



# УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ - ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ

Булевар краља Александра 73, 11000 Београд, Србија  
Тел. 011/324-8464, Факс: 011/324-8681

## КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 29.08.2017. године именовало нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Вука Обрадовића под насловом „Хардверска реализација управљашког система роботског зглоба са погоном променљиве крутости“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

### ИЗВЕШТАЈ

#### 1. Биографски подаци кандидата

Вук Обрадовић је рођен 10.02.1991. године у Београду. Гимназију је завршио у Београду са одличним успехом. Електротехнички факултет у Београду уписао је 2010. године, на одсеку за „Електротехнику и рачунарство“. Дипломирао је у јуну 2015. године са просечном оценом на испитима 9.42, на дипломском 10. Мастер студије на Електротехничком факултету у Београду је уписао октобра 2015. на Модулу за сигнале и системе. Положио је све испите са просечном оценом 10,00.

#### 2. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 103 страна, са укупно 91 сликом, 25 табела и 10 референци. Рад садржи увод, 5 поглавља и закључак (укупно 7 поглавља) и списак коришћене литературе.

Прво поглавље представља увод у коме су описани предмет и циљ рада са кратким прегледом садржаја сваког поглавља.

У другом поглављу је дат увод у погоне са променљивом крутошћу. Дат је преглед досадашњег развоја и теоретска подлога везана за управљање антагонистичким погоном. Поговље такође даје осврт на „puller-follower“ методу управљања антагонистичким погонима.

У трећем поглављу је детаљно описан хардвер употребљен у реализацији рада. Описани су актуатори, сензори, контролер и систем напајања. Дат је преглед карактеристика свих компоненти коришћених у изради апаратуре.

Четврто поглавље описује поступак пројектовања управљачког система. Дата је анализа и идентификација објекта управљања као и поступци пројектовања регулатора. Одвојено је анализиран поступак пројектовања брзинског серво система и мултиваријаблног регулатора. Поред пројектовања регулатора поглавље описује проблематику генерисања путања кретања актуатора применом „S“ кривих.

У оквиру петог поглавља описан је управљачки софтвер. Описане су специфичности везане за програмирање *real-time* (апликација која се извршава на процесору са оперативним системом за рад у реалном времену) и у *FPGA* (*Field Programmable Gate Array*) апликација. Поговље покрива изворни код *FPGA*, *real-time* и корисничке апликације развијене у *LabVIEW* развојном окружењу.

Шесто поглавље детаљно анализира резултате добијене из управљачког софтвера. Анализирају се перформансе регулационих петљи са освртима на различите сценарије праћења референци.

Седмо поглавље представља закључак самога рада. Поговље даје преглед резултата претходних поглавља са закључцима везаним за добијене резултате. На крају поглавља пружен је предлог могућих проширења система управљања.

### 3. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Вука Обрадовића се бави проблематиком пројектовања и имплементације управљачког система погона променљиве крутости са антагонистичким погоном, а нарочито методом управљања базираном на „puller-follower“ методи. Пројектовано управљање је и састоји се од два нивоа серво система.

Пројекат обухвата пројектовање робусног сложеног брзинског серво система, његову имплементација у FPGA апликацији, пројектовање мултиваријабилног регулатора позиције и крутости, његову имплементацију у *real-time* апликацији и имплементацију комплетне корисничке апликације за верификацију управљања. Предности овакво пројектованог и имплементираниог система су висока периода извршавања, робусност на варијацију параметара објекта управљања брз и прецизан одзив система затворене спреге.

Основни доприноси рада су: 1) приказ и методологија пројектовања сложеног мултиваријабилног управљања позицијом и крутошћу 2) имплементација испројектованог управљачког система на индустријском контролеру са анализом перформанси реалног система; 3) могућност даљег проширења испројектованог контролера и апаратуре тако да се верификују нови управљачки алгоритми.

### 4. Закључак и предлог

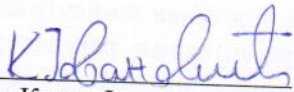
Кандидат Вук Обрадовић је у свом мастер раду успешно решио проблем пројектовања управљачког система за мултиваријабилно управљање позицијом и крутошћу антагонистичког погона променљиве крутости. Кандидат је демонстрирао имплементацију пројектованих алгоритама на индустријском контролеру и предочио резултате добијене на реалној апаратури.

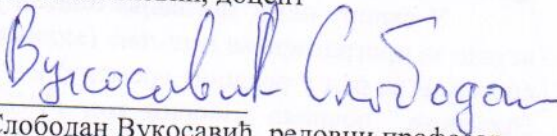
Кандидат је исказао самосталност и систематичност у своме поступку као и иновативне елементе у решавању проблематике овог рада.

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

Београд, 06. 08. 2018. године

Чланови комисије:

  
др Коста Јовановић, доцент

  
др Слободан Вукосавић, редовни професор