Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0521U100895

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 21-04-2021

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Івахно Володимир Вікторович

2. Ivakhno Volodymyr

Кваліфікація: к. т. н., 05.09.12

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор наук

Аспірантура/Докторантура: ні

Шифр наукової спеціальності: 05.09.12

Назва наукової спеціальності: Напівпровідникові перетворювачі електроенергії

Галузь / галузі знань: Не застосовується

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 16-04-2021

Спеціальність за освітою: промислова електроніка

Місце роботи здобувача: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, буд. 2, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61002, 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): Д 64.050.04

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, буд. 2, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61002, 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 "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, буд. 2, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61002, 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. Нереверсивні дволанкові перетворювачі постійної напруги з розділеною комутацією

2. Non-reversible two-stage DC/DC converters with separated commutation

Реферат/анотація:

1. Дисертація присвячена вирішенню актуальної науково-прикладної задачі, яка полягає у розвитку методу та принципів побудови дволанкових обернених неревер-сивних перетворювачів постійної напруги з трансформаторною гальванічною розв'язкою. В роботі здійснюється дослідження та розвиток концепції побудови та-ких перетворювачів на базі нової концепції – концепції розділеної комутації. Перетворювачі з розділеною комутацією (ПРК) будуються на базі неоднорідних інверторно-випрямних ланок: одна з ланок побудована на базі топології інвертора напруги (ІН), а інша – інвертора струму (ІС); ланки з'єднуються за допомогою узгоджуючого трансформатора. Спеціальний алгоритм синхронного керування ключами обох ланок – алгоритм розділеної комутації (АРК) – забезпечує сприятливі умови комутації ключів обох ланок: для ключів ланки ІН здійснюється природне (в нулях напруги, zero voltage switching, ZVS) вмикання та примусове снаберне ємнісне вимикання, для ключів ланки ІС – природне (в нулях струму, zero current switching, ZCS)

вимикання та примусове снаберне індуктивне вмикання. Нереверсивність перетворювача з ланкою ІС при збереженні вДано обґрунтування переваги використання у ланці з більшою величиною пос-тійної напруги ІС з ZCS вимиканням ключів і ІН з ZVS вмиканням ключів для іншої ланки; введено поняття «критичної» частоти перетворення у ПРК з IGBT – такої ча-стоти, вище якої сумарні статичні втрати та втрати вимикання IGBT у ланці ІН будуть вищими за сумарні статичні втрати у IGBT та послідовному діоді ключа ІС при тій ж величинах струму та напруги, що комутуютДля ПРК з IGBT у ланці ІС проаналізовано використання, наряду з мостовоюсхемою з 4-хквадрантними ключами, ряду схем з 4-хквадрантними ключамиься.ластивості оборотності забезпечується присутністю у комутаторі ланки ІС 4-квадрантного ключа (ключів). досліджується ПРК з асиметричною топологією ланки ІС, в якому струм вторинної обмотки протікає не через 4, а через 3 ввімкнених ключа Запропоновано обмеження величини індуктивності розсіяння як снабера вми-кання на рівні, який забезпечує відносну сумарну тривалість комутаційних інтервалів на періоді біля 10%. Визначена величина питомої ємності снаберних конденсаторів (на 1 А струму IGBT, що комутується) для забезпечення приблизно двократного зменшення енергії снаберного вимикання IGBT відносно безснаберної комутації: від 0,5 нФ/А до 3 нФ/А для приладів різних класів та технологій. Розглянута доцільність використання ПРК як складової частини батарейних си-стем накопичення енергії для підсилюючого пункту системи тягового електрожив-лення залізниці постійного струму (напруга контактної мережі 2 - 4 кВ). Для ланки ІС з 4-квадрантним ключем симетричної топології, номінальний вихідний струм ПРК 200 А, ключі ІС класу 6,5 кВ, напруга ланки ІН 600 В, ключі цієї ланки класу 1200 В, частота 1000 Гц, для ключів ланки ІН комутаційні втрати біля 7% від статичних. Оцінка маси трансформатора – біля 1,3 т, акумуляторної батареї – від 7,5 до 22,5 т, що дозволяє розташувати їх на борту потяга.

2. The dissertation is devoted to the solution of the actual scientific and applied prob- lem, which consists in the development of the theory and principles of construction of non-reversible bi-directional DC converters with transformer galvanic isolation, which are a type of two - stage DC/DC converters. In work carried out development and research of the such converters based on a relatively new and little researched concept - the concept of separated commutation. Converters with separated commutation (CSC) are built on the ba-sis of inhomogeneous inverter-rectifier units: the topology of the one stage is based on voltage-source-inverter (VSI, or voltage-fed, VF) topology, and the topology of the other stage is based on current-source-inverter (CSI, or current-fed, CF) topology; the stages are connected by a transformer. A special algorithm for synchronous control of the both stages switches - algorithm of separated commutation (ASC) - provides favorable conditions for switching: for the VF stage switches the turning-on is natural (zero voltage switching, ZVS) and the turning-off is forced with the help of capacitive snubbers; for the switches of CF stage the turning-off is natural (zero current switching, ZCS) and the turning-on is forced with the help of inductive snubber (its role can be played by the transformer's leakage inductance). Limiting switching losses allows to increase the conversion frequency. The non-reversibility of the converter with the CF stage while maintaining the property of bi-directionality is ensured by the presence in the CF stage the four-quadrant switch (switches). For CSC with a bridge circuit with 4-quadrant switches based on MOSFET in the CF stage, the advantages and disadvantages of synchronous and independent control of the composite switches are identified. For CSC with IGBTs in CF stage, the use of a number of schemes with 4-quadrant switches was analyzed, with along with the bridge scheme with 4-quadrant switches, A CSC with an asymmetric topology of the CF stage is proposed and investigated, in which the current of the secondary winding flows not through 4, but through 3 switches. . It is proposed to limit its value to a level that provides the relative total duration of switching intervals for a period of about 10%, which is equivalent to the relative value of the short-circuit voltage xs* of the transformer within 16%. For CSC transformers of rod design, a expression for xs* was found. the value of the specific capacitance of snubber capacitors (per 1 A of IGBT switching current) was determined to provide approximately twofold reduction of the IGBT's turning-off energy with snubber relative to turning-off energy without snubber. The expediency of using the proposed principles of construction of PRC as a compo-nent of battery energy storage systems for the amplifying point of the traction power supply system of the DC railway (catenary voltage 2 - 4 kV) was considered. A symmetrical topology with a 4-quadrant key is selected for the CF lstage, the nominal output current of the converter is 200 A, the CF switches have the class of 6.5 kV,

frequency is 1000 Hz, the voltage of the VF stage is 600 V, the switches of this stage have class 1200 V, the switching losses for the switches of this stage are about 7% of static. Estimation of the mass of the transformer - about 1.3 tons, the battery - from 7.15 to 21.5 tons, which allows you to place them on board the train.

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 ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації:

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сокол Евген Іванович
2. Sokol Eugen

Кваліфікація: д. 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

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сокол Евген Іванович
2. Sokol Eugen

Кваліфікація: д. 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. Жуйков Валерій Якович
2. Zhuykov Valeriy

Кваліфікація: д. 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

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Новський Володимир Олександрович
2. Novskiy Volodymyr

Кваліфікація: д. 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

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Андрієнко Петро Дмитрович

2. Andriyenko Petro

Кваліфікація: д. 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

Рецензенти

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради Клепіков Володимир Борисович

Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні Клепіков Володимир Борисович

Відповідальний за підготовку облікових документів

Реєстратор

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності Юрченко Т.А.