

| | | | |
|-----------------------|------|-------|----------|
| ПРИМАЉЕНО 29.03.2024. | | | |
| Оргјед. | Број | Врлог | Вредност |
| 012 | 608 | | |

ОБРАЗАЦ 3

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА У ЧАЧКУ
И
ВЕЋУ ЗА ТЕХНИЧКО-ТЕХНОЛОШКЕ НАУКЕ
УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ**

На седници Већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу одржаној 20.3.2024. године (број одлуке: IV-04-182/13 од 20.03.2024. године) одређени смо за чланове Комисије за писање Извештаја о оцени научне заснованости теме докторске дисертације под насловом: „Методологија за анализу и решавање нелинеарних магнетских проблема са хистерезисом у временском домену“, и испуњености услова кандидата Срђана Дивца, мастер инжењера електротехнике и рачунарства и предложеног ментора Др Бранка Копривице, ванредног професора за израду докторске дисертације.

На основу података којима располажемо достављамо следећи:

**ИЗВЕШТАЈ
О ОЦЕНИ НАУЧНЕ ЗАСНОВАНОСТИ ТЕМЕ И ИСПУЊЕНОСТИ УСЛОВА
КАНДИДАТА И ПРЕДЛОЖЕНОГ МЕНТОРА
ЗА ИЗРАДУ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ**

| |
|--|
| 1. Подаци о теми докторске дисертације |
| 1.1. Наслов докторске дисертације: |
| „Методологија за анализу и решавање нелинеарних магнетских проблема са хистерезисом у временском домену“ |
| 1.2. Научна област докторске дисертације: |
| Електротехничко и рачунарско инжењерство |
| 1.3. Образложење теме докторске дисертације (до 15000 карактера): |
| 1.3.1. Дефинисање и опис предмета истраживања |
| Предмет истраживања је развој методологије за анализу и решавање нелинеарних магнетских проблема са хистерезисом у временском домену и њена примена на различитим теоријским и практичним проблемима. Истраживаће се њена примена на: 1) симулацију динамичких и квазистатичких хистерезисних петљи феромагнетског језгра; 2) развој алгоритма за решавање електричног кола са нелинеарним хистерезисним калемом; 3) прорачун тренутне снаге магнећења и њених компоненти у језгрима од ферита и феромагнетског лима и 4) прорачун параметара еквивалентне електричне шеме нелинеарног |

хистерезисног калема. Сва истраживања, експерименти, прорачуни и симулације биће обављени у временском домену.

1.3.2. Полазне хипотезе

Прва претпоставка јесте да је могуће помоћу мерно-аквизиционог система базираног на персоналном рачунару измерити карактеристике феромагнетског језгра од гвоздених лимова, и то: минорне и главну хистерезисну петљу, криву магнећења, специфичне губитке и друго.

Друга претпоставка јесте да се хармонијска анализа може применити на измерене податке јачине магнетског поља и магнетске индукције оваквог језгра.

Трећа претпоставка је да се на резултате претходне хармонијске анализе (амплитуде и фазе хармоника) јачине магнетског поља може применити интерполација како би се одредиле нове вредности амплитуда и фаза хармоника за амплитуду магнетске индукције од интереса.

Четврта претпоставка је да је, на основу друге и треће хипотезе могуће симулирати квазистатичке хистерезисне петље, а уз примену Бертотијеве статистичке теорије губитака је могуће симулирати и динамичке хистерезисне петље, за произвољан временски облик, амплитуду и фреквенцију магнетске индукције.

Пета претпоставка је да се применом хармонијске анализе јачине магнетског поља и магнетске индукције може одредити тренутна снага магнећења феромагнетског језгра, као и њене две компоненте, апсорбована и осцилујућа снага.

Шеста претпоставка је да се из израчунате апсорбоване и осцилујуће компоненте тренутне снаге магнећења могу израчунати параметри паралелног RL кола (заменске шеме) нелинеарног калема са хистерезисом.

Седма претпоставка, која проистиче из неколико претходних претпоставки, је да се може формирати алгоритам за решавање динамичких електричних кола са нелинеарним калемом са хистерезисом, без и са додатком линеарних елемената, у редној или паралелној вези.

1.3.3. План рада

На почетку истраживања извршиће се преглед литературе у циљу прикупљања материјала везаних за новија достигнућа из теме, а потом ће се приступити формирању мерно-аквизиционог система и прикупљању мерних резултата за магнетске карактеристике феромагнетског језгра. На основу резултата мерења биће извршено истраживање везе између хармоника јачине магнетског поља и амплитуде и фреквенције магнетске индукције. Потом ће бити дефинисан алгоритам за симулацију хистерезисних петљи базиран на интерполацији амплитуда и фаза хармоника. Генерализација методологије, тако да се може применити и на симулацију петљи за које мерења нису доступна, представља наредну етапу. У циљу примене претходног дела истраживања, планирано је дефинисање алгоритма за решавање динамичких електричних кола са нелинеарним хистерезисним калемом. Даља истраживања биће везана за примену хармонијске анализе на раздвајање тренутне снаге магнећења на апсорбовану и осцилујућу компоненту. Као завршни део истраживања дефинисаће се алгоритам за прорачун параметара паралелног RL кола (заменско коло за калем са хистерезисом) из добијених компоненти. За сваку од етапа истраживања планирано је писање програма за прорачуне у програмском пакету Wolfram Mathematica, као и верификација резултата прорачуна.

1.3.4. Методе истраживања

Узимајући у обзир постављени предмет и основне хипотезе, у раду ће бити коришћена синтеза квалитативне и квантитативне методологије истраживања. У теоријском делу дисертације ће се применом методе анализе, дедукције и индукције указати на закључке, предности, недостатке и резултате досадашњих истраживања која се односе на хармонијску анализу временског облика карактеристичних величина у магнетизму у нелинеарним системима,

постојеће моделе за симулацију магнетског хистерезиса, решавање електричних кола са нелинеарним калемом са хистерезисом, као и на одређивање параметара заменске шеме овог елемената. Квантитативна истраживања подразумеваће мерења на торусном феромагнетском узорку уз контролисани облик, фреквенцију и амплитуду магнетске индукције, коришћењем мерно-аквизиционог система базираног на персоналном рачунару и LabVIEW апликацији. Синтезом истраживања дефинисаће се методологија базирана на хармонијској анализи појединих мерених величина и интерполацији, а која би омогућила симулацију хистерезисних петљи, решавање динамичких електричних кола са нелинеарним хистерезисним калемом, прорачун губитака и тренутних компоненти снаге магнетског језгра, као и одређивање параметара заменске RL шеме. Ради верификације предложене методологије, биће извршено поређење резултата добијених прорачуном и мерењима и/или других аутора из области.

1.3.5. Циљ истраживања

Научни циљ дисертације је истраживање могућности примене хармонијске анализе на карактеристичне магнетске величине, пре свега јачине магнетског поља, и њена примена на решавање актуелних проблема у магнетизму. Као крајњи циљ дисертације планирано је формулисање методологије базиране на интерполацији амплитуда и фаза хармоника, која се може применити на симулацију квазистатичких и динамичких хистерезисних петљи, као и на решавање електричних кола са нелинеарним хистерезисним калемом у временском домену. Такође, циљ је и примена хармонијске анализе у прорачуну осцилујуће и апсорбоване компоненте тренутне снаге магнетског језгра сачињених од ферита и феромагнетских лимова, као и на прорачун R и L параметра њихове заменске шеме.

1.3.6. Резултати који се очекују

У току процеса истраживања очекују се три главна резултата. Први резултат представља дефинисање методологије за симулацију квазистатичких и динамичких хистерезисних петљи за амплитуду, фреквенцију и облик магнетске индукције од интереса. Као други резултат очекује се дефинисање итеративног алгорита за решавање динамичких електричних кола, а који би представљао један од принципа примене дефинисане методологије за симулацију. Истраживање методологије за прорачун осцилујуће и апсорбоване компоненте снаге магнетског језгра као и примена исте за прорачун параметара заменског паралелног RL кола у временском домену представља трећи резултат овог истраживања.

1.3.7. Оквирни садржај докторске дисертације са предлогом литературе која ће се користити (до 10 најважнијих извора литературе)

1. Увод

У оквиру ове главе биће дат кратак преглед актуелних достигнућа из теме као и кратак опис и циљеви дисертације.

2. Преглед постојећих методологија

У оквиру ове главе даће се детаљан преглед литературе, са акцентом на најчешће коришћене принципе прорачуна параметара заменских шема нелинеарног калема са хистерезисом, решавања динамичких електричних кола са поменутиим елементом, као и моделима хистерезиса коришћеним у ту сврху.

