

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационния труд за присъждане на образователната и научна степен „доктор” по професионално направление 5.2 „Електротехника, електроника и автоматика”, научна специалност 02.21.01 „Теория на автоматичното управление”

Автор на дисертационния труд: маг. инж. Веско Христов Узунов

Тема на дисертационния труд: Квазиоптимално управление на обект с разпределени параметри – Тунелна пещ

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 157 страници в 4 глави, авторска справка на приносите, библиографска справка със 102 литературни източника. В дисертационния труд са включени списък на направени научни публикации, списък на удостоверения за внедрявания на изследвания по дисертационния труд (размит регулатор, алгоритми за управление на температура на входна суровина), списък на участия на кандидата в научно-изследователски проекти.

1. Актуалност на разработения в дисертационния труд проблем

Собственият принос на дисертационния труд се отнася в проектиране на регулатори за управление на специализиран технологичен обект: тунелна пещ. Проектирането включва определяне на структура на регулатора, изчисление на оптимални стойности на коефициентите на закона на регулиране, тестване и симулиране на направените и изчислени настройки на регулаторите в среда на MATLAB и Simulink. Съществено постижение на изследванията на дисертационния труд е внедряването на част от резултатите в реален обект на тунелна пещ на фирма „Успех Металпринт ССБ” ЕООД.

Цели се да се покаже, че прилагането на несложен формализъм от теорията на размитите множества и ниско функционални регулатори (Programmable Logical Controller, PLC) може да се реализира автоматично управление на тунелна пещ, която аналитично може да се опише със сложна система частни диференциални уравнения. Сложното описание на тунелната пещ чрез частни диференциални уравнения ще изисква проектирането и прилагането на сложни изчислителни процедури за управление на пещта. В дисертационната работа се илюстрира прилагане на методологически не сложен алгоритъм за управление, като се използва формализъм от теорията на размити множества. Оценката на разработените регулатори за управление е правена в симулационна среда на

MATLAB/Simulink като получаваните резултати и настройки са използвани в два договора с индустриални заявители.

Считам, че разработваната тематика има преимуществено експериментален характер и е доказала полезност в инженерната практика. Независимо от вътрешната сложност на обекта за управление, термични процеси в тунелна пещ, използваният подход в дисертационната работа за прилагане на модели от теорията на размитите множества е позволило, получаването на прагматични и полезни резултати чрез симулационно моделиране. Част от резултатите в дисертационното изследване са внедрени при управление на тунелна пещ и при разработване на алгоритми за управление на температура на входна суровина.

Целта на дисертационната работа е дефинирана като „.... изследване, разработване и оптимална моделна настройка на размити регулатори, реализирани с PLC от нисък клас за обекти с пропорционални или интегриращи изпълнителни механизми – тип тунелна пещ”.

Конкретните задачи в дисертационния труд последователно дефинират дейности по разработване на алгоритми и структури на размити регулатори, изследване на проектираните регулатори с пропорционални и интегрални изпълнителни механизми на тунелна пещ; симулиране в среда на MATLAB работата на системите „обект-регулатор”; търсене на начини за подобряване настройките на регулаторите.

Считам, че изследванията, описани в дисертационния труд имат прагматична полезна стойност тъй като са конкретно адресирани към обект, който има сложна природа като тунелна пещ. Получавани са практически резултати, които са апробирани както в симулационна моделираща среда така и при прилагане в конкретни обекти, определяни от два договора с индустриални партньори. В тази постановка считам, че важноста на дисертационните изследвания са видни, получените резултати са полезни и дават положителен атестат за квалификацията на кандидата.

2. Литературен преглед по дисертационния труд

Списъкът на литературата съдържа 102 заглавия. Публикациите на кирилица са 15 заглавия. Като литературни източници са показани 5 позиции на Simens за ползване на PLC LOGO!; 2 позиции на Mathworks за работа с моделиращата среда MATHLAB/Simulink; 3 източника с Web адреси. Анализът на останалите литературните източници, показва, че 17 (20%) от тях са издадени до 1990; 30 (34%) от тях са издадени в периода 1991-2000г.; 45 (52%) 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 2010г. е висок, което е признак за следене и ползване на съвременни литературни източници. Рецензентът счита, че в литературната справка е трябвало да се отчетат повече разработки на български автори, работещи по проблемите на моделирането със средствата на размита логика (доц. П.Копринкова, проф. В.Младенов). Познаването на разработки на родни изследователи е необходим елемент за определяне на собственото място и приноси резултати, които всеки изследовател постига.

3. Избрана методика на изследване

За изпълнение на поставените задачи в дисертационния труд се прави задълбочен анализ на топлинния обект тунелна пещ. Анализът на този обект определя, че формалните зависимости, които трябва да се използват за описанието му са от класа на частните диференциални уравнения. Необходимостта от бързо, качествено управление, което да се реализира с малки изчислителни ресурси е довело до избора на дисертанта да използва и прилага формалния апарат на размитите множества. Този апарат му е позволил да намали изчислителната трудност при реализиране на закони за управление на тунелната пещ.

В дисертационната работа подробно се изследва и обосновава предимства от прилагане на размити закони за управление. Докторантът разработва интегрален и пропорционално-интегрални регулатори чрез използване на апарата на размити множества. Така определените размити регулатори са моделирани и изследвани в среди на MATLAB и Simulink. Получаваните резултати са анализирани и е търсено подобрене на качеството на управление на обекта тунелна пещ. Определяни са стойности на оптимални параметри на регулаторите при дефинирани изисквания и ограничения. Положителен резултат е, че синтезираните регулатори може да се реализират с малки изчислителни устройства каквито са PLC регулаторите.

Така дисертационната работа разработва проблема за управление на относително сложен обект с прилагане на удачни малки по мощност изчислителни устройства, които изпълняват проектирани от дисертанта закони за управление.

Считам, че разработваната тематика има научно-приложен характер. Анализирани са нетривиални топлинни обекти, които се моделират като обекти с разпределени параметри. Разработени са няколко версии на размити регулатори, които значително намаляват изискванията към системата за управление за изпълнение на сложни изчисления. Определени са оптимални стойности на настройки на размитите регулатори. Като резултат регулаторите може да се реализират с PLC от нисък клас.

Докторантът показва добро разбиране по задачите на формализиране на закони за управление със средствата на размита логика. Основните използвани логически зависимости при управлението са от вида IF...THEN. Изведените закони за управление, табл.2.1(стр39) и табл.2.2(стр. 41) показват много добро познаване на условията и работата на тунелни пещи. Видно е от направените оценки и зависимости за работата на регулаторите, дисертантът има и много добра практическа подготовка и опит за управление на технологични обекти.

4. Характеристика на дисертационния труд

За изпълнение на поставените задачи в дисертационния труд в глава първа се коментират начинът на работа и особеностите на функционирането на тунелни пещи. Обоснован е подходът за работа в дисертационното изследване за ползване на формалния апарат на теорията на размитите множества. Обосновката за това е, че обектът „тунелна пещ“ в класически формален вид трябва да се опише със система частни диференциални уравнения, като процесите на управление трябва да отчитат пространствена разпределеност на

обекта. Сложното формално описание чрез частни диференциални уравнения ще изисква и сложни изчислителни алгоритми при управлението на обекта и съответно сложни управляващи устройства. Дисертационната работа мотивира своя избор за прилагане на теорията на размитите множества тъй като описанието на обекта и регулатора ще стане с по прости лингвистични зависимости. Това води и до по просто техническо изпълнение на системата за управление на тунелната пещ. За конкретния случай дисертационното изследване цели ползване на ниско функционални устройства от типа на PLC.

В глава втора основно се разработва формалния модел на регулаторите, които управляват два контура в тунелната пещ. В следствие този формален модел е модифициран за случаи на пропорционален изпълнителен механизъм, на интегрален такъв, на смесено решение с детерминирана пропорционална съставка и размита интегрална компонента. Тези основни версии на регулаторите са моделирани и тествани в средата на LOGO! PLC контролер. Съставянето на регулатора е правено чрез съответни блок схеми, програмирани в контролера. Изменяни са параметри на регулаторите, пропорционална съставка, брой размити променливи, такт на дискретизация и др. Оценявани са динамични характеристики на изходни сигнали от регулаторите. Дисертационните изследвания са богато илюстрирани с графики и блок схеми. Рецензентът би искал да види едно общо сравнение на направения синтез на модификациите на регулаторите в края на глава втора. Така по лесно ще може да се възприеме и оцени резултатността и полезността на правените модели и модификации на PLC базираните регулатори.

В глава трета е направена системата за управление на тунелна пещ чрез свързване на описания на обекта с разработени от лава 2 версии на регулатори. Така системата обект-регулатор е моделирана и тествана в среда MATLAB. Цели се да се определи полезността и областта на приложение на разработваните размити регулатори за конкретния обект на тунелна пещ. В глава 3 се анализират процеси на управление на „бавен топлинен обект“; „бързия топлинен обект“; бавен топлинен обект с интегрален изпълнителен механизъм. Използвани са числови данни за обекта. Изведена е предавателната му функция. В среда на MATLAB/Simulink са съставяни схемите за управление и са анализирани получавани динамични характеристики на системата за управление и на обекта. В тази част на дисертационния труд отново са приложени голям обем схеми, разработвени от дисертанта и получавани динамични характеристики от моделирането. Рецензентът счита, че и тази глава е трябвало да завърши с параграф на изводи, които да систематизират направените моделни експерименти и оценят получени резултати.

Глава 4 е дефинирана като „оптимизиране настройката на размития регулатор“. Представени са началните настройки на регулатора, съгласно табл. 4.1 (стр.120). В следствие част от настройките се изменят като се прилага емпиричен подход на проба-грешка. Следи се в резултат на направена промяна доколко се изменат в положителна посока характеристики на преходни процеси на системата обект-регулатор. Следенето на измененията става в среда на MATLAB. Правени са настройки отново при бърз и бавен топлинни процеси. Класическа оптимизация, чрез дефиниране и решаване на определена оптимизационна задача, която да даде като решения удачни параметри за регулатора не е представено. Рецензентът счита, че тази глава илюстрира възможности за подобряване на параметри на системата за управление чрез

прилагане на моделиране и симулиране, но не и оптимизация на процеса на управление.

В дисертационния труд са показани значителен обем експерименти, които са правени и анализирани и които демонстрират високия професионален опит и квалификация на докторанта. Рецензентът има пожелания към по добро представяне на оценъчната част на разработките в дисертационния труд, което трябва да се демонстрира в края на всяка глава на дисертационния труд. Препоръчително е да се включат и сравнителни оценки на получените резултати с известни такива изследвания на приложение на размити регулатори в други системи за управление и/или сравнение на резултати при прилагане на класически детерминирани П,ПИ,ПИД регулатори и размити такива.

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 проектира и експериментира технологична разработка за разработване на клас размит регулатор и неговото приложение за управление на специфичен топлинен обект. Тази технологична разработка е моделирана, тествана в среда на MATLAB. Особеност на дисертационните изследвания е, че те произтичат от пряка практическа задача за управление на топлинен процес в тунелна пещ.

Дисертационният труд не разработва качествено нови алгоритми на управление. Но полезността на дисертационните изследвания произтичат от прякото им приложение в промишлени обекти от типа на тунелни пещи.

Считам, че разработваната тематика има научно-приложен характер. Анализирани са нетривиални топлинен обект, който се моделира като обект с разпределени параметри. Разработени са няколко версии на размити регулатори, които значително намаляват изискванията към системата за управление за изпълнение на сложни изчисления. Определени са удачни стойности на настройки на размитите регулатори. Като резултат регулаторите може да се реализират с PLC от нисък клас.

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 и проектиране на размити регулатори. Тестването и оценката на режими на работа и определяне на параметри на регулаторите считам че имат висок принос за научно-приложен резултат на дисертационното изследване.

Приложният принос е убедително доказан с внедряването на резултати от изследването в тунелна пещ на технологично-производствена фирма.

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 6 научни публикации. Това са доклади, представяни на научни мероприятия у нас (конференцията

Автоматика и информатика, годишници на ТУ-Варна, международна конференци в гр. Варна). Една от публикациите е поканена и е издадена в списание "Information technologies and control", което се реферира и в чужбина. Рецензентът счита, че публикационната дейност на дисертанта изпълнява специфичните изисквания на Технически Университет-Варна. 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 Веско Узунов демонстрира владение на методи от теория на управлението, проектиране и синтез на размити регулатори, идентификация на параметри на индустриални обекти, моделиране на системи за управление и прилагане на резултатите от моделиране в технически системи. Докторантът е направил и значителни по своята трудност програмни модули, които реализират функционалности на програмируеми контролери. Рецензентът оценява положително умението на докторанта да прилага в практически случаи сложни алгоритмични решения за управление на големи технологични обекти.

Виден е стремежът на докторанта изследователски опити и резултати да имат практическо приложение в практиката. Това се доказва и от изпълнените приложни договори за управление на топлинни процеси и системи. измервания.

Рецензентът счита, че дисертационните изследвания са полезни и са довели до преки технологични резултати.

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

8. Някои препоръки и критични бележки

Рецензентът има критично отношение към начинът на проектиране на размитите регулатори, представен в дисертационния труд. Независимо, че е представена общата блокова схема за размития регулатор, фиг.1.18 (стр.31) в следствие в гл.2 не се коментира използването на функции на принадлежност, начинът на деразмиване. Функциите на регулаторите, дефинирани чрез табл.2.1(стр.39) и табл.2.2(стр.41) не са обосновани чрез инженерни анализи. Така стойностите в тези таблици остават необосновани и неаргументирани.

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 класически регулатори за управление. Разбира се такива изследвания не винаги са възможни при ограниченията от практиката да се експериментира върху реален обект. Тази моя препоръка може да се има в предвид в бъдещата работа на докторанта.

Като бележка от типа typos ще посоча, че на стр.19 има несъответствие между номер на формула (1.1), (1.2) и позоваването в текста (3.1), (3.2); в табл.2.2(стр.41) не е обозначена една от променливите на зависимостта; в табл.2.3(стр.42) не е обозначено коя е входна и коя изходна величини; цитираната литература е трябвало да се подреди по азбучен ред.

Към документите на кандидата трябва да се добави декларация за оригиналност на дисертационните изследвания. Това е задължително изискване, съгласно Закона за развитие на академичния състав.

Тези забележки имат препоръчителен характер и не променят положителната оценка на рецензента за разработваните модели, алгоритми и получавани резултати по управление на сложни технологични обекти. Рецензентът счита, че дисертанта Веско Узунов убедително демонстрира своя опит и квалификация за провеждане на самостоятелни изследвания в областта на автоматично управление на технологични обекти.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценявам положително направените научно-приложни и приложни приноси на дисертационния труд на Веско Узунов. Считаю, че изискванията на Закона за развитие на академичния състав в България и Правилника за неговото прилагане са изпълнени в представения дисертационен труд. Горезащото ми дава основание да дам положителна оценка за представения дисертационен труд и да препоръчам на Научното жури да присъди на **Веско Христов Узунов** образователната и научна степен „**доктор**“ по професионално направление 5.2 „Електротехника, електроника и автоматика“, научна специалност 02.21.01 „Теория на автоматичното управление“.

09.01.2018

Рецензент:

Проф. д-р инж. Тодор Стоилов