Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0824U003065

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 06-09-2024

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: Наказ №76-ас/ВС від 13.11.2024 про видачу диплома Пахалюку Б.П.

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Пахалюк Богдан Петрович
2. Bohdan P. Pakhaliuk

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-2303-5084

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 141

Назва наукової спеціальності: Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Галузь / галузі знань: електрична інженерія

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Дата захисту: 23-10-2024

Спеціальність за освітою: Електроніка

Місце роботи здобувача: 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:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ11/2024 (ID6896)

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:

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

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:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 45, 45.37.31

Тема дисертації:

1. Напівпровідникові перетворювачі з покращеними масогабаритними параметрами для бездротової зарядки на основі імпедансної ланки в резонансному режимі

2. Semiconductor converters with improved mass - dimensional parameters for wireless charging based on Z-source network in resonant mode

Реферат:

1. Пахалюк Б.П. Напівпровідникові перетворювачі з покращеними масогабаритними параметрами для бездротової зарядки на основі імпедансної ланки в резонансному режимі. - Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (014 - Електрична інженерія). - Національний університет “Чернігівська політехніка”, Чернігів, 2024. Дисертаційна робота присвячена вирішенню актуального наукового завдання - оптимізації перетворювача, як частини системи бездротової передачі енергії з використанням багатобмоточних рішень, а саме використанню імпедансної ланки з мінімальною кількістю напівпровідникових елементів, шляхом виконання аналізу, розрахунків і впровадженням програмних і технічних методів. З розвитком технологій, а також зі збільшенням кількості портативних

електричних пристроїв технологія бездротової передачі енергії набула виликої популярності в останні десятиліття. Такі системи характеризуються високою надійністю, оскільки не мають дротів і механічних роз'ємів. Це також підвищує безпечність таких систем, де присутність високого рівня вологості чи інших факторів не впливає на процес передачі енергії. Відсутність необхідності в безпосередньому механічному контакті між приймачем і передавачем дозволяє розмістити системи передачі енергії в герметичному корпусі, що дозволяє багатократно збільшити стійкість таких пристроїв до будь яких зовнішніх чинників. Не зважаючи на те, що технологія бездротової передачі енергії вже відома більше ніж сто років, основним завданням залишається мінімізація розміру системи передачі енергії, разом зі збільшенням її надійності та безпеки. Основними елементами, які визначають як розмір так і ціну систем бездротовох передачі енергіх є напівпровідникові і реактивні компоненти. В ході математичного аналізу, з використанням імітаційних моделей зв'язаних котушок, було визначено, що з точки зору підтримання фіксованої вихідної потужності і високої ефективності можлива реалізація зв'язаних котушок з мінімальною кількістю витків, але з високою об'ємною густиною потужності. Проаналізувавши топології інверторів, в ході багатокритеріального порівняльного аналізу, була запропонована топологія з використанням імпедансної ланки, яка дозволила зменшити втрати в напівпровідникових елементах і збільшила надійність схеми завдяки реактивним компонентам, які обмежують струм від вхідного джерела в режимі повної провідності. Така топологія підвищує вхідну напругу і дозволяє працювати з напругами, які в одиниці разів перевищують вхідну напругу. Це дозволяє виконувати передачу енергії при зменшених значеннях струму, тим самими зменшуючи втрати в індуктивностях і в зв'язаних котушках. Враховуючи що для роботи запропонованого рішення в системі зарядки аккумуляторів є необхідним зворотній зв'язок, який має коммунікаційну затримку і яка може вплинути на стабільність системи керування, було запропоновано систему керування з використанням предиктора Сміта. Це дозволило мінімізувати вплив коммунікаційної затримки і розширити діапазон стабільності при значних відхиленнях затримки. З метою верифікації роботи запропонованого рішення бездротової передачі енергії був розроблений експериментальний макет малої потужності, який був проаналізований при різних конфігураціях топологій, таких як різні положення зв'язаних котушок чи конфігурація з використанням додаткового напівпровідникового ключа для мінімізації втрат. Також був розроблений макет конвенціонального рішення бездротової передачі енергії. Ці рішення були порівняні в схожих умовах, при однакових вхідних параметрах і співвідношеннях коєфіцієнтів зв'язку зв'язаних котушок. Запропоноване рішення показало вищу ефективність.

