

**ДО  
НАСТАВНО-НАУЧНИОТ СОВЕТ  
НА МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ – СКОПЈЕ**

**П Р И Ј А В А**

за изработка на Магистерска работа од дипл. маш. инж. Гоце Тасевски

Го молам Наставно-научниот совет на Машинскиот факултет во Скопје, бидејќи ги положив сите испити предвидени со програмата за последипломски студии на Институтот за механика, со Истражувачко подрачје: Мехатроника, да ми одобрите изработка на Магистерска работа под работен наслов:

**ДИНАМИЧКО И МАТЕМАТИЧКО МОДЕЛИРАЊЕ НА МЕХАТРОНИЧКИ  
СИСТЕМ НА МАШИНА ЗА ОБРАБОТКА НА ЖИЦА СО АНАЛИЗА НА  
ВЛИЈАТЕЛНИТЕ ПАРАМЕТРИ**

За ментор на Магистерскиот труд го предлагам Проф. д-р Кочо Ангџушев

Прилог: Образложение на темата на Магистерскиот труд

Со почит,  
Скопје, 22.09.2009 год.

Подносител на пријавата  
Гоце Тасевски, дипл. маш. инж.

**Предмет:** Пријава на тема за магистерска работа

**Наслов на тема:** Динамичко и математичко моделирање на мехатронички систем на машина за обработка на жица со анализа на влијателните параметри.

**Институт:** Механика

**Кандидат:** Гоце Тасевски, дипл. маш. инж.

**Предлог за ментор:** Проф. д-р Кочо Ангусhev

## 1. Образложение на темата

Остварувањето на функционалноста на еден технички систем во минатото се постигнувало на тој начин што одделни функционални групи и детали, конструирани и оптимизирани независно еден од друг се обединувале во еден општ систем. Меѓутоа, се почесто на системите и процесите им се наметнувале нови барања во поглед на исполнување на повеќе функции истовремено т.е. мултифункционалност, намалување на потребното време за обработка на информациите, адаптација во различни работни средини и т.н. Сето ова доведува до потребата од интердисциплинарна соработка која ќе овозможи квалитетно извршување на поставените барања. Денес, многу технички процеси и системи во полето на механиката и електротехниката покажуваат зголемено интегрирање на механиката со дигиталната електроника и процесирањето на информациите оптимизирани како заедничка целина. Оваа интеграција помеѓу компонентите (хардверот) заедно со информациите-управувачките функции (софтверот), резултира во високо интегриран систем наречен мехатронички систем. Главна карактеристика на овие мехатронички системи покрај нивниот хетероген карактер секако е и нивната комплексност. Поради ова, нивното развивање вклучува изнаоѓање на оптимален баланс помеѓу основната механичка структура, имплементација на сензорите и актуаторите, автоматската обработка на информациите и целокупното управување. Најчесто, поранешните функции што се извршувале со механички елементи се заменети со електронски управувачки функции, кое што резултира со поедноставна механичка структура и зголемена функционалност. Развојот на мехатроничките системи отвора простор за многу иновативни решенија и синергиски ефекти, кои што не се можни посебно само со механиката или само со електротехниката. Овој технички прогрес има огромно влијание на широк спектар на производи во полето на механиката, електротехниката и електрониката со што го менува дизајнот, како на пример, кај конвенционалните електромеханички компоненти, машините, возилата и прецизните механички уреди, со зголемен интензитет.

Суштинската карактеристика на мехатроничкиот инженер, и клучот за успех при конструирањето на мехатроничките системи, е неговата вештина подеднакво добро да ги знае следните два чекори:

1. Моделирање (физичко и математичко), анализа на моделот остварена преку компјутерска симулација во соодветен програмски пакет, како и дизајнирање на управувањето на динамичките физички системи. Сето ова бара прецизно познавање

на статичките, кинематските и динамичките релации помеѓу влезните и излезните променливи во системот, како и можностите за влијание врз нив преку управувачки функции.

2. Експериментално валидирање на моделите и анализа (компјутерската симулација без експерименталната верификација во најдобар случај е дискутабилна а во најлош случај е бескорисна), како и разбирање на клучните прашања поврзани со хардверската интеграција.

Во овој магистерски труд ќе се направи обид да се моделира еден степен за редукција од машина за обработка на жица која претставува комплексен мехатронички систем, а потоа и експериментално да се верифицира. Степенот за редукција на дијаметарот на жицата е составен од еден барабан на кој се намотува жицата, кој пак е погонуван од еден асинхрон индукционен мотор. Жицата преку една подвижна полука се води во матрица за редукција, а потоа на нареден степен за редукција и.т.н. Улогата на подвижната полука е да врши дијагностицирање на потребната моментална брзина која што треба да ја има асинхронниот индукционен мотор во случај кога настанува некое пореметување во работата на системот, за да не дојде до кинење на жицата а со тоа и прекин на работата на машината. Притоа, од нејзината моментална позиција се генерира соодветен сигнал, кој преку еден програмабилен логички контролер и полупроводнички преобразувач на фреквенција, со методот на векторско управување, врши промена на брзината на моторот. Како што може да се забележи, станува збор за систем кој се одликува со висока динамика и точност. Затоа, овде се наметнува прашањето за интерактивната зависност помеѓу позицијата на подвижната полука и моменталната брзина на асинхронниот мотор, односно нивното меѓусебно влијание.

Според тоа, истражувањата кои ќе бидат опфатени во овој труд ќе се однесуваат на:

- детерминирање на принципот на работа на машината со посебен акцент на динамичкиот модел на машината, и векторското управување во склоп на фреквентниот регулатор кој управува со брзината на моторот.
- изработка на компјутерски модел на степенот за редукција, со користење на програмскиот пакет MATLAB/Simulink.
- експериментални мерења извршени на реален систем, приказ на добиените резултати во облик на дијаграм и анализа на истите.

## 2. Цели на истражувањето

Иако машините за обработка на жица веќе долго време се во употреба во металната индустрија сепак, како комплексни мехатронички системи по својата природа, нудат широко поле за истражување кое не е доволно покриено. Машините за обработка на жица, откако се вовеле мехатроничките системи во нивната конструкција, успеале да ја зголемат својата продуктивност за 120% поради “финото” пратење на исклучителната динамика на процесот и намалувањето на бројот на застои заради автоматската регулација на параметрите на машината во случај на некој пореметувачки фактор. Со оглед на тоа, со истражувањата кои ќе се спроведат во овој магистерски труд се очекува да се добијат сознанија кои ќе бидат применливи од теоретски и практичен аспект, односно да се даде прилог кон досегашните теоретски основи и научни достигнувања.

За таа цел, врз основа на подетално проучување на структурата на една таква машина и детерминирање на релациите помеѓу нејзините функционални делови, ќе се премине кон разработка на динамички модел на механичките склопови. За така развиениот динамички модел се развива математички модел во облик на диференцијални равенки, кој покасно ќе се искористи за компјутерско моделирање и симулирање на системот со употреба на програмскиот пакет MATLAB/Simulink.

За да се изврши верификација на резултатите добиени од компјутерскиот модел направени се експериментални мерења на една реална машина во работни услови, и

пристапено е кон анализа и споредба на резултатите од компјутерската симулација и експерименталните испитувања со цел да се оцени нивната усогласеност. Од овде произлегуваат одговори кои многу допринесуваат за разбирање на однесувањето на системот, а воедно можат да се добијат и потребните насоки за понатамошните истражувања во оваа област, посебно за оптимизација на работењето на машината и зголемување на продуктивноста.

### **3. Методологија на истражувањето**

Методологијата која што ќе се употреби за остварување на целите на истражувањето во оваа магистерска работа може да се изрази преку следните чекори:

- Анализа на литературните извори кои се однесуваат на разгледуваната проблематика
- Определување на целите и методите на истражувањето
- Проучување на можностите кои ги нуди програмскиот пакет MATLAB/Simulink за посакуваните цели
- Изведување на динамички и математички модел и негова интерпретација преку разработка на соодветен компјутерски модел
- Експериментални испитувања на реален систем
- Споредба на добиените резултати и верификација
- Анализа и коментар на резултатите произлезени од истражувањето
- Текстуално оформување на магистерскиот труд и изнесување на заклучоци и препораки за понатамошни истражувања во областа.

### **4. Очекувани резултати од истражувањето**

Со спроведените истражувања во овој магистерски труд се очекува да се развие динамички и математички модел за еден тип на често употребувана машина за редукција на дијаметарот на жица, како мехатронички систем. Потоа, да се детерминираат влијателните параметри и да се проектира мехатронички систем кој ќе обезбеди континуирано стабилно и продуктивно работење на машината без застои, без оглед на пореметувачките параметри на истата. Одговорот на пореметувачките параметри да биде комплетно автоматизиран а притоа да не дојде до никаков застој. Исто така, се очекува да се постигне задоволителна усогласеност на резултатите од испитувањата на моделот со оние добиени од извршените експериментални мерења.

Истражувањата кои се извршени треба да помогнат во разбирањето на функционирањето на мехатроничкиот систем на машината, како и да бидат поттик за понатамошно истражување во оваа област.

### **5. Користена литература**

- [1] Per Enghag, Steel wire technology, Sweden, February 2003.
- [2] Members of the wire association international, Ferrous wire-Volume 1, Guilford, Connecticut, U.S.A.
- [3] Members of the wire association international, Ferrous wire-Volume 2, Guilford, Connecticut, U.S.A.
- [4] Благој Туцаров, Динамика, Машински факултет, Скопје, 1993.

- [5] Кочо Анѓушев, Влијание на вибрациите на кинематичките членови кај механизми со затворена и отворена кинематичка структура врз точноста на нивното работење, Докторска дисертација, Скопје, 1998.
- [6] Слободан Мирчевски, Автоматско управување на електромоторни погони, Електротехнички факултет, Скопје.
- [7] Слободан Мирчевски, Електромоторни погони-предавања, Електротехнички факултет, Скопје.
- [8] Лидија Б. Петковска, Микромашини, Електротехнички факултет, Скопје, 1995.
- [9] Горан Р. Рафајловски, Моделирање и истражување на системи за векторско управување на асинхрони мотори, Докторска дисертација, Скопје, 1995.
- [10] Leonhard, W., Control of electrical drives, Berlin, 1996.
- [11] John Chiasson, Modeling and high-performance control of electric machines, New Jersey, 2005.
- [12] Bose, B. K., Modern power electronics and AC drives, New Jersey, 2002.
- [13] Jugoslav Lepka, Petr Stekl, 3-Phase AC Induction motor vector control using a 56F80x, 56F8100 or 56F8300 device, 2005.
- [14] Dal Y. Ohm, Dynamic model of induction motors for vector control, Drivetech, Inc., Blacksburg, Virginia.
- [15] NEC Corporation, An Introduction to vector control of AC motors using the V850, Germany, 2002.
- [16] Иван Мицкоски, Христијан Мицкоски, Проектирање на мехатронички системи, Скопје, 2008.
- [17] Isermann, R., Mechatronic systems: fundamentals, Springer-Verlag, London, 2003.
- [18] Bolton, W., Mechatronics: electronic control systems in mechanical and electrical engineering, 2008.
- [19] Steven T. Karris, Introduction to simulink with engineering applications, U.S.A., 2006.
- [20] <http://www.mathworks.com/>
- [21] [http://ccd.ns.ac.yu/aus/auenerg/auenerg\\_doc/ac/Poglevlje%20FR%20prilagodjeno%20za%20AuEN.pdf](http://ccd.ns.ac.yu/aus/auenerg/auenerg_doc/ac/Poglevlje%20FR%20prilagodjeno%20za%20AuEN.pdf)
- [22] Lenze 9300EV user manual.
- [23] Mitsubishi Programmable Controller hardware manual.
- [24] Mitsubishi Programmable Controller programming manual.