

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Ђорђа Н. Диховичног, дипл. инж. маш.

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета бр. 618/6 од 12.07.2007. год., одређени смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Ђорђа Н. Диховичног, дипл. инж. маш. под насловом "АНАЛИЗА И УПРАВЉАЊЕ ПНЕУМОЕЛЕКТРИЧНИХ ИЗВРШНИХ ОРГАНА УКЉУЧУЈУЋИ УТИЦАЈ ВОДОВА".

На основу прегледа писаног дела докторске дисертације под наведеним насловом и увида у достављену документацију (објављени радови, Извештај Комисије о подобности кандидата и теме докторске дисертације бр. 199 од 22.03.2006. год., Правилник о пријави, изради и одбрани докторске дисертације Универзитета у Крагујевцу и др.), Комисија подноси Наставно-научном већу следећи

ИЗВЕШТАЈ

Докторска дисертација кандидата мр Ђорђа Н. Диховичног под насловом: "АНАЛИЗА И УПРАВЉАЊЕ ПНЕУМОЕЛЕКТРИЧНИХ ИЗВРШНИХ ОРГАНА УКЉУЧУЈУЋИ УТИЦАЈ ВОДОВА " изложена је на 146 страница текста формата А4. Рад је илустрован са 48 слика и 2 табеле. Списак коришћене домаће и стране литературе садржи 126 библиографских јединица. Дисертација се завршава са 7 прилога.

Докторска дисертација је урађена у тврдом повезу и садржи следеће целине: Насловна страница, Идентификациона страница, Захвалност, Резиме (на српском и енглеском језику), Садржај, Ознаке, 1. Увод, 2. Фундаменталне основе за математичко моделирање пнеуматских система управљања са дугачким водовима, 3. Математички модели пнеумоелектричних органа укључујући утицај водова 4. Системи са расподељеним параметрима, 5. Системи са кашњењем, 6. Симулација и програмска подршка, 7. Закључак, 8. Правци даљег развоја, 9. Литература, 10. Прилози.

У наставку дајемо кратак садржај поглавља ове докторске дисертације.

Корице, Насловну страницу и Идентификациону страницу кандидат је урадио сагласно Правилнику о пријави, изради и одбрани докторске дисертације, Универзитета у Крагујевцу.

У Резимеу (на српском и енглеском језику) кандидат је јасно истакао предмет, значај, циљ, методологију и резултате спроведених истраживања. На

крају Резимеа, кандидат је навео и тзв. Кључне речи које карактеришу проблематику истраживања.

Садржај је урађен уз коришћење децималног означавања поглавља и одломака.

После садржаја следи списак коришћених ознака и скраћеница.

У **уводном** делу дате су основне поставке проблема које треба решавати. Предмет ове дисертације су пнеумоелектрични извршни органи чије се понашање не може разоткрити без узимања у обзир утицаја понашања пнеуматских водова, услед њихове дужине и/или еластичности на укупно понашање пнеумоелектричних управљачких система. Актуелност пнеумоелектричних извршних органа укључујући утицај водова и нови технички захтеви налажу потпунију анализу феномена динамике управљања сервосистемима са овим извршним органима. Математички модели ових система који су дати у облику парцијалних диференцијалних једначина, такође траже њихово што адекватније репрезентовање у формирању и нумеричком решавању. Комплексни модели ових система укључују утицај временског кашњења и расподељености, и њихова анализа са овог становишта представља предмет и циљ овог рада.

Резултати ових научних истраживања треба да прикажу математичке моделе пнеумоелектричних извршних органа укључујући проблематику простирања сигнала у дугим пнеуматским водовима, утврђивање методологије анализе ових система, прилог анализи стабилности система са расподељеним параметрима на коначном интервалу, начин решавања практичне стабилности за системе са расподељеним параметрима који су приказани једначинама вишег реда, и чије стање зависи од времена и једне просторне координате, прилог анализи система са кашњењем и оптимизацији ове класе система, развој и допуну услова за анализу практичне стабилности система са кашњењем у стању, верификацију теоријских резултата коришћењем нумеричке и симулационе технике, и програмску подршку изложеним методама.

У **другом** поглављу дате су фундаменталне основе за математичко моделирање пнеуматских система управљања са дугачким водовима, који су изложени у трећем поглављу.

У **наредном** делу изведени су математички модели пнеуматских сервосистема, укључујући и утицај простирања сигнала у дугачким водовима. Детаљно је обрађен проблем пнеуматског простирања сигнала кроз дуге водове [Andersen, 1967]. Приказан је математички модел пнеуматског цилиндарског система [Tokashiki, 1996], као и математички модел пнеуматског актуатора, [Richer, 2000], укључујући и модел пнеумоелектричних извршних органа у оквиру овог пнеуматског система. Изведен је модел пнеуматског сервосистема, [Andersen, 1967], и посебан акценат је дат на анализи стабилности таквог система израчунавањем преносне функције отвореног кола, и графичким презентовањем његове логаритамско-фреквентне карактеристике. Утврђено је да феномени притиска и протока имају велики утицај на динамичко понашање пнеумоелектричних извршних органа, укључујући утицај водова, као и на конструкциони аспект развоја система и њихових компоненти. Досадашњи радови нису у довољној мери разматрали простирање притиска и протока гаса у пнеуматским системима управљања, са становишта расподељености и кашњења, што изискује њихову дубљу и потпунију анализу.

У **четвртом** делу, приказане су методе за одређивање стабилности на коначном просторном интервалу, и анализирана је практична стабилност за простирање сигнала у дугим водовима, као и пнеуматски цилиндарски систем. Развијајући математичке моделе који су описани у претходном делу овог рада, појављују се парцијалне једначине које су карактеристичне за описивање система са расподељеним параметрима. Узимајући у обзир да се ради о једнодимензијском струјању, системи са расподељеним параметрима се могу приказати једначинама које зависе од једне просторне и временске координате.. Усвојени су критеријуми за избор функционала V , као и начин решавања практичне стабилности за системе који су описани једначинама вишег реда.

У **петом поглављу** извршена је анализа система са кашњењем у временском и фреквентном домену, а посебно је акценат стављен на практичну стабилност ове класе система. Теоријска разматрања су поткрепљена применом на конкретан пнеуматски систем са дугим водовима, који је обрађен у делу који се односио на математичке моделе. Примењена је метода коначног броја подешавања полова за системе са кашњењем у фреквентном домену на простирање пнеуматског сигнала односно енергије у дугим водовима. Допуњена је метода за одређивање стабилности система са кашњењем у стању, на коначном просторном интервалу, новим условима.

У **поглављу шест** докторске дисертације, извршена је симулација и програмска подршка методама које су креиране у претходним поглављима. Пренос пнеуматског сигнала у дугим водовима је разматран са становишта расподељености, и временског кашњења, и презентовани су њихови одскочни одзиви. Коришћењем *Simulink* модула програма *Matlab* ефикасно је симулиран пнеуматски систем са кашњењем. Развијена је програмска подршка методи коначног броја подешавања полова у системима са кашњењем у фреквентном домену, као и методама за одређивање стабилности на коначном просторном интервалу за расподељене параметарске системе. За пнеуматски сервосистем описан хиберболичном једначином, развијена је програмска подршка у језику *Matlab*, а затим је извршена симулација. Коришћењем симулационих техника, ефикасно и елегантно су решене једначине које описују пнеуматске системе који су предмет проучавања овог докторског рада.

У **седмом поглављу** изнета су закључна разматрања властитих резултата и рекапитулација најважнијих научних доприноса кандидата мр Ђорђа Н. Диховичног што се укратко може представити у:

- дубљој и потпунијој анализи перформанси пнеумоелектричних извршних органа, укључујући утицај водова, са становишта простирања притиска односно енергије;
- одређивању критеријума за избор функционала као и начина за решавање једначина вишег реда којима су описани системи са расподељеним параметрима, које се користе за одређивање стабилности на коначном просторном интервалу, као и решавању стабилности на коначном просторном интервалу за простирање пнеуматског сигнала односно енергије у дугим водовима које је веома значајно из конструкционих разлога;
- развоју и допуни услова за методу за одређивање стабилности на коначном временском интервалу за системе са кашњењем у стању;
- упоредној анализи простирања сигнала односно енергије у дугим водовима са аспекта параметарске расподељености и кашњења;

- програмској подршци методе коначног броја подешавања полова у системима са кашњењем у фреквентном домену која је примењена на простирање пнеуматског сигнала у дугим водовима;
- програмској подршци методама одређивања стабилности на коначном просторном интервалу за системе са расподељеним параметрима.

