

СТАНОВИЩЕ

от доц. д-р инж. Нели Атанасова Симеонова
катедра „Електроника, електротехника, машинознание“
Бургаски държавен университет

върху дисертационен труд за придобиване на образователната и научна степен „доктор“
с автор **Марин Тодоров Маринов**

докторант по докторска програма „Електрически машини и апарати“,
професионално направление 5.2 „Електротехника, електроника и автоматика“

1. Актуалност на дисертационния труд

Представеният дисертационен труд, респективно авторефератът към него, на тема **„Изследване на топлинните режими на честотно управляем асинхронен двигател“**, е посветен на изследването, моделирането и анализа на топлинните процеси в честотно управляем асинхронен двигател при различни режими на експлоатация. Разглежданата научна проблематика е с безспорна актуалност, обусловена както от непрекъснатото разширяване приложението на честотни управляемите електрозадвижвания в индустрията, така и от необходимостта от повишаване на тяхната надеждност, енергийна ефективност и експлоатационна дълготрайност. Топлинните процеси оказват съществено влияние върху работоспособността, ресурса и безопасната експлоатация на асинхронните двигатели. В тази връзка разработването на адекватни модели за определяне и прогнозиране на температурното разпределение представлява важен научно-приложен проблем с непосредствено практическо значение. Авторефератът е структуриран в пет глави, чието съдържание е логически последователно, взаимно обвързано и съответства на формулираните цели и задачи на дисертационното изследване.

В първа глава е извършен систематизиран литературен обзор върху съществуващите методи за моделиране и анализ на работните процеси в асинхронните двигатели. Анализирани са съвременните програмни средства, използвани при численото моделиране на електромагнитните и топлинните процеси, като е аргументиран изборът на методологията за експериментално определяне на температурното поле.

Във втора глава е разработена методика за моделиране на температурното поле в честотно управляем асинхронен двигател. Предложен е топлинен модел, базиран на метода на крайните елементи, при който източниците на топлина се определят посредством Т-образната заместваща схема. Представен е анализ на приложимостта, преимуществата и ограниченията на предложениия модел.

В трета глава са представени резултатите от проведените симулационни изследвания на стационарните и преходните топлинни процеси при различни режими на работа и честоти на захранване. Извършен е подробен анализ на получените зависимости и тяхната физическа интерпретация.

В четвърта глава са описани разработеният експериментален стенд и интегрираната измервателна система за регистриране на температурното разпределение в двигателя. Представени са резултатите от експерименталните изследвания при режими на празен ход и натоварване, както и анализ на работните характеристики на честотно управляемия асинхронен двигател.

В пета глава е осъществено сравнение между резултатите, получени чрез разработения математически модел, и експерименталните данни. Определени са стойностите на относителните и средните грешки, които потвърждават адекватността на предложениия модел и неговата приложимост при изследване на топлинните режими на асинхронни двигатели.

Представеното изследване демонстрира добро познаване на съвременното състояние на разглежданата научна област, правилен избор на методология, последователност при реализиране на поставените задачи и убедителна интерпретация на получените резултати. Разработената методика има както научна, така и значителна практическа стойност.

2. Научни и научно-приложни приноси

От представените материали може да се приеме, че поставените цел и задачи на дисертационното изследване са изпълнени в пълна степен.

Като основни научно-приложни приноси могат да бъдат открити:

- разработена е усъвършенствана методика за определяне на температурното поле в честотно управляем асинхронен двигател;
- извършен е сравнителен анализ на методите за определяне на загубите в асинхронните двигатели и на използваните програмни средства за моделиране на топлинните процеси, като е оценено влиянието на захранващото напрежение върху топлинните източници;

- разработени са нови и усъвършенствани модели за симулационно изследване на температурното поле в стационарни и преходни режими;
- предложена е усъвършенствана постановка за моделиране на работните процеси в специализирана програмна среда.

Към приложните приноси следва да бъдат отнесени:

- разработването на усъвършенстван експериментален подход за изследване на температурното поле в статора и ротора на асинхронен двигател;
- разработването на нова система за регистриране и обработка на данни за температурното разпределение;
- реализирането на експериментален стенд за изследване на честотно управляем асинхронен двигател при различни режими на работа и различни честоти на захранване.

Посочените приноси са ясно формулирани, коректно аргументирани и намират потвърждение в съдържанието на дисертационния труд и автореферата. Те представляват реален принос към развитието на научните изследвания в областта на топлинните процеси в електрическите машини и създават предпоставки за практическо приложение при проектирането, моделирането и диагностиката на честотно управляеми асинхронни двигатели.

3. Критични бележки и препоръки

По същество към представения дисертационен труд и автореферата не могат да бъдат отправени съществени критични бележки.

Като препоръка за бъдеща научноизследователска дейност може да се посочи разширяване на приложението на разработените модели при анализ на различни конструктивни изпълнения и режими на работа на асинхронните двигатели, както и публикуване на получените резултати в реферирани международни научни издания с цел по-широкото им популяризиране и научно признание.

4. Заключение

Представеният дисертационен труд представлява завършено научно изследване, изпълнено на високо научно и методическо равнище. В него са разработени и решени актуални научно-приложни задачи, като получените резултати притежават както теоретична значимост, така и доказана практическа приложимост. Резултатите от дисертационното изследване са апробирани чрез четири научни публикации, една от които е самостоятелна, а останалите три са в съавторство, като във всички съвместни публикации докторантът е първи автор.

Дисертационният труд съдържа оригинални научно-приложни и приложни приноси, които удовлетворяват изискванията на Закона за развитието на академичния състав в Република България, Правилника за неговото прилагане и съответните вътрешни нормативни документи.

Въз основа на изложеното давам **положителна оценка** на представения дисертационен труд и убедено предлагам на уважаемото научно жури да присъди на **Марин Тодоров Маринов** образователната и научна степен „доктор“ по докторска програма „Електрически машини и апарати“, професионално направление 5.2 „Електротехника, електроника и автоматика“, област на висшето образование 5. **Технически науки**.

22.07.2026 г.

.....
доц. д-р инж. Нели Атанасова Симеонова

OPINION
on the Dissertation Thesis Submitted for the Award of the Degree of Doctor of Philosophy (PhD)

Author: Marin Todorov Marinov

Doctoral Programme: *Electrical Machines and Apparatus*

Professional Field: 5.2 Electrical Engineering, Electronics and Automation

Prepared by: Assoc. Prof. Neli Atanasova Simeonova, PhD

Department of Electronics, Electrical Engineering and Mechanical Engineering
Burgas State University

1. Relevance and Significance of the Dissertation

The dissertation thesis entitled "**Investigation of the Thermal Regimes of a Variable Frequency Controlled Induction Motor**" addresses the modelling, analysis and experimental investigation of thermal processes in a variable frequency controlled induction motor operating under different load conditions. The research topic is highly relevant both from a scientific and an engineering perspective, considering the continuously increasing application of variable-speed electric drives in modern industry and the growing demand for improved reliability, energy efficiency and operational lifetime of electrical machines.

Thermal phenomena have a decisive influence on the performance, durability and operational reliability of induction motors. Consequently, the development of accurate methods for modelling and predicting temperature distribution within electrical machines represents a significant scientific and engineering challenge with substantial practical implications.

The dissertation is logically structured into five chapters that consistently follow the research objectives and tasks established by the author.

The first chapter provides a comprehensive review of the current state of the art concerning the modelling and analysis of induction motors. Existing numerical approaches and specialized software tools are critically evaluated, leading to a well-justified selection of the methodology employed for determining the temperature field.

The second chapter presents a methodology for thermal modelling of an induction motor. A finite element thermal model is developed, where the heat sources are determined on the basis of the equivalent T-circuit. The applicability, advantages and limitations of the proposed approach are thoroughly discussed.

The third chapter presents the results obtained from numerical simulations of both steady-state and transient thermal processes under no-load and loaded operating conditions across different supply frequencies. The obtained results are analysed in detail and interpreted from both theoretical and practical viewpoints.

The fourth chapter describes the developed experimental test bench together with an integrated measurement and data acquisition system for monitoring the temperature distribution within the induction motor. Experimental investigations are conducted under various operating regimes, and the obtained thermal characteristics are analysed comprehensively.

The fifth chapter presents a comparative analysis between the simulation results and the experimental measurements. The calculated relative and average errors demonstrate a satisfactory agreement between the developed model and the experimental data, confirming the adequacy and applicability of the proposed methodology.

Overall, the dissertation demonstrates a thorough understanding of the current scientific achievements in the field, an appropriate choice of research methodology, systematic execution of the research objectives, and a convincing interpretation of the obtained results. The developed methodology possesses both scientific significance and considerable practical value.

2. Scientific and Applied Contributions

Based on the submitted dissertation and the accompanying abstract, it can be concluded that the stated research objectives and tasks have been successfully accomplished.

The principal scientific and applied contributions of the dissertation may be summarized as follows:

- An improved methodology for determining the temperature distribution in a variable frequency controlled induction motor has been developed.
- A comparative analysis of methods for calculating power losses in induction motors and of contemporary software solutions for thermal field simulation has been carried out, including an assessment of the influence of supply frequency on heat generation.
- New and improved simulation models have been developed for investigating the thermal behaviour of induction motors under both steady-state and transient operating conditions.
- An enhanced simulation framework for modelling induction motor operation in a specialized software environment has been proposed.

The principal practical contributions include:

- Development of an improved experimental methodology for investigating the temperature distribution in both the stator and rotor of an induction motor.
- Development of a novel temperature data acquisition and recording system for monitoring thermal distribution during motor operation.
- Design and implementation of an experimental test bench for investigating the thermal behaviour of a variable frequency controlled induction motor under different operating conditions and supply frequencies.

The identified contributions are clearly formulated, adequately substantiated, and convincingly supported by the presented theoretical and experimental results. They constitute a valuable contribution to the field of thermal analysis of electrical machines and provide useful tools for the design, modelling and diagnostics of variable frequency controlled induction motors.

3. Critical Remarks and Recommendations

The dissertation thesis and the accompanying abstract are prepared at a high scientific and methodological level. No substantial critical remarks concerning the scientific content, methodology or presentation have been identified.

As a recommendation for future research, the doctoral candidate may consider extending the proposed modelling approach to induction motors with different constructional configurations and operating conditions, as well as further disseminating the research results through publications in high-impact international scientific journals.

4. Conclusion

The submitted dissertation represents a completed and well-structured scientific investigation addressing an important and contemporary research problem. The research has been conducted using appropriate theoretical, numerical and experimental methods, and the obtained results possess both scientific merit and practical applicability.

The research findings have been disseminated through four scientific publications, including one single-author publication and three co-authored publications, with the doctoral candidate serving as the first author in all collaborative works.

The dissertation contains original scientific and applied contributions that satisfy the requirements for the award of the educational and scientific degree of **Doctor of Philosophy (PhD)** under the provisions of the **Academic Staff Development Act of the Republic of Bulgaria** and the applicable institutional regulations.

In view of the above, I give my **positive evaluation** of the submitted dissertation thesis and confidently recommend that the Scientific Committee award **Marin Todorov Marino** the educational and scientific degree of **Doctor of Philosophy (PhD)** in the doctoral programme "**Electrical Machines and Apparatus**", Professional Field **5.2 Electrical Engineering, Electronics and Automation**.

22 July 2026

.....
Assoc. Prof. Neli Atanasova Simeonova, PhD