

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата **Ненада Мунића** за израду докторске дисертације

Одлуком Већа Електротехничког факултета у Београду бр. 800 од 21.06.2016. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата **Ненада Мунића** за израду докторске дисертације и научне заснованости теме **„Одређивање карактеристика електромагнетске емисије уређаја мерених у Фарадејевом кавезу помоћу технике обраде ретких сигнала“**.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Ненад Мунић рођен 26.05.1982. године у Сјеници, Србија. Основну школу Светозар Марковић завршио у Сјеници 1997. године. Војну гимназију завршио је у Београду 2001. године. Школовање на Војној академији завршио је 16. септембра 2006. године, на одсеку логистика, смер ваздухопловно технички, специјалност рачунарско радарска. Војну академију завршио са просеком 9,24 и са оценом 10 успешно одбранио дипломски рад на тему *„Упоредна анализа мерења фактора шума“*.

По завршетку школовања на Војној академији, промовисан у чин потпоручника са службом на аеродрому Лађевци код Краљева. Јануара 2010. године прешао у војну научно-стручну установу Технички опитни центар Војске Србије. Тренутно ради у Сектору за електронику на формацијском месту виши истраживач. Учествовао као руководиоца радног тима или члан радног тима на пословима завршних, хомологационих и верификационих испитивања средстава наоружања и војне опреме из радарских области (модернизован радар П-12 и развој центра за ваздушно осматрање и јављање ЦВОЈ М-11), ракетних система (модернизација ракетних система за противваздухопловна дејства НЕВА М1-Т и КУБ М2), радио-гониометар за ВФ опсег ХЕРА-1 итд.

Учествовао на више пројеката међу којима је и аутоматизација мерења имуности на кондукционе сметње и на поље сметњи и пројекту реализације антенског полигона.

Објавио је 11 радова из области електромагнетске компатибилности (ЕМК), дигиталне обраде сигнала, мерења и поузданости.

У звање истраживач сарадник, изабран је 21.9.2012. године на 119. седници Научног већа ВТИ-а. Служи се енглеским језиком.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Кандидат Ненад Мунић је 2009. године уписао докторске студије на Електротехничком факултету у Београду на смеру Микроталасна техника. Током докторских академских студија испунио је све обавезе и положио све испите са оценом 10:

<i>Назив испита или обавезе</i>	<i>Оцена</i>	<i>ЕСПБ бодови</i>
Електромагнетика	10	9
Класификација и естимација сигнала	10	9
Микроталасна техника	10	9
Антене и простирање радио таласа	10	9
Метод момената у електромагнетици	10	9
Савремени мерни системи	10	9
Електромагнетска компатибилност и интегритет сигнала	10	9
Увод у научни рад	10	6
Микроталасна пасивна кола	10	9
Анализа и синтеза антена	10	9
Студијско истраживачки рад I		15
Научно стручни рад		3
Студијско истраживачки рад II		15

Активности по предметима су следеће:

- Електромагнетика: проучавање литературе, консултације, полагање теоријског и усменог дела испита. За практични део испита проучавао је рефлексије и трансмисије таласа на саставу две различите средине и том приликом је реализована визуализација поља у зависности од времена.
- Микроталасна техника: проучавање литературе, консултације, семинарски рад на тему *Моделовање Фарадејевог кавеза за испитивање електромагнетске компатибилности* који је публикован у Зборнику радова IX Конференције ТЕЛФОР 2011, Београд, Србија стр. 965-968.
- Метод момената у електромагнетици: проучавање литературе, консултације, упознавање са принципима решавања 2D проблема у електромагнетици кроз упоређивање нумеричког и аналитичког решења интеграла у MATLAB-у. Семинарски рад је био на тему *Решење карактеристичне импедансе два квадратна проводника у вакууму методом момената*, са практичном реализацијом софтверског решења у програмском пакету MATLAB.
- Антене и простирање радио таласа: проучавање литературе, слушање предавања, полагање теоријског и усменог дела испита, као и упознавање са моделовањем у симулационом пакету WIPL-D кроз решавање домаћих задатака.
- Електромагнетска компатибилност и интегритет сигнала: проучавање литературе, консултације, семинарски рад на тему *Побољшано моделовање Фарадејевог кавеза за испитивање електромагнетске компатибилности* који је публикован у зборнику

радова XX Телекомуникационог форума, ТЕЛФОР 2012, Београд, Србија, стр. 1115-1118.

