

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0424U000208

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 30-08-2024

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



## II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Заграничний Артур Володимирович

2. Artur Zahranychnyi

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-2373-1896

Вид дисертації: кандидат наук

Аспірантура/Докторантура: так

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: 17-09-2024

Спеціальність за освітою: Електронні системи

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

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

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

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** Д 26.002.19

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

**Код за ЄДРПОУ:** 02070921

**Місцезнаходження:** проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, 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 технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070921

**Місцезнаходження:** проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

### **V. Відомості про дисертацію**

**Мова дисертації:** Українська

**Коди тематичних рубрик:** 47.01

**Тема дисертації:**

1. Багаторівневі інвертори в системі ядерного магнітного резонансу
2. Multilevel inverters in the nuclear magnetic resonance system

**Реферат:**

1. В дисертаційній роботі вирішена досить актуальна задача розвитку теорії побудови перетворювачів для систем електроживлення пристроїв ядерного магнітного резонансу з забезпеченням складної форми зондувальної напруги. Розроблено нову математичну модель перетворювача, що дозволила створити систему керування з асинхронною широтно-імпульсною модуляцією. Ґрунтуючись на методах інваріантності, розроблено двоканальну систему керування параметрами пилкоподібної напруги - за періодом та амплітудою. Запропонована методика розрахунку фільтру для отримання зондувальної напруги за законом Хана, що ґрунтується на синтезі за канонічними методами Кауера та Форстера та використанні принципів дуальності, яка дозволяє створити LC-фільтри з покращеною формою зондувальної напруги та знизити втрати в перетворювачі. Також наведена методика розрахунку умов стійкості у вигляді алгебраїчних виразів, на основі якої можливе застосування простих алгоритмів керування перетворювачем на інтервалах

сталості його структури.

2. The thesis solves a rather urgent task of developing the theory of the construction of converters for power supply systems of nuclear magnetic resonance devices with the provision of a complex form of probing voltage. A new mathematical model of the converter was developed, which made it possible to create a control system with asynchronous pulse width modulation. The mathematical model of the equivalent circuit of the converter with a constant structure, constant parameters and an equivalent EMF generator is represented by a system of linear differential equations with constant coefficients and a piecewise continuous periodic function. A technique for calculating the filter for obtaining the probing voltage according to Hahn's law is proposed, which is based on the synthesis according to the canonical methods of Kauer and Forster and the use of duality principles, which allows creating LC filters with an improved shape of the probing voltage and reducing losses in the converter. Based on invariance methods, a two-channel control system for parameters of sawtooth voltage - by period and amplitude - has been developed. In a two-channel control system, the first channel provides regulation and stabilization of the output voltage amplitude according to the reference voltage. The second channel provides a change in the frequency of the sawtooth voltage generator by determining the period of the generator controlled by the voltage from the phase detector, which determines the deviation of the real frequency from the frequency of the reference generator. The work indicates that to maintain the required value of the amplitude of the carrier voltage, it is necessary to increase the reference voltage or decrease the amplitude of the sawtooth voltage, which is equivalent to increasing the gain of the feedback circuit. At the same time, under the condition of increasing the gain of the feedback circuit, it is necessary to monitor the preservation of the stability of the system. The method of determining stability conditions in the form of algebraic expressions is also presented, on the basis of which it is possible to apply simple algorithms for controlling the converter on the stability intervals of its structure. Expressions were also obtained in the work that allow us to obtain the range of the change of the feedback gain coefficient. At the same time, it allows to monitor the position of the roots of the transfer function and monitor the stability of the multilevel inverter. The work also verified the results of theoretical research by means of mathematical and computer modeling, development of Matlab models. Three-level and five-level inverter models have been developed. According to the simulation results, the coefficient of intermodulation distortions was calculated in relation to the main and two lateral combinational harmonics. Spectral characteristics of the probing voltage were also obtained. Modeling of inverters was carried out when the load resistance changed from 30 Ohms to 300 Ohms. The resistance value is selected according to the rock resistance analysis. After analyzing the obtained results, it can be concluded that the change in the load resistance has a rather significant effect on the electromagnetic processes in the converter. Therefore, when the load resistance increases, a decrease in the output current of the inverter is observed, while the power losses in the power switches also decrease. However, the effective value of the current in the inductance of the emitter varies in a small range - 5.5%. It can also be noted that the use of a 5-level inverter provides greater stability of the current in the emitter, but the power losses on the power switches increase, which is quite understandable, because the number of transistors doubles.

**Державний реєстраційний номер ДіР:**

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

**Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:** Освоєння нових технологій транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння альтернативних джерел енергії

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

**Публікації:**

- А. В. Заграничний, В.В. Рогаль, «Застосування інверторів у пристроях ядерного магнітного резонансу», журнал «Технічна електродинаміка», №5, 2014, с. 139-141 (Scopus, INDEX COPERNICUS).  
<https://techned.org.ua/index.php/techned/article/view/1097>

- А. В. Заграничний, В.В. Рогаль, «Способи формування зондувальної напруги в пристроях ядерного магнітного резонансу», журнал «Електроніка та Зв'язок» №5, 2013, с. 19-24. <https://doi.org/10.20535/2312-1807.2013.18.5.142741> (фахове видання).
- А. В. Заграничний, В.В. Рогаль, «Методи формування зондувальної напруги в пристроях ЯМР», журнал «Энергосбережение, энергетика, энергоаудит», спеціальний випуск Т.1, №8(114), серпень 2013, с. 159-161. (фахове видання).
- А. В. Заграничний, «Особливості частотних характеристик пристроїв для ядерного магнітного резонансу», журнал «Електроніка та Зв'язок» №3, 2014, с.27-32. <https://doi.org/10.20535/2312-1807.2014.19.3.141470> (фахове видання).
- А. В. Заграничний, В.В. Рогаль, О.О. Олефір «Покращення спектрального складу ШІМ-напруги в пристроях ядерного магнітного резонансу», журнал «Електроніка та Зв'язок» №6(83), 2014, с. 48-51. <https://doi.org/10.20535/2312-1807.2014.19.6.113477> (фахове видання).
- А. В. Заграничний, "Синтез пасивних фільтрів для системи ядерного магнітного резонансу", журнал «Електроніка та Зв'язок», №21(5), 2016, с. 70-76. <https://doi.org/10.20535/2312-1807.2016.21.5.81799> (фахове видання).
- А.В. Заграничний, В.В. Рогаль, "Методи формування зонуючої напруги в пристроях ядерного магнітного резонансу", журнал «Енергозбереження. Энергетика. Энергоаудит», – 2020. – №1 (151). – с. 45-48. <https://doi.org/10.20998/2313-8890.2020.01.05> (фахове видання категорії "Б").
- А. В. Заграничний, О. О. Абакумова, «Підвищення точності формування вихідної напруги перетворювача зі змінними параметрами навантаження», журнал «Мікросистеми, Електроніка та Акустика», том. 26, вип. 3, с. 241775-1, Груд 2021. <https://doi.org/10.20535/2523-4455.me.241775> (фахове видання категорії "Б").
- А. Ю. Манжелій, А. В. Заграничний, «Покращення спектрального складу зондувального сигналу пристрою ядерного магнітного каротажу», журнал «Мікросистеми, Електроніка та Акустика», том 26, вип. 2, с. 237413-1, Сер 2021. <https://doi.org/10.20535/2523-4455.me.237413> (фахове видання категорії "Б").
- Artur Zagranichniy, Volodymyr Rogal «Multilevel inverter». XXXI International Conference Electronics and Nanotechnology. ELNANO-2011, Kyiv, April 12-14, 2011, pp. 27-30.
- А. В. Заграничний, О.О.Федько «Аналіз перехідних процесів у перетворювачах з ШІМ». IV Міжнародна науково-технічна конференція молодих вчених «Електроніка-2011», Ч 2, Київ, квітень 2011, с. 179-185.
- А. В. Заграничний, В.В. Рогаль, «Способи формування зондувальної напруги в пристроях ядерного магнітного резонансу». Міжнародна науково-технічна конференція «Силовая електроніка та енергоефективність» СЕЕ'2014, Алушта, вересень 2013, с. 159-161.
- А. В. Заграничний, В.В. Рогаль, «Застосування інверторів у пристроях ядерного магнітного резонансу», XIII Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми сучасної електротехніки-2014», Київ, червень 2014, с. 139-141.
- А. В. Заграничний, Ю.С. Ямненко, «Керування перетворювачами для ядерного магнітного резонансу». V Міжнародна конференція «Інтелектуальні енергетичні системи – ESS'17», Київ, червень 2017.
- А. В. Заграничний, «Синтез пасивних фільтрів для системи ядерного магнітного резонансу». I міжнародна науково-технічна конференція «Smart-технології в енергетиці та електроніці – 2016», смт. Лазурне, вересень 2016, с. 70-76.
- А. В. Заграничний, «Багаторівневі інвертори в системі ядерного магнітного резонансу». VI міжнародна науково-технічна конференція «Smart-технології в енергетиці та електроніці – 2021», смт. Лазурне, серпень 2021.

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

**Соціально-економічна спрямованість:**

## **Охоронні документи на ОПІВ:**

**Впровадження результатів дисертації:** Впроваджено

**Зв'язок з науковими темами:** № 0112U001536

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

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Жуйков Валерій Якович
2. Valerii Zhuikov

**Кваліфікація:** д. т. н., професор, 05.09.12

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-3338-2426

**Додаткова інформація:**

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

**Код за ЄДРПОУ:** 02070921

**Місцезнаходження:** проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, 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. Павлов Геннадій Вікторович
2. Gennadii Pavlov

**Кваліфікація:** д. т. н., професор, 05.09.12

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-4937-1828

**Додаткова інформація:** Scopus ID: 55328069500

**Повне найменування юридичної особи:** Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

**Код за ЄДРПОУ:** 02066753

**Місцезнаходження:** проспект Героїв України, буд. 9, Миколаїв, Миколаївський р-н., 54007, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Денисов Юрій Олександрович

2. Yurii Denysov

**Кваліфікація:** д. т. н., професор, 05.09.03**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0003-2293-796**Додаткова інформація:****Повне найменування юридичної особи:** Національний університет "Чернігівська політехніка"**Код за ЄДРПОУ:** 05460798**Місцезнаходження:** вул. Шевченка, буд. 95, Чернігів, Чернігівський р-н., 14035, Україна**Форма власності:** Державна**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України**Ідентифікатор ROR:****Рецензенти****VIII. Заключні відомості****Власне Прізвище Ім'я По-батькові  
голови ради**

Жуйков Валерій Якович

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

Дідковський Віталій Семенович

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

Швайченко В.Б.

**Реєстратор**

УкрІНТЕІ

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

Юрченко Тетяна Анатоліївна