

СТАНОВИЩЕ

за дисертационен труд
за придобиване на образователната и научна степен "доктор" в

област на висше образование – *5. Технически науки*
професионално направление – *5.2 Електротехника, електроника и автоматика*
докторска програма – *“Микроелектроника”*

Автор: *маг. инж. Константин Анастасиос Трамандзас*

Тема: *Разработка и изследване на маломощни пиезоелектрически генератори на енергия (Energy Harvesters)*

Член на научното жури: *доц. д-р инж. Велимира Димитрова Тодорова*

1. Тема и актуалност на дисертационния труд

Нарастващата нужда от ресурси, както и екологичната обстановка води до търсенето на алтернативни технологии и възобновяеми ресурси. Поради това усилено се разработват методи за откриване и експлоатиране на алтернативни източници на електрическа енергия. В последните години много актуален е така нареченият Energy Harvesting (EH) – известен още като Power Harvesting или Energy Scavenging, който в същността си е процес на извличане на енергия от външни източници (такива като слънчева енергия; топлинна енергия; енергия на вятъра; енергия, извлечена от градиента на соленост; кинетична енергия и др.), трансформацията ѝ и съхранението ѝ за малки, безжични автономни устройства, подобни на преносимата електроника или безжичните сензорни мрежи. Създаването на маломощните устройства за генериране на електрическа енергия (Energy Harvesters - EH) осигурява създаването на алтернативни източници на енергия, които успешно заменят съществуващите в момента миниатюрни източници - батерии или акумулаторни батерии, с устройства, които да генерират сами енергия и да облекчат потреблението на конвенционално генерирана електрическа енергия.

Дисертационният труд е актуален по тема и съдържание, тъй като разработката разглежда възможността за създаване на миниатюрен генератор на електрическа енергия, която да бъде генерирана от механични вибрации, явяващи се несъществени или паразитни за дадено явление.

2. Методика на изследване

Дисертационният труд е изготвен на български и английски езици и се състои от увод, четири глави и заключение с анализ и изводи. В първа глава на базата на литературен обзор от 135 източници, почти изцяло на английски, и анализ на съществуващите маломощни енергийни източници на електрическа енергия (Energy Harvesters - EH) се прави обосновка за избор на обекта за изследване. Във втора глава са представени известни методи на поведенческо моделиране за описание на пиезоелектричните EH, които лежат по-нататък в основата на методиката за изследването им. Енергийните харвестери са представени чрез еквивалентни схеми с цел моделиране на цялостната енергийна система, включваща енергиен преобразувател и електрически интерфейс. В трета глава са представени разработените от докторанта модели за описание на двуслойни пиезоелектрични харвестери. Проектиран е поведенчески модел, който описва EH чрез процедура, като се използват основните параметри на пиезоелектричната среда. Това дава

основание да се определят електромеханичните параметри и характеристики на обекта в статичен и динамичен режими на работа. Използваната методика на изследване се основава на физико-математическо моделиране чрез електромеханичната аналогия на пиезоелектрични среди, създаване на функционален модел на система за събиране на енергия; разработка на алгоритми и процедури за функционално-поведенческо моделиране на пиезоелектрични гредови енергийни харвестери; прилагане на цифрови Multisim модели на различни структури. В четвърта глава са извършени симулационни и експериментални изследвания с цел изучаване на поведението и параметрите на вибрационни уни- и биморфни пиезохарвестери. Тази глава е с най-голям обем и в нея е използвана методика за сравнение на моделни и експериментални резултати с цел верификация и доказване адекватността на разработените модели. В заключителната глава е направен подробен анализ на резултатите и са оформени изводите от разработката.

Това доказва, че избраната методика на изследване отговаря на целта на дисертационната работа и е адекватна на разработката.

3. Приноси на дисертационния труд

Приемам предявените от докторанта приноси в настоящата разработка. Приносите са научно-приложни и приложни и отразяват постигнатите симулационни и експериментални резултати.

Представени са три научно-приложни приноса, които касаят:

- разработката на поведенчески модели на двуслойни пиезоелектрични харвестери от вибрационен тип, като използваните в тях елементи и компоненти се описват от принципите на електромеханичната аналогия;
- предлагане на алгоритми и процедури за симулационни процеси на двуслойни пиезоелектрични вибрационни харвестери, основани на подобните механизми, обслужващи еднослойни харвестери, като симулационните процедури се провеждат в програмни среди Multisim и Matlab за допълнителна обработка на моделните параметри;
- направено е сравнение между получените резултати от симулация и експеримент по предложените модели и методики за изследване на двуслойни пиезоелектрични харвестери при зададените допускания. Постигната е висока степен на сходимост между симулационните и експерименталните резултати, което потвърждава адекватността на разработените модели, алгоритми и симулационни процедури.

Приложните приноси, два на брой, са свързани с:

- предложена експериментална методика за изследване на двуслойни пиезоелектрични харвестери от вибрационен тип, чрез която са проведени експериментални изследвания, резултатите от които потвърждават адекватността на разработените модели;
- проведените експериментални изследвания са довели до натрупване и систематизиране на голямо количество експериментални резултати за двуслойни вибрационни гредови пиезоелектрични харвестери, които ще помогнат за усъвършенстване и разработване на подобрени поведенчески модели, както и за конструктивно-технологична оптимизация на пиезоелектричните ЕН.

Резултатите от дисертационния труд имат определен принос по отношение на бъдещи разработки, свързани със създаването и внедряването на пиезоелектрични ЕН като алтернативни маломощни източници.

4. Публикации и цитирания на публикации по дисертационния труд

Основните резултати от дисертацията са представени в 5 публикации. Докторантът е съавтор на 3 публикации в сборници от международни научни конференции в България (ISC UNITECH - [2, 3] и International Scientific Conference Electronics - [4]). Две от

публикациите са самостоятелни и представляват доклади от международни конференции: ISC UNITECH, България - [5], и Conference in Telecommunications, Informatics, Energy and Management, Гърция - [1], като втората е публикувана в специално издание на списание Journal of Engineering Science and Technology Review (JESTR). Една от публикациите е индексирана в Scopus - [4]. В една от публикациите докторантът е на първо място като автор, а на две други е единствен автор.

Не са представени цитирания и такива липсват в известните бази данни с научни публикации.

Смятам, че публикациите отразяват основните резултати и претенции в дисертационния труд и броят и качеството им е достатъчен.

5. Авторство на получените резултати

Като ръководител на докторанта потвърждавам авторството на получените резултати в дисертационния труд. Докторантът е цитирал сравнително голям брой научни източници в разглежданата научна област и близките ѝ. Резултати, повтарящи тези, публикувани от докторанта не са открити.

6. Мнения, препоръки и забележки по дисертационния труд

Разработката в дисертационният труд отговаря напълно на поставените цели и задачи, като включва предлагане на физико-математически модели на гредови пиезоелектричен харвестер на поведенческо ниво, разработка на подходящи модели с цел провеждане на симулационни изследвания и експериментално верифициране на резултатите.

Стильот на изложение в дисертационния труд е добър, всяка глава отговаря на поставените цели и задачи, като за по-голяма яснота завършва с анализ на получените резултати и изводи.

Един от неизследваните въпроси в работата е по какъв начин влияе температурата върху работата на пиезоелектричните харвестери. Макар, че този въпрос не е поставен в целта на работата, интересно би било по-нататъшните изследвания да се насочат и в тази посока, тъй като при описанието на пиезоелектричните среди температурата е един от параметрите им.

Тази забележка не намалява стойността на дисертационния труд, а може да послужи като една от насоките при бъдещите изследвания на пиезоелектричните ЕН.

7. Заключение

Считам, че представеният дисертационен труд **отговаря** на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България. Постигнатите резултати ми дават основание **да предложи** да бъде придобита образователната и научна степен „доктор”

от *маг. инж. Констиннос Анастасиос Трамандзас* в

област на висше образование – **5. Технически науки,**

професионално направление – **5.2 Електротехника, електроника и автоматика,**

докторска програма – **“Микроелектроника”**.

20.03.2021 г.

Подпис: /п/

/доц. д-р инж. В. Годорова/