

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0822U100009

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 03-01-2022

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кожушко Юлія Віталіївна

2. Kozhushko Yuliia Vitaliivna

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 171

Назва наукової спеціальності: Електроніка та телекомунікації. Електроніка

Галузь / галузі знань:

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 17-12-2021

Спеціальність за освітою: Електронні системи

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

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Перемоги, буд. 37, м. Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ 26.002.061

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

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Перемоги, буд. 37, м. Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

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 Перемоги, буд. 37, м. Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації:

Коди тематичних рубрик: 45.37

Тема дисертації:

1. Перетворювачі електроенергії гібридних емнісних накопичувачів для систем з імпульсним навантаженням
2. Power Converters of Hybrid Energy Storage Systems for Pulsed Load Applications

Реферат:

1. Переважна більшість портативних пристроїв та систем має складний нелінійний характер енергоспоживання. Джерела живлення таких пристроїв, а системи накопичення енергії в Microgrid та вітровій і сонячній генерації електроенергії повинні забезпечувати середню та пікову потужність навантаження, а також, задані масо-габаритні показники та високі показники енергоефективності. Поширеним є використання різних типів акумуляторних в якості накопичувачів енергії для таких джерел живлення, оскільки вони характеризуються високою питомою щільністю енергії. Проте значний піковий струм навантаження, який перевищує номінальний струм АБ, може спричинити скорочення їхнього терміну експлуатації та погіршення їх енергетичних характеристик. Використання комбінацій накопичувача з високою щільністю потужності та накопичувача, що характеризується високою щільністю енергії може бути ефективним вирішенням проблеми портативного енергоживлення та зберігання енергії в системах

Microgrid, сонячної та вітрової енергетики. Таким чином, застосування гібридних ємнісних накопичувачів енергії на основі акумуляторних батарей (АБ) та суперконденсаторів (СК) для систем автономного енергоживлення та портативних пристроїв, в останні роки, стає перспективним напрямом досліджень. Ще однією перспективною галуззю застосування накопичувачів типу АБ та СК є джерела живлення обладнання для контактного мікрозварювання, які також характеризуються імпульсним споживанням струму високої амплітуди. Джерела живлення побудовані на основі топології з проміжним накопиченням енергії потребують накопичувачів, що одночасно характеризуються високою щільністю потужності та енергії. Для розподілу енергії між такими накопичувачами застосовуються додаткові кола перетворення електроенергії. В роботі розглянуто перетворювачі електроенергії гібридних ємнісних накопичувачів, що застосовуються в системах з імпульсним енергоспоживанням, на прикладі енергоспоживання для реалізації процесу контактного мікрозварювання. Наукова новизна одержаних результатів. Вдосконалено топологію гібридного ємнісного накопичувача енергії за рахунок використання перетворювача постійного струму, регульовальні характеристики якого дозволяють розширити функціональні можливості таких накопичувачів в системах з імпульсним споживанням струму навантаження. Вперше запропоновано математичну модель гібридного ємнісного накопичувача енергії з перетворювачем, який забезпечує розподіл енергії між ємнісними елементами, яка враховує паразитні параметри компонентів схеми перетворювача та дозволяє проаналізувати стійкість системи в визначеному діапазоні допустимих значень параметрів моделі. Вперше запропоновано спрощену математичну модель гібридного ємнісного накопичувача, яка за рахунок зменшення кількості реактивних компонентів топології дозволяє знизити порядок системи диференціальних рівнянь і відповідно спростити аналіз системи. Вдосконалено методику синтезу регулятора, яка базується на методі Харитонова, що враховує розкид параметрів компонентів схеми перетворювача та дозволяє проаналізувати стійкість системи в визначеному діапазоні допустимих значень параметрів моделі. Запропоновано систему вирівнювання напруги комірок суперконденсаторного модулю гібридного ємнісного накопичувача, яка за допомогою перетворювача постійного струму дозволяє забезпечити необхідні значення точності вирівнювання напруги на комірках такого модулю за умов імпульсного споживання струму навантаження. Практичне значення. Теоретичні результати доведено до рівня практичного застосування. Розроблено та випробувано прототип перетворювача гібридного ємнісного накопичувача енергії. В результаті досліджень запропоновано схеми перетворювачів для розподілу енергії між ємнісними накопичувачами енергії, що дозволяє розширити функціональні можливості таких накопичувачів при імпульсному енергоспоживанні високої потужності. Розроблено мікропроцесорну систему керування перетворювачем гібридного ємнісного накопичувача, яка дозволяє забезпечити похибку регулювання напруги СК не гірше 5% та струму АБ на номінальному рівні з похибкою не гірше 15% під час процесу заряду СК та імпульсному споживанні струму навантаження. Розроблено програмний код, який реалізує запропонований алгоритм керування перетворювачем гібридного ємнісного накопичувача.

2. The vast majority of portable devices and systems have complicated and nonlinear power consumption characteristics. The power supplies of these devices and systems, as well as the energy storage of the Microgrid and wind or solar power generation, have to provide average and peak load power, required weight and size, high energy efficiency. Various battery types are typically utilized in these power supply systems due to the high energy density of the cell. However, the high peak load current that is significantly greater than the nominal battery discharge current could lead to battery life cycle reducing and deteriorating cell characteristics. The hybridization of high power density storage and high energy density storage could be an effective solution to the problem of power supply portable devices and energy storage in Microgrid, solar and wind energy systems. Thus, the implementation of hybrid energy storage systems based on batteries and supercapacitors for self-contained power supplies and portable systems is becoming a new promising research field in recent years. Another perspective area of battery supercapacitor energy storage application could be power supplies of a micro resistance welding equipment, that also have pulsed power consumption. Energy storage that is simultaneously characterized by high power and energy density is required for micro resistance welding power supplies based on capacitive discharge topology. Auxiliary DC-DC power converters are used for energy distribution between battery and supercapacitor.

This work focuses on the DC-DC converter of hybrid energy storage that is used in a system with pulsed current consumption on the example of welding current for micro resistance welding technology. Novelty of the obtained results. The topology of a battery supercapacitor energy storage has been improved by means of a DC-DC converter, which allows extending the functionality of such energy storage in systems with pulsed load current consumption. The mathematical model of a battery supercapacitor hybrid energy storage with a DC-DC converter that considers the components parasitic parameters and variations of the component parameters within the tolerance region has been proposed. The simplified mathematical model of the battery supercapacitor energy storage with DC-DC converter, that due to reducing the number of passive components of the topology allows reducing differential equations system order and simplifies the analysis of the system accordingly. The method of regulator synthesis based on Kharitonov's method, which considered the tolerance parameters of the components and allows to analyze the stability of the system in a certain range of allowable values of the model parameters has been improved. The voltage equalization system of the supercapacitor module cell of hybrid energy storage, that due to utilizing a DC converter allows providing the necessary values of the accuracy of cells voltage equalization of the module during pulse current consumption has been proposed. The practical importance. The theoretical results could be practically applicable. The proposed prototype of the hybrid energy storage system with a DC-DC converter is experimentally verified. As a result of the work, a schematic of the DC-DC converter that is applied for energy distribution between battery and supercapacitor is proposed. The DC-DC converter allows extending the functionality of such hybrid energy storages, which is used in systems with high current pulse load. A microprocessor control system of the DC-DC converter for hybrid energy storage is designed. The proposed control system allows ensuring the uncertainty of the supercapacitor voltage regulation is not worse than 5% and the battery discharges current regulation at the nominal value with uncertainty not greater than 15% during the supercapacitor charging process and consumption the pulse load current.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:

Підсумки дослідження:

Публікації:

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПВ:

Впровадження результатів дисертації:

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бондаренко Олександр Федорович
2. Bondarenko Oleksandr F.

Кваліфікація: к. т. н., 05.09.12

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Юрченко Олег Миколайович

2. Yurchenko Oleh Mykolaiovych

Кваліфікація: д.т.н., 05.09.03

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Руднев Євген Сергійович

2. Rudnev Eugene Serhiiiovych

Кваліфікація: к. т. н., 05.09.03

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Денисюк Сергій Петрович
2. Denysiuk Serhii Petrovych

Кваліфікація: д.т.н., 05.09.05

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Батрак Лариса Миколаївна
2. Batrak Larusa Mykolayivna

Кваліфікація: к.т.н., 05.09.12

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VIII. Заключні відомості

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

Ямненко Юлія Сергіївна

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

Ямненко Юлія Сергіївна

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Реєстратор

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



Юрченко Т.А.