

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Немање М. Митровића за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа Електротехничког факултета бр. 827 од 15.5.2018. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Немање М. Митровића, дипл. инж. електротехнике за израду докторске дисертације и научне заснованости теме „Одређивач правца заснован на пасивној вишеканалној детекцији електромагнетског сигнала“.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Немања М. Митровић је рођен 24. децембра 1983. године у Београду, Република Србија, где је завршио основну школу и гимназију. Дипломирао је на Електротехничком факултету, на Одсеку за електронику, телекомуникације и аутоматику, Смер за електронику, 2007. године, са просечном оценом 8.29, стекавши звање дипломирани инжењер електротехнике. На докторске студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду уписао се 2009. године.

У периоду од 2008. до 2012. год. радио је као истраживач и развојни инжењер у Институту за микроталасну технику и електронику ИМТЕЛ, где је стекао истраживачко звање истраживач-сарадник. Од 2012. до 2018. године запослен је у компанији ELSYS, док је од 2018, запослен је у компанији ChipGlobe.

Кандидат Немања Митровић је учествовао на четири пројекта Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије и као резултат досадашњег рада објавио је два рада у научним часописима, седамнаест радова на међународним и домаћим научним скуповима и учествовао је у реализацији пет техничких решења. Област стручног и научног интересовања су му дигитална и аналогна обрада сигнала, наменски рачунарски системи, RF електроника и микроталасна техника, антене и системи на чипу.

1.2. Стечено научно-истраживачко искуство

Докторске студије Немања Митровић је уписао 2009. године на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, модул Електроника. Кандидат је поново уписао 3. годину докторских студија 2015. године уз признавање раније положених испита. Кандидату је одобрено мировање школске године 2015/2016, због

привременог рада у иностранству. Током докторских студија кандидат је, са просечном оценом 10, положио све испите предвиђене планом и програмом студија и то:

1. Фазно синхронисане петље,
2. Примена микрорачунара,
3. Пројектовање наменских рачунарских система,
4. Енергетска електроника,
5. Развој микропроцесорског софтвера,
6. Наменске сензорске мреже,
7. Одабрана поглавља из аналогне електронике,
8. Праћење покретних циљева,
9. Савремени мерни системи,
10. Увод у научни рад.

Увидом у приложени документацију, може се констатовати да се кандидат Немања Митровић током своје каријере бавио истраживањима у неколико научних области. Посебну пажњу покљонио је истраживањима у области бежичних комуникационих система и обраде сигнала у милиметарском опсегу. У овој области има објављен један рад категорије M21, осам радова категорије M33 и седам радова категорије M63. Део активности кандидата односи се на истраживања у области технике проширеног спектра и у заштити сигнала за пренос података и управљачких команди. У овој области има објављен један рад категорије M24 и један рад категорије M63.

Кандидат Немања Митровић је 25.05.2018. године положио докторски испит у вези са подобношћу теме и кандидата пред комисијом у саставу: др Милан Прокин, редовни професор, др Зоран Филиповић, научни сарадник, др Марија Стевановић, ванредни професор, и др Александар Ракић, ванредни професор.

У свом досадашњем раду, кандидат је самостално или у сарадњи са другим ауторима објавио два рада у међународним часописима, осам радова на међународним конференцијама и девет радова на домаћим конференцијама. Учествовао је у изради више техничких решења и лабораторијских прототипова.

Списак радова публикованих у научним часописима:

Категорија M21:

1. Mitrović, N.M. and Ponjavić, M.M.: Multichannel 2-D Direction Finding Based On Differential Amplitude Detection, *IEEE Sensors Journal*, vol. 15, issue 9, pp. 5064-5070, 2015 (IF=1.889) (DOI: 10.1109/JSEN.2015.2434876 Print ISSN: 1530-437X, Electronic ISSN: 1558-1748, CD-ROM ISSN: 2379-9153)

Категорија M24:

1. Todorović, B.M. and Mitrović, N.M.: Hybrid DS/FH Two-Level Code Acquisition of Frequency Hopping Radio in Rayleigh Fading Channel, *Facta Universitatis, Series: Electronics and Energetics*, vol. 25, no. 3, pp. 225-233, 2012 (DOI: 10.2298/FUEE1203225T, Print ISSN: 0353-3670, Online ISSN: 2217-5997)

Списак радова публикованих на међународним и домаћим научним скуповима:

Категорија M33:

1. Mitrović, N.M., Obradović, D.D., Manojlović, P.S., and Jovanović, S.P.: "Pulse Measurements via Portable Wideband Microwave Detector", *Proceedings of the 10th IEEE International Conference on Telecommunications in Modern Satellite, Cable and Broadcasting Services, TELSIKS 2011*, Niš, Serbia, 2011., Vol. 2, p.529-531, 2011 (Print ISBN: 978-1-4577-2018-5) (DOI: 10.1109/TELSKS.2011.6143169, Electronic ISBN: 978-1-4577-2019-2, Print ISBN: 978-1-4577-2018-5, CD-ROM ISBN: 978-1-4577-2017-8)
2. Mitrović, N.M and Djurović, Z.: "Toward Adaptive Initialization of New Tracks in MTT Systems", *Proceedings of the 46th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy*

- Systems and Technologies, ICEST2011, Niš, Serbia, 2011., vol. 1, pp. 149-152 (ISBN 978-86-6125-031-6)*
3. Mitrović, N.M., Obradović, D.D., and Manojlović, P.S.: "Analysis of Wide Band Unknown Microwave Signals Detected by One Antenna", *Proceedings of the 45th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies, ICEST2010, Ohrid, Macedonia, 2010., vol. 1, pp. 123-126 (ISBN: 978-9989-786-58-7)*
 4. Jovanović, S.P., Manojlović, P.S., Obradović, D.D., and Mitrović, N.M.: "Wideband Receiver for Signal Detection in Frequency Range from 15 to 19GHz", *Proceedings of the 45th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies, ICEST2010, Ohrid, Macedonia, 2010., vol. 2, pp. 545-548 (ISBN: 978-9989-786-58-7)*
 5. Mitrović, N.M., Obradović, D.D., and Tasić, S.A.: "High Frequency Low Cost Fast Channel Switching Synthesizer", *Proceedings of the 9th IEEE International Conference on Telecommunications in Modern Satellite, Cable and Broadcasting Services, TELSIKS2009, Niš, Serbia, 2009., vol. 1, pp.48-51 (E-ISBN : 978-1-4244-4383-3) (Print ISBN: 978-1-4244-4382-6) (DOI: 10.1109/TELSKS.2009.5339494, Print ISBN: 978-1-4244-4382-6, CD-ROM ISBN: 978-1-4244-4383-3)*
 6. Obradović, D.D., Zivanović, Z.B., and Mitrović, N.M.: "Remote Monitoring of the Microwave Repeater Systems with Solar and Wind Power Supply", *Proceedings of the 9th IEEE International Conference on Telecommunications in Modern Satellite, Cable and Broadcasting Services, TELSIKS2009, Niš, Serbia, 2009., vol. 2, pp. 568-571 (E-ISBN: 978-1-4244-4383-3) (Print ISBN: 978-1-4244-4382-6) (DOI: 10.1109/TELSKS.2009.5339442, Print ISBN: 978-1-4244-4382-6, CD-ROM ISBN: 978-1-4244-4383-3)*
 7. Perić, M.V., Perić, D.B., Orlić, V.D., Obradović, D.D., and Mitrović, N.M.: "Realization of Signal Processing for 200Mbit/s Millimeter Wave Link at 60GHz", *Proceedings of the 9th IEEE International Conference on Telecommunications in Modern Satellite, Cable and Broadcasting Services TELSIKS2009, Niš, Serbia, 2009., vol. 2, pp. 467-470 (DOI: 10.1109/TELSKS.2009.5339468, Print ISBN: 978-1-4244-4382-6, CD-ROM ISBN: 978-1-4244-4383-3)*
 8. Mitrović, N.M., Obradović, D.D., and Perić, M.V.: "Central Control Unit for the Outdoor Unit of IMTEL Digital Radio Relay Systems Series B", *Proceedings of the 44th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies, ICEST2009, Veliko Tarnovo, Bulgaria, 2009., vol.1, pp. 91-94 (ISBN: 978-954-438-796-9)*

