

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Мр Александра Недића, дипломираног инжењера електротехнике.

Одлуком број 964/3 од 28. априла 2016. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Мр Александара Недића, дипломираног инжењера електротехнике, под насловом

ОПТИМИЗАЦИЈА КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТАРА ЕНЕРГЕТСКИХ НИСКОФРЕКВЕНТНИХ ПРИГУШНИЦА

После прегледа достављене Дисертације и других пратећих материјала и разговора са Кандидатом, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат Мр Александар Недић, дипломирани инжењера електротехнике, магистарске студије је завршио на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, одбраном магистарске тезе 05. новембра 2007. године под насловом „Прорачун и конструкција пригушница за компензацију виших хармоника у нисконапонским електричним мрежама“ под менторством проф.др. Радована Радосављевића.

Кандидат је тему поднео Комисији за студије трећег степена Електротехничког факултета 01. јуна 2015. године. Наставно-научно веће Електротехничког факултета је на 787. седници одржаној 23. маја 2015. године донело одлуку бр. 964/1 о именовању Комисије за оцену услова и прихватања теме докторске дисертације, ус саставу: Др Зоран Лазаревић, ред.проф. Електротехнички факултет Универзитета у Београду (ментор), Др Зоран Радаковић, ред.проф., Електротехнички факултет Универзитета у Београду, Др Ненад Цветковић, доцент, Електронски факултет Универзитета у Нишу, Др Драган Олћан, ванр.проф., Електротехнички факултет Универзитета у Београду. Кандидат је докторски испит положио пред именованом комисијом 02. јула 2015. године. Извештај комисије је усвојен на 788. седници Наставно-научног већа Електротехничког факултета одржаној 10. јула 2015. године. Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације одлуком бр. 61206-3777/2-15 од 15. септембра 2015. године.

Кандидат је предао урађену дисертацију на преглед и оцену 10. марта 2016. године. На основу предлога Комисије за студије трећег степена од 07. априла 2016., Наставно-научно веће Електротехничког факултета је на седници бр.798. одржаној 21. априла 2016. године донело одлуку о именовању Комисије за преглед и оцену докторске дисертације у следећем саставу:

1. Др Зоран Лазаревић, редовни професор, Електротехнички факултет Београд
2. Др Ненад Цакић, редовни професор, Електротехнички факултет Београд,
3. Др Жарко Јанда, научни сарадник, Институт „Никола Тесла“ Београд

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација припада научној области „Техничке науке - Електротехника“, ужој научној области „Електроенергетика - Електромоторни погони и енергетски претварачи“, за коју је Електротехнички факултет Универзитета у Београду матичан.

За ментора дисертације одређен је Др Зоран Лазаревић, ред.проф. Електротехничког факултета Универзитета у Београду, због истакнутих научних и стручних доприноса у области Електроенергетике, а посебно у ужој научној области Електромоторних погона и енергетских претварача.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Мр Александар Недић, дипломирани инжењер електротехнике, рођен је 02. септембра 1975. године у Ужицу, где је завршио основну и Техничку школу са одличним успехом. Школске 1994/95. уписао је Технички факултет у Чачку, смер индустријска електроенергетика. Дипломирао је 2000. године са оценом 10. Последипломске магистарске студије уписао је на Електротехничком факултету у Београду школске 2000/01. на смеру Енергетски претварачи и погони. Магистарску тезу под насловом "Прорачун и конструкција пригушница за компензацију виших хармоника у нисконапонским електричним мрежама" одбранио је 2007. године.

Од 25. децембра 2000. године је запослен у Ваљаоници бакра Севојно а.д. , где је прошао пут од инжењера приправника до Шефа припреме и производње ОЈ Ваљаоница Фемод - Електро погон. У том периоду је радио на пројектовању, ревизији, реализацији и у надзору разних пројеката широког спектра уређаја за потребе ливница и топионица црне металургије и обојених метала.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација под називом „Оптимизација конструктивних параметара енергетских нискофреквентних пригушница“ написана је на српском језику латиничним писмом на 267 куцаних страна, садржи 62 слике и 23 табеле. Сама дисертација је подељена на шест поглавља и има пет прилога, увод, закључак и литературу.

Поглавља у овину дисертације су: 1) Основни појмови о пригушницама; 2) Моделовање параметара пригушница; 3) Одређивање конструктивних параметара пригушница; 4) Принципи математичке оптимизације и моделовања; 5) Оптимизација конструктивних параметара пригушница; 6) Испитивање пригушница.

