

Одлуком Научно-наставног вијећа Електротехничког факултета, Универзитета у Источном Сарајеву, број 03-1044/20 од 04.09.2020. године, именована је Комисија за оцјену и одбрану урађене докторске дисертације кандидата мр Наташе Поповић под називом: „Интеграција савремених мрежних информационо-комуникационих концепата у системе аутоматског управљања“ (у даљем тексту: Комисија) у сљедећем саставу:

1. **Редовни проф. др Томислав Шекара**, (Електротехнички факултет Универзитета у Београду, ужа научна област *Аутоматика*) - председник;
2. **Редовни проф. др Милица Наумовић**, (Електронски факултет Универзитета у Нишу, ужа научна област *Аутоматика*) - члан;
3. **Редовни проф. др Слободан Лубура**, (Електротехнички факултет Универзитета у Источном Сарајеву, ужа научна област *Аутоматика и роботика*) - члан;
4. **Ванредни проф. др Мирјана Максимовић**, (Електротехнички факултет Универзитета у Источном Сарајеву, ужа научна област *Телекомуникације*) - члан;
5. **Ванредни проф. др Данијел Мијић**, (Електротехнички факултет Универзитета у Источном Сарајеву, ужа научна област *Рачунарске науке*) - члан.

Комисија је прегледала и оцијенила докторску дисертацију и о томе подноси Научно-наставном вијећу Електротехничког факултета Универзитета у Источном Сарајеву сљедећи

УНИВЕРЗИТЕТ У ИСТОЧНОМ САРАЈЕВУ
ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ
Протокол
Број: 03-1044/20
Датум: 11.09.2020 .год

ИЗВЈЕШТАЈ
о оцјени урађене докторске дисертације

1. Значај и допринос докторске дисертације са становишта актуелног стања у одређеној научној области

Незауостављив развој информационих и комуникационих технологија посљедњих петнаестак година одразио се на све сфере људског живота стварањем удобнијег окружења за живот и рад сваког човјека, чинећи их лакшим и једноставнијим. Предности које са собом носе нове технологије препознате су и у области аутоматског управљања системима, нарочито у индустријској и кућној аутоматизацији.

Данашњи системи аутоматског управљања су углавном базирани на мрежним концептима управљања и информационим и рачунарским технологијама. Једна врста оваквих система су умрежени системи управљања, настали интеграцијом мрежних комуникационих концепата и система аутоматског управљања, код којих је повратна спрега затворена преко комуникационе мреже. Комуникациона мрежа у системе аутоматског управљања уноси низ ограничења која негативно утичу на понашање умрежених система управљања. Савремена истраживачка заједница у области умрежених система управљања настоји да изнађе адекватне методе за ублажавање или потпуно елиминисање нежељених посљедица ових ограничења, нарочито због развоја будућих управљачких система који треба да буду саставни дио паметних фабрика. Умрежени системи управљања послужили су и као узор за настанак система у којима су комуникационом мрежом повезане не само управљачке компоненте него и други електронски склопови који имају могућност размјене података, чиме су постављени темељи и дате смјернице за развој комуникационих система који су обједињени у популарном и данас незаобилазном концепту Интернета ствари. Очигледна повезаност умрежених система управљања и Интернета ствари посљедњих година заокупља велику пажњу научника са циљем истраживања могућности њихове интеграције у јединствену цјелину. Резултат ових истраживања су нови концепти аутоматског управљања системима настали интеграцијом информационих и рачунарских техника са системима управљања који су садржани у парадигмама какве су управљање у облаку, роботика у облаку, индустријски Интернет ствари, Интернет роботских ствари и други слични који крче пут ка потпуној испуњености и имплементацији захтјева четврте индустријске револуције.

Истраживање спроведено у оквиру ове докторске дисертације даје допринос на путу cjеловитијег сагледавања могућности интеграције система аутоматског управљања и савремених мрежних, комуникационих, информационих и рачунарских технологија кроз предложена техничка рјешења примјенљива најприје у области процесне и производне аутоматизације, а затим и у многим другим областима од интереса. Значај истраживања у оквиру ове дисертације сагледава се у обједињавању сазнања из три области – аутоматског управљања, комуникација и рачунарства у јединствену cjелину. Ова мултидисциплинарност истраживању и докторској дисертацији даје значај јер је кандидат настојао, и у тим настојањима успио, да обједини и продуби сазнања из наведених области са циљем развоја прототипских модела управљачких система који ће се моћи користити у различитим примјенама. Осим теоријског значаја који се огледа у свеобухватној анализи стања у областима истраживања, дисертација има и висок ниво практичне употребљивости имајући у виду чињеницу да се реализовани прототипски модели могу употријебити како за потребе индустрије, тако и за потребе различитих сфера савременог друштва.

2. Оцјена да је урађена докторска дисертација резултат оригиналног научног рада кандидата у одговарајућој научној области

Урађена докторска дисертација представља оригинално научно дјело. Оригинални дио истраживања анализира могућност интеграције система аутоматског управљања и савремених мрежних, комуникационих, информационих и рачунарских технологија. Истраживањем су обједињена научна и стручна знања из области истраживања на основу којих је предложен развој управљачких модела који се могу користити у области аутоматског управљања системима. Оригиналност се може свести и на чињеницу да је кандидат на себи својствен начин објединио сазнања до којих је дошао приликом истраживања у једну cjелину која на јасан начин одражава сложеност и мултидисциплинарност теме докторске дисертације. Анализирани су умрежени системи аутоматског управљања и комуникациона мрежа, те идентификовани проблеми који се јављају у управљачким системима са повратном спрегом затвореном преко комуникационе мреже. Даље, анализирани су савремене информационе, комуникационе и рачунарске технологије и технике које своју примјену налазе у управљачким апликацијама и идентификовани су постојећи примјери интеграције ових технологија и управљачких система. На основу спроведених анализа, предложени су прототипски модели за управљачке апликације у процесној и производној аутоматизацији, реализовани помоћу хардвера Интернета ствари, док су управљачки алгоритми имплементирани у стандардном софтверском пакету за управљање системима и софтверском пакету који подржава рад хардверских компоненти које припадају Интернету ствари. Истраживање на оригиналан начин сагледава и нове трендове у индустријској аутоматизацији изражене у концепту паметних фабрика, те указује на карактеристике наредне, четврте, индустријске револуције изражене у концепту *Industry 4.0*. Оригиналност урађене докторске дисертације потврђена је и резултатима извјештаја из софтвера iThenticate којим је извршена њена провјера.

3. Преглед остварених резултата рада кандидата у одређеној научној области

У току стручне каријере кандидат је као аутор или коаутор објавио више радова у часописима и симпозијумима од међународног и националног значаја. Такође, у својству коаутора кандидат има објављену збирку задатака са рецензијом. Кандидат је током спроведеног истраживања остварио значајне резултате од којих су неки потврда ранијег вишегодишњег истраживања, док су други настали у току израде докторске дисертације.

Радови објављени у водећим часописима међународног значаја (SCI листа):

1. **N. Popović, M.B. Naumović:** Virtual laboratory and learning management system in optimal control theory education, International Journal of Electrical Engineering Education, SAGE Publications, ISSN: 0020-7209, Vol. 53, No. 4, Oct. 2016, pp. 357-370, DOI: 10.1177/002072091663932

2. B. Popović, N. Popović, D. Mijić, S. Stankovski, G. Ostojić, „Remote Control of Laboratory Equipment for Basic Electronics Courses: A LabVIEW-based Implementation“, Computer Applications in Engineering Education, Wiley Periodicals, Online ISSN: 1099-0542, DOI 10.1002/cae.20531, Volume21, IssueS1, August 2013, Pages E110-E120

Радови објављени у водећим часописима националног значаја:

1. **Nataša Popović** and Milica B. Naumović, „Networked and Cloud Control Systems - Modern Challenges in Control Engineering“, International Journal of Electrical Engineering and Computing (IJECC), Vol. 2, No. 2, e-ISSN: 2566-3682, 2018 DOI: <https://doi.org/10.7251/IJECC1802091P>
2. 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, 2011

Радови објављени у зборницима са националних и међународних скупова:

1. **Popović N.**, Naumović M., Roganović S. (2020) HIV Infection Mathematical Modeling and Future Trends of Treatment Using Nanotechnology and Nanorobots. In: Badnjevic A., Škrbić R., Gurbeta Pokvić L. (eds) CMBEBIH 2019. CMBEBIH 2019. IFMBE Proceedings, vol 73. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-17971-7_35, pp 225-234
2. **Nataša Popović**, Milica Naumović, „Ponašanje umreženih sistema upravljanja u prisustvu mrežnih kašnjenja“, INFOTEH-JAHORINA, objavljen u IEEE Xplore, 978-1-5386-4907-7/18, 2018.
3. **Nataša Popović**, Milica Naumović, „Alati za simulaciju umreženih sistema upravljanja: TrueTime pristup“, INFOTEH-JAHORINA, Vol. 16, Ref. P-1-10, pp. 313-318, ISBN-99938-624-2-8, March 2017
4. Božidar Popović, **Nataša Popović**, „Integrirani senzorski čvor za preventivnu kontrolu i mjerenje kota odbrane od poplava i visine poplavnih talasa“, INFOTEH-JAHORINA, Vol. 16, Ref. ELS-8, pp. 34-38, ISBN-99938-624-2-8, March 2017
5. **Popović N.**, Naumović M., Roganović S. (2017) Basics of mathematical modeling of pulmonary ventilation mechanics and gas exchange. In: Badnjevic A. (eds) CMBEBIH 2017. IFMBE Proceedings, vol 62. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-4166-2_55, pp 360-367
6. **Nataša Popović**, Milica Naumović, „Upravljanje u oblaku – savremeni izazov u sistemima automatskog upravljanja“, INFOTEH-JAHORINA, Vol. 15, Ref. SUP-1-14, pp. 816-820, ISBN-99938-624-2-8, March 2016
7. **Nataša Popović**, Milica Naumović, „Virtuelna laboratorija u teoriji optimalnih rješenja zasnovana na alatima Easy Java Simulations i Moodle“, INFOTEH-JAHORINA, Vol. 12, Ref. RSS-4-9, pp. 780-784, ISBN-99938-624-2-8, March 2013
8. Božidar Popović, **Nataša Popović**, Mirjana Maksimović, Enisa Omanović-Miklićanin, Nejra Puščul, „Određivanje koncentracije hidrogen peroksida u vodenim rastvorima metodom hemiluminiscencije“, INFOTEH-JAHORINA, Vol. 11, Ref. ELS-8, pp. 36-40, ISBN-99938-624-2-8, March 2012
9. **Nataša Popović**, Milica Naumović, „Primjer virtuelne laboratorije u teoriji optimalnog upravljanja kreirane pomoću alata Easy Java Simulations“, INFOTEH-JAHORINA, Vol. 10, Ref. RSS-7-10, pp. 889-893, ISBN-99938-624-2-8, March 2012
10. **N. Popovic**, B. Popovic, N. Pavlovic, „Creation of Efficient Interactive Simulations in Higher Education Using Easy Java Simulations Software Tool“, pp. 341-346, MIT 2011 Conference, Vrnjačka Banja-Budva, ISBN-978-86-83237-90-6 (AU), 2012
11. 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
12. M. B. Naumović, N. Popović, B. Popović, „Improving Learning in Optimal Control Theory