3. Мерно-аквизициони систем за мерење карактеристика феромагнетских језгара

У оквиру треће главе биће дат кратак преглед метода за мерење магнетских карактеристика феромагнетских језгара. Посебна пажња биће посвећена опису реализованог

мерно-аквизиционог система и експерименталних поставки помоћу којих ће се вршити мерења коришћена за истраживања у оквиру дисертације.

4. Хармонијска анализа и интерполација

У овој глави биће дат теоријски оквир Фуријеове анализе, извршена хармонијска анализа измерених тренутних јачина магнетског поља при познатим облицима, амплитудама и фреквенцијама магнетске индукције. Такође, биће дефинисана методологија интерполације добијених резултата у циљу симулације нове тренутне јачине магнетског поља за амплитуду магнетске индукције од интереса.

5. Симулација динамичких хистерезисних петљи

У оквиру ове главе биће извршена генерализација методологије из претходног поглавља применом Берготијеве статистичке теорије губитака и својства непроменљивости облика квазистатичких хистерезисних петљи са циљем њене примене на симулацију динамичких хистерезисних петљи за облик, амплитуду и фреквенцију магнетске индукције од интереса.

6. Решавање динамичких електричних кола са нелинеарним хистерезисним калемом

У оквиру ове главе биће дефинисан итеративни поступак за решавање динамичког електричног кола са нелинеарним хистерезисним калемом и додатним линеарним R и L елементима.

7. Прорачун тренутне снаге магнећења

У оквиру ове главе биће изнета методологија примене резултата хармонијске анализе на прорачун тренутне апсорбоване и осцилујуће компоненте снаге магнећења. Такође, биће истакнута могућност интерполације амплитуда и фаза хармоника снаге магнећења (или њених компоненти) за симулацију исте, при познатом облику магнетске индукције, а за амплитуду и фреквенцију од интереса.

8. Прорачун R и L параметра заменске шеме нелинеарног калема са хистерезисом

У овој глави биће описана методологија прорачуна паралелних R и L параметра заменске шеме нелинеарног калема са хистерезисом у временском домену и њихова промена са фреквенцијом и амплитудом магнетске индукције.

9. Експериментални и симулациони резултати

У оквиру ове главе биће дати сви резултати прорачуна, као и њихова поређења са мереним резултатима у циљу верификације предложене методологије. Уколико мерени подаци нису доступни, верификација ће бити извршена применом методологија/резултата других аутора из области.

10. Анализа резултата

У оквиру ове главе биће дата адекватна анализа свих резултата приказаних у докторској дисертацији. Посебна пажња биће посвећена анализи предности и недостатака предложене методологије, као и могућностима за њено побољшање и даљу примену.

11. Закључак

У оквиру ове главе биће дат кратак сажетак дисертације, истакнути најзначајнији резултати и доприноси и анализирани могућности наставка истраживања.

Литература

У оквиру литературе биће дат списак употребљене литературе.

Релевантне референце су:

- [1] B. Koprivica, I. Dumitru, A. Milovanovic, O. Caltun, "Harmonic Analysis and Modelling of Magnetisation Process in Soft Ferromagnetic Material", FACTA UNIVERSITATIS Series: Electronics and Energetics, vol. 30, no. 1, pp. 121-136, March 2017, DOI: 10.2298/FUEE1701121K.
- [2] L. Chua, S. Bass, "A Generalized Hysteresis Model", IEEE Transactions on Circuit Theory, vol. 19, no. 1, pp. 36-48, Jan. 1972, DOI: 10.1109/TCT.1972.1083416.
- [3] G. Bertotti, Hysteresis in Magnetism for Physicists, Material Scientists and Engineers, Academic Press, New York, USA, 1998.
- [4] M. De Wulf, L. Dupre, J. Melkebeek, "Quasistatic Measurements for Hysteresis Modeling", Journal of Applied Physics, vol. 87, no. 9, pp. 5239-5241, May 2000, doi: 10.1063/1.373307.
- [5] J. Takacs, "Hysteresis Loop Reversing by Applying Langevin Approximation", The International Journal for Computation and Mathematics in Electrical and Electronic Engineering, vol. 36, no. 4, pp. 850-858, July 2017, DOI: 10.1108/COMPEL-09-2016-0384.
- [6] G. Endahl, "Handbook of Electrical Steel", World Scientific, Singapore, 2021.
- [7] Y. Li, R. Chen, Z. Cheng, C. Zhang, L. Liu, "Dynamic Hysteresis Lops Modeling of Electrical Steel with Harmonic Components", IEEE Transactions on Industry Applications, vol. 56, no. 5, pp. 4804-4811, Sept.-Oct. 2020, DOI: 10.1109/TIA.2020.3003239.

1.4. Веза са досадашњим истраживањем у овој области уз обавезно навођење до 10 релевантних референци:

У литератури се најчешће могу срести два приступа узимања у обзир утицаја хистерезиса и нелинеарности индуктивних елемената (калемова са магнетским језгром, трансформатора и слично) - применом заменских шема веза и применом модела хистерезиса.

Први приступ је обично базиран на замени таквог индуктивног елемента редно-паралелном везом линеарне или нелинеарне отпорности и индуктивности. Такав приступ је релативно једноставан, али даје лоша решења електричног кола у временском домену [1]. Боља решења се могу добити ако се отпорност и индуктивност карактеришу као функције времена. Принцип карактерисања елемената заменске шеме, узимајући у обзир физички смисао тренутне снаге у сложенопериодичном електричном колу, је описао де Леон (de Leon) [2]. Он је своја запажања извео из теоријских разматрања које је међу првима поставио Чуа (Chua), а које се тичу поделе тренутне снаге магнећења на њену апсорбовану и осцилујућу компоненту [3]. Међутим, де Леон своје резултате добија применом нумеричких метода, а од интереса је осмислити аналитичку методологију решавања овог проблема, што омогућује примена хармонијске анализе.

Други приступ решавању проблема нелинеарности и хистерезиса је примена неког модела хистерезиса [4, 5]. Најчешће коришћени модели су Жил-Атертонов (Jiles-Atherton), Прејсаков (Preisach), Плеј (Play), Телиненов (Telinen) модел, модели базирани на машинском учењу, хармонијској анализи [6] и други. Сваки од наведених модела има своје предности и ограничења у области примене, али оно што је заједничко за већину јесте комплексност математичког апарата, као и потешкоће приликом одређивања појединих параметара модела, јер се исти најчешће не могу добити мерењем или на основу података добијених од произвођача. Са друге стране, решавање електричних кола у временском домену применом хистерезисних модела одликују се бољом тачношћу у односу на решења добијена првим приступом.

Дакле, може се закључити да постоји потреба за проналажењем свеобухватније методологије за симулацију магнетског хистерезиса и решавање електричних кола која садрже нелинеарне индуктивне елементе са хистерезисом у временском домену, а који ће поседовати задовољавајућу тачност. Такође, од интереса је и формирање једноставније методологије за одређивање параметара заменске шеме веза нелинеарног хистерезисног калема, за случајеве када

је примена оваквог принципа решавања погоднија од примене хистерезисног модела или примене итеративног алгоритма решавања.

- [1] A. Rezaei-Zare, R. Irvani, "On the Transformer Core Dynamic Behavior During Electromagnetic Transients", IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 25, no. 3, pp. 1606-1619, July 2010, DOI: 10.1109/TPWRD.2010.2046678.
- [2] F. de León, L. Qaseer, J. Cohen, "AC Power Theory from Poynting Theorem: Identification of the Power Components of Magnetic Saturating and Hysteretic Circuits", IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 27, no. 3, pp. 1548–1556, July 2012, DOI: 10.1109/TPWRD.2012.2188652.
- [3] L. Chua, C. A. Desoer, E. S. Kuh, "Linear and Nonlinear Circuits", McGraw-Hill Book Company, USA, 1987.
- [4] Y. Hane, "Hysteresis Modeling for Power Magnetic Devices Based on Magnetic Circuit Method", Journal of the Magnetics Society of Japan, vol. 46, no. 2, pp. 22-36, March 2022, DOI: 10.3379/msjmag.2203RV001.
- [5] D. W. P. Thomas, J. Paul, O. Ozgonenel, C. Christopoulos, "Time-Domain Simulation of Nonlinear Transformers Displaying Hysteresis", IEEE Transactions on Magnetics, vol. 42, no. 7, pp. 1820-1827, July 2006, DOI: 10.1109/TMAG.2006.874183.
- [6] Y. Li, R. Chen, Z. Cheng, C. Zhang, L. Liu, "Dynamic Hysteresis Lops Modeling of Electrical Steel with Harmonic Components", IEEE Transactions on Industry Applications, vol. 56, no. 5, pp. 4804-4811, Sept.-Oct. 2020, DOI: 10.1109/TIA.2020.

1.5. Оцена научне заснованости теме докторске дисертације:

На основу увида у дефинисани предмет истраживања, полазне хипотезе, план рада, методологију истраживања, постављене циљеве и очекиване резултате, као и увида у стање истраживања у области, Комисија позитивно оцењује предложену тему докторске дисертације, констатује да иста има одговарајућу научну заснованост, да преставља оригинално научно истраживање и да ће остваривање планираних резултата представљати значајан допринос у области истраживања.

2. Подаци о кандидату

2.1. Име и презиме кандидата:

Срђан Дивац

2.2. Студијски програм докторских академских студија и година уписа:

Електротехничко и рачунарско инжењерство -модул Електроенергетика

2.3. Биографија кандидата (до 1500 карактера):

Срђан Дивац је рођен 26.03.1994. у Прибоју у Србији где је завршио основну и средњу школу. Године 2013. уписао је основне академске студије на Факултету техничких наука у Чачку, а које је завршио школске 2016/2017. године као најбољи дипломирани студент на смеру Електротехничко и рачунарско инжењерство – модул Електроенергетика. Након тога уписао је мастер студије, смер Електротехничко и рачунарско инжењерство – модул Индустријска електроенергетика, на истом факултету. Мастер студије је завршио 2018. године, а исте године уписује докторске студије на Факултету техничких наука у Чачку.

Од новембра 2021. године запослен је на Факултету техничких наука у Чачку као асистент на Катедри за општу електротехнику и електронику.

2.4. Преглед научноистраживачког рада кандидата (до 1500 карактера):

Кандидат је до сада објавио више научних радова у међународним часописима, као и на међународним и домаћим конференцијама. Објављени радови се односе на примену нумеричких метода у електромагнетици при прорачуну капацитивности, прорачун мерне несигурности при мерењу ефикасности електричне машине, мерење карактеристика феромагнетских материјала, као и употребу хармонијске анализе за прорачун квазистатичких и динамичких хистерезисних петљи, решавање електричних кола са нелинеарним хистерезисним елементима, анализу тренутне снаге магнећења феромагнетског језгра и прорачун параметара еквивалентне шеме калема са хистерезисом. Ове области представљају и главне смерове његовог даљег усавршавања.

2.5.Списак објављених научних радова кандидата из научне области из које се пријављује тема докторске дисертације (аутори, наслов рада, назив часописа, волумен, година објављивања, странице од-до, DOI број¹, категорија):

- [1] B. Koprivica, **S. Divac**, „Analysis and Modeling of Instantaneous Magnetizing Power of Ferromagnetic Core in Time Domain”, IEEE Magnetic Letters, vol. 12, p. 2103505, Sept. 2021, DOI: 10.1109/LMAG.2021.3111597, M23.
- [2] **S. Divac**, M. Rosić, S. Zurek, B. Koprivica, K. Chwastek, M. Vesković, „A Methodology for Calculating the R-L Parameters of a Nonlinear Hysteretic Inductor Model in the Time Domain”, Energies, vol. 16, issue 13, p. 5167, July 2023, DOI: 10.3390/en16135167, M23.
- [3] K. Chwastek, M. Najgebauer, P. Jabłoński, T. Szczegielniak, D. Kusiak, B. Koprivica, M. Rosić, **S. Divac**, „Modeling Dynamic Hysteresis Curves in Amorphous Magnetic Ribbons”, Applied Sciences (Special Issue Magnetic Materials: Characterization and Sensing Application), vol. 13, no. 16, p. 9134, Aug. 2023, DOI: 10.3390/app13169134, M22.
- [4] B. Koprivica, A. Milovanović, **S. Divac**, M. Tatović, M. Plazinić, V. Vujičić, „Visualisation of Static and Stationary Magnetic Fields”, 14th International Conference on Applied Electromagnetics (PES 2019), Aug. 26-28, Niš, Serbia, Proceedings of Full Papers, paper P1_1, ISBN: 978-86-6125-211-2, M33.
- [5] A. Milovanović, B. Koprivica, **S. Divac**, „Calculation of Capacitance of Toroidal Electrode with Circular and Rectangular Cross-section”, 14th International Conference on Applied Electromagnetics (PES 2019), Aug. 2019, Niš, Serbia, Proceedings of Full Papers, paper O6_3, ISBN: 978-86-6125-211-2, M33.
- [6] **S. Divac**, B. Koprivica, „Representation of Instantaneous Magnetising Power using Harmonic Components”, The 12th International Symposium on Advanced Topics in Electrical Engineering (ATEE 2021), March 25-27 2021, Bucharest, Romania, p. 125, DOI:10.1109/ATEE52255.2021.9425182, M33.
- [7] B. Koprivica, **S. Divac**, A. Milovanović, M. Plazinić, „Analysis and Simulation of Instantaneous Magnetising Power of Ferromagnetic Sample Using Harmonic Components”, 15th International Conference on Applied Electromagnetics (PES 2021), Aug. 30 – Sept. 01, 2021, Niš, Serbia, Proceedings of Full Papers, paper O2_4, ISBN: 978-86-6125-240-2, M33.
- [8] **S. Divac**, B. Koprivica, „Simulation of Dynamic Hysteresis Loops for Toroidal Sample for Sinusoidal Shape of Magnetic Flux Density”, 21st International Symposium INFOTEH-JAHORINA, 16-18. March 2022, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina, ISBN: 978-99976-710-9-7, M33.
- [9] **S. Divac**, B. Koprivica, „Time-domain Simulation of Electric Circuit with Nonlinear Hysteretic Inductor”, 9th IcETRAN Conf., 6-9. June 2022, Novi Pazar, Serbia, Proceedings, pp. 214-219, ISBN: 978-86-7466-930-3, M33.

¹ Уколико публикација нема DOI број уписати ISSN и ISBN

- [10] **S. Divac**, B. Koprivica, „Simulation of Dynamic Hysteresis Loop Taking into Account Layers of Toroidal Core”, 10th IcETRAN Conf., 5-8. June 2023, East Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, Proceedings, EEII.5, ISBN: 978-86-7466-970-9, M33.
- [11] **S. Divac**, D. Janjić, B. Koprivica, A. Milovanović, „Analysis of Absorbed Component of Instantaneous Magnetising Power for Ferrite Toroidal Core”, 16th International Conference on Applied Electromagnetics (PES 2023), August 28-30, 2023, Niš, Serbia, Proceedings of Full Papers, pp. 26-29, ISBN: 978-86-6125-271-6, M33.
- [12] S. Zurek, **S. Divac**, K. Chwastek, B. Koprivica, „Calibration of Magnetic Field Sensor-PCB-based H-coil”, 16th International Conference on Applied Electromagnetics (PES 2023), August 28-30, 2023, Niš, Serbia, Proceedings of Full Papers, pp. 106-109, ISBN: 978-86-6125-271-6, M33.
- [13] B. Koprivica, **S. Divac**, „Analysis of Instantaneous Magnetising Power of Ferromagnetic Core in Time Domain”, Advances in Magnetism (AIM2020), June 13-16 2021, Moena (TN), Italy, Book of Abstracts, pp. 133-133, M34.
- [14] **C. Дивац**, Б. Копривица, „Симулација хистерезисних петљи интерполацијом хармонијских компоненти магнетског поља”, 65. Конференција ЕТРАН-а., 08-10. септ. 2021, Етно село Станишићи, Бијељина, Република Српска, Босна и Херцеговина, Зборник радова, стр. 174-179, ISBN: 978-86-7466-894-8, М63.
- [15] Д. Јањић, **C. Дивац**, А. Ранковић, Б. Копривица, „Примена неуронских мрежа у анализи рада система за бежични пренос енергије”, 67. Конференција ЕТРАН-а, 05-08. Јуне 2023, Источно Сарајево, Република Српска, Босна и Херцеговина, Зборник радова, EEI.3, ISBN: 978-86-7466-969-3, М63.

2.6. Оцена испуњености услова кандидата у складу са студијским програмом, општим актом факултета и општим актом Универзитета (до 1000 карактера):

Кандидат Срђан Дивац је положио све предмете предвиђене студијским програмом, објавио је више радова у међународним часописима и излагао је радове на међународним и домаћим конференцијама.

На основу приложене пријаве докторске дисертације, након увида у приложене податке о кандидату, његовом научноистраживачком раду и објављеним научним радовима, Комисија оцењује да кандидат Срђан Дивац испуњава услове за пријаву теме докторске дисертације и да су они у складу са студијским програмом, општим актом факултета и општим актом Универзитета.

3. Подаци о предложеном ментору

3.1. Име и презиме предложеног ментора:

Бранко Копривица

3.2. Звање и датум избора:

Ванредни професор, 9.09.2020.год.

3.3. Научна област/ужа научна област за коју је изабран у звање:

Електротехничко и рачунарско инжењерство/Теоријска и општа електротехника

3.4. НИО у којој је запослен:

Универзитет у Крагујевцу, Факултет техничких наука у Чачку

3.5. Spisak referenci kojima se dokazuje ispunjenost uslova za mentora u skladu sa Standardom 9 (autori, naslov rada, naziv časopisa, volumen, godina objavljivanja, stranice od-do, DOI broj, kategorija):

- [1] K. Chwastek, M. Najgebauer, P. Jablonski, T. Szczegielniak, D. Kusiak, B. Koprivica, M. Rosic, S. Divac, „Modeling Dynamic Hysteresis Curves in Amorphous Magnetic Ribbons”, Applied Sciences, Vol. 13, No. 16, Aug. 2023, p. 9134, DOI:10.3390/app13169134, M22.
- [2] S. Divac, M. Rosić, S. Zurek, B. Koprivica, K. Chwastek, M. Vesković, „A Methodology for Calculating the R-L Parameters of a Nonlinear Hysteretic Inductor Model in the Time Domain”, Energies, Vol. 16, No. 13, July 2023, p. 5167, DOI:10.3390/en16135167, M23.
- [3] B. Koprivica, M. Plazinić, „Measurement System for Characterization of Ferromagnetic Cores Under Controlled Magnetic Field Waveform”, IEEE Magnetics Letters, Vol. 13, 2022, p. 8103005, DOI:10.1109/LMAG.2022.3155107, M23.
- [4] B. Koprivica, S. Divac, „Analysis and Modelling of Instantaneous Magnetising Power of Ferromagnetic Cores in the Time Domain”, IEEE Magnetics Letters, Vol. 12, 2021, DOI:10.1109/LMAG.2021.3111597, M23.
- [5] B. Koprivica, S. Zurek, „Separation of Rotational Power Loss Components for CGO and NO Electrical Steels in Time Domain Based on Vector Analysis”, Vol. 57, No. 8, p. 6302212, Aug. 2021, DOI:10.1109/TMAG.2021.3087226, M23.
- [6] G. Bramerdorfer, M. Kitzberger, D. Wöckinger, B. Koprivica, S. Zurek, „State-of-the-art and Future Trends in Soft Magnetic Materials Characterization with Focus on Electric Machine Design - Part 1”, Technisches Messen, Vol. 86, No. 10, pp. 540 – 552, Aug. 2019, DOI:10.1515/teme-2019-0065, M23.
- [7] G. Bramerdorfer, M. Kitzberger, D. Wöckinger, B. Koprivica, S. Zurek, „State-of-the-art and Future Trends in Soft Magnetic Materials Characterization with Focus on Electric Machine Design - Part 2”, Technisches Messen, Vol. 86, No. 10, pp. 553 – 565, Aug. 2019, DOI:10.1515/teme-2019-0066, M23.
- [8] B. Koprivica, K. Chwastek, „Verification of Bertotti's Loss Model for Non-standard Excitation”, Acta Physica Polonica A, Vol. 136, No. 5, pp. 709 – 712, Nov. 2019, DOI:10.12693/aphyspola.136.709, M23.

3.6. Spisak referenci kojima se dokazuje kompetentnost mentora u vezi sa predloženom temom doktorske disertacije (autori, naslov rada, naziv časopisa, volumen, godina objavljivanja, stranice od-do, DOI broj, kategorija):

