

## НАСТАВНО – НАУЧНОМ ВЕЋУ ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА

Комисија за студије другог степена академских студија Електротехничког факултета у Београду на седници одржаној 2.6.2015. године именовала нас је за чланове Комисије за преглед и оцену мастер рада кандидата Марка Бјелића, под насловом „Планирање трајекторије и feedforward управљање електромеханичких система“. Пошто смо прегледали овај мастер рад, подносимо Наставно – научном већу следећи

### ИЗВЕШТАЈ

#### 1. Биографски подаци о кандидату

Марко Р. Бјелић је рођен 27.09.1988. године у Београду, Србији. Основну школу и средњу електротехничку школу „Никола Тесла“ је завршио у Београду са одличним успехом. Електротехнички факултет у Београду уписао је 2007. године, на Одсеку за сигнале и системе. Дипломирао је у октобру 2012, са проценом оценом 8.31, на дипломском 10. Мастер студије на Електротехничком факултету у Београду уписао је октобра 2012., такође на Одсеку за сигнале и системе и успешно је положио све испите са просечном оценом 9.8.

#### 2. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад кандидата Марка Бјелића састоји се од садржаја, уводне странице, десет поглавља и списка литературе. Рад је изложен на 76 страна и написан је на српском језику.

Мастер рад се бави темом пројектовања трајекторије и управљањем електромеханичких система управљањем у директној грани (feedforward-ом) различитог реда.

У првом поглављу кандидат је дао теројски увод у причу о feedforward управљању. Објашњено је до којих проблема долази током процес планирања трајекторије и који су могући приступи решавању овог проблема. Такође је и дат кратак преглед о садржају наредних поглавља.

Друго поглавље се бави анализом feedforward-а крутог тела. Дат је кратак преглед планирања трајекторије и рачунања feedforward-а базираног на feedforward-у крутог тела. Представљен је модел крутог тела уз помоћ јединичне масе. Такође, дат је и Симулинк модел са изгледом профила добијених пропуштањем сигнала кроз систем.

У трећем и четвртном поглављу кандидат анализира feedforward вишег реда. Feedforward вишег реда је ефикасан приступ за унапређивање контроле feedforward-а. Једно од побољшања јесте што трајекторија има ниску енергију на високим фреквенцијама, што говори да ће грешка бити минимална на високим учестаностима. Дата је слика проширеног система покрета. Такође показано је и који су најбитнији кораци за применљивост алгоритма планирања трајекторије.

У петом и шестом поглављу изведен је математички модел планирања трајекторије трећег и четвртог реда.

Седмо поглавље представља аспекте имплементације система. Ово поглавље се састоји из четири подпоглавља. У првом делу је објашњено како се рачунају временски интервали у овом случају. Временски интервали морају бити производ целобројног множења са периодом одабирања  $T_s$ . У другом делу је објашњено кашњење у дискретном домену у односу на континуални домен. Дато је и решење како да се превазиђе проблем, тако што ће се сваки од интегратора бити закашњен за  $0.5 \cdot T_s$ . У следећем подпоглављу је укратко објашњена имплементација филтра првог реда. Уколико би сигнале множили само са  $q$  параметрима могу се јавити проблеми са нежељеним временом кашњења. Као потенцијално решење намеће се коришћење трапезоидног интеграционог метода. У последњем подпоглављу дате су претпоставке које треба да се испоштују како би резултат на крају био валидан.

У осмом поглављу дати су резултати симулација које су спроведене у програмском пакету MATLAB/Simulink и на основу изведених модела и поменутих методе управљања. Приказани су резултати планирања трајекторије уз ограничења и feedforward-е различитог реда.

На самом крају, дати су закључци до којих је кандидат дошао. Утврђено је да унапређења која су добијена коришћењем feedforward-а четвртог реда није осетљиво на различите параметре који су додавани. Још један од битних унапређења је и то што постоји могућност ручног подешавања фактора појачања за сваки од профила.

### **3. Закључак и предлог**

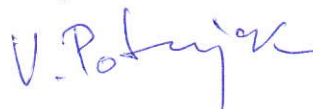
Кандидат Марко Бјелић је дипломирао на Електротехничком факултету Универзитета у Београду. Тему и Комисију за преглед и оцену мастер рада је прихватила Комисија за студије II степена 2.6.2015. године, чиме су испуњени сви формални услови за преглед и оцену предатог мастер рада.

Комисија сматра да поднети рад кандидата Марка Бјелића под називом „Пројектовање трајекторије и feedforward управљање електромеханичких система“ обрађује тему пројектовања трајекторије уз помоћ feedforward-а четвртог реда. Приказани су резултати и поређења са feedforward-ом нижег реда. У оквиру мастер рада кандидат је показао способност израде комплексних модела и израде симулационих програма у актуелним програмским алатима (коришћен је Matlab/Simulink). Овај рад може се окарактерисати као зрело инжењерско остварење и примерен завршни рад мастер академских студија.

На основу изложеног, Комисија сматра да рад кандидата Марка Бјелића под називом „Пројектовање трајекторије и feedforward управљање електромеханичких система“ испуњава све услове да буде прихваћен за мастер рад. Комисија предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду да рад прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 28.09.2015.

Комисија



др Вељко Поткоњак, редовни професор



др Александар Ракић, доцент