

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0823U101997

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 26-12-2023

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: № НСВС/26/24 від 12.03.2024



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Середін Андрій Павлович

2. Andrii Seredin

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4919-4614

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 172

Назва наукової спеціальності: Електронні комунікації та радіотехніка

Галузь / галузі знань: електроніка та телекомунікації

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Телекомунікації та радіотехніка

Дата захисту: 21-02-2024

Спеціальність за освітою: Телекомунікації та радіотехніка

Місце роботи здобувача: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ 26.002.89; ID 3936

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 45.37, 47.14.03, 47.55.31

Тема дисертації:

1. Удосконалення методики оцінки втрат в дроселях з одношаровою обмоткою
2. Improvement of the methodology for estimating losses in chokes with a single-layer winding

Реферат:

1. Середін А.П. Удосконалення методики оцінки втрат в дроселях з одношаровою обмоткою. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, 10 додатків, містить 244 сторінки, 37 рисунків, 147 таблиць. Список використаної літератури – 38 найменувань. Додатки розміщено на 93 сторінках. Актуальність теми. Дисертація присвячена розв'язанню актуальної науково-практичної задачі підвищення ККД силових індуктивних елементів з одношаровими обмотками без осердя в ультразвуковому діапазоні частот шляхом підвищення точності та коректності розрахунків величини втрат в обмотках за відомими методиками (Dowell, Ferreira) шляхом емпіричного уточнення виразів методик введенням геометричних параметрів, знехтуваних у початкових виразах. Наявні праці базуються на основних результатах цих методик, однак, теоретичного характеру без експериментальної перевірки, що і створило

передумови для початку досліджень. Дисертація виконана за тематичними планами НДР КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедри ПРЕ РТФ в межах Договору № ДНДЧ/0201.01/2100.02/47/2023ТОВ «ТІНСТРУМ» від 30.03.2023 р. Мета – поглиблення теоретичних положень та розроблення практичних рекомендацій щодо коректного розрахунку втрат в одношарових обмотках в ультразвуковому діапазоні частот, шляхом модифікації існуючих розрахункових виразів. Завдання: 1. Критичний аналіз існуючих методик розрахунку величини втрат в обмотках; 2. Визначення ступеня впливу геометричних параметрів одношарової обмотки на розподіл струму у її витках (величину втрат). 3. Аналіз шляхів уточнення розрахункових виразів. 4. Уточнення наявних розрахункових виразів. Об'єкт дослідження – розподіл струму у багатовитковій одношаровій обмотці в ультразвуковому діапазоні частот. Предмет дослідження – методики розрахунку величини втрат обмоток в ультразвуковому діапазоні частот. Методи дослідження: універсальні: аналіз (розподілу струму шляхом розбиття багатовиткової обмотки на окремі витки), синтез (поширення результатів дослідження розподілу струму з одного витка на багатовиткову обмотку), імітаційне моделювання (машинне моделювання обмотки у FEM середовищі); емпіричного дослідження: – порівняння (результатів теоретичного, експериментального вимірювання з результатами машинного моделювання), експеримент (натурне вимірювання параметрів обмоток), графічний опис (побудова графіків), статистичний опис (таблиці із даними), словесний опис (пояснення отриманих даних). Наукова новизна: 1) Запропоновано метод оцінки величини втрат багатовиткової одношарової обмотки поєднанням машинного моделювання та експериментальних вимірювань, що дозволяє оцінити вплив геометрії обмотки на розподіл струму у поперечному перерізі провідника; 2) Удосконалено методику розрахунку величини втрат одношарових обмоток доповненням початкового виразу уточнюючими множниками, в яку, на відміну від існуючих методик, включено знехтувані геометричні параметри. Практичне значення: 1) Наявні методики розрахунку потребують дослідження впливу знехтуваних геометричних параметрів на розподіл струму у провідниках обмотки (величину втрат) для подальшого удосконалення; 2) Похибка в розрахунках (відносно експериментальних досліджень) в межах від 20.6% до 39.6% (знехтувано впливом діаметра витка) та від 17.8% до 65.99% (знехтувано нерівномірністю розподілу струму у витках); 3) Форма поперечного перерізу провідника (кругла, квадратна) мало впливає на розподіл струму – нею нехтуємо; 4) Методику Ferreira можливо використовувати для розрахунку величини втрат одношарових обмоток без осердя з кількістю витків $N \geq 30$, а кінцевий результат скориговано на величину відносного відхилення теоретичних та експериментальних даних (до 20.5% залежно від діаметра провідника та частоти); 5) Розрахунок величини втрат одношарових обмоток з феромагнітним осердям за методикою Ferreira проводити не можна – розходження теоретичних обчислень за методикою та експериментальними даними – 1000% (11 разів) – вплив осердя на величину втрат у методиці не враховано; 6) Причина розходження – зміна конфігурації силових ліній магнітного поля на розподіл струму при введенні осердя. Втрати в осердді не впливають на величину втрат обмотки; 7) Уточнено вираз Ferreira, що дозволило врахувати вплив знехтуваних геометричних параметрів – зменшено розбіжність між експериментальними та теоретичними результатами з 59.5% до 11% ($K_f = f(N)$) та з 63% до 4% ($K_f = f(d/D_{coil})$). Опубліковано 5 наукових праць – 2 статті у фаховому виданні України та у виданні Scopus (A, Q3), 3 тези доповідей на науково-технічних конференціях. Ключові слова: електромагнітне поле, телекомунікації, телекомунікаційна мережа, імітаційне моделювання, ультразвукова резонансна система, ультразвукові коливання, імпульсні перетворювачі електроенергії, потужність втрат, SEPIC перетворювач, DC-DC перетворювач, AC-DC перетворювач, FEA аналіз, перетворювач, мостовий інвертор, система імпульсно-фазового керування, експеримент.

2. Seredin A. Improvement of the methodology for estimating losses in chokes with a single-layer winding. The dissertation consists of an introduction, four chapters, conclusions, a list of references, 10 appendices, contains 244 pages, 37 figures, 147 tables. The list of references includes 38 titles. The appendices are located on 93 pages. The dissertation is devoted to solving the urgent scientific and practical problem of increasing the efficiency of power inductive elements with single-layer windings without a core in the ultrasonic frequency range by improving the accuracy and correctness of calculations of the magnitude of losses in the windings using well-known methods (Dowell, Ferreira), empirical refinement of their expressions, and the introduction of geometric

parameters that were previously neglected. Existing works are based on the main results of these methods, however, of a theoretical nature without experimental verification, which created the prerequisites for starting research. The aim is to deepen the theoretical positions and develop practical recommendations for the correct calculation of losses in single-layer windings in the ultrasonic range by modifying the existing calculation expressions. Objectives: 1. Critical analysis of existing methods for calculating the value of losses in windings; 2. Determination of the degree of influence of the geometric parameters of a single-layer winding on the current distribution in its turns (loss value). 3. Analysis of ways to refine the calculation expressions. 4. Refinement of the existing calculation expressions. Object of study - current distribution in a multi-turn single-layer winding in the ultrasonic frequency range. Subject of research - methods for calculating the value of winding losses in the ultrasonic frequency range. Research methods: analysis (studying the current distribution by splitting the multi-turn winding into separate turns), synthesis (extending the research results from a single turn to a multi-turn winding), simulation modeling (machine modeling of the winding in the FEM environment); - comparison (of theoretical, experimental measurement results with the results of machine modeling), experiment (field measurement of winding parameters), graphical description (plotting), statistical description (tables with data), verbal description (explanation of the data obtained). Scientific novelty: 1) A method for estimating the magnitude of losses of a multi-turn single-layer winding by combining machine modeling and experimental measurements is proposed, which allows us to assess the effect of winding geometry on the current distribution in the conductor; 2) The methodology for calculating the magnitude of losses of single-layer windings has been improved by supplementing the initial expression with clarifying factors, which, unlike existing methods, includes neglected geometric parameters. Practical significance: 1) The existing calculation methods require the study of the influence of neglected geometric parameters on the value of losses for further improvement; 2) The error in the calculations (relative to experimental studies) is in the range of 20.6% - 39.6% (the effect of the coil diameter) and 17.8% - 65.99% (uneven current distribution in the coils); 3) The shape of the conductor cross-section has little effect on the current distribution - it is neglected; 4) The Ferreira method can be used to calculate the loss value of single-layer windings without a core with a number of turns ≥ 30 , and the final result is corrected for the relative deviation (up to 20.5%); 5) It is impossible to calculate the value of losses of single-layer windings with a ferromagnetic core according to the Ferreira method - the difference between theoretical calculations according to the method and experimental data is 1000% - the influence of the core on the value of losses is not taken into account in the method; 6) The reason for the discrepancy is the change in the configuration of the magnetic field lines affecting the current distribution when the core is introduced. The core losses do not affect the winding losses; 7) The Ferreira expression was refined, which made it possible to take into account the influence of neglected geometric parameters - the discrepancy between experimental and theoretical results was reduced from 59.5% to 11% ($K_f(N)$) and from 63% to 4% ($K_f(d/D_c)$). He has published 5 scientific papers - 2 articles in a professional publication of Ukraine and in Scopus (Q3), 3 abstracts at scientific and technical conferences. Keywords: electromagnetic field, telecommunications, telecommunication network, simulation modeling, ultrasonic resonant system, ultrasonic vibrations, switching power converters, power losses, SEPIC converter, DC-DC converter, AC-DC converter, FEA analysis, converter, bridge inverter, pulse-phase control system, experiment.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння альтернативних джерел енергії

Підсумки дослідження: Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

Публікації:

- A.P. Seredin, A.V. Movchaniuk, «Influence of Single Layer Winding Geometry of Inductive Element on Loss Resistance», Radioelectronics and Communication Systems, 2022, Vol. 65. No. 10 p.p. 551–561. doi: 10.3103/S073527272301003X (фахове видання категорії А, Scopus, Q3)
- А.П. Середін, А.В. Мовчанюк, «Вплив кількості витків одношарової обмотки індуктивного елемента на опір втрат», Вісник Вінницького політехнічного інституту, №4, с. 25–32, 2023. doi: 10.31649/1997-9266-2020-169-4-25-32 (фахове видання категорії Б)
- А.П. Середін, А.В. Мовчанюк, «Аналіз методик та модифікація існуючих виразів для розрахунку опору втрат дроселів на ультразвукових частотах», ІХ Міжнародна науково-технічна конференція «Радіотехнічні поля, сигнали, апарати та системи – 2020» (РТПСАС-2020), м. Київ, 16-22 листопада 2020 р., с. 52–54 (матеріали конференції)
- А.П. Середін, А.В. Мовчанюк, Я.Ф. Карашук, «Аналіз методик розрахунку індуктивності одиночного прямого провідника та кругового витка зі струмом», Х Міжнародна науково-технічна конференція «Радіотехнічні поля, сигнали, апарати та системи – 2021» (РТПСАС-2021), м. Київ, 9-11 листопада 2021 р., с. 108–110 (матеріали конференції)
- А.П. Середін, А.В. Мовчанюк, «Аналіз впливу радіуса витка індуктивного елемента на розподіл струму у провіднику. Кільцевий ефект», ХІ Міжнародна науково-технічна конференція «Радіотехнічні поля, сигнали, апарати та системи – 2022» (РТПСАС-2022), м. Київ, 22-24 листопада 2022 р., с.119-121 (матеріали конференції)

Наукова (науково-технічна) продукція: методи, теорії, гіпотези

Соціально-економічна спрямованість: економія енергоресурсів; економія матеріалів

Охоронні документи на ОПВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: ДНДЧ/0201.01/2100.02/47/2023

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Мовчанюк Андрій Валерійович
2. Movchanuk Andrey V.

Кваліфікація: к.т.н., доц., 05.02.02

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57192677873>

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Гусев Олександр Олександрович
2. Oleksandr O. Husev

Кваліфікація: к.т.н., доц., 05.09.12

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-7810-457X

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Чернігівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 05460798

Місцезнаходження: вул. Шевченка, буд. 95, Чернігів, Чернігівський р-н., 14035, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Лишук Віктор Васильович
2. Viktor V. Lyshuk

Кваліфікація: к.т.н., доц., 01.05.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-4049-8467

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Луцький національний технічний університет

Код за ЄДРПОУ: 05477296

Місцезнаходження: вул. Львівська, буд. 75, Луцьк, Луцький р-н., 43018, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бондаренко Олександр Федорович
2. Oleksandr F. Bondarenko

Кваліфікація: к.т.н., доц., 05.09.12

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4276-1145

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Шульга Аліна Вікторівна

2. Alina V. Shulha

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.02.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-6884-6518

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Степанов Михайло Миколайович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Степанов Михайло Миколайович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Середін Андрій Павлович

Реєстратор

УкрІНТЕІ

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна