

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0825U004190

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 01-12-2025

**Статус:** Наказ про видачу диплома

**Реквізити наказу МОН / наказу закладу:** Наказ про видачу диплома доктора філософії Азизи М. №17-ас від 26.02.2026



## II. Відомості про здобувача

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Азизи Мохаммадреза Хамзех

2. Mohammadreza Azizi

**Кваліфікація:**

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-5599-2276

**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:** 06-02-2026

**Спеціальність за освітою:** Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

**Місце роботи здобувача:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

### **III. Відомості про організацію, де відбувся захист**

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** PhD 11405

**Повне найменування юридичної особи:** Національний університет "Чернігівська політехніка"

**Код за ЄДРПОУ:** 05460798

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

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

### **V. Відомості про дисертацію**

**Мова дисертації:** Англійська

**Коди тематичних рубрик:** 45.37.31

**Тема дисертації:**

1. Енергетичний маршрутизатор для гібридних мікромереж для ефективного та надійного керування енергією та живленням
2. Energy Router for Hybrid Microgrids for efficient and robust energy and power management

**Реферат:**

1. Дисертація на здобуття подвійного ступеня доктора філософії за спеціальністю 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», кафедра електротехніки та інформаційно-вимірювальних технологій, Чернігівський політехнічний національний університет, Міністерство освіти і науки України; та за напрямом R024 – докторантура з промислової інженерії, Університет Естремадури, кафедра електричної, електронної та автоматизаційної інженерії, Бадахос, Іспанія. Споживання електричної енергії зростає значно швидше, ніж прогнозоване зростання її генерації. Хоча встановлена потужність відновлюваних джерел енергії також зростає, перевантаження електромереж залишається неминучим без впровадження інтелектуальних систем керування енергією та гнучких структур силової електроніки. Тому зростання споживання електроенергії та перевантаження мережі призводить до необхідності автономних житлових будівель. Зі збільшенням кількості локальних джерел генерації (переважно фотоелектричних) та використанням систем зберігання енергії у багатьох будівлях розвивається напрям до будівель з нульовими викидами (ZEB) та використання

постійного струму (DC) поряд із системами змінного струму (AC). З цією метою в останні роки запропоновано нову технологію – енергетичний маршрутизатор (ER) із портами змінного та постійного струму. Дослідники вже запропонували різні топології та стратегії керування ER, однак залишаються дослідницькі прогалини та виклики, які потребують вирішення. Питання безпеки, захисту та реакції системи керування в динамічних умовах є серед основних проблем. У першому розділі представлено загальний огляд силових електронних рішень для ZEB. Досліджується перспективне майбутнє індустрії низьковольтних систем постійного струму в ZEB, порівнюються різні конфігурації ER та сценарії підключення до мережі, оцінюється їх загальна ефективність у гібридних, DC та AC технологіях. Другий розділ присвячений інтеграції систем постійного струму та пов'язаним із цим викликам. DC-мікромережі разом із наявними AC-мережами є майбутнім трендом систем розподілу енергії. Проте наразі бракує стандартів для інтеграції DC-систем в AC-мережу, а питання безпеки залишаються актуальними. Багато пов'язаних питань досі не визначено, зокрема вимоги до ізоляції між AC-мережами та новими мікромережами, а також підходи до заземлення. У цьому розділі розглядаються різні рішення інтеграції, досліджуються струми витоку та типи і конфігурації заземлення на сторонах AC та DC. Також наведено огляд можливих підходів до заземлення у точках з'єднання та розглянуто доцільність уникнення ізоляції між AC-мережею та DC-системами. Далі пропонуються рішення для проблем, пов'язаних із захистом, заземленням і струмами витоку. Нарешті, враховуючи важливість захисту персоналу та обладнання на обох сторонах, запропоновано використання структур із загальним заземленням як ефективний метод. У третьому розділі, з огляду на виклики інтеграції, представлено запропоновану структуру трифазного ER з однією коміркою на основі інвертора із загальним заземленням. У цій топології ланка постійного струму має доступ до всіх трьох фаз і може балансувати їх без складностей і витрат, характерних для традиційних трифазних систем. Структура із загальним заземленням забезпечує однаковий потенціал землі на сторонах AC і DC, що підвищує безпеку, спрощує захист, а також зменшує вартість і вагу системи за рахунок відсутності потреби в ізоляції. Детально описано режими роботи інвертора, модуляцію, проектування компонентів, а також захист і вимикач постійного струму. Четвертий розділ зосереджується на стратегії керування та описує різні рівні управління в ER. Оскільки система ER інтегрує кілька джерел та споживачів енергії, будь-яка раптова зміна в підсистемі може створити динамічні умови в усьому комплексі. Для підвищення динамічних характеристик багатопортового ER застосовано теорію керування на основі пласкості (FBC) на нижньому рівні керування (внутрішніх контурах), що забезпечує швидку та надійну реакцію системи в динамічних умовах. Хоча FBC можна застосовувати як для керування DC-ланкою, так і струмом мережі, у цьому розділі також описано пропорційно-резонансний (PR) контролер як надійну альтернативу для керування струмом мережі, здатну ефективно усувати гармоніки. Наприкінці розділу розглянуто рішення для систем управління енергією верхнього рівня – від простих локальних до високотехнологічних рішень, з акцентом на перехід до повної цифровізації через поєднання хмарних і edge-платформ. П'ятий розділ містить результати моделювання та експериментів. Результати моделювання підтверджують ефективність запропонованого контролера та порівнюють його характеристики з традиційними методами керування. В експериментальній частині проаналізовано основні режими роботи системи та поведінку контролера в динамічних умовах. Наприкінці наведено загальні висновки та узагальнення.

