

ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА	
Број предмета	1405.2018
Серија	
07	1023

НАСТАВНО НАУЧНОМ ВЕЋУ  
ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА У ЧАЧКУ

**Предмет:** Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата **мр Ненада Марковића, дипл. инж. електр.**

Одлуком Већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу број IV-04-248/8 од 11.04.2018. године, на предлог Наставно-научног већа Факултета техничких наука у Чачку (одлука бр. 51 – 642/4 од 28.03.2018. године) именовани смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата **мр Ненада Марковића, дипл. инж. електр.** под насловом:

**„Матрични модел електромагнетских процеса асинхроне машине  
у условима изражених напонских несиметрија“**

На основу увида у приложену докторску дисертацију и Извештаја Комисије за оцену подобности кандидата и теме за докторску дисертацију, која је одобрена за израду Одлуком Наставно-научног већа Факултета техничких наука у Чачку бр. 9 – 878/15 од 22.05.2013. године и Одлуке Стручног већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу бр. 332/11 од 12.06.2013. године, на основу Правилника о пријави, изради и одбрани докторске дисертације Универзитета у Крагујевцу, Комисија подноси Наставно-научном већу следећи:

**ИЗВЕШТАЈ**

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

Докторска дисертација кандидата **мр Ненада Марковића, дипл. инж. електр.** под називом **„Матрични модел електромагнетских процеса асинхроне машине у условима изражених напонских несиметрија“** је настала као резултат вишегодишњег рада и мотивисаности кандидата да реализује истраживања везана за један део утицаја прилика у електричној мрежи и изабраних савремених претварачких уређаја на рад асинхроних машина.

Досадашња истраживања и анализе утицаја параметара на прелазни процес машина у референтној литератури показали су да су несиметрије и изобличења напона на крајевима намотаја чиниоци који смањују ефикасност њиховог рада. Минимално присуство несиметрија у напонима, због малих вредности импеданси инверзног

редоследа, знатно повећава активне губитке. За решавање транзијентног процеса било је потребно усавршавање метода за дијагностику у реалном времену.

Уз поштовање одобреног циља истраживања кандидат се определио за матрични модел који може да обухвати већи број различитих параметара саме машине, претварача и инсталације на који је овакав склоп укључен.

Један од циљева истраживања је био усавршавање метода за дијагностику напонских несиметрија и изобличења напона у реалном времену на асинхроној машини и имплементација уређаја за њихову корекцију. Истраживања су остварена на теоријским моделима машина и реактивним елементима са пасивним параметрима за корекцију и уз примену матричних трансформација за произвољно изабране карактеристике компоненти.

Теоријски резултати добијени из модела и одговарајуће симулације које су замениле експерименталне тестове омогућили су реализацију филтара за корекцију несиметрија.

У докторској дисертацији, на основу већ добијених резултата, формулисани су матрични модели за испитивање и дијагностику услова рада и карактера напонских несиметрија код електричних машина. Реализован је заједнички матрични модел и симулациони прототип напојног система, уређаја за корекцију несиметрија и изобличења напона асинхроне машине.

Сложени електромагнетски, транзијентни процеси у асинхроним машинама догађају се и поред претпоставки о симетричној структури и линеарном карактеру параметара машине и уређаја за регулацију њеног рада. Примена претварача за регулацију рада машине врло често погоршава параметре квалитета електричне енергије а укључење претварача у чворовима мрежа или инсталација има за последицу смањење еквивалентних адмитанси чворова. На посредан начин је тако повећан утицај напона инверзног редоследа основног хармоника и створени су услови за резонантне режиме на фреквенцијама које одговарају вишим хармоницима. Анализирани су краткотрајни процеси, изазвани кратким спојевима или прекидима фаза и дуготрајни који су последица различитих вредности параметара у претварачу или инсталацији. Симулацијом је установљено да су оба типа прелазних процеса последица непотпуних фазних режима и рада у условима несиметрија.

Теоријска истраживања и симулације су предвиђене и остварене на добијеним изведеним матричним моделима са пасивним параметрима намотаја машина, електричне инсталације и претварача. Резултати добијени помоћу метода матричних трансформација, у односу на произвољно задате облике улазних напона или струја на крајевима намотаја и претварача и тестова симулације рада изведених посредством адаптираних софтверских пакета у MATLAB Simulink-у верификују довољну математичку тачност матричних модела електромагнетских процеса.

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

Докторска дисертација кандидата мр Ненада Марковића, дипл. инж. електр. под називом „**Матрични модел електромагнетских процеса асинхроне машине у условима изражених напонских несиметрија**“ представља резултат оригиналног научног рада кандидата.

Комисија сматра да је обрађена тема веома актуелна и значајна за развој науке у области електротехничког и рачунарског инжењерства.

Кандидат је детаљно, уз поштовање научних принципа, прегледао референтну литературу из предметне области и дошао до матричног модела несиметричног напајања асинхроне машине који омогућава јасне и прецизне анализе.

Оригиналност научног рада, истраживања и резултата остварених у оквиру ове докторске дисертације огледа се, између осталог, у следећим елементима:

- истражени су транзијентни процеси у електричним машинама уз примену софтверске подршке са функцијом аутоматске дијагностике и корекције режима рада машина у реалном времену,
- модел рада асинхроне машине у условима када карактер напона и струја одређује максималан број параметара намотаја и магнетног кола дао је већи број одговора у односу на познате моделе у литератури. За верификацију модела коришћени су подаци на улазу (облик напона и фреквенција) и излазу машине који су у другом кораку упоређивани са подацима дефинисаним алгоритмом који је подвргнут симулацији. Карактеристике моделовања и добијања алгоритма биле су следеће:
  - модел и структура се могу претпоставити и унапред јер су дефинисани на бази познатих законитости,
  - параметри модела су повезани са реалним параметрима оригинала кроз бројне вредности које не морају бити неки физички параметри или параметри реалног процеса,
  - модел и алгоритми важе за процесе у трофазним асинхроним моторима.
- са адаптираним моделима добијена су решења за различите прелазне процесе. Параметри имитанси парцијалних елемената машине који модел обухвата бирани су према следећим критеријумима који се односе на вредности параметра имитанси и то да:
  - параметри одговарају парцијалним имитансама (импедансе/адмитансе) које су функционалне у зависности од параметара укупне отпорности и индуктивности машине, претварача и параметара напона система напајања,
  - параметри зависе само од параметара напона система напајања а параметри парцијалних имитанси су константне вредности.
- развијени су бољи и једноставнији методи за анализу транзијентних процеса у намотајима асинхроне машине и добијени су алгоритми који ће на бржи и савременији начин понудити одговарајућа решења остварена кроз матрични модел електромагнетских процеса асинхроне машине у условима изражених напонских несиметрија.