- Using Easy Java Simulations Environment“, ETRAN 2011, Banja Vrućica – Teslić, jun 2011.
13. **Nataša Popović**, Milica Naumović, „Interaktivne virtuelne laboratorije u nastavi automatike kreirane kombinacijom EJS i Matlab-a“, INFOTEH-JAHORINA, Vol. 10, Ref. E-V-14, pp. 813-816, ISBN-99938-624-2-8, March 2011
 14. **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, oktobar 2010.
 15. **Nataša Popović**, Božidar Popović, „Kreiranje interaktivne simulacije RC kola pomoću softverskog paketa Easy Java Simulations“, JISA kongres, Herceg Novi, jun 2010.
 16. **Nataša Popović**, Milica Naumović, „Razvoj interaktivnih simulacija pomoću Easy Java Simulations i Simulink modela kao eksterne aplikacije“, INFOTEH-JAHORINA, Vol. 9, Ref. A-4, pp. 22-25, ISBN-99938-624-2-8, March 2010
 17. Miroslav Kostadinović, Božidar Popović, **Nataša 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, March 2010
 18. **Nataša Popović**, Božidar Popović, „Virtuelna okruženja za učenje u obrazovanju u oblasti automatskog upravljanja“, JISA kongres, Herceg Novi, jun 2009.
 19. Miroslav Kostadinović, Tanja Vasić, Božidar Popović, **Nataša Popović**, „Arhitektura Wirelesshart mreže“, JISA kongres, Herceg Novi, jun 2009.
 20. **Nataša Popović**, Milica Naumović, „Provjera i praćenje znanja studenata iz oblasti automatskog upravljanja u Moodle okruženju“, Zbornik radova Kvalitet 2009, pp. 659-664, ISSN 1512-9268, Neum, jun 2009.
 21. Božidar Popović, Miroslav Kostadinović, **Nataša Popović**, „RFID tehnologije u proizvodnim procesima“, Zbornik radova Kvalitet 2009, pp. 959-964, ISSN 1512-9268, Neum, jun 2009.
 22. **Nataša Popović**, Milica Naumović, „Realizacija elektronskog kursa iz upravljačkih sistema u Moodle okruženju“, INFOTEH-JAHORINA, Vol. 8, Ref. E-II-11, pp. 511-515, ISBN-99938-624-2-8, March 2009
 23. Božidar Popović, **Nataša Popović**, „Izvođenje laboratorijskih vježbi na realnom modelu uz upotrebu virtuelnih instrumenata“, JISA kongres, Herceg Novi, jun 2008.
 24. **Nataša Popović**, Milica Naumović, „Primjena virtuelnih okruženja za učenje u automatskom upravljanju“, INFOTEH-JAHORINA, Vol. 7, Ref. E-III-12, pp. 518-523, ISBN-99938-624-2-8, March 2008
 25. Milica Naumović, **Nataša Popović**, Sonja Naumović, „Osnovi matematičkog modeliranja respiratornog sistema čoveka“, INFOTEH-JAHORINA, Vol. 6, Ref. E-V-7, pp. 536-540, ISBN-99938-624-2-8, March 2007
 26. Milica B. Naumović, **Nataša Popović**, „Prilog modeliranju laboratorijskog sistema magnetne levitacije“, INFOTEH-JAHORINA, Vol. 4, Ref. A-11, pp. 53-57, ISBN-99938-624-2-8, March 2005
 27. Milica Naumović, **Nataša Popović**, „Matematičko modeliranje HIV infekcije“, INFOTEH-JAHORINA, Vol. 4, Ref. E-I-7, pp. 227-231, ISBN-99938-624-2-8, March 2005
 28. **Nataša Popović**, „Šifrovanje i autentifikacija“, INFOTEH-JAHORINA, Vol. 4, Ref. F-2, pp. 392-394, ISBN-99938-624-2-8, March 2005

Објављена збирка задатака са рецензијом:

1. Mile Stojčev, Goran Nikolić, **Nataša Popović**, Zbirka zadataka iz računarskih mreža i interfejsa, Elektronski fakultet u Nišu, 2011

4. Оцјена о испуњености обима и квалитета у односу на пријављену тему (по поглављима)

Кандидат је у потпуности испунио план и програм рада на дисертацији, а у складу са пријавом докторске дисертације. Докторска дисертација кандидата садржи укупно 212 страница, укључујући насловну страну, захвалницу, предговор, сажетак на српском и на енглеском језику, садржај и кратку

биографију аутора. Главни текст дисертације је обима 165 страница, у оквиру којих је приказано: 91 слика, 15 табела, 211 литературних референци и 9 прилога сврстаних у двије категорије.

Дисертација је организована у осам поглавља, укључујући уводно поглавље и закључак са доприносима дисертације. На крају дисертације дат је попис коришћене литературе, попис коришћених скраћеница, попис слика, попис табела, прилози, те кратка биографија аутора.

У првом, уводном поглављу, представљени су предмет, циљеви и очекивани резултати истраживања, те структура дисертације.

Друго поглавље даје кратак преглед развоја система аутоматског управљања од античког до савременог доба и доприноси стварању шире слике како је непрестани технички и технолошки напредак у различитим областима и у различитим временским епохама утицао на појаву различитих облика управљачких система.

Треће поглавље се бави умреженим системима управљања са освртом на индустријске умрежене системе управљања и системе за рад у реалном времену. Анализиране су категорије, приступи и методе пројектовања, те компоненте умрежених система управљања. Описани су класична пирамида индустријских аутоматизованих система и системи за рад у реалном времену са нагласком на комуникационе и управљачке захтјеве које треба да испуне индустријске управљачке апликације. Укратко су наведени и најчешће коришћени алати за симулацију умрежених система управљања.

Четврто поглавље разматра комуникациону мрежу у умреженим системима управљања, те рачунарске и индустријске мрежне протоколе и технике преноса података који су веома важни у управљачким апликацијама. Анализиране су локалне и личне рачунарске мреже, како жичане тако и бежичне. У оквиру индустријских мрежа анализиране су индустријске магистрале (Foundation Fieldbus, PROFIBUS, ModBus, CAN, HART, Time-Triggered мреже) и индустријски етернет, затим индустријски протоколи за бежични пренос података (WirelessHART, WSA-N-FA), бежичне сензорске мреже и бежичне мреже сензора и актуатора.

Пето поглавље приказује перформансе умрежених система управљања са становишта мрежних кашњења, губитка пакета податка, ограничења пропусног опсега, квантизације и различитих комуникационих протокола, те даје критеријуме за оцјену стабилности умрежених система управљања у присуству комуникационих ограничења. Идентификована су најчешћа комуникациона ограничења у умреженим системима управљања која негативно утичу на њихово понашање. Перформансе умрежених система су разматране на примјеру мрежног управљања мотором једносмјерне струје и верификоване одговарајућим симулацијама помоћу софтверског пакета Matlab TrueTime. Анализирана су мрежна кашњења која су доминантна и неизоставна посљедица присуства комуникационе мреже у управљачком систему, затим губитак пакета података и њихова конзистентност у умреженим управљачким системима. Показано је како ограничења пропусног опсега и квантизација, односно планирање мрежних ресурса и извршавања управљачких задатака, те врста комуникационог протокола утичу на функционисање умреженог система управљања. Како је одржавање стабилности система приоритетан задатак у свим управљачким апликацијама, посебна пажња је посвећена анализи стабилности умрежених система управљања гдје је издвојен низ критеријума за њену оцјену са становишта комуникационих ограничења.

Шесто поглавље је посвећено савременим информационом, комуникационом и рачунарским технологијама са освртом на њихов утицај на системе аутоматског управљања. Разматран је концепт Интернета ствари, његови основни елементи, информациона архитектура, те комуникација са најчешћим протоколима који се у овом концепту користе. Анализиране су савремене рачунарске технологије остварене у концептима рачунарства у облаку, рачунарства у магли и рачунарства на ивици. Посебно је анализирана могућност интеграције претходно наведених концепата и система аутоматског управљања, а као резултат анализе описан је низ нових савремених облика система аутоматског управљања који се манифестују као IoTCS (Internet of Things Control Systems), Интернет роботских ствари, управљачки системи у облаку и роботика у облаку. Разматран је Индустријски Интернет ствари, његова архитектура и комуникациони протоколи које користи, као основа развоја будућих индустријских умрежених система управљања. Посебно је обрађен концепт Industry 4.0 са освртом на развој паметних фабрика чиме се испуњавају захтјеви четврте индустријске револуције и постављају темељи за пету.

Седмо поглавље се бави интеграцијом управљачких система и хардверских платформи Интернета

ствари при чему су приказани модели система за регулацију температуре и за управљање роботском руком. Извршена је класификација и поређење уређаја који се користе у концепту Интернета ствари и детаљно је описана хардверска платформа Arduino. Описани су неки уређаји индустријске аутоматизације базирани на плочама Arduino, те могућност интеграције плоча Arduino и окружења Matlab у управљачким апликацијама. Хардвером Интернета ствари реализован је прототипски модел за регулацију температуре која се врши помоћу плоче Arduino и ПИД регулатора пројектованог у окружењу Matlab Simulink. На истом примјеру приказано је како се може извршити идентификација управљачких система реализованих концептом Интернета ствари и како је могуће остварити ембедид управљање. Прототипски модел је даље модификован додавањем етернет модула и употријебљен за даљинско читавање и регулацију температуре. У овом случају очитане вриједности температуре и други параметри од интереса се могу пратити преко Интернета и на тај начин имати увид у сваком тренутку да ли се систем понаша на очекивани начин. За потребе овога креирана је база података у коју се похрањују вриједности значајних параметара и креиран је низ датотека које служе за комуникацију плоче Arduino са базом података и приказ вриједности тих параметара у веб претраживачу. У оквиру овог поглавља хардвером Интернета ствари реализован је прототипски модел који користи плочу Arduino за управљање роботском руком. Описана је структура роботског система и ријешени су проблеми директне и инверзне кинематике робота. Показано је како се роботском руком управља помоћу дојстика и бежичним путем помоћу Bluetooth модула.

Закључак сумира резултате проведеног истраживања, доприноси дисертације и даје препоруке за будућа истраживања.

Докторска дисертација је и по обиму и по квалитету у потпуности испунила циљеве и задатке постављене у пријави дисертације.

5. Научни резултати докторске дисертације

Истраживања спроведена у оквиру израде докторске дисертације су у цјелини испунила очекиване резултате и постављене циљеве. Реализацијом прототипских модела у потпуности су потврђене хипотезе постављене при пријави теме докторске дисертације. Имајући у виду да је област истраживања мултидисциплинарна, основни научни доприноси дисертације се могу исказати на следећи начин:

- извршена је обимна анализа умрежених система управљања, савремених комуникационих, информационих и рачунарских технологија, те њиховог утицаја на савремене системе аутоматског управљања;
- систематизован је преглед тренутног стања и актуелних праваца истраживања у претходно наведеним областима што је поткријељено релевантном литературом;
- у области умрежених система управљања обрађени су приступи и методе пројектовања, њихове компоненте и алати за симулацију, затим индустријски умрежени системи управљања,
- анализиране су перформансе умрежених система управљања и идентификовани су проблеми које у управљачки систем уноси комуникациона мрежа;
- у области комуникација анализиране су рачунарске и индустријске комуникационе мреже које се користе у системима аутоматског управљања, како жичане, тако и бежичне, те систематизовани комуникациони протоколи који се у њима користе;
- у области рачунарства анализирани су концепти рачунарства у облаку, рачунарства на ивици и рачунарства у магли и указано је на њихову могућу примјену у системима аутоматског управљања;
- анализиран је концепт Интернета ствари који обједињује информационе, комуникационе и рачунарске технологије и детаљно су истражене могућности његове интеграције са системима аутоматског управљања;
- обрађени су и систематизовани нови облици управљачких система у виду управљачких система у облаку и роботике у облаку, система аутоматског управљања базираних на Интернету ствари, Интернета роботских ствари и индустријског Интернета ствари;

- урађена је детаљна анализа хардверских платформи Интернета ствари са посебним освртом на платформе које се користе у системима аутоматског управљања;
- реализован је прототипски модел за регулацију температуре, идентификацију управљачких система остварених концептом Интернета ствари и ембедид управљање;
- извршена је модификација реализованог прототипског модела за регулацију температуре у циљу употребе за даљинско читавање и регулацију температуре путем Интернета;
- реализован је прототипски модел за управљање роботском руком.

6. Примјењивост и корисност резултата у теорији и пракси

Области истраживања којима се кандидат бавио приликом израде докторске дисертације су веома актуелне и подложне непрестаном развоју и напретку. Ова чињеница иде у прилог томе да се резултати докторске дисертације могу искористити не само у садашњим него и у будућим истраживањима. Теоријски и практични закључци до којих је кандидат дошао и публиковао у облику научних и стручних радова могу бити од користи другим истраживачима који се баве проблематиком која је предмет ове докторске дисертације. Реализовани прототипски модели примјенљиви су у пракси на више начина. Могу се користити у процесној и производној индустрији, пољопривреди, кућној аутоматизацији, медицини, те се могу користити у образовне и истраживачке сврхе у оквиру универзитета и других институција. Прототипски модели се могу модификовати и надограђивати што их чини примјенљивим у великом броју различитих апликација.

7. Начин презентовања резултата научној јавности

Теоријска и експериментална истраживања, која представљају највећи дио докторске дисертације, мр Наташа Поповић је добрим дијелом већ обавила и резултати су верификовани од стране научне јавности кроз радове на научним конференцијама и у научним часописима како слиједи:

- **N. Popović**, M.B. Naumović: Virtual laboratory and learning management system in optimal control theory education, International Journal of Electrical Engineering Education, SAGE Publications, ISSN: 0020-7209, Vol. 53, No. 4, Oct. 2016, pp. 357-370, DOI: 10.1177/002072091663932
- **Nataša Popović** and Milica B. Naumović, „Networked and Cloud Control Systems - Modern Challenges in Control Engineering“, International Journal of Electrical Engineering and Computing (IJEEC), Vol. 2, No. 2, e-ISSN: 2566-3682, 2018. DOI: <https://doi.org/10.7251/IJEEC1802091P>
- **Nataša Popović**, Milica Naumović, „Ponašanje umreženih sistema upravljanja u prisustvu mrežnih kašnjenja“, INFOTEH-JAHORINA, IEEE Xplore, 978-1-5386-4907-7/18, 2018
- **Nataša Popović**, Milica Naumović, „Alati za simulaciju umreženih sistema upravljanja: TrueTime pristup“, INFOTEH-JAHORINA, Vol. 16, Ref. P-1-10, pp. 313-318, ISBN-99938-624-2-8, March 2017
- Božidar Popović, **Nataša Popović**, „Integrirani senzorski čvor za preventivnu kontrolu i mjerenje kota odbrane od poplava i visine poplavnih talasa“, INFOTEH-JAHORINA, Vol. 16, Ref. ELS-8, pp. 34-38, ISBN-99938-624-2-8, March 2017
- **N. Popović**, M.B. Naumović: Virtual laboratory and learning management system in optimal control theory education, International Journal of Electrical Engineering Education, SAGE Publications, ISSN: 0020-7209, Vol. 53, No. 4, Oct. 2016, pp. 357-370, DOI: 10.1177/002072091663932
- **Nataša Popović**, Milica Naumović, „Upravljanje u oblaku – savremeni izazov u sistemima automatskog upravljanja“, INFOTEH-JAHORINA, Vol. 15, Ref. SUP-1-14, pp. 816-820, ISBN-99938-624-2-8, March 2016

8. ЗАКЉУЧАК И ПРИЈЕДЛОГ

На основу увида у докторску дисертацију мр Наташе Поповић, Комисија је једногласно закључила да је кандидат изабрао актуелну тему истраживања, те да је истраживање спровео поштујући све принципе научног рада. Дисертација садржи оригиналне теоријске и практичне резултате у области система аутоматског управљања, комуникација и рачунарства. Истраживање у оквиру ове дисертације могло би значајно да допринесе техничкој пракси и будућим истраживањима. На основу наведеног, Комисија предлаже Научно-наставном вијећу Електротехничког факултета Универзитета у Источном Сарајеву и Сенату Универзитета у Источном Сарајеву, да докторску дисертацију под насловом

„Интеграција савремених мрежних информационо-комуникационих концепата у системе аутоматског управљања“


кандидата мр Наташе Поповић, дипл. инж. ел. прихвати и одобри њену усмену одбрану, којом ће стећи звање доктора техничких наука.

Мјесто: Источно Сарајево

Датум: 11.09.2020.

Комисија:

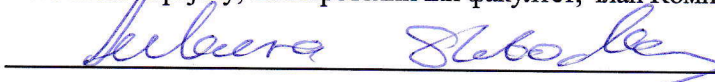
1. **Томислав Шекара**, у звању редовни професор, Аутоматика, Универзитет у Београду, Електротехнички факултет, предсједник Комисије;



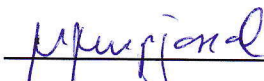
2. **Милица Наумовић**, у звању редовни професор, Аутоматика, Универзитет у Нишу, Електронски факултет, члан Комисије;



3. **Слободан Јубура**, у звању редовни професор, Аутоматика и роботика, Универзитет у Источном Сарајеву, Електротехнички факултет, члан Комисије;



4. **Мирјана Максимовић**, у звању ванредни професор, Телекомуникације, Универзитет у Источном Сарајеву, Електротехнички факултет, члан Комисије;



5. **Данијел Мијић**, у звању ванредни професор, Рачунарске науке, Универзитет у Источном Сарајеву, Електротехнички факултет, члан Комисије;

