



РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен „Доктор“ в област на висше образование „Технически науки“, професионално направление 5.2 „Електротехника, електроника и автоматика“, научна специалност 02.20.02 „Микроелектроника“

Автор на дисертационния труд: маг. инж. Мирослав Красимиров Андреев

Тема на дисертационния труд: Проектиране и изследване на зарядна система за електромобили

Рецензент: проф. д-р инж. Елисавета Димитрова Гаджева, Технически Университет – София

I. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научноприложно отношение. Степен и нива на актуалността на проблема и конкретните задачи, разработени в дисертацията

Разработката и използването на електромобили се увеличава непрекъснато в световен мащаб в резултат от редица фактори, като стремежът за прилагане на чисти екологични концепции, възможността да бъде сведена до минимум зависимостта от изкопаеми горива, намаляването на замърсяването на околната среда и въздуха, ограничаването на парниковите емисии и изменението на климата. Използването на електромобилите е свързано с разширение на инфраструктурата за зареждане и прилагане на стратегии за интелигентен контрол за задвижване.

Дисертационният труд е в обем от 162 страници и включва увод, 4 глави, списък на основните приноси, списък на публикациите по дисертацията и използвана литература, която включва общо 153 литературни източника.

Въз основа на преглед на основните типове зарядни станции за електромобили, в дисертацията са определени параметрите на отделните блокове от зарядната система за бърз заряд, в съответствие с утвърдените международни стандарти, използвани при електромобилите. Оценката на нововъзникващите технологии, стратегии за контрол и бъдещите тенденции в зарядните системи за електромобили са от съществено значение за определяне на оптimalни стойности на параметрите при намирането на нови решения и подобрения. Въз основа на това изследване са формулирани целта и задачите на дисертационния труд.

Целта на настоящия дисертационен труд е извършване на моделиране, проектиране и изследване на зарядна система за бърз заряд за електромобили,



реализирана на базата на микрогазова турбина със синхронен генератор с постоянни магнити и суперкондензатор.

За постигане на поставената цел авторът е формулирал *задачи на дисертационен труд*, свързани с предлагане на схемни решения за реализация на топологии на силови преобразуватели, суперкондензатори и хибридни системи за съхранение на енергия; проектиране, компютърно моделиране и изследване на постояннотоков преобразувател с комутация при нулево напрежение, както и за управление на изследваните преобразуватели; разработка на подходи за моделиране и изследване на зарядна система за бърз заряд и на зарядна система, базирана на микрогазова турбина и суперкондензатор.

Всичко това определя актуалността на изследвания проблем.

Авторът на дисертационния труд е формулирал цели и задачи, които са адекватни и съответстват на изискванията на дисертационен труд за придобиване на образователната и научна степен „Доктор“.

2. Степен на познаване състоянието на проблема и творческа интерпретация на литературния материал

Докторантът маг. инж. Мирослав Андреев познава детайлно съвременното състояние на решаваните проблеми, което му е дало възможност задълбочено, компетентно и творчески да интерпретира и прилага литературния материал.

Значителна част от публикациите от използваната литература в дисертационния труд са от последните години и са представени на реномирани международни форуми.

3. Съответствие на избраната методика на изследване с поставената цел и задачи на дисертационния труд

Отличното познаване на актуалното състояние на изследваните проблеми, задълбочените познания, свързани с методите за проектиране, анализ и оптимизация на устройствата, позволяват на докторанта да разработи оригинални компютърни модели на устройствата, да подбере и приложи ефективни методики за изследване, както и да апробира получените резултати. Избраната от докторанта методика на изследване е в съответствие с поставената цел и задачи на дисертационния труд и е позволила те да бъдат постигнати и решени на високо ниво.



4. Кратка аналитична характеристика на естеството и оценка на достоверността на материала, върху който се градят приносите на дисертационния труд

Извършено е задълбочено литературно проучване на текущото състояние на технологията за зареждане и на основните изисквания към зарядните станции. Направен е сравнителен анализ на различните нива на зареждане на електромобили. Извършените изследвания показват, че оценката на нововъзникващите технологии, стратегии за контрол и тенденции при разработка на зарядните системи за електромобили са от изключителна важност за определяне на стойностите на параметрите при намирането на нови решения и подобрения.

Във втора глава е извършено изследване и анализ на схемни решения и топологии на зарядни устройства, интегрирани в зарядни станции. Разработен е модел на зарядна система, позволяваща нормален и ускорен заряд. Изследвани и анализирани са суперкондензаторите като решение за бързо зареждане за кратко време, както и хибридни системи за съхранение на енергия.

В трета глава е проектиран и изследван ZVS понижаващ DC-DC преобразувател с режим на управление на предсказващ пиков ток. Предложеният подход доказва високата ефективност и прецизно управление на преобразувателя, което се потвърждава и от получените резултати при проведените симулации на модела. Разработен е опростен модел на система за зареждане, симулирана в нормален и ускорен режим на зареждане. Дефинирани са параметрите на системата за зареждане и модела на батерията, за да се получат подходящи функции за управление на батерията. Предложеният подход е полезен при инженерното проектиране на системата, нейното валидиране и създаване на прототипи.

В четвърта глава е разработен модел на зарядна система за бърз заряд на електромобили, базирана на микрогазова турбина за генериране на енергия и суперкондензатор. Изследван е цялостният модел на зарядната система при различни цикли на зареждане. Валидността на разработените модели е потвърдена чрез съответни симулации. Програмната реализация е извършена в средата на програмните системи Cadence/PSpice и MATLAB със Simulink. Получените симулационни резултати потвърждават работоспособността на системата.



5. Научни и/или научноприложни и приложни приноси на дисертационния труд

Считам, че приносите имат научно-приложен и приложен характер и могат да се класифицират като създаване на нови методи за изследване, класификации, конструкции, технологии и схеми. Те могат да бъдат обобщени както следва:

- Проектиран е ZVS DC-DC понижаващ преобразувател с режим на управление на предсказващ пиков ток. Разработена е система за управление на изследваните преобразуватели, която може да бъде реализирана в интегрално изпълнение.
- Разработен е изследван компютърен модел на проектирания ZVS DC-DC преобразувател в средата на програмите OrCAD/PSpice и MATLAB/Simulink, като са получени основните характеристики на схемите в зависимост от режима на работа и основните параметри на преобразувателя;
- Разработени са подходи за моделиране и изследване на зарядна станция за бърз заряд;
- Разработени, изследвани и анализирани са модели на микрогазова турбина, DC-DC преобразувател и PMSM генератор;
- Разработен е моделно-базиран подход за проектиране на автономна зарядна станция за електромобили с микрогазова турбина и суперкондензатор при различни товарни профили. Предложена е оптимизационна процедура за определяне на минималната стойност на суперкондензатора, която гарантира работоспособността на системата. Разработеният подход позволява да се определят стойностите на всички електрически и механични величини и да се направи оптимален избор по отношение на топологиите на силовите електронни устройства и елементи на веригата.

Считам, че получените резултати са оригинални и напълно съответстват на изискванията за дисертационен труд за придобиване на образователната и научна степен „Доктор“.

6. Оценка за степента на личното участие на дисертанта в приносите

Работата на докторанта се характеризира със задълбочено познаване на съвременното състояние на проблемите и значителни постигнати от него резултати. Личните му приноси се потвърждават и от факта, че самостоятелната му публикация [4], представена на IEEE конференция и реферирана в Scopus, е високо оценена от научната общност и има 25 независими цитирания вrenomирани международни издания. Всичко това ми



дава основание да приема, че дисертационният труд и приносите в него са лично дело на кандидата.

7. Преценка на публикациите по дисертационния труд: брой, характер на изданията, в които са отпечатани. Отражение в науката – използване и цитиране от други автори, в други лаборатории, страни и пр.

По дисертационния труд са направени 5 публикации, от които 4 са представени на международни научни форуми и една е в списание у нас. Три от публикациите са доклади на научни конференции, индексирани в Scopus, една статия е публикувана в списание в чужбина с импакт фактор 3,252 и е индексирана в Scopus и Web of Science, една статия е индексирана в реферирано списание у нас:

- доклад на международната конференция 41st IEEE International Spring Seminar on Electronics Technology (ISSE), (IEEE, Scopus) ;
- доклад на международната конференция IEEE XXVIII International Scientific Conference Electronics (ET), (IEEE, Scopus);
- доклад на международната конференция 11th National Conference with International Participation “Electronics 2020”, (IEEE, Scopus)
- статия в списанието Energies, 2022, Vol. 15, No. 21(SCOPUS и Web of Science) (IF=3,252)
- статия в списанието Forum Electronica - индексирана в реферирано списание.

Справката в Scholar Google показва, че към днешна дата публикациите на докторанта имат 48 независими цитирания в публикации, представени на авторитетни международни форуми. Основните резултати на дисертационния труд са достояние на българската и международна научна общност.

8. Използване на резултатите от дисертационния труд в научната и социалната практика. Наличие на постигнат прям икономически ефект и пр. Документи, на които се основава твърдението.

Извършените изследвания, свързани с проектиране, компютърно моделиране и оптимизация на параметрите на зарядните системи за електромобили, имат своята практическа приложимост при намирането на нови решения и подобрения при тяхната разработка.

Убедително потвърждение за високата оценка и актуалността на постигнатите от докторанта резултати е че всичките 48 цитирания са през последните 4 години, като 18 от тях са от 2023 г. насам.

Няма представени документи за участие на докторанта в научно – изследователски договори и проекти.



9. Оценка на съответствието на автореферата с изискванията за изготвянето му, както и на адекватността на отразяване на основните положения и приносите на дисертационния труд.

Авторефератът е в обем от 32 страници и е изгoten съгласно изискванията. В него са показани главните достижения на дисертационния труд. Считам, че той отразява правилно научните приноси на дисертационния труд.

10. Мнения, препоръки и бележки

Нямам съществени забележки към представения дисертационен труд. Към него имам следните бележки:

1. Надписите в блок-схемите на част от фигуранте са на английски език.
Би трябвало да се преведат на български език.
2. Някои от литературните източници не са цитирани в текста.

Препоръката ми към докторанта е и в бъдеще да продължи успешната си научно-изследователска дейност, свързана с проектиране, анализ, компютърно моделиране и оптимизация на зарядни системи за електромобили.

11. Заключение с ясна положителна или отрицателна оценка на дисертационния труд

Считам, че получените от маг. инж. Мирослав Красимиros Andreev резултати са оригинални и напълно съответстват на изискванията за дисертационен труд за придобиване на образователната и научна степен „Доктор“. Разработките в дисертацията са описани компетентно и в необходимата пълнота, изводите и заключенията са много добре построени и аргументирани. Дисертационният труд отговаря на изискванията на ЗРАСРБ, Правилника за прилагане на закона и съответния Правилник на Техническия университет - София.

Получените в дисертационния труд научно-приложни и приложни приноси, демонстрираните високо образователно ниво и натрупан теоретически и изследователски опит с постигнати и практически резултати в една актуална област, ми дават достатъчни основания убедено да препоръчам на Уважаемото жури да присъди на маг. инж. Мирослав Красимиros Andreev образователната и научна степен „Доктор“ в областта на висше образование „Технически науки“, професионално направление 5.2 „Електротехника, електроника и автоматика“, научна специалност 02.20.02 „Микроелектроника“.

Дата: 05.04.2024 год.

Рецензент: (n)

(проф. д-р инж. Елисавета Гаджева)





REVIEW

on dissertation for obtaining the educational and scientific degree "Doctor" in the field of higher education "Technical Sciences", professional field 5.2 "Electrical Engineering, Electronics and Automation", scientific specialty 02.20.02 "Microelectronics"

Author of the dissertation: M.Sc. Eng. Miroslav Krasimirov Andreev

Dissertation topic: Design and research of a charging system for electric vehicles

Reviewer: Prof. Dr. Eng. Elissaveta Dimitrova Gadjeva, Technical University of Sofia

1. Relevance of the problem developed in the dissertation in scientific and applied science. Degree and levels of relevance of the problem and the specific tasks developed in the dissertation

The development and use of electric vehicles are constantly increasing worldwide as a result of a number of factors, such as the drive to implement clean ecological concepts, the possibility to minimize the dependence on fossil fuels, the reduction of environmental and air pollution, the limitation of greenhouse emissions and climate change. The use of electric vehicles is linked to the expansion of charging infrastructure and the implementation of intelligent drive control strategies.

The dissertation is 162 pages long and includes an introduction, 4 chapters, a list of main contributions, a list of dissertation publications and references, which includes a total of 153 literary sources.

Based on an overview of the main types of charging stations for electric vehicles, the dissertation defines the parameters of the individual blocks of the charging system for fast charging, in accordance with the established international standards used in electric vehicles. The assessment of emerging technologies, control strategies and future trends in EV charging systems are essential to determine optimal parameter values in finding new solutions and improvements. Based on this research, the aim and tasks of the dissertation work are formulated.

The aim of this dissertation is to model, design and research a charging system for fast charging for electric vehicles, implemented on the basis of a micro gas turbine with a synchronous generator with permanent magnets and a supercapacitor.

In order to achieve the set goal, the author has formulated dissertation tasks related to the proposal of circuit solutions for the implementation of topologies of power converters, supercapacitors and hybrid energy storage systems; design, computer modeling and research of a DC converter with zero voltage switching, as well as to control the studied converters; development of approaches for modeling



and research of a fast charge and of a charging system based on a micro gas turbine and a supercapacitor.

All this determines the relevance of the researched problem.

The author of the dissertation has formulated goals and tasks that are adequate and correspond to the requirements of a dissertation for the acquisition of the educational and scientific degree "Doctor".

2. Degree of knowledge of the state of the problem and creative interpretation of the literary material

The PhD student M.Sc. Eng. Miroslav Andreev knows in detail the current state of the solved problems, which has enabled him to interpret and apply the literary material deeply, competently and creatively.

A significant part of the publications from the literature used in the dissertation are from recent years and have been presented at renowned international forums.

3. Correspondence of the chosen research methodology with the set goal and tasks of the dissertation

Excellent knowledge of the current state of the researched problems, in-depth knowledge related to the methods of design, analysis and optimization of the devices allow the PhD student to develop original computer models of the devices, to select and apply effective research methods, as well as to validate the obtained results. The research methodology chosen by the PhD student is in accordance with the set goal and tasks of the dissertation work and has allowed them to be achieved and solved at a high level.

4. Brief analytical characteristics of the nature and assessment of the reliability of the material on which the contributions of the dissertation are built

An in-depth literature review of the current state of charging technology and the basic requirements for charging stations has been performed. A comparative analysis of the different charging levels of electric vehicles is made. The research conducted shows that the assessment of emerging technologies, control strategies and trends in the development of electric vehicle charging systems are of utmost importance to determine the parameter values in finding new solutions and improvements.

In the second chapter, research and analysis of schematic solutions and topologies of chargers integrated in charging stations is carried out. A model of a charging system allowing normal and accelerated charging has been developed. Supercapacitors as a short-time fast charging solution as well as hybrid energy storage systems have been investigated and analyzed.



In the third chapter, a ZVS step-down DC-DC converter with a predictive peak current mode control is designed and investigated. The proposed approach proves the high efficiency and precise control of the converter, which is also confirmed by the results obtained during the simulations of the model. A simplified model of a charging system simulated in normal and accelerated charging mode is developed. The parameters of the charging system and the battery model are defined to obtain suitable battery control functions. The proposed approach is useful in system engineering design, validation and prototyping.

In the fourth chapter, a model of a charging system for fast charging of electric vehicles based on a microgas turbine for power generation and a supercapacitor is developed. The overall model of the charging system under different charging cycles is investigated. The validity of the developed models has been confirmed by corresponding simulations. The program implementation is carried out in the environment of the Cadence/PSpice and MATLAB/ Simulink program systems. The obtained simulation results confirm the operability of the system.

5. Scientific and/or scientific and applied contributions of the dissertation

I believe that the contributions have a scientific and scientific-applied nature and can be classified as the creation of new research methods, classifications, constructions, technologies and circuits. They can be summarized as follows:

- A ZVS DC-DC step-down converter is designed with predictive peak current mode control. A control system for the investigated converters has been developed, which can be realized in an integral implementation.
- A computer model of the designed ZVS DC-DC converter is developed and studied in the environment of the OrCAD/PSpice and MATLAB/Simulink programs, and the main characteristics of the circuits are obtained depending on the mode of operation and the main parameters of the converter;
- Approaches have been developed for modeling and investigating a charging station for fast charge;
- Models of microgas turbine, DC-DC converter and PMSM generator are developed, investigated and analyzed;
- A model-based approach has been developed for the design of an autonomous charging station for electric vehicles with a microgas turbine and a supercapacitor under different load profiles. An optimization procedure is proposed to determine the minimum value of the supercapacitor that guarantees the operability of the system. The developed approach allows to determine the values of all electrical and mechanical quantities and to make an optimal choice regarding the topologies of power electronic devices and circuit elements.



I believe that the obtained results are original and fully correspond to the requirements for a dissertation work for the acquisition of the educational and scientific degree "Doctor".

6. Assessment of the degree of personal participation of the PhD student in the contributions

The doctoral student's work is characterized by in-depth knowledge of the current state of the problems and significant results achieved by him. His personal contributions are also confirmed by the fact that his independent publication [4], presented at an IEEE conference and referenced in Scopus, is highly appreciated by the scientific community and has 25 independent citations in renowned international publications. All this gives me reason to accept that the dissertation work and the contributions to it are personal work of the candidate.

7. Evaluation of the publications on the dissertation: number, nature of the publications in which they are printed. Reflection in science - use and citation by other authors, in other laboratories, countries, etc.

5 publications are made on the dissertation work, of which 4 are presented at international scientific forums and one is in a journal in our country. Three of the publications are reports of scientific conferences indexed in Scopus, one paper is published in a journal abroad with an impact factor of 3,252 and is indexed in Scopus and Web of Science, one paper is indexed in a refereed journal in our country:

- a report at the international conference 41st IEEE International Spring Seminar on Electronics Technology (ISSE), (IEEE, Scopus);
- a report at the international conference IEEE XXVIII International Scientific Conference Electronics (ET), (IEEE, Scopus);
- a report at the international conference 11th National Conference with International Participation "Electronics 2020", (IEEE, Scopus)
- a paper in the journal Energies, 2022, Vol. 15, No. 21(SCOPUS and Web of Science) (IF=3,252)
- a paper in the Forum Electronica - indexed in a refereed journal.

The Google Scholar reference shows that to date the PhD student's publications have 48 independent citations in publications presented at authoritative international forums. The main results of the dissertation are available to the Bulgarian and international scientific community.



8. Using the results of the dissertation in scientific and social practice.
Existence of achieved direct economic effect, etc. Documents on which the allegation is based.

The conducted research related to design, computer modeling and parameter optimization of charging systems for electric vehicles has its practical applicability in finding new solutions and improvements in their development.

A convincing confirmation of the high evaluation and relevance of the results achieved by the PhD student is that all 48 citations are in the last 4 years, with 18 of them since 2023.

No documents have been submitted for the doctoral student's participation in the scientific-research contracts and projects.

9. Assessment of the compliance of the abstract with the requirements for its preparation, as well as the adequacy of reflecting the main points and contributions of the dissertation.

The abstract is 32 pages long and has been prepared according to the requirements. It shows the main achievements of the dissertation. I believe that it correctly reflects the scientific contributions of the dissertation.

10. Opinions, recommendations and remarks

I have no significant remarks to the presented dissertation. I have the following notes on it:

1. The captions in the block diagrams of some of the figures are in English. They should be translated into Bulgarian.

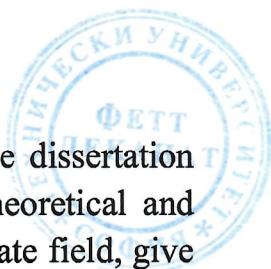
2. Some of the literary sources are not cited in the text.

My recommendation to the PhD student is to continue his successful research activity related to the design, analysis, computer modeling and optimization of charging systems for electric vehicles in the future.

11. Conclusion with a clear positive or negative assessment of the dissertation

I believe that the received from M.Sc. Eng. Miroslav Krasimirov Andreev results are original and fully correspond to the requirements for a dissertation work for the acquisition of the educational and scientific degree "Doctor". The developments in the dissertation are described competently and in the necessary completeness, the conclusions are very well constructed and argued. The dissertation meets the requirements of the Law for development of the academic staff in Republic of Bulgaria, the Regulations for application of the law and the respective Regulations of the Technical University - Sofia.

ФЕТТ75-НС1-067



The scientific-applied and applied contributions received in the dissertation work, the demonstrated high educational level and accumulated theoretical and research experience with achieved also practical results in an up-to-date field, give me sufficient grounds to confidently recommend to the Honorable Jury to award the M.Sc. Eng. Miroslav Krasimirov Andreev educational and scientific degree "Doctor" in the field of higher education "Technical Sciences", professional direction 5.2 "Electrical engineering, electronics and automation", scientific specialty 02.20.02 "Microelectronics".

Date: 05-04-2024

Reviewer: (n)

(Prof. Dr. Eng. Elissaveta Gadjeva)

