

РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за придобиване на
образователна и научна степен „доктор“

Професионално направление: 5.2 „Електротехника, електроника и автоматика“

Научна специалност: „Електрически мрежи и системи“

Катедра: „Електротехника, автоматика и информационни технологии“

Автор на дисертационния труд: **маг. инж. Ивелина Христова Методиева**

Тема на дисертационния труд: **„Електромагнитна съвместимост в електроснабдителните системи“**

Рецензент: **доц. д-р Диляна Н. Господинова, Електротехнически факултет на ТУ - София, член на Научното жури назначено със заповед № ОЖ-5.2-17 от 02.02.2021 г. на Ректора на ТУ-София**

1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научно-приложно отношение

Предмет на настоящата дисертация е електромагнитна съвместимост на въздушни линии за високо напрежение и кабелни линии за средно напрежение, предназначени за пренос и разпределение на електрическа енергия. Съществуващите нормативни изисквания, както и редица изследвания в областта, определят актуалността на разработваната тема. През последните няколко десетилетия са проведени различни проучвания, с цел да се анализират и предвидят потенциалните опасности, които могат да възникнат вследствие излагането на електрически и магнитни полета. Разглежданите проблеми се засилва с въвеждането и масовото навлизане на възобновяеми източници на енергия, като фотоволтаични системи и ветрогенератори. Обоснована е актуалността и необходимостта от моделиране на хармоничното изкривяване на токовете и напреженията в отделните хранящи клонове от електроенергийната система. Добре известно е, че използването на преобразуватели в работата на различни електротехнически и електронни устройства води до генериране на хармоници и влошаване на работата на системното оборудване и на отделните компоненти.

Разглежданите в дисертационния труд проблеми са свързани с решаването на мултидисциплинарни задачи, които засягат различни научни области: електрически мрежи и система, електрически измервания, възобновяеми източници на енергия, оптимизация, електромагнитна съвместимост, кабелна техника.

Актуалността на проблема и конкретните задачи, разработени в дисертацията имат висока степен на значимост за науката и практиката.

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

В литературния обзор са включени 181 литературни и интернет източници, от които 26 на български език, 148 на чужд език и 7 интернет сайта. По-голямата част от използваните

литературни източници са публикувани през последните 20 години. Работата включва общо 62 фигури, 64 формули и 20 таблици.

Изложението направено в първа глава дава основание да се счита, че дисертантът познава в достатъчна степен състоянието на проблема. Приложения списък с използвани публикации доказва, че авторът е запознат с актуалните научни достижения в областта на разработвания проблем. Сериозната обработка на данните от направения литературен обзор е позволила да бъдат формулирани целта, която стои пред дисертанта и задачите, които трябва да се решат за постигане на целта.

Личното ми мнение, е че дисертанта достатъчно добре познава проблемите, които разисква в достатъчно голяма степен.

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

Целта на дисертационния труд е насочена към разработване на симулационни модели на електропроводи - високо напрежение и кабелни линии - средно напрежение, като се оцени влиянието на генерираните електромагнитни полета и смущения.

За изпълнение на целта на изследването са използвани: теоретичен анализ, математическо описание, моделиране на процеси с подходящи програмни продукти, експериментални изследвания, сравнителен анализ на получените резултати.

Избраната методика съответства на поставената цел, а конкретните задачи, разработени в дисертационния труд са свързани със следните направления:

- създаване на симулационен модел за анализ на електромагнитни и топлинни полета около електропровод - средно напрежение;
- моделиране на симулираните полета от електропроводи с различно обявено напрежение;
- провеждане на сравнителен анализ между резултатите получени от разработените модели и експериментални изследвания върху съществуващи електропроводи;
- анализиране на нивата на генерираните електромагнитни полета около кабелна линия - средно напрежение и извършване на числено моделиране;
- изследване качеството на напрежението, доставено от децентрализиран фотоволтаичен източник, използван за електроснабдяване на промишлено предприятие.

Поставената цел и формулираните за изпълнение задачи в дисертационния труд, съответстват на избраната методика на изследване.

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

Дисертационният труд е в обем от 124 страници, като включва: въведение, 4 глави, като глава 2 е посветена изцяло на формулирането на целта и задачите за изпълнение, списък с претенциите за приноси и използвана литература.

Първа глава съдържа резултати от направеното литературно проучване.

Втора глава дава представа за обекта на изследване, формулира целта на дисертационния труд и описва задачите за решаване.

Трета глава е посветена на анализ на магнитното и температурното поле, създавано от кабелна линия за средно напрежение, съставена от три отделни еднофазни проводника, с отчитане на взаимното разположение и разстояние между тях.

Четвърта глава е отделена за извършване на експериментални изследвания. Разгледано е влиянието на висшите хармоници върху качеството на напрежението при присъединяване на фотоволтаична система – проведени са редица експерименти и измервания за оценка на параметрите на захранващото напрежение. Представени са експериментални резултати във вид на графики и таблици, позволяващи да се направи анализ на качеството на захранващото напрежение в част от електрическата мрежа с присъединен централизиран енергиен източник. Оценени са общия коефициент на нелинейни изкривявания (THD), съдържание на хармоници, наличието на фликер.

В края на всяка от главите са направени съответните изводи, които дисертантът е приел за съществени. Впечатлението ми от представените в дисертационния труд данни дават основание да се твърди, че направените заключения се базират на достоверни материали.

Към заключението авторът е представил справка за претенциите си за приноси в дисертационния труд, които не са разделени в научно-приложни и приложни приноси. Представените материали и резултати в тях определят еднозначно достоверността им, върху които се основават претенциите за приноси в дисертационния труд.

5. Научни и научно-приложни приноси на дисертационния труд

По моя преценка приносите в дисертационния труд се състоят в:

1. Създадени са модели на кабелни линии за средно напрежение и въздушни линии за високо напрежение, чрез използване на две програмни среди Matlab/Simulink/NNTool (Neural Network Toolbox) и ELEK™/Cable High Voltage.

Софтуерния продукт Neural Network Toolbox на Matlab/Simulink е използван успешно при анализиране на електромагнитното поле около електрически проводници в мрежи средно напрежение. Използвани са динамични неврони, тъй като входните данни са променливи във времето.

Софтуерния продукт ELEK™/Cable High Voltage е използван за провеждане на числен анализ, създаване и изследване на температурно и магнитно поле на въздушни линии при различно взаимно разположение на кабелите един спрямо друг. Чрез реализираните модели са проведени числени експерименти за определяне интензитета на магнитното поле около въздушни и кабелни линии с различно натоварване и различно обявено напрежение. Доказано е, че магнитното поле придобива най-високи стойности при хоризонтално разположение на отделните кабели и разстояние помежду им $x = 1/2 D_{np}$.

Доказани са известни на научната общност резултати и факти, но получени чрез прилагане на нови научни методи и подходи. Доказателствата са реализирани чрез провеждане на изследвания, като са определени пределно допустимите стойности на интензитета на магнитните полета около кабелни линии за средно напрежение и въздушни линии за високо напрежение.

2. Доказана е възможност за успешно прилагане на реализираните модели, както в практиката при извършване на експериментални изследвания, така и при решаването на теоретични изследвания и проблеми.

3. Разработена и представена е нова методика за вариантно изследване на магнитни полета около кабелна линия-средно напрежение, при произволна комбинация на полагане на проводниците.

Предложената методика се състои от няколко основни етапа: 1) Избор на сечение и тип кабелна линия, съобразно начина на полагане и работната среда; 2) Определяне на обявения ток на работа на избраният кабел; 3) Провеждане на избор за полагане на кабелните линии, в съответствие със зададените технически изисквания и локални инфраструктурни особености; 4) Извършване на индивидуален анализ за всеки вариант на полагане на кабелната линия; 5) Преобразуване на изходния модел в симулационен; 6) Съставяне на графичен/визуален модел с точно зададени координати.

4. Доказан е ефект от наличието на хармоници над пределно допустимите норми, въведени със хармонизиращия стандарт БДС EN 50160, при фотоволтаична централа присъединена към промишлено предприятие. Установени са стойности на фазните и линейните напрежения извън регламентираните толеранси, но като цяло системата остава стабилна. Показано е, че общото съдържание на хармоници в напрежението, при наличие на фотоволтаична централа, е в нормални граници.

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

Публикуваните научни работи, според списъка представен в дисертационния труд, са шест. Три от които са самостоятелни, а в останалите три е втори автори (от двама). Тези факти ми дава основание да смятам, че участието на дисертанта в приносите е съществено, разбира се при съдействието на научните ръководители. Една от публикациите е на английски език, а останалите 5 (пет) броя са на български език. Четири от публикациите на дисертанта попадат в Националния референтен списък на съвременни български научни издания с научно рецензиране. Няма данни дисертанта да е участвал в международни, национални или университетски научни проекти. Горезложените факти ми дават основание да считам, че формулираните претенции за приноси са лично дело на дисертанта.

7. Преценка на публикациите по дисертационния труд

Дисертационния труд съдържа списък от шест публикувани научни работи. Пет от работите са доклади на национални научни конференции, отпечатани в сборници с доклади, съответно: Списание „Известия на съюза на учените – Сливен“ – 2019 и 2020 г. и сборник доклади от „Седемнадесета национална младежка научно-практическа конференция 2020“ на ФНТС. Няма данни някой от сборниците да са включени в базите данни SCOPUS или Web of Science. Една от публикациите е намерила място в международното списание *International Journal of Engineering and Science Invention (IJESI)*, което е специализирано в областта на компютърните науки и електрониката. Няма представени данни за забелязани цитирания. Научните работи, включени в дисертационния труд, отразяват основната част от неговото съдържание. Изданията, в които са публикувани, дават основание да се приеме, че публикациите са станали достояние на научната общност у нас и в чужбина.

8. Използване на резултатите от дисертационния труд в научната и социалната практика

Не са представени резултати, удостоверяващи използването на резултатите от дисертационния труд в практиката. Част от тези резултати биха могли да се включат в учебния процес на студентите.

9. Оценка на съответствието между автореферата и с изискванията за изготвянето м.

Авторефератът е подготвен в съответствие с образеца на Технически университет – София и е публично предоставен на интернет страницата на университета. Съдържанието му отразява основните положения и приносите на дисертационния труд. Представеният автореферат е в обем от 32 страници текст, структуриран в 4 глави, като номерацията на фигурите, схемите и таблиците в автореферата съответстват на тези в дисертационния труд. Авторефератът отразява напълно и съдържателно съществуващото на дисертационния труд.

10. Мнения, препоръки и критични бележки

Представеното в дисертацията научно изследване е завършено, резултатите от проведените изследвания са публикувани в рецензирани и реферирани на национално ниво публикации.

В обзорната част на дисертацията липсват достатъчно данни даващи съпоставка с наличието или отсъствието на други подобни методики и подходи при решаването на проблема и формулираните задачи. Липсва сравнителен анализ, свързан конкретно с претенциите на автора. Би трябвало да се направи сравнение с други публикации за прилагане на подобни методики, модели.

Част от приносите, дадени в дисертационния труд, не показват каква точно е претенцията на автора, а коментират проведени измервания.

Като препоръка, мога да кажа следното: когато коментирате резултати от проведени числени или експериментални изследвания, е добре да се дадат конкретни стойности на дадения параметър, а не просто да се спомене, че дадената стойност е най-висока или остава без промяна. В отделните абзаци, на места липсват препратки към съответните фигури за които се отнася текста.

Препоръките ми към дисертанта са насочени в две посоки и са свързани с неговата бъдеща дейност като учен:

- да се прецизират коментарите, свързани с причинно-следствената връзка на наблюдаваните явления и получените резултати.
- да засилят участието си в научната работа чрез участие в научни проекти на университетско, регионално и национално ниво;
- да разшири обхвата на научните си изяви.

Заклучение

Въз основа на изложените по-горе аргументи за новост, оригиналност и значимост на намерените научно-приложни приноси в резултатите на дисертационния труд, давам своя положителен вот за присъждане на научна степен „доктор“ на кандидата. Дисертационния труд съответства на изискванията за придобиване на образователна и научна степен „доктор“, заложи в ЗАКОНА за развитие на академичния състав в Република България, ПРАВИЛНИКА за прилагане на закона за развитие на академичния състав в Република

България и ПРАВИЛНИКА за условията и реда за придобиване на научни степени в Технически университет – София.

С основание предлагам на уважаемите членове на научно жури в процедурата по защита на дисертационния труд да подкрепят присъждането и да гласуват решение за придобиване на образователната и научна степен „доктор“ на

маг. инж. Ивелина Христова Методиева

по професионално направление 5.2 „Електротехника, електроника и автоматика“ с научна специалност: „Електрически мрежи и системи“.

София,

Рецензент:

31.03.2021 г.

(доц. д-р Диляна Господинова)

POSITION

Thesis on the acquisition of

Educational and scientific degree "Doctor"

Professional field: 5.2 „Electrical engineering, electronics, and automation“

Scientific specialty: "Electrical networks and systems"

Department: "Electrical Engineering, Automation and Information Technology"

Author of the dissertation: Master of Engineering **Ivelina Hristova Metodieva**

Theme of the dissertation: **Electromagnetic compatibility in electricity supply systems”**

Reviewer: **Assoc. Prof. Dilyana N. Gospodinova, PhD, Faculty of Electrical Engineering at Technical University - Sofia, member of the Scientific Jury appointed by order № OЖ-5.2-17 of 02.02.2021 of the Rector of TU-Sofia**

1. Topicality of the problem developed in the dissertation in scientific and scientific application

The subject of this dissertation is the electromagnetic compatibility of high voltage overhead lines and medium voltage cable lines designed for transmission and distribution of electricity. The existing regulatory requirements, as well as a number of studies in the field, determine the relevance of the developed topic. Various studies have been conducted over the last few decades to analyze and predict the potential hazards that may arise from exposure to electric and magnetic fields. The problems considered are exacerbated by the introduction and mass entry of renewable energy sources, such as photovoltaic systems and wind turbines. The topicality and the need for modelling the harmonic distortion of currents and voltages in the individual power supply branches of the power system are substantiated.

It is well known that the use of transducers in the operation of various electrical and electronic devices leads to the generation of harmonics and deterioration of the operation of system equipment and individual components.

The problems considered in the dissertation are related to solving multidisciplinary tasks that affect different scientific fields: electrical networks and system, electrical measurements, renewable energy sources, optimization, electromagnetic compatibility, cable technology.

The topicality of the problem and the specific tasks developed in the dissertation have a high degree of significance for science and practice.

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

The literature review includes 181 literary and Internet sources, of which 26 in Bulgarian, 148 in a foreign language and 7 websites. Most of the used literature sources have been published in the last 20 years. The work includes a total of 62 figures, 64 formulas and 20 tables.

The statement made in the first chapter gives grounds to believe that the dissertation is sufficiently aware of the state of the problem. The attached list of used publications proves that the author is familiar with the current scientific achievements in the field of the developed problem. Serious processing of the data from the literature review has allowed formulating the goal facing the dissertation and the tasks that must be solved to achieve the goal.

My personal opinion is that the dissertation is well enough aware of the issues it discusses to a large enough extent.

3. Compliance with the selected survey methodology with the objective and tasks of the dissertation work

The goal of the dissertation is aimed at developing simulation models of power lines - high voltage and cable lines - medium voltage, assessing the impact of generated electromagnetic fields and interference.

To implementation the purpose of the research are used: theoretical analysis, mathematical description, modelling of processes with appropriate software products, experimental research, and comparative analysis of the results.

The chosen methodology corresponds to the set goal, and the specific tasks developed in the dissertation are related to the following areas:

- creation of a simulation model for analysis of electromagnetic and thermal fields around a power line - medium voltage;
- modelling of the simulated fields of power lines with different declared voltage;
- conducting a relative analysis between the results obtained from the developed models and experimental studies on existing power lines;
- analysis of the levels of the generated electromagnetic fields around the cable line - medium voltage and numerical modelling;
- study of the quality of the voltage supplied by a decentralized photovoltaic source used for the power supply of an industrial plant.

The set goal and the tasks formulated for implementation in the dissertation work correspond to the chosen research methodology.

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

The dissertation has a volume of 124 pages, including an introduction, 4 chapters, as chapter 2 is devoted entirely to the formulation of the goal and tasks for implementation, a list of claims and contributions.

The first chapter contains the results of the literature study.

The second chapter gives an idea of the object of research, formulates the purpose of the dissertation and describes the tasks to be solved.

The third chapter is devoted to the analysis of the magnetic and temperature field created by a medium voltage cable line composed of three separate single-phase conductors, taking into account the mutual location and distance between them.

A fourth chapter is set aside for experimental research. The influence of the higher harmonics on the quality of the voltage when connecting a photovoltaic system is considered - some experiments

and measurements were performed to evaluate the parameters of the supply voltage. Experimental results are presented in the form of graphs and tables, allowing to analyze the quality of the supply voltage in a part of the electrical network with a connected centralized energy source. The total coefficient of nonlinear distortion (THD), harmonic content, the presence of flicker was evaluated.

At the end of each of the chapters the respective conclusions are made, which the dissertation has considered essential. My impression of the data presented in the dissertation gives reason to say that the conclusions are based on reliable materials.

In conclusion, the author has presented a reference for his claims for contributions to the dissertation, which are not divided into scientific-applied and applied contributions. The presented materials and results in them unambiguously determine their reliability, on which the claims for contributions to the dissertation are based.

5. Scientific, applied and applied contributions of the dissertation work

In my opinion, the contributions to the dissertation consist of:

1. Models of medium voltage cable lines and high voltage overhead lines have been created using two software environments Matlab / Simulink / NNTool (Neural Network Toolbox) and ELEK TM / Cable High Voltage.

Matlab / Simulink's Neural Network Toolbox software has been used successfully in analyzing the electromagnetic field around electrical conductors in medium voltage networks. Dynamic neurons are used because the input data are variable over time.

The software product ELEK TM / Cable High Voltage is used for numerical analysis, creation and study of temperature and magnetic field of overhead lines with a different mutual arrangement of cables relative to each other. Numerical experiments were performed through the realized models to determine the intensity of the magnetic field around overhead and cable lines with different loads and different declared voltages. It has been proven that the magnetic field acquires the highest values when the individual cables are arranged horizontally and the distance between them is $x = 1/2 D_{pr}$.

Results and facts known to the scientific community have been proven, but obtained by applying new scientific methods and approaches. The evidence was realized by conducting research, determining the maximum allowable values of the intensity of magnetic fields around medium voltage cable lines and high voltage overhead lines.

2. The possibility for successful application of the realized models has been proved, both in the practice of performing experimental research and in solving theoretical research and problems.

3. A new methodology has been developed and presented for a variant study of magnetic fields around a cable line-medium voltage, with any combination of wiring.

The proposed methodology consists of several main stages: 1) Selection of section and type of cable line, according to the method of laying and the working environment; 2) Determining the declared operating current of the selected cable; 3) Carrying out a selection for laying the cable lines, under the set technical requirements and local infrastructural features; 4) Performing an individual analysis for each variant of laying the cable line; 5) Transformation of the initial model into a simulation one; 6) Creating a graphic/visual model with precisely defined coordinates.

4. The effect of the presence of harmonics above the maximum permissible norms, introduced with the harmonized standard BDS EN 50160, at a photovoltaic power plant connected to an industrial enterprise has been proved. Values of phase and line voltages outside the regulated tolerances have been established, but in general, the system remains stable. It is shown that the total content of harmonics in the voltage, in the presence of a photovoltaic plant, is within normal limits.

6. Assessment' of the extent of the author's involvement in the contributions

The published scientific papers, according to the list presented in the dissertation, are six. Three of which are independent, and in the other three is a second author (of two). These facts give me a reason to believe that the participation of the dissertation in the contributions is essential, of course with the assistance of the scientific manager. One of the publications is in English, and the other 5 (five) issues are in Bulgarian. Four of the dissertation's publications are included in the National Reference List of Contemporary Bulgarian Scientific Publications with Scientific Review. There is no evidence that the dissertation has participated in international, national or university research projects. The above facts give me a reason to believe that the formulated claims for contributions are the personal work of the dissertation

7. Assessment of publications under the dissertation work

The dissertation contains a list of six published scientific papers. Five of the papers are reports of national scientific conferences, published in collections of reports, respectively: Journal of the Union of Scientists - Sliven - 2019 and 2020 and a collection of reports from the "Seventeenth National Youth Scientific and Practical Conference 2020" of FNTS. There is no evidence that any of the collections are included in the SCOPUS or Web of Science databases. One of the publications found a place in the International Journal of Engineering and Science Invention (IJESI), which specializes in computer science and electronics. No data on observed citations are presented. The scientific works included in the dissertation reflect the main part of its content. The publications in which they are published give grounds to assume that the publications have become available to the scientific community at home and abroad.

8. Using the results of the dissertation in scientific and social practice

No results are presented, certifying the use of the results of the dissertation in practice. Some of these results could be included in the students' learning process.

9. Assessment of the conformity of the thesis with the requirements for its preparation, as well as the adequacy of reflecting the basics and contributions of the dissertation work

The abstract is prepared in accordance with the model of the Technical University - Sofia and is publicly available on the website of the university. Its content reflects the main points and contributions of the dissertation. The presented abstract is in a volume of 32 pages of text, structured in 4 chapters, as the numbering of the figures, schemes and tables in the abstract corresponds to those in the dissertation. The abstract fully and meaningfully reflects the essence of the dissertation.

10. Opinions, recommendations, observations

The scientific research presented in the dissertation is completed, the results of the conducted research are published in peer-reviewed and refereed at national level publications.

In the review part of the dissertation, there is a lack of data comparing with the presence or absence of other similar methodologies and approaches in solving the problem and the formulated tasks. There is no comparative analysis related specifically to the author's claims. A comparison should be made with other publications on the application of similar methodologies, models.

Some of the contributions given in the dissertation do not show what exactly is the author's claim but comment on measurements.

As a recommendation, I can say the following: when commenting on the results of numerical or experimental studies, it is good to give specific values of a given parameter, and not just to mention that the given value is the highest or remains unchanged. In the separate paragraphs, in some places, there are no references to the respective figures to which the text refers.

My recommendations to the dissertation are directed in two directions and are related to his future work as a scientist:

- to specify the comments related to the causal relationship of the observed phenomena and the obtained results.
- to strengthen its participation in scientific work through participation in research projects at university, regional and national level;
- to expand the scope of its scientific activities.

Conclusion

Based on the above arguments for novelty, originality and significance of the found scientific and applied contributions in the results of the dissertation, I give my positive vote for awarding the scientific degree "Doctor" to the candidate. The dissertation complies with the requirements for obtaining the educational and scientific degree "Doctor" set in the LAW for the development of the academic staff in the Republic of Bulgaria, the RULES for application of the law for the development of the academic staff in the Republic of Bulgaria and the RULES for the acquisition of scientific degrees at the Technical University - Sofia.

I rightly suggest to the esteemed members of the scientific jury in the procedure for the defence of the dissertation to support the award and to vote on a decision for obtaining the educational and scientific degree "Doctor" of **mag. eng. Ivelina Hristova Metodieva** in professional field 5.2 "Electrical Engineering, Electronics, and Automation" with a scientific specialty: "Electrical Networks and Systems".

Sofia,

31.03.2021

REVIEWER: 

(Assoc. Prof. Dilyana N. Gospodinova, PhD)