Правци даљег развоја су предмет **осмог поглавља**.

У поглављу **Литература** наведени су наслови који су релевантни за проблематику која се обрађује у овој дисертацији а са којом је кандидат потпуно упознат.

У поглављу **Прилози** дате су дефиниције, извођења и програмска подршка у *Java* језику, које нису од суштинског значаја за дисертацију.

У додатку овог извештаја даје се списак публикованих радова на релевантним скуповима и у часописима од стране докторанта као првог аутора а који се односе на ова истраживања, чиме су неки од остварених резултата добили јавну научну верификацију. Један од три међународна часописа се налази на SCI листи. Тиме се даје укупни списак остварених резултата кандидата у научној области Аутоматско управљање.

На основу увида достављене документације (наведене на почетку) и претходно наведеног, Комисија доноси следећи

ЗАКЉУЧАК

Докторска дисертација мр Ђорђа Н. Диховичног, дипл. инж. маш., под називом "АНАЛИЗА И УПРАВЉАЊЕ ПНЕУМОЕЛЕКТРИЧНИХ ИЗВРШНИХ ОРГАНА УКЉУЧУЈУЋИ УТИЦАЈ ВОДОВА":

- одговара прихваћеној теми од стране Наставно-научног већа Машинског факултета у Краљеву, бр. 211/1 од 28.03.2006. године и датој сагласности Стручног већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу, бр. 410/4 од 04.04.2006. године, по обиму и квалитету;
- да је написана сагласно Правилнику о пријави, изради и одбрани докторске дисертације Универзитета у Крагујевцу;
- представља значајан научни допринос у области динамичног понашања, анализе и управљања система са расподељеним параметрима и система са кашњењем, управљања пнеумоелектричним извршним органима са дугим водовима, уз потпуну рачунарску програмску подршку у временском и фреквентном домену;
- представља оригинални научни рад кандидата уз јасно исказане научне доприносе;
- има применљивост у теорији и пракси система управљања.

Неки од резултата ове докторске дисертације су публиковани у више релевантних међународних часописа (од којих је један на SCI листи) и на више међународних скупова, чиме је ова дисертација добила јавну научну верификацију светске научне јавности.

Комисија оцењује да се кандидат кроз овај рад потпуно оспособио за самостално истраживање у овој области.

На основу претходно изнетог, Комисија са задовољством предлаже Наставно-нучном већу Машинског факултета Краљево да прихвати докторску дисертацију мр Ђорђа Н. Диховичног, дипл.инж. маш. под називом "АНАЛИЗА И УПРАВЉАЊЕ ПНЕУМОЕЛЕКТРИЧНИХ ИЗВРШНИХ ОРГАНА УКЉУЧУЈУЋИ УТИЦАЈ ВОДОВА", као успешно урађен рад и да сагласно томе упути овај извештај у даљу процедуру.

КОМИСИЈА:

1. _____

др.Зоран Рибар, ред.проф.,

Машински Факултет у Београду

Научна област: Хидроелектрични и пнеумоелектрични управљачки системи

2. _____

др.Мирослав Весковић, ред.проф.,

Машински Факултет Краљево

Научна област: Механика

3. _____

др.Радован Петровић, в.проф.,

Машински Факултет Краљево

Научна област: Хидраулика и пнеуматика и транспорт цевима

4. _____

др.Драган Пршић, доцент,

Машински Факултет Краљево

Научна област: Аутоматско управљање, флудна техника и мерење

5. _____

др.Новак Недић, ред.проф.,

Машински Факултет Краљево

Научна област: Системи аутоматског управљања и флуидне управљачке компоненте и системи