

КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 05.09.2023. године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Бориса Баришића под насловом „Моделирање и пројектовање предиктивног управљања за хеликоптер са три степена слободе”. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Борис Баришић је рођен 27.07.1998. године у Градишци. Основну школу и гимназију је завршио у Козарској Дубици као носилац Вукове дипломе и ученик генерације. У току школовања је освојио бројне награде на републичким такмичењима из физике. Електротехнички факултет у Београду уписао је 2017. године, на одсеку за Сигнале и системе. Дипломирао је у септембру 2021. године са просечном оценом 9,65. Дипломски рад на тему „Управљање и визуелизација система за уклањање гасова и прашине у индустрији челика“ под менторством проф. др Горана Квашчева одбранио је са оценом 10. Мастер академске студије на Електротехничком факултету у Београду је уписао октобра 2021. на модулу за Сигнале и системе. Положио је све испите са просечном оценом 10.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидат Борис Баришић је као припрему за израду мастер рада урадио истраживање релевантне литературе која се односи на област којој припада тема мастер рада. Конкретно, анализирана су постојећа решења и проблеми у области моделирања динамике беспилотних летелица и пројектовања управљања. Истраживањем области утврђено је да постоје различите лабораторијске макете намењене тестирању управљачких алгоритама. Анализиране су могућности математичког моделирања једне од макета и могућности пројектовања предиктивног управљања на бази линеарних модела. Разматран је утицај сложености модела на квалитет пројектоване регулације.

3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 74 стране, са укупно 54 слике, 22 табеле и 22 референце. Рад садржи увод, 4 поглавља и закључак (укупно 6 поглавља), списак коришћене литературе, списак скраћеница, списак слика и списак табела.

Прво поглавље представља увод у коме су наведене предности хеликоптера са тандемским ротором. Дат је кратак преглед истражене литературе са техникама моделирања и управљања које се најчешће срећу у овој области. Описана је структура мастер рада.

У другом поглављу је описана макета хеликоптера са три степена слободе и представљена у форми роботског ланца. Извршено је њено моделовање применом Њутнових закона уз занемаривање сила интеракције међу сегментима као и свих инерцијалних и брзинских ефеката. Применом Денавит-Хартенбергових параметара је одређен кинематски модел система. Затим је помоћу Лагранжевих закона механике одређен и његов егзактан динамички модел. Модел је представљен једначинама у простору стања, линеаризован и дискретизован.

У трећем поглављу је дат увод у предиктивно управљање на бази линеарног модела. Размотрене су четири различите критеријумске функције чијом минимизацијом на бази

техника математичког програмирања се долази до оптималног управљања. Размотрен је начин задавања референци у унутрашњим и спољашњим координатама система те успостављена веза међу њима.

Четврто поглавље садржи резултате симулација у *Simulink*-у и пратећу дискусију. Разматран је утицај различитих врста референтних сигнала и сложености математичког модела на одзиве система. Посматране су неке типичне референце за случајеве када алгоритму није, а онда и када јесте познат начин промене референце у времену. Симулиран је утицај одскочног поремећаја на рад система.

У петом поглављу се разматра проблем немерљивих стања система. Пројектован је Проширени Калманов филтар на бази нелинеарног модела система. Затворена је повратна спрега по естимираним стањима и поновљена претходна анализа праћења жељених трајекторија задатих преко спољашњих координата.

Шесто поглавље садржи закључак о перформансама постигнутим приликом регулације у зависности од коришћеног модела као и смернице за даље истраживање и унапређење у овој области.

4. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Бориса Баришића се бави проблематиком моделирања хеликоптера са три степена слободе, пројектовањем предиктивног управљања, естимацијом немерљивих стања и анализом утицаја комплексности модела на квалитет регулације.

Кандидат је приказао резултате симулација синтетисаног закона управљања на нелинеарном моделу система за различите референце. Поред квалитативног дао је и њихово квантитативно поређење на основу корена средње квадратне грешке.

Основни доприноси рада су: 1) приказ и методологија процеса моделирања и пројектовања предиктивног управљања за лабораторијске летелице са тандемским ротором; 2) анализа утицаја критеријумске функције и сложености модела система на брзину извршавања управљачког алгоритма и квалитет регулације; 3) могућност наставка рада на пројектовању напреднијих закона управљања уважавајући добијене резултате.

5. Закључак и предлог

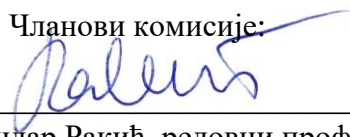
Кандидат Борис Баришић је у свом мастер раду успешно решио проблем моделирања хеликоптера са три степена слободе и пројектовања предиктивног управљања. Извршио је анализу утицаја сложености математичког модела на перформансе регулације. Узео је у обзир различите врсте и начине задавања референтних сигнала са и без појаве поремећаја. Такође се бавио и проблемом немерљивих стања при чему је испитао утицај модела на квалитет регулације при процени стања применом Проширеног Калмановог филтра.

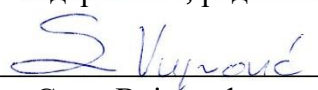
Кандидат је исказао самосталност и систематичност у своме поступку као и иновативне елементе у решавању проблематике овог рада.

На основу изложеног, Комисија предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад дипл. инж. Бориса Баришића прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 10.11.2023. године

Чланови комисије:


др Александар Ракић, редовни професор.


др Сања Вујновић, доцент.