

СТАНОВИЩЕ

от доц. д-р инж. **Татяна Маринова Димова**,

от Технически университет - Варна

върху дисертационен труд

представен за получаване на образователна и научна степен „Доктор”

на тема **„Изследване на топлинните режими на честотно управляем асинхронен двигател”**,

разработен от маг. инж. Марин Тодоров Маринов,

по докторска програма „Електрически машини и апарати”

професионално направление 5.2 „Електротехника, електроника и автоматика”

1. Актуалност на разработения в дисертацията проблем

Управлението на трифазни асинхронни двигатели чрез честотни преобразуватели е най-популярния, съвременен и ефективен метод за регулиране, управление и защита на електрозадвижвания във всички отрасли на индустрията и бита. Темата за изследването на топлинните режими на честотно управляем асинхронен двигател е много актуална поради следните ключови аргумента:

- Замяната на класическото електромагнитно управление с честотно управление изисква специфични настройки на преобразувателите, за да се предотврати топлинното претоварване на различни конструктивни възли в електрозадвижванията.
- Честотните преобразуватели осигуряват прецизен контрол и плавно регулиране, но въпреки това не са приложими при всички модели електрически машини и е необходимо да се изследва как влияят върху топлинното претоварване на машините, като се вземе под внимание вида на товара и неговия режим на работа.
- Изясняване влиянието на честотното регулиране върху топлинните загуби в машините подобрява защита на двигателя и намалява броя на аварийните спирания.
- Изследването на топлинните режими на честотно управляем асинхронен двигател позволява прилагането на такива настройки, които да доведат до удължаване на експлоатационния срок на електрозадвижванията.
- Изясняването на топлинните режими на честотно управляем асинхронен двигател осигуряват подбор на такива материали и елементи, които водят до намаляване на механичното износване и подобряват функционалността на технологичните процеси.
- Не на последно място се осигурява се и възможност за намаляване на енергийните разходи.

Целта на дисертацията е ясна, конкретна и ориентирана към изследване на пространственото разпределение на температурното поле в честотно - управляем асинхронен двигател при различни режими на работа. Задачите за нейното постигане са формулирани точно и в правилна методична последователност.

При изясняване състоянието на проблема, авторът се позовава на голям брой източници – над 120 заглавия, издадени в широк период от време. Той е успял да обработи и анализира

сравнително голям обем от информация, което му е помогнало правилно да формулира същността на проблема от гледна точка на предмета на изследването.

Избраните методики на изследване дават отговор на поставената цел и задачи на дисертационния труд.

2. Най-съществени научни и научно-приложни приноси на дисертационния труд

При реализирането на разработката са извършени голям обем експериментални изследвания и математически модели. Използвани са най-съвременни методики и софтуер за обработване на получените теоретични и експериментални резултати.

Представеният труд е структуриран в пет глави с общ обем 136 страници и приложения в размер на 95 страници. Въз основа на него и представените към дисертацията 4 публикации може да се направи най-общо изводът, че са постигнати редица положителни резултати с приносен характер.

Основните приноси са свързани със създаване на нови модели, методики и образци могат да бъдат класифицирани и обобщени като:

Научно – приложни приноси:

- Разработена е подобрена методика въз основа на известни теоретични подходи, даваща възможност за определяне на температурното поле в честотно-управляем асинхронен двигател. Резултатите от изследването утвърждават предложената методика като иновативна и успешно приложима за подобряване режимите на работа на асинхронни двигатели при честоти, различни от номиналната. Разработената методика за изследване категорично надгражда и усъвършенства съществуващите до този момент методики.

- Получени са потвърдителни данни при извършен сравнителен анализ на методи за определяне на загубите в асинхронен двигател. Получени са потвърдителни данни за влиянието на източниците на топлина в двигателя от честотата на захранващото напрежение. Получени са потвърдителни данни при извършен сравнителен анализ на софтуерни решения за симулиране на полета в асинхронни двигатели. Резултатите значително обогатява съществуващите знания.

- Генерирани са нови и подобрени модели за симулационно изследване на разпределението на температурното поле в асинхронен двигател в честотен диапазон от 30÷70Hz за стационарен режим и преходен режим на нагряване. Получени са пространствени температурни разпределения в честотно – управляем асинхронен двигател за честотен диапазон 30÷70Hz за стационарен и преходен режим на работа. Резултатите от изследванията са иновативни и успешно приложими за подобряването режимите на работа на асинхронни двигатели при честоти, различни от номиналната.

- Разработена е подобрена постановка за симулация работата на асинхронен двигател в софтуерна среда Comsol Multiphysics. В процеса на проектиране, а също и при действащи асинхронни двигатели е допустимо и целесъобразно параметрите и характеристиките им да се моделират и симулират с цел облекчаване или отказ от изследване в реални условия. Резултатите от изследването потвърждават, че на база на създаденото моделиране, може да се разработи реален двигател с по-добри показатели и характеристики. Изградените модели съществено подобряват инженерната точност.

Приложни приноси:

- Разработен е подобрен експериментален подход за изследване на температурното поле в статора и ротора на асинхронен двигател. Разработен е нов оригинален дата логер (data logger), позволяващ извеждането на информацията за температурното разпределение в двигателя в процеса на работа.
- Разработен е нов оригинален експериментален стенд за изследване на температурното поле на асинхронен двигател при различни режими на работа на двигателя и при различни честоти на захранващото напрежение.

3. Критични бележки и препоръки към дисертационния труд

- В текста на предоставения ми автореферат присъстват технически грешки, като например - коментират се фиг. 4-47 и фиг. 5-5, а такива няма. Това са несъществени несъответствия, които лесно могат да се коригират.
- Добре би било да се подчертае и изведе на преден план, че получените най-добри резултати за средни стойности на относителната грешка между теория и експеримент при преходен топлинен процес и натоварване на двигателя е в диапазон на изменение от 5% до 7%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Извършената научно-изследователска дейност от маг. инж. Марин Тодоров Маринов и постигнатите положителни резултати са на много високо ниво. Смятам, че дисертационният труд има завършен характер и дефинираните задачи са изпълнени на отлично научно ниво.

Отчитайки актуалността на разглеждания проблем и проведената изследователска работа, мога да препоръчам на дисертанта да продължи работата си в това перспективно направление.

Въз основа на изложеното по-горе относно актуалността, съдържанието и значимостта на приносите на дисертационния труд **„Изследване на топлинните режими на честотно управляем асинхронен двигател”**, неговият обем и качеството на постигнатите научни резултати, считам, че той представлява завършено научно изследване. Получени са редица положителни резултати, представени на високо научно ниво по подходящ начин. Основните резултати са добре апробирани на редица национални и международни форуми и отпечатани в реферирани издания.

Разработката съответства на изискванията на ЗРАСРБ и Правилника за неговото приложение за получаване на образователна и научна степен “Доктор”. Въз основа на горното предлагам на уважаемото Научно жури да присъди образователната и научна степен “Доктор” на ас. инж. Марин Тодоров Маринов.

Член на Научното жури:

14.07.2026 г.

доц. д-р инж. Т. Димова

OPINION

by Assoc. Prof. Dr. Eng. Tatyana Marinova Dimova,

from Technical University - Varna

on a dissertation

submitted for the educational and scientific degree "Doctor"

on the topic "**Research of the thermal regimes of a frequency-controlled asynchronous motor**",

developed by M. Eng. Marin Todorov Marinov,

under the doctoral program "Electrical Machines and Apparatus"

professional field 5.2 "Electrical Engineering, Electronics and Automation"

1. Relevance of the problem developed in the dissertation

Controlling three-phase asynchronous motors using frequency converters is the most popular, modern and effective method for regulating, controlling and protecting electric drives in all branches of industry and everyday life. The topic of studying the thermal regimes of a frequency-controlled asynchronous motor is very relevant due to the following key arguments:

- Replacing classical electromagnetic control with frequency control requires specific settings of the converters to prevent thermal overload of various structural units in electric drives.
- Frequency converters provide precise control and smooth regulation, but nevertheless are not applicable to all models of electric machines and it is necessary to study how they affect the thermal overload of machines, taking into account the type of load and its operating mode.
- Clarifying the influence of frequency control on heat losses in machines improves engine protection and reduces the number of emergency stops.
- Studying the thermal modes of a frequency-controlled asynchronous motor allows the application of such settings that lead to an extension of the service life of electric drives.
- Clarifying the thermal modes of a frequency-controlled asynchronous motor provides the selection of such materials and elements that lead to a reduction in mechanical wear and improve the functionality of technological processes.
- Last but not least, it also provides the opportunity to reduce energy costs.

The purpose of the dissertation is clear, specific and oriented towards the study of the spatial distribution of the temperature field in a frequency-controlled asynchronous motor under different operating modes. The tasks for its achievement are formulated precisely and in the correct methodological sequence.

When clarifying the state of the problem, the author refers to a large number of sources - over 120 titles, published over a wide period of time. He was able to process and analyze a relatively large volume of information, which helped him correctly formulate the essence of the problem from the point of view of the subject of the study.

The selected research methodologies provide an answer to the set goal and tasks of the dissertation work.

2. Most significant scientific and applied scientific contributions of the dissertation work

In the implementation of the development, a large volume of experimental research and mathematical models have been carried out. The most modern methodologies and software have been used to process the obtained theoretical and experimental results.

The presented work is structured in five chapters with a total volume of 136 pages and appendices of 95 pages. Based on it and the 4 publications presented to the dissertation, it can be generally concluded that a number of positive results of a contributing nature have been achieved.

The main contributions are related to the creation of new models, methodologies and samples and can be classified and summarized as:

Scientific and applied contributions:

- An improved methodology has been developed based on known theoretical approaches, enabling the determination of the temperature field in a frequency-controlled induction motor. The results of the study confirm the proposed methodology as innovative and successfully applicable for improving the operating modes of induction motors at frequencies other than the nominal one. The developed research methodology categorically builds on and improves the methodologies existing to date.

- Confirmatory data have been obtained in a comparative analysis of methods for determining losses in an induction motor. Confirmatory data have been obtained for the influence of heat sources in the motor by the frequency of the supply voltage. Confirmatory data have been obtained in a comparative analysis of software solutions for simulating fields in induction motors. The results significantly enrich the existing knowledge.

- New and improved models have been generated for simulation study of the distribution of the temperature field in an induction motor in the frequency range of 30÷70Hz for stationary mode and transient heating mode. Spatial temperature distributions in a frequency-controlled asynchronous motor for a frequency range of 30÷70Hz for stationary and transient operation have been obtained. The results of the research are innovative and successfully applicable to improving the operating modes of asynchronous motors at frequencies other than the nominal one.

- An improved setup for simulating the operation of an asynchronous motor in the Comsol Multiphysics software environment has been developed. In the design process, as well as for operating asynchronous motors, it is permissible and expedient to model and simulate their parameters and characteristics in order to alleviate or avoid research in real conditions. The results of the research confirm that based on the created modeling, a real motor with better indicators and characteristics can be developed. The built models significantly improve engineering accuracy.

Applied contributions:

- An improved experimental approach has been developed for studying the temperature field in the stator and rotor of an asynchronous motor. A new original data logger has been developed, allowing the output of information about the temperature distribution in the motor during operation.

- A new original experimental stand has been developed for studying the temperature field of an asynchronous motor under different operating modes of the motor and at different frequencies of the supply voltage.

3. Critical notes (remarks) and recommendations for the dissertation

- The text of the abstract provided to me contains technical errors, such as - Fig. 4-47 and Fig. 5-5 are commented on, but there are none. These are insignificant discrepancies that can be easily corrected.

- It would be good to emphasize and bring to the fore that the best results obtained for average values of the relative error between theory and experiment in a transient thermal process and engine load are in the range of variation from 5% to 7%.

CONCLUSION

The research work carried out by M. Eng. Marin Todorov Marinov and the achieved positive results are at a very high level. I believe that the dissertation work is complete in nature and the defined tasks have been fulfilled at an excellent scientific level.

Taking into account the relevance of the problem under consideration and the research work carried out, I can recommend that the dissertation candidate continue his work in this promising direction.

Based on the above regarding the relevance, content and significance of the contributions of the dissertation work "Research on the thermal regimes of a frequency-controlled asynchronous motor", its volume and the quality of the achieved scientific results, I believe that it represents a completed scientific study. A number of positive results have been obtained, presented at a high scientific level in an appropriate manner. The main results have been well tested at a number of national and international forums and printed in refereed publications.

The development complies with the requirements of the ZRASRB and the Regulations for its application for obtaining the educational and scientific degree "Doctor". Based on the above, I propose to the esteemed Scientific Jury to award the educational and scientific degree "Doctor" to Asst. Eng. Marin Todorov Marinov.

Member of the Scientific Jury (Reviewer):.....

15.07.2026 г.

Assoc. Prof. Dr. Eng. T. Dimova