- Микроталасна пасивна кола: проучавање литературе, консултације, овладавање техникама пројектовања и моделовања пасивних компоненти и подсистема кроз семинарски рад на тему *Моделовање пасивних елемената у програмском пакету WIPL-D*.
- Анализа и синтеза антена: проучавање литературе, консултације и истраживање могућности примена методе ликова на извору који се налази у Фарадејевом кавезу пресликавањем у све три равни Декартовог координатног система.
- Класификација и естимација сигнала: проучавање литературе, консултације, семинарски рад на тему *Обрада и препознавање самогласника употребом „fuzzy“ логике* са практичном реализацијом софтверског решења препознавања изговорених самогласника у програмском пакету MATLAB.
- Савремени мерни системи: проучавање литературе, консултације, полагање теоријског и усменог дела испита, семинарски рад на тему *Инструментација и системи за аутоматско тестирање*, где је кандидат дао практичну реализацију једног аутоматизованог мерног места за испитивање имуности на електромагнетско поље сметњи.
- Увод у научни рад: консултације, проучавање начина за припрему рада за објављивање у научном часопису и приказ истраживања на научним конференцијама, припремање за писање докторске тезе, припрема и објављивање рада под називом *Побољшано моделовање Фарадејевог кавеза за испитивање електромагнетске компатибилности*, публикованог у Зборнику радова XX Конференције, ТЕЛФОР 2012, Београд, Србија, стр. 1115-1118.

У оквиру додељених послова и дужности које обавља у научно-стручној установи Техничком опитном центру Војске Србије, кандидат је у својству руководиоца радног тима, или члана радног тима, кроз завршна, хомологациона и верификациона испитивања развоја и модернизације сложених борбених система средстава наоружања и војне опреме показао афинитет према истраживачком раду. У тим испитивањима су примењене нове мерне методе које су потврђене кроз објављене радове на домаћим и међународним конференцијама.

Библиографија кандидата:

Зборници међународних научних скупова М₃₀

1. Н. В. Мунић, А. М. Ковачевић, А. Р. Ђорђевић: *Моделовање Фарадејевог кавеза за испитивање електромагнетске компатибилности*, Зборник радова IX Конференције ТЕЛФОР 2011, стр. 965-968, Београд, Србија, 2011, **М33**,
2. Н. В. Мунић, М. М. Николић, А. М. Ковачевић, А. Р. Ђорђевић: *Побољшано моделовање Фарадејевог кавеза за испитивање електромагнетске компатибилности*, Зборник радова XX Телекомуникационог форума, ТЕЛФОР 2012, 20-22. новембар, 2012, Београд, Србија, стр. 1115-1118, ISBN: 978-1-4673-2984-2, **М33**,
3. Н. Мунић, М. Вурдеља, В. Николић: *Comparative analysis of range detection with doppler CW radar and doppler MFCW radar*, Proceedings of OTEH 2011, 4th International Scientific Conference of Defensive Technologies, Belgrade, October 6-7, 2011., pp. 475-477, **М33**,
4. А. Ковачевић, В. Јокић, Н. Мунић, А. В. Ковачевић: *Comparative tests of electromagnetic emissions for tempest computers and commercial computers*, - Proceedings of OTEH 2011, 4th International Scientific Conference of Defensive Technologies, Belgrade, October 6-7, 2011., pp. 535-538, **М33**,
5. В. Николић, Н. Мунић: *Comparative analysis of determining the distance followed by the*

integration of object speed and FMCW modulation of transmitting signal, Proceedings of OTEH 2011, 4th International Scientific Conference of Defensive Technologies, Belgrade, October 6-7, 2011., pp. 399-402, **M33**,

6. Н. Мунић, Д. Остојић, Љ. Томић, Д. Пијевчевић, М. Московљевић : *Monte Carlo Simulation Method Applied for Availability Estimation of a Complex Communication*, Proceedings of ASAT – 14, 2011, 14th International Conference on AEROSPACE SCIENCES & AVIATION TECHNOLOGY, Military Technical College, Kobry Elkobbah, Cairo, Egypt, May 24-26, 2011., pp. 115, **M34**.

Рад у часопису од националног значаја M_{50}

1. Н. В. Мунић, А. М. Ковачевић: *Анализа и тумачење модела Фарадејевог кавеза за испитивање електромагнетске компатибилности*, Војнотехнички гласник, јануар-март 2014. Београд, Србија, стр. 74-88, ISSN: 0042-8469, **M52**.

Зборници скупова националног значаја M_{60}

1. Н. Мунић: *Упоредна анализа мерења фактора шума*, Зборник радова 14. Телекомуникациони форум ТЕЛФОР 2006, Београд, новембар 21.-23., стр. 757-760, **M63**,
2. М. Милојевић, Н. Мунић: *Радарски компресиони филтри на дигиталном процесору сигнала*, Телекомуникациони форум ТЕЛФОР 2005, Београд, новембар 22.-24., **M63**,
3. А. Ковачевић, Љ. Томић, И. Костић, Н. Мунић: *Мерење густине магнетског поља у просторији*, Зборник 57. конференције ETRAN, Златибор, Србија, 3-6 јуна 2013, стр. МЛ1.1.1-4, **M63**,
4. А. Ковачевић, Љ. Томић, И. Костић, Н. Мунић: *Валидација алтернативног испитног места*, Зборник 58. конференције ETRAN 2014, Врњачка Бања, Србија, 2-5 јуна 2014, Секција МЛЗ.3., стр.1-4, ISBN 978-86-80509-70-9, **M63**,
5. А. Ковачевић, Љ. Томић, И. Костић, Н. Мунић: *Мерење слабљења екранизованог простора*, Зборник 59. конференције ETRAN 2015, Сребрно језеро, Србија, 8-11 јуна 2015, Секција МЛЗ.1., стр.1-4, ISBN 978-86-80509-71-6, **M63**.

Кандидат је предао рад под називом *Evaluation of Radiating-Source Parameters by Measurements in Faraday Cages and Sparse Processing* у врхунски међународни часопис (*Measurement*, Journal of the International Measurement Confederation, IF(2014)=1.484, **M21**), у којем је првопотписани аутор. Рад је тесно повезан са темом докторске дисертације и тренутно се налази у процесу рецензије.

По истеку законског рока за завршетак докторских академских студија, на захтев студента, одобрено је продужење рока за завршетак ових студија за још два семестра, сагласно члану 92. став 4 Статута Универзитета у Београду.

Кандидат је 23. јуна 2016. године на Електротехничком факултету Универзитета у Београду јавно усмено бранио предложену тему докторске дисертације пред Комисијом у саставу:

1. др Драган Олћан, ванредни професор, Електротехнички факултет Универзитета у Београду,
2. др Александар Ковачевић, научни сарадник, Технички опитни центар,
3. др Златан Стојковић, редовни професор, Електротехнички факултет Универзитета у Београду.

На јавној усменој одбрани предложене теме, Комисија је закључила да је кандидат Ненад Мунић добио оцену задовољно и да испуњава потребне услове за рад на предложеној теми докторске дисертације на Електротехничком факултету Универзитета у Београду.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу резултата које је кандидат постигао у свом досадашњем стручном и научном раду, од којих бисмо издвојили следеће:

- Сакупио је сто двадесет (120) ЕСПБ (полагањем испита на докторским студијама и обављањем научно истраживачких обавеза),
- Јавно је одбранио тему докторске дисертације 23. јуна 2016. године, пред Комисијом (проф. др Драган Олћан, др Александар Ковачевић, научни сарадник, проф. др Златан Стојковић) формираном од стране Наставно-научног већа Електротехничког факултета у Београду на седници број 800. одржаној 21.6.2016. године,
- Публиковао је укупно дванаест радова, од којих шест у зборницима међународних научних скупова, један у часопису од националног значаја и пет у зборницима домаћих научних скупова, што га квалификује за научни рад,
- Остварио је практично искуство у области коју покрива предложена тема докторске дисертације,

можемо закључити да кандидат Ненад Мунјић у сваком погледу испуњава услове који га квалификују да приступи изради докторске дисертације са предложеном темом.

2. Предмет и циљ истраживања

У складу са стандардима из области електромагнетске компатибилности, места где се врше испитивања електромагнетске емисије уређаја, као и имуности уређаја на електромагнетске сметње, су отворено мерно место или полуанехоишна соба. Међутим, често није могуће или је економски неисплативо реализовати испитивања на наведеним местима. Због тога су развијене бројне мерне технике које омогућавају да се испитивања електромагнетске компатибилности реализују на алтернативним местима, као што су ТЕМ коморе [1]-[4], ГТЕМ коморе [5]-[8] и реверберационе собе [9]-[11]. Предмет овог рада је дефинисање нове методе која омогућава да се Фарадејев кавез користи као економски повољно место за испитивање електромагнетске емисије уређаја.

Циљ овог истраживања је развој нове методе која корелише резултате мерења у Фарадејевом кавезу са одговарајућим мерењима на отвореном простору. Да би се то постигло, морају се превазићи постојећи проблеми при мерењима у Фарадејевом кавезу који су последица рефлексија од зидова, пода и плафона кавеза. Наиме, резултати мерења јако зависе од положаја испитиваног уређаја у кавезу, посебно при резонантним учестаностима кавеза. Нова метода, уместо да анулира, треба да користи наведене рефлексије и на тај начин постигне задовољавајућу поновљивост мерења (без обзира на положај уређаја у Фарадејевом кавезу) уз могућност поређења тако добијених резултата са мерењима на отвореном простору.

Старији приступ мерењима у Фарадејевим кавезима, још увек присутан у неким стандардима, у потпуности занемарује постојање утицаја кавеза на мерења. Актуелни приступ, који се користи при мерењима у Фарадејевом кавезу, подразумевају коришћење „мешача модова“ (тзв. реверберационе коморе). При томе, статистичком анализом резултата мерења, за различите положаје мешача, добија се процена нивоа електромагнетске емисије. Ограничење овог поступка огледа се у постојању најниже употребљиве учестаности реверберационе коморе која је приближно три пута већа од најниже резонантне учестаности Фарадејевог кавеза. За разлику од поменутих приступа, нова метода треба да омогући прецизна мерења електромагнетске емисије на учестаностима које су, не само ниже од најниже употребљиве учестаности када се Фарадејев кавез користи као реверберациона комора, већ ниже и од минималне резонантне учестаности датог Фарадејевог кавеза. На тај

начин, Фарадејев кавез постаје мерно место које ради на учестаностима на којима анехоична и полуанехоична соба имају лошије резултате услед последице несавршености апсорбера, а реверберационе собе није могуће користити.

Нова методологија омогућава да се Фарадејев кавез користе као јефтинија алтернатива анехоичној соби или полуанехоичној соби. Додатно, мерења у постојећим Фарадејевим кавезима моћи ће да послуже као валидна замена мерењима на отвореном месту.

- [1] M. L. Crawford, "Generation of standard EM fields using TEM transmission lines", IEEE Trans EMC, Vol. EMC-16, pp. 189-95, Nov. 1974.
- [2] M. L. Crawford, J. L. Workman, "Using a TEM Cell for EMC measurements of electronic equipment", NBS Technical Note 1013, National Bureau of Standards, Boulder, 1981.
- [3] F. R. Hunt, "Electromagnetic susceptibility measurements with a TEM cell", ERB-992, National Research Council, Ottawa, July 1986.
- [4] P. Wilson, "On correlating TEM cell and OATS radiated emission measurements", IEEE Trans EMC, Vol. EMC 37, pp. 1-16, Feb. 1995.
- [5] D. Koenigstein and D. Hansen, "A new family of TEM cells with enlarged bandwidth and optimized working volume", Proc. 7th International Zurich Symp. on EMC, Zurich (Switzerland), pp. 127-32, Mar. 1987.
- [6] D. Hansen, H. Garbe, P. Wilson, D. Koenigstein, "A broadband alternate EMC test chamber for RS and RE measurements in standards compliance testing-critical review of established procedures", Proc. International Conference on EMC, Bangalore (India), pp. 85-89, Sept. 1989.
- [7] J. D. M. Osburn, "Radiated emissions test performance of the GHz TEM cell", EMC Test and Design, pp. 34-37, Jan.-Feb. 1991.
- [8] S. Kim, J. Nam, H. Jeon, S. Lee, "A correlation between the results of the radiated emission measurements in GTEM and OATS", in Proc. IEEE International Symp. EMC, pp. 1105-1110, 1998.
- [9] P. Carona, G. Latmiral, E. Paolini, L. Piccioli, "Use of a reverberating enclosure for measurements of a radiated power in the microwave range", IEEE Trans EMC, Vol. EMC18, pp. 54-59, May 1976.
- [10] J. L. Bean, R. A. Hall, "Electromagnetic susceptibility measurements using a mode stirred chamber", in IEEE International Symp. EMC, pp. 143-50, 1978.
- [11] Christo Tsigros, Marc Piette, Guy A. E. Vandenbosch, Dirk Van Troyen, "Radiated Immunity in Reverberation and Semianechoic Rooms: Conditions for Equivalence", IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility, Vol. 55, No. 2, April 2013.

3. Полазне хипотезе

У истраживању се полази од хипотезе да се поље зрачења испитиваног уређаја може апроксимирати помоћу поља ортогоналних дипола. Одређивање параметара еквивалентних дипола представља инверзни електромагнетски проблем који ће се решавати применом технике обраде ретких сигнала. Мерни модел укључује електромагнетско расејање од зидова, пода и плафона Фарадејевог кавеза. Сложеност простирања сигнала, по више путања (енг. multipath), у срединама као што је Фарадејев кавез повољно утиче на тачност решења. Овај ефекат је нашао примену у различитим областима као што је гледање кроз зид [1] или естимација правца наилаaska таласа [2].

Еквивалентни диполи су коришћени у анализи извора помоћу мерења у TEM коморама [3]-[6]. У том случају, параметри извора се одређују на основу веза између измерених напона и момената дипола. Слично, еквивалентни диполи су нашли примену у карактерисању емисије штампаних плоча [7]. Моменти дипола су одређивани решавањем инверзног проблема који је базиран на мерењима блиског поља [8]-[12], где се поред магнитуде поља мери и фаза (векторска мерења). Нажалост, у мерењима у Фарадејевом кавезу није могуће одређивање фазе, већ само магнитуде поља (скаларна мерења).

- [1] M. Leigsnering, F. Ahmad, M. Amin and A. Zoubir, "Multipath exploitation in through-the-wall radar imaging using sparse reconstruction", in IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, vol. 50, no. 2, pp. 920-939, April 2014.
- [2] M. M. Nikolic, A. Nehorai and A. R. Djordjevic, "Estimation of Direction of Arrival Using Multipath on Array Platforms", in IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. 60, no. 7, pp. 3444-3454, July 2012.
- [3] Sreenivasiah L., Chang D. C., Ma T. M., "Emission Characteristics of Electrically Small Radiating Sources from Tests Inside a TEM Cell", IEEE Transactions on EMC, vol. EMC - 23, No. 3, August 1981, pp. 113-121.
- [4] P. Wilson, "On correlating TEM cell and OATS emission measurements", IEEE EMC Trans., vol. 37, no. 1, pp. 1-16, 1995.
- [5] J. C. Tippet and D. C. Chang, "Radiation characteristics of electrically small devices in a TEM transmission cell", IEEE Trans. on Electromagn. Compat. vol. EMC-18, pp. 134-140, 1976.
- [6] A. Tsaliovich, D. Moncion, A. Okun, D. Sinfeld, "Using GTEM for electromagnetic emission measurements: Experiments in test result correlation", Proc. IEEE Int. Symp. Electromagn. Compat. pp. 161-166, 1994.
- [7] Z. Yu, J. A. Mix, S. Sajuyigbe, K. P. Slattery, J. Fan, "An improved dipole-moment model based on near-field scanning for characterizing near-field coupling and far-field radiation from an IC", IEEE Trans. Electromagn. Compat. vol. 55, no. 1, pp. 97-108, 2013.
- [8] W. Kong, E. P. Li, "Prediction of PCB radiated emission in shielding cavity using equivalent dipole modeling", IEEE International Symposium, pp. 1484 - 1488, 2015.
- [9] X. Tong, D. W. P. Thomas, A. Nothofer, P. Sewell, C. Christopoulos, "Modeling electromagnetic emissions from printed circuit boards in closed environments using equivalent dipoles", IEEE Trans. Electromagn. Compat. vol. 52, no. 2, pp. 462-470, 2010.
- [10] P. Li, L. J. Jiang, "Source reconstruction method-based radiated emission characterization for PCBs", IEEE Trans. Electromagn. Compat. vol. 55, no. 5, pp. 933-940, 2013.

- [11] J. Pan, X. Gao and J. Fan, "Far-field prediction by only magnetic near fields on a simplified Huygens's surface", *IEEE Trans. Electromagn. Compat.*, vol. 57, no. 4, pp. 693-701, 2015.
- [12] Fang-Pin Xiang, Er-Ping Li, Xing-Chang Wei, Jian-Ming Jin, "A Particle Swarm Optimization-Based Approach for Predicting Maximum Radiated Emission From PCBs With Dominant Radiators", *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility*, Volume 57, Issue 5, pp. 1197 – 1205, 2015.

4. Научне методе истраживања

Пошло се од претпоставке да је број еквивалентних дипола потребан за карактерисање извора мали. Наиме, на основу теорије мултипола, електрични мали извор зрачења може се заменити са 6 дипола: 3 ортогонална електрична дипола и 3 ортогонална магнетска дипола [1]. У случају извора које посматрамо, довољна је апроксимација са 3 ортогонална електрична дипола. Међутим, проблем може да се лако генерализује тако да се укључе оба типа еквивалентних извора.

За лоцирање еквивалентних дипола дефинисана је униформна квадратна мрежа у кавезу. Она може да се поклапа са попречним пресеком уређаја (мада то није неопходно). На основу реалистичног модела Фарадејевог кавеза [2], [3], одређује се одзив електрично кратког дипола. С обзиром на то да је информација о фази недоступна, не могу се користити уобичајене технике за регуларизацију као што су Тихонов метод [4] или крња сингуларна декомпозиција (TSVD) [5]. Уместо тога, коришћена је l_1 регуларизација [6], односно, техника обраде ретких сигнала. У општем случају, ова техника, такође, захтева познавање фазе. Међутим, одабиром коефицијента регуларизације тако да одговара колену L-криве [7], издвајамо доминантни дипол. За одређивање осталих чланова мора се извршити нелинеарна оптимизација.

Потврда новог алгоритма реализоваће се кроз упоређивање експерименталних резултата добијених скаларним мерењима у анехоичној соби и Фарадејевом кавезу.

- [1] Z. Yu, J. A. Mix, S. Sajuyigbe, K. P. Slattery and J. Fan, "An improved dipole-moment model based on near-field scanning for characterizing near-field coupling and far-field radiation from an IC", *IEEE Trans. Electromagn. Compat.* vol. 55, no. 1, pp. 97-108, 2013.
- [2] N. V. Munić, M. M. Nikolić, A. M. Kovačević, A. R. Đorđević "Poboljšano modelovanje Faradejevog kaveza za ispitivanje elektromagnetske kompatibilnosti", *Zbornik radova XX Telekomunikacionog foruma, TELFOR*, Beograd, Srbija, 2012, str. 1115-1118.
- [3] N. V. Munić, A. M. Kovačević, A. R. Đorđević, "Modelovanje Faradejevog kaveza za ispitivanje elektromagnetske kompatibilnosti", *Zbornik radova 19. Konferencije TELFOR*, Beograd, Srbija, 2011, str. 965-968.
- [4] P. R. Johnston, R. M. Gulrajani, "Selecting the corner in the L-curve approach to Tikhonov regularization", *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, vol. 47, Issue 9, pp. 1293 – 1296, 2000.
- [5] F. Lenti, F. Nunziata, M. Migliaccio, G. Rodriguez, "2D TSVD to enhance the resolution of radiometer data, Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), IEEE International, pp. 6091 – 6094, 2012.
- [6] P. Shah, U. K. Khankhoje, M. Moghaddam, "Joint L1-L2 regularization for inverse scattering", *Antennas and Propagation Society International Symposium (APSURSI)*, pp. 868 – 869, 2014.
- [7] P. C. Hansen, D. P. O'Leary, "The use of the L-curve in the regularization of discrete ill-posed problems", *SIAM J. Sci. Comput.*, vol. 14, no. 6, pp. 1487 – 1503, 1993.

5. Очекивани научни допринос

У оквиру истраживања очекују се следећи научни доприноси.

- Биће развијена метода која омогућава да се применом скаларних мерења у Фарадејевом кавезу одреди поље које тај извор зрачи у слободном простору.
- Примена Фарадејевог кавеза за мерења на нижим учестаностима у односу на случај када се користе "мешачи модова".
- Оптимизација техничко-економских аспеката мерења у Фарадејевом кавезу.

6. План истраживања и структура рада

Организација истраживања је следећа:

- Дефинисање алгоритма за одређивање параметара еквивалентних извора.
- Израда уређаја који ће се користити за експерименталну потврду методе.
- Израда симулационог модела Фарадејевог кавеза.
- Мерење испитиваног уређаја у Фарадејевом кавезу и анехоишној соби.
- Прорачун параметара зрачења уређаја новом методом.
- Упоредивање резултата добијених различитим мерним техникама.

7. Закључак и предлог

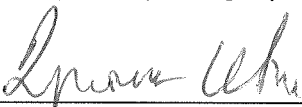
На основу претходно наведеног, Комисија сматра да је кандидат Ненад Мунић задовољио потребне услове и да се квалификовао за научно-истраживачки рад на предложеној теми докторске дисертације под насловом: **„Одређивање карактеристика електромагнетске емисије уређаја мерених у Фарадејевом кавезу помоћу технике обраде ретких сигнала“**. Садржај предложене теме је актуелан у светлу развоја нових метода испитивања уређаја кроз мерења нивоа поља у Фарадејевим кавезима. Због тога би резултати, до којих кандидат треба да дође током израде докторске дисертације, имали значајан научни и практични допринос у области електромагнетске компатибилности. Научни допринос огледа се у развијању нове методе која омогућава да се на основу скаларних мерења, помоћу еквивалентних дипола, применом технике обраде ретких сигнала у Фарадејевом кавезу, одреди поље које тај извор зрачи у слободном простору. Практичан допринос методе је што омогућава да се Фарадејев кавез користи на нижим учестаностима него што је то случај када се користе „мешачи модова“, чиме постаје јефтинија замена за мерења у анехоишној соби, полуанехоишној соби или отвореном мерном месту.

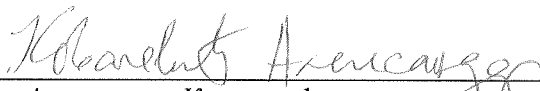
Ужа научна област теме је електромагнетска компатибилност, за коју је Електротехнички факултет Универзитета у Београду матичан. Узимајући у обзир све поменуте чињенице, Комисија предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду да кандидату Ненаду Мунићу одобри израду докторске дисертације под насловом „Одређивање карактеристика електромагнетске емисије уређаја мерених у Фарадејевом кавезу помоћу технике обраде ретких сигнала“. За ментора израде докторске дисертације предлаже се др Марија Стевановић, доцент на Електротехничком факултету Универзитета у Београду.

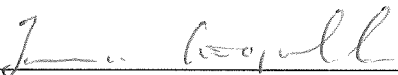
У Београду 24.06. 2016. године.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ


др Марија Стевановић, доцент
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет


др Драган Олћан, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет


др Александар Ковачевић, научни сарадник
Технички опитни центар (спољни члан)


др Златан Стојковић, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет