

**Факултет инжењерских наука
Универзитета у Крагујевцу**



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Производно машинство

Предмет: Машине Алатке

Број индекса: 740/2012

ПЕТРОВИЋ С. БРАНИСЛАВ

завршни рад

**ПРОГРАМИРАЊЕ УПРАВЉАЧКЕ ЈЕДИНИЦЕ
HEIDENHAIN**

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: **HEIDENHEIN** управљачку јединицу примена код CNC глодалица. На практичном примеру изврши IN MOLD, мора дати анализу и поређење са другим управљачким јединицама. На крају рада дати пример генерисања програма за израду једног дела.

Препоручена литература:

- [1] Иво Сладе: „CNC глодање EMCO MILL“ Школска књига Загреб, Загреб 2004.
- [2] Упутство за програмирање HEIDENHEIN iTNC 530
- [3] <http://www.heidenhain.com/>

Крагујевац, 2013.

Ментор:
Проф. Др Богдан Недић

Резиме:

У оквиру овог рада дата је анализа управљачких јединица за CNC глодалице, програмирање управљачке јединице **HEIDENHEIN iTNC 530**. Анализиран је практичан пример који се производи у предузећу IN MOLD doo ПОЖЕГА. Обрада се изводи на CNC глодалици DMG (Deckel Maho) која поседује управљачку јединицу **HEIDENHAIN iTNC 530**. У раду је дат детаљан опис ове управљачке јединице. Приказан је поступак обраде непокретне форме алата за бризгање пластике. Поступак машинирања (CAM) изводи се у програмском пакету DELCAM POWER MILL. На крају рада генерисан је програм којим се врши обрада непокретне форме.

Кључне речи: Управљачка јединица, Програмирање, Машинирање, Моделирање, Програм.

Summary:

This work provides an analysis of management units for CNC milling machines, programming of the control unit, **HEIDENHEIN iTNC 530**. We analyzed the practical example, which is produced in the company IN mold d.o.o., Pozega. Processing is performed on the CNC milling machine DMG (Deckel Maho), which has the control unit **HEIDENHAIN iTNC 530**. This work presents a detailed description of this control unit. It shows the procedure for processing static forms of tools, used for plastic injection molds. The procedure of machine making (CAM) is performed in the software package DELCAM POWER MILL. At the end of the paper, a program is generated that does processing of static forms.

Key words: Control unit, Programming, Machining, Modeling, Program.

САДРЖАЈ

1. УВОДНА РАЗМАТРАЊА	6
2. УПРАВЉАЧКЕ ЈЕДИНИЦЕ	7
2.1 Брзо процесирање блокова података	8
2.2 Брзина преноса података.....	8
2.3 NURBS интерполација	8
3.УПРАВЉАЧКА ЈЕДИНИЦА HEIDENHAIN	10
3.1 Историјски развој компаније HEIDENHEIN	10
3.2 Развој управљачких јединица по годинама производње	10
3.3 Управљачка јединица HEIDENHAIN i TNC 530	11
4.ПРОГРАМИРАЊЕ УПРАВЉАЧКЕ ЈЕДИНИЦЕ I TNC 530	13
4.1 Кординатни систем.....	16
4.2 Референтне тачке CNC глодалица	16
4.3 Референтни систем CNC глодалице	17
4.4 Поларне кординате	19
4.4.1 Дефиниција пола и угла	19
4.5 Апсолутни и инкрементални кординатни систем	20
4.6 Опис тастера УЈ HEIDENHEIN I TNC 530.....	22
4.6.1 Екран управљачке јединице и њени тастери i TNC 530	23
4.6.2 Опис тастатуре	24
4.6.3 Машинска контролна табла	25
4.6.4 Функцијски тастери	26
4.6.5 Начини рада	30
4.6.5.1 Ручни начин (мод) и електронски точкић- handwheel	31
4.6.5.2 Позиционирање с ручним уносом података (MDI).....	31
4.6.5.3 Извођење програма – блок по блок комплетног програма	31
4.6.5.4 Програмирање и исправљање	31
4.6.5.5 Тестирање (симулација) програм	31
4.7 Креирање и писање новог програма	32
4.7.1 Организација NC програма у HEIDENHEIN-овом формату	32
4.7.2 Дефинисање припремка	33
4.7.3 Креирање новог NC програма	33
4.8 Циклуси	36
4.8.1 Рад са циклусима.....	37
4.8.2 Циклуси за бушење, урезивање и глодање навоја	39
4.8.3 Примери циклуса	41
4.8.4 Циклуси за глодање цепова, острва, жлебова	56

4.8.5 Примери циклуса	57
4.8.6 Тачкасти шаблони	63
4.8.7 Примери циклуса	63
Тачкасти шаблон на кружници	63
Тачкасти шаблон на линији	64
4.8.8 SL – Циклуси	65
4.8.9 Циклуси за глодање са више пролаза	66
4.9 Програмирање контурног кретања алата	67
4.9.1 Прилажење и одмицање од контуре	72
4.9.2 Кружнице и кружни лукови	72
4.9.3 Компезација радијуса алата	73
4.9.4. G функције	74
Програмирање кретања алата са правоуглим координатама	74
Програмирање кретања алата са поларним координатама	74
Циклуси бушења	74
Изрези, отвори и жлебови	75
Тачкасти шаблон	75
SL циклуси	75
Израда редова	75
Циклуси за прорачун кордината	75
Посебни циклуси	76
Систем тастатуре – циклуси	76
Систем тастера – циклуси	76
Обрада равни постављање	76
Ивице, заобљења, контуре прилажење/напуштање	77
Алат – дефиниција	77
Алат – коректура радијуса	77
Мерни параметри	77
Мерне јединице – постављање (Програм-почетак)	77
Дефиниција необрађеног комада за графику	77
Посебне G-функције	77
4.9.5 Q-параметри функција	77
4.9.6 Адресе	78
4.9.7. M команде	79
Програмско заустављање M00	79
Дефинисање наредби SHP	79
Функције дефинисања наредби замене алата	79
Списак M команди	80
5. ПРИМЕР „ НЕПОКРЕТНА ФОРМА АЛАТА ЗА БРИЗГАЊЕ ПЛАСТИКЕ“	81
6. ЗАКЉУЧАК	88
7. ЛИТЕРАТУРА	89

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.

У оквиру овог рада, у следећем поглављу описане су управљачке јединице за CNC глодалице предности, недостаци и битне карактеристике управљачких јединица за високо брзинско резање.

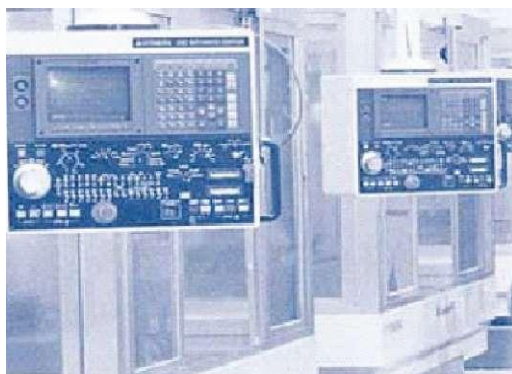
У трећем поглављу описан је историјски развој компаније **HEIDENHAIN**, њени главни производи, намена управљачке јединице **HEIDENHAIN iTNC 530** и опис њених карактеристика.

У четвртном поглављу дат је детаљан опис управљачке јединице **HEIDENHAIN iTNC 530** и њено програмирање.

У петом поглављу дат је практичан пример израде дела алата за ињекционо бризгање пластике које се производи у предузећу **IN MOLD ПОЖЕГА**.

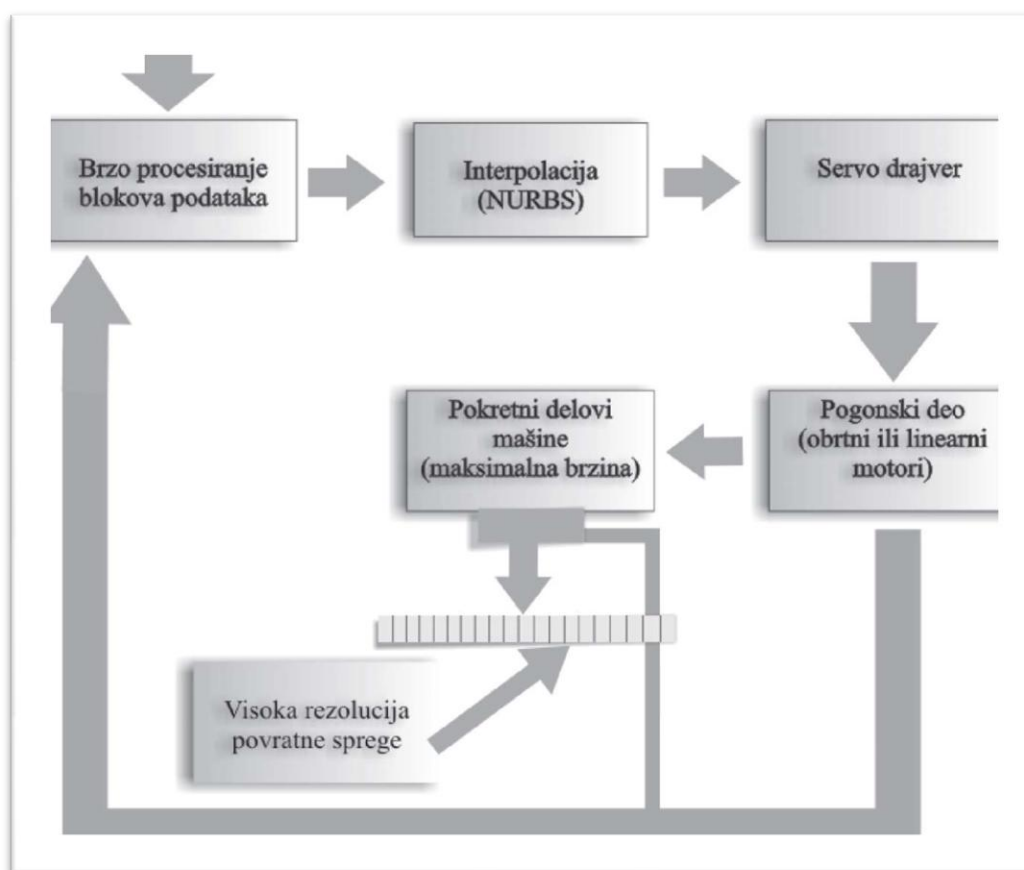
На крају је дат закључак и преглед коришћене литературе.

2. УПРАВЉАЧКЕ ЈЕДИНИЦЕ



Сл. 1. Управљачке јединице у једном производном погону [1]

Код **HSM-а** електроника има велики утицај. Добра управљачка јединица у спрези са осталим елементима управљачког система може да на споријој машини обради исти део брже него што је то могуће на машини чија је механика оптимизована за високе брзине помоћних кретања. Разлог је следећи: у сваком делу програма који се извршава и који је релативно сложен, управљачки систем ће одлучити колико од расположиве брзине да употреби. Важно је запазити да је управљачки систем онолико брз колико и његова најспорија компонента.



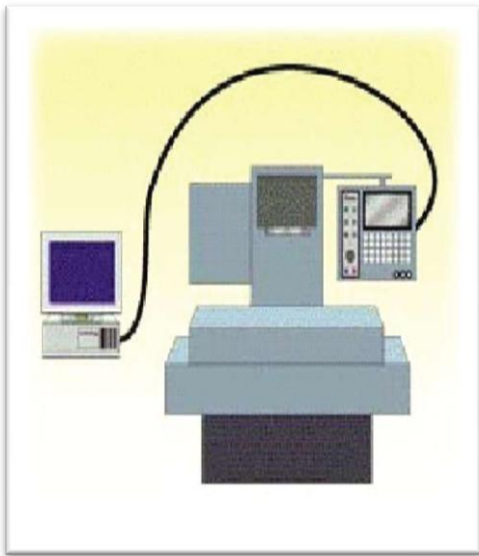
Сл.2. Шематски приказ делова управљачког система који у највећој мери утичу на квалитет и брзину управљања, а самим тим и на машину као целину[4]

2.1 Брзо процесирање блокова података

Брза CNC јединица је од фундаменталног значаја за HSM. Ово долази до изражаја када CAM софтвер дефинише комплексну путању алата као низ бројних узастопних кратких померања. Ако управљачка јединица не може да испроцесира те податке онолико брзо колико се машина креће кроз њих, машина ће тада "застајкивати" чекајући на податке.

2.2 Брзина преноса података

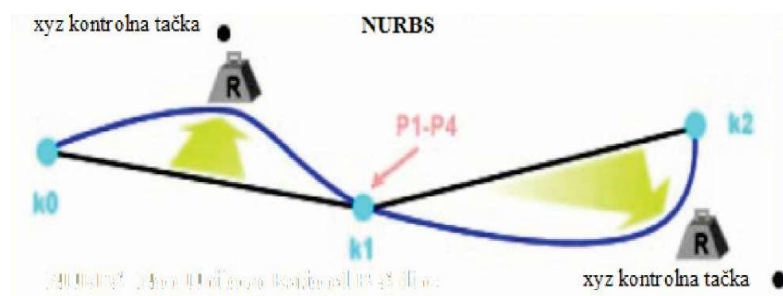
Код старијих управљачких јединица уско грло представља количина података која се може ускладиштити. Пошто су програми углавном већи од те вредности, програм се мора континуално преузимати са рачунара преко серијског порта. Команде се могу извршавати само онолико брзо колико се могу пренети овом конекцијом. Новије CNC јединице превазилазе ово уско грло на неки од два начина. Имају довољно меморије за дугачке програме, тако да се они могу ускладиштити на самој управљачкој јединици и/или омогућавају мрежне конекције (као Ethernet) које омогућавају много бржи трансфер података него серијска конекција. Максимална брзина помоћног кретања се израчунава на основу пропусне моћи конекције између рачунара и УЈ. Слика 3



Сл. 3. Шематски приказ процеса преноса података са рачунара на управљачку јединицу[4]

2.3 NURBS интерполација

Неке CNC јединице могу да интерполирају осе дуж математичких кривих. Један програмски блок може да опише криву за коју је раније било потребно неколико блокова кратких линија. Потенцијална добит су веће брзине помоћних кретања. Ово је корисно чак и када је CNC јединица опремљена са снажним процесорима. Криволинијска интерполација омогућава управљачком систему да мења правац дуж криве постепеније него иначе. У исто време се постиже виша просечна брзина помоћног кретања, него што је то могуће када се „оштро“ прелази са једног праволинијског сегмента на други.



NURBS=NonUniform Rational B-Spline

Сл. 4. Шематски приказ сплајн криве и параметара којима се она дефинише[4]

NURBS интерполација је један тип криволинијске интерполације. Да би се искористила предност оваквог типа интерполације, један од захтева је да CAM софтвер буде способан да постпроцесира NURBS путање алата.



Сл. 5. Формат једног блока података NURBS интерполације који је формиран помоћу адекватног постпроцесора, за управљачку јединицу једног произвођача[4]



Криве су дефинисане математички тако што се за сваку контролну тачку дефинишу тежински кофицијенти. При томе се сматра да су чворне тачке непокретне и векторима тих тачака се дефинишу тангенте криве у тим тачкама. . Облик криве зависи и од реда полинома, односно сплајна(слика 5). На слици 5 је приказан формат података NURBS формата једног од произвођача управљачких јединица. Калуп са слике 6 је израђен на истој машини коришћењем класичног сегментног програмирања NURBS програмирања. Следећа табела показује да је коришћењем NURBS интерполације већи са повећањем брзине помоћног кретања

Сл. 6. Део алата који је израђен коришћењем NURBS интерполације и класичног програмирања[4]

Брзина помоћног кретања	Груба конвенционално	Груба NURBS	Завршна конвенционално	Завршна NURBS	Укупно време обраде конвенционално	Укупно време обраде NURBS
1.5 m/min	5.1 h	-	2.1 h	1.6 h	7.2 h	6.7 h
7 m/min	1.1 h	-	0.85 h	0.35 h	1.95 h	1.45 h
20 m/min	0.57 h	0.4 h	0.7 h	0.17 h	1.27 h	0.57 h

3.УПРАВЉАЧКА ЈЕДИНИЦА HEIDENHAIN

3.1 Историјски развој компаније HEIDENHAIN

Фабрика **HEIDENHAIN** је почела као фабрика гравирања у металу давне 1889 год. са седиштем Берлину, њен оснивач је Wilhelm-a Heidenhain. Ова фабрика производи калупе, ознаке, угломере и мерне инструменте. Након што је компанија уништена у Другом светском рату, DR. Johanes HEIDENHAIN компанија је основана у Траунреут-у од стране сина Wilhelm-a Heidenhain-a. Први производи су биле поново били угломери и прецизни линеарни инструменти за трговину на мало. Оптички позициони мерни системи за алатне машине су убрзо додати у производни програм. Почетком шездесетих година дошла транзиција линеарних и угао енкодера са фотоелектричним скенирањем. Овакав развој догађаја омогућио је први пут да се аутоматизују многе машине и системи у прерађивачкој индустрији.

DR. Johanes **HEIDENHAIN** компанија данас развија и производи линеарне и обртне енкодере, угао енкодере, дигиталне читаче и управљачке јединице **HEIDENHAIN** производи се примарно користе код машина алатки са високом прецизношћу, као и у погонима за производњу и прераду електронских компоненти. Компанија данас представља једног од водећих светских произвођача мерних система и опреме о томе званично говоре подаци да је од оснивања 1948 год. до данас продато више од 5 милиона линеарних енкодера, преко 12 милиона обртних енкодера, 470.000 угао дигиталних читача и преко 240,000 управљачких јединица.

3.2 Развој управљачких јединица по годинама производње

HEIDENHAIN 5041 нумеричка позиција за дисплеј 1976.

TNC 110 и **120** TNC Нумеричко позиционирање контроле путање за 3 осе 1979.

TNC 131 TNC 135 Нумеричка праволинијска контрола резања 1981.

TNC 145 Нумеричка контрола путање за 3 осе 1984.

TNC 155 Нумеричка контрола путање за 4 осе са графичком симулацијом радних предмета обраде 1996.

TNC 426 Контрола обликовања са дигит. коонтролом путање за погон са 5 оса 2004.

iTNC 530 Контрола обликовања у алтернативним smarT.NC радним режимима 2007.

TNC 620 Контрола обликовања са HSCI, серијским интерфејс контролером 2011.

TNC 640 Контрола обликовања у комбинацији за глодалице и обртне операције 2012.

3.3 Управљачка јединица HEIDENHAIN i TNC 530

iTNC 530 Heidenhain је разноврсна управљачка јединица производно оријентисана, намењена за глодање, бушење и разбушивање, као и обраду на обрадним центрима. i TNC 530 је универзалан, а његов широк спектар сложених апликација то доказује.

- Универзалне машине за глодање
- Високобрзинске машине за глодање
- пето осно машинирање са обртном главом и ротационим столом
- пето осно машинирање на веома великим машинама
- Разбушивање
- Обрадни центри и аутоматизовано машинирање (*мисли се на палетне системе*)

I TNC 530 карактерише оптимизована серво контрола (eng.Motion Control), кратко време обраде блока инструкција и посебне контролне стратегије. Заједно са јединственим дигиталним дизајном и интегрисаном дигиталном контролом серво погона, укључујући претвараче, омогућује да се достигну веома високе брзине обраде и најбоља могућа прецизност контура-нарочито када се обрађују 2-D контуре или 3-D површине. DCM динамичка контрола колизије на iTNC 530 циклично прати радни простор машине за могуће колизије са компонентама машине и опреме за стезање. Са AFC адаптивном контролом брзина кретања (опција), iTNC регулише брзине кретања аутоматски-зависно само од снаге одговарајућег вретена главног вретена и других параметара обраде. Ово оптимизује машинске време, подржава функције надгледања алата и смањује хабање машине.

Основна карактеристика је једноставност при руковању која се заснива на оперативном систему Windows 2000. Процесор који служи за извршавање апликација је Intel Pentium и он нема функцију управљања машином, већ се за то користи посебан процесор. Овако осмишљена архитектура је омогућила велику брзину процесирања блокова података.

Број оса	9 плус вретено
Меморија за програме	Хард диск
Време процесирања Блока података	0.5 мс
Обрада високим брзинама	Веома глатка контрола путање алата
3D obrada	- Процесирање 256 блокова података унапред (look ahead) - Закретање радне површи - 3D компензација алата - TCP(Tool Center Point) менаџмент - SPLINE интерполација
Интерфејс за пренос података	Fast Ethernet 100 Base T

Као додатну опрему **HEIDENHEIN** нуди уређај TS 220/TS 630, који се монтира на машину попут алата, значи има интерфејс за прихват у главно вретено и служи за:

- Одређивање кординатног система обрадка
- Компензација свих неправилности у постављању радног предмета на сто машине
- Контрола димензија радног предмета
- дигитализација радног предмета

Други уређај TT130 се поставља на радни сто и служи за:

- Мерење дужине алата
- Мерење радијуса алата
- Мониторинг ломова алата
- Ажурирање података о алатима



Сл. 7. HEIDENHEIN TS220/TS630 [2]



Сл. 8. HEIDENHEIN TT130 [2]

4. ПРОГРАМИРАЊЕ УПРАВЉАЧКЕ ЈЕДИНИЦЕ I TNC 530

HEIDENHEIN нуди две опције када је програмирање њихових управљачких јединица у питању, а то су:

1. ISO програмирање

Користе се стандардне функције које су карактеристичне и код других произвођача. Поред стандардних функција користе се и многобројне функције карактеристичне само код HEIDENHEIN-а.

Функције путање алата (**G код**) се користе за дефинисање кретања алата по правим линијама или кружним луковима.

M функције служе за:

- стартовање и прекид програма
- машинске функције, као што су укључивање/искључивање главног вретена и средства за хлађење и подмазивање
- понашање алата при кретању по некој контури

Потпрограми и понављање програмских секвенци постоје, такође као опција на овој управљачкој јединици.

Програмирање са Q параметрима. Уместо програмирања нумеричких вредности, уносе се маркери који се називају Q параметри. Вредности Q параметара се додељују одвојено помоћу Q параметарских функција.



Пример1: Програм написан у **ISO** формату

%CIRCULAR G71 *

N10 G30 G17 X+0 Y+0 Z-20 * Дефинисање припремка за графичку симулацију

N20 G31 G90 X+100 Y+100 Z+0

*N30 G99 T1 L+0 R+10

N40 T1 G17 S4000

N50 G00 G40 G90 Z+250

N60 X-10 Y-10

N70 G01 Z-5 F1000 M3

N80 G01 G41 X+5 Y+5 F300

G41

* Дефинише алат у програму

* Позива алат у осу вретена чија је брзина S

* Одмиче алат у оси вретена при брзом ходу

* Предпозиционирање алата

* Померање на радну дубину при $F = 1000 \text{ mm/min}$

* Прилаз контури у тачки 1, активирање комп радијуса

N90 G26 R5 F150

N100 Y+85

N110 G25 R10

mm/min

* Тангенцијални прилаз

* Тачка 2: прва права линија до угла 2

* Радијус $R = 10 \text{ mm}$, брзина помоћног кретања: 150

N120 X+30

N130 G02 X+70 Y+95 R+30

радијус 30mm

N140 G01 X+95

N150 Y+40

N160 G06 X+40 Y+5

радијус са тангирањем

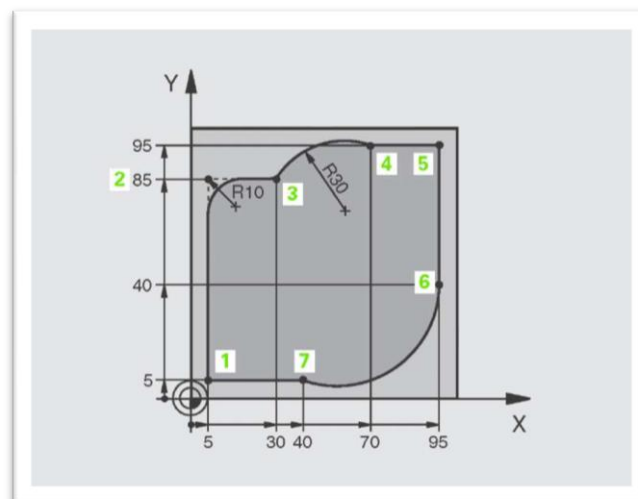
* Померање до тачке 3: почетна тачка лука

* Померање до тачке 4: крајња тачка лука са G02,

* Померање до тачке 5

* Померање до тачке 6

* Померање до тачке 7: крајња тачка кружног лука,

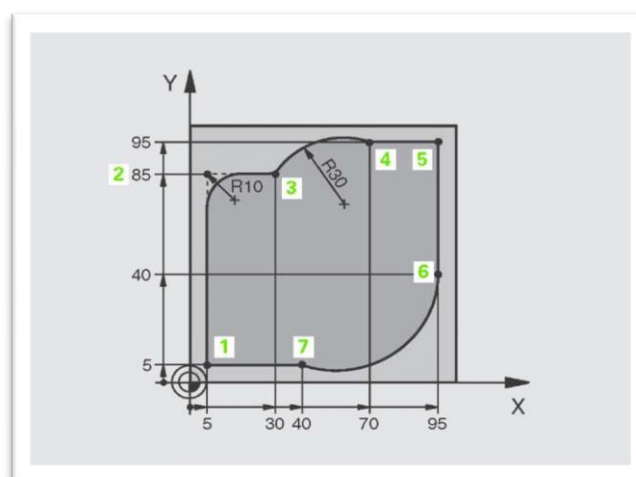


Сл. 9. Део за чију израду је написан програм (ISO) [2]

Програмски језик развијен од стране **HEIDENHEIN-a**

Пример 2 :програм писан језиком који је карактеристичан искључиво за **HEIDENHEIN-a**

0 BEGIN PGM CIRCULAR MM	*Почетак програма
1 BLK FORM 0.1 Z X0 Y0 Z-20	*Дефинисање припремка за графичку симулацију обраде
2 BLK FORM 0.2 Z X100 Y100 Z-0	
3 TOOL DEF 1 L 0 R+10	* Дефинисање алата, дужине и радијуса алата
4 TOOL CALL 1 Z S4000	*Позивање алата деф. радне осе алата и броја обртаја
5 L Z+250 R0 FMAX	* Радна оса Z пред позиционирање брзим ходом
F MAX	
6 L X-10 Y-10 R0 FMAX	
7 L Z-5 R0 F1000 M3	* Помак на радну дубину посмаком $F = 1000 \text{ mm/min}$
8 APPR LCT X+5 Y+5 R5 RL F300	* Прилаз контури у тачки 1 круж. луком са танг. спојем
9 L X+5 Y+85	* Тачка 2: прва права линија до заобљења 2
10 RND R10 F150	* Убацивање радијуса R 10mm са посмаком 150 mm /min
11 L X+30 Y+85	
12 CR X+70 Y+95 R+30 DR-	* Померање у тачкеу 3,почетна тачка кружног лука са радијусом
13 L X+95	* Померање у тачку 5
14 L X+95 Y+40	* Померање у тачку 6
15 CT X+40 Y+5	*Померање у тачку 7,крајња тачка лука,радијус са тангенцијалним спојем у тачки 6,TNC аутоматски калкулише радијус



Сл. 10. Део за чију израду је написан програм (**HEIDENHEIN**) [2]

Програмирање је знатно олакшано постојањем готових програмских циклуса за бушење,глодање цепова и обраду многих других стандардних форми.

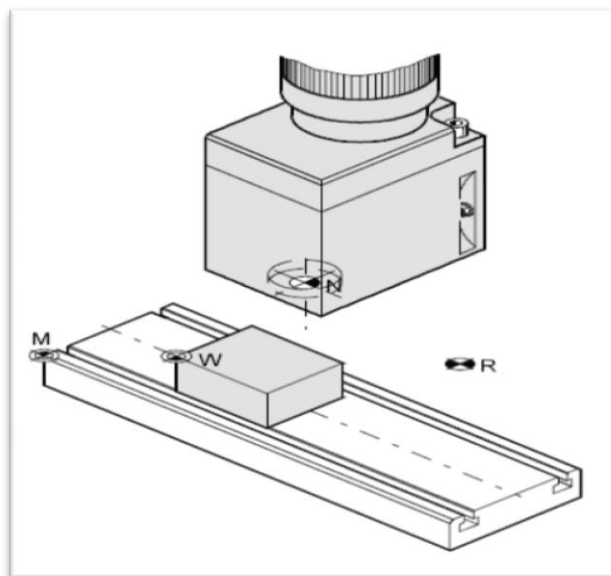
4.1 Кординатни систем

Помоћу кординатног система дефинише се узајамни положаја алата и предмета који се обрађују. На основу два кординатна система дефинише се узајамни положај алата и предмета обраде, то су:

1. кординатни систем машине
2. кординатни систем предмета обраде.

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

4.2 Референтне тачке CNC глодалица



Сл. 11. Карактеристичне тачке CNC глодалица [2]



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 калибрање мерног система и у почетку рада са машином морамо довести алат у тачку **R**.



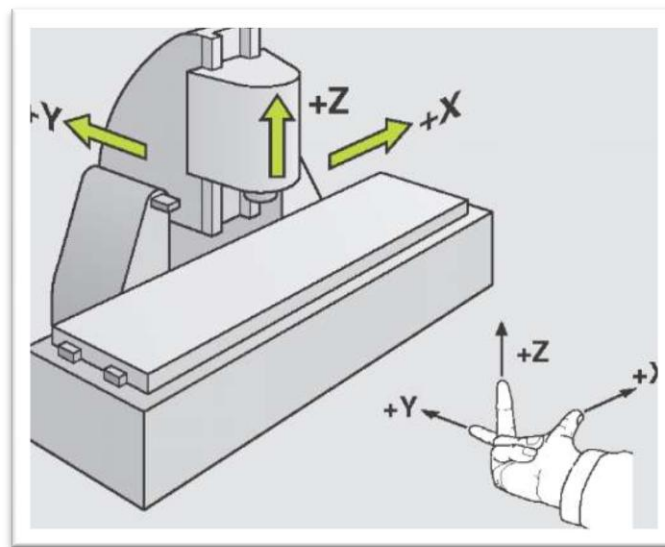
Н - Референтна тачка алата. Почетна тачка од које се мере сви алати, лежи на оси држача алата. Одређена је од стране произвођача и не може се мењати.



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

4.3 Референтни систем CNC глодалице

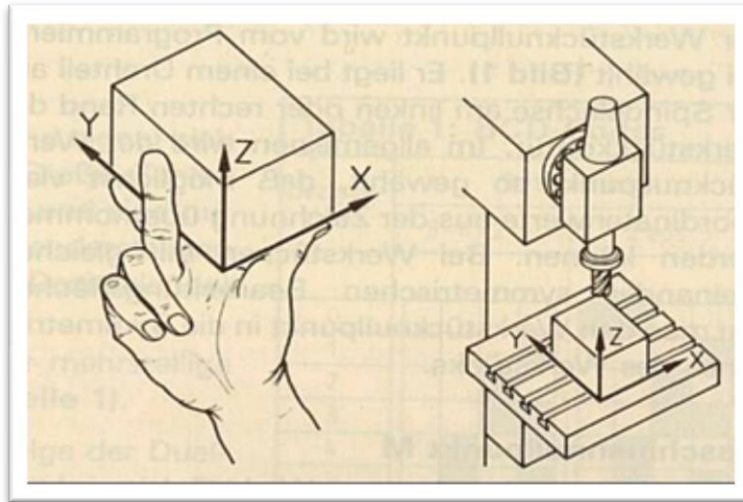
Референтни систем је потребан за дефинисање позиције на површини или у простору. Подаци позиционирања су увек референтни за предетерминирање тачке и одређени су координатама. Правоугли координатни систем се базира на три координате X, Y и Z. Осе су међусобно управне и секу се у једној тачки која се зове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



Сл. 12. Референтни систем глодалице [2]

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

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. Слика 12



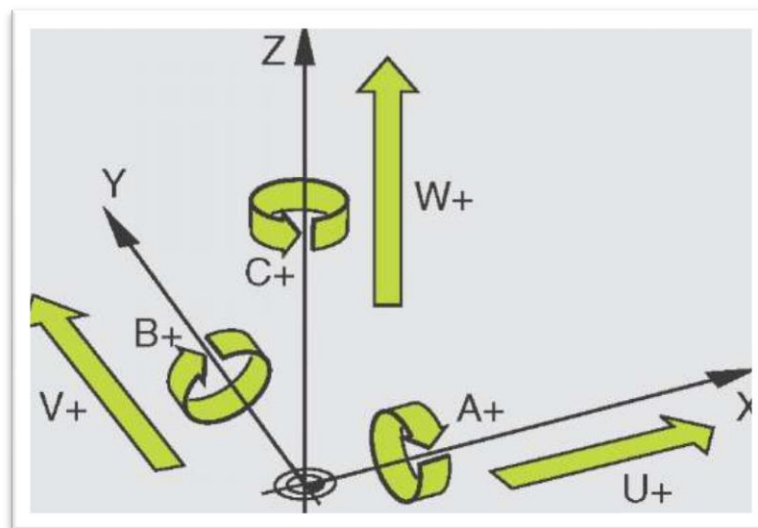
Сл 13. Одређивање позитивног правца кординатног система [2]

Одређивање позитивног правца кординатног 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. Слика 13

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

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

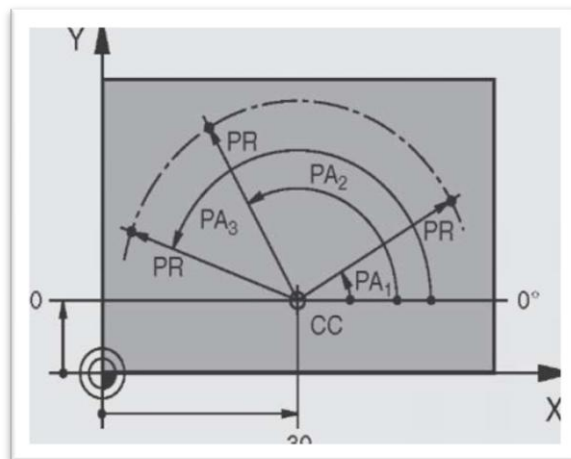
HEIDENHEIN TNC 530 може управљати до 9 оса. Осе U, V и W су друге праволинијске осе паралелне с осама X, Y и Z. Ротационе осе су означене као A, B и C.



Сл.14. Осе Heidenhein TNC 530 [2]

4.4 Поларне координате

На цртежима су димензије у правоуглим координатама, програми се такође пишу у правоуглим координатама. За делове са кружним луковима или угловима често је једноставније радити у поларним координатама. Супротно правоуглом систему са X, Y и Z осама које су тродимензионалне и могу описати позицију у простору, поларне координате су дводимензионалне и дефинишу тачку на површини. Поларне координате имају почетак у центру кружнице – полу (**CC**). Овим је позиција тачке на површини дефинисана:



Сл. 15. Поларне координате [2]

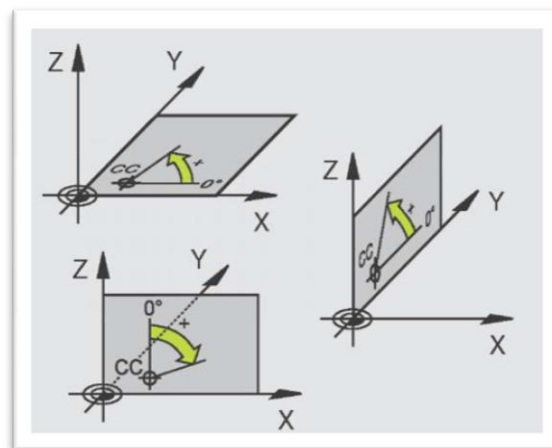
- Поларним радијусом – удаљеност између центра кружнице – пола (**CC**) и позиције тачке
- Поларним углом (**PA**) – углом између референтне осе и линије која спаја центар кружнице – пол (**CC**) и позицију тачке..

4.4.1 Дефиниција пола и угла

Пол је постављен задавањем две правоугле координате у једној од три равни. Те координате такође одређују референтну осу за поларни угао (**PA**). Слика 16

Coordinates of the pole (plane)	Reference axis of the angle
X/Y	+X
Y/Z	+Y
Z/X	+Z

Сл.16 Референтне осе за поларни угао



Сл.17. Координатне равни [2]

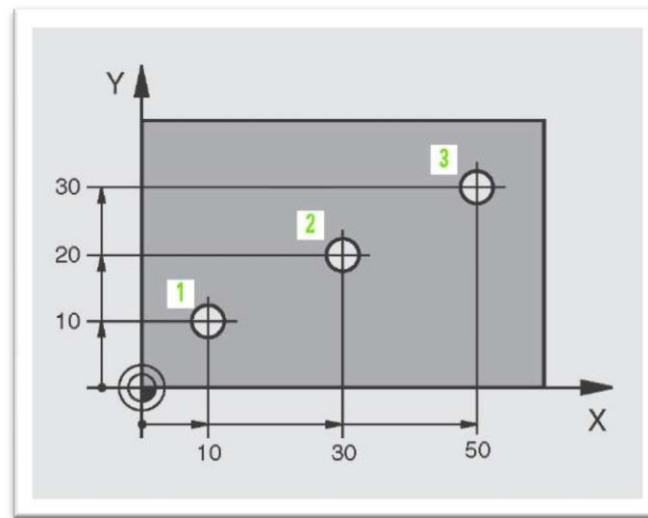
4.5 Абсолютни и инкрементални координатни систем

Могуће је бирање система у којем се програмира. То може бити **АПСОЛУТНИ** координатни систем или – **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.

Пример 1.



Сл.17. Приказ удаљености тачака у апсолутном координатном систему[2]

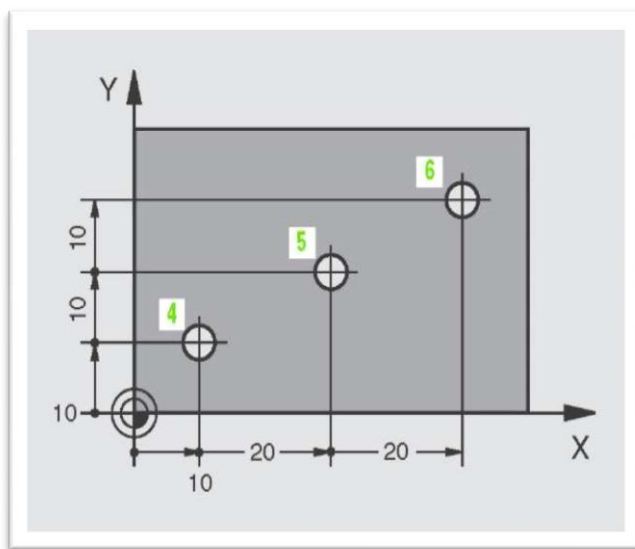
Удаљености тачака са слике су:

- 1 (10, 10) 10 mm по оси X, 10 по оси Y од нулте тачке
- 2 (20,35) 30mm по оси X, 20 по оси Y од нулте тачке
- 3 (30, 35) 50mm по оси X, 30 по оси Y од нулте тачке.

АПСОЛУТНИ систем има ЈЕДНУ непроменљиву референтну НУЛТУ тачку.

Код **ИНКРЕМЕНТАЛНОГ** координатног система 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 поред координате префикс **I.** код **HEIDENHEIN** -овог програмирања, док се код **ISO** програмирања мора написати наредба **G91** .Могуће је прелазити из једног система у други колико год је пута потребно.

Пример 2.



Сл. 18. Приказ удаљености тачака у инкременталном координатном систему [2]

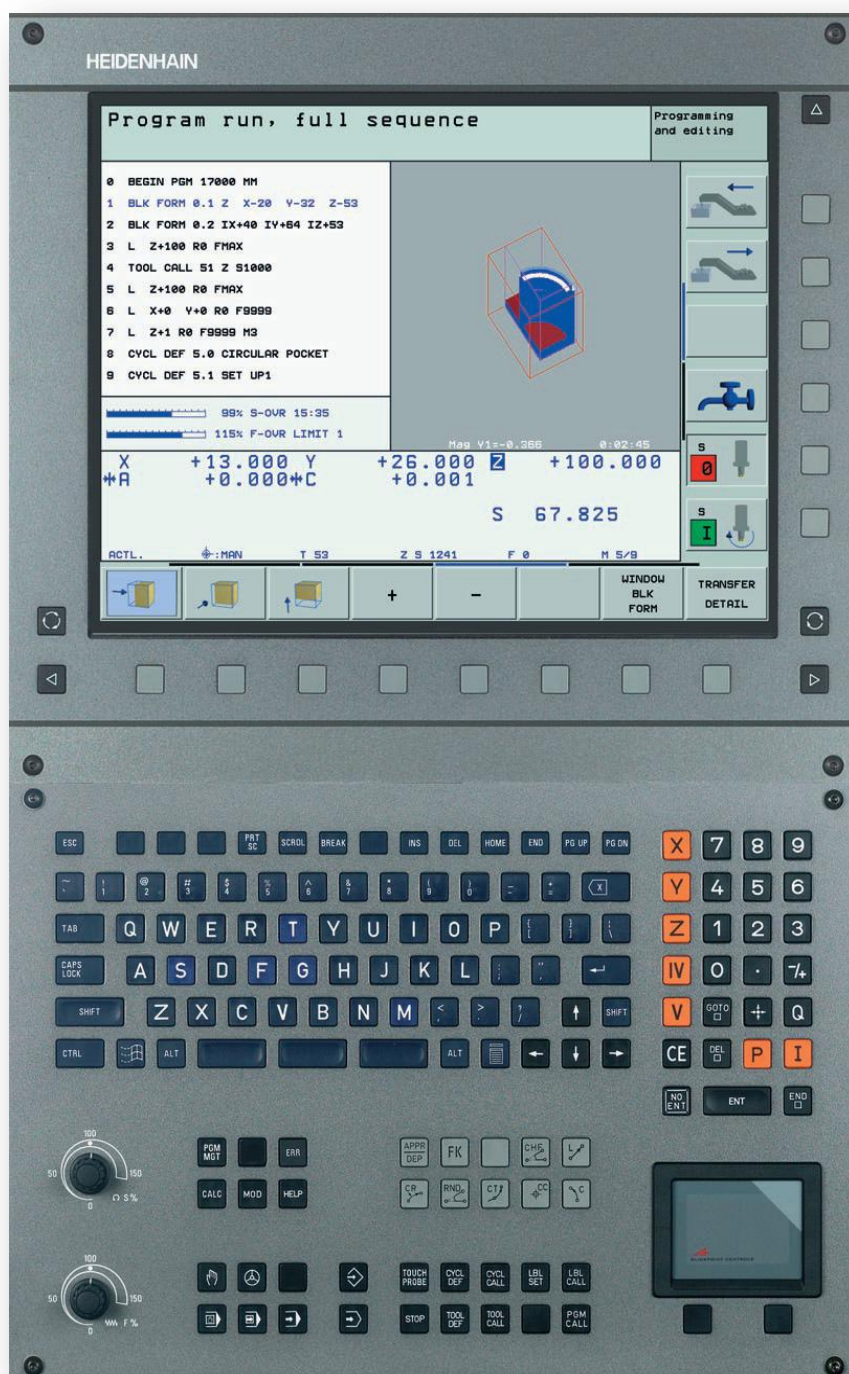
Удаљености тачака са слике су:

- 4 (10, 10) 10 mm по оси X, 10 по оси Y од нулте тачке
- 5 (20,35) 20 mm по оси X, 10 по оси Y од нулте тачке 4
- 6 (30, 35) 20mm по оси X, 10 по оси Y од нулте тачке 5

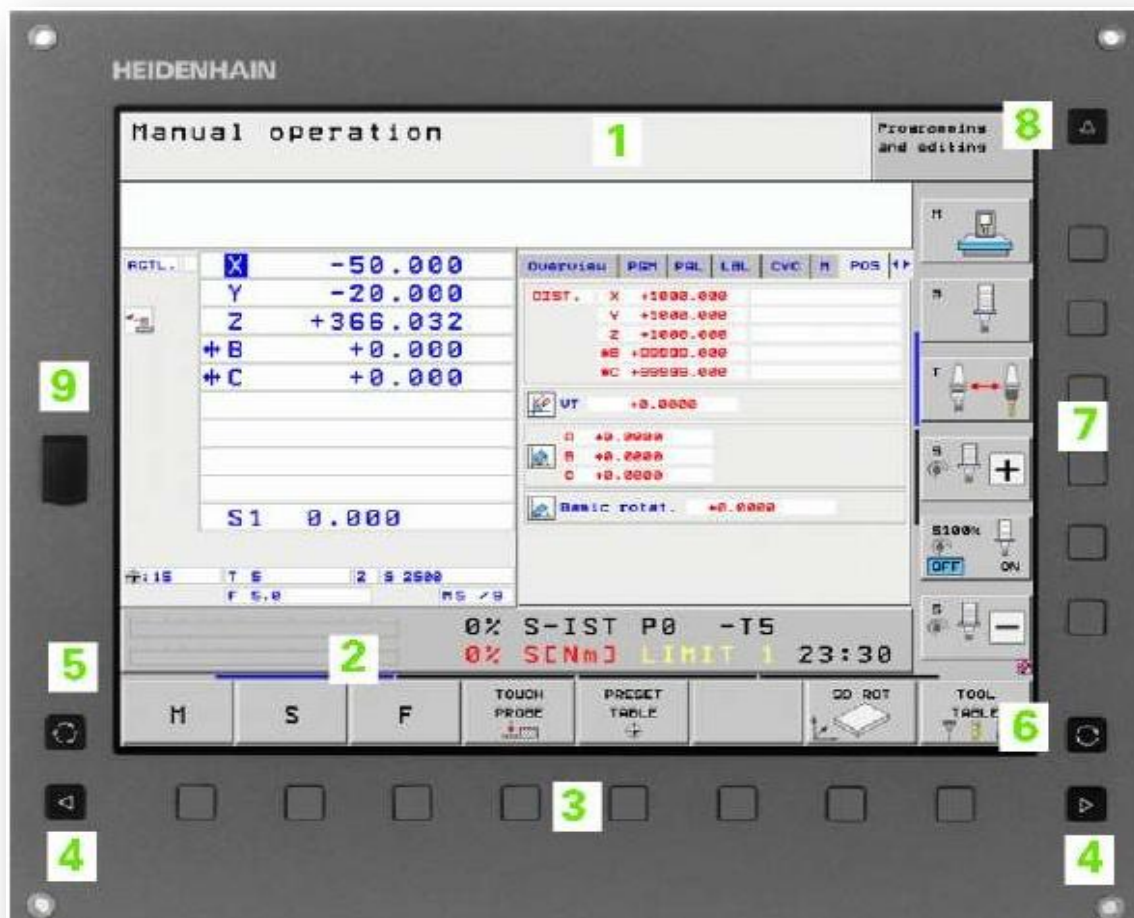
ИНКРЕМЕНТАЛНИ систем има онолико референтних тачака колико има следећих наредби позиционирања тј. свака операција има за референтну тачку задњу позицију претходне операције.

4.6 Опис тастера УЈ HEIDENHEIN I TNC 530

На следћој слици дат је приказ контролне табле HEIDENHEIN I TNC 530 управљачке јединице.



4.6.1 Екран управљачке јединице и њени тастери



Сл.19. Екран управљачке јединице i TNC 530 [2]

1.Заглавље Када је TNC укључен у заглављу екрана је приказан изабрани MOD :Машински MOD је приказан на левој, а MOD за програмирање на десној страни заглавља.

2. Софтверске картице

3. Тастери за селектовање софтверских картица (2)

4. Стрелице за померање софтверских картица

5. Подешавање изгледа екрана

6. Тастер за брзи прелазак из машинског мода у мод за програмирање

7.Тастери за селектовање софтверских картица 8

8.Софтверске картице које се постављају произвођачи машине

9 USB прикључак

4.6.2 Опис тастатуре



Сл.20. Тастатура управљачке јединице [2]

1.Алфанумеричка тастатура за унос текста, имена фајлова, и за ISO програмирање

2.Додатни тастери за WINDOWS операције

- Одабир или брисање програма и датотека (file-ova) трансфер спољњих података
- Дигитрон
- MOD функције
- HELP функције

3.Машински оперативни MOD-ови

4.Програмски MOD-ови

5.Тастери за програмирање

6.SMART NC навигациони тастери

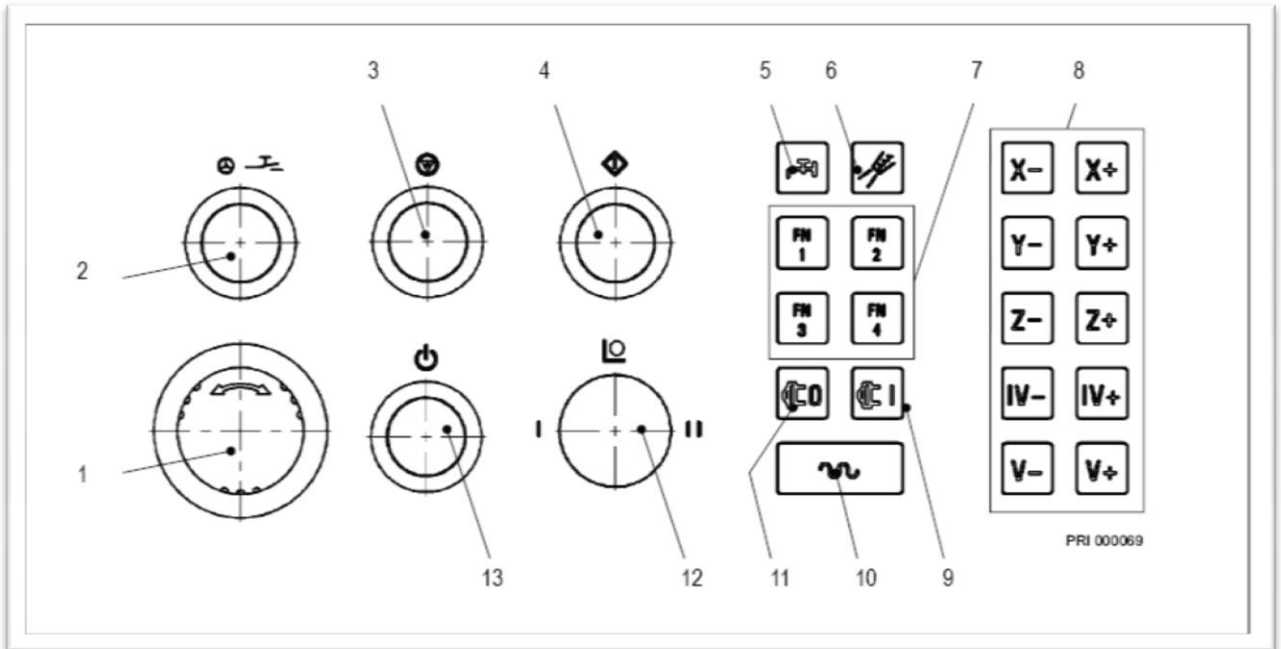
7.Нумерички унос података и бирање радне осе

8.Стрелице за директно позиционирање на блокове, циклусе и параметарске функције

9.Touchpad: (екран осетљив на додир,може се користити као РС миш код lap- тор рачунара)

4.6.3 Машинска контролна табла

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



Сл. 21. Контролна табла машине [6]

1. EMERGENCY STOP
2. Тастер за ауторизацију
3. NC-Стоп
4. NC-Старт
5. Расхладно средство On/Off
6. Програмабилна брызгачка расхладног средства
7. Тастери за F функције
8. Тастери за ручно покретање оса
9. СТАРТ вртила
10. Брзи посмак
11. СТОП вртила
12. Тастер прекидача
13. Тастер заискључивање / укључивање

4.6.4 Функцијски тастери

У наредним табелама дат је детаљан опис функцијских тастера које се користе за програмирање

	<i>Прилаз контури, одмицање од контуре</i>
	<i>Слободно програмирање контуре</i>
	<i>Праволинијско кретање</i>
	<i>Центар кружнице</i>
	<i>Кружница са центром</i>
	<i>Кружница са радијусом</i>
	<i>Кружница са тангенцијалним спојем</i>
	<i>Закошење</i>
	<i>Заобљење</i>

Тастери за Циклусе, подпрограме 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

	Дефинисање дужине алата или радијуса алата
	Позивање алата

Управљање програмом

	Одабир или брисање програма или датотека
	Позивање програма у програму
	Одабир функције MOD
	Приказивање текста помоћи или порука о NC грешкама
	Дигитрон
	Приказивање текста о НЦ грешкама

Одабир радних модова машина

	<i>Ручно управљање</i>
	<i>Електронски ручни точић</i>
	<i>Позиционирање ручним уносом података(MDI)</i>
	<i>Извршење програма блок по блок</i>
	<i>Пуно извршење програма</i>

Одабир програмских радних модова

	<i>Програмирање и исправљање програма</i>
	<i>Симулација програма</i>

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

	<i>Померање ознака</i>
	<i>Директно позиционирање на блокове, циклусе и параметарске функције</i>

Унос и исправљање координата и бројева

X Y Z IV V	Одабир радне осе
7 8 9 4 5 6 1 2 3 0	Бројеви
.	Децимални зарез
-/+	Предзнак
P	Улаз у поларне координате
I	Инкрементне димензије
Q	Q-параметри
+	Хватање тренутне позиције алата
NO ENT	Прескакање питања из дијалога и брисање речи
ENT	Потврда уноса и наставак дијалога
END 	Крај блока
CE	Брисање програмске секције
DEL 	Брисање програмске реченице

4.6.5 Начини рада

Оперативни модови (начини рада)

Оперативни модови **HEIDENHEIN TNC 530** су подељени у пет машинских и два програмска мода:

Машински мод:

- Ручно управљање
- Електронска точкић –(hand wheel)
- Позиционирање с ручним уносом података (MDI)
- Извођење програма – блок по блок (SINGLE BLOCK)
- Извођење програма - комплетно

Програмски мод:

- Програмирање и исправљање
- Тестирање

Позив оперативног мода (начина рада)

Операцијски модови се позивају помоћу одговарајућих тастера на тастатури



4.6.5.1 Ручни начин (мод) и електронски точкић- handwheel



Ручни начин рада (мод) је потребан за постављање алата. Такође се могу позиционирати машинске осе и одредити нулте тачке.

Рад са модом Електронски точкић- hand wheel не може се користити.

4.6.5.2 Позиционирање с ручним уносом података (MDI)



Овај начин рада омогућује програмирање једноставнијих кретања алата као нпр.:
чеоно глодање, предпозиционирање,...

4.6.5.3 Извођење програма – блок по блок комплетног програма



Код комплетног извођења програма, TNC извршава програм до његове задње наредбе или до програмског заустављања или ручног прекида. Могуће је наставити извођење програма након прекида.

Код извођења програма ред по ред (блок по блок), посебно се покреће сваки блок притискивањем на тастер СТАРТ.

4.6.5.4 Програмирање и исправљање



У програмском начину рада пишу се програми. Могућност програмирања у «слободној контури», помоћу различитих циклуса и Q-параметара помаже у процесу програмирања и пружа додатне могућности. Могућност графичког програмирања показује поједине кораке. Такође се може употребити додатни прозор (екран) за цртање програма.

4.6.5.5 Тестирање (симулација) програм



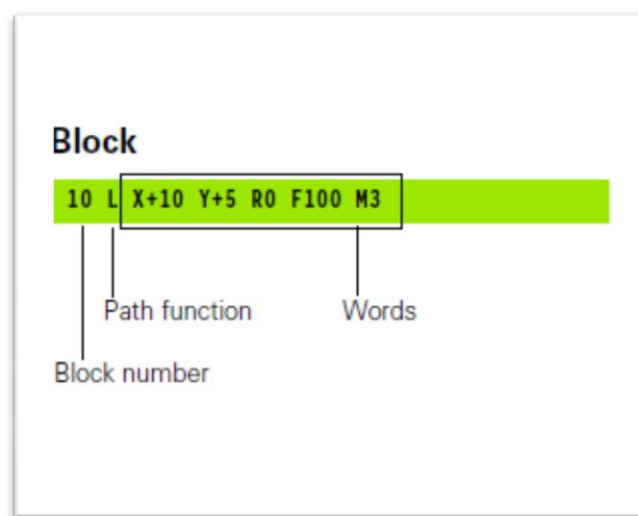
У тестирању TNC симулира програм и програмске секције, како би проверио геометријску компатибилност, недостатке или погрешне податке у програму или коализију с радним простором. Симулација је графички подржана кроз неколико начина приказивања.

4.7 Креирање и писање новог програма

4.7.1 Организација NC програма у HEIDENHEIN-овом конвенционалном формату

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

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



Сл. 22 Изглед програмске реченице [2]

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.

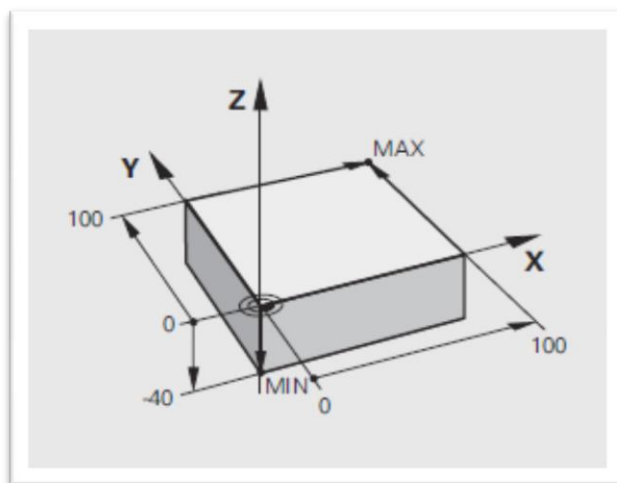
Последњи блок **END PGM** садржи име програма и активну мерну јединицу.

4.7.2 Дефинисање припремка

Одмах на почетку програмирања мора се дефинисати квадар (припремак). Овај податак је потребан TNC-у за графичку симулацију програма. Странице припремка су паралелне са осама X, Y и Z и не смеју бити дуже од 100 000 м м.

Припремак је дефинисан са два врха.

- MIN-тачка: најмање X, Y и Z димензије припремка – у апсолутним вредностима
- MAX-тачка: највеће X, Y и Z димензије припремка – у апсолутним или инкрементним вредностима.



Сл.23 Дефинисање припремкаб[2]

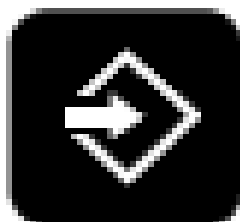
4.7.3 Креирање новог NC програма

Програм се увек пише (креира) у моду за програмирање и исправљање

Пример писања програма:

1. MOD

Програмирање и исправљање



2. - Одабрати фолдер у којем се жели написати програм.

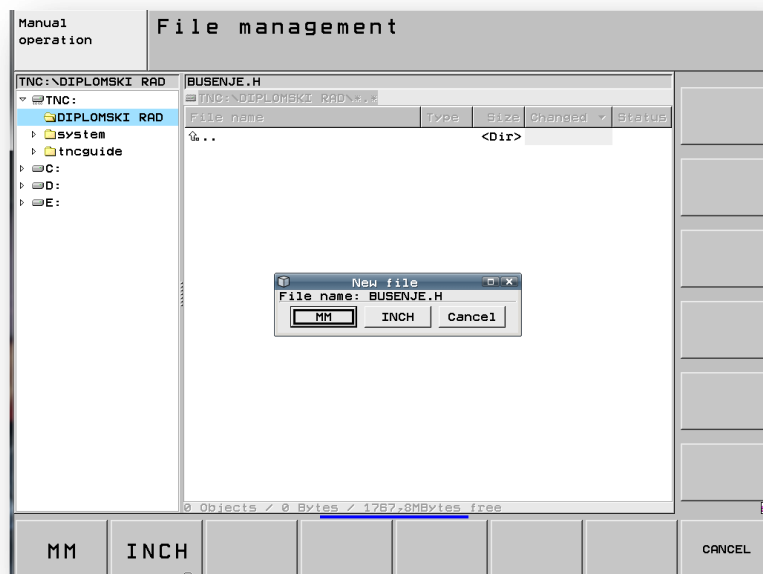
- Уписати име новог програма

BUSENJE.H

Мора се уписати екстензија нпр .H

- Одабрати мерне јединице

MM



3. Отвара се нови прозор

Први блок програма је **BEGIN**

PGM, име програма

BUSENJE и активна мерна јединица **MM**.

Отворен је ред за дефинисање

Припремка

BLK FORM 0.1 у којем се

Дефинише минимална тачка припремка

X=-100

Y=-100

Z=-50

Program run full sequence	Programming and editing
	Def BLK FORM: max-corner?
0	BEGIN PGM BUSENJE MM
1	BLK FORM 0.1 Z X-100 Y-100 Z-50
*2	BLK FORM 0.2 X
2	END PGM BUSENJE MM

4. Уписивање димензија припремка

По упису MIN-тачке отвара се

ред за унос MAX-тачке припремка

BLK FORM 0.2

X=100

Y=100

Z=0

Program run full sequence	Programming and editing
0	BEGIN PGM BUSENJE MM
1	BLK FORM 0.1 Z X-100 Y-100 Z-50
2	BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3	END PGM BUSENJE MM

Задњи блок програма је **END**

PGM, име програма

PROGRAM01 и активна мерна јединица **MM**

- Позивање алата



Program run full sequence	Programming and editing
	Tool call
0	BEGIN PGM BUSENJE MM
1	BLK FORM 0.1 Z X-100 Y-100 Z-50
2	BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3	TOOL CALL 1
4	END PGM BUSENJE MM

- Дефинисање радне осе вретена

Program run full sequence	Programming and editing
	Spindle axis?
0	BEGIN PGM BUSENJE MM
1	BLK FORM 0.1 Z X-100 Y-100 Z-50
2	BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3	TOOL CALL 1 Z
4	END PGM BUSENJE MM

- Дефинисање броја обраћања(S)

Program run full sequence	Programming and editing
0	BEGIN PGM BUSENJE MM
1	BLK FORM 0.1 Z X-100 Y-100 Z-50
2	BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3	TOOL CALL 1 Z S5000
4	END PGM BUSENJE MM

- Унос сигурносног растојања

при приласку алата радном комаду



Program run full sequence	Programming and editing
	Coordinates?
0	BEGIN PGM BUSENJE MM
1	BLK FORM 0.1 Z X-100 Y-100 Z-50
2	BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3	TOOL CALL 1 Z S5000
4	L Z+100
5	END PGM BUSENJE MM

тастером

- Прилаз радном комаду
максималном брзином **F MAX**

Program run full sequence	Programming and editing
	Feed rate? F=
0	BEGIN PGM BUSENJE MM
1	BLK FORM 0.1 Z X-100 Y-100 Z-50
2	BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3	TOOL CALL 1 Z S5000
4	L Z+100 FMAX
5	END PGM BUSENJE MM

- Дефинисање смера обраћања
алата **M** функцијом

- M-3 десни смер
- M-4 леви смер

Program run full sequence	Programming and editing
0	BEGIN PGM BUSENJE MM
1	BLK FORM 0.1 Z X-100 Y-100 Z-50
2	BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3	TOOL CALL 1 Z S5000
4	L Z+100 FMAX M3
5	END PGM BUSENJE MM

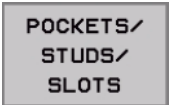
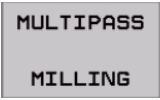
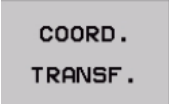
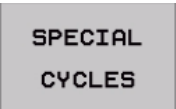
Овако издефинисан програм је спреман за даљи рад са ЦИКЛУСИМА, КОНВЕНЦИОНАЛНИМ програмирањем или Q- параметрима.

4.8 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.

Фиксни (непромењљиви) циклуси са бројевима 200 и више користе Q параметре као преносне параметре. Параметри специјалних функција који се користе у различитим циклусима имају увек исти број. Нпр. Q200 је увек сигурносно постављање одстојања алата, Q202 је дубина улаза алата....

ПРЕГЛЕД ЦИКЛУСА

ЦИКЛУСИ	ТАСТЕРИ
БУШЕЊЕ / НАВОЈИ Циклуси за бушење,разбушивање,развртање, урезивање и глодање навоја	
ЦЕПОВИ / ОСТРВА/ ЖЛЕБОВИ Циклуси за глодање цепова, Острва и жлебова	
PATTERN Циклуси за обраду шаблона рупа	
SL-ЦИКЛУСИ Циклуси за комплексне контуре	
ГЛОДАЊЕ СА ВИШЕ ПРОЛАЗА Циклуси за глодање са више пролаза	
COORDINATE TRANSFER Циклуси за премештање координата	
СПЕЦИЈАЛНИ ЦИКЛУСИ Време чекања, позиви програма,	

4.8.1 Рад са циклусима

Да би се у програм убацио било који циклус, потребно је претходно испрограмирати следеће:

- BLK FORM(димензије припремка)
- Позив алата
- Смер ротације алата
- Сигурносно растојање
- Посмак

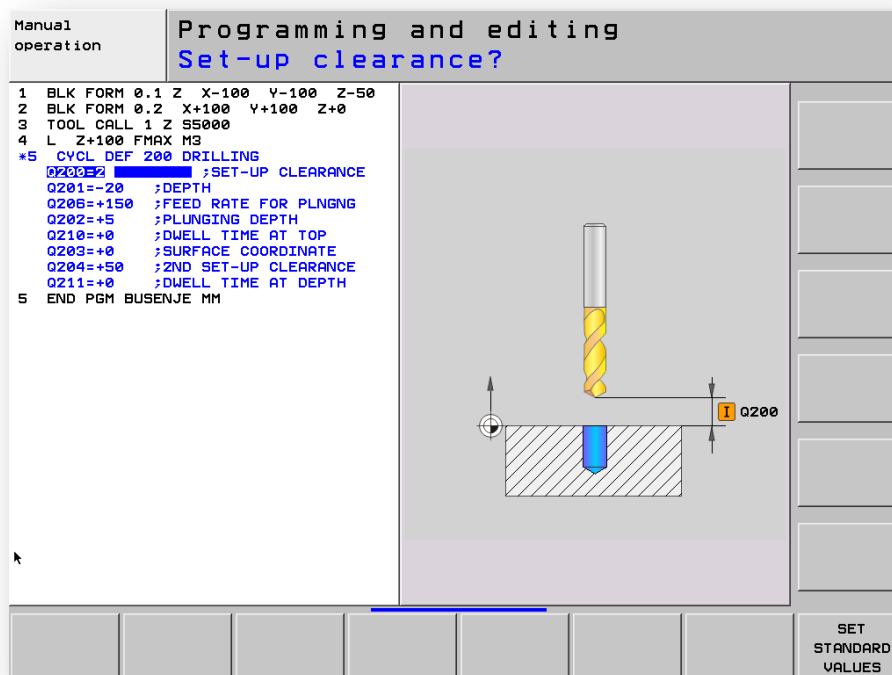
Циклус се убацује у програм финцијским тастером



где се отвара палета софтверских тастера за бирање жељене групе циклуса.

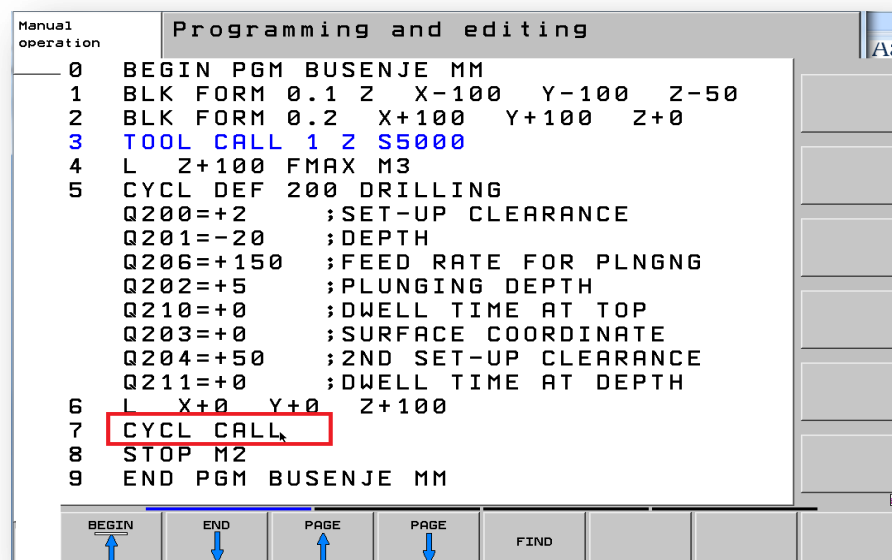


Након одабира жељеног циклуса нпр Бушење (нпр200) слика 20 отвара се прозор за унос података циклуса где се уносе се сви потребни подаци за тај циклус .По уносу прозор се затвара и сви подаци се пребацују у NC програм.



Сл. 24. Прозор за унос параметра циклуса

Позивање циклуса се врши функцијским тастером



Сл. 25. Приказ позивања циклуса

4.8.2 Циклуси за бушење, урезивање и глодање навоја

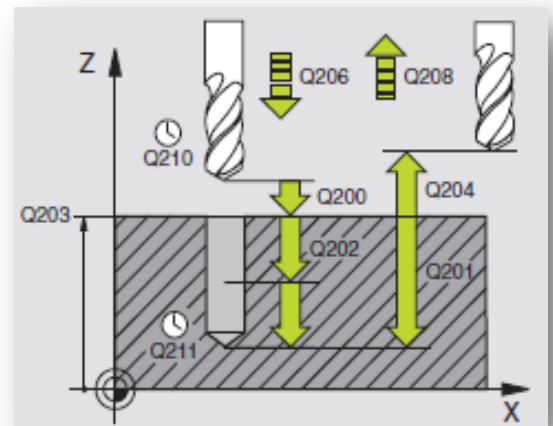
ЦИКЛУС	ТАСТЕР
200 БУШЕЊЕ	
201 РАЗВРТАЊЕ	
202 РАЗБУШИВАЊЕ	
203 УНИВЕРЗАЛНО БУШЕЊЕ са , ломљењем струготине и смањивањем дубине	
204 УПУШТАЊЕ - ЛЕЂНО	
205 УНИВЕРЗАЛНО ДУБОКО БУШЕЊЕ	
208 БУШЕЊЕ ГЛОДАЊЕМ	
240 ПОЗИЦИОНИРАЊЕ	
207 ИЗРАДА НАВОЈА УРЕЗНИЦОМ без стабилизационе стезне главе	

209 ИЗРАДА НАВОЈА ДРОБЉЕЊЕМ ОПИЈКАКА	
262 ИЗРАДА НАВОЈА ГЛОДАЊЕМ	
263 ГЛОДАЊЕ НАВОЈА СА УПУШТАЊЕМ	
264 ИЗРАДА НАВОЈА ГЛОДАЊЕМ	
265 ИЗРАДА НАВОЈА ГЛОДАЊЕМ СА ПУЖНИМ ПРЕНОСОМ	
267 ГЛОДАЊЕ СПОЉЊЕГ НАВОЈА	

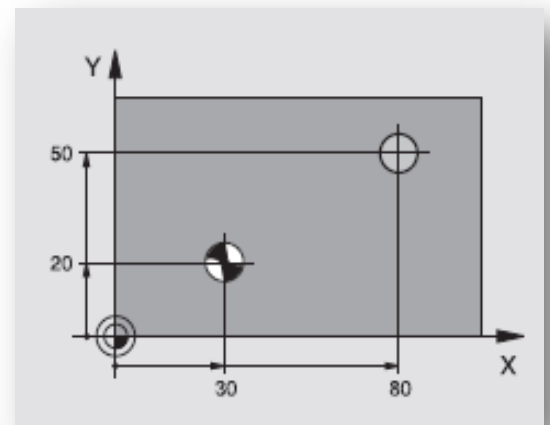
4.8.3 Примери циклуса

Бушење отвора (ЦИКЛУС 200)

1. TNC позиционира алат у брзом ходу на постављено одстојање (**Q200**).
2. Алат буши до прве дубине бушења (**Q202**) са програмираним посмаком (**Q206**).
3. TNC враћа алат у брзом ходу у почетну позицију на почетно одстојање, чека за постављено време чекања (**Q210**) па у брзом ходу позиционира алат изнад прве дубине бушења.
4. Алат наставља да буши до следеће дубине бушења у програмираном посмаку.
5. Програм се понавља (тачке 2 до 4) док се не постигне програмирана дубина бушења (**Q201**).
6. На дну рупе алат алат чека за програмирано време чекања (**Q211**), а затим у брзом ходу одлази на програмирано одстојање или на друго одстојање (**Q204**) ако је

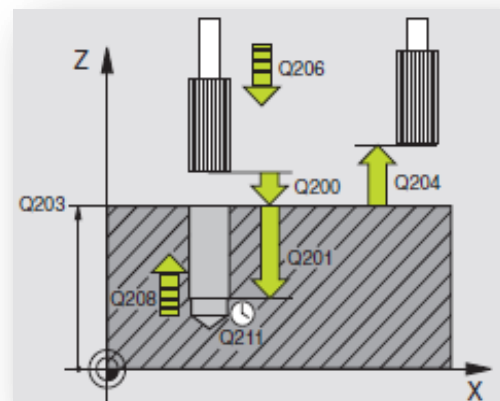


CYCL DEF 200 БУШЕЊЕ	
Q200 = 2	СИГУРНОСНО РАСТОЈАЊЕ
Q201 = -15	КОНАЧНА ДУБИНА ОТВОРА
Q206 = 250	ПОМЕРАЊЕ У ДУБИНУ
Q202 = 5	ПОМАК У ДУБИНУ
Q210 = 0	ВРЕМЕ ЗАДРЖАВАЊА ГОРЕ
Q203 = +20	КООРД. ГОРЊА ПОВРШИНА
Q204 = 100	2. СИГУРНОСНО РАСТОЈАЊЕ
Q211 = 0.1	ВРЕМЕ ЗАДРЖАВАЊА У ДНУ
12 CYCL CALL POS X+30 Y+20 M3	
13 CYCL CALL POS X+80 Y+50	

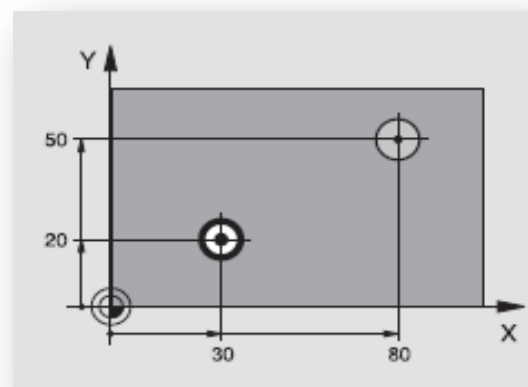


Развртање отвора (ЦИКЛУС201)

1. TNC позиционира алат у брзом ходу на постављено одстојање (Q200).
2. Алат разврће до задате дубине (Q201) задате као инкрементну вредност са програмираним посмаком (Q206).
3. На дну рупе алат алат чека за програмирано време чекања (Q211).
4. Алат се затим враћа у програмираном посмаку (Q208) на програмирано одстојање, а након тога ако је програмирано у брзом ходу на друго одстојање (Q204) ако је програмирано.

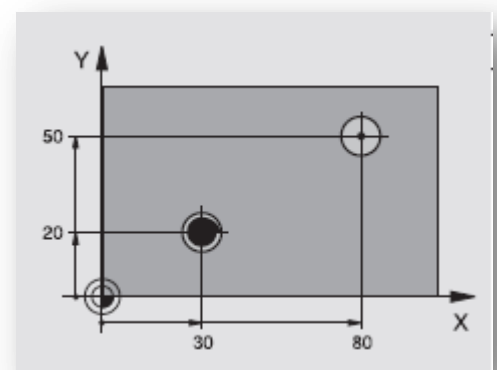
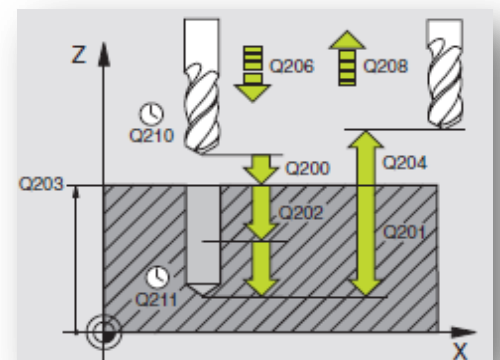
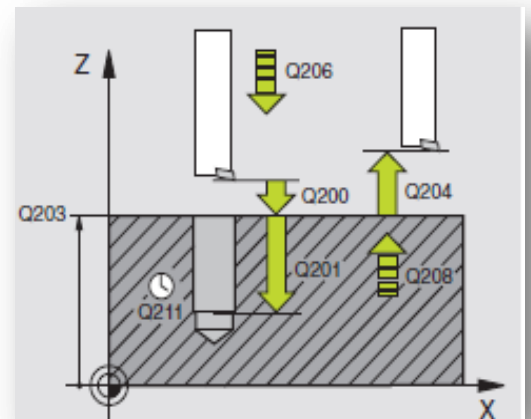


11 CYCL DEF 201 РАЗВРТАЊЕ	
Q200 = 2	СИГУРНОСНО РАСТОЈАЊЕ
Q201 = -15	КОНАЧНА ДУБИНА ОТВОРА
Q206 = 100	ПОМЕРАЊЕ У ДУБИНУ
Q211 = 0.5	ВРЕМЕ ЗАДРЖАВАЊА У ДНУ
Q208 = 250	ПОМЕРАЊЕ УНАЗАД
Q203 = +20	РАДНА ПОВРШИНА
Q204 = 100	2. СИГУРНОСНО РАСТОЈАЊЕ
12 CYCL CALL POS X+30 Y+20 M3	
13 CYCL CALL POS X+80 Y+50	



Разбушивање отвора (ЦИКЛУС 202)

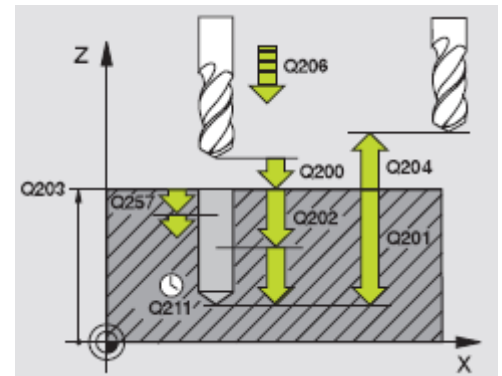
1. TNC позиционира алат у брзом ходу на постављено одстојање (**Q200**).
2. Алат буши до програмиране дубине бушења (**Q201**) са програмираним посмаком (**Q206**).
3. На дну рупе алат алат чека за програмирано време чекања (**Q211**).
4. TNC постави главно вретено у позицију **0°** (позиција за оријентисани стоп вретена).
5. Ако је одабрана ретракција алат се помиче за **0.2** мм (фиксни помак).
6. TNC враћа алат програмираним повратним посмаком (**Q208**) на програмирано одстојање и након тога, ако је програмирано, на друго одстојање (**Q204**) у брзом ходу.



11 CYCL DEF 202 РАЗБУШИВАЊЕ	
Q200=2 ;	СИГУРНОСНО РАСТОЈАЊЕ
Q201=-15 ;	КОНАЧНА ДУБИНА ОТВОРА
Q206=100 ;	ПОСМАК РАЗБУШИВАЊА
Q211=0.5 ;	ВРЕМЕ ЗАДРЖАВАЊА У ДНУ
Q208=250 ;	ПОМЕРАЊЕ УНАЗАД
Q203=+20 ;	РАДНА ПОВРШИНА
Q204=100 ;	2.СИГУРНОСНО РАСТОЈАЊЕ
Q214=1 ;	СМЕР ОДМИЦАЊА АЛАТА У ДНУ РУПЕ
Q336=0 ;	УГАО ВРЕТЕНА
12 L X+30 Y+20 FMAX M3	
13 CYCL CALL	
14 L X+80 Y+50 FMAX M99	

Универзално бушење (ЦИКЛУС 203)

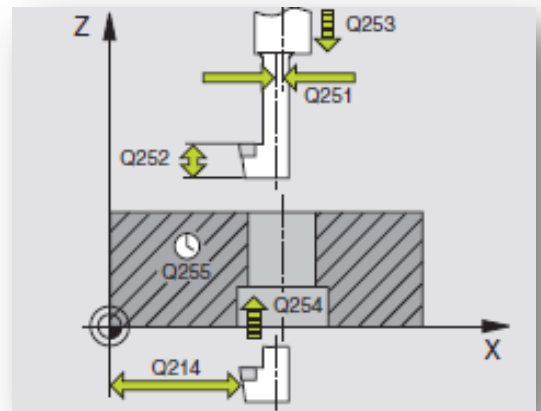
1. TNC позиционира алат у брзом ходу на постављено одстојање (**Q200**).
2. Алат буши до прве дубине бушења (**Q202**) са програмираним посмаком (**Q206**).
3. Ако је програмиран лом струготине, алат ће се вратити за програмирани поврат (**Q212**) - како би се струготина лакше избацила. Ако није програмиран поврат, алат се враћа у програмираном повратном посмаку (**Q208**) до одстојања (**Q200**). Овде чека за програмирано време чекања (**Q210**) па се поново спушта изнад прве дубине бушења.
4. Алат наставља бушити до следеће дубине бушења у програмираном посмаку. Ако је програмиран лом струготине, алат ће се вратити за програмирани поврат након сваког корака бушења.
5. Програм се понавља (тачке 2 до 4) док се не постигне програмирана дубина бушења (**Q201**).
6. На дну рупе алат алат чека за програмирано време чекања (**Q211**). TNC враћа алат програмираним повратним посмаком (**Q208**) на програмирано одстојање и након тога, ако је програмирано, на друго одстојање (**Q204**) у брзом ходу.



1 CYCL DEF 203 УНИВЕРЗАЛНО БУШЕЊЕ	
Q200=2 ;	СИГУРНОСНО РАСТОЈАЊЕ
Q201=-20 ;	КОНАЧНА ДУБИНА ОТВОРА
Q206=150 ;	ПОСМАК БУШЕЊА
Q202=5 ;	ПОМАК У ДУБИНУ
Q210=0 ;	ВРЕМЕ ЗАДРЖАВАЊА ГОРЕ
Q203=+20 ;	РАДНА ПОВРШИНА КОМАДА
Q204=50 ;	2. СИГУРНОСНО РАСТОЈАЊЕ
Q212=0.2 ;	DECREMENT
Q213=3 ;	БРОЈ ДРОБЉЕЊА ОПИЈАКА ДО ВРАЋАЊА
Q205=3 ;	МИНИМАЛНИ ПОМАК У ДУБИНУ
Q211=0.25 ;	ВРЕМЕ ЗАДРЖАВАЊА У ДНУ
Q208=500 ;	ВРАЋАЊЕ НАЗАД
Q256=0.2 ;	ПОТЕЗ УНАЗАД КОД ДРОБЉЕЊА ОПИЈАКА

Упуштање - Леђно (ЦИКЛУС 204)

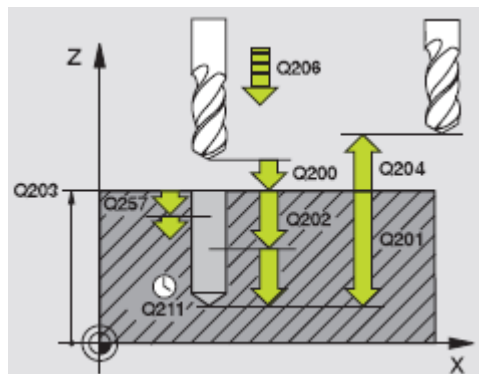
1. TNC позиционира алат у брзом ходу на постављено одстојање (**Q200**).
2. Поставља се оријентација вретена на позицију од 0° са оријентираним стопом вретена, измиче алат за удаљеност одстојања од средишта (**Q251**)
3. Алат се спушта у већ избушену рупу програмираним посмаком (**Q253**) до одстојања (**Q200**) од супротне површине до врха резне ивице зуба ножа
4. TNC центрира алат кроз рупу, укључује ротацију вретена, укључује расхлађивање и посмаком (**Q254**) води алат до дубине бушења (**Q249**)
5. Ако је програмирано време чекања (**Q255**) алат ће на врху рупе чекати па ће затим изаћи из рупе (спушта се до одстојања (**Q200**) од супротне површине до врха резне ивице зуба ножа), алат се измиче за удаљеност одстојања од средишта (**Q251**)
6. TNC враћа алат програмираним повратним посмаком (**Q253**) на горње програмирано одстојање и након тога, ако је потребно, на друго одстојање (**Q204**) у брзом ходу.



11 CYCL DEF 204 УПУШТАЊЕ ЛЕЂНО	
Q200=2 ;	СИГУРНОСНО РАСТОЈАЊЕ
Q249=+5 ;	ДУБИНА ВЕРТИКАЛНО
Q250=20 ;	ДОДАТАК МАТЕРИЈАЛА
Q251=3.5 ;	ПОСТАВЉАЊЕ ОДСТОЈАЊА ИЗМЕЂУ АЛАТА И РУПЕ
Q252=15 ;	ДУБИНА РЕЗАЊА
Q253=750 ;	ПОСМАК ПРЕДПОЗИЦИОНИРАЊА АЛАТА ДО ДОЊЕ ДУБИНЕ РУПЕ
Q254=200 ;	ПОСМАК УПУШТАЊА
Q255=0 ;	ВРЕМЕ ЗАДРЖАВАЊА У ОСНОВИ РУПЕ
Q203=+20 ;	ГОРЊА ПОВРШИНА РАДНОГ КОМАДА
Q204=50 ;	2. СИГУРНОСНО РАСТОЈАЊЕ
Q214=1 ;	СМЕР ОДМИЦАЊА АЛАТА У ДНУ РУПЕ
Q336= 0	УГАО ЗА ОРИЈЕНТИСАЊЕ ВРЕТЕНА

Универзално дубоко бушење (ЦИКЛУС205)

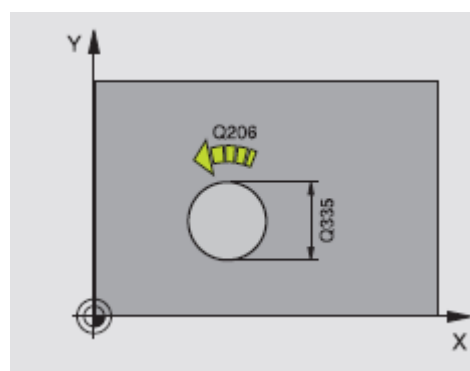
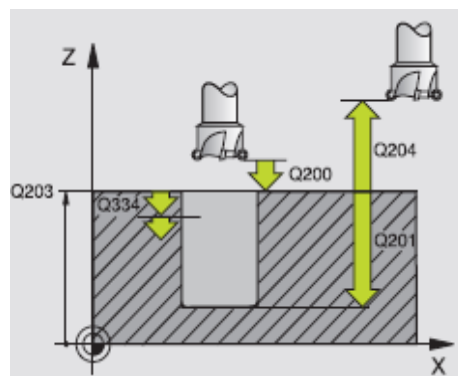
1. TNC позиционира алат у брзом ходу на постављено одстојање (**Q200**).
2. Алат буши до прве дубине бушења (**Q202**) са програмираним посмаком (**Q206**).
3. Ако је програмиран лом струготине, алат ће се вратити за програмирани поврат (**Q212**) - како би се стругодина лакше избацила. Ако није програмиран поврат, алат се враћа у брзом ходу до одстојања (**Q200**) па се поново спушта у брзом ходу изнад прве дубине бушења.
4. Алат наставља да буши до следеће дубине бушења у програмираном посмаку. Ако је програмирано корак бушења ће се смањивати након сваког бушења.
5. Програм се понавља (точке 2 до 4) док се не постигне програмирана дубина бушења(**Q201**)
6. На дну рупе алат чека за програмирано време чекања (**Q211**). ТНЦ враћа алат програмираним повратним посмаком (**Q208**) на програмирано одстојање и након тога, ако је програмирано, на друго одстојање (**Q204**) у брзом ходу.



11 CYCL DEF 205 УНИВЕРЗАЛНО ДУБОКО БУШЕЊЕ	
Q200=2 ;	СИГУРНОСНО РАСТОЈАЊЕ
Q201=-80 ;	КОНАЧНА ДУБИНА ОТВОРА
Q206=150 ;	ПОСМАК БУШЕЊА
Q202=15 ;	ПОМАК У ДУБИНУ
Q203=+100 ;	ГОРЊА ПОВРШИНА РАДНОГ КОМАДА
Q204=50 ;	2. СИГУРНОСНО РАСТОЈАЊЕ
Q212=0.5 ;	СМАЊИВАЊЕ НАКОН СВАКОГ ПОМАКА
Q205=3 ;	МИНИМАЛНИ ПОМАК У ДУБИНУ
Q258=0.5 ;	ГОРЊА СТОП ДИСТАНЦА
Q259=1 ;	ДОЊА СТОП ДИСТАНЦА
Q257=5 ;	ДУБИНА БУШЕЊА ДО ДРОБЉЕЊА ОПИЉАКА
Q256=0.2 ;	ВРАЋАЊЕ УНАЗАД КОД ДРОБЉЕЊА ОПИЉАКА
Q211=0.25 ;	ВРЕМЕ ЗАДРЖАВАЊА У ДНУ
Q379=7.5 ;	ПОЧЕТНА ПОЗИЦИЈА
Q253=750 ;	ПОСМАК ЗА ПРЕДПОЗИЦИОНИРАЊЕ

Бушење глодањем

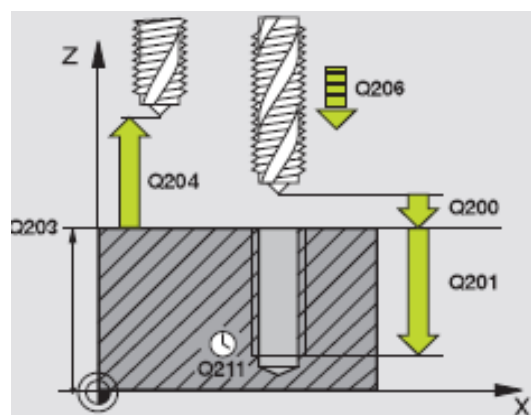
1. TNC позиционира алат у брзом ходу на постављено одстојање (**Q200**), а затим помиче алат до ивице отвора (**Q335**).
2. Алат глође по завојници од почетне позиције до прве дубине (**Q334**) програмираним посмаком (**Q206**).
3. Кад се постигне задана дубина (**Q201**), алат направи још једном пуни круг да почисти заостале неравнине .
4. Алат се поново позиционира у средиште рупе
5. TNC враћа алат у брзом ходу на програмирано одстојање (**Q200**) и након тога, ако је програмирано, на друго одстојање (**Q204**) такође у брзом ходу.



12 CYCL DEF 208 БУШЕЊЕ ГЛОДАЊЕМ	
Q200 = 2	СИГУРНОСНО РАСТОЈАЊЕ
Q201 = -80	КОНАЧНА ДУБИНА ОТВОРА
Q206 = 150	ПОСМАК У ДУБИНУ
Q334 = 1.5	ПОМАК У ДУБИНУ
Q203 = +100	КООРД. ГОРЊА ПОВРШИНА
Q204 = 50	2.СИГУРНОСНО РАСТОЈАЊЕ
Q335 = 25	ПОТРЕБАН ПРЕЧНИК
Q342 = 0	РАНИЈИ ПРЕЧНИК БУШЕЊА
Q351 = 0	ВРСТА ГЛОДАЊА

Израда навоја урезницом (ЦИКЛУС 206) са стабилизационом стезном главом

1. Алат се креће у једном непрекинутом кретању до дна рупе (Q201).
2. Кад досегне дно рупе, смер ротације се мења и алат се враћа(Q200)
3. У почетној позицији смер ротације алата се опет мења.



25 CYCL DEF 206 УРЕЗИВАЊЕ НАВОЈА УРЕЗНИЦОМ	
Q200 = 2	СИГУРНОСНО РАСТОЈАЊЕ
Q201 = -20	КОНАЧНА ДУБИНА ОТВОРА
Q206 = 150	ПОСМАК У ДУБИНУ
Q211 = 0.25	ВРЕМЕ ЗАДРЖАВАЊА У ДНУ
Q203 = +25	ГОРЊА ПОВРШИНА РАДНОГ КОМАДА
Q204 = 50	2. СИГУРНОСНО РАСТОЈАЊЕ

Посмак се рачуна $F = S \times p$

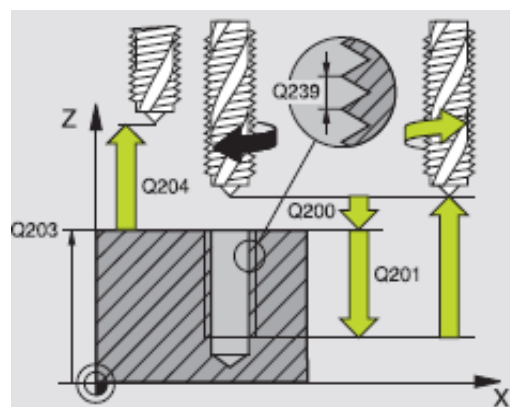
F – посмак у mm / min

S – брзина ротације вретена о / min

p – корак навоја mm

**Израда навоја урезницом (циклус 207)
без стабилизационе стезне главе**

1. Сигурносно растојање: **Q200**
2. Дубина бушења: дужина навоја = растојање између радног комада-горња површина и краја навоја: **Q201**
3. Корак навоја: **Q239**
- Предзнак се ставља за десни и леви навој:
десни навој: +
леви навој: -
4. Корд. радни комад-горња површина: **Q203**
5. 2. Сигурносно растојање: **Q204**

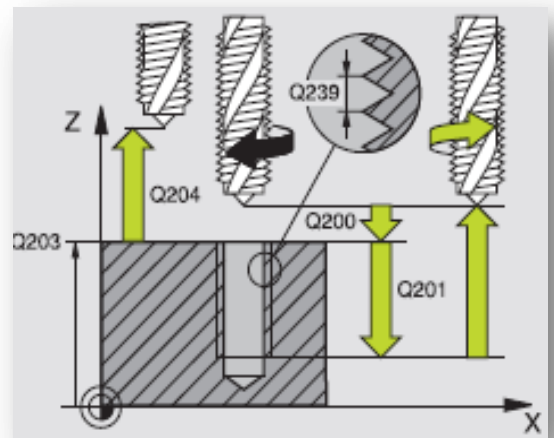


26 CYCL DEF 207 ИЗРАДА НАВОЈА	
Q200 = 2	СИГУРНОСНО РАСТОЈАЊЕ
Q201 = -20	КОНАЧНА ДУБИНА ОТВОРА
Q239 = +1	КОРАК НАВОЈА
Q203 = +25	КООРД. ГОРЊА ПОВРШИНА
Q204 = 50	2. СИГУРНОСНО РАСТОЈАЊЕ

Резање навоја са ломљењем струготине (ЦИКЛУС 209 РТ)

Алат реже навој у неколико пролаза док не достигне задану дубину. Дефинише се параметар којим се алат враћа из рупе због лома струготине.

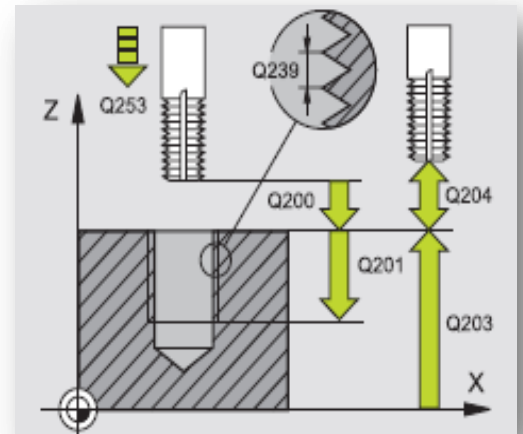
1. TNC у брзом ходу позиционира алат изнад рупе на постављено одстојање(Q200).
Ту се изврши оријентисано заустављање вретена.
2. Алат урезаје навој до прве дефинисане дубине бушења (Q257), мења смер ротације и враћа се за дефинисану удаљеност (Q256) или комплетно излази из рупе (Q256=0).
3. Тада се мења смер ротације и алат се спушта до следеће дубине навоја у рупи.
4. Поступак се понавља(тачке 1-3) док се не достигне укупна програмирана дубина урезивања навоја.
5. Алат се потом враћа у почетну позицију на одстојање.
Ако је програмирано, на друго одстојање (Q204) одлази у брзом ходу.
6. Зауставља се ротација алата.



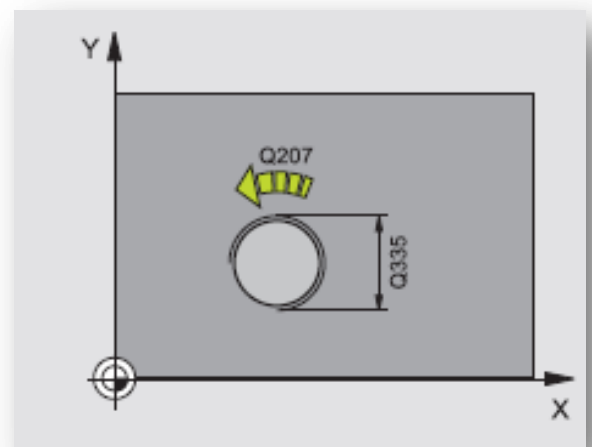
26 CYCL DEF 209 НАВОЈ СА ЛОМЉЕЊЕМ СТРУГОТИНЕ	
Q200= 2	СИГУРНОСНО РАСТОЈАЊЕ
Q201=-20	КОНАЧНА ДУБИНА ОТВОРА
Q239=+1	КОРАК НАВОЈА
Q203=+25	ГОРЊА ПОВРШИНА РАДНОГ КОМАДА
Q204=50 ;	2 СИГУРНОСНО РАСТОЈАЊЕ
Q257=5 ;	ДУБИНА БУШЕЊА СА ЛОМЉЕЊЕМ СТРУГОТИНЕ
Q256=+25	ВРАЋАЊЕ УНАЗАД КОД ЛОМЉЕЊА СТРУГОТИНЕ
Q336=50	УГАО ОРИЈЕНТАЦИЈЕ ВРЕТЕНА

Израда навоја глодањем (ЦИКЛУС262)

1. TNC у брзом ходу позиционира алат изнад рупе на постављено одстојање (Q200).
2. Алат се позиционира програмираним посмаком (Q253) на почетну површину. Почетна површина произлази из предзнака корака навоја, методе глодања, броја навоја по кораку.
3. Алат тада прилази отвору навоја тангенцијално спиралним улазом.
4. Зависно од постављених параметрима за број навоја (више војни навоји) алат глође навој одједном у неколико подељених пролаза или у једном пролазу.
5. Алат се тада тангенцијално одмиче од контуре и враћа на стартну позицију у почетној равни.
6. Алат се потом враћа у брзом ходу на одстојање. Ако је програмирано и на друго одстојање (Q204) одлази у брзом ходу.



CYCL DEF 262 ГЛОДАЊЕ НАВОЈА	
Q335 = 10	НОМИНАЛНИ ПРЕЧНИК ОТВОРА
Q239 = +1	КОРАК НАВОЈА – инкрементално
Q201 = -20	КОНАЧНА ДУБИНА ОТВОРА
Q355 = 0	БРОЈ ПРОЛАЗА
Q253 = 500	ПОСМАК КОД ПРИЛАЖЕЊА И ОДМИЦАЊА АЛАТА
Q351 = +1	ВРСТА ГЛОДАЊА
Q200 = 2	СИГУРНОСНО РАСТОЈАЊЕ
Q203 = +25	РАДНА ПОВРШИНА КОМАДА
Q204 = 50	2. СИГУРНОСНО РАСТОЈАЊЕ
Q207 = 300	ПОСМАК ГЛОДАЊА НАВОЈА



Сл.26. Глодала урезнице [2]

Глодање навоја са упуштањем (ЦИКЛУС 263)

1. TNC у брзом ходу позиционира алат изнад рупе на постављено одстојање (Q200).

Упуштање / COUNTERSINKING

2. Алат се позиционира програмираним посмаком (Q253) за дужину упуштача (Q356) умањене за одстојање, а затим посмаком за упуштање до саме дубине упуштача (Q356).

3. Ако је уписано и бочно одстојање (Q359) алат се аутоматски позиционира за задату вредност.

4. Звисно од расположивог простора, обавља се тангенцијални прилаз називном отвору навоја.

Упуштање чела

5. Алат се спушта за дубину упуштања (Q358).

6. Позиционирање је без компензације алата, из центра по луку до размака од чела и тада следи кружну путању посмаком упуштања.

7. По завршетку упуштања, алат се креће по луку до средишта рупе

Глодање навоја

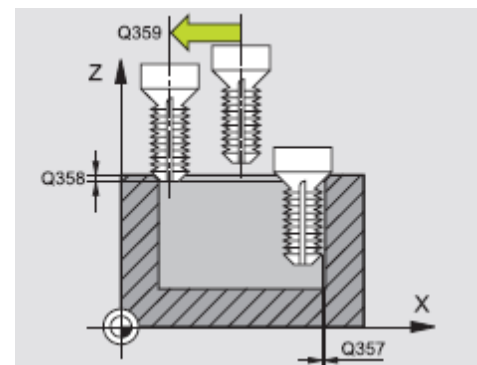
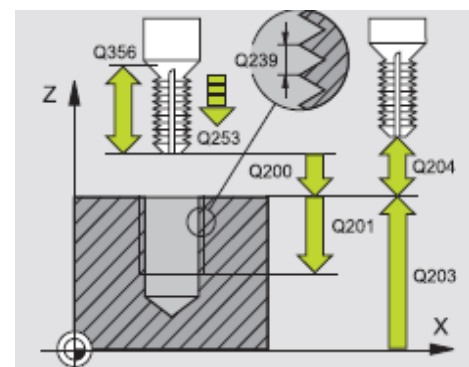
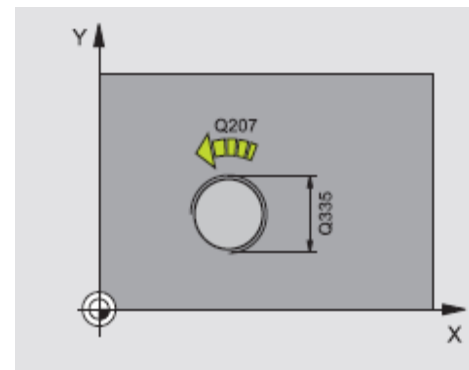
8. Алат се посмаком за позиционирање (Q253) до почетне равни навоја. Почетна раван се одређује према кораку навоја и смеру глодања.

9. Алат тада прилази отвору навоја тангенцијално спиралним улазом и глође навој.

10. Алат се тада тангенцијално одмиче (Q357) од контуре и враћа у стартну тачку на почетној равни.

11. Алат се потом враћа у брзом ходу на одстојање.

Ако је програмирано и на друго одстојање (Q204) одлази у брзом ходу.



CYCL DEF 263 ГЛОДАЊЕ НАВОЈА / УПУШТАЊЕ	
Q335 = 10	НОМИНАЛНИ ПРЕЧНИК ОТВОРА
Q239 = +1.5	КОРАК НАВОЈА
Q201 = -16	КОНАЧНА ДУБИНА ОТВОРА
Q356 = -20	ДУБИНА УПУШТАЊА
Q253 = 500	ПОСМАК ПРИЛАЖЕЊА И ОДМИЦАЊА АЛАТА
Q351 = +1	СМЕР ГЛОДАЊА
Q200 = 2	СИГУРНОСНО РАСТОЈАЊЕ
Q357 = 0.2	ТАНГЕНЦИЈАЛНО ОДМИЦАЊЕ ОД КОНТУРЕ
Q358 = +0	ДУБИНА УПУШТАЊА ЧЕОНА
Q359 = +0	БОЧНО ОДСТОЈАЊЕ
Q203 = +30	РАДНА ПОВРШИНА КОМАДА
Q204 = 50	2. СИГУРНОСНО ОДСТОЈАЊЕ
Q254 = 150	ПОСМАК УПУШТАЊА
Q207 = 300	ПОСМАК ГЛОДАЊА НАВОЈА

Бушење и глодање навоја ЦИКЛУС 264)

1. Алат се у брзом ходу позиционира изнад рупе на постављено одстојање (Q200).

Бушење

2. Алат буши до прве дубине бушења (Q202) са програмираним посмаком (Q206).

3. Ако је програмиран лом струготине, алат ће се вратити за програмирани поврат (Q256) - како би се стругодина лакше избацила. Ако није програмиран поврат, алат се враћа у брзом ходу до одстојања (Q200) па се поново спушта у брзом ходу изнад прве дубине бушења.

4. Алат наставља бушење до следеће дубине бушења у програмираном посмаку.

5. Програм се понавља (тачке 2 -4) док се не постигне програмирана дубина бушења (Q201)

Упуштање чела

6. Алат се креће посмаком за позиционирање до дубине упуштања чела (Q358).

7. Позиционирање је без компензације алата, из центра по луку до размака од чела и тада следи кружну путању посмаком упуштања.

8. По завршетку упуштања, алат се креће по луку до центра рупе

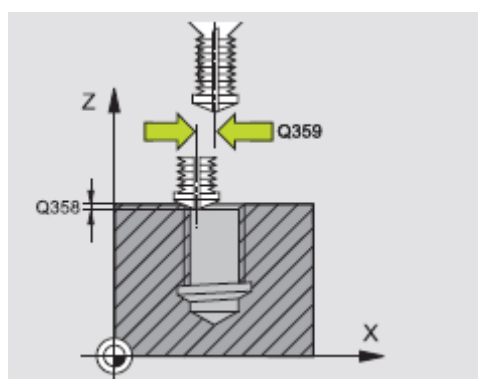
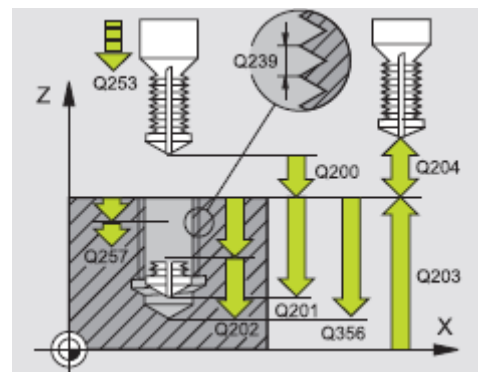
Глодање навоја

9. Алат се креће посмаком за позиционирање (Q253) до почетне равни навоја. Почетна раван се одређује према кораку навоја и смеру глодања.

10. Алат тада прилази отвору навоја тангенцијално спиралним улазом и глође навој.

11. Алат се тада тангенцијално одмиче (Q357) од контуре и враћа у стартну тачку на почетној равни.

12. Алат се потом враћа у брзом ходу на одстојање. Ако је програмирано и на друго одстојање (Q204) одлази у брзом ходу.



CYCL DEF 264 БУШЕЊЕ И ГЛОДАЊЕ НАВОЈА	
Q335 = 10	НОМИНАЛНИ ПРЕЧНИК ОТВОРА
Q239 = +1.5	КОРАК НАВОЈА
Q201 = -16	КОНАЧНА ДУБИНА ОТВОРА
Q356 = -20	ДУБИНА УПУШТАЊА
Q253 = 500	ПОСМАК ПРИЛАЖЕЊА И ОДМИЦАЊА АЛАТА
Q351 = +1	СМЕР ГЛОДАЊА
Q202 = 5	ПОСТАВЉАЊЕ ДУБИНЕ БУШЕЊА ПО КОРАКУ
Q258 = 0.5	ГОРЊА СТОП дистанца до које се алат спушта у брзом ходу у рупу након првог излажења из рупе
Q257 = 5	ДУБИНА БУШЕЊА СА ЛОМЉЕЊЕМ СТРУГОТИНЕ
Q256 = 0.2	ВРЕДНОСТ ПОВРАТКА АЛАТА ЗА ЛОМЉЕЊЕ СТРУГОТИНЕ
Q358 = +0	ДУБИНА УПУШТАЊА ЧЕОНА
Q359 = +0	БОЧНО ОДСТОЈАЊЕ
Q200 = 2	СИГУРНОСНО РАСТОЈАЊЕ
Q203 = +30	РАДНА ПОВРШИНА КОМАДА
Q204 = 50	2. СИГУРНОСНО ОДСТОЈАЊЕ
Q206 = 150	ПОСМАК БУШЕЊА
Q207 = 300	ПОСМАК ГЛОДАЊА НАВОЈА

Спирално бушење и глодање навоја (ЦИКЛУС265)

1. TNC у брзом ходу позиционира алат изнад рупе на постављено одстојање (Q200).

Упуштање чеоно

2. Ако се упушта пре израде навоја, алат се спушта посмаком за упуштање на дубину упуштања(Q358).

Ако се упушта након израде навоја, алат се креће посмаком за позиционирање (Q253) на дубину упуштања (Q358).

3. Позиционирање је без компензације алата, из центра по луку до размака од чела и тада следи кружну путању посмаком упуштања.

4. По завршетку, алат се креће по луку до центрарупе

Глодање навоја

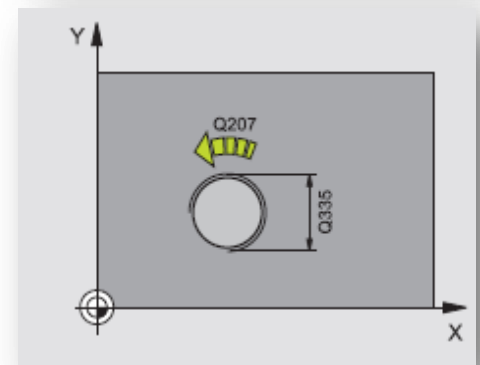
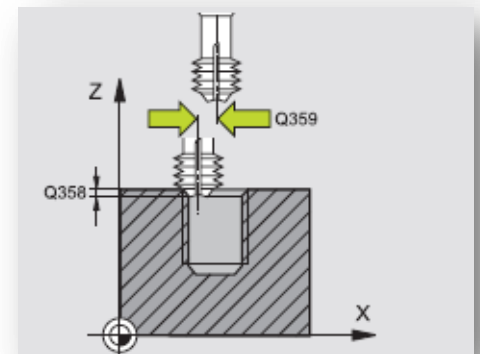
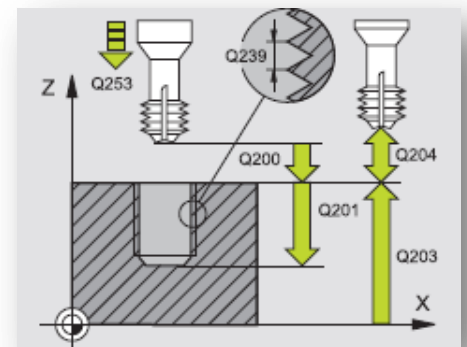
5. Алат се посмаком за позиционирање (Q253) до почетне равни навоја. Почетна раван се одређује према кораку навоја и смеру глодања.

6. Алат тада прилази отвору навоја тангенцијално спиралним улазом и глође навој.

7. Алат се континуирано креће путањом низ завојницу до дна навоја

8. Алат се тада тангенцијално одмиче (Q357) од контуре и враћа у стартну тачку на почетној равни.

9. Алат се потом враћа у брзом ходу на одстојање. Ако је програмирано и на друго одстојање (Q204) одлази убрзом ходу.



CYCL DEF 265 СПИРАЛНО БУШЕЊЕ И ГЛОДАЊЕ НАВОЈА	
Q335 = 10	НОМИНАЛНИ ПРЕЧНИК ОТВОРА
Q253 = 500	ПОСМАК ПРИЛАЖЕЊА И ОДМИЦАЊА АЛАТА
Q351 = +1	СМЕР ГЛОДАЊА
Q358 = +0	ДУБИНА ЧЕОНОГ УПУШТАЊА
Q359 = +0	БОЧНО ОДСТОЈАЊЕ
Q360 = 0	УПУШТАЊЕ 0 – пре урезивања навој, 1 – после урезивања навоја
Q200 = 2	СИГУРНОСНО РАСТОЈАЊЕ
Q203 = +30	РАДНА ПОВРШИНА КОМАДА
Q204 = 50	2. СИГУРНОСНО ОДСТОЈАЊЕ
Q254 = 150	ПОСМАК ЗА УПУШТАЊЕ
Q207 = 300	ПОСМАК ГЛОДАЊА НАВОЈА

Глодање спољног навоја (ЦИКЛУС267)

1. TNC у брзом ходу позиционира алат на постављено одстојање (Q200).

Упуштање чела

2. Алат се позиционира програмираним посмаком (Q253) на почетну површину руба осовине (Q335) у почетну тачку упуштања. Почетна површина

Зависи од величине навоја, величине алата и корака навоја.

3. Алат се креће посмаком позиционирања до дубине упуштања.

4. Позиционирање је без компензације алата, из центра по луку до размака од чела и тада следи кружну путању посмаком упуштања.

5. По завршетку, алат се крећепо луку до почетне позиције.

Глодање навоја

6. TNC позиционира алат у стартну позицију (ако није било претходног упуштања) на почетну равнину.

Стартна позиција глодања = стартна позиција упуштања

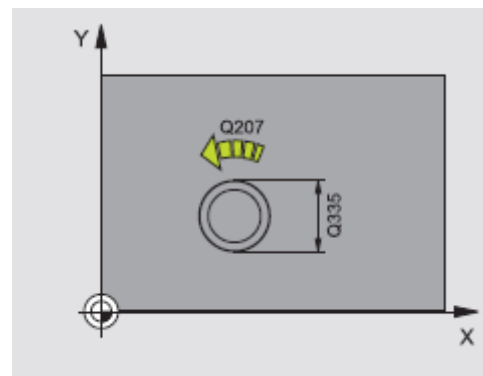
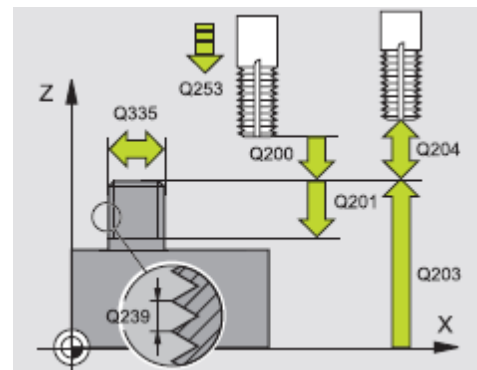
7. Алат се посмаком за позиционирање (Q253) до почетне равни навоја. Почетна раван се одређује према кораку навоја и смеру глодања и броју навоја по кораку.

8. Алат тада прилази осовини навоја тангенцијално спиралним улазом и глође навој.

9. Зависно од параметара за број навоја алат глође навој одједном у неколико подељених пролаза или у једном пролазу.

10. Алат се тада тангенцијално одмиче од контуре и враћа на стартну позицију у почету раван.

11. Алат се потом враћа у брзом ходу на одстојање. Ако је програмирано и на друго одстојање (Q204) одлази у брзом ходу.



CYCL DEF 267 СПОЉАШЊЕ ГЛОДАЊЕ НАВОЈА	
Q335 = 10	НОМИНАЛНИ ПРЕЧНИК НАВОЈА
Q239 = +1.5	КОРАК НАВОЈА
Q201 = -16	КОНАЧНА ДУБИНА
Q355 = 0	БРОЈ НАВОЈА ПО КОРАКУ
Q253 = 500 ;	ПОСМАК ПРИЛАЖЕЊА И ОДМИЦАЊА АЛАТА
Q200 = 2 ;	СИГУРНОСНО РАСТОЈАЊЕ
Q358 = +0	ДУБИНА ЧЕОНОГ УПУШТАЊА
Q359 = +0	БОЧНО ОДСТОЈАЊЕ
Q203 = +30	РАДНА ПОВРШИНА КОМАДА
Q204 = 50	2. СИГУРНОСНО ОДСТОЈАЊЕ
Q254 = 150	ПОСМАК ЗА УПУШТАЊЕ
Q207 = 300	ПОСМАК ГЛОДАЊА

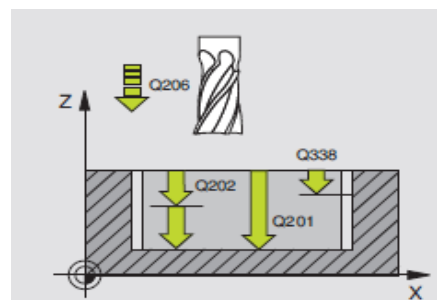
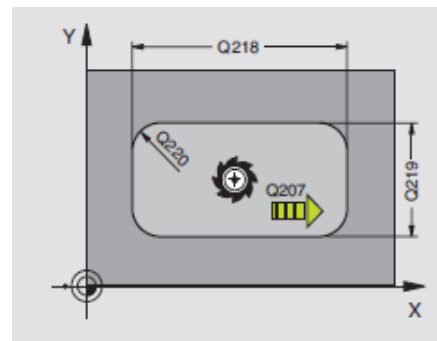
4.8.4 Циклуси за глодање цепова, острва, жлебова

ЦИКЛУС	ТАСТЕР
ГЛОДАЊЕ ПРАВОУГЛОГ ЦЕПА	251 
ГЛОДАЊЕ ОКРУГЛОГ ЦЕПА	252 
ГЛОДАЊЕ ЖЛЕБОВА	253 
ГЛОДАЊЕ КРУЖНИХ ЖЛЕБОВА	254 
ГЛОДАЊЕ ПРАВОУГЛИХ ОСТРВА	256 
ГЛОДАЊЕ ОКРУГЛИХ ОСТРВА	257 

4.8.5 Примери циклуса

Глодање правоуглог цепа

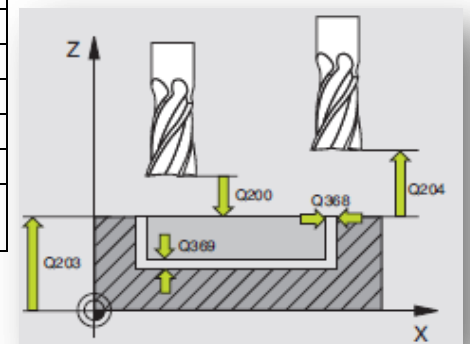
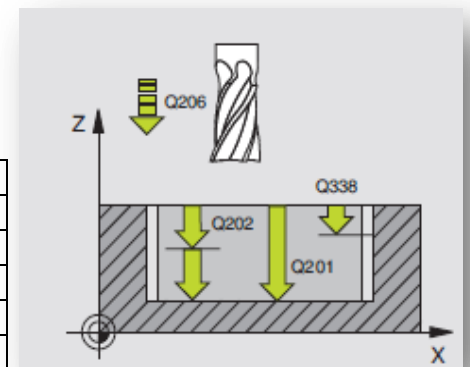
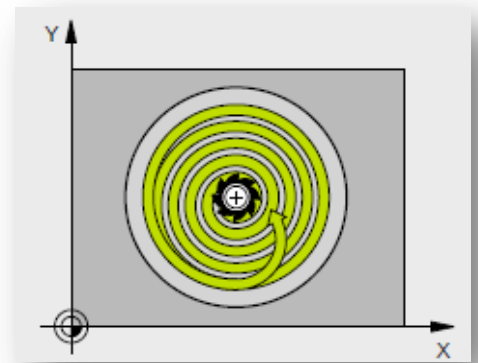
1. Алат долази у стартну (почетну) позицију (центар цепа) на постављено одстојање.
2. Од центра цепа алат се креће до радне површине у стартну позицију глодања. TNC обрађује цеп изнутра ка споља узимајући у обзир фактор преклапања глодала (**Q370**) додатке за завршну обраду (**Q368**) и (**Q369**).
3. На крају завршног пролаза глодала, TNC алат се тангенцијално одмакне од зида цепа и помери на сигурносно растојање за вредност помака у дубину (**Q202**) и брзим ходом се враћа у стартну позицију (центар цепа).
4. Процес се понавља док се не достигне дефинисана дубина цепа.
5. Након тога се алат подиже на дефинисано одстојање, ако је програмирано друго одстојање алат се у брзом ходу подиже и позиционира у стартну позицију.



CYCL DEF 251 ПРАВОУГЛИ ЦЕП	
Q215 = 1	ВРСТА МАШИСКЕ ОБРАДЕ: (0/1/2)
Q218 = +60	1. ДУЖИНА СТРАНЕ
Q219 = +20	2. ДУЖИНА СТРАНЕ
Q220 = +6	РАДИЈУС УГЛА
Q368 = +0.2	ДОДАТАК ЗА ФИНУ ОБРАДУ ПО СТРАНИ
Q224 = +0	УГАО РОТАЦИЈЕ ЦЕПА
Q367 = +0	ПОЛОЖАЈ ЦЕПА
Q207 = +500	ПОСМАК ГОДАЊА
Q351 = +1	ВРСТА ГЛОДАЊА +1 ИСТОСМЕРНО -1 СУПРОТНОСМЕРНО
Q201 = -50	КОНАЧНА ДУБИНА ЦЕПА
Q202 = +1	ДУБИНА ПОМАКА
Q369 = +0.2	ДОДАТАК ЗА ФИНУ ОБРАДУ ЗА ДНО
Q206 = +500	ПОСМАК УЛАСКА ГЛОДАЛА У ДУБИНУ
Q338 = +5	ПОМАК У ДУБИНУ КОД ЗАВРШНЕ ОБРАДЕ
Q200 = +2	СИГУРНОСНО РАСТОЈАЊЕ
Q203 = +0	РАДНА ПОВРШИНА КОМАДА
Q204 = +50	2. СИГУРНОСНО РАСТОЈАЊЕ
Q370 = +1	ФАКТОР ПРЕКЛАПАЊА ГЛОДАЛА
Q366 = +1	СТРАТЕГИЈА УЛАСКА ГЛОДАЛА
0 = вертикално потапање	
1 = потапање пужном формом	
2 = осцилаторно потапање	
Q385 = +1000	ПОСМАК ГЛОДАЊА ЗА ФИНУ ОБРАДУ

Глодање округлог цепа

1. Алат улази у обрадак на стартној позицији (центру цепа) до прве дубине глодања, која је одређена параметром (Q366).
2. Након тога алат следи спиралну кривуљу и шири џеп од средине ка споља узимајући у обзир фактор преклапања глодала (Q370) додатке за завршну обраду (Q 368) и (Q369).
3. На крају завршног пролаза глодала, TNC алат се тангенцијално одмакне од зида цепа и помери на сигурносно растојање за вредност помака у дубину (Q202) и брзим ходом се враћа у стартну позицију (центар цепа).
4. Процес се понавља док се не достигне задана дубина цепа.
5. На крају циклуса алат се враћа у стартну(почетну)позицију



CYCL DEF 252 ОКРУГЛИ ЦЕП	
Q215=0	ВРСТА МАШИНСКА ОПЕРАЦИЈЕ
Q223=60	ПРЕЧНИК КРУГА
Q368=0.2	ДОДАТАК ПО СТРАНИ ЗА ЗАВРШНУ ОБРАДУ
Q207=500	ПОСМАК ГЛОДАЊА
Q351=+1	ИСТОСМЕРНО-СУПРОТНОСМЕРНО ГЛОДАЊЕ
Q201=-20	КОНАЧНА ДУБИНА ЦЕПА
Q202=5	ПОМАК У ДУБИНУ
Q369=0.1	ДОДАТАК ЗА ЗАВРШНУ ОБРАДУ ЗА ДНО
Q206=150	ПОСМАК УЛАСКА ГЛОДАЛА У КОМАД
Q338=5	ПОМАК У ДУБИНУ КОД ЗАВРШНЕ ОБРАДЕ
Q200=2	СИГУРНОСНО РАСТОЈАЊЕ
Q203=+0	РАДНА ПОВРШИНА КОМАДА
Q204=50	2. СИГУРНОСНО РАСТОЈАЊЕ
Q370=1	ФАКТОР ПРЕКЛАПАЊА ГЛОДАЛА
Q366=1	СТРАТЕГИЈА УЛАСКА ГЛОДАЛА
Q385=500	ПОСМАК ГЛОДАЊА КОД ЗАВРШНЕ ОБРАДЕ

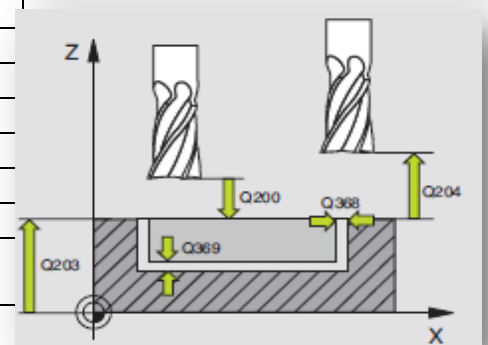
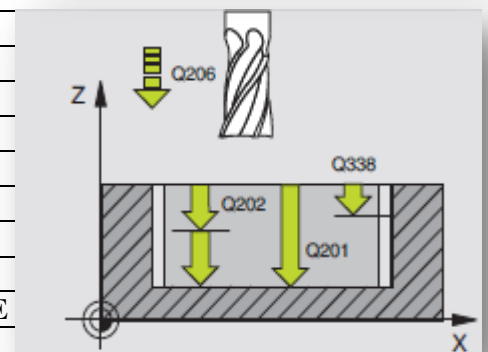
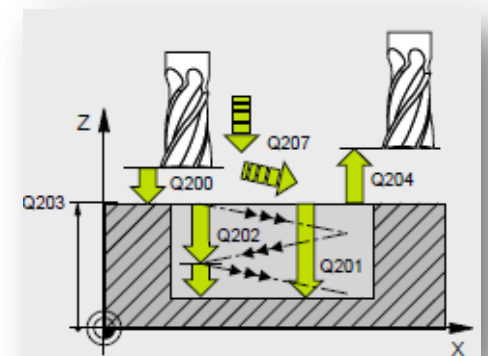
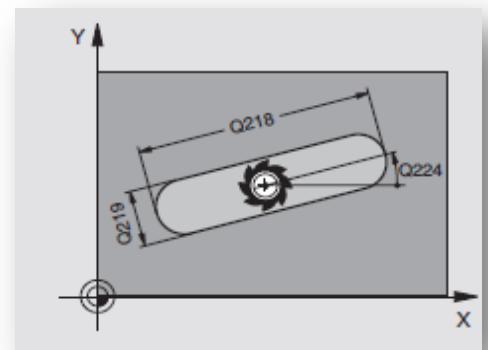
Глодање жлебова

Груба обрада

1. TNC позиционира алат унутар контуре жлеба – на центру левог заобљења на дефинисаном одстојању.
2. Алат се радним посмаком прслони на радну површину. Наставља праволинијски према десном центру заобљења до прве дубине глодања која је одређена параметром (глође на косо).
3. Након тога алат се креће у супротном правцу до левог центра заобљења за следећи корак глодања. Ово се понавља док се не достигне задата дубина жлеба.

Фина обрада

5. Алат се креће од центра жлеба тангенцијално на контуру. Затим следи фино глодање контуре у више пролаза док не досегне задату дубину жлеба.
6. На крају циклуса алат се тангенцијално креће до центра жлеба.
7. У центар иде у брзом ходу до постављеног одстојања. Ако је програмирано друго одстојање алат се у брзом ходу подиже и позиционира у центру.



CYCL DEF 253 ГЛОДАЊЕ ЖЛЕБА	
Q215=0	ВРСТА МАШИНКЕ ОПЕРАЦИЈЕ
Q218=80	ДУЖИНА ЖЛЕБА
Q219=12	ШИРИНА ЖЛЕБА
Q368=0.2	ДОДАТАК ЗА ФИНУ ОБРАДУ ПО СТРАНИ
Q224=+0	УГАО РОТАЦИЈЕ ЖЛЕБА
Q367=0	ПОЗИЦИЈА ЖЛЕБА
Q207=500	ПОСМАК ГЛОДАЊА
Q351=+1	ИСТОСМЕРНО-СУПРОТНОСМЕРНО ГЛОДАЊЕ
Q201=-20	КОНАЧНА ДУБИНА ЖЛЕБА
Q202=5	ПОМАК У ДУБИНУ
Q369=0.1	ДОДАТАК ЗА ФИНУ ОБРАДУ ЗА ДНО
Q206=150	ПОСМАК УЛАСКА ГЛОДАЛА У КОМАД
Q338=5	ПОМАК У ДУБИНУ ЗА ФИНУ ОБРАДУ
Q200=2	СИГУРНОСНО РАСТОЈАЊЕ
Q203=+0	РАДНА ПОВРШИНА КОМАДА
Q204=50	2. СИГУРНОСНО РАСТОЈАЊЕ
Q366=1	СТРАТЕГИЈА УЛАСКА ГЛОДАЛА
Q385=500	ПОСМАК ГЛОДАЊА ЗА ФИНУ ОБРАДУ

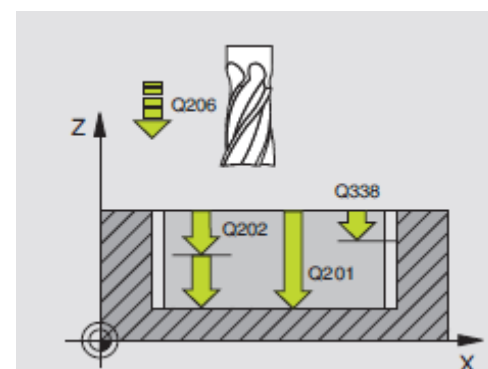
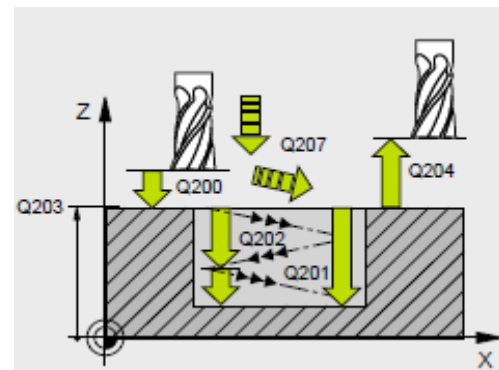
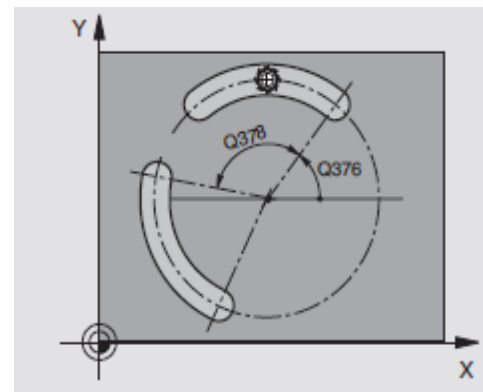
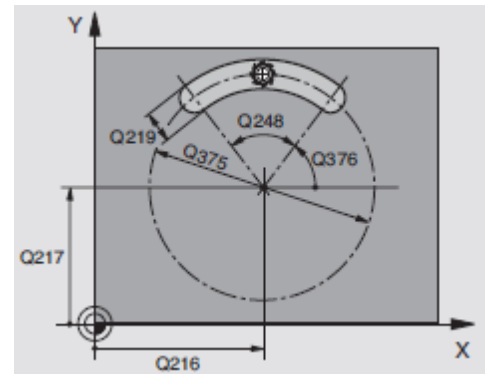
Глодање кружних жлебова

Груба обрада

1. TNC позиционира алат унутар контуре жлеба
– на центру левог заобљења на дефинисаном одстојању.
- 2 TNC обрађује цеп изнутра ка споља узимајући у обзир фактор додатке за завршну обраду (**Q 368**) и (**Q369**).
Ово се понавља док се не достигне задата дубина жлеба.
Алат увек мора улазити верилкално (**Q366=0**) јер није могуће дефинисати угао уласка глодала.

Фина обрада

4. Алат се креће од центра жлеба тангенцијално на контуру. Затим следи fino глодање, ако је остављен додатак за фина обраду TNC прво заврши зидове у више пролаза ако је тако дефинисано, а затим заврши дно од изнутра ка споља.
5. На крају циклуса алат се тангенцијално креће до центра жлеба.
6. Од центра иде у брзом ходу до постављеног одстојања. Ако је програмирано друго одстојање алат се у брзом ходу подиже и позиционира у центру.



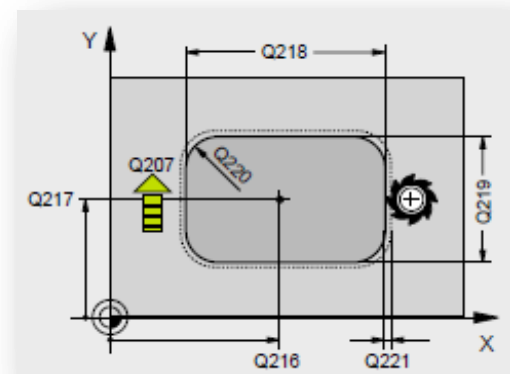
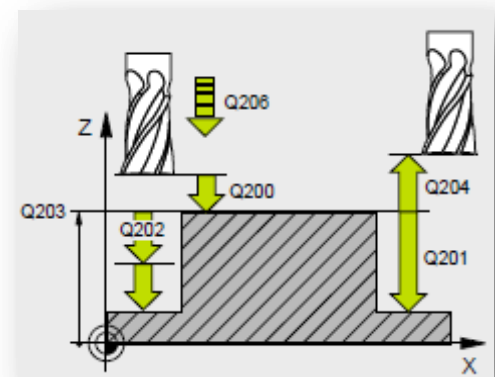
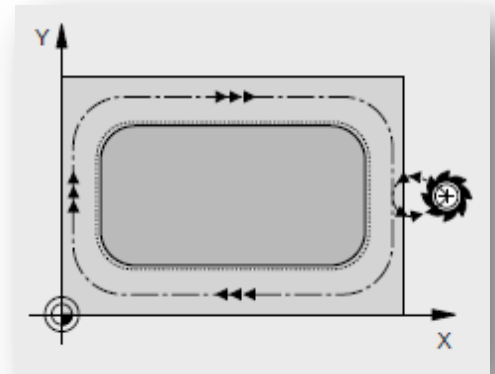
CYCL DEF 254 КРУЖНИ ЖЛЕБ	
Q215=0	ВРСТА МАШИНСКЕ ОПЕРАЦИЈЕ
Q219=12	ШИРИНА ЖЛЕБА
Q368=0.2	ДОДАТАК ЗА ФИНУ ОБРАДУ ПО СТРАНИ
Q375=80	ПРЕЧНИК КРУГА
Q367=0	ПОЛОЖАЈ ЖЛЕБА
Q216=+50	ЦЕНТАР 1. ОСЕ ПО Х ОСИ
Q217=+50	ЦЕНТАР 2. ОСЕ ПО У ОСИ
Q376=+45	ПОЧЕТНИ УГАО
Q248=90	УГАОНА ДУЖИНА ЖЛЕБА
Q378=0	КОРАК УГЛА
Q377=1	БРОЈ ПОНАВЉАЊА
Q207=500	ПОСМАК ЗА ГЛОДАЊЕ ЖЛЕБА
Q351=+1	ИСТОСМЕРНО-СУПРОТНОСМЕРНО ГЛОДАЊЕ
Q201=-20	КОНАЧНА ДУБИНА ЖЛЕБА
Q202=5	ПОМАК У ДУБИНУ
Q369=0.	ДОДАТАК ЗА ДНО ЗА ФИНУ ОБРАДУ
Q206=150	ПОСМАК УЛАСКА ГЛОДАЛА У КОМАД
Q338=5	ПОМАК У ДУБИНУ ЗА ФИНУ ОБРАДУ
Q200=2	СИГУРНОСНО РАСТОЈАЊЕ
Q203=+0	РАДНА ПОВРШИНА РАДНОГ КОМАДА
Q204=50	2. СИГУРНОСНО РАСТОЈАЊЕ
Q366=1	ПОМАК У ДУБИНУ
Q385=500	ПОСМАК ГЛОДАЊА ЗА ФИНУ ОБРАДУ

Глодање правоуглих острва

1. Алат долази у стартну (почетну) позицију на постављеном одстојању.
2. Од центра острва алат се креће до радне површине у стартну позицију глодања. Стартна позиција се налази десно од острва удаљена за прилаз 3.5 радијуса алата.
3. Алат се спушта дефинисаним посмаком спуштања глодала до прве дубине глодања.
4. Алат се одмиче од контуре тангенцијалном путањом и враћа у стартну позицију глодања прве дубине.
6. Процес од 3 до 4 се понавља док се не достигне задата дубина острва.
7. Након тога се алат подиже на дефинисано одстојање, ако је програмирано друго одстојање алат се у брзом ходу подиже и позиционира у центру острва.

Почетна позиција=завршној поизицији

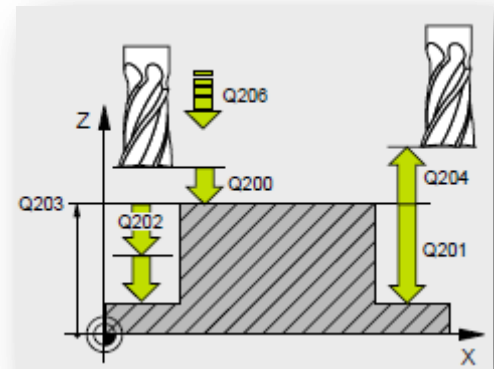
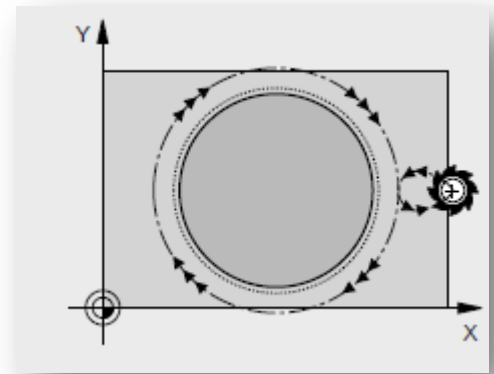
CYCL DEF 213 ГЛОДАЊЕ ПРАВОУГЛОГ ОСТРВА	
Q200=2	СИГУРНОСНО РАСТОЈАЊЕ
Q201=-20	КОНАЧНА ДУБИНА ОСТРВА
Q206=150	ПОСМАК УЛАСКА ГЛОДАЛА У КОМАД
Q202=5	ПОМАК У ДУБИНУ
Q207=500	ПОСМАК ЗА ГЛОДАЊЕ
Q203=+30	РАДНА ПОВРШИНА РАДНОГ КОМАДА
Q204=50	2 СИГУРНОСНО РАСТОЈАЊЕ
Q216=+50	ЦЕНТАР 1 ОСЕ ПО Х ОСИ
Q217=+50	ЦЕНТАР ПО 2 ОСИ Y ОСИ
Q218=80	ДУЖИНА ПРВЕ СТРАНЕ
Q219=60	ДУЖИНА ДРУГЕ СТРАНЕ
Q220=5	РАДИЈУС УГЛА



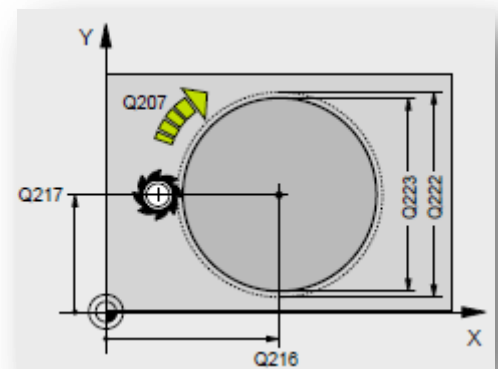
Глодање округлих острва

1. Алат долази у стартну (почетну) позицију на постављеном одстојању.
2. Од центра острва алат се креће до радне површине у стартну позицију глодања. Стартна позиција се налази десно од острва удаљена за прилаз 3.5 радијуса алата.
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 острва.
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 висина острва.
7. Након тога се алат подиже на дефинисано одстојање, ако је програмирано друго одстојање алат се у брзом ходу подиже и позиционира у центру острва.

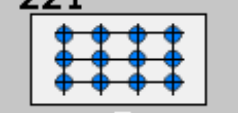
Почетна позиција = завршна позиција.



CYCL DEF 215 ГЛОДАЊЕ ОКРУГЛОГ ОСТРВА	
Q200=2	СИГУРНОСНО РАСТОЈАЊЕ
Q201=-20	КОНАЧНА ДУБИНА ОСТРВА
Q206=150	ПОСМАК УЛАСКА ГЛОДАЛА У КОМАД
Q202=5	ПОМАК У ДУБИНУ
Q207=500	ПОСМАК ГЛОДАЊА
Q203=+30	РАДНА ПОВРШИНА РАДНОГ КОМАДА
Q204=50	2 СИГУРНОСНО РАСТОЈАЊЕ
Q216=+50	ЦЕНТАР 1 ОСЕ ПО Х ОСИ
Q217=+50	ЦЕНТАР ПО 2 ОСИ У ОСИ
Q222= 81	ПРЕЧНИК ПРИПРЕМКА
Q223= 80	КОНАЧНИ ПРЕЧНИК ОСТРВА



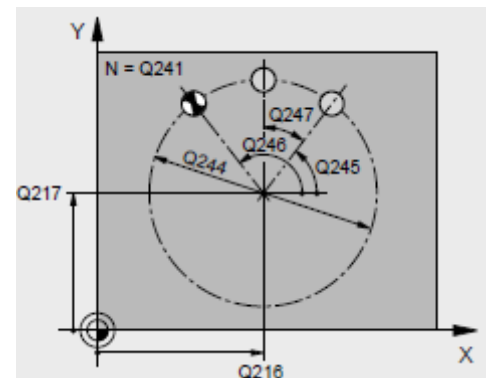
4.8.6 Тачкасти шаблони

ЦИКЛУС	ТАСТЕР
ТАЧКАСТИ ШАБЛОН НА КРУЖНИЦИ	
ТАЧКАСТИ ШАБЛОН НА ЛИНИЈИ	

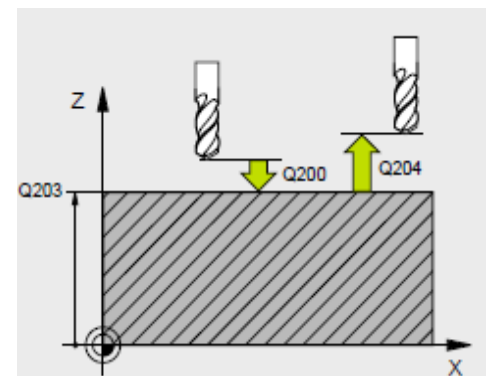
4.8.7 Примери циклуса

Тачкасти шаблон на кружници

1. У брзом ходу Heidenhein TNC води алат из тренутне позиције у почетну позицију за прву машинску операцију.
2. Из ове позиције Heidenhein TNC ће изградити задње дефинисани циклус.
3. Алат се затим враћа у почетну позицију следеће операције.
4. Поступак се понавља док се не изврше све машинске операције.



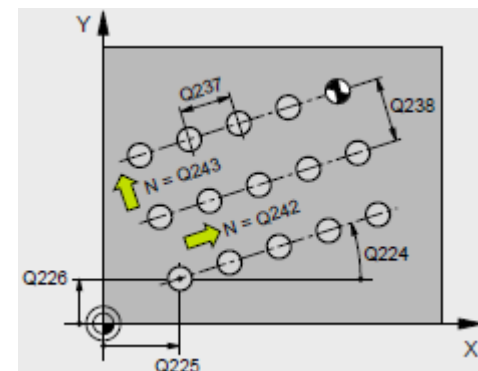
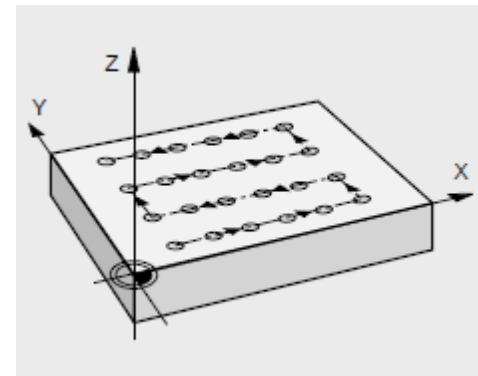
CYCL DEF 220 ШАБЛОН НА КРУЖНИЦИ	
Q216=+50	ЦЕНТАР 1 ОСЕ ПО Х ОСИ
Q217=+50	ЦЕНТАР ПО 2 ОСИ У ОСИ
Q244=80	ПРЕЧНИК КРУЖНИЦЕ
Q245=+0	ПОЧЕТНИ УГАО
Q246=+360	ЗАВРШНИ УГАО
Q247=+0	УГАО КОРАКА
Q241=8	БРОЈ ПОНАВЉАЊА
Q200=2	СИГУРНОСНО РАСТОЈАЊЕ
Q203=+30	РАДНА ПОВРШИНА РАДНОГ КОМАДА
Q204=50	2 СИГУРНОСНО РАСТОЈАЊЕ
Q301=1	ПОЗИЦИОНИРАЊЕ НА СИГУРНОСНО ОДСТЈАЊЕ



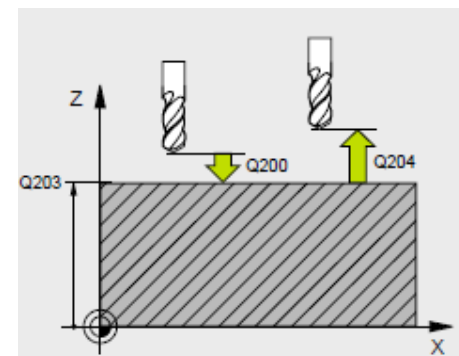
ОВИ ШАБЛОНИ СЕ МОГУ КОРИСТИТИ У КОМБИНАЦИЈИ СА ЦИКЛУСИМА БУШЕЊА, ГЛОДАЊА ЦЕПОВА.....

Тачкасти шаблон на линији

1. У брзом ходу Heidenhein TNC води алат из тренутне позиције у почетну позицију за прву машинску операцију.
2. Из ове позиције Heidenhein TNC ће изградити задње дефинисани циклус.
3. Алат се затим враћа у почетну позицију следеће операције.
4. Поступак се понавља док се не изврше све машинске операције
5. Алат се помакне до задње позиције другог реда где обави обраду.
6. Од ове позиције алат креће према првој позицији обављајући обраду у супротном правцу.
7. Процес се понавља док се не израде све операције у другом реду.
8. Тада алат иде у почетну позицију следећег реда.
9. Сваки следећи ред се обавља у супротносмерном кретању.



CYCL DEF 221 CARTESIAN PATTRN	
Q225=+15	СТАРТНА ТАЧКА 1 ОСЕ ПО Х ОСИ
Q226=+15	СТАРТНА ТАЧКА ПО 2 ОСИ Y ОСИ
Q237=+10	РАЗМАК ИЗМЕЂУ ОБРАДА ПО 1 ОСИ
Q238=+8	РАЗМАК ИЗМЕЂУ ОБРАДА ПО 2 ОСИ
Q242=6	БРОЈ КОЛОНА
Q243=4	БРОЈ РЕДОВА
Q224=+15	УГАО РОТАЦИЈЕ
Q200=2	СИГУРНОСНО РАСТОЈАЊЕ
Q203=+30	РАДНА ПОВРШИНА РАДНОГ КОМАДА
Q204=50	2 СИГУРНОСНО РАСТОЈАЊЕ
Q301=1	ПОЗИЦ. НА СИГУРНОСНО ОДСТЈАЊЕ



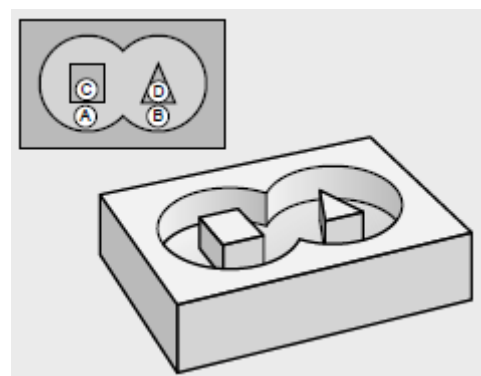
4.8.8 SL – Циклуси

ЦИКЛУС	ТАСТЕР
SL-ЦИКЛУСИ Циклуси за комплексне контуре	SL II

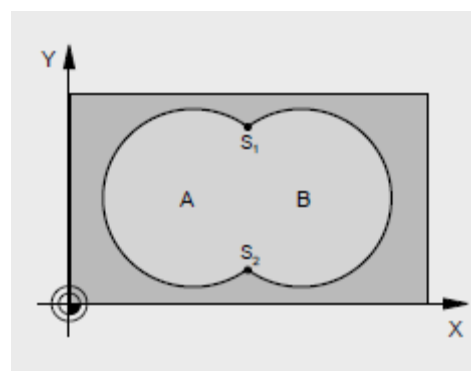
14 LBL 1...N	20 CONTOUR DATA	21 	22 	23 	24
------------------------	------------------------------	---------------	---------------	---------------	---------------

SL-циклуси су погодни када се контура састоји из више склопљених делова контуре (максимално 12 острва или џепова) Делови контуре се дефинишу у подпрограмирама.

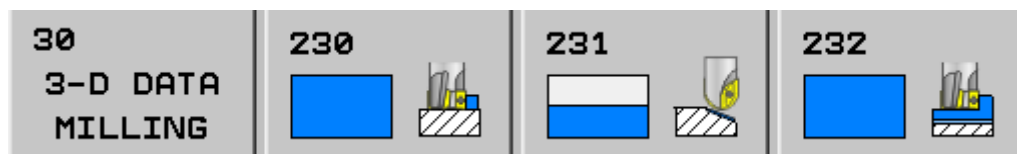
- Код иреза контура је у унутрашњости, а код острва је изван!
- Прилази ка контури и удаљавање алата од контуре као и помак у осу алата, не могу се програмирати!
- У циклусу 14 КОНТУРА, кад год се задају наведени делови контура, оне морају бити задате као затворене контуре.
- Меморисање Сл-циклуса је ограничено. Тако се у једном СЛ-циклусу може програмирати око 2048 нпр права-реченица.



4 CYCL DEF 14.0 KONTURA
5 CYCL DEF 14.1 NAZIV KONTURE
...
36 L Z+200 R0 FMAX M2
37 LBL1
38 L X+0 Y+10
39 L X+20 Y+10
40 CC X+50 Y+50
...
45 LBL0
46 LBL2



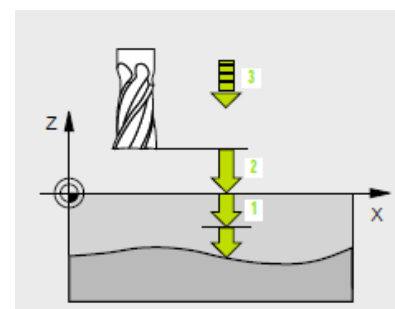
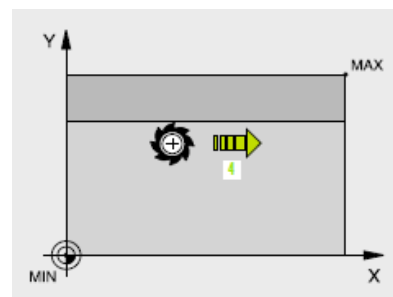
4.8.9 Циклуси за глодање са више пролаза



3D-ПОДАЦИ ГЛОДАЊА

За овај циклус потребно је глодало са закошеним зубом на средини

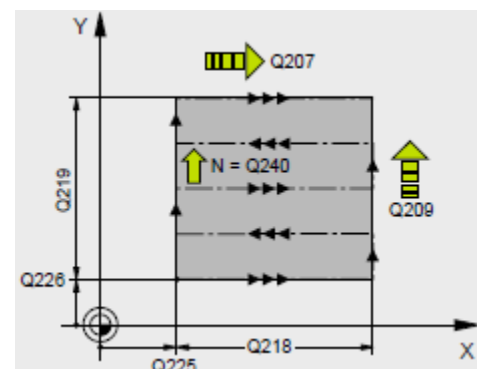
➤ CYCL DEF: 230 3D подаци глодања
➤ PGM-НАЗИВ ДИГИТАЛНИХ ПОДАТАКА
➤ MIN-ТАЧКА ПОДРУЧЈА
➤ MAX_ТАЧКА ПОДРУЧЈА
➤ СИГУРНОСНО РАСТОЈАЊЕ 1
➤ ПОМАК У ДУБИНУ 2
➤ ПОМЕРАЊЕ ПОМАК АУ ДУБИНУ 3
➤ ПОСМАК
➤ ДОДАТНА М ФУНКЦИЈА



Чеоно глодање

TNC позиционира алат – на крају актуелне позиције – сасвим близу равни која се обрађује и закључно до осе алата у стартној тачки. Алат позиционирати тако да не дође до колизије са радним комадом или са средствима за стезање.

CYCL DEF 232ГЛОДАЊЕ САВИШЕ ПРОЛАЗА
Q225=+10 ПОЧЕТНА ТАЧКА 1 ОСЕ X
Q226=+12 ПОЧЕТНА ТАЧКА 2 ОСЕ Y
Q227=+2.5 СТАРТНА ТАЧКА 3 ОСЕ Z
Q218=150 ДУЖИНА ПРВЕ СТРАНЕ
Q219=75 ДУЖИНА ДРУГЕ СТРАНЕ
Q240=25 БРОЈ ПРОЛАЗА
Q206=150 ПОСМАК УЛАСКА ГЛОДАЛА У КОМАД
Q207=500 ПОСМАК ГЛОДАЊА
Q209=200 ФАКТОР ПРЕКЛАПАЊА ГЛОДАЛА



4.9 Програмирање контурног кретања алата

ФУНКЦИЈА	ТАСТЕР	КРЕТАЊЕ АЛАТА	ДОДАТНИ УНОС
L ЛИНИЈА		ПРАВОЛИНИЈСКО КРЕТАЊЕ	КОРДИНАТЕ КРАЈЊЕ ТАЧКЕ ПРАВЦА
CHF ЗАКОШЕЊЕ		ЗАКОШЕЊЕ ИЗМЕЂУ ДВЕ ПРАВЕ	ДУЖИНА ЗАКОШЕЊА
RND ЗАОБЉЕЊЕ		КРУЖНИ ЛУК СА ТАНГЕНЦИЈАЛНИМ СПОЈЕМ ДВЕ ЛИНИЈЕ	КОРДИНАТЕ КРАЈЊЕ ТАЧКЕ ЛУКА
CC ЦЕНТАР КРУЖНИЦЕ		КОРДИНАТА ЦЕНТРА КРУЖНИЦЕ НЕМА КРЕТАЊА АЛАТА	КОРДИНАТЕ ЦЕНТРА КРУЖНИЦЕ ИЛИ ПОЛА
C КРУЖНИ ЛУК		КРУЖНИ ЛУК ОКО ЦЕНТРА ДО КРАЈЊЕ ТАЧКЕ ЛУКА	КОРДИНАТЕ КРАЈЊЕ ТАЧКЕ ЛУКА И СМЕР РОТАЦИЈЕ
CR ЛУК СА РАДИЈУСОМ		КРУЖНИ ЛУК СА РАДИЈУСОМ	КОРДИНАТЕ КРАЈЊЕ ТАЧКЕ ЛУКА РАДИЈУС И СМЕР РОТАЦИЈЕ
CT ЛУК СА ТАНГЕНТОМ		КРУЖНИ ЛУК СА ТАНГЕНЦИЈАЛНИМ СПАЈАЊЕМ НА КОНТУРУ	КОРДИНАТЕ КРАЈЊЕ ТАЧКЕ ЛУКА
FK СЛОБОДНА КОНТУРА		СЛОБОДНА ЛИНИЈА ИЛИ КРУЖНИ ЛУК	МОГУЋЕ ЈЕ УНЕТИ ВИШЕ ПОДАТАКА

Правец L

TNC помера алат по правцу из тренутне позиције Према крајњој тачки. Почетна позиција је завршна позиција предходног блока.

Изглед наредбе **L**

- координате крајње тачке праволинијског кретања

Унети и друге вредности ако је потребно:

- Компезација радијуса **RL / RR / R0**

- Посмак **F**

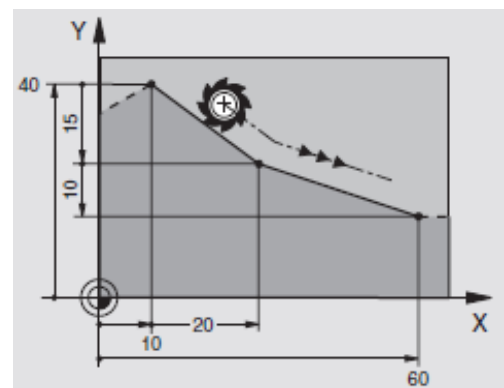
- М наредбе **M**

Пример

10 L X+10 Y+40 RL F200 M3 ; Праволинијски на позицију **X10, Y40**, лева компезација радијуса алата. Алат се креће посмаком **F 200 mm/min** у смеру казаљке на сату.

11 L IX+20 IY-15 ; праволинијски на позицију задато инкременталним координатама.

12 L X+60 IY-10 ; праволинијски на позицију задато апсолутном и инкременталном координатом.





Закошење CHF између две праве

Закошење омогућује уклањање врхова на месту где се спајају две праве.

- У блоковим пре и после **CHF** блока програмирају се обе координате равни у којој ће се извршити закошење
 - Компензација радијуса алата пре и после **CHF** блока мора бити иста
- Изглед наредбе **CHF**

- Дужина странице закошења
- Унети и друге вредности ако је потребно:
- Посмак **F**

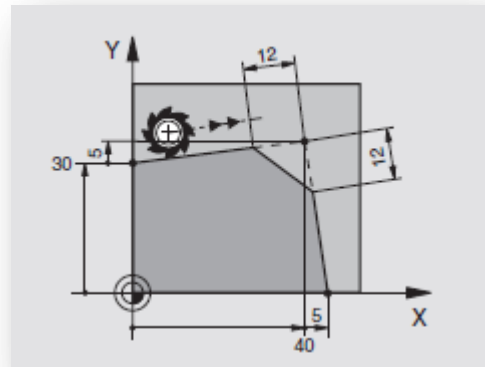
Пример:

7 L X+0 Y+30 RL F300 M3 ; Праволинијски на позицију X0, Y30, лева компензација радијуса алата, алат се креће посмаком **F 200 mm/min** у смеру казаљке на сату.

8 L X+40 IY+5 ; праволинијски на позицију задато апсолутном и инкременталном координатом.

9 CHF 12 F250 ; Закошење од 12 mm по обе осе

10 L IX+5 Y+0 ; праволинијски на позицију задато апсолутном и инкременталном координатом.



Заобљење RND између две праве



Функција **RND** се користи за заобљење врхова углова.

Алат се креће по кружном луку који је смештен тангенцијално на оба правца (долазног и следећег контурног елемента).

Изглед наредбе **RND**

- Радијус заобљења

Унети друге вредности ако је потребно:

- Посмак **F**

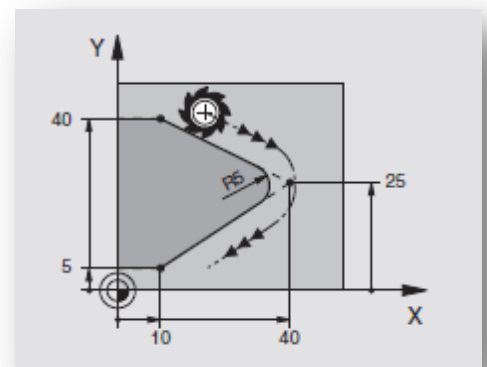
Пример:

7 L X+10 Y40 RL F300 M3 ; праволинијски на задату позицију X10, Y40, лева компензација радијуса алата. Дефинисан је посмак **F 200 mm/min**, алат се креће у смеру казаљке на сату.

8 L X+40 Y+25 ; праволинијски на задату позицију.

9 RND R5 F100 ; заобљење од 5 mm, дефинисан је посмак **CAMO** за овај блок.

10 L X+10 Y+5 ; праволинијски на задату позицију.



Центар кружнице



Одређивање центра кружнице **CC** за кружна Кретања која се програмирају **C** (кружни лук) је на следећи начин:

- за дефинисање центра кружнице користе се:

Картезијеве (правоугле) координате

- употреба центра кружнице је одређена

Предходним блоком

- Координате **CC**

Изглед наредбе **CC**:

- Координате **CC** – уносом координата центра кружнице **5 CC X+25 Y+25** ; центар кружнице је на позицији **X25 Y25** ил

- Коришћењем задње позиције за центар кружнице

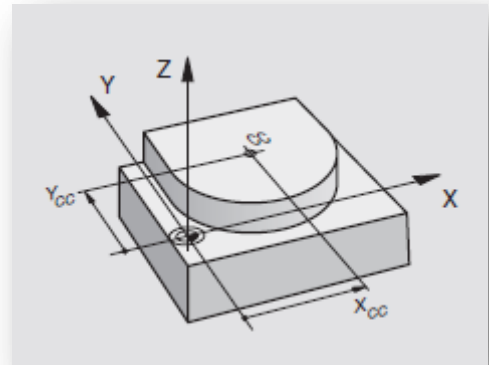
15 X+25 Y+25 ; pozicija **X25 Y25**

16 CC ; користи задњу позицију **X25 Y25** за центар кружнице

Трајање наредбе **CC**

Постављени центар кружнице остаје активан све док се не дефинише нови центар.

Такође је могуће дефинисати центар кружнице секундарним координатама **U, V, W**.



Лук **C**



Пре програмирања кружног кретања потребно је дефинисати центар кружнице **CC**.

Задња програмирана позиција пре блока **C** је почетна (старт **S**) позиција кружног кретања.

Изглед наредбе **C**

- довести алат до почетне тачке кружног кретања **C**

- дефинисати координате центра кружнице **CC**

- одредити крајње тачке кружног кретања

- дати смер ротације **DR+**

Унети друге вредности ако је потребно:

- Посмак **F**

- **M** наредбе

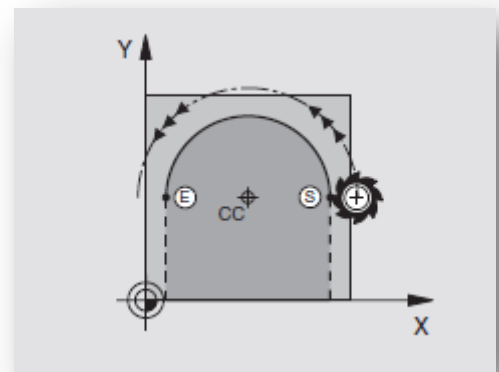
Пун круг – програмирати исте координате за крајњу тачку **E**, које су задате као почетна тачка **C**.

Пример:

22 CC X+25 Y+25 ; Центар кружнице на позицији **X25 Y25**

23 L X+45 Y+25 RR F200 M3; праволинијски на позицију **X10, Y40**, десна компезација радијуса алата, дефинисан посмак **F200 mm/min** алат се креће у смеру казаљке на сату.

24 C X+25 Y+25 DR+ ; пун круг, алат се креће по кружности у смеру супротном смеру казаљке на сату.



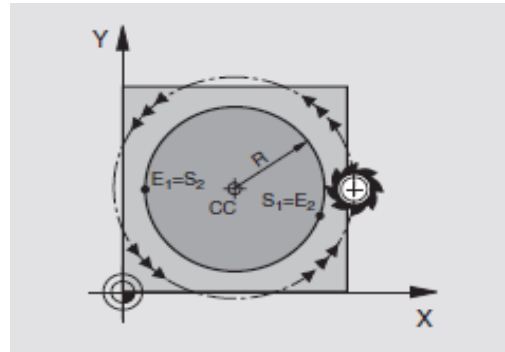
Лук са радијусом CR



Алат се Креће по кружности радијуса **R**

Изглед наредбе **CR**

- довести алат у почетну тачку **S**
- одредити крајњу тачку кружног лука **E (END)**
- одредити радијус **R**- Математички предзнак радијуса одређује меру кружног лука
- одредити смер ротације **DR** - Математички предзнак смера ротације кретања алата одређује да ли је лук конкаван (кретање алата у смеру казаљке сата – **CW** или конвексан (кретање алата у смеру обрнутом од кретања казаљке сата – **CCW**). Унети друге вредности ако је потребно:
- Посмак **Φ**
- **M** наредбе



Пун круг – програмирати с два ЦР блока један за другим.

Кордината за крајњу тачку **E1**, је почетна тачка **S2**, док је координата за крајњу тачку **E2**,

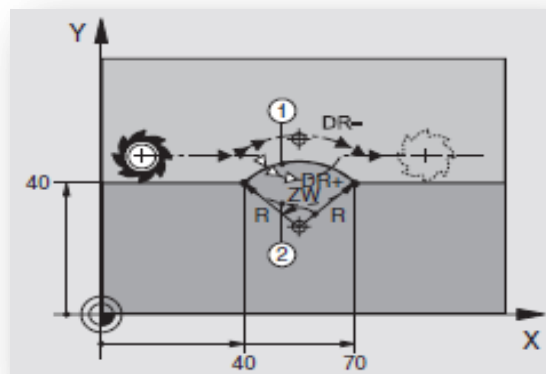
је почетна тачка **S1**.

Пример 1:

55 L X+40 Y+40 RL F200 M3; праволинијки на позицију X40 Y40, лева компензација радијуса алата, дефинисан је помак посмак, алат се ротира у смеру казаљке на сату

56 RX+70 Y+40 R+20 DR- ; кретање алата по луку кружности радијуса 20 мм, у смеру казаљке на сату, на слици је путања ознaчена бројем **1**

или



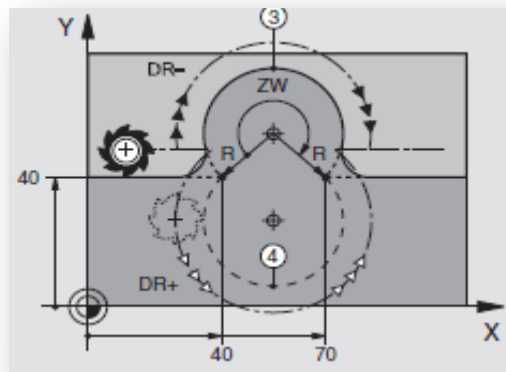
56 R X+70 Y+40 R+20 DR+ ; кретање алата по луку кружности радијуса 20 мм, у смеру обрнутом од казаљке на сату , на слици је путања ознaчена бројем **2**

Пример 2:

55 LX+40 Y+40 RL F200 M3; праволинијски на позицију X40 Y40, лева компензација радијуса алата, дефинисан је посмак, алат се ротира у смеру казаљке на сату.

56 R X+70 Y+40 R-20 DR- ; кретање алата по луку кружнице радијуса 20 мм, у смеру казаљке сата, на слици је путања означена бројем 3

или



56 X+70 Y+40R-20 DR+ ; кретање алата по луку кружнице радијуса 20 мм, у смеру обрнутом од казаљке ан сату, на слици је путања означена бројем 4

Однос централног угла CCA и радијуса R кружног лука

Из примера је видљиво да S-почетна и E-завршна тачка на контури могу бити спојене с четири различита лука истог радијуса. Зато треба одабрати

- мањи лук – $CCA < 180^\circ$ Радијус има позитивну вредност $R+$
- већи лук – $CCA > 180^\circ$ Радијус има негативну вредност R

Лук са тангентом СТ



Алат се креће по кружном луку који се тангенцијално наставља на претходну контуру.

Изглед наредбе СТ

- одредити координате крајње тачке кружног лука
- унети друге вредности ако је потребно:

- Посмак F

- M наредбе

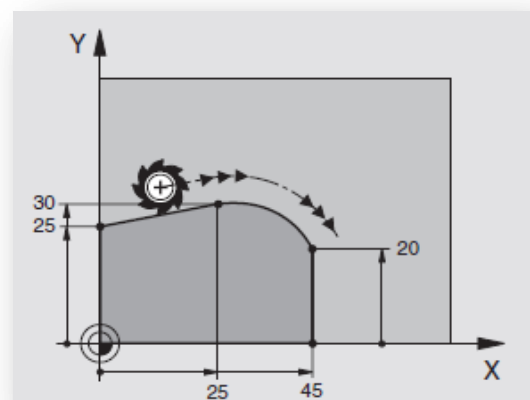
Пример :

32 L X+0 Y+25 RL F300 M3; праволинијски на позицију X0 Y25, лева компензација радијуса алата, дефинисан је посмак, алат се ротира у смеру казаљке на сату

33 L X+25 Y+30 ; праволинијски на позицију

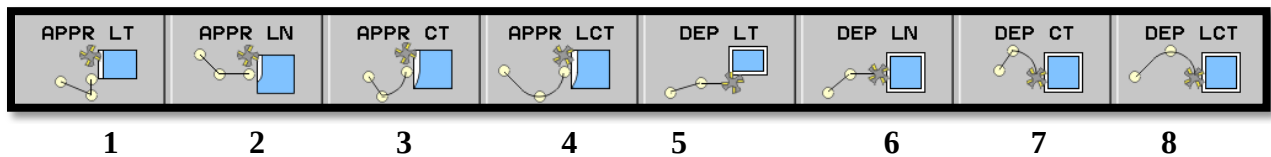
34 СТ X+45 Y+20; тангенцијално на претходни правац алат се наставља кретати по кружном луку до позиције X45 Y20

35L Y+0 ; праволинијски на позицију



4.9.1 Прилажење и одмицање од контуре

Функција **APPR-DEP** се активира тастером
Тада се отвара нова трака с функцијским тастерима



- 1 – прилаз праволинијски са тангенцијалним спајањем на контуру
- 2 – прилаз праволинијски водоравним спајањем на контуру
- 3 – прилаз по кружном луку са тангенцијалним спајањем на контуру
- 4 – прилаз по кружном луку са тангенцијалним спајањем из праволинијског на контуру
- 5 – одмицање праволинијски са тангенцијалним одмицањем од контуре
- 6 – одмицање праволинијски са водоравним одмицањем од контуре
- 7 – одмицање по кружном луку са тангенцијалним одмицањем од контуре
- 8 – одмицање по кружном луку са тангенцијалним одмицањем од контуре у праволинијско

4.9.2 Кружнице и кружни лукови

Истовремено кретање две осе по кружници око центра ротације – центра кружнице **CC**.
Програмира се кретање по кружници у главној равни која је дефинисана осом алата одабраног позивом **TOOL CALL**.

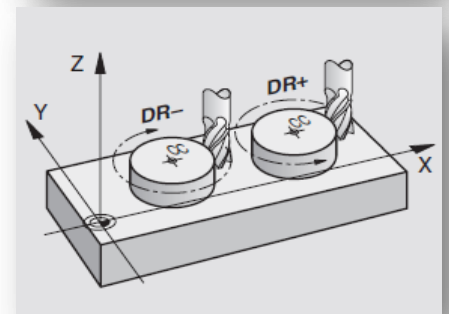
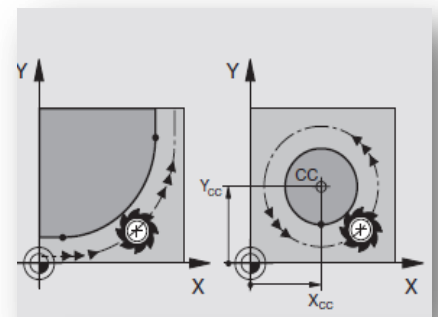
Оса алата главна раван

Z XY или **UV** или **XV** или **UY**

Код кружног кретања алата мора бити дефинисан смер ротације

DR.

Ротација у смеру казаљке на сату : **DR -** Ротација у супротном смеру од казаљке на сату: **DR+**



4.9.3 Компензација радијуса алата

Компензација алата се мора налазити у блоку у којем се алат помиче до прве тачке контуре. Не може се почети програмирање са компензацијом у блоку кретања по кружности. Компензација мора бити унапред програмирана кроз праволинијско кретање

Предпозиционирање

Пре улаза алата у обрадак увек је потребно направити предпозиционирање алата како би се избегла оштећења алата или обратка.

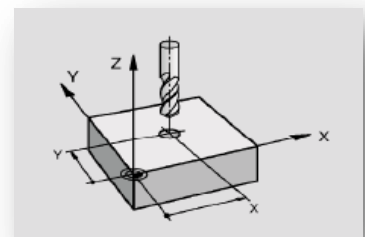
Manual operation	Programming and editing
	Tool radius comp: RL/RR/no comp?
0	BEGIN PGM BUSENJE MM
1	BLK FORM 0.1 Z X-100 Y-100 Z-50
2	BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3	TOOL CALL 1 Z S5000
4	L Z+100 R0 FMAX M3
5	L X+0 Y+0 Z+100
6	CYCL CALL
7	STOP M2
8	END PGM BUSENJE MM

Блок NC програма којим се помиче алат садржи:

- **R0** – ако нема компензације алата
- **RL** -за леву компензацију алата
- **RR** -за десну компензацију

R0

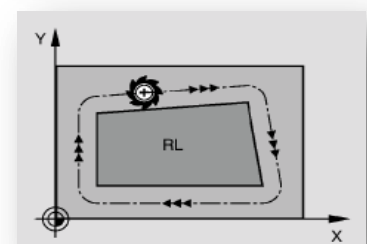
Кретање алата без компензације радијуса – алат се креће тако да оса ротације следи контуру.



RL

Кретања алата са укљученом левом компензацијом
Оса ротације алата је удаљена од контуре за вредност радијуса алата.

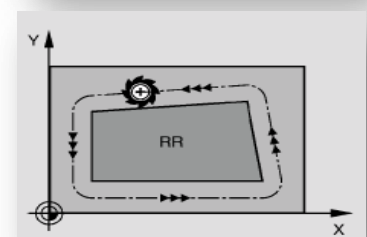
Алат се креће лево од контуре. Помак у лево је за вредност радијуса алата.



RR

Кретање алата с укљученом десном компензацијом

Лево или десно се сматра у односу на смер кретања алата



4.9.4. 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.

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

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

Циклуси бушења

- G240** - Позиционирање
- 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

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

Тачкасти шаблон

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

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

Израда редова

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

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)

Посебни циклуси

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

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 окрзглог стола
- G404** - Постављање основног стругања
- G405** - Основно стругање преко округлог стола, бушење централне тачке

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 калибрирање
- G481** - Алат-мерење дужине
- G482** - Алат- мерење радијуса
- G483** - Алат- мерење дужине и радијус

Обрада равни постављање

- G17**- Раван X/Y, оса алата Z
- G18** - Раван Z/X, оса алата Y
- G19** - Раван Y/Z, оса алата X

Ивице, заобљења, контуре прилажење/напуштање

- G24** - Ивица са ивичном дужином R
- G25** - Углови заобљења са радијусом R
- G26** - Контура тангенцијални прилаз на круг са радијусом R
- G27** - Контура тангенцијално напуштање на кругу са радијусом R

Алат – дефиниција

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

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

Мерни параметри

- G90** - Мерни параметри апсолутни
- G91** - Мерни параметри инкрементални (релативни)

. Мерне јединице – постављање (Програм-почетак)

- G70** - Мерна јединица inc
- G71** - Мерна јединица mm

Дефиниција необрађеног комада за графику

- G30** - Поставити раван, МИН-тачку координата
- G31** - Мерни параметри (са $G90$, $G91$), МАХ-тачку координата

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

4.9.5 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 SIN и COS 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

4.9.6 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 Број 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

4.9.7. 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.

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 обртаја, ручног кориговања и сл.

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.

Дефинисање наредби SHP

M08 - укључивање SHP,

M09 - искључивање SHP.

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.

Списак М 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 звездицом).

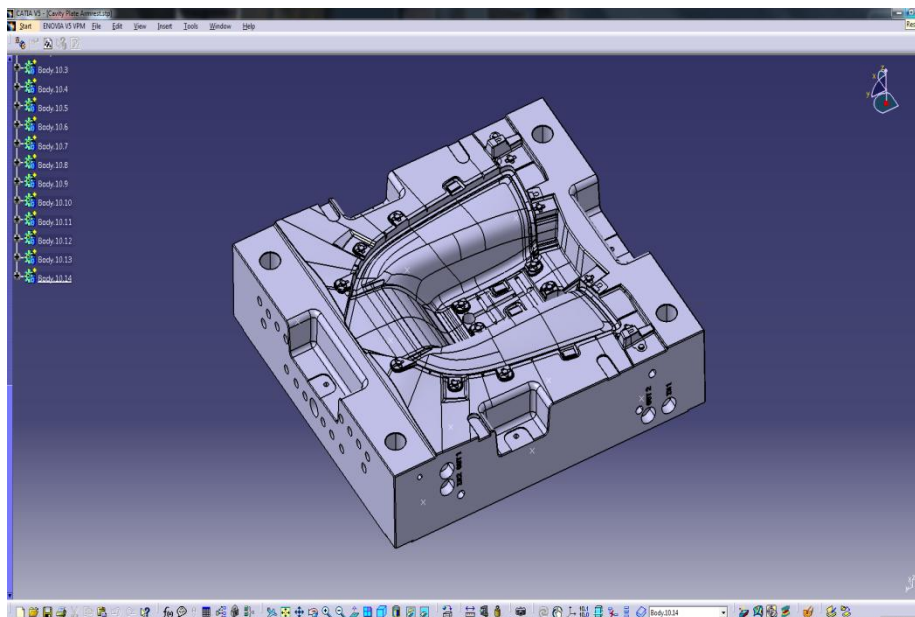
5. ПРИМЕР „ НЕПОКРЕТНА ФОРМА АЛАТА ЗА БРИЗГАЊЕ ПЛАСТИКЕ“



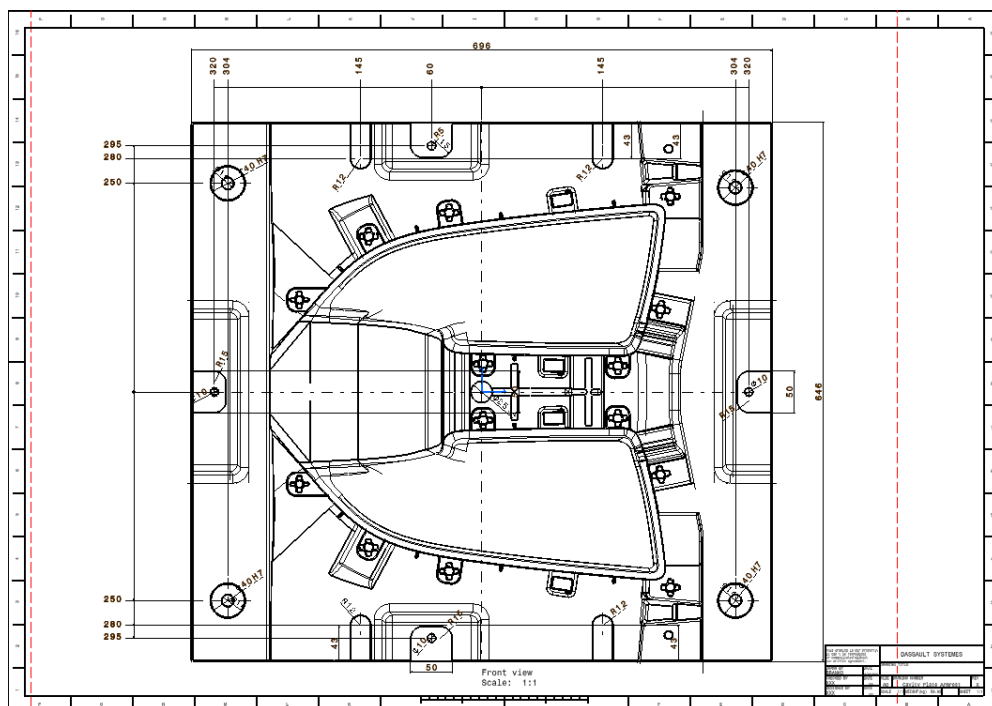
Сл. 26. CNC глодалица Deckel Maho

Непокретна форма (**CAVITY PLATE**) је део непокретне стране алата за ињекционо бризгање пластике, алат је намењен изради дела за потребе ауто индустрије.

Моделирање се изводи у програму **CATIA V5 r20**. Урађен модел у овом програму конвертује се као **STEP** модел, (**Standard for the Exchange of Product model data objects**) стандардни формат који омогућава рад у осталим програмским пакетима. Поступак машинирања изводи се у програмском **CAM** пакету **DELCAM POWER MILL**.

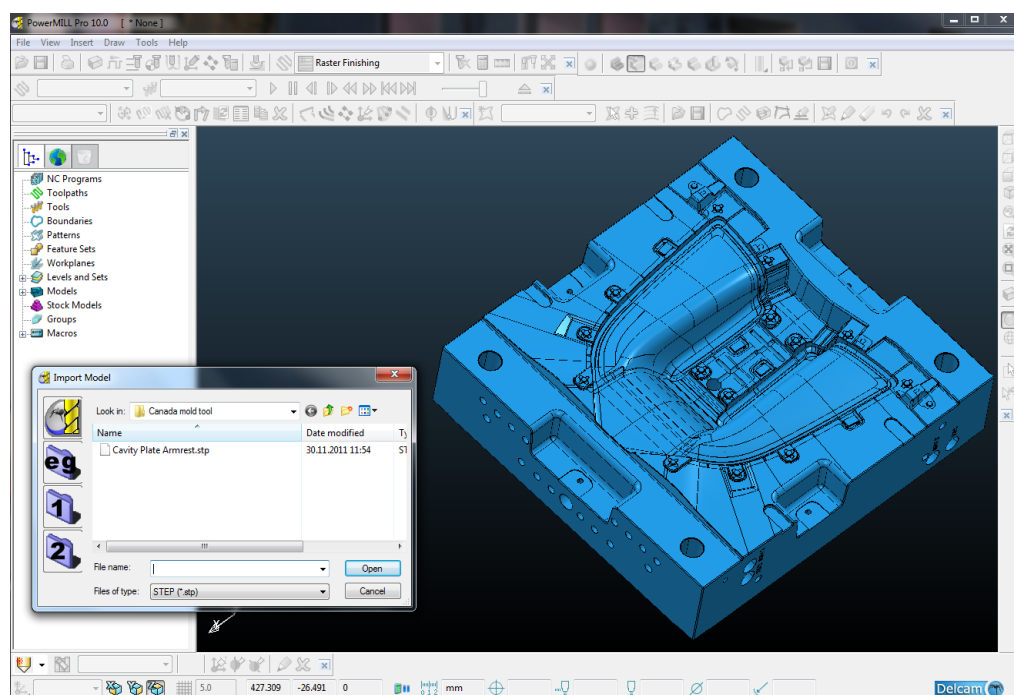


Сл.27. Модел непокретне форме алата (**CAVITY PLATE**)



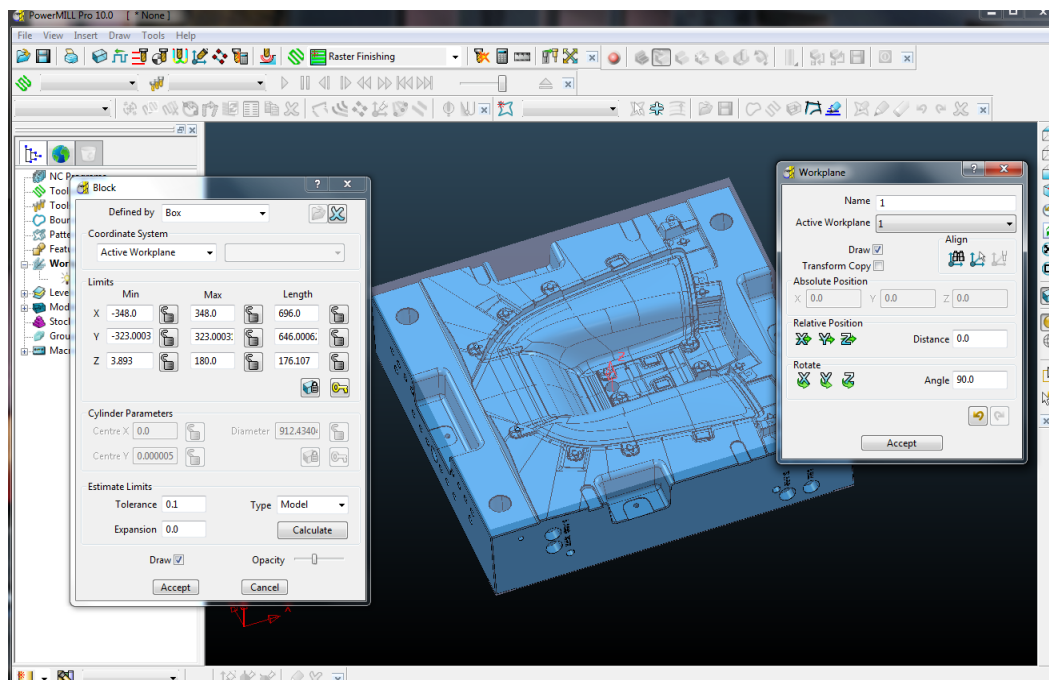
Сл. 28. Технички цртеж предмета обраде

На следећој слици је приказано отварање STP модела у **DELCAM POWER MILL**

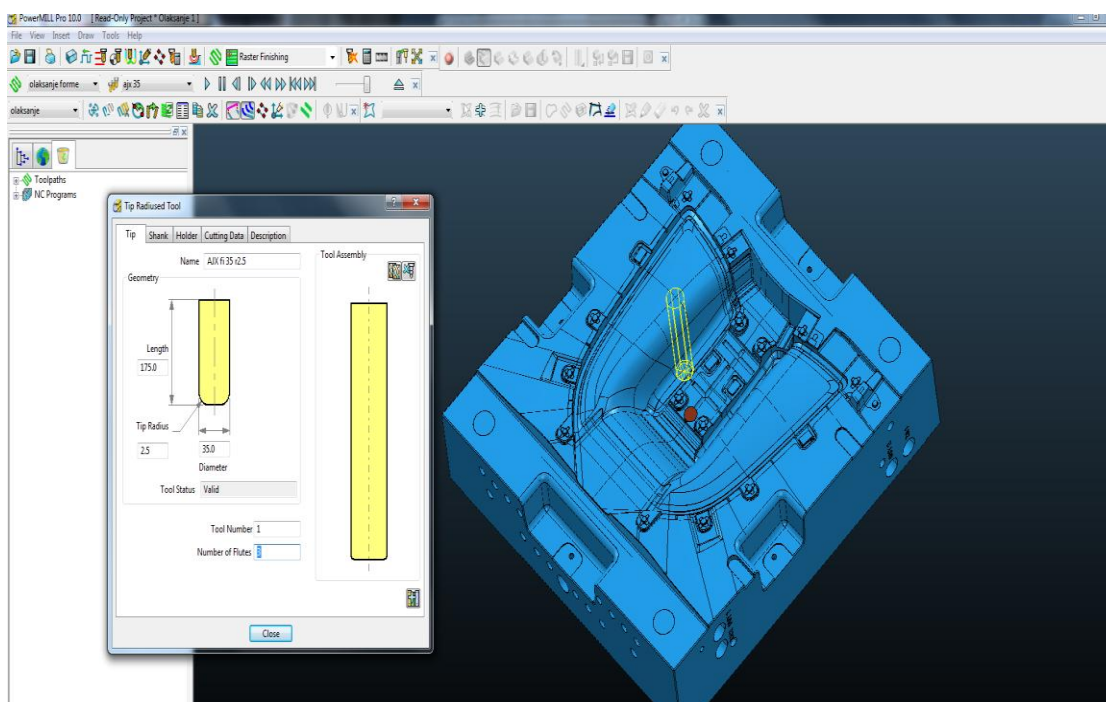


Сл. 29. Увод STP модела у DELCAM POWER MILL

На следећим сликама је приказано дефинисање блока припремка, резног алата и постављање координатног система обрадка који ће се налазити у средини припремка и на доњој површини .

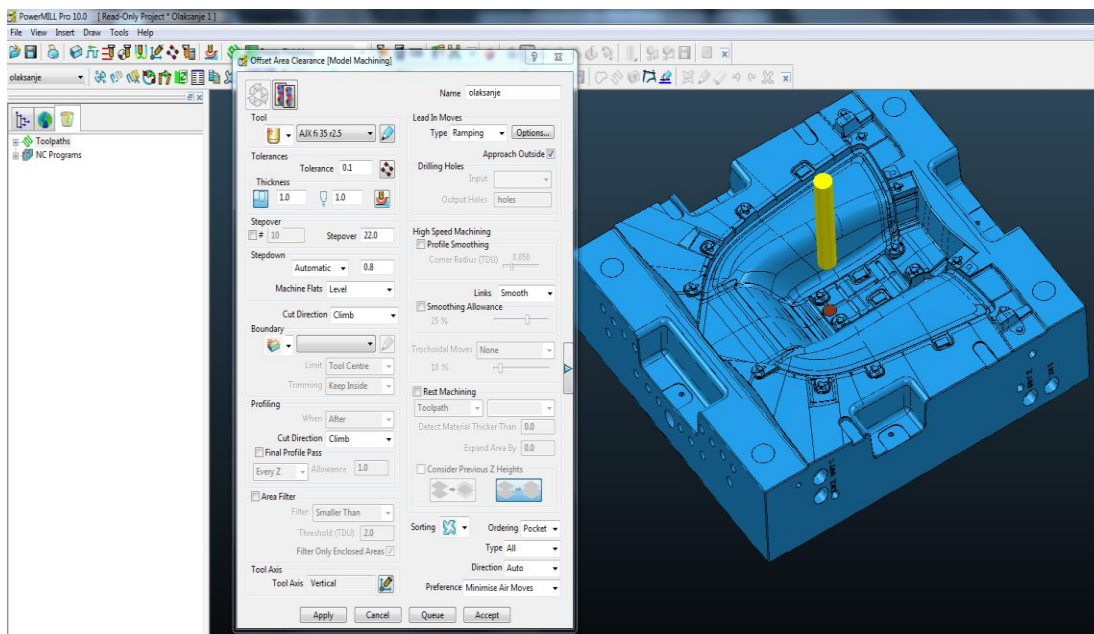


Сл. 30. Дефинисање блока припремка и координатног система

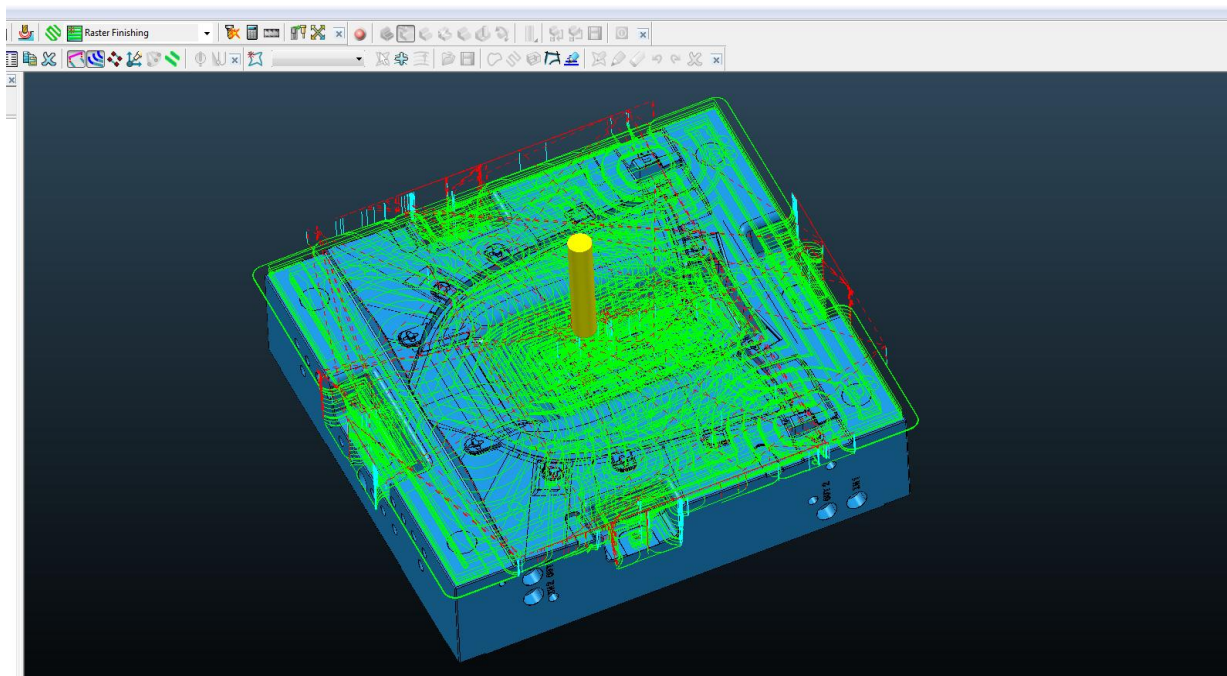


Сл.31. Дефинисање резног алата глодачка глава Ø 35 p2.5

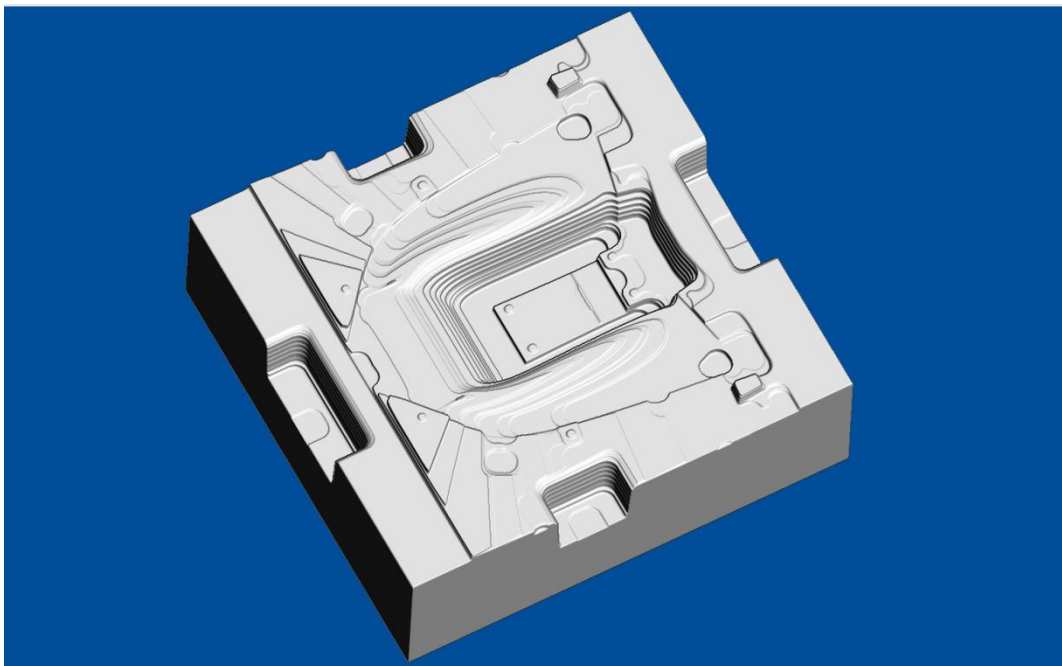
Затим следи избор стратегије обраде, уношење параметара обраде и прилаза глодала



Сл. 32. Бирање стратегије и унос параметара

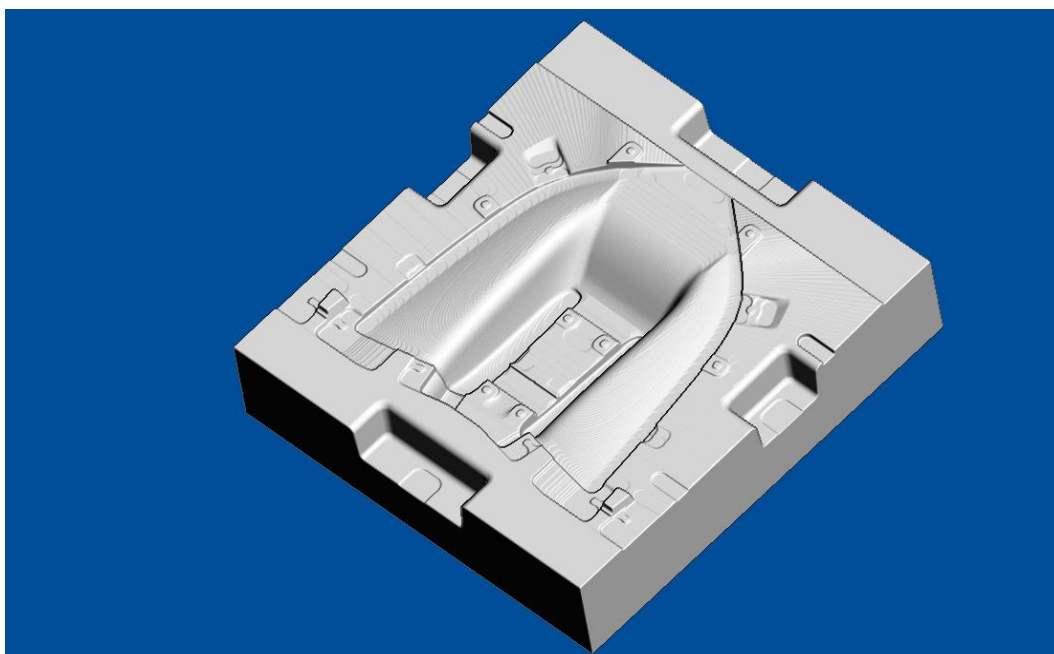


Сл. 33. Генерисана путања обраде



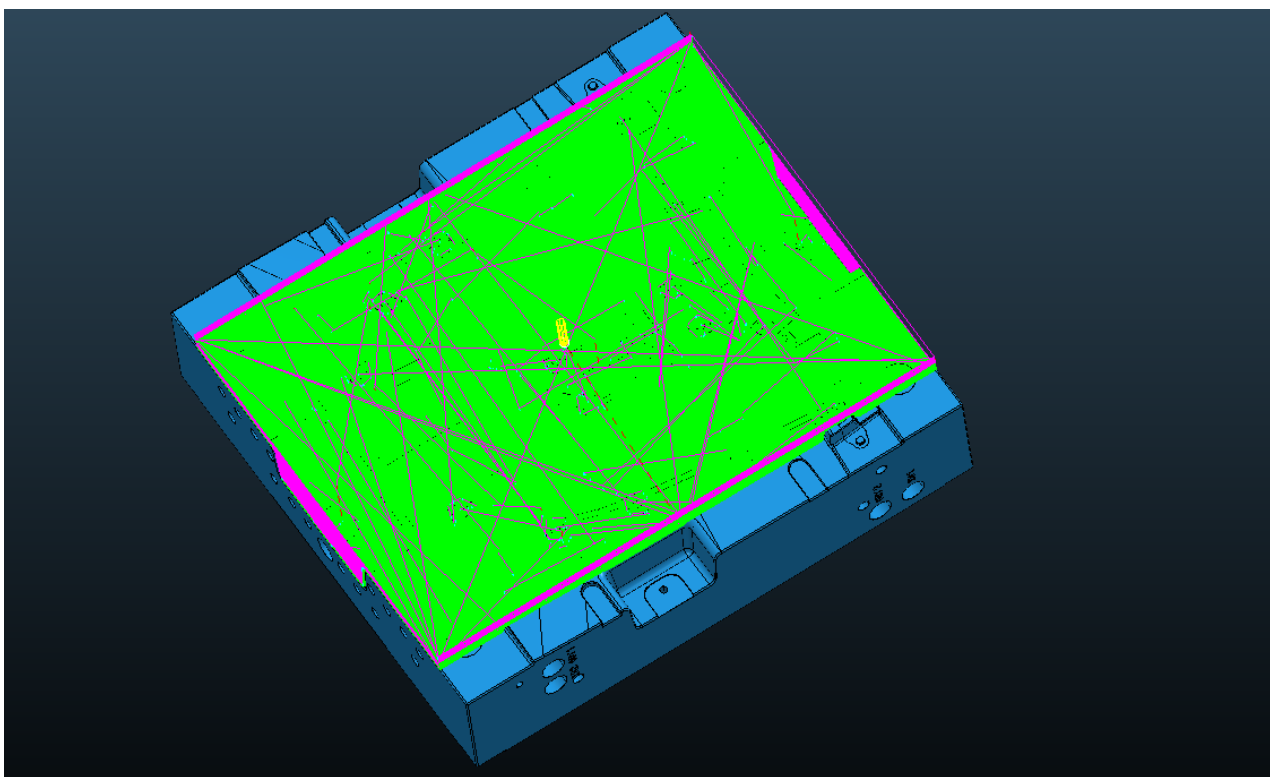
Сл. 34. 3D симулација олакшања форме

Пошто глодачка глава није могла да обради све површине, примењује се исти поступак као код претходне обраде, користи се иста стратегија само се сада узима глодало мањег пречника глодачка глава $\varnothing 22p2$ и у стратегији укљученом опциојом *Rest machining* (машинирање површина које претходно глодало није могло обрадити). Радијални и аксијални додатак за обраду се своди са 1 mm по страни на 0.5 mm. Поступак се понавља са мањим пречницима алата све док се додатак не сведе на 0,1mm до мере која је предуслов за фину обраду.

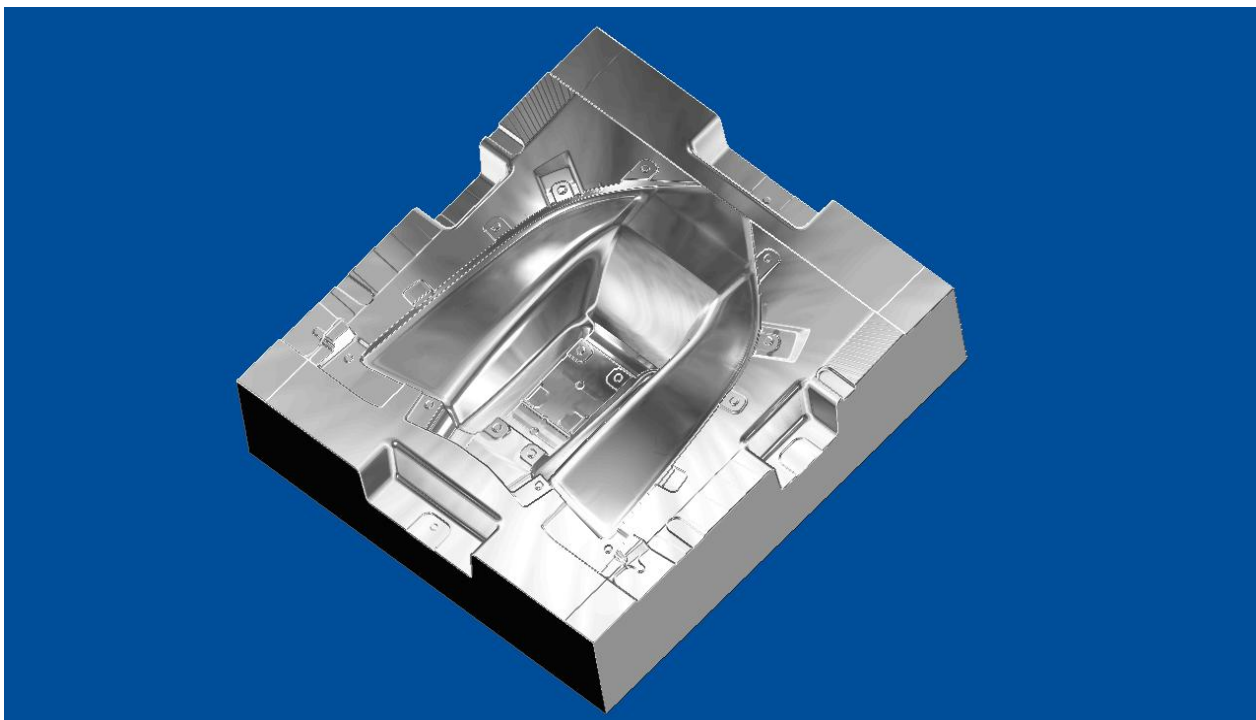


Сл. 35. Резултат **Rest machininga** (добијене су финије површине)

Следећи корак је бирање стратегије за фину обраду, избор алата за обраду и унос нових параметара обраде.

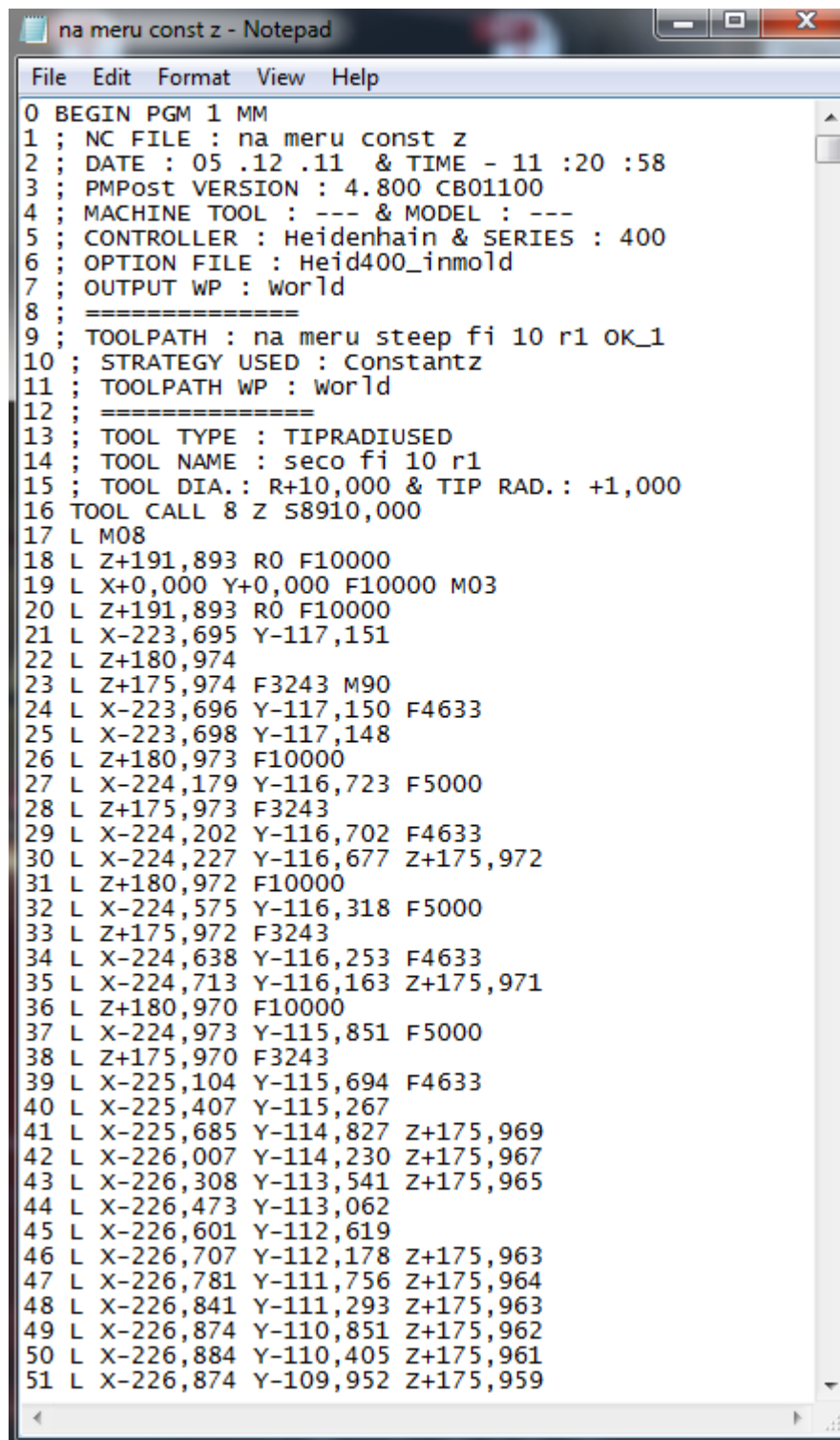


Сл. 36. Генерисана путања обраде на меру торусним глодалом Ø 10p1



Сл. 37. Форма урађена на меру

Да би се добио код за обраду на CNC машини потребно је ове добијене путање генерисати постпроцесором одговарајућим за управљачку јединицу HEIDENHEIN:



```
0 BEGIN PGM 1 MM
1 ; NC FILE : na meru const z
2 ; DATE : 05 .12 .11 & TIME - 11 :20 :58
3 ; PMPost VERSION : 4.800 CB01100
4 ; MACHINE TOOL : --- & MODEL : ---
5 ; CONTROLLER : Heidenhain & SERIES : 400
6 ; OPTION FILE : Heid400_inmold
7 ; OUTPUT WP : world
8 ; =====
9 ; TOOLPATH : na meru steep fi 10 r1 OK_1
10 ; STRATEGY USED : Constantz
11 ; TOOLPATH WP : world
12 ; =====
13 ; TOOL TYPE : TIPRADIUS
14 ; TOOL NAME : seco fi 10 r1
15 ; TOOL DIA.: R+10,000 & TIP RAD.: +1,000
16 TOOL CALL 8 Z S8910,000
17 L M08
18 L Z+191,893 R0 F10000
19 L X+0,000 Y+0,000 F10000 M03
20 L Z+191,893 R0 F10000
21 L X-223,695 Y-117,151
22 L Z+180,974
23 L Z+175,974 F3243 M90
24 L X-223,696 Y-117,150 F4633
25 L X-223,698 Y-117,148
26 L Z+180,973 F10000
27 L X-224,179 Y-116,723 F5000
28 L Z+175,973 F3243
29 L X-224,202 Y-116,702 F4633
30 L X-224,227 Y-116,677 Z+175,972
31 L Z+180,972 F10000
32 L X-224,575 Y-116,318 F5000
33 L Z+175,972 F3243
34 L X-224,638 Y-116,253 F4633
35 L X-224,713 Y-116,163 Z+175,971
36 L Z+180,970 F10000
37 L X-224,973 Y-115,851 F5000
38 L Z+175,970 F3243
39 L X-225,104 Y-115,694 F4633
40 L X-225,407 Y-115,267
41 L X-225,685 Y-114,827 Z+175,969
42 L X-226,007 Y-114,230 Z+175,967
43 L X-226,308 Y-113,541 Z+175,965
44 L X-226,473 Y-113,062
45 L X-226,601 Y-112,619
46 L X-226,707 Y-112,178 Z+175,963
47 L X-226,781 Y-111,756 Z+175,964
48 L X-226,841 Y-111,293 Z+175,963
49 L X-226,874 Y-110,851 Z+175,962
50 L X-226,884 Y-110,405 Z+175,961
51 L X-226,874 Y-109,952 Z+175,959
```

Сл. 38. Изглед HEIDENHEIN-овог кода

6. ЗАКЉУЧАК

Након детаљне анализе, дошао сам до закључка да управљачка јединица и њене везе са осталим компонентама имају пресудан значај за квалитетан рад машине. Проучио сам различите моделе многих произвођача. Издвојио бих **HEIDENHEIN**, **SIEMENS** и **FANUC**. Сви они имају понуду која одговара свим сегментима тржишта. Постоје модели који омогућавају поједностављено управљање за стандардне глодачке операције, модели који се уграђују попут модула у стандардне програмабилне контролере, али и модели који представљају сам врх понуде по могућностима и броју опција. Ови последњи се препоручују за машине чија је намена израда калупа. Због сложених контура које производи од пластике имају, управљачка јединица која углавном има за задатак да процесира сложене путање алата, које ове контуре носе са собом, мора имати следеће особине:

- Велика брзина процесирања блокова података
- NURBS или сплајн интерполација
- Велики меморијски простор за складиштење програма обраде
- Добра сарадња и компатибилност са осталим компонентама управљачког система

Сви произвођачи које сам навео имају врхунске моделе, који задовољавају поменуте критеријуме, али сам код **HEIDENHEIN**-а успео да заокружим целокупну понуду. Ова фирма поред врхунских управљачких јединица има врхунске сервомоторе и мерне системе (обртне и линеарне енкодере). Не треба сумњати да ће ове компоненте имати највиши степен компатибилности и да ће представљати најбоље решење са аспекта једноставности уградње, подешавања и поузданости у раду.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Иво Сладе: „CNC глодање EMCO MILL“ Школска књига Загреб, Загреб 2004.
- [2] Упутство за програмирање HEIDENHEIN TNC 530
- [3] <http://www.heidenhain.com/> приступљено септембар 2013
- [4] <http://www.cnc-srbijaportal.net/> приступљено јул 2013
- [5] <http://heidenhain.webnode.cz/> приступљено септембар 2013
- [6] <http://www.gfac.com/index.php?id=17874&L=0> приступљено септембар 2013