

РЕЦЕНЗИЯ

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

Автор на дисертационния труд: маг. инж. Мехмед Шен

Тема на дисертационния труд: „Изследване на токов сензор основан на ефект на Хол“

Рецензент: Иван Костадинов Миленов, проф. д-р

1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научно приложно отношение. Степен и нива на актуалността на проблема и конкретните задачи, разработени в дисертацията.

Темата на дисертационния труд е много актуална. Токовите сензори основани на ефект на Хол имат много широко приложение в различните области на техниката и следва да се отбележи, че тези области непрекъснато се разширяват. Така например, те все по-често се използват за измерване на ток, безконтактен пренос на енергия, за измерване на положение, на цикли, при провеждане на прецизни измервания и т.н. Освен това може да се каже, че по-голямата част от токовите сензори, намерили приложение в техниката са именно на основата на ефекта на Хол. Направените нови научни изследвания, използването на нови материали, като например биоматериали, графен и др. както и развитието на съвременните технологии позволяват токовите сензори, основани на ефекта на Хол, да получат по-широк обхват и нови различни технически параметри и характеристики. Едно такова изследване представлява и представения дисертационен труд. Направените в него изследвания позволяват да се оцени влиянието на основни конструктивни параметри, каквито са параметрите на пластината на Хол, разположението на проводника и геометрията на магнитния концентратор, върху параметрите и характеристиките на токовите сензори. Така се дава възможност за правилен избор на токов сензор и повишаване на точността и чувствителността при провеждане на измервания. Освен това получените резултати могат да бъдат използвани още на етапа на проектиране на токови сензори основани на ефекта на Хол. Като резултат може да се очаква създаването на нови или подобрени конструкции на токови сензори. Възможността за по-точното изчисляване и определяне на техническите параметри и характеристики на токовите сензори, още на етапа на неговото проектиране, дава възможност за оптимизиране на конструкцията и постигане на

по-високи технически показатели. Това на практика осигурява прецизната и надеждна работа на сензора и повишава точността на измерванията. Именно затова считам, че тематиката на дисертационната разработка е много актуална и значима.

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

От дисертационната работа се вижда, че докторантът има задълбочени познания по състоянието на проблема. Дисертационният труд е с обем 126 страници и включва: увод, 4 глави с изложение, заключение, списък на основните приноси, списък на публикациите по дисертацията, използвана литература. Направената литературна справка обхваща 122 заглавия, като по-голямата част от тях са научни публикации от последните 10 години. На базата на обстоен анализ на литературния материал докторантът е формулирал целта и задачите на дисертационния труд, а именно: Да се изследват токови сензори основани на ефекта на Хол, да се оцени влиянието на магнитните концентратори върху характеристиките на сензорите и да се реализира хардуер и софтуер за експериментално изследване на сензорите. Намирам, че е потърсена и намерена точната област за провеждане на изследването - вида и геометрията на магнитния концентратор са пряко свързани с чувствителността, точността или по-общо казано с техническите параметри и характеристики на токовите сензори. Литературната справка показва, че по-голямата част от направените изследвания са върху самата пластина на Хол, а изследванията свързани с разположението на проводника, вида и геометрията на магнитния концентратор са ограничени. Последните обаче играят съществена роля и това повишава значимостта на направените изследвания. В този аспект давам положителна оценка за творческата интерпретация на литературния материал от страна на докторанта и коректното дефиниране на целта и задачите на дисертационния труд.

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

Намирам, че в процеса на разработка докторантът е избрал подходящи методи, както по отношение на теоретичната част - триизмерно компютърно моделиране, така и по отношение на експерименталната част – компютърна измервателна система с разработена за целите на измерването хардуерна и софтуерна част. За решаването на поставените задачи по отношение на анализа на тримерното електромагнитно поле докторантът е използвал мощен програмен продукт - COMSOL, “COMSOL Multiphysics v. 5.3”. Всички направени изследвания и получените крайни резултати показват, че има пълно

съответствие на избраната методика на изследване с поставената цел и задачи на дисертационния труд.

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

Основните моменти от дисертационната разработка могат да бъдат обобщени по следния начин: Разработени са триизмерни модели които дават възможност да се оцени разпределението на магнитното и електрическото поле в токови сензори основани на ефекта на Хол. Изследвано е значението и са получени оригинални резултати за влиянието на разположението на проводника и геометричните размери (ширина, височина) на пластината на Хол. Изследвано е влиянието на вида и геометричните размери на магнитните концентратори (отворен и затворен тип, правоъгълни и тороидални). Установено е, че при отворен тип тороидална система се получава почти линейна характеристика по отношение на разположението на проводника. Направена е оптимизация на тази конструктивна система. Направени са изследвания при едновременното използване на няколко пластини на Хол. Получените резултати показват, че по този начин могат да се разшири обхвата, чувствителността и точността на токовите сензори. Вижда се и е доказана възможността за развитие на токовите сензори и в тази посока. Направени са експериментални изследвания с компютърна измервателна система. За целите на измерването е разработена хардуерна и софтуерна част. Направен е сравнителен анализ на резултатите получени чрез компютърното модулиране и тези получени по експериментален път. Верифицирането на разработените компютърни модели дава възможност те да бъдат прилагани още на етапа на проектиране на токови сензори основани на ефекта на Хол. Освен това получените резултати позволяват да се даде положителен отговор по отношение на достоверността на материала, върху който се градят приносите на дисертационния труд.

5. Научни и/или научно-приложни приноси на дисертационния труд:

В дисертацията си кандидатът е формулирал по своя преценка 4 броя научно-приложни приноси. В резюме, те са както следва: Научно-приложни:

1. Разработен е компютърен модел, използващ метода на крайните елементи за анализ на магнитното и електрическото поле в токов сензор основан на ефекта на Хол и е оценено влиянието на различни геометрични параметри на пластината на Хол;

2. Разработени са триизмерни параметрични модели чрез метода на крайните елементи за анализ на магнитното поле на токов сензор, основан на

ефект на Хол с правоъгълни и тороидални магнитни концентратори с отворен и затворен магнитопровод. С помощта на разработените модели е оценено влиянието на различни геометрични параметри върху зависимостта на сигнала от разстоянието до проводника и са идентифицирани значимите параметри;

3. Извършена е оптимизация на токов сензор с тороидален магнитен концентратор с отворен магнитопровод с цел постигане на максимално близка до линейната зависимост, между изходния сигнал и положението на проводника, като целевата функция е избрана да бъде коефициентът на определяне за модела на линейна регресия на зависимостта изходен сигнал – позиция на проводника.

4. Установено е, че използването на мултисензорен подход с няколко сензора на Хол с различна чувствителност намалява нелинейната грешка на системата. С използването на няколко сензора на Хол обхватът на измерване е разширен значително и са постигнати по-точни измервания, чрез реализиран за целта хардуер и софтуер.

След подробното ми запознаване с дисертационния труд намирам, че авторът има основание да претендира за посочените приноси. Аз ги признавам, считам че са значими и ги определям като научно-приложни.

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

Личното участие на дисертанта в приносите може да бъде оценено от представения дисертационен труд, направените научни публикации и представения автореферат. От тях може да се направи заключение, че в основната си част те са разработени от докторанта и се явяват продукт на неговия дългогодишен творчески труд и положени усилия. Разбира се, не трябва да бъде пренебрегвана и ролята на научните ръководители и на съавторите на някои от публикациите, но тяхното участие в приносите е в значително по-малка степен.

7. Преценка на публикациите по дисертационния труд:

По настоящия дисертационен труд докторантът участва с 5 научни публикации, които отразяват основните моменти от работата. Всичките публикации са в съавторство, като в 3 от тях дисертанта е на първо място. Две от публикациите са доклади, изнесени на международни научни конференции, индексирани по Scopus. Други две от публикациите са статии в научни списания с висок импакт фактор и също индексирани по Scopus. Петата публикация е в Годишника на Технически Университет - София. За високото научно ниво на направените публикации говори и фактът, че към момента има 24 цитирания.

8. Използване на резултатите от дисертационния труд в научната и социалната практика. Наличие на постигнат пряк икономически ефект и пр.

Една от силните страни на дисертационната разработка се явява приложимостта на резултатите от дисертационния труд в научната и социалната практика. Разработеният компютърен модел за решаване на задачи за анализ на магнитното и електрическото поле в токов сензор основан на ефекта на Хол, дава възможност да се направи оценка на влиянието на геометричните параметри на пластината (елемента) на Хол. Това на практика позволява на конструктора да направи правилен избор на елемент на Хол, който да бъде използван в проектиран сензор. Същото може да се каже и за разработените триизмерни параметрични модели, даващи възможност за правилен избор на вида на магнитния концентратор, както и за предварителното определяне на разположението на проводника. Разработените компютърни модели и получените резултати подпомагат конструктора при проектиране на конструкция на токови сензори и постигането на оптимален резултат. При това се повишава точността на направените изчисления, съкращава се времето за самата разработка, както и направените по нея разходи. В този аспект директно може да се оцени връзката между разработените теоретични (компютърни) модели и практическото им приложение. Направените експериментални изследвания и получените резултати също дават възможност за по-широко практическо приложение.

9. Оценка на съответствието на автореферата с изискванията за изготвянето му, както и на адекватността на отразяване на основните положения и приносите на дисертационния труд.

Представеният ми автореферат е изготвен съгласно приетите изисквания. Според мен той представя достатъчно адекватно най-съществените части от дисертационния труд и дава възможност да се направи преценка за актуалността на разглежданите проблеми, за избраните методи и средства, за тяхното решаване, за направените теоретични и експериментални изследвания, за получените резултати, за техния анализ и оценка. Считаю, че автореферата дава възможност да се направи реална преценка за значимостта на научната разработка и за научно-приложните приноси.

10. Мнения, препоръки и бележки.

Според мен представения дисертационен труд на маг. инж. Мехмед Шен представлява една добре планирана и реализирана научно-изследователска разработка. Някои от получените и публикувани резултати вече са предизвикали

интерес и положителни отзиви в научната общност. В този аспект препоръчвам на дисертанта да потърси начин за внедряване на получените резултати, както и да разработи нови конструкции сензори за ток с по-високи технически параметри и характеристики, прилагайки резултатите от своя труд.

Към дисертацията труд имам някои забележки, които не носят съществен характер, а именно:

Предлаганите на пазара токови сензори основани на ефекта на Хол имат свой дефиниран от стандарта клас на точност. За изследваните модели би следвало да се направи сравнение по този показател именно с тях.

При направените изследвания на токови сензори основани на ефекта на Хол трябва да се направи оценка и по отношение на техните динамични качества. Това е важно при избор на сензор и при оценка на приложимостта.

В дисертацията има допуснати технически грешки – правописни, терминологични и стилови.

Заклучение:

Давам изцяло положителна оценка на дисертационния труд на маг. инж. Мехмед Шен и намирам, че той съдържа необходимите научни и научно-приложни приноси, даващи ми основание да предложа на членовете на Научното жури да гласуват за присъждане на кандидата на образователната и научна степен “доктор” в област на висшето образование „Технически науки”, професионално направление 5.2. Електротехника, електроника и автоматика”, научна специалност „Електрически апарати”.

20.10.2021 г.

София

Изготвил:.....

/проф. д-р инж. Иван Миленов/