



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ • ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ

Булевар краља Александра 73 • 11000 Београд • Република Србија •

Тел. 011/324-8464 • Факс: 011/324-8681

ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

БР.

163/8

ДАТУМ

31.1.2011.

БЕОГРАД

Универзитет у Београду

Већу научних области техничких наука

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације

Молимо да, сходно чл. 128. Закона о високом образовању (Сл.гласник РС бр.76/2005) дате сагласност на предлог теме докторске дисертације под насловом:

„Утицај димензија бројачке цеви на мерну несигурност ГМ бројила” коју је пријавила **Ковиљка Станковић**, мастер инжењер електротехнике и рачунарства.

Научна област: **електротехника и рачунаство**

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

Име, име једног од родитеља и презиме кандидата

КОВИЉКА (Ђорђе) СТАНКОВИЋ

Назив и седиште факултета на коме је стечено високо образовање

Електротехнички факултет у Београду

Година завршетка основних академских студија: **2007. године**

Година завршетка дипломских- мастер студија: **2008. године**

Назив факултета на коме је кандидат уписао докторске студије:

Електротехнички факултет у Београду

Модул: **Нуклеарна, медицинска и еколошка техника**

Година уписа докторских студија: **школске 2008/2009. године**

Обавештавамо вас да је Наставно-научно веће Електротехничког факултета на седници одржаној 25.01.2011. године размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

Прилог:

1. Предлог теме докторске дисертације са образложењем
2. Акт надлежног тела Факултета о подобности теме за израду докторске дисертације

ДЕКАН
ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА
Проф. др Миодраг Поповић



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ • ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ

Булевар краља Александра 73 • 11000 Београд • Република Србија •

Тел. 011/324-8464 • Факс: 011/324-8681

852
25. 1. 2011.

На основу чл.128 Закона о високом образовању и чл.66 и 68 Статута Електротехничког факултета у Београду, Наставно-научно веће на седници од 25.01.2011.године, донело је

ОДЛУКУ

О ПРИХВАТАЊУ ТЕМЕ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

Прихвата се тема докторске дисертације под насловом: „Утицај димензија бројачке цеви на мерну несигурност ГМ бројила“ коју је пријавила Ковиљка Станковић, мастер инжењер електротехнике и рачунарства.

ДЕКАН
Електротехничког факултета



Проф. др Милош Поповић

PODACI O MENTORU

Ime i prezime: dr Predrag Osmokrović

Zvanje: Redovni profesor Elektrotehničkog fakulteta

Spisak radova objavljenih u naučnim časopisima sa Science Citation Index (SCI) liste koji kvalifikuju mentora za vođenje doktorske disertacije:

- [1] **P. Osmokrović**, T. Živić, B. Lončar, A. Vasić.: The Validity of the General Similarity Law for Electrical Breakdown of Gases, *Plasma Sources Science and Technology*, Vol. 15, No. 4, pp. 703-713, 2006.
- [2] **P. Osmokrović**, M. Vujisić, K. Stanković, A. Vasić, B. Lončar, Mechanism of electrical breakdown of gases for pressure for 10 to 1 bar and inter-electrode gaps from 0,1 to 0,5 mm, *Plasma Sources Science and Technology*, Vol. 16, No. 4, pp. 643-655, 2007.
- [3] K.Stanković, **P.Osmokrović**, Č. Dolićanin, M. Vujsić, A.Vasić, Time enlargement low for pulse breakdown, *Plasma Source Science and Technology*, Vol.18, No.2, art. no. 025028, 2009.
- [4] **P. Osmokrović**, M. Jurošević, K. Stanković, M. Vujisić, Radiation hardness of gas discharge tubes and avalanche diodes used for transient voltage suppression, *Radiation Effects and Defects in Solids*, Vol. 164, No. 12, pp. 800-808, 2009.
- [5] M. Vujisić, K. Stanković, N. Marjanović, **P. Osmokrović**, Simulated effects of proton and ion beam irradiation on titanium dioxide memristors, *IEEE Transactions on Nuclear Science*, Vol. 57, art. no. 5550408, pp. 1798-1804, 2010.



DEKAN ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA UNIVERZITETA U BEOGRADU

Na 726. sednici Nastavno-naučnog veća Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu održanoj 21.12.2010. godine, imenovani smo za članove Komisije za ocenu uslova i prihvatanje teme doktorske disertacije **Koviljke Stanković**, dipl. ing.–master pod naslovom „**Uticaj dimenzija brojačke cevi na mernu nesigurnost GM brojila**“. Nakon uvida u dostavljeni materijal podnosimo Nastavno-naučnom veću Elektrotehničkog fakulteta sledeći

I Z V E Š T A J

1. Podaci o kandidatu

Koviljka Stanković rođena je 27.03.1979. godine u Beogradu gde je završila osnovnu i srednju školu. Osnovne i diplomske akademske studije završila je na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Beogradu 2007. i 2008, respektivno, na smeru za biomedicinski i ekološki inženjering. Master rad pod naslovom „Kinetika termoluminiscentnih procesa i primena termoluminiscentnog fenomena u dozimetriji jonizujućeg zračenja“ odbranila je pod mentorstvom dr Predraga Osmokrovića, red. prof. Školske 2008/2009. godine upisana je na doktorske studije Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta u Beogradu na modulu za nuklearnu, medicinsku i ekološku tehniku i u roku od dve školske godine ispunila je sve obaveze predviđene planom i programom studija.

Od 2007. do 2009. godine bila je zaposlena u Institutu za nuklearne nauke Vinča u Laboratoriji za zaštitu od zračenja i zaštitu životne sredine, gde je izabrana u zvanje istraživač – saradnik. U okviru saradnje sa Međunarodnom agencijom za atomsku energiju završila je stručne obuke: *IAEA Regional Post-Graduate Educational Training Course on Radiation Protection and the Safety of Radiation Sources* i *IAEA Regional Training Course on Advanced Methods for Internal Dose Assessment: Application of IDEAS Guidelines and Dissemination of CONRAD Internal dosimetry Results*.

Od 2009. godine zaposlena je na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Beogradu, na Katedri za mikroelektroniku i tehničku fiziku, u zvanju asistenta za užu naučnu oblast nuklearna tehnika.

Učestvovala je na projektu osnovnih istraživanja finansiranom od Ministarstva nauke Srbije: 141046 – Fizika elektromagnetne i radijacione kompatibilnosti elektrotehničkih materijala i komponenata (rukovodilac dr Predrag Osmokrović, red. prof; ciklus 2006-2010). Trenutno je učesnik projekta osnovnih istraživanja 171007 – Fizički i funkcionalni efekti interakcije zračenja sa elektrotehničkim i biološkim sistemima, čiji je rukovodilac dr Predrag Osmokrović, red. prof., sa punim opterećenjem, u kategoriji istraživača A1.

Koviljka Stanković ima nagrađen rad mladog istraživača na 52. konferenciji ETRAN 2008 u sekciji Nuklearna tehnika kao i nagrađen rad na 29. savetovanju CIGRE Srbija (2009. godine). U okviru međunarodne konferencije *Progress in Electromagnetics Research Symposium*, PIERS 2010, održanoj u martu 2010. godine u kineskom gradu Sjian, predsedavala na sekciji *Electromagnetic Compatibility, Systems and Components*.

Stručni je izvestilac studijskog komiteta D1 (Materijali i nove tehnologije) Nacionalnog komiteta Međunarodnog saveta za velike električne mreže - CIGRE Srbija.

Tokom svog dosadašnjeg naučno – istraživačkog rada Koviljka Stanković objavila je, u svojstvu autora i koautora, 2 domaće monografije, dva udžbenika u okviru TEMPUS projekta, jedno poglavlje u međunarodnoj monografiji, 22 rada u časopisima međunarodnog značaja (sa SCI liste), 14 radova na međunarodnim konferencijama (od kojih je 7 referisala), 5 radova u časopisima nacionalnog značaja i 12 radova na domaćim konferencijama.

Prema bazi podataka *Web of Science* radovi Koviljke Stanković citirani su, bez autocitata i heterocitata, 13 puta, a njen *h*-faktor je 5. Spisak publikovanih naučnih i stručnih radova Koviljke Stanković je sledeći:

- [1] P. Osmokrović, M. Pešić, Č. Dolićanin, **K. Stanković**, Statističke metode u elektroenergetici, Akademski misao, Beograd, 2009 [ISBN 978-86-7466-355-4].
- [2] P. Osmokrović, **K. Stanković**, M. Vujisić, Određivanje merne nesigurnosti, Akademski misao, Beograd, 2009 [ISBN 978-86-7466-376-9].
- [3] P. Osmokrović, **K. Stanković**, Subatomska fizika, Državni Univerzitet u Novom Pazaru, 2009 [TEMPUS-JEP-41119-2006 (EDU-SERBIA)].
- [4] Č. Dolićanin, Z. Đorđević, **K. Stanković**, D. Dolićanin, Osnove verovatnoće i statistike, Državni Univerzitet u Novom Pazaru, 2009 [TEMPUS-JEP-41119-2006 (EDU-SERBIA)].
- [5] B. Lončar, M. Vujisić, **K. Stanković**, P. Osmokrović, Radiation hardness of semiconductor programmable memories and over-voltage protection components, Chapter in monography Micro Electronic and Mechanical Systems, edited by Kenichi Takahata, IN-TECH, Vienna, December 2009, pp. 343-368 [ISBN 978-953-307-027-8].
- [6] P. Osmokrović, M. Vujisić, **K. Stanković**, A. Vasić, B. Lončar, Mechanisms of electrical breakdown of gases for pressures from 10^{-9} to 1 bar and inter-electrode gaps from 0.1 - 0.5mm, *Plasma Sources Science and Technology* Vol. 16 (2007), pp. 643-655 [ISSN 0963-0252], [IF: 2.685].
- [7] M. Vujisić, P. Osmokrović, **K. Stanković**, B. Lončar, Influence of Working Conditions on Over-Voltage Diode Operation, *Journal of optoelectronics and advanced materials*, Vol. 9, No. 12, (2007), pp. 3881-3884 [ISSN 1454-4164], [IF: 1.106].
- [8] **K. Stanković**, M. Pešić, P. Osmokrović, M. Vujisić, Surface Time enlargement law for gas pulse breakdown, *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation* Vol.15, No.4, (2008), pp. 994-1005 [ISSN 1070-9878], [IF: 1.037].
- [9] A. Vasić, P. Osmokrović, M. Vujisić, Č. Dolićanin, **K. Stanković**, Possibilities of Improvement of Silicon Solar Cell Characteristics by Lowering Noise, *Journal of Optoelectronic and Advanced Materials*, Vol. 10, No. 10, (2008), pp. 2800 – 2804 [ISSN 1454-4164], [IF: 1.106].
- [10] P. Osmokrović, G. Ilić, **K. Stanković**, Č. Dolićanin, M. Vujisić, Determination of Pulse Tolerable Voltage in Gas-Insulated Systems, *Japanese Journal Of Applied Physics* Vol. 47 (2008), pp. 8928-8934 [ISSN 0021-4922], [IF: 1.309].
- [11] P. Osmokrović, N. Arsić, M. Vujisić, **K. Stanković**, Č. Dolićanin, Reliability of Three-Electrode Spark Gaps, *Plasma Devices and Operations*, Vol. 16, No. 4, (2008), pp. 235-245 [ISSN 1051-9998], [IF: 0.786].
- [12] **K. Stanković**, P. Osmokrović, Č. Dolićanin, M. Vujisić, A. Vasić, Time enlargement law for gas pulse breakdown, *Plasma Sources Science and Technology* Vol. 18 (2009) 025028 (12pp) [ISSN 0963-0252], [IF: 2.685].
- [13] L. Vereb, P. Osmokrović, M. Vujisić, Č. Dolićanin, **K. Stanković**, Prospects of Constructing 20 kV Asynchronous Motors, *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation*, Vol. 16, Issue 1, (2009), pp. 251-256 [ISSN 1070-9878], [IF: 1.037].
- [14] B. Lončar, M. Vujisić, **K. Stanković**, P. Osmokrović, Stability of Metal-Oxide Varistor Characteristics in Exploitation Conditions, *Acta Physica Polonica A*, Vol. 116, No. 6, (2009), pp. 1081-1084 [ISSN 0587-4246], [IF: 0.443].
- [15] P. Osmokrović, M. Jurosević, **K. Stanković**, M. Vujisić, Radiation hardness of gas discharge tubes and avalanche diodes used for transient voltage suppression, *Radiation Effects and Defects in Solids*, Vol. 164, No. 12, (2009), pp. 800-808 [ISSN 1042-0150], [IF: 0.550].
- [16] R. Marić, **K. Stanković**, M. Vujisić, P. Osmokrović, Electrical breakdown mechanisms in vacuum diodes, *Vacuum* Vol. 84 (2010), pp. 1291-1295 [ISSN 0042-207X], [IF: 0.975].
- [17] M. Vujisić, **K. Stanković**, E. Dolićanin, P. Osmokrović, Radiation hardness of COTS EPROMs and EEPROMs, *Radiation Effects and Defects in Solids: Incorporating Plasma Science and Plasma Technology*, Vol. 165, No. 5, (2010), pp. 362 – 369 [ISSN 1042-0150], [IF: 0.550].
- [18] P. Osmokrović, S. Đekić, **K. Stanković**, M. Vujisić, Conditions for the applicability of the geometrical similarity law to gas pulse breakdown, *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation*, Vol. 17, No. 4, (2010), pp. 1185-1195 [ISSN 1070-9878], [IF: 0.848].
- [19] M. Vujisić, **K. Stanković**, N. Marjanović, P. Osmokrović, Simulated Effects of Proton and Ion Beam Irradiation on Titanium Dioxide Memristors, *IEEE Transactions on Nuclear Science*, Vol. 57, No. 4, (2010), pp. 1798-1804 [ISSN 0018-9499], [IF: 1.591].
- [20] P. Osmokrović, R. Marić, **K. Stanković**, D. Ilić, M. Vujisić, Validity of the Space-Time Enlargement Law for vacuum breakdown, *Vacuum* Vol. 85 (2010), pp. 221-230 [ISSN 0042-207X], [IF: 0.975].

- [21] **K. Stanković**, M. Vujisić, Lj. Delić, Influence of Tube Volume on Measurement Uncertainty of GM Counters, *Nuclear Technology & Radiation Protection*, Vol. 25, No. 1, (2010), pp. 46-50 [ISSN 1451-3994].
- [22] N. Marjanović, M. Vujisić, **K. Stanković**, D. Despotović, P. Osmokrović, Simulated Exposure of Titanium Dioxide Memristors to Ion Beams, *Nuclear Technology & Radiation Protection*, Vol. 25, No. 2, (2010), pp. 120-125 [ISSN 1451-3994].
- [23] P. Osmokrović, D. Ilić, **K. Stanković**, M. Vujisić, B. Lončar, Electrical breakdown mechanisms in vacuum diodes, *Acta Physica Polonica A* 2010 118 (4):585-588 [ISSN 0587-4246], [IF: 0.443].
- [24] N. Marjanović, M. Vujisić, **K. Stanković**, P. Osmokrović, Effects of heavy ion bombardment on TiO₂ memristor operation, *Radiation Effects and Defects in Solids: Incorporating Plasma Science and Plasma Technology*, Vol. 166, No. 1 (2011), pp. 1-7 [ISSN 1042-0150], [IF: 0.550].
- [25] K. Kovacević-Markov, A. Vasić, **K. Stanković**, M. Vujisić, P. Osmokrović, Novel trends in improvement of solar cell characteristics, *Radiation Effects and Defects in Solids: Incorporating Plasma Science and Plasma Technology*, Vol. 166, No. 1 (2011), pp. 8-14 [ISSN 1042-0150], [IF: 0.550].
- [26] D. Ilić, **K. Stanković**, M. Vujisić, P. Osmokrović, Avalanche mechanism of vacuum breakdown, *Radiation Effects and Defects in Solids: Incorporating Plasma Science and Plasma Technology*, Vol. 166, No. 2 (2011), pp. 137-149 [ISSN 1042-0150], [IF: 0.550].
- [27] M. Vujisić, **K. Stanković**, P. Osmokrović, A statistical analysis of measurement results obtained from nonlinear physical laws, *Applied Mathematical Modelling*, DOI: 10.1016/j.apm.2010.12.017, (2010) [ISSN 0307-904X], [IF: 1.375].
- [28] M. Vujisić, P. Osmokrović, **K. Stanković**, B. Lončar, Stability of Over-Voltage Diode Characteristics in Exploitation Conditions, XVI International IEEE Pulsed Power and Plasma Science Conference, Albuquerque, New Mexico, June 2007, VOLS 1-4, (2007), pp. 1215-1218.
- [29] N. Arsić, P. Osmokrović, M. Vujisić, **K. Stanković**, Reliability of three-electrode spark gaps for synthetic test circuits, International IEEE Pulsed Power and Plasma Science Conference, Albuquerque, New Mexico, June 2007, VOLS 1-4, (2007), pp. 1543-1546.
- [30] B. Lončar, M. Vujisić, **K. Stanković**, P. Osmokrović, Mechanisms of Electrical Breakdown in Vacuum Diodes, 28th ICPiG, Prague, Czech Republic, (2007), *proceedings* 2009-2012.
- [31] D. Arandjić, **K. Stanković**, P. Osmokrović, Uticaj uslova eksploatacije na karakteristike kondenzatora sa polikarbonatnim dielektrikom, 8. savetovanje BiH CIGRE 2007, Zbornik radova R.D1.01.
- [32] B. Lončar, M. Vujisić, **K. Stanković**, D. Arandjić, P. Osmokrović, Radioactive resistance of some commercial gas filled surge arresters, 26th International Conference on Microelectronics, Nis, Serbia and Montenegro, May 2008, *Proceedings*, Volume 2, pp. 587-590.
- [33] B. Lončar, M. Vujisić, **K. Stanković**, P. Osmokrović, Compatibility of the Gas Filled Surge Arresters Characteristics, EUROCON 2009: International IEEE Conference Devoted To The 150 Anniversary Of Alexander S. Popov, VOLS 1- 4, *Proceedings*, (2009), pp. 1539-1545.
- [34] S. Đekić, **K. Stanković**, E. Dolićanin, M. Pešić, Važenje zakona sličnosti za impulsni probij gasova, 9. savetovanje BiH CIGRE 2009, Zbornik radova R.D1.04.
- [35] **K. Stanković**, E. Dolićanin, Lj. Nikolić, M. Pešić, Mogućnost poboljšanja efikasnosti fotonaponskih ćelija, 9. savetovanje BiH CIGRE 2009, Zbornik radova R.D1.06.
- [36] M. Vujisić, **K. Stanković**, P. Osmokrović, Effects of proton and ion beam irradiation on titanium dioxide memristors, 10th European Conference on Radiation Effects on Components and Systems RADECS 2009 *Proceedings* – PA-3.
- [37] **K. Stanković**, P. Osmokrović, M. Vujisić, Influence of Tube Volume on Measurement Uncertainty of GM Counter, Progress In Electromagnetics Research Symposium PIERS 2010, *Proceedings*, pp. 1204-1208.
- [38] A. Vasić, M. Vujisić, **K. Stanković**, B. Jovanović, Ambiguous Influence of Radiation Effects in Solar Cells, Progress In Electromagnetics Research Symposium PIERS 2010, *Proceedings*, pp. 1199-1203.
- [39] B. Lončar, S. Stanković, **K. Stanković**, B. Jovanović, Influence of Gamma Radiation on Some Commercial EPROM and EEPROM Components, Progress In Electromagnetics Research Symposium PIERS 2010, *Proceedings*, pp. 1193-1198.
- [40] K. Kovacević-Markov, A. Vasić, E. Dolićanin, G. Ilić, **K. Stanković**, Improvement of the Conventional Solar Cell Characteristics, 3rd IASTED African Conference on Power and Energy Systems, Africa PES 2010, *Proceedings*, pp. 123-127.
- [41] P. Osmokrović, D. Ilić, R. Marić, B. Irićanin, **K. Stanković**, Breakdown Initiation and Development in the Range to the Left of the Paschen Minimum, 3rd IASTED African Conference on Power and Energy Systems, Africa PES 2010, *Proceedings*, pp. 90-97.

- [42] **K. Stanković**, D. Arandjić, Dj. Lazarević, P. Osmokrović, Expanded and combined uncertainty in measurements by GM counters, *Nuclear Technology & Radiation Protection*, Vol. 22, No. 2, (2007), pp. 64-70.
- [43] **K. Stanković**, M. Vujisić, Influence of radiation energy and angle of incidence on the uncertainty in measurements by GM counters, *Nuclear Technology & Radiation Protection*, Vol. 23, No. 1, (2008), pp. 41-42.
- [44] M. Vujisić, **K. Stanković**, A. Vasić, Comparison of gamma ray effects on eproms and eeproms, *Nuclear Technology & Radiation Protection*, Vol. 24, No. 1, (2009), pp. 61-67.
- [45] **K. Stanković**, M. Vujisić, E. Dolićanin, Reliability Of Semiconductor And Gas-filled Diodes For Over-voltage Protection Exposed To Ionizing Radiation, *Nuclear Technology & Radiation Protection*, Vol. 24, No. 2, (2009), pp. 132-137.
- [46] M. Vujisić, **K. Stanković**, E. Dolićanin, B. Jovanović, Radiation Effects In Polycarbonate Capacitors, *Nuclear Technology & Radiation Protection*, Vol. 24, No. 3, (2009), pp. 209-211.
- [47] D. Arandjić, **K. Stanković**, T. Padežanin-Živić, Radijaciona i termička stabilnost kondenzatora sa polikarbonatnim dielektrikom, 28. savetovanje JUKO CIGRE 2007, R D1-02 19-27.
- [48] T. Padežanin-Živić, D. Arandjić, **K. Stanković**, Važenje zakona sličnosti za električno pražnjenje u gasovima, 28. savetovanje JUKO CIGRE 2007, R D1-03 29-45.
- [49] M. Pešić, **K. Stanković**, D. Arandjić, Važenje površinskog zakona uvećanja za proboj u vakuumu, 28. savetovanje JUKO CIGRE 2007, R D1-07 73-80.
- [50] **K. Stanković**, D. Arandjić, Dj. Lazarević, Proširena merna nesigurnost Geiger-Mueller-ovog brojača, 24. Simpozijum Društva za zaštitu od zračenja SCG, 2007, Zbornik radova, 331-336.
- [51] D. Arandjić, O. Ciraj, **K. Stanković**, Dj. Lazarević, Procjena izloženosti pacijenata pri radiografskim procedurama u dijagnostičkoj radiologiji, 24. Simpozijum Društva za zaštitu od zračenja SCG, 2007, Zbornik radova, 165-168.
- [52] Dj. Lazarević, D. Arandjić, **K. Stanković**, S. Stanković, O. Ciraj, Uloga i nadležnost regulatornog tela prema nacrtu novog zakona o zaštiti od jonizujućih zračenja i nuklearnoj sigurnosti, 24. Simpozijum Društva za zaštitu od zračenja SCG, 2007, Zbornik radova, 165-168.
- [53] **K. Stanković**, P. Osmokrović, GM brojači: potencijalni izvori merne nesigurnosti, 52. konferencija ETRAN-a, 2008, Zbornik radova, NT2.6-1-4, (Nagrađeni rad mladog istraživača).
- [54] M. Jurošević, G. Ilić, **K. Stanković**, R. Marić, Dielektrične karakteristike vakuumskih prekidača kondicioniranih kontakata i nakon sklopnih operacija koje dovode do zavarivanja kontakata i raskidanja zavarenih kontakata, 29. savetovanje CIGRE Srbija 2009, R D1-01.
- [55] M. Jurošević, I. Milovanović, R. Marić, **K. Stanković**, Dielektrične karakteristike vakuumskih prekidača nakon sklopnih operacija isključenja struje kratkog spoja, 29. savetovanje CIGRE Srbija 2009, R D1-02.
- [56] R. Marić, P. Osmokrović, **K. Stanković**, M. Vujisić, Važenje prostorno-vremenskog zakona porasta za proboj vakuuma, 29. savetovanje CIGRE Srbija 2009, R D1-03.
- [57] S. Đekić, Ć. Dolićanin, R. Marić, **K. Stanković**, Uslovi primenljivosti zakona geometrijske sličnosti na impulsni proboj gasova, 29. savetovanje CIGRE Srbija 2009, R D1-04.
- [58] A. Vasić, M. Vujisić, **K. Stanković**, Mogućnosti poboljšanja karakteristika solarnih ćelija-novi pristup, 29. savetovanje CIGRE Srbija 2009, R D1-06.

2. Predmet i cilj istraživanja

Opšti trend ka minijaturizaciji elektronskih komponenata i sklopova omogućio je proizvodnju GM brojila znatno manjih dimenzija pogodnih za punktualnu (lokalnu) detekciju zračenja. Međutim, ukupno smanjivanje dimenzija GM brojila podrazumeva i proporcionalno smanjenje dimenzija brojačke cevi, što za posledicu ima promenu efikasnosti i pouzdanosti GM brojila za detekciju jonizujućeg zračenja. Pouzdanost GM brojila za detekciju jonizujućeg zračenja izražava se odgovarajućom mernom nesigurnošću, koja može biti tip A ili tip B, u zavisnosti od toga da li je pojava koja dovodi do merne nesigurnosti pretežno stohastičke prirode (tip A) ili pretežno determinističke prirode (tip B). S obzirom na poznate karakteristike rada GM brojila kao potencijalni izvori merne nesigurnosti mogu se identifikovati: energija i ugao upadnog zračenja, mrtvo vreme brojila, sistem za očitavanje (usled rezolucije mernog instrumenta), kalibracija instrumenta, uticaj pozadinskog zračenja, merna nesigurnost samog merenja i uticaj prenaponskih pojava.

Realno je očekivati da minijaturizacija GM brojila, koja podrazumeva smanjenje njegovog elektronskog sklopa i brojačke cevi, utiče na njegovu mernu nesigurnost. Smanjenje elektronskog sklopa koje podrazumeva primenu novijih generacija elektronskih komponenti visokog stepena integracije, usled izuzetno nepovoljnog odnosa signal/šum uslovljenog tehnologijom izrade (tankoslojnošću) elektronike, dominantno utiče na mernu nesigurnost. Ovaj efekat je posebno uočljiv u urbanim sredinama koje su izrazito elektromagnetno kontaminirane i u blizini nuklearnih postrojenja. Pored toga, visoki stepen integracije čini iste neotpornim na prenaponske pojave koje mogu dovesti do funkcionalnih smetnji ili uništenja istih. Oba ova izvora merne nesigurnosti se mogu umanjiti primenom prenaponske zaštite elektronskih sklopova i/ili vršenjem merenja u prostoru zaštićenom od elektromagnetnog zračenja. Smanjenje dimenzija brojačke cevi utiče na mernu nesigurnost samog merenja, mernu nesigurnost usled mrtvog vremena i na mernu nesigurnost usled pozadinskog zračenja, pošto ovi izvori merne nesigurnosti potiču iz mehanizma pretvaranja jonizacionog efekta zračenja u gasu brojačke cevi u električno merljivi signal, tj. potiču od mehanizma električnog pražnjenja u gasovima. Naime, kao što je poznato, GM brojilo formira električni izlazni signal koji potiče od inicijalnog elektrona nastalog pozicioniranjem u kritičnoj zapremini dvoelektrodne konfiguracije izolovane gasom, odnosno od slobodnog elektrona nastalog primarnim jonizacionim procesom putem mehanizma samoodržavajuće gasne multiplikacije. Stohastičko priroda ovog procesa, koja nužno utiče na mernu nesigurnost GM brojila, zavisi od promena dimenzija brojačke cevi u skladu sa Zakonom uvećanja verovatnoće proboja.

Cilj rada je da se teorijski, numerički i eksperimentalno utvrdi uticaj promene dimenzija brojačke cevi na mernu nesigurnost GM brojila. Da bi se ostvario ovaj cilj biće razvijen model smanjenja verovatnoće impulsnog naponskog proboja sa zadatog jednosmernog naponskog nivoa, koji je u praksi određen radnom tačkom brojila. Taj model će se zasnivati na zakonu o aditivnosti nezavisnih verovatnoća i posmatranja električnog multiplikativnog procesa pražnjenja u gasovima kao Markovljevog procesa. Teorijski izrazi će biti izvedeni na taj način što će zapreminsko smanjenje dimenzija brojačke cevi, izvedene u cilindričnoj i planparalelnoj geometriji, biti posmatrano u dva odvojena koraka: prvi korak - smanjenje dimenzija u pravcu z – ose (smanjenje međuelektrodnog rastojanja) i drugi korak - smanjenje dimenzija u xy – ravni (smanjenje površine elektroda brojačke cevi). Pri tome će biti posmatrano statističko vreme koje je određeno pojavom jednog slobodnog elektrona nastalog jonizujućim zračenjem u kritičnoj zapremini i njegovom transformacijom u inicijalni elektron. Statističkom vremenu će biti dodato formativno vreme i vreme formiranja lavine, što će omogućiti formiranje statističkog uzorka slučajne promenljive „probojno vreme“, koje je u direktnoj vezi sa mrtvim vremenom detektora, a ono je kao što je već rečeno, jedan od osnovnih izvora merne nesigurnosti GM brojila. Tako dobijena zavisnost mrtvog vremena od parametara m i n (faktori smanjenja međuelektrodnog rastojanja i površine elektroda brojačke cevi), biće upoređena sa odgovarajućim statističkim uzorcima slučajne promenljive „probojno vreme“ generisanim numerički primenom Monte Karlo metode, odnosno eksperimentalno, pod dobro kontrolisanim laboratorijskim uslovima, metodom više izvora zračenja. U svrhu eksperimentalne potvrde teorijski i numerički dobijenih rezultata biće izrađena dvostruka višeslojna komora u koju će biti smešteno GM brojilo sa brojačkom cevi promenljivih dimenzija. Za ispitivanje uticaja međuelektrodnog rastojanja i uticaja promena dimenzija brojačke cevi na mernu nesigurnost biće korišćena dva tipa brojačke cevi, koje će biti izrađene u koaksijalnoj i planparalelnoj geometriji. Na osnovu numerički i eksperimentalno dobijenih raspodela verovatnoće kojima podležu ispitivane komponente merne nesigurnosti, biće formiran ukupan budžet merne nesigurnosti GM brojila u zavisnosti od dimenzija i geometrije brojačke cevi, kao i od tehnološkog rešenja instrumenta. Relevantni bibliografski izvori i ostvareni radovi koji su vezi sa predmetom istraživanja u ovom radu su sledeći:

P. R. Bevington, *Data Reduction and Error Analysis for the Physical Sciences*, McGraw-Hill, New York, 1969.

M. Cox, P. Harris and B. R.-L. Siebert, Evaluation of Measurement Uncertainty Based on the Propagation of Distributions Using Monte Carlo Simulation, *Measurement Techniques*, Vol. 46, No. 9, pp. 824-833, 2003. [ISSN 0543-1972]

M.G. Cox, B.R.L. Siebert, The use of a Monte Carlo method for evaluating uncertainty and expanded uncertainty *Metrologia* Vol. 43, No. 4, (2006), art. no. S03, pp. S178-S188. [ISSN 0026-1394]

B.R.L. Siebert, Uncertainty in radiation dosimetry: Basic concepts and methods, *Radiation Protection Dosimetry*, Vol. 121, No. 1, (2006) pp. 3-11. [ISSN 0144-8420]

K. Stanković, M. Pešić, P. Osmokrović, M. Vujisić, Surface Time enlargement law for gas pulse breakdown, *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation* Vol.15, No.4, (2008), pp. 994-1005 [ISSN 1070-9878]

K. Stanković, P. Osmokrović, Č. Dolićanin, M. Vujisić, A. Vasić, Time enlargement law for gas pulse breakdown, *Plasma Sources Science and Technology* Vol. 18 (2009) 025028 (12pp) [ISSN 0963-0252].

M. Vujisić, K. Stanković, N. Marjanović, P. Osmokrović, Simulated Effects of Proton and Ion Beam Irradiation on Titanium Dioxide Memristors, *IEEE Transactions on Nuclear Science*, Vol. 57, No. 4, (2010), pp. 1798-1804 [ISSN 0018-9499]

K. Stanković, M. Vujisić, Lj. Delić, Influence of Tube Volume on Measurement Uncertainty of GM Counters, *Nuclear Technology & Radiation Protection*, Vol. 25, No. 1, (2010), pp. 46-50 [ISSN 1451-3994].

M. Vujisić, K. Stanković, P. Osmokrović, A statistical analysis of measurement results obtained from nonlinear physical laws, *Applied Mathematical Modelling* DOI: 10.1016/j.apm.2010.12.017, (2010) [ISSN 0307-904X].

3. Polazne hipoteze

Da bi se trend ka minijaturizaciji elektronskih instrumenata ispratio, kao prvo je potrebno izvršiti teoretsku analizu posledica kako smanjivanja dimenzije brojačke cevi GM brojila tako i primene elektronskih predpojačavačkih i pojačavačkih sklopova najnovije generacije integrisanosti sa i bez sistema antikoincidentne zaštite za pouzdan rad brojila u cilju ostvarenja mogućnosti punktualne detekcije jonizujućeg zračenja. U tom cilju će se na bazi primene Zakona porasta verovatnoće električnog pražnjenja u gasovima u inverznoj formi analizirati teoretski model efekata smanjenja dimenzija brojačke cevi (dvoelektrodne konfiguracije izolovane gasom) na mernu nesigurnost detekcije jonizujućeg zračenja. Ovo teoretsko razmatranje će se zasnivati na komplementarnosti događaja proboj i ne-proboj, pod uslovom stvaranja slobodnih elektrona, potencijalno inicijalnih, pod dejstvom spoljašnjeg jonizujućeg zračenja. Što se tiče uticaja jonizujućeg zračenja na elektronske sklopove sa visokim stepenom integracije biće izvršena eksperimentalna provera šuma uz izazivanje lažnih impulsa eksperimentalno promenom laboratorijki kontrolisanog gama i X polja, kao i numeričkom simulacijom primenom metode Monte Karlo. Za navedene komponente merne nesigurnosti kao i za uticaj energije i ugla upadnog zračenja, mrtvog vremena brojila, kalibracije instrumenta, pozadinskog zračenja i prenaponskih pojava biće pretpostavljene teoretske funkcije raspodele koje opisuju njihovu prirodu ponašanja, a na osnovu koje se aparatom matematičke statistike uspostavlja uticaj svake od komponenata na ukupan budžet merne nesigurnosti pri detekciji jonizujućeg zračenja GM brojilom novije genearcije.

U cilju provere rezultata dobijenih teoretskim razmatranjem i numeričkom simulacijom biće izvršeni eksperimenti koji će odgovarati matematičkim modelima na kojima je izvršeno teoretsko razmatranje i numerička simulacija. Rezultati doktorske disertacije biće, između ostalog, nadovezani na rezultate sledećih referentnih rezultata:

M.G. Cox, B.R.L. Siebert, The use of a Monte Carlo method for evaluating uncertainty and expanded uncertainty *Metrologia* Vol. 43, No. 4, (2006), art. no. S03, pp. S178-S188.

M. Vujisić, K. Stanković, N. Marjanović, P. Osmokrović, Simulated Effects of Proton and Ion Beam Irradiation on Titanium Dioxide Memristors, *IEEE Transactions on Nuclear Science*, Vol. 57, No. 4, (2010), pp. 1798-1804 [ISSN 0018-9499]

K. Stanković, M. Vujisić, Lj. Delić, Influence of Tube Volume on Measurement Uncertainty of GM Counters, *Nuclear Technology & Radiation Protection*, Vol. 25, No. 1, (2010), pp. 46-50 [ISSN 1451-3994].

P. Osmokrović, M. Jurosević, K. Stanković, M. Vujisić, Radiation hardness of gas discharge tubes and avalanche diodes used for transient voltage suppression, *Radiation Effects And Defects In Solids*, Vol. 164, No. 12, (2009), pp. 800-808 [ISSN 1042-0150].

K. Stanković, M. Pešić, P. Osmokrović, M. Vujisić, Surface Time enlargement law for gas pulse breakdown, *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation* Vol.15, No.4, (2008), pp. 994-1005 [ISSN 1070-9878]

4. Naučne metode istraživanja

Tokom izrade rada koristiće se pretežno sve naučne metode istraživanja uobičajene za prirodne nauke, tj. koristiće se teoretska razmatranja, numerička simulacija i eksperimentalna provera. U

okviru teoretskih razmatranja biće razvijen originalni zakon prostorno-vremenskog uvećanja verovatnoće električnog proboja primenljiv na brojačku cev koji se može primeniti na proračun funkcionalne zavisnosti verovatnoće proboja (broja impulsa u jedinici vremena) od gabarita brojačke cevi, kao i odgovarajućih posledica na mrtvo vreme brojila. Biće razvijen budžet merne nesigurnosti koji će zavisiti od tehnoloških rešenja predpojačavačkog i pojačavačkog sklopa, kao i od faktora uticaja dimenzija i geometrije brojačke cevi. Ove posledice smanjivanja dimenzija brojačke cevi biće sagledane u sinergiji sa efektima elektromagnetne i nuklearne kontaminacije sredine unutar koje se merenja vrše GM brojilom. Dobijeni rezultati biće provereni na realnom modelu GM brojila za sve parametre definisane u radu koji mogu imati uticaj na mernu nesigurnost detekcije jonizujućeg zračenja izazvanu minijaturizacijom samog brojila.

5. Očekivani naučni doprinos

Analizom indukovano električnog proboja u GM cevi u zavisnosti od parametara dimenzija i elektrodne konfiguracije cevi (cilindrične i planparalelne) uzimajući u obzir stohastičko vreme transformacije slobodnog elektrona u inicijalni elektron i njegovim ulaskom u kritičnu zapreminu biće izvedeni izrazi za zapreminsko-vremenski zakon uvećanja verovatnoće proboja uz pretpostavljanje nezavisnosti pojedinačnih pražnjenja tokom redukcije dimenzija brojačke cevi uz svodenje stohastike procesa na najadekvatniju teoretsku raspodelu gustine verovatnoće (normalna, duplo-eksponencijalna, dvo- i tro-parametarska Weibull-ova raspodela), što će predstavljati unapređenje postojećih izraza izvedenih za potrebe tehnike visokih napona u kojima se Zakon uvećanja izvodi isključivo u odnosu na dvodimenzionalno (površinsko) povećanje dimenzija. Prilikom tretiranja radijacione otpornosti elektronskih komponenata brojila biće prikazan rezultat koji će se odnositi na potencijalnu mogućnost primene memristivnih struktura u tu svrhu, u potpunosti novom konceptom.

Napredak u minijaturizaciji elektronskih komponenata uz mogućnost minijaturizacije brojačke cevi GM brojila zasnovane na električnom pražnjenju u gasovima, a samim tim otporne na efekte termičkog šuma i ostale termičke efekte, omogućava pouzdanu punktualnu detekciju zračenja, što je od presudnog značaja u medicinskim primenama detekcije jonizujućeg zračenja, kao i u primenama detekcije zračenja u industriji visokih tehnologija. Iz ove perspektive se može očekivati da će rezultati dobijeni u radu odrediti prihvatljive granice do kojih je moguće izvršiti smanjenje dimenzija GM brojila uz održavanje merne nesigurnosti unutar namenom predviđenih granica.

6. Plan istraživanja i struktura rada

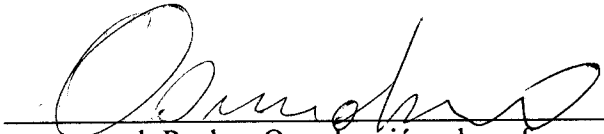
U prvoj fazi rada biće razmatrane opšte koncepcije merne nesigurnosti tip A i tip B kao i mogućnost njihovog određivanja analitičkom, odnosno Monte Karlo metodom. Nakon toga će se ukratko razmatrati efekti interakcije jonizujućeg zračenja sa materijalom uz posebni osvrt na interakciju jonizujućeg zračenja sa gasovima. U nastavku ovoga će biti detaljno opisani uslovi funkcionisanja i metode realizacije detektora na bazi jonizacione komore sa posebnim naglaskom na GM brojilo. Prilikom razmatranja efekata u radnoj tački naponsko strujne ravni GM brojila biće ukazano na različite mehanizme pojave samoodržavajućeg pražnjenja koje vodi proboju i definisani osnovni parametri koji na njega utiču. Imajući u vidu ove parametre, kao i uobičajena konstruktivna rešenja GM brojačke cevi biće izveden prostorno-vremenski zakon povećanja verovatnoće proboja. Paralelno sa ovim razmatranjima efekata koji se dešavaju u brojačkoj cevi biće proučavani efekti radijacione otpornosti i mogućnosti njenog povećanja za komponente koje se koriste ili za koje postoji verovatnoća da će se koristiti za izradu elektronskih delova GM brojila. Na bazi ovih razmatranja će se izvesti budžet merne nesigurnosti GM brojila u uslovima eksploatacije pri čemu će biti jasno definisani najdominantniji izvori merne nesigurnosti i njima će biti posvećena posebna pažnja (prema dosadašnjem iskustvu u radu u ovoj oblasti dominantna komponenta bužeta merne nesigurnosti jeste veličina brojačke cevi).

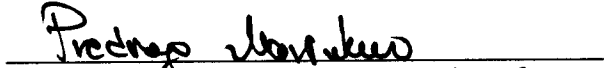
7. Zaključak i predlog

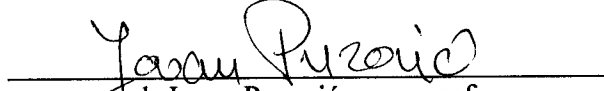
Koviljka Stanković, dipl. ing. – master prijavila je svoju doktorsku disertaciju pod naslovom **Uticaj dimenzija brojačke cevi na mernu nesigurnost GM brojila** u skladu sa Pravilnikom o doktorskim studijama Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta u Beogradu, podnevši na uvid sva, pomenutin pravilnikom, predviđena dokumenta. Na osnovu podnesenih dokumenata je konstatovano da je Koviljka Stanković diplomirala na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu, da je na istom fakultetu završila master studije i da je položila sve predviđene ispite sa prve dve godine studija trećeg stepena (doktorskih studija), te da ne postoje nikakve zakonske smetnje da prijavi doktorsku disertaciju. Iz dostavljene dokumentacije koja uključuje i bibliografiju do sada objavljenih naučnih i stručnih radova Koviljke Stanković se može zaključiti da se radi o uspešnom mladom naučnom radniku od kojeg se očekuje da će ciljeve postavljene u prijavi svoje disertacije uspešno obaviti u, za to predviđenom, zakonskom roku. Na osnovu obrazloženja predmeta i cilja istraživanja, polaznih hipoteza istraživanja, očekivanih naučnih doprinosa i plana istraživanja možemo zaključiti da tema prijavljene doktorske disertacije pod naslovom **Uticaj dimenzija brojačke cevi na mernu nesigurnost GM brojila** omogućava da se u okviru nje ostvare značajni naučni i stručni doprinosi iz oblasti detekcije jonizujućeg zračenja, kao i iz oblasti stohastičnosti procesa indukovanog električnog proboja gasova. Predloženi mentor prof. dr Predrag Osmokrović je redovni profesor Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta u Beogradu sa oko sto objavljenih radova u časopisima sa SCI liste iz naučne oblasti predložene disertacije, a ujedno i rukovodilac fundamentalnih istraživanja Ministarstva za nauku, u kategoriji A1, iz naučne oblasti predložene teme doktorskog rada, te u tom smislu smatramo da je kompetentan da obavlja funkciju mentora ove disertacije. Stoga predlažemo Naučno nastavnom veću da odobri izradu doktorske disertacije kandidatkinje Koviljke Stanković pod naslovom **Uticaj dimenzija brojačke cevi na mernu nesigurnost GM brojila**.

U Beogradu,
05.01.2011.

Komisija


dr Predrag Osmokrović, red. prof.


dr Predrag Marinković, red. prof.


dr Jovan Puzović, vanr. prof.
(Fizički fakultet Univerziteta u Beogradu)