### **3. Преглед остварених резултата кандидата у одређеној научној области**

Мр Ненад Марковић је рођен 29.07.1974. године у Пећи, Република Србија. Основну школу и Гимназију је завршио са одличним успехом у Призрену.

1993. године уписао се на Електротехнички факултет у Приштини на смеру Енергетика. Дипломски рад под називом “Громобранска заштита индустријских објеката са металним крововима” је одбранио 20.06.2001. године.

2005. године уписао је последипломске студије на Техничком факултету у Чачку, Универзитета у Крагујевцу. Пошто је положио све испите предвиђене наставним планом и програмом са просечном оценом 10, 28.09.2009. године је одбранио магистарску тезу под називом “Анализа нисконапонске мреже градског

подручја” и стекао академски назив Магистра техничких наука на смеру Електротехника, Научна област Електричне инсталације и нисконапонске мреже.

Од 01.09.2001. до 2003. године ради у својству референта за студентска питања, а од 2003. до 2006. године као шеф службе за студентска питања на Вишој техничкој школи Урошевац, са привременим седиштем у Звечану. У времену од 07.12.2006. до 30.09.2010. године ради као Сарадник у настави и Шеф службе за студентска питања на Високој техничкој школи струковних студија из Урошевца, са привременим седиштем у Звечану на предметима: Техничко цртање, Компјутерска графика, Информациони системи и Електротехника.

Почев од 01.10.2010. године до данас ради као Предавач на Високој техничкој школи струковних студија из Урошевца, са привременим седиштем у Лепосавићу на предметима Рачунари и програмирање, Електротехника са електроником, Информациони системи и Заштита од опасног дејства електричне струје.

Од 2005. године активно учествује у техничкој подршци одржавања пријемних испита. У периоду од 2004-2006. године је држао Компјутерску обуку кандидата преко Народне технике и Националне службе за запошљавање на апликацији Microsoft Office (Word, Excel, Access) и програмима Adobe Photoshop CS и AutoCAD 2005.

Од 2007. до 2014. године био је члан Савета Високе техничке школе струковних студија из Урошевца, са привременим седиштем у Лепосавићу.

Од 2006-2007. године до данас учествује у техничкој подршци процеса Акредитације школе и студијских програма основних струковних студија: Производно машинство, Транспортно машинство, Инжењерска информатика, Заштита на раду и Друмски саобраћај, специјалистичких струковних студија студијских програма: Одржавање техничких система, Машинство, Заштита на раду и Управљање и безбедност друмског саобраћаја, као и мастер струковних студија студијског програма Друмски саобраћај и транспорт на Високој техничкој школи струковних студија из Урошевца, са привременим седиштем у Лепосавићу.

Од 28.06.2012. године до данас ради у својству Помоћника директора за наставу Високе техничке школе струковних студија из Урошевца, са привременим седиштем у Лепосавићу.

Тренутно је учесник 2 међународна ERASMUS+ пројекта и то:

1. Development of master curricula for natural disasters risk management in Western Balkan countries (NatRisk).
2. Electrical Energy Markets and Engineering Education (ELEMEND).

Ожењен је, има два сина и једну ћерку.

До сада је био технички уредник преко 60 уџбеника из области електротехнике, рачунара и програмирања, машинства, економије итд.

Аутор или коаутор је 12 уџбеника и практикума и 98 радова објављених на међународним и домаћим конференцијама као и у међународним и домаћим часописима, од чега су 7 рада у међународним часописима категорије М23. 41 рад је објавио у зборницима међународних научних скупова штампаних у целини категорије М33, док је 9 радова објавио у зборницима међународних научних скупова штампаних у изводу категорије М34. У водећим часописима националног значаја категорије М51 објавио је 5 радова, у часописима националног значаја категорије М52 објавио је 2 рада, док је у научним часописима категорије М53 објавио 11 радова. На крају у зборницима националног значаја категорије М63 објавио је 23 радова.

Сви радови се односе на област електротехничког и рачунарског инжењерства.

– **Одбрањена магистарска теза**

**Ненад А. Марковић:** „Анализа нисконапонске мреже градског подручја“, Технички факултет, Чачак, Универзитет у Крагујевцу, 28.09.2009., 142 с.

– Објављени радови кандидата после одбране магистарске тезе

### Монографска библиографска публикација

1. М. Вујичић, **Н. Марковић**, **Електротехника са електроником**, ISBN 978-86-86847-03-4, *Висока техничка школа струковних студија из Урошевца*, Звечан, 2009.
2. С. Бјелић, У. Јакшић, **Н. Марковић**, **Енергетски претварачи**, ISBN 978-86-86727-08-4, *Висока техничка школа струковних студија Звечан*, 2010.
3. **Н. Марковић**, Практикум из Информационих система, ISBN 978-86-86847-12-6, *Висока техничка школа струковних студија из Урошевца*, Звечан, 2011.
4. М. Вујичић, **Н. Марковић**, **Рачунари и програмирање**, ISBN 978-86-86847-15-7, *Висока техничка школа струковних студија из Урошевца*, Звечан, II издање, 2012.
5. С. Бјелић, **Н. Марковић**, **Техника релејне заштите**, ISBN 978-86-86847-23-2, *Висока техничка школа струковних студија из Урошевца*, Лепосавић, 2017.
6. **Н. Марковић**, С. Бјелић, **Заштита од опасног дејства електричне струје**, ISBN 978-86-86847-24-9, *Висока техничка школа струковних студија из Урошевца*, Лепосавић, 2018.

### Рад у међународном часопису [M23]

1. S. Bjelić, U. Jakšić, **N. Marković**, **Informatical model of the system of automatic breakdown control in energetic systems**, T190 electronics, Electronics and electrical engineering, ISSN 1392-1215 2010. No. 1(107), *Elektronika ir elektrotechnika*, Signal technology, Lithuania, Journal archive-2011. No. 1(107), page 87-92.
2. **N. Marković**, S. Bjelić, U. Jakšić, M. Vujičić, **Development of new measuring systems based on symmetric components in electric networks**, T120 electronics, Electronics and electrical engineering, ISSN 1392-1215 2010. No. 8(104), *Elektronika ir elektrotechnika*, Signal technology, Lithuania, Journal archive-2010. No. 8(104), page 57-62.
3. S. Bjelić, **N. Marković**, U. Jakšić, J. Živanić, **Selection of linear filter elements parameters for measuring of voltage and currents components of direct and inverse order**, *PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY*, ISSN 0033-2097, R. 89 NR 1a/2013, page 172-176, IF (2011) 0.244.
4. **N. Marković**, S. Bjelić, J. Živanić, U. Jakšić, **Numerical simulation and analytical model of electrical arc impedance in the transient processes**, *PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY*, ISSN 0033-2097, R. 89 NR 2a/2013, page 113-117, IF (2011) 0.244.
5. **N. Marković**, S. Bjelić, J. Živanić, V. Milićević, Z. Milićević, **Model of Transient Process Where Three-Phase Transducer Feeds Induction Motor Equivalented as a Variable Active-Inductive Load**, *Mathematical Problems in Engineering*, ISSN 1024-123x, Volume 2016, Article ID 6740261, 14 pages, <http://dx.doi.org/10.1155/2016/6740261>, Research Article, 2016, IF (2015) 0.644.
6. **N. Marković**, S. Bjelić, J. Živanić, U. Jakšić, **Simulation of the Impact of Higher Harmonics on the Transient Process of Induction Machine Fed From PWM Inverters**, *Tehnički vjesnik/Technical Gazette*, DOI Number: 10.17559/TV-20150502231618, (Print: ISSN 1330-3651, Online: ISSN 1848-6339), Vol. 24/No. 1, page 265-271, Preliminary communication, February 2017, IF (2015) 0.464.

### Саопштење са међународног скупа штампано у целини [M33]

1. **Н. Марковић**, М. Вујичић, **Метода неодређености у функцији анализе нисконапонске мреже различитих група потрошача за различите типове електрификације градског подручја**, стр. 532-538, УДК 658.56, ISSN 1451-4966, *ICDQM-2010 (International Conference Dependability and Quality Management)*, 13<sup>th</sup> International Conference, Управљање квалитетом и поузданошћу, Београд, Србија, 29-30. јун 2010.

2. M. Vujičić, Z. Bogićević, **N. Marković**, **Analysis of arbitrary replacement of the main fuses with higher rated fuses than the agreed-power**, стр. 263-268, ISBN 978-86-86355-06-5, *ICDQM-2011 (International Conference Dependability and Quality Management)*, 2<sup>nd</sup> International Conference, Life cycle engineering and management, Belgrade, Serbia, June 29-30. 2011.
3. U. Jakšić, S. Bjelić, **N. Marković**, M. Vujičić, **Projection of dependable system for transmission of information in power system with the review on plc system**, стр. 381-388, ISBN 978-86-86355-11-9, *ICDQM-2012 (International Conference Dependability and Quality Management)*, 3<sup>rd</sup> DQM International Conference, Life cycle engineering and management, Belgrade, Serbia, June 28-29. 2012.
4. S. Bjelić, J. Živanić, **N. Marković**, I. Bjelić, **Neki aspekti metoda projektovanja tehničkih sistema podzemnih instalacija**, стр. 613-623, ISBN 978-86-86355-15-7, *ICDQM-2013 (International Conference Dependability and Quality Management)*, 4<sup>th</sup> DQM International Conference, Life cycle engineering and management, Belgrade, Serbia, June 27-28. 2013.
5. Z. Bogićević, **N. Marković**, M. Vujičić, **Simulacija matematičkog modela prelaznih procesa kod motora jednosmerne struje**, стр. 573-580, ISBN 978-86-86355-17-1, *ICDQM-2014 (International Conference Dependability and Quality Management)*, 5<sup>th</sup> DQM International Conference, Life cycle engineering and management, Belgrade, Serbia, June 27-28. 2014.
6. S. Bjelić, **N. Marković**, U. Jakšić, J. Živanić, **The filters frequent characteristics in measuring elements of relay protection**, pg 773-776, DOI: 10.1109/TELFOR.2014.7034520, 22<sup>nd</sup> *Telecommunications Forum, TELFOR 2014*, IEEE Co-organized Conference 25<sup>th</sup> to 27<sup>th</sup> of November 2014, Sava Center, Belgrade, Serbia.
7. Z. Bogićević, **N. Marković**, P. Spalević, M. Vujičić, **Development of the algorithm for calculation of transformer magnetic circuit**, стр. 270-277, ISBN 978-86-86355-19-5, *ICDQM-2015 (International Conference Dependability and Quality Management)*, 6<sup>th</sup> DQM International Conference, Life cycle engineering and management, Belgrade, Serbia, June 25-26. 2015.
8. Z. Bogićević, **N. Marković**, D. Matić, M. Mišić, **Management action for efficient operation of transformers**, стр. 469-474, ISBN 978-86-86355-32-4, *ICDQM-2016 (International Conference Dependability and Quality Management)*, 6<sup>th</sup> DQM International Conference, Life cycle engineering and management, 05 Systems Engineering, Belgrade, Serbia, June 29-30. 2016.
9. **N. Marković**, S. Bjelić, J. Živanić, Z. Bogićević, **Analysis and Estimation of Values of Currents and Voltages at the Disturbances in Induction Machine Using Tested Matlab Simulation**, *International Journal of Intelligent Systems and Applications (IJISA)*, ISSN 2074-904X, DOI: 10.5815/ijisa.2015.01.01, Vol. 7, No. 1, pp. 1-8, MECS Publisher 2014.
10. S. Bjelić, **N. Marković**, I. Bjelić, Z. Bogićević, U. Jakšić, B. Jovanović, **Detektovanje inverzne komponente struje pomoću projektovanog filtra struje 100 Hz**, pg 558-562, DOI: 10.1109/TELFOR.2014.7034520, 24<sup>th</sup> *Telecommunications Forum, TELFOR 2016*, IEEE Co-organized Conference 22<sup>nd</sup> to 23<sup>rd</sup> of November 2016, Sava Center, Belgrade, Serbia.
11. I. Bjelić, Z. Bogićević, S. Bjelić, **N. Marković**, B. Jovanović, **Simulation of daylight in order to protect the sustainability of the old architectural structures cultural heritage in the environment**, pg 933-937, DOI: 10.1109/TELFOR.2014.7034520, 24<sup>th</sup> *Telecommunications Forum, TELFOR 2016*, IEEE Co-organized Conference 22<sup>nd</sup> to 23<sup>rd</sup> of November 2016, Sava Center, Belgrade, Serbia.
12. **N. Marković**, B. Jovanović, S. Bjelić, J. Živanić, **Model regresije upravljačkih i sistema zaštite u distributivnoj električnoj mreži**, стр. 414-419, ISBN 978-86-86355-32-4, *ICDQM-2017 (International Conference Dependability and Quality Management)*,

- 8<sup>th</sup> DQM International Conference, Life cycle engineering and management, 05 Systems Engineering, Belgrade, Serbia, June 29-30. 2017.
13. **N. Marković**, S. Bjelić, J. Živanić, **Application of Passive CL Filters for Neutralizing of Zero Sequence Currents and Correction of Asymmetries of Phase Voltages in Electrical Networks**, *International Journal of Intelligent Systems and Applications (IJISA)*, ISSN 2074-904X, DOI: 10.5815/ijisa, Vol. 9, No. 5, pp. 10-18, MECS Publisher 2017.
  14. S. Bjelic, B. Jovanovic, Z. Bogicevic, **N. Markovic**, I. Bjelic, **Theoretical Model of the Electric Field of Stray Currents in Underground Installations in Urban Environments**, Review Article, *2017/BJAST/31690*, Vol. 19, Issue 4, 2017.
  15. B. Jovanović, S. Bjelić, **N. Marković**, **Transient Processes on the Elements of Underground Installations**, *International Journal of Information Technology and Computer Science (IJITCS)*, ISSN: 2074-9007, DOI: 10.5815/ijitcs, Vol. 9, No. 9, pp. 1-10, MECS Publisher September 2017.
  16. **N. Marković**, S. Bjelić, N. Stanojević, B. Jovanović, **Optimizacija parametara izlaznog pasivnog filtra iz PWM invertora**, rad 6.13, DOI: 10.1109/TELFOR.2016.7818845, *25<sup>th</sup> Telecommunications Forum, TELFOR 2017*, IEEE Co-organized Conference 21<sup>nd</sup> to 22<sup>rd</sup> of November 2017, Sava Center, Belgrade, Serbia.
  17. S. Bjelić, B. Jovanović, **N. Marković**, A. Mitkić, U. Jakšić, **Simulacija rada i analiza filtera za stabilizaciju izlaznih napona invertora**, rad 6.18, DOI: 10.1109/TELFOR.2016.7818845, *25<sup>th</sup> Telecommunications Forum, TELFOR 2017*, IEEE Co-organized Conference 21<sup>nd</sup> to 22<sup>rd</sup> of November 2017, Sava Center, Belgrade, Serbia.
  18. S. Bjelić, **N. Marković**, U. Jakšić, B. Jovanović, B. Prlinčević, **MATLAB application for analysis and evaluation of electric energy transmission stability of long transmission lines**, pg 160-165, *International Scientific Conference*, 17-18 November 2017, Gabrovo, Unitech 2017.
  19. U. Jakšić, **N. Markovic**, J. Živanić, N. Milenković, **Development of the Model for Simulation of Transient Processes in Cables and Power Lines**, Original Research Article, 25(6): 1-10, *Article no.CJAST.39169*, NLM ID: 101664541, 2017.

#### **Саопштење са међународног скупа штампано у изводу [M34]**

1. D. Radosavljević, **N. Marković**, P. Ralević, **Generation of vector graphics using CorelDRAW application**, pp. 25, COBISS.SR-ID 178620172, High business-technical school Uzice, Serbia, *SED 2010*, 3<sup>rd</sup> International Conference, Science and higher education in function of sustainable development 7-8. October 2010, Uzice, Serbia.
2. **N. Marković**, D. Radosavljević, **Development of fuzzy logic control systems**, pp. 30, COBISS.SR-ID 178620172, High business-technical school Uzice, *SED 2010*, 3<sup>rd</sup> International Conference, Science and higher education in function of sustainable development 7-8. October 2010, Uzice, Serbia.
3. С. Бјелић, **Н. Марковић**, У. Јакшић, **Упрошћени поступак за прорачун утицаја термичких губитака на смањење техничког века електричне опреме**, стр. 28, ISBN 978-86-7877-022-7, COBISS.SR-ID 184481804, *IEEP '11*, Трећа регионална конференција Индустијска енергетика и заштита животне средине у земљама југоисточне Европе, Зборник апстраката, Book of abstracts, Serbia, Kopaonik, MK Mountain Resort, June 21-25, 2011.
4. **N. Marković**, D. Radosavljević, S. Marković, **Linguistics changeable in theory fuzzy group**, Section 2 - Informatics and mathematics, paper 2.10, ISBN 978-86-83573-22-6, COBISS.SR-ID 186645260, High business-technical school Uzice, Serbia, *SED 2011*, 4<sup>th</sup> International Conference, Science and higher education in function of sustainable development 7-8. October 2011, Uzice, Serbia.
5. J. Rajović, S. Marković, D. Radosavljević, **N. Marković**, **Convergence and association of internet and learning**, Section 2 - Informatics and mathematics, paper 2.16, ISBN



- 978-86-83573-26-4, COBISS.SR-ID 186645260, High business-technical school of Uzice, Serbia, *SED 2012*, 5<sup>th</sup> International Conference, Science and higher education in function of sustainable development 4-5. October 2012, Uzice, Serbia.
6. D. Radosavljević, **N. Marković**, S. Trajković, **Measures of plants and installations pressure**, Section 7 - Occupational safety and health section, paper 7.10, ISBN 978-86-83573-26-4, High business-technical school of Uzice, Serbia, *SED 2012*, 5<sup>th</sup> International Conference, Science and higher education in function of sustainable development 4-5. October 2012, Uzice, Serbia.
  7. J. Rajović, S. Marković, **N. Marković**, D. Radosavljević, **Permanent challenges of upgrading of teaching at the higher education institutions**, Session 2-Informatics and Mathematics, paper 2.8, ISBN 978-86-83573-43-1, High business-technical school of Uzice, Serbia, *SED 2014*, 7<sup>th</sup> International Conference, Science and higher education in function of sustainable development 3-4. October 2014, Uzice, Serbia.
  8. J. Rajović, **N. Marković**, **Use of computers in teaching of foreign language in colleges of applied sciences in Kosovo and Metohija**, Session 2-Informatics and Mathematics Mechanical Engineering, paper 2.2, ISBN 978-86-83573-43-1, High business-technical school of Uzice, Serbia, *SED 2016*, 9<sup>th</sup> International Conference, Science and higher education in function of sustainable development 30. September-01. October 2016, Uzice, Serbia.
  9. J. Rajović, **N. Marković**, D. Jakšić, **Modern technologies in foreign languages teaching**, Session 2-Informatics and Mathematics Mechanical Engineering, paper 2.25, ISBN 978-86-83573-43-1, High business-technical school of Uzice, Serbia, *SED 2017*, 10<sup>th</sup> International Conference, Science and higher education in function of sustainable development 6-7. October 2017, Uzice, Serbia.

#### **Рад у водећем часопису националног значаја [M51]**

1. **N. Марковић**, М. Вујичић, Д. Радосављевић, **Компромисно рангирање у функцији анализе нисконапонске мреже различитих група потрошача за различите типове електрификације градског подручја**, Енергија економија екологија, *Лист Савеза енергетичара*, бр. 5, година XI, стр. 29-31, УДК: 621.316.34, Међународно саветовање, Децембар 2009, ISSN бр. 0354-8651.
2. М. Вујичић, З. Богићевић, **N. Марковић**, Д. Радосављевић, **Примена статистичке методе на проблем неовлашћеног коришћења електричне енергије мимо мерног уређаја**, Енергија економија екологија, *Лист Савеза енергетичара*, бр. 4, година XII, стр. 35-38, УДК: 303.71:313.213:620.9, Међународно саветовање, Децембар 2010, ISSN бр. 0354-8651.

#### **Рад у научном часопису [M53]**

1. З. Богићевић, М. Вујичић, **N. Марковић**, **Анализа неовлашћеног коришћења електричне енергије**, *Иновације и развој*, Институт за рударство и металургију, стр. 121-130, ISSN 0353-2631, УДК 351.824.11:621.317(045)=861, бр. 2, Бор, година 2009.
2. **N. Марковић**, У. Јакшић, С. Бјелић, М. Вујичић, **Утицај грешака мерних трансформатора, веза и кварова и спојних водова на тачност мерења електричних величина у електричним мрежама**, *Иновације и развој*, Институт за рударство и металургију, стр. 91-100, ISSN 0353-2631, УДК 621.314.2.(0.45)=861, бр. 2, Бор, година 2010.
3. **N. Марковић**, С. Бјелић, У. Јакшић, **Прорачун утицаја термичких губитака на смањење времена експлоатације енергетског трансформатора**, *Иновације и развој*, Институт за рударство и металургију, Оригинални научни рад, стр. 75-86, ISSN 0353-2631, УДК 621.314.21: 621.3.04(0.45)=861, бр. 1, Бор, година 2011.



4. **Н. Марковић**, С. Бјелић, У. Јакшић, Ј. Живанић, **Шема уређаја за корекцију несиметрија напона**, *Иновације и развој*, Институт за рударство и металургију, Стручни рад, стр. 77-86, ISSN 0353-2631, УДК 621.3.06(0.45)=861, бр. 2, Бор, година 2011.
5. С. Бјелић, **Н. Марковић**, Ј. Живанић, У. Јакшић, **Напајање m-фазних трансформатора из мреже са несиметричним трофазним системом напона**, *Иновације и развој*, Институт за рударство и металургију, Стручни рад, стр. 69-78, ISSN 0353-2631, УДК 621.314.25(045)=861, бр. 1, Бор, година 2012.
6. И. Бјелић, **Н. Марковић**, С. Бјелић, **Извођење архитектонске форме пандантифа применом алгоритама**, *Иновације и развој*, Институт за рударство и металургију, Оригинални научни рад, стр. 77-88, ISSN 0353-2631, УДК 72.03:681.3(045)=861, бр. 2, Бор, година 2012.
7. С. Бјелић, **Н. Марковић**, Ј. Живанић, **Моделовање ЕМ поља струја у мрежама подземних инсталација са металним цевима**, *Иновације и развој*, Институт за рударство и металургију, стр. 49-62, ISSN 0353-2631, УДК 621.31(045)=861, бр. 1, Бор, година 2013.
8. С. Бјелић, **Н. Марковић**, Ј. Живанић, **Један аналитички метод израчунавања параметара исправљача у претварачу (конвертору) и верификација путем проверене симулације**, *Иновације и развој*, Институт за рударство и металургију, Стручни рад, стр. 61-76, ISSN 0353-2631, УДК 621.311(045)=861, бр. 2, Бор, година 2013.

#### **Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини [M63]**

1. С. Бјелић, **Н. Марковић**, У. Јакшић, М. Вујичић, **Информатичка анализа рада електроенергетских система у високом образовању**, стр. 372-377, УДК: 004:621.31(075.8), Стручни рад, ISBN 978-86-7776-105-9, COBISS.SR-ID 175070220, Мај, Чачак, *ТИО 2010*.
2. У. Јакшић, **Н. Марковић**, С. Бјелић, **Моделовање и управљање у енергетским системима на мастерс нивоу**, стр. 378-383, УДК: 004.9:621.31, Стручни рад, ISBN 978-86-7776-105-9, COBISS.SR-ID 175070220, Мај, Чачак, *ТИО 2010*.
3. **Н. Марковић**, С. Бјелић, У. Јакшић, **Зависност напона на излазу дистантних струјних сонди од симетричних компоненти контролисане струје**, стр. 3-10, ISSN 2217-4362, COBISS.SR-ID 180514828, *ВТШСС Урошевац*, Звечан, 2010.
4. М. Вујичић, З. Божић, **Н. Марковић**, Д. Радосављевић, **Коришћење електричне енергије самовласним прикључењем објекта, инсталације или уређаја на електроенергетски систем**, стр. 66-75, ISSN 2217-4362, COBISS.SR-ID 180514828, *ВТШСС Урошевац*, Звечан, 2010.
5. Д. Радосављевић, **Н. Марковић**, С. Петровић, **Примена РНР-а у изради web апликација**, стр. 99-120, ISSN 2217-4362, COBISS.SR-ID 180514828, *ВТШСС Урошевац*, Звечан, 2010.
6. И. Бјелић, **С. Марковић**, Н. Марковић, С. Бјелић, **Метод пројектовања функционалне структуре техничких система**, рад 2.17, стр. 155-161, УДК: 007.5::62, Стручни рад, ISBN 978-86-7776-138-7, COBISS.SR-ID 191226636, 1-3. јун, Чачак, *ТИО 2012*.
7. У. Јакшић, С. Бјелић, **Н. Марковић**, **Перспективе енергије и модула енергетика у информатичко-логичком моделу науке**, рад 2.18, стр. 162-171, УДК: 37::620.9, Стручни рад, ISBN 978-86-7776-138-7, COBISS.SR-ID 191226636, 1-3. јун, Чачак, *ТИО 2012*.
8. С. Бјелић, **Н. Марковић**, Ј. Живанић, **Један метод за анализу прелазног процеса у колу са расподељеним параметрима и нелинеарном концентрисаном индуктивношћу**, рад 2.21, стр. 185-192, УДК: 371.3::621.313/.314, Стручни рад, ISBN 978-86-7776-138-7, COBISS.SR-ID 191226636, 1-3. јун, Чачак, *ТИО 2012*.

9. С. Бјелић, **Н. Марковић**, Ј. Живанић, **Губици електричне енергије у електричним мрежама**, стр. 32-42, ISSN 2217-4362, COBISS.SR-ID 180514828, UDK: 621.316.1.017, *ВТШСС Урошевац*, Звечан, 2012.
10. **Н. Марковић**, С. Бјелић, Ј. Живанић, У. Јакшић, **Пасивни енергетски филтар у претварачу/инвертору**, стр. 43-53, ISSN 2217-4362, COBISS.SR-ID 180514828, UDK: 621.372.54:621.314.57, *ВТШСС Урошевац*, Звечан, 2012.
11. **Н. Марковић**, Д. Живковић, М. Пејић, **Примена различитих врста упита у MS Office Access-у 2007**, стр. 54-61, ISSN 2217-4362, COBISS.SR-ID 180514828, UDK: 004.42ACCESS; 004.658, *ВТШСС Урошевац*, Звечан, 2012.
12. С. Марковић, Ј. Рајовић, **Н. Марковић**, **Стратешки елементи квалитета образовања на високошколским установама**, рад 2.13, стр. 216-223, УДК: 378.147, Стручни рад, ISBN 978-86-7776-164-6, COBISS.SR-ID 208371468, 30-31. мај, Чачак, *ТИО 2014*.
13. В. Милићевић, С. Бјелић, **Н. Марковић**, У. Јакшић, **Симулација прелазних процеса у дистрибутивним мрежама средњег напона (10-35 kV)**, стр. 83-93, УДК: 621.316.027.6:519.876.5, Стручни рад, *Часопис из области економије, менаџмента и информатике "БизИнфо"*, годиште 5, број 1, ВПШСС Блаце, 2014.
14. **Н. Марковић**, С. Бјелић, В. Милићевић, Н. Станојевић, **Методи за детекцију вредности, смера, и извора хармоника у општим електричним дистрибутивним системима**, стр. 125-134, ISSN 2217-4362, COBISS.SR-ID 216424972, UDK: 621.311.1, *ВТШСС Урошевац*, Лепосавић, 2015.
15. С. Бјелић, **Н. Марковић**, З. Божићевић, У. Јакшић, **Метод за решавање прелазних процеса при прекиду две фазе у електричним мрежама**, стр. 135-144, ISSN 2217-4362, COBISS.SR-ID 216426252, UDK: 621.311.1, *ВТШСС Урошевац*, Лепосавић, 2015.
16. **Н. Marković**, J. Rajović, **Influence of English language on Serbian language in the context of computer terminology**, rad 2.15, str. 218-225, UDK: 811.111`322.2:811.163.41, Professional paper, ISBN 978-86-7776-164-6, COBISS.SR-ID 208371468, 28-29. мај, Чачак, *ТИО 2016*.

#### – Учешће на пројектима

1. ERASMUS+ пројекат: "Development of master curricula for natural disasters risk management in Western Balkan countries" (NatRisk)  
Contract number 573806-EPP-1-2016-1-RS-EPPKA2-CBHE-JP, трајање 2016-2019.
2. ERASMUS+ пројекат: "Electrical Energy Markets and Engineering Education" (ELEMEND)  
Contract number 585681-EPP-1-2017-1-EL-EPPKA2-CBHE-JP, трајање 2017-2020.

#### 4. Оцена о испуњености обима и квалитета у односу на пријављену тему

Докторска дисертација кандидата мр Ненада Марковића, дипл. инж. електр. под називом „**Матрични модел електромагнетских процеса асинхроне машине у условима изражених напонских несиметрија**“ одговара по садржају теми прихваћеној од стране Наставно-научног већа Факултета техничких наука у Чачку и Стручног већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу. По квалитету и обиму истраживања у потпуности задовољава све научне, стручне и законске услове за докторску дисертацију.

Докторска дисертација је написана на 120 страна, садржи 63 слика и 5 табела, а цитирано је 102 библиографска наслова.

Докторска дисертација се састоји из предговора, 6 поглавља, литературе, списка слика, списка табела, регистра појмова и прилога који су саставни део докторске дисертације, а сам садржај је организован на следећи начин:

## **ПРЕДГОВОР**

### **1. УВОД**

### **2. ПРЕГЛЕД СТАЊА ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА И УТИЦАЈ НАПОНСКИХ И СТРУЈНИХ ИЗОБЛИЧЕЊА НА РАД АСИНХРОНИХ МАШИНА**

- 2.1. Преглед стања досадашњих истраживања
- 2.2. Виши хармоници у електричним мрежама и њихове последице
  - 2.2.1. *Уважавање последица хармоника струје и напона*
- 2.3. Утицај напонских хармоника извора на рад трофазне асинхроне машине
  - 2.3.1. *Анализа рада мотора при несинусоидном напону напајања*
  - 2.3.2. *Виши хармоници струје и губици снаге у мотору*
- 2.4. Утицај струјних хармоника на рад трофазне асинхроне машине
  - 2.4.1. *Појава резонансе и примена коректора*
  - 2.4.2. *Параметри изобличења хармоника*
- 2.5. Нелинеарни модели асинхроних машина
  - 2.5.1. *Модел асинхроног мотора са доминантним хармоником*
  - 2.5.2. *Модел модификоване конвенционалне шеме која узима у обзир деловање хармоника у асинхроној машини са нелинеарним магнетним колом*
  - 2.5.3. *Упроишћени конвенционални модел асинхроног мотора*
  - 2.5.4. *Модел машине са спектром временских и просторних хармоника*

### **3. МАТРИЧНИ МОДЕЛ НЕСИМЕТРИЧНОГ НАПАЈАЊА АСИНХРОНОГ МОТОРА**

- 3.1. Модел уређаја за корекцију несиметрија напона напајања електричних машина
  - 3.1.1. *Матрична једначина у (q) фазном систему уређаја која садржи матрице адмитанси*
  - 3.1.2. *Развијени облик матричних једначина*
  - 3.1.3. *Матрични поступак за прорачун параметара коректора*
- 3.2. Избор параметара коректора несиметрија асинхроне машине према развијеном матричном методу
  - 3.2.1. *Корекција несиметрија фазних напона*
  - 3.2.2. *Израчунавање релевантних параметара и адмитанси*

### **4. АЛГОРИТАМ МАТРИЧНОГ МОДЕЛА СИСТЕМА КОРЕКТОР – АСИНХРОНА МАШИНА**

- 4.1. Алгоритми за подршку имплементације пасивних, активних и хибридних енергетских филтара у сврху корекције несиметрија и смањења нивоа хармоника
  - 4.1.1. *Пасивни филтри*
  - 4.1.2. *Активни филтри*
  - 4.1.3. *Подела активних филтара снаге према тополошким својствима и системима напајања*
  - 4.1.4. *Класификација активних филтара снаге заснована на називној снази*
  - 4.1.5. *Блок шема активних филтара*
  - 4.1.6. *Хибридни филтри*

- 4.1.7. *Класификација хибридних филтара*
  - 4.1.8. *Примена хибридних филтара*
  - 4.1.9. *Критеријуми за избор филтара*
  - 4.2. *Побољшано решење за корекцију несиметрија у електричним мрежама*
    - 4.2.1. *Избор параметара елемената линеарног филтра за мерење компоненти напона и струја директног и инверзног редоследа*
    - 4.2.2. *Одређивање вредности параметара филтра*
    - 4.2.3. *Анализа рада линеарног кола филтра са RLC параметрима*
    - 4.2.4. *Алгоритам класичног начина одређивања параметара филтра*
- 5. АНАЛИЗА, СИМУЛАЦИЈА И РЕЗУЛТАТИ**
- 5.1. *Симулација утицаја виших хармоника на прелазни процес асинхроне машине напајане из PWM инвертора*
    - 5.1.1. *Матрица прелаза из  $0dq$  компоненти у  $uvw$  компоненте и инверзна матрица која се односи на обрнут процес прелаза из  $uvw$  у  $0dq$*
    - 5.1.2. *Симулација динамичког режима рада машине напајане правоугаоним напоном*
    - 5.1.3. *Резултати симулације*
  - 5.2. *Транзијентне појаве у трофазном AC-DC-AC енергетском претварачу за напајање асинхроне машине са IGBT мостом*
    - 5.2.1. *Анализа рада мостног инвертора који напаја асинхрону машину*
    - 5.2.2. *Рад инвертора изведених при омско индуктивном оптерећењу. AC-DC-AC конвертор оптерећен асинхроним мотором*
    - 5.2.3. *Резултати симулације*

## **6. ЗАКЉУЧАК**

### **ЛИТЕРАТУРА**

### **СПИСАК СЛИКА**

### **СПИСАК ТАБЕЛА**

### **РЕГИСТАР ПОЈМОВА**

### **ПРИЛОЗИ**

У уводу су наведени основни мотиви за рад и организација саме докторске дисертације. Дати су циљеви истраживања и дефинисан је предмет и циљ докторске дисертације. Приказан је преглед досадашњих истраживања, као и методе које ће се користити у истраживању.

У другом поглављу је приказан преглед досадашњих истраживања везаних за корекцију несиметрија и редукцију хармоника у просторном и временском домену који у принципу угрожавају нормалан рад асинхроних машина.

Истражене су енергетске карактеристике до сада примењиваних електричних шема у којима су инвертор и електрична машина, и детекција референтне струје са освртом на рад трофазног аутономног инвертора. Анализиран је и рад коректора који неутралише хармонике струје са правоугаоно-степенастим обликом.

У досадашњој анализи утицаја хармоника на струју реалног претварача углавном су разматрани:

- поремећаји на сабирницама претварача на страни система наизменичне струје (напајање из мреже и мрежом вођени инвертор) и утицај виших хармоника на асинхрону машину,
- мере за компензацију виших хармоника са освртом на компоненте снаге на улазу у претварач као и енергетски процеси у претварачу.

Такође, разматран је утицај напонских хармоника на улазним крајевима асинхроних машина који се огледа у стварању нежељених обртних момената које стварају хармоници који се сабирају основним обртним моментом. Исто тако разматран

је и утицај струјних хармоника на рад асинхроних машина чији су извори нелинеарна оптерећења.

Треће поглавље садржи матрични модел са параметрима елемената система напајања асинхроне машине и уређаја за корекцију несиметрија-УКН. Урађен је и представљен математички модел коректора несиметрија напона напојних система електричних машина.

Формирани математички модел садржи једначине стања асинхроне машине са  $d$ - $q$  компонентама. Матрични поступак у општој теорији електричних машина подразумева формирање матричних једначина у ( $q$ ) фазном систему уређаја која садржи матрице адмитанси. Из тако развијеног математичког модела се рачунају параметри УКН несиметрија асинхроне машине и врши њихов избор.

У четвртом поглављу решен је претпостављени задатак везан за формирање алгорита матричног модела асинхрона машина-коректор несиметрија. За решавање одабраних модела са асинхроним машином и коректором коришћена је MATLAB Simulink-софтверска подршка.

За испитивање понашања и транзијентних процеса у асинхроним машинама и изабраним коректорима несиметрија, било да се ради о класичним у коме су филтри реализовани са пасивним елементима (отпорници, пригушнице и кондензатори) или савременим, реализовани као активни енергетски филтри дефинисан је алгоритам-општи поступак за решавање једног проблема (или класе проблема) који после коначног броја једнозначних корака даје решење (или показује да је проблем нерешив). Алгоритам-поступак формирања модела је дефинисан на бази познатих законитости, а параметри модела су са реалним параметрима оригинала повезани нумеричким вредностима које не морају бити физички параметри или параметри реалног процеса. Поред типизације превентивних мера, приказани су и у моделе укључени познати системи за филтрирање: пасивни, активни и хибридни.

Алгоритам за одређивање значајних вредности имплементиран је у модул конвертора који може да оствари корекцију несиметрија и редукацију хармоника.

У петом поглављу је изведена верификација истражених и предложених поступака-алгоритама који се односе на решавање корекција несиметрија и редукацију виших хармоника. Приказани су:

- поступак за решавање процеса у исправљачком делу претварача и поступак верификације путем проверене симулације, аналитички модел енергетског кола трофазног исправљања, аналитички модел који се односи на рад мостног инвертора који напаја асинхрону машину. Применом различитих пакета у софтверском програму MATLAB Simulink изведени су:
  - поступак за симулацију утицаја виших хармоника на прелазни процес асинхроне машине напајане из PWM инвертора,
  - поступак за симулацију динамичког режима рада машине напајане правоугаоним напоном и њени резултати.

У адаптираном софтверском пакету MATLAB Simulink верификован је модел који се односи на транзијентне појаве у трофазном AC-DC-AC енергетском претварачу за напајање асинхроне машине са IGBT мостом и дат је модел који приказује рад инвертора у оквиру AC-DC-AC конвертора оптерећеног асинхроним мотором, као и резултати симулације.

У шестом поглављу су дата закључна разматрања, описан је допринос аутора, као и смернице за будућа истраживања.

Затим је дат преглед коришћене литературе у изради докторске дисертације.

На крају је дат списак слика, списак табела и регистар појмова приказаних у докторској дисертацији.

Део радова публикованих у међународним часописима и међународним зборницима приказани су у прилогу.

## 5. Научни резултати докторске дисертације

Мр Ненад Марковић, дипл. инж. електр. је у оквиру своје докторске дисертације извршио систематизацију и анализу досадашњих теоријских и емпиријских знања из области асинхроних машина и дошао до значајних резултата када су у питању корекције несиметрија и редукције хармоника.

Када је у питању практична реализација резултата урађене докторске дисертације као најважнији издвајају се:

- теоријски резултати добијени из матричног модела и тестови симулације који су заменили експериментални део истраживања и довели до предлога за реализацију активних уређаја/филтара за корекцију несиметрија и изобличења напона при раду асинхроних машина,
- истражен је велики број значајних утицаја на рад уређаја за корекцију напонских несиметрија електричне машине,
- добијени су очекивани алгоритми који се користе за решавање матричног модела система напајања, машине и уређаја за корекцију несиметрија,
- развијени су математички модели засновани на матричним трансформацијама а добијени резултати су публиковани и представљени научној и стручној јавности,
- остварен је и усавршен нов начин за избор или пројектовање уређаја за корекцију напонских несиметрија и изобличења напона,
- успостављени су критеријуми за оцену метода са техничко-технолошког аспекта,
- евидентиране су грешке и мерне несигурности у примени развијених поступака за корекцију напонских несиметрија при експлоатацији асинхроних машина.

У погледу резултата, јединствена је оцена да су добијени бољи, усавршенији и једноставнији поступци у односу на постојеће и методом симулације у софтверском пакету MATLAB Simulink тестирани су претварачи који се могу користити за уклањање напонских амплитудних и фазних несиметрија и временских изобличења због присуства виших хармоника. Ради коректности наглашено је и оцењено да се модели намењени за потребе истраживања утицаја могу разликовати од оних намењених у сврху пројектовања уређаја.

## 6. Применљивост и корисност резултата у теорији и пракси

Докторска дисертација кандидата мр Ненада Марковића, дипл. инж. електр. под називом „**Матрични модел електромагнетских процеса асинхроне машине у условима изражених напонских несиметрија**“ даје значајне резултате и нова сазнања која су представљена научној и стручној јавности кроз радове у области електротехнике и ствара претпоставку за њихову примену у корекцији несиметрија и изобличења која су важна за рад асинхроних машина.

## 7. Начин презентовања резултата научној јавности

Као резултат рада на овој докторској дисертацији кандидат је публикувао 3 рада у међународним часописима категорије M23, и 1 рад у међународном часопису са ДОИ бројем који се односе на примену полупроводничких претварача за корекцију несиметрија и изобличења насталих при прелазном процесу у асинхроним машинама.

Поред тога, у протеклом периоду од када је кандидату одобрена израда докторске дисертације објавио је 3 рада који су штампани у домаћим и међународним часописима са ДОИ фактором, 2 рада је објавио у научним часописима и 1 рад је објавио у зборнику међународних научних скупова штампаних у целини из ове области.

Сви поменути радови се односе на тему докторске дисертације и у вези су са постављеним циљевима истраживања.

Може се рећи да истраживачки рад кандидата обухвата подручје и енергетике и електронике у научној области електротехничког и рачунарског инжењерства.

Поређењем постављених и одобрених циљева истраживања и добијених резултата и доприноса који су представљени научној јавности кроз радове и писаног дела докторске дисертације Комисија доноси следећи

### ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

Докторска дисертација кандидата мр Ненада Марковића под називом „**Матрични модел електромагнетских процеса асинхроне машине у условима изражених напонских несиметрија**“ одговара прихваћеној теми од стране Наставно-научног већа Факултета техничких наука у Чачку, односно Стручног већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу.

Научна и стручна терминологија, структура докторске дисертације и примењена методологија истраживања су у складу са универзитетским нормама.

Добијени и публикувани резултати истраживања су од значаја са научног становишта јер представљају нови приступ решавању проблема електромагнетских прелазних процеса у асинхроним машинама. Кандидат је кроз теоријска истраживања и методе који се користе у софтверским пакетима математичке симулације остварио већи број научних резултата у подручју асинхроних машина. Део резултата је публикуван у међународним часописима категорије M23 и у међународним часописима са ДОИ бројем.

Кандидат је показао да влада методологијом научно-истраживачког рада и поседује способност системског приступа и коришћења литературе. При томе је, користећи своје професионално образовање показао способност да сложеној проблематици приступи свеобухватно, у циљу добијања конкретних и примењивих резултата.

Докторска дисертација по квалитету и обиму и приказаним резултатима истраживања у потпуности задовољава законске услове и универзитетске норме прописане за израду докторске дисертације.

С обзиром на актуелност проблематике која је обрађена и остварене резултате, чланови Комисије сматрају да кандидат **мр Ненад Марковић** и поднета докторска дисертација, испуњавају све услове, који се у поступку оцене писаног дела докторске дисертације захтевају Законом о високом образовању, Статутом Универзитета у Крагујевцу и Статутом Факултета техничких наука у Чачку.

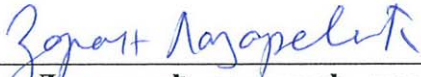


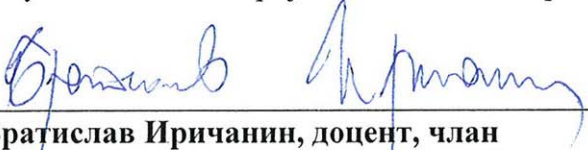



На основу претходно наведеног, Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата **мр Ненада Марковића, дипл. инж. електр.**, једногласно је одлучила да докторска дисертација под називом:

**„Матрични модел електромагнетских процеса асинхроне машине  
у условима изражених напонских несиметрија“**

по квалитету, обиму и добијеним резултатима истраживања у потпуности испуњава све научне и стручне критеријуме за израду докторске дисертације. Комисија са задовољством предлаже Наставно-научном већу Факултета техничких наука у Чачку и Стручном већу за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу да овај Извештај у потпуности прихвате и да кандидата позову на усмену јавну одбрану наведене докторске дисертације.

**Чланови Комисије**

1.   
**Др Зоран Лазаревић, ред. проф., председник**  
Електротехнички факултет у Београду, Универзитет у Београду  
ужа научна област: Електричне машине
2.   
**Др Слободан Бјелић, ред. проф., у пензији, члан**  
Факултет техничких наука у Косовској Митровици, Универзитет у Приштини  
са привременим седиштем у Косовској Митровици  
ужа научна област: Електроенергетика
3.   
**Др Милан Плазинић, ванр. проф., члан**  
Факултет техничких наука у Чачку, Универзитет у Крагујевцу  
ужа научна област: Теоријска и општа електротехника
4.   
**Др Братислав Иричанин, доцент, члан**  
Електротехнички факултет у Београду, Универзитет у Београду  
ужа научна област: Примењена математика
5.   
**Др Јасна Радуловић, ред. проф., члан**  
Факултет инжењерских наука у Крагујевцу, Универзитет у Крагујевцу  
ужа научна област: Аутоматика и мехатроника, Примењена информатика и  
рачунарско инжењерство