У списку коришћене литературе налази се 98 референци које детаљно приказују стање у области пројектовања и конструкције пригушница.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Прво поглавље - Основни појмови о пригушницама бави се теоретским оквиром пригушница, њиховом применом, као и подели према конструкцији и улози у систему. Дате су њихове основне карактеристике, принцип рада са еквивалентном шемом, као и њихово понашање на високим фреквенцијама.

У другом делу дисертације - Моделовање параметара пригушница приказан је процес моделовања магнетног кола пригушница, губитака и термички модел. Модел магнетног кола формира се са циљем одређивања индуктивности пригушнице, ради предвиђања вредности густине магнетног флуksа у свакој грани магнетног кола и за одређивање ефекта „ивичног“ флуksа код одређивања губитака у намотајима. Други модел је модел губитака у пригушници, односно математички се моделују губици умагнетном колу и намотајима. Овај модел је значајан не само због правилне расподеле губитака у пригушници, већ је битан и за развој термичког модела. Термички модел је битан не само због избегавања прегревања, већ и због модела губитака, јер су губици у пригушници и функција температуре. Стога се за модел губитака и термички модел може рећи да су комплементарни.

У трећем делу дисертације - Одређивање конструктивних параметара пригушница дато је упутство за прорачун пригушница без коришћења технике оптимизације. Дати су потребни полазни подаци за прорачун, као и прорачуни магнетног кола, намотаја, величине и броја ваздушних процепа, губитака и загревања. Дат је начин и поступак кориговања реактансе пригушнице на већ израђеном прототипу, уколико се ради о серијској производњи.

У четвртом делу - Принципи математичке оптимизације и моделовања, приказана је теоретска основа математичке оптимизације, њен историјски развој, подела, методе и начини решавања. Дат је основни принцип математичког како моделовања уопште, тако и за примену у оптимизацији.

У петом делу - Оптимизација конструктивних параметара пригушница, дат је поступак формирања математичког модела пригушница за оптимизацију, циљ оптимизације (минимална цена или минимална маса, минимални губици или максимална индуктивност која се може добити из датог магнетног кола). Такође су дефинисана и ограничења у моделу. Дат је опис коришћеног програмског пакета ЛИНГО, као и начин прилагођења модела оптимизације за добијање резултата коришћењем овог програмског пакета. Даље је објашњен начин формирања апликације за оптимизацију параметара пригушница са језгром. На крају овог дела дат је пример оптимизације шест пригушница (три монофазне и три трофазне) са различитим типовима магнетног кола, од четири реномирана произвођача. Подаци добијени оптимизацијом поређени су са референтном пригушницом (већ постојећом) и коментарисани су добијени резултати.

У последњем, шестом поглављу - Испитивање пригушница, дата је методологија испитивања пригушница које налажу међународни стандарди и прописи. Израђено је свих шест пригушница које су оптимизоване у претходном делу сходно критеријуму минималне цене материјала за израду, вршена су испитивања њихових основних параметара и губитака сагласно описаним методама и стандардима.

У Прилогу I дат је поступак развоја математичког модела за базну релуктансу, који почива на комфорним пресликавањима и Сцхварз-Цхристоффел-овој трансформацији.

У Прилогу II дат је начин формирања геометрије ваздушног процепа, дат је начин одређивања величине ваздушног процепа и критеријума за одређивање броја процепа.

У Прилогу III дато је извођење базне релуктансе за стубове кружног попречног пресека.

У Прилогу IV описана је Ламберт-ова W функција која се користи за решавање трансценденталне једначине ради одређивања величине ваздушног процепа уколико се користи једнодимензионални модел ваздушног процепа стуба пригушнице. Овај модел, иако задовољава инжењерску праксу, уноси грешке поготову ако се ради о великим ваздушним процепима, тако да није коришћен за израду апликације.

У Прилогу V дат је листинг програма који се уноси у апликацију Линго, дат је и поступак решавања модела, као и резултат прорачуна предложеном методом

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Предмет веома актуелних истраживања чији су резултати приказани у овој дисертацији је оптимизација конструктивних параметара нискофреквентних енергетских пригушница са циљем смањања трошкова производње, или минимизације њихове свеукупне масе или смањења укупних губитака.

