

СТАНОВИЩЕ

за дисертационен труд

за придобиване на образователната и научна степен "доктор" в
област на висше образование – 5. Технически науки
професионално направление – 5.1. Машинно инженерство
докторска програма – Хидравлични и пневматични задвижващи системи

Автор: маг. инж. Дочо Светлозаров Димитров

Тема: „Изследване на динамични процеси при управление с широчинно-импулсна модулация на пневматични двигатели“

Член на научното жури: проф. д-р инж. Ангел Петров Анчев

1. Тема и актуалност на дисертационния труд

Развитието на съвременната индустриална автоматизация, роботиката и мехатронните системи поставя непрекъснато нарастващи изисквания по отношение на точността на позициониране, динамичното бързодействие и енергийната ефективност на задвижващите механизми. В тази връзка, електропневматичните системи заемат ключово място в промишлеността поради редица свои неоспорими предимства, сред които са опростената конструкция, високата надеждност, екологичност на флуида и способността за реализиране на бързи работни цикли. Наред с ползите, пневматичните задвижвания се характеризират със силно изразена нелинейност, породена от високата свиваемост на реалния газ, термодинамичните процеси в камерите на цилиндъра, променливите сили на триене и времезакъсненията при превключване на управляващите елементи.

Традиционният подход за решаване на проблема с прецизното следене на траектория и субмилиметрово позициониране изисква използването на пропорционални клапани или сервовентили. Макар и ефективни, тези компоненти имат висока пазарна цена, сложна поддръжка и са силно чувствителни към степента на очистване на сгъстения въздух. Това обуславя засиления изследователски интерес в световен мащаб към разработването на алтернативни, икономически по-достъпни и устойчиви инженерни решения. Обектът на настоящото изследване – управлението на пневматичен двигател посредством конфигурация от четири дискретни бързодействащи двупозиционни двупътни (2/2 ON/OFF) клапана, управлявани чрез широчинно-импулсна модулация (ШИМ) – попада именно в този актуален фокус на научните търсения.

Научната актуалност на дисертационния труд на маг. инж. Дочо Димитров се засилва от факта, че стандартните и конвенционални математически модели на дебитни характеристики са приложими единствено за статични режими, при които управляващият клапан е постоянно и напълно отворен. Тези модели се оказват напълно недостатъчни за адекватно описание на сложните преходни и динамични процеси, протичащи при високочестотно ШИМ превключване, когато затворният елемент на клапана се намира в постоянно променливи междинни състояния. Дисертантът успешно е идентифицирал тази съществуваща теоретична ниша и е насочил усилията си към създаването на по-точен математически модел на реалната дебитна характеристика при бързо превключване,

съчетан с модифицирани алгоритми за управление (MPWM), които компенсират паразитните времена за реакция и мъртвите зони на апаратурата.

Следва да се подчертае, че дисертантът е извършил задълбочен и критичен анализ на значителен обем съвременна научна литература (140 бр. предимно на латиница, от които приблизително 50% са публикувани през последните 10 г), обхващаща както утвърдени, така и най-нови изследвания в областта на пневмоавтоматиката, автоматичното регулиране и теория на управлението, мехатроника и специфични медицински приложения. Това позволява ясно позициониране на изследването спрямо световното ниво на научните разработки и аргументирано формулиране на целите и задачите на дисертационния труд.

Всичко това дава основание категорично да се заключи, че разглежданата тематика е изключително съвременна, намира се на предната линия на научно-приложните изследвания в областта на пневматичните двигатели и автоматизацията и има директна практическа приложимост за нуждите на модерното машиностроене и мехатрониката.

2. Методика на изследване

Приложената в дисертационния труд изследователска методология се отличава с висока степен на изчерпателност и класическа инженерна последователност, като успешно затваря пълния научно-приложен цикъл чрез съчетаване на аналитични методи, компютърно симулиране и експериментална верификация. В теоретичен аспект авторът стъпва върху фундаменталните закони на механиката на флуидите и термодинамиката на реалните газове, моделирайки процесите в камерите на цилиндъра като политропни и надграждайки международния стандарт ISO 6358 за дебитни характеристики чрез въвеждане на математическо описание на преходните режими и времезакъсненията при бързо ШИМ превключване. Компютърното симулиране е реализирано чрез числени методи за интеграция в среда на MATLAB/Simulink, като успешно са подбрани специализирани алгоритми за решаване на диференциални уравнения, отразяващи процесите с различна скорост в системата. Посредством натурен експеримент е доказана достоверността на получените модели, за целта на който е конструиран специализиран изследователски стенд с блок от бързодействащи клапани и съвременни измервателни сензори за получаване на данни в реално време на налягане, позиция и дебит. Синтезът на алгоритмите за управление стъпва върху методологии за модифицирана широчинно-импулсна модулация за компенсиране на мъртвите зони, комбинирана със сравнителен анализ между класически PID регулатори и интелигентни структури с размита логика. Полученото съвпадение между симулационните резултати и експерименталните данни категорично потвърждават коректността, научно-приложната издържаност и правилността на избрания комплексен методологичен подход.

3. Приноси на дисертационния труд

Приемам приносите така като са представени в дисертационния труд:

Научно-приложни

✓ Разработен е математически модел на реалната дебитна характеристика на бързодействащи електромагнитни пневматични клапани тип 2/2, като моделът е верифициран чрез експериментално определени статични характеристики.

✓ Разработен е математически модел на електромагнитната и механичната динамика на бързодействащи 2/2 пневматични клапани, позволяващ анализ на процесите на отваряне и затваряне на клапана и определяне на динамичните му характеристики.

✓ Разработен е разширен математически модел на електропневматична позиционираща система с управление чрез широчинно-импулсна модулация, който обединява моделите на основните елементи на системата – захранващ пневматичен агрегат, пневматични линии, пневматичен цилиндър и бързодействащи електромагнитни клапани.

✓ Създадени са симулационни модели в средата Matlab/Simulink за изследване на преходните процеси и динамичните характеристики на електропневматична позиционираща система с бързодействащи клапани и ШИМ управление.

Приложни

✓ Разработена е автоматизирана измервателна система с виртуални инструменти в средата LabVIEW за събиране, обработване и визуализация на експериментални данни при статични и динамични изследвания на електропневматични системи.

✓ Реализиран е експериментален стенд за изследване на динамиката на електропневматична позиционираща система с управление чрез широчинно-импулсна модулация.

✓ Експериментално е изследвано влиянието на честотата на управляващия сигнал и коефициента на запълване на ШИМ сигнала върху динамичните характеристики на електропневматична позиционираща система.

✓ Разработен е енергийно ефективен електронен блок за ШИМ управление на бързодействащи пневматични клапани, предназначен за приложение в електропневматични системи за управление и позициониране.

4. Публикации и цитирания на публикации по дисертационния труд

Представените публикации, като качество и количество, отговарят на изискванията на ЗРАСБ, правилника за неговото прилагане и правилника за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в Технически университет – Габрово. Добро впечатление прави наличието на публикация в индексирания в Scopus сборник доклади от международна научно практическа конференция в гр. Резекне, Латвия. Останалите статии и доклади са публикувани в издания от националния референтен списък.

5. Авторство на получените резултати

Въз основа на подробното запознаване с материалите по дисертационния труд, представените публикации и личния принос на докторанта при проектирането и изграждането на експерименталния стенд, у мен не съществуват никакви съмнения, че получените научни, научно-приложни и практически резултати са в достатъчна степен изцяло авторски и са постигнати под ръководството на научния ръководител.

6. Автореферат

Считам, че представения автореферат напълно съответства на съдържанието на дисертационния труд и е с достатъчен обем от 52 страници.

7. Мнения, препоръки и забележки по дисертационния труд

В текста на дисертационния труд се наблюдават някои стилистични и технически неточности, изразяващи се в използването на по-непрецизни формулировки и терминологични изрази на места, както и в епизодични разминавания в размера на шрифта, които обаче не нарушават общото научно качество на изследването.

8. Информация за съответствие със законовите изисквания

Броят точки по показател G е 56,7 точки, при изискуеми 30. Докторантът напълно отговаря на изискванията на ЗАКОНА за развитие на академичния състав в Република България, Правилника за приложение на ЗРАСРБ и Правилника на Техническия университет - Габрово за придобиване на образователната и научна степен „доктор“.

9. 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. Дочо Светлозаров Димитров** в област на висше образование - 5. Технически науки, професионално направление - 5.1. Машинно инженерство, докторска програма - Хидравлични и пневматични задвижващи системи

29.05 .2026 г.

Подпис:

/проф. д-р А. Анчев/