

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Производно машинство

Предмет: Машине алатке

Број индекса: 2/2010

Катарина Р. Гаровић

Израда делова на CNC глодалици EMCO WinNC

завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. др Богдан Недић

2. _____

Датум одбране: _____

3. _____

Оцена: _____

У оквиру завршног рада кандидат треба да изврши прикупљање и систематизацију података о CNC машини за обраду глодањем и њеном програмирању. Посебну пажњу посветити опису координатног система машине, дефинисању карактеристичких тачака обрадног система и програмирању. У посебном делу рада дати систематизацију података о карактеристици CNC машине у обради глодањем. На крају рада дати пример и извршити ручно и аутоматско генерисање путање алата код обраде на CNC глодалици.

Препоручена литература:

- [1] Иво Сладе: „CNC глодање EMCO MILL“, Школска књига Загреб, Загреб 2004.
- [2] Надежда Петровић: „Програмирање нумерички управљаних машина“, Завод за школство – Подгорица, Подгорица 1993.
- [3] Богдан Недић: Наставни материјал, Машински факултет Крагујевац, Крагујевац 2008

Ментор:

Проф. др Богдан Недић

Резиме:

У раду је извршено прикупљање и систематизација података о CNC машини за обраду глодањем. Представљена је машина на којој се врши израда предмета обраде различитих облика и димензија. Такође, је описано програмирање на машини у обради глодањем. Приказани су неки од циклуса који се користе при обради, као и карактеристичне тачке обрадног система машине и координатни систем машине. На крају рада дат је пример ручног и аутоматског генерисања путање алата код обраде CNC глодалици.

Кључне речи:

Координатни систем, карактеристичне тачке, програмирање, управљачка јединица, циклуси.

Summary:

In work is executed the collection and systematization of data about CNC machines for processing milling. Machines is presented on whom is perform production objects in different forms and dimension. Is also described programming on machines in processing of milling. They are shown some of the cycle that they are used in processing, as characteristic points processing system machine and coordinate system of machin. At the and of the work is given an example of manual and automatic generating paths for tools processing on CNC mill.

Keywords:

Coordinate system, characteristic points, programming, control unit and cycle.

Садржај

1. УВОДНА РАЗМАТРАЊА	3
2. МЕТОДЕ ПРОГРАМИРАЊА CNC МАШИНА.....	7
2.1. Интегрисани CAD/CAM системи.....	11
3. ПРОГРАМИРАЊЕ CNC МАШИНА У ОБРАДИ ГЛОДАЊЕМ.....	16
3.1. Програмирање EMCO CONCEPT MILL 55.....	16
3.2. Структура програма.....	17
3.3. Синтакса програма	17
3.4. Адресе	18
3.6. Управљање	20
3.7. Одређивање НУЛТЕ тачке код глодалице.....	22
3.8. Апсолутни координатни систем	24
3.9. Инкрементални координатни систем	25
3.10. Циклуси:.....	34
3.11. Циклуси за бушење	36
3.12. Потребни параметри циклуса:	37
3.13. Циклуси за глодање.....	38
3.14. Потпрограми	41
4. CNC ГЛОДАЛИЦА EMCO WinNC	43
4.1. Технички подаци о машини	44
4.2. EMCO CONCEPT MILL55	45
4.3. Управљачка јединица	46
4.4. Алати за обраду глодањем.....	49
4.5. Координатни системи.....	51
4.6. Мере заштите на раду.....	52
5. ПРИМЕР ОБРАДЕ НА CNC ГЛОДАЛИЦИ	56
4.8. Програм, операције и захвати радног дела	58
4.9. Потпрограм	59
4.10. 2D симулација	60

4.11. Операције и захвати радног дела	61
6. ЗАКЉУЧАК.....	80
7. ЛИТЕРАТУРА.....	81

1. УВОДНА РАЗМАТРАЊА

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 учитан 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.

NC технологија је била једна од главних покретача развоја производње у последњих 50 година. То није резултирано само развојем нових технологија у високо продуктивним областима, већ је такође помогла да се повећа квалитет и смање производни трошкови.

Идеја аутоматизације производње је развијена од индустријске револуције, али тада је ручни рад био исплативији од развоја и употребе нових машина. Осим тога да би се ове идеје оствариле био је потребан одређен технолошки ниво.

Машински системи са компјутерским управљањем чине подсистеми са конструктивним карактеристикама, управљачким акцијама, степеном аутоматизације, протоком информација, поузданошћу рада и осталим својствима потпуно различитим од подсистема класичних алатних машина.

Машински NC системи поседују управљачку јединицу без уграђене меморије и представља систем са фиксном логиком. Код ових система је ограничена флексибилност и нису могуће корекције у току програма.

Предности CNC машина:

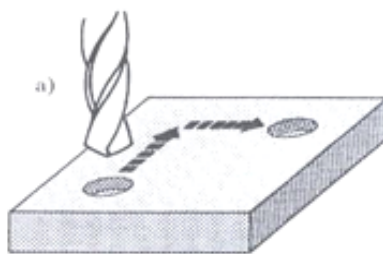
- краће време израде,
- висока тачности обраде,
- могућност израде делова сложене конфигурације,
- скраћено време подешавања машине,
- смањење шкарта,
- потпуна флексибилност,
- смањење потребе за висококвалификованим оператерима.

Недостаци CNC система:

- висока цена набавне опреме,
- сложено одржавање,
- комплексне припреме.

Према врсти програмирања CNC системи се могу поделити на:

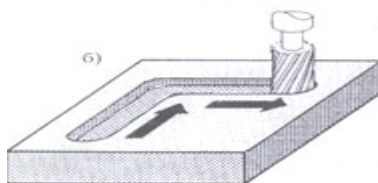
- системе са управљањем од тачке до тачке (позиционо) – примењује се у обради на бушилицама, машинама за тачкасто заваривање.



Слика 1.

Систем са управљањем од тачке до тачке [1]

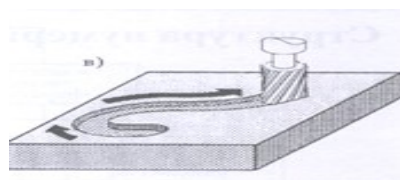
- системе са линијским управљањем – кретање клизача изводи се по линији са тачно дефинисаном почетном и крајњом тачком



Слика 2.

Систем са линијским управљањем [1]

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



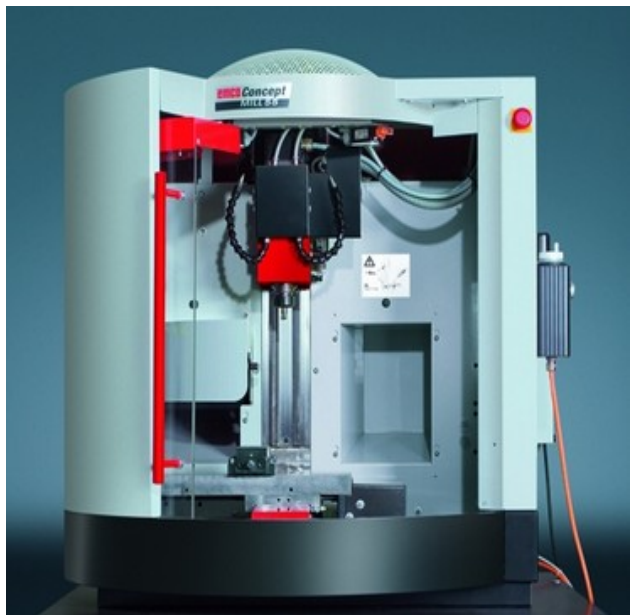
Слика 3.

Систем са контурним управљањем [1]

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

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 4.
EMCO WinNC глодалица [6]



Слика 5.
Управљачка јединица [6]

У оквиру овог рада, у другом поглављу је описано дефинисање и писање програма, као и предности и недостаци програмирања.

У трећем поглављу је описано писање програма, потребна документација, као и то из чега се програм састоји. Представљене су карактеристичне тачке машине, описан је рад у апсолутном и инкременталном координатном систему.

У четвртом поглављу су дате информације о машини, представљени су основни елементи машине. детаљно је описана структура управљачке јединице, приказани су алати за обраду глодањем као и магацин алата, описано је дефинисање координатног система на машини.

У петом поглављу рада извршено је пројектовање самог дела, пример обрађен на машини и у CATIA –V5 програму, 2D симулација, операције и захвати предмета обраде, као и одговарајући алати који су коришћени при изради радног предмета.

На крају рада дат је закључак и преглед коришћене литературе.

2. МЕТОДЕ ПРОГРАМИРАЊА CNC МАШИНА

За извођење сваког захвата обраде на NC и CNC машини алатки потребно је дефинисати програм израде дела који садржи:

- информације о димензијама – геометрији радног предмета,
- информације о технологији (броју обртаја, брзини помоћног кретања, алатима и сл.).

Геометријске информације дефинишу се на основу:

- склопног цртежа,
- радионичких цртежа.

Технолошке информације дефинишу се на основу:

- података из технолошких поступака,
- упутства за експлоатацију CNC машина.

Програм се може написати – израдити:

- ручно - без помоћи рачунара,
- полуаутоматски – користећи рачунар и специјализоване програмске језике,
- аутоматски – уважавањем CAD/CAM концепта машинске производње, користећи рачунар и CAD/CAM програмске пакете.

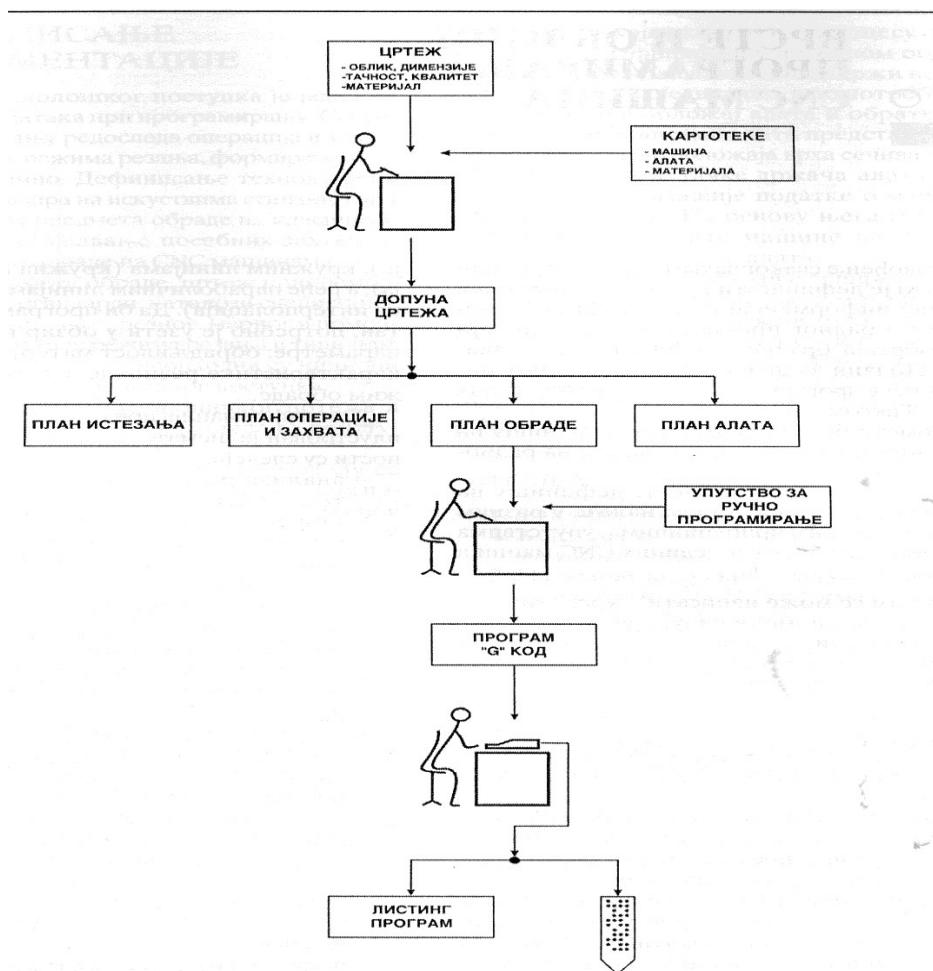
Ручно програмирање NC и CNC машина алатки.

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.

Активности ручне израде за CNC машине су:



Слика 6.

Активности ручне израде програма [5]

- анализа радионичког цртежа,
- утврђивање нулте тачке радног комада,
- доношење одлуке на којој машини ће се део производити,
- избор алата и прибора,
- дефинисање редоследа операција и захвата,
- препознавање елемената који се појављују, због могућег коришћења подпрограма,
- преводићење плана обраде у програм и писање,
- провера исправности програма симулацијом обраде на машини,
- израда и провера првог комада.

Недостаци ручног програмирања су:

- није погодно за делове сложене геометрије,
- дужини времена потребног за израду програма, нарочито предмета сложеније конфигурације,
- квалитету и резултату који углавном зависи од програмера,
- тешком спровођењу исправке програма.

Полуаутоматско програмирање NC и CNC машина алатки.

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.

Излаз 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.

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,
- 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,
- израда и провера првог комада.

Аутоматско програмирање NC и CNC машина применом CAD/CAM концепта.

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, CATI - a - а и сл.

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,
- 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,
- 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,
- 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,
- обично је мањи број грешака у програму.

2.1. Интегрисани CAD/CAM системи

Појава, основни концепт и структура CAD/CAM система.

Сваки производ пролази кроз фазе процеса свога настанка, као што су настанак саме идеје, техно-економска анализа, планирање, пројектовање, производња, контрола, складиштење и отпрема. Свака од ових фаза појединачно садржи у себи решавање одређене проблематике, са великом количином података које треба обрадити. Развита рачунарске технике омогућио је да та обрада података буде једноставнија и краћа, а различите групе програмских пакета развијене су према групама проблематика које треба решавати. Тако да данас разликујем следеће групе програмских пакета.

CAP (Computer Aided Planing) програми намењени за планирање производње,

CAD (Computer Aided Design) програми намењени за конструисање помоћу рачунара,

CAE (Computer Aided Engineering) програми намењени за прорачун оптерећења, напонске анализе, степена сигурности, осцилације, термодинамичке прорачуне, механизме,

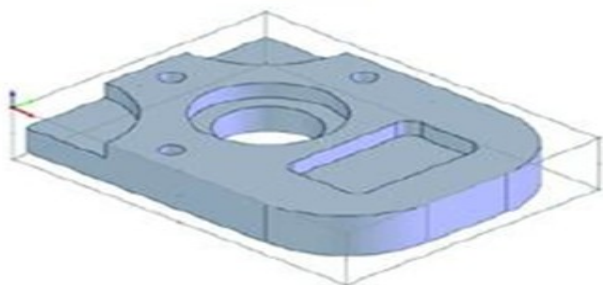
CAM (Computer Aided Manufacturing) програми намењени за подршку производње машинских делова,

CAQ (Computer Aided Quality control) програми намењени за контролу квалитета производње,

CIM (Computer Integrated Manufacturing) програмски пакети који интегришу све наведене програме.

CAD/CAM програмски пакети.

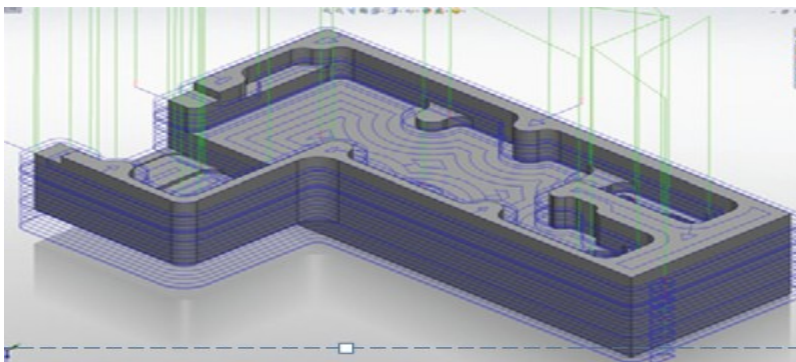
Савремени CAD програми су тако оријентисани, да би се њиховим корисницима олакшао и убрзао рад, омогућено је лако генерисање основних облика запремина и површина као и њихове трансформације.



Слика 7.

CAD генерисање облика, запремина и површина [4]

CAM програми су програми намењени за генерисање путање алата (CLF), на бази постојећег 3D модела. Помоћу њих дефинишу се неопходна међусобна кретања алата и обратка, као и све пратеће технолошке параметре у циљу трансформације припремка у израдак.

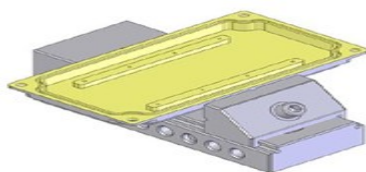


Слика 8.

.CAM програм намењен за генерисање путање алата [4]

Графички ефекти CAM система.

Графичка презентација модела уз помоћ WINDOWS окружења, са помоћним прибором и елементима процеса обраде даје нам потпуну слику будућих ситуација на радном столу машине.

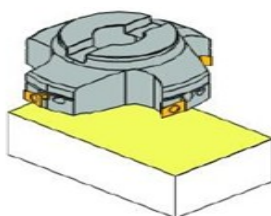


Слика 9.

Графичка презентација модела [4]

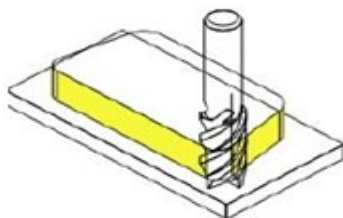
Постоји већи број интегрисаних CAM функција као што су:

,



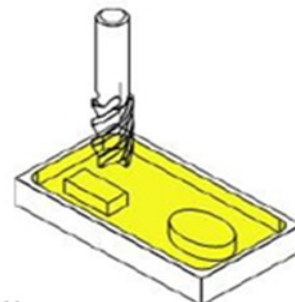
Слика 10.

Глодање површина [1]



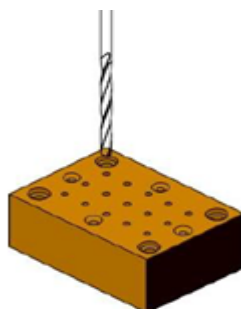
Слика 11.

Контурно глодање [1]



Слика 12.

Израда џепа [1]



Слика 13.

Израда рупа [1]

Укупни ефекти примене CAM система огледају се у:

- смањење времена израде CNC програма,
- повећање флексибилности,
- одржавање константног нивоа квалитета,
- боље искоришћење машинског парка,
- добијање информације о времену израде,
- повећање контроле,
- смањење потребе људских ресурса,
- могућност израде комплекснијих делова,
- олакшан рад програмера,
- смањење трошкова и тд.

Фазе програмирања путање алата применом CAM програма.

Припремне радње:

- анализа геометрије дела,
- анализа захтеваних конструкционих карактеристика,

- одређивање потребних метода обраде,
- избор машине алатке,
- усвајање стратегије обраде,
- избор врсте алата,
- избор помоћног прибора,
- дефинисање припремка.

Фазе рада кроз које програмер мора да прође а које су неопходне ради ефикасног генерисања путање алата и добијање квалитетног CNC програма уз употребу CAM програма могу се сврстати у две групе.

Прва група: радње ближег одређивања технологије израде дела, припремне радње,

Друга група: фазе дефинисања путање алата применом неког од CAM програма, извршне радње.

3. ПРОГРАМИРАЊЕ CNC МАШИНА У ОБРАДИ ГЛОДАЊЕМ

Израда NC програма, односно програмирање NC алатних машина представља поступак дефинисања путање алата, односно свих геометријских и технолошких информација потребних за израду дела.

Програм представља скуп наредби које треба да изврши машина алатка да би се добио предмет обраде тачно дефинисане контуре.

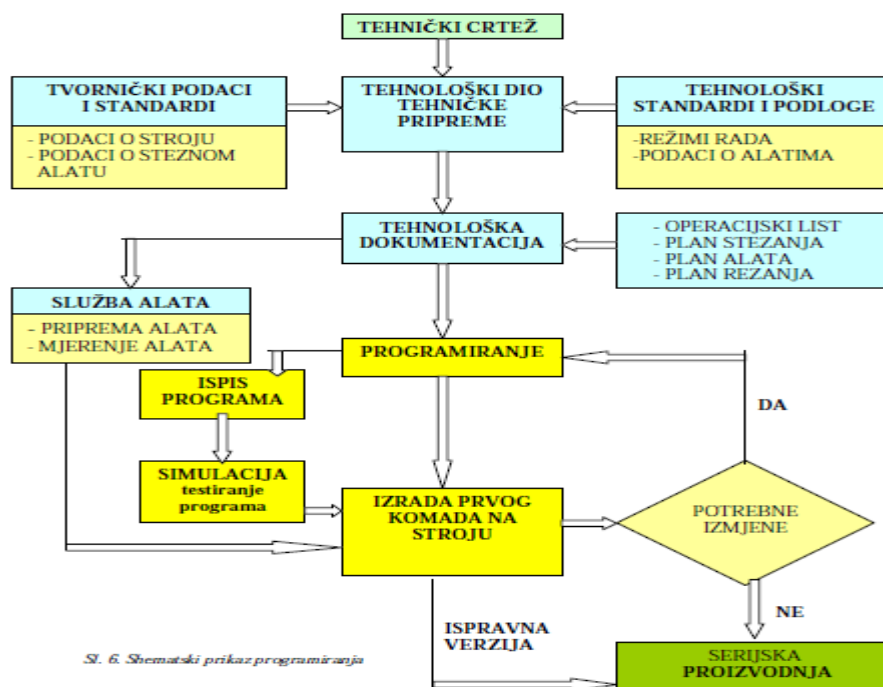
Програмирање подразумева израду следеће документације:

- **операцијски лист** садржи редослед операција радног предмета са потребним режимима рада и временом израде,
- **план алата** садржи листу свих коришћених алата за обраду према редоследу коришћења, потребне мере, стандарде режима и корекције,
- **план стезања** обухвата основне мере радног простора, положај предмета обраде на машини, тачке ослањања предмета, место стезања и положај нулте тачке,
- **план обраде** је главни документ за писање документа на којем су видљиве путање кретања алата за сваку операцију. Прати се пут кретања врха алата од почетка до краја обраде,
- **писање програма** или краће ПРОГРАМ је задњи и најважнији документ у којем се уписују наредбе за управљање машине.

У програмирању нећемо израђивати комплетну документацију већ само ону битну за програм - операцијски лист и план резања.

3.1. Програмирање EMCO CONCEPT MILL 55

Пројектовање програма WinNC32 (MILL) и писање у едитору програма одвија се у складу са одређеним правилима која се морају поштовати. У овом програму се може извршити и провера NC програма симулацијом на екрану пре извршења на машини.



Слика 14.

Шематски приказ програмирања [2]

3.2. Структура програма

Програм се састоји од:

- броја програма,
- уводних функција,
- програмских целина,
- завршетка програма.

3.3. Синтакса програма

- свака програмска реч остаје да важи толико дуго док је не заменимо новом,
- свака програмска реченица мора бити у свом реду,
- дозвољено је писање коментара који се одвајају знаком (тачка - зарез),
- после изабране главне функције следи, по потреби речи допунских параметара управљања, једна иза друге увек одвојене једним празним местом.

3.4. Адресе

- AP поларни угао,
- AR угао кружног лука,
- CR радијус круга ,
- D селектовање компензације алата,
- F брзина помоћног кретања,
- G главне функције,
- I подаци потребни при кружној интерполацији,
- I1 подаци потребни при кружној интерполацији,
- K подаци потребни при кружној интерполацији,
- K1 подаци потребни при кружној интерполацији,
- L позив потпрограма,
- M помоћне функције,
- N број блока,
- P број понављања потпрограма,
- RP поларни радијус,
- S број обртаја,
- T број алата,
- X, Y, Z величине кретања,
- / прескочи блок.

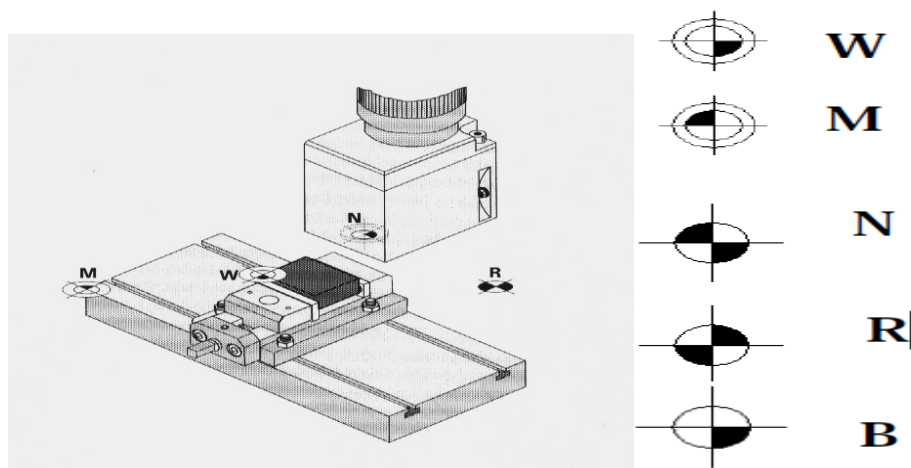
Преглед основних G функција:

- G0 - позиционирање брзим ходом,
- G1 - радни ход – линеарна интерполација,
- G2 - радни хор – кружна интерполација у супротном смеру од казаљке на сату,
- G3 - радни ход – кружна интерполација у смеру казаљке на сату,
- CIP - радни ход – кружна интерполација кроз три тачке,
- G4 - задржавање алата,
- G17 - избор радне равни XY ,
- G18 - избор радне равни XZ,
- G19 - избор радне равни YZ,
- G53 - искључивање нулте тачке обратка на један блок,
- G54 - G57 - постављање нулте тачке обратка.

Преглед основних M функција:

- M0 - програмско стоп,
- M1 - опционо стоп,
- M2 - крај главног програма,
- M3 - укључивање главног вретена у смеру казаљке на сату,
- M4 - укључивање главног вретена у супротном смеру од казаљке на сату,
- M5 - искључивање главног вретена,
- M17 - крај потпрограма,
- M30 - крај програма.

Референтне тачке CNC глодалице:



Слика 15.

Карактеристичне тачке CNC глодалице [1]



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



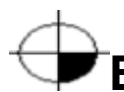
M - нулта тачке машине. Позиција ове тачке не може се мењати. Одређена је од стране произвођача CNC машине, од ње се прорачунавају сва кретања алата.



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.



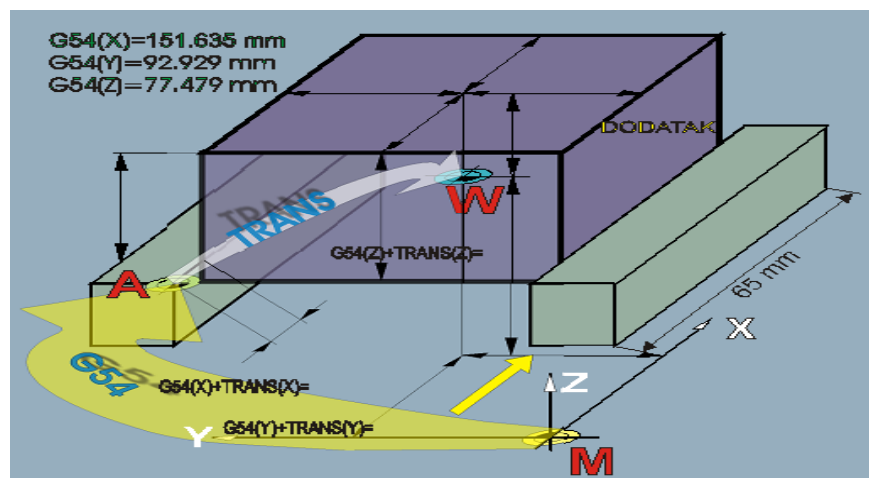
R - тачка у радном подручју машине. Служи за калибрирање мерног система и у почетку рада са машином морамо је довести алат у тачку **R**.



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

3.5. Припремак

Стезање предмета обраде по X оси (чест случај код већих глогалица).



Слика 16.

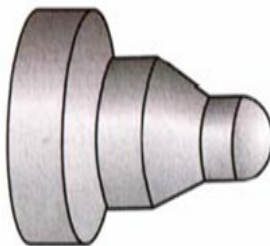
3D Приказ припремка [6]

3.6. Управљање

Број управљивих оса представља потребан број независних али синхронизованих померања (помоћног кретања) радних органа машине.

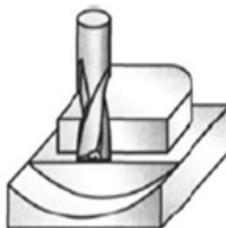
Према броју управљивих оса машинска обрада делова се своди на:

- 2D - дводимезионална обрада, синхронизовано померање два помоћна кретања (а)



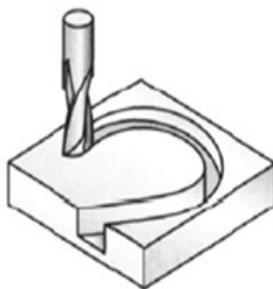
Слика 17.
Дводимензионална обрада делова [1]

- 2½D - тродимензионална обрада, постоје три независна померања, али синхронизовано померање је могуће само за два помоћна кретања (b)



Слика 18.
Тродимензионална обрада делова [1]

- 3D - тродимензионална обрада, синхронизовано померање три помоћна кретања (с)

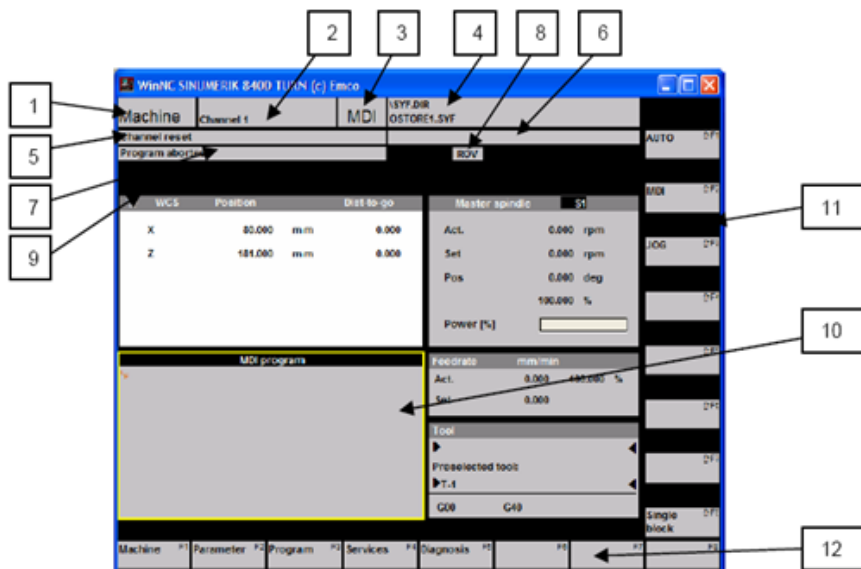


Слика 19.
Тродимензионална обрада делова [1]

Основни прозор Sinumerik 840D је подељен у неколико целина:

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| 1. Приказ радног подручја | 7. Статус програма |
| 2. Приказ активног канала | 8. Дисплеј статуса канала |
| 3. Приказ начина рада | 9. Аларм са кодом поруке |

- | | |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| 4. Име и путања одабраног програма | 10. Радни прозор |
| 5. Статус канала | 11. Вертикалне функције тастера |
| 6. Порукe канала | 12. Хоризонталне функције тастера |



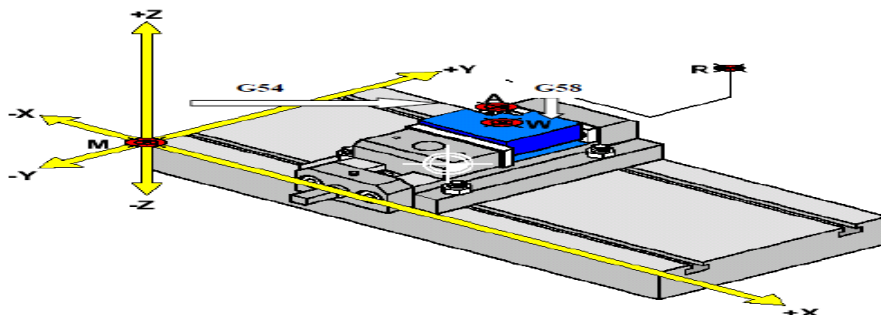
Слика 20.

Приказ основног прозора Sinumerik 840D

3.7. Одређивање НУЛТЕ тачке код глодалице

Код рада на машини једна од првих радњи, како смо научили је дефинисање нулте тачке изратка у коме се налази средиште координатног система. Та тачка се смешта на самом изратку према потреби, а зависи од геометрије изратка. Код симетричних израдака тачка W је обично у средини изратка а код несиметричних, тачка W се налази обично у доњем левом углу изратка.

Функцијом G54 (G55-G57) најчешће пребацујемо тачку M на чело непомичне чељусти стезне главе (помоћна тачка A), а затим неком од функција помака (G58-G59) или TRANS (ATRANS) на тражену позицију на самом изратку.



Слика 21.

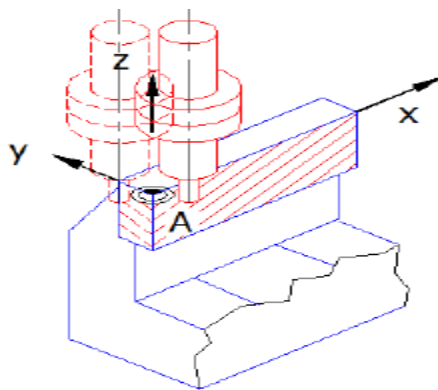
Дефинисање нулте тачке изратка [6]

Сам поступак одређивања помоћне нулте тачке А помоћу угаоног сензора (еталона) састоји се у следећем:

1. Поставити еталон за мерење нулте тачке у чељусти машине и укључити (max 500 о/мин – написати програм за брзину у MIDI моду),
2. Са преклопником у ЈОГ моду приближити врх сензора до непомичне чељусти стезне главе по X оси,
3. Када се помични део сензора потпуно центрично врти забележимо координату X у регистар за нулту тачку G54 (Workoffset). При том морамо одузети врха сензора (2мм).
4. На сличан начин доводимо врх сензора и додирујемо другу непомичну чељуст стезне главе, по оси Y и уписујемо координату у регистар за нулту тачку G54 (Workoffset),
5. Координату по оси Z најлакше и најтачније ћемо добити тако да са челом главног вретена додирнемо горњу чељуст стезне главе (тачку N доводимо у тачку A). При томе редукујемо посмак и поставимо испод чела главног вретена папир па кад се он заглави читамо координату по оси Z.

Ова координата може нам послужити и за мерење алата на тај начин да поставимо алат у револвер главу машине па врхом алата додирнемо горњу непомичну чељуст стезне главе.

Разлика између тренутне координате врха алата и висине стезне главе (оса Z тачке A) је тражена корекција алата која се уписује у регистар за алата.



Слика 22.

Мерење алата помоћу компаратора [1]

3.8. Апсолутни 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.

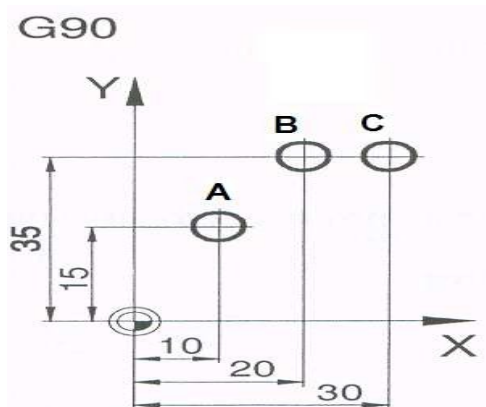
G90 – наредба за рад у апсолутном систему

Удаљености тачака са слике су:

A (10, 15) 10 mm по оси X, 15 по оси Y од НУЛТЕ тачке,

B (20,35) 20mm по оси X, 35 по оси Y од НУЛТЕ тачке,

C (30, 35) 30mm по оси X 36 по оси Y од НУЛТЕ тачке.



Слика 23.

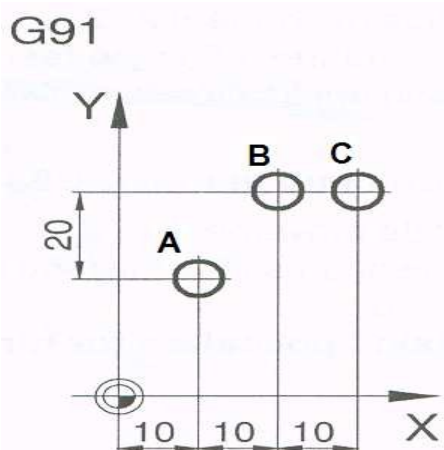
Приказ удаљености тачака у апсолутном координатном систему [6]

Апсолутни систем има ЈЕДНУ непроменљиву референтну НУЛТУ тачку.

3.9. Инкрементални координатни систем

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.



Слика 24.

Приказ удаљености тачака у инкременталном координатном систему [6]

Удаљености тачака са слике су:

A (10, 15) 10 mm по оси X, 15 по оси Y од НУЛТЕ тачке,

B (10,25) 10mm по оси X, 20 по оси Y од НУЛТЕ тачке A,

C (10, 0) 10mm по оси X 0 по оси Y од НУЛТЕ тачке B.

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

Линеарна кретања G0 и G01

G0 или G01 линеарно кретање алата у брзом ходу

Користи се када се налазимо са алатом изван радног предмета у позитивној оси Z и изван тзв. сигурносне равни. Тиме се спречава судар алата и предмета обраде.

Може бити задато у координатном систему као:

G0 X.... кретање по правцу,

G0 X...Y... кретање у равни,

G0 X...Y...Z кретање у простору,

или у поларном систему:

G0 AP RP

G1 или G01 линеарно кретање алата у радном ходу.

Користи се када вршимо обраду тј. када улазимо алатом у материјал. Алат се креће линеарно са предметом обраде који је десет пута мањи од посмака у брзом ходу.

G1 X.... кретање по правцу,

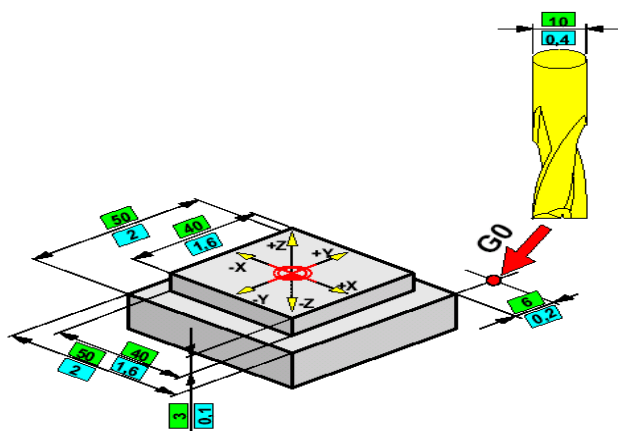
G1 X...Y... кретање у равни,

G1 X...Y...Z кретање у простору,

или у поларном систему:

G1 AP RP

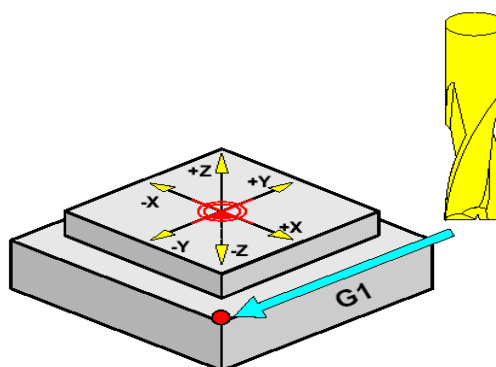
Код наредбе G1 у истом блоку може се ако је потребно уписати и F – посмак.



N1234 G0 X25 Y31 Z-3 LF mm
N1234 G0 X1 Y1.2 Z-0.1 LF inch

Слика 25.

Кретање алата у брзом ходу [1]



N1234 G1 X25 Y-25 LF mm
N1234 G1 X1 Y-1 LF inch

Слика 26.

Кретање алата у радном ходу [1]

Код наредбе за праволинијско кретање или G1 могуће је закошење или заобљење.

Наредбе:

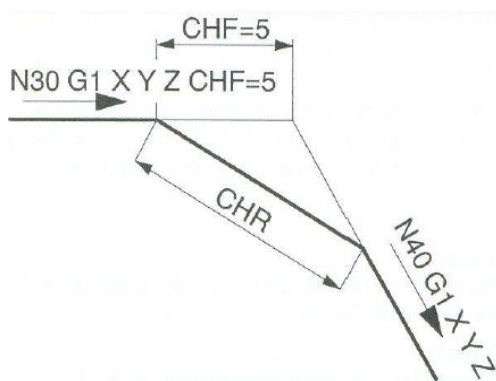
G1 X... Y... CHF...

G1 X... Y... CHR...

G1 X... Y... RND...

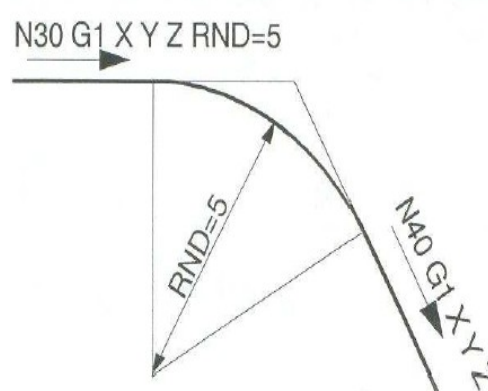
Закошење ће бити урађено након блока у којем је написано. Увек се налази у **G17** равни. Поставиће ће се симетрично у контури угла. Заобљење ће бити урађено након блока у којем је написано. Урадиће се контура угла са тангенцијалним спојем.

Заобљење ће се урадити код свих следећих контура док се не поништи наредбом RNDM=0



Слика 27.

Приказ закошења [1]



Слика 28.

Приказ заобљења [1]

Кружна кретања G2 /G3

G2 кружно кретање у радном ходу у смеру казаљке на сату,

G3 кружно кретање у радном ходу супротном од смера казаљке на сату.

Постоји неколико начина кружног програмирања:

1. Програмирање с почетном тачком (A), крајњом тачком (B) и радијусом кружнице (R).

G2 или G02 / G3 или G03 кружно кретање у радном ходу може бити задато у правоуглом координатном систему

као:

G2 (или G3) X... Y... Z... CR=±...

X, Y, Z – крајња тачка (B)

CR – радијус кружнице

CR=+ за углове до 180°, CR=- за углове преко 180°.

Пуни круг не може се програмирати са CR,

или

у поларном систему,

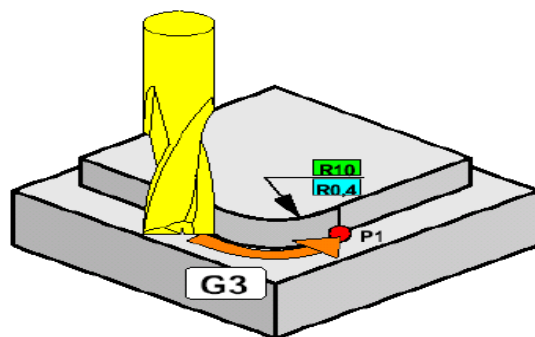
Катарина Гаровић

G2 (или G3) AP... RP...

AP – Angle Polar – крајња тачка поларног угла (B),

RP – Radius Polar - поларни радијус је и радијус кружнице,

Почетна тачка (A) је место где се алат налази у тренутку позива функције G2/G3.

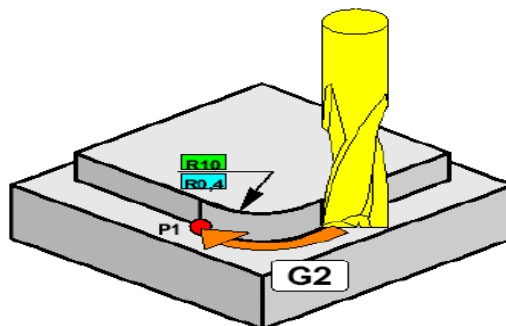


N1234 G3 X... Y... CR=10 LF mm

N1234 G3 X... Y... CR=0.4 LF inch

Слика 29.

Кружно кретање у радном ходу у смеру казаљке на сату [1]



N1234 G2 X... Y... CR=10 LF mm

N1234 G2 X... Y... CR=0.4 LF inch

Слика 30.

Кружно кретање у радном ходу супротном од смера казаљке на сату [1]

Програмирање са почетном тачком (A), крајњом тачком (B) и тачком средишта кружнице (C):

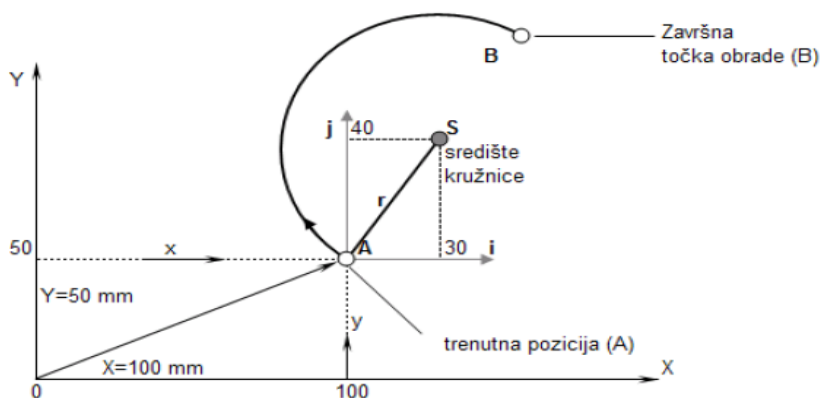
G02 или G02 / G3 или G03 кружно кретање у радном ходу. Може бити задато у правоуглом координатном систему као:

G2 X... Y... Z... I... J... K...

X, Y, Z – крајња тачка (B) у апсолутном систему од радне нулте тачке (0).

I, J, K – координате средишта кружнице (C) у инкрементном систему $I=AC(\dots)$,

$J=AC(\dots)$, $K=AC(\dots)$



Слика 31.

Програмирање са почетном тачком A [1]

Програмирање с почетном тачком (A), крајњом тачком (B), тачком средишта кружнице (C) и углом кружног лука (AR).

G02 или G02 / G3 или G03 кружно кретање у радном ходу. Може бити задато у правоуглом координатном систему као:

G3 X... Y... Z... AR...

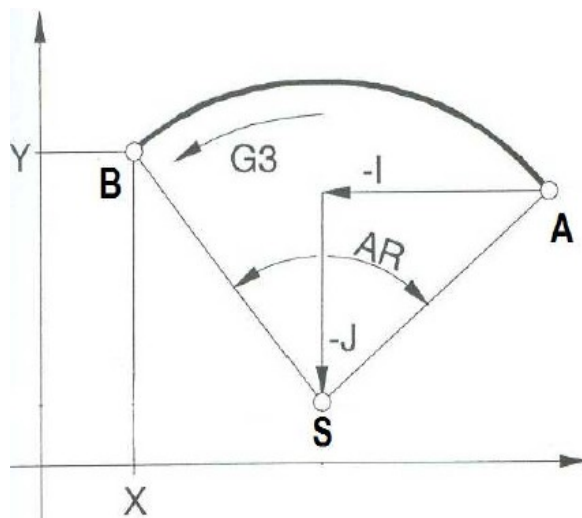
G3 I... J... K... AR...

X, Y, Z – крајња тачка (B),

I, J, K – координате средишта кружнице у инкрементном систему,

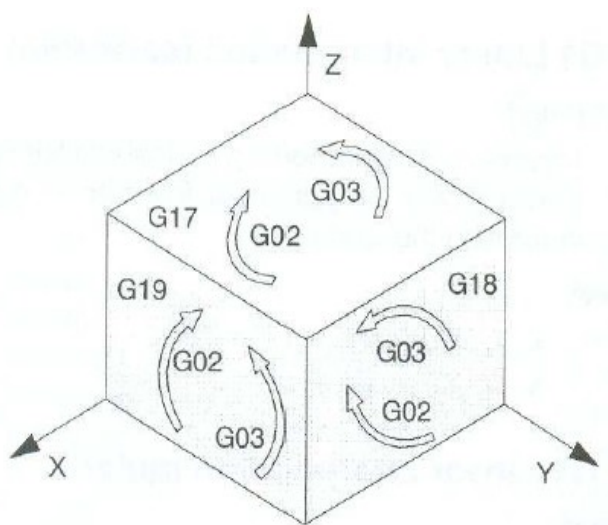
AR – угао кружног лука.

Не може се програмирати пун круг. На слици су приказане наредбе G2 и G3 у различитим површинама G17 (XY), G18 (XZ), и G19 (YZ).



Слика 32.

Наредба G3 у различитим површинама [1]



Слика 33.

Наредба G2 и G3 у различитим површинама G17, G18 и G19 [1]

Програмирање с почетном тачком (A), међутачком (M), крајњом тачком (B):

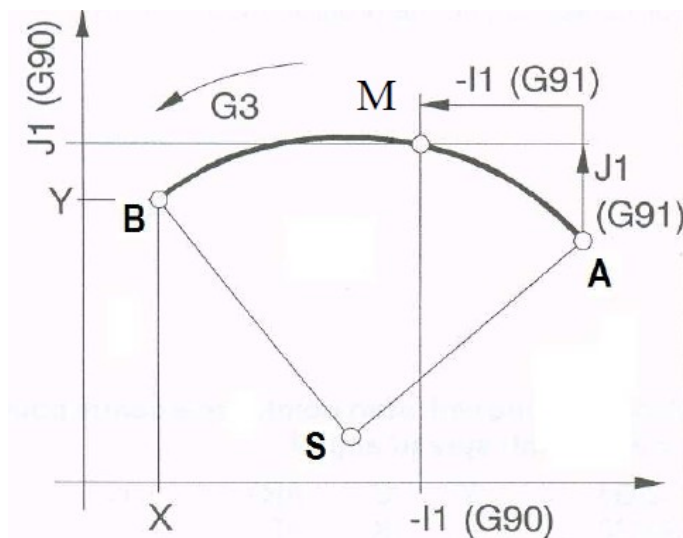
CIP кружно кретање у радном ходу (Clockwise Points) – кружница кроз тачке

Задато је као:

CIP X.. Y.. Z... I1=... J1=... K1=...

X, Y, Z – крајња тачка (B)

I1, J1, K1 – координате међу-тачке кружнице.



Слика 34.

Кружно кретање у радном ходу [1]

Слично као и код стругања симулација се позива из оперативног подручја рада PROGRAMS и отварањем једног од програма из Workpiece /Part

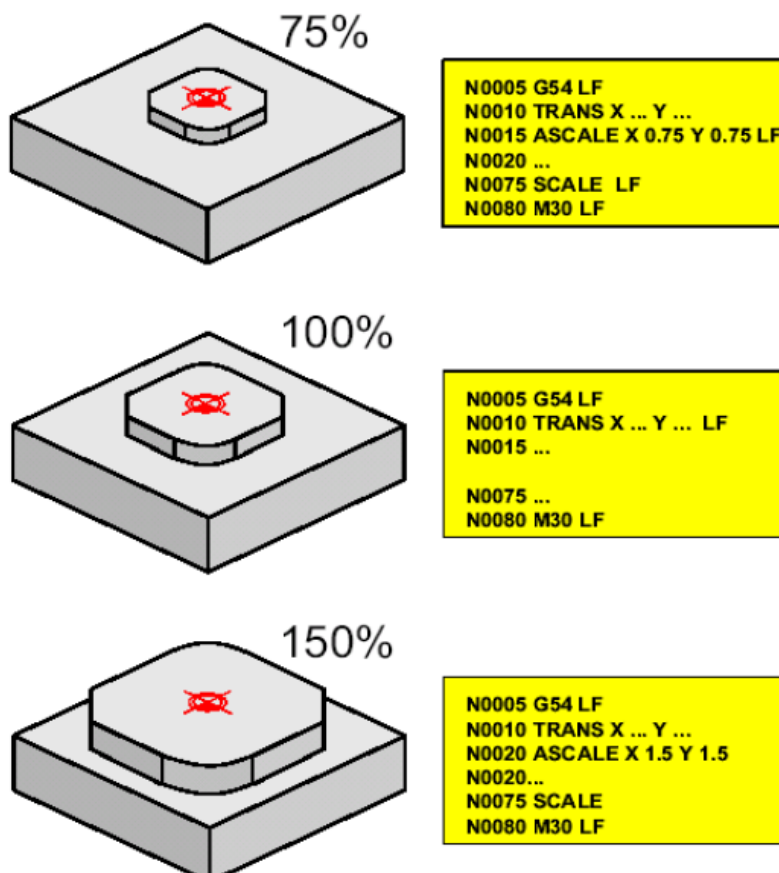
Programs /Subprogram. Кликом на иконицу Simulation (2D симулација) или 3D View (3D симулација).

- **View** – начин погледа на израдак,
- **Parameter** – начин стезања, презентација алата, резолуција, приказ судара и брзине симулације,
- **Workpiece** – потребне коте које дефинишу величину изратка и положај нулте тачке W у односу на тачку машине M,
- **Tool** – избор алата за израду изабраног програма (број алата за симулацију морамо ускладити са бројем алата из програма).

Програмско мерење

SCALE - ASCALE – програмирано мерење.

SCALE - ASCALE – омогућује постављање фактора мерила за сваку осу X, Y, Z. Овим се повећавају или смањују димензије издатка – продубљује се или скраћује путања алата.



Слика 35.

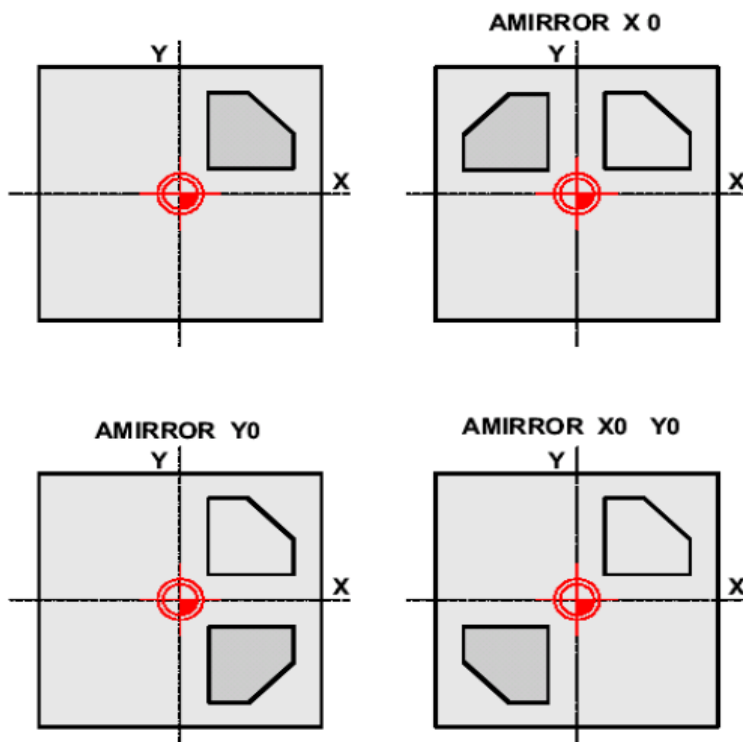
SCALE – ASCALE програмско мерење [1]

MIRROR- AMIRROR – програмирано пресликавање.

Наредба MIRROR- AMIRROR омогућује пресликавање издатка око координатних оси X, Y, Z.

Прва контура се програмира у потпрограму. Следеће три контуре програмирају се пресликавањем.

Помак нулте тачке G54 је у средини издатка. Ова наредба је корисна код глодања калупа.



Слика 36.

MIRROR – AMIRROR програмирано пресликавање [1]

3.10. 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**
- **кориснички**

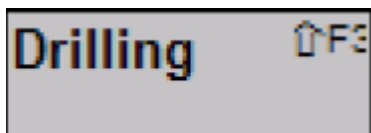
Налазе се под Meny\ Programs \ Standard circles или Meny \ Programs \ Ucer cicles

Позив циклуса је помоћу хоризонталне функцијске тастатуре <F4> Suport.

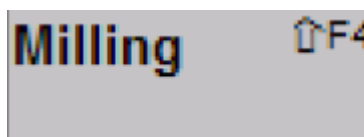
Циклуси се такође могу позвати наредбом MCALL.

Стандардни циклусу су:

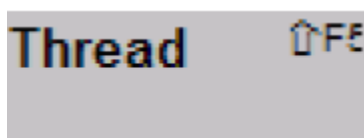
- Циклуси за бушење <F3>



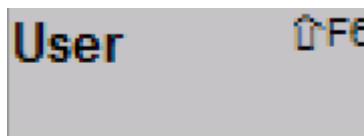
- Циклуси за глодање <F4>



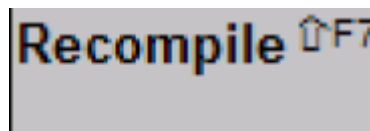
- Циклуси за нарезивање навоја <F5>



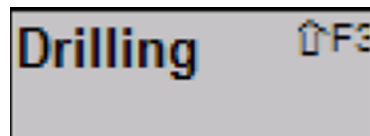
- Док је за корисничке циклусе дугме <F6>



Recompile <F7> је дугме које омогућава испуњавање уписаних параметара неког циклуса преко његовог менија.



3.11. Циклуси за бушење



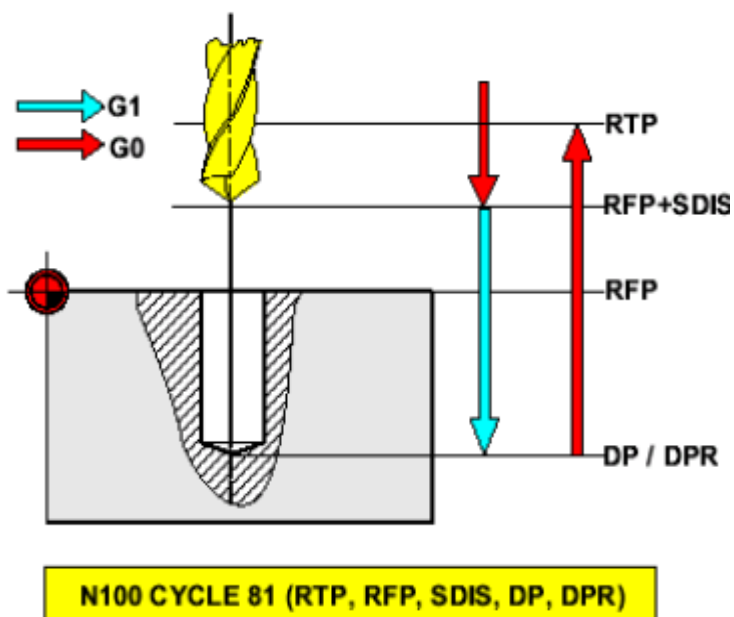
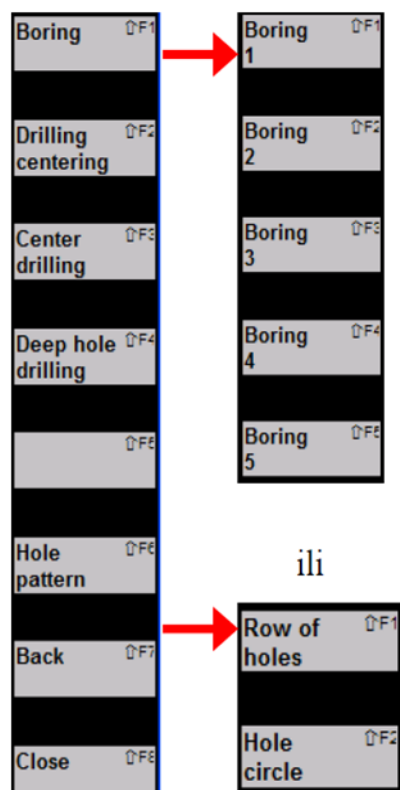
Активирањем циклуса за бушење <F3> отвара се нови прозор који нуди врсте бушења.

Sinumerik 840D нуди циклусе за бушење (CYRCLE 81 - 82), дубоко бушење (CYRCLE 83) и забушивање (CYRCLE 85 – 89), па за шаблоне израде рупа (Hole pattern – Hole 1 и Hole2)

CYECLE 81 - Циклус за бушење рупа (Drilling centering <F2>)

Позивом циклуса за бушење рупа могуће је израђивати бушење, развртање, забушивање.

Опис циклуса почиње са прегледном таблицом која садржи назив циклуса и све његове параметре.



Слика 37.

Приказ циклуса за бушење рупа [5]

3.12. Потребни параметри циклуса:

Retract (Return) plane,
алат),

Referent (Absolute) plane, RFP - референтна површина (површина у којој је нулта тачка),

Safety distance, SDIS - сигурносно одстојање (у брзом ходу G0),

Final drilling depth (Abs), DP - укупна дубина бушења,

Depth increment, DPR- површина до које се буши од референтне површине,

Drill depth_, FDEP - апсолутна дубина првог бушења (G1),

Depth 1, increment, FDPR - релативна дубина првог бушења (корак),

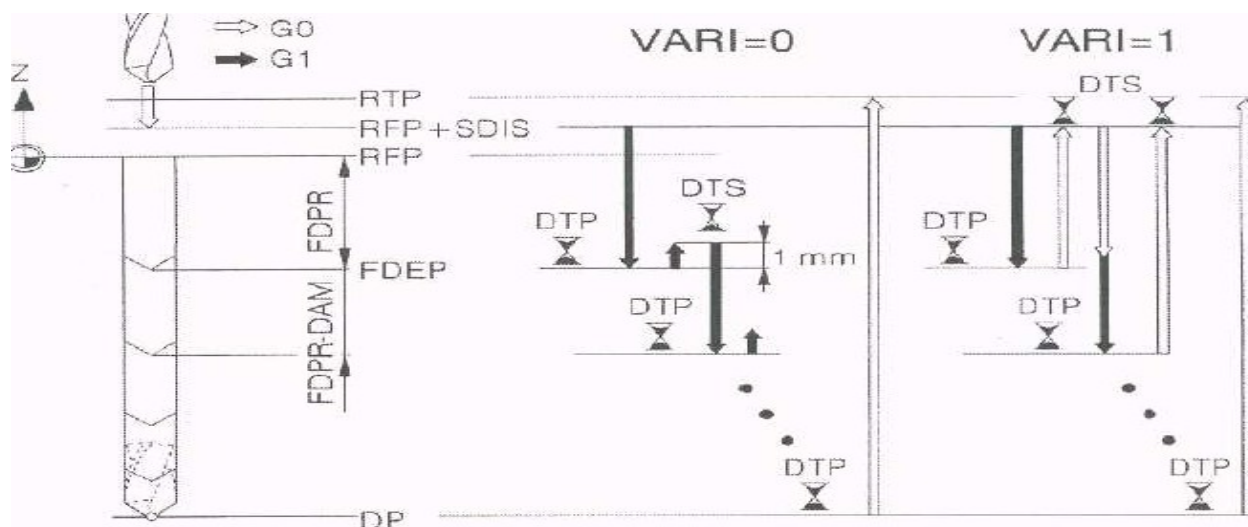
Degression, DAM – вредност смањења корака бушења,

Dwell time, DTB - време чекања на дну рупе у секундама,

Dwell time, DTS - време чекања пре наставка бушења у секундама,

Feedrate factor , FRF - фактор смањења посмака код наставка бушења,

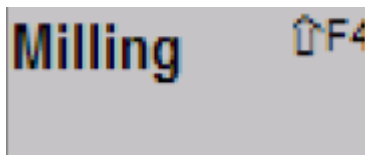
Operation. VARI – варијанта израде рупе.



Слика 38.

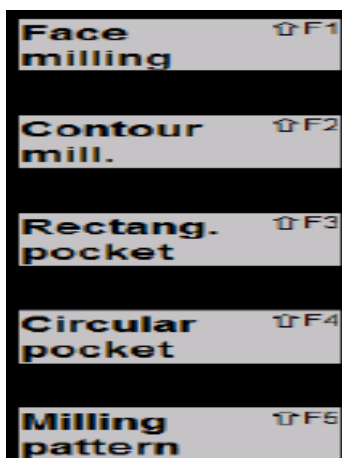
Варијанта израде рупа [2]

3.13. Циклуси за глодање



Циклуси за глодање <F4> отвара прозор чије су опције:

- <F1> Face milling – чеоно глодање,
- <F2> Contour milling – глодање по контури ,
- <F3> Rectangular pocket – правоугли џеп,
- <F4> Circular pocket – округли џеп,
- <F5> Milling pattern – шаблоне глодања.



Слика 39.

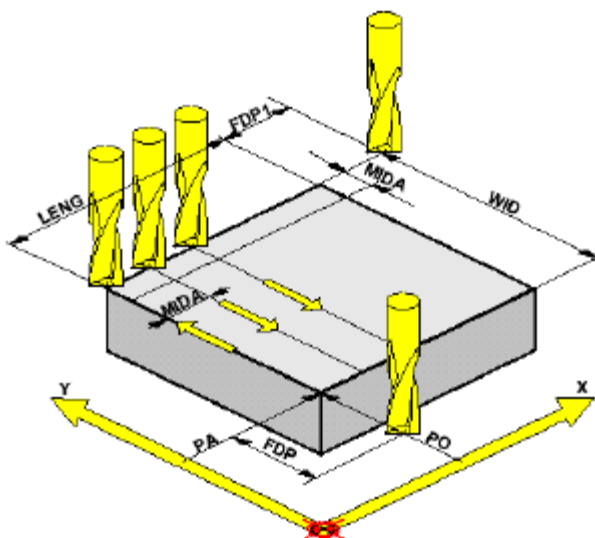
Опције циклуса за глодање [5]

Face milling – чеоно глодање.

Циклус чеоног глодања не садржи компензацију алата, тј дубина и ширина циклуса су у односу на осу ротације алата. Могуће је обрађивати било коју правоуглу површину.

Length LENG - дубина правоугаоника по апциси – X оси,

Length WID - дубина правоугаоника по ординати – Y оси.

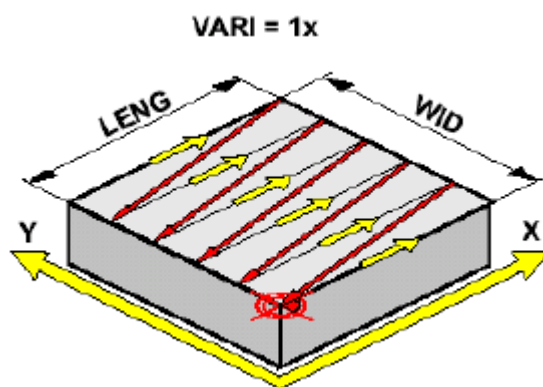


Слика 39.

Приказ дубине правоугаоника по апциси и ординати [5]

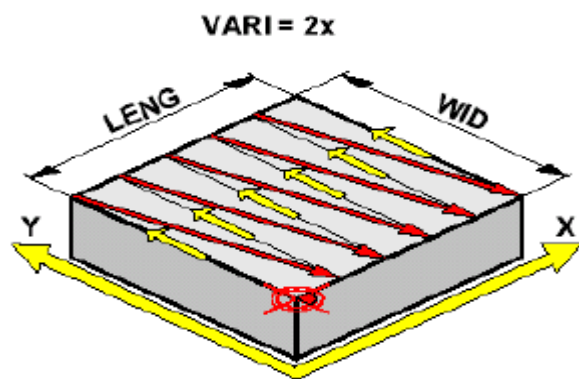
Варијанте обраде су:

Први број варијанте (слике 40, 41, 42, 43).



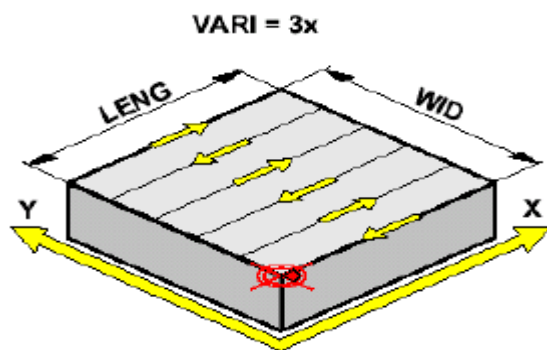
Слика 40.

Паралелно са X осом у једном правцу [5]



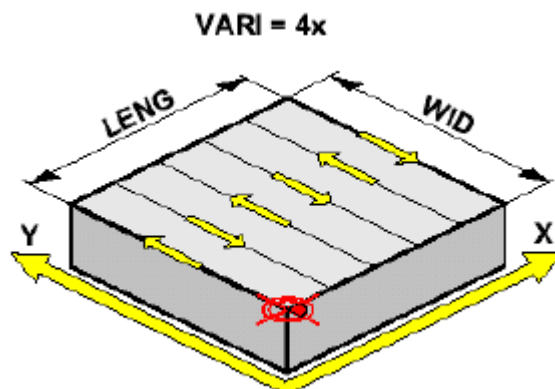
Слика 41.

Паралелно са Y осом у једном правцу [5]



Слика 42.

Паралелно са X осом са променом правца [5]



Слика 43.

Паралелно са Y осом са променом правца [5]

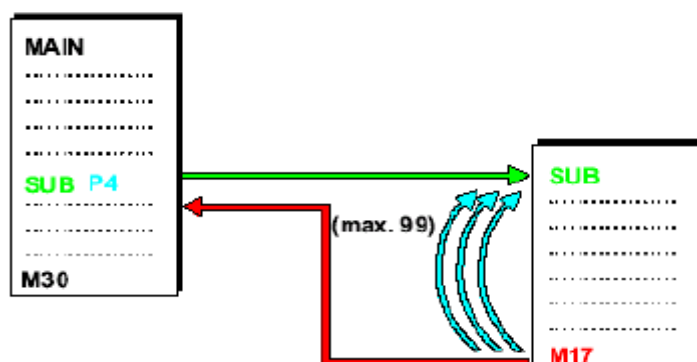
Други број варијанте:

- Постепено чишћење слојева
- Завршно чишћење слоја

3.14. Потпрограми

Потпрограми су, делови главног програма који се могу више пута поновити и уписати у главни програм. Пишу се одвојено (на крају главног програма), у посебним блоковима (Programs/ Subprograms), имају свој назив, а позивају се у главни програм наредбом P. Број уз слово P значи број извршења потпрограма у главном програму.

Потпрограм се завршава наредбом M17. Оваквим начином програмирања, када се понављају одређене операције, знатно се убрзава програмирање.



Слика 44.

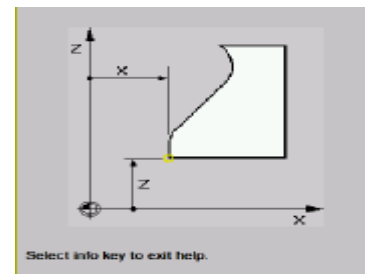
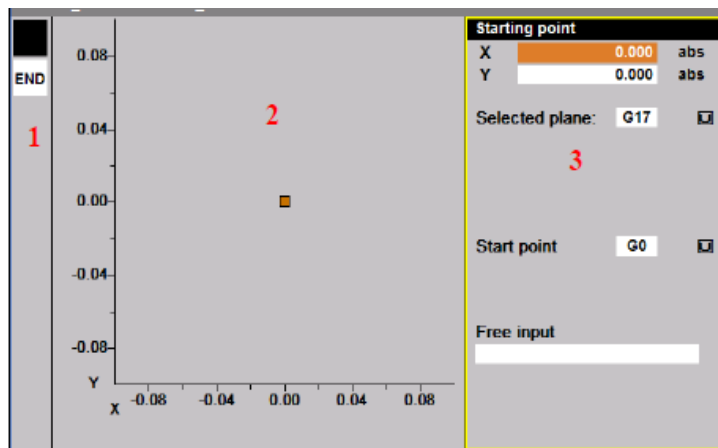
Приказ позивања потпрограма [2]

Активирањем опције Support – New contour отвара се прозор са слике.

Прозор је подељен у три подручја.

1. Програмирани елементи контуре,
2. графички приказ програмираних елемената,
3. прозор за програмирање слободних контура (Free contour programming).

Активирањем типке «info» приказује се графички активна програмирана вредност.



Слика 45.

Приказ графичке програмиране вредности [1]

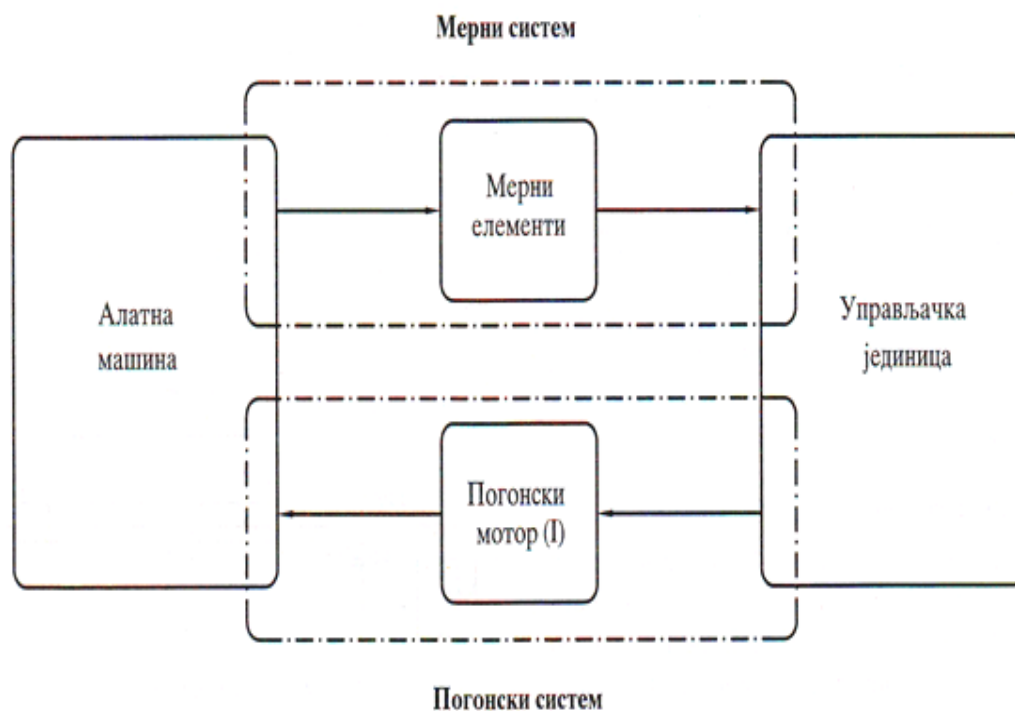
4. CNC ГЛОДАЛИЦА EMCO WinNC

CNC глодалица се управља програмски. Може имати вишеосно управљање, чиме је могуће изградити и најсложеније обраде у једном стезању. Главно кретање код NU 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 NU машинама се више користе мотори једносмерне струје.

Главни делови NU глодалице

NU глодалица се састоји из две основне целине:

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



Слика 46.

Главни делови NU глодалице [2]

Механички део глодалица има следеће целине:

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

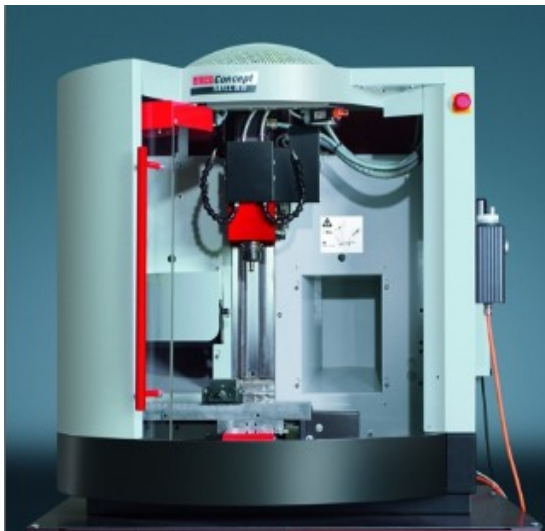
Постоје три основна захтева која свака машина алатка треба да испуни, а то су:

- ТАЧНОСТ
- ПРОИЗВОДНОСТ
- ЕКОНОМИЧНОСТ

Наведена три основна захтева могу се исказати у следећем смислу:

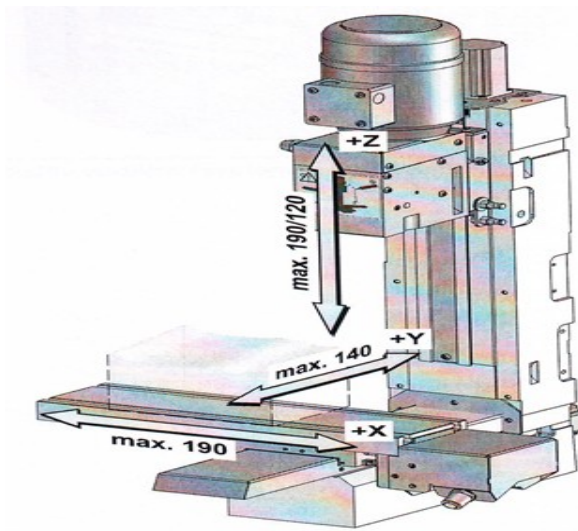
“Машина алатка треба да задовољи захтев ТАЧНОСТИ (што је условљено технолочком наменом саме машине) и да одређене радне операције у оквиру намене обавља у што краћем року (ПРОДУКТИВНО) и уз најнижу цену (ЕКОНОМИЧНО)”.

4.1. Технички подаци о машини



Слика 47

CNC глодалица [6]

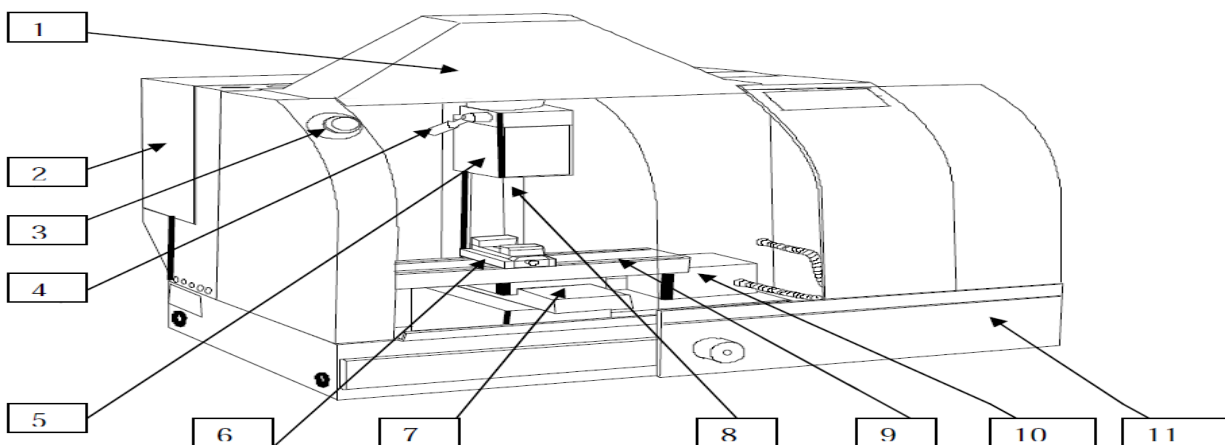


Слика 48.

Ход алата [6]

4.2. EMCO CONCEPT MILL55

Машина је опремљена елементима аутоматизације, аутоматска замена алата (магацин алата са 8 места), пнеуматска стега, потпуно затворен радни простор-аутоматско отварање и затварање врата.



Слика 49.

Основни елементи машине [1]

- 1 – заштитни поклопац,
- 2 – електрични део машине,
- 3 – главна сигурносна склопка,
- 4 – ручица за учвршћивање алата,
- 5 - носач алата,
- 6 – радни сто за учвршћивање предмета обраде,
- 7 – клижач по оси Y,
- 8 – клизач по оси Z,
- 9 – радни сто (оса X),
- 10 – мотор,
- 11 – заштитна врата против струготине.

Радни сто површине 420 мм * 125 мм са два „Т“ жљеба на растојању 90 мм,

Максималан број обраћаја $n = 150-3500$ о/мин,

Брзина помоћног кретања је 0-2000 мм/мин,

Инкремент померања по осама је 0.001мм ,

Максимално кретање по X оси 190 мм,

Максимално кретање по Y оси 140 мм,

Максимално кретање по Z оси 260 мм,

Максимални пречник алата без магацина/са магацином алата је 60мм/40мм.

4.3. Управљачка јединица

Управљачка јединица је најважнији али и најсложенији део NU машине.

Има задатак да прими улазне информације, изврши њихову обраду и омогући добијање одговарајућих излазних информација. Карактеристике управљачке јединице дефинишу флексибилност, поузданост и перформансе NC алатне 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 меморијској јединици 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.

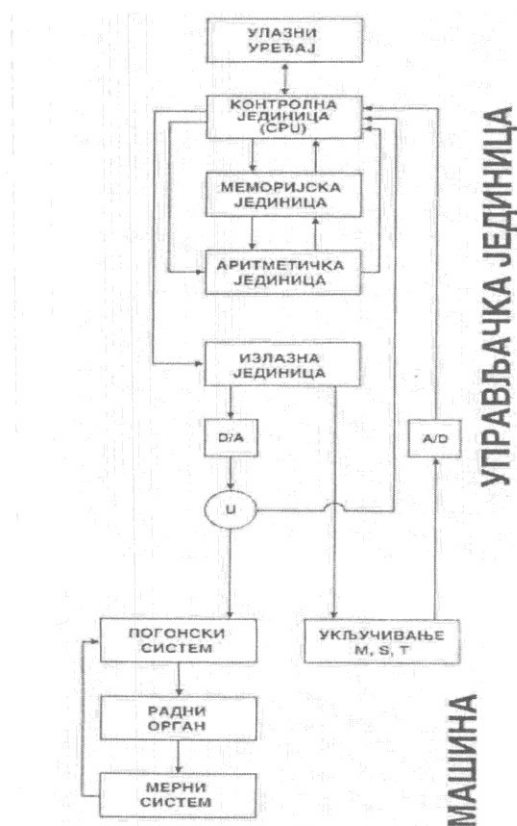
У општем случају управљачка јединица се састоји из неколико основних модула:

- управљачког,
- модула за геометрију,
- модула за регулацију,
- 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 50.

Активности управљачке јединице [2]



Слика 51.

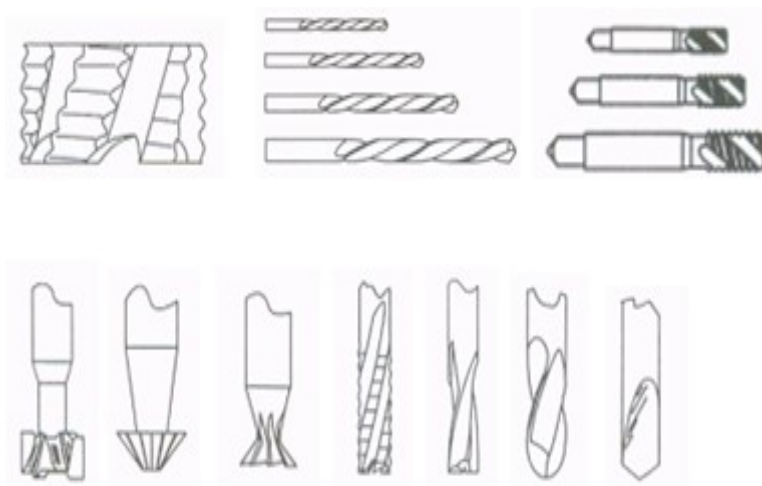
Тастатура управљачке јединице [6]

4.4. Алати за обраду глодањем

Обрада на глодалици врши се алатима која се називају глодала. Глодала су вишесечни алати. То су уствари обртна тела по чијем су обиму или на или на чеоној површини распоређени зуби.

За обраду глодањем користимо следеће алате:

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



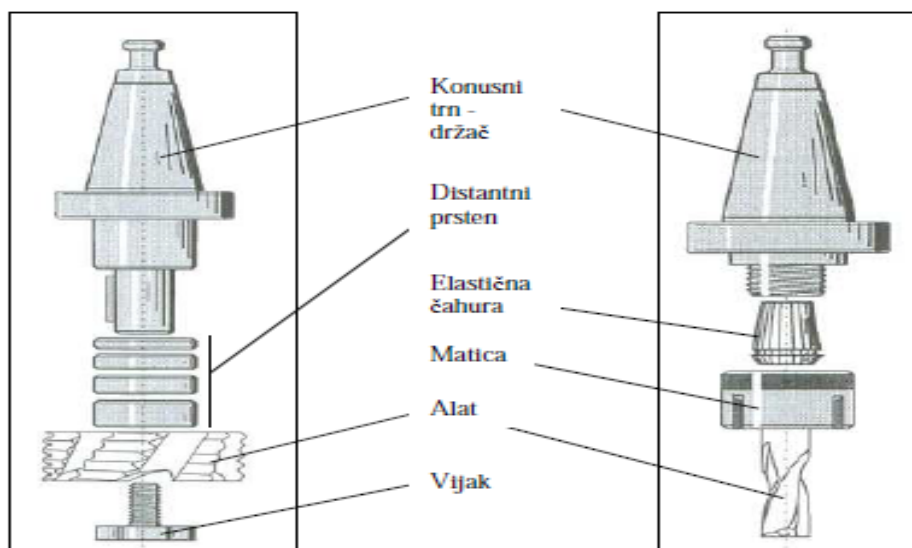
Слика 52.

Сет алата у обради глодањем [5]

Алати се монтирају на држач алата помоћу чауре или стезача.

Монтажа чеоног глодала

Монтажа вретенастих глодала у држач алата



Слика 53.

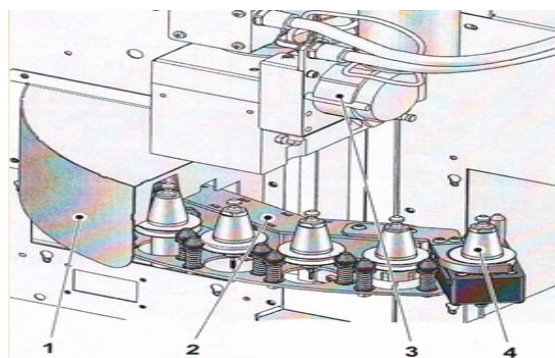
Монтажа глодала у држач алата [5]

Измењивач алата

Број места за алате – 8

Максимална тежина - 1кг

Максимални пречник - 40мм

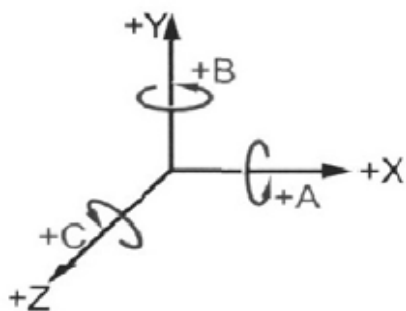


Слика 54.

Приказ магацина алата [5]

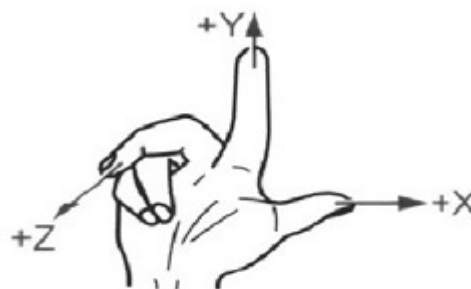
4.5. Координатни системи

Оријентација координатног система је у складу са правилом "три прста десне руке" као што је приказано на слици 55. Одређивање позитивног правца координатног система показује положај прстију десне руке, односно палац показује позитиван смер у правцу X осе, кажипрст позитиван смер у правцу Y осе, док средњи прст показује позитиван смер у правцу Z осе.



Слика 55.

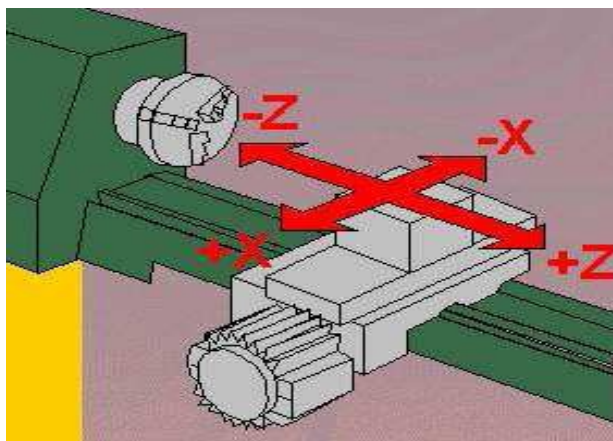
Одређивање позитивног правца
координатног система [3]



Слика 56.

Правило десне руке [3]

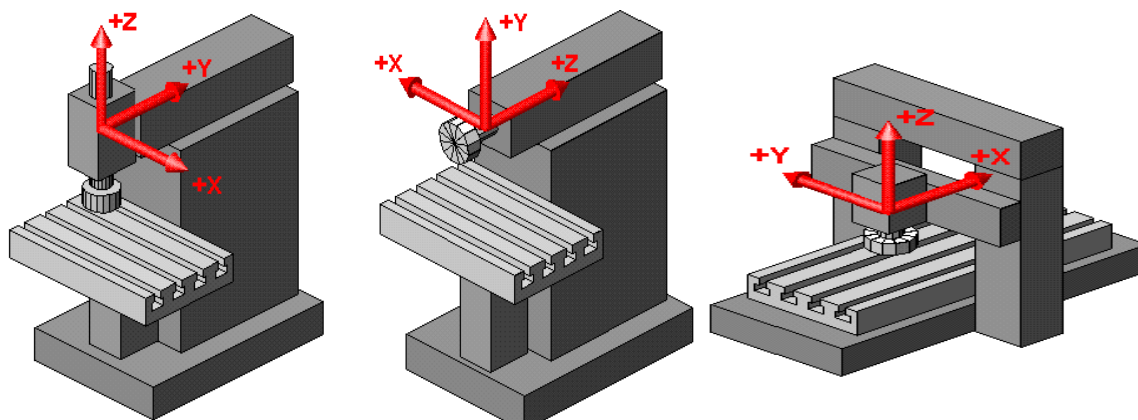
Оса Z је увек усмерена у правцу осе главног вретена, а у зависности од равни у којој се обрада врши одређују се смерови осталих оса.



Слика 57.

Смер оса носача алата [1]

Координатни систем код CNC глодалице



Слика 58.

Примери одређивања оса [1]

4.6. Мере заштите на раду

Развој индустрије и привреде уопште донели су човеку боље животне услове. Међутим, то је донело и нове проблеме људском раду. Телесна напрезања радника су мања, али се повећава интелектуална ангажованост и прецизност у раду. Психичка напетост, диктирана нормама, роковима и квалитетом, повећава се. Смањен је број физичких повреда, али је повећан број психичких стресова радника. Сведоци смо да све више долазе до изражаја нервозе које су последица тежег уклапања у нове производне токове, темпа рада, премора, нових међуљудских односа и др. Све то доприноси повећању могућности повреда на раду, што јасно указује на то да мере заштите на раду морају да буду комплексне ради заштите човека.

Сваки радник, па и ученик у кабинету, на свом радном месту, мора бити упознати са прописима и мерама заштите у вези са послом који треба да обавља. Такође је дужан да послове обавља с пуном пажњом, ради обезбеђивања свог живота и здравља, као и живота и здравља других. Зато је свако дужан да се придржава прописаних заштитних мера.

Основни извори опасности су сви фактори који могу изненада и случајно да изазову повреде. У те факторе спадају:

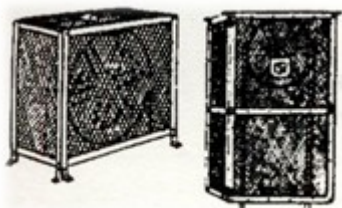
- покретни делови машина и механизма.
- летећи делови обрађиваног материјала.
- топлотна зрачења,
- електрична струја и др.

Најчешћи су механички извори опасности који потичу од покретних елемената и од уређаја за пренос механичког кретања.

Покретни елементи обухватају све делове машина који се крећу кружно, или праволинијски, као и све друге покретне делове.

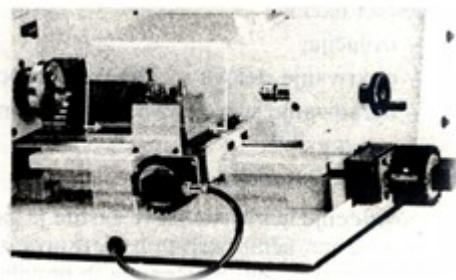
Техничке мере заштите од механичких извора опасности могу се сврстати у неколико група:

а) непомични (чврсти), заштитни уређаји. То су углавном жичане мреже у облику оgrade око покретних делова, или штитници од метала или провидне пластике. На слици 59. приказани су жичани штитници, а на слици 60, приказан је штитник од провидне пластике.



Слика 59.

Приказ жичаних штитника [6]

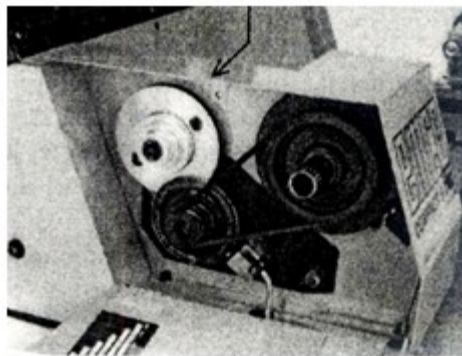


Слика 60.

Приказ штитника од провидне пластике [6]

б) Заштитни уређаји за блокирање. Сврха ових уређаја је да се онемогући стартовање машине све док заштитни уређај није постављен на своје место, односно да се рад машине заустави ако се заштитни уређај помери. Ово се углавном обезбеђује микропрекидачем приказаним на слици.

Уколико се поклопац главног вретена CNC струга не затвори, микропрекидачем се искључује довод струје и машина не почиње да ради. Ако, пак машина ради, а поклопац се отвори, микропрекидач искључује струју и машина се зауставља.



Слика 61.

Аутоматски заштитни уређај [6]

в) Аутоматски заштитни уређаји. Њихова примена онемогућава рад машине када су руке радника у опасном радном простору машине. Израђују се у облику фотоћелија.

г) Дворучни систем пуштања машине у рад. Да би се машина пустила у рад, потребно је да радникове обе руке буду ван опасног радног простора машине, а да истовремено делује на два прекидача. Размак између прекидача треба да је толоки да онемогућава укључивање и рад машине само једном руком.

д) Комбиновани уређаји за заштиту. Комбиновањем различитих уређаја за заштиту смањује се опасност од механичких извора повреда и елиминишу се повреде које могу настати применом само једног заштитног уређаја.

Лична заштитна средства

Коришћење личних средстава заштите је гаранција смањења повреда на раду и сигурности радника. Избор личних заштитних средстава зависи од природе посла. Сви корисници заштитних средстава морају бити обучени да их правилно употребљавају, као и да их чувају и одржавају.

Заштита очију

За рад на CNC глодалицама, осим заштитних средстава на машини, треба користити и заштитне наочаре са провидним стаклом, или пластиком, које могу бити са заштитом само с предње стране или са заштитом и са бочних страна. Ово је нарочито важно при обради обојених метала, алуминијума, месинга, или бронзе, јер се ствара кидана струготина, која пршти на све стране, па постоји озбиљна опасност од улетања делова струготине у очи.

Заштита руку

За заштиту руку од механичких повреда треба користити лаке кожне рукавице са пет прстију, које су предвиђене за fine радове.

Заштита тела

При раду на CNC стругу, ради заштите тела, довољно је, а и обавезно, користити радни мантил са гуменим манжетнама на рукавима.

Заштита косе

Дуга коса је озбиљан извор опасности од механичких повреда. Због тога је обавезно коришћење мараме.

Заштита од пожара

Штете које може направити пожар су вишеструке. Због тога треба предузети све превентивне мере заштите од пожара, као, на пример:

- све мере да до пожара уопште не дође,
- да се пожар одмах угаси, односно да се спречи његово ширење,
- да се избегне рањавање и губитак живота током пожара и акције гашењач
- да се смање штете од пожара.

У кабинету је обавезно да постоје два ручна апарата за гашење пожара, уредно сервисирани, као и ручна аптека за указивање прве помоћи у случају повреде ученика.

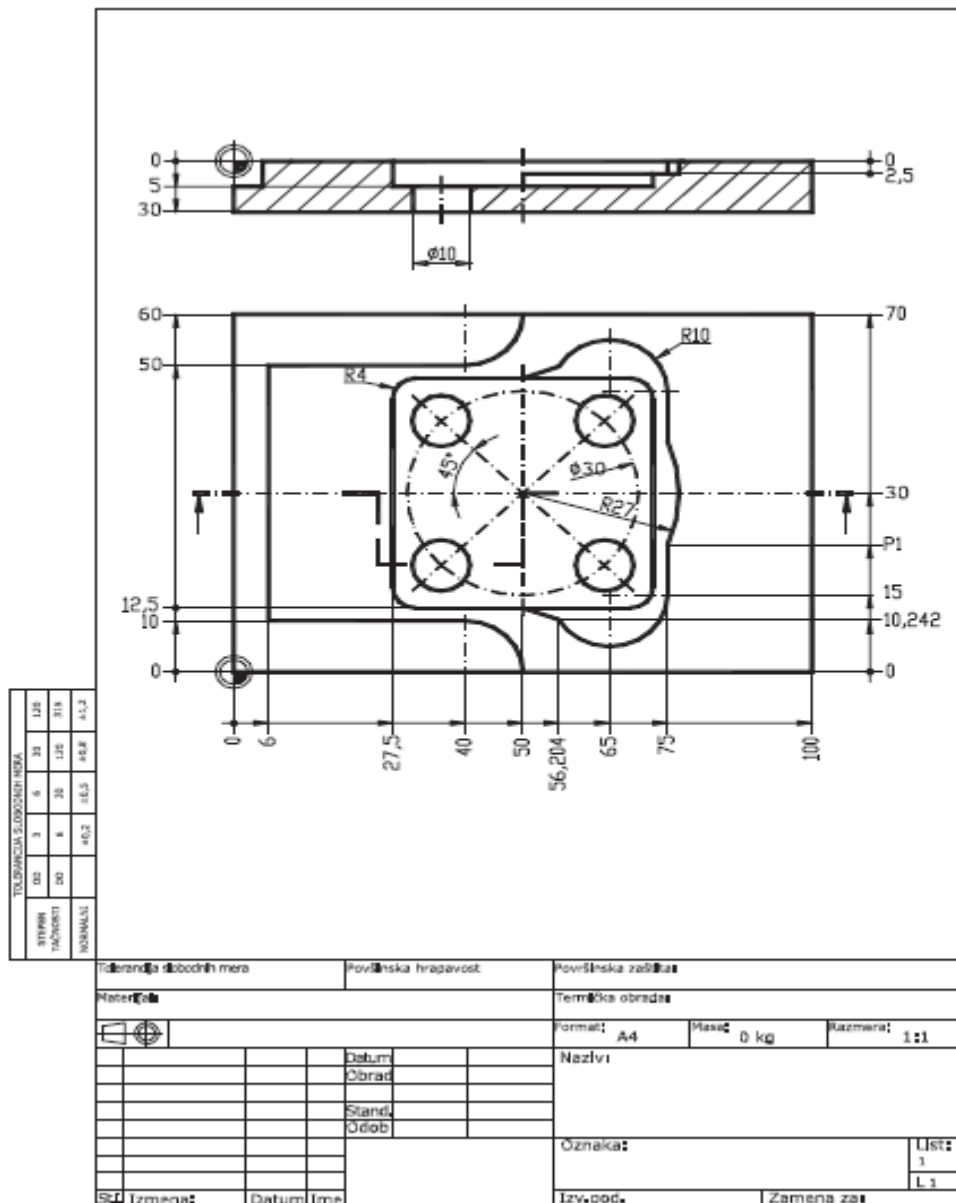
5. ПРИМЕР ОБРАДЕ НА CNC ГЛОДАЛИЦИ

Програм, операције и захвати израде дела у WinNC SINUMERIK 840D MILL.



Слика 59.

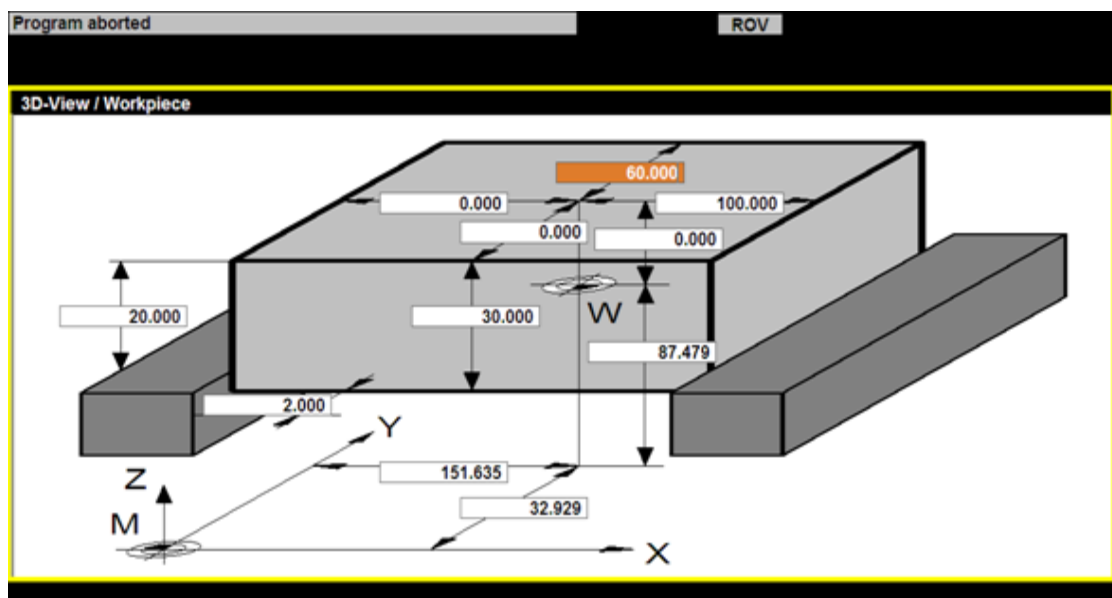
Покретање WinNC SINUMERIK 840D MILL.



Слика 60.

Цртеж предмета обраде

4.7. Припремак



Слика 61.

Приказ стежања припремка на машини

4.8. Програм, операције и захвати радног дела

Програм радног дела

G54

TRANS X0 Y-60 Z10

G94 S1200 F800 M2

T2 D1

CYCLE71(1,,1,-1,,,100,60,0,0.5,32,1,0,1500,11,0)

G0 X0 Y0 Z100

T3 D1

G0 X0 Y0 Z100

CYCLE72("pot1",1,,1,-5,2.5,0,0,800,350,11,41,1,1500,1000,1,)

Катарина Гаровић

G0 X0 Y0 Z100

T6 D1

G0 X0 Y0 Z100

POCKET1(1,,1,-5,5,35,35,4,50,30,0,500,500,800,3,3,0,0,0,0)

G0 X0 Y0 Z100

T4 D1

G0 X0 Y0 Z100

CYCLE72("pot2",1,,1,-2.5,1.5,0,0,1000,800,11,42,1,1,1000,1,1)

G0 X0 Y0 Z100

T5 D1

G0 X0 Y0 Z100

MCALL CYCLE81(5,,1,-16,16)

HOLES2(50,30,15,45,90,4)

MCALL

G0 X0 Y0 Z100

T1 D1

M30

4.9. Потпрограм pot1

G1 X100 Y0

X50 Y0

G3 X40 Y10 CR=10

G1 X6 Y10

X6 Y50

X40 Y50

G3 X50 Y60 CR=10

G1 X100 Y60

M17

Pot2

G1X50 Y12.5

Y47.5

X56.204 Y49.758

G2 X75 Y49.758 CR=10

G1 X75 Y37.5

G2 X75 Y22.5 CR=27

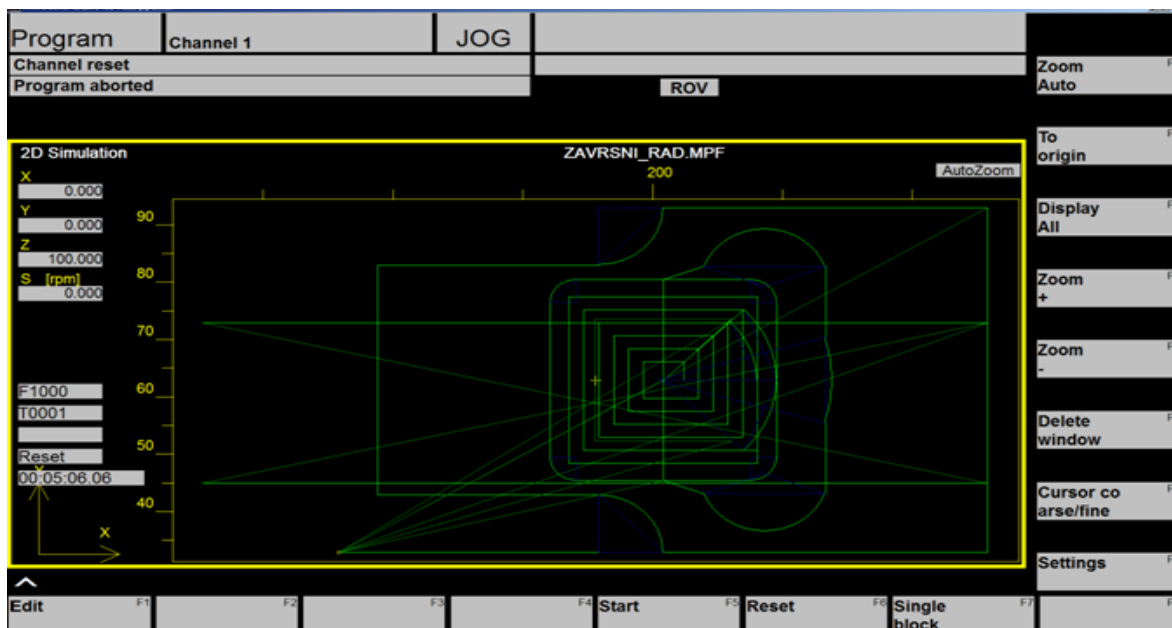
G1 X75 Y10.242e

G2 X56.204 Y10.242 CR=10

G1 X50 Y12.5

M17

4.10. 2D симулација

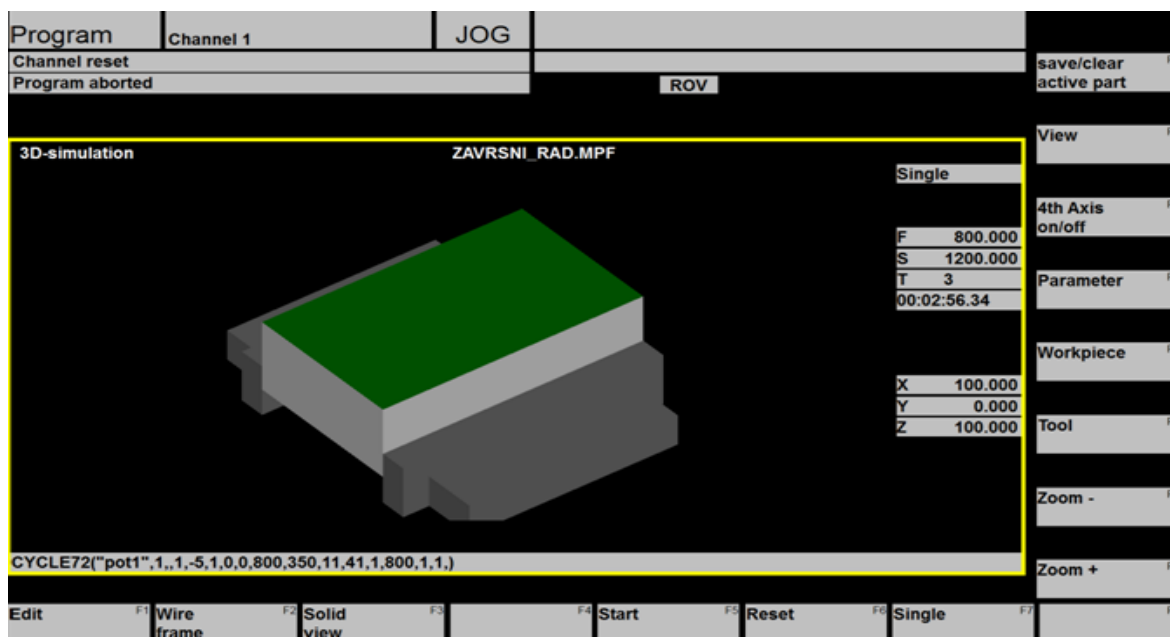


Слика 62.

2D симулација

4.11. Операције и захвати радног дела

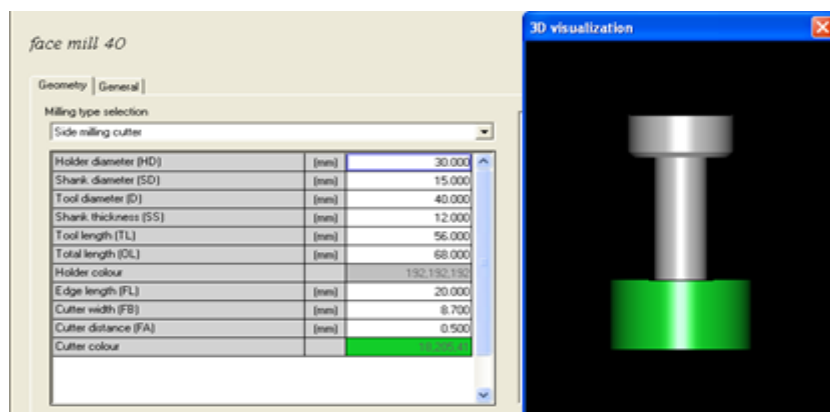
10.1. Чишћење површине



Слика 63.

Чишћење површине

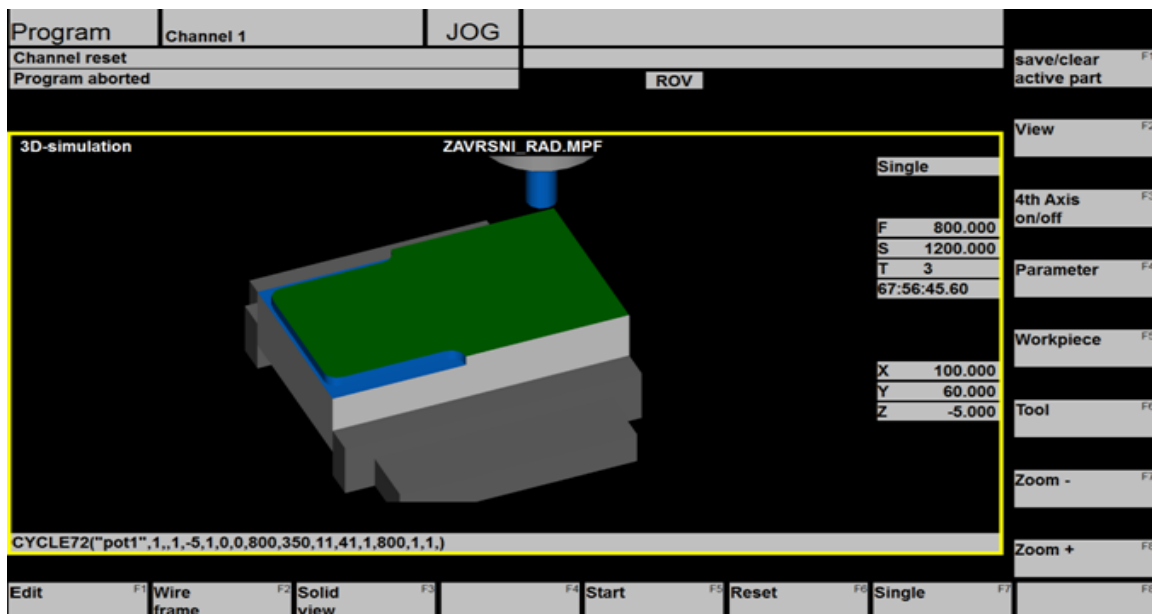
Чеono глодало $\varnothing 40$



Слика 64.

Чеono глодало $\varnothing 40$

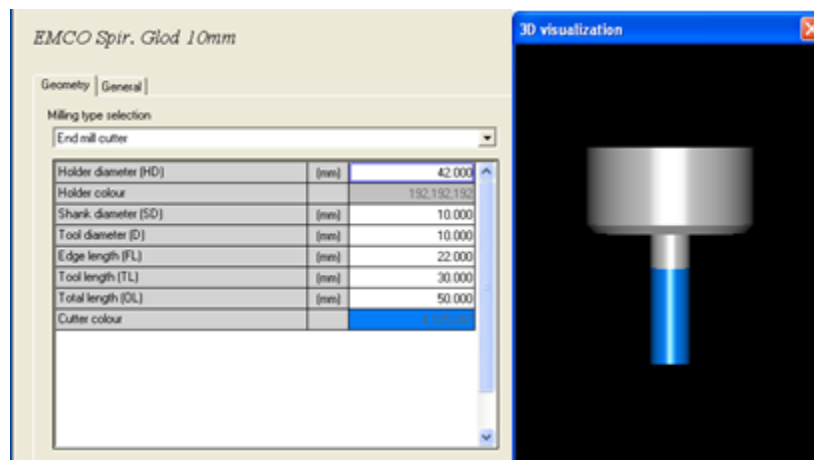
10.2. Израда контуре



Слика 65.

Израда контуре

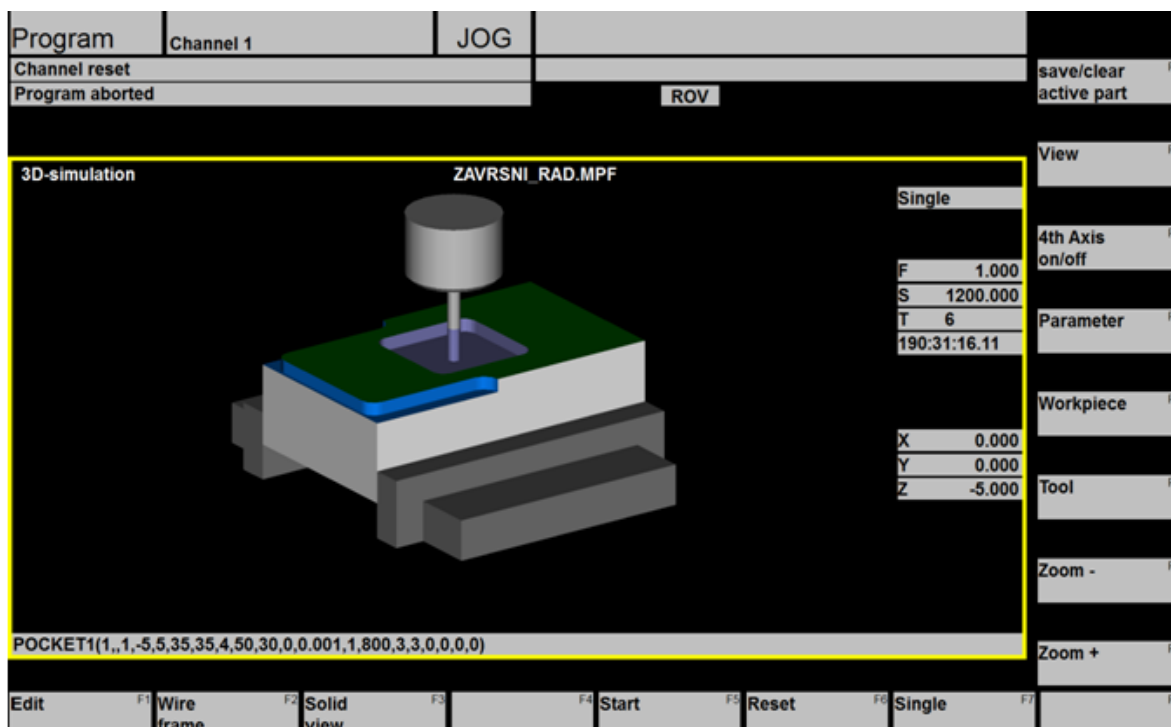
Спирално глодало Ø 10



Слика 66.

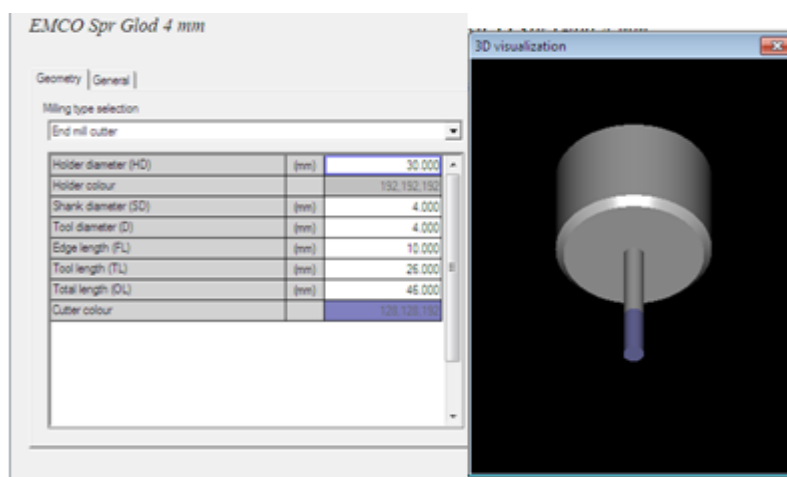
Спирално глодало Ø 10

10.3. Укопавање правоуглог џепа



Слика 67.

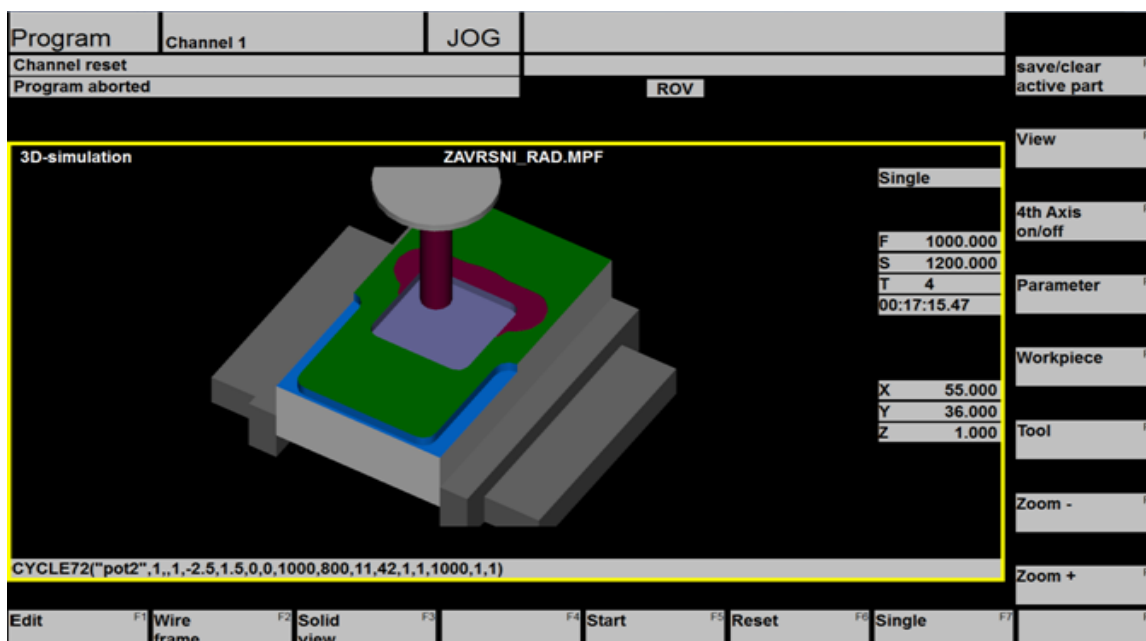
Укопавање правоуглог џепа

Спирално глодало $\varnothing 4$ 

Слика 68.

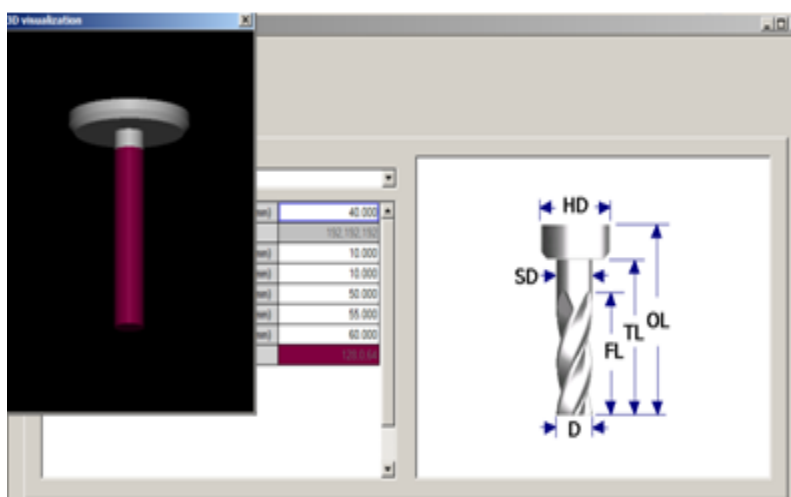
Спирално глодало $\varnothing 4$

10.4. Израда контуре око џепа



Слика 69.

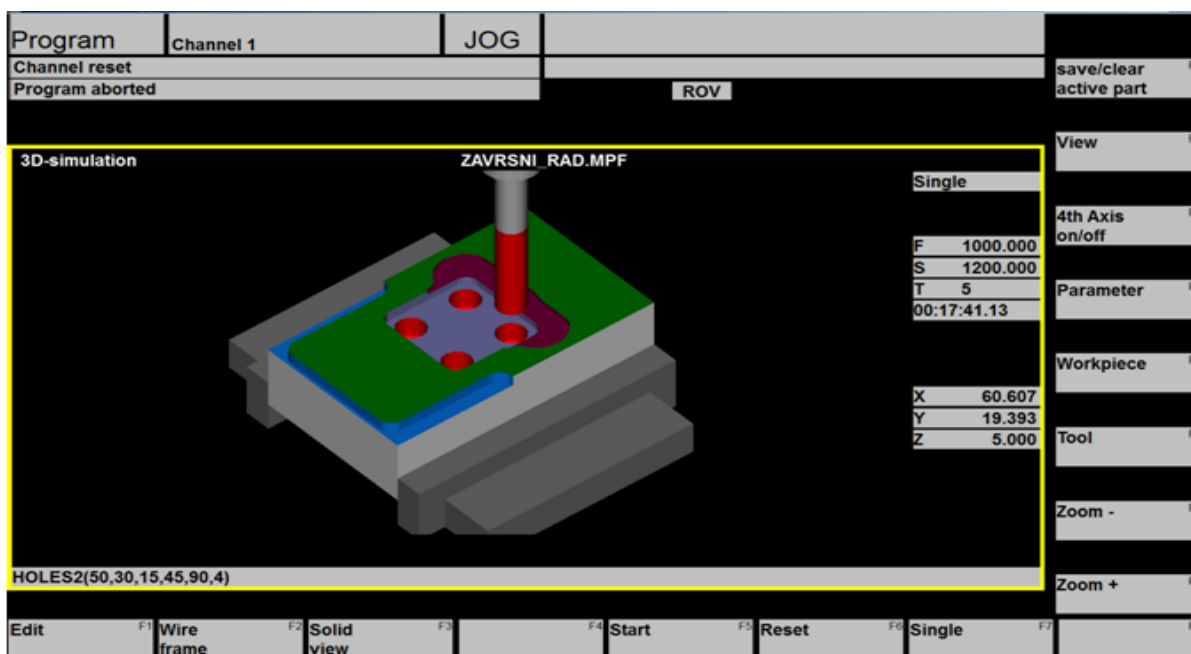
Израда контуре око џепа

Вретенасто глодало $\varnothing 10$ 

Слика 70.

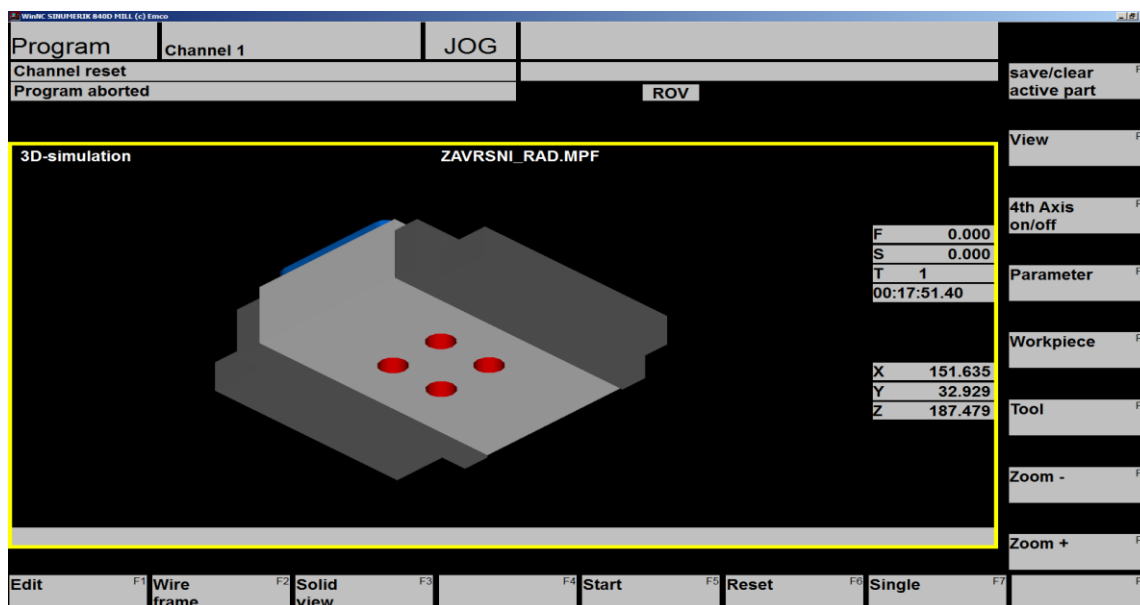
Вретенасто глодало $\varnothing 10$

10.5. Бушење отвора



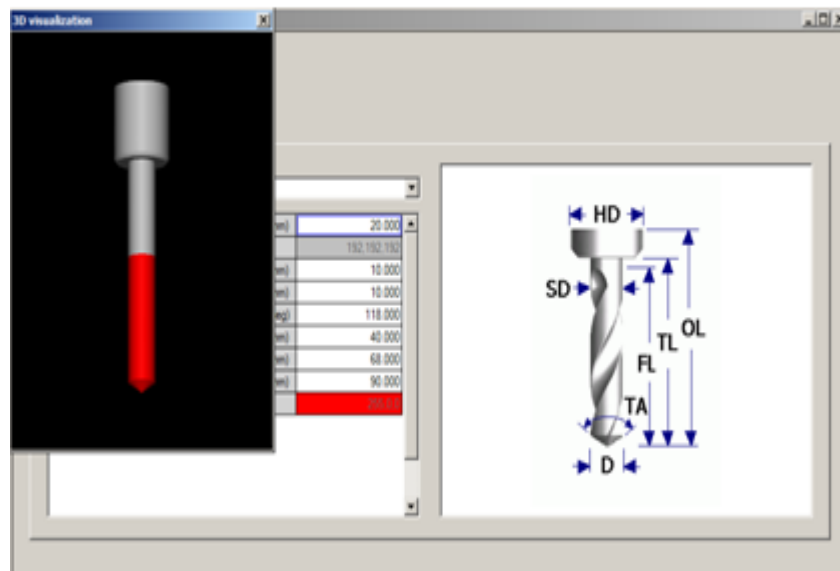
Слика 71.

Бушење отвора



Слика 72.

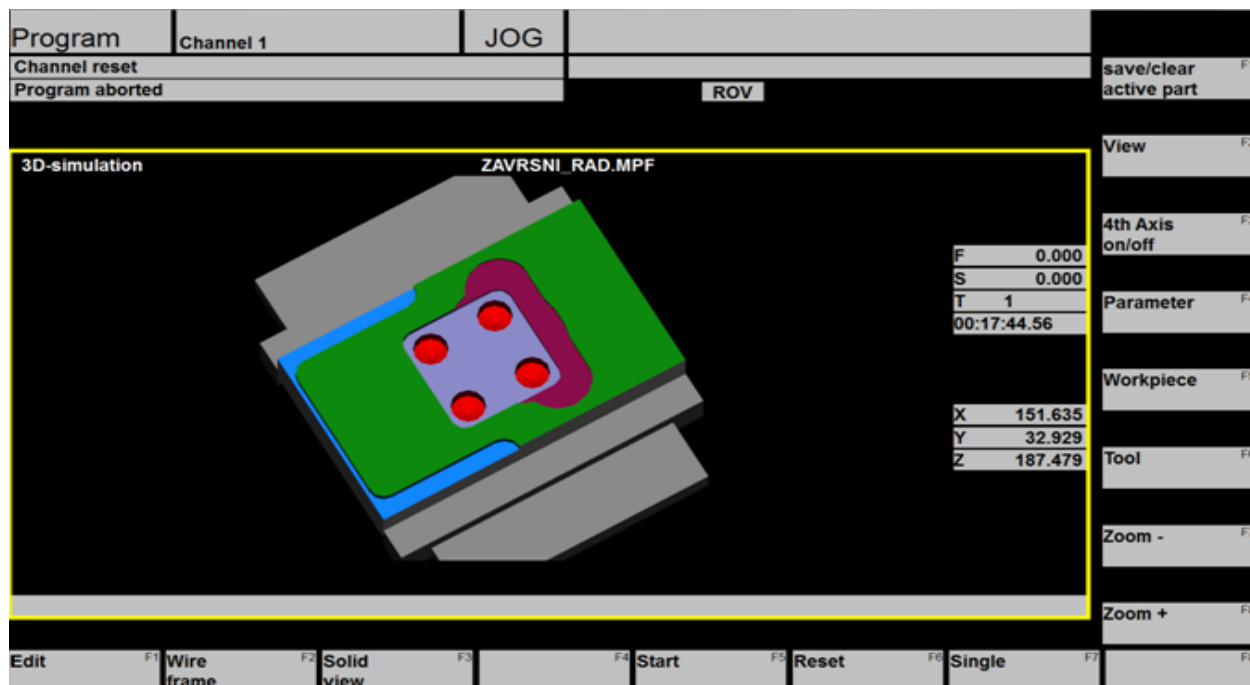
Приказ избушених отвора

Бургија $\varnothing 10$ 

Слика 73.

Бургија $\varnothing 10$

10.6 Обрађен предмет обраде



Слика 74.

Приказ обрађеног предмета обраде

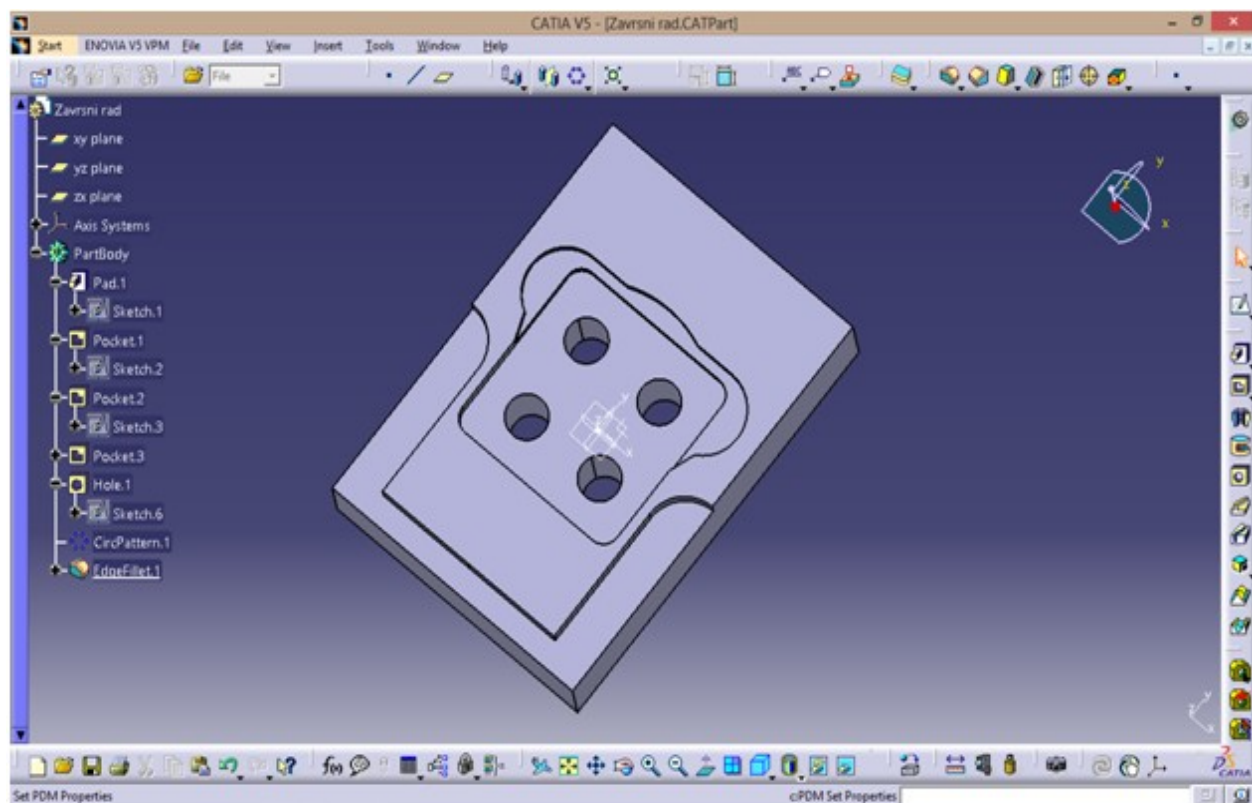
10.7 Контрола

10.8 Чишћење

10.9 Паковање

20.0 Транспорт

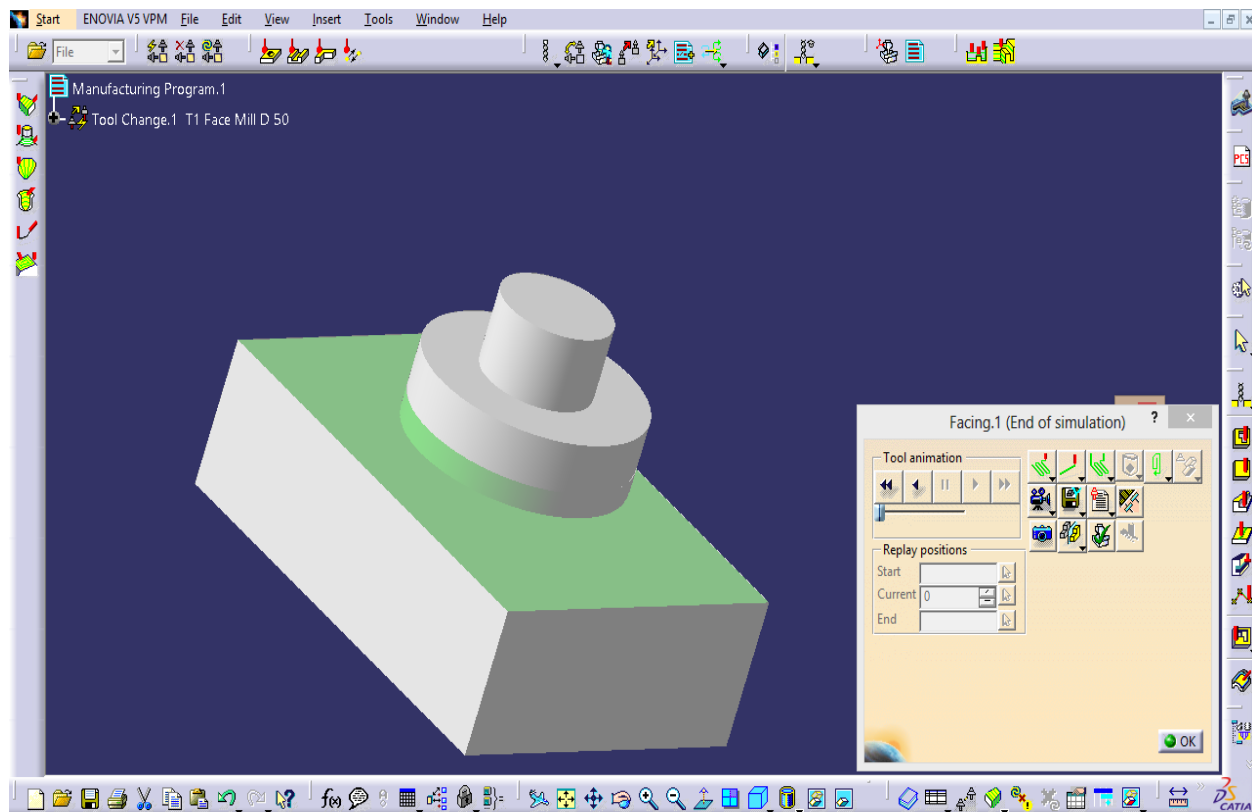
Одрађен предмет обраде у CATIA V5 – програму



Слика 75.

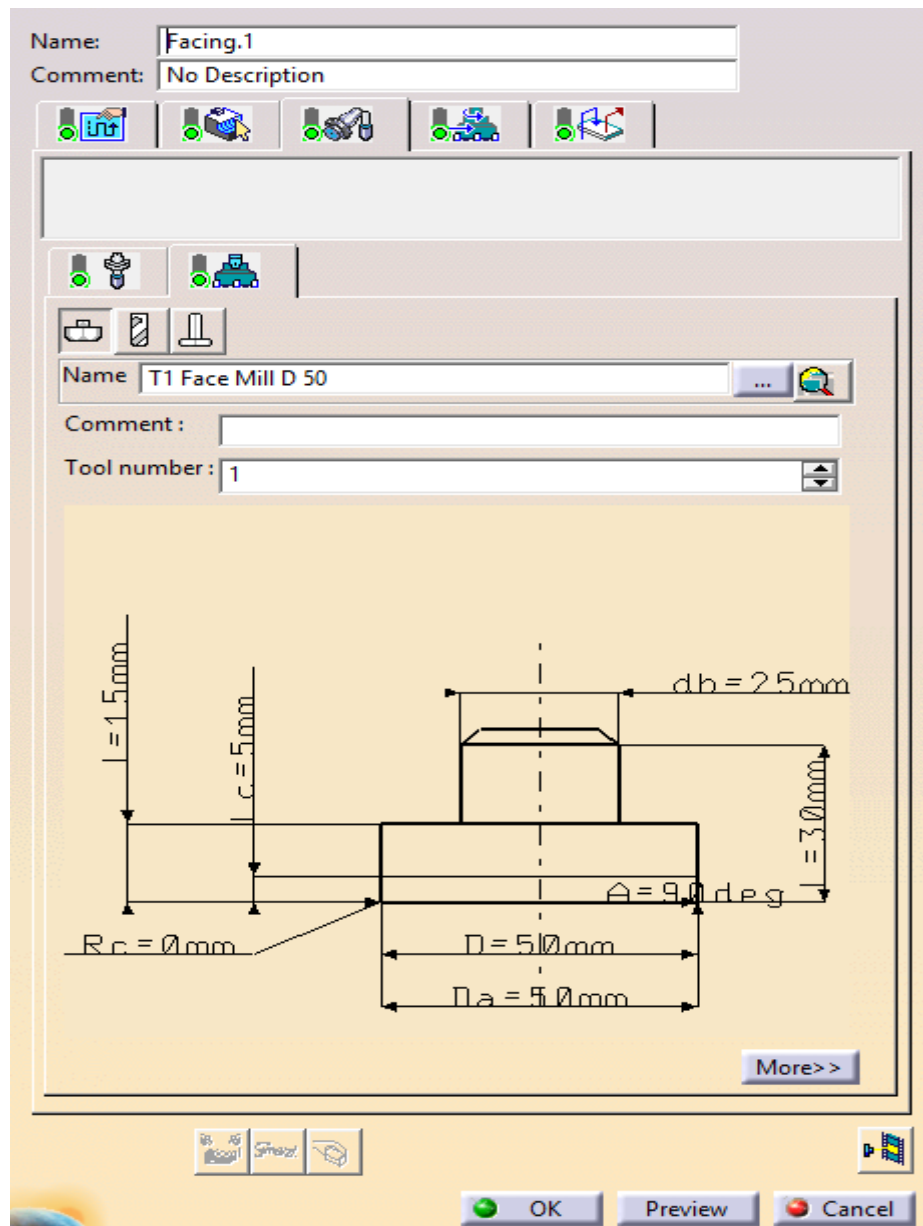
Одрађен предмет обраде

Машинирање у CATIA - V5 програму



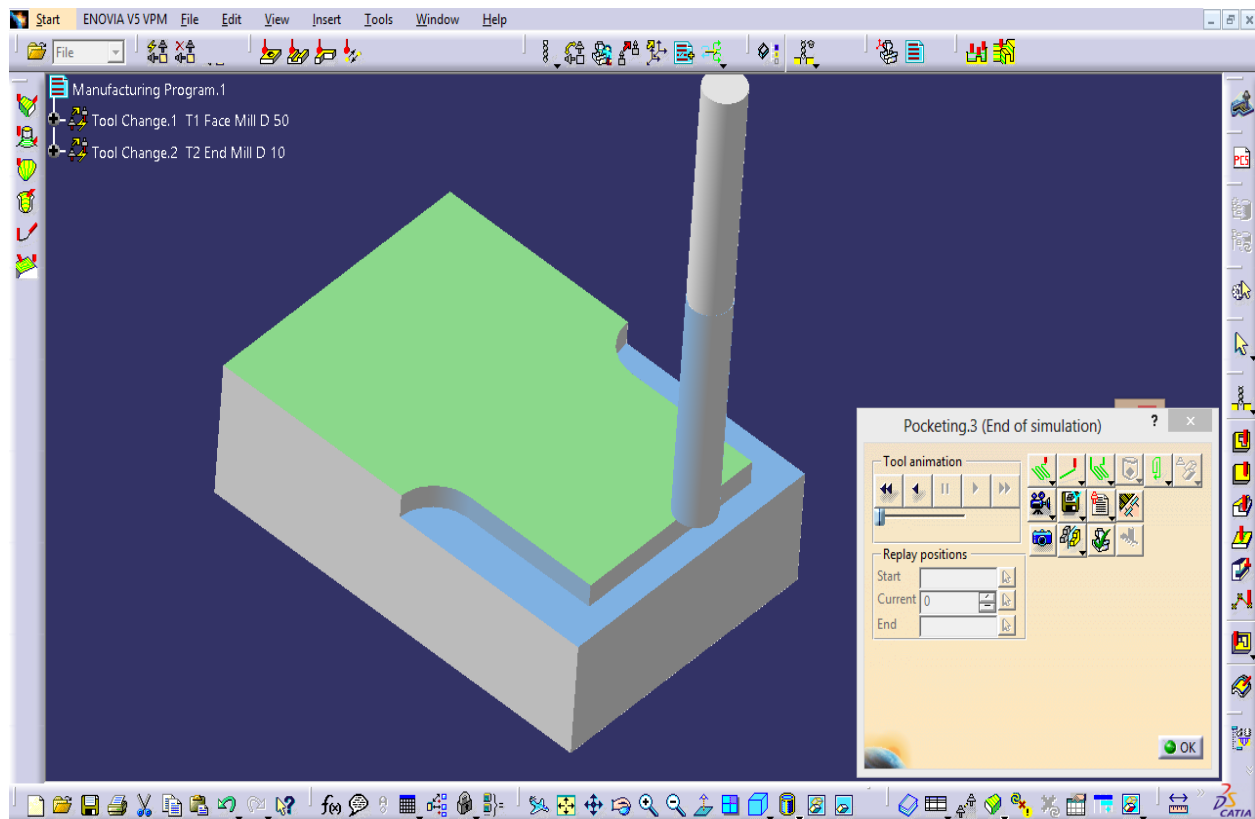
Слика 76

Чишћење површине

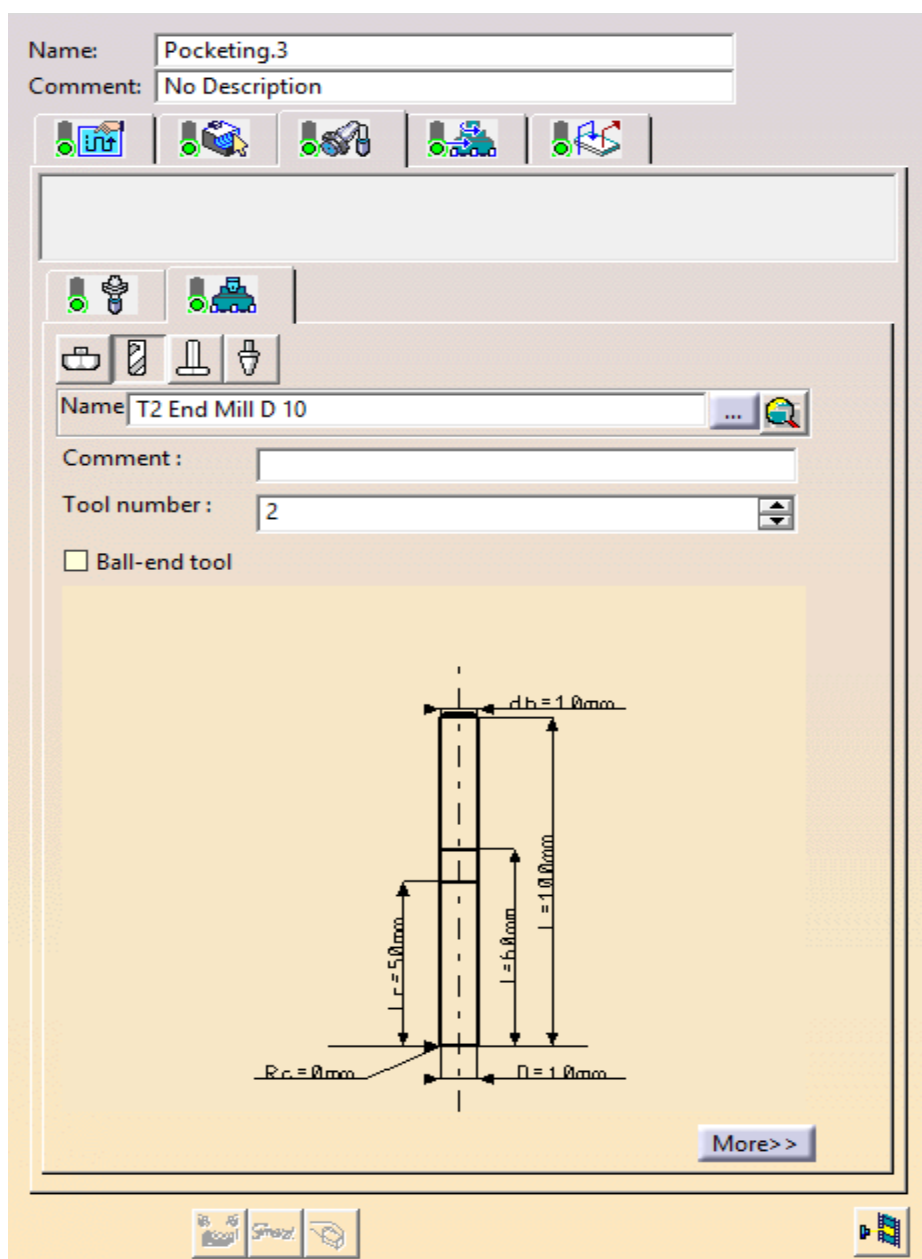


Слика 77..

Чеono глодало $\varnothing 50$

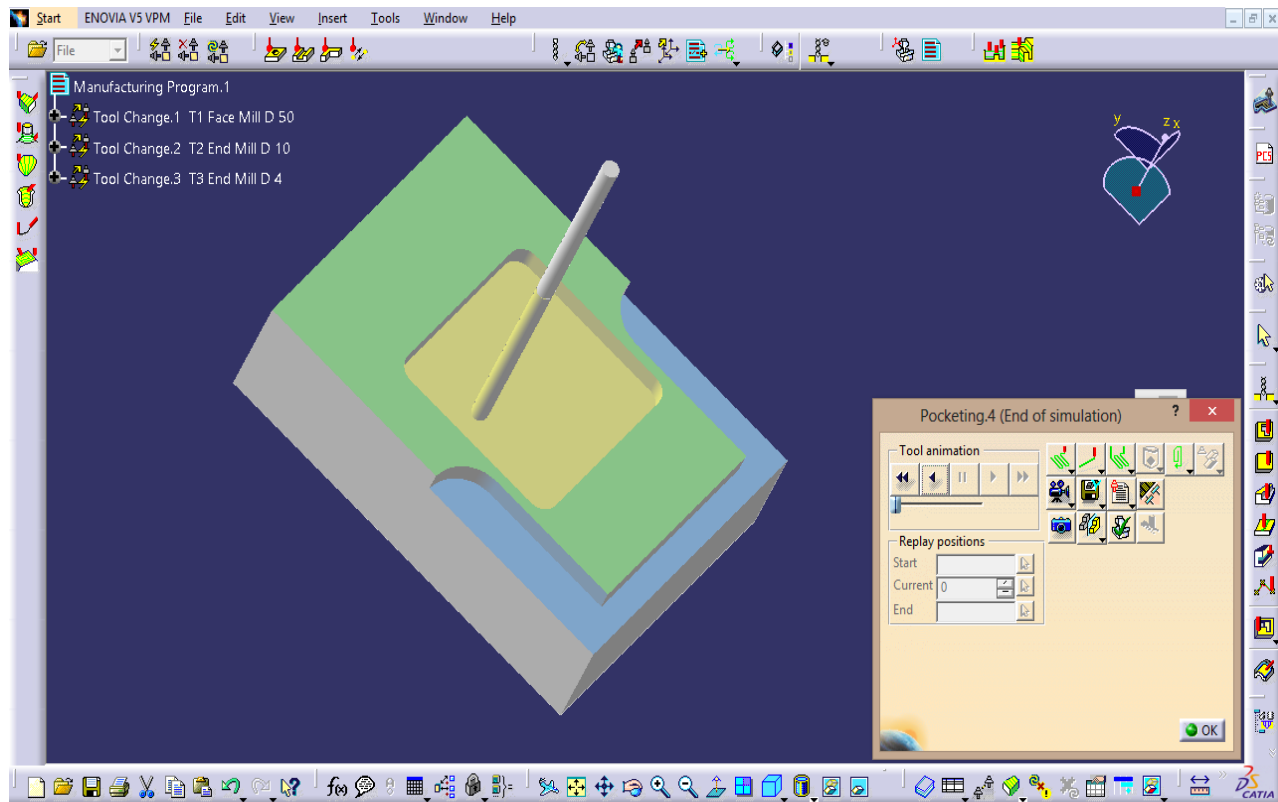


Слика 78.
Израда контуре



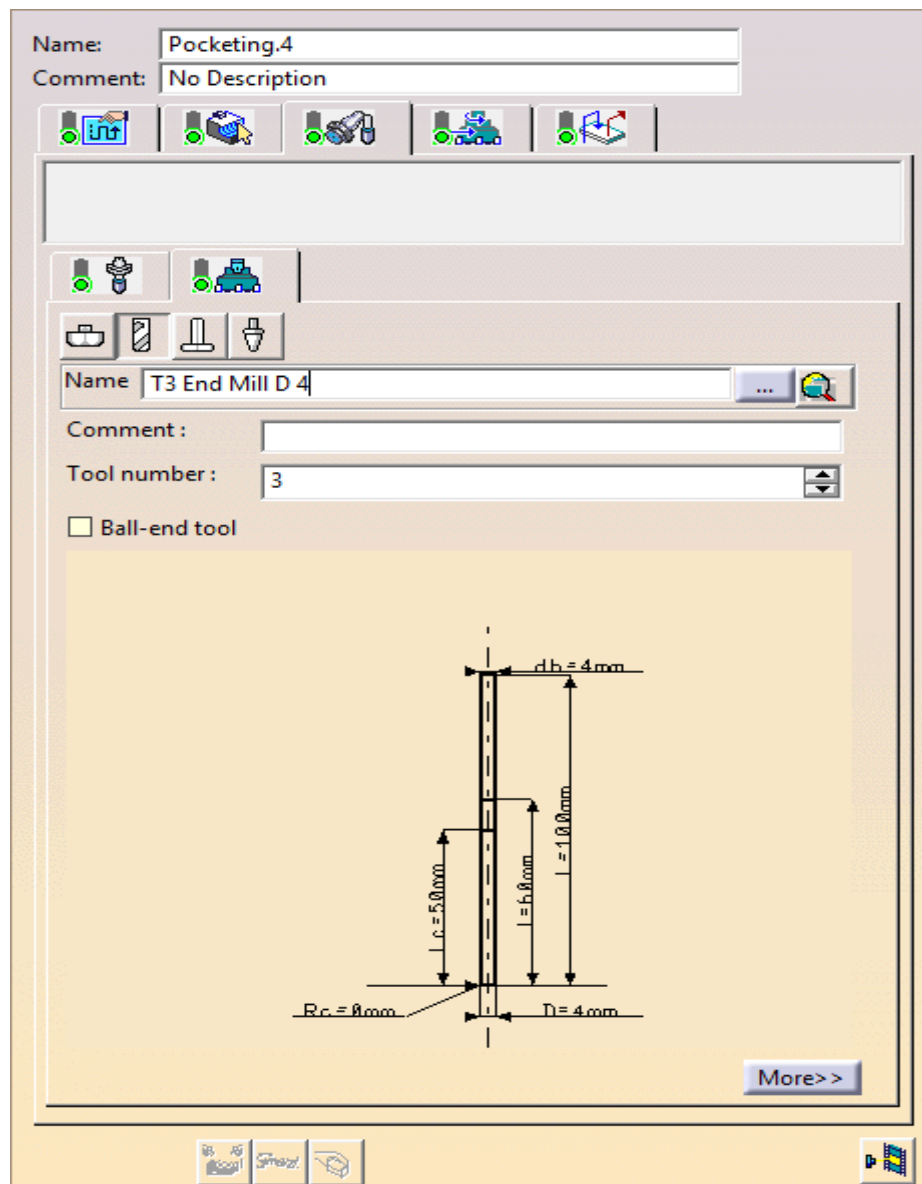
Слика 79.

Спирално глодало $\varnothing 10$



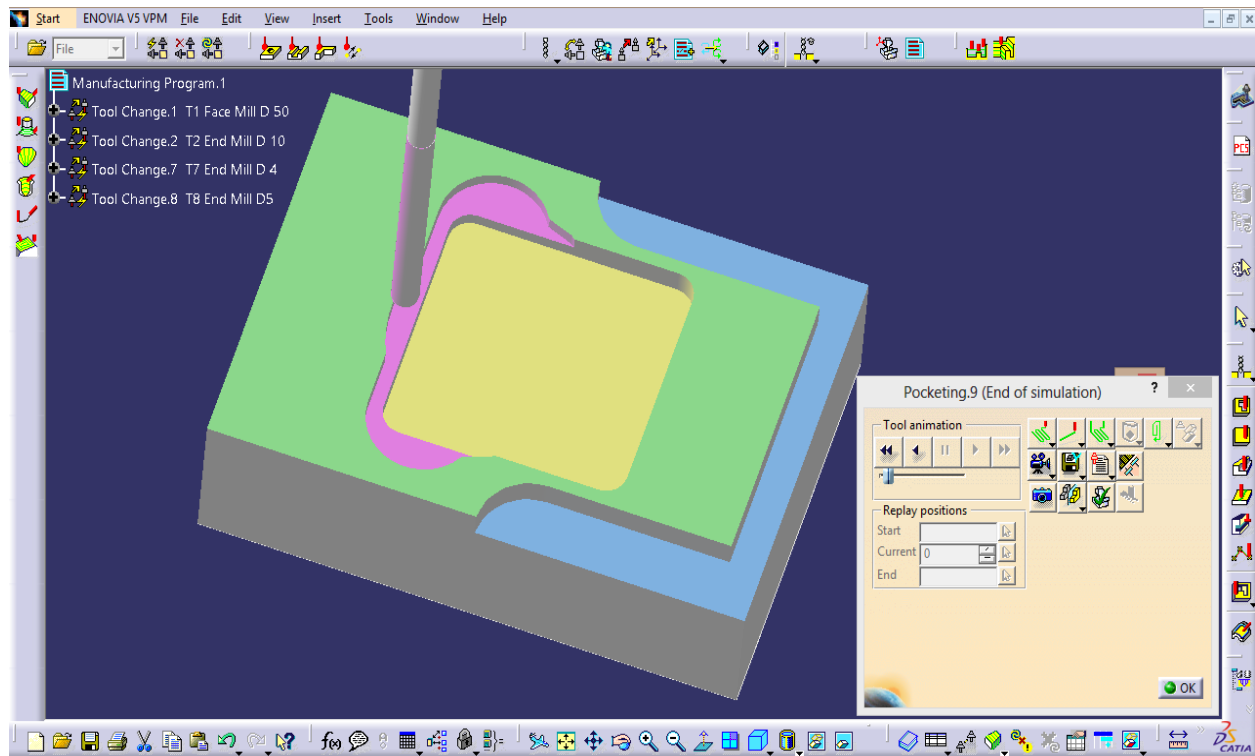
Слика 80.

Укопавање правоуглог џепа



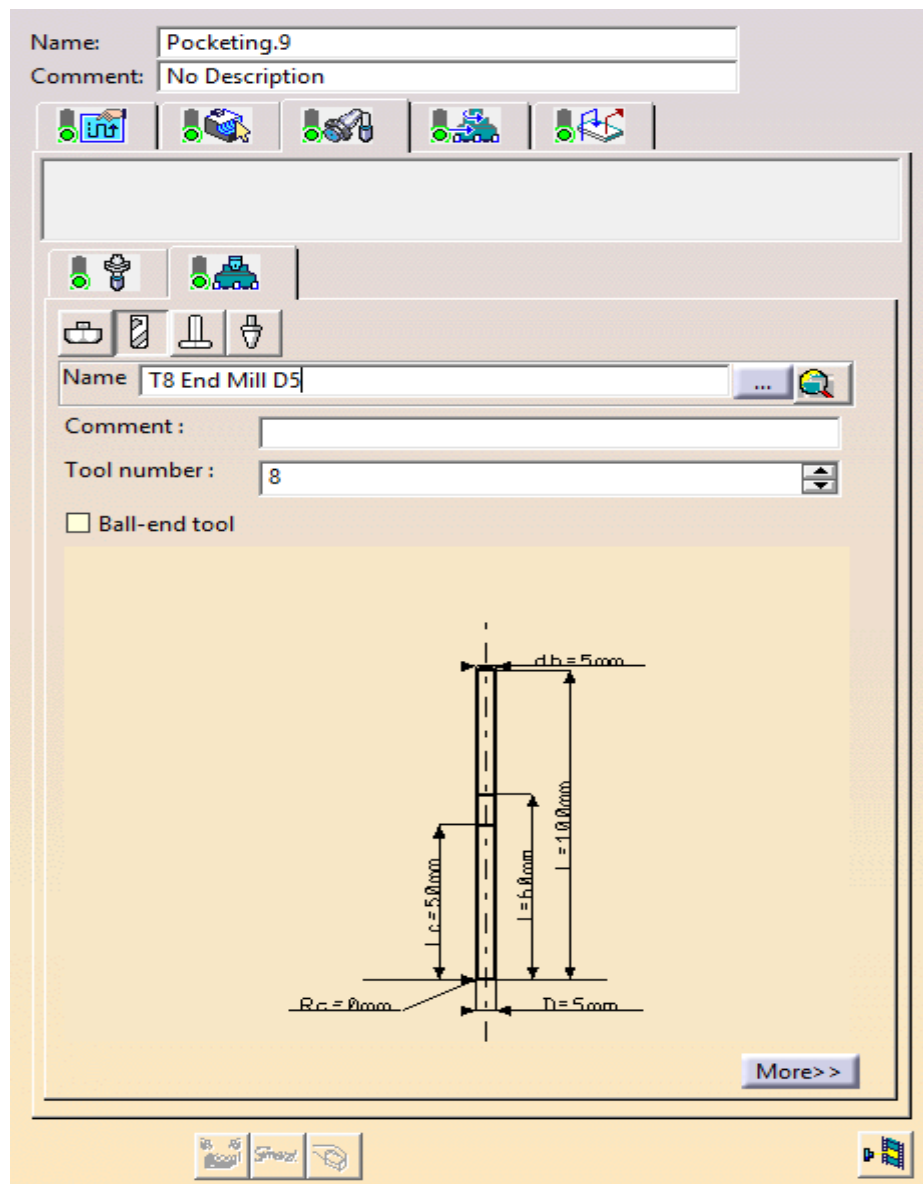
Слика 81.

Спирално глодало $\varnothing 4$



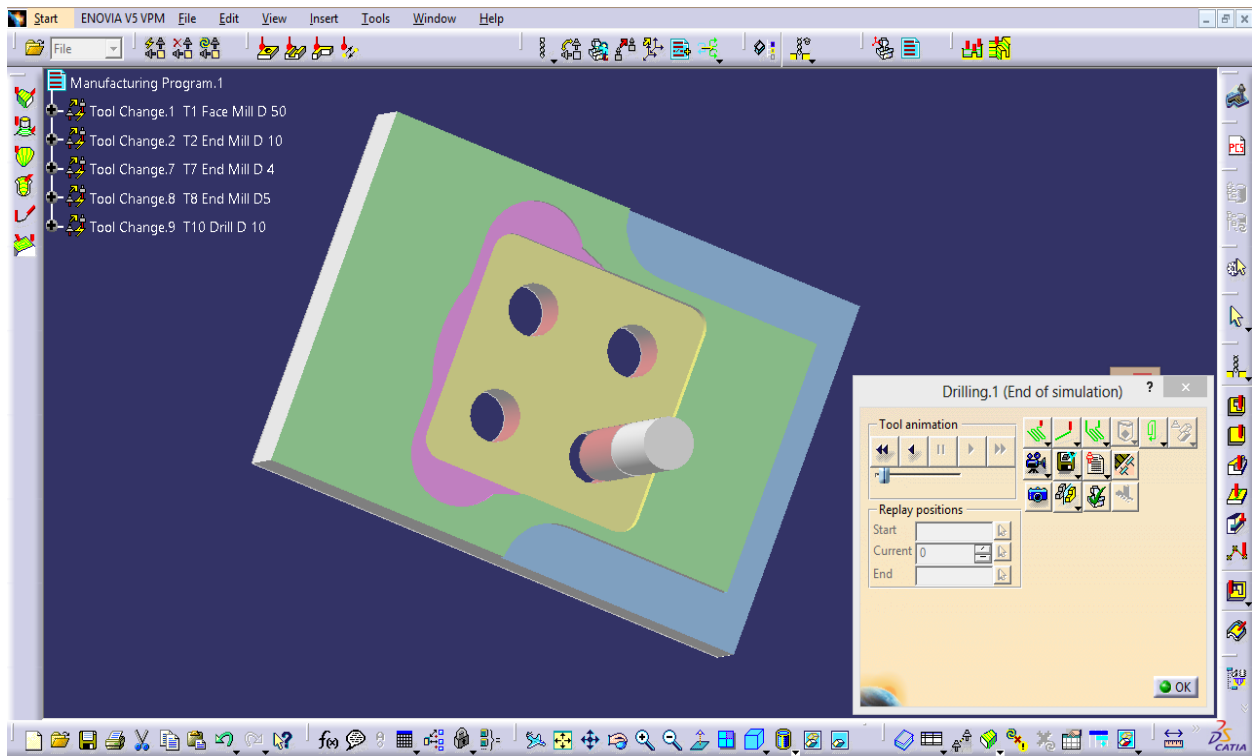
Слика 82.

Израда контуре око џепа



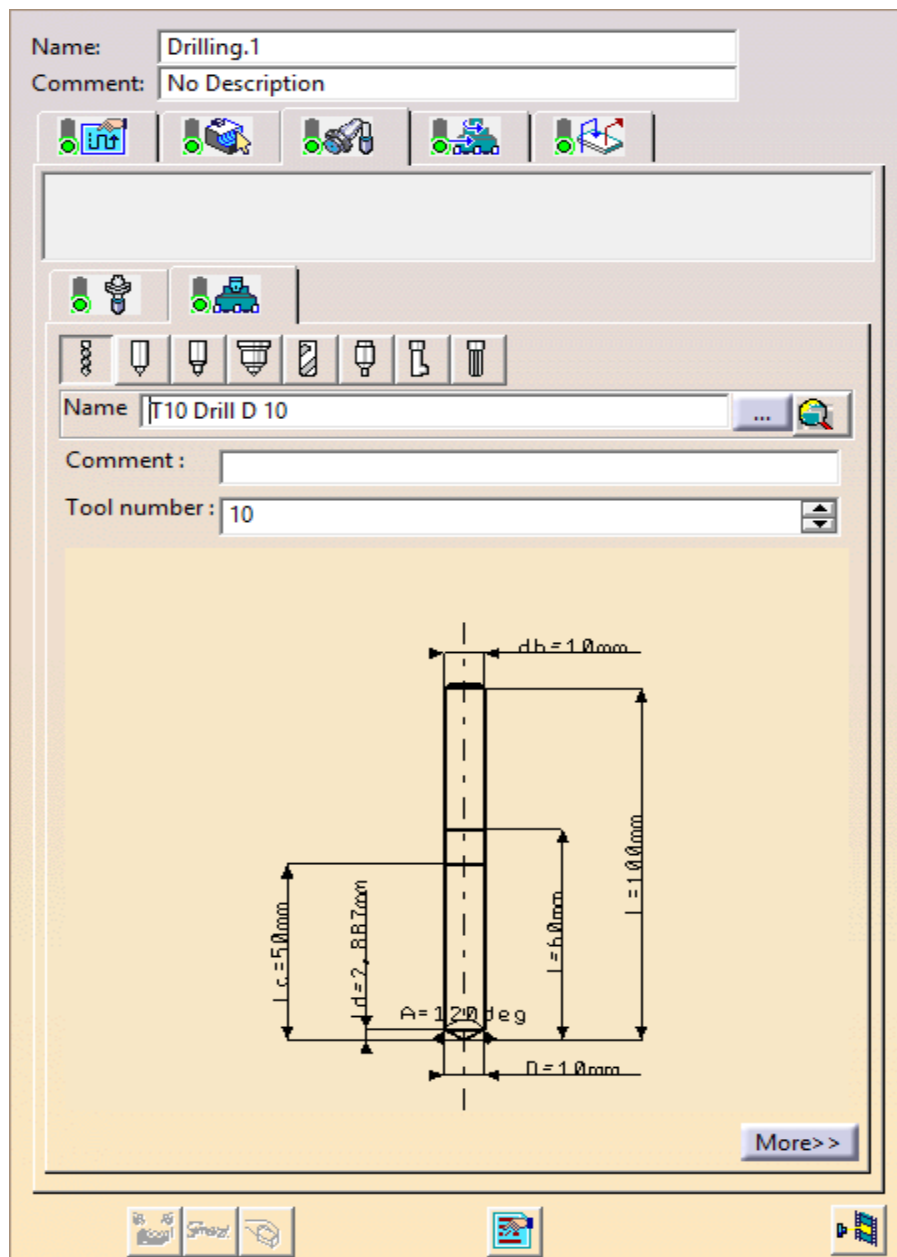
Слика 83.

Вретенасто глодало $\varnothing 5$



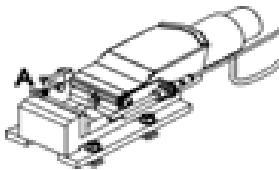
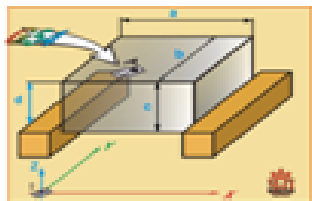
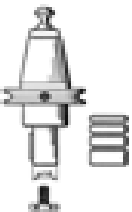
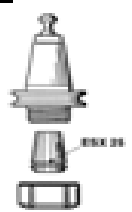
Слика 84.

Бушење отвора



Слика 85.

Бургија $\varnothing 10$

Факултет инжењерских наука				Универзитет у Крагујевцу			
ЛИСТА ПОДЕШАВАЊА МАШИНЕ, ПРИБОРА И АЛАТА							
Назив машина: EMCO WINNC						Сер. Бр.: _____	
Управљачка јединица: \$Inputerk 840 D							
G54-систем	X	Y	Z	G54-систем	X	Y	Z
Назив дела: _____				Број дела: _____			
Начин стезања припрема	Стезни прибор: Пнеуматско стеза			Постављање прикремке: TRANS X:151.635 Y:32.929 Z:20			
							
Носачи алата		АЛАТИ					
☐		Назив алата:			Назив алата: вишестојачно глodelo		
		T1 ☐			T2 ☐		
		Називни пречник d: _____ Адреса офсата: D: _____ Објект L1: _____ mm Радијус алата: _____ mm Број обртаја S: _____ o/min Посмат F: _____ mm/min			Називни пречник d: 10 Адреса офсата: D1 Објект L1: 49.949 mm Радијус алата: 30 mm Број обртаја S: 3000 o/min Посмат F: 300 mm/min		
		Назив алата: бретеност глodelo			Назив алата: бретеност глodelo		
☐		T3 ☐			T4 ☐		
		Називни пречник d: 10 mm Адреса офсата: D1 Објект L1: 49.947 mm Радијус алата: 3 mm Број обртаја S: 11000 o/min Посмат F: 300 mm/min			Називни пречник d: 6 mm Адреса офсата: D1 Објект L1: 41.400 mm Радијус алата: 3 mm Број обртаја S: 1200 o/min Посмат F: 300 mm/min		
		Назив алата: бретеност глodelo			Назив алата: везушице		
		T5 ☐			T6 ☐		
☐		Називни пречник d: 10 mm Адреса офсата: D1 Објект L1: 49.900 mm Радијус алата: 3 mm Број обртаја S: 10000 o/min Посмат F: 300 mm/min			Називни пречник d: _____ mm Адреса офсата: D: _____ Објект L1: _____ mm Радијус алата: _____ mm Број обртаја S: _____ o/min Посмат F: _____ mm/min		
		Назив алата: везушица			Назив алата: рубни индикатор		
		T7 ☐			T8 ☐		
		Називни пречник d: 10 mm Адреса офсата: D1 Објект L1: 49.990 mm Радијус алата: 3 mm Број обртаја S: 12000 o/min Посмат F: 300 mm/min			Називни пречник d: 6 mm Адреса офсата: D1 Објект L1: _____ mm Радијус алата: 3 mm		
Изradio: Катарина Гаровић		Датум: 03.07.2013		Припремио алата:			

Слика 86.

Листа подешавања машине, алата и прибора

ПЛАН АЛАТА			Назив дела:			Ознака опер. листе:		Израдио: Катарина Гаровић		Датум 02.07.2013.				
			Број дела GL 24 01			Преднаместање: НА МАШИНИ		Прегледао:		Лист:	Следи:			
			РЕВОЛВЕР ГЛАВА				M06		БРЗО ИЗМЕНЉИВИ ДРЖАЧ АЛАТА			M06	M06	
БРОЈ	ОПИС АЛАТА		Т	Ознака	Оштрица	Држа ч оштрице	Држа ч алата	Х	З	Оштрица	Држа ч оштрице	Држа ч алата	Х	З
1	Чеono глодало Ø40						Револ. глава							
2	Спирално глодало Ø10					Револ. глава								
	Спирално глодало Ø4					Револ. глава								
4	Вретенасто глодало Ø10					Револ. глава								
5	Бургија Ø10					Револ. глава								

Слика 87.

Приказ плана алата

6. ЗАКЉУЧАК

Програм израде дела на NC и CNC машинама алаткама представља запис наредби које она треба да изведе да би се добио радни предмет дефинисане геометрије. Програм у одговарајућем облику садржи све неопходне положаје покретних елемената машине попут наредби укључивања (искључивања), средстава за хлађење и подмазивање, наредби промене смера обртања главног вретена са прецизно дефинисаним бројем обртаја, наредби промене алата, заустављање програма, програмске паузе и сл.

Технологија CNC машина, у данашњој индустрији, има широку примену. Могло би се рећи да се CNC машине данас користе у свим производним делатностима. Од „HOBBY“ машина па до захтевних обрадних центара, CNC технологија је постала стандардна и незаменљива због своје поузданости и прецизности.

Најчешће области примене CNC машине: обрада дрвета, обрада метала, обрада пластике, гравирање, израда алата, моделирање, хоби, наставна средства.

Технологија се све више развија. CNC машине, иначе, представљају светску будућност и нешто што ће човеку олакшати сам живот и рад.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Иво Сладе: „CNC глодање EMCO MILL“ Школска књига Загреб, Загреб 2004.
- [2] Надежда Петровић: „Програмирање нумерички управљаних машина“, Завод за школство – Подгорица, Подгорица 1993.
- [3] Богдан Недић: Наставни материјал, Машински факултет Крагујевац, Крагујевац 2008
- [4] Горан Девеџић: “CAD/CAM Технологије”, Машински факултет у Крагујевцу, Крагујевац 2009.
- [5] Адамовић, Цвјетичанин, Шурина: „Технологија обраде нумерички управљаним машинама“, Школска књига Загреб, Загреб 2004.
- [6] Љиљана Брашован, Никола Брашован и Милован Чобанов: Основна обука програмирања и руковања за EMCO CONCEPT MILL 55, „EMCO WinNC 32“ (SINUMERIK 840D), Машинска школа Панчево, Панчево ЦЕНТАР ЗА НОВЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ.