

**Универзитет у Крагујевцу**  
**Факултет инжењерских наука у Крагујевцу**



**Назив студијског програма: Машинство**  
**Ниво студија: Основне академске студије**  
**Модул: Производно машинство**  
**Предмет: Машине алатке**  
**Број индекса: 715/2014**

**Немања, Ј. Радишић**

**Карактеристике CNC струга TCN 410-1250**  
**завршни рад**

**Комисија за преглед и одбрану:**

**1. Професор др, Богдан Недић - ментор**

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

Датум одбране: \_\_\_\_\_

Оцена: \_\_\_\_\_

У оквиру завршног рада кандидат треба да изврши прикупљање и систематизацију података о CNC машинама за обраду стругањем и њиховом програмирању. Посебну пажњу посветити опису координатног система машине, дефинисању тачака обрадног система, опису резних алата и CNC стругу TCN 410-1250. На крају рада дати пример и извршити ручно и аутоматско генерисање путање алата код обраде на CNC стругу и дати техничку документацију за усвојени пример дела.

#### Препоручена литература:

- [1] Огризовић М., „Програмирање ЦНЦ машина“, Компјутер библиотека, Београд, 2012.
- [2] Бошњаковић М. „Нумерички управљани алатни стројеви“, Школска књига, 2009.
- [3] Блажић З., „Програмирање CNC токарилицама и глодалицама, Вировитица“, 2004.

Крагујевац,

Ментор:

Професор др Богдан Недић

---

## **Резиме**

У оквиру овог завршног рада приказан је опис рачунарско нумеричких машина за обраду стругањем, њихове карактеристике, структура и управљачки систем. Наведени су главни произвођачи управљачких јединица, као и њихове одлике. Дат је преглед управљачке јединице Сијемнс Синумерик и основе писања програма, команде за управљање машином, списак G и M команди, опис функција кретања извршних органа машина, као и фиксних циклуса и потпрограма. Посебна пажња посвећена је опису CNC струга TCN 410-1250. На крају рада је дата ручно и аутоматски генерисана путања алата за усвојени пример, као и техничка документација.

Кључне речи: Синумерик, CNC струг, G код, програмирање, осовина

## **Abstract**

This bachelor thesis presented a description of computer numerical lathe machines, their characteristics, structure and their control system. Major manufacturers of control units are listed as well as their characteristics. It provides an overview of the control unit Siemens Sinumerk and the basics of writing programs, machine commands, lists of G and M commands, a description of the functions of motions of the executive bodies of machines, as well as the fixed cycles and subprograms. The description of the CNC lathe TCN 410-1250 is emphasised. At the end of the thesis a handwritten and a automatically generated tool path of the part is given, as well as the technical documentation.

Keywords: Sinumerik, CNC lathe, G code, programming, axle

## САДРЖАЈ

|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| 1. УВОД .....                                           | 1  |
| 2. CNC УПРАВЉАЊЕ.....                                   | 3  |
| 2.1. Координатни системи.....                           | 3  |
| 2.2. Карактеристичне тачке.....                         | 4  |
| 2.3. Структура нумерички управљаних машина алатки.....  | 5  |
| 2.4. Управљачка јединица .....                          | 5  |
| 2.4.1 Фагор .....                                       | 8  |
| 2.4.2 Фанук.....                                        | 9  |
| 3. УПРАВЉАЧКА ЈЕДИНИЦА СИНУМЕРИК .....                  | 11 |
| 3.1 Контролна табла и тастатура.....                    | 12 |
| 3.2 Радна подручја и основни.....                       | 14 |
| 4. CNC СТРУГ TCN 410 – 1250 .....                       | 17 |
| 5. ПРОГРАМИРАЊЕ CNC СТРУГА .....                        | 26 |
| 5.1 Структура програма .....                            | 26 |
| 5.2 Програмирање димензија .....                        | 27 |
| 5.2.1 Апсолутно и инкрементално програмирање .....      | 28 |
| 5.3 Адресе.....                                         | 29 |
| 5.4 Преглед основних функција .....                     | 29 |
| 5.5 Преглед основних М функција .....                   | 31 |
| 5.6 Програмирање употребом циклуса при стругању.....    | 32 |
| 5.6 NC оквирни системи (Frames).....                    | 33 |
| 5.7 Линеарна интерполација.....                         | 36 |
| 5.8 Уметање закошења (chamfer) и заобљења (filet) ..... | 38 |
| 5.9 Кружна интерполација.....                           | 39 |
| 5.10 Компензација алата .....                           | 41 |
| 6. CAD/CAM програмирање .....                           | 43 |
| 7. ИЗРАДА ОСОВИНЕ.....                                  | 46 |
| 7.1. План алата за радни предмет .....                  | 46 |
| 7.2. Режији обраде .....                                | 46 |
| 7.3. План Стезања.....                                  | 48 |
| 7.4. Листа операција.....                               | 49 |
| 7.5. Испис програма .....                               | 53 |
| 7.6. Листа подешавања машине .....                      | 58 |
| 7.7. План резања .....                                  | 59 |
| Закључак .....                                          | 60 |
| Литература.....                                         | 61 |
| Прилози.....                                            | 62 |

## 1. УВОД

Основе нумеричког управљања је 1947. године поставио Џон Парсонс који је употребом бушене траке управљао позицијом алата при изради лопатица хеликоптерског пропелера. Америчка војска 1949. године склапа уговор са универзитетом МИТ (Massachusetts Institute of Technology) за развој програмабилне глодалице. Троосна глодалица (Cincinnati Hydrotel) је представљена 1952. године, имала је електромеханичко управљање и као носилац информација је користила бушену траку. Исте године почиње да се употребљава назив нумеричко управљање (NC). У цивилној индустрији, нумеричко управљање почиње да се користи шездесетих година двадесетог века, а широка употреба нумеричког управљања помоћу рачунара (CNC) почиње 1972. године, тј. десетак година касније развојем микропроцесора.

У данашње доба се уместо бушене траке као носиоца информација, користе флопи дискете, USB меморије или локалне мреже којима се CNC програм учитава на машину. Најраспрострањенији програмски језик за нумерички управљане машине је G – код, који је првобитно кориштен код штампача „плотера“, затим преузет за употребу код нумерички управљаних машина.

Упоређујући конвенционалне машине алатке и CNC машине алатке, може се закључити да је принцип израде делова веома сличан:

- анализа цртежа (и осталих докумената)
- избор операција израде
- одређивање базних површина и избор начина стезања
- одабир одговарајућих алата
- одабир оптималних режима обраде
- израда програма и провера
- израда предмета

Разлика постоји у предзадњој радњи која не постоји код конвенционалних машина алатки. Разлике се појављују при самој обради. Оператер конвенционалне машине употребљава једну или обе руке да би укључио/искључио посмак, средство за хлађење, тј. он управља вођењем алата за шта је потребно знање и одређене вештине од којих зависи квалитет израде и време које је потребно. Када је потребно изградити велик број идентичних комада ту долаз до проблема јер природа човека не дозвољава да управља машином сваког пута на употпуности идентичан начин. Последица тога су обрађени предмети који су различитих димензија и квалитета површина.

Код CNC управљања алат води микропроцесор и на тај начин се обезбеђују сви услови да сваки израдак у серији буде једнак. Стекао би се утисак да су CNC управљање машине алатке увек супериорније од конвенционалних, међутим то не мора бити тако, нпр. у случају да је повремено потребно изградити неколико једноставних комада.

Израда и конструкција CNC алатних машина се у многоме разликује од израде и конструкције конвенционалних алатних машина како у основи машинског система тако и у основи управљања. Ова разлика произилази из потребе за бољим перформансама алатних машина, те се у том циљу наводе најважније карактеристике CNC алатних машина:

- велика прецизност израде и обраде прилагодљивост
- већа тачност
- широка примена односно заступљеност у свим делатностима
- поузданост рада
- могућност израде делова сложених облика
- једноставнији алати
- смањење припремо-завршних времена и трошкова
- висока продуктивност
- велика брзина рада због повећаних режима рада
- мерни систем је део целокупног система
- обилно подмазивање и хлађење измена алата је аутоматска

Недостаци CNC машина алатки су:

- велико инвестиционо улагање
- потреба програмирања машине
- високи трошкови одржавања
- неисплативост израде једноставних комада

Иако је постигнут веома висок ниво примене информатичких технологија у производним процесима када су у питању пројектовање производа и инжењерски прорачуни и анализе, у области пројектовања CNC технологија квалитет NC програма још увек зависи од знања и искуства инжењера. Путања алата се при обради просторно сложених површина аутоматски генерише применом CAD/CAM система. За правилан избор врста обраде, редоследа операција, алата и режима обраде још увек је одговоран инжењер.

## 2. CNC УПРАВЉАЊЕ

Број управљаних оса представља број независних али синхронизованих померања радних органа машине. Према броју управљаних оса, обрада машинских делова се своди на:

- 2D – Дводимензионална обрада са могућношћу синхронизованог кретања два помоћна кретања.
- $2\frac{1}{2}D$  – Тродимензионална обрада, постоје три независна померања али синхронизовано кретање истовремено могу реализовати само два помоћна кретања.
- 3D – Тродимензионална обрада са могућношћу синхронизованог кретања сва три помоћна кретања.

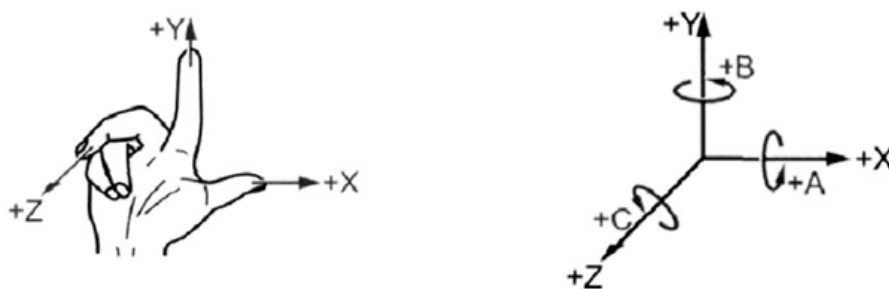
### 2.1. Координатни системи

За дефинисање узајамних положаја алата и предмета који се обрађују, употребљавају се координатни системи. Најчешће се примењују правоугли и поларни координатни системи. Дефинисање узајамног положаја алата и предмета врши се са два координатна сисетма, координатним системом машине и координатним системом предмета. За координатни систем машине је преко референтне и нулте тачке машине везан положај алата, док се геометрија коју је потребно обрадом постићи дефинише помоћу координатног система предмета. У обрадном процесу, као последица промене положаја алата и радног предмета, одвија се трансформација једног координатног система у односу на други.

За опис контуре обратка на располагању стоје геометријски елементи као што су тачка, права, раван, круг, параболичне криве, цилиндри, конуси итд. и при програмирању постоје тачно одређене математичке и симболичке дефиниције за њих. Помоћу математичких и симболичних дефиниција је описана контура предмета, а са инструкцијама за померање предмета и алата обезбеђена је обрада по тако дефинисаној контури. Управљачки систем компјутерси управљаних алатних машина најчешће раде са оријентацијом кретања у правоугаоном координатном систему. Програмирање обрадног процеса иуводи се у координатном систему програма који се усаглашава са координатним системом машине.

Димензије обратка се при програмирању могу везати за координатни систем у апсолутном или релативном облику и тако настаје апсолутно и релативно програмирање.

Оријентација координатног система CNC машина је у складу са правилом „три прста десне руке“.



Слика 1. Координатни систем CNC машине

## 2.2. Карактеристичне тачке

Поред дефинисања координатних система, при програмирању, потребно је дефинисати карактеристичне тачке елемената обрадног система. То су нулте тачке машине и радног предмета, референтне тачке машине и алата, носача алата итд. Преко карактеристичних тачака изражава се међузависност положаја елемената обрадног система потребних за програмирање кретања у обрадном процесу.

**M** – Machine zero point – Нулта тачка машине је тачка која представља исходиште координатног система машине. Позиција ове тачке се не може мењати и одређена је од стране произвођача CNC машине.

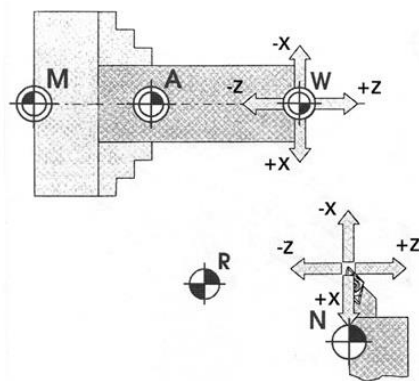
**A** – Settable point – Нулта тачка стезног прибора. Налази се на фиксном месту стезног прибора, где гранична раван пресеца осу стругања и на основу ње се одређује нулта тачка обрадка. Зависи од стезне главе.

**W** – Workpiece zero point – Нулта тачка обрадка је исходиште његовог координатног система. Ова тачка се налази на обрадци и слободно се може померати по потребама конструкције или израде.

**N** – Tool mount reference point – Нулта тачка носача алата. Представља почетну тачку од које се мере сви алати и лежи у оси држача алата. Одређена је од стране произвођача CNC машине и не може се мењати.

**R** – Reference point – Референтна тачка. Тачка која се налази у радном простору машине и одређена је крајњим микропрекидачима. Служи за иницирање мерног система машине при њеном укључењу.

**P** – Нулта тачка врха алата.

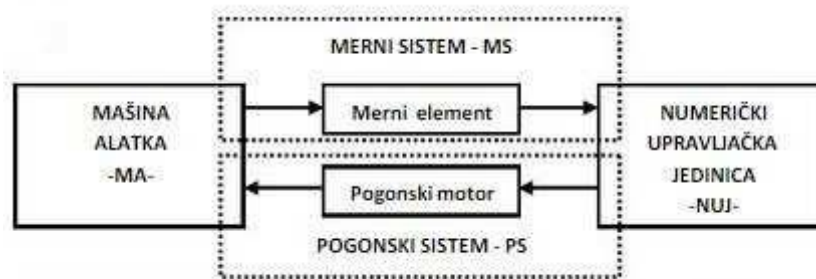


Слика 2. Нулте тачке машине

## 2.3. Структура нумерички управљаних машина алатки

Нумерички управљани систем је скуп подсистема са одређеним конструктивним карактеристикама који су међусобно функционално повезани у целину, али тако да се сваки подсистем може третирати као посебна целина. Структуру нумерички управљане машине чине:

- Нумерички управљана јединица – НУЈ
- Погонски систем – ПС
- Мерни систем – МС
- Машина алатка – МА



*Слика 3. Структура НУМА*

Преко управљачког програма нумерички управљана машина добија све потребне информације за аутоматску обраду неког елемента. То су информације о потребним кретањима (главним и помоћним), информације за укључивање и искључивање извршних органа машине, почетак и завршетак програма, информације за аутоматску измену алата, податке о режимима обраде итд.

Управљачки програми уносе се у нумеричком облику у управљачку јединицу – НУЈ. Управљачка јединица тако припремљене податке обрађује и саопштава извршним органима машине. На тај начин се остварује управљање процесом обраде. Погонски систем треба да реализује наредбе добијене од управљачке јединице. Он врши покретање радних органа машине, брзинама и помацима одређеним у програму, води их по задатим путањама и доводи у задате положаје. Тачно вођење и довођење радних органа у задате положаје кључно је за тачност облика и квалитет обраде издатка. За то је одговоран мерни систем машине који даје сигнал о положају, позицији и стању радних делова (алата).

## 2.4. Управљачка јединица

Нумеричка управљачка јединица - НУЈ је посебна целина обрадног система и има три основна задатка:

- Пријем
- Обраду
- Издавање података

Управљачка јединица треба да управља механизмима алатне машине и тиме обезбеди:

- позиционирање извршних органа
- кретање алата по задатој путањи
- синхронизацију кретања према импулсима мерног система
- управљање циклусима пријеносних компоненти машине
- управљање технолошким циклусима и
- управљање осталим системима алатне машине

Оспособљена је да прими податке у виду готовог програма, информације од машинског система, као и друге инструкције. Програм се може унети на више начина преко посебног дела УЈ за пријем података:

- Ручно помоћу тастатуре
- Помоћу бушене траке (ако постоји читач траке)
- Помоћу магнетне траке (ако постоји касетна јединица)
- Помоћу дискете (ако постоји дискетна јединица)
- Помоћу дискете (ако постоји дискетна јединица)

Данас се унос програма у меморију управљачке јединице најчешће врши помоћу PC232 порта, док најновије управљачке јединице имају USB порт, чиме је омогућен веома брз пренос података. Последица тога је ефикаснија и економичнија производња, нарочито компликованих машинских елемената, што је и био циљ развоја нумеричког управљања. Управљачкој јединици задаје се програм у симболичком језику који она преводи на “свој” машински језик. Програм се декодира и обрађује. Машински језик је у виду инструкција, импулса који се прослеђују извршним органима – погонским системима и другим органима машине. Осим што прима инструкције, управљачка јединица приказује послужиоцу машине информације о тренутном положају алата, броју обртаја, евентуалној грешци у програму, квару у неком подсистему итд.

Осим што прима инструкције, управљачка јединица приказује послужиоцу машине информације о тренутном положају алата, броју обртаја, евентуалној грешци у програму, квару у неком подсистему и тако даље. НУЈ је окренута послужиоцу командном таблом и разним прикључцима за периферну опрему. Другим делом, НУЈ је окренута машини алатки делом за прилагођавање и укључивање осних кретања и делом за напајање енергијом.

Постоји више типова нумеричких управљачких јединица како по степену аутоматизованости осталих функција тако и по конфигурацији обрадка. Њихова подела заснива се према:

- врсти управљања (координатно, линијско и контурно)
- врсти обраде (бушење, стругање, глодање и друго)
- броју управљаних оса и
- степену аутоматизованости осталих функција

Са аспекта развоја електронике НУЈ разликују се NC системи који представљају хардверски базирани НУЈ које читају споља сачињене програме и CNC системи који представљају софтверски базирани НУЈ, располажу рачунаром који омогућује послужиоцу да стартује, мења и прекида програм.

Једном сачињен управљачки програм могуће је пренети и архивирати помоћу различитих носача података. На пример: бушена трака, магнетна трака, дискета или новији носачи информација. Да се све то оствари CNC управљачке јединице мора да поседују одговарајуће прикључке за пренос података. За те прикључке постоје стандарди који обезбеђују да се размена података између управљачке јединице и екстерног уређаја одвија беспрекорно.

НУЈ се састоји из низа конструктивних делова. Језгро чини рачунар, који обавља сва израчунавања и логичка повезивања. Како је НУЈ изграђена на модуларном принципу, могуће је да једна управљачка јединица има и више микропроцесора чије су функције подељене. На пример НУЈ може да садржи три микропроцесора: централни, други за израчунавање контурних проблема и трећи за интерполацију.

Као посебна целина НУ машине алатке има основни задатак да управља путањом без обзира ко изводи то кретање, обрадак или алат, геометријским условима управљања и да усаглашава међусобно разне машинске функције. Процес обраде може да захтева, а и не мора, међусобно зависна кретања извршних органа машине у координатним правцима.

Према томе, постоји:

- управљање кретањем без функционалне зависности и
- управљање кретањем са функционалном зависношћу у појединим координатним правцима

Управљање кретањем без функционалне зависности зове се још и позиционо. Зависно од релативних кретања између алата и обратка, односно да ли су алат и обрадак при кретању у захвату или не, позиционо управљање може бити координатно и линијско. Координатно управљање (управљање тачка по тачка, point-to-point) омогућује позиционирање алата на програмирану тачку, а резни алат није у захвату. Код овог управљања није битан облик путање до постизања задате позиције, већ тачно позиционирање. Погони појединих осних кретања, зависно од модела НУЈ, могу се укључивати или одвојено или истовремено, све док се не остваре сви појединачни положаји. Пошто алат није у захвату, ово управљање увек се остварује максималном брзином. Кретање може бити у правцу једне а затим у правцу друге осе, или истом брзином позиционирања у оба правца до постизања задате вредности једне координате, а затим у правцу само једне осе до постизања задате вредности и друге координате. Примењује се при бушењу, тачкастом заваривању, пробијању, просецању и тако даље.

Појава стандарда у архитектури управљачких система и употреба концепције отворене архитектуре је узрок појаве оштре конкуренције на тржишту, као и настанка великог броја мањих произвођача, углавном потеклих из истраживачких институција, који до сада нису били способни да сами развију комплетно управљање. При томе треба имати на уму да водећи светски произвођачи, као што су Сиенс, Фанук и Фагор, својим истраживањима диктирају даљи развој ове области.

### 2.4.1 Фагор

Шпански произвођач електронских уређаја ФАГОР од седамдесетих година двадесетог века производи и CNC управљачке јединице и дигиталне управљачке и мерне елементе неопходне у индустријској употреби. Иако спада у ред мањих произвођача CNC управљачких јединица, Фагор интензивно истражује увођење нових технологија и стандарда у које спада и отворена архитектура. Тренутно су највише у употреби два типа CNC управљачких јединица овог произвођача, базираних на отвореној архитектури и Windows оперативном систему: ФАГОР 8055 CNC и ФАГОР 8070 CNC са различитим могућностима избора појединих компоненти.

Као и већина водећих произвођача и Фагор је управљачки систем конципирао као дводелни, састављен из CNC панела са РС функцијама, који је постављен на самој машини, и CNC јединице (централне управљачке јединице) која се налази у командном орману, док везу између њих чине високобрзинска серијска веза или неки други вид комуникације.



*Слика 4. Управљачка јединица и панел*

ФАГОР 8055 CNC управљачка јединица (слика 2.) је намењена конструкционо једноставнијим конвенционално грађеним CNC машинама алаткама, као што су: стругови и обрадни центри за стругање, глодалице и обрадни центри за глодање, као и за брусилце. Има могућност контроле и управљања до четири осе управљања, а опционо постоји могућност повезивања до 7, уз два радна вретена, компензација грешке осе је у 256 тачака по оси, SERCOS интерфејс за дигиталне комуникације између управљачког система и дигиталног серво уређаја који функционише на бази оптичких каблова.



*Слика 5. Монитори управљачког система 8055*

ФАГОР 8070 CNC управљачка јединица спада у групу напреднијих управљачких јединица намењених машинама алаткама за високобрзинску обраду. Основна њена карактеристика је велика брзина израчунавања неопходних за извршавање команди.

### 2.4.2 Фанук

Јапански произвођач ФАНУК годинама представља једног од лидера у производњи и развоју управљачких система. Њихово примарно тржиште чине Азија и Северна Америка, где су њихови системи преовлађујући у примени у машинама алаткама и роботским системима. Нова серија Фануц-ових управљачких система базираних на отвореној архитектури (160i, 180i, 210i, као и 160is, 180is, 210is) представља интеграцију конвенционалне CNC управљачке јединице и РС рачунара. Као и у другим случајевима и Фанук је напредније моделе управљачких система ове, нове генерације управљачких јединица конципирао из два дела: танког панела који се уграђује на машину и CNC јединице која се поставља у управљачки орман, док везу између њих чини високобрзинска серијска комуникација.



*Слика 6. Фанук управљачки систем*

Овакав концепт примењен је на моделе 160i, 180i и 210i који спадају у управљачке системе високих перформанси, на којима се налазе верзије Windows 2000 и Windows XP оперативног система и који имају веће захтеве за елементима РС рачунара. Управљачки системи који имају захтеве за повишеном поузданошћу имају ознаку s, па су тако настали системи 160is, 180is и 210is. Ова група управљачких система може бити конфигурисана на два начина: као систем који обједињује CNC јединицу са LCD дисплејем (слика 6.), и као раздвојени систем који се састоји од независног ЦНЦ панела са CNC функцијама, који је повезан са посебном CNC јединицом. Ова варијанта управљачког система користи оперативни систем Windows CE који је познат по својој компактности и не захтева хард диск што чини систем веома поузданим за примену на машинама алаткама.

Савремени управљачки системи Фанук отворене су архитектуре, због својих карактеристика имају интегрисан читав низ нових технологија чији је задатак повећање тачности и ефикасности машина алатки.

Ту спадају:

- нано интерполација
- XPB (High Response Vector) контрола вретена и погона оса
- систем за уштеду енергије
- двоструки надзорни систем

Поред горе наведених постоји још велики број произвођача нумерички управљачких јединица, од којих треба споменути: MITSUBISHI ELECTRIC, HEIDENHAIN, ACURITE, AMK, MDSI, MAZAK, NUM, SCHLEICHER, FIDA, SELCA, SONY и многи други. Унаставку рада биће описана Сименсова управљачка јединица Синумерик, као једна од најзаступљенијих у свету производње.

### 3. УПРАВЉАЧКА ЈЕДИНИЦА СИНУМЕРИК

Управљачка јединица Siemens 840D омогућава управљање до 31 осе или вретена са 10 канала. Заснована је на PC платформи, за до 31 осу/вретено и применљива је за све технологије. Нова PCU (Персонал Компутер Унит) постоји како у варијанти без хард диска (PCU 20), тако и у варијанти са хард диском (PCU 50) и садржи у интегралној форми разне могућности комуникације. Оперативни систем је Windows NT.

Управљачка јединица Siemens 840c је предвиђена за решавање сложенијих управљачких задатака који укључују управљање дигиталним и аналогним погонима. То подразумева контролу до 30 оса и 6 вретена, различите врсте интерполација (укључујући и криволинијску интерполацију) и могућности управљана високобрзинским обрадама (предвиђена је контрола вретена од 0,1 до 99000 о/мин).

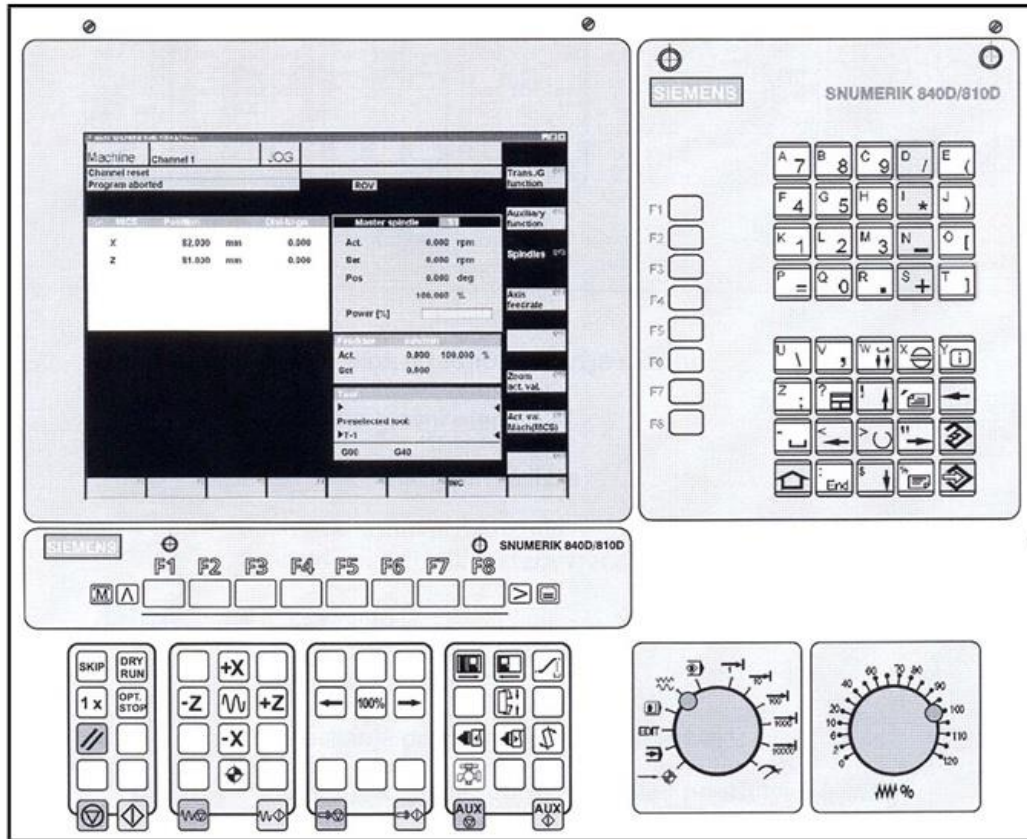
Управљачки системи новије генерације се у комбинацији са новим моделима серво мотора (Simodrive) могу користити за градњу машина алатки које по данашњим критеријумима имају екстремне карактеристике. То подразумева, у теоријском смислу, брзине обраде до 300 m/мин, убрзања до 45 Г и сл. Примена управљачких система Синумерик омогућава кориснику коришћење читавог низа напредних функција од којих су неке укључене у основну конфигурацију система, а неке су дате опционо. Ту спадају:

- 2Д спирална интерполација
- Програмабилно убрзање
- Надзор процеса обраде
- Надзор алата
- Компензација грешке по квадрантима
- Контрола 10 канала и 31 управљану осу / вретена (опционо)
- spline интерполација (опционо)
- компензација дужине алата (опционо)

Код овог произвођача се може приметити присуство већег броја софтверских додатака за саме управљачке јединице, који су уобичајени у конвенционалним PC рачунарима, али се у управљачким системима први пут појављују.

### 3.1 Контролна табла и тастатура

Свака CNC машина управља се помоћу посебног софтвера и управљачке јединице. Софтвер WinNC Синумерик 840Д TURN као и управљачка јединица (тастатура), чине једну јединствену целину којом се врши управљање машином.



Слика 7. Командна табла

Тастатура служи за уношење као и за уређивање програма. Састоји се од слова, бројева, симбола, и тастера за разне функције у вези са обрадом предмета. Тастатура за управљање машином налази се у доњем делу контролне тастатуре и састоји се из више подгрупа управљачких функција. Служи искључиво за комуникацију оператера са машином.

Опис тастера:



Директни скок у главни мени машине



Повратак у виши ниво менија (опозив)



Приказ преосталих опција актуелног менија



Тастер за промену избора менија. Избор начина рада са машином, менија за управљачку јединицу и актуелне тренутне позиције унутар менија.



Укључивањем овог тастера, реченице које садрже косу црту (/) биће прескочене, тј. неће бити извршене.



Користи се код тестирања програма у радном простору без обраде материјала (један од видова тестирања).



Наиласком на функцију M1 (условни стоп програма), управљачка јединица стаје са реализацијом програма.



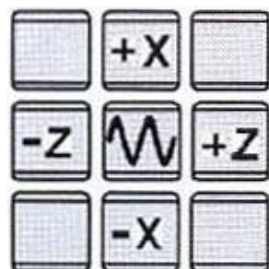
РЕСЕТ - Овим тастером се празни оперативна меморија управљачке јединице) и бришу поруке о грешци. Актуелни програм почиње из почетка.



Извршење програма блок по блок



Тастери за стартовање (реализацију) и заустављање програма.



Тастери за померање носача алата у ручном начину рада (JOG mod)



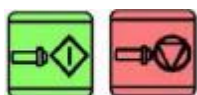
Тастер којим се иницира мерни систем машине (достизање референтне тачке).



Тастер за укључење помоћног кретања на машини, тастер за заустављање помоћног кретања на машини



Ротација радног вретена. Стрелицом која показује у лево број обртаја се може смањити до 50% од програмираног. Стрелицом удесно програмирани број обртаја се може повећати до 120% од програмираног.



Spindel stop/start; Зауостављање и покретање главног вретена



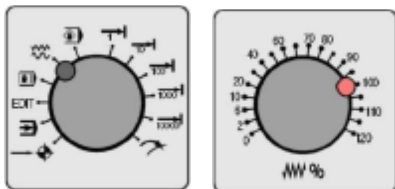
## Тастери за отварање и затварање заштитних врата на машини



Тастери за померање коњића у положај за стезање и отпуштање комада.



Тастер за отпуштање носача алата у радном вретену (лево) и тастер за укључивање и искључивање средства за хлађење.



Селектор начина рада са машином (лево) и регулатор брзине помоћног кретања (десно)

### 3.2 Радна подручја и основни

**Табела 1. Радна подручја основног менија**

| РАДНО ПОДРУЧЈЕ | ИЗВРШНЕ ФУНКЦИЈЕ                                            |
|----------------|-------------------------------------------------------------|
| Machine <F1>   | Ручно управљање машином.<br>Извршење програма на обратку.   |
| Parameter <F2> | Уређивање података за програмирање<br>и података о алатима. |
| Program <F3>   | Писање и уређивање програма.                                |
| Services <F4>  | Учитавање програма и података.                              |
| Diagnosis <F5> | Приказ аларма и порука.                                     |

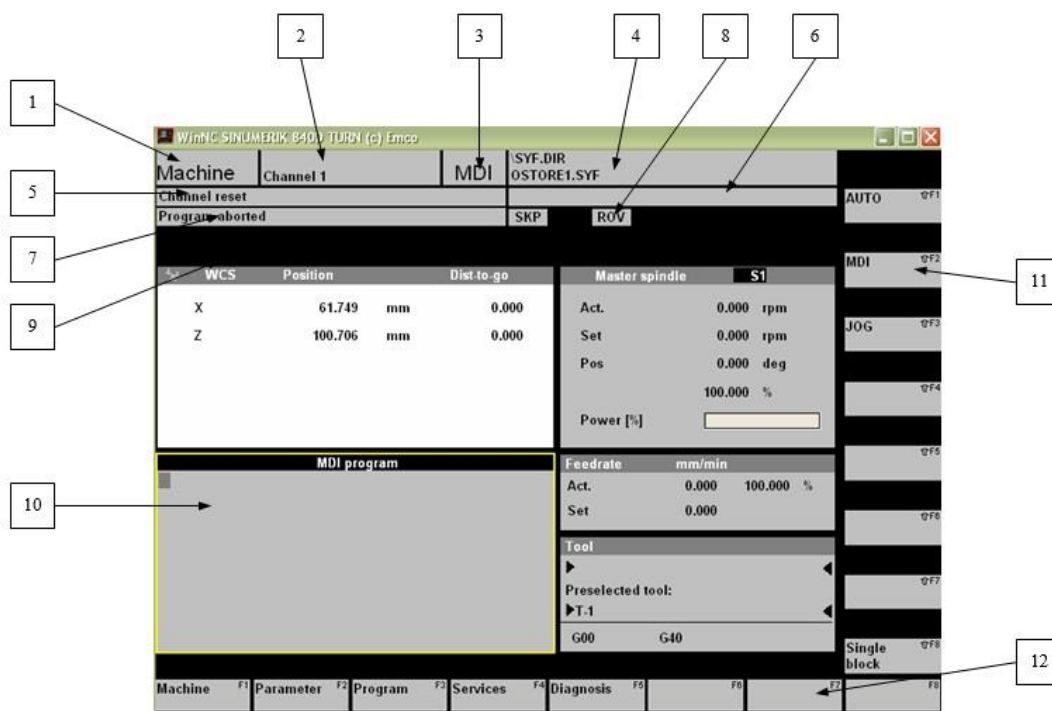
## Прозор Синумерик 840D Turning

Рад у програму Синумерик 810/840D организован је кроз рад у пет подручја подменија основног менија, која се називају радна подручја. Тих пет подручја се приказују у основном менију у хоризонталној линији функционалних тастера.

Радни прозор је подељен у више целина и зависи од начина рада у којем се тренутно налази. Постоје три начина рада:

- ЈОГ - ручно управљање машином, најчешће при одређивању корекције алата
- МДИ - полуаутоматски начин рада у којем се програм ради блок по блок
- АУТО - аутоматски начин рада у коме се покрећу готови програми

Може се бирати начин рада помоћу миша, тастатуре, функцијских тастера или преко селектора начина рада.



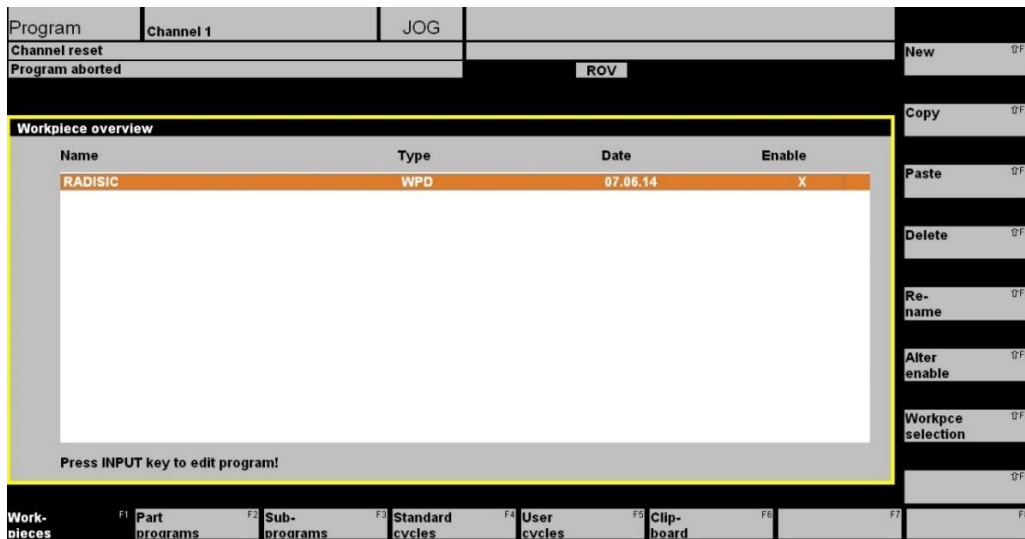
Слика 8. Основни простор Sinumerik 840D Turn

- |                                    |                                     |
|------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Приказ активног радног подручја | 7. Статус програма                  |
| 2. Приказ активног канала          | 8. Дисплај статуса канала           |
| 3. Приказ начина рада              | 9. Аларм са кодом поруке            |
| 4. Име и путања одабраног програма | 10. Радни прозори                   |
| 5. Статус канала                   | 11. Вертикални функцијски тастери   |
| 6. Поруке канала                   | 12. Хоризонтални функцијске тастери |

У радном подручју Програм се пишу и исправљају програми и њима се управља. Активирањем хоризонталног функцијског тастера Програм <F3> се отвара прозор.

Типови потпрограма су:

- Workpieces <F1> - фасцикла се сматра директоријумом (фолдером) који укључује више програма по неком критеријуму сродности (сви програми потребни за обраду једног радног предмета, или сви програми програмера).
- Partprogram <F2> - главни програм је низ наредби за обраду радног предмета.
- Subprogram <F3> - потпрограм је програм који може бити више пута позван из главног програма. Један потпрограм може позивати више главних програма. Циклуси су врста потпрограма.
- Standard cycles <F4> - стандардни циклуси су потпрограми који се не могу мењати.
- User cycles <F5> - кориснички циклуси које корисник сам може писати према својим потребама.
- Clipboard <F6> - међуспремник.



Слика 9. Радно подручје програма

Свако подешавање или уношење кода програма, програм меморише у одговарајућем директоријуму са одговарајућом екстензијом. Према томе, постоје следећи типови датотека и директоријума:

- име.**MPF** – главни програм
- име.**SPF** – потпрограм
- име.**TOA** – подаци о алату
- име.**UFR** - постављање нулте тачке / оквири
- име.**INI** - фајл за иницијализацију
- име.**COM** – коментар
- име.**DEF** - дефиниција корисничких података и макрои
- име.**DIR** - заједнички директоријум који садржи програме
- име.**WPD** - директоријум обратка који садржи програме и податке који припадају обратка
- име.**CLP** - клипбоард директоријум може садржавати све типове фајлова и директоријума

#### 4. CNC СТРУГ TCN 410 – 1250

Ово је двоосна нумерички управљана машина са главним обртним кретањем које врши стезна глава са обратком стегнутим у њој и два помоћна кретања која врши алат постављен у револверској глави.

Основне спецификације машине:

- Управљачка јединица: Синумерик 808D
- Максималан број обртаја:  $n = 150 - 2000 \text{ o/min}$
- Брзина помоћног кретања је:  $0 - 6000 \text{ mm/min}$
- Инкремент померања по осама је:  $0.001 \text{ mm}$
- Максималан обрадиви пречник:  $240 \text{ mm}$
- Максимална дужина припремка:  $1250 \text{ mm}$
- Број места у носачу алата: 4
- Снага мотора:  $5,5 \text{ kW}$
- Број обртаја мотора:  $1500 \text{ o/min}$
- Број могућности различитих бројева обртаја: бесконачно варијабилан
- Димензије струга:  $3000 \times 1650 \times 1580 \text{ mm}$
- Маса:  $2600 \text{ kg}$



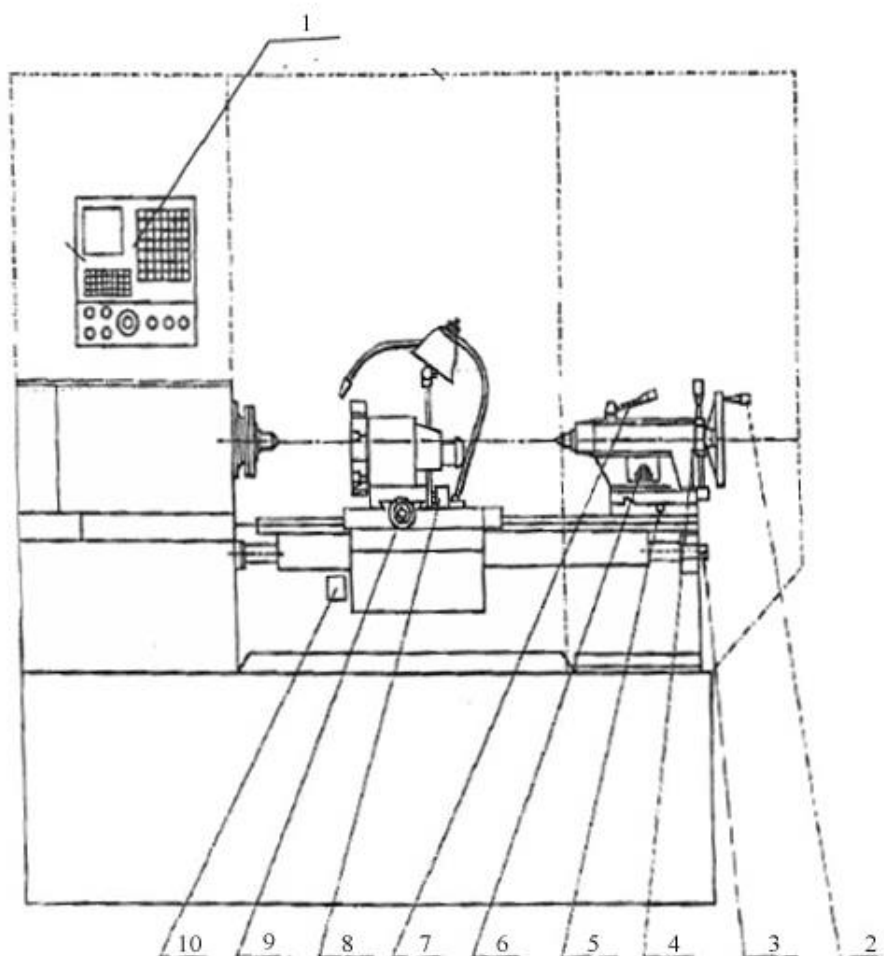
*Слика 10. Струг TNC 410-1250*

Ова двоосна НУМА намењена је за обраду цилиндричних радних предмета, односно на њој је могуће извршити операције унутрашњег и спољашњег стругања, чеону обраду, израду конуса, израду радијуса итд. Такође је могуће вршити израду навоја, жлебова, као и операције бушења. На овој машини могуће је спољашњим стругањем извршити обраду чела, закошења и израду жлеба, све у виду једног циклуса без прекида обраде. Предности овакве машине се јасно могу видети при обради цилиндричних делова комплексније геометрије са неколико различитих пречника и конуса.

Одликују је рационалан дизајн, добре перформансе, висока ефикасност, константна тачност при експлоатацији и једноставно и сигурно управљање чиме је овај модел идеалан за рад у условима које поставља модерна индустрија.

Главно вретено добија снагу и обртни момент преко зупчастог каиша од електромотора који уз помоћ инвертерског фреквентивног регулатора омогућава бесконачно варијабилне бројеве обртаја вретена.

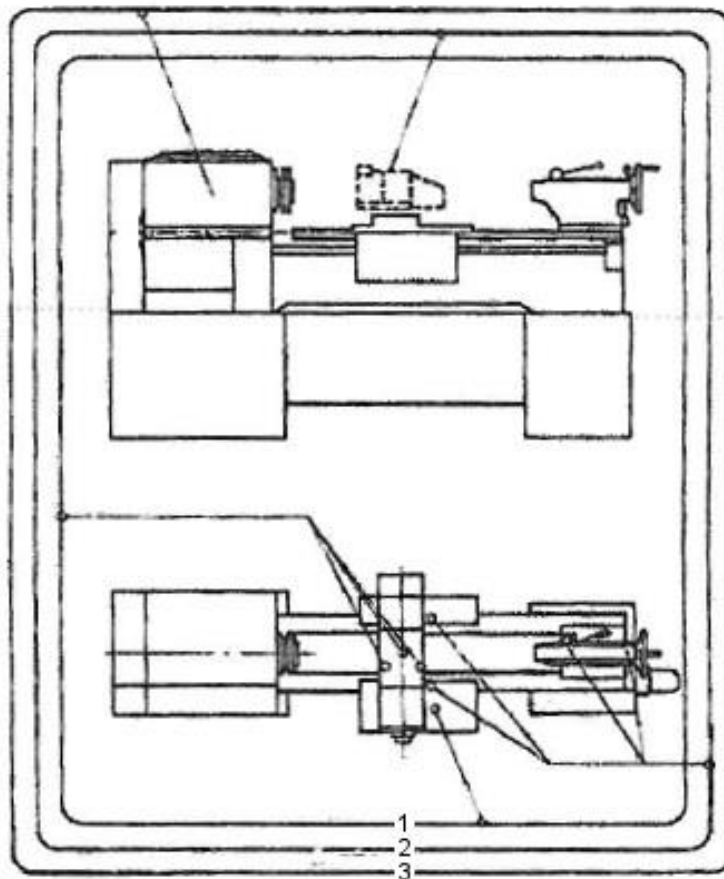
Погон помоћног кретања, које се састоји из уздужног и попречног, се преноси помоћу корачног или серво мотора и вретена са рецикулационом навртком и обезбеђује кретање у одговарајућим правцима.



**Слика 11. Шематски приказ**

- |                                       |                                               |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1 – Управљачка јединица               | 7 – Полуга за стезање шиљка                   |
| 2 – Ручка за померање шиљка           | 8 – Граничник попречног померања носача алата |
| 3 – Вијак за подешавање вођица коњића | 9 – Ручка за подешавање носача алата          |
| 4 – Дршка за стезање коњића           | 10 – Граничник уздужног померања носача алата |
| 5 – Вијак за попречно померање коњића |                                               |
| 6 – Навртка за стезање коњића         |                                               |

Како би се вршла оптимална експлоатација машине, неопходно је вршити њено подмазивање у одговарајућим интервалима, као што је приказано (слика 8). Елементе машине потребно је подмазати два пута у току смене (1), једанпут у току смене (2), или их није потребно подмазивати (3).



**Слика 12.** Систем подмазивања

## Укључење машине

Машина се укључује тако што се активира главни прекидач који омогућава довод електричне енергије до управљачке јединице и машине, након чега се деактивирају сви сигурносни прекидачи машине. Прозор који се отвара, приказује да референтне тачке нису дефинисане (○). Машина постаје „свесна“ својих референтних тачака, када се тастерима за покретање носача алата по X и Z осе иницира кретање и сачека да дођу у машини познат положај (⊕).

|  <br>NC: \MPF\1.MPF |                 |    |       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----|-------|
| Reset SKP DRV ROV MD1 PRT SBL                                                                                                                                                         |                 |    |       |
| MCS                                                                                                                                                                                   | Reference point |    | T,F,S |
| MX1○                                                                                                                                                                                  | 0.000           | mm | T 0   |
| MZ1○                                                                                                                                                                                  | 0.000           | mm | F     |
|                                                                                                                                                                                       |                 |    | S1    |

|  <br>NC: \MPF\1.MPF |                 |    |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----|--|
| Reset SKP DRV ROV MD1 PRT SBL                                                                                                                                                         |                 |    |  |
| MCS                                                                                                                                                                                   | Reference point |    |  |
| MX1⊕                                                                                                                                                                                  | 0.000           | mm |  |
| MZ1⊕                                                                                                                                                                                  | 0.000           | mm |  |

## Дефинисање алата



1. Одабрати одговарајуће радно подручје.



2. Отворити листу алата.

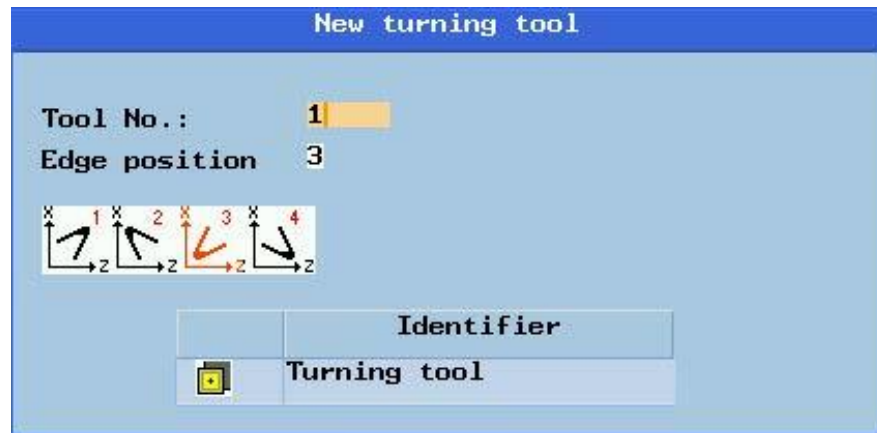


3. Изабрати нови алат.



4. Изабрати одговарајући тип алата претискивањем њему одговарајућег тастера.

5. Унети број алата (од 1 – 31999; препоручује се број мањи од 100) и одабрати број позиције оштрице алата.



6. Употребом овог тастера, потврђују се подешавања. Прозор испод приказује податке креираног алата.

| Tool list |   |     |            |          |             |       |   |
|-----------|---|-----|------------|----------|-------------|-------|---|
| Type      | T | D   | ④ Geometry | ⑤ Radius | ⑥ Tip width | ⑦     |   |
| ①         | ② | ③ X | Z          |          |             |       |   |
|           | 1 | 1   | 0.000      | 0.000    | 0.000       | 0.000 | 3 |

- 1 – Тип алата  
2 – Број алата  
3 – Број оштрице  
4 – Дужина алата по X и Z осама  
5 – Радијус алата  
6 – Ширина алата  
7 – Позиција оштрице



7. Унети податке о радијусу врха ножа и ширини алата ако је потребно и потврдити.

Алат се дефинише како би управљачка јединица располагала информацијама о врсти алата, његовој геометрији, на ком месту у носачу алата се налази, како би систем са тачношћу водио алат при извршењу програма. Његово хабање при експлоатацији се такође уноси и компензује.

## Мерење алата по X и Z осе

Помоћу машини познатој нултој тачки носача алата и референтне тачке, машина може да израчуна где се налази врх оштрице алата по X и Z осе када се унесу растојања од познатих димензија обратка.



1. Изабрати одговарајуће радно подручје.



2. Активирати JOG мод.



3. Отворити прозор мерење одступања.



4. Притиснути тастер за мерење у правцу X (односно Z) осе.



5. Приближити алат обратку по X (односно Z) осе.



6. Активирати преносиви управљач машине.

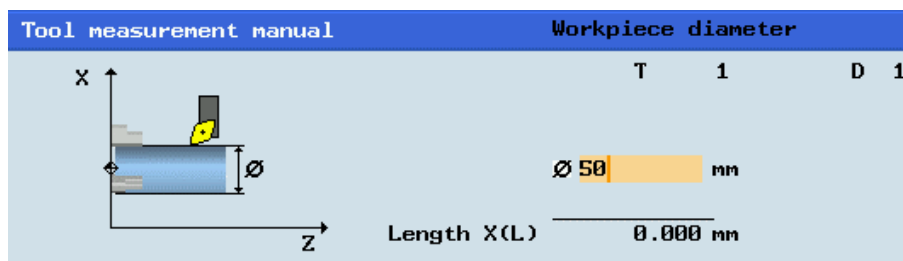


7. Изабрати одговарајући корак и приближити врх алата обратку тако да загребе поврсину обратка.

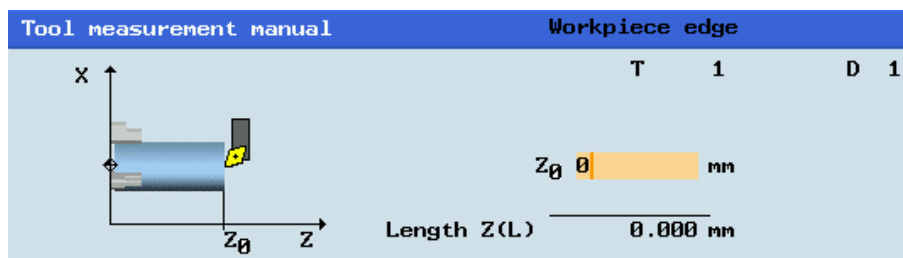




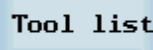
8. За мерење по X оси, унети пречник обратка у "Ø" поље (нпр. Ø50).



За мерење по Z оси унети дужину од врха ножа до ивице обратка у "Z0" поље (нпр. 0).



9. Сачувати вредност по X (односно Z) оси. Радијус ножа и оријентација оштрице су узети у обзир.



10. Притискавањем овог тастера видимо да су вредности компензације алата аутоматски додате подцима алата.

## Симулација обраде

Пре пуштања у рад одабраног програма, могуће је извршити симулацију процеса обраде на машини. При томе не долази до кретања радних елемената машине већ се на дисплеју приказује путања алата и поруке у случају колизије или грешака у синтакси.

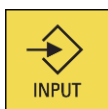


1. Изабрати одговарајуће радно подручје.



2. Одабрати програм за симулацију.





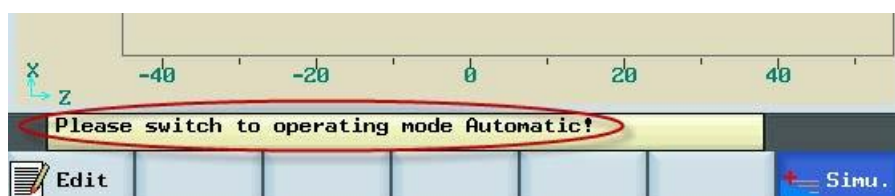
3. Притискивањем овог тастера отварамо програм.



4. Прабацити у аутоматски мод.



5. Овим тастером отвара се прозор за симулацију.  
У случају да аутоматски мод није активан, појавиће се порука на дну екрана. Ако видимо ову поруку, потребно је поновити корак бр. 4.



6. Овим тастером се покреће симулација за одабрани програм.  
Симулацију је могуће покренути само у AUTO моду.

## Покретање и заустављање програма

Након што се утврди да ће се програм извршити на предвиђен и жељен начин и сви параметри су дефинисани, иницира се аутоматска обрада. У случају да у току обраде дође до непредвиђене грешке или било какве опасности по опслуживаоца машине, могуће је машину зауставити притиском на неки од сигурносних тастера.



1. Изабрати одговарајуће радно подручје.



2. У жељеном директоријуму изабрати програм.



3. Притиснути овај тастер. Систем се пребацује у аутоматски мод.



4. Ако има потребе могуће је подесити на који начин желимо да се програм изврши.



5. Притиснути овај тастер да започне аутоматска обрада.



Притиском овог тастера, обрада се зауставља, зауставља се извршење покренутог програма. При следећем покретању, програм се извршава од почетка.



Притиснути овај тастер за прекид рада програма. Заустављају се помоћна кретања, а при следећем покретању машина започиње где је заустављена.

## 5. ПРОГРАМИРАЊЕ CNC СТРУГА

Дигитални контролни системи Синумерик 808D, 810D, 840D одликују се великом “отвореношћу”, односно могу се конфигурисати од стране произвођача машина, а делимично и од стране самог корисника у складу са потребама. На тај начин они се могу ефикасно користити у многим областима, како у производњи малих серија, тако и у потпуно аутоматизованим производним линијама.

Контролни системи Синумерик 808D, 810D, 840D могу се користити у веома различитим процесима обраде (стругање, глодање...)

### 5.1 Структура програма

Смерницу за писање програма представља стандард DIN 66025. NC програм садржи низ NC блокова табела. Подаци у сваком блоку представљају један корак у обради. Инструкције су у блоку написане у форми речи (words). Последњи блок у извршном низу садржи специјалну реч која означава крај програма: M2, M17, M30.

**Табела 2. Структура програма**

| Block | Word | Word | Word | ... | ;Comment        |
|-------|------|------|------|-----|-----------------|
| Block | N10  | G0   | X20  | ... | ;First block    |
| Block | N20  | G2   | Z37  | ... | ;Second block   |
| Block | N30  | G91  |      | ... | ;...            |
| Block | N40  | ...  |      | ... |                 |
| Block | N50  | M30  |      | ... | ;End of program |

Реч је елемент блока и садржи команду. Састоји се из следећа два дела:

- Адресног знака (генерално словног симбола)
- Нумеричке вредности; низ цифара којима, са одређеним адресама могу бити додати и знак (+, -) и децимална тачка. Позитиван знак (+) се може изоставити.

Приликом програмирања користе се следећи знакови:

A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

Код програмирања не прави се разлика између великих и малих слова.

Бројеви блокова се пишу у корацима 5 или 10, како би се омогућило накнадно убацивање блокова који би остали у растућем редоследу.

Ако блок треба да се прескочи током извршавања програма, сви блокови програма означени са “/” неће бити извршени. Све инструкције које се налазе у блоку, неће бити разматране. Програм наставља у следећем немаркираном блоку. Знак може бити постављен било где у блоку.

Пример прескакања блокова:

N10 ; Извршен  
/N20 ... ; Прескочен  
N30 ... ; Извршен  
/N40 ... ; Прескочен  
N70 ... ; Извршен

Инструкције у блоку могу бити објашњене коришћењем коментара (назнака). Коментар увек почиње са “;” (тачка зарез). Поруке су програмиране у одвојеним блоковима. Порука је приказана у посебном пољу и остаје активна док се не изврши нови блок са поруком или до краја програма.

У тексту поруке могу бити приказана највише 65 симбола. Порука без текста поништава претходну поруку.

Адресе могу бити модалне и немодалне. Модалне адресе остају важеће са програмираном вредношћу, у свим наредним блоковима, све док се не програмира нова вредност са истом адресом. Немодалне адресе важе само у блоку у коме се налазе.

Пример:

N10 G0 F0.1 S1000 X10

N20 Z10 ; Брзина помоћног кретања (посмак), остаје активна све док се нова вредност не унесе

## 5.2 Програмирање димензија

Основу за NC програмирање представља технички цртеж са конкретним димензијама. Приликом примене у NC програм, од помоћи је да се преузму тачне димензије са цртежа обратка у програм обраде. Димензије је могуће дефинисати на више начина:

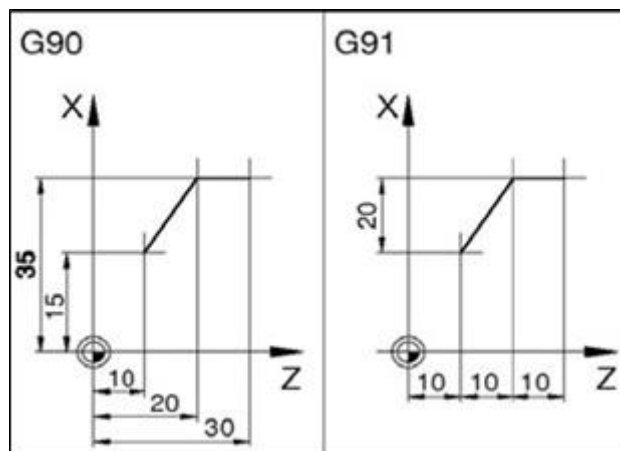
- Апсолутна димензија, G90 модална функција, односи се на све осе у блоку, до опозива командом G91 у следећем блоку
- Апсолутна димензија, X=AC (вредност), само ова вредност важи за наведену осу и није под утицајем G90/G91. Ово је могуће за све осе, као и за SPOS, SPOSA позицију вретена, и за параметре интерполације I, J, K.
- Апсолутна димензија X=CC (вредност) директно прилажење позицији најкраћим путем, само ова вредност важи само за назначену осу обртања и није под утицајем G90/G91. Ово је такође могуће и за SPOS, SPOSA позиције вретена.
- Апсолутна димензија X=ACP (вредност) прилажење позицији у позитивном смеру, само ова вредност је подешена за обртну осу, са опсегом од 0 до 360°
- Апсолутна димензија X=ACN (вредност) прилажење позицији у негативном смеру, само ова вредност је подешена за обртну осу, са опсегом од 0 до 360°
- Инкрементална димензија, G91 функција, односи се на све осе у блоку, до опозива командом G90 у следећем блоку
- Инкрементална димензија, X=IC (вредност) само ова вредност односи се искључиво на наведену осу и није под утицајем G90/G91. Ово је могуће за све осе, као и за SPOS, SPOSA позицију вретена, и за параметре интерполације I, J, K.

- Инчна димензија, G70 односи се на све линеарне осе у блоку, до опозива функцијом G71 у следећем блоку
- Метричка димензија, G71 односи се на све линеарне осе у блоку, до опозива функцијом G70 у следећем блоку

### 5.2.1 Апсолутно и инкрементално програмирање

Управљачка јединица омогућава рад у два мерна система: апсолутном и инкременталном. Код апсолутног димензионисања, подаци о димензијама су дати у односу на нулту тачку координатног система који је у том тренутку активан. Предзнак (-) или (+) одређује квадрант у ком се тачка налази. На старту програма, активна је команда G90 за све осе и остаје активна све док се не поништи у наредном блоку командом G91 (инкрементално димензионисање). Предност програмирања у апсолутном координатном систему је могућност измена једног дела програма, без потребе за променом осталих података.

У инкременталном мерном систему координате следеће тачке се задају у односу на координате претходне тачке (инкремент-помак) и по бројној вредности и предзнаку (може се рећи да се уноси вредност помака у смеру појединих оса). Координате прве тачке задају се у апсолутном координатном систему, а редни начин котирања сугерише примену тог начина задавања координата. Основна предност и примена инкременталног координатног система је при писању потпрограма за идентичне операције које се понављају на различитим деловима предмета



**Слика 13.** Пример апсолутног и инкременталног програмирања

Пример:

N G90

N... G0 X40 Z=IC(20)

У горњем примеру Z вредност је дата инкрементално, иако је активно апсолутно програмирање.

N... G91

N... G0 X40 Z=AC(10)

### 5.3 Адресе

Адресе представљају словне ознаке, бројеве и друге ознаке којима је додељена одређена функција у програму. Неке од основних адреса су:

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

### 5.4 Преглед основних функција

Главне функције су основне геометријске наредбе којима се неки процес извршава. Могу бити модалне или немодалне. Списак G функција је дат у табели, са описом значења.

**Табела 3. Главне функције – G функције**

| Назив функције | Опис функције                                              |
|----------------|------------------------------------------------------------|
| G0             | Позиционирање брзим ходом                                  |
| G1             | Радни ход – линеарна интерполација                         |
| G2             | Радни ход – кружна интерполација у смеру казаљке           |
| G3             | Радни ход – кружна интерполација супротно од смера казаљке |
| CIP            | Радни ход – кружна интерполација кроз три тачке            |
| G4             | Време застоја                                              |
| G9             | Заустављање вретена – немодално                            |
| G17            | Избор радне равни XY                                       |
| G18            | Избор радне равни XZ                                       |

|           |                                                                |
|-----------|----------------------------------------------------------------|
| G19       | Избор радне равни YZ                                           |
| G25       | Мин. Програмирани радни простор/бр. Обртаја радног вретена     |
| G26       | Мах. Програмирани радни простор/бр. Обртаја радног вретена     |
| G33       | Нарезивање навоја са константним кораком                       |
| G331      | Урезивање навоја                                               |
| G332      | Урезивање навоја – повратно кретање                            |
| G40       | Искључење компензације радијуса алата                          |
| G41       | Лева компензација радијуса алата                               |
| G42       | Десна компензација радијуса алата                              |
| G53       | Искључење померања нулте тачке                                 |
| G54 – G57 | Постављање – померање нулте тачке                              |
| G60       | Заустављање вретена – модално                                  |
| G63       | Урезивање навоја без синхронизације                            |
| G64       | Мод израде контуре                                             |
| G70       | Мерни систем у инчима                                          |
| G71       | Мерни систем у милиметрима                                     |
| G90       | Апсолутни мерни систем                                         |
| G91       | Инкрементални мерни систем                                     |
| G94       | Посмак у мм/мин                                                |
| G95       | Посмак у мм/о                                                  |
| G96       | Константна брзина резања укључена                              |
| G97       | Константна брзина резања искључена                             |
| G110      | Положај пола у односу на последње програмиран положај алата    |
| G111      | Положај пола у односу на нулу радног предмета                  |
| G112      | Положај пола у односу на последње важећи пол                   |
| G147      | Прилаз алата према предмету – праволинијски                    |
| G148      | Одмицање алата од предмета – праволинијски                     |
| G247      | Прилаз алата према предмету са радијусом од четвртине кружнице |
| G248      | Одмицање алата од предмета са радијусом од четвртине кружнице  |
| G347      | Прилаз алата према предмету са радијусом од пола кружнице      |
| G348      | Одмицање алата од предмета са радијусом од пола кружнице       |
| G450      | Прилажење алата око контурне тачке                             |
| G451      | Одмицање алата око контурне тачке                              |

## 5.5 Преглед основних М функција

**Табела 4.** Помоћне функције – М функције

| Назив функције | Опис функције                                        |
|----------------|------------------------------------------------------|
| M0             | Програмско стоп                                      |
| M1             | Опционално стоп                                      |
| M2             | Крај главног програма                                |
| M3             | Укључивање главног вретена у смеру казаљке           |
| M4             | Укључивање главног вретена супротно од смера казаљке |
| M5             | Заустављање вретена                                  |
| M6             | Измена алата                                         |
| M8             | Укључење расхладног средства                         |
| M9             | Искључење расхладног средства                        |
| M10            | Укључење подеоне главе                               |
| M11            | Искључење подеоне главе                              |
| M17            | Крај потпрограма                                     |
| M25            | Отварање чељусту стеге                               |
| M26            | Затварање чељусту стеге                              |
| M27            | Закретање подеоне главе                              |
| M30            | Крај програма                                        |
| M70            | Позиционирање главног вретена                        |
| M71            | Аутоматско затварање врата                           |
| M72            | Аутоматско отварање врата                            |

## 5.6 Програмирање употребом циклуса при стругању

Циклуси су углавном применљиви технолошки потпрограми који се могу користити да се изврши специфични обрадни процес. Ови циклуси су прилагођени индивидуалним задацима подешавањем параметра. Стандардни циклус је дефинисан као потпрограма са именом и листом параметара. Циклус је низ унапред одређених радњи које ће машина обавити аутоматски. Након задавања потребних параметара, рачунар сам одређује путању алата. Тако одређени и прорачунати циклус је у меморији рачунара и постепено се извршава.

Фиксни циклуси представљају подпрограме (рутине), које омогућавају поједностављено програмирање кретања алата. Њима се остварују врло сложена кретања, за шта би иначе био потребан велики број блокова. Структура фиксног циклуса је непроменљива, а његов позив се врши уз претходно дефинисање параметара (R\_\_), које он користи у раду.

Format:

N... CYCLE... (параметар1, параметар2,...)

CYCLE – позив одговарајућег циклуса.

(параметар1, параметар2,...) параметри циклуса.

Стандардни циклуси за обраду на стругу су:

- циклуси за обраду стругањем
- циклуси за обраду бушењем
- циклуси за резање навоја

Turning (циклуси за обраду стругањем):

Ова четири циклуса за обраду стругањем, знатно поједностављују и скраћују програмирање уобичајених захвата обраде стругањем (уздужна обрада, чеона обрада и израда жлебова и удубљења).

**Табела 5. Циклуси за обраду стругањем**

| Команда      |         | Значење                                                                                              |
|--------------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Groove       | CYCLE93 | Циклус за израду жлебова                                                                             |
| Undercut     | CYCLE94 | Циклус за израду удубљења у складу са DIN 509 облика Е и F пречника већег од 3мм                     |
|              | CYCLE96 | Циклус за израду удубљења у складу са DIN 76 облика А, В, С и D за израду метричког навоја М3 до М68 |
| Stockremoval | CYCLE95 | Циклус за скидање материјала у више пролаза                                                          |

Deep hole drilling (циклуси за обраду бушењем):

Како се на стругу може вршити обрада бушењем, да би се скратио и поједноставио програм, предвиђена је могућност коришћења више циклуса.

**Табела 6. Циклуси за обраду бушењем**

| Komanda            |          | Значење                                                  |
|--------------------|----------|----------------------------------------------------------|
| Drilling centering | CYCLE81  | Циклус за бушење рупа                                    |
| Center drilling    | CYCLE82  | Циклус за бушење рупа са временом задржавања на дну рупе |
| Deep hole drilling | CYCLE83  | Циклус за дубоко бушење                                  |
| CYCLE 83E          | CYCLE83E | Циклус EMCO за дубоко бушење                             |

Thread (циклуси за резање навоја):

Овим циклусима могу се нарезивати спољашњи и унутрашњи навоји константних а и различитих корака, могу се нарезивати једноструки или вишеструки а да ли ће бити леви или десни навој одређује се смером окретања вретена пре активирања циклуса.

**Табела 7. Циклуси за резање навоја**

| Komanda         |          | Značenje                       |
|-----------------|----------|--------------------------------|
| With comp chuck | CYCLE840 | Urezivanje navoja              |
| Rigid tapping   | CYCLE84  | Urezivanje navoja              |
| Thread cutting  | CYCLE97  | Ciklus narezivanja navoja      |
| Thread chancing | CYCLE98  | Ciklus narezivanja niza navoja |

## 5.6 NC оквирни системи (Frames)

NC Фрамес је група наредби која мења актуелни координатни систем. Оквир представља аритметичко правило за трансформацију једног координатног система у други. У оквирном систему могуће је изводити следеће трансформације појединачно или у комбинацији.

- Транслирање
- Ротирање
- Пресликавање
- Промена размере (скалирање)

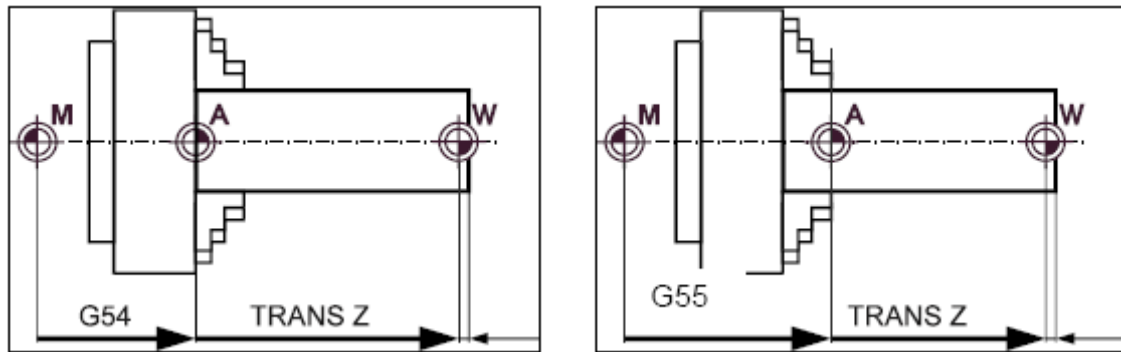
TRANS – представља наредбу за транслаторно померање координатног система. Овом наредбом омогућено је програмско премештање координатног система радног предмета на жељено место.

Формат:

N... G54

N... TRANS Z...

G54 - дефинисано у параметрима машине, се не мења све док се не промени стезни прибор. Величина померања од тачке А до W зависи од дужине припремке. Затим у зависности од дужине припремке, наредбом TRANS транслаторно премештамо координатни систем у нулту тачку обрадкa W. Површина чела стезне главе или чељусти су добро одабране привремена нулте тачке А. У параметрима машине може истовремено бити постављено више (G 54 - G 57) привремених нултих тачака А, актуелна ће бити она која се позове у програму.



**Слика 14.** Коришћење наредбе TRANS

ATRANS – накнадно (додатно) помера координатни систем релативно у односу на G54, G55, TRANS/ATRANS

ROT/AROT – Ротациона промена координатног система

Формат

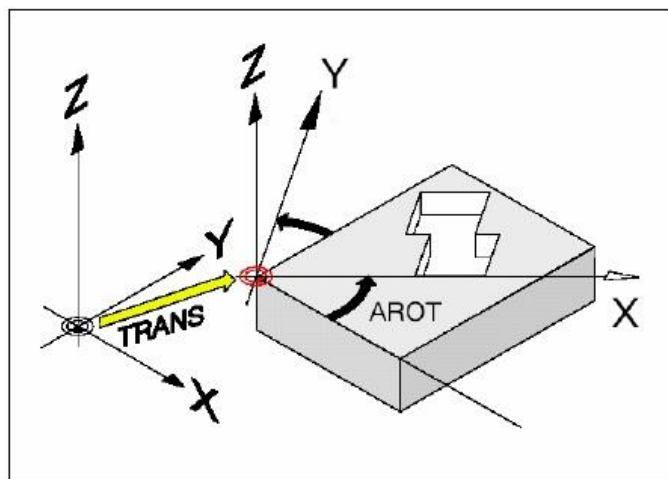
N... ROT/AROT Z/X...

N... ROT/AROT RPL...

ROT/AROT – ротира ротира координате обратка око сваке осе система X и Z или RPL у одабраној радној равни. На овај начин је омогућено програмирање по контурама у координатном систему радног предмета а затим накнадно закретање.

X,Z – ротација (у степенима) око изабране осе

RPL – Rotation in the plane – ротација у равни, задаје се угао ротације координатног система

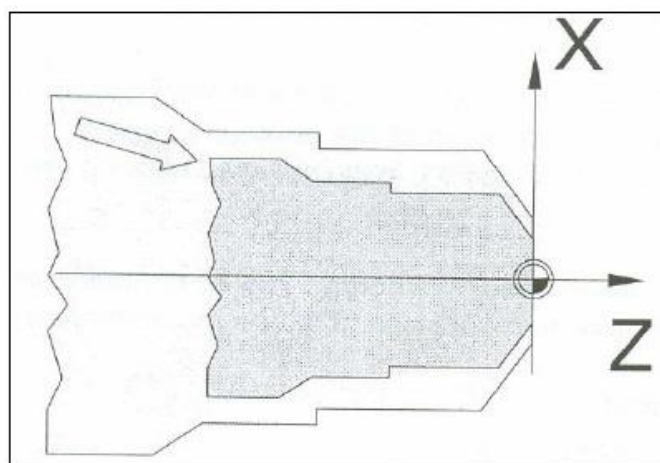


**Слика 15.** Ротациона промена координатног система

SCALE/ASCALE – Програмирана размера, омогућава постављање размере за сваку осу. Овим се повећавају или смањују димензије обратка, односно продужава или скраћује путања алата.

Формат:

N... SCALE/ASCALE X... Z...



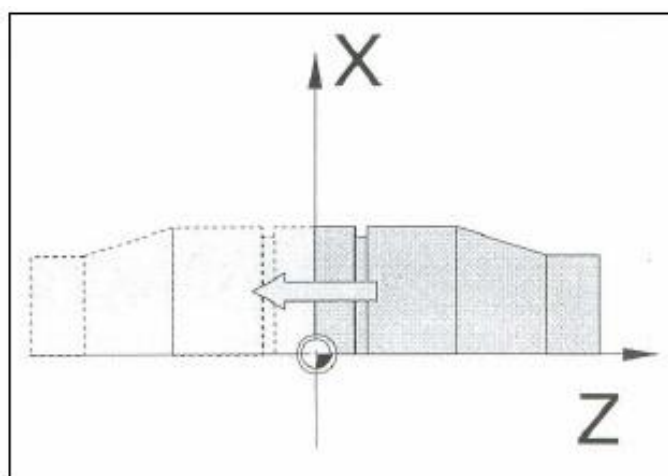
**Слика 16.** Програмабилна размера

MIRROR/AMIRROR – програмирано огледало, омогућује израду радног предмета у огледалу око координатних оси X и Z.

Формат:

N... MIRROR/AMIRROR X... Z...

X и Z су осе у односу на које се поставља огледало а ознака уз осу, представља растојање од одговарајуће осе. Наредбе G2 и G3 се аутоматски мењају, а исто важи и за G41 и G42. MIRROR без адресе брише све претходно програмиране оквири (ATRANS, ROT/AROT) а наредба AMIRROR се надограђује на претходно постављене оквири.



**Слика 17.** Програмабилно огледало MIRROR/AMIRROR

## 5.7 Линеарна интерполација

Команда G0 помера алат на позицију у радном систему назначено апсолутним или инкременталним командама, у брзом ходу. У апсолутним командама, програмирана је крајња тачка, а у инкременталним програмирано је растојање које пређе алат. У G0 моду позиционирање је у брзом ходу у двоосном (раванском) систему. Приликом позиционирања, кретање по осама је независно једно од другог, брзином наведеном за сваку осу посебно.

### Кретање брзим ходом (правоугли координатни систем)

Формат:

N... G0 X... Z...

Пример:

S800 F0.05 M3

G0 X34 Z0

G1 X-1

X и Z представљају координате циљне тачке, у апсолутном систему, или растојања од претходне тачке у инкременталном систему.

### Кретање брзим ходом (поларни координатни систем)

Формат:

N... G0 AP... RP...

Пример:

G0 X18 Z5

G0 AP30 RP20

G1 Z-20

AP – дефинисање крајње тачке (E) - polarni ugao

RP - polarni radijus dok је aktuelna funkcija

G0 – брзина помоћног кретања, одговара задатој брзини помоћног кретања за одговарајућу осу (parametar mašine).

Алат се помера од стартне тачке до крајње тачке правом линијом. Брзина којом алат пређе програмирану путању, одређена је у програму адресом F. Команда G01 остаје активна све док се не поништи неком другом инструкцијом из групе команди G. Линеарна интерполација се одвија у двоосном (раванском) систему. По оси која није одређена командом G01 нема кретања.

### Линеарно кретање у радном ходу (правоугли координатни систем)

Формат:

N... G1 X... Z... F..

Пример:

G0 X20

G1 Z-50  
G1 X22

X и Z представљају координате циљне тачке, у апсолутном систему, или растојања од претходне тачке у инкременталном систему. F брзина радног хода у mm/o.

**Линеарно кретање у радном ходу (поларни координатни систем)**

Формат:

N... G1 AP... ..RP... F...

Пример:

G0 X16 Z0

G1 AP15 R10

AP – дефинисање крајње тачке (E) - polarni ugao

RP - polarni radijus dok je aktuelna funkcija

G0 – брзина помоћног кретања, одговара задатој брзини помоћног кретања за одговарајућу осу (parametar mašine).

## 5.8 Уметање закошења (chamfer) и заобљења (filet)

Закошење или заобљење биће уметнуто на контури између две линије, линије и круга (у било којој комбинацији). Закошење ће бити уметнуто после блока у ком је програмирано, увек је у равни G18 и симетрично у односу на угао. Заобљење ће бити уметнуто после блока у ком је програмирано, и увек је у равни G18. Уметнути радијус ће бити тангентан на контуру.

Формат:

N... G... X... Z... CHF=..

X и Z представљају координате циљне тачке, у апсолутном систему, или растојања од претходне тачке у инкременталном систему. CHF представља дужину закошења мерену по контури.

N... G... X... Z..... CHR=...

CHR - дужина закошења мерена у правцу осе.

N... G... X... Z..... RND=..

RND - радијус заобљења.



Слика 18. Скице закошења и заобљења

Пример закошења:

N30 G1 X... Z... CHR=5

N40 G1 X.. Z..

Пример заобљења:

N30 G1 X... Z... RND=5

N40 G1 X.. Z..

Модални радијус RNDM

Постоји могућност задавања модалног заобљења, тј. постављање заобљења на сваком углу, све док се заобљење не укине задавањем RNDM=0.

## 5.9 Кружна интерполација

Алат се помера од почетне тачке до крајње тачке кружном путањом. Команде G02 и G03 остају активне све док се не пониште другом инструкцијом из групе команди (G00, G01...). Одређујући следеће команде у програму, резни алат се помера дуж одређеног лука у равни ZX, тако да је тангенцијална брзина једнака брзини задатој командом F.

Смер ротације одређен је наредбама G2 се иницира кретање по кругу у смеру кретања казаљке на сату, наредбом G3 кретање по кругу у смеру супротном казаљке на сату а CIP наредбом се дефинише кретање по кругу кроз три тачке.

Синумерик управљачка јединица омогућава неколико начина програмирања жељеног круга:

### 1) Програмирање кружног лука ако је позната почетна тачка, крајња тачка и центар круга

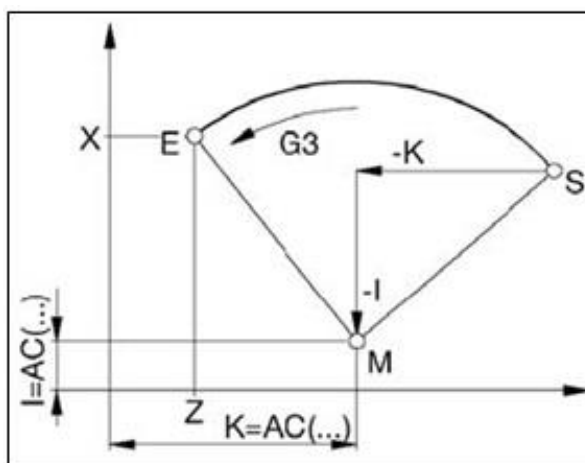
Формат:

N... G2/3 X... Z... I... K..

N... G2/3 X... Z.. I=AC(..) K=AC(..)

X,Z Координате крајње тачке (E), у апсолутном мерном систему или растојање од почетне тачке (S) до крајње тачке (E) у инкременталном мерном систему.

Центар круга, тачка М, програмира се инкрементално као растојање од почетне тачке С до центра круга (тачка М) у правцу оса X,Z (I,K), водећи рачуна о предзнаку. Центар круга је могуће дефинисати и у односу на нулту тачку радног предмета, тада је I=AC(...) пречник који описује центар круга, K=AC(...) растојање центра круга до нулте тачке радног предмета, водећи рачуна о предзнаку. Овом наредбом се може програмирати пун круг.



Слика 19. Програмирање кружног лука

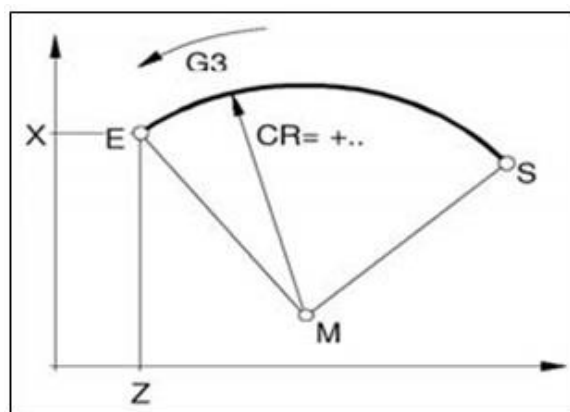
## 2) Програмирање кружног лука ако је позната почетна тачка, крајња тачка и радијус круга

Формат:

N... G2/3 X... Z... CR=±...

X, Z Координате крајње тачке (E) у апсолутном мерном систему или растојање од почетне тачке (S) до крајње тачке (E) у инкременталном мерном систему.

CR=± Радијус круга. Знак + дефинише кружни лук мањи или једнак  $180^\circ$ , док знак – дефинише кружни лук већи од  $180^\circ$ . Овом наредбом се не може програмирати пун круг.



Слика 20. Програмирање кружног лука

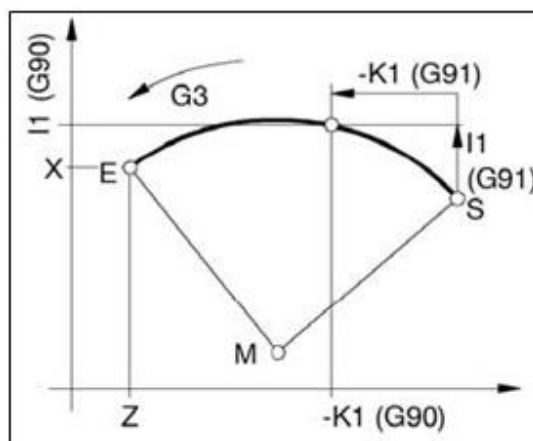
## 3) Програмирање кружног лука ако је позната почетна тачка, крајња тачка и угао кружног лука

Кретања помоћу ове наредбе је могуће само у смеру казаљке на сату.

Формат:

N... CIP X... Z... I1=... K1=...

X, Z су координате крајње тачке (E), I1, K1 - дефинисање положаја међутачке.

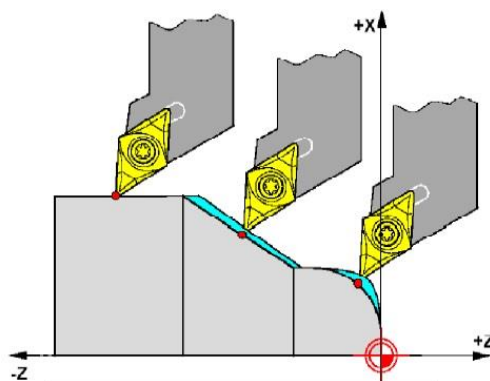


Слика 21. Програмирање кружног лука

## 5.10 Компензација алата

При програмирању претпоставља се да је врх оштрице резног алата једна тачка, што то уствари није. Врх резне плочице израђује се с радијусима заобљења који су стандардизовани, нпр. R 0,2 или R 0,4. Плочице се праве са заобљеним врхом оштрице а не са теоретским врхом оштрице алата., односно само програмирање своди се на дефинисање координата пута имагинарног врха оштрице алата. У процесу стругања површина паралелних и управних на осу ротације, вођење имагинарног врха алата (K) доводи до обраде тачно задате контуре без обзира на постојање стварног заобљења врха оштрице алата.

При обради конусних површина појављује се одступање стварне од жељене контуре обратка. При кружном кретању такође је потребно компензовати радијус врха оштрице алата јер стварни врх на заобљењима оставља вишак материјала. Зато је ради коректне обраде ових површина потребно компензовати полупречник врха оштрице алата и изменити координате почетних и коначних тачака кретања алата.



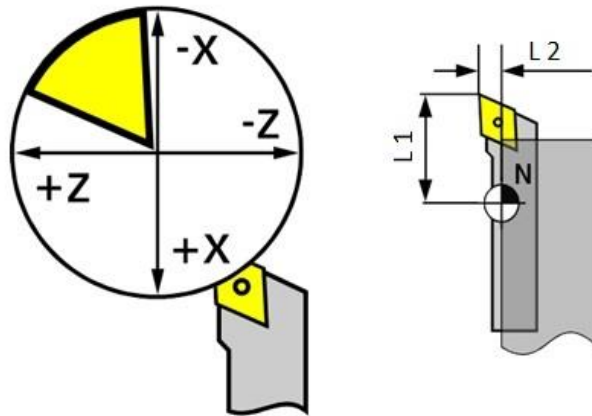
Слика 22. Вишак материјала

Да би корекција радијуса алата била успешна потребно је унети податке у датотеку алата (Tooloffset) о величини полупречника R и положају оштрице ножа у односу на координатни систем (Cutter edge position).

Корекције алата / Мерење алата:

Корекције алата и уношење мера алата у меморијско место рачунара је врло битно за правилно извршење обраде на самој машини. Да нема ових података о алатима дошло би до судара алата са обратком јер су алати различите дужине и облика, а у програму се прати само врх оштрице алата.

D1...9 – број корекције алата – место у меморији где се налазе подаци о корекцији алата (корекције дужине алата L1, L2, L3 – радијус алата...), а мерење корекције алата меродавна је референтна нулта тачка N која се код већине CNC стругова налази на челу револверске главе. Мери се врх оштрице алата по оси X (L1) до тачке N, удаљеност врха алата по оси Z до тачке N (L2) и код бушачких алата (нпр. завојна бургија ) дужина алата уноси се под L3.



Слика 23. Мерење алата

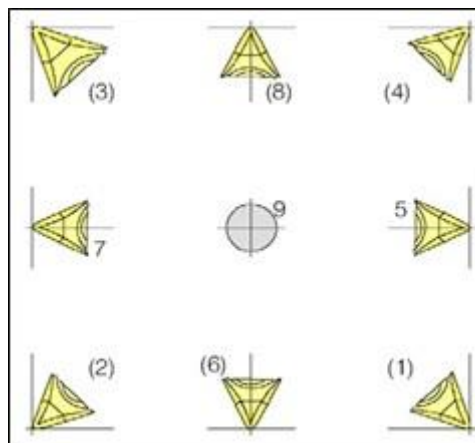
Све вредности о одређеном алату уписују се у базу података за одабрани алат Т под Parameter, Tool offset.

Постоје две основне методе мерења алата:

- Метода додир (Stretch method)
- Метода мерења помоћу оптичког уређаја

Могуће је доделити 1 до 9 поља са подацима о различитим офсетима блокова алата (за више ивица резања) на одређеном алату. Ако D реч није написана, D1 је аутоматски на снази. Ако је програмирана D0, офсет алата је неефикасан.

Подаци о радијусу заобљења врха алата важни су када се користи функција компензације алата G41/G42. Без експлицитног навођења G41, односно G42, алат ће се кретати по описаној путањи не узимајући у обзир корекцију полупречника врха алата.



Слика 24. Позиције резне ивице

Функција G40, која је активна у основном стању, подразумева да управљачка јединица урачунава ове мере као офсете и врши одговарајуће одмицање, тако да се по програмираној путањи води замишљени врх алата. Реалне вредности полупречника заобљења врха алата, могу бити узрок нетачно обрађене контуре.

## 6. CAD/CAM програмирање

Тежња да се процес пројектовања делова CAD интегрише са програмирањем обрадних процеса као субјекта CAM, довела је до развоја система чији програмски пакети омогућавају интеграцију процеса пројектовања CAD и програмирања обрадних процеса CAM, до CAD/CAM програмирања. Суштина CAD/CAM програмирања се састоји у томе да се при процесу програмирања интерактивно користе подаци развијени у CAD систему.

Да би то било остварено потребно је извршити повезивање CAD система са неким од система за програмирање обрадних процеса који садржи унутрашњу рачунарску употребу података о радном предмету као подлогу програмирања. У том случају, геометријски и технолошки подаци потребни за програмирање не креирају се у оквиру програмског система (језика) већ се преузимају из CAD система и програмског система.

За програмирање обрадног процеса и израду оперативног програма за обраду неког дела на CNC машини, уз коришћење интерне базе CAD података о геометрији обратка, потребно је:

- Преузимање CAD података о радном предмету
- Планирање обрадног процеса
- Програмирање обраде (испис програма)
- Симулација обрадног процеса

То представљају стандардне процедуре програмирања обрадних процеса уз преузимање података из CAD система. Потребно је повезивањем CAD и програмских система обезбедити следеће функције:

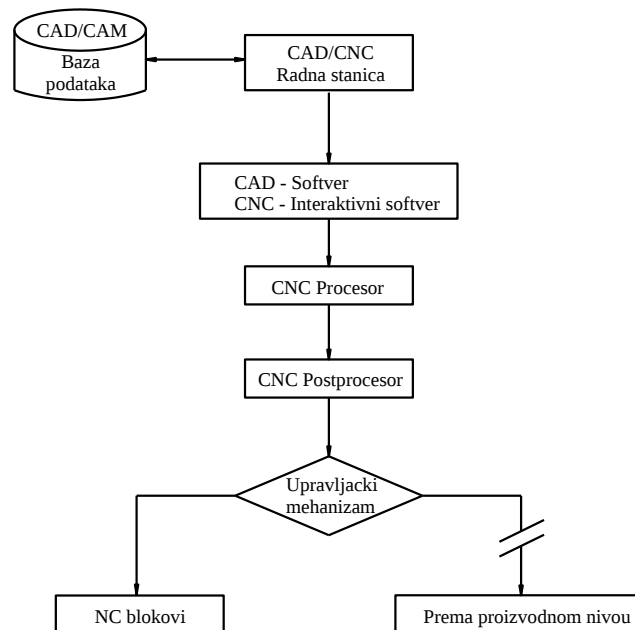
- Прихватање и употреба CAD података о радном предмету који садрже:
  - Основне податке
  - Геометријске информације
  - Технолошке елементе
- Интерактивну припрему геометријских и технолошких информација за процес програмирања кроз:
  - Геометријску презентацију контуре обратка
  - Модификацију геометријских елемената контуре
  - Дефинисање упоришних тачака контуре
  - Редослед интервенисања алата при обради и слично

- Интерактивно програмирање обрадног процеса, обухватајући:
  - Одређени поступак обраде
  - Генерисање путање алата
  - Дефинисање алата
  - Дефинисање параметара обраде
  - Дефинисање начина и броја стезања
  - Симулацију обрадног процеса

## 7.2 Генерисање инструкција интерактивним CAD/CAM програмирањем

У CAD делу оперативног система, креирани су и меморисани сви подаци и информације о конструисању обратка. Тако креирани и похрањени подаци у бази података могу се позвати и користити при програмирању уз употребу додатног софтвера за програмирање.

При томе, могућа су два приступа интерактивном програмирању обрадних процеса. У првом приступу, програмирање се одвија у CAD графичкој радној станици при чему је CAD систем проширен додатним програмским софтвером. У другом приступу специјализоване CNC програмске радне станице користе конструктивне податке CAD/CAM базе података при програмирању.



**Слика 25.** Ток информација при интерактивном програмирању обрадних процеса

Према току информација, све програмске активности одвијају се на CAD/CNC радним станицама. Са радних станица програмер добија потребну информацију из CAD/CAM базе података која се приказује на екрану. Поноћу уређаја за комуницирање (оловка, миш и слично), програмер описује елементе геометрије контуре и путање алата. CNC софтвер врши све потребне прорачуне за дефинисање путање алата која се приказује на графичком екрану.

При програмирању обрада информација врши се у NC процесору, а постпроцесор врши прилагођавање тако обрађених информација одређеном типу управљачког система CNC машине. Све информације се похрањују у базу података CAD/CAM система и могу се по потреби користити.

Резултат интеграције CAD и система за програмирање обрадних процеса, обезбеђена је економичнија производња делова на компјутерски управљаним машинама јер је обједињен процес пројектовања производа и програмирање обраде.

До сада је развијено више система за интегрално пројектовање производа помоћу рачунара и програмирање обрадних процеса. То су системи фирми које раувијају информационе технологије и њихову примену у индустрији. Познати произвођачи CAD/CAM система приказани су у табели.

**Табела 8.** Познатији произвођачи и системи за CAD/CAM програмирање

| Назив система (пакета) | Произвођач                               |
|------------------------|------------------------------------------|
| SolidCAM               | Dassault Systemes SolidWorks Corporation |
| Mastercam              | CNC Software Incorporated                |
| Catia                  | IBM                                      |
| Ideas                  | Structural Deign Research Corporation    |
| Pro/ENGINEER           | Parametric Technology Corporation        |
| Versa CAD, PD, CADD55  | Computervision                           |
| Compac                 | Compac                                   |
| Unigraphics            | Univac                                   |

Продор поменутих компанија на тржишту CAD/CAM система, омогућен је напуштање м секвенцијалног приступа дизајна заснован на другој генерацији CAD/CAM система и преласку на нове алате који омогућавају промену дизајна у било којој фази развојног процеса. Они представљају системе треће генерације који омогућавају преклапање и паралелност тимског рада у процесу дизајна производа и технологија као редизајна. CAD/CAM системи треће генерације поседују уграђене интелигентне елементе за аутоматско моделирање и дизајнирање са минималним интервенцијама корисника.

## 7. ИЗРАДА ОСОВИНЕ

### 7.1. План алата за радни предмет

#### Попис алата

- Десни стругарски нож – попречна и уздужна обрада, израда ДИН 509Е
- Нож за усецање – израда жљеба, одсецање
- Нож за резање спољашњег навоја

### 7.2. Режији обраде

#### Обрада поравнања чела

- Десни стругарски нож
- Број обртаја главног вретена  
 $S=1000$  о/мин
- Дубина резања  
 $t=1$  мм
- Посмак  
 $F=0,1$  мм

#### Израда контуре

- Десни стругарски нож
- Број обртаја главног вретена  
 $S=1000$  о/мин
- Дубина резања  
 $t=0.5$  мм
- Посмак  
 $F=0,1$  мм

#### Израда жлеба ДИН 509Е

- Десни стругарски нож
- Број обртаја главног вретена  
 $S=1000$  о/мин
- Дубина резања  
 $t=0.5$  мм
- Посмак  
 $F=0,1$  мм

#### **Израда жлеба Ø16x3мм**

- Нож за усецање
- Број обртаја главног вретена  
S=800 о/мин
- Посмак  
F=0.01 мм/о

#### **Израда жлеба Ø 14x3мм**

- Нож за усецање
- Број обртаја главног вретена  
S=800 о/мин
- Посмак  
F=0.01 мм/о

#### **Резање спољашњег навоја**

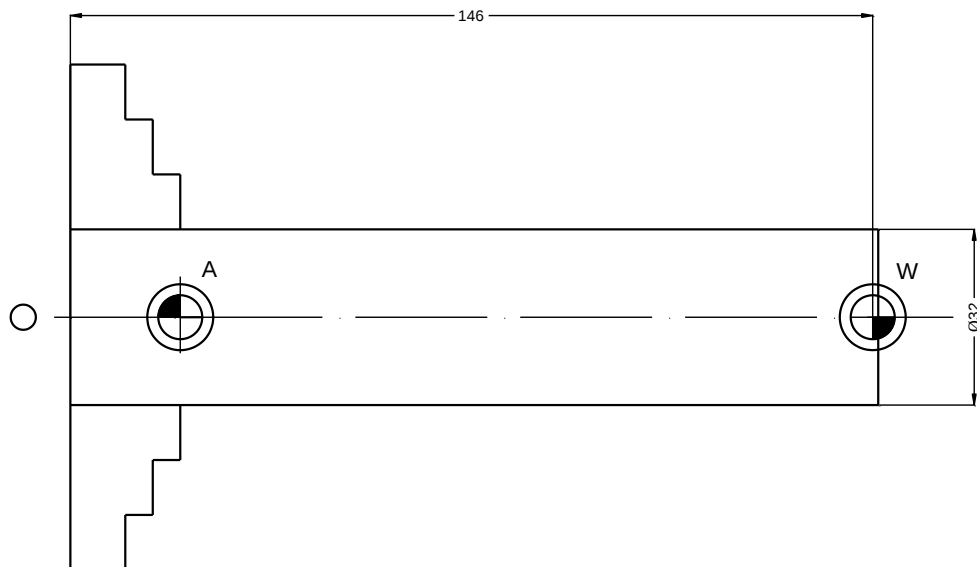
- Нож за резање спољашњег навоја
- Број обртаја главног вретена  
S=350 о/мин
- Посмак  
F=0.1 мм/о

#### **Одсецање**

- Нож за усецање
- Број обртаја главног вретена  
S=800 о/мин
- Посмак  
F=0.01 мм/о

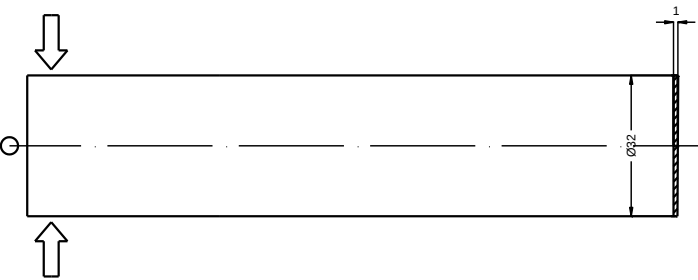
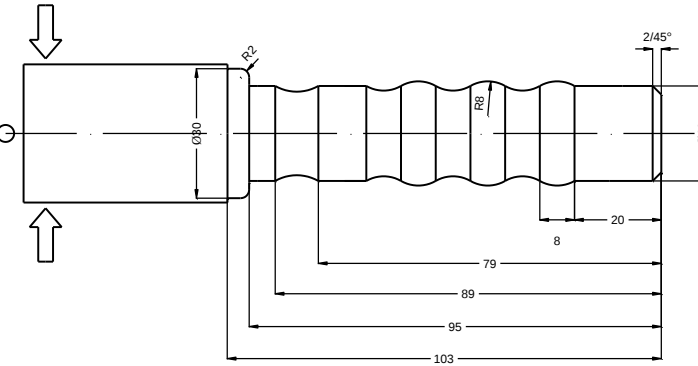
### 7.3. План Стезања

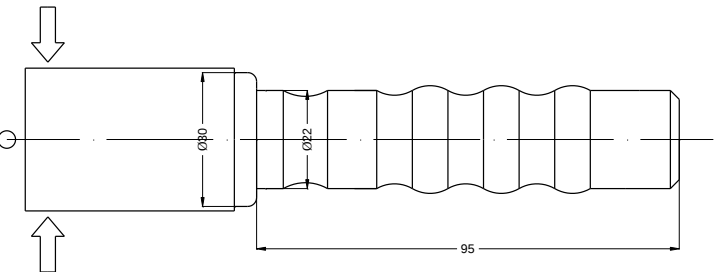
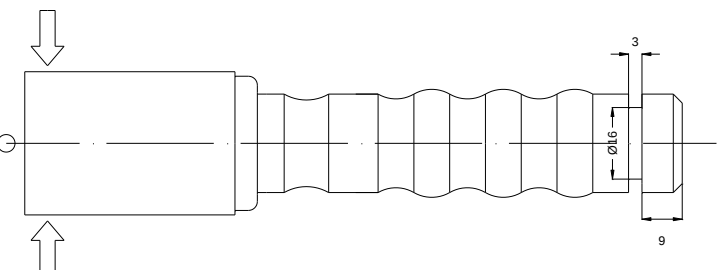
На слици приказан је план стезања радног комада са положајем тачке А на стезној глави радног предмета и са положајем тачке W.



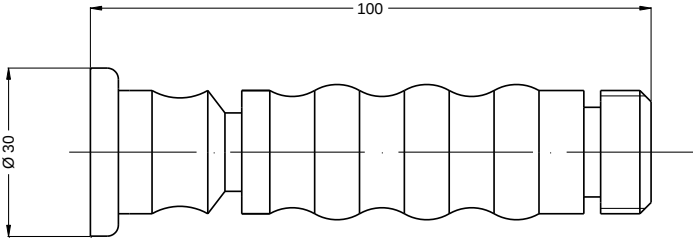
Слика 26. План стезања

### 8.4. Листа операција

| Р.б.  | Скица                                                                               | Машина<br>или радно<br>место | Захвати               | Алати и прибори |                            |                |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------|----------------------------|----------------|
|       |                                                                                     |                              |                       | Стезни          | Резни                      | Мерни          |
| 10.1. |   | TCN<br>410-1250              | Обрада поравнања чела | СЦСГ            | Десни<br>стругарски<br>нож | Дубино-<br>мер |
| 10.2. |  | TCN<br>410-1250              | Израда контуре        | СЦСГ            | Десни<br>стругарски<br>нож | Дубино-<br>мер |

| Р.б.  | Скица                                                                               | Машина<br>или радно<br>место | Захвати               | Алати и прибори |                            |                |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------|----------------------------|----------------|
|       |                                                                                     |                              |                       | Стезни          | Резни                      | Мерни          |
| 10.3. |   | ТСН<br>410-1250              | Израда жлеба ДИН 509Е | СЦСГ            | Десни<br>стругарски<br>нож | Дубино-<br>мер |
| 10.4. |  | ТСН<br>410-1250              | Израда жлеба          | СЦСГ            | Нож за<br>усецање          | Дубино-<br>мер |

| Р.б.  | Скица | Машина<br>или радно<br>место | Захвати                    | Алати и прибори |                                         |                   |
|-------|-------|------------------------------|----------------------------|-----------------|-----------------------------------------|-------------------|
|       |       |                              |                            | Стезни          | Резни                                   | Мерни             |
| 10.5. |       | ТСН<br>410-1250              | Израда жлеба               | СЦСГ            | Desni<br>strugarski<br>nož              | Дубино-<br>мер    |
| 10.6. |       | ТСН<br>410-1250              | Резање спољашњег<br>навоја | СЦСГ            | Нож за<br>израду<br>спољашњег<br>навоја | Чешаљ<br>за навој |

| Р.б.  | Скица                                                                              | Машина<br>или радно<br>место | Захвати  | Алати и прибори |                   |                               |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------|-----------------|-------------------|-------------------------------|
|       |                                                                                    |                              |          | Стезни          | Резни             | Мерни                         |
| 10.7. |  | ТСН<br>410-1250              | Одсецање | СЦСГ            | Нож за<br>усецање | Кљунасто<br>помично<br>мерило |
| 10.8. |                                                                                    |                              |          |                 |                   |                               |

## 8.5. Испис програма

|                                                                                   |                                              |                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------|
|  | <b>Факултет инжењерских наука Крагујевац</b> | <b>Машине алатке</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------|

### ПРОГРАМСКИ ЛИСТ

|                                            |                               |
|--------------------------------------------|-------------------------------|
| Назив машине: <b>TCN 410-1250</b>          |                               |
| Управљачка јединица: <b>Синумерик 808D</b> |                               |
| Назив дела: <b>Osovina 100</b>             | Број дела: <b>RN.10.023.0</b> |

| N    | Функције програма                                             | Напомена                                                      |
|------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| N10  | G54                                                           | Пребацивање у тачку А                                         |
| N20  | TRANS Z107                                                    | Пребацивање у тачку W                                         |
| N30  | T2 D1                                                         | Десни стругарски нож са места 2, позив корекције D1           |
| N40  | G96 S120 F0.1 M3                                              | Режими обраде, укључење вретена                               |
| N50  | G0 X34 Z50                                                    | Брзи ход до почетне тачке                                     |
| N60  | G0 Z0                                                         | Брзи ход у раван поравнања                                    |
| N70  | G1 X-1                                                        | Поравнање                                                     |
| N80  | CYCLE95("kontosovina100",3,0.15,0.15,0,0.1,0.1,0.001,9,0,0,0) | Циклус за скидање материјала у више пролаза                   |
| N90  | CYCLE94(22,-95,"E")                                           | Циклус за израду жлеба ДИН 509Е                               |
| N100 | G0 X30 Z100                                                   | Брзи ход, позиционирање                                       |
| N110 | T3 D1                                                         | Нож за усецање са места 3, корекција алата D1                 |
| N120 | G97 S800 F0.01                                                | Измена режима обраде                                          |
| N130 | G0 Z5                                                         | Брзи ход, позиционирање                                       |
| N140 | CYCLE93(22,-9,3,3,0,0,0,1,,,0,0,1,0,5)                        | Циклус за израду жлеба                                        |
| N150 | G0 X30                                                        | Брзи ход, позиционирање                                       |
| N160 | CYCLE93(22,-73,3,4,0,0,37,,,1,,0,0,0,0,5)                     | Циклус за израду жлеба                                        |
| N170 | G0 X30 Z100                                                   | Брзи ход, позиционирање                                       |
| N180 | T4 D1                                                         | Нож за резање спољашњег навоја са места 4, корекција алата D1 |
| N190 | S350                                                          | Измена броја обртаја                                          |
| N200 | G0 Z50                                                        | Брзи ход, позиционирање                                       |
| N210 | CYCLE97(1.5,,,9,22,22,2,2,1,1.1,0,0,1,11,1,1)                 | Циклус за резање спољашњег навоја                             |
| N220 | G0 Z50                                                        | Брзи ход, позиционирање                                       |
| N230 | T3 D1                                                         | Нож за усецање са места 3, корекција алата D1                 |
| N240 | S800 F0.01                                                    | Измена режима обраде                                          |
| N250 | G0 X34                                                        | Брзи ход, позиционирање                                       |
| N260 | G0 Z-100                                                      | Брзи ход, позиционирање                                       |
| N270 | G1 X-1                                                        | Одсецање                                                      |

|      |         |                            |
|------|---------|----------------------------|
| N280 | G1 X34  | Позиционирање радним ходом |
| N290 | G0 Z100 | Брзи ход, позиционирање    |
| N290 | M30     | Крај програма              |

|                                                                                   |                                              |                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------|
|  | <b>Факултет инжењерских наука Крагујевац</b> | <b>Машине алатке</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------|

**ПРОГРАМСКИ ЛИСТ**

|                                            |                               |
|--------------------------------------------|-------------------------------|
| Назив машине: <b>TCN 410-1250</b>          |                               |
| Управљачка јединица: <b>Синумерик 808D</b> |                               |
| Назив дела: <b>Osovina 100</b>             | Број дела: <b>RN.10.023.0</b> |

| N    | Функције програма | Напомена                                          |
|------|-------------------|---------------------------------------------------|
|      | ;KONTOSOVINA100   | Име потпрограма                                   |
| N10  | G0 X18 Z2         | Брзи ход, позиционирање                           |
| N20  | G1 Z0             | Заузимање дубине резања                           |
| N30  | G1 X22 Z-2        | Резање радним ходом                               |
| N40  | G1 Z-20           | Резање радним ходом                               |
| N50  | G91               | Пребацивање у инкрементални мерни систем          |
| N60  | G2 Z-8 CR=8       | Израда радијуса у смеру казаљке на сату           |
| N70  | G3 Z-8 CR=8       | Израда радијуса у супротном смеру казаљке на сату |
| N80  | G2 Z-8 CR=8       | Израда радијуса у смеру казаљке на сату           |
| N90  | G3 Z-8 CR=8       | Израда радијуса у супротном смеру казаљке на сату |
| N100 | G2 Z-8 CR=8       | Израда радијуса у смеру казаљке на сату           |
| N110 | G3 Z-8 CR=8       | Израда радијуса у супротном смеру казаљке на сату |
| N120 | G90               | Пребацивање у апсолутни мерни систем              |
| N130 | G1 Z-79           | Резање радним ходом                               |
| N140 | G2 Z-89 CR=10     | Израда радијуса у смеру казаљке на сату           |
| N150 | G1 Z-95           | Резање радним ходом                               |
| N160 | G1 X30 RND=1      | Израда заобљења                                   |
| N170 | G1 Z-103          | Резање радним ходом                               |
| N180 | M17               | Крај потпрограма                                  |

|                                                                                   |                                              |                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------|
|  | <b>Факултет инжењерских наука Крагујевац</b> | <b>Машине алатке</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------|

**ПРОГРАМСКИ ЛИСТ**

|                                            |                               |
|--------------------------------------------|-------------------------------|
| Назив машине: <b>TCN 410-1250</b>          |                               |
| Управљачка јединица: <b>Синумерик 808D</b> |                               |
| Назив дела: <b>Osovina 100</b>             | Број дела: <b>RN.10.023.0</b> |

| N    | Функције програма                               | N    | Функције програма             |
|------|-------------------------------------------------|------|-------------------------------|
| N10  | G54                                             | N320 | G02 X19.856 Z-48.396 CR=7.604 |
| N20  | TRANS Z107                                      | N330 | X21.894 Z-68.198 CR=7.604     |
| N30  | T02                                             | N340 | G01 X22. Z-68.29              |
| N40  | G00 G95 S2000 M03;                              | N350 | Z-79.517                      |
| N50  | G00 Z2. M08;                                    | N360 | X21.894 Z-79.609              |
| N60  | X36.                                            | N370 | G02 X19.321 Z-84.41 CR=9.604  |
| N70  | X32. Z0                                         | N380 | X21.894 Z-89.212 CR=9.604     |
| N80  | G01 X-0.792 F0.15                               | N390 | G01 X22. Z-89.304             |
| N90  | G00 Z3.406                                      | N400 | Z-93.436                      |
| N100 | X300.                                           | N410 | X21.6 Z-94.412                |
| N110 | Z150.                                           | N420 | Z-94.796                      |
| N120 | X18. Z-2.;                                      | N430 | X22.008 Z-95. CR=.204         |
| N130 | S1250                                           | N440 | G01 X25.208                   |
| N140 | Z2.                                             | N450 | G03 X30. Z-97.396 CR=2.396    |
| N150 | X36.                                            | N460 | G01 Z-105.                    |
| N160 | CYCLE95(<br>"12",1.5,.254,.254,,,147,0,0,1,,,0) | N470 | X31.208                       |
| N170 | G00 X300.                                       | N480 | G00 X35.208                   |
| N180 | G00 Z150.                                       | N490 | X300.                         |
| N190 | X299.208 Z1.884;                                | N500 | Z150.                         |
| N200 | S1250                                           | N510 | M09                           |
| N210 | Z1.884                                          | N520 | G00 G95 S900 M03 T03;         |
| N220 | X21.768                                         | N530 | G00 Z-10. M08;                |
| N230 | X17.768 Z-0.116                                 | N540 | X30.                          |
| N240 | G01 X22. Z-2.232 F0.1                           | N550 | X26. Z-12.                    |
| N250 | Z-20.291                                        | N560 | X22.                          |
| N260 | G03 X24.144 Z-24.396 CR=8.396                   | N570 | G01 X16.114 F0.025            |
| N270 | X21.894 Z-28.594 CR=8.396                       | N580 | G00 X26.                      |
| N280 | G02 X19.856 Z-32.396 CR=7.604                   | N590 | Z-11.77                       |
| N290 | X21.894 Z-36.198 CR=7.604                       | N600 | X22.                          |
| N300 | G03 X24.144 Z-40.396 CR=8.396                   | N610 | G01 X16.414                   |
| N310 | X21.894 Z-44.594 CR=8.396                       | N620 | G02 X16.114 Z-12. CR=.746     |

Карактеристике CNC струга TNC 410-1250

|       |                             |       |                       |
|-------|-----------------------------|-------|-----------------------|
| N630  | G00 X26.                    | N1070 | X28.05                |
| N640  | Z-11.54                     | N1080 | X21.42                |
| N650  | X22.                        | N1090 | G33 K1.5 Z-8.185      |
| N660  | G01 X17.492                 | N1100 | X23.05 Z-9.           |
| N670  | G02 X16.414 Z-11.77 CR=.746 | N1110 | N119 G00 X28.05       |
| N680  | G00 X26.                    | N1120 | Z3.                   |
| N690  | X28.                        | N1130 | X21.19                |
| N700  | Z-9.                        | N1140 | G33 Z-8.185           |
| N710  | X32. Z-75.468;              | N1150 | X22.82 Z-9.           |
| N720  | S1000                       | N1160 | G00 X28.05            |
| N730  | X32.                        | N1170 | Z3.                   |
| N740  | Z-75.468                    | N1180 | X20.79                |
| N750  | X28.713                     | N1190 | G33 Z-8.185           |
| N760  | X24.713 Z-77.468            | N1200 | X22.42 Z-9.           |
| N770  | G01 X24.205 F41.2           | N1210 | G00 X28.05            |
| N780  | X23.599 Z-77.24             | N1220 | Z3.                   |
| N790  | G00 Z-76.665                | N1230 | X20.79                |
| N800  | G01 X19.166                 | N1240 | G33 Z-8.185           |
| N810  | G00 X27.66                  | N1250 | X22.42 Z-9.           |
| N820  | Z-78.167                    | N1260 | G00 X28.05            |
| N830  | G01 X23.152                 | N1270 | Z3.                   |
| N840  | X19.166 Z-76.665            | N1280 | X20.79                |
| N850  | G00 X22.607                 | N1290 | G33 Z-8.185           |
| N860  | G01 Z-78.866                | N1300 | X22.42 Z-9.           |
| N870  | X22.099                     | N1310 | G00 X28.05            |
| N880  | X14.5 Z-76.003              | N1320 | Z3.                   |
| N890  | G00 X26.                    | N1330 | X300.                 |
| N900  | Z-75.79                     | N1340 | Z150.                 |
| N910  | G01 X14.5                   | N1350 | M09                   |
| N920  | Z-76.003                    | N1360 | G00 G95 S710 M03 T03; |
| N930  | G00 X22.306                 | N1370 | G00 Z-100.54 M08;     |
| N940  | G01 Z-79.065                | N1380 | X38.508               |
| N950  | X21.798                     | N1390 | Z-102.54              |
| N960  | X14. Z-76.127               | N1400 | G01 X34.508 F0.04     |
| N970  | G00 X26.                    | N1410 | G00 X30.508           |
| N980  | Z-75.54                     | N1420 | G01 X-2.508           |
| N990  | G01 X14.                    | N1430 | G00 X38.              |
| N1000 | Z-76.127                    | N1440 | X300.                 |
| N1010 | G00 X25.798                 | N1450 | Z150.                 |
| N1020 | X300.                       | N1460 | M09                   |
| N1030 | Z150.                       | N1470 | M30                   |
| N1040 | M09                         |       |                       |
| N1050 | G00 G95 S630 M03 T04;       |       |                       |
| N1060 | G00 Z3. M08;                |       |                       |

|                                                                                   |                                              |                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------|
|  | <b>Факултет инжењерских наука Крагујевац</b> | <b>Машине алатке</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------|

**ПРОГРАМСКИ ЛИСТ**

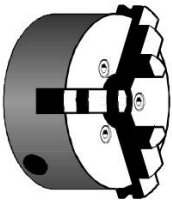
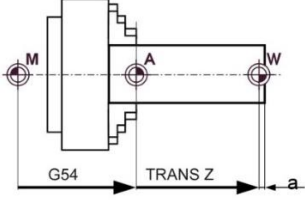
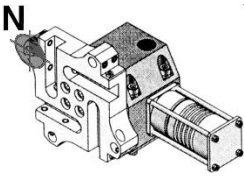
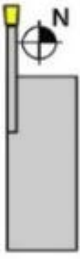
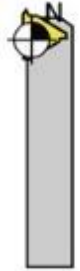
|                                            |                               |
|--------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Назив машине: TCN 410-1250</b>          |                               |
| <b>Управљачка јединица: Синумерик 808D</b> |                               |
| <b>Назив дела: Osovina 100</b>             | <b>Број дела: RN.10.023.0</b> |

| <b>N</b> | <b>Функције програма</b>    | <b>Напомена</b> |
|----------|-----------------------------|-----------------|
|          | ;12                         | Име потпрограма |
| N10      | G01 X22. Z-2. F0.15         |                 |
| N20      | Z-20.                       |                 |
| N30      | G03 X24.144 Z-24. CR=8.     |                 |
| N40      | X22. Z-28. CR=8.            |                 |
| N50      | G02 X19.856 Z-32. CR=8.     |                 |
| N60      | X22. Z-36. CR=8.            |                 |
| N70      | G03 X24.144 Z-40. CR=8.     |                 |
| N80      | X22. Z-44. CR=8.            |                 |
| N90      | G02 X19.856 Z-48. CR=8.     |                 |
| N100     | X22. Z-52. CR=8.            |                 |
| N110     | G03 X24.144 Z-56. CR=8.     |                 |
| N120     | X22. Z-60. CR=8.            |                 |
| N130     | G02 X19.856 Z-64. CR=8.     |                 |
| N140     | X22. Z-68. CR=8.            |                 |
| N150     | G01 Z-79.014                |                 |
| N160     | G02 X19.321 Z-84.014 CR=10. |                 |
| N170     | X22. Z-89.014 CR=10.        |                 |
| N180     | G01 Z-93.                   |                 |
| N190     | X21.608 Z-93.955            |                 |
| N200     | G02 X21.6 Z-93.995 CR=.2    |                 |
| N210     | G01 Z-94.4                  |                 |
| N220     | G02 X22.8 Z-95. CR=.6       |                 |
| N230     | G01 X26.                    |                 |
| N240     | G03 X30. Z-97. CR=2.        |                 |
| N250     | G01 Z-105.                  |                 |
| N260     | X32.                        |                 |
| N270     | M17                         |                 |

## 8.6. Листа подешавања машине

|                                                                                   |                                       |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------|
|  | Факултет инжењерских наука Крагујевац | Машине алатке |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------|

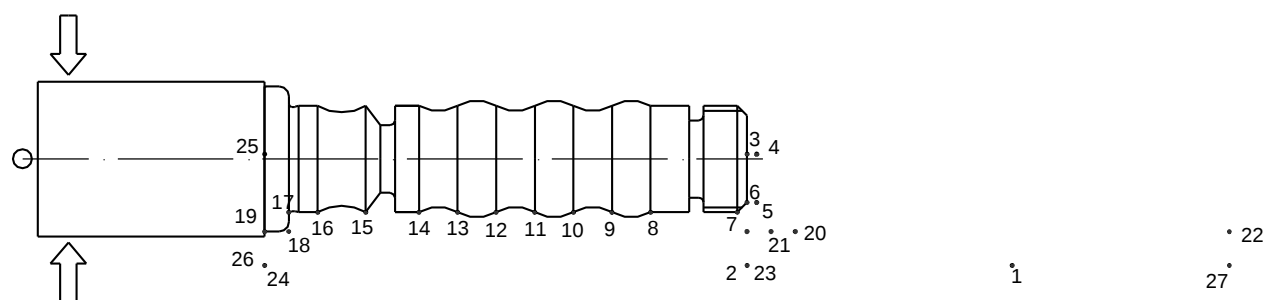
### ЛИСТА ПОДЕШАВАЊА МАШИНЕ, ПРИБОРА И АЛАТА

|                                                                                     |                                                                                                                               |                                                                                     |                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Назив машине: TNC 410-1250                                                          |                                                                                                                               |                                                                                     |                                                                                                                                                          |
| Управљачка јединица: Синумерик 808D                                                 |                                                                                                                               |                                                                                     |                                                                                                                                                          |
| G54 X=0 Y=0 Z=56,5                                                                  |                                                                                                                               |                                                                                     |                                                                                                                                                          |
| Назив дела: Osovina 100                                                             |                                                                                                                               | Број дела: RN.10.023.0                                                              |                                                                                                                                                          |
| Стезни прибор: СЦСГ                                                                 |                                                                                                                               | Постављање припремка: TRANS Z107                                                    |                                                                                                                                                          |
|   |                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                          |
| Носач алата                                                                         |                                                                                                                               | Алати                                                                               |                                                                                                                                                          |
|  | Назив алата:                                                                                                                  |                                                                                     | Назив алата : Десни стругарски хож                                                                                                                       |
|                                                                                     | T1 <input type="checkbox"/>                                                                                                   | Корекција:<br>Дужина:                                                               | T2 <input checked="" type="checkbox"/><br> Корекција: D1<br>Дужина: |
|                                                                                     | Назив алата: Нож за одсецање/усецање                                                                                          |                                                                                     | Назив алата : Нож за резање спољашњег навоја                                                                                                             |
|                                                                                     | T3 <input checked="" type="checkbox"/><br> | Корекција:<br>Дужина:                                                               | T4 <input checked="" type="checkbox"/><br>                          |

## 8.7. План резања

|                                                                                   |                                                  |                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------|
|  | <b>Факултет инжењерских<br/>наука Крагујевац</b> | <b>Машине алатке</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------|

### ПЛАН РЕЗАЊА



| Бр. | X  | Z   |
|-----|----|-----|
| 1   | 34 | 50  |
| 2   | 34 | 0   |
| 3   | -1 | 0   |
| 4   | -1 | 2   |
| 5   | 18 | 2   |
| 6   | 18 | 0   |
| 7   | 22 | -2  |
| 8   | 22 | -20 |
| 9   | 0  | -8  |
| 10  | 0  | -8  |
| 11  | 0  | -8  |
| 12  | 0  | -8  |
| 13  | 0  | -8  |
| 14  | 0  | -8  |
| 15  | 22 | -79 |

| Бр. | X  | Z    |
|-----|----|------|
| 16  | 22 | -89  |
| 17  | 22 | -95  |
| 18  | 30 | -95  |
| 19  | 30 | -103 |
| 20  | 30 | 100  |
| 21  | 30 | 5    |
| 22  | 30 | 100  |
| 23  | 34 | 5    |
| 24  | 34 | -100 |
| 25  | -1 | -100 |
| 26  | 34 | -100 |
| 27  | 34 | 100  |
|     |    |      |
|     |    |      |
|     |    |      |

## ЗАКЉУЧАК

Са техничко – технолошког аспекта посматрано, услов опстанка на тржишту је стално увођење иновација, тј. нових технологија као што су програмабилна и флексибилна аутоматизација, компјутерски интегрисана производња и „агилни“ производни системи као и интелигентни САМ производни системи.

Квалитет и тачност обраде конвенционалне машине алатке, ограничена је када је потребно израдити велики број идентичних комада јер управљање и вођење алата врши оператер, што зависи од његових вештина и по природи човека оператер не управља машином сваког пута на потпуно идентичан начин. Димензије и квалитет површина варирају. Алат вођен микропроцесором као што је то случај код CNC управљања, обезбеђује услове да сваки израдак у серији буде једнак.

Машина алатка TCN 410-1250 која је тема овог рада, представља двоосни CNC (Computer Numerical Control) струг са којим се може остварити обрада комплексних контура са тачношћу од 1  $\mu\text{m}$ . Машине алатке са три, четири или пет оса које у серијској и масовној производњи могу чинити велике, флексибилне обрадне и производне системе у којима се драстично смањују време потребно за припрему, контролу и време изласка производа на тржиште као и удео шкарта а повећава се продуктивност и тачност израде што због глобализације тржишта постаје фактички услов одрживе производње данашњице.

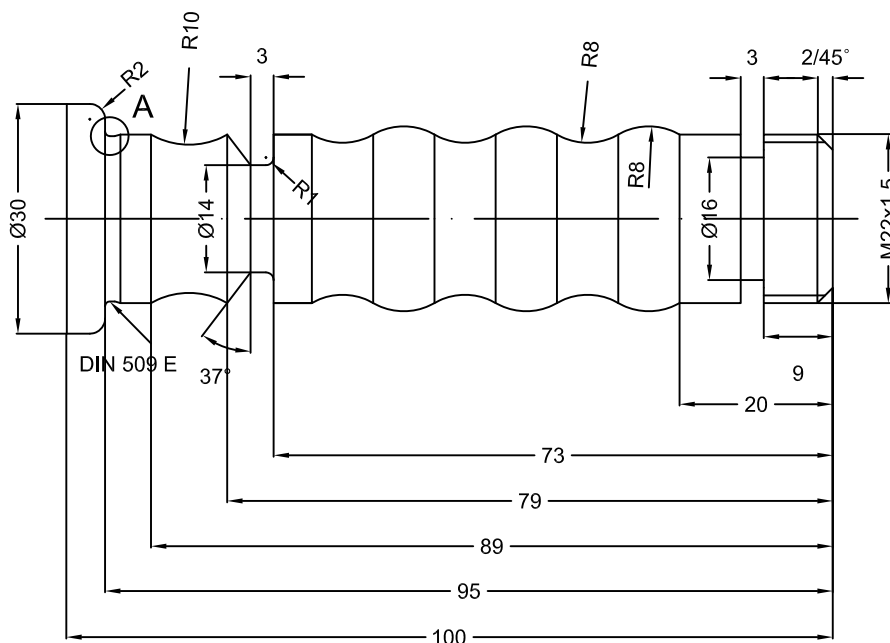
Отуд и важност праћења и проучавања нових тенденција у развоју ЦНЦ технологије, као и њене примене у нашим условима. ЦНЦ Машине се у зависности од проишхођача разликују, с тога пројектант данас мора да располаже знатно већим знањем него што је располагао пре само неколико година, да би користио све постојеће алате, потенцијал и могућности ЦНЦ технологије. Нарочиту пажњу треба посветити правилном избору алата и изради квалитетног плана резања како би се што брже извршила обрада, јер је данас уштеда у времену основни показатељ продуктивности. За то је потребно добро познавање програма као и начина управљања.

## Литература

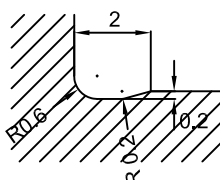
1. Огризовић М., „Програмирање ЦНЦ машина“, Компјутер библиотека, Београд, 2012.
2. Ерић С., Рајић А., „Практикум из обрадних система“, Висока техничка школа струковних студија у Зрењанину, Зрењанин, 2014.
3. Блажић З., „Програмирање CNC токарилицама и глодалицама“, Вировитица, 2004.
4. Бошњакловић М., „Нумерички управљани алатни стројеви“, Школска књига, 2009.
5. „Sinumerik 808D Turning (3-1) Programming and Operating Manual“, Ниренберг, 2012.
6. Интернет презентације:  
[http://www.emco-world.com/uploads/tx\\_commerce/Sinumerik840D\\_Turn\\_en\\_G.pdf](http://www.emco-world.com/uploads/tx_commerce/Sinumerik840D_Turn_en_G.pdf)  
[http://www.sotuu.net/siemens/document/dt\\_manuals/archives/cnc\\_en/NCSIE-ZZ02-06\\_4\\_0.pdf](http://www.sotuu.net/siemens/document/dt_manuals/archives/cnc_en/NCSIE-ZZ02-06_4_0.pdf)  
<http://cncmanual.com/sinumerik-808d-turning-advanced-programming-manual/>

## **Прилози**

1. Радионички цртеж осовине.



Детаљ А: ДИН 509 Е



|                                                                                     |  |                          |            |                                   |              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------|------------|-----------------------------------|--------------|
| Толеранција општих мера                                                             |  | Површинска храпавост: N7 |            | Површинска заштита                |              |
| Материјал: C22E                                                                     |  |                          |            | Термичка обрада                   |              |
|  |  |                          |            | Маса:                             | Размера: 1:1 |
|                                                                                     |  | Датум                    |            | Назив:<br><br><b>OSOVINA 100</b>  |              |
|                                                                                     |  | Обрадио                  | Радишић Н. |                                   |              |
|                                                                                     |  | Станд.                   |            |                                   |              |
|                                                                                     |  | Одобрио                  |            |                                   |              |
|                                                                                     |  | ФИН<br>Крагујевац        |            | Ознака:<br><br><b>RN.10.023.0</b> |              |
|                                                                                     |  |                          |            | Изд. под.                         | Замена за:   |
|                                                                                     |  |                          |            |                                   | Лист 1<br>Л  |