

РЕЦЕНЗИЯ

на 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

специалност – „Микроелектроника”

Автор: маг. инж. Димо Руменов Колев

Тема: Разработка и изследване на матричен пиезоелектричен тактилен
сензор от резонансен тип

Рецензент: проф. д-р Анатолий Трифонов Александров – ТУ-Габрово
(съгласно Заповед № 3-01-149/02.05.2018 г. на Ректора на ТУ-Габрово)

1. Тема и актуалност на дисертационния труд

Съвременното развитие на сензорната техника позволява качествено ново решение на задачите, свързани с автоматизация на производството, и създава условия за повишаване на прецизността, бързодействието и приложимостта на сензорните системи в производствените процеси. В сензорната техника се разработват, усъвършенстват и прилагат нови сензорни системи или се подобряват параметрите на вече известните такива. Големият интерес към пиезоелектричните микроелектронни тактилни сензорни елементи и схеми се дължи на прогреса в изучаване на свойствата и приложението на нови пиезоелектрични материали и особено на бурното развитие и практическо приложение на нови евтини техники и технологии за производство. Тактилните сензори имитират чувството „осезание”. Целта е с приложението на тактилни сензори да се постигне същата функционалност на работните повърхнини на манипулаторите, каквато има човешката кожа.

Целта на дисертационния труд е създаване, изследване и приложение на резонансни пиезоелектрични матрици (РПЕМ). В тази връзка темата на дисертационния труд определено е актуална и важна не само за теорията, но и за инженерната практика.

2. Обзор на цитираната литература

В представения дисертационен труд са посочени 166 литературни източника, които са използвани за оценка на състоянието на проблема. От тях 16 са на кирилица и 132 – на латиница, 18 са интернет адреси. Петдесет и седем от печатните литературни източници са публикувани след 2008 г.

В дисертационния труд е представен литературен обзор на използваните технологии и конструкции тактилни сензори, дадено е определение за сензор и е направена класификация на сензорите. Описан е принципът на действие на тактилните сензори с преместващ елемент (бинарни, резистивни, капацитивни, индуктивни, магнитни и оптични сензори) и на тактилни сензори с деформация на чувствителния елемент (тензометрични, хидравлични, тактилни сензори,

базирани на проводящи еластомери, тактилни сензори, имитиращи vibrissae, тактилни сензори, базирани на пиезоефект). Направени са изводи и е представена концепция за изграждане на РПЕМ на базата на пиезоелектрична керамика. Формулирани са целта и задачите на дисертационния труд.

Литературният обзор е в областта на изследваната тематика и показва, че маг. инж. Димо Колев познава много добре състоянието на проблема в теоретично и практическо отношение. Дисертантът притежава възможности за използване на постиженията в изследваната област и за прилагане на собствен опит при решаване на поставените задачи.

3. Методика на изследване

При разработването на дисертационния труд са използвани съвременни подходи, материали и инструментариум. Избрани са подходящи методи за изследване, съответстващи на формулираните цел и задачи на дисертационния труд. Маг. инж. Димо Колев е построил методически правилно своята дисертация.

В Глава втора е създадена дискретна пиезоелектрична резонансна матрица. Избрани са материал, конструкция и режим на работа на матричната сензорна система. Разгледани са еквивалентната схема, честотната характеристика, схемите на последователно и паралелно представяне на пиезоелектричен преобразувател и заместващата схема на Бътеруърт-ван-Дайк. Синтезирана е дискретна пиезоелектрична резонансна матрица. Предложени са оптимално електрическо свързване на отделните чувствителни точки от матричното поле и структура за осъществяване на матричен сензор върху една пиезоелектрична подложка. Направен е анализ на параметрите, които могат да бъдат следени, и на проблемите, свързани с матричните сензори. Избран е амплитуден метод за сканиране на матричното поле поради предимствата, които има по отношение на времето за сканиране. Предложен е базовият интерфейс за получаване на данните от пиезоелектричния матричен сензор. Синтезирани са два идеални модела (двумерен и квази-тримерен) за описание на поведението на пиезоелектричния матричен сензор. Разработен е реален модел на резонансна матрица, който отчита въздействието на стоящата вълна, явленията, предизвикани от закрепването и електродната система, крайните размери на пиезоелектричния материал, явленията на акустично отражение в пиезоелектричната среда, както и явленията, породени от неидеалността на материала. Направени са изводи.

В Глава трета са проведени експериментални изследвания на реализирания прототип на РПЕМ. Правилно са формулирани задачите при експерименталните изследвания. Избрана е конструкция на матричната структура. Предложен е опростен интерфейс за управление на резонансната пиезоелектрична матрица, чрез който се подава хармоничен сигнал и се извеждат сензорни сигнали. Изследвани са предавателните характеристики при различна конфигурация на електродите при ненатоварена и натоварена матрица. Определени са средната аритметична x_{cp} , средноквадратичната грешка σ , както и относителната грешка ε . Експериментално е доказано, че стоящата акустична вълна в пиезоелектричния материал повишава чувствителността на матричната

структура. Натрупаните експериментални данни за предложения прототип на РПЕМ позволяват изграждането на модел от типа „черна кутия”.

В Глава четвърта е предложена обобщена класификация за приложението на сензорни устройства за събиране на тактилни данни. Приложенията са разделени на четири основни категории като във всяка от тях РПЕМ намира своето приложение: с тясно предназначение, с широко предназначение, със спомагателно предназначение, с функционално-специфично приложение.

В Глава пета са представени анализ и изводи.

Представените в дисертационния труд резултати показват, че докторантът владее математическия апарат на моделирането, може да решава самостоятелно инженерни задачи и да провежда експериментална работа. Считам, че авторът може да насочи своите бъдещи изследвания към конкретни практически приложения и изследване на резонансните пиезоелектрични матрици.

4. Приноси на дисертационния труд

Приемам формулираните от дисертанта приноси по съдържание, но считам, че те са научно-приложни и се нуждаят от преработка по отношение на тяхното формулиране.

Основните приноси на дисертационния труд могат да се отнесат към доказване с нови средства на съществени нови страни на вече съществуващи научни области, проблеми, теории, хипотези и са:

- Разработен е теоретичен модел на резонансна пиезоелектрична матрица като основен елемент на тактилен сензор от матричен тип, базиран на амплитуден метод.
- Формулирана е хипотеза, използваща стоящите вълни в резонансните пиезоелектрични матрични структури, и е предложен метод за използване на стоящата вълна като главен индикатор за настъпващите промени в инерционната картина на РПЕМ.
- Разработен е и е изследван прототип на дискретна резонансна пиезоелектрична матрица, въз основа на който е създаден реален образец на матрична структура върху пиезоелектрична керамична подложка (тип PZT 5). Експериментално е доказано детерминиращото влияние на външните инерционни въздействия върху разпределението и свойствата на стоящите вълни.
- С цел оптимизация на създадената РПЕМ е направен анализ на нейната чувствителност при различни електродни комбинации. Получената експериментална база данни ще послужи за създаване на модел тип „black box” на предложената РПЕМ структура.
- Разработен е и е изследван интерфейс за РПЕМ структури, явяващ се част от системата за събиране и обработка на тактилна информация и позволяващ прилагането на различни типове сканиращи алгоритми.

5. Публикации и цитирания на публикации по дисертационния труд

Във връзка с дисертационния труд са представени 6 публикации, от които 2 са самостоятелни, а останалите са в съавторство с научния ръководител на докторанта. Публикациите са в периода 2004-2016 година, като 4 от тях са

доклади на международни научни конференции и семинари (International Scientific Conference UNITECH'16; 27th International Conference on Microelectronics (MIEL 2010), Nis, Serbia; 18th IEEE International Conference on Control Applications (IEEE MSC 2009), Saint Petersburg, Russia; The IEEE International Spring Seminar of Electronics Technology (27th ISSE 2004), Sofia), а две са статии в списание „Известия на Технически университет – Габрово”. Представени са и две цитирания на една от публикациите на маг. инж. Димо Колев.

В периода 2004-2018 година маг. инж. Димо Колев е автор на 17 публикации, от които 5 са реферирани в Scopus. Докторантът е участвал в 6 научноизследователски проекта, финансирани със средства от държавния бюджет за присъщата на държавните висши училища научна или художественотворческа дейност, и в един национален научноизследователски проект по Фонд „Научни изследвания”.

Считам, че резултатите от работата по дисертационния труд са станали достойни на българската и на международната научна общност.

6. Авторство на получените резултати

Считам, че постигнатите резултати са лично дело на докторанта под научното и методическото ръководство на неговия ръководител. Мотивите ми за това са, че резултатите са публикувани основно от маг. инж. Димо Колев в съавторство с научния му ръководител.

7. Автореферат и авторска справка

Авторефератът е в обем от 38 стр. и включва обща характеристика на дисертационния труд, кратко съдържание на дисертацията по глави, приноси и списък на публикациите и цитиранията по дисертационната работа. Авторефератът отговаря на изискванията и отразява същността на проведените теоретични и експериментални изследвания, както и постигнатите от докторанта резултати. Той е добре оформен и илюстриран с богат графичен материал

8. Забележки и въпроси по дисертационния труд

Към дисертационния труд могат да се направят следните препоръки, забележки и въпроси:

1. Да се обобщят и систематизират приносите на дисертационния труд.
2. Би било добре да се проведат изследвания на изходния сигнал на РПЕМ в зависимост от силата на притискане и температурата.
3. Да се верифицират предложените математически модели.
4. Глава четвърта има обзорен характер. Би било добре да се подчертае приносът на докторанта и да се подкрепи с реални експерименти, модели и готови изделия.
5. Допуснати са някои технически грешки и надписите в някои от фигурите не са на български език.
6. Каква е повтаряемостта на резултатите от проведените изследвания?
7. Какви минимални размери на РПЕМ могат да се постигнат?

9. Заключение

Оценката ми за представения дисертационен труд е положителна. Считам, че дисертационният труд отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България, Правилника за неговото прилагане, както и на Правилника за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в Технически университет – Габрово.

Постигнатите резултати ми дават основание да предложа да бъде придобита образователната и научна степен „Доктор” от маг. инж. Димо Руменов Колев в

област на висше образование - 5. Технически науки,
професионално направление – 5.2 Електротехника, електроника и автоматика,
специалност - „Микроелектроника”.

16.05.2018 г.

Подпис:

/проф. д-р А. Александров/

**Заличено обстоятелство,
на основание чл.2 от ЗЗЛД**