

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
Лук'янова Миколи Олексійовича
на тему «Розосереджена система живлення електротранспорту на основі
сонячних панелей»,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії
в галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації
за спеціальністю 171 Електроніка

Актуальність теми дисертації.

Згідно з постановою Кабінету міністрів України від 30 квітня 2024 р. № 476 «Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 31 грудня року, наступного після припинення або скасування воєнного стану в Україні» одним з пріоритетних напрямів наукових досліджень є «Технології розроблення та використання нових видів палива, відновлюваних і альтернативних джерел енергії та видів палива». Тема представленої науково-практичної роботи «Розосереджена система живлення електротранспорту на основі сонячних панелей» узгоджується із вищезазначеним актуальним напрямом і тому є актуальною темою дослідження, оскільки сприяє розвитку відновлюваних джерел енергії та розвитку електротранспорту, що дозволяє зменшити викиди вуглекислого газу у атмосферу в містах. Зокрема, вирішені в ході досліджень задачі розробки модульного перетворювача, який забезпечує підключення сонячних панелей до тягової мережі електротранспорту, а також розробки системи балансування потужності окремих модулів даного перетворювача на основі корекції зворотного зв'язку теж є актуальними, оскільки дають змогу масштабувати напругу і потужність сонячної електростанції, використовуючи оптимізовані за певними критеріями перетворювальні модулі.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

1. Вперше розроблено методику оцінки втрат енергії і вартості силових перетворювачів на основі встановленої потужності, що дозволило формалізувати вибір комірки для модульного перетворювача сонячної електростанції.

2. Запропоновано модульну каскадну структуру силового перетворювача на базі окремих комірок для інтеграції сонячних панелей в мережу живлення електротранспорту, що дозволяє використовувати стандартні масово виготовлювані перетворювачі для масштабування потужності і напруги системи.

3. Вперше розроблено метод регулювання струму та напруги комірки з функцією балансування на основі корекції сигналу зворотного зв'язку, що дозволяє вирішити проблему рівномірного розподілення потужності між паралельно або послідовно з'єднаними комірками перетворювача.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Лук'янова Миколи Олексійовича повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 171 Електроніка та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми Електроніка.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям «Енергетика та енергоефективність».

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадиння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Лук'янова Миколи Олексійовича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота написана українською мовою. Матеріали дисертаційного дослідження викладено у відповідній до структури наукових праць послідовності. Дисертація містить постановочний, оглядовий та аналітичний розділи, опис практичної реалізації, перевірку та обговорення результатів. Зміст роботи викладено зрозуміло, науковим стилем мовлення, з необхідними поясненнями та логічними висновками. В дисертаційній роботі використано загальноприйняту термінологію, яка добре знайома спеціалістам в галузях електроніки та електроенергетики.

Дисертація складається з вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 178 сторінок.

У вступі висвітлено мету і задачі дисертації, об'єкт, предмет дослідження, наукову новизну, а також практичне значення отриманих в роботі результатів.

У першому розділі проаналізовано сучасні задачі під'єднання сонячних панелей до ліній живлення електротранспорту різних рівнів змінної й постійної напруги. Показано, що підключення відновлюваних джерел енергії до тягових ліній дозволяє знизити навантаження на централізовані підстанції, а також покращити якість електроенергії. Для визначення точки під'єднання сонячних панелей порівняно різні методи підключення з використанням низькочастотних трансформаторів, інтеграції в ланки постійного струму нормалізаторів напруги, додаткового обладнання тягових ліній, систем акумуляування енергії. На основі огляду сучасних трендів в фотоелектричних системах і перетворювальній техніці було визначено актуальну наукову задачу розробки модульної системи перетворювачів, що включає в себе вибір топології перетворювачів, методики їх під'єднання для ефективного масштабування потужності сонячної станції й узгодження напруги множини фотоелектричних панелей з тяговою мережею.

У другому розділі на основі розробленої методики порівняння, що базується на відносній оцінці ціни і втрат в напівпровідникових елементах порівнюються популярні топології перетворювачів, використовуваних в фотоелектриці. Як результат, обрано топологію комірки модульного перетворювача. Також приводиться оцінка економічної вигоди встановлення систем, що складаються з декількох послідовно з'єднаних перетворювачів, перетворювачів з гальванічною ізоляцією, а також гібридних багатопортових перетворювачів, що дозволяють інтегрувати накопичувачі енергії. Як результат, отримано відносну оцінку вартості і втрат для існуючих фотоелектричних систем і для запропонованої модульної системи перетворювача.

У третьому розділі приводяться структура запропонованого модульного перетворювача і опис розробленої універсальної системи керування для такого перетворювача. Для цього виконано аналіз стійкості вбудованої системи керування обраного для тестів перетворювача, а також визначено вплив розроблюваної системи керування коміркою на загальну стійкість системи. Визначено параметри регуляторів задля забезпечення роботи перетворювача з необхідними запасами по стійкості.

У четвертому розділі представлено результати моделювання й експериментальної перевірки розроблюваного модульного перетворювача.

Для перевірки отриманих теоретичних результатів було побудовано модель в середовищі Simulink для моделювання роботи різних типів підключення модульних перетворювачів – з паралельними або послідовними з'єднаннями по входам і виходам, й виміряно дисбаланси струмів та напруг кожного модуля. Моделювання показало коректність теоретичних розрахунків, а також здатність розробленої системи керування прибрати дисбаланс струмів і напруг як для послідовно, так і для паралельно з'єднаних перетворювачів, забезпечивши дисбаланс між параметрами на рівні <5%.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Наукові результати дисертації висвітлені у 14 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 1 стаття у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 5 статей у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus, з яких 1 стаття у виданнях, віднесених до першого - третього квартилів (Q1-Q3) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank або Journal Citation Reports; 0 патентів на винахід, що пройшли кваліфікаційну експертизу та безпосередньо стосуються наукових результатів дисертації; 0 патентів України на корисну модель; 0 одноосібних монографій, що рекомендовані до друку Вченою радою КПІ ім. Ігоря Сікорського та пройшли рецензування.

Також результати дисертації були апробовані на 5 наукових фахових конференціях.

Публікації здобувача мають високий науковий рівень, який відповідає науковому рівню досліджень в галузі фотоелектрики і підтверджується обговоренням опублікованих результатів на наукових фахових конференціях.

В публікаціях здобувача витримано принципи академічної доброчесності, зроблено посилання на всі використані в якості вхідних даних джерела інформації та їх авторів, в достатній мірі представлено особисто отримані результати.

Таким чином, наукові результати, описані в дисертаційній роботі, повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

Разом із позитивним враженням від представленої дисертаційної роботи слід вказати і на деякі недоліки та зауваження до змісту роботи:

- Специфічна термінологія, яка може ускладнити розуміння змісту, наприклад, «фотовольтаїчний», «кондиціонери потужності», «інтерфейс силових перетворювачів» (с. 11), «віртуальні підстанції», «менеджменту батарей» («менеджмент» українською сприймається як не технічний термін), «door контроль», «верифікації» (с. 145). Ці терміни можливо замінити більш загальновідомими, наприклад, «фотоелектричний», «нормалізатор напруги», «каскад силових перетворювачів», «акумуляторні або допоміжні підстанції», «керування режимами роботи батарей», «функція вирівнювання потужностей» і т. д.

- На с. 12 у другій задачі ліпше було б сформулювати «Вибір топології комірки модульних перетворювачів...»

- В роботі говориться (зокрема на с. 13) про можливість використання стандартних перетворювачів. Але ж, напевно, не всілякі стандартні перетворювачі підійдуть для даної системи. Тоді було б доцільно сформулювати вимоги до стандартних перетворювачів.

- У формулі 2.11, як і на рис.2.9, 2.11, 2.13, 2.15 величина D не пояснюється.

- На рис. 2.16, ж схеми напевно повинні включатися паралельно по виходам.

- Визначаючи на с. 90 класичні системи перетворювачів, як «використання стандартних підвищуючих / понижуючих перетворювачів з необхідним коефіцієнтом перетворення ...», доцільно конкретно зазначати, які саме стандартні схеми маються на увазі.

- В розділі 3 роботи функції, які в літературі називаються передавальними функціями, називаються передавальними характеристиками, але під рис.3.18 все ж таки фігурує словосполучення «передавальної функції».

- На початку роботи доцільно було, навіть, якщо це пояснюється в тексті розділів, пояснити переваги саме рівномірного розподілу потужностей між модулями перетворювачів замість, наприклад, простішого за реалізацією приблизного розподілення потужностей з обмеженням небезпечних режимів для кожного модуля.

Також є деякі зауваження і до оформлення роботи:

- Точки в кінці заголовків підрозділів не ставляться.
- Помічені друкарські помилки: на с. 2 в кінці другого абзацу в слові «джерел»; на с. 18 «вищеописаних задачі»; на с. 53 «модульним

багаторівневий перетворювач»; «з під'єднанням перетворювачі»; дві формули з номером 2.11; на с. 133 «формулюючи таким чином помилка вихідного струму».

- Підписи на рис.3.11, 4.14 перескочили на наступні сторінки 101, 135.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

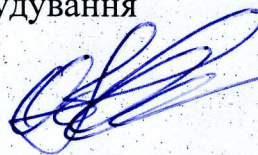
Висновок про дисертаційну роботу

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Лук'янова Миколи Олексійовича на тему «Розосереджена система живлення електротранспорту на основі сонячних панелей» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для електроніки та телекомунікацій. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6 – 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувач Лук'янов Микола Олексійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації за спеціальністю 171 Електроніка.

Офіційний опонент:

в. о. завідувача кафедри електроенергетичних систем
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова,
доктор технічних наук, доцент



Андрій ОБРУБОВ

М.П.

«17» травня 2024 року

