

УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ
МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ
КАТЕДРА ЗА ПРОИЗВОДНО МАШИНСТВО



**Програмирање нумерички управљаних
машина помоћу САМ система**

-Дипломски рад-

Кандидат:
Јанковић К. Милан 9431

Ментор:
Проф. Др Миодраг Т. Манић

Ниш, мај 2008.

САРДЖАЈ

1. УВОД	- 4 -
1.1. ТЕМА РАДА	- 5 -
1.2. ЦИЉ РАДА	- 5 -
1.3. САДРЖАЈ РАДА	- 6 -
2. НУМЕРИЧКИ УПРАВЉАНЕ МАШИНЕ	- 7 -
2.1. ПРИМЕНА НУМЕРИЧКИ УПРАВЉАНИХ МАШИНА	- 12 -
2.2. ПРЕДНОСТИ И НЕДОСТАЦИ НУМЕРИЧКИ УПРАВЉАНИХ МАШИНА АЛАТКИ	- 13 -
2.3. СТРУКТУРА НУМЕРИЧКИ УПРАВЉАНИХ МАШИНА АЛАТКИ	- 14 -
2.3.1. Погонски системи	- 15 -
2.3.2. Мерни системи	- 17 -
2.4. НУМЕРИЧКИ УПРАВЉАНА МАШИНА - УПРАВЉАНИ СИСТЕМ	- 18 -
2.4.1. Постоља и кућишта	- 19 -
2.4.2. Клизне вођице	- 20 -
2.4.3. Системи за измену алата	- 20 -
2.4.4. Системи за подмазивање	- 22 -
2.4.5. Системи за хлађење	- 22 -
2.4.6. Нумерички управљачка јединица	- 23 -
2.4.7. Начин рада нумерички управљачке јединице	- 24 -
2.4.8. Командна табла	- 25 -
2.4.9. Врсте управљања	- 26 -
2.4.10. Интерполација	- 28 -
2.4.11. Произвођачи нумерички управљачких јединица	- 29 -
3. МЕТОДЕ ПРОГРАМИРАЊА НУМЕРИЧКИ УПРАВЉАНИХ МАШИНА АЛАТКИ	- 35 -
3.1. РУЧНО ПРОГРАМИРАЊЕ	- 36 -
3.2. СТРУКТУРА ПРОГРАМА	- 37 -
3.3. ПРОГРАМИРАЊЕ У ПОГОНУ	- 40 -
3.4. ПРОГРАМИРАЊЕ НУМА ПОМОЧУ РАЋУНАРА	- 41 -
3.5. МОДУЛИ ИНТЕГРИСАНИХ CAD/CAM СИСТЕМА	- 44 -
4. САМ СИСТЕМИ	- 48 -
4.1. САМ ПРОГРАМИ	- 50 -
4.1.1. MASTERCAM®	- 50 -
4.1.2. CATIA	- 52 -
4.1.3. Pro/ENGINEER	- 54 -
4.2. ПРИКАЗ САМ СИСТЕМА PRO/ENGINEER-у	- 55 -
5. ИЗРАДА МОДЕЛА ИЗРЕДКА У 3Д	- 56 -
5.1. ПРИПРЕМА ГЕОМЕТРИЈЕ ПРИПРЕМКА	- 56 -
5.2. ПРИПРЕМА ВИРТУЕЛНОГ СКЛОПА – ПРИПРЕМАК/ИЗРАДАК	- 56 -
5.3. ДЕФИНИСАЊЕ МОДЕЛА ТЕХНОЛОШКОГ ПРОЦЕСА	- 57 -
5.3.1. Дефинисање система стезања за стругање	- 57 -
5.3.2. Дефинисање система стезања за бушење на обрадном центру	- 58 -
5.4. ПРИПРЕМА ГЕОМЕТРИЈЕ ОБРАДНОГ СКЛОПА	- 58 -
5.5. КРЕИРАЊЕ ОПЕРАЦИЈЕ(А) И ДЕФИНИСАЊЕ ПАРАМЕТАРА ОПЕРАЦИЈА	- 60 -
5.6. ДЕФИНИСАЊЕ ОБРАДНЕ ГЕОМЕТРИЈЕ (ТЗВ. MFG – GEOM. FEATURES)	- 62 -
5.7. КРЕИРАЊЕ ЗАХВАТА (ИЗБОР ТИПСКОГ ЗАХВАТА)	- 62 -
5.8. ИЗБОР И ДЕФИНИСАЊЕ ПАРАМЕТАРА СИСТЕМА АЛАТА	- 63 -
5.9. СИМУЛАЦИЈА ИЗРАДЕ ДЕЛА	- 64 -
5.10. ПРИКАЗ ДЕЛА И ТЕХНОЛОШКИ ПОСТУПАК ИЗРАДЕ ТОГ ДЕЛА	- 64 -
5.11. ОПИС ПРОГРАМСКОГ КОДА	- 69 -
6. ИЗРАДА ТЕХНОЛОШКОГ ПОСТУПКА ПОМОЋУ CAPP СИСТЕМА TEPOST	- 70 -
6.1. CAPP СИСТЕМИ	- 70 -
6.1.1. Развој CAPP система	- 70 -
6.1.2. Структура CAPP система	- 70 -
6.2. ПОДЕЛА CAPP СИСТЕМА	- 73 -
6.2.1. Модели пројектовања технолошких процеса	- 73 -
6.2.2. Мануални прилаз	- 73 -

7.	ОПИС РАДА ТЕРОСТ-А	- 75 -
7.1.	КРЕИРАЊЕ ТЕХНОЛОШКОГ ПОСТУПКА	- 75 -
7.2.	УНОС ОСНОВНИХ ПОДАТАКА О ТЕХНОЛОШКОМ ПРОЦЕСУ	- 76 -
7.3.	ОПИС ПРИПРЕМКА	- 76 -
7.4.	ОПЕРАЦИЈЕ	- 77 -
7.5.	ИЗБОР МАШИНА	- 78 -
7.6.	ЗАХВАТИ	- 79 -
7.7.	ПАРАМЕТРИ ЗАХВАТА	- 80 -
7.8.	МОДИФИКОВАЊЕ ТЕХНОЛОШКОГ ПОСТУПКА	- 81 -
7.9.	ИЗВЕШТАЈ	- 82 -
7.10.	ОПЕРАЦИОНИ ЛИСТ КАО ИЗЛАЗ ИЗ ТЕРОСТ-А	- 82 -
7.11.	АЖУРИРАЊЕ БАЗЕ	- 89 -
7.11.1.	Дефинисање машина	- 89 -
7.11.2.	Дефинисање алата	- 91 -
7.11.3.	Дефинисање операција	- 94 -
7.11.4.	Дефинисање захвата	- 94 -
8.	ЗАКЉУЧАК	- 96 -
9.	ЛИТЕРАТУРА	- 97 -
10.	БИОГРАФИЈА	- 98 -

1. УВОД

Савремено тржиште и његова глобализација поставља захтеве за све сложенијим производима и великим бројем различитих варијанти пројектних решења, а све то како би се задовољили специфични захтеви крајњег купца. Конкуренција на глобалном светском тржишту посебно је изражена у машиноградњи, аероиндустрији, аутоиндустрији, електронској и сличним индустријама, при чему се као један од приоритета поставља захтев за сталним повећањем квалитета производа, а прати га захтев за смањењем цене, као и смањењем времена изласка производа на тржиште, што је немогуће остварити без флексибилних производних система (ФПС). Са техничко-технолошког аспекта, опстанак на тржишту условљен је сталним увођењем нових технологија као што су програмабилна и флексибилна аутоматизација, компјутерски интегрисана производња (CIM – *Computer Integrated Manufacturing*) и нови концепти као што су холонички производни системи (HSM – *Holonic Manufacturing Systems*), агилни производни системи (AMS – *Agile Manufacturing Systems*), интелигентни производни системи (IMS – *Intelligent Manufacturing Systems*) и сл. Увођење оваквих система води у правцу развоја фабрика 21. века. У области пројектовања и израде нових производа и технологија примена компјутера кроз увођење система као што су компјутерски подржано пројектовање (CAD – *Computer Aided Design*), компјутерски подржана производња (CAM – *Computer Aided Manufacturing*), компјутерски подржано конструисање (CAE – *Computer Aided Engineering*) и других сличних система и њихова интеграција кроз CIM, је императив у одржавању конкурентног положаја на тржишту.

Од своје појаве раних шездесетих година прошлог века до данас, CAD/CAM технологије су имале и имају неизмеран утицај на развој производа. Око 75 % производних компанија у САД и преко 80% компанија у Немачкој, која се сматра једном од водећих економских сила уједињене Европе, користе имплементиране CAD/CAM технологије. Као резултат овог утицаја CAD/CAM технологије сматрају се највећим инжењерским достигнућем у 20. веку, а сигурно је да ће се њихов развој наставити и у будућности.

Уз примену рачунара данас се изводи пројектовање производа, инжењерски прорачуни и анализе, пројектовање технолошког процеса (CAPP – *Computer Aided Process Planning*), управљање информацијама (EDM – *Engineering Data Management*, PDM – *Product Data Management*), уопште, комплетна производња је интегрисана и подржана рачунаром. Наиме, у развијеним земљама је незамисливо вратити се на начин производње од пре само неколико година.

Развој нових средстава, како софтверских и хардверских, тако и развој машина и робота, као и њихово усавршавање, има за циљ и да се смањи директно ангажовање човека у процесима рада. Њиховом применом у процесу производње ослобађа се људска снага као извор енергије и човек као извршилац одређеног рада, а улогу извора енергије и непосредног извршиоца рада преузима машина.

Развијајући ова средства, човек развија и њихове системе управљања. Системи управљања треба да га замене у управљању механизмима и машинама. Машине и процес израде се тако аутоматизују, чиме се мења и улога човека у процесу производње: човек од извршиоца постаје организатор и контролор радног процеса. Све ово омогућују одређени системи управљања машинама. Тиме се остварују процеси израде делова са унапред задатим операцијама, без учешћа човека. Човек не управља свим покретима, свим радњама, него као организатор рада задаје машини одређени програм рада који она самостално обавља. Мере које омогућују да се неки процес са одређеним операцијама реализује самостално, без учешћа човека, а који се може понављати и више пута, одређују степен аутоматизованости машина. Ако се зна број аутоматизованих функција машине и укупан број функција машине, њихов однос одређује степен аутоматизованости машине. Према томе врши се груба подела аутоматизованости машине на следећи начин:

- основни или први ниво аутоматизованости машине је извршавање задатих информација (механички аутомати, машине са контактним убадањем као и машине са копирним системом управљања);
- средњи или други ниво је преношење и извршавање задатих информација (нумерички управљане машине које поред извршавања и преносе одређене информације);
- виши или трећи ниво је стварање, преношење и извршавање информација (нумерички управљане машине које имају потпуно или делимично управљање у спрези са рачунаром).

Управљање машином алатком помоћу унапред припремљеног програма познато је као нумеричко управљање (NC - *Numerical Control*). Класичне, стандардне или конвенционалне машине алатке, које су допуњене специјалним моторима, сензорима и управљачким јединицама представљају нумерички управљане машине алатке (НУМА).

1.1. Тема рада

Тема овог дипломског рада је програмирање нумерички управљаних машина помоћу САМ система. У раду је дат пример израде дела на нумерички управљаном стругу и обрадном центру. Како би се тема што више приближила читаоцу пре описа технологије израде дела описане су нумерички управљане машине алатке, методе њиховог програмирања и САМ системи.

1.2. Циљ рада

Иако је остварен веома висок ниво примене информатичких технологија у производном машинству када су у питању пројектовање производа, инжењерски прорачуни и анализе, у области пројектовања CNC технологија (*Computer Numerical Control*) квалитет НУ програма још увек зависи у великој мери од знања и искуства технолога. Путања алата се при обради просторно сложених површина аутоматски генерише применом CAD/CAM система. Међутим, врсте обраде, редослед операција, алата и режиме обраде одређује технолог у оквиру широког спектра различитих могућности избора. Сама структура НУ програма, захтева да се технолошки параметри дефинишу редоследно, а да се показатељи технолошког процеса (време обраде, степен искоришћења обрадних центара, искоришћење задате постојаности алата, количина алата, итд.) сагледавају на крају израде CNC програма. Посебан проблем за технологе представља израда CNC програма, који има унапред дефинисан неки излазни параметар, као нпр. време обраде. Он се изузетно компликује, у случају када се тражи израда CNC програма за групу различитих делова, који се израђују у различитим серијама и истовремено обрађују у флексибилном производном систему, на више обрадних центара са датим степеном искоришћења, а у укупно задатом времену.

Циљ овог дипломског рада је да се на једном конкретном примеру покажу могућности које пружа нумеричко управљење машинама и његове (неупоредиве) предности у односу на израду делова на конвенционалним машинама. Међутим, са друге стране видеће се да пројектант данас, да би користио све постојеће алата, потенцијал и могућности CNC технологије, мора да располаже знатно већим знањем него што је располагао пре само пар година.

1.3. Садржај рада

Дипломски рад је подељен у десет целина, први део садржи уводна разматрања у којима су дати основни појмови и њихове скраћенице које су везане за тему и јављају се у даљем тексту.

У другом делу рада описане су НУМА, њихова примена, предности, недостаци и структура. Описана је и нумерички управљачка јединица (НУЈ) као посебна целина обрадног система, такође датасу и имена неких најпознатијих светских произвођача ових машина.

У трећем делу описане су методе програмирања НУМА, структура програма, као и модули интегрисаних CAD/CAM система.

Четврти део су САМ системи. Дат је опис и примена САМ система, као и примери неких најпознатијих САМ система који се данас користе у свету.

У петом делу дат је пример израде дела на нумерички управљаном стругу и на обрадном центру. Припрема модела технолошког процеса урађена је помоћу модула Pro/NC софтверског пакета Про/Енгинеер.

У шестом делу дат је опис израде технолошког поступка помоћу ЦАПП система, док је у седмом делу детаљно описан рад у систему ТЕПОСТ.

У преостала три дела овог рада дати су закључак, литература и кратка биографија аутора дипломског рад.

8. ЗАКЉУЧАК

Ефикасна експлоатација савремених технолошких система се не може замислити без примене рачунара и CAD/CAM/CNC програмских система најновије генерације. Основни разлози за то су брзина и квалитет пројектовања и израде производа што су неопходни предуслови за његов успешан век на тржиштима модерног света. При томе се као узор производње у будућности најчешће помиње концепција рачунаром интегрисане производње (CIM), која обухвата интеграцију свих активности применом рачунара у производном процесу, почев од фазе планирања до реализације производа, укључујући и примену најсавременијих Интернет и Интранет комуникација између учесника у том процесу.

Један од важних сегмената тако конципираног производног процеса представља и процес аутоматизованог програмирања, односно аутоматизоване израде управљачких програма за управљање нумерички управљаним машинама алаткама, што се реализује применом САМ програмских система.

Када се говори о будућем развоју *Computer Aided* технологија, мора се констатовати и следећа чињеница: за хардверски део је доста тешко дати неку посебну процену, пошто је у том делу, у последње време, напредак најизраженији, па се више не поставља питање ни брзине, ни величине меморије и диска. У софтверском делу, то показују и проведене анализе већег броја литературних наслова, основна намера је развој Интелигентних СА система (ICA).

Интелигентни системи убрзо ће добити широку примену како у производњи, тако и у свим сегментима нашег живота. У последње време развијена је и теоријска поставка концепта комплетних интелигентних фабрика.

9. ЛИТЕРАТУРА

- Мирослав Калајџић, Љубодраг Тановић, Бојан Бабић, Милош Главоњић, Зоран Миљкобић, Радован Пузовић, Бранко Кокотовић, Михајло Поповић, Саша Живановић, Драган Тошић, Иван Васић, Технологија обраде резањем – приручник (ТОРП), Машински факултет Београд, 1999.
- Горан Девацић, CAD/CAM технологије, Машински факултет Крагујевац, 2004
- Др Миодраг Манић, Технолошки системи, предавања, Машински факултет Ниш, 2005
- Др Миодраг Манић, Програмирање НУМА (САМ системи), предавања, Машински факултет Ниш, 2005
- Др Миодраг Манић, Пројектовање производних система применом рачунара, штампана предавања, Машински факултет Ниш, 2003
- Др Миодраг Манић, Спасић Д.; Нумерички управљане машине, Ниш, 1998
- Интернет презентације:
 - <http://www.sea.siemens.com/Industry>
 - <http://www.cadam.com>
 - <http://www.3ds.com/home/>
 - <http://www.ptc.com/>
 - <http://www.emco.at/index.php>
 - <http://www.mastercam.com/>
 - <http://www.fanuc.co.jp/en/product/fa.htm>
 - <http://www.delcam.com>
 - <http://www.directindustry.com/industrial-manufacturer/cad-cam-software-64377.html>
 - <http://www.directindustry.com/tab/cnc-control-unit.html>