

**ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА У ЧАЧКУ
УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ**

Број 53 – 2165/16

18. 11. 2015. год.

Ч А Ч А К

На основу члана 32. Закона о изменама и допунама Закона о високом образовању ("Сл. гласник РС", 44/2010), члана 46. Статута Универзитета у Крагујевцу чл. 4. ст. 6. Правилника о пријави и изради и одбрани докторске дисертације и Извештаја Комисије именоване одлуком Стручног већа за техничко - технолошке науке Универзитета у Крагујевцу број IV-04-529/18 од 14. октобра 2015. год. у саставу: др Јеролсав Живанић ред. проф., Факултет техничких наука, Чачак, Универзитет у Крагујевцу, др Јован Цветић, ред. проф., Електротехнички факултет Београд, Универзитет у Београду, др Небојша Митровић, ред. проф., Факултет техничких наука, Чачак, Универзитет у Крагујевцу, Наставно-научно веће на седници одржаној 18. новембра 2015. год., донело је

О Д Л У К У

1. **Прихвата се** Извештај Комисије за оцену подобности теме и одобрава се израда докторске дисертације кандидату **мр Милицы Таушановић, дипл. инж. ел.** под називом "**Електродинамички процеси у каналу при атмосферском пражњењу са утицајем струјне рефлексије**".

2. **Др Јерослав Живанић, ред. проф.,** именује се за ментора.

3. Одлука са Извештајем о подобности теме за израду докторске дисертације доставља се Стручном већу за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу на сагласност.

Доставити:

- Универзитету у Крагујевцу,
- ментору,
- кандидату
- у досије и
- архиви ННВ.



ДЕКАН

ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Проф. др Јерослав М. Живанић, дипл. инж. ел.

ЗАХТЕВ
ЗА ДАВАЊЕ САГЛАСНОСТИ НА ИЗВЕШТАЈ О ПРЕДЛОГУ ТЕМЕ
ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Шифра за идентификацију дисертације (043.3)
Шифра УДК¹ (бројчано) 537.87 (043.3)

**СТРУЧНОМ ВЕЋУ ЗА ТЕХНИЧКО-ТЕХНОЛОШКЕ НАУКЕ
УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ**

Молим да у складу са чл. 128 Закона о високом образовању и чл. 46 Статута Универзитета дате сагласност на извештај комисије о оцени теме докторске дисертације:

Назив дисертације: **ЕЛЕКТРОДИНАМИЧКИ ПРОЦЕСИ У КАНАЛУ ПРИ АТМОСФЕРСКОМ ПРАЖЊЕЊУ СА УТИЦАЈЕМ СТРУЈНЕ РЕФЛЕКСИЈЕ**

Научна област УДК (текст): **Теоријска електротехника**

Ментор (име и презиме, звање): **Проф. др Јерослав Живанић**

(Навести пет потпуних референци за радове ментора из уже научне или уметничке области из које је тема дисертације)

1. M. V. Andrejević-Stošović, **Jeroslav M. Živanić**, V. B. Litovski, *Maximally Flat Filter Functions with the Maximum Number of Transmission Zeros Having Maximal Multiplicity*, IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS - II: Express briefs (ISSN 1549-7747), Volume 61, Issue 10 (2014), 778-782, DOI: 10.1109/TCSII.2014.2345300; IF(2014)=1.234 (M23).
2. B. Jordović, B. Nedeljković, N. S. Mitrović, **Jeroslav M. Živanić**, A. M. Maričić, *Effect of Heat Treatment on Structural Changes in Metastable AlSi10Mg Alloy*, JOURNAL OF MINING AND METALLURGY SECTION B-METALLURGY (ISSN 1450-5339), vol. 50, no. 2 (2014), p. 133-137, IF(2014) = 0.832 = (M22)
3. Z. Vuković, P. Spasojević, M. Plazinić, **Jeroslav M. Živanić**, M. Spasojević, *The effects of annealing temperatures on magnetic and electric properties of electrodeposited Ni_{85.3}Fe_{10.6}W_{1.4}Cu_{2.2} alloy*, JOURNAL OF OPTOELECTRONICS AND ADVANCED MATERIALS (ISSN 1454-4164), Vol. 16, No. 7-8 (July-August 2014), p. 985-989. IF(2013)=0.563 (M23)
4. M. Matović, S. Panić, Z. Popović, M. Stefanović, **Jeroslav M. Živanić**, M. Perić, *Eta-Mu modeled multipath propagation of electromagnetic wave*, Technics Technologies Education Management - TTEM (ISSN 1840-1503), vol. 7, no. 2 (2012), pp. 456-461, IF(2011) = M23
5. M. Dobričić, **Jeroslav M. Živanić**, M. Plazinić, *Application of modified charge simulation method as solution to two-wire lines*, Technics Technologies Education Management – TTEM (ISSN 1840-1503), Vol. 6, No. 1 (2011), pp. 211-217, IF(2011) = M23
6. D. Minić, M. Plazinić, **Jeroslav M. Živanić**, A. Maričić, *Influence of Structural Transformations on Electric and Magnetic Properties of Fe₈₁B₁₃Si₄C₂ Amorphous Alloy*, SCIENCE OF SINTERING (ISSN 0350-820X), Vol. 42, No. 1 (2010), pp. 61-68, IF(2010) = 0.403 (M23)

Кратко образложење теме (до 100 речи)

У предложеној дисертацији размотриће се механизам настанка атмосферских пражњења (АП), а посебно ће се анализирати најчешће негативно АП облак-Земља. Један од најважнијих параметара АП који се мери је струја у тачки удара. Биће изложене и анализиране физичке основе генерализаног модела повратног удара са путујућим струјним извором (ГМПСИ). Посебно ће се анализирати иницијална подужна количина наелектрисања у каналу и њен утицај на јачину струје дуж канала и израчунавање функције пражњења канала АП. Надаље, биће теоријски објашњена динамика канала АП

¹ УДК - Универзална децимална класификација (налази се у библиотеци сваког факултета)

при претпостављеној константној густини наелектрисања у омотачу канала. Користећи ГМПСИ модел извршиће се анализа струјних рефлексија од тачке удара на динамику канала АП изнад земље односно израчунаће се нова функција пражњења канала (или пуњења канала позитивним наелектрисањем). Израчунаће се укупни коефицијент рефлексије струје од тла и са њим повезани нелинеарни ефекти отпора уземљења при повратном удару.

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Презиме и име кандидата: Таушановић Милица

Назив завршеног факултета: Електротехнички факултет Београд

Одсек, група, смер: Електроенергетске мреже и постројења

Година дипломирања: 1990

Назив магистарског рада, односно докторског студијског програма: Промена карактеристика система изолације мерних трансформатора у току погона

Научно подручје: Електротехника, енергетика

Година одбране: 2004

Факултет и место: Електротехнички факултет Београд

Број публикованих радова: 1 публикован рад у међународном часопису где је кандидат први аутор (кат. М23). 3 рада саопштена на међународном скупу штампани у целини (кат. М33), 19 радова саопштених на скупу националног значаја штампани у целини (кат. М63)

1. Tausanovic M., S. Markovic, S. Marjanovic, J. Cvetic and M. Cvejic, "Dynamics of a Lightning Channel Corona Sheath Using a Generalized Traveling Current Source Return Stroke Model – Theory and Calculations", IEEE Transaction on Electromagnetic Compatibility, Vol. 52, No.3, ISSN 0018-9375, DOI: 10.1109/ TEMC. 2010.2044886, p.646-656, (2010), IF 0.808 **M23**.

2. Taušanović M., Cvetić J., Ignjatović M., Pavlović D., Mijajlović N.: Evolution Of The Corona Of Envelope In The Presence Transition Charge Along Lightning Channel Core, PES 2015 – 12th International Conference on Applied Electromagnetics, aug. 31 – sep.2. 2015, Niš, Serbia, pp.1-10, (**M33**).

3. Tausanović M., Cvetic J., Ignjatovic M., Pavlovic D., Djuric R., Ponjavic M., Sumarac Pavlovic D. and Mijajlović N.: The influence of the lightning current reflections from the ground on electric field near channel core, 27th Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases, SPIG 2014, 26.-28. 08. 2014., Belgrade, pp. 383-386, (**M33**).

Назив и седиште организације у којој је кандидат запослен:

ЕПС Дистрибуција, д.о.о. Београд

Радно место: Водећи инжењер у служби за анализу догађаја на дистрибутивним електроенергетским системима.

**ПОТВРЂУЈЕМО ДА КАНДИДАТ ИСПУЊАВА УСЛОВЕ УТВРЂЕНЕ
ЧЛ. 128. ЗАКОНА О ВИСОКОМ ОБРАЗОВАЊУ И
ЧЛ. 46. СТАТУТА УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ**

У прилогу вам достављамо: - Извештај Комисије о оцени теме;
- Одлуку наставно-научног већа факултета о одобравању теме за израду докторске дисертације.

Чачак, 20. 11. 2015. год.



ДЕКАН ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Проф. др Јерослав Живанић, дипл. инж.ел.

Универзитет у Крагујевцу

Факултет техничких наука у Чачку

10. 11. 2015
012 2139

**НАСТАВНО – НАУЧНОМ ВЕЋУ
ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА У ЧАЧКУ**

Предмет: Извештај Комисије за оцену подобности теме докторске дисертације кандидата
мр Милице Таушановић, дипл. инж. електротехнике

Одлуком Стручног већа за техничко – технолошке науке Универзитета у Крагујевцу број IV-04-529/18 од 14. октобра 2015. год. именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме докторске дисертације кандидата Милице Таушановић, дипл. инж. електротехнике, под радним насловом:

**“ЕЛЕКТРОДИНАМИЧКИ ПРОЦЕСИ У КАНАЛУ ПРИ АТМОСФЕРСКОМ
ПРАЖЊЕЊУ СА УТИЦАЈЕМ СТРУЈНЕ РЕФЛЕКСИЈЕ“**

На основу увида у приложену документацију, Комисија подноси Наставно-научном већу следећи:

ИЗВЕШТАЈ

2.1. Биографски подаци кандидата

Милица Таушановић је рођена у Београду 16. августа 1962. год., где је завршила основну и средњу школу. Дипломирала је на Електротехничком факултету Универзитета у Београду 1990. год., са темом „Парцијална пражњења у уљу трансформатора“. У истој институцији школске 1990/91 године је уписала последипломске студије на смеру Електроенергетске мреже и постројења, где је 2004. год. одбранила магистарску тезу под називом „Промена карактеристика система изолације мерних трансформатора у току погона“ под менторством ред. проф. Милана С. Савића.

У периоду 1990. – 2001. год. била је запослена у Заводу за изградњу града Београда у Сектору за надзор на радним местима: инжењера - приправника, инжењера – сарадника и овлашћеног инжењера за надзор.

Од 2001. – 2005. год. је радила у ЈП Електроисток – Пројектни биро, група за пројектовање далековада на радном месту водећег инжењера са лиценцама: одговорног пројектанта за електроенергетске инсталације високог и средњег напона и одговорног

пројектанта за разводна постројења и пренос електричне енергије и електроенергетских инсталација ниског и средњег напона.

Од 2005. год. је запослена у ЕПС – ПД Електродистрибуција – Београд на радним местима: до 2011 год. у Дирекцији планирања и развоја, Служба за пројектовање објеката 110 и 35 kV, на месту водећег пројектанта за објекте 110 и 35 kV и водећег инжењера у служби за пројектовање објеката 10 kV, 1 kV и ЈО (Јавно Осветљење). Од 2011. до 2013. год. је радила у Центару за ИМС на месту Водећег стручног сарадника, а од 2013. год. ради у Служби за анализу догађаја на ДЕЕС на месту Водећег инжењера. Од 2005. запослена је у ЕПС – ПД Електродистрибуција – Београд, које од јула 2015. год. носи назив Оператер дистрибутивног система „ЕПС Дистрибуција“, д.о.о. Београд.

У досадашњем раду као аутор или коаутор објавила је следеће публикације:

Рад штампан у часопису међународног значаја M23

1. **Tausanovic M.**, S. Markovic, S. Marjanovic, J. Cvetic and M. Cvejic, “Dynamics of a Lightning Channel Corona Sheath Using a Generalized Traveling Current Source Return Stroke Model – Theory and Calculations”, IEEE Transaction on Electromagnetic Compatibility, Vol. 52, No.3, ISSN 0018-9375, DOI: 10.1109/ TEMC. 2010.2044886, p.646-656, (2010), IF 0.808 M23.

Радови саопштени на међународном скупу штампани у целини M33

1. **Taušanović M.**, Cvetić J., Ignjatović M., Pavlović D., Mijajlović N.: Evolution Of The Corona Of Envelope In The Presence Transition Charge Along Lightningchannel Core, PES 2015 – 12th International Conference on Applied Electromagnetics, aug. 31 – sep.2. 2015, Niš, Serbia. pp.?
2. **Tausanović M.**, Cvetic J., Ignjatovic M., Pavlovic D., Djuric R., Ponjavic M., Sumarac Pavlovic D. and Mijajlović N.: The influence of the lightning current reflections from the ground on electric field near channel core, 27th Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases, SPIG 2014, 26.-28. 08. 2014., Belgrade, pp. 383-386.
3. Cvetic J., S. Markovic, **Tausanovic M.**, “Luminosity Characteristics of the Traveling Current Source Return Stroke Models” 18th International Zurich Symposium on EMC, Munich 2007, pp. 285-288.

Радови саопштени на скупу националног значаја штампани у целини –M63

1. **Таушановић М.**, Станојевић Д.: одржавање и преглед личне заштитне опреме - рукавице, II Регионална међународна конференција “Примењена заштита и њени трендови”, 21.-23. 09. 2015., Златибор.
2. **Таушановић М.**, Станојевић Д.: Обезбеђење места рада у ТС 110/X kV са два система сабирница приликом ремонта, II Регионална међународна конференција “Примењена заштита и њени трендови”, 21.-23. 09. 2015., Златибор.
3. **М. Таушановић**, Л. Радић: Показатељи квалитета испоруке електричне енергије (SAIFI, SAIDI i CAIDI) у Електродистрибуцији Београд, Cigre Србија, 32. саветовање 17.–21. 05.2015., Златибор, Р Ц2-12. (група Ц2, број рада-12)
4. **М. Таушановић**: Пробој кабловске спојнице у ТС 35/10 kV Зелени венац, Cigre Србија, 32. саветовање 17.–21. 05.2015., Златибор, Р Б1-04.

5. М. Бабовић, **М. Таушановић**: Изведена истраживања у циљу анализе степена загађења у објектима Електропривреде Србије као последица бомбардовања НАТО пакта, Cigre Србија, 32. саветовање 17.–21. 05.2015., Златибор, Р Ц3-03.
6. **Таушановић М.**, Станојевић Д.: Обезбеђење места рада приликом радова на одржавању импедансе за уземљење неутралне тачке 35 kV, Регионална међународна конференција “Примењена заштита и њени трендови”, 17.-19. 09. 2014., Златибор, с. 204-209.
7. Станојевић Д., **Таушановић М.**: Кључни показатељи успешности у систему безбедности и здравља на раду, Регионална међународна конференција “Примењена заштита и њени трендови”, 17.-19. 09. 2014., Златибор, с. 30-35.
8. **Таушановић М.**, В. Шилкут, М. Грбић, А. Павловић: Примена прописа и искуства “Електродистрибуције Београд” на заштити запослених и становништва од утицаја нејонизујућих зрачења, Електропривреда, CIREД 2014, 9. саветовање 23. – 28.09.2014., Врњачка бања, СТК1 Р-1,21.
9. М. Грбић, А. Павловић, **М. Таушановић**, В. Шилкут: Примена мера за смањење вредности магнетске индукције дистрибутивне трансформаторске станице 10/0,4 kV, CIREД 2014, 9. саветовање 23. – 28.09.2014., Врњачка бања, СТК1 Р-1.19.
10. **Таушановић М.**, Ј. Цветић, М. Игњатовић, Д. Павловић, Н. Мијајловић: Утицај отпора уземљења објекта на струју атмосферског пражњења у тачки удара, CIREД 2014, 9. саветовање 23. – 28.09.2014., Врњачка бања, СТК1 Р1.22.
11. **Таушановић М.**, Д. Станојевић: Заштита запослених при раду са електричном опремом пуњеном чистим или контаминираним уљима. IX међународно Саветовање “Ризик и безбедносни инжењеринг”, 01.-08. 02. 2014., Копаоник, с. 466-474.
12. **Таушановић М.**, Д. Станојевић: Међусобни однос животне и радне средине кроз призму ISO 14001 i OHSAS 18001, Cigre Србија, 31. саветовање 26.–30. 05.2013., Златибор, Р Ц3-06.
13. Грбић М., А. Павловић, **М. Таушановић**, В. Шилкут: Нивои нејонизујућих зрачења надземних и кабловских водова напонског нивоа 35 kV, CIREД 2012, 8. саветовање 23. – 28.09.2012., Врњачка Бања (рад је проглашен за најбољи у оквиру рада стручне комисије 1, Р-1.13). СТК1 Р-1.13.
14. Грбић М., А. Павловић, Д. Хрвић, **М. Таушановић**, В. Шилкут, С. Максимовић: Нивои нејонизујућих зрачења у пословно-енергетским објектима „Електродистрибуције Београд”, VIII међународно Саветовање “Ризик и безбедносни инжењеринг”, 02.-09. 02. 2013., Копаоник, II Зборник, с. 1-8.
15. Крњајић Д., В.Шилкут, **М.Таушановић**, Д. Станојевић: Модел изградње система квалитета Контролног тела и његове интеграције са осталим системима менаџмента;15. DQM Међународна конференција, Управљање квалитетом и поузданошћу ICDQM – 2012, 18-29 јун 2012, Београд.
16. **Таушановић М.**, В. Шилкут: Нејонизујућа зрачења у преносној и дистрибутивној мрежи електроенергетског система Србије, Cigre Србија – Округли сто, 30. саветовање 29.05. – 03.06.2011., Златибор.
17. **Таушановић М.**, А. Половац-Дамљановић, П. Анданов: Повратни утицај потрошача на дистрибутивну мрежу, Cigre Србија, 30. саветовање 29. 05. – 03. 06. 2011., Златибор, Р Ц6-14.
18. Цветић Ј., **М. Таушановић**: Магнетско поље у близини тачке удара атмосферског пражњења, CIREД СРБИЈА, VI Саветовање о електродистрибутивним мрежама, 30. 09.-03. 10. 2008, Врњачка Бања, СТК2 Р-2.13.
19. **Таушановић М.**, Ј. Храстник, Ђ. Глишић, Деградације изолације слабоизолованог проводника због присуства прибора од метала за његово прихватање на изолатор, Јuko Cigre, 28. саветовање 30. 09.-05. 10. 2007, Врњачка Бања, Р Б2-13.

Радови штампани у часопису националног значаја M53

1. Б. Радојевић, М. Таушановић, М. Мичић: Решење проблема дистрибуције електричне енергије до најудаљенијих потрошача применом фотонапонске конверзије соларне енергије, часопис Електродистрибуција, децембар 1999, ISSN 0351-5109, с. 180-188.

2.2. Подаци о докторској дисертацији

Радни наслов теме докторске дисертације

Електродинамика атмосфере је у жижи интересовања научне јавности већ више од деценије од када је утврђена линеарна колерација између глобалне честине и интензитета атмосферских пражњења и пораста температуре на површи Земље. Електродинамика атмосферских пражњења припада широј и мултидисциплинарној области динамике атмосфере која обухвата како динамику тропосфере и стратосфере тако и динамику мезосфере са јоносфером. У овој дисертацији ће се анализирати део електродинамике у тропосфери који се односи на повратни удар негативног атмосферског пражњења облак-земља са рефлексима струје од тачке удара. Имајући у виду постављене циљеве истраживања током реализације ове докторске дисертације, предлаже се да тема има следећи радни наслов:

“ЕЛЕКТРОДИНАМИЧКИ ПРОЦЕСИ У КАНАЛУ ПРИ АТМОСФЕРСКОМ ПРАЖЊЕЊУ СА УТИЦАЈЕМ СТРУЈНЕ РЕФЛЕКСИЈЕ“

Предмет докторске дисертације

Електричне карактеристике атмосферских пражњења (АП) облак-Земља у тачки удара и у њеној близини су од виталног значаја за електро-инжењерску праксу, како са аспекта електроенергетике тако и са аспекта заштите од сметњи разних савремених електронских и телекомуникационих уређаја. Поред тога, посматрано из шире перспективе, карактеристике АП облак-Земља (честина удара, струје у тачки удара, израчени електромагнетски импулс, акциони интеграл, укупна енергија удара и др) могу бити од великог значаја и за друге гране науке, као нпр. за климатологију, хидрометеорологију, физику и хемију тропосфере, стратосфере, мезосфере и јоносфере. Савремена истраживања су показала да су АП природни генератори NO_x једињења, која имају директан утицај на стварање озона у тропосфери. Због повећане густине доњих слојева атмосфере, озон у тропосфери ствара јак ефекат стаклене баште и тиме директно утиче на глобално загревање. Студије показују да највероватније постоји позитивна повратна спрега између АП и глобалног повећања температуре на површи Земље. Наиме, повећање температуре повећава испаравање воде и стварање олујних облака (кумулонимбуса) а тиме честину АП, АП повећавају генерисање NO_x једињења односно озона који својим присуством у тропосфери повећава ефекат стаклене баште и доприноси повећању температуре.

Поред тога позитивна АП облак-Земља генеришу ефекте у стратосфери и мезосфери познате као “плави праменови” (blue jets), “духови” (sprites) и “вилењаци” (elves). Нарочито су од значаја пражњења у мезосфери типа “духови” дужине око 50 km (почињу на висинама од 50-100 km изнад површи Земље) која генеришу значајну количину “умаклих” електрона, а који после расејавања на атомима азота и кисеоника стварају

интензивно гама зрачење у горњим деловима стратосфере. Постоје индикације да је неколико авионских несрећа настало отказивањем електронике у авионима услед интензивних ерупција гама зрачења чије се порекло може приписати пражњењима у стратосфери и мезосфери.

Идиректно, изучавање АП је од интереса и за екологију, дела који се бави заштитом шума (пожари). Што се тиче праћења промене климе, савремена истраживања доказала су директну линеарну зависност између повећана честине удара и просечне температуре на Земљиној површи. Сателитска мерења бележе опште интензивирање динамике атмосфере повезано са електродинамиком атмосфере у последњих тридесет година (просечан трансфер наелектрисања ка јоносфери, глобална повећања количине електрицитета у тропосфери, повећање честине АП унутар облака и према земљи). Последњих година забележено је више од 1.2×10^9 АП током године на површи Земље (од тога око 10% отпада на АП облак-Земља).

У предложеној дисертацији размотриће се механизам настанка АП, а посебно ће се анализирати најчешће негативно АП облак-Земља. Један од најважнијих параметара АП који се мери је струја у тачки удара. У литератури се мање или више успешно, користе разне математичке функције за описивање ове струје. У тези ће бити одабрана једна функција која са аспекта моделовања основних параметара струје који се мере (максимум струје, максимум првог извода, време пораста и протекла количина наелектрисања) даје најбоље резултате.

Биће изложене и анализиране физичке основе генералисаног модела повратног удара са путујућим струјним извором (ПСИ). Посебно ће се анализирати иницијална подужна количина наелектрисања у каналу и њен утицај на јачину струје дуж канала и израчунавање функције пражњења канала АП. Надаље, биће теоријски објашњена динамика канала АП при претпостављеној константној густини наелектрисања у омотачу канала. Користећи ПСИ модел извршиће се анализа струјних рефлексија од тачке удара на динамику канала АП изнад земље односно израчунаће се нова функција пражњења канала (или пуњења иницијално негативно наелектрисаног канала позитивним наелектрисањем). Израчунаће се укупни коефицијент рефлексије струје од тла и са њим повезани нелинеарни ефекти отпора уземљења при повратном удару. Затим ће се израчунати брзина сажимања омотача и упоредиће се са брзином повратног удара.

Хипотезе докторске дисертације

Полазне хипотезе дисертације су:

1. Повратни удар АП се моделује генералисаним моделом са путујућим струјним извором и рефлексијама струје од тла.
2. Канал АП је прав и вертикалан.
3. Канал АП се састоји од корона омотача и језгра. Омотач садржи сво наелектрисање и малу проводљивост док језгро не садржи наелектрисање, јер има велику проводљивост и пречник око 1 cm.
4. Расподела негативног наелектрисања у корона омотачу је азимутално и радијално хомогена.
5. На растојањима на којима је извршено мерење (10 cm) доминантна је електростатичка компонента електричног поља а занемарљиве су индукционе и радијационе компоненте.
6. За струје преко 15 kA примењује се нелинеарна теорија промене отпорности у тлу са формирањем јонизационе и варничне зоне током повратног удара.

2.3. Подобност кандидата

Кандидаткиња мр. Милица Таушановић је у својим досадашњим истраживањима, бавећи се проблематиком из теме докторске дисертације, публиковала следеће радове:

1. **Tausanovic M.**, S. Markovic, S. Marjanovic, J. Cvetic and M. Cvejic, "Dynamics of a Lightning Channel Corona Sheath Using a Generalized Traveling Current Source Return Stroke Model – Theory and Calculations", IEEE Transaction on Electromagnetic Compatibility, Vol. 52, No.3, ISSN 0018-9375, DOI: 10.1109/ TEMC. 2010.2044886, p.646-656, (2010), IF 0.808 **M23**
2. **Taušanović M.**, Cvetic J., Ignjatović M., Pavlović D., Mijajlović N.: Evolution Of The Corona Of Envelope In The Presence Transition Charge Along Lightningchannel Core, PES 2015 – 12th International Conference on Applied Electromagnetics, aug. 31 – sep.2. 2015, Niš, Serbia, **M33**
3. **Tausanović M.**, Cvetic J., Ignjatovic M., Pavlovic D., Djuric R., Ponjavic M., Sumarac Pavlovic D. and Mijajlović N.: The influence of the lightning current reflections from the ground on electric field near channel core, 27th Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases, SPIG 2014, 26.-28. 08. 2014., Belgrade, pp. 383-386, **M33**
4. Cvetic J., S. Markovic, **M. Tausanovic**, "Luminosity Characteristics of the Traveling Current Source Return Stroke Models" 18th International Zurich Symposium on EMC, Munich 2007, pp. 285-288, **M33**
5. **Таушановић М.**, Ј. Цветић, М. Игњатовић, Д. Павловић, Н. Мијајловић: Утицај отпора уземљења објекта на струју атмосферског пражњења у тачки удара, CIRED 2014, 9. саветовање 23. – 28.09.2014.. Врњачка Бања, СТК1 Р1.22, **M63**
6. Цветић Ј., **М. Таушановић**: Магнетско поље у близини тачке удара атмосферског пражњења, CIRED СРБИЈА, VI Саветовање о електродистрибутивним мрежама, 30. 09.-03. 10. 2008, Врњачка Бања, СТК2 Р-2.13, **M63**

Имајући у виду све наведене резултате које је кандидаткиња постигла током свог истраживачког рада, може се закључити да се ради о комплетном и искусном кандидату који испуњава све критеријуме предвиђене Законом о високом образовању и Статутом факултета који се односе на пријаву докторске дисертације.

2.4. Преглед стања у подручју истраживања

Као што је већ наведено за изучавање АП облак-Земља развијени су разни модели који се грубо могу поделити у 4 категорије. RLC модели моделују канал АП као део кола који има подужну отпорност, индуктивност и капацитивност. Код ових модела посебан проблем представља израчунавање индуктивности пошто код дугачког једножичног вода (канал АП се моделује на овај начин) она није теоријски дефинисана. Проблем представља и подужна отпорност која током пражњења зависи од струје (јер се мења температура канала). Зато се ови модели користе само за грубе процене динамике АП. Антенски (или електромагнетски) модели третирају проблем пражњења канала АП као пражњење вертикалне жичане антене изнад идеалне или реалне земље. Антена је у почетном тренутку наелектрисана, а струје и напони дуж антене односно канала АП се у току пражњења добијају из решења Maxwell-ових једначина. Као и у предходно

поменутој категорији модела постоји проблем рачунања губитака у антени тј. у каналу АП, јер се мора претпоставити проводљивост канала у сваком тренутку. Поред тога, процеси у омотачу канала нису одређени само Maxwell-овим једначинама него зависе и од динамичких једначина плазме (нпр. у описивању може да се користи магнетохидродинамички модел плазме). Гасно-физички модели се базирају на параметрима гасних пражњења (дуга варница) у лабораторији. Релативно су компликовани, јер садрже десетине параметара који су мерени у контролисаним лабораторијским условима на пражњењима дужине неколико метара (нпр. почетна густина слободних електрона, вредности Townsend-ових коефицијената, брзине и тип лидера, критична поља за пробој и сл.). Њихова примена у пракси је дискутабилна и оспоравана од стране многих истраживача и релевантних комисија за заштиту од АП. По њиховом мишљењу не могу се поистоветити параметри у лабораторијским пражњењима дужине неколико метара са параметрима природног АП, чији је канал дужине неколико километара, јер се ове структуре разликују бар за три реда величине. У овој дисертацији ће се за анализу повратног удара АП користити један од најновијих инжењерских модела путујућег струјног извора. Већ је истакнуто да се инжењерски модели могу поделити на две категорије, моделе преносног вода (ПВ) и моделе путујућег струјног извора (ПСИ). Модели ПВ третирају канал АП као већ формиран вод (повратном удару АП предходи дарт или степ лидер) на чијем се доњем крају (у бази канала односно у тачки удара) налази струјни извор. Код ових модела је измерени импулс струје у тачки удара улазни параметер. Импулс струје путује дуж канала као по идеалном преносном воду неком брзином која је део брзине светлости (обично $1/3$ брзине светлости) са неизмењеним обликом струје у тачки удара (класичан ПВ модел, Јумен и Маклејн, 1969) или са атенуираном струјом (линеарна атенуација, Раков и Далзон, 1989, експоненцијална атенуација, Нући и сарадници, 1993). Иако дају добре резултате што се тиче израченог електромагнетског спектра у првим микросекундама пражњења, ови модели не могу да детаљније објасне физику АП, нпр. шта физички представља генератор струје у тачки удара и како функционише, зашто постоји редуција брзине повратног удара на трећину брзине светлости с обзиром да је кретање импулса струје дуж идеалног вода и сл. У овој тези биће коришћен модел ПСИ као модел који је јасно физички утемељен, а истовремено довољно једноставан за прорачун разних параметара АП.

2.5. Значај и циљ истраживања са становишта актуелности у области истраживања

Најновије технике тригерована атмосферијских пражњења облак-земља омогућиле су прецизна мерења интензитета израченог електромагнетског импулса АП у близини тачке удара на растојању од свега 10 cm од језгра канала. Истовремено је мерена и струја у тачки удара што је омогућило прецизније одређивање параметара у разним моделима повратног удара АП и проверу њихове валидности.

У овој докторској дисертацији ће се за објашњење динамике канала користити већ поменути генерализовани модел повратног удара са путујућим струјним извором и рефлексијама струје од тла. Ово је један од најбољих инжењерских модела који за сада једини даје могућност повезивања измерених спољашњих параметара (струја у тачки удара, брзина повратног удара, израчени електромагнетски импулс) са параметрима који дефинишу динамику омотача канала (рефлексије струје, функција пражњења канала, коефицијент рефлексије тла итд). Утицај тла односно карактеристике уземљивача при атмосферским пражњењима је могуће моделовати коришћењем поменутог модела који једини од свих инжењерских модела узима у обзир и рефлексије струје од тачке удара. На овај начин би се по први пут из реалних мерења струје и блиског поља атмосферских пражњења одредиле импулсне карактеристике уземљивача. Оне су се до сада мериле у симулираним пражњењима у лабораторијским условима или на терену коришћењем

ударних струјних генератора. Међутим ни једна ни друга симулација у суштини не представљају природно пражњење, јер не постоји фаза лидера и фаза повратног удара са плазменим каналом на температури од неколико десетина хиљада степени. Природно атмосферско пражњење највероватније продире дубоко у тло крећући се прво подземним делом путање (жице или траке) уземљивача а затим самостално формирајући одређене зоне у тлу у зависности од јачине струје. Нека мерења сугеришу да се током повратног удара, за струје преко 15 кА, у тлу формирају јонизациона и варнична зона. Ове зоне, поред специфичне отпорности тла, дефинишу импедансу уземљивача која постаје нелинерна и фреквентно зависна функција. Коефицијент рефлексије струјних импулса из канала се може израчунати из ове импедансе и импедансе канала. Одређивање карактеристика уземљивача у реалним условима атмосферског пражњења је од изузетне важности за инжењерску праксу у области електротехнике како са аспекта заштите објеката и људи од директног удара тако и за индиректно изазване сметње у осетљивим електронским уређајима.

2.6. Веза са досадашњим истраживањима

Мотивација за овај рад и радни наслов докторске дисертације резултат су истраживачких активности кандидата у области проучавања атмосферских пражњења облак-земља. Веза са досадашњим истраживањима садржане су у следећим литературним изворима, односно листи научних радова и стручне литературе из области атмосферских пражњења:

- [1] С. Е. Baum, Return-stroke initiation, In *Lightning Electromagnetics*, ed. R.L. Gardner, New York: Hemisphere (1990), pp. 101–14.
- [2] С.Е. Baum and L. Baker, Analytic return-stroke transmission line model, in *Lightning Electromagnetics*, Gardner, R.L., (Ed.), Hemisphere Publishing Corp., New York, 1990, pp.17-40.
- [3] W.H. Beasley, M.A Uman, P.L Rustan, Electric fields preceding cloud-to-ground lightning flashes. *J. Geophys.Res.* 87: 4883–902 (1982).
- [4] K. Berger, Methoden und Resultate der Blitzforschung auf dem Monte San Salvador bei Lugano in den Jahren 1963–1971, *Bull. Schweiz. Elektrotech. Ver.*, 63 (1972), pp.1403–1422.
- [5] M. Brook, N. Kitagawa, E. J. Workman, Quantitative study of strokes and continuing currents in lightning discharges to ground, *J. Geophys.Res.*, 67 (1962), pp.649–659.
- [6] V. Cabrera and V. Cooray, On the mechanism of space charge generation and neutralization in a coaxial cylindrical configuration, *J. Geophys. Res.* 38 (1992) 187–196.
- [7] V. Cooray, A model for subsequent return strokes. *J. Electrostat.* 30 (1993) 343–354.
- [8] V. Cooray, Charge and Voltage Characteristics of Corona Discharges in a Coaxial Geometry, *IEEE Transaction on Dielectrics and Electrical Insulation*, 7(6) (2000) 734-743.
- [9] V. Cooray, V.A. Rakov, N. Theethayi. The lightning striking distance-Revisited, *J. Electrostatics* 65 (2007), 296-306.
- [10] D.E Crawford, V.A. Rakov, M.A. Uman, G.H. Schnetzer, K.J. Rambo, M.V. Stapleton, R.J. Fisher, The close lightning electromagnetic environment: dart-leader electric field change versus distance, *J. Geophys. Res.* 106 (2001), 14909-14917
- [11] J.M. Cvetić, B.V. Stanić, An Improved Return Stroke Model with Specified Channel-base Current and Charge Distribution along Lightning Channel, *International Conference on Electromagnetics in Advanced Application (ICEAA)*, Torino, Italy, 1995
- [12] J.M. Cvetić, B.V. Stanić, LEMP calculation using an improved return stroke model, In *Proc. 12th Int. Symp.on Electromagnetic Compatibility*, Zurich, Switzerland, 1997, pp. 77–82.
- [13] J.M. Cvetić, B.V. Stanić, F. Heidler, Behavior of the rise and fall characteristics of the channel discharge function for the GTCS return stroke model, *15th International Zurich Symposium and Technical Exhibition on EMC*, Zurich, 2003, pp.557-560.

- [14] J. Cvetic, F. Heidler, S. Markovic, R. Radosavljevic, P. Osmokrovic, Dynamics of a lightning corona sheath—A constant field approach using the generalized traveling current source return stroke model, *Journal of Atmospheric Research* 117 (2012) 122–131.
- [15] G. Diendorfer, M.A. Uman, An Improved Return Stroke Model with Specified Channel-base Current, *J. Geophys. Res.*, 95 (1990) 13621-13644.
- [16] F. Fuchs, On the transient behavior of the telecommunication tower at the mountain Hoher Peissenberg, in *Proc. 27th ICLP, Birmingham, UK, 1998*, pp. 36-41.
- [17] B.N. Gorin, Mathematical modeling of the lightning return stroke, *Elektrichestvo* 4 (1985) 10-16.
- [18] R.F. Griffiths, C.T. Phelps, The effects of air pressure and water vapor content on the propagation of positive corona streamers and their applications to lightning initiation, *Q.J.R. Meteorol.Soc.*, 102 (1976), 419-426.
- [19] S.J. Heckman, E.R. Williams, Corona envelopes and lightning currents, *J. Geophys. Res.* 94 (1989), 13287-13294.
- [20] F. Heidler, TCS model for LEMP calculation, 6th Symposium on EMC, Zurich, (1985) 157-162.
- [21] F. Heidler and C. Hopf, Lightning current and lightning electromagnetic impulse considering current reflection at the earth's surface, in *Proc. 22nd Intern. Conf. on Lightning Protection ICLP, Budapest, 1994*, report R 4-05.
- [22] F. Heidler, Review and Extension of the TCS – Model to Consider the Current Reflections at Ground and at the Upper End of the Lightning Channel, *Journal of Lightning Research*, 1 (2007) 40-50.
- [23] V.F. Hermosillo, V. Cooray, Space-charge generation and neutralization in a coaxial cylindrical configuration in air under a negative voltage impulse, *J. Electrostatics* 37 (1996), 139-149.
- [24] M. Ignjatovic, J. Cvetic, D. Pavlovic, R. Djuric, M. Ponjavic, D. Sumarac, Z. Trifkovic, N. Mijajlovic, Generalized Traveling Current Return Stroke Model with Current Reflections and Attenuation Along the channel, 32nd ICLP, Shanghai, China, 2014, p.32-36.
- [25] V. Kodali, V.A. Rakov, M.A. Uman, K.J. Rambo, G. H. Schnetzer, J. Schoene, J. Jerauld, Triggered lightning properties inferred from measured currents and very close electric fields, *Atmos. Res.*, 75 (2005) 335-376.
- [26] R. Kosztaluk, M. Loboda, D. Mukhedkar, Experimental study of transient ground impedances, *IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems*, Vol. PAS-100,11 (1981), 4653-4660.
- [27] A. Larsson, V. Cooray, Charge distribution in the lightning leader channel, *Proceedings of 23rd international conference on Lightning protection, Italy, 1996*, pp.56–60.
- [28] A.C. Liew, M. Darveniza, Dynamic model of impulse characteristics of concentrated earths, *Institute of Electrical Engineers Proceedings*, 121 (2) (1974), 123–135.
- [29] Y.T. Lin, M.A. Uman, R.B. Standler, Lightning return stroke models, *J. Geophys. Res.* 85 (1980), 1571-1583.
- [30] P.F. Little, Transmission line representation of a lightning return stroke. *J. Phys. D: Appl. Phys.* 11 (1978), 1893–910.
- [31] Y.Q. Liu, N. Theethayi, R. Thottappillil et al., An improved model for soil ionization around grounding system and its application to stratified soil, *Journal of Electrostatics*, 60 (2004), 203–209.
- [32] S. Markovic, J. Cvetic, D. Pavlovic and M. Ignjatovic, Applicability of the Gauss' law on Lightning Channel Corona Sheath Modeling, 21th Telecommunications forum, TELFOR 2013, Beograd, 2013, pp.681-684.
- [33] G. Maslowski, V.A. Rakov, A study of the lightning channel corona sheath, *J. Geophys. Res.*, 111 (D14110) (2006) doi:10.1029/2005JD006858.

- [34] G. Maslowski, V. A. Rakov, J. M. Cvetic, M. Miki, An Improved Model for Prediction of the Dynamics of Lightning Channel Corona Sheath, 20th Int. Zurich Symposium on EMC, Zurich, 2009.
- [35] G. Maslowski, V.A. Rakov, M. Miki, Some Inferences From Radial Electric Fields Measured Inside the Lightning-Channel Corona Sheath, IEEE Transaction on Electromagnetic Compatibility, 53 (2) (2011) 390-394.
- [36] M. Miki, V.A. Rakov, K. J. Rambo, G.H. Schnetzer, M.A. Uman, Electric field near triggered lightning channels measured with Pockels sensors, J. Geophys. Res., 107 (D16) (2002) ACL 2-1–ACL 2-11.
- [37] G.N. Oetzel, Computation of the diameter of a lightning return stroke, J. Geophys. Res. 73 (1968), 1889–96.
- [38] E.T. Pierce, Some topics in atmospheric electricity, In Recent Advances in Atmospheric Electricity, ed. L.G. Smith, New York: Pergamon. (1958), pp. 5–16.
- [39] G.H. Price, E.T. Pierce, The modeling of channel current in the lightning return stroke, Radio Sci. 12 (1977), 381–88.
- [40] V.A Rakov, M.A Uman, D.M. Jordan, C.A Priore, Ratio of leader to return stroke field change for first and subsequent lightning strokes. J. Geophys. Res. 95 (1990), 16 579–87.
- [41] V.A Rakov, M.A Uman, Review and evaluation of lightning return stroke models including some aspects of their application, IEEE Trans. Electromagn. Compat. 40 (1998), 403–26.
- [42] V.A Rakov, M.A Uman, K.J. Rambo et al., New insights into lightning processes gained from triggered-lightning experiments in Florida and Alabama, J. Geophys. Res., 103 (D12) (1998), 14.117–14.130.
- [43] V. Rakov, Lightning discharges triggered using rocket- and wire techniques, *Recent Res. Devel. Geophysics*, 2 (1999), pp.141–171
- [44] V.A. Rakov, M.A. Uman, Lightning, Physics and Effects, Cambridge University Press, 2003.
- [45] M. Rao, H. Bhattacharya, Lateral corona currents from the return stroke channel and slow field change after the return stroke in a lightning discharge, J. Geoph. Res. 71 (1966), 2811–14.
- [46] F. Roman, V.Cooray, V.Scuka, A Comparative study of corona discharges in a coaxial cylinder using electric field impulses generated by electrically floating electrodes. J. Electrostatics 47 (1999), 99-120.
- [47] B.F.J Schonland, D.B. Hodges, H. Collens, A comparison of photographic and electrical studies of the discharge process, Proc.Roy.Soc., Progressive lightning, part 5, A166 (1938), pp. 56-75.
- [48] S. Sekioka, M.I. Lorentzou, M.P. Philippakou, J.M. Prousalidis, Current-dependent grounding resistance model based on energy balance of soil ionization, IEEE Transactions on Power Delivery, 21 (1) (2006), 194–201.
- [49] N. Takagi, T. Takeuti, Oscillating bipolar electric field changes due to close lightning return strokes, Radio Sci.18 (1983), 391–8.
- [50] N. Takagi, D. Wang, T. Watanabe et al., Expansion of the luminous region of the lightning return stroke channel, J. Geophys. Res. 103 (D12) (1998), 14131-14134.
- [51] M. Tausanovic, S. Markovic, S. Marjanovic, J. Cvetic, M. Cvejic, Dynamics of a Lightning Channel Corona Sheath Using a Generalized Traveling Current Source Return Stroke Model – Theory and Calculations, IEEE Transaction on EMC, 52(3) (2010) 646 - 656.
- [52] R. Thottappillil, M.A. Uman, Lightning return stroke model with height-variable discharge time constant, J. Geophys. Res., 99 (1994) 22773-22780.
- [53] R. Thottappillil, V. Rakov, M. Uman, Distribution of charge along the lightning channel: Relation to remote electric and magnetic fields and to return-stroke models, Journal of Geophysical Research, 102 (D6) (1997) 6987-7006.
- [54] H.M. Towne, Impulse characteristics of driven grounds, General Electric Review (1929), 605–609.

- [55] N. Trapp, Measurement of the current waveform and the current parameters with automatically operating lightning current measuring stations, PhD Thesis, Technical University Munich (1985), translation from German.
- [56] C.F. Wagner, A.R. Hileman, The lightning stroke (1). AIEE Trans. 77 (1958), 229-242.
- [56] D. Wang, N. Takagi, T. Watanabe, V.A. Rakov, M.A. Uman, Observed leader and return stroke propagation characteristics in the bottom 400 m of the rocket-triggered lightning channel, J. Geophys. Res. 104 (1999), 14 369–76.
- [57] J.P. Wang, A.C. Liew, M. Darveniza, Extension of dynamic model of impulse behavior of concentrated grounds at high currents, IEEE Transactions on Power Delivery, 20 (3) (2005), 2160–2165.

2.7. Методе које ће се користити у истраживању

Током истраживања и израде докторске дисертације биће коришћене следеће теоријске методе:

1. Апроксимација функција измерене струје у тачки удара и блиског електричног поља.
2. Итеративна рекурзивна метода фитовања (R square test) за одређивање функције пражњења канала АП до постизања максималне тачности.
3. Интегрална метода одређивања граничних услова за методу наведену под тачком 2.
4. Оптимизација функција коефицијента рефлексije за анализиране случајеве. мислим да треба детаљније-навести које случајеве

2.8. Очекивани резултати докторске дисертације

Очекује се да се објасни измерено блиско позитивно електрично поље у непосредној близини канала (10 cm од језгра) при повратном удару негативно наелектрисаног корона омотача. Треба да се потврди хипотеза о постојању некомпензованог (вишка) позитивног наелектривања које се генерише у омотачу, а настаје услед пролазног негативног наелектривања у језгру канала. Ако се предходно покаже као тачно као први резултат следи одбацивање претпоставке других аутора (који су користили другачије моделе повратног удара, као на пример моделе преносног вода) о ширењу позитивне зоне у корона омотачу до места сензора. На овај начин се разјашњавају електродинамички процеси у омотачу у близини базе канала атмосферског пражњења. Друго, потврђује се исправност генерализованог модела путујућег струјног извора са рефлексijaма струјних импулса од тла. Модел путујућег струјног извора једини укључује рефлексije и тиме даје могућност испитивања утицаја тла односно уземљивача на пражњење. Треће, могуће је израчунати коефицијенте рефлексije за дати уземљени објекат и анализирати њихову промену са бројем удара. Ово је од великог интереса за електроинжењерску праксу (пројектовање заштите) јер рефлексije струје могу да појачају струју у тачки удара као и брзину промене струје више пута. Као последње преко коефицијената рефлексije је могуће индиректно проверити и евентуално унапредити електрични модел тла (физику пробоја у тлу) током повратног удара с обзиром да су мерења пражњења извршена у реалним, природним условима.

2.9. Оквирни садржај дисертације

Докторска дисертација би садржала следећа поглавља:

1. УВОД
2. ТЕОРИЈСКИ ДЕО
3. АНАЛИЗА МЕРЕЊА
4. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА
5. ЗАКЉУЧАК
6. ЛИТЕРАТУРА

2.10. Предлог ментора докторске дисертације са образложењем

Комисија предлаже да ментор ове докторске дисертације буде др **Јерослав Живанић**, редовни професор ФТН Чачак. Комисија сматра да је овај предлог оправдан с обзиром на научне референце које има из области из које је тема дисертације.

2.11. Научна област дисертације

Докторска дисертација под називом “**Електродинамички процеси у каналу при атмосферском пражњењу са утицајем струјне рефлексije**“ припада области Електротехничког и рачунарског инжењерства, ужа научна област Теоријска и општа електротехника.

2.12. Научна област чланова комисије

1. **Др Јерослав Живанић**, редовни професор,
Факултет техничких наука у Чачку, Универзитет у Крагујевцу,
Научна област: Теоријска и општа електротехника,
2. **Др Јован Цветић**, редовни професор,
Електротехнички факултет, Универзитет у Београду
Научна област: Физичка електроника,
3. **Др Небојша Митровић**, редовни професор,
Факултет техничких наука у Чачку, Универзитет у Крагујевцу
Научна област: Физика

ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

На основу напред наведеног, Комисија за оцену подобности теме докторске дисертације доноси следећи:

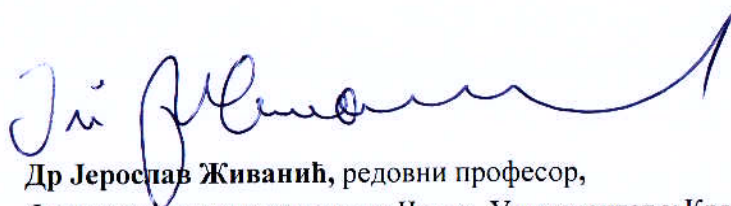
ЗАКЉУЧАК

Кандидат мр. Милица Таушановић, дипл. инж. електротехнике, и тема докторске дисертације под радним насловом “Електродинамички процеси у каналу при атмосферском пражњењу са утицајем струјне рефлексije“, испуњавају све потребне формалне и суштинске услове који се захтевају Законом о високом образовању, Статутом Универзитета у Крагујевцу и Статутом Факултета техничких наука у Чачку. На основу предложених полазних хипотеза, предмета и научних циљева, метода истраживања и очекиваних теоријских и нумеричких резултата, Комисија сматра да је тема дисертације веома актуелна.

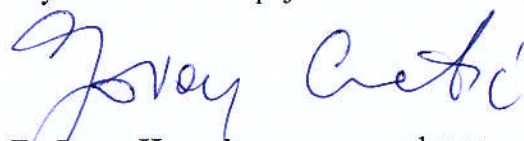
Стога, Комисија предлаже Наставно-научном већу Факултета техничких наука у Чачку и Стручном већу за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу да прихвати поднети Извештај.

Комисија предлаже да ментор ове докторске дисертације буде др **Јерослав Живанић**, редовни професор Факултета техничких наука у Чачку.

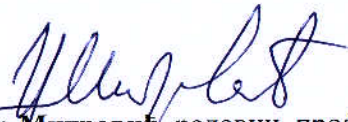
У Чачку и Београду, октобра 2015. год.



1. **Др Јерослав Живанић**, редовни професор,
Факултет техничких наука у Чачку, Универзитет у Крагујевцу
Научна област: Теоријска и општа електротехника



2. **Др Јован Цветић**, редовни професор,
Електротехнички факултет, Универзитет у Београду
Научна област: Физичка електроника



3. **Др Небојша Митровић**, редовни професор,
Факултет техничких наука у Чачку, Универзитет у Крагујевцу
Научна област: Физика