

УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА У ЧАЧКУ

ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА У ЧАЧКУ	
Број дела	9 02 2010
Одговор	
012	185
Функција	

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

Предмет: Извештај Комисије за оцену писаног дела и усмену одбрану докторске дисертације мр Зорана Ристановић, дипл. инж. ел.

Одлуком Наставно – научног већа Факултета техничких наука у Чачку бр. 38 – 2968/6 од 24. децембра 2014. год. именовани смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Зорана Ристановић, дипл. инж. ел., под насловом:

„Утицај параметара синтезе и структурних промена на магнетне карактеристике модификованих феритних прахова“

На основу увида у приложену докторску дисертацију и Извештаја о подобности кандидата и теме за докторску дисертацију, која је одобрена за израду Одлуком Стручног већа за техничко – технолошке науке Универзитета у Крагујевцу бр. 615/4 год., од 14.04.2010. год., на основу Правилника о пријави, изради и одбрани докторске дисертације Универзитета у Крагујевцу, Комисија подноси Наставно – научног већу следећи:

ИЗВЕШТАЈ

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

Докторска дисертација кандидата мр Зорана Ристановић, дипл. инж. ел., под називом „УТИЦАЈ ПАРАМЕТАРА СИНТЕЗЕ И СТРУКТУРНИХ ПРОМЕНА НА МАГНЕТНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ МОДИФИКОВАНИХ ФЕРИТНИХ ПРАХОВА“ представља резултат научно – истраживачког рада кандидата у области савремених феромагнетних материјала.

Интензиван развој компјутерске индустрије, телекомуникација, управљачких система, сателитских антена, филтера условио је убрзани развој нових магнетних материјала. Значајно место међу тим материјалима заузимају ферити (магнетно-меки и магнетно-тврди), који имају изузетно велику примену у електротехници. Ферити показују својства феримагнетизма због суперизменљивих интеракција између металних јона и јона кисеоника. Својства која магнетно-меки ферити треба да имају су: што већа магнетна пермеабилност (тј. мали енергетски губици), висока термичка стабилност структуре и што виша Киријева температура.

Оптимална својства ферита морају бити задовољена и при радним фреквенцијама, обично од 1 kHz до 1 MHz, а у неким применама и до 1 GHz. Ферити представљају групу материјала код којих је релативно лако модификовати, тј. побољшати функционална својстава као што су: магнетна пермеабилност, термичка стабилност, специфична електрична отпорност и мали енергетски губици у опсегу радних фреквенција.

Величина честица код наночестичних ферита има веома значајан утицај на њихова магнетна својства. Зависно од параметара синтезе и расподеле катјона између тетраедарских и октаедарских места, биће узроковано повећање или смањење магнетизације у односу на балк ферите.

Примене свих врста ферита у електротехници су врло широке. Савремена истраживања у области наноструктурних феритних прахова усмерена су на добијање ферита са побољшаном реманенцијом, коерцитивношћу, магнеторезистенцијом... Истовремено, велика пажња истраживача усмерена је ка поједностављењу и смањењу трошкова производње где посебно место припада PIM технологији (поступак бризгања праха са растопљеним везивом Powder Injection Moulding – PIM), која омогућава производњу великих серија минијатурних и геометријски сложених облика како магнетно – меких тако и магнетно – тврдих ферита.

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

Докторска дисертација мр Зорана Ристановић, дипл. инж. ел., под називом „УТИЦАЈ ПАРАМЕТАРА СИНТЕЗЕ И СТРУКТУРНИХ ПРОМЕНА НА МАГНЕТНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ МОДИФИКОВАНИХ ФЕРИТНИХ ПРАХОВА“ представља резултат оригиналног научног рада кандидата.

Тема докторске дисертације је изузетно актуелна из разлога што се модификовањем феритних прахова могу остварити велика побољшања како магнетних, тако и електричних својстава готових производа.

У оквиру докторске дисертације дефинисан је утицај параметара синтезе полазних прахова и тоplotног дејства на структурне промене током синтеровања и коначно на магнетна својства, за следеће смеше феритних прахова: $Mn_{1-x}Zn_xFe_2O_4$, $Fe_xO_yBaTiO_3$ и праха 50% Fe_3O_4 и 50% $BaTiO_3$.

Узорци за термомагнетна мерења MnZn ферита су добијени поступком бризгања праха са растопљеним везивом (PIM технологија). Показано је да се вишеструким загревањем истог узорка, након загревања до 470 °C, магнетна пермеабилност повећава за око 700 % у односу на вредност пермеабилности полазног узорка. Велики пораст пермеабилности објашњава се фундаменталним тумачењем процеса током структурне релаксације полазног праха ферита. Такође, дошло је до повећања Кири температуре за вредности од око 200 °C до око 340 °C после четвртог загревања, што је последица повећања термичке стабилности структуре узорка.

Магнетна језгра MnZn ферита добијена PIM технологијом, синтерована су у атмосфери ваздуха на 1340 °C у трајању од 3,5 h. Ова језгра поседују побољшање магнетних карактеристика, јер је коерцитивност смањена у односу на полазни узорак (на вредност $H_c = 0,047$ kA/m), а пораст реманенције је велики (на вредност $B_r = 0,214$ T). Ово је у корелацији са достигнутом оптималном вредношћу густине ($\rho = 4800$ kg/m³) и сагласно је са најнижом порозношћу и уоченом кристалном фазом α - Fe₂O₃.

Ради примене синтерованих узорака у електроинжењерству извршена је анализа В – Н кривих магнетног хистерезиса при различитим вредностима побудног поља (2 kA/m, 4 kA/m и 6 kA/m, а при $f = 1000$ Hz) и уочена је слична ширина хистерезисних петљи у сва три случаја (тј. мало повећање коерцитивности). Показано је, такође, да са порастом фреквенције (од 50 Hz до 1000 Hz) хистерезисна петља постаје шири, па су енергетски губици већи, што је узроковано вихорним струјама и већим фреквенцијским утицајем на процес релаксације спина.

Термомагнетна мерења узорка MnZn ферита синтерованих у атмосфери ваздуха, аргона и азота су показала да присуство атмосфере, током синтеровања на 1340 °C, значајно утиче на Киријеву температуру узорка. Узорак синтерован у ваздуху има Киријеву температуру око 200 °C, док узорци синтеровани у атмосфери аргона и азота имају знатно већу вредност Кири температуре, око 450 °C.

Величина честица одређена је методом ласерске дифракције. Полазни прах садржао је 90 % честица ситнијих од 2,8 μ m. Термичка анализа MnZn ферита у ваздуху је извршена снимањем DTA/TG кривих које описују егзотермалне, ендотермалне и оксидационе реакције. Такође, урађене су XRD анализе полазног праха и узорака синтерованих у ваздуху, азоту и аргону. Ове анализе су показале да у случају синтеровања у ваздуху композиција рендгенограма остаје иста као код полазног праха, тј. синтеровани узорак садржи комбинацију две фазе Mn_{0,6}Zn_{0,4}Fe₂O₄ (68 wt, %) и α - Fe₂O₃ (32 wt, %). У узорцима синтерованим у атмосфери аргона и азота хематит (α - Fe₂O₃) није примећен. Разлог промене фазе хематита (α - Fe₂O₃) у оксид (FeO) је тај што недостатак кисеоника у процесу синтеровања доводи до редуковања Fe³⁺ у Fe²⁺.

Механичком активацијом у атмосфери ваздуха смеше прахова која се састојала од подједнаког масеног удела гвожђа Fe и баријум титаната BaTiO₃ добијен је сложен систем Fe_xO_y – BaTiO₃ (BTFO керамика) чији састав зависи од трајања процеса активације. Показано је да се током активације значајно мења однос оксида гвожђа FeO, Fe₂O₃ и Fe₃O₄, а од тог односа зависи промена својстава узорака добијених пресовањем праха.

Рендгенограми неодгреваних узорака праха активираних 80 min, 100 min, 120 min и 150 min показују раст унетих структурних дефеката и механичких напрезања у праху са повећањем времена активације. Показано је да се магнетна пермеабилност повећава током загревања код свих узорака при процесу одгревања пресованих узорака активираних праха, што је условљено процесом структурне релаксације материјала. Показано је, такође, да се максимална магнетизација узорака постиже након одгревања до

температуре од 540 °C, када се процес структурне релаксације завршава. Установљено је да највећу магнетизацију пре и након одгревања има узорак добијен пресовањем праха активираниог 100 min и она износи $M_0 = 3,42 \text{ emu/g}$ пре и $M' = 3,57 \text{ emu/g}$ после одгревања. Ову максималну магнетизацију узорка (активираниог 100 min) узрокује максималан проценат Fe^{2+} јона у праху.

Термомагнетним мерењима узорака добијених пресовањем праха В (100 min) и праха D (150 min) и синтерованих на 1200 °C 1h у атмосфери ваздуха, показано је да прво смањење магнетне пермеабилности, за око 45 %, настаје у области фероелектричне Киријеве температуре (T_{FE}) баријум титаната у температурном интервалу од 60 °C до 130 °C. Друго смањење магнетне пермеабилности настаје у температурном интервалу од 320 °C до 420 °C у области феромагнетног прелаза, што је у ствари феромагнетна Киријева температура (T_{FM}) узорка. Показано је да узорци синтеровани на 1200 °C у току 1h добијени од пресованих прахова активираних 100 min и 150 min, имају својства магнетоелектрика, тј. утврђено је да садржај гвожђа у ВТФО керамици утиче на T_{FE} и T_{FM} температуре.

Зависност диелектричне пропустљивости узорка В (100 min) синтерованог на 1200 °C 1h у ваздуху од фреквенције показује да релативна диелектрична пропустљивост узорка при фреквенцији од 100 Hz износи $\epsilon_r = 11725$. Са повећањем фреквенције релативна диелектрична пропустљивост се смањује и при фреквенцији од 10 kHz има вредност $\epsilon_r = 3652$, што је за практичну примену добар резултат.

Анализом резултата термомагнетних мерења својства система прахова 50% Fe_3O_4 и 50% BaTiO_3 утврђено је да максимална магнетизација охлађеног узорка настаје након загревања до 380 °C. Свако даље загревање узорка изнад 380 °C узрокује пад магнетне пермеабилности охлађеног узорка, што значи да се процес структурне релаксације завршио загревањем узорка до ове температуре.

Максимални ефекти механохемијске активације у односу на магнетна својства остварени су код узорака добијених пресовањем праха активираниог у току 3 h. Закључено је да су ефекти активације смеше прахова 50% Fe_3O_4 и 50% BaTiO_3 на магнетна својства знатно мањи него у случају активације полазне смеше прахова 50% Fe и 50% BaTiO_3 .

2. Преглед остварених резултата кандидата у одређеној научној области

Mr Зоран Ристановић дипломирао је на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, смер Електроника – аутоматика 1975. год. Магистарску тезу под називом „Анализа утицаја неидеалности реалног операционог појачавача на одзив активног филтра у временском домену“ одбранио је 1996. год. такође на Електротехничком факултету Универзитета у Београду.

Радни однос засновао је 1975. год. у ФНП „Слобода“ у Чачку, а 1977. год. прешао у предузеће ПТТ Чачак (данашњи Телеком). Од 1978. год. ради као асистент на ВТШ у Чачку, где и сада ради у звању професора Високе школе техничких струковних студија.

У досадашњем раду објавио је седам научних и стручних радова, од чега два рада у међународном часопису, један рад на скупу националног значаја штампан у целини и четири рада на међународним скуповима штампаним у изводу:

Радови штампани у часописима међународног значаја M23

1. N. S. Mitrović, S. R. Djukić, S. Randjić, **Z. Ristanović**, H. Danninger, "Soft Magnetic Properties of MnZn Ferrites Prepared by Powder Injection Moulding", *Science of Sintering*, Vol. 44, (2012) pp. 355-364., doi: 10.2298/SOS1203355M, ISSN 0350-820X.

2. **Z. Ristanović**, A. Kalezić – Glišović, N. Mitrović, S. Đukić, D. Kosanović, A. Maričić, "The Influence of Mechanochemical Activation and Thermal Treatment on Magnetic Properties of the BaTiO₃ - Fe_xO_y Powder Mixture", *Science of Sintering*, Vol. 47, (2015) pp. 3-14., doi: 10.2298/SOS141121001R, ISSN 0350 - 820X.

Зборници скупова националног значаја M63

1. **З. Ристановић** и М. Бјекић, „Утицај фреквенцијски зависног појачања ОП-а на групно кашњење и на одраз активног филтра у временском домену“, XLIV конференција ЕТРАН 2000, Сокобања, Зборник радова, свеска I, стр. 182-185, Јун 26-29, 2000.

Зборници међународних научних скупова M34

1. S. Đukić, **Z. Ristanović**, V. Maričić, S. Randić, M. Spasojević, „Correlation of Changes of Electric and Magnetic Properties of the FeSiB Amorphous Alloy“, *Physics and Technology of Materials*, Čačak, Avgust 2007., The Book Of Abstracts, p. 37.

2. A. Kalezić – Glišović, **Z. Ristanović**, Lj. Vulićević, V. Randelović – Ćirić, „Mechanical Activation Influence on Electrical and Magnetic Properties of the system Powder Fe₈₁B₁₃Si₄C₂“, YUCOMAT 2009, Herceg Novi, Montenegro, August 31 – September 4, The Book of Abstracts, p. 165.

3. **Z. Ristanović**, M. Plazinić, D. Sretenović, J. Živanić, "The Influence of the Atmosphere and Impulse Effect of External Magnetic Field on the Magnetic Features of MnZn-Ferrite During the Process of Sintering", YUCOMAT 2010, Herceg Novi, Montenegro, September 6-10., 2010. p.110 .

4. **Z. Ristanović**, S. Đukić, A. Plazinić, D. Sretenović, A. Maričić, "The Influence of the Mechanochemical Activation and Heat Effect on the Magnetic Properties of the Powder System BaTiO₃ - Fe_xO_y", The Third Serbian Ceramics Society Conference »Advanced Ceramics and Application III« September 29 – October 1, 2014, Belgrade, Serbia, The Book of Abstracts, p. 99.

3. Оцена испуњености обима и квалитета у односу на пријављену тему

Докторска дисертација кандидата мр Зорана Ристановић, дипл. инж. ел., под називом „УТИЦАЈ ПАРАМЕТАРА СИНТЕЗЕ И СТРУКТУРНИХ ПРОМЕНА НА МАГНЕТНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ МОДИФИКОВАНИХ ФЕРИТНИХ ПРАХОВА“ одговара по садржају прихваћеној теми од стране Наставно – научног већа Техничког факултета 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 100 страна, садржи 52 слике, 5 табела, а цитирано је 90 библиографских наслова.

Докторска дисертација је подељена у 6 поглавља и то:

1. УВОД
2. ТЕОРИЈСКИ ДЕО
3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДЕО
4. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА РЕЗУЛТАТА
5. ЗАКЉУЧАК
6. ЛИТЕРАТУРА

Уводни део описује значај развоја нових материјала са посебним освртом на наноструктурне феритне материјале, побољшање њихових карактеристика, као и стварање нове класе феритних материјала.

У **другој** глави, у оквиру Теоријског дела, дат је осврт на магнетно поље у супстанцијама, ферите као наноструктурне материјале и методе добијања феритних прахова.

У **Експерименталном делу** дат је кратак опис метода за карактеризацију диелектрика и магнетика, које су примењене у експерименталним истраживањима ове дисертације. Ту су пре свега XRD анализа која омогућава праћење структурних трансформација узорака, затим методе електронске микроскопије. Термичка анализа рађена је методама DTA, DSC и TGA. Описана је PIM технологија за добијање металних и керамичких производа потребних облика. Модификованом Фарадејевом методом вршена су термо магнетна мерења, а електрична својства методом четири тачке.

Срж докторске дисертације презентована је у делу **Резултати истраживања и дискусија резултата**. Предмет истраживања су:

- Прах MnZn ферита који садржи $Mn_{1-x}Zn_xFe_2O_4$ и малу количину хематита $\alpha - Fe_2O_3$.
- Активиран прах система 50% Fe и 50% BaTiO₃
- Активиран прах система 50% Fe₃O₄ и 50% BaTiO₃

Објашњена је корелација структурних трансформација са магнетним и електричним својствима. Објашњен је процес одигравања структурних трансформација полазних прахова. Размотрен је утицај атмосфере током синтеровања пресованих узорака полазних прахова на магнетна својства финалних ферита. Такође, дато је тумачење утицаја спољашњег магнетног поља на процес синтеровања и процес намагнетисавања финалних синтерованих узорака.

У **Закључку** су сумирани резултати докторске дисертације, дефинисани оптимални услови синтезе под којима се добијају испитивани ферити и њихов практични значај. Посебна пажња посвећена је анализи система прахова Fe 50 % - BaTiO₃ 50 % (масени однос) јер се показало да узорци добијени пресовањем активираних праха и синтеровани у атмосфери ваздуха имају својства магнетоелектрика.

4. Научни резултати докторске дисертације

Теоријским разматрањем и експерименталним истраживањем на докторској дисертацији, кандидат мр Зоран Ристановић је дошао до низа значајних резултата.

Дата су фундаментална тумачења утицаја параметара синтезе на магнетна својства добијених феритних узорака. У оквиру истраживања магнетно меког праха MnZn ферита са малом количином α -Fe₂O₃ и узорака добијених РИМ технологијом показано је да максимално повећање магнетне пермеабилности од око 700 % настаје након одгревања до 470 °C, што је условљено потпуном структурном релаксацијом полазног узорка. Објашњен је утицај атмосфере и импулсног ефекта спољашњег магнетног поља током загревања наноструктурних пресованих узорака полазних прахова на магнетна својства финалних ферита. Резултати термомагнетних мерења (магнетне пермеабилности) показују да узорци синтеровани на 1337 °C у неоксидној атмосфери (N, Ar) показују приближно идентичну Киријеву температуру (око 520 °C). За узорак синтерован у ваздуху Киријева температура износи око 220 °C што је у одличној сагласности са литературним вредностима.

Испитан је утицај механохемијске активације и температурног третмана смеше прахова BaTiO₃ – Fe_xO_y на магнетна својства. Показано је да са повећањем времена активације (стартујући са истим масама Fe и BaTiO₃) долази до појаве оксида гвожђа FeO, Fe₂O₃ и Fe₃O₄ и промене њиховог односа. Доказана је потпуна корелација између присуства различитих оксида гвожђа Fe_xO_y и њиховог међусобног односа са магнетним особинама.

XRD анализе смеша прахова активираних 80 min, 100 min, 120 min и 150 min показале су повећање структурних дефеката и механичког напрезања са повећањем времена активације.

Показано је да се максимално повећање магнетне пермеабилности узорака добијених пресовањем праха Fe_xO_y-BaTiO₃, на собној температури, добија након одгревања до 540 °C. Максималну магнетизацију пре и након одгревања има узорак

добијен пресовањем праха активираниог 100 min и она износи $M_0 = 3,42 \text{ emu/g}$ пре и $M' = 3,57 \text{ emu/g}$ после одгревања, респективно, за шта је дато одговарајуће фундаментално тумачење.

Показано је да узорци добијени пресовањем праха активираниог 100 min и 150 min и синтеровани на $1200 \text{ }^\circ\text{C}$ у току 1 h имају магнетоелектрична својства. Показано је да фероелектрични прелаз настаје у температурном интервалу од $60 \text{ }^\circ\text{C}$ до $130 \text{ }^\circ\text{C}$, а феромагнетни од $320 \text{ }^\circ\text{C}$ до $400 \text{ }^\circ\text{C}$, што је у сагласности са литературним подацима.

Доказано је, такође, да су ефекти активације прахова Fe 50 % - BaTiO₃ 50 % (масених односа) на магнетна својства знатно већи него на полазну смешу прахова 50% Fe₃O₄ и 50% BaTiO₃.

5. Применљивост и корисност резултата у теорији и пракси

Докторска дисертација кандидата мр Зорана Ристановић, дипл. инж. ел., под називом „УТИЦАЈ ПАРАМЕТАРА СИНТЕЗЕ И СТРУКТУРНИХ ПРОМЕНА НА МАГНЕТНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ МОДИФИКОВАНИХ ФЕРИТНИХ ПРАХОВА“ даје низ резултата који се односе на пројектовање и развој нових електронских компоненти.

Испитивани PIM MnZn ферит задовољава критеријуме за израду трансформатора са променљивим напајањем. То је оптималан магнетни материјал за производњу језгара која се користе за различита трансформаторска кола и инверторске трансформаторе за LCD – ове.

Ферити се највише употребљавају у високофреквентним уређајима електронике и телекомуникација јер имају високе вредности специфичне електричне отпорности, а тиме и релативно мале губитке услед вихорних струја.

Фероелектрици и феро(фери)магнетици конституишу магнетоелектрике, тј. материјале са спрегнутим магнетним и електричним особинама. Ова класа материјала има могућност интересантне примене код израде сензорских компоненти (нпр. сензори магнетних поља малих интензитета и др.).

6. Начин презентирања резултата научној јавности

Као резултат рада на овој докторској дисертацији кандидат је публикувао два рада у међународним часописима, као и два рада у зборницима међународних научних скупова:

1. N. S. Mitrović, S. R. Djukić, S. Randjić, **Z. Ristanović**, H. Danninger, "Soft Magnetic Properties of MnZn Ferrites Prepared by Powder Injection Moulding", *Science of Sintering*, Vol. 44, (2012) pp. 355-364., doi: 10.2298/SOS1203355M, ISSN 0350-820X. **M23**

2. **Z. Ristanović**, A. Kalezić – Glišović, N. Mitrović, S. Đukić, D. Kosanović, A. Maričić, "The Influence of Mechanochemical Activation and Thermal Treatment on Magnetic Properties of the BaTiO₃ - Fe_xO_y Powder Mixture", *Science of Sintering*, Vol. 47, (2015) pp. 3-14., doi: 10.2298/SOS141121001R, ISSN 0350 - 820X. **M23**

3. **Z. Ristanović**, M. Plazinić, D. Sretenović, J. Živanić, "The Influence of the Atmosphere and Impulse Effect of External Magnetic Field on the Magnetic Features of MnZn-Ferrite During the Process of Sintering", YUCOMAT 2010, Herceg Novi, Montenegro, September 6-10., 2010. p.110 . **M34**

4. **Z. Ristanović**, S. Đukić, A. Plazinić, D. Sretenović, A. Maričić, "The Influence of the Mechanochemical Activation and Heat Effect on the Magnetic Properties of the Powder System BaTiO₃ - Fe_xO_y", The Third Serbian Ceramics Society Conference »Advanced Ceramics and Application III« September 29 – October 1, 2014, Belgrade, Serbia, The Book of Abstracts, p. 99. **M34**

Комисија сматра да истраживања и резултати докторске дисертације пружају обиман и користан материјал за даљу презентацију на међународним и домаћим научним скуповима и публиковање радова у референтним научним часописима који се баве развојем савремених магнетних и електричних материјала.

ЗАКЉУЧАК

1. Докторска дисертација кандидата мр Зорана Ристановића, дипл. инж. ел., под називом „УТИЦАЈ ПАРАМЕТАРА СИНТЕЗЕ И СТРУКТУРНИХ ПРОМЕНА НА МАГНЕТНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ МОДИФИКОВАНИХ ФЕРИТНИХ ПРАХОВА“ одговара прихваћеној теми од стране Наставно – научног већа Техничког факултета у Чачку.

2. У оквиру докторске дисертације кандидат је кроз свеобухватан теоријско – експериментални рад дошао до низа оригиналних научних резултата који се односе на утицај синтезе, структуре и својстава модификованих феритних прахова на магнетна и диелектрична својства синтерованих производа.

3. Докторска дисертација је резултат самосталног рада и по квалитету, обиму и приказаним резултатима истраживања у потпуности задовољава законске услове и универзитетске норме прописане за израду докторске дисертације.

Дакле, докторанд мр Зоран Ристановић, дипл. инж. ел., и приложена докторска дисертација испуњавају све потребне 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.


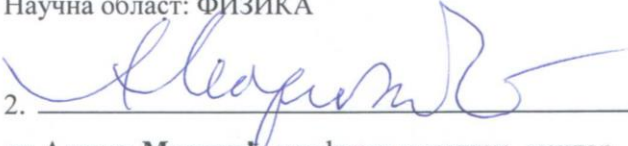



На основу претходно изнетог предлажемо Наставно – научном већу Факултета техничких наука у Чачку и Стручном већу за техничко – технолошке науке Универзитета у Крагујевцу да прихвати докторску дисертацију кандидата мр Зорана Ристановић, под називом

„УТИЦАЈ ПАРАМЕТАРА СИНТЕЗЕ И СТРУКТУРНИХ ПРОМЕНА НА МАГНЕТНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ МОДИФИКОВАНИХ ФЕРИТНИХ ПРАХОВА“

као успешно урађену и да кандидата позове на усмену јавну одбрану дисертације.

У Чачку и Београду, јануара 2015. године

Чланови комисије

1. 
др **Небојша Митровић**, редовни професор, председник
Факултет техничких наука у Чачку, Универзитет у Крагујевцу
Научна област: ФИЗИКА
2. 
др **Алекса Маричић**, професор емеритус, ментор
Факултет техничких наука у Чачку, Универзитет у Крагујевцу
Научна област: ФИЗИКА
3. 
др **Јерослав Живанић**, редовни професор, члан
Факултет техничких наука у Чачку, Универзитет у Крагујевцу
Научна област: ТЕОРИЈСКА И ОПШТА ЕЛЕКТРОТЕХНИКА
4. 
др **Драгица Минић**, редовни професор, у пензији, члан
Факултет за физичку хемију, Универзитет у Београду
Научна област: ФИЗИЧКА ХЕМИЈА
5. 
др **Слободан Букић**, редовни професор, члан
Факултет техничких наука у Чачку, Универзитет у Крагујевцу
Научна област: ЕЛЕКТРОНИКА