2. Pakhaliuk B.P. Semiconductor converters with improved mass – dimensional parameters for wireless charging based on Z-source network in resonant mode. - Qualification scientific work on the rights of the manuscript. Dissertation for the degree of the Doctor of Philosophy in specialty 141 - "Electric Power Engineering, Electrotechnics and Electromechanics". - Chernihiv Polytechnic National University, Ministry of Education and Science of Ukraine; Chernihiv, 2023. The dissertation is devoted to solving an urgent scientific problem - optimization of the converter as part of a wireless energy transmission system using multi-winding solutions, namely the use of an impedance link with a minimum number of semiconductor elements, by performing analysis, calculations and implementation of software and technical methods. With the development of technology, as well as the increase in portable electrical devices, wireless power transmission technology has become very popular in recent decades. Such systems are characterized by high reliability, as they have no wires or mechanical connectors. This also improves the safety of such systems, where the impact of high humidity or other factors does not affect the energy transfer process. The absence of the need for direct mechanical contact between the receiver and the transmitter allows energy transmission systems to be placed in a sealed housing, which can multiply the resistance of such devices to any external factors. Despite the fact that the technology of wireless energy transmission has been known for more than a hundred years, the main task remains to minimize the size of the energy transmission system, while increasing its reliability and safety. The main elements that determine both the size and price of wireless power transmission systems are semiconductor and reactive components. In the course of mathematical analysis, using simulation models of coupled coils, it was determined that in terms of maintaining a fixed output power and high efficiency, it is possible to implement coupled coils with a minimum

number of turns, but with a high volumetric power density. After analyzing the inverter topologies, in the course of multi-criteria comparative analysis and synthesis, a topology using an impedance link was proposed, which reduced losses in semiconductor elements and increased the reliability of the circuit due to reactive components that limit the current from the input source in the full conduction mode. This topology increases the input voltage and allows operation with voltages that are a few times higher than the input voltage. This makes it possible to transfer energy at reduced current values, thereby reducing losses in inductors and in coupled coils. Given that the proposed solution requires feedback in the battery charging system, which has a communication delay and which can affect the stability of the control system, it was proposed to use a control system using a Smith predictor. This allowed us to minimize the impact of the communication delay and expand the stability range in case of significant delay deviations. To verify the operation of the proposed wireless energy transfer solution, a low-power experimental layout was developed and analyzed under different topology configurations such as various positions of coupled coils or a configuration using an additional semiconductor key to minimize losses. A mockup of a conventional wireless power transmission solution was also developed. These solutions were compared under similar conditions, with the same input parameters and coupling coefficient ratios of the coupled coils. The proposed solution showed higher efficiency.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Енергетика та енергоефективність

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

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- 1. B. Pakhaliuk, O. Husev, V. Shevchenko, J. Zakis, K. Maksym, and R. Strzelecki, “Modified inductive multicoil wireless power transfer approach based on z-source network,” IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics, vol. 9, no. 4, pp. 4906–4917, Aug. 2021.
- 2. V. Shevchenko, B. Pakhaliuk, O. Husev, D. Vinnikov, and R. Strzelecki, “Wireless charging station design for electric scooters: Case study analysis,” Energies, vol. 17, no. 11, p. 2472, May 2024.
- 3. V. Shevchenko, B. Pakhaliuk, J. Zakis, O. Veligorskyi, J. Luszcz, O. Husev, O. Lytvyn, and O. Matiushkin, “Closed-loop control system design for wireless charging of low-voltage ev batteries with time-delay constraints,” Energies, vol. 14, no. 13, p. 3934, Jun. 2021.
- 4. V. Shevchenko, B. Pakhaliuk, O. Husev, O. Veligorskyi, D. Stepins, and R. Strzelecki, “Feasibility study gan transistors application in the novel split-coils inductive power transfer system with t-type inverter,” Energies, vol. 13, no. 17, p. 4535, Sep. 2020.
- 5. B. Pakhaliuk, O. Husev, V. Shevchenko, O. Veligorskyi, and K. Kroics, “Novel inductive power transfer approach based on z-source network with compensation circuit,” in 2018 IEEE 38th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO). IEEE, apr 2018, pp. p. 1–6.
- 6. B. Pakhaliuk, O. Husev, V. Shevchenko, J. Zakis, and D. Stepins, “Multivariable optimal control of wireless power transfer systems with series-parallel compensation,” in 2019 IEEE 60th International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University (RTUCON). IEEE, Oct. 2019.
- 7. B. Pakhaliuk, O. Husev, R. Strzelecki, V. Shevchenko, and K. Maksym, “Comparative evaluation of multicoil inductive power transfer approaches based on z-source network,” in 2019 IEEE 2nd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON). IEEE, Jul. 2019.
- 8. B. Pakhaliuk, O. Husev, R. Strzelecki, K. Tytelmaier, J. Zakis, and D. Stepins, “Optimal multivariable control for modified z-source based ipt,” in 2018 IEEE 59th International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University (RTUCON). IEEE, Nov. 2018.

- 9. B. Pakhaliuk, O. Husev, R. Strzelecki, and K. Tytelmaier, “Optimal components design for modified z-source based ipt approach,” in 2018 IEEE 3rd International Conference on Intelligent Energy and Power Systems (IEPS). IEEE, Sep. 2018.
- 10. B. Pakhaliuk, O. Husev, V. Shevchenko, K. Kroics, D. Stepins, and R. Strzelecki, “Inductive bifilar coil based wireless charging system for autonomous electric boat,” in 2022 IEEE 31st International Symposium on Industrial Electronics (ISIE). IEEE, Jun. 2022.
- 11. B. Pakhaliuk, V. Shevchenko, R. Strzelecki, and J. Zakis, “Harmonics influence analysis in modified inductive multi-coil wireless power transfer approach based on z-source network,” in Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем, May 2021.
- 12. B. Pakhaliuk, V. Shevchenko, D. Stepins, and J. Zakis, “Automated multicoil coupling coefficient measurement with switched relay system,” in Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем, May 2020.
- 13. “Індуктивний спосіб передачі енергії на основі імпедансної ланки в резонансному режимі,” UA patent 125 856, May 25, 2018, Пахалюк Богдан, Гусев Олександр, Шевченко Віктор, Велігорський Олександр.
- 14. “Система бездротової передачі енергії на основі двох послідовно включених передаввальних котушок із середньою точно-кю,” UA patent 127 763, May 25, 2023, Пахалюк Богдан, Гусев Олександр, Шевченко Віктор, Велігорський Олександр.
- 15. V. Shevchenko, B. Pakhaliuk, and H. Oleksandr, “Review the main technologies of the wireless charging of energy accumulators for small-purchasing systems,” TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOG IES, no. 4(10), pp. 133–146, 2017.
- 16. V. Shevchenko, B. Treiko, O. Husev, B. Pakhaliuk, and K. Oleg, “ОГЛЯД І ПОРІВНЯННЯ БАЗОВИХ ТОПОЛОГІЙ КОМПЕНСАЦІЇ ДЛЯ БЕЗДРОТОВОЇ ПЕРЕДАЧІ ЕНЕРГІЇ,” TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOG IES, no. 3(13), pp. 209–218, 2018

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Хоменко Максим Анатолійович

2. Maxim A. Homenko

Кваліфікація: к.т.н., доц., 05.09.12

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

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. Гусев Олександр Олександрович

2. Oleksandr O. Husev

Кваліфікація: к.т.н., доц., 05.09.12

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

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:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Пересада Сергій Михайлович

2. Sergei Peresada

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.09.03

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-8948-722X

Додаткова інформація: https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6603891736, https://www.webofscience.com/wos/author/record/2345632, https://www.researchgate.net/profile/Sergei-M-Peresada, https://scholar.google.com/citations?user=wrrV6ksAAAAJ

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. Васецький Юрій Макарович

2. Yuriy M. Vasetsky

Кваліфікація: д.т.н., г.н.с, 05.09.05

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут електродинаміки Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417236

Місцезнаходження: пр. Берестейський, буд. 56, Київ, 03057, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бодунов Вадим Миколайович

2. Vadim M. Bodunov

Кваліфікація: к. т. н., доцент, 05.09.03

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

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. Городній Олексій Миколайович

2. Oleksiy M. Gorodny

Кваліфікація: к.т.н., доц., 05.09.12

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

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:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Денисов Юрій Олександрович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Денисов Юрій Олександрович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Лисенко Наталія Володимирівна
Реєстратор	УкрІНТЕІ
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна