

**Факултет инжењерских наука  
Универзитета у Крагујевцу**



**Назив студијског програма: Машинско инжењерство**

**Ниво студија: Мастер академске студије**

**Модул: Производно машинство**

**Предмет: Савремени обрадни системи**

**Број индекса: 327/2011**

**Милица М. Ђедовић**

## **Примена ЦНЦ технологија у „Колубара Метал“ Лазаревац**

**Мастер рад**

**Комисија за преглед и одбрану:**

1. *Проф. Др Богдан Недић-ментор*
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

Датум одбране: \_\_\_\_\_  
Оцена: \_\_\_\_\_

У оквиру мастер рада кандидат треба да изврши прикупљање и систематизацију података везаних за примењене ЦНЦ технологије израде делова у предузећу „Колубара Метал“ Лазаревац. Анализом података обухватити класификацију машина и њихово програмирање применом SINUMERIK управљачке јединице. У посебном делу рада извршити моделирање једног дела и направити програм за ЦНЦ обраду.

Препоручена литература:

1. Проф. др Вучко Мечанин дипл. инж., Програмирање обрадних процесана ЦНЦ машинама, Машински факултет Краљево, 1997.
2. Радован Ковачевић, Нумерички управљане машине алатке и њихово програмирање, Машински факултет Београд, 1987.
3. Упутство за програмирање SINUMERIK 840DPOWER LINE

Крагујевац, 2013.

Ментор:  
Проф. Др Богдан Недић

---

## **Резиме:**

У раду је извршена анализа програмирања „Звезде“ - ланчаника у предузећу „Колубара Метал“, Лазаревац. Анализирана су два програма, први програм односи се на седло, а други на контуру „Звезде“. Урађен је поступак моделирања „Звезде“ у програму CATIA. На крају рада дат је програм контуре „Звезде“ који је урађен у програму CATIA.

**Кључне речи:** програмирање, ланчаник, звезда, програм, моделирање, контура, седло.

## **Abstract:**

This paper presents an analysis of programming "Stars" - sprockets in "Kolubara Metal", Lazarevac. Are of two programs, the first program applicable to the saddle, and the other to the outline of "Stars." Modeling procedure was performed "Stars" in CATIA. At the end of the paper there is the outline program "Stars," which was done in CATIA.

**Key words:** programming, rag wheel, star, program, molding, contour, saddle.

## Садржај:

|                                                                                                                  |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>1. Уводна разматрања</b>                                                                                      | <b>2.</b>  |
| <b>2. Програмирање ЦНЦ машина</b>                                                                                | <b>6.</b>  |
| <b>2. 1 Врсте програмирања</b>                                                                                   | <b>9.</b>  |
| <b>2. 2 Ручно програмирање</b>                                                                                   | <b>9.</b>  |
| 2. 2. 1 Координатни систем                                                                                       | 12.        |
| <b>2. 3 Полуаутоматизовано (полумашинско) програмирање</b>                                                       | <b>15.</b> |
| 2. 3. 1 Елементи програмског језика                                                                              | 16.        |
| 2. 3. 2 Технолошке подлоге                                                                                       | 17.        |
| <b>2. 4 Аутоматизовано (машинско) програмирање</b>                                                               | <b>15.</b> |
| <b>3. Основе програмирања SINUMERIK 840D POWER LINE</b>                                                          | <b>23.</b> |
| <b>3. 1 Функције G – код</b>                                                                                     | <b>23.</b> |
| <b>3. 2 Функције дефинисања система програмирања G90 и G91</b>                                                   | <b>23.</b> |
| <b>3. 3 Функције успостављања везе између координатног система машине и координатног система предмета обраде</b> | <b>24.</b> |
| <b>3. 4 Избор радне равни G17 до G19</b>                                                                         | <b>26.</b> |
| <b>3. 5 Програмирање команди кретања</b>                                                                         | <b>27.</b> |
| <b>3. 6 Offset алата и компензације</b>                                                                          | <b>31.</b> |
| <b>3. 7 Програмирање припремних функција</b>                                                                     | <b>34.</b> |
| <b>3. 8 Функције за дефинисање циклуса</b>                                                                       | <b>36.</b> |
| <b>3. 9 Списак G функција</b>                                                                                    | <b>49.</b> |
| <b>3. 10 M команде</b>                                                                                           | <b>55.</b> |
| 3. 10. 1 Програмско заустављање M00                                                                              | 56.        |
| 3. 10. 2 Дефинисање наредби вретена                                                                              | 56.        |
| 3. 10. 3 Дефинисање наредби SHP                                                                                  | 56.        |
| 3. 10. 4 Функције дефинисања наредби замене алата                                                                | 56.        |
| 3. 10. 5 Функција краја програма M30                                                                             | 56.        |
| 3. 10. 6 Списак M команди                                                                                        | 57.        |
| <b>4. Опрема за обраду у „Колубари Метал“</b>                                                                    | <b>58.</b> |
| <b>5. Пример „Звезда 926.21.03.00“</b>                                                                           | <b>67.</b> |
| <b>5. 1 Моделирање „Звезде“</b>                                                                                  | <b>69.</b> |
| <b>5. 2 Програм „звезда седло 926.21.03.00“</b>                                                                  | <b>77.</b> |
| <b>5. 3 Програм „Звезда контура 926.21.03.00“</b>                                                                | <b>80.</b> |
| <b>5. 4 Програм „Звезда контура“ урађен у програму CATIA</b>                                                     | <b>82.</b> |
| <b>6. Закључак</b>                                                                                               | <b>84.</b> |
| <b>Литература</b>                                                                                                | <b>85.</b> |

## 1. Уводна разматрања

„Колубара Метал“ ДОО компанија је основана 1953. године као мала централна радионица у рударском басену Колубара. Капацитет се повећао са проширењем отвореног површинског копа, што је изазвало захтеве за одржавањем и захтеве за већим бројем стручњака различитих професија. „Колубара Метал“ ДОО је компанија која је пратила тренд и развој у правцу потреба отвореног површинског копа РБ „Колубара“ Лазаревац.

Дана 30. септембра 2005. године „Колубара Метал“ ДОО постаје предузеће за пројектовање, производњу, монтажу и одржавање рударске и енергетске опреме. У протеклих скоро 60 година од када је формирана под рударским басеном „Колубара“, „Колубара Метал“ ДОО се развила у једну од најугледнијих произвођача и одржавалаца рударске и процесне опреме, не само у Србији, већ и на просторима бивше Југославије. Овоме је допринела вишедеценијска сарадња са најзначајнијим иностраним произвођачима опреме. [ 1 ]



Слика 1.1: Улаз у „Колубару Метал“

Данас, „Колубара Метал“ ДОО је модерна компанија способна да испуни све захтеве тржишта. Велико искуство стечено током година рада са одговарајућом опремом је доступно сваком купцу услуга „Колубаре Метал“, кроз инжењеринг организације и профитних центара, у стању да уради самостално или у сарадњи, било који посао у вези са основним активностима „Колубаре Метал“. [ 1 ]



Слика 1.2: Дизалице на терену

Предузеће „Колубара метал“ Вреоци, бави се уговарањем и реализацијом послова пројектовања, производњом челичних конструкција и електро - машинске монтаже нове рударске опреме на површинским коповима, опреме за прераду угља и друге опреме, као и њихову комплетну ревитализацију и модернизацију.

**Пројектовање рударске и енергетске опреме** - пројектовање комплетних транспортних система, опреме и појединачних склопова за роторне багере, одлагаче и бандвагене, сопствена решења конструкција у рударској и процесној техници. Пројекти демонтаже, монтаже и пресељења великих справа. Израда пројеката санације и ревитализације остварају се кроз сектор за пројектовање и развој.

**Производња рударске и енергетске опреме** - производња роторних багера, одлагача, бандвагена, транспортних платформи, конструкције у рударској и процесној техници и производња и регенерација резервних делова. Серијски производи: уређаји за топлу вулканизацију, ролне и бубњеви за трачне транспортере, електро откочници, електро стезни прстенови, газишта и друго, остварује се кроз:

- програм производње,
- програм комплексних послова и
- програм ремонта и одржавања. [ 1 ]

**Монтажа рударске и енергетске опреме** - демонтажа и монтажа свих врста конструкција, како великих рударских машина, тако и друге опреме у рударској и машинској индустрији. Електро монтажа опреме за велике рударске машине, као и електро монтажа каблова, далековаода, трафостаница, примарних и секундарних ТТ мрежа, сигналних и оптичких каблова, остварује се кроз: програм комплексни послови и програм електо послови.

**Одржавање рударске и енергетске опреме** - одржавање и ремонт тешке рударске механизације и опреме, извођење комплетних ревитализација, најсавременије дијагностичке методе. Мерење великих машина и одређивање њиховог тежишта, остварује се кроз:

- програм ремонт и одржавање,
- програм електро послови и
- лабораторија.

„Колубара Метал“ ДОО одржава систем менаџмента квалитетом и непрекидно побољшава његову ефективност у складу са захтевима стандарда ISO 9001:2008, кроз документа система менаџмента квалитетом, неговањем добре праксе и сталном оријентацијом ка корисницима услуга. [ 1 ]

„Колубара Метал“ ДОО примењује систем менаџмента квалитетом који је усаглашен са захтевима стандарда SRPS ISO 9001:2008 односно ISO 9001:2008 у циљу :

- Демонстрирања способности да испоручује производе и услуге из области своје делатности.
- Повећања задовољства корисника ефективном применом система менаџмента квалитетом укључујући процесе сталног побољшавања система менаџмента квалитетом и доказивањем усаглашености са захтевима корисника и захтевима важећих закона, прописа и стандарда.
- Примењени захтеви стандарда односе се на све организационе делове „Колубаре Метал“ ДОО и на све процесе, неопходне за пројектовање, развој, производњу, монтажу, уградњу, транспорт, одржавање, ремонт и сервисирање нових и постојећих производа, као и пружање услуга из своје делатности.

За потребе примене, одржавања и сталног побољшавања ефективности система менаџмента квалитетом „Колубара Метал“ ДОО у складу са својим потребама, успоставља, документује, примењује и одржава:

Документа система квалитета:

- политику квалитета,
- циљеве квалитета,
- пословник о квалитету,
- документоване процедуре система менаџмента квалитетом,
- упутства и
- записе.

У оквиру овог рада, дат је опис „Звезде“ - ланчаника који се производи у предузећу „Колубара Метал“.

У следећем поглављу описано је програмирање ЦНЦ машина и врсте програмирања: ручно, полуаутоматизовано (полумашинско) и аутоматизовано (машинско) програмирање ЦНЦ машина. Након тога дат је опис управљачке јединице SINUMERIK 840D POWER LINE, која се примењује за програмирање Звезде. У следећој тачци дата је опрема у предузећу „Колубара Метал“. Последњом тачком у овом раду дат је опис, урађен је програм и моделирање Звезде. [ 1 ]

## 2. Програмирање ЦНЦ машина

Програмирање на нумерички управљаним алатним машинама обухвата низ захвата на систематизацији обрадних информација, њиховом испитивању одређеним редоследом и кодом по правилима програмског језика у форми управљачког програма. Нумерички управљана алатна машина добија путем података, на одређени начин кодиране, све потребне информације за аутоматску обраду неког елемента. Ту спадају информације о главним и помоћним кретањима, укључивање и искључивање извршних органа машине, аутоматску измену алата и обрадка, почетак и заустављање програма, итд. Све информације за управљање и реализацију обрадног процеса се програмирају на одређени начин, систематизују и у кодираном облику уносе у меморију управљачког система. [ 2 ]

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

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

Извори информација за програмирање су:

- технолошки цртеж обрадка,
- технолошки поступак операцијских захвата,
- скуп технолошких информација, те информације су:
  - о ЦНЦ машинама,
  - алатима и
  - параметрима обраде. [ 2 ]

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

За израду програма потребне су информације о одређеном типу ЦНЦ машине, алатима и уређајима. Информације се систематизирају у облику банке података и стоје програмеру на располагању. У технолошкој банци података информације се налазе у облику карти алата, машина и уређаја и са њима се може манипулисати ручно или помоћу рачунара. Оптимизацијом се одређују параметри обраде, јер ће се само тако обрадни процес одвијати у простору максималних економских ефеката. При ручном и машинском програмирању у језицима који не оптимирају технологију, оптимизација је неопходна. [ 2 ]

Управљачке информације у форми програма потребно је пренети на носач информација преко кога ће бити похрањене у меморијски модул управљачког система. Сада се као носач информација највише употребљава бушена трака, на бушену траку се информације наносе комбинацијом бушења рупа по одређеном систему кодирања. Највише се примењују осмоканалне бушене траке ISO и EIA система кодирања. ISO системом кодирања, нпр. у колоне 1, 2, 3, 4, 5 и 6 буше се комбинације бројева од 0-9, у колоне 1, 2, 3, 4, 5 и 7 слова, у колоне 1, 2, 3, 4 и 6 знаци и у колону 8 паритетни бит. Паритетни бит у осмој колони служи као допуна за достизање парног броја избушених рупа за сваки знак ради контроле. Код EIA система кодирања у колоне 1 - 4 буше се бинарно кодирани бројеви, у колону 5 паритетни бит, у колону 6 вредност нула, у колоне 1, 2, 3, 4, 6 и 7 слова и знаци, док се у колону 8 буше знаци за крај блока. Паритетни бит у колони 5, као и претходном случају омогућава откривање једноставнијих грешака. Преношење програма на носач информација, у случају бушене парирне траке, представља завршну фазу процеса програмирања.

Програм представља скуп наредби у обрадном систему, урађених по редоследу операција и захвата за извршење процеса обраде. Програмирање представља у широком смислу активности у циљу решавања проблема помоћу рачунара. Процес програмирања обухвата фазе:

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

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

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

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

Углавном се овим захтевима кодирања удовољавају системи кодирања који се као носачи информација користе при управљању обрадним процесима. Развијено је више система кодирања, али најчешће се примењују ISO и EIA систем кодирања. Сада се углавном програмирање обрадних процеса изводи помоћу рачунара (машинско програмирање), из постпроцесора излази програм прилагођен одређеном типу управљачких система, то се као носач информација користе горе наведени носачи за брзо учитавање. [ 2 ]

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

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

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

N - адреса за означавање броја блока.

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

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

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

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

D - адресе за дефинисање радијуса глодала.

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

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

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

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

Формат блока може да буде дефинисан на бази фиксне и променљиве дужине речи. Код фиксног формата речи број карактера у реченици је фиксан ако је и дужина блока фиксна. У блоковима са променљивом дужином речи дужина блока зависи од броја карактера у њему који може бити променљив. Скраћење програма и време програмирања, постиже се управљачким системом који прима информације путем програма са променљивом дужином речи. [ 2 ]

## 2. 1 Врсте програмирања

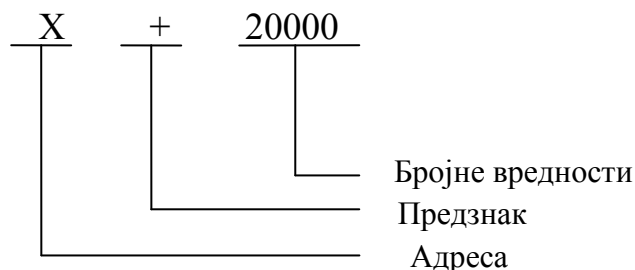
Програмирање ЦНЦ машина може да буде:

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

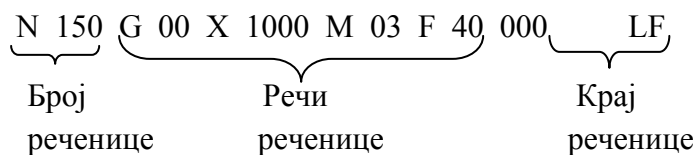
## 2. 2 Ручно програмирање

Програм представља скуп наредби у обрадном систему уређеном по редоследу захвата који има циљ извршења процеса обраде, састоји од програмских речи и реченица. Програмска реченица, састављена је од програмских речи, а програмска реч је основни носилац информација и при програмирању има тачно одређен облик писања, величину (дужину) и садржај. Начином писања програма се идентификује реч,

величином се ограничава број знакова, а садржајем бројне вредности или смисао. Програм представља комбинацију слова, знакова и бројева као на пример:



Ова програмска реч представља инструкцију управљачком систему машине за померање алата у позитивном смеру X осе за одређену бројну вредност. Свака програмска реченица се састоји из више програмских речи и краја реченице, знак за крај реченице треба увек да се напише. Програмске реченице садрже информације пута, услове пута и помоћне функције. Структура реченице у ISO систему има облик:



Програмске реченице могу да се програмирају са променљивим бројем знакова, максимално 100 знакова, могу бити изграђене на бази фиксне и променљиве дужине речи. Реченица са фиксном дужином речи, има облик:

N0010 G00 X00005 000 T01 S08 M03 LF.

Иста реченица са променљивом дужином речи:

N10            G0            X5 000            T1            S8            M03            LF.

Прва реч у реченици представља број програмске реченице. Означава се са N (ISO) или n (EIA), може да има вредности од 1 до 9999. Број реченице програмира се само једном у реченици, по редоследу који расте. Програмирање програмских реченица остварује се у интервалу 2, 5 или 10, што омогућава увођење у програм додатних реченица. [ 3 ]

Користе се и остали знаци из система кодирања, који програмској реченици употпуњују смисао и обезбеђују прегледност програма. Током формирања програмске реченице могу се користити знаци за прескок (TAB) или (HT), ако се они употребљавају дају прегледнији изглед реченице или програма, али повећавају дужину бушене траке као носача информација.

Програм као скуп управљачких акција, формиран у облику редоследа програмских реченица, састоји се од појединих делова, као што су:

- увод,
- почетак,
- садржај и
- крај.

**Увод** у програм садржи назив и број програма, информације о бушеној траци, одређене поруке и слично, може да садржи све ознаке осим знака краја реченице (LF, EOB).

**Почетак** програма садржи инструкције за почетак извршења програма (обрадног процеса).

**Садржај** програма обухвата инструкције за извршење појединих управљачких акција у обрадном процесу. [ 3 ]

**Крај** означава завршетак извршења програма са захтевима за премотавање бушене траке на почетак или прелазак на извршење следећег програма.

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

План стезања дефинише се на основу података о машини, стезном прибору и плану обраде. Обухвата информације о положају предмета обраде, координатних оса, димензијама предмета обраде и стезног прибора, те дефинише начин стезања. Планом стезања постиже се брже постављање предмета обраде на машину, олакшава се програмирање и омогућује израда спецификације стезних алата. План алата дефинише се на основу плана стезања, информација о алату и режиму обраде, који садржи информације о врсти алата, пречнику алата, броју зуба алата, димензијама алата, дрзачу алата, растојању између врха алата и референтне равни радног вретена, операцијама у којима се алат користи, итд. Програмер врши програмирање попуњавањем технолошког програмског листа, на основу података о машини, прибору, алату и режиму обраде. Кодирањем технолошког програмског листа добија се изворни програм. Помоћу бушача траке добија се изворни програм на бушеној траци, који садржи информације померања и информације укључивања. [ 3 ]

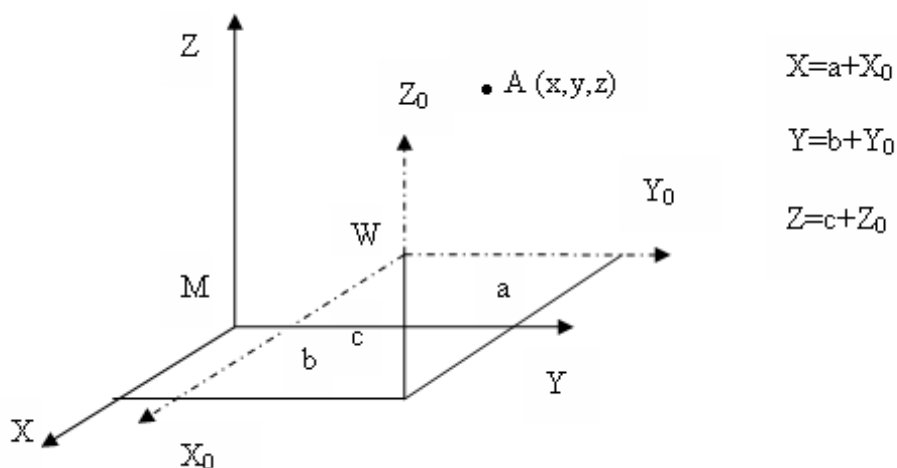
## 2. 2. 1 Координатни систем

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

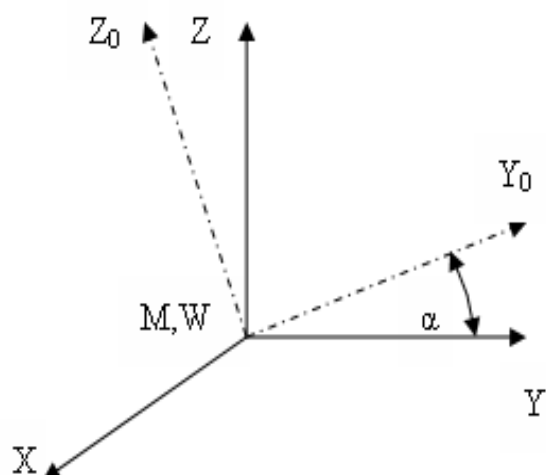
1. координатни систем машине и
2. координатни систем предмета обраде.

Преко референтне и нулте тачке машине за координатни систем машине везан је положај алата. Преко координатног система предмета обраде дефинише се геометрија која треба да се постигне током обраде. [ 3 ]

У обрадном процесу, као последица промене узајамних положаја алата и радног предмета, одвија се трансформација једног координатног система у односу на други. Основне трансформације координатних система за translацију, ротацију и комбиновано кретање приказане су на сликама (слике 2. 1, 2. 2, и 2. 3) правоугли, сферни и цилиндрични координатни систем приказани су на следећој слици (слика 2. 4). Најчешће су у примени правоугли и поларни координатни системи.



Слика 2.1: Транслација

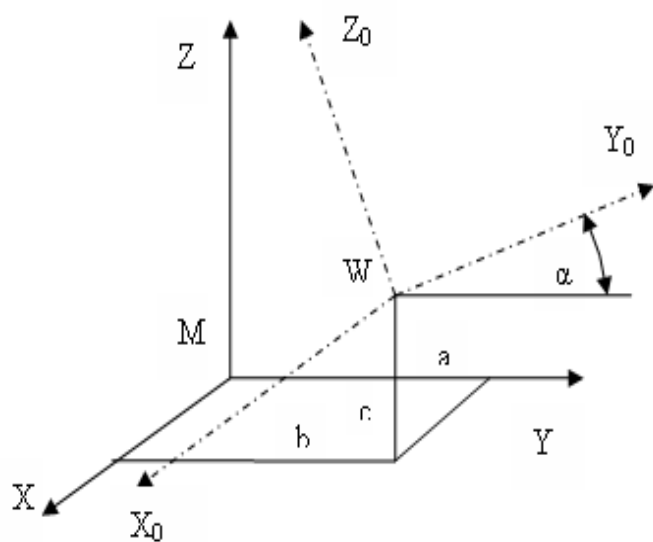


$$X=X_0$$

$$Y=Y_0 \cos \alpha - Z_0 \sin \alpha$$

$$Z=Y_0 \sin \alpha + Z_0 \cos \alpha$$

Слика 2.2: Ротација

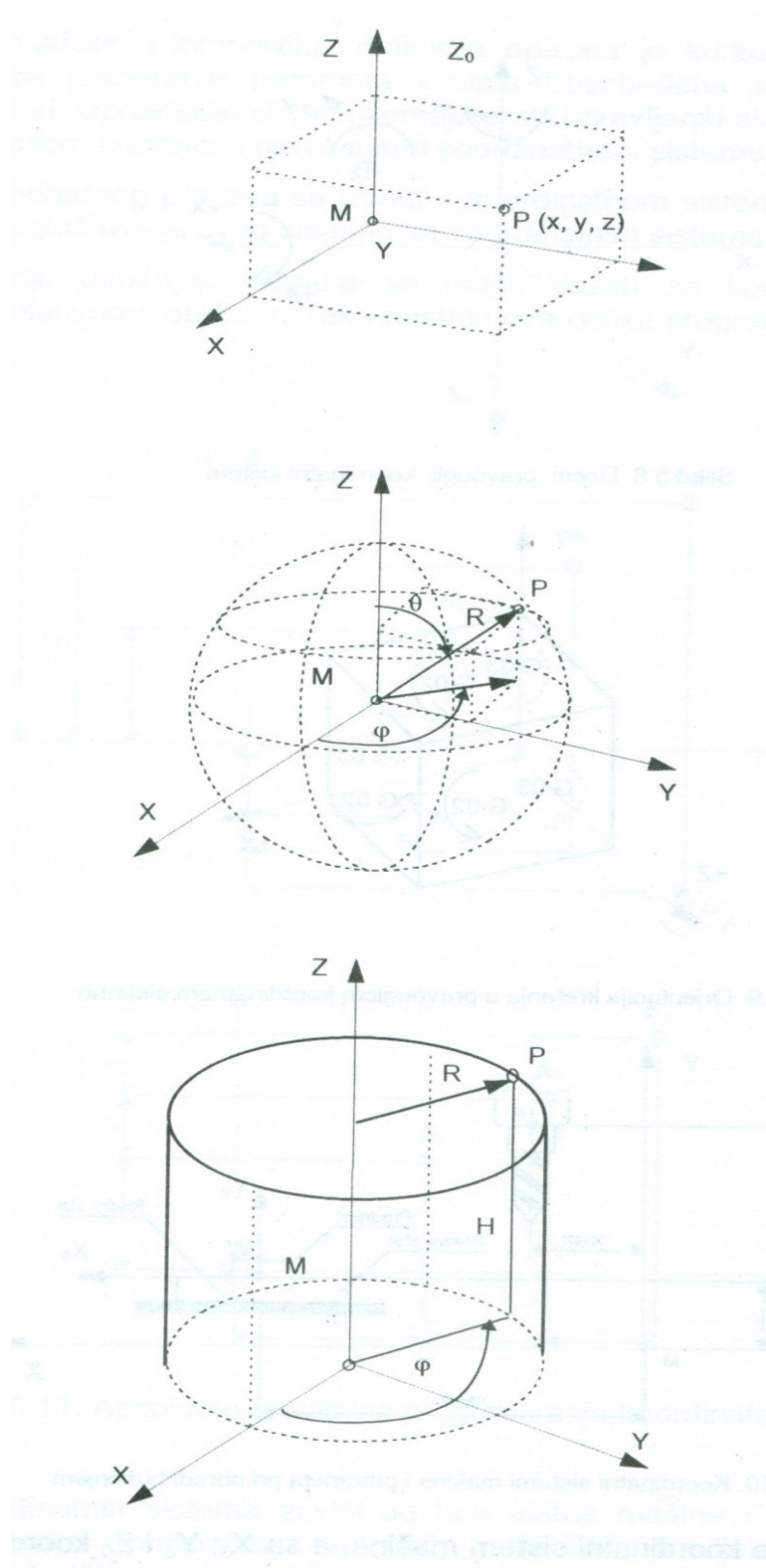


$$X=a+X_0$$

$$Y=b+Y_0 \cos \alpha - Z_0 \sin \alpha$$

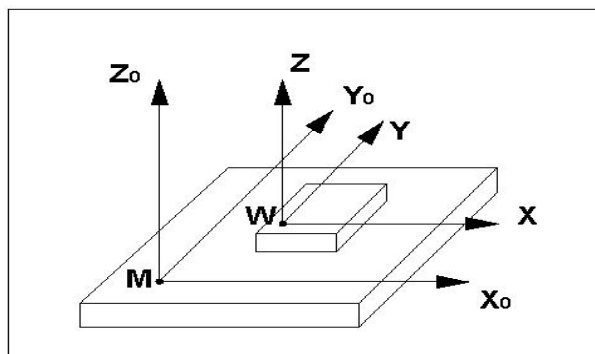
$$Z=c+ Y_0 \sin \alpha + Z_0 \cos \alpha$$

Слика 2.3: Комбиновано кретање



Слика 2.4: Правоугли, сферни и цилиндрични координатни систем

Декартов правоугли координатни систем се најчешће примењује за дефинисање узајамних положаја алата и предмета обраде, осе су осе транслације а око њих се дефинишу обртна кретања за тродимензионалну обраду. Координатни системи машине се најчешће постављају у левом доњем углу машине, да би координате биле увек позитивне (слика 2. 5). [ 3 ]



Слика 2.5: Координатни систем машине и предмета обраде

M - нулта тачка машине,

W - нулта тачка предмета обраде,

$X_0$ ,  $Y_0$ ,  $Z_0$  - координатни систем машине,

X, Y, Z - координатни систем предмета обраде.

### 2. 3 Полуаутоматизовано (полумашинско) програмирање

Помоћу мини рачунара или персоналног рачунара (PC) остварује се полуаутоматизовано програмирање. Програмер на основу већег броја података са радионичког цртежа, прибора, машине и алата пише програм. Одговарајући софтвер ослобађа програмера од рутинских операција при писању програма. Посебна предност ових система је у случају када програмер има могућност директног комуницирања са рачунаром. Урађен програм се меморише у екстерној меморији PC или минирачунара. Захтевом програмера рачунар испоручује програм, а додатни уређаји прикључени за терминал омогућују добијање програма на бушеној траци и програмском листу.

**Полумашинско или полукомпјутерско програмирање** представља такав облик програмирања где се рачунару препушта обрада једног дела управљачких информација из програма обраде. Структурна изградња језика слична је језицима за машинско програмирање. У погледу могућности управљања обрадним процесима, односно могућности обраде геометријских и технолошких информација за више поступка обраде знатно заостају за њима. [ 3 ]

Фирме су развиле језике за полумашинско програмирање за производњу машина са компјутерским управљањем и уз ЦНЦ машине их нуде купцима. Програмски језици који су усмерени на одређене поступке обраде или ЦНЦ машине. Развијени су језици за полумашинско програмирање за обраде:

- стругањем,
- бушењем,
- глодањем,
- електроерозиону обраду итд.

Ови језици омогућавају управљање обрадним процесима за веома широк спектар обрадака у погледу геометријске и технолошке сложености. При одлуци о набавци ових програмских језика треба се руководити анализом спектра предмета обраде, која обухвата димензије, геометријску и технолошку сложеност предмета обраде. На основу анализе спектра предмета обраде, трба размотрити могућности програмског језика за полумашинско програмирање у погледу могућности обраде:

- геометријских информација,
- технолошких информација,
- опреме за програмирање и
- цене програмског језика и опреме. [ 3 ]

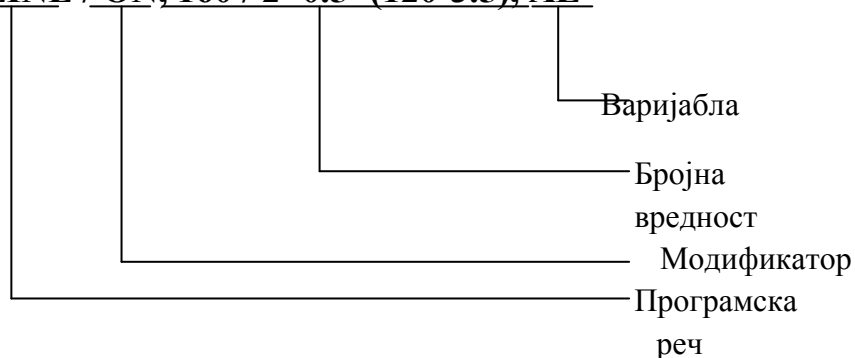
### **2. 3. 1 Елементи програмског језика**

Елементи програмског језика за полумашинско програмирање су исти као и језици за машинско програмирање, стастоје се из:

- знакова,
- слова,
- програмских речи,
- бројева,
- симбола,
- инструкције итд.

Могуће су разлике дефинисањем управљачких информација више у формату него у суштинском смислу, то се највише односи на симболе и модификаторе као субјекте програма и програмирања. Програм обраде састоји се из програмских речи и реченица и садржи потребне инструкције за обраду машинског дела, програмска наредба има облик:

LINE / ON, 160 / 2+0.5+(120-3.5), AL



Писању програма претходи разрада и дефинисање подлога према структури програма. Програмска реч има дефинисану дужину, начин писања и одговарајући симбол и то се током програмирања мора поштовати. Програм обраде обухвата:

- уводне информације о ЦНЦ машини,
- називу дела,
- информације о алатима за обраду,
- геометријске и технолошке информације,
- инструкције кретања и
- инструкције за крај програма. [ 3 ]

Алати за обраду се дефинишу на следећи начин:

**TOOL / C...,X<sub>s</sub>,Z<sub>s</sub>,R<sub>s</sub>,X<sub>e</sub>,Z<sub>e</sub>;**

**C** - број алата или места у магацину алата,

**X<sub>s</sub> и Z<sub>s</sub>** - координате центра радијуса резног врха,

**R<sub>s</sub>** - радијус врха алата и

**X<sub>e</sub> и Z<sub>e</sub>** - координате врха резног руба алата.

### 2. 3. 2 Технолошке подлоге

За програмирање технолошких захвата у обрадним процесима неопходне су технолошке подлоге. Под обрадом технолошких информација подразумева се аутоматско дефинисање технолошких информација о:

- ЦНЦ машини на којој се врши обрада,
- материјалу обрадка,
- алатима са којима се врши обрада,
- квалитету обраде,
- приборима и уређајима,

- расхладном средству,
- режимима обраде,
- редоследу операцијских захвата,
- циклусима резања итд.

Опсежне датотеке, односно технолошке банке података о горе наведеним субјектима потребне су за аутоматску обраду технолошких информација. Обработом технолошких информација, технолошки процесор их користи за израчунавање одговарајућих параметара. Формирање технолошких банки података је веома сложен и скуп процес. Можемо рећи да језици за полумашинско програмирање углавном не врше аутоматску обраду технолошких информација, уместо тога они углавном обрађују геометријске информације до одређеног нивоа сложености, а технолошке информације се дефинишу при писању изворног програма. [ 3 ]

Потребно је проучити упутство за програмирање које произвођачи испоручују корисницима, уколико програмски језик располаже технолошким процесором и базом података, онда се програмирање технолошких информација своди на машинско програмирање. Програм обраде представља резултат програмирања, без обзира на принцип дефинисања параметара. Програм обраде обухвата управљање технолошким и геометријским информацијама и функцијама обрадног система, због тога се технолошке информације морају специфицирати у програму, односно програмирати. Специфицирање технолошких информација слично је као и код језика за машинско програмирање на чијим основама су развијени језици за полумашинско програмирање као што су: GTL, EASY PROG, FAPT, итд.

## **2. 4 Аутоматизовано (машинско) програмирање**

Аутоматизовани облик програмирања обрадних процеса представља машинско програмирање или програмирање помоћу рачунара. Одвија се на рачунару по логици програмског језика одговарајућег програмског система. Развојем алатних машина са нумеричким управљањем педесетих година овог века у САД, започет је развој програмских система и програмских језика. На Институту за технологију у Масачусетсу (MIT) под именом АРТ (Automatic Programmed Tool) 1952. године развијен је први програмски систем за машинско програмирање обрадних процеса помоћу рачунара. Од рата до данас развијено је више од 150 програмских система. Многи програмски системи остали су у експерименталној фази и нису нашли ширу практичну примену. Независно од програмског система и програмског језика, машинско програмирање састоји се из четири фазе, то су:

1. прикупљања и обликовања улазних информација,
2. обраде информација на рачунару уз помоћ одговарајућег програма (процесор),

3. прилагођавање обрађених информација одређеном типу управљачког система помоћу компјутерског програма (постпроцесора) и
4. презентације излазних информација у форми носача информација за програмера, технолога, оператера.

Основни елементи било ког програмског језика су:

- знаци,
- слова,
- речи,
- бројеви,
- симболи ознаке инструкција.

Могућности управљања обрадним процесима зависе од структуре и елементарне изградње система. То значи да ће програмски језик, односно систем који обухвата програмирање геометријских и технолошких информација имати сложенију структуру од језика који обухвата програмирање само геометријских информација. Сложеност програмског језика зависи од геометријске и технолошке сложености предмета који се обрађује, чији се процес обраде програмира. [ 3 ]

**Геометријска сложеност** се изражава кроз димензионалност обрадака, могу се јавити предмети са дводимензионалним и вишедимензионалним величинама.

**Технолошка сложеност** се изражава кроз поступке обраде које систем подржава, то су:

- стругање,
- бушење,
- глодање,
- резање навоја и
- развртање.

Најчешћи узрок грешке у програму је низ рутинских послова који се обавља при ручном програмирању, зато се тежи да се један део рутинских активности програмера пренесе на рачунар. Коришћење рачунара је услов за обраду 3D предмета обраде сложеног профила. Инструкције изворног програма преносе се на улазни медијум и уносе у меморију рачунара. Потребно је да се на излазу из рачунара добије бушена трака са инструкцијама које су прилагођене управљачкој јединици и алатној машини.

Код аутоматизованог програмирања користе се датотеке алата, машина, материјала, поступака обраде и помоћних прибора. Процесор је општи програм који је смештен у меморији рачунара и има задатак да преведе инструкције изворног програма на машински језик, најчешће је израђен на модуларном принципу. Процесор поред геометријских информација, обрађује и низ технолошких информација.

У пракси се срећу процесори оријентисани према:

- геометријским карактеристикама и
- геометријско - технолошким карактеристикама обраде.

У прву групу сврставају се процесори за АРТ, FАРТ, 2CL, BASIC - EXАРТ језике, а у другу групу процесори за EXАРТ 1.1, EXАРТ 2, EXАРТ3, COMPACTII, итд.

Процесор је састављен из следећих модула:

- провере улаза, који обухвата идентификацију програмских инструкција, њихове тачности и проверу тачности геометријских и технолошких информација,
- кодирања материјала и предмета обраде, тако да је излаз из овог модула класификациони број предмета обраде и материјала,
- дефинисања технолошких поступака,
- избора типског технолошког поступка,
- дефинисања појединих технолошких операција,
- комплетирања технолошких поступака геометријским параметрима, карактеристичним за одређени захват,
- избора алата,
- избора попречног пресека дршке алата,
- избора материјала резног дела алата,
- избора геометрије резног дела алата,
- избора машине,
- оптимизације параметара обраде с обзиром на критеријум минималних трошкова обраде и параметарска ограничења,
- дефинисања путање алата, итд.

Излазни подаци из процесора су подаци који се меморишу, буше на траци или штампају у виду CLTAPE 1. То су подаци општег типа и не примењују се за добијање бушене траке за управљање НЦ машинама. Постпроцесор представља специјални програм, који је смештен у меморији рачунара. Обавља прилагођавање ових података одређеном типу машине и управљачке јединице. Постпроцесор се најчешће пројектује на модуларном принципу. Најчешће постпроцесор креира произвођач НЦ алатних машина, а универзални постпроцесори или генератори постпроцесора чешће се користе у новије време. За једноставније писање постпроцесора постоје препоруке о садржају излазних података из процесора (CLDATA - CUTTER LOCATION DATA - подаци који се односе на положај алата). Међуподаци су улаз у постпроцесор (CLDATA 2), који се налазе на CLTAPE 2, а добијају се обрадом међуподатака CLDATA 1 са CLTAPE 1, и обрадом технолошких података. [ 3 ]

Фактори који утичу на структуру постпроцесора су:

- карактеристике процесора (CLTAPE 1 или CLTAPE 2),
- карактеристике управљачке јединице и
- карактеристике алатне машине.

Изразе из постпроцесора чине:

- бушена трака,
- листа алата,
- програмски лист за оператора на машини са упутствима за рад, итд.

На излазу из АРТ процесора је формат CLDATA који је стандардизован, да би се убрзао поступак писања постпроцесор за специфичне алатне машине развијени су одговарајући генератори постпроцесора. Коришћењем ових процесора не тражи се изузетно велико познавање програмирања, програмер треба да познаје само додатне информације о ЦНЦ машинама. [ 3 ]

Генератор постпроцесора потребно је да садржи:

1. генератор променљивих информација:

- информација о машини и
- групе информација о функцијама машине,

2. скуп информација независних од алатне машине:

- пријем CLDATA, као улаза у генератор постпроцесора,
- проверу компатибилности између CLDATA и алатне машине и
- проширење постпроцесора инструкцијом CYCLE,

3. модуле:

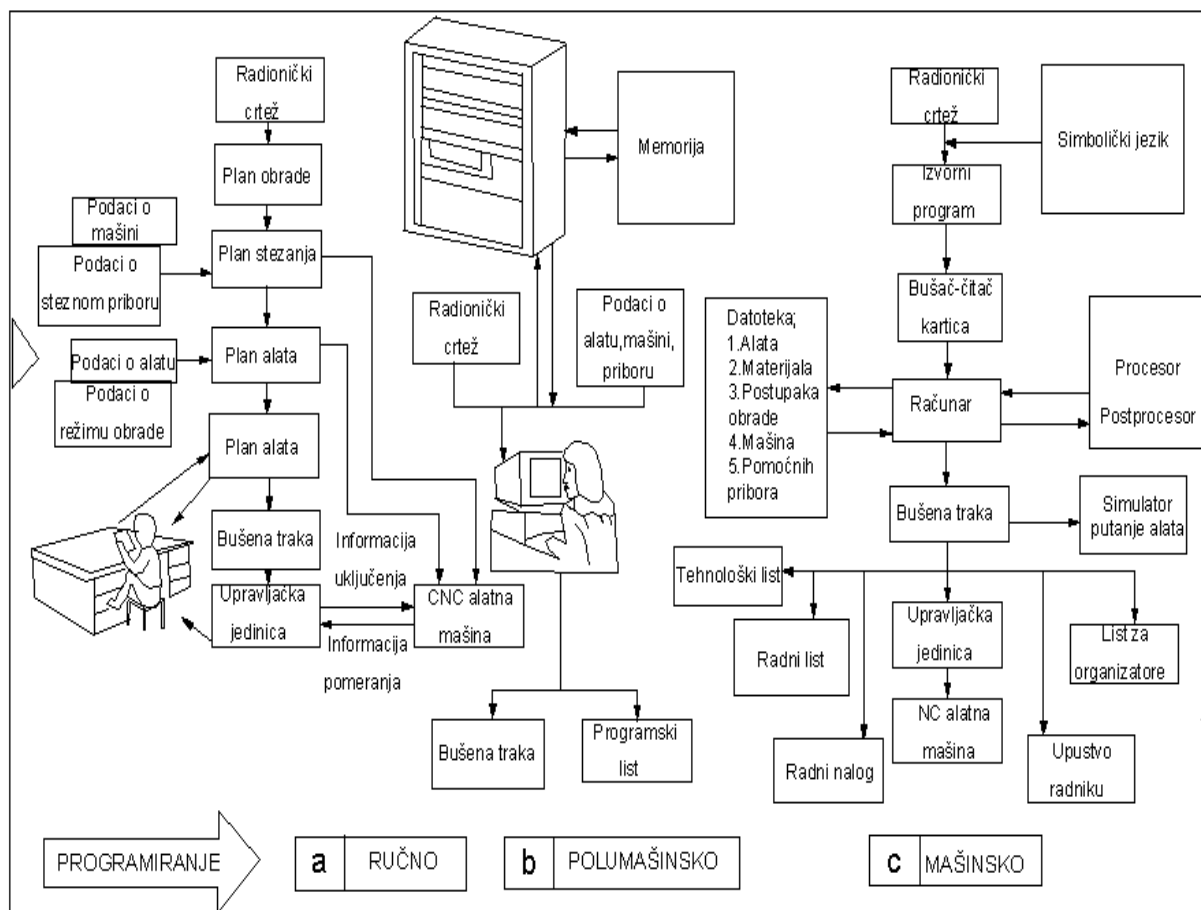
- базни модул, који омогућује остваривање функција,
- независно од ЦНЦ машине,
- специфичне апликационе модуле за одређене типове ЦНЦ машина (за стругове 2А - модуле са једним и два клизача, 3А - обрадне центре, итд.) и
- модул за специфицирање алатних машина,

4. генератор додатних информација:

- план постављања алата,
- извештај о компензацији радијуса врха и дужине алата и
- извештај о времену обраде и постојаности алата,

5. постпроцесорске рутине за:

- копирање или листање спецификације алата,
- брзо едитирање програма и
- бушење траке. [ 3 ]



Слика 2.6: Врсте програмирања ЦНЦ машина

### **3. Основе програмирања SINUMERIK 840D POWER LINE**

#### **3.1 Функције G - код**

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 упућствима за руковање одређеном машином. [ 4 ]

Према намени управљачке функције деле се на:

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

У групу главних функција спадају модалне функције делују све док се не пониште или замене функцијом из исте групе.

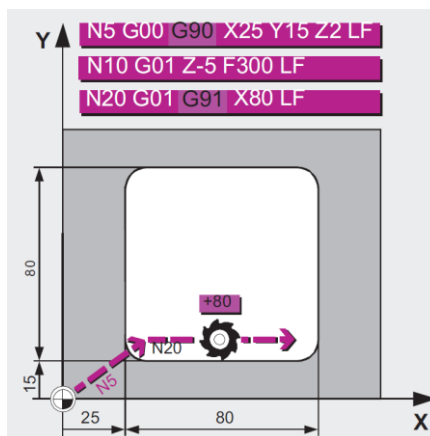
Немодалне функције су оне које делују само у једном блоку то су помоћне функције.

#### **3.2 Функције дефинисања система програмирања G90 и G91**

**Формат функције је N.../G90.**

Програмирање може да се изведе у апсолутним или инкременталним координатама, најчешће се у пракси примењује програмирање у апсолутним координатама.

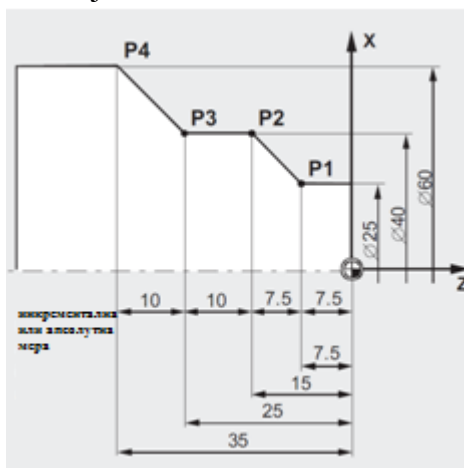
G90 - унос апсолутних мера, све мере се односе на стварну нулту тачку радног комада. Све позиције алата у току обраде мере се у односу на унапред дефинисан координатни почетак, то је најчешће нулта тачка предмета обраде. [ 4 ]



Слика 3.1: Глодање - промена између програмирања са апсолутним и инкременталним мерима

### Формат функције је N.../G91.

G91 - унос инкременталних мера, све мере се односе на тачку контуре која је последња унета. Код инкременталног програмирања координате следеће тачке кретања алата мере се од предходног положаја алата.



Слика 3.2: Стругање - апсолутне или инкременталне мере

У оквиру једног блока може се мењати тип уноса за појединачне осе, АС за апсолутне координате и ИС за инкременталне координате, на пример X = АС (400). Овакав начин кодирања више се примењује на конвенционалним машинама. [ 4 ]

## 3. 3 Функције успостављања везе између координатног система машине и координатног система предмета обраде

### Формат функције је N.../G92/x.../y.../z...

G92 - функција која у управљачкој јединици успоставља инкрементални систем мерења, после ове функције није потребно да се програмира функција G91. Нулата

тачка предмета обраде може се померати произвољан број пута програмирањем ове функције. Програмирањем нове нулте тачке радног комада поништава се предходна.

### Формат функције је N.../G93/x.../y.../z...

G93 - овом функцијом успоставља се апсолутни систем мерења, после ове функције није потребно програмирати функцију G90. Нулта тачка предмета обраде може да се помера произвољан број пута, програмирањем нове нулте тачке поништава се предходна.

### Дефинисање мода помака G94 и G95

#### Формати функција су N.../G94 и N.../G95

G94 - дефинише брзине помоћног кретања у милиметрима по минути,

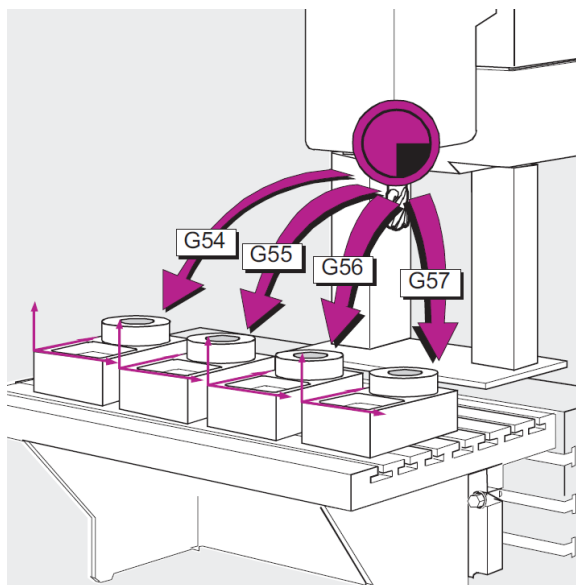
G95 - дефинише брзине помоћног кретања у милиметрима по обрту.

### Offset нулте тачке G54 до G57

X, Y, Z - координате Offseta нулте тачке, то су координате којима се дефинише координатни систем радног комада. Уносе се на оператеровом панелу или помоћу универзалног интерфејса на управљачкој јединици пре програмирања. [ 4 ]

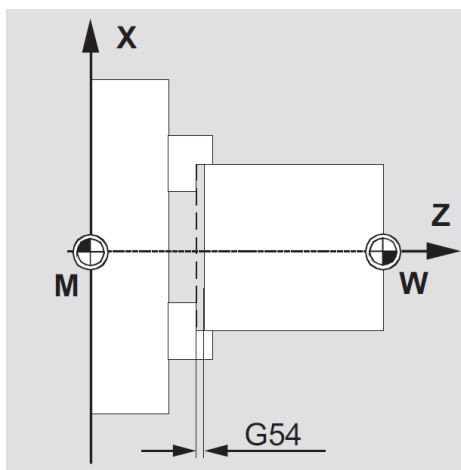
G53 - offseti нултих тачака могу да буду комплетно потиснути блок по блок, а деактивирају се са функцијом G500.

G55 .... G57, G505 .... G599 - други нулти offseti.



Слика 3.3: Глодање - нулти offset чине могућим операције вишеструке обраде

Offset нулте тачке код стругова пожељан је само у Z правцу.



Слика 3.4: Стругање - offset нултих тачака у Z правцу

### 3. 4 Избор радне равни G17 до G19

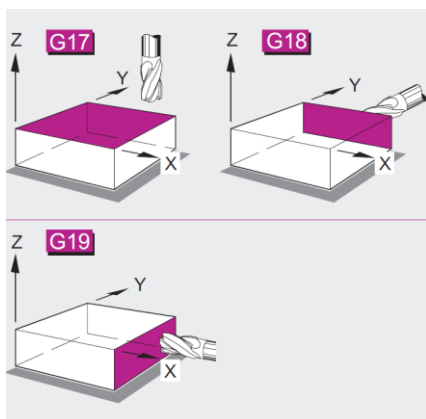
G17 - функција за дефинисање равни X/ Y, оса померања Z,

G18 - функција за дефинисање равни Z/ X, оса померања Y,

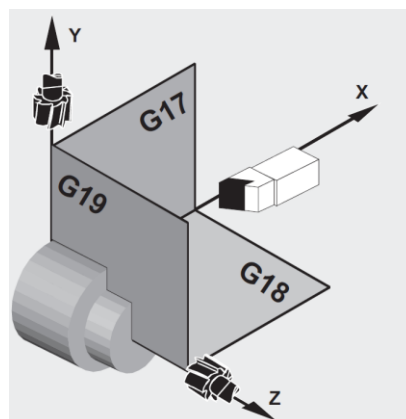
G19 - функција за дефинисање равни Y/ Z, оса померања X.

Померање радне равни потребно је за прорачун података offseta алата, није могуће мењати радну раван док су активне команде G41 и G42.

У основном подешавању функција G17 је подешена за глодање, а функција G18 за стругање. [ 4 ]



Слика 3.5: Избор радних равни за хоризонталне операције глодања



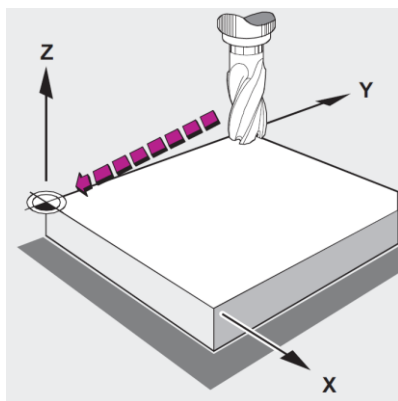
Слика 3.6: Избор радних равни за хоризонтално и вертикално стругање

### 3. 5 Програмирање команди кретања

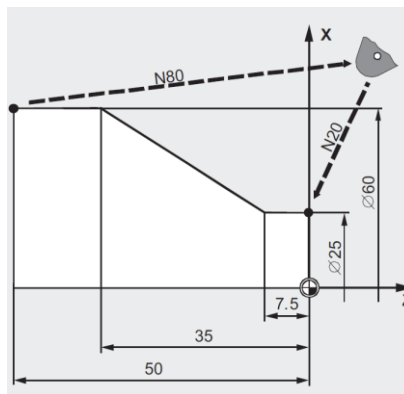
#### Позиционирање брзим ходом G00

**Формат функције:** N.../G00/X... /Y.../Z.../F...

Позиционирање брзим ходом представља кретање алата из тренутног положаја дефинисан координатама X, Y и Z, овом функцијом смањује се време обраде.



Слика 3.7: Брзо позиционирање код глодања

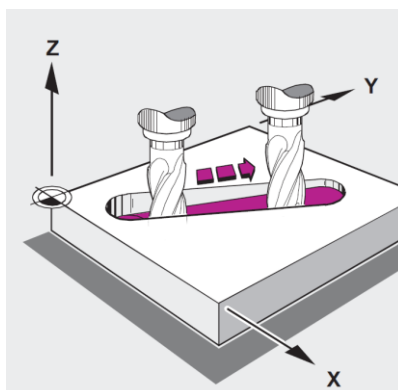


Слика 3.8: Брзо позиционирање код стругања

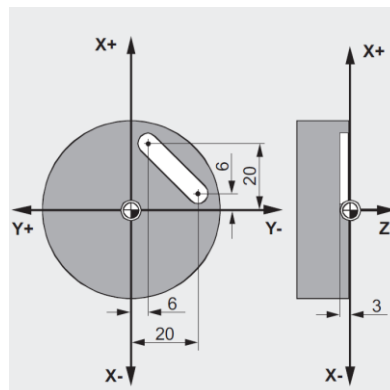
#### Линеарна интерполација G01

**Формат функције:** N.../G01/X... /Y.../Z.../F...

Овом функцијом програмира се линеарно кретање радним ходом алата најкраћим путем из тренутног у нови положај задат координатама X, Y и Z. Представља кретање током кога се врши обрада, брзина радног хода задаје се у F адреси и креће се у распону од 1 до 400 mm/min. [ 4 ]



Слика 3.9: Израда нагнутог жлеба



Слика 3.10: Стругање - глодање израда жлеба

### Кружна интерполација G02 и G03

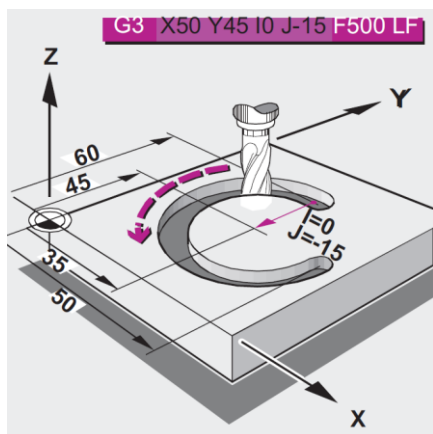
G02 - кружна интерполација у смеру казаљке на сату, посматра се из врха треће осе.

**Формат функције:** N.../G02/X.../Y... /R... за равн XY

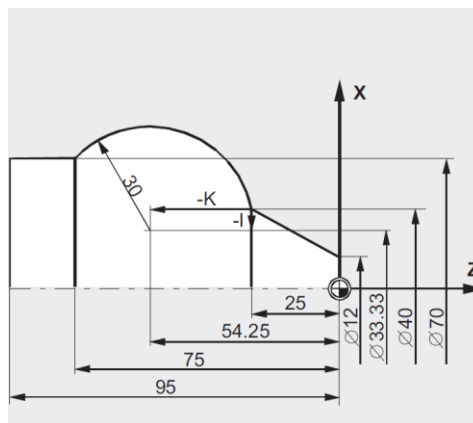
N.../G02/X.../Z... /R... за равн XZ

N.../G02/Y.../Z... /R... за равн ZY

G03 - кружна интерполација у смеру супротном од смера казаљке на сату, посматра се из врха треће осе. [ 4 ]



Слика 3.11: Израда кружног жлеба



Слика 3.12: Стругање - израда краја вијка у облику кугле

**Формат функције:** N.../G03/X.../Y... /R... за равн XY

N.../G03/X.../Z... /R... за равн XZ

N.../G03/Y.../Z... /R... за равн ZY

X, Y, Z - координате циљне тачке,

R - радијус алата,

I, J, K - интерполација параметара за одређивање центра круга, правци I у X, J у Y и K у Z.

### Резање навоја G33

Z, X - последња тачка навоја,

K - корак навоја за цилиндрични навој,

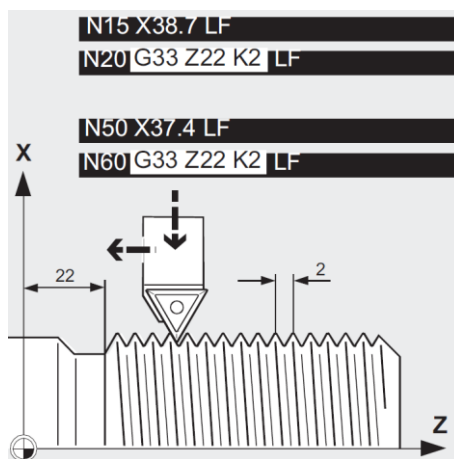
I - корак навоја за чеони навој,

I - корак навоја за конични навој, угао конуса већи од  $45^{\circ}$ ,

K - корак навоја за конични навој, угао конуса мањи од  $45^{\circ}$ ,

SF - почетна тачка offseta у степенима.

Функцијама M03 и M04 програмирају се десни или леви навој смером окретања вретена. Пре функције G33 мора да се програмира ротација и број обртаја вретена. За програмирање коничних навоја уносе се X и Z координате са функцијом G33. Вишеструки навоји програмирају се са offset почетним тачкама (SF = ...). [ 4 ]



Слика 3.13: Израда уздужног навоја

SPOS = 0 - промена на позиционо управљање вretenом и постављање у положај,

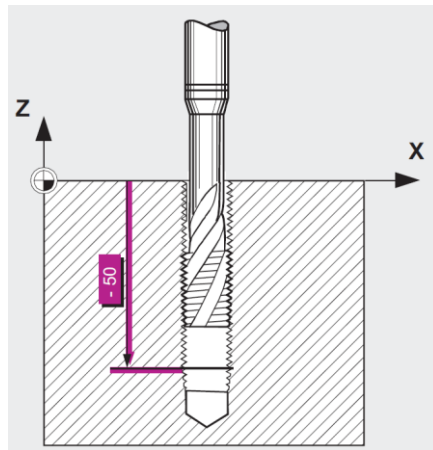
G331 - урезивање навоја,

G332 - урезивање навоја са повраћањем, вретено мења смер обртања аутоматски,

X,Y, Z - последња тачка навоја,

I, J, K - корак навоја, позитиван корак десни навој, негативан корак леви навој.

Вретено мора да буде опремљено са импулсним генератором.



Слика 3.14: Урезивање навоја

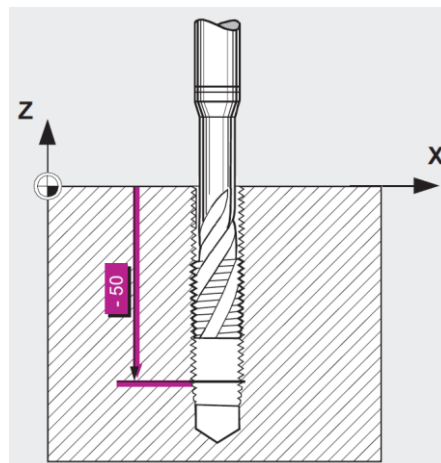
G63 - функција за повратно кретање, програмира се други блок са G63 и релативним смером обртања вретена. [ 4 ]

S - број обртања вретена,

F - помак,

M03 - смер обртања десни,

M04 - смер обртања леви.



Слика 3.15: Урезивање навоја са пливајућим стезачем

G110 - дефинисање пола, односи се на последњи програмиран положај алата,

G111 - дефинисање пола, апсолутно у координатном систему радног комада,

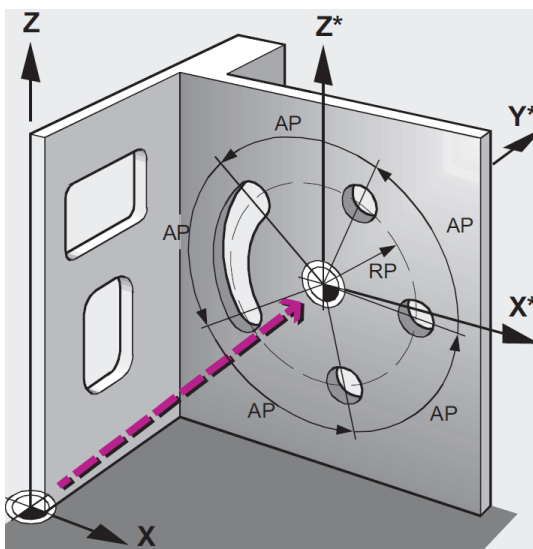
G112 - дефинисање пола, односи се на последњи валидан пол,

X,Y, Z - координате пола,

RP - радијус, растојање између пола и одређене тачке,

AP - угао између путање пола - циљна тачка референтне осе (оса пола се прво означаи).

Пол (централна тачка) може да се дефинише правоугаоним или пларним координатама. Када се кружница програмира пол се налази у центру круга и RP одговара радијусу круга.



Слика 3.16: Опис путање кретања коришћењем поларних координата

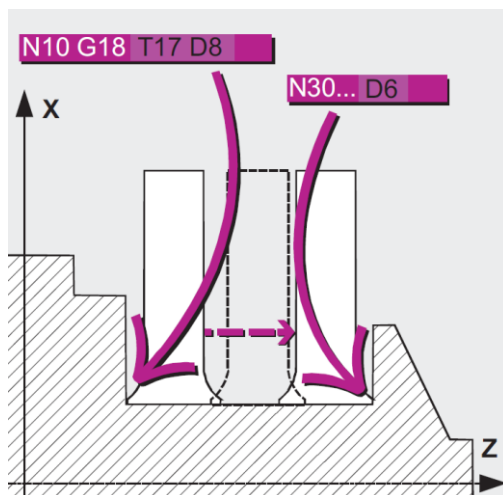
### 3. 6 Offseti алата и компензације

#### Позив алата

T - позив броја алата,

D - позив offseta алата, активација компензације дужине алата (корекција резне ивице алата).

Пре позиционирања алата потребно је да се изабере раван обраде, да би се осигурала тачност offseta алата тачно израчунатим по осама. Вредности offseta алата могу да се измене током НЦ операције, раван обраде не сме да се репрограмира. У случају да позивом алата не треба дати D број, D број може да се специфицира у подацима за машину. [ 4 ]



Слика 3.17: Вредност offseta за леви и десни врх алата за израду жлебова

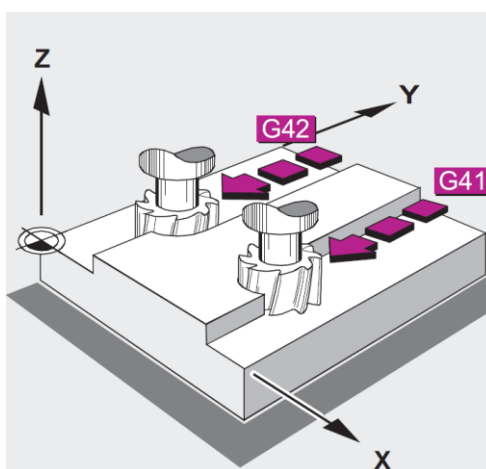
### Компензација радијуса резних ивица глодала G41 и G42

G41 - компензација путање глодала, алат се креће у правцу лево у односу на контуру,

G42 - компензација путање глодала, алат се креће у правцу десно у односу на контуру,

G40 - поништавање (искључивање) предходних функција G41 и G42.

Компензација дужине глодала ради се аутоматски после позивања алатног offseta D. У НЦ програмској линији са G40, G41 и G42 мора да се програмира бар једна оса изабране равни (G17 до G19). Селекција и деселекција од CRC мора да се уради у једној програмској линији са G00 или G01. Offset ради само у програмској радној равни. [ 4 ]



Слика 3.18: Управљачка јединица израчунава путању алата

### Компензација радијуса врха ножа G41 и G42

G41 - компензација радијуса, кретење алата у правцу лево од радног комада,

G42 - компензација алата, алат се креће десно од радног комада,

G40 - поништавање (искључивање) предходних функција G41 и G42.

Компензација дужине глодала ради се аутоматски после позивања алатног offseta D. У НЦ програмској линији са G40, G41 и G42 мора да се програмира бар једна оса изабране равни (G17 до G19). Селекција и деселекција од CRC мора да се уради у једној програмској линији са G00 или G01. Offset ради само у програмској радној равни.

G450 - прелазни лук, алат се окреће око радног комада дуж кружнице која представља радијус полупречника алата,

G451 - тачка пресека, алат мења смер кретања у просечној тачки путања.

Да би се избегле могуће грешке код ручног програмирања користе се функције за корекцију путање алата, коришћењем ових функција у програму се описује контура коју треба обићи. Жељена компензација мора бити уписана пре него што почне извршавање кретања, компензација се врши за вредност полупречника алата. [ 4 ]



Слика 3.19: Компензација радијуса врха ножа за обраду закривљених и равних површина

### 3. 7 Програмирање припремних функција

#### Програмирање помоћног кретања (корака) G93 до G97

G93 F - корак у 1/min,

G94 F - константан број обртаја и корак у mm/min,

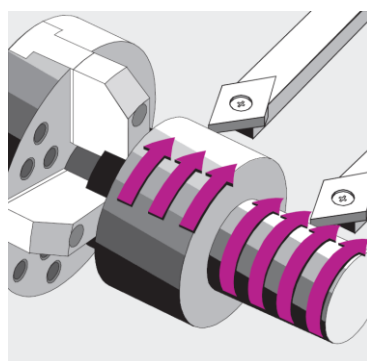
G95 F - константан број обртаја и корак у mm/o,

G96 S - константна брзина резања у m/min,

F - корак у mm/o,

G97 - искључивање G96, меморисање последње подешене брзине у G96 као константне брзине.

Од стране произвођача дефинисане су максималне вредности за главно и помоћно кретање. [ 4 ]



Слика 3.20: Аутоматска контрола броја обртаја због одржавања константне брзине резања

#### Тачно заустављање G9 и G60

G601 - тачно заустављање фино,

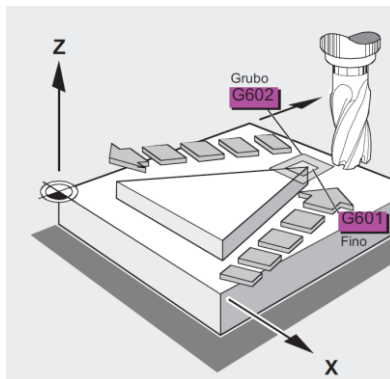
G602 - тачно заустављање грубо,

G603 - тачно заустављање на крају интерполације,

G9 - тачно заустављање активно у блоку,

G60 - тачно заустављање модално, док се не селекује са G64 и G641.

Функција за тачно позиционирање најчешће се користи за израду оштрих спољашњих ћошкова или за финалну израду унутрашњих ћошкова на жељене мере. Границе тачног позиционирања дефинише се у подацима машине. [ 4 ]



Слика 3.21: Израда оштрих спољашњих ћошкова

### Помоћно кретање код мода по континуалној путањи G64 и G641

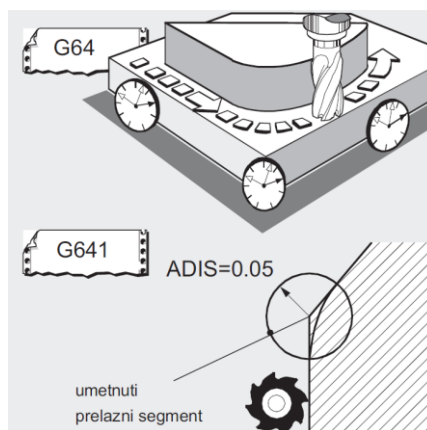
G64 - мод континуалне путање,

G641 - прелазно заобљење контуре.

Заобљујуће растојање (у mm) програмира се помоћу:

ADIS =    за G1, G2 G3 или

ADISPOS =    за G0.



Слика 3.22: Оптимизација производних резултата

### Програмирање обртања вретена

S, S<sub>n</sub> - број обртаја вретена у inuti (rpm),

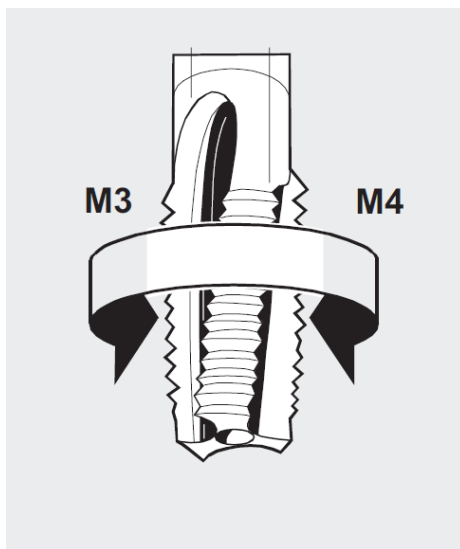
M03, M<sub>n</sub> = 3 - обртање у смеру казаљке на сату,

M04,  $M_n = 4$  - обртање у смеру супротном од смера казаљке на сату,

M05,  $M_n = 5$  - заустављање вретена,

SETMS(n) - вретено n постаје главно вретено,

n - број вретена.



Слика 3.23: Програмирање смера обртања вретена

### 3. 8 Функције за дефинисање циклуса

L - позив подпрограма,

P - број понављања максимално 9999.

Крај програма и повратак у главни програм програмира се функцијом M17, програм се позива посебним блоком. [ 4 ]

#### Бушење, центрирање, CYCLE81

Циклус бушење, центрирање израђује једноставне рупе. CYCLE81 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR).

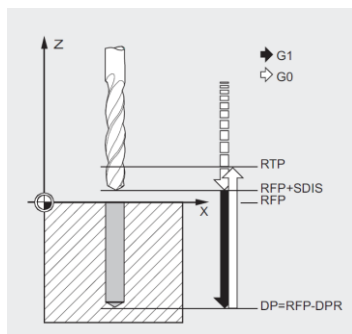
RTP - раван повратка (апсолутна),

RFP - референтна раван (апсолутна),

SDIS - безбедносно растојање (уноси се без знака),

DP - завршна дубина бушења, дубина продужене рупе, дубина жлеба, дубина цепа (апсолутна),

DPR - завршна дубина бушења, дубина продужене рупе, дубина жлеба, дубина џепа у односу на референтну раван (уноси се без знака).



Слика 3.24: Параметри и кораци померања у циклусу бушење, центрирање

### Бушење, проширивање, CYCLE82

Циклус бушење, проширивање израђује једноставне рупе. Када се достигне завршна дубина рупе, може да се активира одређено време застоја dwell time. CYCLE82 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB). [ 4 ]

RTP - раван повратка (апсолутна),

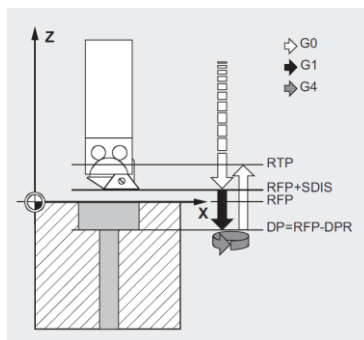
RFP - референтна раван (апсолутна),

SDIS - безбедносно растојање (уноси се без знака),

DP - завршна дубина бушења, дубина продужене рупе, дубина жлеба, дубина џепа (апсолутна),

DPR - завршна дубина бушења, дубина продужене рупе, дубина жлеба, дубина џепа у односу на референтну раван (уноси се без знака),

DTB - CYCLE82 време застоја на завршној дубини бушења (ломљење струготине).



Слика 3.25: Параметри и кораци померања у циклусу бушење, проширивање

### Дубоко бушење, CYCLE83

Циклус дубоког бушења израђује рупе до завршне дубине бушења са извођењем дубине у неколико корака са максималном вредношћу која може да се програмира. После сваког продирања бургија се може повући од референтне равни у циљу избацивања материјала или по 1 mm сваког пута за ломљење струготине. CYCLE82 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, FDEP, FDRP, DAM, DTB, DTS, FRF, VARI).

RTP - раван повратка (апсолутна),

RFP - референтна раван (апсолутна),

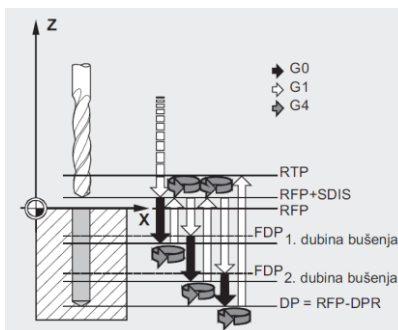
SDIS - безбедносно растојање (уноси се без знака),

DP - завршна дубина бушења, дубина продужене рупе, дубина жлеба, дубина цепа (апсолутна),

DPR - завршна дубина бушења, дубина продужене рупе, дубина жлеба, дубина цепа у односу на референтну раван (уноси се без знака),

DTB - CYCLE82 време застоја на завршној дубини (ломљење струготине),

FDEP - прва дубина (апсолутна). [ 4 ]



Слика 3.26: Кораци померања и параметри код фиксног циклуса - дубоко бушење са уклањањем струготине

### Круто урезивање навоја, CYCLE84

CYCLE84 израђују се рупе са навојем без коришћења пливајућег стезача. Овај фиксни циклус може да се примени само уколико означено вретено за бушење може да ради у позиционо управљаном начину рада. CYCLE84 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB, SDAC, MPIT, PIT, POSS, SST, SST1). [ 4 ]

RTP - раван повратка (апсолутна),

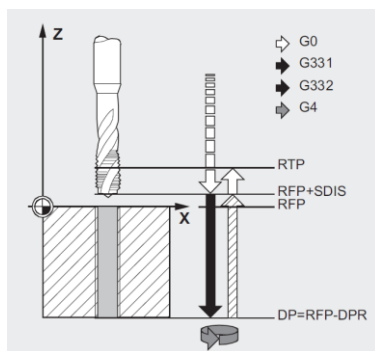
RFP - референтна раван (апсолутна),

SDIS - безбедносно растојање (уноси се без знака),

DP - завршна дубина бушења, дубина продужених рупа, дубина жлеба, дубина цепа (апсолутна),

DPR - завршна дубина бушења, дубина продужених рупа, дубина жлеба, дубина цепа у односу на референтну раван (уноси се без знака),

DTB - CYCLE82 време застоја на завршној дубини (ломљење струготине ).



Слика 3.27: Кораци померања и параметри код фиксног циклуса - круто урезивање навоја

### Урезивање навоја са пливајућим стезачем, CYCLE840

Са овим фиксним циклусом, рупе са навојем могу да се ураде са пливајућим стезачем без давача и са давачем. Урезивање навоја без пливајућег стезача (круто урезивање навоја) користи се фиксни циклус. CYCLE840 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB, SDR, SDAC, ENC, MPIT, PIT). [ 4 ]

RTP - раван повратка (апсолутна),

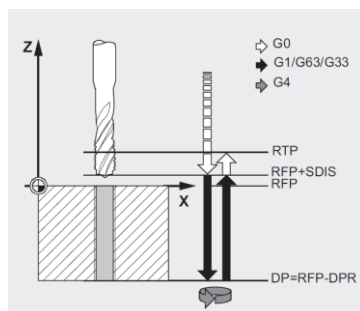
RFP - референтна раван (апсолутна),

SDIS - безбедносно растојање (уноси се без знака),

DP - завршна дубина бушења, дубина продужених рупа, дубина жлеба, дубина цепа (апсолутна),

DPR - завршна дубина бушења, дубина продужених рупа, дубина жлеба, дубина цепа у односу на референтну раван (уноси се без знака),

DTB - CYCLE82 време застоја на завршној дубини (ломљење струготине ).



Слика 3.28: Кораци померања и параметри код циклуса урезивања навоја са пливајућим стезачем

### Бушење ножем 1, CYCLE85

У фиксном циклусу "Рупа 1", изводи се долазно и повратно кретање са тачно специфицираним помоћним кретањем у зависности од релевантних параметара. CYCLE85 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB, FFR, RFF). [ 4 ]

RTP - раван повратка (апсолутна),

RFP - референтна раван (апсолутна),

SDIS - безбедносно растојање (уноси се без знака),

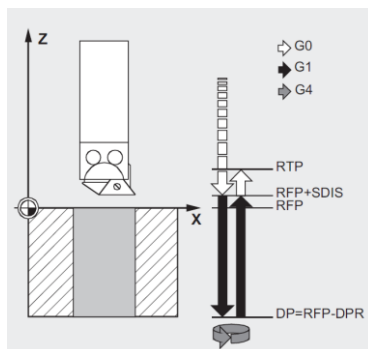
DP - завршна дубина бушења, дубина продужених рупа, дубина жлеба, дубина цепа (апсолутна),

DPR - завршна дубина бушења, дубина продужених рупа, дубина жлеба, дубина цепа у односу на референтну раван (уноси се без знака),

DTB - CYCLE82 време застоја на завршној дубини (ломљење струготине ),

FFR - помак,

RFF - помак повратног кретања.



Слика 3.29: Кораци померања и параметри у фиксном циклусу - бушење 1

### Бушење ножем 2, CYCLE86

У фиксном циклусу "Бушење (ножем) 2", вретено се оријентисано зауставља по достизању дубине рупе. Алат се тада великом брзином помера до програмираног повратног положаја и одатле до повратне равни. Овај фиксни циклус може само да се користи уколико вретено одређено за бушење је технички способно да ради у позиционо - контролисаном начину рада. CYCLE86 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB, SDIR, RPA, RPO, RPAP, POSS).

RTP - раван повратка (апсолутна),

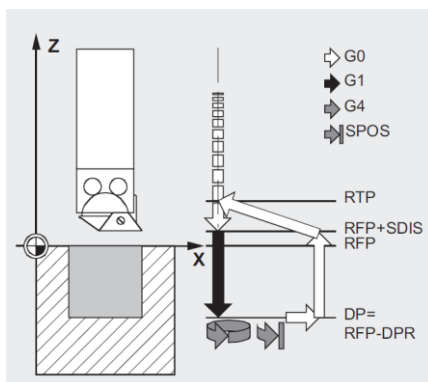
RFP - референтна раван (апсолутна),

SDIS - безбедносно растојање (уноси се без знака),

DP - завршна дубина бушења, дубина продужених рупа, дубина жлеба, дубина цепа (апсолутна),

DPR - завршна дубина бушења, дубина продужених рупа, дубина жлеба, дубина цепа у односу на референтну раван (уноси се без знака),

DTB - CYCLE82 време застоја на завршној дубини (ломљење струготине ).



Слика 3.30: Кораци померања и параметри у фиксном циклусу-бушење (ножем) 2

### Бушење ножем 3, CYCLE87

У фиксном циклусу "Бушење (ножем) 3", по достизању дна рупе доћи ће до заустављања вретена без оријентације, праћено са програмским стопом. Притискањем тастера НЦ Старт, наставља се кретање навише са већом брзином док се не достигне повратна раван. CYCLE87 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, SDIR). [ 4 ]

RTP - раван повратка (апсолутна),

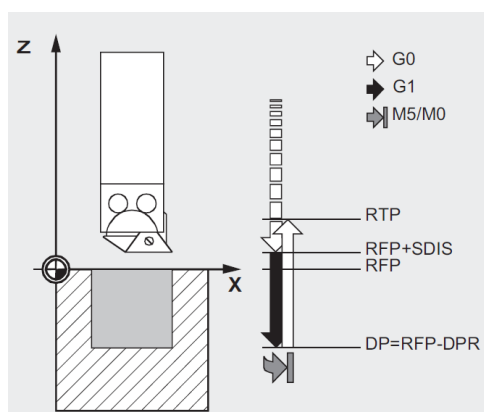
RFP - референтна раван (апсолутна),

SDIS - безбедносно растојање (уноси се без знака),

DP - завршна дубина бушења, дубина продужених рупа, дубина жлеба, дубина цепа (апсолутна),

DPR - завршна дубина бушења, дубина продужених рупа, дубина жлеба, дубина цепа у односу на референтну раван (уноси се без знака),

SDIR - смер ротације 3 за M03, 4 за M04.



Слика 3.31: Кораци померања и параметри у фиксном циклусу-бушење (ножем) 3

#### Бушење ножем 4, CYCLE88

У фиксном циклусу "Бушење (ножем) 4", по достизању завршне дубине бушења долази до застоја заједно са заустављањем вретена без оријентације и програмираног стопа. Притискањем НЦ тастера, изводи се брзо кретање навише док се не достигне повратна раван. CYCLE88 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB, SDIR). [ 4 ]

RTP - раван повратка (апсолутна),

RFP - референтна раван (апсолутна),

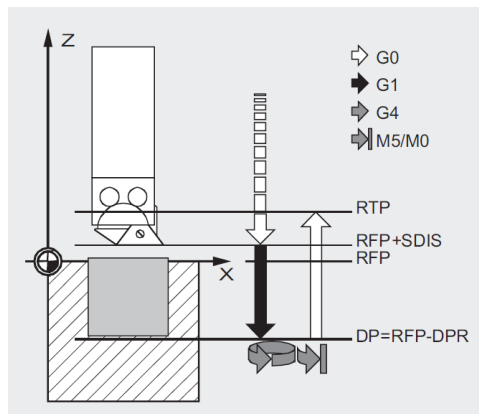
SDIS - безбедносно растојање (уноси се без знака),

DP - завршна дубина бушења, дубина продужених рупа, дубина жлеба, дубина цепа (апсолутна),

DPR - завршна дубина бушења, дубина продужених рупа, дубина жлеба, дубина цепа у односу на референтну раван (уноси се без знака),

DTB - време застоја на завршној дубини (ломљење струготине ),

SDIR - смер ротације 3 за M03, 4 за M04.



Слика 3.32: Кораци померања и параметри у фиксном циклусу-бушење (ножем) 4

### Бушење ножем 5, CYCLE89

У фиксном циклусу "Бушење (ножем) 5, кретање ка унутра и навише изводи се са F вредношћу програмираном пре позива циклуса. По достизању дна рупе може да се ангажује време застоја. CYCLE89 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB). [ 4 ]

RTP - раван повратка (апсолутна),

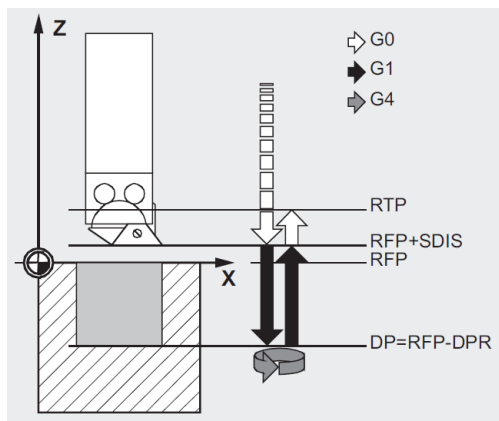
RFP - референтна раван (апсолутна),

SDIS - безбедносно растојање (уноси се без знака),

DP - завршна дубина бушења, дубина продужених рупа, дубина жлеба, дубина цепа (апсолутна),

DPR - завршна дубина бушења, дубина продужених рупа, дубина жлеба, дубина цепа у односу на референтну раван (уноси се без знака),

DTB - CYCLE82 време застоја на завршној дубини (ломљење струготине ).



Слика 3.33: Кораци померања и параметри у фиксном циклусу-бушење (ножем) 5

### Глодање навоја, CYCLE90

Са овим фиксним циклусом израђује се унутрашњи и спољашњи навој. Путања код глодања навоја заснива се на хеликоидној интерполацији. Све три геометријске осе у актуелној равни учествују у кретању. CYCLE90 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DIATH, KDIAM, PIT, FFR, CDIR, TYPTH, CPA, CPO).

RTP - раван повратка (апсолутна),

RFP - референтна раван (апсолутна),

SDIS - безбедносно растојање (уноси се без знака),

DP - завршна дубина бушења, дубина продужених рупа, дубина жлеба, дубина цепа (апсолутна),

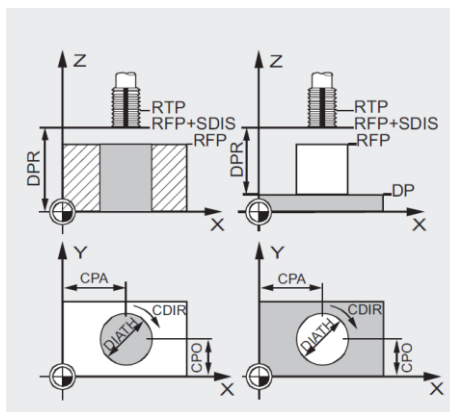
DPR - завршна дубина бушења, дубина продужених рупа, дубина жлеба, дубина цепа у односу на референтну раван (уноси се без знака),

DIATH - номинални пречник навоја, спољашњи пречник навоја,

CDIR - смер обраде 2 за G2, 3 за G3,

CPA - центар круга (цепа), апциса (апсолутна),

CPO - центар круга (цепа), ордината (апсолутна).



Слика 3.34: Параметри у фиксном циклусу - глодање навоја

### Циклус за усеке, CYCLE93

Фиксни циклус за усеке омогућује израду симетричних и асиметричких усека код уздужних и чеоних операција на било којим правим елементима контуре. Могу да се израђују спољашњи и унутрашњи усеци. CYCLE93 (SPD, SPL, WIDG, DIAG, STA1, ANG1, ANG2, RCO1, RCO2, RC11, RC12, FAL1, FAL2, IDEP, DTB, VARI). [ 4 ]

SPD - почетна тачка у чеоној оси (уноси се без знака),

SPL - почетна тачка контуре, навоја у уздужној оси,

WIDG - ширина жлеба (уноси се без знака),

DIAG - дубина жлеба (уноси се без знака),

ANG1 - угао бока 1: на страни која је дефинисана почетном тачком (уноси се без знака),

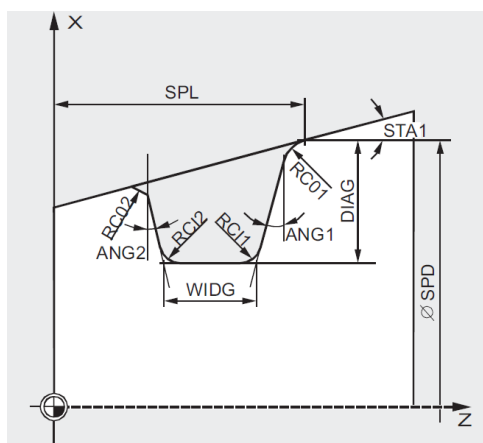
ANG2 - угао бока 2: на другој страни (уноси се без знака),

RCO1 - радијус, закошење 1, спољашње: на страни дефинисаној почетном тачком,

RCO2 - радијус, закошење 2, спољашње,

RCI1 - радијус, закошење 1, унутрашњи: на страни почетне тачке,

RCI2 - радијус, закошење 2, унутрашњи.



Слика 3.35: Параметри код циклуса за израду усека при уздужној обради

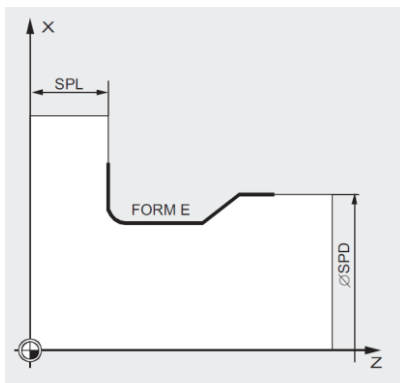
#### Циклус за израду жлеба, CYCLE94

Са овим фиксним циклусом израђују се жлебови по DIN 509 облика Е и F за делове са пречником преко 3 mm. CYCLE94 (SPD, SPL, FORM). [ 4 ]

SPD - почетна тачка у чеоној оси (уноси се без знака),

SPL - почетна тачка контуре, навоја у уздужној оси,

FORM - дефиниција облика жлеба, Е за облик Е и F за облик F.



Слика 3.36: Параметри за израду жлеба код Undercut фикснг циклуса

### Циклус за уклањање материјала, CYCLE95

Са фиксним циклусом за уклањање материјала израђује се контура која је програмирана у потпрограму од пуног материјала помоћу паралелних корака скидања материјала. Контура може да укључи 'relief-cut' елементе. Технологија (груба, завршна, комплетна обрада) је по избору. Циклус може да се позове са било ког положаја који не може да узрокује судар. CYCLE95 (NPP, MID, FALZ, FALX, FAL, FF1, FF2, FF3, VARI, DT, DAM). [ 4 ]

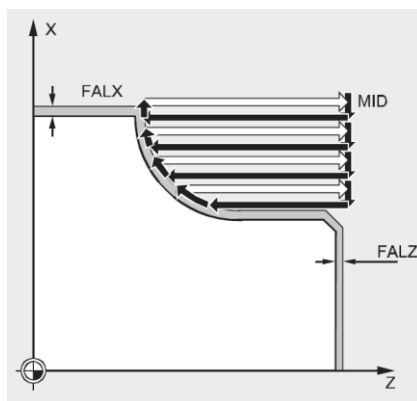
NPP - назив програма контуре,

MID - максимална дубина хода (уноси се без знака),

FALZ - завршни додатак у уздужној оси (без знака),

FALX - завршни додатак у чеоној оси (без знака),

FAL - тачан завршни додатак за контуру (без знака).



Слика 3.37: Кораци кретања и параметри код фиксног циклуса за уклањање материјала

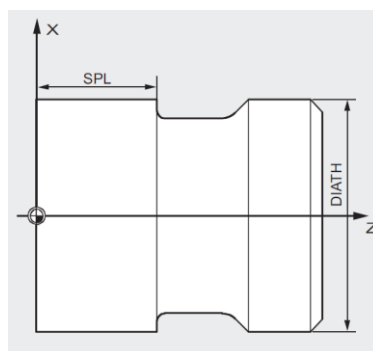
### Жлеб код навоја, CYCLE96

Са овим фиксним циклусом израђују се облици жлебова А, В, С, D у сагласности са DIN 13 за делове са метричким ISO навојем. CYCLE96 (DIATH, SPL, FORM).

DIATH - називни пречник, спољашњи пречник навоја,

SPL - почетна тачка контуре, навоја у уздужној оси,

FORM - дефиниција облика жлеба, E за облик E и F за облик F.



Слика 3.38: Параметри за фиксни циклус израде жлеба код навоја

### Резање навоја, CYCLE97

Са фиксним циклусом "Резање навоја" израђују се цилиндрични и конични спољашњи и унутрашњи навоји код уздужних и чеоних операција, како једноходне тако и вишеходне навоје. Претпоставка за коришћење овог фиксног циклуса је вретено са контролисаном брзином са позиционим мерним системом. У случају вишеходних навоја, појединачни навоји се раде један после другог. CYCLE97 (PIT, MPIT, SPL, FPL, DM1, DM2, APP, ROP, TDEP, FAL, IANG, NSP, NRC, NID, VARI, NUMTH). [ 4 ]

SPL - почетна тачка контуре, навоја у уздужној оси,

FPL - последња тачка контуре, навоја у уздужној равни,

PIT - корак, вредности 0,001 ... 2000,00 mm,

ROP - излазна путања (уноси се без знака),

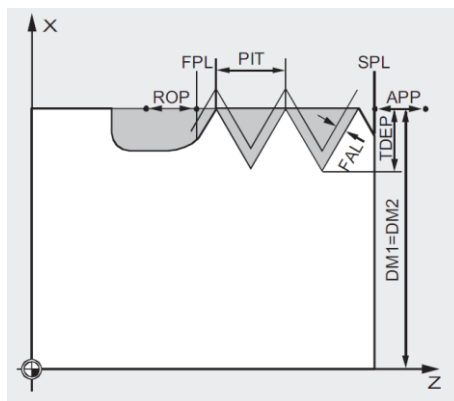
FAL - тачни завршни додатак за обраду по контури (уноси се без знака),

TDEP - дубина навоја (уноси се без знака),

APP - долазна путања (уноси се без знака),

DM1 - пречник навоја на почетној тачки,

DM2 - пречник навоја на последњој тачки.



Слика 3.39: Параметри код фиксног циклуса резања навоја

### Низ навоја, CYCLE98

Овај фиксни циклус дозвољава израду код уздужних и чеоних операција неколико цилиндричних и коничних навоја лоцираних један иза другог и са евентуално различитим корацима. CYCLE98 (PO1, DM1, PO2, DM2, PO3, DM3, PO4, DM4, APP, ROP, TDEP, FAL, IANG, NSP, NRC, NID, PP1, PP2, PP3, VARI, NUMTH). [ 4 ]

PO1 - почетна тачка навоја у уздужној оси,

DM1 - пречник навоја на почетној тачки,

PO2 - прва интермедијарна тачка у уздужној оси,

DM2 - пречник на првој интермедијарној тачки,

PO3 - друга интермедијарна тачка,

DM3 - пречник на другој интермедијарној тачки,

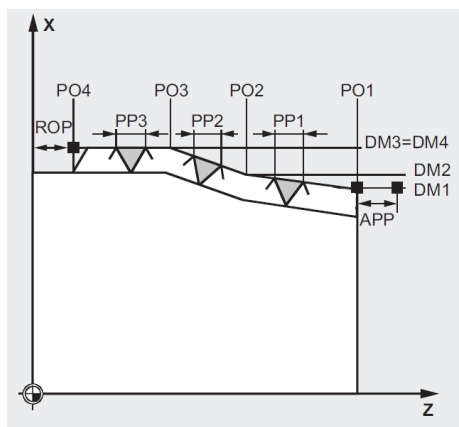
PO4 - последња тачка навоја у уздужној оси,

DM4 - пречник на последњој тачки,

APP - долазна путања (уноси се без знака),

ROP - излазна путања (уноси се без знака),

PP1 до PP3 - корак 1 до 3 као вредност (уноси се без знака).



Слика 3.40: Параметри код фиксног циклуса израде низа навоја

### 3. 9 Списак G функција

G00 - брзи ход,

G01 - линеарна интерполација,

G02 - кружна интерполација у смеру казаљке на сату,

G03 - кружна интерполација у смеру супротном од смера казаљке на сату,

CIP - кружна интерполација кроз тачку,

ASPLINE # - акима splajn,

BSPLINE # - B splajn,

CSPLINE # - кубни splajn,

POLY ## - полиномна интерполација,

G33 - резање навоја са контантним кораком,

G331 - круто урезивање навоја,

G332 - повратак (круто урезивање навоја),

G58 - аксијално програмиран апсолутни нулти offset,

G59 - аксијално програмиран додатни нулти offset,

OEMIPO1 #### - OEM интерполација 1 \*),

OEMIPO2 #### - OEM интерполација 2\*), [ 4 ]

- G04 - предходно подешено време застоја,
- G63 - урезивање навоја без синхронизације,
- G74 - референтна тачка приступа са синхронизацијом,
- G75 - приступ фиксном тачком,
- REPOSL - репозиционирање на контури, линеарно,
- REPOSQ - репозиционирање на контури у четвртини круга,
- REPOSH - репозиционирање на контури у полукругу,
- REPOSA - репозиционирање на контури са свим осама,
- REPOSQA - репозиционирање на контури са свим осама, геометријске осе у четвртини круга,
- REPOSHA - репозиционирање на контури са свим осама, геометријске осе у полукругу,
- TRANS - TRANSLATION програмиран програмирање,
- ROT - ROTATION програмирана ротација,
- SCALE - SCALE програмирано скалирање,
- MIRROR - MIRROR програмирано пресликавање,
- ATRANS - програмиран додатно програмирање,
- AROT - програмирана додатна ротација,
- ASCALE - програмирано додатно скалирање,
- AMIRROR - програмирано додатно пресликавање,
- TOFRAME - постављање програма оквира у координатни систем алата,
- G25 - минимално ограничење радног подручја, ограничен број обртаја вретена,
- G26 - максимално ограничење радног подручја, ограничен број обртаја вретена,
- G110 - програмирање пола у односу на последњи програмиран положај,
- G111 - програмирање пола у односу на актуелни WCS, [ 4 ]

G112 - програмирање пола у односу на последњи важећи пол,

STARTFIFO - паралелно извршавање и пуњење претпроцесног бафера,

STOPFIFO - заустављање процесирања, пуњење петпроцесне меморије,

G17 - раван XY,

G18 - раван XZ,

G19 - раван YZ,

G40 - без компензација радијуса алата,

G41 - компензација радијуса алата лево до контуре,

G42 - компензација радијуса алата десно до контуре,

G500 - деселекција G54 - G5xx ресетовање подешљивог frame-а,

G54 - подешљиви offset нулте тачке,

G55 - подешљиви offset нулте тачке,

G56 - подешљиви offset нулте тачке,

G57 - подешљиви offset нулте тачке,

G5xx - n - ти подешљиви offset нулте тачке,

G599 - 100. подешљиви offset нулте тачке,

G53 - укидање текућег frame-а,

SUPA - укидање текућег нултог offseta, укључујући програмиране и ручним током покренуте ofsete (DRF), спољашњи нулти offset и PRESET offset,

G60 - снижење брзине, тачно позиционирање,

G64 - мод континуалне путање,

G641 - мод континуалне путање,

G09 - снижење брзине, тачно заустављање,

G601 - промена блока при тачном заустављању фина,

G602 - промена блока при тачном заустављању груба, [ 4 ]

G603 - промена блока на крају интерполационог блока,  
G70 - улазни систем - инчи,  
G71 - улазни систем - метрички,  
G90 - апсолутни унос мера,  
G91 - инкрементални унос мера,  
G93 # - корак који означава реципрочно време позиционирања,  
G94 - линеарни корак у mm/min, inč/min,  
G95 - корак по обртају у mm/o, inč/o,  
G96 - константна брзина резања ON,  
G97 - константна брзина резања OFF,  
CFC - константан корак по контури,  
CFTCP - константан корак у централној тачки алата,  
CFIN - константан корак на унутрашњој кривини,  
NORM - нормалан положај у почетној, последњој тачки,  
KONT - кретање око контуре у почетној, последњој тачки,  
G450 - прелазни круг,  
G451 - пресек еквидистанци,  
BNAT # - природни прелаз на први splajn-блок,  
BTAN # - тангенцијални прелаз на почетак splajna,  
BAUTO # - дефинисање првог splajna кроз 3 тачке,  
ENAT # - природни прелаз криве на следећи блок за кретање,  
ETAN # - тангенцијални прелаз криве на почетак splajna,  
EAUTO # - дефинисање последњег splajna кроз 3 тачке,  
CUT2D - 2 1/2D компензација алата, [ 4 ]

CUT2DF - 2 1/2D компензација алата у дносу на текући frame (закривљена раван),

CUT3DC # - 3D компензација алата - обимно глодање,

CUT3DF # - 3D компензација алата - обимно глодање,

CUT3DFS # - 3D компензација алата - чеоно глодање са константном оријентацијом алата, независно од активног frame-a,

CUT3DFF # - 3D компензација алата - чеоно глодање са константном оријентацијом алата, независно од активног frame-a,

CDOF - детекција удара укључена,

CDON - детекција удара искључена,

FFWOF - управљање помоћним кретањем искључено,

FFWON - управљање помоћним кретањем укључено,

ORIWKS # - оријентација алата у координатном систему радног комада,

ORIMKS # - оријентација алата у координатном систему машине,

ORIPATH # - путања оријентације алата,

RMB - повратак на почетак блока,

RMI - повратак на тачку прекида,

RME - повратак на почетак блока,

ORIC # - промене оријентације се умећу у кружни блок,

ORID # - промене оријентације се изводе пре кружног блока,

WALIMON - ограничење радне области укључено,

WALIMOF - ограничење радне области искључено,

DIAMOF - програмирање пречника укључено,

DIAMON - програмирање пречника искључено,

COMPOF # - компресор укључен,

COMPON # - компресор искључен, [ 4 ]

G810 # - OEM G функција,

G811 # - OEM G функција,

G812 # - OEM G функција,

G813 # - OEM G функција,

G814 # - OEM G функција,

G815 # - OEM G функција,

G816 # - OEM G функција,

G817 # - OEM G функција,

G818 # - OEM G функција,

G819 # - OEM G функција,

G820 # - OEM G функција,

G821 # - OEM G функција,

G822 # - OEM G функција,

G823 # - OEM G функција,

G824 # - OEM G функција,

G825 # - OEM G функција,

G826 # - OEM G функција,

G827 # - OEM G функција,

G828 # - OEM G функција,

G829 # - OEM G функција,

FTOCOF # - onlajn активна фина корекција алата укључена,

FTOCON # - onlajn активна фина корекција алата искључена,

OSOF # - изравњење оријентације алата искључено,

OSC # - константно изравњење оријентације алата, [ 4 ]

OSS # - изравњење оријентације алата на крају блока,  
OSSE# - изравњење оријентације алата на почетку и крају блока,  
SPOF # - пробијање, сечење по путањи искључено,  
SON # - сечење по путањи укључено,  
PON # - пробијање укључено,  
SONS # - сечење по путањи укључено у IPO циклусу,  
PONS # - пробијање укључено у IPO циклусу,  
PDELAYON # - пробијање са кашњењем укључено,  
PDELAYOF # - пробијање са кашњењем искључено,  
FNORM # - корак стандард по DIN 66025,  
FLIN # - корак линеарно променљив,  
FCUB # - корак променљив сагласно кубном splajnu,  
SPIF1 # - брзи NCK inputs/outputs за пробијање/сечење byte 1,  
SPIF2 # - брзи NCK inputs/outputs за пробијање/сечење byte 2,  
CPRECOF - програмирана тачност контуре искључена,  
CPRECON - програмирана тачност контуре укључена,

((OEM - корисник може да промени називе, \*) OEM - корисник може да унесе две врсте интерполације, # - кодирана реч не примењује се за SINUMERIK 810D, ## - кодирана реч не примењује се за SINUMERIK FM-NC/810D, ### - кодирана реч не примењује се за SINUMERIK 810/FM-NC/NCU571). [ 4 ]

### 3. 10 М команде

М функције дају додатну технолошку информацију ЦНЦ управљању која се не програмира у F, S или T адреси, функцију машине описује додатна информација. Реч се састоји од адресног слова М 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.

### **3. 10. 1 Програмско заустављање M00**

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

### **3. 10. 2 Дефинисање наредби вретена**

M03 - обртање вретена у смеру казаљке на сату,

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

M05 - заустављање вретена,

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

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

### **3. 10. 3 Дефинисање наредби SHP**

M08 - укључивање SHP,

M09 - искључивање SHP.

### **3. 10. 4 Функције дефинисања наредби замене алата**

M06 - измена алата (мануелна или аутоматска).

Мануелна код машина без измењивача алата, а аутоматска код машина са измењивачем алата. [ 4 ]

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.

### **3. 10. 5 Функција краја програма M30**

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

### 3. 10. 6 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). [ 4 ]

## 4. Опрема за обраду у „Колубари Метал“

Програм производње се реализује у:

- производња и регенерација,
- серијска производња и
- елмонт.

### Производња и регенерација

Машинска обрада и израда тешких челичних конструкција.

Радионички простор  $\sim 25.000\text{m}^2$ . Нова савремена хала за производњу и антикорозиону заштиту челичне конструкције ( $\sim 3.000\text{m}^2$ ).

Велики машински парк:

- сечење и обрада лима,
- стругови,
- вертикалне и хоризонталне бушилице,
- глодалице,
- брусилице,
- машине за озубљење,
- специјална опрема за рад на терену (преносиви карусел стругови).

Дизалице разних носивости и теренска возила. Акредитована лабораторија са опремом за вишенаменску дијагностику - лабораторија. [ 1 ]

Машински парк чине:

- портална глодалица са нумеричким управљањем која обрађује делове димензија  $2000 \times 2000\text{mm}$  и дужине  $8\text{m}$ , пречника глодала  $400\text{mm}$  са две радне главе,
- велике хоризонталне бушилице - глодалице које могу да раде упарено обрађујући делове димензија  $5 \times 12$  метара,
- обрадни центар средње величине са нумеричким управљањем за обраду сложених делова и универзални, хоризонтални и вертикални стругови, укупно 28, са могућностима обраде делова пречника од неколико до  $3000\text{mm}$ , дужине до  $10\text{m}$ ,
- јединствену брусилицу за спољашње брушење за делове пречника до  $800\text{mm}$  и дужине  $6\text{m}$ .



Слика 4.1: На обе слике приказана је челична конструкција (припрема)

### Серијска производња

Серијска производња поразумева производњу и регенерацију челичних и гумираних транспортних ваљака за трачне транспортере, производњу еластично-стезних прстенова, производњу газишта, производњу резервних делова и везних елемената слогова ролни за трачне транспортере. [ 1 ]

Поседује опрему за машинску обраду делова и склопова:

- ЦНЦ струг,
- копирни стругови,
- МОК-ови за обраду крајева,
- универзални стругови,
- тестере за метал,
- радијалне бушилице,
- уређај за монтажу - демонтажу ролни,
- уређај за заваривање и
- уређај за монтажу газишта и друге машине.

„Колубара Метал“ је због потребе унапређења процеса израде озубљених сегмената (модул  $m=20 \div 40$ , пречника  $3.5 \div 12m$ ) извршила модернизацију одвалне глодалице ZWFZ 3150/3 куповином глодачке главе AFK M30 произвођача SerWeMa - Немачка.

Куповином глодачке главе, њеном инсталацијом и набавком плочастог глодала према задатом профилу међузубља од САНДВИКА процес озубљења сегмената у односу на стари начин је временски скраћен 20 пута.

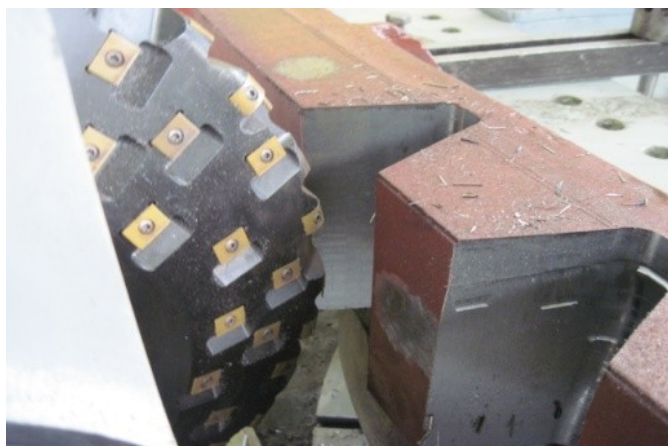
Овиме је „Колубара Метал“ на простору бивше Југославије и Балкана постала изузетно конкуретан произвођач озубљених сегмената у погледу квалитета, рокова и цене израде истих. [ 1 ]



Слика 4.2: Машина за озубљење ZFWZ 3150/3



Слика 4.3: Израда озубљеног венца



Слика 4.4: Глодало и озубљени венац

**Обрадни центар руске производње 65A90PMF4** служи за обраду делова сложених облика, за појединачну и малосеријску производњу. Машина има три осе X, Y и Z. Максималан ход по X оси је 1590 mm, по Y оси 990 mm, а по Z оси 876 mm. Машина има аутоматску компензацију грешака позиционирања. Статичка и динамичка крутост машине је изванредна као и геометрија. Опремљена је магацином са 24 алата и манипулатором за аутоматску измену алата из магацина алата у вретено.

На машини је урађена реконструкција и уграђени су АС мотори са енкодером као мерним системом. Опсег броја обртаја главног вретена је од 5 до 2000 o/min, регулација је континуална у оквиру степена преноса. Главно вретено поседује четири степена преноса, који се аутоматски мењају у зависности од програмираног броја обртаја главног вретена. Први степен преноса је од 5 до 160 o/min, други од 160 до 400 o/min, трећи од 400 до 800 o/min и четврти од 800 до 2000 o/min. Конус главног вретена је ISO 50. Максимални ходови по осама су 7000 mm/min, максимални радни посмаци су од 0 до 4000 mm/min. [ 1 ]

Мотори погона посмака за сваку осу су момента 47 Nm или снаге око 10 KW. Мотор за главно кретање је снаге 30 KW. Стезање алата у конус главног вретена, обавља се хидрауличним путем, преко хидрауличног цилиндра и тањирастих опруга.

Z оса је уравнотежена и ослоњена на хидраулични цилиндар, који се налази са задње стране стуба и служи за растерећење Z осе од сопствене тежине.

Цео систем за аутоматску измену алата се врши преко хидрауличних цилиндара и електромагнетних вентила. Управљачка јединица је SINUMERIK 840DPOWER LINE која поседује линеарну, кружну, завојну и 3D splajn интерполацију. [ 1 ]

Управљачка јединица састоји се из два главна дела:

1. део за обраду података и
2. део са управљачким петљама.

Део за обраду података служи за декодирање информација са бушене траке, њихова обрада и достављање делу са управљачким петљама. Тако добијени подаци садрже информације о позицијама за сваку осу, смер кретања, брзину кретања и помоћне сигнале за управљање релејима. Део са управљачким петљама даје сигнал који саопштава да је претходни задатак завршен и да јединица за обраду података може учитати нови програмски блок, ова јединица управља погонским системом и добија информацију о актуелној позицији преко повратне везе.

Део за обраду података представља:

- улазни уређај, нпр. читач бушене траке,
- модул за читавање и логику за проверу паритета,
- модул за декодирање и дистрибуцију података између оса и
- интерполар.

Део са управљачким петљама представља:

- петље за управљање позицијом за све осе кретања (свака оса има своју управљачку петљу),
- петља за управљање брзином,
- модул за успорење и компензацију зазора.
- Модул за управљање помоћним функцијама, као нпр. укључено / искључено средство за хлађење, промена броја обртаја, укључено или искључено обртање вретена итд.

Кинематска шема сваке осе се састоји од мотора, спојнице, рецикуларног завојног вретена и дводелне преднапрегнуте навртке. [ 1 ]



Слика 4.5: На сликама је приказан обрадни центар 65A90PMF4

#### **Обрада на терену ( на лицу места )**

Бушење, разбушивање и обрада чеоне стране отвора од најмањих до Ø1000mm потпуно саосно и на осним растојањима 10 и више метара. Обрада стругањем и глодањем површина до пречника Ø12000mm са преносивим карусел струговима.



Слика 4.6: Обрада на терену

**Услуга сечења лима гасно и са плазмом** на нумерички управљаним машинама. Могу се сећи делови и са веома сложенем контуром - услов је да се може нацртати у AutoCAD софтверу. [ 1 ]

Термичка обрада:

- жарење ,
- нормализација,
- побољшање,
- каљење,
- цементација у угљеном праху у хоризонталним пећима са компјутерски вођеним процесом и штампањем дијаграма процеса.

**Пескирање, сачмарење и АКЗ** заштита у затвореном простору са потребним микроклиматским условима без обзира на временске прилике.

**Ливење и обрада клизних лежајева** и других делова од бронзе **P.CuSn14** тежине до 500kg.

**Динамичко и статичко балансирање склопова тежине до 3t.**

**Елмонт**

Израда делова и склопова у радионицама, ревитализација и регенерација електро и друге опреме, одржавање електроенергетских и телекомуникационих објеката, израда и монтажа електро опреме објеката. [ 1 ]

- Стандардан машински парк, за велике обрадке производња и регенерација.
- Пнеуматски уређај за пробијење рупа испод саобраћајница до Ø110mm.
- Уређај за повезивање оптичких каблова.
- Мерна кола за испитивање и лоцирање места квара на свим врстама енергетских каблова.
- Ауто дизалица са прадном платформом за висине до 17m.
- Двоколица за транспорт свих врста каблова намотаних на добош. Ауто дизалица - бушач за постављање ступа надземене дистрибутивне енергетске и телефонске мреже.

Под комплексним пословима подразумева се организовање, руковођење и координирање послова на комплетној припреми и реализацији комплексних пројеката почев од давања понуда, преко уговарања, реализације и испоруке до фактурисања и управљања трошковима пројеката.

Програм се реализује кроз следеће профитне центре :

- производња и регенерација,
- монтажа,
- елмонт,
- серијска производња,
- машински ремонт у радионицама,
- електро - машински ремонт на терену и
- ремонт електричних машина.

### **Монтажа**

Електромашинска монтажа рударске, процесне и термоенергетске опреме и постројења. Текуће и интервентно одржавање и санације наведене опреме, хоризонтални и вертикални транспорт опреме и материјала, складиштење опреме и материјала.

Опрема:

- аутодизалице носивости 25 - 10 t ... 8 ком,
- виљушкари носивости 3,6 - 5 t ... 2 ком,
- камиони носивости 1 - 26 t ... 6 ком,
- универзални стругови,
- тестере за метал,
- радијалне бушилице,
- уређај за монтажу - демонтажу ролни,
- уређај за заваривање,
- уређај за монтажу газишта и друге машине. [ 1 ]



Слика 4.7: Монтажа челичне конструкције

### **Машински ремонт у радионицама**

Ремонт рударске опреме и дробиличних постројења, регенерација и ревитализација тешке механизације, ремонт средстава шинске вуче индустријског колосека, ремонт и извођење термотехничких инсталација и постројења.

Поседује радионицу машинске обраде са могућношћу обраде:

- стругањем,
- глодањем,
- рендисањем,
- брушењем и
- бушењем.

За обрадке величина:

- до пречника 3m,
- дужине 5m и
- тежине до 10t.

Такође поседујемо хоризонталну пресу снаге 500t која може да прихвати комаде:

- пречника 2,4m и
- тежине до 25t.

### **Електро - машински ремонт на терену**

Електромашински ремонт опреме на површинским коповима за производњу угља, ремонт опреме на коповима руда за цементаре, ремонт опреме у каменоломима. [ 1 ]

- Мерно аквизицијски систем НВМ за одређивање тежине и положаја пројекције тежишта: електроотпорни мерни давачи силе С6А, мерно појачало MGC +, софтвер Catman ver. 3.11.
- Мерно аквизицијски систем SKF за мерење вибрација: Уређаји Microlog GX-2, Microlog CMVA60, софтвер Aptitude analyst ver. 4.1.
- Мерно аквизицијски систем PPT за испитивање опруга: Уређај UIG-1, софтвер Probnica gibnjeva ver 1.0
- Уређај за подешавање саосности SKF: *TMEA-1, SHAFT-300*.
- Термовизијска камера MobIR: *M4*.



Слика 4.8: Ремонт на терену

### **Ремонт електричних машина**

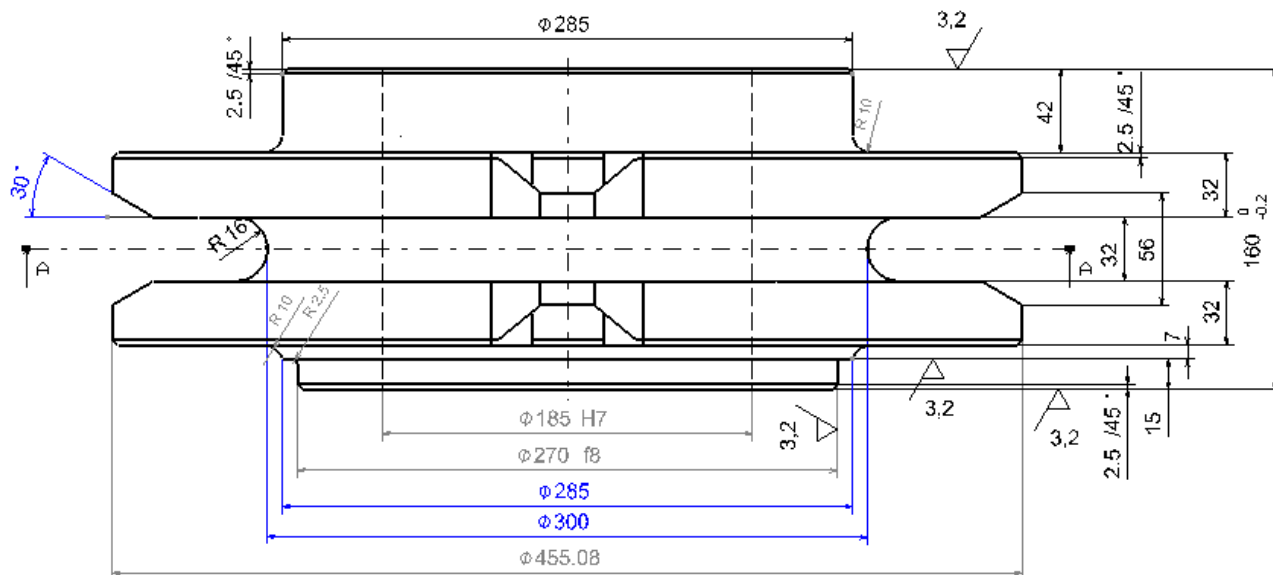
Одржавање ( сервис ), генерални ремонт ( премотавање ) и испитивање свих врста електричних машина ( синхроне, асинхроне, JSS, суви трансформатори ) снаге до ~1500 kW.

- машина за уклањање намотаја,
- моталице за полуаутоматско намотавање,
- машине за обликовање намотаја статора и ротора VN и JSS електричних машина,
- пресе за термичку обраду VN изолације 1200mm x 16mm x 100mm,
- машина за намотавање бандажа,
- пећ за сушење мотора US-185,
- исправљач за заваривање LCH-375,
- апарат за TIG заваривање 400 AC/DC,
- хоризонтална хидраулична преса 110t. [ 1 ]

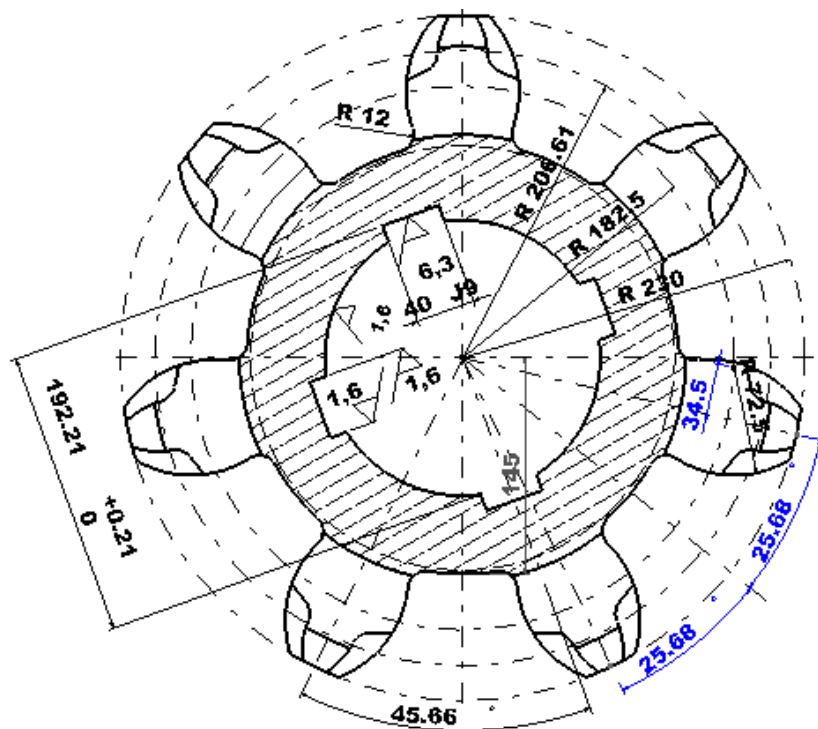
## 5. Пример „Звезда 926.21.03.00“

Звезда - ланчаник је део багера ведричара. Ведричар откопава материјал ведрицама које су окачене на два ланца која се крећу по носачу ланца. Погон дају два ланчаника - звезда, који погон добијају од одговарајућих осовина мотора. Од доње до горње ивице косине ведрице се пуне. Напуњене ведрице прослеђују материјал преко пријемног жлеба до ланчаника где се врши истовар преко транспортера у централни бункер или предајни транспортер у зависности од врсте транспорта - шински или транспортерима. Угао подизања носећег рама са ведрицама је 50 - 60 степени.

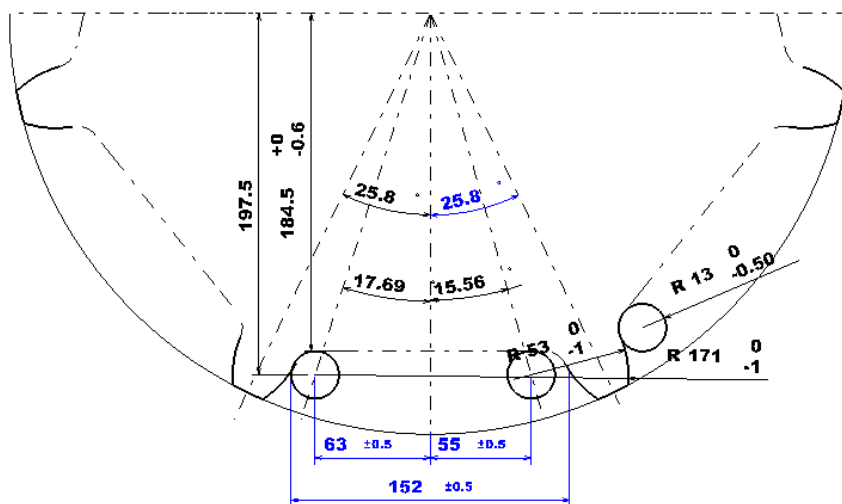
Звезда се прави од челика Š 5432, то су конструкциони челици. Ови челици спадају у групу легираних челика за побољшање, то су хром - никл - молибден челици који имају високу вредност затезне чврстоће и напона течења, добру жилавост и високу вредност динамичке чврстоће, па се користе за израду делова који су јако оптерећени наизменично променљивим оптерећењима. Као полуфабрикат користи се одливак димензија 480mm x 170mm. Димензије звезде износе 460mm x 160mm, а тежина 67daN.



Слика 5.1: Звезда



Слика 5.2: Пресек А - А



Слика 5.3: Теоријски профил звезде

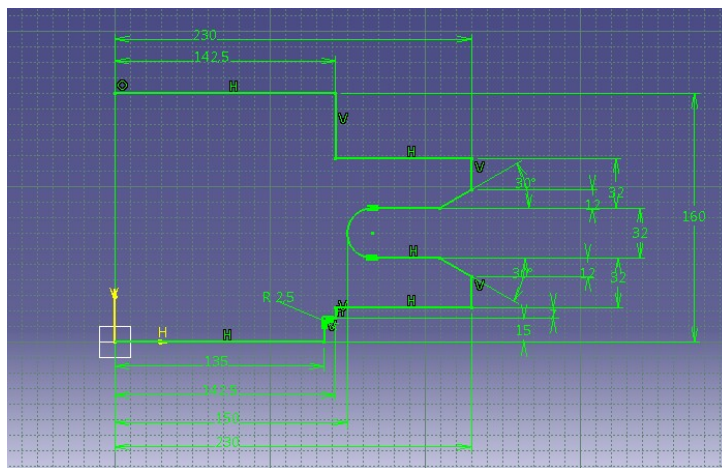
## 5. 1 Моделирање „Звезде“

Моделирање ланчаника је урађено у програму CATIA.

**Корак 1:** Активирање модула за креирање површина:

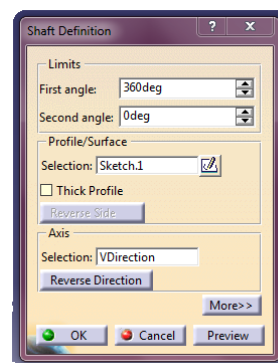
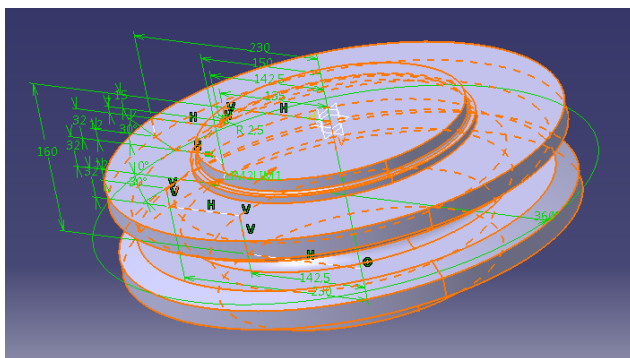
Изабрати: **Start** → **Mechanical Desing** → **Part Desing**

**Корак 2:** Изабрати YZ раван а затим активирати команду **Sketch** , скица се креира комбинацијом команди **Construction/Standard Element** , **Line** , **Circle** , и **Profile** . Геометријска ограничења поставити коришћењем команде **Constraints Defined in Dialog Box** , а димензиона командом **Constraint** . Изабрати команду за излазак из модула за скицирање **Exit workbench** .



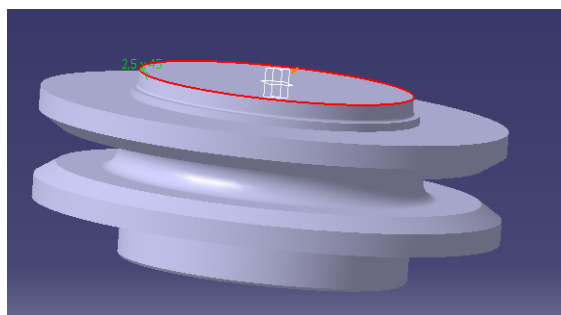
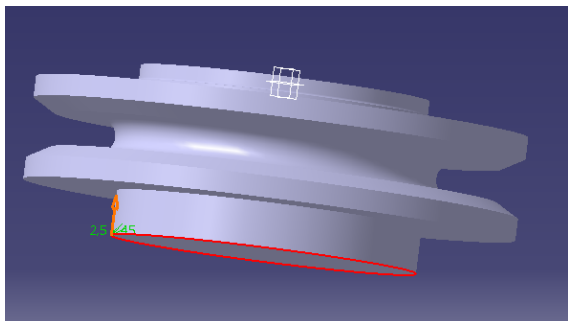
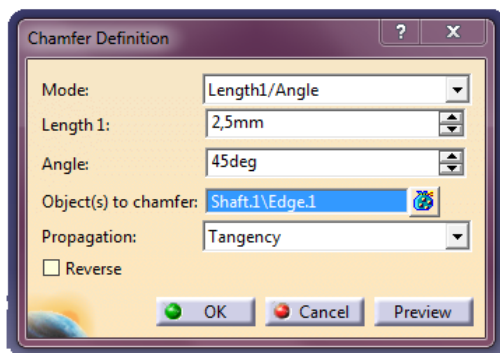
Слика 5.4: Sketch.1

**Корак 3:** Активирати команду **Shaft** , селектовати скицу и заротирати око вертикалне осе за 360°. Потврдити дефинисане параметре.



Слика 5.5: Дефинисање моделске форме - Shaft

**Корак 4:** Командом **Chamfer Definition**  оборити ивице 2,5/45° које су означене на слици. Потврдити дефинисане параметре.

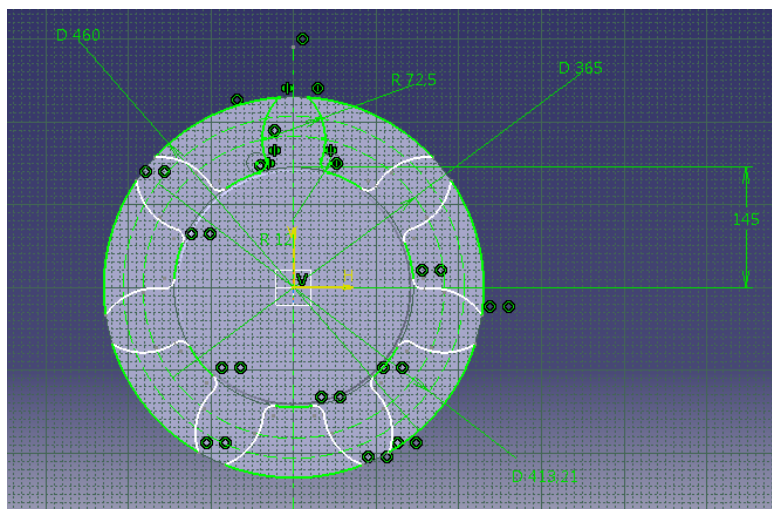


Слика 5.6: Обарање ивица - Chamfer Definition

**Корак 5:** Селектовати површину означену на слици, а затим активирати команду **Sketch** . Креирати скицу комбинацијом команди **Circle** , **Axis** , **Construction/Standard Element** , **Mirror** , **Rotate** , **Quick Trim** . Геометријска ограничења поставити коришћењем команде **Constraints Defined in Dialog Box** , а димензиона командом **Constraint** . Изабрати команду за излазак из модула за скицирање **Exit workbench** .

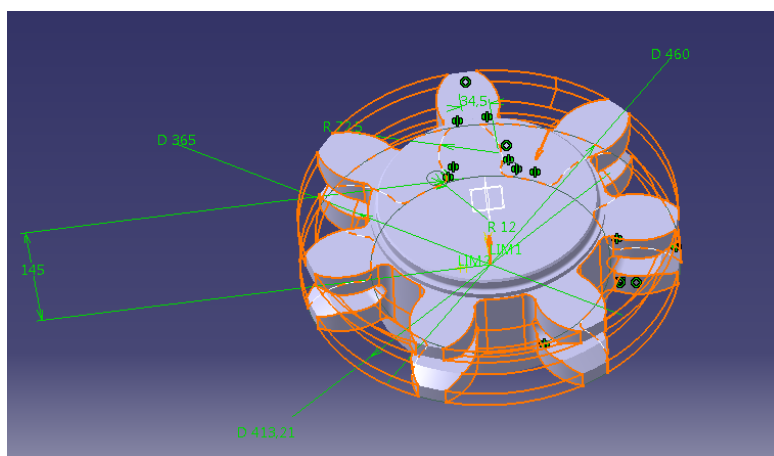
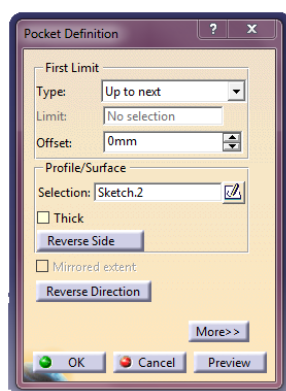


Слика 5.7: Селектовање површине



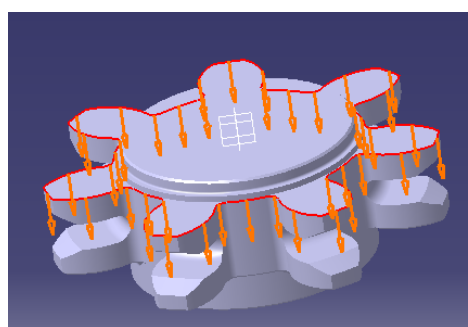
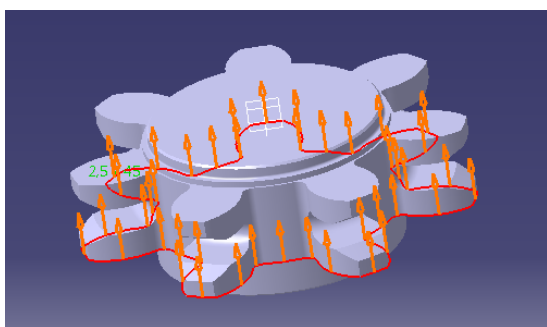
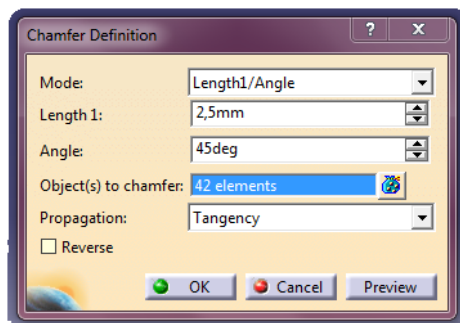
Слика 5.8: Sketch.2

**Корак 6:** Активирати команду **Pocket Definition** , селектовати скицу Sketch.2, у оквиру овог прозора у пољу **Type** изабрати опцију **Up to next**. Потврдити дефинисане параметре.



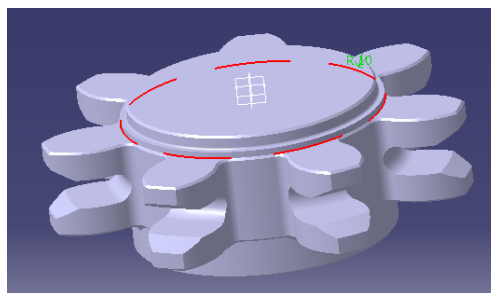
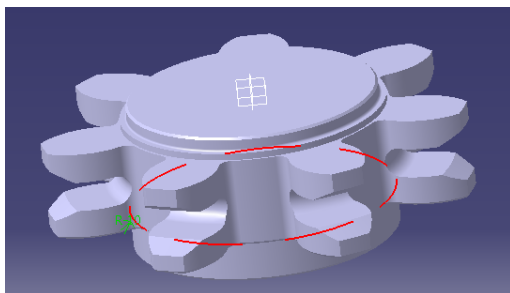
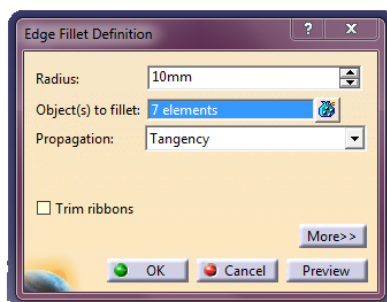
Слика 5.9: Одузимање материјала - Pocket Definition

**Корак 7:** Командом **Chamfer Definition**  оборити ивице 2,5/45° које су означене на слици. Потврдити дефинисане параметре.



Слика 5.10: Обарање ивица - Chamfer Definition

**Корак 8:** Активирати команду **Edge Fillet Definition** , селектовати ивице означене на слици, унети вредност радиуса заобљења 10mm. Потврдити дефинисане параметре.

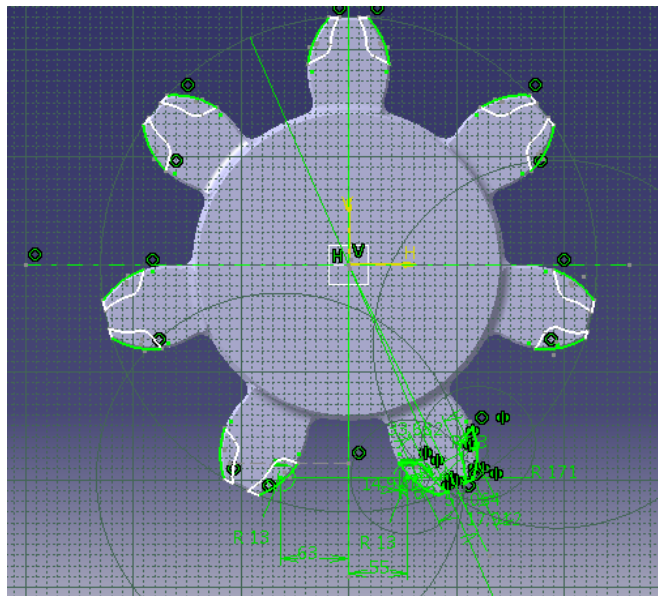


Слика 5.11: Израда радиуса - Edge Fillet Definition

**Корак 9:** Селектовати површину означену на слици, а затим активирати команду **Sketch** . Креирати скицу комбинацијом команди **Line** , **Circle** , **Axis** , **Construction/Standard Element** , **Mirror** , **Rotate** , **Quick Trim** . Геометријска ограничења поставити коришћењем команде **Constraints Defined in Dialog Box** , а димензиона командом **Constraint** . Изабрати команду за излазак из модула за скицирање **Exit workbench** .



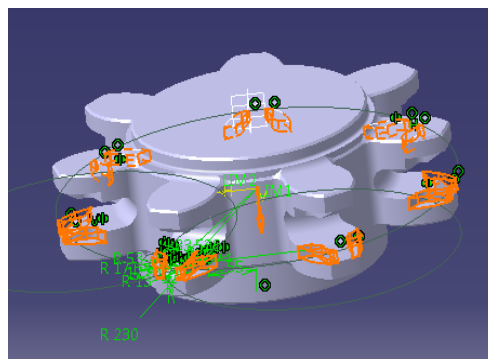
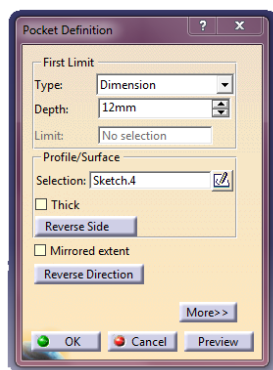
Слика 5.12: Селектовање површине



Слика 5.13: Sketch.3

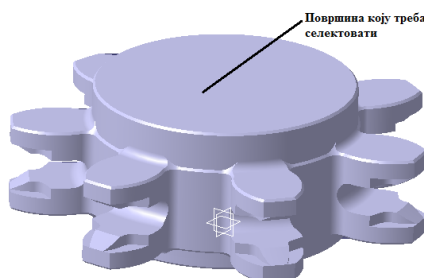
**Корак 10:** Активирати команду **Pocket Definition** , селектовати скицу Sketch.3, у оквиру овог прозора у пољу **Type** изабрати опцију **Dimension**, а у пољу **Depth** унети вредност 12mm. Потврдити дефинисане параметре.



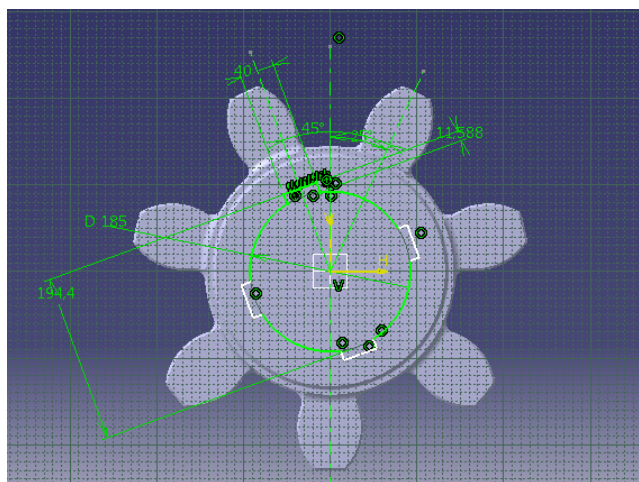


Слика 5.17: Одузимање материјала - Pocket Definition

**Корак 12:** Селектовати површину означену на слици, а затим активирати команду **Sketch** . Креирати скицу комбинацијом команди **Line** , **Circle** , **Profile** , **Axis** , **Construction/Standard Element** , **Rotate** . Геометријска ограничења поставити коришћењем команде **Constraints Defined in Dialog Box** , а димензиона командом **Constraint** . Изабрати команду за излазак из модула за скицирање **Exit workbench** .

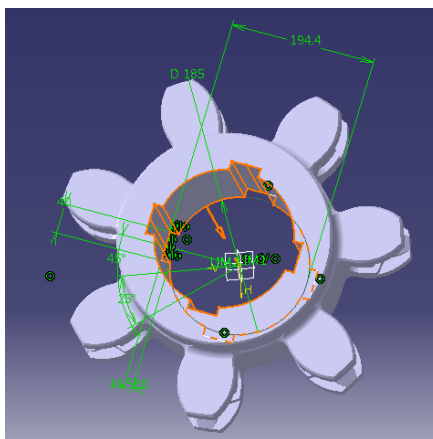
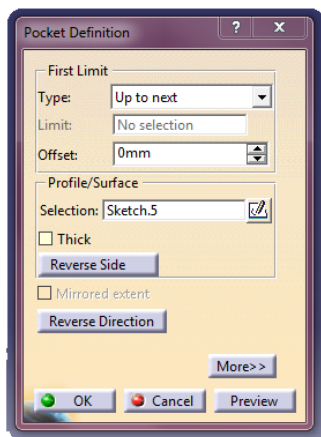


Слика 5.18: Селектовање површине

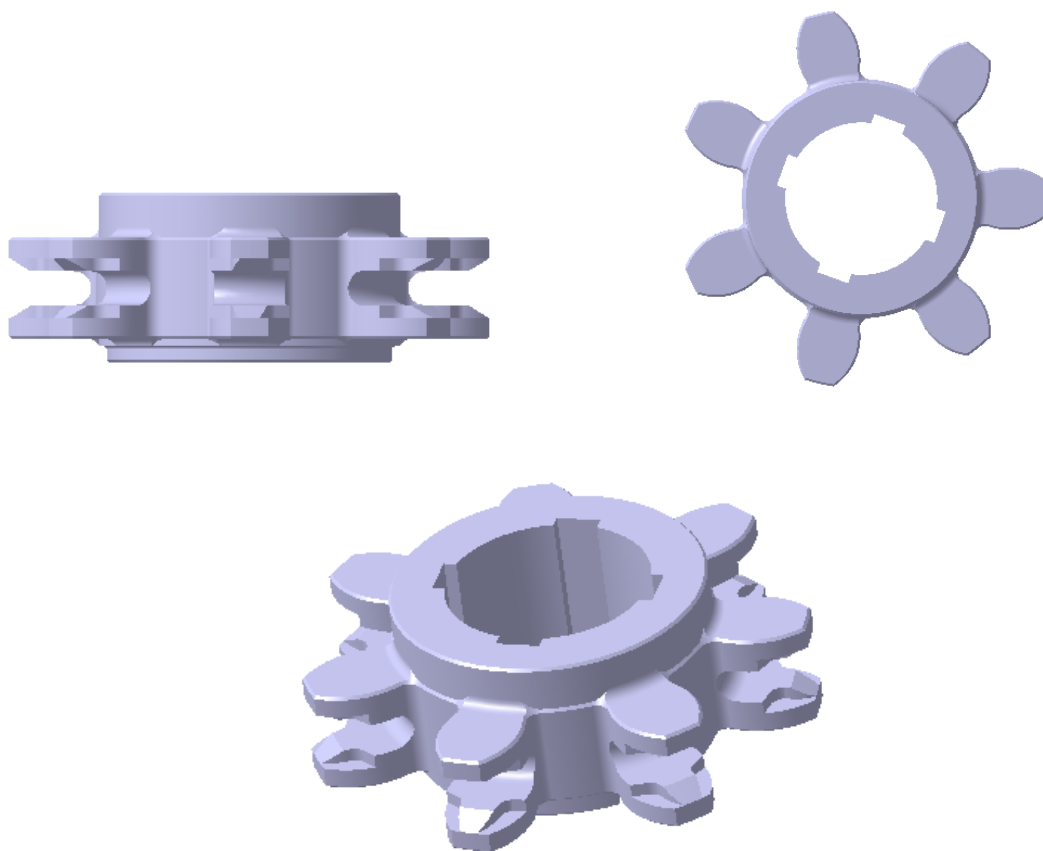


Слика 5.19: Sketch.5

**Корак 13:** Активирати команду **Pocket Definition** , селектовати скицу Sketch.5, у оквиру овог прозора у пољу **Type** изабрати опцију **Up to next**. Потврдити дефинисане параметре.



Слика 5.20: Одузимање материјала - Pocket Definition



Слика 5.21: На сликама приказан је 3D модел Звезде

## 5. 2 Програм „звезда седло 926.21.03.00“

У предузећу „Колубара Метал“ ради се ручно програмирање. Скица предмета обраде ради се у програму Auto CAD, а програм за израду дела се пише у програму Notepad. Програм се уноси у машину преко флеша, на машини се ради симулација дела који се обрађује.

Обрада се изводи на обрадном центру руске производње 65A90PMF4, служи за обраду делова сложених облика, за појединачну и малосеријску производњу. Управљачка јединица је SINUMERIK 840DPOWER LINE која поседује линеарну, кружну завојну и 3D splajn интерполацију. Као полуфабрикат користи се одливак димензија  $\varnothing 480\text{mm}$  x  $170\text{mm}$ , од материјала  $\check{C}$  5432. За израду седла као алат користи се котурасто глодало, пречника  $\varnothing 83\text{mm}$ , пречника отвора  $\varnothing 20\text{mm}$  и ширине  $31\text{mm}$ .



Слика 5.22 Припремак

### zvezda sedlo 926.21.03.00

N10 MSG(„zvezda sedlo 92.21.03.00“) - назив дела

N15G90M3S200 - програмирање у апсолутним координатама, укључивање главног вретена на десно, брзина 200

N20G60G601 - тачно позиционирање, промена блока при тачном заустављању фина

N30T1D1 - алат на првом месту

N40G19 - раван YZ

N50G0X0Y0Z0 - позиционирање алата брзим ходом

N60G1Z= -20.8F200 - линеарна интерполација, посмак 200

N70G1Y -18.743Z -20.8F100 - линеарна интерполација, посмак 100

N80G2Y -30.477Z -13.818J=AC( -18.743)K=AC( -7.450) - кружна интерполација у смеру казаљке на сату

N90G3Y -43.885Z2.187J=AC( -76.619)K=AC( -38.860) - кружна интерполација у смеру супротном од смера казањке на сату

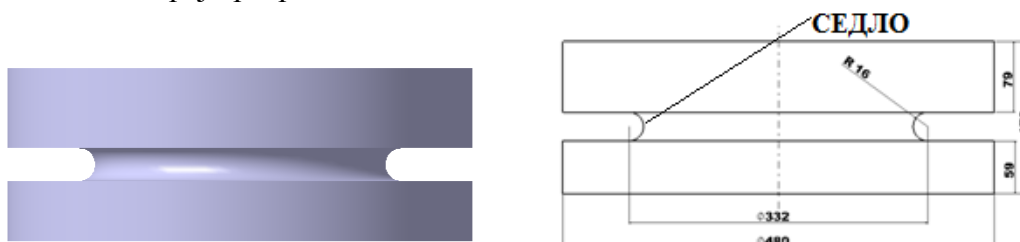
N100G3Y -48.550Z5.777J=AC( -150.191)K=AC( -131.115) - кружна интерполација у смеру супротном од смера казањке на сату

N110G1Z50F300 - линеарна интерполација, посмак 300

N120G0X0Y0Z0  
N130G1Z= -25.8F200  
N140G1Y -18.743 -25.8F100  
N150G2Y -30.477Z -18.818J=AC( -18.743)K=AC( -12.450)  
N160G3Y -43.886Z -2.814J=AC( -76.619)K=AC( -43.860)  
N170G3Y -48.550Z0.777J=AC( -150.191)K=AC( -136.115)  
N180G1Z50F300  
N190G0X0Y0Z0  
N200G1Z= -30.8F200  
N210G1Y -18.743Z -30.8F100  
N220G2Y -30.477Z -23.818J=AC( -18.743)K=AC( -17.450)F100  
N230G3Y -43.886Z -7.814J=AC( -76.619)K=AC( -48.860)  
N240G3Y -48.550Z -4.223J=AC( -150.191)K=AC( -141.115)  
N250G1Z50F300  
N260G0X0Y0Z0  
N270G1Z= -35.8F200  
N280G1Y -18.743Z -35.8F100  
N290G2Y -30.477Z -28.818J=AC( -18.743)K=AC( -22.45)F100  
N300G3Y -43.886Z -12.814J=AC( -76.619)K=AC( -53.860)  
N310G3Y -48.550Z -9.223J=AC( -150.191)K=AC( -146.115)  
N320G1Z50F300  
N330G0X0Y0Z0  
N340G1Z= -40.8F200  
N350G1Y -18.743Z -40.8F100  
N360G2Y -30.477Z -33.818J=AC( -18.743)K=AC( -27.45)F100  
N370G3Y -43.886Z -17.814J=AC( -76.619)K=AC( -58.860)  
N380G3Y -48.550Z -14.223J=AC( -150.191)K=AC( -151.115)  
N390G1Z50F300  
N400G0X0Y0Z0  
N410G1Z= -45.8F200  
N420G1Y -18.743Z -45.8F100  
N430G2Y -30.477Z -38.818J=AC( -18.743)K=AC( -32.45)F100  
N440G3Y -43.886Z -22.814J=AC( -76.619)K=AC( -63.860)  
N450G3Y -48.550Z -19.223J=AC( -150.191)K=AC( -156.115)  
N460G1Z50F300  
N470G0X0Y0Z0  
N480G1Z= -20.8F200

N490G1Y18.743Z -20.8F100  
N500G3Y30.477Z -13.818J=AC(18.743)K=AC( -7.450)  
N510G2Y43.885Z2.187J=AC(76.619)K=AC( -38.860)  
N520G2Y48.550Z5.777J=AC(150.191)K=AC( -131.115)  
N530G1Z50F300  
N540G0X0Y0Z0  
N550G1Z= -25.8F200  
N560G1Y18.743Z -25.8F100  
N570G3Y30.477Z -18.818J=AC(18.743)K=AC( -12.450)  
N580G2Y43.886Z -2.814J=AC(76.619)K=AC( -43.860)  
N590G2Y48.550Z0.777J=AC(150.191)K=AC( -136.115)  
N600G1Z50F300  
N610G0X0Y0Z0  
N620G1Z= -30.8F200  
N630G1Y18.743Z -30.8F100  
N640G3Y30.477Z -23.818J=AC(18.743)K=AC( -17.450)F100  
N650G2Y43.886Z -7.814J=AC(76.619)K=AC( -48.860)  
N660G2Y48.550Z -4.223J=AC(150.191)K=AC( -141.115)  
N670G1Z50F300  
N680G0X0Y0Z0  
N690G1Z= -35.8F200  
N700G1Y18.743Z -35.8F100  
N710G3Y30.477Z -28.818J=AC(18.743)K=AC( -22.45)F100  
N720G2Y43.886Z -12.814J=AC(76.619)K=AC( -53.860)  
N730G2Y48.550Z -9.223J=AC(150.191)K=AC( -146.115)  
N740G1Z50F300  
N750G0X0Y0Z0  
N760G1Z= -40.8F200  
N770G1Y18.743Z -40.8F100  
N780G3Y30.477Z -33.818J=AC(18.743)K=AC( -27.45)F100  
N790G2Y43.886Z -17.814J=AC(76.619)K=AC( -58.860)  
N800G2Y48.550Z -14.223J=AC(150.191)K=AC( -151.115)  
N810G1Z50F300  
N820G0X0Y0Z0  
N830G1Z= -45.8F200  
N840G1Y18.743Z -45.8F100  
N850G3Y30.477Z -38.818J=AC(18.743)K=AC( -32.45)F100

N860G2Y43.886Z -22.814J=AC(76.619)K=AC( -63.860)  
 N870G2Y48.550Z -19.223J=AC(150.191)K=AC( -156.115)  
 N880G1Z50F300  
 N890G0X0Y0Z0  
 N900M05 - искључивање главног вретена  
 N910M30 - крај програма



Слика 5.23 На сликама је приказан део који се обрађује овим програмом - седло

### 5. 3 Програм „Звезда контура 926.21.03.00“

Обрада контуре као и обрада седла, изводи се на обрадном центру руске производње 65A90PMF4, управљачка јединица је SINUMERIK 840DPOWER LINE. Алат за израду контуре је вретенасто глодало пречника  $\varnothing 26\text{mm}$ .

#### zvezda kontura 926.21.03.00

N10 MSG(“Zvezda kontura 926.21.03.00”) - назив дела  
 N20G90M3S200 - програмирање у апсолутним координатама, укључивање главног вретена на десно, брзина 200  
 N30G60G601 - тачно позиционирање, промена блока при тачном заустављању фина  
 N40T1D1 - алат на првом месту  
 N50G0X -26.279Y -323.378 - позиционирање алата брзим ходом  
 N60G1Z= -R1F800 - линеарна интерполација, посмак 800  
 N70G1G41X -17.913Y -294.301F50 - линеарна интерполација, посмак 50  
 N80G1X -17.913Y -229.301 - линеарна интерполација  
 N90G2X -35.793Y -161.458I=AC( -34.500)J=AC( -179.209) - кружна интерполација у смеру казаљке на сату  
 N100G3X -46.507Y -138.541I=AC( -55.185)J=AC( -156.561) - кружна интерполација у смеру супротном од смера казаљке на сату  
 N110G1X -79.319Y -122.740 - линеарна интерполација  
 N120G3X -103.916Y -128.652I=AC( -87.997)J=AC( -140.759) - кружна интерполација у смеру супротном од смера казаљке на сату  
 N130G2X -168.107Y -156.972I=AC( -161.622)J=AC( -84.762) - кружна интерполација у смеру казаљке на сату

N140G2X -190.443Y -128.962I=AC( 0 )J=AC( 0 ) - кружна интерполација у смеру казаљке на сату

N150G2X -148.550Y -72.683I=AC( -118.601)J=AC( -138.708) - кружна интерполација у смеру казаљке на сату

N160G3X -137.313Y -50.018I=AC( -156.181)J=AC( -54.469) - кружна интерполација у смеру супротном од смера казаљке на сату

N170G1X -145.416Y -14.513 - линеарна интерполација

N180G3X -165.374Y1.032I=AC( -164.915)J=AC( -18.963)

N190G2X -227.538Y33.561I=AC( -167.039)J=AC(73.512)

N200G2X -219.566Y68.488I=AC( 0 )J=AC( 0 )

N210G2X -149.445Y70.824I=AC( -182.393)J=AC(6.243)

N220G3X -124.719Y76.169I=AC( -140.356)J=AC(88.639)

N230G1X -102.012Y -104.643

N240G3X -102.303Y129.938I=AC( -117.649)J=AC(117.112)

N250G2X -115.629Y198.821I=AC( -46.637)J=AC(176.413)

N260G2X -83.315Y214.365I=AC( 0 )J=AC( 0 )

N270G2X -37.805Y160.999I=AC( -108.839)J=AC(146.493)

N280G3X -18.209 Y145I=AC( -18.209)J=AC(165)

N290G1X18.209Y145

N300G3X37.805Y160.999I=AC(18.209)J=AC(165)

N310G2X83.315Y214.365I=AC(108.839)J=AC(146.493)

N320G2X115.628Y198.822I=AC( 0 )J=AC( 0 )

N330G2X102.302Y129.939I=AC(46.637)J=AC(176.431)

N340G3X102.021Y104.643I=AC(117.649)J=AC(117.112)

N350G1X124.719Y76.169

N360G3X149.445Y70.824I=AC(140.356)J=AC(88.639)

N370G2X219.566Y68.488I=AC(128.393)J=AC(6.243)

N380G2X227.538Y33.561I=AC( 0 )J=AC( 0 )

N390G2X165.374Y1.032I=AC(167.039)J=AC(73.512)

N400G3X145.416Y -14.513I=AC(164.916)J=AC( -18.963)

N410G1X137.313Y -50.018

N420G3X148.550Y -72.683I=AC(156.811)J=AC( -54.469)

N430G2X2190.443Y -128.962I=AC(118.601)J=AC( -138.708)

N440G2X168.107Y -156.972I=AC( 0 )J=AC( 0 )

N450G2X103.916Y -128.652I=AC(161.622)J=AC( -84.762)

N460G3X79.319Y -122.740I=AC(87.997)J=AC( -140.759)

N470G1X46.507Y -138.541



N40950 G3 X-132.916 Y-183.576 I-10.589 J61.526  
N40960 G1 X-132.859 Y-183.476  
N40970 X-132.876 Y-183.273  
N40980 X-132.969 Y-181.984  
N40990 X-133.03 Y-179.788  
N41000 X-133.033 Y-179.679  
N41010 X-133.106 Y-178.602  
N41020 X-133.132 Y-177.837  
N41030 Z10.1 F1500  
N41040 G0 X-148.58 Y-188.401  
N41050 G1 Z-170  
N41060 X-146.556 Y-190.057 F600  
N41070 X-143.094 Y-192.572  
N41080 X-143.011 Y-192.588  
.  
.  
.  
N68450 Z-170  
N68460 X-28.752 Y238.177  
N68470 X-28.199 Y238.8 F600  
N68480 X-25.781 Y240.869  
N68490 X-22.999 Y242.336  
N68500 X-21.553 Y242.819  
N68510 X-18.795 Y243.274  
N68520 X-17.22 Y243.374  
N68530 X-16.956 Y243.391  
N68540 X-14.566 Y243.555  
N68550 X-14.048 Y243.586  
N68560 X-11.98 Y243.704  
N68570 X-8.25 Y243.854  
N68580 X-7.264 Y243.89  
N68590 X-5.828 Y243.922  
N68600 X-4.392 Y243.955  
N68610 X-0.115 Y243.934  
N68620 X1.255 Y243.927  
N68630 X1.484  
N68640 X5.153 Y243.936  
N68650 X6.039 Y243.923  
N68660 X6.908 Y243.902  
N68670 X7.552 Y243.882  
N68680 X9.469 Y243.816  
N68690 X10.091 Y243.785  
N68700 X18.643 Y243.283  
N68710 X21.565 Y242.816  
N68720 X24.461 Y241.669  
N68730 X26.929 Y239.98  
N68740 X28.607 Y238.35  
N68750 X30.697 Y240.502  
N68760 Z-160 F1500  
N68770 G0 Z1  
N68780 M5 M9  
N68790 M30

## 6. Закључак

У оквиру овог рада описан је начин програмирања „Звезде“ - ланчаника у предузећу „Колубара Метал“, Лазаревац. У овом предузећу ради се ручно програмирање, предмет обраде црта се у програму Auto CAD, а програм за израду дела се пише у програму Notepad. Дата су два програма, први програм односи се на седло, а други на контуру „Звезде“.

Обрада се изводи на обрадном центру руске производње 65A90PMF4, служи за обраду делова сложених облика, за појединачну и малосеријску производњу. Управљачка јединица је SINUMERIK 840DPOWER LINE која поседује линеарну, кружну завојну и 3D splajn интерполацију.

Применом савремених технологија урађен је поступак моделирања „Звезде“ у програму CATIA. Урађено је аутоматизовано - машинско програмирање у истом програму. Аутоматизовано - машинско програмирање омогућава краће време израде програма и смањење грешака до којих може доћи током ручног програмирања.

## **Литература**

- [ 1 ] - <http://www.kolubarametal.com/>
- [ 2 ] - Проф. др Вучко Мечанин дипл.инж., Програмирање обрадних процеса на ЦНЦ машинама, Машински факултет Краљево, 1997.
- [ 3 ] - Радован Ковачевић, Нумерички управљане машине алатке и њихово програмирање, Машински факултет Београд, 1987.
- [ 4 ] - Упутство за програмирање SINUMERIK 840DPOWER LINE