

# НАСТАВНО - НАУЧНОМ ВЕЋУ ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

На својој седници Комисија за студије 2. степена нас је одредила за чланове Комисије за преглед и оцену мастер рада кандидата Милоша Слијепчевића, дипл. инж., под насловом „Методe регулације *cart-pole* система и његова примена у индустрији“. Комисија је прегледала приложени рад и доставља Наставно - научном већу следећи

## ИЗВЕШТАЈ

### 1. Биографски подаци

Милош Слијепчевић рођен је 1986. Године у Београду, где је завршио основну школу као носилац „Вукове дипломе“, а затим и средњу електротехничку школу „Никола Тесла“. На основне студије Електротехничког факултета универзитета у Београду уписао се 2005. године, где је на смеру за Сигнале и системе 2011. године дипломирао, са укупном просечном оценом 8,22 и оценом 10 на дипломском раду на тему, „Примена хомоскедастичких расподела у стратегији тестирања хипотеза помоћу секвенци фиксне дужине“, под руководством проф. Др Жељка Ђуровића.

У августу 2011. запослио се у фирми *Systemeceng d.o.o*, Смедерево, где је након завршене обуке у STEP 7 програмском алату радио на пројекту аутоматизације *Water Treatment Plant* постројења за обраду и производњу челика компаније *Mass Global*. Мастер студије на Електротехничком факултету, на смеру Сигнали и системи, уписао је у октобру исте године. Испите са тих студија положио је са просечном оценом 10,00.

### 2. Организација рада

Мастер рад садржи 90 страна текста међу којима се налази 57 слика и 1 табела. Рад се састоји од 6 поглавља. На крају рада се налази списак од укупно 20 референци, 11 књига и 9 папира и научних радова.

Прво поглавље јесте увод који се дотиче мотива израде мастер рада на одабрану тему. У оквиру њега дат је кратак преглед осталих поглавља, са образложењем постојања синтезе две једнако интересантне централне теме пројекта, са нешто израженијим акцентом на предиктивном управљању.

У другом поглављу дат је математички опис теоријског модела *cart-pole* система, односно обрнутог клатна реализованог помоћу те макете, са освртом на модел трења као веома важног узрока немоделоване динамике реалног система. Питање које је постављено у оквиру изложене анализе јесте, шта је довољно добар, односно прецизан модел трења, а чија комплексност опет не нарушава једноставну и систематичну анализу, као и реализацију различитих линеарних метода управљања базираних на истом.

Треће поглавље односи се на предиктивно управљање и састоји се из четири одељка. Први од њих представља краћи увод о идејама и карактеристикама на којима је засновано предиктивно управљање. У другом одељку представљена је стратегија предиктивног управљања и уведене су неке нотације карактеристичне за предиктивне алгоритме. Трећи одељак посвећен је неким пионирским реализацијама предиктивних контролера који се махом базирају на импулсним или одскочним одзивима модела. У четвртном одељку, као најзначајнија група предиктивних контролера, представљени су *GPC* (енг. *Generalized Predictive Control*) регулатори засновани на функцијама преноса, који одатле па надаље постају централна тема рада.

Четврто поглавље представља фузију дотада описане теоријске подлоге, што резултује креирањем симулационог модела *cart-pole* система. Први од три одељка бави се линеаризацијом и стабилизацијом модела у отвореној спрези. Други одељак даје решења управљачких процедура и резултујуће симулационе графике, за сваки од контролера из фамилије мултиваријабилних *GPC* који су дотада разматрани. Последњи одељак врши узајамну компарацију перформанси ових контролера пројектованих на истом опсегу параметара.

Пето поглавље даје комплетан опис хардверске и софтверске реализације контроле реалног система. Као софтверско решење представљена је синтеза два програмска пакета, *MATLAB* и *Labview*, као синергије академског и индустријског модалитета реализације пројекта. Коначно, уз образложење избора параметара реалног модела, креирани су и контролери процеса, а њихови експериментални резултати приказани независно остављајући простор читаоцу да сам донесе закључке о применљивости и оправданости употребе сваког од них.

Шесто поглавље износи целокупан утисак о степену реализације почетне идеје, са освртом на чињеницу да приказани резултати, поготово експериментални, представљају само један од многобројних начина на који се могло приступити реализацији пројекта, чак иако се ограничимо искључиво на примену предиктивних контролера, који како је раније показано поседују велики број додирних тачака са осталим класичним реализацијама контролера попут *Linear Quadratic*, *Linear Quadratic Gaussian*, *Proportional Integral Differential*, *Pole Placement*, као и могућност имплементације *Quadratic Programming* алгоритама у случају ограничења.

### 3. Оцена рада и закључак

Мастер рад кандидата Милоша Слијепчевића садржи анализу и поступак пројектовања предиктивног алгорита за контролу *cart-pole* система, реалног модела обрнутог клатна. Предложени експериментални алгорита се показао као ефикасан пре свега у смислу стабилизације клатна око вертикалне осе и отклона излазних поремећаја.

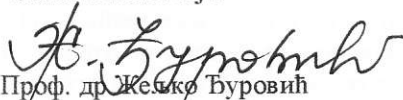
Милош Слијепчевић у првом делу тезе дао је опширан преглед теорије која се користи како приликом моделовања динамике система обрнутог клатна тако и предиктивног управљања. У другом делу тезе детаљно је описао начин реализације управљачких алгоритама за конкретни модел, како симулационог тако и реалног система. Анализа перформанси алгоритама вршена је коришћењем програмског пакета *MATLAB*, а експериментална реализација развијена још и употребом програма *Labview*. Структуре, шеме и добијене резултате приказао је на јасан и недвосмислен начин приказао преко дијаграма, графика и табела.

У свом мастер раду Милош Слијепчевић показао је креативност и истраживачки дух. Тема коју је одабрао веома је важна јер представља спој академског теоријског знања и практичног лабораторијског искуства.

На основу изложеног Комисија са задовољством предлаже Наставно - научном већу да прихвати мастер рад под насловом "Методe регулације *cart-pole* система и његова примена у индустрији". И да његовом аутору, кандидату Милошу Слијепчевићу, дипл. инж., одобри усмену одбрану.

Београд, 24. 12. 2012. године

Чланови Комисије:

  
Проф. др Жељко Буровић

  
Проф. др Вељко Папић