено овом дисертацијом.

4. Научни резултати докторске дисертације

Истраживања спроведена у оквиру докторске дисертације у циљу потврде постављене хипотезе су у потпуности испунили очекиване резултате и постављене циљеве истраживања. Битно је напоменути, као споредни ефекат, а уједно и допринос дисертације, је дати преглед листе важећих преузетих међународних стандарда од стране Института за стандардизацију Босне и Херцеговине – BAS. Дат је и предлог листе стандарда, које је потребно преузети у наредном периоду, како би се детаљније уредила област RFID технологија у Републици Српској и БиХ. Такође, споредним ефектом и доприносом дисертације може се сматрати и дати преглед и приказ концепта Интернета ствари, који представља нову димензију информационих и комуникационих технологија засновану на идеји на основу које ће производи у било ком тренутку, на било ком месту и за било кога бити доступни и увезани у јединствен систем. Идентификација, препознавање, лоцирање, праћење, а у појединим случајевима адресирање и контрола преко Интернета, ће се спустити на ниво појединачног производа. Дата је анализа неопходних технологија за реализацију концепта Интернета ствари, као и интеграција RFID система и Интернета ствари преко Интернет протокола IPv6. Урађена је анализа изазова, проблема, сигурносних захтева, заштите података, приватности и законских ограничења за реализацију RFID система и интеграцију у концепт Интернета ствари.

Поред тога, као најважнији резултати дисертације могу се сматрати:

- конструкција нових облика антена за UHF RFID читаче/писаче који имају боље карактеристике од постојећих,
- направљена анализа утицаја амбалажних материјала и производа запакованих у примарну, секундарну и терцијарну амбалажу из фармацеутске индустрије на домет читања за UHF и HF RFID читаче/писаче,
- направљена анализа утицаја амбалажних материјала и производа запакованих у примарну, секундарну и терцијарну амбалажу из фармацеутске индустрије на поузданост читања и уписа на ознаке за UHF и HF RFID читаче/писаче,
- идентификација фармацеутског ланца снабдевања и израда модела производње фармацеутских производа у циљу развоја и тестирања софтверских апликација за праћење производа у току животног циклуса,
- развој апликације средњег слоја RFID система за UHF и HF системе,
- развој апликација за означавање фармацеутских производа,
- развој апликација за складиште и транспорт у циљу праћења производа у току животног циклуса.
- анализа и преглед листе важећих преузетих међународних стандарда од стране Института за стандардизацију Босне и Херцеговине, као и предлог листе стандарда, које је потребно преузети у наредном периоду, како би се детаљније уредила област RFID технологија у Републици Српској и БиХ.

Конструисани тестирани облици антена као и реализована софтверска решења имају практичан значај и могу се применити за решавање проблема, који постоје у свим ланцима снабдевања, а односе се на идентификацију, лоцирање, праћење производа, људи, животиња, објеката, вредносних пошиљки, транспортних средстава, итд. посебно у домену прикупљања података, мерења параметара квалитета, анализе и побољшања свих процеса у току животног циклуса означене јединке.

Као још један допринос дисертације може се сматрати и реализација научно-истраживачког пројекта који је реализован делом у току истраживања обухваћених израдом дисертације, а одобрен је од стране Министарства за науку и технологију Републике Српске под насловом, “RFID (*Radio Frequency Identification*) технологије и њихова примјена у праћењу и идентификацији објеката”, реализован у периоду од 2009. до 2011. године.

5. Закључак и предлог комисије

На основу увида у докторску дисертацију и извршене анализе може се закључити да докторска дисертација мр Божидара Поповића, дипл. инж. ел. представља високо квалитетан истраживачки рад. Дисертација садржи оригиналне теоријске и нарочито практичне резултате у области примене аутоматизације, мерења и информационих технологија у циљу идентификације и праћења производа на индивидуалном нивоу, а у циљу обезбеђења ефикасности, квалитета и сигурности свих актера у ланцу снабдевања кроз које пролазе производи у свом животном циклусу. Чланови Комисије предлажу Већу Електротехничког факултета у Источном Сарајеву и Сенату Универзитета у Источном Сарајеву да докторску дисертацију под насловом „Идентификација и праћење објеката коришћењем RFID технологије“ аутора мр Божидара Поповића, дипл. инж. ел. прихвати и одобри њену усмену одбрану.

Источно Сарајево, 27. јули 2013. године

КОМИСИЈА:

1. Проф. др Слободан Милојковић, професор емеритус, председник
Универзитет у Источном Сарајеву, Електротехнички факултет Источно Сарајево
Ужа научна област: Општа електротехника и Рачунарске науке

2. Проф. др Стеван Станковски, редовни професор, ментор и члан
Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука Нови Сад
Ужа научна област: Мехатроника, роботизација и аутоматизација

3. Доц. др Гордана Остојић, члан
Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука Нови Сад
Ужа научна област: Мехатроника, роботизација и аутоматизација

4. Проф. др Бранко Перишић, ванредни професор, члан
Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука Нови Сад
Ужа научна област: Рачунарске науке

5. Проф. др Срђан Дамјановић, ванредни професор, члан
Универзитет у Источном Сарајеву, Факултет пословне економије Бијељина
Ужа научна област: Информационе науке и биоинформатика и Електрична мјерења