У раду је изложен нови модел одређивања величине и броја ваздушних процепа, који је успешно имплементиран у програм за прорачун нискофреквентних пригушница са језгром. Такође је представљена и техника оптимизације прорачуна конструктивних параметара, заснована на нелинеарном целобројном програмирању, за чије решавање се користи Branch-and-Bound метода. За разлику од досадашњих, малобројних, метода оптимизације коришћених у ове сврхе, предност ове методе над другима је што она може баратати са целобројним величинама. Такође, још једна велика предност предложене методе лежи у чињеници да се ниједан од конструктивних параметара не мора унапред усвојити, осим задатих параметара саме пригушнице и карактеристике материјала од које ће бити израђена. Предложена метода и алгоритам њеног решавања имају предност и у доста великој тачности, чак и већој од оне која се захтева у типичним инжењерским апликацијама. Обзиром да је метода изузетно ефикасна у проналажењу оптималног решења конструктивног проблема пригушница са језгром, тиме се штеде рачунарски ресурси.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Кандидат је детаљно претражио и упознао се са одговарајућом литературом. У дисертацији је прецизно наведено укупно 103 библиографске референце за литературу која је у вези са темом дисертације. Обзиром да су готово све референце новијег датума, да се закључити да је тематика овог рада изузетно актуелна. Такође, све библиографске референце у овом раду сложене су према поглављима, и то оним редоследом како су употребљене. Најбројније референце односе се на математичко моделовање конструктивних параметара, односно конкретно на одређивање величине и броја ваздушних процепа. Међу наведеном литературом у овим областима налазе се релевантне референце од основних идеја до најновијих резултата публикованих у међународним часописима у зборницима радова са конференција.

На основу увида у тезу и анализу наведене и коришћене литературе, стиче се утисак да су оригинални научни доприноси до којих је кандидат дошао стављени у коректан контекст.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У дисертацији су коришћене актуелне инжењерске и научне методе у моделирању конструктивних параметара нискофреквентних пригушница са језгром, засновани на релевантној литератури.

Методологија примењена приликом израде ове докторске дисертације може се сумирати кроз следећи низ активности:

- Систематско проучавање доступне иностране и домаће литературе из области дисертације,

- Методе прикупљања, обраде и анализе већ постојећих алогритама за оптимизацију конструктивних параметара енергетских трансформатора и пригушница,
- Критичка анализа проблема у области алгоритама за оптимизацију конструктивних параметара пригушница са језгром мрежне учестаности,
- Формирање основних циљева и задатака које нови алгоритам мора да испуни на основу недостатака већ постојећих решења,
- Предлог оригиналног алгоритма за минимизацију трошкова употребљених материјала за израду нискофреквентних пригушница са језгром, добијеним доушњавањем и изменом постојећих алгоритама који се баве овом проблематиком из области енергетских трансформатора и пригушница,
- Тестирање предложеног алгоритма израдом конкретних пригушница задатих параметара на бази резултата добијених овим алгоритмом,
- Испитивање параметара новоизрађених пригушница релевантним методама датим интернационалним стандардима и препорукама,
- Анализа добијених резултата и њихово поређење са параметрима оригиналних пригушница од реномираних произвођача.

3.4. Применљивост остварених резултата

Значај спроведених истраживања датих овом дисертацијом је двојак. Са теоретског аспекта развијен је математички модел који се користи у прорачунима конструктивних параметара нискофреквентних енергетских пригушница, а за његово решавање промовише се једна, релативно нова метода целобројног нелинеарног математичког програмирања. Предложени алгоритам за решавање овог проблема представља форму нелинеарног математичког програмирања, али тако прилагођеног да може користити велики број променљивих од којих неке могу бити и целобројне.

Са практичног аспекта овај рад има значај у циљу смањења трошкова производње нискофреквентних пригушница са језгром кроз смањење трошкова употребљених материјала, али под условом задржавања вредности захтеваних техничких карактеристика. Такође, овај алгоритам је од значаја код производње пригушница намењених авио индустрији и бродоградњи, односно уколико се захтева минимална маса пригушнице.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

На основу прегледане докторске дисертације кандидата комисија процењује да је кандидат мр Александар Недић употпуности способан за самостални научно-истраживачки рад. Кандидат је током свог целокупног досадашњег рада показао све суштинске особине за самосталан научно-истраживачки рад, као што су: аналитичко претраживање стручне литературе, разумевање и примена теоретских и практичних концепата, дефинисање научних проблема, систематичан приступ решавању постављених задатака, способност развоја модела и њихова практична имплементација, као и вештине анализе и обраде добијених резултата истраживања.

Начин на који је написана дисертација уз научне доприносе који су у њој представљени, показују научну зрелост и способност приказивања резултата на јасан и концизан начин. Резултате својих истраживања кандидат је објавио у часопису од међународној значаја.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

У докторској дисертацији под називом „Оптимизација конструктивних параметара енергетских нискофреквентних пригушница“ остварени су следећи научни резултати:

- Критичка анализа и идентификација проблема оптимизације конструктивних параметара пригушница са језгром мрежне учестаности,
- Развој новог алгоритма за одређивање конструктивних параметара енергетских нискофреквентних пригушница у циљу смањења трошкова производње или масе употребљених материјала, заснованих на већ постојећим алгоритмима примењеним на енергетске трансформаторе,
- Проширење и модификација предложеног алгоритма у циљу минимизације губитака или максимизације индуктивности за задато магнетно коло пригушница,
- Верификација предложеног алгоритма на реланим, израђеним пригушницама и то на шест узорака (три монофазне и три трофазне),
- Поређење и критичка анализа добијених резултата испитивања израђених пригушница са пригушницама истог типа од реномираних светских и домаћих произвођача
- Предлог за даља истраживања и унапређења у овој области.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Сагледавањем постављених хипотеза, циљева истраживања и остварених резултата, констатујемо да је кандидат успешно решио постављени задатак. Систематичан и детаљан приказ предложеног алгоритма за оптимизацију конструктивних параметара нискофреквентних енергетских пригушница, темељна анализа резултата и услова примене овог алгоритма, као и верификација примене са већ постојећим решењима представљају значајан научни допринос у области пројектовања електричних машина и опреме, што је потврђено објављивањем резултата истраживања у часопису од међународног значаја. Предност предложеног алгоритма у односу на већ постојеће је изузетно велика тачност, могућност примене целобројних променљивих, као и чињеница да ниједна пројектна променљива није усвојена унапред.

Такође је на основу ових истраживања настао и иновациони пројекат који је финансирао Министарство за науку и технолошки развој.

Увидом у постављене хипотезе, реализоване одлуке и добијене резултате, Комисија констатује да је кандидат успешно одговорио на питања која су од значаја за решење постављеног проблема.

Увидом у публоковане радове и резултате докторске дисертације, констатујемо да су у докторској дисертацији приказани нови, савремени и оригинални резултати.

4.3. Верификација научних доприноса

Кандидат је први аутор једног рада у часопису од међународног значаја (M23) и учесник једног Иновационог пројекта који су у директној вези са докторском дисертацијом.

Категорија M23:

Aleksandar Nedić, Miodrag Simović, Zoran Lazarević, Saša Milić: " Implementation of Minimization Techniques to Construction Optimization of Iron-core Inductor", IET – ELECTRIC POWER APPLICATIONS, Vol. 10, no. 1, pp. 9-17, , 2016, DOI: 10.1049/iet-epa. 2014.0446, (IF=1.211), ISSN 1751-8660.

Развој и конструкција пасивних филтера за компензацију виших хармоника у нисконапонским електричним мрежама, Иновациони пројекат Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије, број РЗ-99/2009.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација кандидата Мр Александра Недића, дипломираног инжењера електротехнике, под насловом „Оптимизација конструктивних параметара енергетских нискофреквентних пригушница“, представља оригиналан, савремен и значајан научни допринос. Текст дисертације је написан јасно, концизно и разумљиво, и добро је организован кроз поглавља, одељке и прилоге. Циљеви дисертације су јасно формулисани и мотивисани, а резултати истраживања систематски изложени, тако да се научни доприноси могу недвосмислено утврдити. У спроведеним истраживањима предложен је нови алгоритам за оптимизацију конструктивних параметара нискофреквентних енергетских пригушница у циљу минимизације цене коштања материјала за израду пригушнице или њене масе, као и проширење алгоритма на минимизацију губитака или максимизацију индуктивности за задато магнетно коло. Практична примена предложеног алгоритма је потврђена је на реалним пригушницама чији су задати параметри идентични са параметрима пригушница реномираних произвођача. (верификација алгоритма је урађена на укупно шест пригушница, три монофазне и три трофазне). Објављивањем резултата својих истраживања у часопису од међународног значаја, кандидат је показао способност за самосталан научно-истраживачки рад, а доприноси истраживања добили су адекватну потврду ваљаности.

Комисија констатује да докторска дисертација кандидата садржи оригиналне научне доприносе, испуњава све законске, суштинске и формалне услове, као и све критеријуме који се уобичајено примењују приликом вредновања докторских дисертација на Електротехничком факултету у Београду. Комисија са задовољством предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета у Београду да се докторска дисертација под називом „Оптимизација конструктивних параметара енергетских нискофреквентних пригушница“ кандидата Мр Александра Недића, дипломираног инжењера електротехнике прихвати, изложи на увид јавности, упуту на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, и кандидату одобри умена јавна одбрана.

У Београду,
04. маја 2016.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

др Јоран Лазаревић, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет

др Ненад Цакић, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет

др Јарко Јанковић, научни сарадник
Универзитет у Београду – Институт „Никола Тесла“