

УПФ45-НС1-051/15.05.2018г.

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационния труд за присъждане на образователната и научна степен „доктор” по професионално направление 5.2 „Електротехника, електроника и автоматика”, научна специалност „Автоматизирани системи за обработка на информация и управление”

Автор на дисертационния труд: маг. инж. Кремена Йорданова Димитрова

Тема на дисертационния труд: Енергийно-ефективни електрозадвижвания

Рецензент: проф. д-р инж. Тодор Атанасов Стоилов,
Институт по информационни и комуникационни технологии – БАН, София, ул.
Акад.Г.Бончев бл.2

Обща част

Представеният дисертационен труд е изложен на 131 страници в 4 глави, авторска класификация на приносите, библиографска справка със 131 литературни източника. В дисертационния труд е включен и списък на направени 8 научни публикации.

1. Актуалност на разработения в дисертационния труд проблем

Собственият принос на дисертационния труд се отнася в моделиране работата и управлението на асинхронни електродвигатели. Мотивите за провеждане на тези изследвания са обосновани в дисертационния труд за да се реализира енергийна ефективност на енергопотреблението при електрозадвижвания. Електродвигателите са едни от големите консуматори на електроенергия. Тяхното ефективно управление може да реализира икономия на електроенергия. Така обектът на изследване и поставената цел в дисертационния труд индиректно се определят от заглавието на дисертацията – управление на електрозадвижвания с цел постигане на намалено енергопотребление. Съответно актуалността на разработения проблем е виден и разбираем и неговото решение съдържа потенциал за практически приложения.

В дисертационния труд са разработени модели на електрозадвижвания, при което се реализира честотно управление при закон $U/f = \text{const}$ при променливо натоварване и при векторно управление. Дисертационната работа постулира, че най ефективни методи за управление на трифазни асинхронни двигатели са тези на векторното управление. Затова и обект на изследване в дисертационната работа се такива асинхронни машини с накъсо съединен ротор при които се предлага векторното управление. Такова управление все още е трудно за реализиране и това е допълнителен стимул дисертационната работа да разработва решения за управление на този клас обекти.

В дисертационната работа основно се прилага моделиране в среда на MATLAB, Simulink. Моделите са реализирани вследствие представени формални

зависимости за процесите, които протичат в асинхронния двигател. Но част от моделите са експериментирани и върху реална технологична схема на управление на асинхронни електродвигатели. Така в дисертационната работа са включвани сравнения между моделно получени резултати и експериментални такива.

Считам, че разработваната тематика има прагматичен потенциал. Направените експерименти доказват полезност за инженерната практика. Независимо от вътрешната сложност на обекта за управление, динамика на въртене на асинхронни електродвигатели, използваният подход в дисертационната работа за прилагане на модели чрез тестването им в програмна среда на Simulink е позволило, получаването на практически и полезни резултати чрез симулационно моделиране. Част от резултатите в дисертационното изследване са експериментирани и на реална електрозадвижваща установка.

Целта на дисертационната работа е дефинирана като „..... моделиране и изследване на системи за векторно управление на трифазни асинхронни двигатели.....позволяващи постигане на енергийна ефективност при тяхната експлоатация“. Тази цел е декомпозирана на 4 задачи, като изследователско съдържание имат задачите за аналитично описание на динамиката на обекта; планиране на експерименти със реална електрозадвижваща система. Като самостоятелна и тематика може да се приеме четвъртата задача за проектиране на нови схеми за защита на блокове на силовата част на електрозадвижване.

Считам, че изследванията, описани в дисертационния труд имат прагматична полезна стойност тъй като са конкретно адресирани към обект, който има сложна природа като трифазни асинхронни електродвигатели. Получавани са симулационни резултати като част от тях са проверявани в конкретна техническа установка на електрозадвижване. Оценявам дисертационните изследвания като прагматични, получените резултати са полезни и дават положителен атестат за квалификацията на кандидата.

2. Литературен преглед по дисертационния труд

Списъкът на литературата съдържа 131 заглавия. Публикациите на кирилица са 43 заглавия, като 10 от тях са с авторство на научния ръководител. Анализът на останалите литературните източници, показва, че 31 (25%) от тях са издадени до 1990; 53 (43%) от тях са издадени в периода 1991-2000г.; 40 (33%) след 2001 г.

Рецензентът приема тези съотношения в литературната справка, което показва приемственост и актуалност на използваната литература в дисертационното изследване. Относителният дял на публикации след 2000г. е можело да бъде по висок, което е индиректен признак, че докторантът следи и ползва съвременни литературни източници.

3. Избрана методика на изследване

За изпълнение на поставените задачи в дисертационния труд се прави задълбочен анализ на формалното описание на управление на асинхронни двигатели. Анализът на обекта определя, че формалните зависимости, които

трябва да се използват за описанието му са от класа на диференциални уравнения, където значителен брой от параметрите на системата трудно се измерват или следят. Сложните формални зависимости, които докторанта включва в дисертационната работа целят да се сведат формалните зависимости до блок схема за управление на двигателите. Анализирани са случаи на векторно управление: на главния магните поток; на роторния магнитен поток; на статорния магнитен поток. Необходимостта управлението на асинхронните двигатели да се обвърже с изискването за реализиране на икономия на енергия и постигане на енергийна ефективност е правено чрез сравнение на начините на векторно управление.

В дисертационната работа подробно се изследва и обосновава предимства от прилагане на векторно управление на трифазни асинхронни електродвигатели. Докторантът разработва блокови схеми на системите за управление като следствие от формалните записи на процесите в асинхронните двигатели. В последствие тези блокови схеми са моделирани и изследвани в симулационна среда на Simulink. Получаваните резултати са анализирани и е търсено подобрение на качеството на управление на обекта асинхронен електродвигател. Определяни са стойности на параметри на системата за управление и на обекта. Положителен резултат е, че симулационната ситема е давала в графичен вид резултати от преходните процеси на състоянието на обекта: на електромагнитния момент, скорост на двигателя.

Така дисертационната работа разработва проблема за управление на относително сложен обект със средства на симулационното моделиране.

Считам, че разработваната тематика има научно-приложен характер. Анализирани е сложен динамичен обект, при който динамичното формално описание е доведено до блок схема на системата за управление. Тази схема е моделирана със средствата на програмна система MATLAB, Simulink. Изчислявани са стойности на параметрите на обекта и на модули от системата за защита на силовите части.

Докторантът показва добро разбиране по описанието и формализиране на експлоатацията и управлението на сложни обекти, като асинхронни двигатели.

Изведените блок схеми, фиг.2.3, 2.5, показват много добро познаване на условията и работата на обекта асинхронни двигатели. Видно е от направените оценки и представените зависимости, че дисертантът е получил много добра подготовка за управлението и експлоатацията на обекта: трифазни асинхронни електродвигатели и системи за защита на силови блокове.

4. Характеристика на дисертационния труд

За изпълнение на поставените задачи в дисертационния труд в глава първа се коментират начинът на векторно управление на асинхронни двигатели. Обоснован е подходът за работа в дисертационното изследване за свеждане на формалния апарат на системата диференциални уравнения до блокова схема, която в последствие е програмно симулирана. В тази глава се обвързва управлението на асинхронните двигатели с изискването и потенциала за реализиране на икономия на енергия и постигане на енергийна ефективност.

Глава втора има обзорен характер и представя формални математически модели на процесите в асинхронни двигатели. Прави добро впечатление , че

дисертантът умело борава със сложния формален апарат на записване на динамичните процеси в асинхронни двигатели. Съответно коректно представя потенциалните схеми за управление на този клас обекти. Като резултат от този анализ на гл.2 се приема блокова схема за управление, която в последствие е моделирана и тествана в среда на MATLAB и Simulink. За илюстрация на направения модел са приложени графики на динамични характеристики на изменението на обороти и на въртящия момент на асинхронен двигател.

В гл.3 е направена конкретизация за избран асинхронен двигател АО-901-4 като върху него са правени експериментални измервания при прилагане на честотно управление по закона $U/f = \text{const}$, а в среда на MATLAB е моделирано векторно управление. Изследвани са динамичните характеристики за изменение на обороти n и на въртящ момент M при различни съотношения U/f . Векторното управление е моделирано програмно в среда на MATLAB и отново са представени графики от моделираните динамични режими.

В глава 4 се разработва конкретен проблем по защитата на системите за управление на асинхронни двигатели. Цели се ограничаване на скоростта на нарастване на напрежението върху комутиращи устройства при управлението. В съдържателната си част на тази глава е правен синтез на R/C група, която ограничава пусково напрежение. Стойностите на R и C са определяни като се отчитат зависимости от динамичните режими на работа на двигателя, зависимости 4.17 и 4.23 и при отчитане на конкретни условия за моделиране и експериментиране. Чрез изменение индуктивността на товара са определяни характеристики и стойностите на съпротивлението R и на кондензатора C за ограничаване на пусковото напрежение. В тази си част дисертационната работа отново доказва високата професионална подготовка на докторанта в предметната област на управление на асинхронни двигатели.

В дисертационния труд са показани значителен обем симулационни експерименти както и експерименти върху реална схема за управление. Допълнително е правен анализ за определяне параметри на R/C група от схеми за защита на силовата част на електродвигателна група.

Рецензентът счита, че представените резултати са представителни, полезни и добре илюстрират поставените и решавани задачи в дисертационния труд.

5. Научно-приложни и приложни приноси на дисертационния труд

В дисертационния труд се моделира в програмна система решения за векторно управление на асинхронни електродвигатели. Моделирането и симулирано и тествано в среда на MATLAB, Simulink. Част от изследванията на докторанта включват и реални експерименти на трифазен асинхронен електродвигател. Проектирани и определяне на параметри на схеми за защита на силовата част на електродвигатели също е симулирана в среда на Matlab, Simulink. Особеност на дисертационните изследвания е, че те се придържат към реален обект на управление.

Дисертационният труд не разработва качествено нови системи за управление. Но полезността на дисертационните изследвания произтичат от прякото им приложение в обект, който има голямо практическо разпространение, асинхронни електродвигатели.

Считам, че разработваната тематика има научно-приложен характер. Анализирани са сложни динамични обекти на които се прилага модерно решение

за управление: векторно управление на трифазни асинхронни електродвигатели.

Оценявам положително резултатите от изследванията на докторанта. Те имат пряко практическо приложение и доказват полезност и прагматичност на изследванията в дисертационния труд.

Считам, че дисертационният труд има научно-приложен принос в частта си на моделиране на режими на работа на асинхронни двигатели, чрез прилагане на различни по вид управления: честотно управление по закона $U/f = \text{const}$, променливо натоварване, векторно управление. За изпълнение на такова моделиране в среда на MATLAB/Simulink се изисква познаване на динамиката на процесите в асинхронния двигател и владение на инженерно познание за необходимостта от провеждане на измервания и тестови експерименти.

Приложния принос на дисертационната работа оценявам в това, че са правени реални експерименти по разработените модели за оценка на някои режими на работа на асинхронния двигател.

При четенето на дисертационния труд се налага убеждението, че постигнатите резултати са основно лично дело на кандидата.

6. Преценка на публикациите по дисертационния труд

По темата на дисертацията са представени 8 научни публикации. Това са доклади, представяни на научни мероприятия у нас и в периодични издания също у нас: Известия на ТУ-Сливен, издание на ТУ-Варна, годишници на университети в Бургас. Публикация №8 не е с пълни библиографски данни. Рецензентът счита, че публикационната дейност на дисертанта изпълнява специфичните изисквания на Технически Университет-София. Но пожеланието към дисертанта е да се появят негови публикации и на научни мероприятия в чужбина. Понастоящем неговите публикации имат национално разпространение, което е ограничение за оценка на значимостта на дисертационните разработки.

Рецензентът препоръчва активна публикационна дейност и в чужбина в бъдещите изследвания на дисертанта.

Не е представен списък със забелязани цитирания.

7. Значимост на научно-изследователските и приложни приноси на дисертационния труд

Дисертантът Кремена Димитрова демонстрира владение на методи за моделиране и симулиране на работата на сложни обекти. Докторантът е направил и значителни по своята трудност програмни модули, които реализират функционалности на работа на сложни обекти като асинхронни електродвигатели. Рецензентът оценява положително умението на докторанта да прилага в практически случаи моделиране и симулиране на режими на работа на сложни технологични обекти.

Виден е стремежът на докторанта изследователски опити и резултати да имат практическо доказателство чрез експерименти върху реални обекти.

Рецензентът счита, че дисертационните изследвания са полезни и са доказали способността на докторанта да води самостоятелна научна работа.

В представените документи не са включени разделителни протоколи между съавторите на публикациите.

8. Някои препоръки и критични бележки

Рецензентът беше определен и като такъв за вътрешната защита на докторанта. Така той беше запознат предварително с изследванията от дисертационния труд. Направените тогава предложения считам че са отразени в официалната версия на дисертационния труд.

Като елемент на критична бележка ще посоча желанието на рецензента да вижда повече сравнения между постигнати резултати от дисертанта и с възможността за прилагане на други методи за управление на асинхронните електродвигатели или с други решения за защита на блокове на електрозадвижвания. Чрез сравнение лесно се вижда преимущества, доказва се научно-приложен резултат.

Пожелание към докторанта е да направи опити и за публикуване на резултати на научни мероприятия в чужбина.

Тези забележки имат препоръчителен характер и не променят положителната оценка на рецензента за разработваните модели и получавани резултати по управление на сложни технологични обекти. Рецензентът счита, че дисертанта Кремена Димитрова демонстрира професионална квалификация за провеждане на самостоятелни изследвания в областта на управление на сложни обекти.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценявам положително направените научно-приложни и приложни приноси на дисертационния труд на Кремена Димитрова. Считаю, че изискванията на Закона за развитие на академичния състав в България и Правилника за неговото прилагане са изпълнени в представения дисертационен труд. Гореизложеното ми дава основание да дам положителна оценка за представения дисертационен труд и да препоръчам на Научното жури да присъди на **Кремена Йорданова Димитрова** образователната и научна степен „**доктор**“ по професионално направление 5.2 „Електротехника, електроника и автоматика“, научна специалност „Автоматизирани системи за обработка на информация и управление“.

08.05.2018

Рецензент:

Проф. д-р инж. Тодор Стоилов