2. Dissertation for a double degree of Doctor of Philosophy in specialty 141 - " Electric Power Engineering, Electrotechnics and Electromechanics." Department of Electrical Engineering and Information Measuring Technologies, Chernihiv Polytechnic National University, Ministry of Education and Science of Ukraine; and R024 - Doctorate in Industrial Engineering, University of Extremadura, Department of Electric, Electronic and Automation Engineering, Badajoz, Spain. Electric energy consumption is increasing much faster than the predicted growth in energy generation. Although the installed capacity of renewable energy sources is also expanding, grid congestion remains unavoidable without adopting smart energy management systems and flexible power electronics structures. Therefore, the rise of electric energy consumption and electric energy congestion is leading to the necessity of autonomous residential buildings. With the increase of domestic generation resources (mainly photovoltaic), and the use of storage systems in many buildings, moving towards zero-emission buildings

(ZEBs) and the utilization of the dc system along with ac system is being developed. For this purpose, a new technology, called an energy router (ER) with ac and dc ports, was proposed in recent years. Researchers have already proposed various topologies and control strategies for ER; however, there are still research gaps and challenges that should be addressed. Safety and protection issues and the control response in dynamic conditions are among these challenges. Chapter one provides a general review of power electronics solutions for ZEBs. By exploring the promising future of the low-voltage dc industry in ZEBs, the study presents and compares different configurations for ER and grid-connected scenarios, evaluating their overall efficiencies across hybrid, dc, and ac technologies. Chapter two comprehensively deals with the integration of dc systems and related challenges. Dc microgrids, along with existing ac grids, are a future trend in energy distribution systems. However, there are not yet sufficient standards to integrate dc systems into the ac grid, and safety considerations remain a problem. At the same time, many related issues are still undefined and unsolved. In particular, uncertainty prevails in isolation requirements between ac grids and novel microgrids, as well as in the grounding approaches. This chapter first deals with different integration solutions and then investigates leakage currents and different grounding types and configurations, both on ac and dc sides. It provides an overview of possible grounding approaches at the connection points and the feasibility of avoiding isolation between ac grid and dc systems. Furthermore, it proposes solutions for challenges related to protection, grounding, and leakage currents. Finally, considering the importance of grounding and protecting personnel and equipment on both ac and dc sides, the use of common-ground structures is introduced as an effective method. Regarding the integration challenges and scenarios, chapter three introduces the proposed structure of a single-cell three-phase ER based on the common-ground inverter. In this topology, dc link can access all three phases and balance them without the complexities and costs associated with conventional three-phase systems. Common-ground structure creates the same ground on both ac and dc sides that not only provides safety and protection on both sides, but also decreases the cost and weight since it eliminates isolation. Inverter operating mode and modulation, component design of different parts, and then protection and dc circuit breaker are also described in detail. Chapter four focuses on control strategy and describes different control levels in an ER. The ER system integrates multiple power sources and sinks, and any sudden change in a subsystem can introduce dynamic conditions across the entire system. To enhance the dynamic performance of a multiport ER, flatness-based control (FBC) theory is applied to the low-level control (inner loops) of the ER, ensuring a fast and robust control response in dynamic conditions. The presented method guarantees a robust dc-link in any dynamic conditions. At the end, this chapter examines the high-level energy management system solutions from a simple local-based to a high-tech solution, emphasizing the shift to full digitalization through a combination of cloud-based and edge-computing platforms. Finally, chapter five presents simulation and experimental results. Simulation results are provided to validate the proposed control solution and compare the control response and quality with conventional control solutions. In the experimental part, the general operating modes are analyzed, and the controller response in dynamic conditions is also investigated. At the end, general conclusions are discussed and highlighted.

**Державний реєстраційний номер ДіР:**

**Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:** Енергетика та енергоефективність

**Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:** Не застосовується

**Підсумки дослідження:** Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

**Публікації:**

- 1. M. Azizi, O. Husev, C. Roncero-Clemente, O. Veligorskyi and R. Strzelecki, "Fast and Robust Energy Router Control in Dynamic Conditions Using Flatness-Based Control Theory," 2025 IEEE 19th International Conference on Compatibility, Power Electronics and Power Engineering (CPE-POWERENG), Antalya, Turkey, 2025, pp. 1-6, doi: <https://doi.org/10.1109/CPE-POWERENG63314.2025.11027260>.

- 2. M. Azizi, O. Husev, R. Mbayed, E. Monmasson, J. Martins and O. Veligorskyi, "Energy Router: A Sustainable Solution for Future Residential Buildings," in IEEE Power Electronics Magazine, vol. 12, no. 1, pp. 75-86, March 2025, doi: <https://doi.org/10.1109/MPEL.2024.3525349>.
- 3. M. Azizi, O. Husev, O. Veligorskyi, M. Turzvínski and R. Strzelecki, "Dc Leakage Current in Isolated Grid-Connected dc Nanogrid - Origins and Elimination Methods," 2024 IEEE 18th International Conference on Compatibility, Power Electronics and Power Engineering (CPE-POWERENG), Gdynia, Poland, 2024, pp. 1-6, doi: <https://doi.org/10.1109/CPE-POWERENG60842.2024.10604426>.
- 4. Azizi, M., Husev, O., Veligorskyi, O., Rahimpour, S., and Roncero-Clemente, C. (2023). Grounding and Isolation Requirements in DC Microgrids: Overview and Critical Analysis. Energies, 16(23), 7747. <https://doi.org/10.3390/en16237747>.
- 5. M. Azizi, S. Rahimpour, O. Husev and O. Veligorskyi, "Back-to-Back Energy Router Based on Common-Ground Inverters," 2023 IEEE 17th International Conference on Compatibility, Power Electronics and Power Engineering (CPE-POWERENG), Tallinn, Estonia, 2023, pp. 1-6, <https://doi.org/10.1109/CPE-POWERENG58103.2023.10227480>.
- 6. M. Azizi, O. Husev, D. Vinnikov and O. Veligorskyi, "Comparative Evaluation of Isolated dc-dc Converters for Low Power Applications," 2022 IEEE 20th International Power Electronics and Motion Control Conference (PEMC), Brasov, Romania, 2022, pp. 7-12, doi: <https://doi.org/10.1109/PEMC51159.2022.9962944>
- 7. M. Azizi, O. Husev, and D. Vinnikov, "Single-stage buck-boost inverters: A state-of-the-art survey," Energies, vol. 15, no. 5, p. 1622, Mar. 2022, doi: [10.3390/en15051622](https://doi.org/10.3390/en15051622).

**Наукова (науково-технічна) продукція:**

**Соціально-економічна спрямованість:**

**Охоронні документи на ОПВ:**

**Впровадження результатів дисертації:** Впроваджено

**Зв'язок з науковими темами:**

## **VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Велігорський Олександр Анатолійович
2. Olexander A. Veligorsky

**Кваліфікація:** к.т.н., доц., 05.09.12

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-8256-7339

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний університет "Чернігівська політехніка"

**Код за ЄДРПОУ:** 05460798

**Місцезнаходження:** вул. Шевченка, 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, Київ, 03056, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

#### Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Чуб Андрій ..
2. Andrii Chub

**Кваліфікація:** д.філософ, 05.09.00

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-4253-7506

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Талліннський технічний університет

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:** Tallinna Tehnikaülikool, Ehitajate tee 5, Таллінн, 19086, Естонія

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:**

### Рецензенти

#### Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Степенко Сергій Анатолійович
2. Stepenko Serhii A.

**Кваліфікація:** к. т. н., доц., 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, 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. Гонсалес-Ромера Єва \_\_

2. Eva Gonzalez Romera

**Кваліфікація:** д.філософ, 05.09.00

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-1409-3098

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Університет Екстремадури

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:** Avenida de Elvas, Бадахос, 06006, Іспанія

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:**

**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**

Юрченко Тетяна Анатоліївна

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна