Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U003227

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 30-07-2025

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Довгаль Артем Володимирович
2. Artem V. Dovhal

Кваліфікація: 152

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0003-1450-9839

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 152

Назва наукової спеціальності: Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

Галузь / галузі знань: автоматизація та приладобудування

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

Дата захисту:

Спеціальність за освітою: Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Сектор науки: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 10513

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:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Сектор науки: Університетський

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:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Сектор науки: Університетський

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 47.41.33, 90.27.34, 90.27.35, 90.03, 20.58.02, 20.58.03

Тема дисертації:

1. Удосконалення високовольтних широкосмугових каскадних вимірювальних підсилювачів для пристроїв відтворення одиниці напруги змінного струму радіочастотного діапазону

2. Improvement of High-Voltage Broadband Cascaded Measurement Amplifiers for AC Voltage Standards in the Radio Frequency Range

Реферат:

1. У цій науковій роботі розглянуті теоретичні моделі для побудови високовольтних широкосмугових підсилювачів, представлені результати проектування та розглянуті важливі аспекти та проблеми їх реалізації. Методи аналізу та корекції похибок та їх практичне застосування дає змогу забезпечити необхідні характеристики точності таких пристроїв, що в свою чергу розширює галузь їх використання, зокрема як засобів вимірювальної техніки. Високовольтні вимірювальні підсилювачі можуть бути долучені до складу

еталонів змінної напруги для розширення динамічного та частотного діапазонів та забезпечення високої точності та надійності вимірювань. Еталони змінної напруги призначені для калібрування та перевірки вимірювальних приладів, які використовуються в електротехніці, електроенергетиці, наукових дослідженнях та інших галузях, де потрібне точне вимірювання напруги. Підсилювачі високої напруги з широкою смугою частот відіграють незамінну роль у формуванні високо стабільної напруги для еталонів напруги на основі термоелектричних перетворювачів. Варто наголосити на важливості застосування високовольтних широкосмугових вимірювальних підсилювачів у метрологічних комплексах еталонів змінної напруги. Одним із таких комплексів є військовий еталон напруги ВВЕТУ 08-07-01-09. Даний еталон відтворює одиницю змінної напруги до 1000В у діапазоні частот до 30МГц шляхом термоелектричного компарування з використанням термоелектричних перетворювачів напруги. У такому комплексі точність відтворення одиниць вимірювання напруги має першорядне значення, оскільки навіть незначні неточності можуть призвести до суттєвих похибок вимірювання. Використання підсилювачів високої напруги дає змогу використовувати багатоелементні термоелектричні перетворювачі для досягнення більшої точності відтворення величини напруги. З огляду на важливість та актуальність зазначених вище сфер застосування широкосмугових високовольтних вимірювальних підсилювачів, попри складнощі, пов'язані з їх побудовою, переваги, які вони пропонують щодо забезпечення точності вимірювань та ефективності системи, незаперечні. Відсутність готової елементної бази чи відповідних засобів для забезпечення необхідних параметрів вихідної напруги, таких як швидкість наростання, діапазон вихідної напруги та робочої частоти, підхід до побудови високовольтних широкосмугових підсилювачів потребує залучення додаткових технічних рішень та засобів при проектуванні. Одним із таких рішень є використання незалежних каскадів підсилювачів із незалежним живленням, які формуватимуть вихідну напругу за принципом послідовного ввімкнення. Такий метод дає змогу розширити вихідний діапазон напруги без погіршення динамічних характеристик. Запропоновані в науковій роботі методи побудови підсилювачів із використанням незалежного паралельного зворотного зв'язку дають змогу виконати корегування частотної характеристики на кожному з каналів окремо та покращити загальну стабільність і точність вихідної величини за рахунок додаткових ланок із помірною втратою точності. Запропонована додаткова частотна корекція вихідного сигналу дає змогу відокремити та компенсувати похибки першого порядку малості, що загалом дає змогу підвищити точність відтворення вихідної напруги. В основу досліджуваних підсилювачів було покладено досягнення найбільшого частотного та динамічного діапазону, необхідного для метрологічної атестації всіх засобів вимірювальної техніки - від вторинних еталонів до засобів вимірювальної техніки для вимірювання параметрів електричних сигналів у цьому діапазоні частот: осцилографи, вольтметри, генератори тощо. У цих підсилювачах вирішено проблему досягнення максимально можливої вихідної напруги в заданому діапазоні частот, який би відповідав діапазону частот і напруги еталонних термоелектричних перетворювачів - ЕПНТЕ, ДТПТ6, ПНТЕ12. Під час виконання роботи було проведено комп'ютерне моделювання та аналіз технічних рішень, застосування яких є основою для побудови широкосмугових високовольтних вимірювальних підсилювачів. Розглянуто переваги та недоліки кожної із запропонованих моделей та детально висвітлено проблеми та аспекти при побудові. На основі проведеного аналізу визначено метрологічні характеристики та складено модель похибок в аналітичному вигляді. Запропоновано технічні методи для їх корекції та збільшення точності. Експериментальні дослідження засвідчили, що отримані похибки за СКЗ відхиленням у кілька разів і навіть на порядок менші, ніж похибки, котрі передбачені технічним завданням на еталон ВВЕТУ 08-07-01-09, який прийнято на озброєння згідно з наказом міністра оборони №529 від 18.10.2010 та використовується дотепер. Практичним результатом дисертаційної роботи є розроблені блоки підсилювачів 1000В-100КГц та 30В-30МГц, які впроваджено в систему вихідного військового еталону у межах модернізації комплексу еталона ВВЕТУ 08-07-01-09 згідно із замовленням Міністерства оборони для Метрологічного центру військових еталонів (МЦВЕ).

2. In this scientific work, theoretical models for the construction of high-voltage wide bandwidth amplifiers are considered, design results are presented, and important aspects and problems of their implementation are considered. The methods of error analysis and correction and their practical application make it possible to ensure

the necessary accuracy characteristics of such devices, which in turn expands the scope of their use, including as measuring equipment. High-voltage measuring amplifiers can be included in the composition of alternating voltage standards to ensure high accuracy and reliability of measurements. AC voltage standards are intended for calibration and verification of measuring devices used in electrical engineering, power generation, scientific research and other industries where accurate voltage measurement is required. High-voltage amplifiers with a wide frequency band play an indispensable role in increasing the accuracy and operating frequency range of voltage standards based on thermoelectric converters. Providing accurate signal amplification over a wide frequency range, these amplifiers form the highly accurate voltage gains required for calibration, testing and research. It is worth emphasizing the importance of using high-voltage broadband measuring amplifiers in metrological complexes of alternating voltage standards. One of these complexes is the military voltage standard ВВЕТУ 08-07-01-09. This standard reproduces a unit of alternating voltage up to 1000 V in the frequency range up to 30 MHz by thermoelectric comparison using thermoelectric voltage converters. In such a complex, the accuracy of reproduction of voltage measurement units is of primary importance, since even minor inaccuracies can lead to significant measurement errors. The use of high-voltage amplifiers allows the use of multi-element thermoelectric converters to achieve greater accuracy in reproducing the voltage value. Given the importance and relevance of the above-mentioned areas of application of wide bandwidth high-voltage measurement amplifiers, despite the complexity associated with their construction, the advantages they offer in terms of ensuring measurement accuracy and system efficiency are undeniable. The lack of a ready-made elemental base or appropriate means to ensure the necessary parameters of the output voltage, such as the rate of increase, the range of the output voltage and the operating frequency, the approach to the construction of high-voltage wide bandwidth amplifiers requires the involvement of additional technical solutions and means in the design. The methods of building amplifiers using independent parallel feedback proposed in the scientific work allow you to adjust the frequency response on each of the channels separately and improve the overall stability and accuracy of the output value due to additional links with a moderate loss of accuracy. The additional error correction of the output signal proposed by the author allows to separate and compensate the errors of the first order of smallness caused by the use of independent separate links, which in general allows to increase the accuracy of the output voltage. The basis of the researched amplifiers was the achievement of the largest frequency and dynamic range necessary for metrological certification of all measuring equipment, starting with secondary standards and ending with measuring equipment for measuring the parameters of electrical signals in this frequency range - oscilloscopes, voltmeters, generators, etc. These amplifiers solve the problem of achieving the maximum possible output voltage in a given frequency range that would correspond to the frequency and voltage range of reference thermoelectric converters - EPNTE, DTPT6, PNTE12. In the course of the work, computer modeling and analysis of technical solutions were carried out, the application of which is the basis for the construction of broadband high-voltage measuring amplifiers. The advantages and disadvantages of each of the proposed models are considered, and the problems and aspects during construction are covered in detail. On the basis of the conducted analysis, metrological characteristics were determined and an error model was compiled in an analytical form. Technical methods for their correction and increase in accuracy are proposed. The practical result of the dissertation work is the developed blocks of amplifiers 1000V-100KHz and 30V-30MHz, which are implemented in the complex of secondary standards as part of the modernization of the standard complex ВВЕТУ 08-07-01-09 according to the order of the Ministry of Defense for the Metrological Center of Military Standards

Державний реєстраційний номер ДіР: ВВЕТУ 08-07-01-09

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

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

альтернативних джерел енергії

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- 1. Artem Dovhal, Ylian Tuz. High voltage formation using the amplifiers cascading method [Електронний ресурс] Measurements infrastructure No. 8 (2024) – Режим доступу https://doi.org/10.33955/v8(2024)-060 (фахове видання, ISSN 2786-4642)
- 2. Довгаль А.В. Використання нітрид-алюмінієвих керамічних плат для забезпечення температурної стабільності вимірювальних підсилювачів. [Електронний ресурс] Збірник наукових праць «Системні технології». Т. 6 № 155 (2024). – Режим доступу https://doi.org/10.34185/1562-9945-6-155-2024-13 (фахове видання, ISSN 2707-7977)
- 3. Туз Ю.М., Довгаль А.В., Високовольтний широкосмуговий вимірювальний підсилювач для діапазону частот до 30 МГц і максимальної вихідної напруги до 30 В. [Електронний ресурс] Український метрологічний журнал, No. 5 (2025) – Режим доступу https://doi.org/10.24027/2306-7039.1.2025.325869 (Web of Science, ISSN 2522-1345)
- 4. Dovhal, A., & Tuz, Yu. (2024). Methods of high voltage generation by cascading amplifiers. [Електронний ресурс] Machinery & Energetics, 15(4), 106-117. – Режим доступу https://doi.org/10.31548/machinery/4.2024.106 (Scopus, Q 4, ISSN 2663-1342)
- 5. Chasnyk, D.V., Dovhal, A.V., Fesenko, I.P. et al. Features of the Microstructure and Thermal Conductivity of Large-Size Parts from Pressureless Sintered AlN-Based Ceramic Composite [Електронний ресурс] J. Superhard Mater. 45, 235–237 (2023). – Режим доступу https://doi.org/10.3103/S1063457623030139 (Scopus, Q 3, ISSN 1934-9408)
- 6. I. P. Fesenko, L. O. Romanko, V. I. Chasnyk, L. M. Vovk, Yu. M. Tuz, A. V. Dovhal, T. B. Serbeniuk, O. M. Kaidash, O. O. Bochechka, V. P. Rukin. Electrophysical Characteristics of Pressureless Sintered Ceramic Composite AlN–TiN. March 2022. J. Superhard Mater. 44(1):70-72 –Режим доступу https://link.springer.com/article/10.3103/S1063457622010038 (Scopus, Q 3, ISSN 1934-9408)
- 7. Dovhal A.V., High-Voltage Non-Inverting Broadband Cascade Amplifier [Патент] - Режим доступу https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1718340/
- 8. Fesenko I. P, Chasnyk D. V, Chasnyk V. I, Kaydash O. M, Kukharenko S. A., Tuz Yu. M., Dovhal A. V., Sverdun V. B. Method for processing the working surface of a microwave absorber made of an aluminum nitride composite. [Патент] - Режим доступу https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1840865/
- 9. Довгаль, А. В. (30-31 травня 2024). Високовольтний вимірювальний підсилювач [Збірник праць]. 11-та Міжнародна науково-технічна конференція «Датчики, прилади та системи – 2024», Черкаси, ЧДТУ, Україна. – Режим доступу https://er.chdtu.edu.ua/handle/ChSTU/5031
- 10. Dovhal A.V. , Tuz Y.M., Fesenko I.P., Chasnyk V.I., Kaidash O.M., Sverdun V.B., Sorochenko T. A., Kharchenko O.V. Large-size AlN base ceramic parts for amplifiers with virtual power supply. [Конференція] VIIITH international samsonov conference “materials science of refractory compounds” (MSRC-2022). 25.05.2022, S2-OK1328 – Режим доступу https://umrs.org.ua/activities/conferences/msrc-2022/

Наукова (науково-технічна) продукція: пристрої

Соціально-економічна спрямованість: економія матеріалів; зменшення зносу обладнання

Охоронні документи на ОПІВ:

Винаходи, корисні моделі, промислові зразки
https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1718340/ https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1840865/

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Туз Юліан Михайлович
2. Ylian M. Tuz

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.11.08

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0003-4083-060X

Додаткова інформація: 05.246 – Електровимірювальна техніка

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:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Сектор науки: Університетський

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Тесик Юрій Федорович
2. Yurii F. Tesik

Кваліфікація: д. т. н., старший науковий співробітник, 05.11.05

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0001-6567-1436

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут електродинаміки Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417236

Місцезнаходження: пр. Берестейський, буд. 56, Київ, 03057, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Академічний

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Квасніков Володимир Павлович

2. Volodymyr P. Kvasnikov

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.11.01

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0002-6525-9721

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Державне некомерційне підприємство "Державний університет "Київський авіаційний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 45853942

Місцезнаходження: просп. Гузара Любомира, 1, Київ, 03058, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Шевченко Костянтин Леонідович

2. Konstiantyn L. Shevchenko

Кваліфікація: д. т. н., доц., 05.11.08

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0002-7222-9352

Додаткова інформація: ;https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8379858700

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:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Сектор науки: Університетський

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Баженов Віктор Григорович

2. Viktor H. Bazhenov

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.11.05

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0002-8858-4412

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:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Сектор науки: Університетський

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Єременко Володимир Станіславович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Єременко Володимир Станіславович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Довгаль Артем Володимирович
Реєстратор	УкрІНТЕІ
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна