

РЕЦЕНЗІЯ

к.т.н., доцента кафедри електроніки,
автоматики, робототехніки та мехатроніки
Національного університету «Чернігівська політехніка»

Городнього Олексія Миколайовича

на дисертаційну роботу

Пахалюка Богдана Петровича на тему:

«Напівпровідникові перетворювачі з покращеними масогабаритними параметрами для бездротової зарядки на основі імпедансної ланки в резонансному режимі»,

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Актуальність обраної теми дисертаційного дослідження

Оптимізація з багатьма параметрами бездротових систем і відповідно систем передачі електроенергії є актуальною науковою темою в сучасному стані розвитку технологій. Метою вирішення цих проблем є підвищення експлуатаційних характеристик, ККД перетворювача та якості вихідної потужності. Перспективним способом вирішення цих проблем є використання нетрадиційних топологій інверторів і кількість передавачів. У роботі Б. П. Пахалюка розглядалися методи бездротової передачі електроенергії з використанням індуктивного зв'язку і імпедансної ланки яка дозволила реалізувати дві передавальні котушки. Підхід, де імпедансна ланка використовувалась в резонансному режимі для передачі енергії бездротової раніше не використовувався. З огляду на це можна стверджувати, що дослідницька тематика, представлена в праці Б. П. Пахалюка, є актуальною та важливою в сучасних умовах.

Зв'язок дисертації з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота виконана в Національному університеті «Чернігівська політехніка» за пріоритетним напрямком розвитку науки і техніки України «Енергетика та енергоефективність» в рамках науково дослідної теми «Високоєфективна система бездротової зарядки низьковольтних накопичувачів енергії легких електричних транспортних засобів» №0117U007260, «Високоєфективні системи бездротової передачі електричної енергії на основі нових топологій напівпровідникових перетворювачів» №0118U003865, «Забезпечення максимальної ефективності автономних електроенергетичних систем на основі фотоелектричних перетворювачів для спеціальних застосувань» №0123U100975.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій

Глибоко проаналізувавши дисертаційну роботу, можна зробити висновок, що запропоновані в статті наукові результати, висновки та методи є цілком обґрунтованими та достовірними. Дисертаційна робота має логічну структуру та системний підхід до аналізу основних тем дослідження та вибору методів. Достовірність отриманих результатів дослідження підтверджується чітко описаними методами аналізу, які включають різноманітні методи, включаючи теорію кіл, положення фундаментальної теорії резонансних систем, перетворення Лапласа, аналітичні моделі та експерименти з фізичними прототипами.

Достовірність методу, висновків та верифікація результатів підтверджено на багатьох вітчизняних і міжнародних науково-практичних конференціях.

Структура і зміст дисертаційної роботи.

Відповідність дисертаційної роботи встановленим вимогам

Структура дисертаційної роботи включає такі частини: вступ, шість основних розділів та висновок. Основний зміст дисертаційної роботи — 154 сторінки, повний текст — 233 сторінки.

Перший розділ дисертаційної роботи присвячено оцінці сучасного стану технології бездротової передачі енергії. У наступних розділах описано основні методи передачі електроенергії та їхні переваги та недоліки. Також надається більш детальний аналіз основних технологій бездротової передачі енергії та принципів їх функціонування та основних характеристик. Також надається порівняльний огляд поточного стану ринку транспортних засобів малої потужності та ключових робочих параметрів, необхідних для бездротових систем передачі енергії.

Другий розділ дипломної роботи присвячений комплексному аналізу впровадження бездротових систем передачі енергії з використанням індуктивних методів передачі енергії та аналізу обмежень цієї технології. Аналізуються та порівнюються різні рішення топології інверторів, включаючи рішення з одинарною та подвійною котушкою передавача та рішення з використанням імпедансної ланки в резонансному і нерезонансному режимі. Також аналізуються різні системи компенсації. Обмеження передачі потужності аналізуються з урахуванням різної ваги та розмірів передавальної та приймальної котушок.

У третьому розділі аналізується бездротовий метод передачі енергії на основі імпедансної лінії. Проаналізовано основні стани схеми та з використанням методу припасування побудовано математичну модель. Також аналізується поведінка котушки передавача в різних положеннях відносно приймача.

Розділ 4 присвячений багатопараметричній оптимізації бездротової передачі електроенергії з використанням генетичних алгоритмів. Введено

обмеження на параметри первинної та вторинної сторони для отримання системи передачі енергії з покращеним масогабаритними показниками.

Розділ 5 представляє багатоконтурну систему керування, яка включає компенсацію затримки зв'язку, яка може значно покращити стабільність роботи системи передачі енергії, коли параметри моделі та затримки зв'язку значно змінюються.

Розділ 6 присвячений експериментальній перевірці запропонованого рішення з використанням імпедансного зв'язку на низьких рівнях потужності. Використання імпедансного зв'язку підвищує ефективність на 32% порівняно з традиційними рішеннями, використовуючи при цьому менше реактивних компонентів, зменшуючи вагу та розмір.

Дисертаційна робота є повною та добре структурованою роботою, виконаною автором самостійно. Результати дослідження оформлені згідно встановлених вимог.

Наукова новизна одержаних результатів

Серед наукових здобутків Пахалюка Б. П. на особливу увагу заслуговують такі:

уперше:

- Запропоноване рішення реалізації високочастотного інвертора з двома передавачами з використанням імпедансної ланки для бездротових систем, які передають потужність індуктивним методом у резонансному режимі, таким чином мінімізуючи кількість напівпровідників та реактивних компонентів та спрощуючи систему керування.
- Розроблено детальну модель з використанням імпедансної ланки у бездротових системах передачі електроенергії, що дозволяє розрахувати пасивні компоненти з урахуванням номінальної робочої точки.
- Враховуючи значні затримки в передачі даних між приймачем і передавачем, був розроблений і перевірений метод управління системою індуктивної передачі енергії, що дозволяє підвищити функціональність і надійність пристрою, компенсуючи вплив затримки і неточності моделі.
- Розроблено методику оптимізації бездротових систем передачі електроенергії з індуктивним зв'язком із використанням генетичних алгоритмів для зменшення таких параметрів як ваги та розміру і підвищення ефективності.

Практичне значення результатів дослідження

- Для порівняння запропонованих рішень, заснованих на утилізації імпедансної ланки в резонансному режимі, був розроблений малопотужний прототип, і результати показують, що запропоноване

- рішення має значно вищу ефективність, вищу вихідну потужність разом з меншими масогабаритними параметрами ніж звичайні існуючі рішення.
- Пропонована система керування може працювати з великими затримками зв'язку, знижуючи робочу частоту контролера, тим самим зменшуючи витрати на розробку та інтеграцію систем зв'язку зі зворотним зв'язком.
 - Результати досліджень, отримані під час реалізації проекту, можуть бути використані в навчальному процесі «Технології бездротової передачі енергії» (спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка») для підготовки фахівців у галузі освіти. Результати можуть бути спрямовані на вдосконалення навчального плану та оновлення експериментальних досліджень.

Повнота викладення наукових результатів дисертації в опублікованих працях

Під час проведення наукового дослідження були отримані результати у вигляді 14 наукових праць. До цих праць належать такі роботи: чотири статті у виданні, індексованому у міжнародній наукометричній базі даних Web of Science, дві статі у наукових фахових виданнях, дев'ять праць апробаційного характеру. Варто зауважити також 2 патенти отримані в ході проведеного дослідження.

Наукові публікації наведені в дисертаційній роботі відповідають вимогам п. 8, 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.

Дотримання норм академічної доброчесності

Аналіз представленої дисертаційної роботи не виявив фактів, що порушують наукову доброчесність.

Робота відповідає стандартам і принципам наукової доброчесності та стандартам авторського права. Порушень цих стандартів і наукового плагиату не виявлено. У роботі містяться посилання на відповідні джерела, зазначені у списку використаних джерел.

Висновки та пропозиції, що викликають певні сумніви, зауваження на окремі суперечності та можуть слугувати підґрунтям дискусії під час захисту дисертації

Зауважуючи високий рівень дисертаційного дослідження слід зазначити наступні зауваження та дискусійні положення:

1. Модель, яка використовується для регулювання вихідних параметрів, використовує досить просту модель інвертора, що потенційно може викликати неточності регулювання.

2. Не наведене кількісне порівняння зменшення рівня масогабаритних показників у порівнянні з конвенціональним рішенням показаним в експериментальному розділі.

3. Імітаційна модель запропонована до використання в розділі присвяченому оптимізації не враховує втрати на перемикання.

4. Дисертаційна робота не має аналізу роботи системи передачі енергії в режимі розділення частоти, що є наявною в деяких рішеннях, які були отримані в розділі оптимізації.

5. В тексті дисертаційної роботи наявні стилістичні і пунктуаційні помилки.

6. Не був виконаний порівняльний аналіз квазірезонансних перетворювачів з імпульсними та резонансними перетворювачами.

Зазначені зауваження не мають принципового характеру та не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Загальні висновки та оцінка дисертації

Узагальнюючи, можна сказати що наведена дисертаційна робота на тему «Напівпровідникові перетворювачі з покращеними масогабаритними параметрами для бездротової зарядки на основі імпедансної ланки в резонансному режимі» завершеною роботою, відзначається гарною структурою, яка має наукову новизну і достовірні результати.

Наукове дослідження, яке було проведено в рамках дисертаційної роботи відповідає спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

У відповідності до змісту, структури, обсягу та оформлення дисертаційна робота відповідає вимогам наказу МОН України №40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» (зі змінами) та «Про затвердження 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 №44 від 12 січня 2022.

Підсумовуючи можна стверджувати що Пахалюк Богдан Петрович, автор дисертації на тему «Напівпровідникові перетворювачі з покращеними масогабаритними параметрами для бездротової зарядки на основі імпедансної ланки в резонансному режимі» заслуговує на присудження ступеня доктор філософії за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Рецензент:

к.т.н., доцент кафедри автоматичної,
робототехніки та мехатроніки
Національного університету
«Чернігівська політехніка»

О.М. Городній