- [1] S. Divac, M. Rosić, S. Zurek, B. Koprivica, K. Chwastek, M. Vesković, „A Methodology for Calculating the R-L Parameters of a Nonlinear Hysteretic Inductor Model in the Time Domain”, Energies, Vol. 16, No. 13, July 2023, p. 5167, DOI:10.3390/en16135167, M23.
- [2] B. Koprivica, S. Divac, „Analysis and Modelling of Instantaneous Magnetising Power of Ferromagnetic Cores in the Time Domain”, IEEE Magnetics Letters, Vol. 12, 2021, DOI:10.1109/LMAG.2021.3111597, M23.
- [3] B. Koprivica, S. Zurek, „Separation of Rotational Power Loss Components for CGO and NO Electrical Steels in Time Domain Based on Vector Analysis”, IEEE Transactions on Magnetics, Vol. 57, No. 8, p. 6302212, Aug. 2021, DOI:10.1109/TMAG.2021.3087226, M23.
- [4] G. Bramerdorfer, M. Kitzberger, D. Wöckinger, B. Koprivica, S. Zurek, „State-of-the-art and Future Trends in Soft Magnetic Materials Characterization with Focus on Electric Machine Design - Part 1”, Technisches Messen, Vol. 86, No. 10, pp. 540 – 552, Aug. 2019, DOI:10.1515/teme-2019-0065, M23.
- [5] G. Bramerdorfer, M. Kitzberger, D. Wöckinger, B. Koprivica, S. Zurek, „State-of-the-art and Future Trends in Soft Magnetic Materials Characterization with Focus on Electric Machine Design - Part 2”, Technisches Messen, Vol. 86, No. 10, pp. 553 – 565, Aug. 2019, DOI:10.1515/teme-2019-0066, M23.

| |
|--|
| 3.7. Да ли се предложени ментор налази на Листи ментора акредитованог студијског програма ДАС? |
| ДА |
| 3.8. Оцена испуњености услова предложеног ментора у складу са студијским програмом, општим актом факултета и општим актом Универзитета (до 1000 карактера): |
| Предложени ментор испуњава услове за ментора у складу са Стандардом 9, има објављене радове којима доказује компетентност у вези са предложеном темом докторске дисертације и налази се на Листи ментора акредитованог студијског програма ДАС. На основу увида у приложене податке, његовом научноистраживачком раду и објављеним научним радовима, Комисија оцењује да предложени ментор др Бранко Копривица, ванредни професор испуњава услове за ментора докторске дисертације кандидата Срђана Дивца и да су они у складу са студијским програмом, општим актом факултета и општим актом Универзитета. |
| 4. Подаци о предложеном коментору |
| 4.1. Име и презиме предложеног коментора: |
| [унос] |
| 4.2. Звање и датум избора: |
| [унос] |
| 4.3. Научна област/ужа научна област за коју је изабран у звање: |
| [унос] |
| 4.4. НИО у којој је запослен: |
| [унос] |
| 4.5. Списак референци којима се доказује испуњеност услова коментора у складу са Стандардом 9 (аутори, наслов рада, назив часописа, волумен, година објављивања, странице од-до, DOI број*, категорија): |
| [унос] |
| 4.6. Списак референци којима се доказује компетентност коментора у вези са предложеном темом докторске дисертације (аутори, наслов рада, назив часописа, волумен, година објављивања, странице од-до, DOI број, категорија): |
| [унос] |
| 4.7. Да ли се предложени коментор налази на Листи ментора акредитованог студијског програма ДАС? |
| [изаберите] |
| 4.8. Оцена испуњености услова предложеног коментора у складу са студијским програмом, општим актом факултета и општим актом Универзитета (до 1000 карактера): |
| [унос] |
| 5. ЗАКЉУЧАК |
| На основу анализе приложене документације Комисија за писање извештаја о оцени научне заснованости теме и испуњености услова кандидата и предложеног ментора предлаже да се кандидату Срђану Дивцу одобри израда докторске дисертације под насловом „Методологија за анализу и решавање нелинеарних магнетских проблема са хистерезисом у временском домену” и |

да се за ментора именује Др Бранко Копривица, ванредни професор/ [име и презиме ментора], [звање].

Чланови комисије:

Аленка Миловановић

Др Аленка Миловановић, редовни професор
Универзитет у Крагујевцу, Факултет техничких
наука у Чачку

Електротехничко и рачунарско
инжењерство/Теоријска и општа електротехника

Председник комисије

Ненад Цветковић
Др Ненад Цветковић, редовни професор

Универзитет у Нишу, Електронски факултет

Електротехничко и рачунарско
инжењерство/Теоријска електротехника

Члан комисије

Марко Росић
Др Марко Росић, ванредни професор

Универзитет у Крагујевцу, Факултет техничких
наука у Чачку

Електротехничко и рачунарско
инжењерство/Електроенергетика

Члан комисије