Категорија M63:

1. Митровић, Н.М. и Дрндаревић, В.Р.: "Мерење брзине покретног објекта применом Доплеровог ефекта и Wavelet трансформације", *Зборник радова 55. Конференције ЕТРАН2011, Бања Врућница (Теслић), Босна и Херцеговина, 2011., (ISBN: 978-86-80509-66-2)*
2. Обрадовић, Д.Д., Манојловић, П.С., Митровић, Н.М., Јовановић, С.П. и Бојовић Ж.: "Софтвер за аутоматизовано мерење широкопојасних микроталасних пријемника", *XVI Телекомуникациони форум ТЕЛФОР2010, Београд, Србија, 2010., pp. 1301-1304 (ISBN: 978-86-7466-392-9)*
3. Јовановић, С.П., Манојловић, П.С., Тасић, С.А., Обрадовић, Д.Д.и Митровић, Н.М.: "Širokopojasni prijemnik za detekciju signala u opsegu 11-15 GHz", *XVI Telekomunikacioni forum TELFOR2010, Beograd, Srbija, 2010., pp. 856-859 (ISBN: 978-86-7466-392-9)*
4. Митровић, Н.М. и Тодоровић, Б.М.: "Анализа хибридне DS-FS двонивовске кодне синхронизације радио-уређаја са фреквенцијским скакањем", *Зборник радова 54. конференције ЕТРАН2010, Доњи Милановац, Србија, 2010., TE4.3 1-4 (ISBN: 978-86-80509-65-5)*
5. Обрадовић, Д.Д., Јобановић, С.П., Митровић, Н.М. и Гајић, Ж.: "Реализација обраде сигнала на међуфреквенцији система за детекцију зрачења у милиметарском опсегу од 60GHz", *Зборник радова 54. конференције ЕТРАН2010, Доњи Милановац, Србија, 2010., MT2.4 1-4 (ISBN: 978-86-80509-65-5)*
6. Митровић, Н.М., Обрадовић, Д.Д. и Манојловић, П.С.: "Једна метода одређивања азимута извора зрачења употребом хорн антена ", *Зборник радова 53. конференције ЕТРАН2009, Брњачка бања, Србија, 2009., AP1.2 1-4 (ISBN: 978-86-80509-64-8)*
7. Тасић, С.А., Тодоровић, Б.М. и Митровић, Н.М.: "Једно решење фреквенцијског синтетизатора UVF радио-уређаја који користи технику проширеног спектра методом директне секвенце", *Зборник радова 53. конференције ЕТРАН2009, Врњачка бања, Србија, 2009., TE3.2 1-4 (ISBN: 978-86-80509-64-8)*
8. Митровић Н.М., Обрадовић, Д.Д., Тасић, С.А. и Гајић, Ж.: "Управљање синтезом учестаности (DSS i PLL) на бази SiLabs C8051F121 микроконтролера", *XVI Телекомуникациони форум ТЕЛФОР2008, Београд, Србија, 2008., pp. 293-296 (ISBN: 978-86-7466-337-0)*

9. Митровић, Н.М.: “Позиционирање у X-Y координатном систему помоћу корачних мотора коришћењем MSP430F1232 микроконтролера” , *Зборник радова 52. конференције ЕТРАН2008*, Палић, Србија, 2008., EL4.4 – 1-4 (ISBN: 978-86-80509-63-1)

Научно-истраживачко искуство Немања Митровић је стицао и учешћем у већем броју научно-истраживачких пројеката који су финансирани од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Р. Србије:

1. Примена технике проширеног спектра за заштиту сигнала који преносе податке и управљачке команде, TP-11037,
2. Линкови у милиметарским опсезима (60GHz) ултрависоког капацитета 1Gbit/s, TP-11038,
3. Истраживање и развој решења за побољшање перформанси бежичних комуникационих система у милиметарском опсегу фреквенција, TP-32052,
4. Генерисање и карактеризација нанофотонских функционалних структура за биомедицинску и информатичку примену, ИИИ-45016.

На претходно наведеним пројектима учествовао је у реализацији следећих техничких решења:

1. Обрадовић, Д.Д. и Митровић, Н.М.: “Управљачки систем ODU јединице”, Резултат на пројекту *Линкови у милиметарским опсезима (60 GHz) ултрависоког капацитета 1Gbit/s*, TP – 11038, 2008
2. Перић, М.В., Обрадовић, Д.Д., Перић Д.Б., Орлић, В.Д. и Митровић, Н.М.: “Лабораторијски прототип анализатора квалитета дигиталног преноса ултра-високог протока”, Резултат на пројекту *Линкови у милиметарским опсезима (60 GHz) ултрависоког капацитета 1Gbit/s*, TP – 11038, 2008
3. Перић, М.В., Обрадовић Д.Д., Перић, Д.Б., Орлић В.Д. и Митровић, Н.М.: “Лабораторијски прототип DBPSK модема протока 200Mbit/s на 12GHz”, Резултат на пројекту *Линкови у милиметарским опсезима (60 GHz) ултрависоког капацитета 1Gbit/s*, TP – 11038, 2009
4. Обрадовић, Д.Д., Митровић, Н.М. и Предраг, М.С.: “Обрада сигнала на међуфреквенцији за систем за одређивање смера и интензитета микроталасног зрачења у милиметарском таласном облику”, Резултат на пројекту *Линкови у милиметарским опсезима (60 GHz) ултрависоког капацитета 1Gbit/s*, TP – 11038, 2009
5. Перић, М.В., Митровић, Н.М., Обрадовић, Д.Д., Перић, Д.Б. и Орлић, В.Д.: “Лабораторијски прототип обраде сигнала у основном опсегу протока до 1.25Gbit/s са Ethernet интерфејсом”, Резултат на пројекту *Линкови у милиметарским опсезима (60 GHz) ултрависоког капацитета 1Gbit/s*, TP – 11038, 2010

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу претходног приказа резултата досадашњег рада и оствареног искуства кандидата Немање Митровића, дипл. инж., Комисија је стекла увид у способност кандидата за научно-истраживачки рад, као и његове могућности да током израде предложене докторске дисертације оствари резултате који могу бити верификовани од стране како домаће тако и међународне научне заједнице, те сматра да је подобан за израду предложене докторске дисертације.

2. Предмет и циљ и значај истраживања

У последње две деценије пасивно одређивање правца долазећег електромагнетског таласа у микроталасном опсегу (passive direction finding - DF) постало је дисциплина које се јасно разликује од одговарајућих HF/UHF и радарских DF метода.

Повећана потреба за DF уређајима је настала као последица више фактора, пре свега због потребе за системима за рано дојављивање, као и другим цивилним и научним применама [1] -[7]:

- 1) DF покретних предајника и базних станица,
- 2) радио осматрање у форми:
 - а. препознавања и отклањања интерференција у везама,
 - б. лоцирања неауторизованих предајника,
- 3) сигурносни сервиси са циљем препознавања и сузбијања криминалних радњи,
- 4) сложени више-улазни комуникациони системи чија обрада зависи и од информације о позицији предајника,
- 5) истраживање тла и радио-астрономија.

Постоје две групе пасивних DF метода: геолокација и гониометрија. Геолокација подразумева одређивање позиције извора емитујућег зрачења, на пример у GPS координатама, и базирана је на пријему сигнала по више просторно дислоцираних антена. Гониометрија се састоји од одређивања релативног правца и смера (direction of arrival – DOA) уместо позиције, и заснована је на сигналу примљеном на антенском низу или систему.

Све DF методе, било да се ради о одређивању позиције или DOA, засноване су на амплитудској и/или фазној детекцији сигнала и њиховом међусобном поређењу.

Идеална DF метода одређује азимут у опсегу од 0° до 360° са могућношћу разликовања блиских извора зрачења и по углу и фреквенцији, уз генерисање резултата у реалном времену. Технике које комбинују овако дефинисане DF методе са мерењем фреквенције носиоца, ширине импулса τ , и времена понављања импулса (pulse repetition time – *PRF*) омогућују и класификацију извора зрачења.

Класификација блиских извора зрачења је могућа применом вишеканалне обраде, што усложњава процес обраде и успорава одзив у реалном времену. Због тога, примена вишеканалне обраде захтева ефикасне алгоритме обраде који дају прихватљив резултат у реалном времену.

Прве DOA технике датирају још из половине прошлог века, али је њихов пуни потенцијал искоришћен тек у времену револуције дигиталне обраде сигнала. Према принципу рада, DOA технике се могу поделити на:

- 1) Вотсон-Ватову технику, најчешће примењиваној на Адкоковим антенама, [8], [9]
- 2) псеудо-Доплерову технику, [10]
- 3) и технику корелативног интерферометра. [11]

Вотсон-Ватова DOA техника заснована је на поређењу амплитуда, а одликује је одсуство одређености смера, што се може кориговати употребом додатне антене. Псеудо-Доплерова DOA техника и DOA техника корелативним интерферометром су базиране на фазном поређењу. Иако техника интерферометра одређује нешто прецизније позицију од псеудо-Доплерове технике, сложеност обраде чини их подједнако непогодним за вишеканално процесирање у реалном времену, тј. непогодним за фреквенцијску класификацију циљева.

Заједничко за све технике јесте да су реализације доминантно стационарног типа.

Предмет докторске дисертације је пројектовање и реализација мобилног и ефикасног DF уређаја заснованог на унапређеној и модификованој Вотсон-Ват техници, у којој се неодређеност смера елиминише употребом усмерених антена. Комбиновањем

вишеканалне детекције, ефикасног алгоритма, и адекватне софтверко-хардверске имплементације, остварују се предвиђени циљеви:

- широкопојасна вишеканална детекција,
- разликовања блиских извора зрачења у реалном времену,
- класификација извора зрачења у реалном времену по фреквенцији и типу сигнала на основу параметара τ и PRF .
- Мале димензије.

Резултати дисертације су применљиви у свим областима где се користи DF: у радио осматрању, како са циљем отклањања интерференција у везама и тако и са циљем лоцирања неауторизованих предајника, у сигурносним сервисима са циљем препознавања и сузбијања криминалних радњи, у сложеним више-улазним комуникационим система чија обрада зависи и од информације позиције предајника, у истраживањима тла, у радио-астрономији и сл.

- [1] A. Rembovsky, A. Ashikhmin, V. Kozmin, and S. M. Smolskiy, *Radio Monitoring: Problems, Methods and Equipment*, London-New York, USA: Springer, 2009.
- [2] D. Caratelli, I. Liberal, and A. Yarovoy, "Design and full-wave analysis of conformal ultra-wideband radio direction finders," *IET Microwaves, Antennas & Propagation*, vol. 5, pp. 1164-1174, Jul. 2011.
- [3] J. Liang, "Joint Azimuth and Elevation Direction Finding Using Cumulant," *IEEE Sensors Journal*, vol. 9, pp. 390-398, Apr. 2009.
- [4] X. Yuan, K. T. Wong, Z. Xu, and K. Agrawal, "Various Compositions to Form a Triad of Collocated Dipoles/Loops, for Direction Finding and Polarization Estimation," *IEEE Sensors Journal*, vol. 12, pp. 1763-1771, Jun. 2012.
- [5] *Radiomonitoring & Radiolocation Catalog 2011/2012*, Rohde & Schwarz, Munich, Germany, 2012, pp.72-95.
- [6] G. Brooker, *Sensors and Signals*, Sydney, Australian Centre for Field Robotics, University of Sydney, 2007, pp.283-302
- [7] B.Mahafza, *Radar Systems Analysis and Design Using MATLAB*, ChapMan& Hall, 2000
- [8] W. Wang , G. Liao, D. Li, and Q. Xu, "Focus Improvement of Squint Bistatic SAR Data Using Azimuth Nonlinear Chirp Scaling," *IEEE Geosciences and Remote Sensing Letters*, vol. 11, pp. 229-233, Jan. 2014.
- [9] J. H. Choi, M. S. Jung, and K. W. Yeom, "A Design and Assessment of a Direction Finding Proximity Fuze Sensor," *IEEE Sensors Journal*, vol. 13, pp. 3079-3089, Aug. 2013.
- [10] D.P. Scharf, J.A. Keim, F.Y. Hadaegh, "Flight-Like Ground Demonstrations of Precision Maneuvers for Spacecraft Formations—Part II," *IEEE Systems Journal*, vol. 4, pp. 96-106, Mar. 2010.
- [11] S. Henault, Y.M.M Antar, S. Rajan, R. Inkol, S. Wang, "Impact of Mutual Coupling on Wideband Adcock Direction Finders," in *Proc. CCECE'08*, 2008, pp. 1327-1332.

3. Полазне хипотезе

У изради предложене докторске дисертације полази се од основне претпоставке да се на основу познавања постојећих DOA система може реализовати систем који задржава предности постојећих уз додатно унапређење развојем и имплементацијом нових метода и техника. С тим у вези посебна пажња биће поклоњена упознавању и истраживању следећих поставки:

- Реализација DOA технике представља сложену комбинацију комплексне хардверске платформе и ефикасног алгоритма процесираних у реалном времену. Захтеване перформансе су контрадикторног типа: висока прецизност, велика

вероватноћа детекције при ниском нивоу односа сигнал-шум, равна фреквенцијска карактеристика и разликовање блиских предајника.

- Применом погодно дизајнираног антенског система, комбинацијом новог ефикасног алгоритма са паметном аналогно-дигиталном контролом електронских компоненти у ултра-широком високо-фреквентном опсегу, на ниско-габаритном хардверу, могуће је реализовати DOA технику, која експлоатише добре стране постојећих техника, док имплементацијом оригиналних хардверских и софтверских метода отклања недостатке постојећих техника. Нова техника треба да покаже да је могуће, остварити DOA у реалном времену.
- Адекватним пројектовањем хардвера и имплементацијом одговарајуће технике синтезе учестаности, могуће је доћи до уједначене контролабилне више-каналне детекције у широком фреквенцијском опсегу, и способности разликовања блиских циљева. Тада број канала може да буде врло велики, при чему он зависи од ширине фреквенцијског опсега у коме треба да се детектује предајник, и временског слота хардверске промене канала.
- Одговарајућим пројектовањем софтвера и хардвера, поред остварења перформанси по питању детекције, могуће је реализовати уређај мобилног типа, за разлику од постојећих који су стационарног типа.

4. Научне методе истраживања

Научне методе које ће бити примењене у истраживању и изради предложене докторске дисертације су математичко моделовање, симулација и експеримент. Наведене методе биће примењене на следећи начин.

- Развој математичког модела антенског дела система. Очекује се да се преко математичког модела испита теоријска функционалност система и дође до података о правцу и смеру долазног сигнала у условима варијације различитих параметара. Математички модел ће бити примењен при избору оптималног решења антенског система.
- Развој софтверских модула и симулационих метода за проверу ефикасности алгоритама и брзине одзива промене канала. Циљ ових активности је одређивање временског интервала у коме треба извршити алгоритам за DOA, као и провера генерисања информације о правцу и смеру долазног сигнала у реалном времену.
- Развој мерних метода за проверу прецизности детекције и процесираног алгоритма у реалним условима средине. Предвиђено је да се развију, специфичне методе емулације предајника, помоћу сигнал генератора, променљиве фреквенције и напонског нивоа директног и CW сигнала, и антене са параболичним рефлектором оштрог елевационог угла у односу на подлогу, са циљем избегавања детекције зрачења бочних лобова. Ротацијом око тестираног хардвера, дате лабораторијске опреме и варијацијом фреквенције и напонског нивоа сигнал генератора, мере се перформансе детекције и DOA.
- Помоћне научне методе коришћене у истраживању су лабораторијске методе за мерење дијаграма зрачења антена, мерење изолације између канала, мерење осетљивости детектора, мерење грешке аналогно-дигиталне конверзије и метода за мерење и усаглашавање нивоа парова детектор-антена.
 - Метода мерења изолације између канала, пројектованих микроталасних филтара, у лабораторијским условима, заснована је на примени сигнал генератора као побуде и спектралног анализатора и мрежног анализатора са циљем провере очекиваних перформанси.

- Метода мерења дијаграма зрачења антена, у лабораторијским условима, заснована је на примени сигнал генератора као побуде и спектралног анализатора са циљем провере очекиваних перформанси.
- Метода мерења осетљивости детектора, у лабораторијским условима, заснована је на примени сигнал генератора као побуде и мерача снаге с циљем провере очекиваних перформанси.
- Метода мерења грешке аналогне конверзије, је софтверски контролисана метода, у лабораторијским условима је заснована на примени сигнал генератора као побуде и микроконтролера за проверу перформанси.
- Мерење и усаглашавање нивоа парова детектор-антена, је софтверски контролисана метода, у лабораторијским условима је реализована применом опреме из главне методе као побуде, и микроконтролера за усаглашавање.

5. Очекивани научни допринос

У оквиру предложене докторске дисертације очекују се следећи научни резултати и доприноси:

- Главни научни допринос ће бити пројектовање система и имплементација алгоритама за одређивање DOA заснованог на обради амплитуда примљених сигнала на антенском систему. Одликоваће га изузетна ефикасност, што ће га чини погодним за примене у реалном времену. Валидација развијеног хардвера са вишеканалном детекцијом, дизајнираном да максимизује ефикасност алгоритма и тестирање алгоритма биће приказани у тези.
- Примена паметне микс-сигнал обраде, која комбинује контролу аналогних делова са поменутим алгоритмом. Прецизном контролом синтетизатора фреквенција, техникама директне дигиталне синтезе и фазно-контролисане петље, обезбедиће се равна фреквенцијска карактеристика детектора у широком опсегу ултра-високих фреквенција, као и вишеканална детекција.
- Поступак пројектовања и оптимизације антена, као и одређивање оптималног броја антена.
- Вишеканална детекција чији је значај у томе да пружа могућност класификације предајника, могућност разликовања позиција свих активних предајника у датом опсегу учестаности, као и разликовање блиских предајника.
- Примена софтверске дигиталне регулације појачања применом аутокалибрације, која ће омогућити дистрибуцију пријемника у простору и смањити укупну величину хардвера.

6. План истраживања и структура рада

План истраживања у оквиру предложене докторске дисертације спроводиће се кроз следеће фазе:

1. Проучавање основних библиографских извора везаних за тему дисертације. Преглед и систематизација најновијих истраживања у области одређивања правца и смера зрачења покретних и непокретних предајника усмерених електромагнетских таласа.

2. Моделовања, симулације и процена специфичних параметара система.
3. Развој алгоритма и реализација софтверских модула за DOA. *Off-line* тестирање функционалности софтвера и процена времена извршавања. У истој фази ће бити извршена анализа и избор типа и броја антена за покривање целог простора од 360° са проценом грешке DOA.
4. Фаза пројектовања, реализације и експерименталне евалуације функционалности и карактеристика елемената и подсистема. Експериментална евалуација карактеристика антена, микроталасних филтара, некохерентног детектора, синтетизатора фреквенција и аналогно-дигиталног подсистема. Испитивање у лабораторијским условима, применом адекватне лабораторијске опреме.
5. Интеграција система за одређивања азимута заснованог на вишеканалној детекцији и аналогно-дигиталној обради сигнала. Тестирање софтвера. Примена нове технике калибрације, провера функционалности и експериментална верификација карактеристика реализованог DOA система који садржи нова решења која ће се истраживати у оквиру предложене теме.

Планира се да рад има структуру која је уско повезана и прати претходно наведене фазе истраживања. Поред уводног дела, који ће обухватити преглед најновијих истраживања у области одређивања правца и смера зрачења покретних и непокретних предајника усмерених електромагнетских таласа, централни део рада садржаће предлог алгоритма, нових решења елемената и подсистема и одговарајућу хардверску и софтверску подршку за ефикасно и прецизно одређивања угла засновано на вишеканалној детекцији и аналогно-дигиталној обради сигнала. У завршном делу докторске дисертације биће описан лабораторијски прототип новог DOA система уз презентацију развијених метода мерења, изношење резултата мерења уз процену мерне несигурности, као и упоредну анализу предложеног решења са решењима која се могу наћи у доступној литератури новијег датума.

7. Закључак и предлог

На основу претходно изложеног, Комисија сматра да кандидат Немања Митровић, дипл. инж. електротехнике, испуњава све законске, формалне и суштинске услове да може приступити изради докторске дисертације под насловом „Одређивач правца заснован на пасивној вишеканалној детекцији електромагнетског сигнала“.

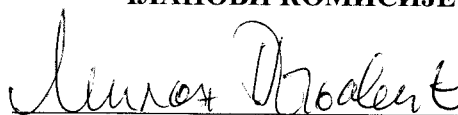
Осим испуњавања формалних услова кандидат је у свом досадашњем раду показао да поседује квалитете неопходне за успешан научно-истраживачки рад, пре свега добро разумевање теоријских и практичних концепата, способност да теоријске методе реализује коришћењем програмских и хардверских техника, инвентивност и оригиналност у раду и критичност у анализи остварених резултата.

Комисија констатује да тема докторске дисертације припада ужој научној области Електроника за коју је Електротехнички факултет матичан, и при томе за ментора докторске дисертације предлаже др Милана Поњавића, ванредног професора, запосленог на Електротехничком факултету Универзитета у Београду.

На основу свега наведеног Комисија предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду да одобри израду докторске дисертације кандидату Немањи Митровићу под насловом „Одређивач правца заснован на пасивној вишеканалној детекцији електромагнетског сигнала“.

У Београду, 30.5.2018. год.

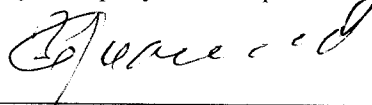
ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



др Милан Поњавић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



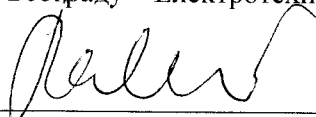
др Милан Прокин, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Зоран Филиповић, научни сарадник
Лола Институт



др Марија Стевановић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Александар Ракић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет