

Факултет инжењерских наука

Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Производно машинство

Предмет: Производне технологије

Број индекса: 109/2010

Муњић Р. Драгана

УПРАВЉАЧКА ЈЕДИНИЦА „HEIDENHAIN” И ЊЕНА ПРИМЕНА У СНС ГЛОДАЊУ

завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. др Богдан Недић

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру завршног рада кандидат треба да опише и анализира:

Обрадне центре и CNC глодалице,

Програмирање CNC машина,

Дати опис HEIDENHAIN уптављачке јединице и на примеру показати програмирање применом ове управљачке јединице.

Препоручена литература:

1. Богдан Недић: Наставни материјал, Машински факултет Крагујевац, Крагујевац 2008.

2. Иво Сладе: „CNC глодање EMCO MILL“ Школска књига Загреб, Загреб 2004.

3. Проф. др Вучко Мечанин дипл.инж., Програмирање обрадних процеса на CNC машинама, Машински факултет Краљево, 1997.

Крагујевац, 2013.

Ментор:
Проф. Др Богдан Недић

Резиме:

У оквиру овог рада дата је анализа обрадних центара и CNC глодалица, програмирање CNC машина где су описане врсте програмирања и координатни системи. Анализиран је нож за просецање лима који се производи у предузећу „UNIOR formingtools d.o.o“ Крагујевац. Обрада се изводи на глодалици која поседује управљачку јединицу HEIDENHAIN. У раду је дат опис ове управљачке јединице. Приказан је поступак машинирања ножа за просецање лима, нож се моделира у програму Catia, а поступак машинирања изводи се у програмском пакету ProEngineer Wildfire 4.0. На крају рада урађен је програм којим се врши обрада ножа за просецање лима.

Кључне речи: програмирање, нож за просецање лима, машинирање, моделирање, програм.

Summary:

This work provides an analysis of processing centers and CNC milling machine, CNC machine programming where the types of programming and coordinate systems are described. The knife for cutting sheet metal is analyzed and it is produced in "UNIORformingtools Ltd." Kragujevac. The processing is performed on the milling machine that has HEIDENHAIN control unit. And this work presents a description of that control unit. The procedure of machining the knife for cutting sheet metal is presented here ,the knife is modeled in Catia, and processing procedure is performed in the software package ProEngineer Wildfire 4.0. At the end of the paper,the program has been done that describes the processing of the knife for cutting sheet metal.

Key words: programming, the knife for cutting steel metal, machining,modeling,program.

Садржај:

1. УВОДНА РАЗМАТРАЊА.....	6
2. ОБРАДНИ ЦЕНТРИ И CNC ГЛОДАЛИЦЕ.....	8
2.1. CNC глодалице	13
3. ПРОГРАМИРАЊЕ CNC МАШИНА.....	15
3.1. Ручно програмирање.....	18
3.1.1. Координатни систем.....	19
3.1.2. Референтне тачке CNC глодалица	22
3.1.3. Референтни систем CNC глодалице	23
3.1.4. Апсолутни и инкрементални координатни систем	24
3.2. Полуаутоматизовано (полумашинско) програмирање	26
3.3. Аутоматизовано (машинско) програмирање.....	27
4. „ HEIDENHAIN” УПРАВЉАЧКА ЈЕДИНИЦА	29
4.1. Опис тастера	31
4.1.1. Функцијски тастери.....	32
4.1.2. Машинско – управљачка тастатура.....	35
4.1.3. Изглед екрана	37
4.2. Циклуси.....	37
4.3. Креирање и писање програма	44
4.4. G функције	44
4.4.1. Програмирање кретања алата са правоуглим координатама	45
4.4.2. Програмирање кретања алата са поларним координатама	45
4.4.3. Циклуси бушења	45
4.4.4. Изрези, отвори и жлебови	46
4.4.5. Тачкасти шаблон.....	46
4.4.6. СЛ-циклуси групе ИИ	46
4.4.7. Израда редова	46
4.4.8. Циклуси за прорачун координата	46
4.4.9. Посебни циклуси.....	47
4.4.10. Систем тастатуре – циклуси	47
4.4.11. Систем тастера – циклуси.....	47
4.4.12. Обрада равни постављање.....	48
4.4.13. Ивице, заобљења, контуре прилажење/напуштање	48
4.4.14. Алат – дефиниција	48

4.4.14. Алат – коректура радијуса	48
4.4.15. Мерни параметри.....	48
4.4.16. Мерне јединице – постављање (Програм-почетак)	48
4.4.17. Дефиниција необрађеног комада за графику.....	48
4.4.18. Посебне G-функције	48
4.5. Q-параметри функција	49
4.6. Адресе.....	49
4.7. M команде.....	50
4.7.1 Програмско заустављање M00	50
4.7.2. Дефинисање наредби вретена.....	50
4.7.3. Дефинисање наредби SHP	51
4.7.4. Функције дефинисања наредби замене алата	51
4.7.5. Функција краја програма M30	51
4.7.6. Списак M команди.....	51
5. ПРИМЕР „НОЖ ЗА ПРОСЕЦАЊЕ ЛИМА “	53
6. ЗАКЉУЧАК	74
7. ЛИТЕРАТУРА	75

1. УВОДНА РАЗМАТРАЊА

Производња алата у Србији отпочета је 1853. године, оснивањем првог индустријског предузећа „Тополивница“. У Другом светском рату фабрика алата је била потпуно уништена. После обнављања фабрике, од 1947. године под именом „Алатница“ послује у систему „ЦРВЕНА ЗАСТАВА“. Педесетих година извршено је премештање фабрике на данашњу локацију. По изласку из групе „Застава“, фабрика послује независно под именом „Застава алати д.о.о.“. На 46. међународном сајму технике у Београду, добија златну медаљу за квалитет пресерских алата. 2005. године успешном приватизацијом већински власник фирме постаје словеначки UNIOR d.d., а фабрика послује под називом UNIOR Components d.o.o. односно UNIOR Components a.d.. 2008. године UNIOR Components a.d. издваја производњу пресерских алата и заједно са WEBA Maribor d.o.o. оснива самостално привредно друштво које своје пословање започиње под називом WEBA Kragujevac d.o.o. 2009. године UNIOR d.d., Зрече од WEBA Maribor d.o.o. стиче 74% удела у друштву WEBA Kragujevac d.o.o. и друштво мења пословно име у UNIOR formingtools d.o.o., Крагујевац, под којим послује до јула 2013. године. [8]



Слика 1. Предузеће UNIOR formingtools d.o.o [8]

Предузеће „UNIOR formingtools d.o.o.“ је фирма са дугогодишњом традицијом производње пресерских алата и препознатљивим наступом на европском и светском тржишту ауто и авио индустрије.

На основу техничко-технолошких захтева купца и у складу са технологијом коју поседује предузеће „UNIOR formingtools d.o.o.“ производи:

- Прогресивне алате,
- Пресе (хидрауличке и механичке),
- Трансфер алате и
- Пресерске алате-појединачне. [8]

На основу 3D модела и цртежа делова добијених од купца, припрема се метода за добијање производа уз поштовање захтева и технолошких могућности купца. За добијање поуздане методе користи се симулација процеса деформације лима у најсавременијим softwerima. Она обезбеђује сигурност добијања захтеваних форми и скраћује процесе, како израде алата тако и добијања коначног производа. Конструкција алата ради се у software-у Catia V5, која омогућује добру прегледност при дизајнирању и смањује могућност грешака, како у конструкцији тако и у изради. За израду CNC програма користи се програмски пакет ProEngineer. [8]

За пробе алата користе се :

- Хидрауличке пресе и
- Механичке пресе.

У оквиру овог рада, у следећем поглављу описани су обрадни центри и CNC глодалице, као и предности и недостаци примене CNC система.

У трећем поглављу описано је програмирање CNC машина и врсте програмирања: ручно, полуаутоматизовано (полумашинско) и аутоматизовано (машинско) програмирање CNC машина.

Затим у четвртном поглављу дат је опис HEIDENHAIN TNC 426 управљачке јединице.

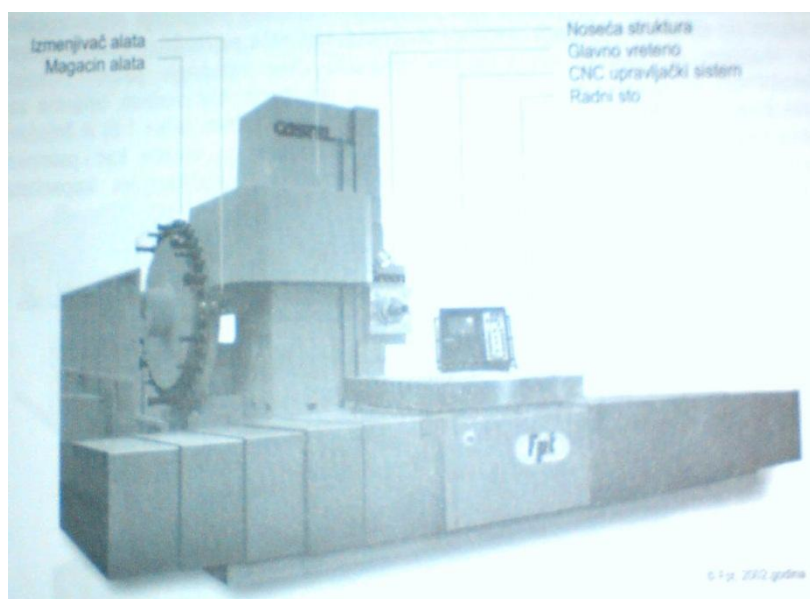
У петом поглављу описана је опрема за рад у предузећу „UNIOR formingtools d.o.o.“ и дат је пример.

На крају је дат закључак и преглед коришћене литературе.

2. ОБРАДНИ ЦЕНТРИ И СНС ГЛОДАЛИЦЕ

Обрадни центри (енг. Machining Centers) су машине алатке са CNC управљањем, које имају у свом машинском систему магацин алата са аутоматским измењивачем и систем за аутоматско одвођење струготине из зоне резања. Могу се користити у индустрији прераде метала као и друге CNC машине алатке у виду аутономних обрадних система. Уколико обрадни центри имају и систем за аутоматску измену обрадака (систем за аутоматску измену палета), могу се интегрисати у флексибилни технолошки систем (ФТС).

Обрдни центри могу бити у зависности од правца осе главног вретена-хоризонтални или вертикални, у зависности од броја главних вретена-једновретени или вишевретени, могу бити са стандардним ситетом алата или са главама за вишеосну обраду и са низом додатних модула и технолошких функција за различите врсте обраде. [1]



Слика 2. Хоризонтални обрадни центар [1]

Обрадни центри нису конструкцијски орјентисани одређеној врсти обраде, или пак макроеометрији обрађене површине. С обзиром да имају магацин са различитим алатима и да могу изводити вишеосна релативна кретања алата у односу на обрадак, успешно се користе за стругање, простругивање, све врсте глодања, све врсте бушења, брушење, обраду навоја и неке операције мерења и контроле током обрадног процеса. На обрадним центрима се могу висококвалитетно обрађивати равне, цилиндричне, конусне, завојне и просторно сложене површине на обрадцима у најразличитијим

режимским условима, што даје изузетан квалитет овим високо флексибилним обрадним системима.

Већина CNC-обрадних центара је опремљена уређајима за аутоматску измену алата, што значи да се алати могу бирати и мењати под контролом програма дела. Аутоматска измена алата води ка повећању продуктивности и обезбеђује услове за машинску обраду без присуства оператера. [1]

Алати се, које је претходно идентификовао програмер дела, смештају аутоматски у магацин алата, који представља обртно складиште интегрисано са машином алатком. За аутоматско идентификовање алата у магацину алата могу се користити различите технике, као нпр. кодни прстенови, кодни кључ или нумерисање позиције алата. Идентификација алата преко кодних прстенова, који се могу мењати ради формирања нових кодова, или преко кодног кључа, допушта произвољан распоред алата у магацину. Међутим, при измени алата магацин алата се претражује алат по алат, уз коришћење одговарајућег уређаја за дешифровање кодова, што изазива прилично велики временски губитак. Да би се елиминисао овај недостатак често је у употреби систем код којег се алати постављају у тачно нумерисаним позицијама у магацин алата. (Нпр. захтев за измену алата са бројем 3 значи: измени алат из вретена са алатом који се налази на позицији 3, програмер дела мора да једнозначно идентификује алат у облику броја алата). У магацин алата може се сместити између 20 и 160 алата.

У случају флексибилних технолошких система и ћелија, пројектованих за извођење операција без присуства оператера, често се захтева више резних алата него што се може сместити у магацин алата. У таквим случајевима комплетан магацин алата се може заменити, при чему се ова измена може остварити помоћу робота.

Код CNC-стругарских обрадних центара обично се користе обртне револверске главе јер се већина стругарских операција може извести на неколико алата. Резни алати се не измењују, већ се само заокрећу да би се довели у радну позицију. При постављању алата у револверску главу мора се водити рачуна да се алат, који је идентификовао програмер дела, постави у предвиђену локацију на револверској глави. Пре него што се изврши индексирање клизач помера револверску главу у референтну тачку чиме се избегава колизија између алата и радног комада.

Да би се повећала производност и елиминисао одлучујући утицај радника на квалитет, продуктивност и економичност обрадних процеса, у другој половини прошлог века развијени су обрадни системи са нумеричким управљањем. Машине алатке са NC управљањем имају посебан погонски и мерни систем за сваку линеарну и обртну NC осу. Погонски систем и мерни систем су повезани у затворено управљачко коло, које остварује NC управљачки систем. Обрадни процес се одвија према NC програму, којим се дефинише редослед технолошких операција, и при томе за сваку операцију појединачно:

- Геометрија кретања алата у односу на обрадак или обратка у односу на алат
- Врсте кретања алата (брзи или радни ход, линеарно или кружно)
- Брзине помоћних кретања

- Брзине резања – број обртаја главног вретена
- Алат који изводи операцију
- Машински услови у којима се операција реализује (смер окретања главног вретена, систем хлађења) [1]

Да би се поједноставио процес израде NC програма, створила могућност тестирања програма, омогућила симулација обрадног процеса резања и визуелизација кретања алата у фази пројектовања технологије, развијене су машине алатке са CNC управљањем (енг. CNC – Computer Numeric Control). CNC машине алатке представљају нову генерацију NC машина алатки са значајним побољшањем системског софтвера и хардверских перформанси ручно управљачког система. Са апликативним софтвером прилагођеним потребама пројектаната NC технологије. Данас су све машине алатке које се производе са програмбилним управљањем кретањима алата, уствари CNC машине алатке.

Computer Numerical Control (CNC) је процес производње машинских делова на машинама код којих компјутер управља кретањем радних органа машине. Управља се правцем, смером, величином и брзином померања.

Програм за израду радног предмета је уčitан у компјутер машине (управљачку јединицу) и одатле се извршава. CNC системи су NC системи са компјутерским управљањем. Код класичних обрадних система водећу улогу има човек, док код CNC то ради управљачка јединица.

Предности CNC система:

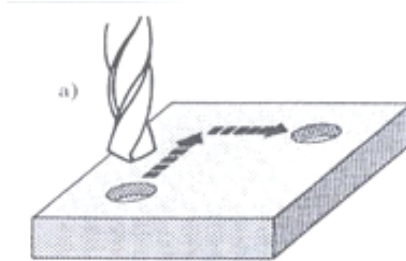
- краће време израде,
- висока тачност обраде,
- могућност израде делова сложене конфигурације,
- скраћено време подешавања машине,
- смањење шкарта,
- потпуна флексибилност и
- смањење потребе за висококвалификованим оператерима.

Недостаци CNC система:

- висока цена набавне опреме,
- сложено одржавање и
- комплексне припреме. [1]

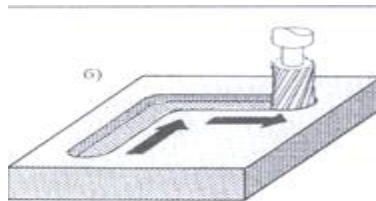
Према врсти програмирања CNC системи се могу поделити на:

- Системе са управљањем од тачке до тачке (позиционо) – примењује се у обради на бушилицама, машинама за тачкасто заваривање.



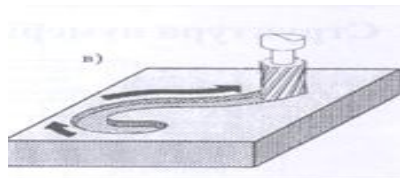
Слика 3. Систем са управљањем од тачке до тачке [2]

- Системе са линијским управљањем – кретање клизача изводи се по линији са тачно дефинисаном почетном и крајњом тачком



Слика 4. Систем са линијским управљањем [2]

- Системе са контурним управљањем – у овом облику управљања алат је у захвату са радним комадом у току извођења сложеног кретања по управљаним осама



Слика 5. Систем са контурним управљањем [2]

Стални развој рачунарских и комуникационих система за индустријску примену, омогућио је и развој DNC система (DNC – Distributed Numeric Control) машина алатки. DNC системи су омогућили да се NC програми могу писати у технолошким бироима на рачунарима – радним станицама, који су локацијски одвојени од машина алатки, а путем рачунарске мреже могу се дистрибуирати уз помоћ мрежних протокола NC управљачким системима машина алатки у производном погону. [1]

Постоје основни и допунски услови које треба да испуни свака CNC машина алатка. Основни услови подразумевају, да CNC машина алатка мора остварити првенствено одговарајућу тачност обраде и квалитет обрађене површине, а при томе остварити висок ниво продуктивности и економичности. Допунски услови обухватају већи спектар функционалних карактеристика CNC машина алатки, па се наводе само најважније:

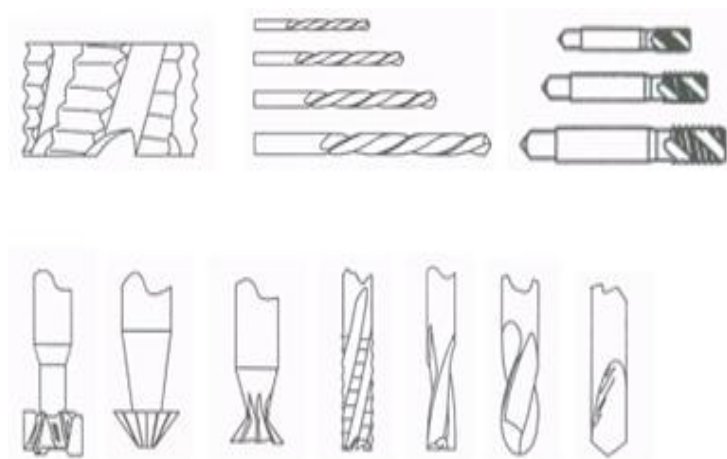
- Велике брзине резања, са алатима велике постојаности којима треба остварити високу површинску производност,
- „Тешка“ обрада - са великим попречним пресеком струготине или обрада тешко обрадивих материјала са великом снагом резања,
- Велика погонска снага – одређена с обзиром на шири интервал вредности елемената режима обраде,
- Велика крутост (статичка и динамичка) машинског система, која обезбеђује високу производност и тачност при великим брзинама резања,
- Велики степен механизације и аутоматизације у манипулационим процесима измене алата и обрадака и
- Изменљивост модула и функционалних склопова. [1]

Машине алатке са CNC управљањем, као и конвенционалне машине алатке се изводе за одређену методу обраде (стругови за операције стругања, глодалице за операције глодања, а бушилице за операције бушења). Према облику главног кретања, могу бити:

- CNC машине алатке са главним обртним кретањем-непрекидно кретање (стругови, бушилице, глодалице) и
- CNC машине алатке са главним праволинијским кретањем-прекидно кретање као радни и повратни ход (рендисаљке, провлакачице, машинске тестере). [1]

2.1. CNC глодалице

Обрада глодањем, заузима значајно место у обради метала резањем. Обрада се обавља алатима глодалима.



- глодала за чеону обраду,
- вретенаста глодала,
- глодала за жљебове,
- сет бургија,
- сет урезница.

Слика 6. Алати за обраду глодањем [5]

Глодањем се могу обрађивати хоризонталне, вертикалне и нагнуте равне површине, жлебови, упусти, зуби зупчаника, навоји, различите површине и слично. Са становишта програмирања глодање је значајно због тога што је процес скидања струготине резултат комбинованог обртног и праволинијског кретања и захтева континуално управљање. Без обзира на то што постоји више врста глодања, процес ручног програмирања је сличан програмирању стругања. То значи да се морају извршити сва израчунавања, систематизација, информација, испис програма, провера и симулација.

Глодалице са CNC управљањем су вишеосно управљане алатне машине са контурним управљањем. Могу бити различитих димензија и намена.



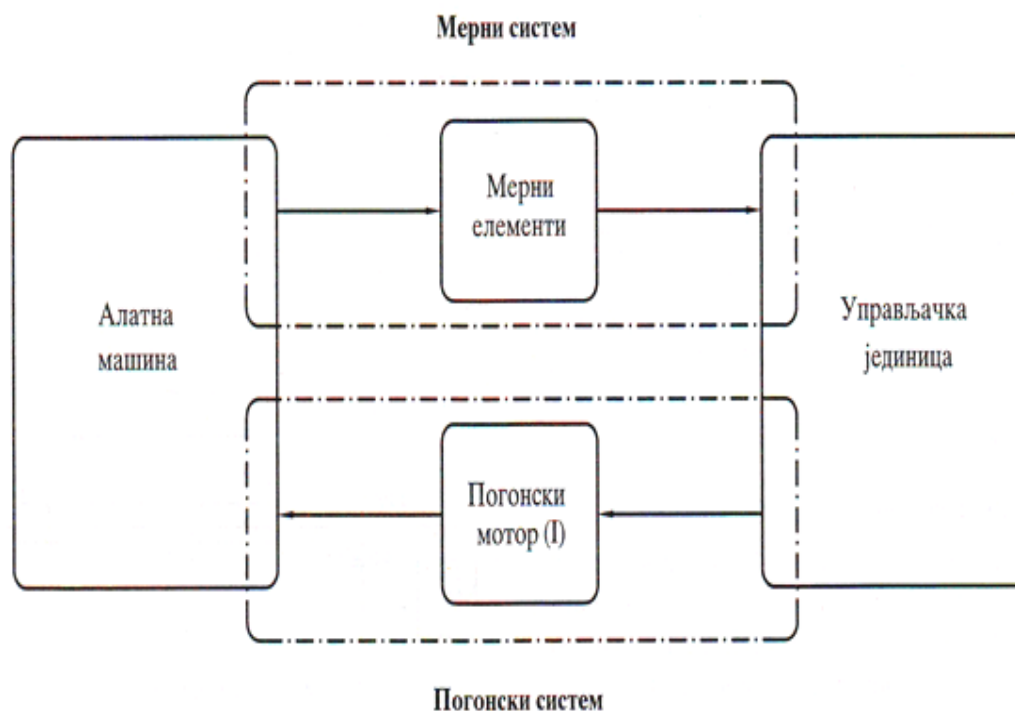
Слика 7. CNC глодалица [8]

CNC глодалица се управља програмски. Може имати вишеосно управљање, чиме је могуће израдити и најсложеније обраде у једном стезању. Главно кретање код CNC глодалице је обртно кретање алата, а помоћно предмет обраде. За главно кретање код глодалице користе се мотори једносмерне и наизменичне струје. Због могућности прецизног и једноставног подешавања броја обртаја на CNC машинама се више користе мотори једносмерне струје.

Главни делови CNC глодалице

CNC глодалица се састоји из две основне целине:

- механички део,
- управљачки део – управљачка јединица,
- мерног система и
- погонског систем.



Слика 8. Главни делови CNC глодалице [3]

Механички део глодалица има следеће целине:

- погонски мотор за главно кретање,
- погонски мотор за помоћна кретања,
- клизне површине,
- радни сто и
- магацин алата.

Постоје три основна захтева која свака машина алатка треба да испуни, а то су:

- ТАЧНОСТ,
- ПРОИЗВОДНОСТ и
- ЕКОНОМИЧНОСТ.

3. ПРОГРАМИРАЊЕ CNC МАШИНА

Програмирање на нумерички управљаним алатним машинама обухвата низ активности на систематизацији обрадних информација, њиховом исписивању одређеним редоследом и кодом по правилима програмског језика. Нумерички управљана алатна машина добија путем података, на одређени начин кодиране, све потребне информације за аутоматску обраду неког елемента. Ту спадају информације о главним и помоћним кретањима, укључивање и искључивање извршних органа машине, аутоматску измену алата и обрадка, почетак и заустављање програма, итд. Све информације за управљање и реализацију обрадног процеса се програмирају на одређени начин, систематизују и у кодираном облику уносе у меморију управљачког система. [4]

Управљачка јединица примљене информације обрађује и према степену приоритета саопштава извршним органима машине, на овај начин се остварује управљање процесом обраде. Током информација по степену приоритета ствара се управљачки модул система тачније микрорачунар за управљање токовима информација. Обрадни процес одвија се у реалном времену где је брзина протока информације ограничена, те се информације у облику програма похрањују у управљачку јединицу пре почетка обрадног процеса. Путем бушене папирне траке, магнетне траке или директно преко модула за комуницирање, кодиране информације у облику програма могу се уносити у управљачки систем.

Скуп активности на прикупљању, систематизацији, кодирању, преношењу информација на одговарајући носач и похрањивање у меморији управљачког система називамо програмирањем. Програмирање обрадних процеса на нумерички и компјутерски управљаним машинама обављају програмери који су обучени за то. Углавном инжењери који, поред правила програмирања у програмском језику, треба да познају технологију обраде, карактеристике CNC машина, основе оптимизације обрадних процеса и слично.

Извори информација за програмирање су:

- технолошки цртеж обрадка,
- технолошки поступак операцијских захвата,
- скуп технолошких информација, те информације су:
 - о CNC машинама,
 - алатима и
 - параметрима обраде. [4]

Цртежом предмета обраде дефинисан је геометријски облик и димензије са захтевима обрађеног дела, које служе као геометријски полаз при програмирању. **Технолошким поступком обраде**, представља се технолошки редослед операцијских захвата по поступцима обраде и алатима у обрадном процесу. Технолошки поступак је варијабилан и карактеристичан за поједине групе обрадака, ту спадају ротациони делови, носеће структуре машина и остали елементи. **У технолошке информације** спадају брзина резања за одређене комбинације материјал - алат и брзине помоћних

кретања, које при програмирању треба да буду оптималне. Оптимизација се постиже функцијама обрадивости материјала добијене експерименталним истраживањем.

За израду програма потребне су информације о одређеном типу CNC машине, алатима и уређајима. Информације се систематизирају у облику банке података и стоје програмеру на располагању. У технолошкој банци података информације се налазе у облику карти алата, машина и уређаја и са њима се може манипулисати ручно или помоћу рачунара. Оптимизацијом се одређују параметри обраде, јер ће се само тако обрадни процес одвијати у простору максималних економских ефеката. При ручном и машинском програмирању у језицима који не оптимизирају технологију, оптимизација је неопходна. [4]

Управљачке информације у форми програма потребно је пренети на носач информација преко кога ће бити похрањене у меморијски модул управљачког система. Сада се као носач информација највише употребљава бушена трака, на бушену траку се информације наносе комбинацијом бушења рупа по одређеном систему кодирања.

Програм представља скуп наредби у обрадном систему, урађених по редоследу операција и захвата за извршење процеса обраде. Програмирање представља у ширем смислу активности у циљу решавања проблема помоћу рачунара.

Процес програмирања обухвата фазе:

- анализу проблема,
- писање програма,
- тестирање програма,
- израде потребне документације и
- израде програма на одређеном носиоцу информације.

У ужем смислу програмирање представља писање односно кодирање програма. Програм се састоји од реченица - блокова, једна реченица садржи све податке неопходне за извођење једног захтева. Могу бити са променљивим бројем знакова, свака реченица се састоји од више речи а свака реч има одређено значење. Програмска реч је основни носилац информација, представља комбинацију слова, бројева и цифара.

Систем управљачких машина са компјутерским управљањем конципирани су и развијени тако да програмске информације и инструкције прихватају само ако су написане или задате у одговарајућем коду. Код подразумева скуп правила писања и презентације података и њихове трансформације из једног облика у други. Неком померању алата у правцу неке од координатних оса за одређену величину одговара тачно одређен број рупа на бушеној папирној траци, која представља носач информација. При кодирању информације се задају у алфа - нумеричком облику, по утврђеним правилима и редоследу. Захтеви које треба да испуни систем кодирања су:

- да је изграђен на бази једноставних логичких правила која омогућавају примену што једноставнијих уређаја за декодирање,
- да је заштићен од појаве грешке,
- да садржи довољан број симбола за програмирање обрадних процеса,
- да поседује довољну густину записа информација итд.

Углавном се овим захтевима кодирања удовољавају системи кодирања који се као носачи информација користе при управљању обрадним процесима. Развијено је више система кодирања, али најчешће се примењују ISO и EIA систем кодирања. Сада се углавном програмирање обрадних процеса изводи помоћу рачунара (машинско програмирање), из постпроцесора излази програм прилагођен одређеном типу управљачких система, то се као носач информација користе горе наведени носачи за брзо учитавање. [4]

Програмирањем обрадних процеса мора се водити рачуна да инструкције буду написане по дефинисаном коду, ако се то не оствари управљачки систем ће игнорисати све инструкције које нису правилно кодиране. То се подразумева за све облике програмирања: ручно, машинско и полумашинско. Управљачки системи аутоматски препознају систем кодирања информација, систем мерних јединица и слично.

Карактеристике ISO и EIA система кодирања су сличне, оба система садрже 50 симбола преко којих се могу кодирати све информације потребне за програмирање обраде свих облика и типова обрадака који се могу појавити у производним технологијама.

Помоћу адреса у сваком програму се дефинишу информације о померањима, технолошке информације и помоћне функције.

N - адреса за означавање броја блока.

G - адреса за дефинисање услова кретања, врсте интерполације, показивање циклуса обраде итд.

X, Y, Z - адресе за дефинисање путање (координате циљне тачке). Подаци се уносе у стотим деловима милиметра.

F - адреса за дефинисање помоћног кретања које може бити у mm/ min, mm/o .

M-адресе за дефинисање помоћних или додатних функција као што су укључивање и искључивање главног вретена, измена алата, означавање краја блока итд.

D - адресе за дефинисање радијуса глодала.

S - адресе за дефинисање броја обртаја вретена (o/mm).

T - адресе за дефинисање или позивање алата из магацина алата.

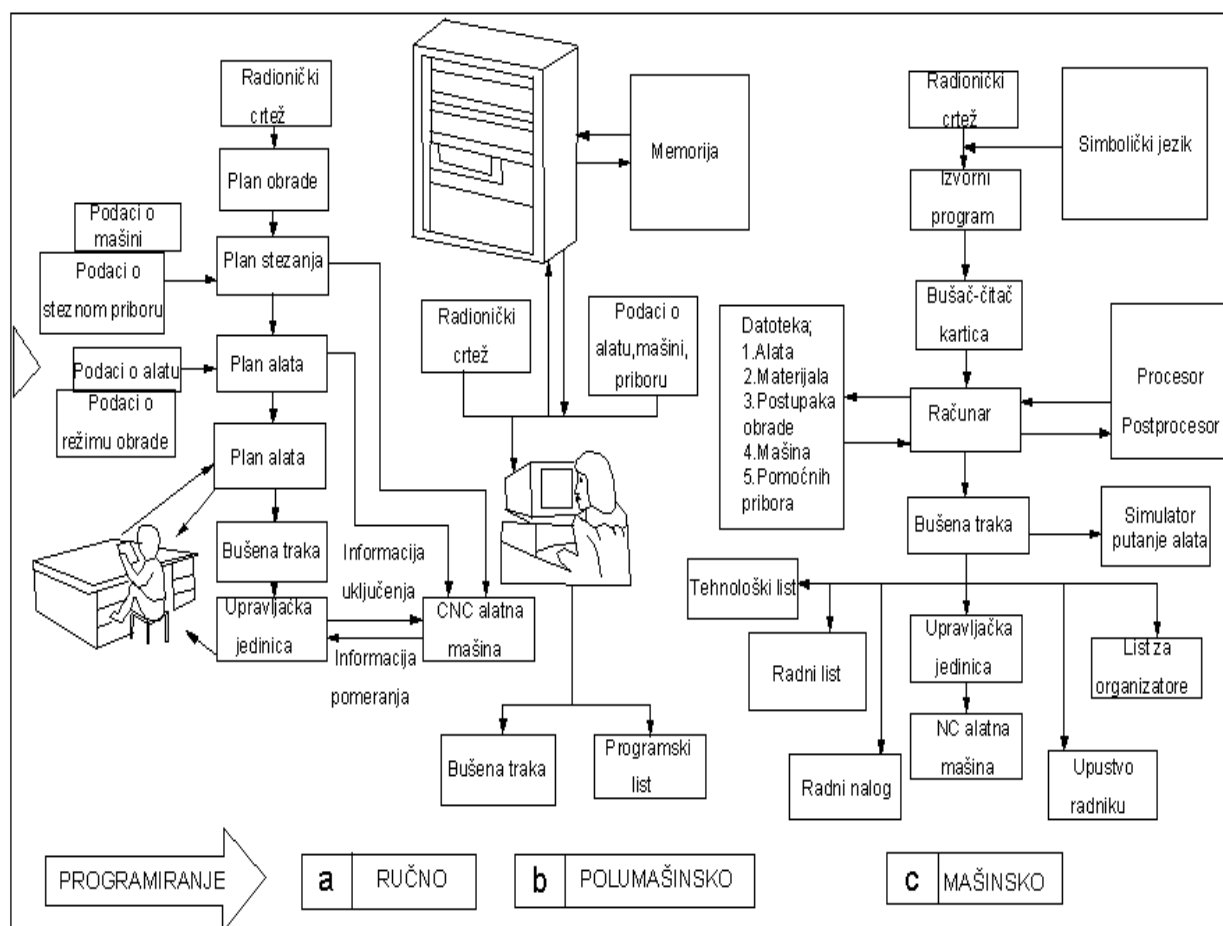
I, J, K - параметри кружне интерполације који дефинишу положај центра лука у односу на почетну тачку лука користе се уз функцију M 99 ($\neq 90^\circ$).

L - адресе за дефинисање скока код функција G25, G27.

Формат блока може да буде дефинисан на бази фиксне и променљиве дужине речи. Код фиксног формата речи број карактера у реченици је фиксан ако је и дужина блока фиксна. У блоковима са променљивом дужином речи дужина блока зависи од броја карактера у њему који може бити променљив. Скраћење програма и време програмирања, постиже се управљачким системом који прима информације путем програма са променљивом дужином речи. [4]

Програмирање CNC машина може да буде:

1. ручно,
2. полуаутоматизовано (полумашинско) програмирање и
3. аутоматизовано (машинско).



Слика 9. Врсте програмирања CNC машина [6]

3.1. Ручно програмирање

Ручно програмирање је најстарији и технолошки најнижи ниво програмирања NC и CNC машина. Примењује се у технолошкој разради обраде делова једноставне геометрије и у случају малог удела CNC машина у машинском парку матичног производног система.

Програмер - технолог писањем изворног програма израде дела води алат од тачке до тачке по контури обраде, водећи рачуна о технолошким параметрима:

- обрадивости материјала обратка,
- карактеристикама резних алата,
- оптималности режима обраде итд.

Полази се од радионичког цртежа при ручном програмирању. На основу радионичког цртежа и цртежа полуфабриката програмер дефинише план обраде, из тога произилазе радно место или машина, потребне операције, њихов редослед, бројеви обрта, помоћна кретања, операције у којима треба извршити замену алата или извршити укључивање и искључивање SHP, итд.

План стезања дефинише се на основу података о машини, стезном прибору и плану обраде. Обухвата информације о положају предмета обраде, координатних оса, димензијама предмета обраде и стезног прибора, те дефинише начин стезања. Планом стезања постиже се брже постављање предмета обраде на машину, олакшава се програмирање и омогућује израда спецификације стезних алата. План алата дефинише се на основу плана стезања, информација о алату и режиму обраде, који садржи информације о врсти алата, пречнику алата, броју зуба алата, димензијама алата, дрзачу алата, растојању између врха алата и референтне равни радног вретена, операцијама у којима се алат користи, итд. Програмер врши програмирање попуњавањем технолошког програмског листа, на основу података о машини, прибору, алату и режиму обраде. Кодирањем технолошког програмског листа добија се изворни програм. Помоћу бушача траке добија се изворни програм на бушеној траци, који садржи информације померања и информације укључивања. [6]

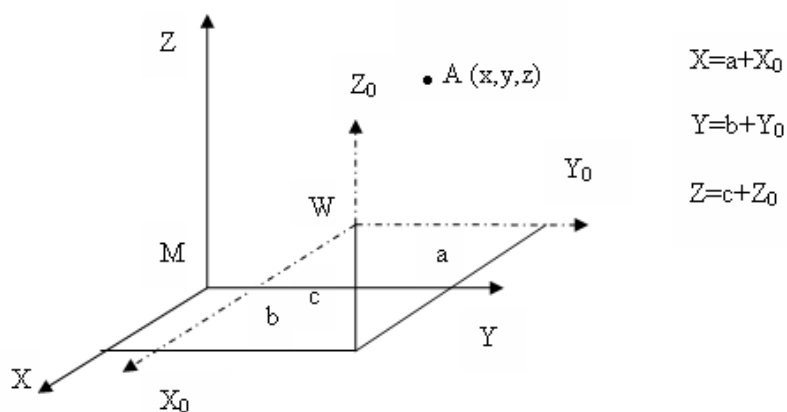
3.1.1. Координатни систем

Помоћу координатног система дефинише се узајамни положаја алата и предмета који се обрађују. На основу два координатна система дефинише се узајамни положаји алата и предмета обраде, то су:

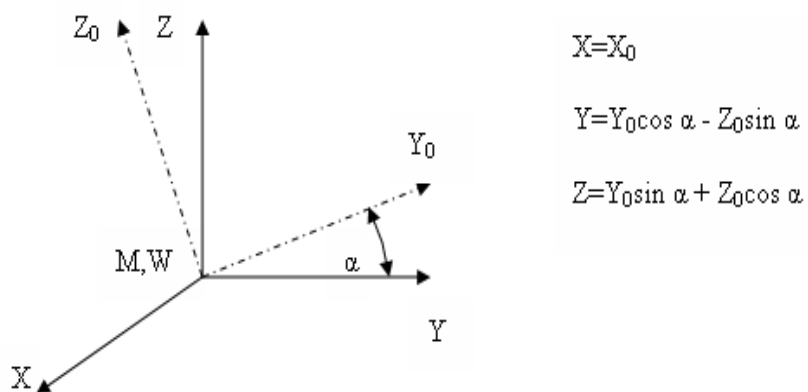
1. координатни систем машине и
2. координатни систем предмета обраде.

Преко референтне и нулте тачке машине за координатни систем машине везан је положај алата. Преко координатног система предмета обраде дефинише се геометрија која треба да се постигне током обраде.

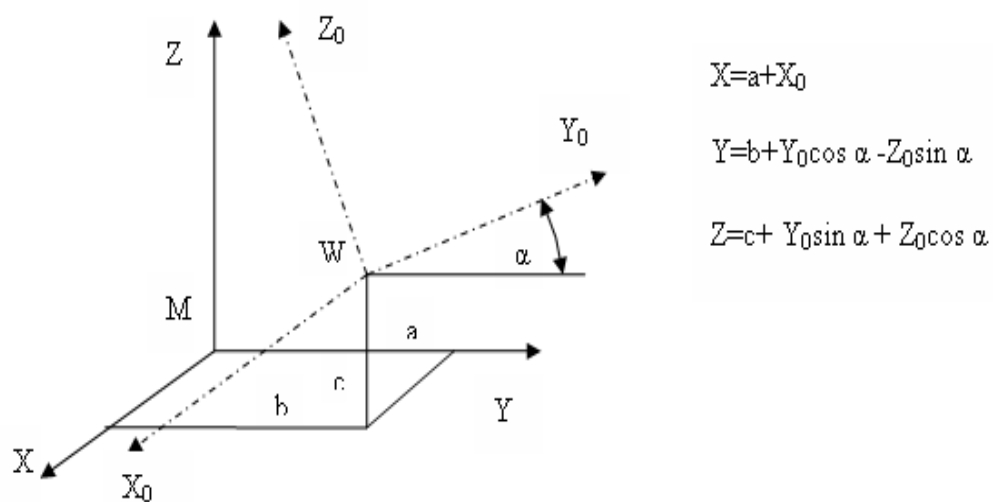
У обрадном процесу, као последица промене узајамних положаја алата и радног предмета, одвија се трансформација једног координатног система у односу на други. Основне трансформације координатних система за транслацију, ротацију и комбиновано кретање приказане су на сликама (слике 10., 11., 12.). Правоугли, сферни и цилиндрични координатни систем приказани су на следећој слици (слика 13.). Најчешће су у примени правоугли и поларни координатни системи. [6]



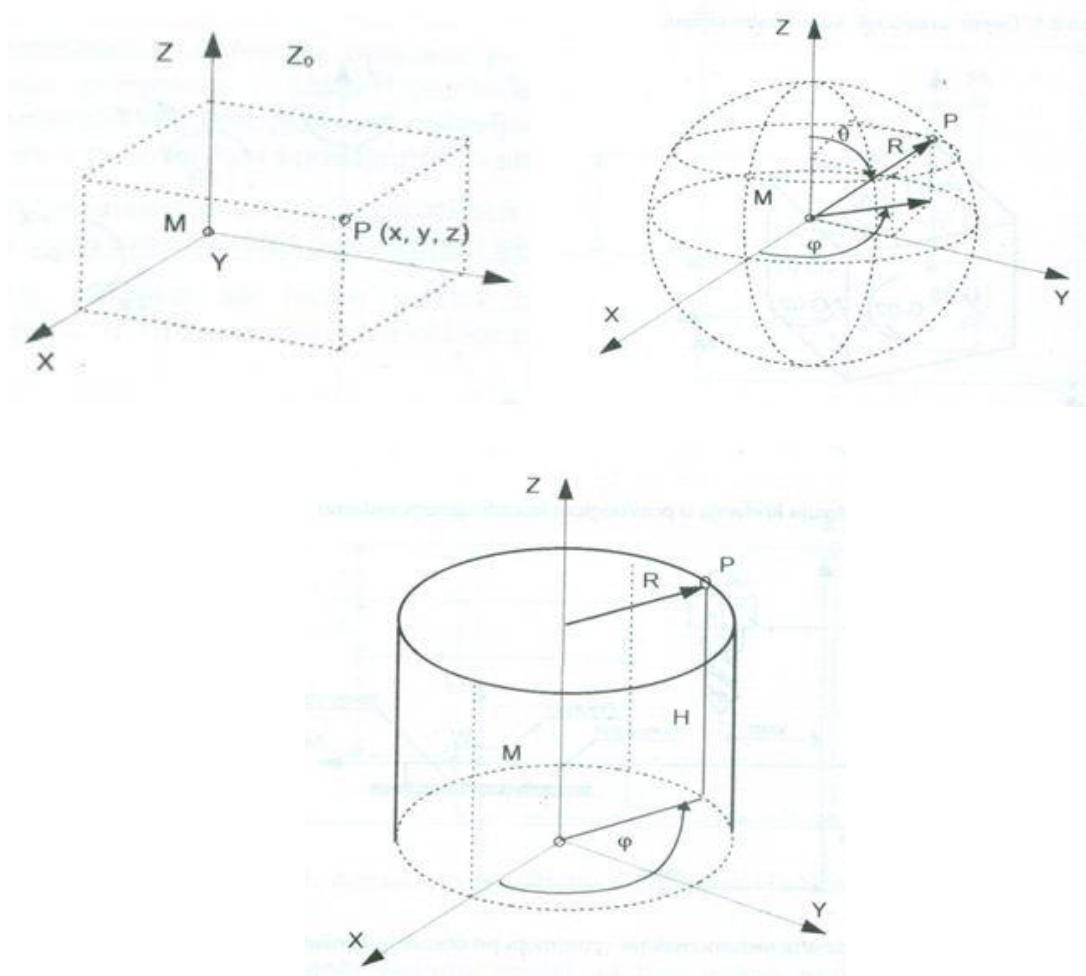
Слика 10. Транслација [6]



Слика 11. Ротација [6]

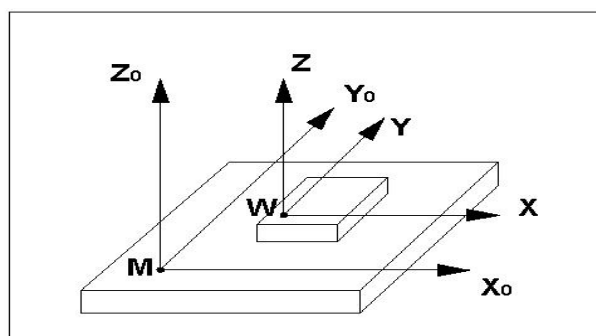


Слика 12. Комбиновано кретање [6]



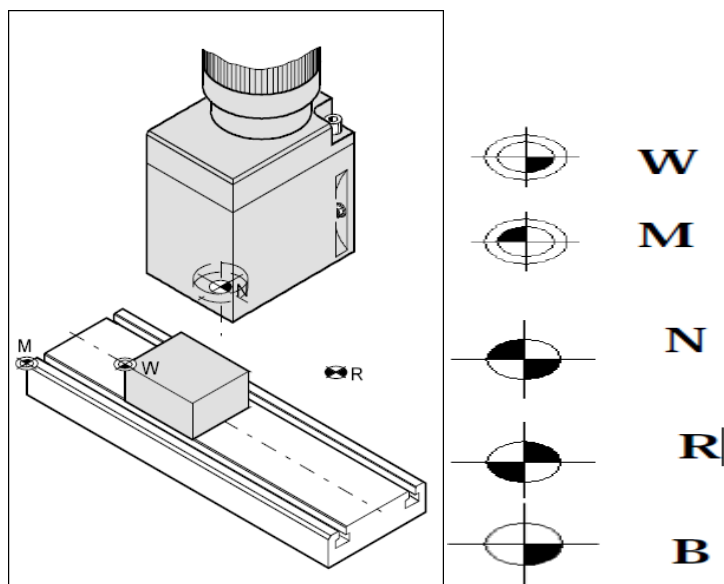
Слика 13. Правоугли, сферни и цилиндрични координатни систем [6]

Декартов правоугли координатни систем се најчешће примењује за дефинисање узајамних положаја алата и предмета обраде, осе су осе translације а око њих се дефинишу обртна кретања за тродимензионалну обраду. Координатни системи машине се најчешће постављају у левом доњем углу машине, да би координате биле увек позитивне (слика 14.).



Слика 14. Координатни систем машине и предмета обраде [6]

3.1.2. Референтне тачке CNC глодалица



Слика 15. Карактеристичне тачке CNC глодалица [7]



М - нулта тачке машине. Позиција ове тачке не може се мењати. Одређена је од стране произвођача CNC машине, од ње се прорачунавају сва кретања алата.



Р - тачка у радном подручју машине. Служи за калибрирање мерног система и у почетку рада са машином морамо довести алат у тачку **Р**.



N - референтна тачка алата. Почетна тачка од које се мере сви алати, лежи на оси држача алата. Одређена је од стране произвођача и не може се мењати.



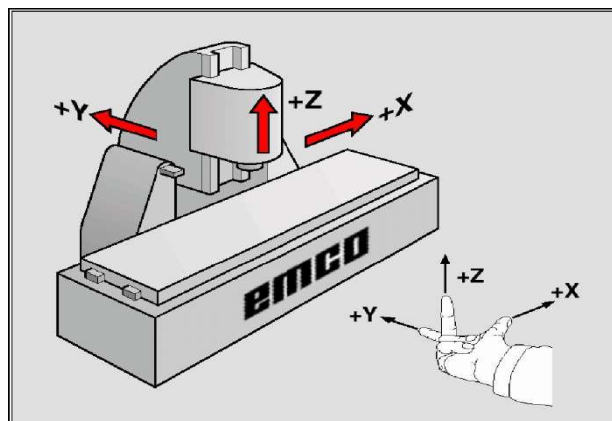
W - нулта тачка предмета обраде. Тачка која је везана за обрадак. Мења се према потребама конструкције или израде.



B - почетна тачка алата. Од ове тачке алат почиње са обрадом и у њој се врши измена алата.

3.1.3. Референтни систем CNC глодалице

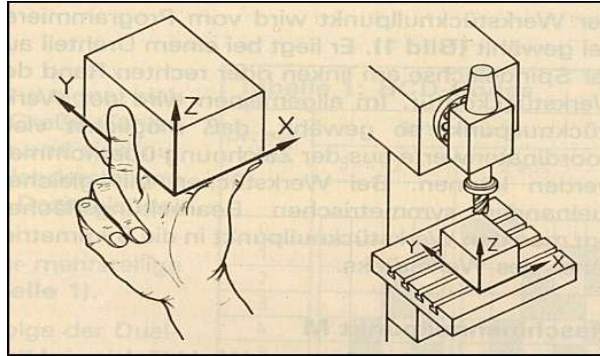
Референтни систем је потребан за дефинисање позиције на површини или у простору. Подаци позиционирања су увек референтни за предетерминирање тачке и одређени су координатама. Правоугли координатни систем се базира на три кординате X, Y и Z. Осе су међусобно управне и секу се у једној тачки која се зове нулта тачка. Кординате приказују удаљеност од нулте тачке у једном од ова три правца. Позиција у равни се описује двема координатама, док се позиција у простору описује са три кординате.



Слика 16.Референтни систем глодалице [7]

Кординате које се односе на нулту тачку називају се апсолутним кординатама. Релативне координате се односе на неку другу познату позицију унутар координатног система, вредности релативних координата се такође називају инкрементним кординатама.

Приликом рада на обрадку на глодалици оријентација кретања алата је у правоуглом систему. Слика приказује како правоугли систем описује машинске осе. Правило десне руке помаже у дефинисању оса. [7]



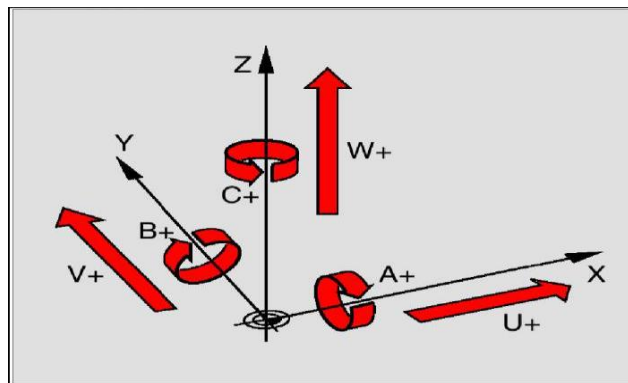
Слика 17. Одређивање позитивног правца координатног система[7]

Одређивање позитивног правца координатног система следи положај прстију десне руке, односно: Палац показује у позитивном смеру осу X, кажипрст у позитивном смеру осу Y, док средњи прст показује позитивни смер осе Z.

Координатни систем код глодалнице је за осу: X - паралелан са предњим рубом радног стола Y - паралелан са бочним рубом радног стола Z - управан на радни сто.

Апсолутни координатни систем је везан за фиксну тачку на машини (M или W), а инкрементни координатни систем је везан за референтну тачку алата (N или T).

Heidenhein TNC 426 може управљати до 5 оса. Осе U, V и W су друге праволинијске осе паралелне с осама X, Y и Z. Ротационе осе су означене као A, B и C.



Слика18.Осе Heidenhein TNC 426 [7]

3.1.4. Апсолутни и инкрементални координатни систем

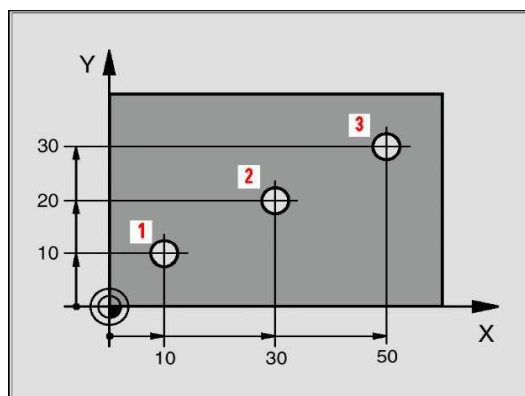
Могуће је бирање система у којем се програмира. То може бити G90 – апсолутни координатни систем или G91 – инкрементални систем.

Све мере и удаљеност осталих тачака мере се од једне почетне тачке у простору. Почетна тачка - НУЛТА – тачка је меродавна и за путању алата.

Ако на почетку NC програма није написана наредба G90, програм ће то узети као водећу вредност без обзира што није написана и радиће у апсолутном систему.

G90 – наредба за рад у апсолутном систему.

Пример 1.



Слика 19 . Приказ удаљености тачака у апсолутном координатном систему [7]

Удаљености тачака са слике су:

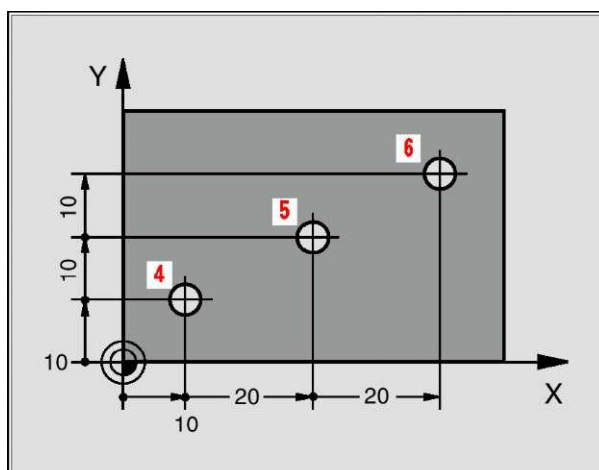
- 1** (10, 10) 10 mm по оси X, 10 по оси Y од нулте тачке
- 2** (30, 20) 30 mm по оси X, 20 по оси Y од нулте тачке
- 3** (50, 30) 50 mm по оси X, 30 по оси Y од нулте тачке.

Апсолутни систем има ЈЕДНУ непроменљиву референтну НУЛТУ тачку.

Нулта тачка је меродавна само за прву тачку, зато се зове инкрементални. Како се алат креће од једне тачке према другој тако тачка до које стигне постаје НУЛТА тачка следећег кретања. Код рада у инкременталном систему потребно је написати наредбу G91.

Могуће је прелазити из једног система у други колико год је пута потребно.

Пример 2.



Слика 20. Приказ удаљености тачака у инкременталном координатном систему [7]

Удаљености тачака са слике су:

- 4** (10, 10) 10 mm по оси X, 10 по оси Y од нулте тачке
- 5** (30, 20) 20 mm по оси X, 10 по оси Y од нулте тачке **4**
- 6** (50, 30) 20 mm по оси X, 10 по оси Y од нулте тачке **5**.

Инкрементални систем има онолико референтних тачака колико има следећих наредби позиционирања тј. свака операција има за референтну тачку задњу позицију претходне операције.

3.2. Полуаутоматизовано (полумашинско) програмирање

Полуаутоматско програмирање се примењује за поступке технолошке разраде сложене 2D геометрије машинских делова, а нешто ређе за поступке технолошке разраде 3D геометрије модела.

Ово програмирање се делимично остварује помоћу рачунара. Програмер пише програм у симболичком језику. Задатак програмера је да опише геометрију радног предмета, дефинише алат, брзину главног и помоћног кретања, а затим да опише кретање по описаној путањи.

Облици симболички програмских језика садрже преко 3000 речи и знакова, што им омогућује технолошку разраду најкомпликованијих геометријских облика.

Да би се изворни програм написан у симболичком језику обрадио у рачунару, потребно је да рачунар поседује одговарајући програм за превођење инструкција са симболичког програмског језика на машински језик. Овај програм се назива процесор.

Сваки симболички програмски језик има свој процесор. Резултати израза из процесора су подаци који се смештају у посебан фајл – CL File (cutter Location File – документ који чува чворне тачке ходографа теоријске тачке алата у математички дефинисаном обрадном простору).

Ови подаци су општијег типа и не могу се користити за управљање машином. Прилагођавање ових података одређеном типу машине и управљачке јединице обавља посебан програм, који је смештен у меморији рачунара, а назива се постпроцесор.

Израз из постпроцесора је програм који управља NC машином. Он се може штампати и пренети на носач информација, како би се добио писани извештај за организатора производње. [6]

Предности полуаутоматског програмирања су:

- погодно је за технолошку разраду сложених профила,
- користе се релативно једноставни симболички програмски језици,
- синтакса програмских језика је блиска човеку,
- програм је прегледнији и знатно краћи,
- постоји могућност брзе измене програма и
- исти програмски језик применљив је за већи број NC машина.

Активности полуаутоматског програмирања су:

- анализа радионичког цртежа и његово технолошко цртежа и његово технолошко прилагођавање,
- одређивање нулте тачке обратка и скицирање координатног система,
- дефинисање свих геометријеских елемената на цртежу,
- избор машине,
- избор прибора и алата,
- одређивање брзине главног и помоћног кретања,
- писање изворног програма у складу са њиховом синтаксом,
- провера програма симулацијом и уношење исправки,
- постпроцесирање програма за изабрану машину и управљачку јединицу,
- преношење управљачког програма на носач информација,
- провера програма на машини и евентуалне исправке и
- израда и провера првог комада. [6]

3.3. Аутоматизовано (машинско) програмирање

Овај начин програмирања се примењује за поступке технолошке разраде сложене геометрије попут сложених 2D комада и запреминских модела предмета. Развојем hardware – а и software – а омогућен је даљи развој аутоматског управљања и различитих изведби комплексних конструкција NC и CNC машина. Данас се у улози носача овог вида програмирања користе CAD, CAM и CAE (engl. CAE – Computer Aided Engineering) програми попут AUTODESK INVENTOR-a, PROENGINEER-a, SOLIDWORKS-a, CATIA-e и сл. [6]

Предности овог вида програмирања су:

- скраћује се време потребно за израду програма,
- смањује се могућност појаве грешке при дефинисању геометрије (технолог – програмер не дефинише геометрију, већ је преузима у електронској форми од конструктора),
- омогућује се коришћење база података о алатима, препорученим режимима обраде, као и преузимање карактеристика материјала садржаних у базама програмског пакета – они се по потреби могу мењати, а сам програм може да нам сугерише њихов избор и
- постоји могућност верификације и симулације програма на рачунару.

Недостаци овог програмирања су:

- висока цена hardware – а, и software – а,
- програм не генерише увек најкраћу – оптималну путању алата, па самим тим је главно време израде делова дуже и
- велика дужина програма.

Активности аутоматског CAD/CAM програмирања су:

- избор алата,
- дефинисање путање алата уз избор технолошких параметара,
- избор методе – стратегија резања,
- симулација процеса обраде уз могућност исправки у појединим секвенцама,
- постпроцесирање,
- слање програма машини и формирање техничке документације,
- провера програма на машини и евентуалне исправке и
- израда и провера радног комада.

Машинско програмирање омогућује да се уз дефинисање полуфабриката, геометрије готовог дела, материјала и алата, омогући рачунару да дефинише путању врха алата односно да се аутоматски добије потребна геометрија.

Предности машинског програмирања су:

- користе се релативно једноставни програмски језици,
- синтакса програмских језика је блиска човеку и
- обично је мањи број грешака у програму. [6]

4. „ HEIDENHAIN” УПРАВЉАЧКА ЈЕДИНИЦА

Управљачка јединица је најважнији али и најсложенији део CNC машине. Има задатак да прими улазне информације, изврши њихову обраду и омогући добијање одговарајућих излазних информација. Карактеристике управљачке јединице дефинишу флексибилност, поузданост и перформансе CNC машине. Састоји се од низа електронских компонената које раде на дигиталном принципу. По својој структури и функцијама врло је слична било ком другом рачунару.

Задатак рачунара је да чита програм, сачува, обради и изда информације. Сличне задатке има и управљачка јединица, па се може рећи да је и ово рачунар али специјалне намене. Контролна јединица (централни процесор), управљачке јединице је њен најважнији део, који управља радом свих осталих делова. Подаци (програм), уносе се у управљачку јединицу преко различитих уређаја за уношење програма, а исправност уноса контролише контролна јединица. Исправно унети подаци у дигиталном облику се меморишу у меморијку јединицу која их чува за касније коришћење.

Аритметичка јединица обрађује податке и враћа их контролној јединици да би их она проследила излазној јединици.

У излазну јединицу доспевају дигиталне информације где добијају значење наредби (сигнал), који даље могу бити захтеване у дигиталном или аналогном облику.

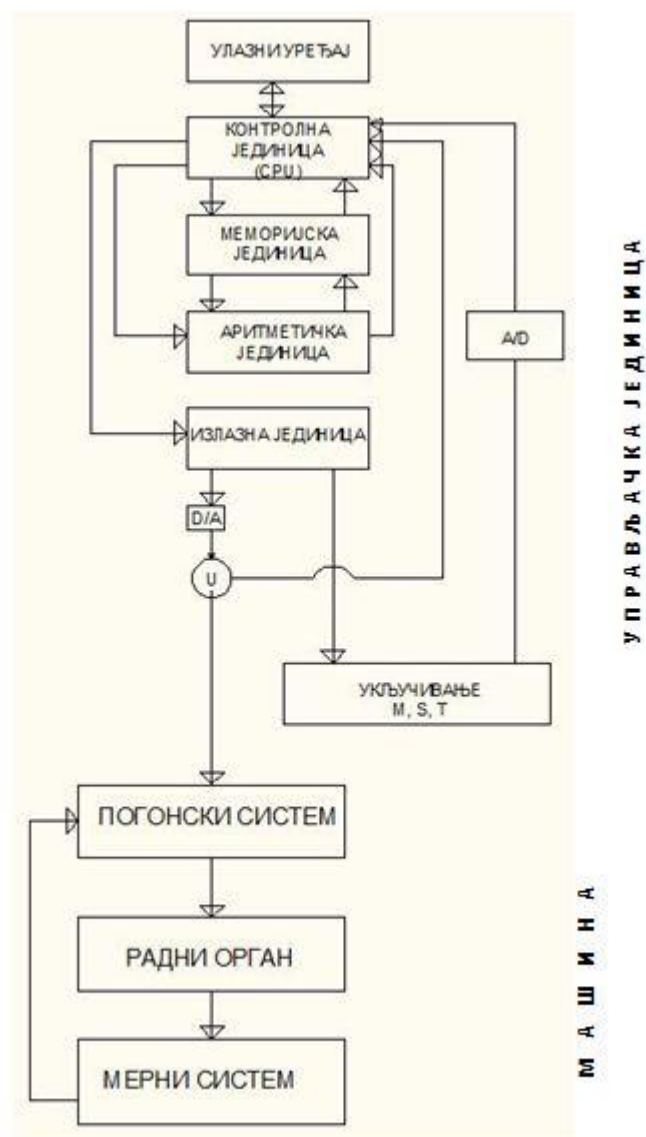
У општем случају управљачка јединица се састоји из неколико основних модула:

- управљачког,
- модула за геометрију,
- модула за регулацију и
- модула за комуникацију и слично.

Основни задатак управљачке јединице је да управља радом органа машине (путањом - без обзира ко врши кретање и машинским функцијама - укључивањем). Да би могла да оствари задатак, неопходан јој је програм.

Као што је већ речено раније, програм може бити написан ручно или генерисан из неког САМ пакета. Без обзира на начин добијања програма, он се мора на неки начин унети у управљачку јединицу, како би га она обрадила и проследила машини. У зависности од расположиве опреме програм се може унети у управљачку јединицу на три начина:

- ручно,
- помоћу носиоца информација и
- директно са рачунара.

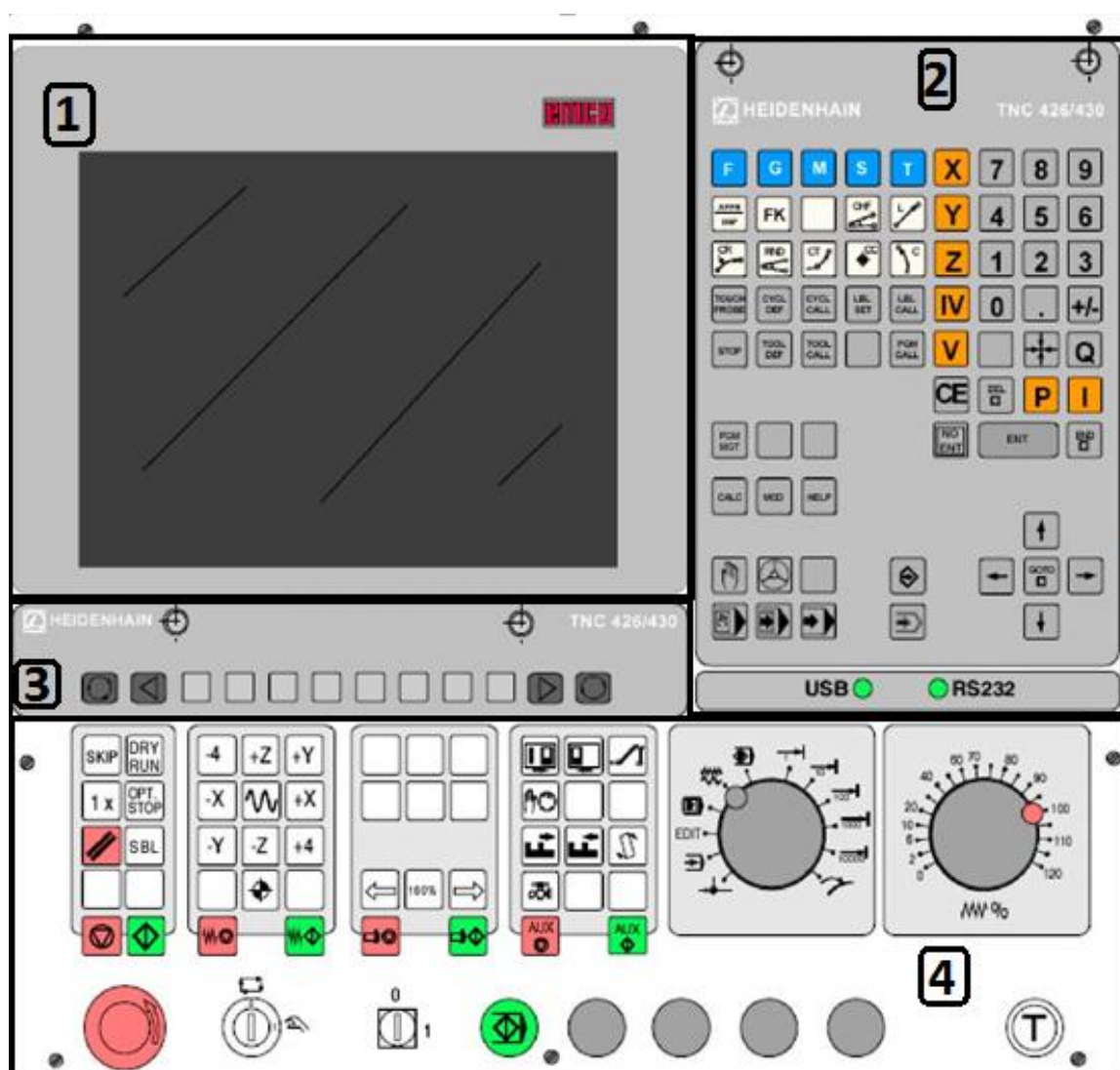


Слика 21. Активности управљачке јединице [3]

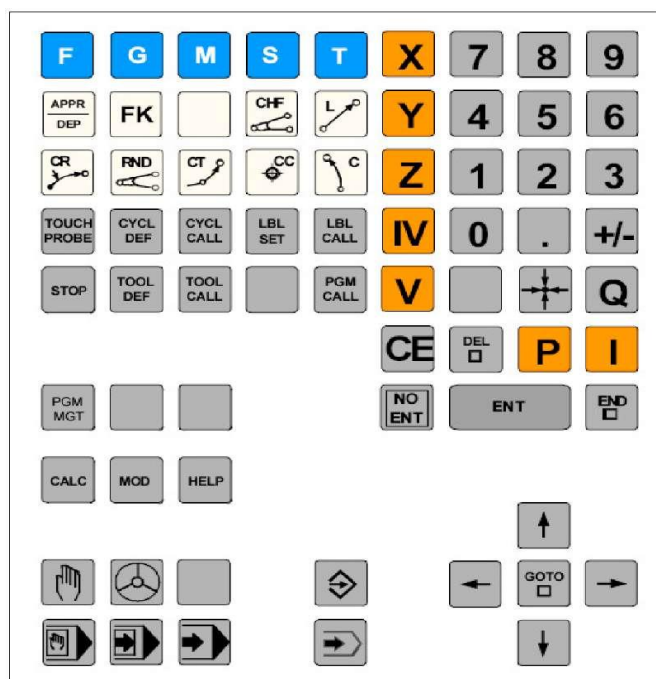
4.1. Опис тастера

На наредној слици дат је приказ контролне табле HEIDENHAIN TNC 426 управљачке јединице. Контролна табла састоји се из:

- 1- Екран
- 2- Адресно нумеричка тастатура
- 3- Тастери за кретање кроз мени, тастер за поделу екрана, тастер за брз прелазак из машинског мода у мод за програмирање.
- 4- Машинско управљачка тастатура



Слика 22 . Контролна табла [7]



Слика 23 . Адресно нумеричка тастатура [7]

4.1.1. Функцијски тастери

У наредним табелама дат је опис функцијских тастера на адресно нумеричкој тастатури.

	Прилаз контуре, одмицање од контуре
	Слободно програмирање контуре
	Праволинијско кретање
	Центар кружнице
	Кружница са центром
	Кружница са радијусом
	Закошење
	Заобљење

Уписивање слова и симбола

Типке за унос слова и симбола код DIN / ISO пролграмирања

Циклуси, подпрограми и понављање програмске секције

 	Дефинисање и позив циклуса
 	Постављање и позив циклуса и понављање програмске секције
	Унос програмског СТОПА у програм
	Унос функције Touch probe у програм

Функције алата

	Уписивање дужине алата или радијуса алата
	Позивање дубине и радијуса алата

Управљање програмом

	Одабир или брисање програма или датотека
	Унос позива програма у програм
	Одабир функције MOD
	Приказивање текста помоћи или порука о NC грешкама
	Калкулатор

Одабир радних модова машина

	Ручно управљање
	Електронски точић
	Позиционирање ручним уносом података
	Извршење програма блок по блок
	Пуно извршење програма

Одабир програмских радних модова

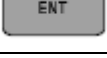
	Програмирање и исправљање програма
	Симулација програма

Померање ознака, директно позиционирање на блокове, циклусе и параметарске функције

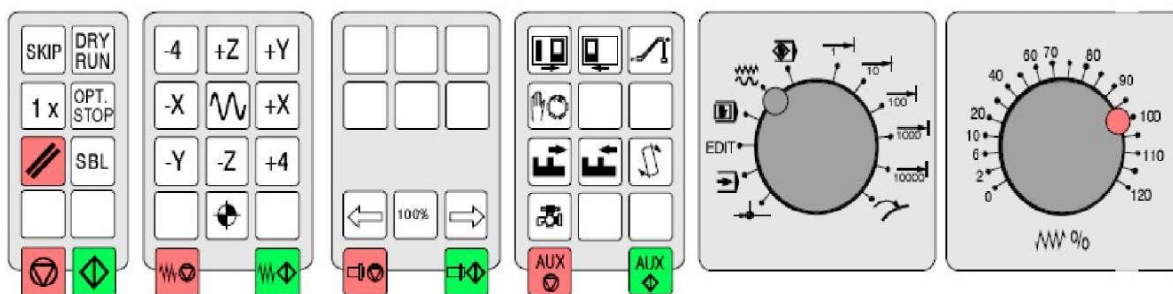
   	Програмирање и исправљање програма
	Директно позиционирање на блокове, циклусе и параметарске функције

Унос и исправљање координата и бројева

	Одабир осе
   	Бројеви

	Децимални зарез
	Предзнак
	Улаз у поларне координате
	Инкрементне димензије
	Q-параметри
	Тренутна позиција
	Прескакње питања из дијалога и брисање речи
	Потврда уноса и наставак дијалога
	Крај блока
	Брисање програмске секције
	Брисање програмске секције

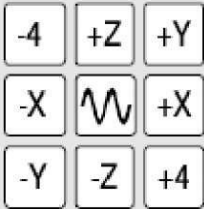
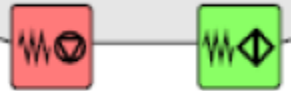
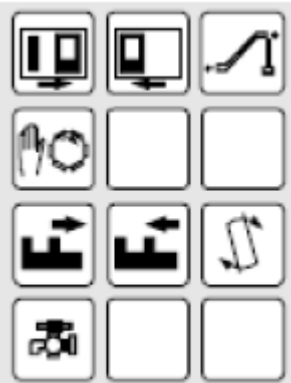
4.1.2. Машинско – управљачка тастатура

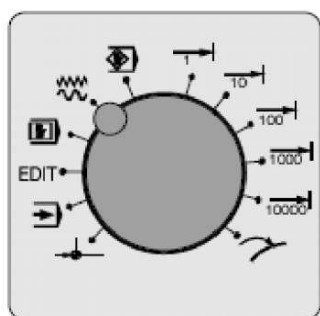


Слика 24. Машинско управљачка тастатура[7]

Машинска тастатура је доњи део контролне табле. Зависи од машине и опреме која се употребљава – које су функције активне. Састоји се од више подгрупа управљачких функција.

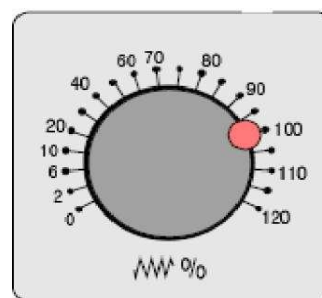
SKIP	Прескочени блок се неће извршити
DRY RUN	Испитивање програма (тест)
OPT STOP	Заустављање програма код наредбе M01

1 x	ЕМКО типка
	Ресет
SBL	Рад програма блок по блок
	STOP / START (Заустављање / извршавање програма)
	Ручно покретање алата по осама -4 и +4 тастерима
	Позиционирање у нулту тачку по свим осама
	Заустављање / покретање посмака
	Смањивање / 100% / повећавање
	Заустављање / покретање главног вретена
	Тастери који су активни са направама које се могу придодати NC машини



Слика 25.

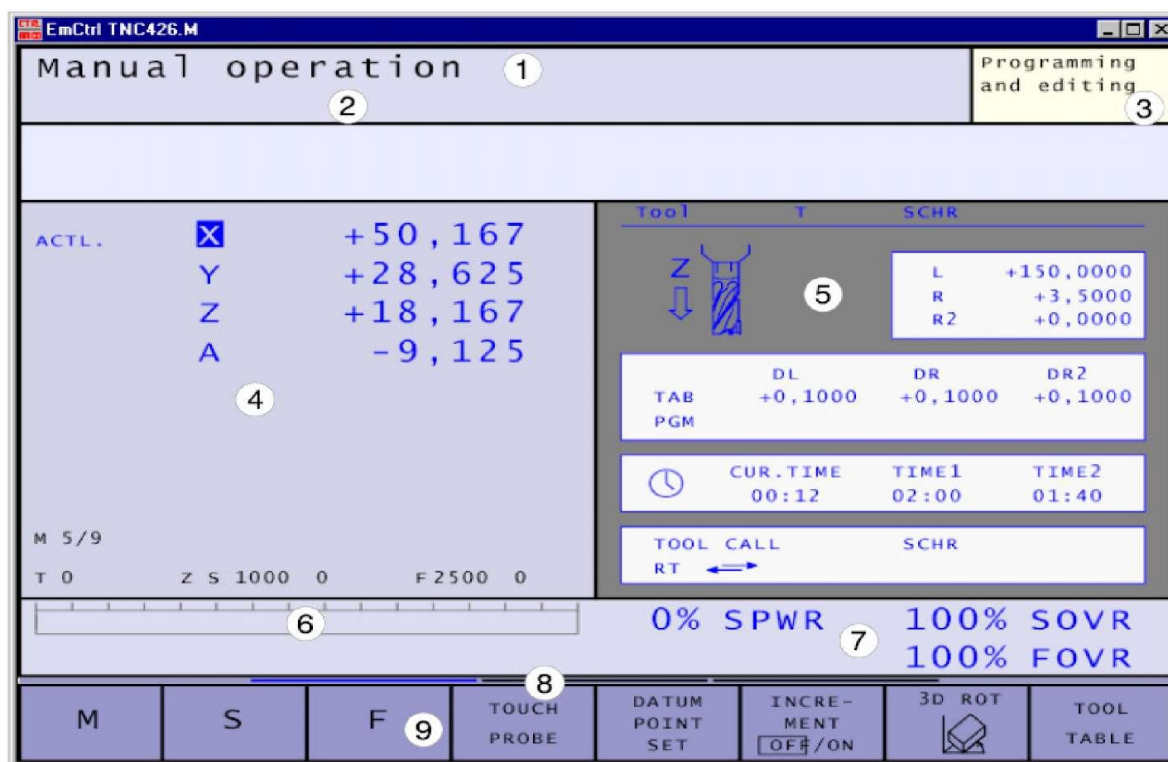
Преклопник начина рада [7]



Слика 26.

Регулатор брзине посмака од 0 - 120 %. [7]

4.1.3. Изглед екрана



Слика 27. Изглед екрана код HEIDENHAIN управљачке јединице[7]

- 1 - екран машинског оперативног мода, линија дијалога
- 2 - линија аларма и поруке
- 3 - екран програмског оперативног мода
- 4 - радни прозор, NC екран
- 5 - екран додатног статуса који садржава детаљне информације о извођењу програма. Може се позвати у било којем оперативном моду (не у програмирању и исправљању)
- 6 - екран снаге
- 7 - екран општег статуса даје информације о тренутном стању машине. Појављује се аутоматски.
 SPWR – снага на главном вратилу
 SOVR – корекција главног вретена
 FOVR – корекција посмака
- 8 – touch probe
- 9 – ред функцијских тастера

4.2. Циклуси

Циклус је низ већ унапред одређених радњи које ће машина обавити аутоматски. Након задавања потребних параметара, рачунар ће само одредити оптималну путању алата. Тако одређени и прорачунати циклус је у меморији рачунара и постепено се извршава.

Циклуси могу бити :

- стандардни и
- кориснички

Преглед циклуса:

Циклус	Функције тастера
Бушење/навоји	DRILLING/ THREAD F3
Џепови/отвори	POCKETS STUDS/ SLO'S F2
Шаблони	PATTERN F3
SL-циклуси	SL- CYCLES F4
Multipages (циклус за глодање са више пролаза)	MULTIPAGES F5
Координатно премештање	COORD. TRANSF. F3
Специјални циклуси	SPECIAL CYCLES F2

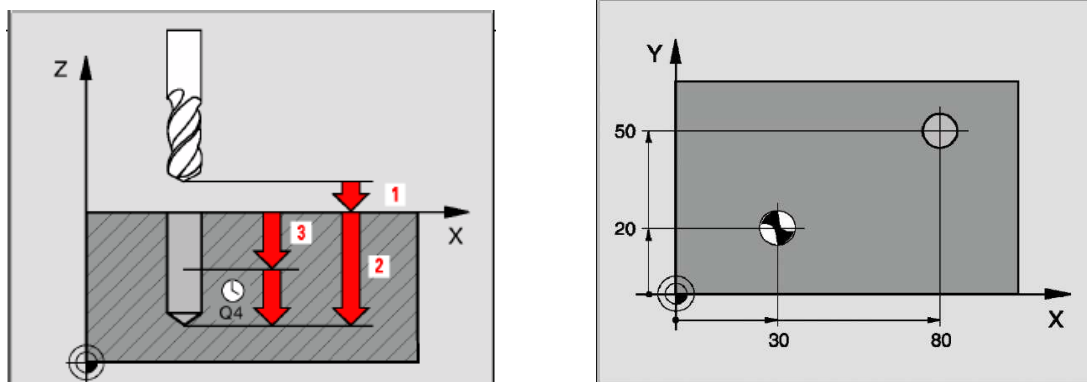
Табела . Групе циклуса[7]

Ознаке циклуса:

- **Cycle 200-** циклус за бушење (**DRILLING**)
- **Cycle 201-** циклус за развртање (**REAMING**)
- **Cycle 202-** циклус за избушивање (**BORING**)
- **Cycle 203-** циклус за леђно упуштање (**UNIVERSAL DRILLING**)
- **Cycle 204-** циклус за натражно бушење (**BACK BORING**)
- **Cycle 205-** циклус за универзално пробијање (**UNIVERSAL PECKING**)
- **Cycle 206-** циклус за урезивање навоја компензацијском главом (**TAPPING WITH A FLOATING TAP HOLDER**)
- **Cycle 207-** циклус за круто урезивање навоја (**RIGID TAPPING WITHOUT A FLOATING TAP HOLDER**)
- **Cycle 208-** циклус за бушење глодањем (**BORE MILLING**)
- **Cycle 209-** циклус за урезивање навоја са ломом струготине (**TAPPING WITH CHIP BREAKING**)
- **Cycle 17-** циклус за круто урезивање навоја (**RIGID TAPPING**)
- **Cycle 18-** циклус за урезивање навоја ножем (**THREAD CUTTING**)
- **Cycle 262-** циклус за глодање навоја (**THREAD MILLING**)
- **Cycle 263-** циклус за глодање навоја упуштањем (**THREAD MILLING / COUNTERSINKING**)
- **Cycle 264-** израда навоја глодањем
- **Cycle 265-** израда навоја глодањем са пужним преносом

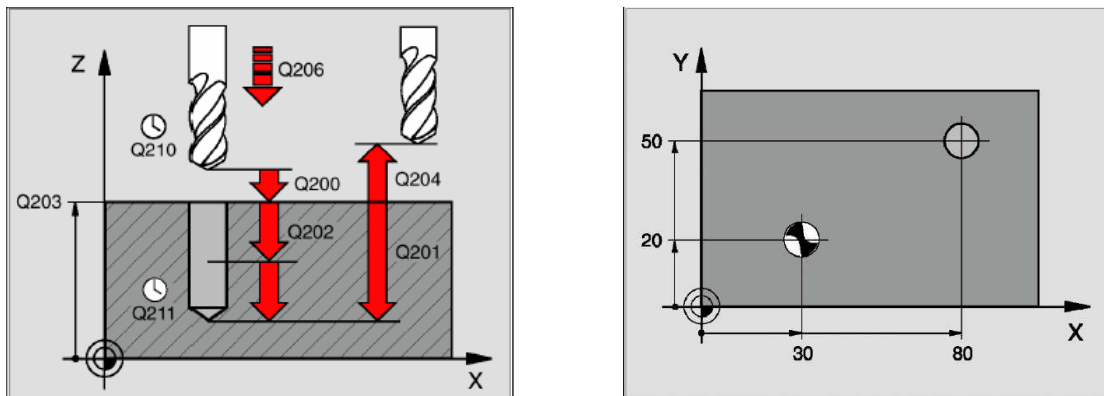
- **Cycle 267-** израда спољнег навоја (**OUTSIDE THREAD MILLING**)
- **Cycle 4-** циклус за глодање правоугаоног џепа (**POCKET MILLING**)
- **Cycle 212-** циклус за фину обраду правоугаоног џепа (**POCKET FINISHING**)
- **Cycle 5-** циклус за грубу обраду округлог џепа (**CIRCULAR POCKET MILLING**)
- **Cycle 214-** циклус за фину обраду округлог џепа (**CIRCULAR POCKET FINISHING**)

Примери циклуса за бушење:



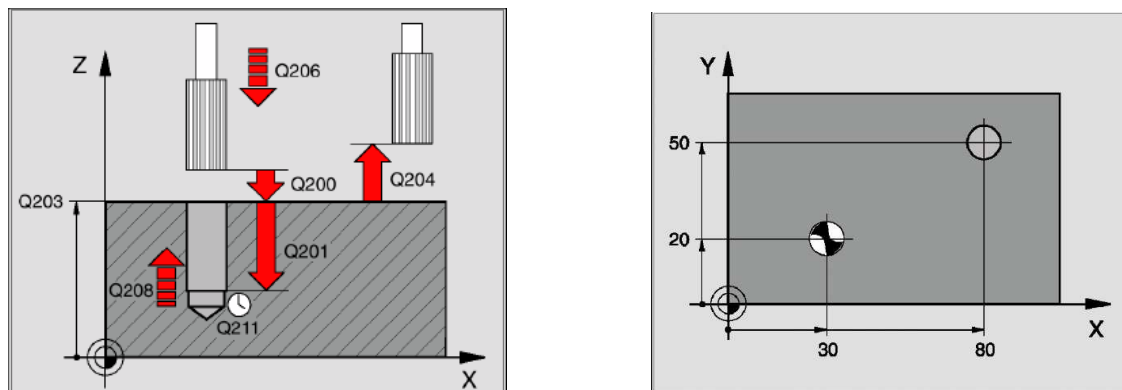
Слика 28. Циклус са пробијање (**PECKING**) [7]

Циклус 200- циклус за бушење (**DRILLING**)



Слика 29. Циклус за бушење [7]

- Q200-** постављање растојања између врха алата и радне површине
- Q201-** постављање дубине рупе у инкрементној вредности
- Q202-** постављање дубине бушења по кораку
- Q203-** постављање апсолутних координата површине припремке
- Q204-** постављање другог одстојања
- Q206-** одабир посмака
- Q210-** време задржавања у рупи
- Q211-** време чекања изнад рупе

Циклус 201 – циклус за развртање (REAMING)

Слика 30. Циклус за развртање [7]

Q200- постављање растојања између врха алата и радне површине

Q201- постављање дубине рупе у инкрементној вредности

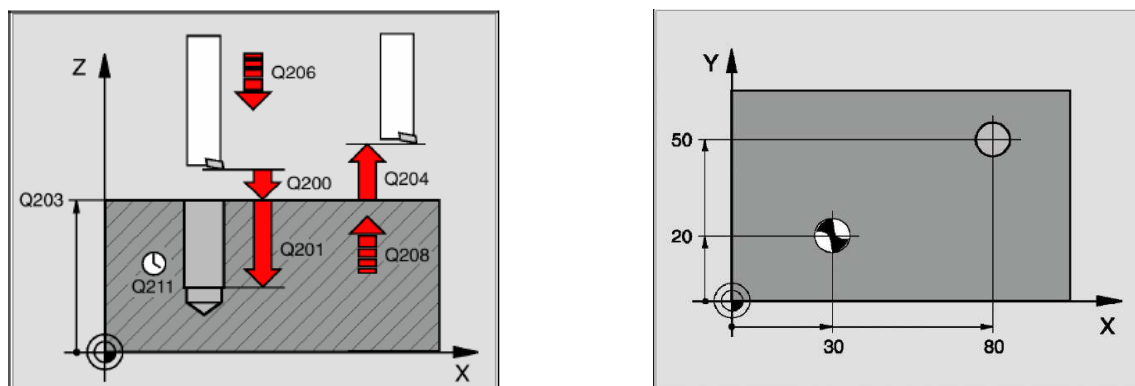
Q203- постављање апсолутних координата површине припремка

Q204- постављање другог одстојања

Q206- одабир посмака

Q208- одабир посмака при изласку алата

Q211- време чекања изнад рупе

Циклус 202 - Циклус за избушивање (BORING)

Слика 31. Циклус за избушивање [7]

Q200- постављање растојања између врха алата и радне површине

Q201- постављање дубине рупе у инкрементној вредности

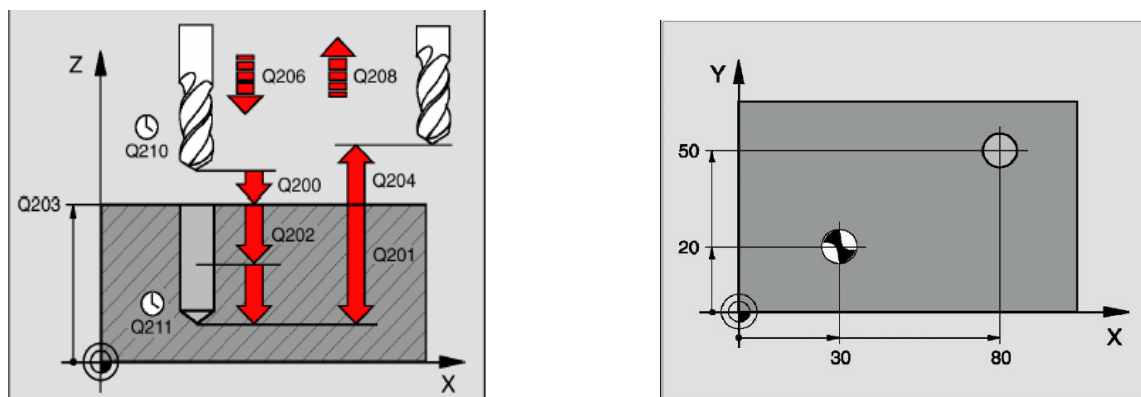
Q203- постављање апсолутних координата површине припремка

Q204- постављање другог одстојања

Q206- одабир посмака

Q208- одабир посмака при изласку алата

Q211- време чекања изнад рупе

Циклус 203 - Циклус за универзално бушење (UNIVERSAL DRILLING)

Слика 32. Циклус за универзално бушење [7]

Q200- постављање растојања између врха алата и радне површине

Q201- постављање дубине рупе у инкрементној вредности

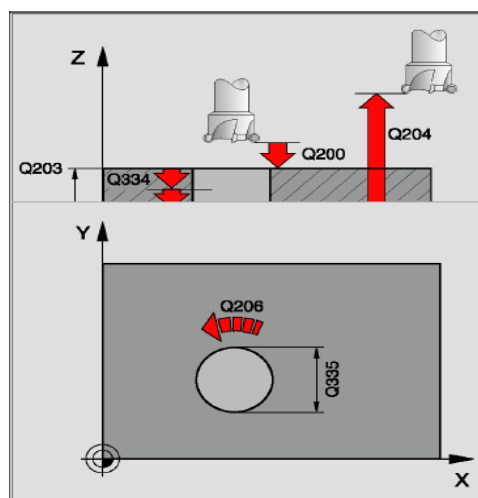
Q202 – постављање дубине бушења по кораку

Q203- постављање апсолутних координата површине припремка

Q204- постављање другог одстојања

Q206- одабир посмак

Q208- одабир посмака при изласку алата

Циклус 208 - Бушење глодањем (BORE MILLING)

Слика 33. Бушење глодањем [7]

Q200- постављање растојања између врха алата и радне површине

Q203- постављање апсолутних координата површине припремка

Q204- постављање другог одстојања

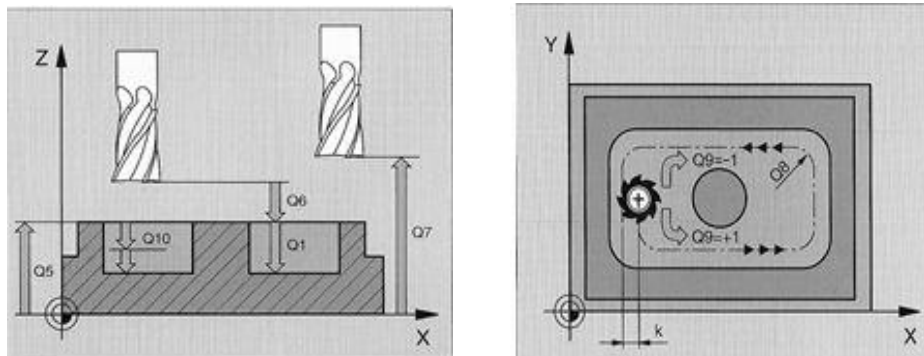
Q206- одабир посмак

Q334- помак по завојници

Q335- потребан пречник бушења

Примери циклуса за глодање:

Циклус 20 - Глодање по контури (Contour milling)



Слика 34. Глодање по контури [7]

Q1- Дубина глодања: размака од горње површине радног комада до основе изреза

Q2- Путања

Q5- Координата радни комад горња-површина

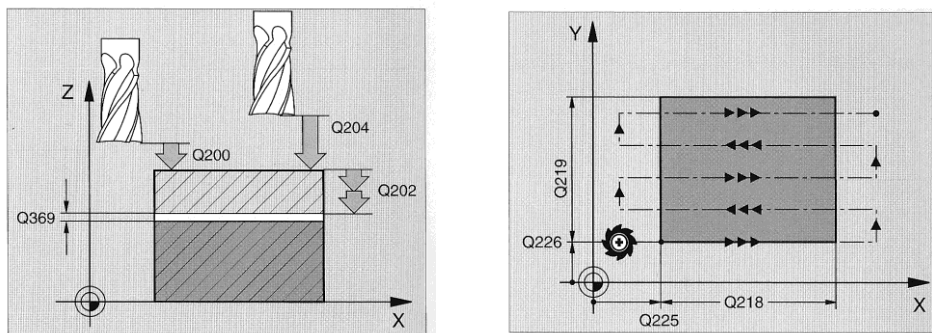
Q6- Сигурносно растојање: растојање алат-радни комад- горња површина

Q7- Сигурна висина: висина на којој не може доћи до колизије са радним комадом

Q10- Помак у дубину

Q9- Правац обртања: у смеру казаљки сата=-1, у обрнутом смеру=+1

Циклус 232 - Чеоно глодање (Face milling)



Слика 35. Чеоно глодање [7]

Q200- постављање растојања између врха алата и радне површине

Q202 – постављање дубине бушења по кораку

Q204- постављање другог одстојања

Q207- померње глодања

Q218- бочна дужина

Q219- бочна ширина

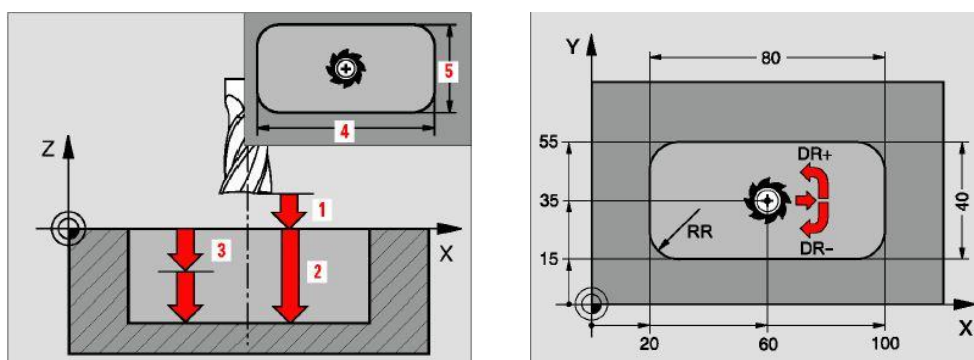
Q225- стартна тачка 1. осе

Q226- стартна тачка 2. осе

Q227- стартна тачка 3. осе

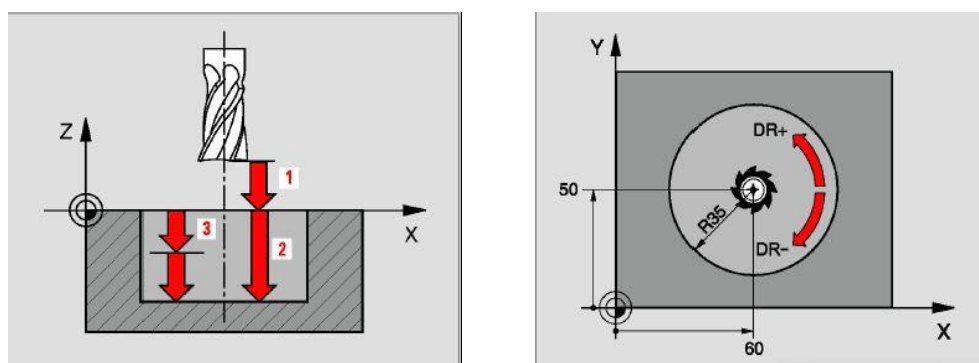
Q386- крајна тачка 3. осе

Q369- премер изглачаног дна

Цикус 4 - Глодање правоуглог џепа (POCKET MILLING)

Слика 36. Глодање правоуглог џепа [7]

1. Алат долази у почетну позицију (центар џепа) на постављено одстојање.
2. Од центра џепа алат се креће до радне површине у стартну позицију глодања. WinNC узима у прорачун радијус алата и толеранцију бока џепа како би израчунао стартну позицију глодања.
3. Алат се спушта дефинисаним посмаком спуштања глодала до прве дубине глодања.
4. Сада се алат тангенцијално приближава контури завршне обраде и наставља по контури џепа.
5. Алат се одмиче од контуре тангенцијалном путањом и враћа у стартну позицију глодања прве дубине.
6. Процес од 3 до 5 се понавља док се не достигне дефинисана дубина џепа.
7. Након тога се алат подиже на дефинисано одстојање, ако је програмирано друго одстојање алат се у брзом ходу подиже и позиционира у центру џепа.

Цикус 5 - Глодање округлог џепа (CIRCULAR POCKET MILLING)

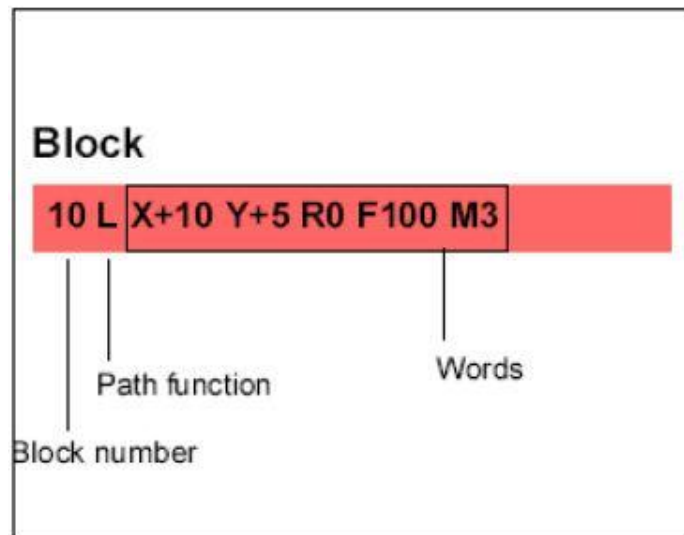
Слика 37. Глодање округлог џепа [7]

1. Алат улази у припремак у центру џепа до прве дубине глодања
2. Након тога алат прати спиралу и шири џеп од центра ка споља
3. Процес се понавља док се не постигне жељена дубина џепа
4. На крају циклуса алат се враћа у почетну позицију

4.3. Креирање и писање програма

Програм се састоји од више програмских блокова. Елементи блока су:

- Број блока (програмске реченице),
- Главна функција и
- Програмске речи



Слика 38. Писање програма [7]

Први блок програма је **BEGIN PGM**, име програма и активна мерна јединица. Следећи блокови садрже информације о:

- Припремку,
- Дефинисању и позивању алата,
- Одређивању брзине обртања и посмака и
- Кретање по контури, подпрограме и циклусе.

Последњи блок **END PGM** садржи име програма и активну мерну јединицу.

4.4. G функције

Главне G функције дефинишу услове кретања - услове путање. Дефинишу се адресом G и двоцифреним бројем, у једном програмском блоку може се наћи само једна G функција. Све управљачке функције дефинисане су у одговарајућим упуствима за руковање одређеном машином. [7]

Према намени управљачке функције деле се на:

1. функције за дефинисање система мерења (програмирања) G 90 и G 91,
2. функције за успостављање везе између координатног система машине и предмета обраде G 92 и G 93,
3. функције за дефинисање мода помака G 94 и G 95,
4. функције за дефинисање начина кретања G 00, G 01, G 02, G 03...
5. остале функције.

4.4.1. Програмирање кретања алата са правоуглим координатама

G00 – Праволинијско кретање у брзом ходу
G01 – Праволинијско кретање
G02 - Кружно кретање у смеру казаљки на сату
G03 – Кружно кретање супротно казаљкама на сату
G05 - Кружно кретање без задатог смера обртања
G06 - Кружно кретање са тангенцијалним прикључком контура
G07 - Реченица за позиционирање паралелних оса

4.4.2. Програмирање кретања алата са поларним координатама

G10 - Праволинијско кретање у брзом ходу
G11 - Праволинијско кретање
G12 - Кружно кретање у смеру казаљки на сату
G13 - Кружно кретање супротно казаљкама на сату
G15 - Кружно кретање без задатог смера обртања
G16 - Кружно кретање са тангенцијалним прикључком контура

4.4.3. Циклуси бушења

G240 - Центрирање
G200 - Бушење
G201 - Стругање
G202 - Обрада унутрашње површине
G203 - Универзал-бушење
G208 - Бушење глодањем
G206 - Урезивање навоја
G207 - Урезивање навоја ГС (регулисано вретено)
G209 - Бушење навоја дробљењем опилкака
G240 - Центрирање
G262 - Урезивање навоја глодањем
G263 - Глодање навоја са упуштањем
G264 - Бушење навоја глодањем
G265 - Пужно бушење навоја глодањем
G267 - Нарезивање навоја глодањем

4.4.4. Изрези, отвори и жлебови

- G251** - Правоугли изрез комплет
- G252** - Кружни изрез комплет
- G253** - Жлеб комплет
- G254** - Округли жлеб комплет
- G212** - Изрез глачање
- G213** - Отвор глачање
- G214** - Кружни изрез глачање
- G215** - Кружни отвор глачање
- G210** - Жлеб осцилаторни
- G211** - Округли нут

4.4.5. Тачкасти шаблон

- G220** - Тачкасти шаблон на кругу
- G221** - Тачкасти шаблон на линији

4.4.6. SL -циклуси

- G37** - Поставити подпрограм контуре
- G120** - Контура-датотека
- G121** - Предбушење
- G122** - Чишћење
- G123** - Глачање дна
- G124** - Глачање страна
- G125** - Контур – потез
- G127** - Цилиндарска кошуљица
- G128** - Цилиндарска кошуљица глодање жлебова
- G129** - Цилиндарска кошуљица глодање ламеле
- G139** - Цилиндарска кошуљица глодање контуре

4.4.7. Израда редова

- G60** - 3D-датотека обрадити
- G230** - Израда редова
- G231** - Регуларна равнина
- G232** - Глодање равних површина

4.4.8. Циклуси за прорачун координата

- G53** - Нулта тачка-померање према табели
- G54** - Нулта тачка-директно задато померање
- G247** - Односна тачка
- G28** - Огледало контуре
- G73** - Окретање координатног система
- G72** - Мерни фактор; контуре смањити/повећати
- G80** - Обрада равни (софтверска опција)

4.4.9. Посебни циклуси

- G04** - Време задршке
- G36** - Оријентација осе
- G39** - Програм декларисања циклуса
- G79** - Позивање циклуса
- G62** - Толеранција (софтверска опција)

4.4.10. Систем тастатуре – циклуси

- G55** - Мерење координата
- G400** - Основно стругање 2 тачке
- G401** - Основно стругање 2 бушења
- G402** - Основно стругање 2 отвора
- G403** - Основно стругање преко окрзлог стола
- G404** - Постављање основног стругања
- G405** - Основно стругање преко округлог стола, бушење централне тачке

4.4.11. Систем тастера – циклуси

- G410** - Односна тачка центар правоуглог изреза
- G411** - Односна тачка центар правоуглог отвора
- G412** - Односна тачка центар бушења
- G413** - Односна тачка центар кружног отвора
- G414** - Односна тачка спољњи угао
- G415** - Односна тачка унутрашњи угао
- G416** - Односна тачка центар кружне рупе
- G417** - Односна тачка осе система тастера
- G418** - Односна тачка центар 4 бушотине
- G419** - Односна тачка појединачне осе
- G420** - Мере угла
- G421** - Мере бушења
- G422** - Мере кружног отвора
- G423** - Мере правоуглог изреза
- G424** - Мере правоуглог отвора
- G425** - Мере жлеба унутра
- G426** - Мере ламеле споља
- G427** - Мере координата по жељи
- G430** - Мере кружних рупа
- G431** - Мере равни
- G440** - Топлотна компензација
- G480** - ТТ калибрање
- G481** - Алат-мерење дужине

G482 - Алат- мерење радијуса

G483 - Алат- мерење дужине и радијус

4.4.12. Обрада равни постављање

G17 - Раван X/Y, оса алата Z

G18 - Раван Z/X, оса алата Y

G19 - Раван Y/Z, оса алата X

4.4.13. Ивице, заобљења, контуре прилажење/напуштање

G24 - Ивица са ивичном дужином R

G25 - Углови заобљења са радијусом R

G26 - Контуре тангенцијални прилаз на круг са радијусом R

G27 - Контуре тангенцијално напуштање на кругу са радијусом R

4.4.14. Алат – дефиниција

G99 - Алат дефиниција у програму са дужином L и радијусом R

4.4.14. Алат – коректура радијуса

G40 - Без коректуре радијуса

G41 - Алат - коректура радијуса лево од контуре

G42 - Алат – коректура радијуса десно од контуре

G43 - Осна паралела коректуре радијуса; поступак продужити

G44 - Осна паралела коректуре радијуса; поступак скратити

4.4.15. Мерни параметри

G90 - Мерни параметри апсолутни

G91 - Мерни параметри инкрементални (релативни)

4.4.16. Мерне јединице – постављање (Програм-почетак)

G70 - Мерна јединица inc

G71 - Мерна јединица mm

4.4.17. Дефиниција необрађеног комада за графику

G30 - Поставити раван, МИН-тачку координата

G31 - Мерни параметри (са G90, G91), МАХ-тачку координата

4.4.18. Посебне G-функције

G29 - Последњу позицију преузети као пол

G38 - Ток програма зауставити

G51 - Позвати следећи број алата (само код централне меморије алата

G98 - Поставити нумерички назив

4.5. Q-параметри функција

- Q00** Вредност назначити директно
- Q01** Суму две вредности израчунати и назначити
- Q02** Разлику две вредности израчунати и назначити
- Q03** Производ две вредности израчунати и назначити
- Q04** Количник две вредности израчунати и назначити
- Q05** Корен броја извући и назначити
- Q06** Синус угла у степенима установити и назначити
- Q07** Косинус угла у степенима установити и назначити
- Q08** Корен из суме квадрата два броја извући и назначити (Питагора)
- Q09** Ако је изједначено, скок на нумерички начин
- Q10** Ако није изједначено, скок на нумерички назив
- Q11** Ако је веће, скок на нумерички назив
- Q12** Ако је мање, скок на нумерички назив
- Q13** Угао са тангенсом из две стране или синусом и косинусом из угла установити и назначити
- Q14** Текст задати на екрану
- Q15** Текст или параметре садржаја задати преко датотеке подељено
- Q19** Бројчане вредности или Q-параметре пренети на PLC [7]

4.6. Адресе

- %** Програм – почетак
- A** Заокрет осе око X
- B** Заокрет осе око Y
- C** Обртна оса око Z
- D** Q-параметри – дефинисање функција
- E** Толеранција за крушна заобљења са M112
- F** Померања у mm/min код позиционирања реченицом
- F** Задршке у секундама код G04
- F** Мерни фактор код G72
- G** G-функције
- H** Поларне координате – угао
- H** Угао обртања код G73
- I** X-координата круга-центар/пол
- J** Y-координате круга-центар/пол
- K** Z-координате круга-центар/пол
- L** Нумерички назив постављен код G98
- L** Скочити до неког нумеричког назива
- L** Алат – дужина код G99
- M** Додатне функције
- N** Реченица-број
- P** Циклус-параметар код обраде циклуса

- P** Вредност или Q-параметар код Q-параметар дефиниције
Q Параметар (држач површине)-прорачун
R Поларне координате – радијус код G10//G11/G12/
G13/G15/G16
R Круг – радијус код G02/G03/G05
R Заобљења – радијус код G25/G26/g27
R Ивице – дужине код G24
R Алат – радијус код G99
S Бој обртаја вретена у o/min
S Угао вретена – оријантисање код G36
T Алат – број код G99
T Алат – позивање
T Позивање следећег алата код G51
U Паралелне осе са X
V Паралелне осе са Y
W Паралелне осе са Z
X X-оса
Y Y-оса
Z Z-оса
* Знак за крај реченице [7]

4.7. M команде

M функције дају додатну технолошку информацију CNC управљању која се не програмира у F, S или T адреси, функцију машине описује додатна информација. Реч се састоји од адресног слова M и кодног броја, служе за давање инструкција машини. Могу се поделити на:

- функције заустављања и краја програма или потпрограма,
- укључно - искључне функције,
- функције за измену и компензацију алата,
- функције излаза укључивања и
- остале функције.

4.7.1 Програмско заустављање M00

M00 функцијом долази до прекида извршавања програма односно заустављања помоћних кретања, главно кретање неће бити искључено. Активирањем старт тастера наставља се извршење програма. Ова функција се програмира ради замене алата, додатних мерења, ручног регулисања броја обрта, ручног кориговања и сл. [7]

4.7.2. Дефинисање наредби вретена

M03 - обртање вретена у смеру казаљке на сату,

M04 - обртање вретена у смеру супротном од смера казаљке на сату,

M05 - заустављање вретена,

M13 - укључивање главног вретена на десно и спољашњи довод SHP,

M14 - укључивање главног вретена на лево и спољашњи довод SHP.

4.7.3. Дефинисање наредби SHP

M08 - укључивање SHP,

M09 - искључивање SHP.

4.7.4. Функције дефинисања наредби замене алата

M06 - измена алата (мануелна или аутоматска).

Мануелна код машина без измењивача алата, а аутоматска код машина са измењивачем алата.

M66 - мануелана замена алата.

Код машина без измењивача алата примењује се када није пожељно изводити прилаз на фиксну и за машину зависну позицију замене. Код машина са измењивачем алата примењује се када мора да се замени алат који је у магацину, који треба да се постави на радно вретено.

4.7.5. Функција краја програма M30

У сваком главном програму последња програмска реченица мора да садржи наредбу за крај програма M30. Ова наредба извршава се после извршења свих осталих наредби у програмској реченици. [7]

4.7.6. Списак M команди

M00* - програмско заустављање (Programmed Stop),

M01* - опционо заустављање,

M02* - завршетак програма (главни програм),

M30* - завршетак програма,

M17* - завршетак потпрограма,

M03 - обртање вретена у смеру казаљке на сату,

M04 - обртање вретена у смеру супротном од смера казаљке на сату,

M05 - заустављање вретена,

M06 - промена алата,

M08 - укључивање SHP,

M09 - искључивање SHP,

M13 - укључивање главног вретена на десно и спољашњи довод SHP,

M14 - укључивање главног вретена на лево и спољашњи довод SHP,

M70 - промена на осни погон,

M40 - аутоматска промена преноса,

M41 - степен преноса 1,

M42 - степен преноса 2,

M43 - степен преноса 3,

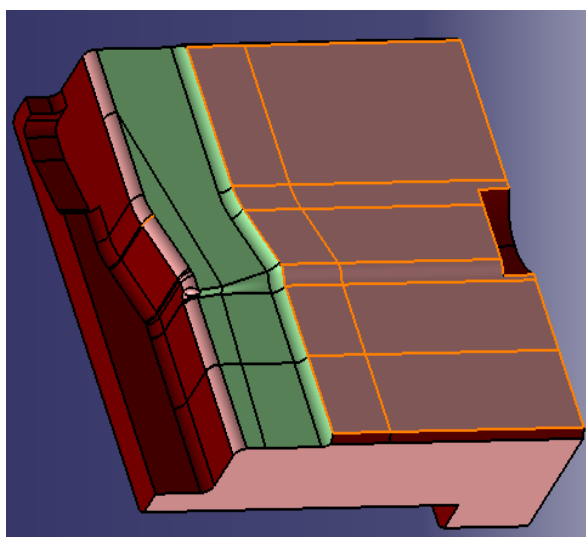
M44 - степен преноса 4,

M45 - степен преноса 5,

(продужено писање адресе није дозвољено за функције са звездicom). [7]

5. ПРИМЕР „НОЖ ЗА ПРОСЕЦАЊЕ ЛИМА “

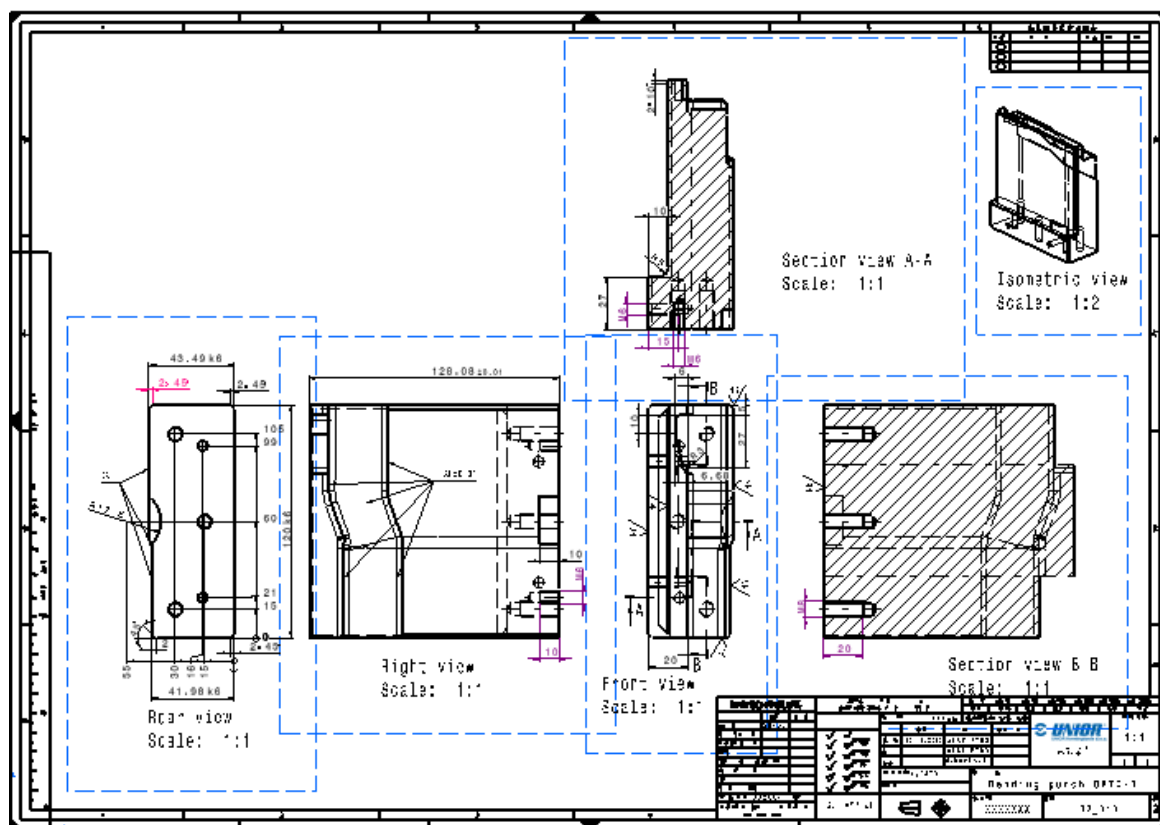
Нож за просецање лима примењује се код пресерског алата за потребе аутомобилске индустрије. Нож за просецање лима направљен је од материјала W.Nr 1.2379 или Č 4850 - алатни челик. Алатни челик је племенити угљенични челик, са садржајем угљеника од 0,6 % до 2,06 % или легирани челик (углавном са хромом, волфрамом, ванадијумом, молибденом, кобалтом) и користи се за израду алата. Њихова погодност за ову употребу долази од њихове изразите тврдоће, отпорности на хабање, способност да сечиво одрже оштрим и њихове отпорности на деформацију при повишеним температурама.



Слика 39. Нож за просецање лима

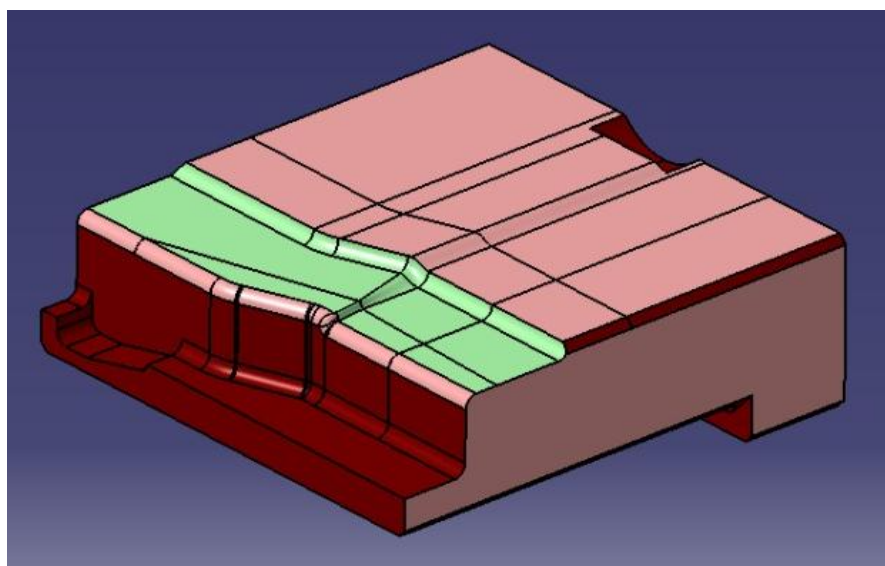
На слици, површина која има функцију просецања лима обојена је розе бојом. Зеленом бојом обележена је површина која служи за ослањање површине која је већ деформисана, тј. обликована у неком од претходних корака пресерског алата. Површина која служи за ослањање мора бити у толеранцији ± 0.01 mm. Површина која је обојена браон бојом нема функцију при деформацији лима.

Стезање комада извршено је са бочних страна које се не обрађују, које су брушене.



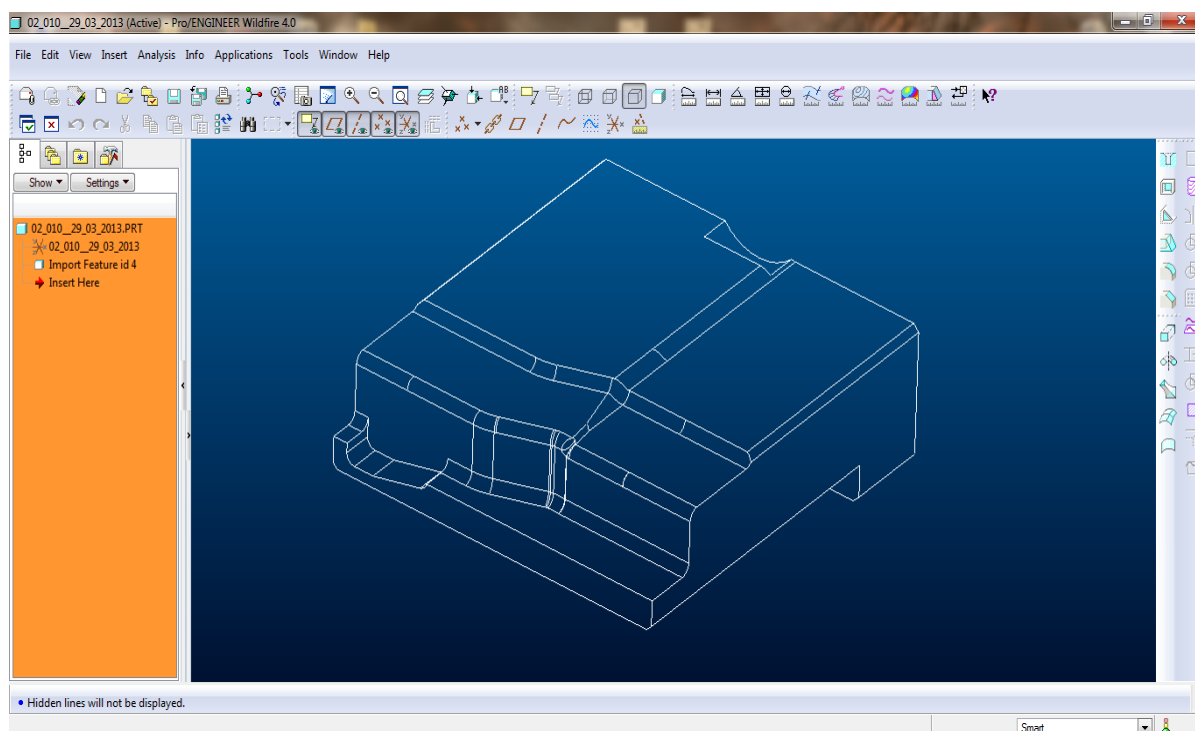
Слика 40. Радионички цртеж комада

Моделирање се изводи у програму Catia. Урађен модел у овом програму конвертује се као STEP модел, стандардан формат који омогућава рад у осталим програмским пакетима. Поступак машинирања изводи се у програмском пакету ProEngineer Wildfire 4.0.



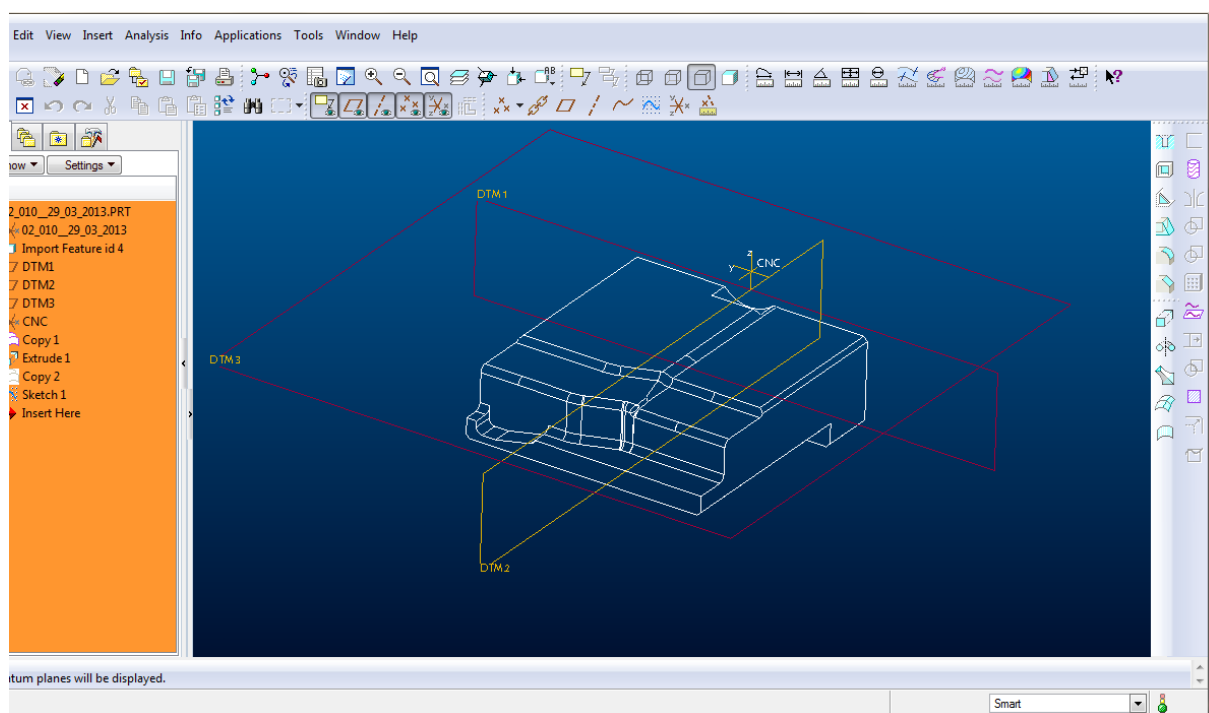
Слика 41. Модел комада који се машинира

Отварање str модела у ProE и чување као part, приказано је на наредној слици.



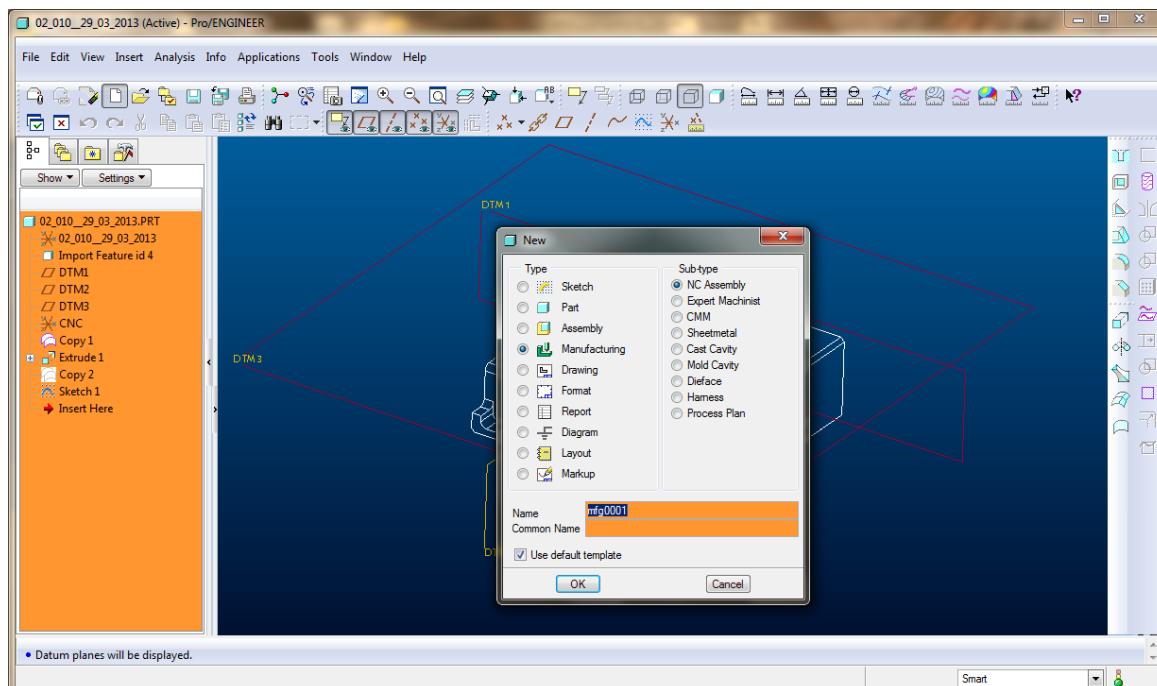
Слика 42. Отварање .str модела у ProE и чување као .part

Према технолошком поступку и са цртежа (слика 40.) види се да су коте 43, 49 и 120 брушене, полаз за CNC глодање се поставља на основу брушених страна. За полаз су потребне три равни. Раван по x оси је на коти 120k6 mm, по y оси је на бази-на старни на којој позиција лежи у алату и по z оси од највише тачке 10 mm.



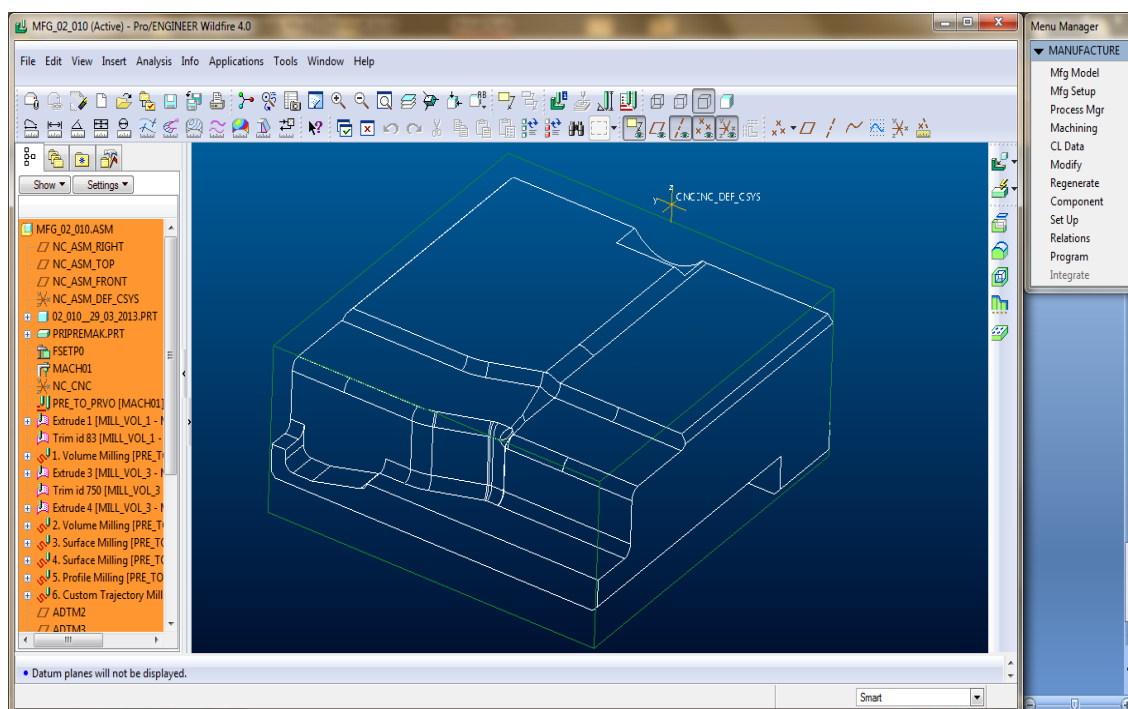
Слика 43. Постављање полаза

Након овога приступа се процесу машинирања.



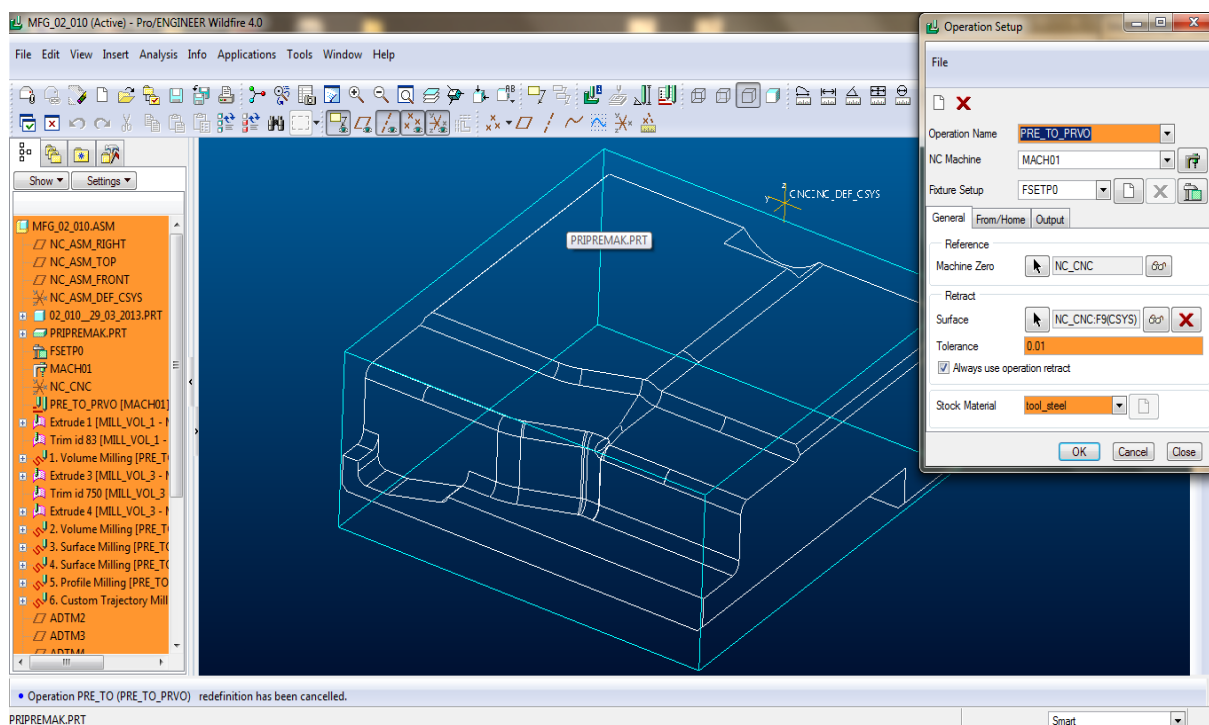
Слика 44. Назив фајла

Након тога врши се израда модела припремка (слика 45.).



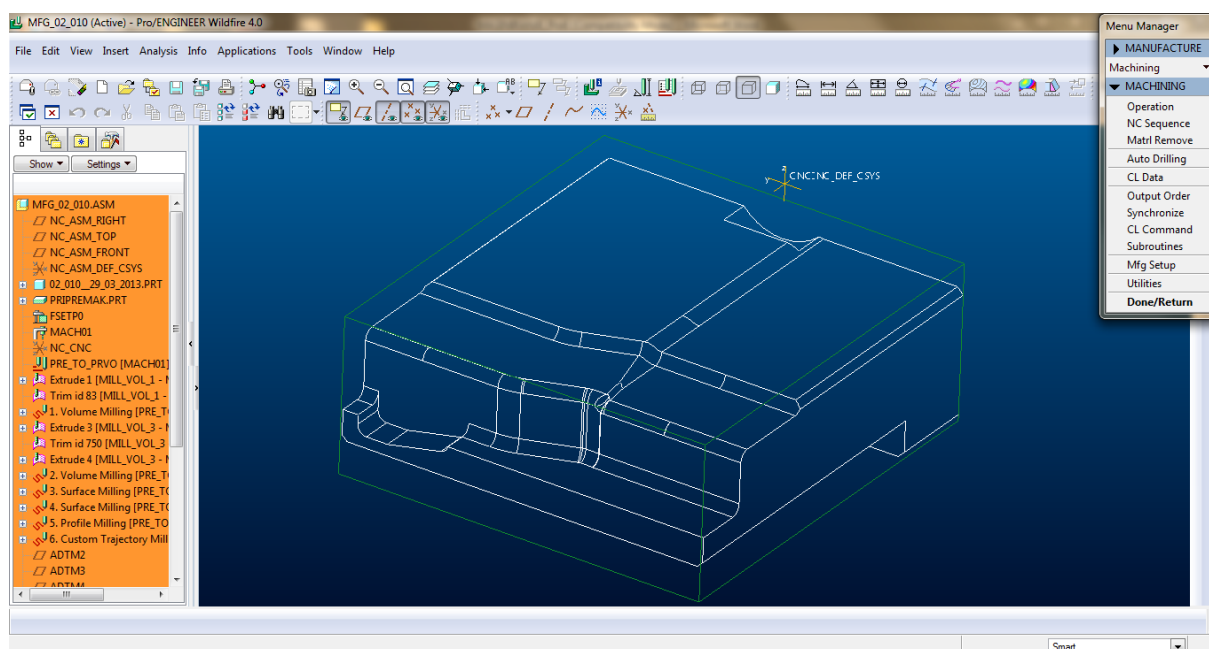
Слика 45. Израда модела припремка

Затим се ради дефинисање прве операције односно, прво стезање пре термичке обраде.

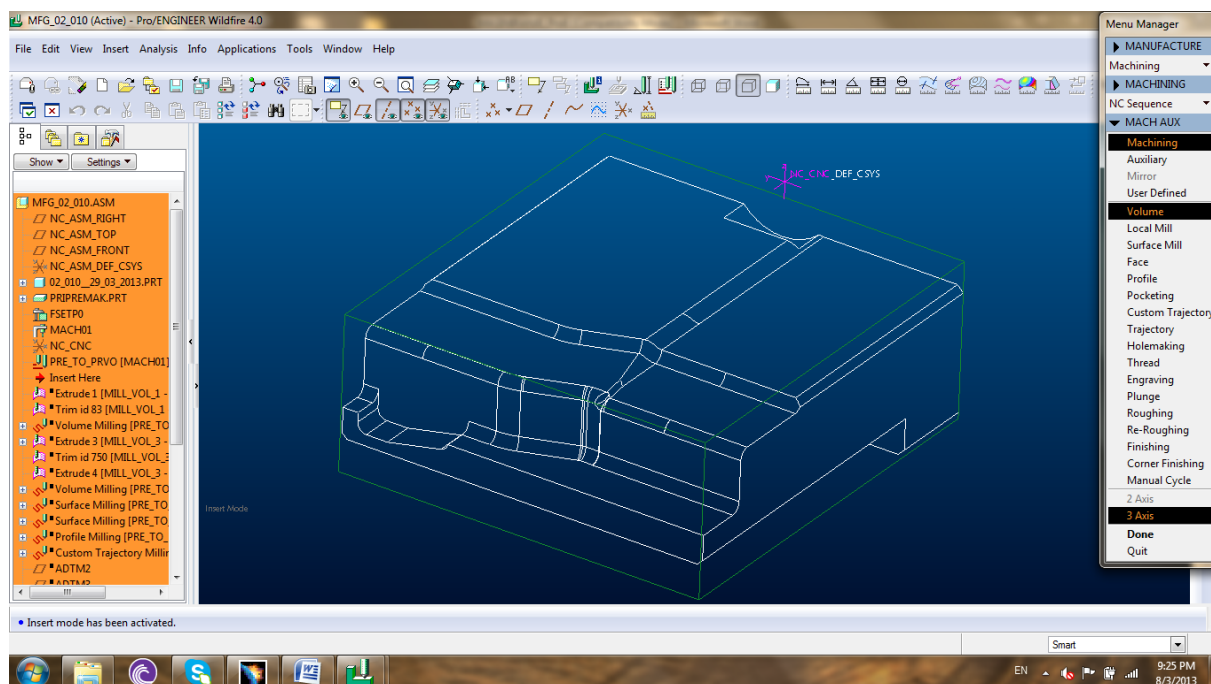


Слика 46. Дефинисање операције

Затим у модулу MACHINING (слика47.), изаберемо опцију VOLUME, односно запремиско машинирање (слика 48.).

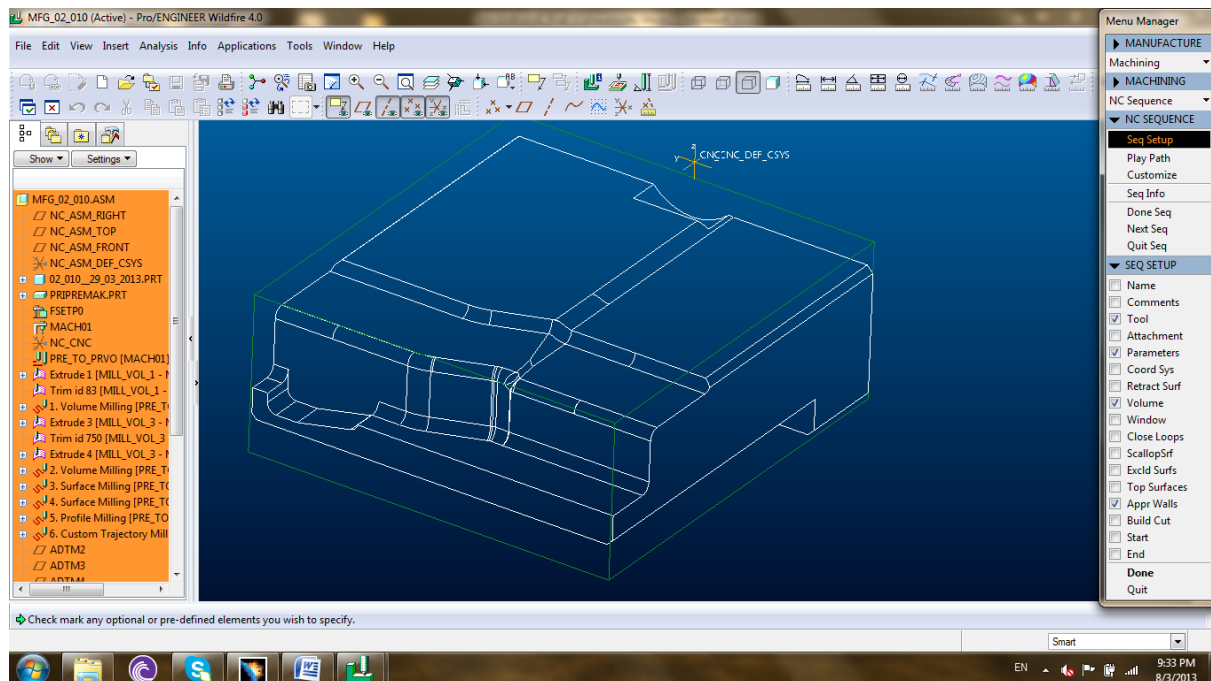


Слика 47. Дефинисање операције



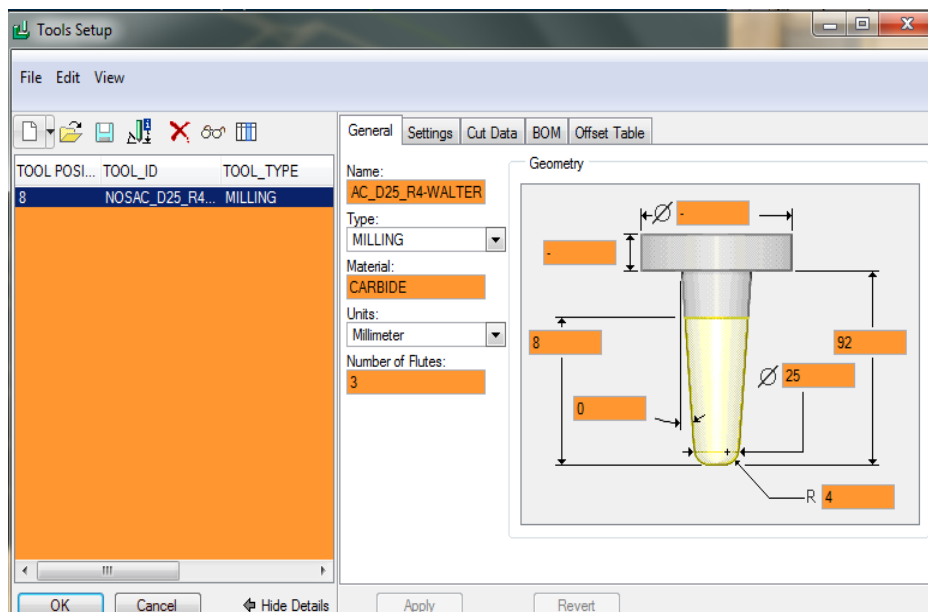
Слика 48. Дефинисање операције

Изаберемо дефинисање алата, параметара, запремине и страна са којих алат прилази.



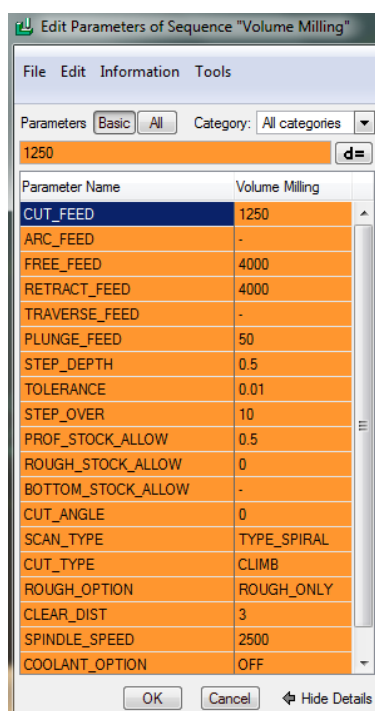
Слика 49. Дефинисање операције

У прозору за дефинисање алата бира се алат за грубу обраду, односно носач D25 r4, што се види на наредној слици.



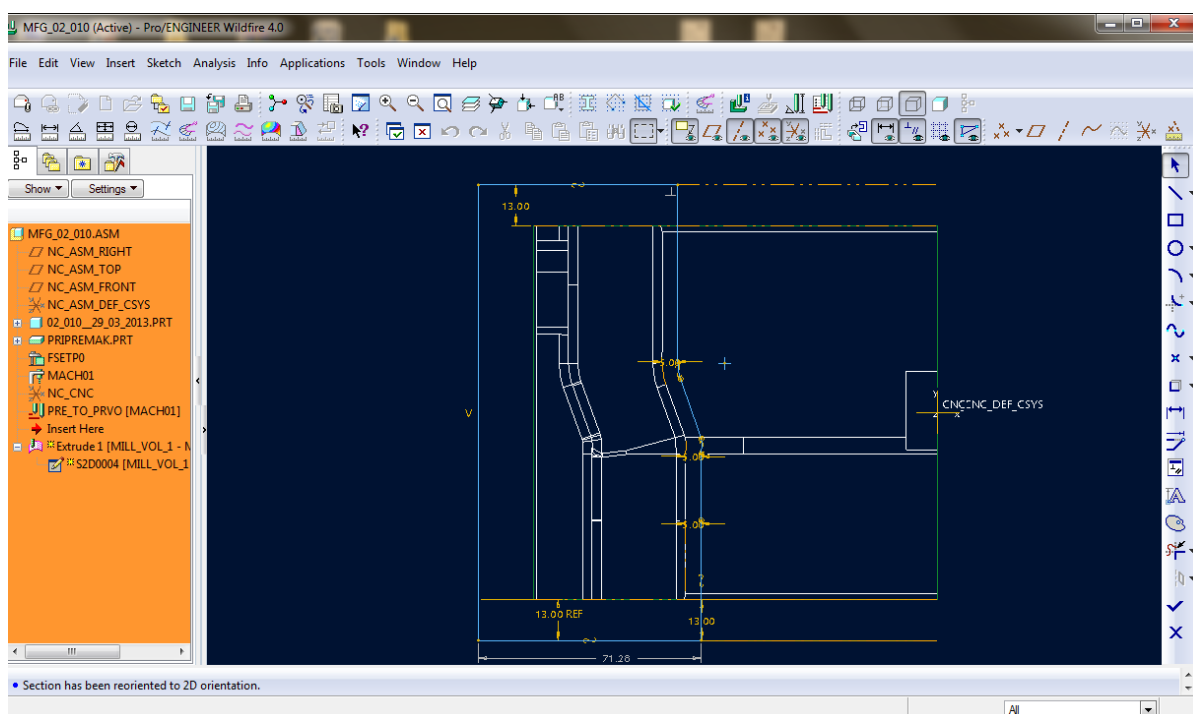
Слика 50. Дефинисање алата

У прозору за дефинисање параметара дефинише се посмак, брзина резања у брзом ходу, брзина непосредног прилаза алата комаду, дубина резања, step over (ширина пролаза), додаток за даљу обраду, тип обраде, сигурносну даљину алата од предмета обраде и број обртаја.



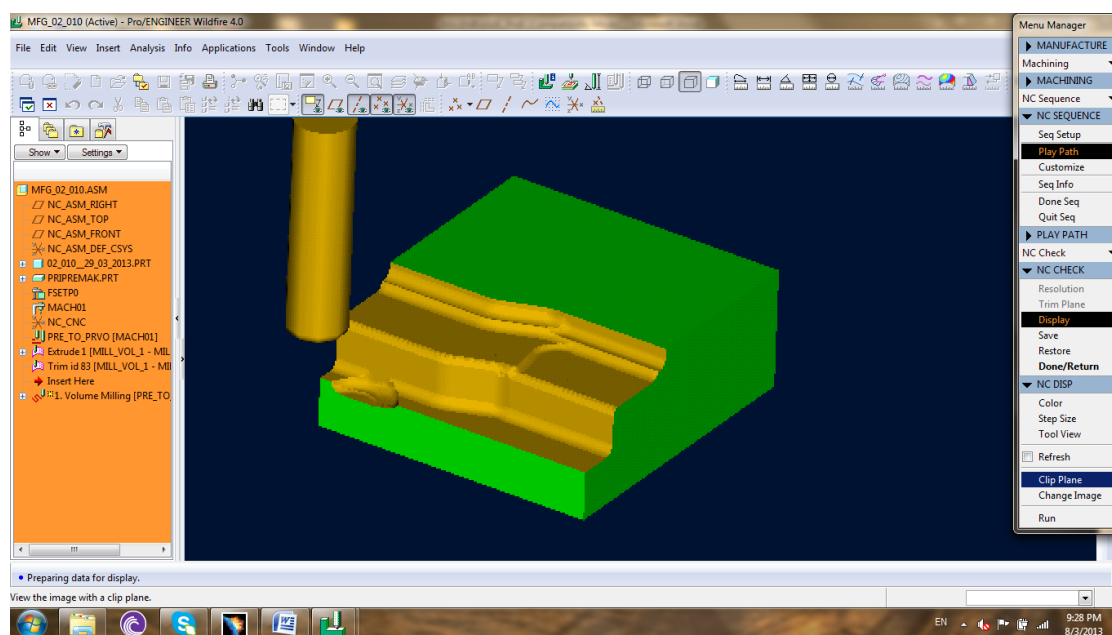
Слика 51. Дефинисање параметара

Следи скицирање граница запремине, за стране које су равне треба узети половину пречника алата, док код страница које имају 3D површине треба узети и полупречник алата, у овом примеру r4.



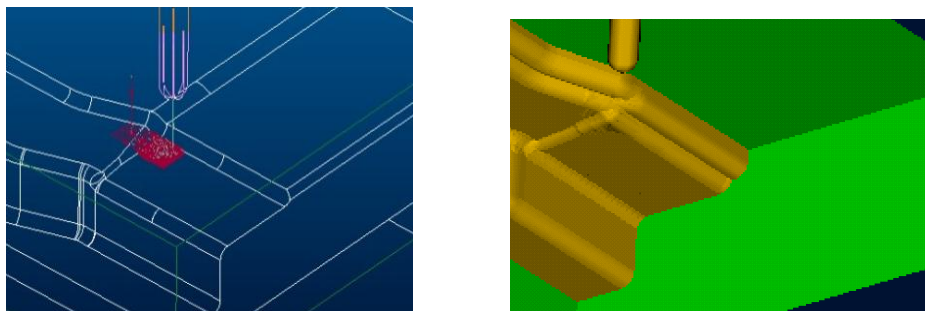
Слика 52. Скицирање граница запремине

За прилазне зидове селекују се оне површине које омогућавају алату несметану обраду, симулација урађеног до сада приказана је на слици.



Слика 53. Симулација

Глодало није могло да обради све површине, треба урадити локалну запремину на оном делу предмета обраде где додаток није сведен на 0,5 mm.



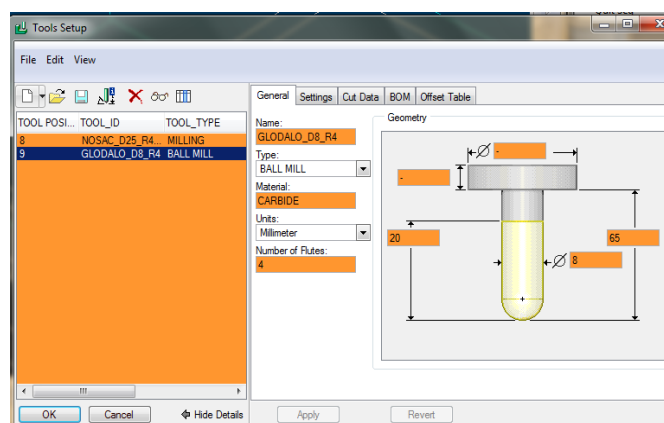
Слика 54. Локална запремина

Када се додаток сведе на 0,5 mm до мере, приступа се површинском машинирању.



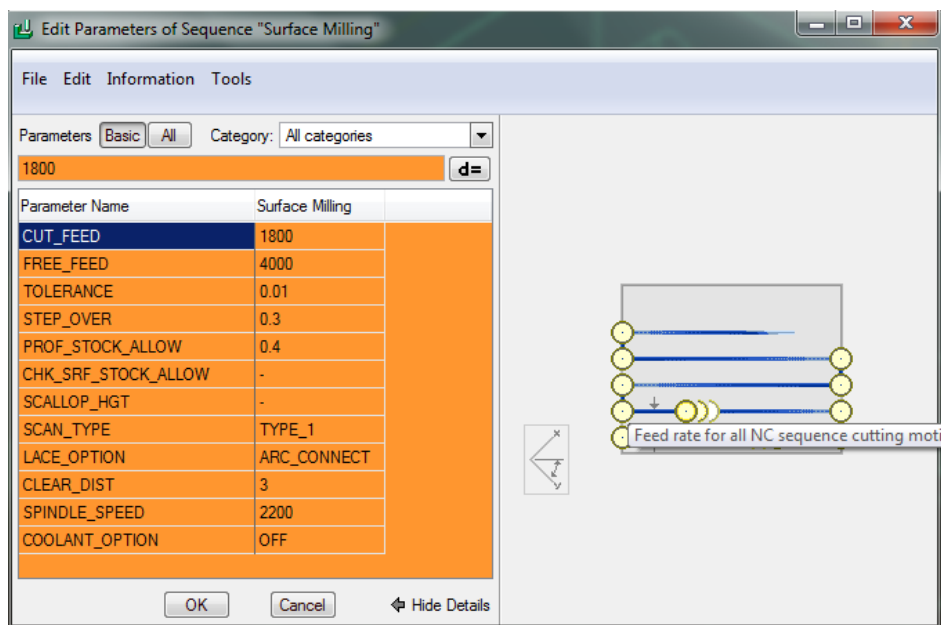
Слика 55. Површинско машинирање

Прво се дефинише алат за 3D обраду, односно лоптасто глодало D8R4, пошто су радијуси на површинама 3 mm.



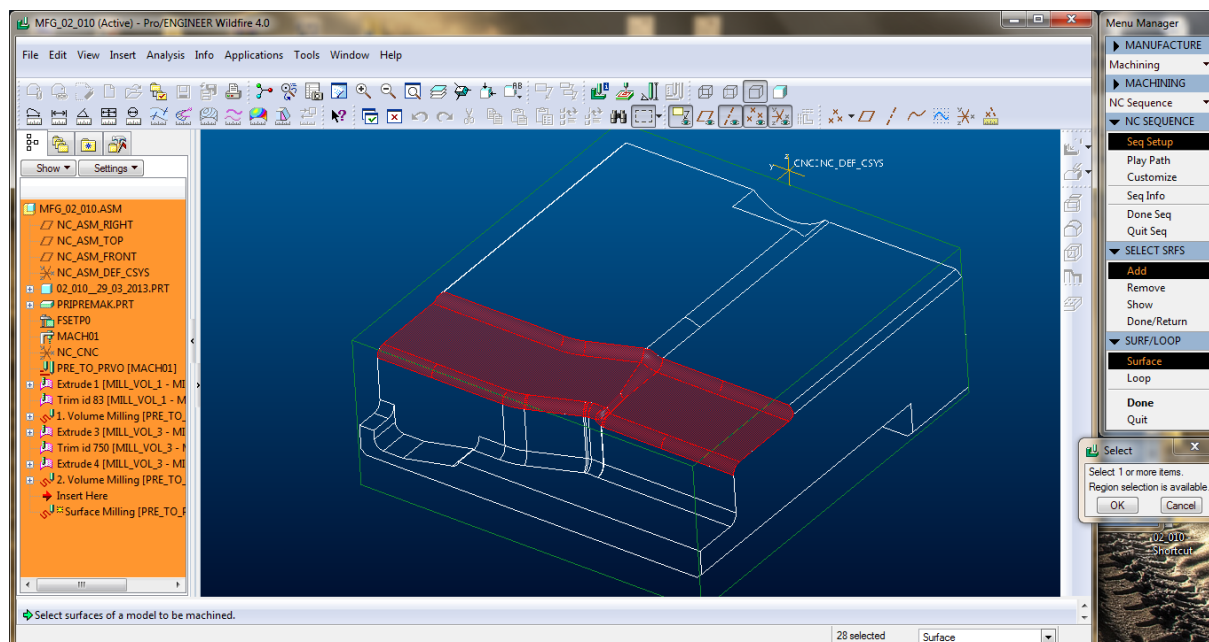
Слика 56. Дефинисање алата

Параметри који се дефинишу у површинском машинирању су: посмак, брзина помоћног кретања у брзом ходу, step over (ширина пролаза), додатак за даљу обраду, тип обраде, сигурносну даљину алата од предмета обраде и број обртаја.



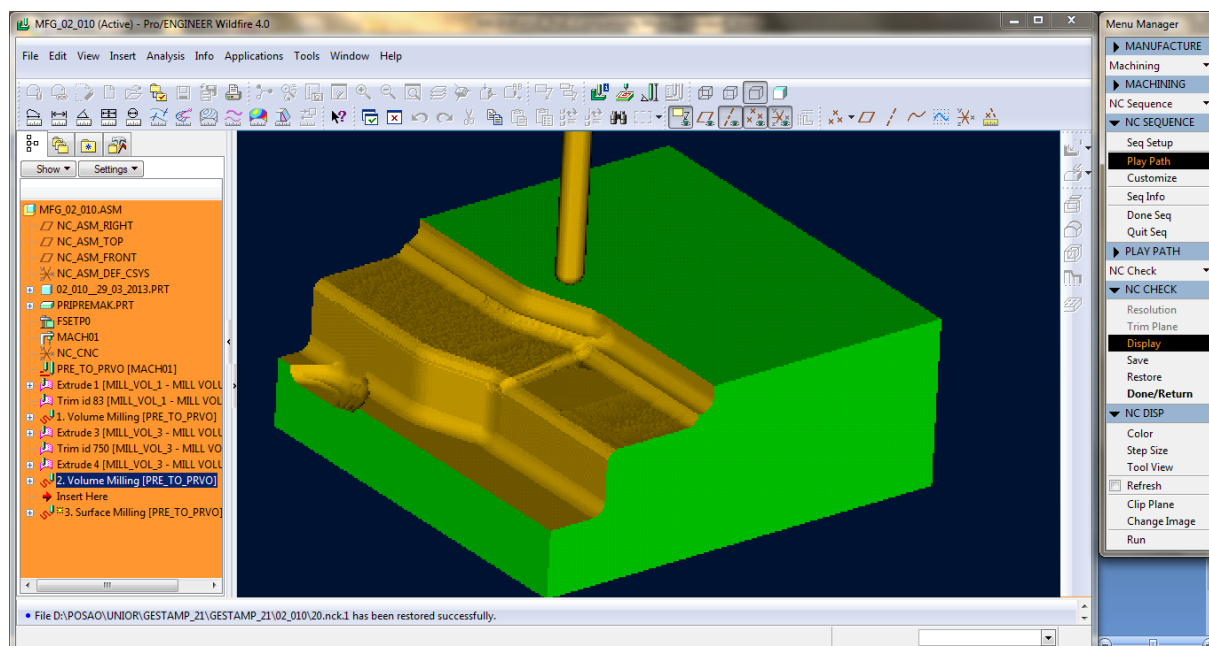
Слика 57. Дефинисање параметара

Следи селектовање површина које се обрађују.



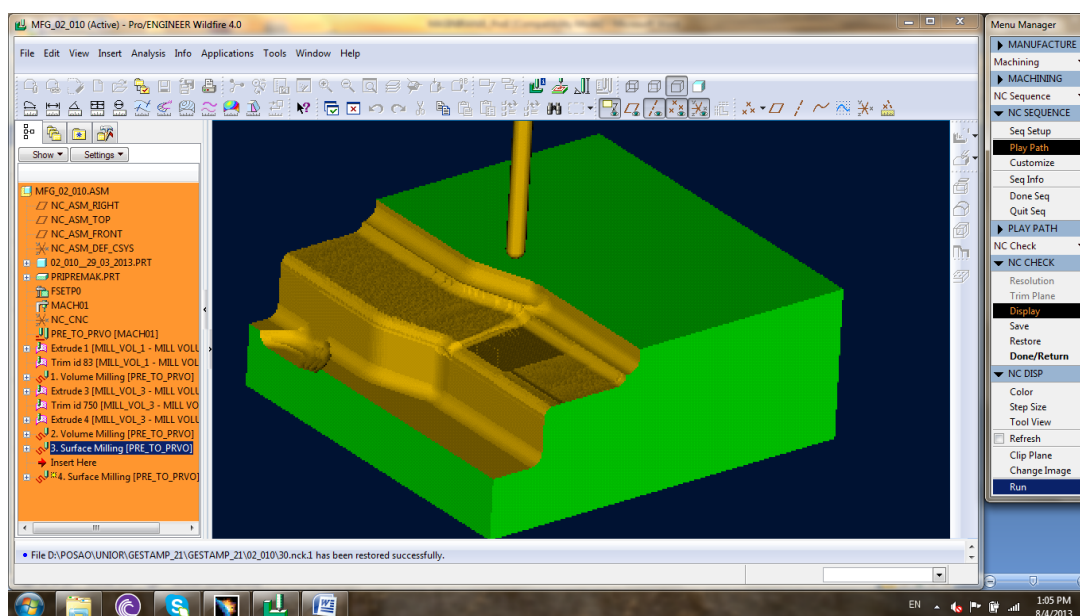
Слика 58. Селектовање површине

Досадашњи ток симулације приказан је на следећој слици.



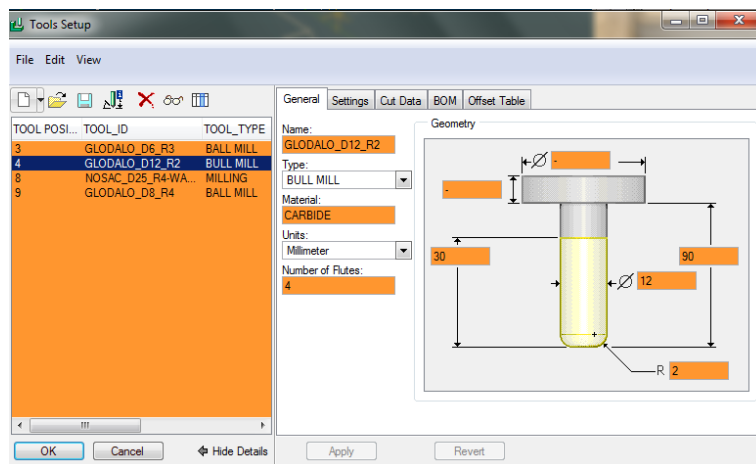
Слика 59. Симулација

Следећи корак је исти као и предходни, само се додаток за даљу обраду смањује за 0,1 mm. Пре термичке обраде површине на које се наслања лим, обрађују се на 0,3 mm до мере због деформација које се могу јавити услед ТО. У овом кораку само се мења додаток за обраду на 0.3 mm и алат D6R3 јер су радијуси на површинама 3 mm, а симулација је приказана на следећој слици.

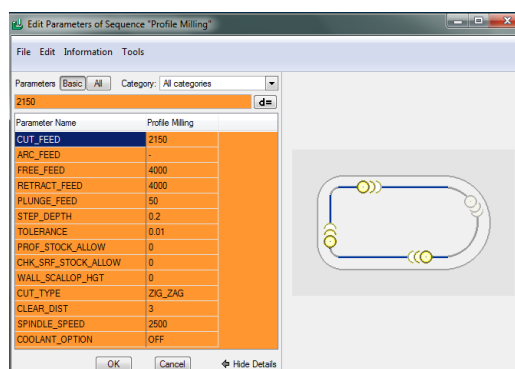


Слика 60. Симулација

Профилним глодалом обраде се оне површине које су у толеранцији $\pm 0,3\text{mm}$. За алат се користи торусно глодало D12R2.

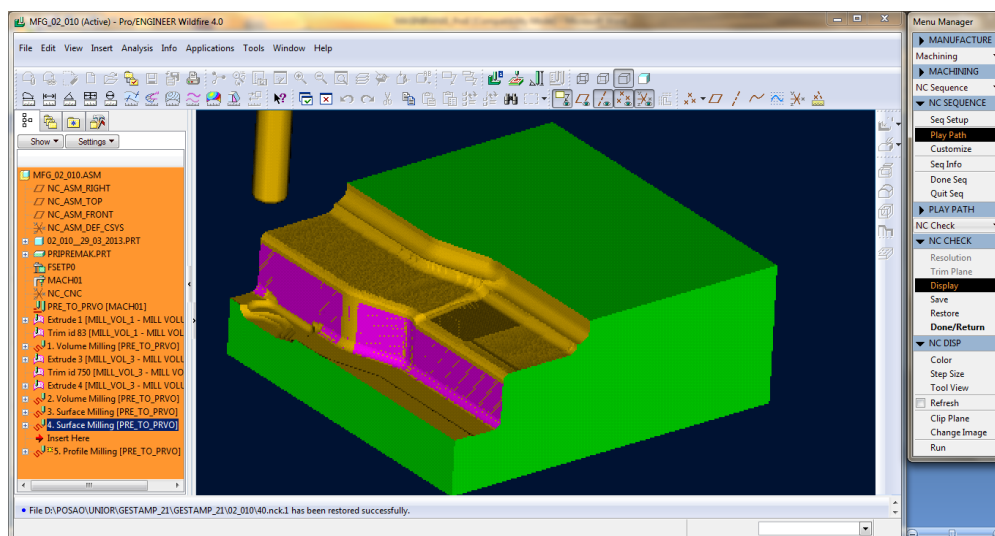


Слика 61. Дефинисање алата



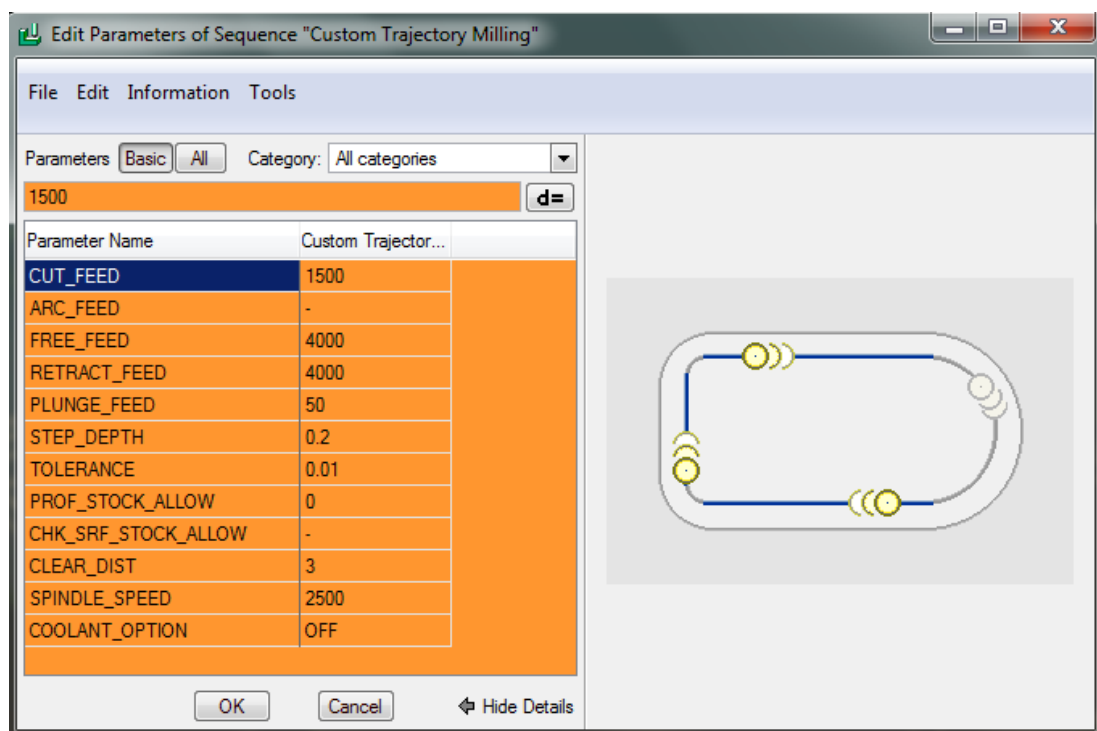
Слика 62. Приказани су параметри режима обраде

Селектују се површине које се обрађују, на наредној слици је приказана симулација.



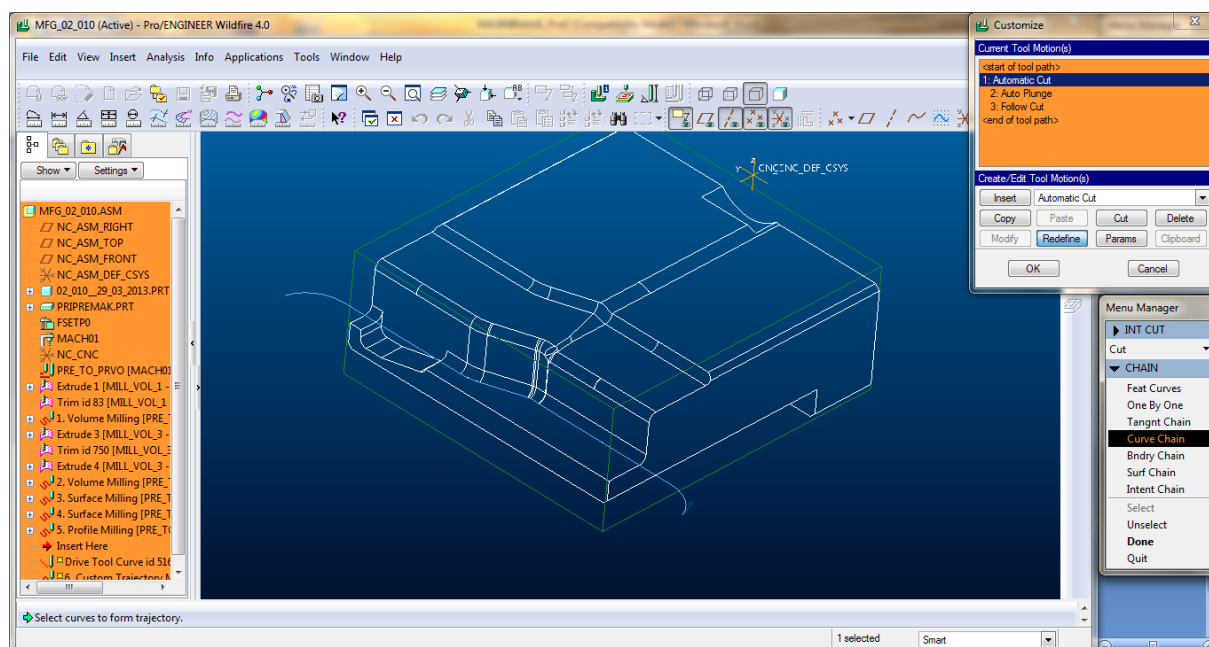
Слика 63. Симулација

Глодалом D16 обрађује се равна површина на меру која није обрађена, у модулу за дефинисање трајекторије алата.

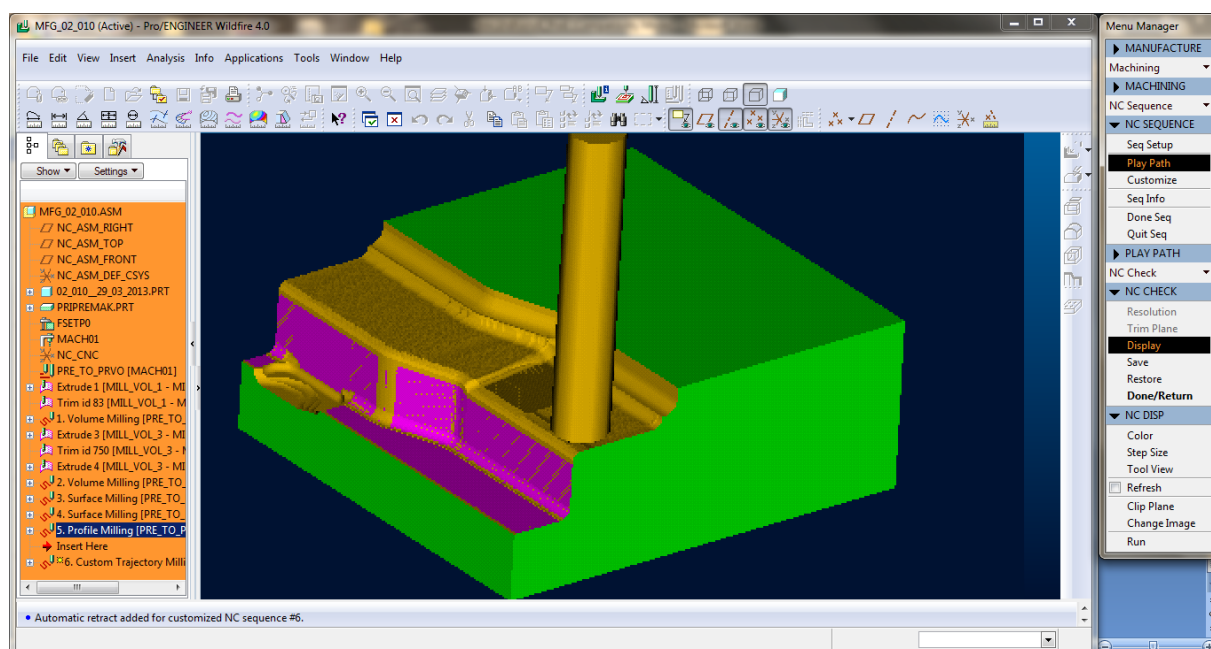


Слика 64. Приказани су параметри режима обраде

Скица трајекторије дата је на основу криве која прати контуру предмета обраде.

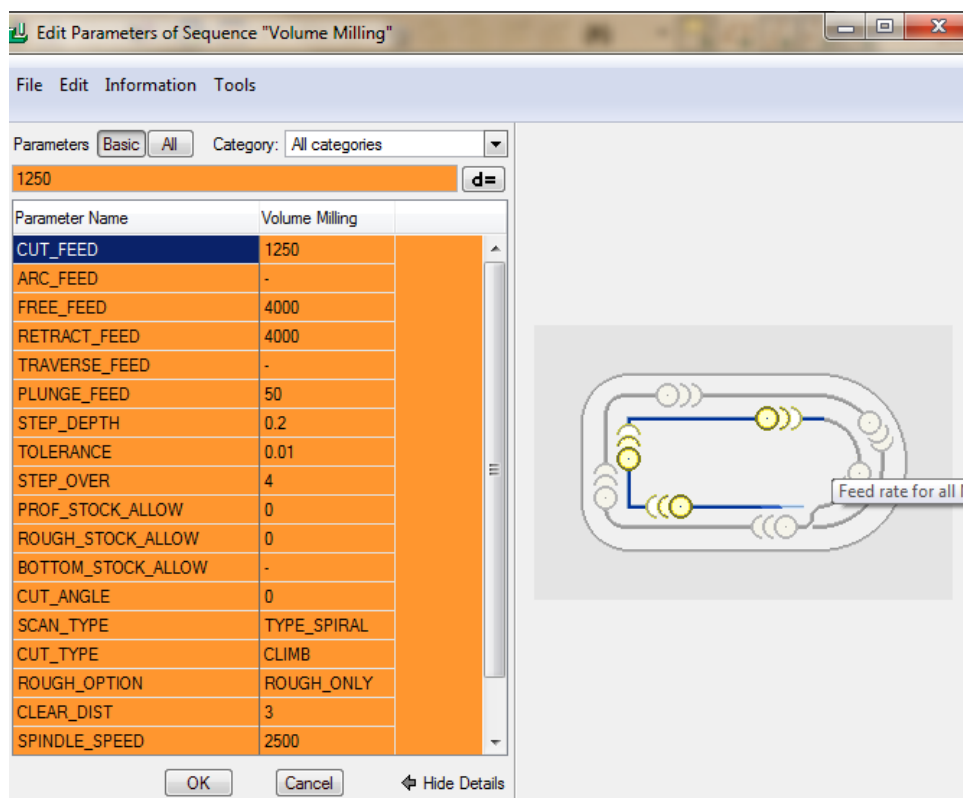


Слика 65. Скица трајекторије

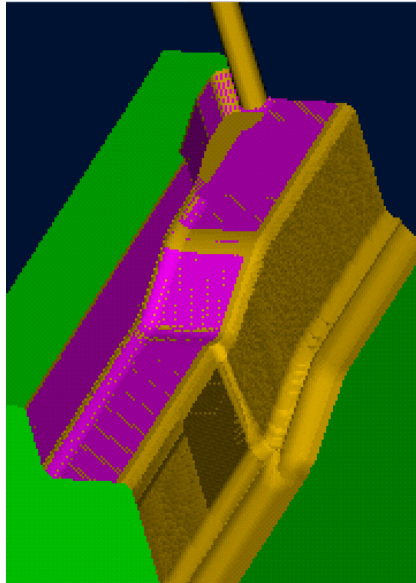


Слика 66. Симулација профилног глодања

Након тога ради се друго стезање пре термичке обраде. Полази се на основу брушених површина, за обраду се користи глодало D6.

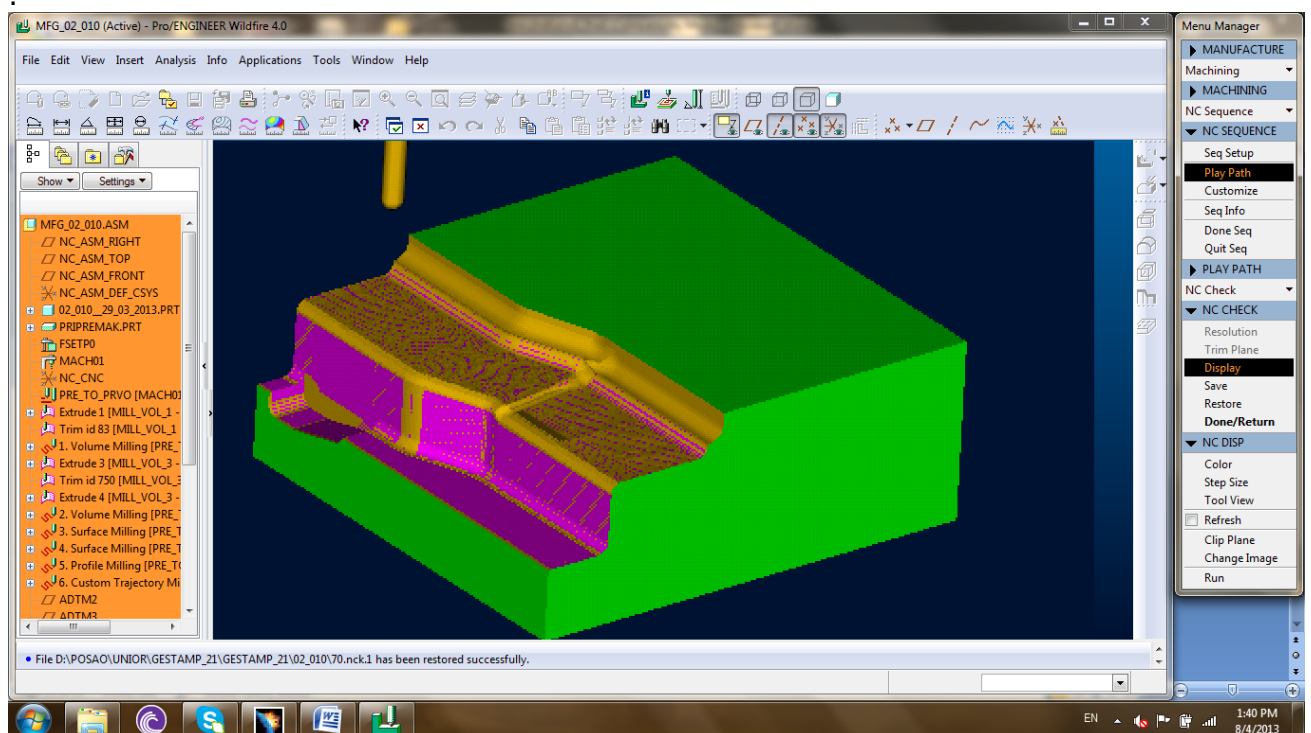


Слика 67. Приказани су параметри обраде



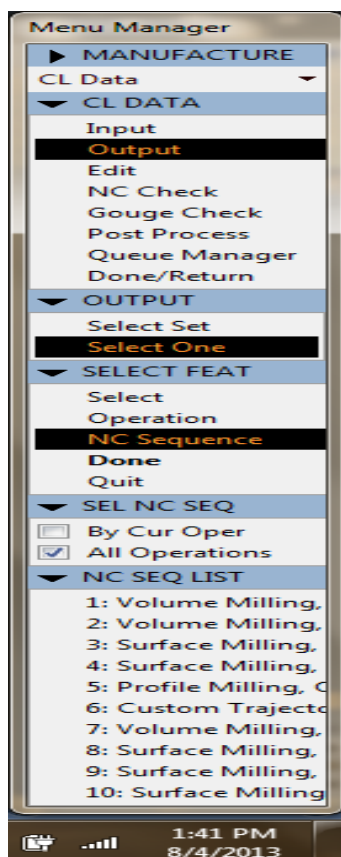
Слика 68. Симулација обраде

Затим следи обрада површина после термичке обраде на меру, односно прво на 0,2, 0,1 и на меру.

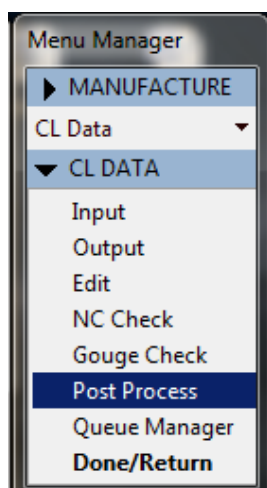


Слика 69. Симулација

Када је код машиниран треба процесирати NC фајлове, према следећој слици.



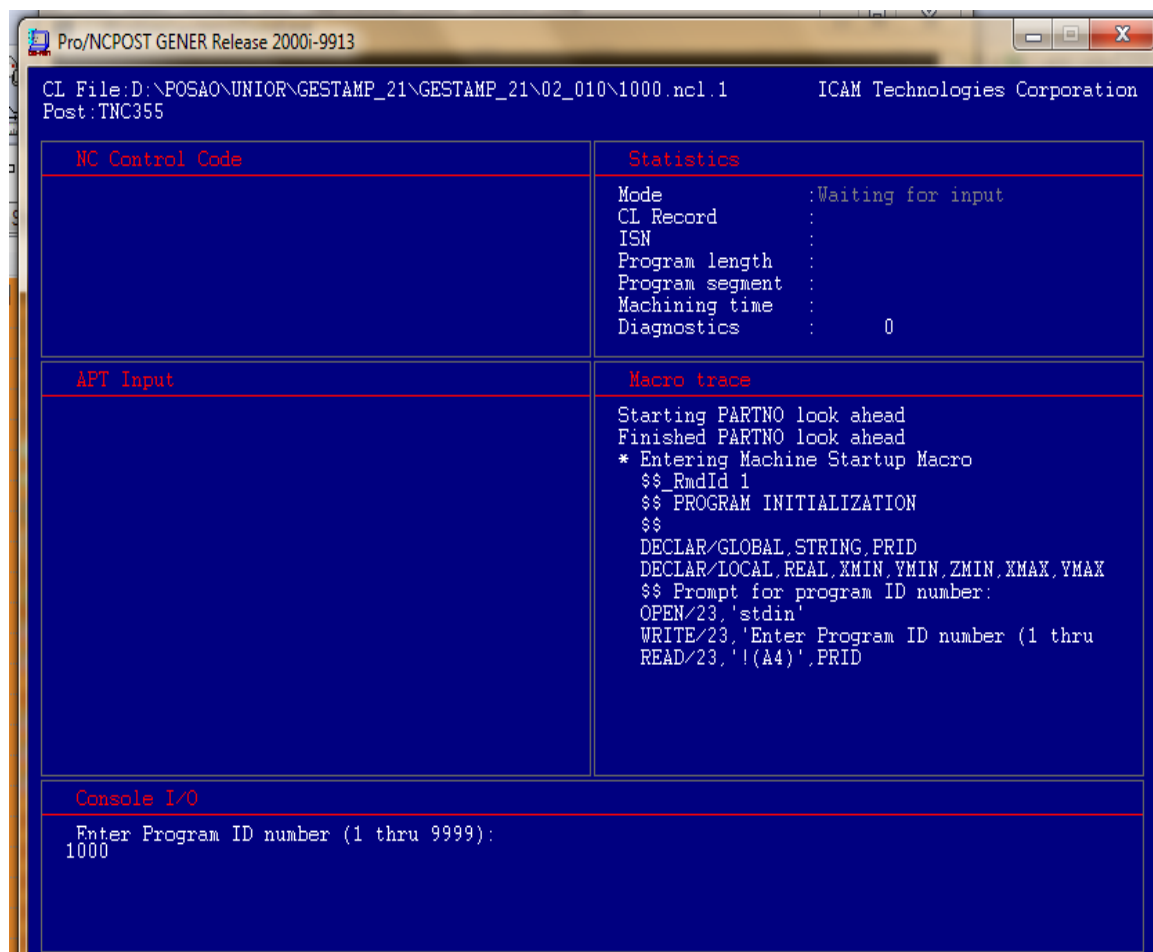
Слика 70. Креирање NC фајлова



Слика 71. Постпроцесирање NC фајлова

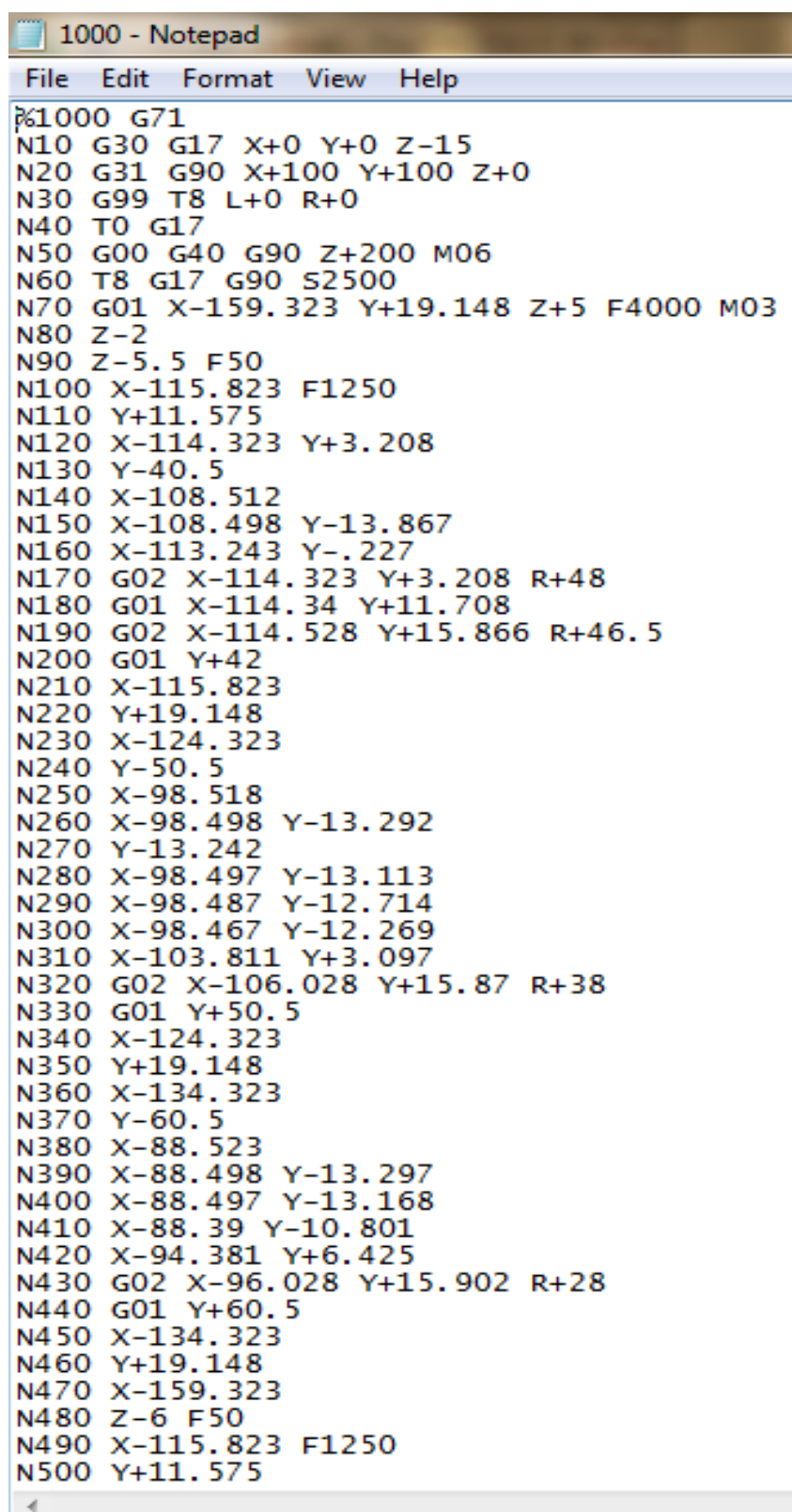
Затим се селекује одговарајући процесор, конкретно на овом примеру MIKRON TNC 426, који користи HEIDENHAIN управљачку јединицу.

У плавом прозору уписује се редни број програма.



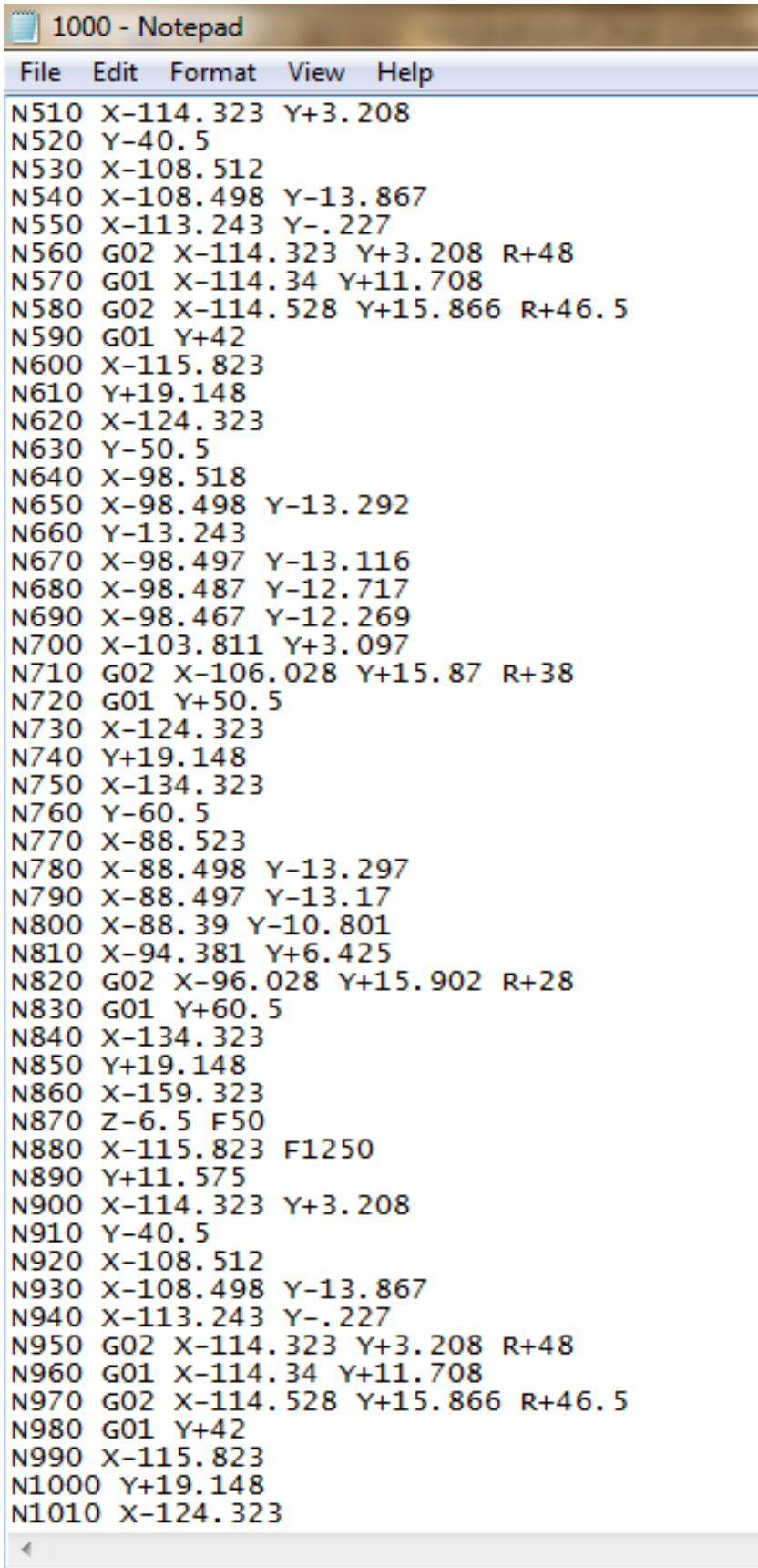
Слика 72. Уписивање редног броја програма

Притиском тастера ENTER се добија програм који је смештен на жељеној локацији на хард диску, и који је приказан на наредне три слике.



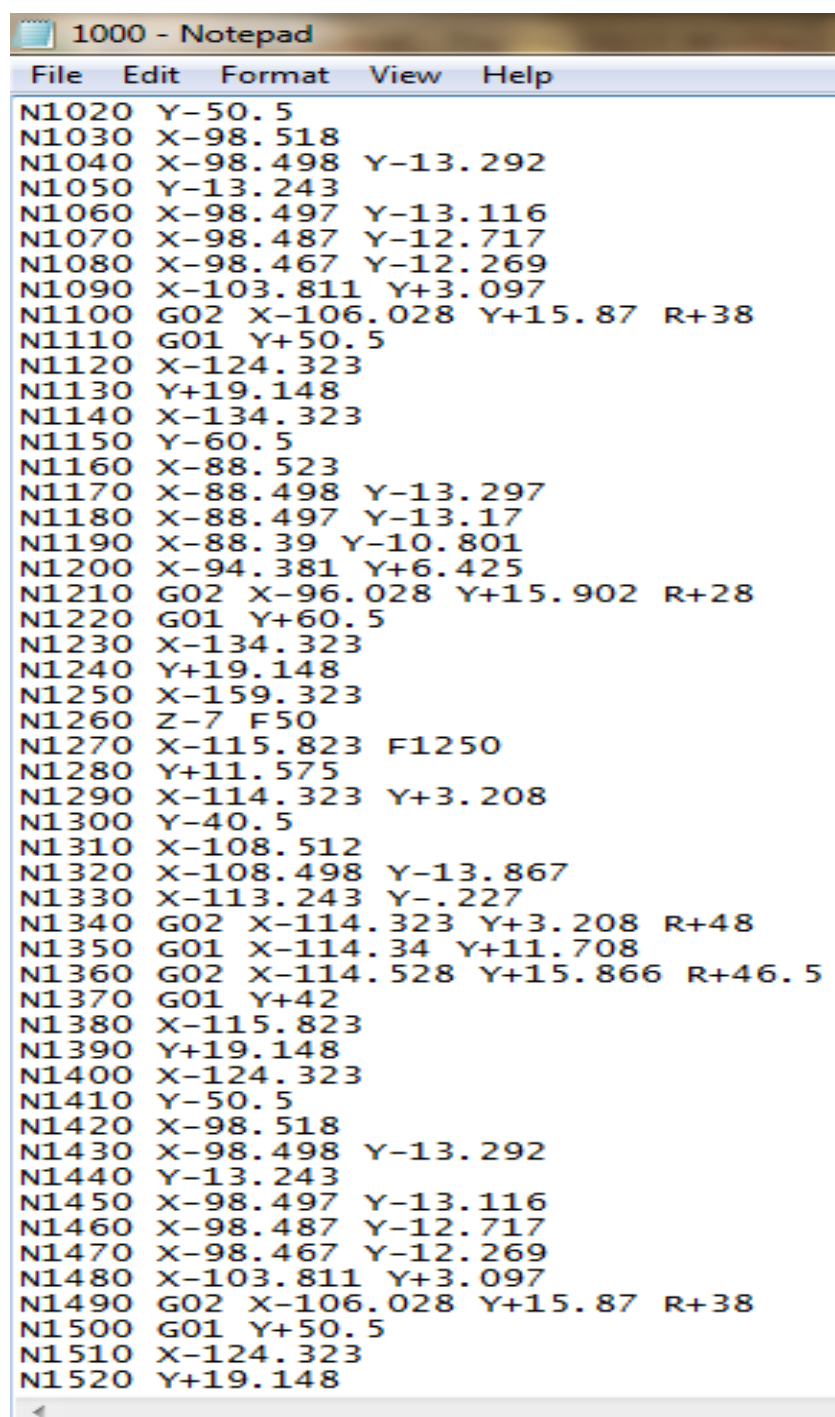
```
%1000 G71
N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-15
N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0
N30 G99 T8 L+0 R+0
N40 T0 G17
N50 G00 G40 G90 Z+200 M06
N60 T8 G17 G90 S2500
N70 G01 X-159.323 Y+19.148 Z+5 F4000 M03
N80 Z-2
N90 Z-5.5 F50
N100 X-115.823 F1250
N110 Y+11.575
N120 X-114.323 Y+3.208
N130 Y-40.5
N140 X-108.512
N150 X-108.498 Y-13.867
N160 X-113.243 Y-.227
N170 G02 X-114.323 Y+3.208 R+48
N180 G01 X-114.34 Y+11.708
N190 G02 X-114.528 Y+15.866 R+46.5
N200 G01 Y+42
N210 X-115.823
N220 Y+19.148
N230 X-124.323
N240 Y-50.5
N250 X-98.518
N260 X-98.498 Y-13.292
N270 Y-13.242
N280 X-98.497 Y-13.113
N290 X-98.487 Y-12.714
N300 X-98.467 Y-12.269
N310 X-103.811 Y+3.097
N320 G02 X-106.028 Y+15.87 R+38
N330 G01 Y+50.5
N340 X-124.323
N350 Y+19.148
N360 X-134.323
N370 Y-60.5
N380 X-88.523
N390 X-88.498 Y-13.297
N400 X-88.497 Y-13.168
N410 X-88.39 Y-10.801
N420 X-94.381 Y+6.425
N430 G02 X-96.028 Y+15.902 R+28
N440 G01 Y+60.5
N450 X-134.323
N460 Y+19.148
N470 X-159.323
N480 Z-6 F50
N490 X-115.823 F1250
N500 Y+11.575
```

Слика 73 а). Програм дела који се обрађује



```
1000 - Notepad
File Edit Format View Help
N510 X-114.323 Y+3.208
N520 Y-40.5
N530 X-108.512
N540 X-108.498 Y-13.867
N550 X-113.243 Y-.227
N560 G02 X-114.323 Y+3.208 R+48
N570 G01 X-114.34 Y+11.708
N580 G02 X-114.528 Y+15.866 R+46.5
N590 G01 Y+42
N600 X-115.823
N610 Y+19.148
N620 X-124.323
N630 Y-50.5
N640 X-98.518
N650 X-98.498 Y-13.292
N660 Y-13.243
N670 X-98.497 Y-13.116
N680 X-98.487 Y-12.717
N690 X-98.467 Y-12.269
N700 X-103.811 Y+3.097
N710 G02 X-106.028 Y+15.87 R+38
N720 G01 Y+50.5
N730 X-124.323
N740 Y+19.148
N750 X-134.323
N760 Y-60.5
N770 X-88.523
N780 X-88.498 Y-13.297
N790 X-88.497 Y-13.17
N800 X-88.39 Y-10.801
N810 X-94.381 Y+6.425
N820 G02 X-96.028 Y+15.902 R+28
N830 G01 Y+60.5
N840 X-134.323
N850 Y+19.148
N860 X-159.323
N870 Z-6.5 F50
N880 X-115.823 F1250
N890 Y+11.575
N900 X-114.323 Y+3.208
N910 Y-40.5
N920 X-108.512
N930 X-108.498 Y-13.867
N940 X-113.243 Y-.227
N950 G02 X-114.323 Y+3.208 R+48
N960 G01 X-114.34 Y+11.708
N970 G02 X-114.528 Y+15.866 R+46.5
N980 G01 Y+42
N990 X-115.823
N1000 Y+19.148
N1010 X-124.323
```

Слика 73 б). Програм дела који се обрађује



```
N1020 Y-50.5
N1030 X-98.518
N1040 X-98.498 Y-13.292
N1050 Y-13.243
N1060 X-98.497 Y-13.116
N1070 X-98.487 Y-12.717
N1080 X-98.467 Y-12.269
N1090 X-103.811 Y+3.097
N1100 G02 X-106.028 Y+15.87 R+38
N1110 G01 Y+50.5
N1120 X-124.323
N1130 Y+19.148
N1140 X-134.323
N1150 Y-60.5
N1160 X-88.523
N1170 X-88.498 Y-13.297
N1180 X-88.497 Y-13.17
N1190 X-88.39 Y-10.801
N1200 X-94.381 Y+6.425
N1210 G02 X-96.028 Y+15.902 R+28
N1220 G01 Y+60.5
N1230 X-134.323
N1240 Y+19.148
N1250 X-159.323
N1260 Z-7 F50
N1270 X-115.823 F1250
N1280 Y+11.575
N1290 X-114.323 Y+3.208
N1300 Y-40.5
N1310 X-108.512
N1320 X-108.498 Y-13.867
N1330 X-113.243 Y-.227
N1340 G02 X-114.323 Y+3.208 R+48
N1350 G01 X-114.34 Y+11.708
N1360 G02 X-114.528 Y+15.866 R+46.5
N1370 G01 Y+42
N1380 X-115.823
N1390 Y+19.148
N1400 X-124.323
N1410 Y-50.5
N1420 X-98.518
N1430 X-98.498 Y-13.292
N1440 Y-13.243
N1450 X-98.497 Y-13.116
N1460 X-98.487 Y-12.717
N1470 X-98.467 Y-12.269
N1480 X-103.811 Y+3.097
N1490 G02 X-106.028 Y+15.87 R+38
N1500 G01 Y+50.5
N1510 X-124.323
N1520 Y+19.148
```

Слика 73 ц). Програм дела који се обрађује

Овај програм је за прву секвенцу, односно за запреминско машинирање. За сваку наредну секвенцу исти је поступак, с тим што постоји могућност састављања секвенци у којима се користи исти алат за обраду у једном програму.

Након тога раднику се на машини доставља листинг са дефинисаним полазом и програмима неопходним за израду предмета обраде.

6. ЗАКЉУЧАК

У оквиру овог рада описани су обрадни центри и CNC глодалице. Програмирање CNC машина и дат је опис свих врта програмирања: ручно, полуаутоматизовано (полумашинско) и аутоматизовано (машинско). Детаљно је описана HEIDENHAIN управљачка јединица, која поред светски најзаступљенијих и највише примењиваних произвођача управљачких компоненти за CNC машине, јапанског FANUC, шпанског FAGOR и немачког SIEMENS, заузима значајно место у овој области.

Управљачка јединица је најважнији али и најсложенији део CNC машине. Има задатак да прими улазне информације, изврши њихову обраду и омогући добијање одговарајућих излазних информација. Карактеристике управљачке јединице дефинишу флексибилност, поузданост и перформансе CNC машине. Основни задатак управљачке јединице је да управља радом органа машине (путањом - без обзира ко врши кретање и машинским функцијама).

Приказан је поступак машинирања ножа за просецање лима, који се производи у предузећу „UNIOR formingtools d.o.o“ Крагујевац, поступак машинирања изводи се у програмском пакету ProEngineer Wildfire 4.0.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Богдан Недић: Наставни материјал, Машински факултет Крагујевац, Крагујевац 2008.
- [2] Иво Сладе: „CNC глодање EMCO MILL“ Школска књига Загреб, Загреб 2004.
- [3] Надежда Петровић: „Програмирање нумерички управљаних машина“, Завод за школство – Подгорица, Подгорица 1993.
- [4] Проф. др Вучко Мечанин дипл.инж., Програмирање обрадних процеса на CNC машинама, Машински факултет Краљево, 1997.
- [5] Адамовић, Цвјетичанин, Шурина: „Технологија обраде нумерички управљаним машинама“, Школска књига Загреб, Загреб 2004.
- [6] Радован Ковачевић, Нумерички управљане машине алатке и њихово програмирање, Машински факултет Београд, 1987.
- [7] Упутство за програмирање HEIDENHEIN TNC 426 – 430
- [8] <http://www.unior-formingtools.rs/DefaultSite/wfrmContent.aspx?130!102>, приступљено 10. 08. 2013. године.