

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Производно машинство

Предмет: Савремени обрадни системи

Број индекса: 398/2012

Младен С. Кузмић

**Основне карактеристике управљачке
јединице СИНУМЕРИК 810Д/ 840Д
мастер рад**

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. др Богдан Недић - ментор

2. _____

3. _____

Датум
одбране: _____

Оцена: _____

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

Резиме

У оквиру овог мастер рада приказан је опис рачунарско нумеричких машина, њихових карактеристика, структура и способности са нагласком на управљачки систем. Наведени су главни произвођачи управљачких јединица, као и њихове одлике. Дат је преглед управљачке јединице Сијемнс Синумерик 840Д/810Д, који обухвата основе писања програма, команде за управљање машином, списак G и M команди, опис функција кретања извршних органа машина, као и поступака обраде позивањем фиксних циклуса и потпрограма.

Кључне речи: Програмирање, управљачка јединица, G и M функција, потпрограм, циклус

Abstract

This master thesis presented a description of computer numerical machines, their characteristics, structures and capabilities with emphasis on the control system. Major manufacturers of control units are listed as well as their characteristics. Provides an overview of control unit Siemens Sinumerik 840D / 810D which comprises basics of writing programs, commands for controlling machine, list of G and M commands, a description of the the motion functions executive bodies of machines, as well as procedures for machining by calling the fixed cycles and subroutine.

Keywords: Programming, control, G and M functions, subroutine, cycle

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

Садржај:

1. Увод.....	3
2. Развој нумеричког управљања.....	4
2.1 ЦНЦ управљање	4
2.2 Структура нумерички управљаних машина алатки.....	5
2.3 Управљачка јединица.....	6
2.3.1 Фагор.....	9
2.3.2 Фанук	11
3. Управљачка јединица Синумерик.....	13
3.1 Контролна табла и тастатура.....	13
3.2 Радна подручја и основни прозор Синумерик 840D Turning.....	17
4. Програмирање	22
4.1 Структура програма	22
4.2 Координатни систем	24
4.3 Програмирање димензија	27
4.4 Радна кретања	33
4.5 Компензација алата	47
4.6 Списак главних команди и адреса	52
5. Циклуси и потпрограми	57
5.1 Циклуси.....	59
5.2 Примери програма	74
6. Закључак:	80
7. Литература:.....	81

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

1. Увод

Развој нових средстава, како софтверских и хардверских, тако и машина и робота, као и њихово усавршавање, има за циљ да се смањи директно ангажовање човека у процесима рада. Њиховом применом у процесу производње ослобађа се људска снага као извор енергије и човек као извршилац одређеног рада, а улогу извора енергије и непосредног извршиоца рада преузима машина.

Класичне, стандардне или конвенционалне машине алатке, које су допуњене специјалним моторима, сензорима и управљачким јединицама представљају нумерички управљане машине алатке (НУМА).

Последњих педесатак година у области производног инжењерства десиле су се веома значајне промене. Један од најважнијих праваца ових промена условљено је развојем аутоматизације и увођењем информатичких технологија у овој области.

Аутоматизација је веома динамична технологија која константно напредује, а дефинише се као технологија примене механичких, електричних и рачунаром подржаних система са циљем вођења и управљања производњом.

Аутоматизација у условима средњесеријске и малосеријске производње као доминантних видова у данашњој металопрерађивачкој индустрији, успешно се реализује применом НЦ алатних машина.

Са техничко-технолошког аспекта, опстанак на тржишту условљен је сталним увођењем нових технологија као што су програмабилна и флексибилна аутоматизација, рачунарски интегрисана производња итд.

Први део рада осврће се на историјат нумерички управљаних машина, њихов развој, предности и мане. Други део рада се бави структуром управљачког система машине и функцијама управљачке јединице Сиенс Синумерик 840Д/810Д које омогућавају руковање машином.

Средишњи део рада садржи опис начина писања блокова програма, структуру реченице, команде кретања и дефинисање радног предмета у координатном систему машине. Такође је дат списак највише употребљаваних команди.

У задњем делу рада налази се опис фиксних циклуса, са описим програма, као и начин уписивања потпрограма у меморију машине и накнадног позивања у главни програм.

На самом крају рада налазе се примери предмета, са одговарајућим програмима који омогућавају њихову обраду.

2. Развој нумеричког управљања

Прва нумерички управљана алатна машина направљена је у Америци почетком 50-их година уз помоћ научника са универзитета МИТ (Massachusetts Institute of Technology) за потребе америчке војске. Тадашња управљачка јединица била је већа и од саме машине у коју се програм уносио преко бушене траке. Данашње управљачке јединице грађене су на принципу коришћења микропроцесора, малог електронског рачунала које се може програмирати и тиме остварити процес нумеричког управљања.

Основа нумеричког управљања је управљање машином помоћу унапред дефинисаног програма. Програм је скуп шифрованих геометријско-технолошко-функционалних наредби којима се путем различитих физичких медија (папирна трака, касета, дискета) дају управљачкој јединици нумерички управљаној машини унапред замишљене радње. Инструкције се састоје од слова и бројки, као и специјалних знакова, па отуда потиче и назив нумеричко управљање. Наредбе се пишу логичким редоследом по унапред договореном стандардном облику.

Увођењем НЦ управљања омогућена је рационална производња делова и у малосеријској и појединачној производњи што није било могуће код конвенционалног начина управљања. Упоредне анализе коришћења класичних и нумерички управљаних машина алатки показују да једна нумерички управљана машина алатка замењује три до осам класичних машина, чиме се постиже смањење потребне опреме, радне снаге, производног простора итд. Развој система нумеричког управљања у тесној је вези са развојем електронике и рачунарске технике.

Нумерички управљане машине алатке не представљају само нови вид аутоматизованих уређаја, који повећавају производност рада, него и квалитативно подижу металопрерађивачку индустрију на виши ниво захваљујући новим методама управљања технолошким процесима као и могућности комплексне аутоматизације производње.

2.1 ЦНЦ управљање

Данашње модерне машине (стругови, глодалице, обрадни центри итд.) користе ЦНЦ технологију. Микропроцесор у свакој машини чита програм написан у G коду који креира корисник и изводи задате операције. За дизајн делова и писање програма користе се персонални компјутери. Програми се пишу мануелним укуцавањем G кода или коришћењем ЦАМ софтвера. ЦНЦ технологија је постала стандардна и незаменљива због своје поузданости и прецизности.

ЦНЦ технологија и машине су изузетно поуздане јер су смањене могућности грешака приликом рада. Људски фактор је присутан, али је могућност грешке далеко мања него код мануелног система контроле машине. ЦНЦ технологија постала је стандардна и

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

незаменљива због своје поузданости и прецизности. Израда и конструкција ЦНЦ 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 ЦНЦ алатних машина:

- велика прецизност израде и обраде
- већа тачност
- широка примена односно заступљеност у свим делатностима
- поузданост рада
- могућност израде делова сложених облика
- 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 ЦНЦ система:

- велико улагање
- потреба за високо стручним кадром (програмерима)
- високи трошкови одржавања
- предмете једноставније геометрије у појединачној производњи и малим серијама јефтиније је израдити на класичним машинама

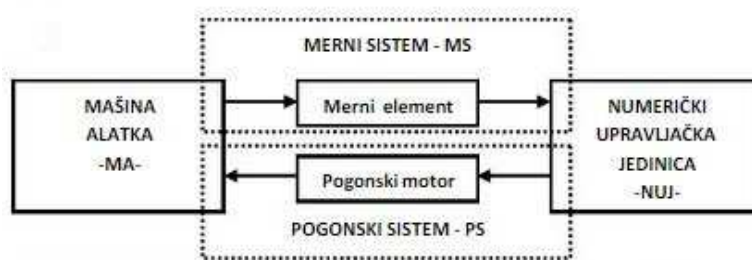
Иако је постигнут веома висок ниво примене информатичких технологија у производним процесима када су у питању пројектовање производа и инжењерски прорачуни и анализе, у области пројектовања ЦНЦ технологија квалитет НЦ програма још увек зависи од знања и искуства инжењера. Путања алата се при обради просторно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

2.2 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

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик



Слика 1. Структура НУМА [4]

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).

2.3 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:

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

- Ручно помоћу тастатуре
- Помоћу бушене траке (ако постоји читач траке)
- Помоћу магнетне траке (ако постоји касетна јединица)
- Помоћу дискете (ако постоји дискетна јединица)
- Директно каблом, везаним за неки рачунар

Данас се унос програма у меморију управљачке јединице најчешће врши помоћу РС232 порта, док најновије управљачке јединице имају УСБ 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.

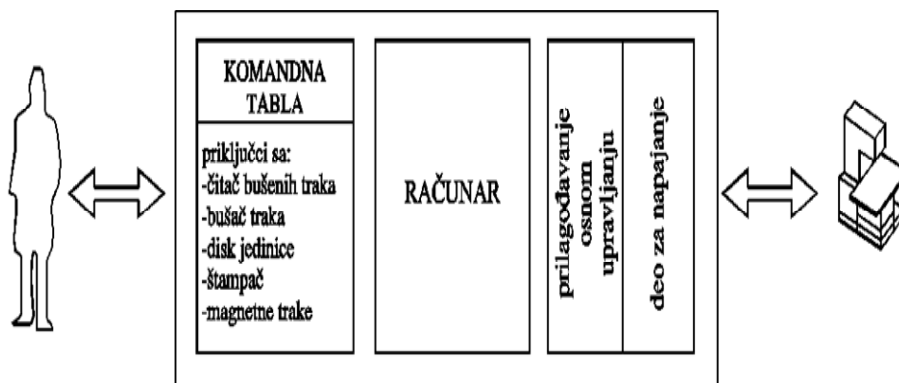
Са аспекта развоја електронике НУЈ разликују се следећи системи:

- НЦ систем – хардверски базиране НУЈ које читају споља сачињене програме (екстерно) и
- ЦНЦ системи – софтверски базиране 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 ЦНЦ управљачке јединице мора да поседују одговарајуће прикључке (интерфејс) за пренос података. За те прикључке постоје стандарди који обезбеђују да се размена података између управљачке јединице и екстерног уређаја одвија беспрекорно.

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

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. Саставни делови нумеричке управљачке јединице приказани су на слици 2. На истој слици види се веза послужиоца и машине алатке.



Слика 2. Саставни делови нумеричке управљачке јединице [4]

НУЈ 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 обрадка, 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.

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

Минималан број управљаних оса код НУ машина је две осе управљања, X и Y - оса за бушилицу, X и Y- оса за НУ пресу, X, Y и Z - оса за глодалицу.

Линијско управљање омогућује кретање дуж дате линије применом линеарне интерполационе функције, уз истовремену обраду, и то све до постизања задате вредности на линији. То је најраспрострањенији начин кретања код НУ машина.

Начин кретања од једне до друге тачке обавља се по унапред задатој линији, која може бити права или крива, а обе координате у сваком тренутку могу мењати вредност.

Управљање кретањем са функционалном зависношћу има особину да се кретања радних органа у свим правцима могу одвијати у међусобно функционалној зависности. Има примену код машина предвиђених за обраду кривих површина, контура и зове се још контурно или криволинијско управљање. Омогућава позиционирање при брзом ходу, померање паралелно осама и померање према произвољним тачкама обратка. Према броју независних и истовремено управљаних оса, разликује се контурно управљање са две фиксне осе, две променљиве осе, три и више оса управљања.

Осим чисто геометријског управљања кретањем алата или обратка, постоји и управљање машинским функцијама. Број машинских функција не зависи само од машине алатке већ и од управљачке јединице. Оне могу бити пограмиране као помоћне и додатне функције. Уколико је већи број машинских функција које се могу решити помоћу управљачке јединице, утолико је та управљачка јединица погоднија за аутоматизацију процеса обраде.

На пример, машинске функције могу бити:

- укључивање главног вретена и регулација броја обртаја,
- позиционирање главног вретена,
- укључивање средства за хлађење и подешавање жељеног притиска,
- одржавање помака константним,
- укључивање додатних уређаја,
- управљање мерним уређајима и уређајима за измену обратка, за дотур материјала, сортирање, транспорт струготине и друго.

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, Фануц и Фагор, својим истраживањима диктирају даљи развој ове области.

2.3.1 Фагор

Шпански произвођач електронских уређаја ФАГОР од седамдесетих година двадесетог века производи и ЦНЦ управљачке јединице и дигиталне управљачке и мерне елементе неопходне у индустријској употреби. Иако спада у ред мањих произвођача ЦНЦ управљачких јединица, Фагор интензивно истражује увођење нових технологија и

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

стандарда у које спада и отворена архитектура. Тренутно су највише у употреби два типа ЦНЦ управљачких јединица овог произвођача, базираних на отвореној архитектури и Windows оперативном систему: ФАГОР 8055 ЦНЦ и ФАГОР 8070 ЦНЦ са различитим могућностима избора појединих компоненти.

Као и већина водећих произвођача и Фагор је управљачки систем конципирао као дводелни (слика 3), састављен из ЦНЦ панела са ПЦ функцијама, који је постављен на самој машини, и ЦНЦ јединице (централне управљачке јединице) која се налази у командном орману, док везу између њих чине високобрзинска серијска веза или неки други вид комуникације.



Слика 3. ЦНЦ јединица и ЦНЦ панел ФАГОР [4]

ФАГОР 8055 ЦНЦ управљачка јединица (слика 4.) је намењена конструкционо једноставнијим конвенционално грађеним ЦНЦ машинама алаткама, као што су: стругови и обрадни центри за стругање, глодалице и обрадни центри за глодање, као и за брусилице. Управљачка јединица 8055 ЦНЦ 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 4. Монитори намењени управљачком систему 8055

ФАГОР 8070 ЦНЦ 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.

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

2.3.2 Фанук

Познати јапански произвођач ФАНУК већ 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 ЦНЦ 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 ЦНЦ јединице која се поставља у управљачки орман, док везу између њих чини високобрзинска серијска комуникација (слика 5).



Слика 5. ФАНУК управљачки систем нове генерације [4]

Овакав концепт је примењен 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 конфигурирана на два начина: као систем који обједињује ЦНЦ јединицу са ЛЦД дисплејем (слика 6.), и као раздвојени систем који се састоји од независног ЦНЦ панела са ПЦ функцијама, који је повезан са посебном ЦНЦ 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.

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик



Слика 6. ЦНЦ јединица ФАНУК са интегрисаним ЛЦД дисплејем [4]

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

Ту спадају:

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

Примена свих ових новина у ЦНЦ технологији, уз максимално коришћење комуникационих могућности РС рачунара и олакшаној градњи управљачког софтвера применом за конвенционалне рачунаре уобичајених програмских језика и језика макроа, омогућили су да ова група управљачких јединица буде веома конкурентна и по могућностима међу доминантнијим на тржишту. Управо то захтева постојећа репутација фирме Фанук.

Поред горе наведених постоји још велики број произвођача нумерички управљачких јединица, од којих треба споменути: MITSUBISHI ELECTRIC, HEIDENHAIN, ACU-RITE, AMK, MDSI, MAZAK, NUM, SCHLEICHER, FIDA, SELCA, SONY и многи други.

У наредном поглављу, као и у наставку рада биће описана сименсова управљачка јединица Синумерик, као једна од најзаступљенијих у свету производње.

3. Управљачка јединица Синумерик

Управљачка јединица СИЕМЕНС 840Д омогућава управљање до 31 осе или вретена са 10 канала. Заснована је на ПЦ платформи, за до 31 осу/вретено и применљива је за све технологије. Нова ПЦУ (Персонал Компутер Унит) постоји како у варијанти без хард диска (ПЦУ 20), тако и у варијанти са хард диском (ПЦУ 50) и садржи у интегралној форми разне могућности комуникације (Етхернет, МПИ, ПРОФИБУС ДП). Оперативни систем је Windows NT. [4]

Управљачка јединица СИЕМЕНС 840Ц 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–сплине 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 (СИМОДРИВЕ) могу користити за градњу машина алатки које по данашњим критеријумима имају екстремне карактеристике. То подразумева, у теоријском смислу, брзине обраде до 300 м/мин, убрзања до 45Г 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:

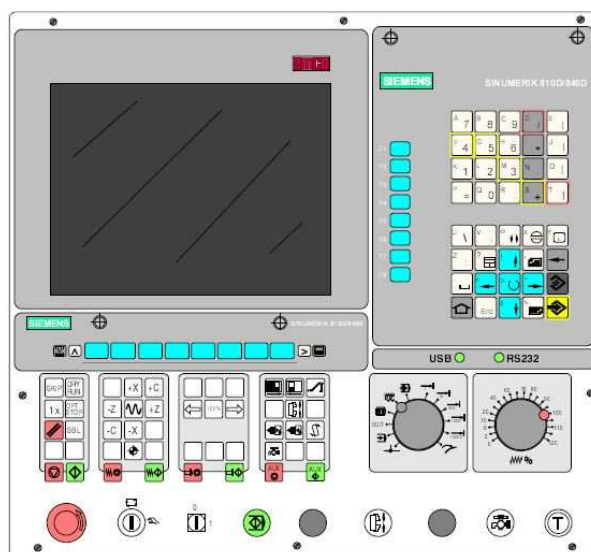
- 2Д спирална интерполација,
- Програмабилно убрзање,
- Надзор процеса обраде,
- Надзор алата,
- Компензација грешке по квадрантима,
- Контрола 10 канала и 31 управљану осу / вретена (опционо),
- spline интерполација (опционо),
- компензација дужине алата (опционо).

Осим флексибилности управљачких система, код овог произвођача се може приметити присуство већег броја софтверских додатака за саме управљачке јединице, који су уобичајени у конвенционалним ПЦ рачунарима, али се у управљачким системима први пут појављују.

3.1 Контролна табла и тастатура

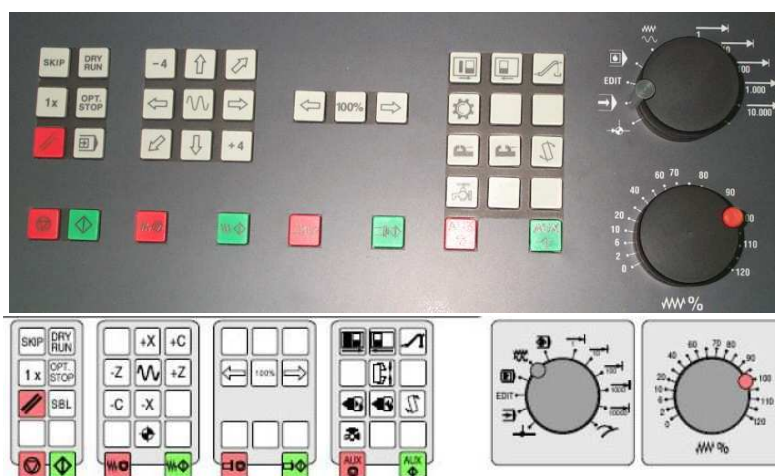
Свака ЦНЦ машина управља се помоћу посебног софтвера (програма) и управљачке јединице. Софтвер WinNC Синумерик 840Д TURN као и управљачка јединица (тастатура), чине једну јединствену целину којом се врши управљање машином.

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик



Слика 7. Командна табла [1]

Тастатура служи за уношење (писање) 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.



Слика 8. Тастатура за управљање радом машине[1]

Опис тастера:



Укључивањем овог тастера, реченице које садрже косу црту (/) неће бити извршене (биће прескочене). Лампица на тастеру показује да је ова опција укључена.

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик



Тастер којим се укључује појединачно извршавање реченица. Уколико је опција изабрана, након завршетка извођења реченице на машини, неопходно је да се поново притисне тастер “програм старт” да би се реализовала следећа реченица



Користи се код тестирања програма у радном простору без обраде материјала један од видова тестирања). Такође светли када је у функцији.



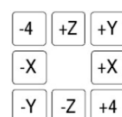
Укључивањем овог тастера (сигнална лампица на тастеру светли), наиласком на функцију M1 (условни стоп програма), управљачка јединица стаје са реализацијом програма.



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



Тастери за стартовање (реализацију) и заустављање програма.



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



Истовременим притиском тастера у комбинацији са неким од тастера за померање носача алата у ручном моду , задаје се максимална брзина померања носача.Брзи ход машине.



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

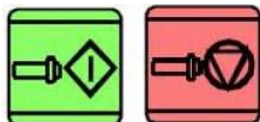


Тастер за укључење помоћног кретања на машини (покретање посмака), Тастер за заустављање помоћног кретања на машини

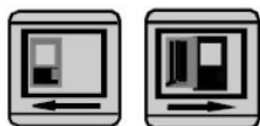
Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик



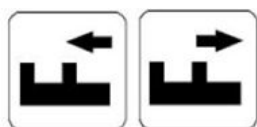
Ротација радног вретена. Стрелицом која показује у лево број обртаја се може смањити до 50% од програмираног. Стрелицом удесно програмирани број обртаја се може повећати до 120% од програмираног.



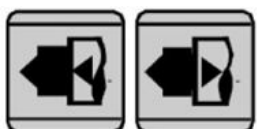
Spindel stop/start; Заустављање и покретање главног вретена



Тастери за отварање и затварање заштитних врата на машини



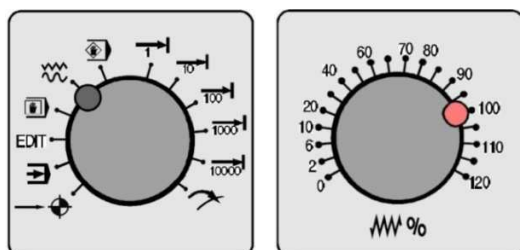
Тастери за отварање и затварање чељусти стеге



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)



Хоризонтални функцијски тастери испод екрана



Директни скок у главни мени машине

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик



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

3.2 Радна подручја и основни прозор Синумерик 840D Turning

Рад на Синумерику 810Д/840Д организован је у 5 менија основног менија који се зову радна подручја (Operating areas):

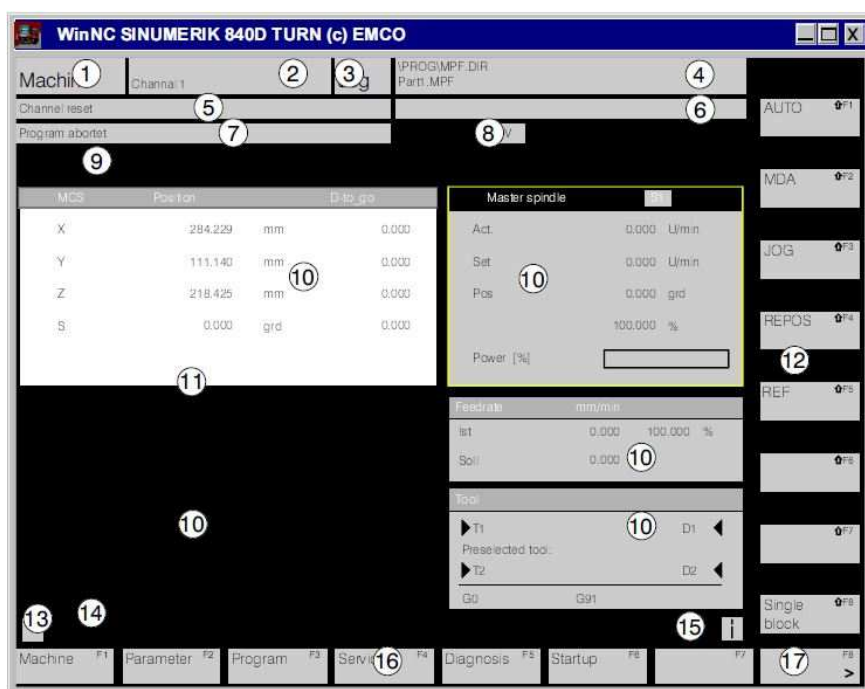
- Machine <F1>
- Parametar <F2>
- Program <F3>
- Services <F4>
- Diagnosis <F5>

Ових 5 радних подручја се приказују у основном менију у хоризонталној линији функцијских тастера. Отварањем програма SINUMERIK 840D TURN отвара се основни прозор за рад ЦНЦ машине.

Радно подручје	Тастер	Извршне функције
Machine	F1	Ручно управљање машином; извршење програма на обрадку
Parametar	F2	Уношење података за програмирање (нулте тачке) и података о алатима
Program	F3	Писање и уређивање програма
Services	F4	Учитавање програма и података
Diagnosis	F5	Приказ грешака и порука

Табела 1. Радна подручја [1]

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик



Слика 9. Основни прозор [2]

1. Приказ активног радног подручја
2. Приказ активног канала
3. Приказ активног начина рада са машином
4. Путања локације и име активног програма
5. Статус канала
6. Линија за поруке операције
7. Статус актуелног програма
8. Део екрана у коме се појевљују информације о укљученим опцијама (SKIP, DRY, SLB)
9. Линија за поруке о грешкама и аларм
10. Радни прозор. Прозор актуелног програма. Главни прозор код едитовања програма. У њему се налазе и разне друге информације (о алатима, броју обртаја, помоћном кретању)
11. Едитовање програма
12. Вертикални мени. Ових осам поља дају опис опција менија који се могу одабрати одговарајућим тастером (shift F1...F8).
13. Када је на екрану симбол , функција повратка у претходни мени је активна.
14. Дијалог линија за поруке оператеру
15. Када је приказан симбол , тастер је активан (додатне информације)
16. Хоризонтални мени. Даје опис опција менија који се могу изабрати одговарајућим тастером
17. Када је приказан симбол , тастер је активан. Приказ додатних опција менија.

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

Радно подручје MACHINE приказује све функције и утицајне факторе који делују на машину.

Постоје три режими рада:

- JOG – начин рада употребљава се за ручне операције и поставке машине, активира се на тачкићу



У JOG режиму рада могуће је одредити референтну тачку машине и вршити померање алата.



Достизање референтне тачке



Враћање алата у почетни положај (у почетну тачку актуелне реченице)

Како би се што тачније позиционирао алат величина корака се може подешавати коришћењем тачкића, или комбинацијом тастера на рачунару.



INC 1	1/1000 mm	Притиском на тастер
INC 10	1/100 mm	Притиском на тастер
INC 100	1/10 mm	Притиском на тастер
INC 1.000	1 mm	Притиском на тастер
INC 10.000	10 mm	Притиском на тастер

- MDA (Manuel Data Automatic) полуаутоматски режим рада употребљава се за писање програма и тестирање програма блок по блок
- AUTOMATIC – режим у коме се програми извршавају потпуно аутоматски по редоследу како се налазе у меморији машине. Предуслови за аутоматско покретање су: референтна тачка је постављена, програм је унет у контролну јединицу, потребне преправке су подешене (офсет, корекције алата...), активирани су сигурносне мере (затворена врата...)



Радно подручје Parameter:

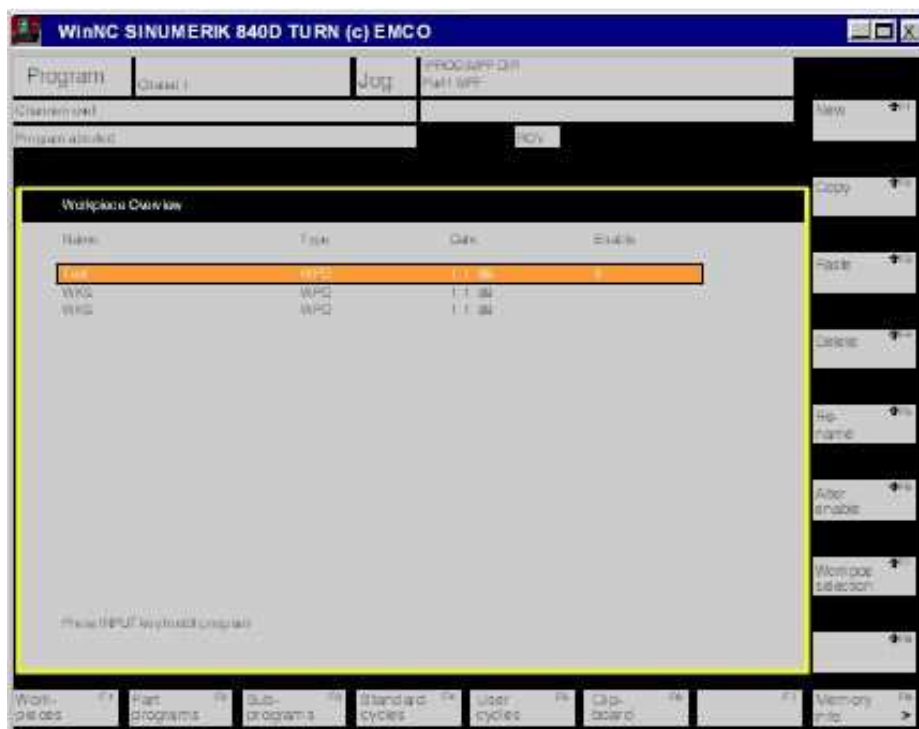
У радном подручју параметар могуће је уписивати и уређивати податке који су неопходни за извршење програма и извршити корекцију алата. Четири хоризонталне функцијске опције везане за мени Parameter су:

- Tool offset <F1>
- R variables <F2>
- Setting data <F3>
- Work offset <F4>

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

Радно подручје Program:

У радном подручју програм пишу се и исправљају програми, којима се управља процесом обраде. Активирањем хоризонталног менија Program <F3> отвара се прозор слика 10.



Слика 10. Радно подручје Program [2]

Типови програма су:

Workpieces <F1> – израдак у овом контексту се сматра директоријумом (фолдером) који укључује програме или податке

Partprograms <F2> – главни програм представља редослед наредби за обраду предмета.

Subprograms <F3> – потпрограм је програм који може бити више пута позван из главног програма. Циклуси су врста потпрограма.

Standard cycles <F4> – стандардни циклуси су потпрограми који се не могу мењати. Они се извршавају понављањем користећи кораке машине.

User cycles <F5> – кориснички циклуси које корисник сам може писати према својим потребама

Clipboard <F6> - међуспремник [1]

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

Радно подручје Services:

Ово радно подручје се употребљава за читавање података (програма) и слање података преко интерфејса COM1-COM4, као и за штампање података (тастер PRINT) и пренос података у диск (са диска) преко тастера DRIVE.

За преношење података постављање (settings) пошиљаоца (sender) и примаоца (reciever) морају бити иста, иначе пренос неће радити. Са EMCO Win NC могу се послати подаци само преко интерфејса RS 232 C User-a.

Радно подручје Diagnosis:

Ово подручје приказује аларме и поруке у пуној форми и то:

- Број аларма (Alarm number)
- Датум када се аларм догодио (Date)
- Брисање аларма (Delete criteria)
- Опис аларма (Text)

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

4. Програмирање

Дигитални контролни системи Синумерик 810Д, 840д и 840Ди, 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 810Д, 840д и 840Ди могу се користити у веома различитим процесима обраде (стругање, глодање...)

4.1 Структура програма

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

Set	Word	Word	Word	...	; Comment
Set	N10	G0	X20	...	; 1. Set
Set	N20	G2	Z37	...	; 2. Set
Set	N30	G91	...	...	; ...
Set	N40	...	...	...	
Set	N50	M30	...	...	;Kraj programa

Табела 2. Структура програма [4]

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.

Реч		Реч		Реч	
Адреса	Вредност	Адреса	Вредност	Адреса	Вредност
G1		X -20.1		F300	
Линеарна интерполација		Пут или крајња тачка		Корак (посмак)	

Табела 3. Структура речи

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.

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

Блок програма треб да садржи све податке потребне за извршавање корака обраде и прекинут је са симболом L_F. Симбол L_F не мора да се мануелно уноси, пошто се он генерише, приликом преласка. Блок може да садржи максимално 512 симбола (укључујући коментар и симбол краја блока L_F).

Да би формат блока био што јаснији, препоручује се да речи у блоку буду распоређене према: N10 G... X... Y... Z... F... S... T... D... M... H...

Адреса	Значење
N	Адреса блока
10	Број блока
G	Припремна функција
X, Y, Z (I, J, K)	Подаци о позицији (координате)
F	Брзина помоћног кретања (корак)
S	Брзина обртања вретена
T	Алат
D	Број офсета алата
M	Специјална функција
H	Помоћна функција

Табела 4. Адресе и значења

Одређене адресе могу бити коришћене и више пута у истом блоку (G..., M...). Постоје два типа блокова:

- Главни блок
- Помоћни блок (подблок)

Главни блок мора да садржи све речи неопходне да се почне низ операција у одељку програма почевши са главним блоком. Главни блок може бити садржан и у главном програму и потпрограму. Главни блокови су идентификовани бројем. Број главног блока обухвата карактер “:” и позитиван цео број. Број блока се увек налази на почетку блока, нпр:

:10 D2 F200 S900 M3.

Подблокови се обележавају бројем. Број подблока садржи симбол “N” и позитиван цео број. Број блока се увек налази на почетку блока, нпр:

N20 G1 X14 Y35

N30 X20 Y40

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 ; Izvršen

/N20 ... ;Preskočen

N30 ... ;Izvršen

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

/N40 ... ;Preskočen

N70 ... ;Izvršen

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.

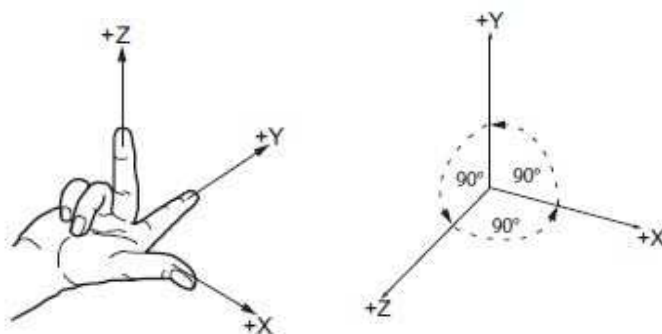
Пример:

N10 G01 F500 X10

N20 X10 ; Брзина помоћног кретања (посмак), остаје активна све док се нова вредност не унесе

4.2 Координатни систем

DIN 66217 прописује да алатне машине морају да користе Декартов десни, правоугли координатни систем. Позитиван смер координатних оса дефинисан је такозваним правилом “три прста” десне руке. Одређивање позитивног смера координатног система је по положају прстију десне руке, палац показује позитиван смер осе X, кажипрст у позитивном смеру осе Y, а средњи прст показује позитиван смер осе Z (слика). Координатни систем је повезан са предметом обраде тако да се програмирање одвија независно од тога што се алат или предмет обраде заобилази. Приликом програмирања се претпоставља да се алат креће у односу на координатни систем предмета који је непокретан.

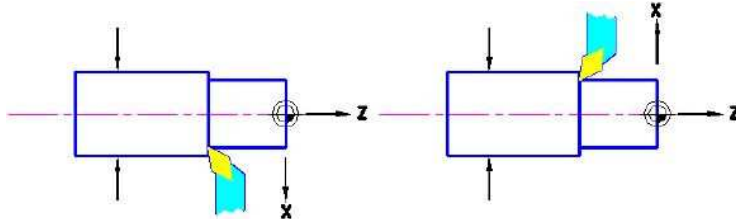


Слика 11. Позитивни смерови координатног система код струга [4]

Код ЦНЦ стругова координатни систем је двоосни, тј. у оси предмета обраде је оса Z, док је управна на њу оса X. Позитиван смер осе X може бити постављен у једном или другом

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

смеру, што зависи од положаја алата, односно револверске главе у односу на предмет обраде. Координате са негативним предзнаком означавају кретање алата према радном предмету, а позитивни предзнак представља одмицање алата од радног предмета.



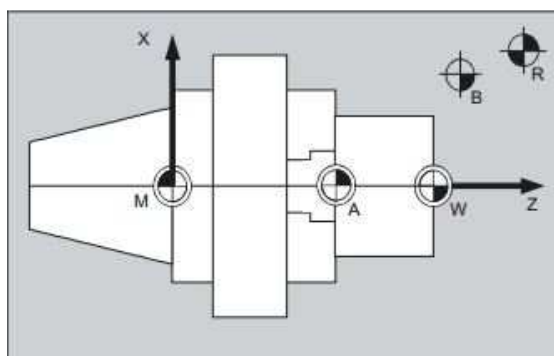
Слика 12. Координатни систем струга [1]

Разлог је у томе што се алат увек креће у предмет, или у смеру предмета ако је оса негативна, па ако се при програмирању заборави негативан предзнак, неће доћи до судара алата и предмета обраде, него ће се алат одмакнути од предмета.

ЦНЦ машине имају три независна геометријска система:

- Геометријски систем машине
- Геометријски систем предмета обраде
- Геометријски систем алата

Сваки од тих система има произвољно изабрану референтну тачку (нулу). Да би вођење оштрице алата било могуће, потребно је прецизно дефинисати математичку везу између референтних тачака. Код програмирања ЦНЦ машина потребно је познавати одређене референтне, односно нулте тачке. Све референтне тачке дефинишу се с обзиром на координатни систем машине. При укључивању ЦНЦ машине активан је координатни систем машине са полазном тачком (М). На глодалицама се тачка М налази у левом углу радног стола, а на струговима у оси стезне главе.



Слика 13. Референтне тачке машине [4]

Почетак координатног система представља нулта тачка машине (М) и од ње се прорачунавају сви помаци алата. Позицију ове тачке одређује произвођач машине и она се не може мењати.

W – нулта тачка предмета обраде (програмска нула) је произвољно одабрана тачка на предмету обраде. Слободно се мења према потребама конструкције. У овој тачки је почетак координатног система пребаченог из тачке М како би се олакшало програмирање.

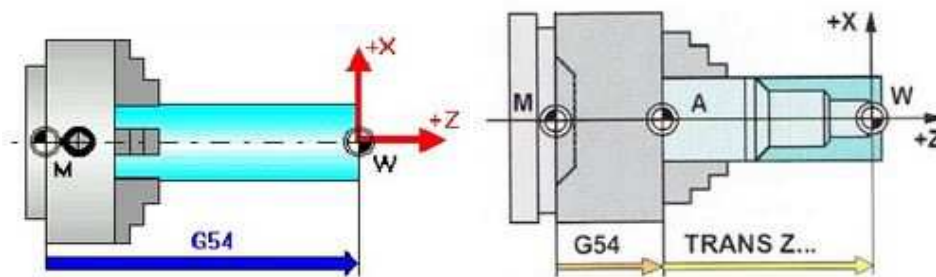
Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

С обзиром на ту тачку програмирају се све координате тачака путање алата у апсолутном координатном систему. Код стругања нулта тачка предмета обраде се увек налази на оси обртања. Из практичних разлога је препоручљиво да се нулта тачка постави тако да: коте наведене у цртежу предмета обраде требају се што једноставније прерачунати у координатне вредности, у равни обраде требало би проналазити само позитивне координатне вредности, и по могућству требало би што мање мењати предзнак.

R – референтна тачка у радном подручју машине која је одређена крајњим прекидачима. Служи за калибрисање мерног система и пре почетка израде дела алат се мора довести у ту тачку. тачка дефинисана на носачу алата у односу на коју се могу одредити сви положаји носача алата у координатном систему машине. Задаје је програмер. Референтна тачка је најчешће дефинисана крајњим положајем клизача по управљаним осама. Уколико машина не поседује микропрекидаче (сензоре додира) програмер мора предвидети произвољну тачку у координатном простору машине као основну исходишну тачку за даљу обраду. Она у том случају представља замену за тачку M (тачка M и R се поклапају). N – референтна тачка алата је почетна тачка од које се мере сви алати. Лежи на оси држача алата и одређује је произвођач и не може се мењати.

B – Тачка у подножју стезног прибора алата. Представља основу за дефинисање стартне тачке алата (теоријског врха алата) уносом измерених димензија дужина (висина) и пречника (ширина) алата. У практичним примерима у којима се тангирањем предмета обраде са првим алатом успостави релацијска веза, врх првог алата се узима за контролну тачку (поклапа се са стартном тачком алата), а корекције других алата су само разлике дужина у односу на први алат (корекције 2, 3 и осталих алата се уносе у таблицу алата UJ, а утврђују се непосредним тангирањем радног предмета).

Машински координатни систем није погодан за програмирање јер би се све координате предмета морале димензионисати у односу на тачку M. Због тога се поставља координатни систем предмета обраде као важећи приликом програмирања. Када се одреди нови координатни систем са почетном тачком W, позивом наредбе G54 управљачка јединица аутоматски уноси вредности координата тачке W, па се нулта тачка помера из позиције M (машинска нулта тачка) у тачку W (нулта тачка предмета обраде). Прва наредба у програмирању је управо функција помака нулте тачке. У пракси се код стругова врши прво померање функцијом G54 на чело стезне главе, а затим наредбом TRANS/ATRANS на чело брађене површине обратка.



Слика 14. Померање нулте тачке [4]

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

У општем случају нулта тачка обратка може бити било где на њему, па и ван њега. Значајна поједностављења у програмирању постижу се ако се нулта тачка обратка изабере тако да лежи на његовој оси, а из практичних разлога у руковању машином пожељно је да се налази на челу издатка. Уобичајено је писање програма у апсолутним координатама (у односу на координатни систем везан за нулту тачку радног предмета). По правилу, координата X има значење пречника. Изузетак представља инкрементно програмирање, у текућем релативном координатном систему (уз позив функције G91), када X има значење полупречника. [4]

4.3 Програмирање димензија

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

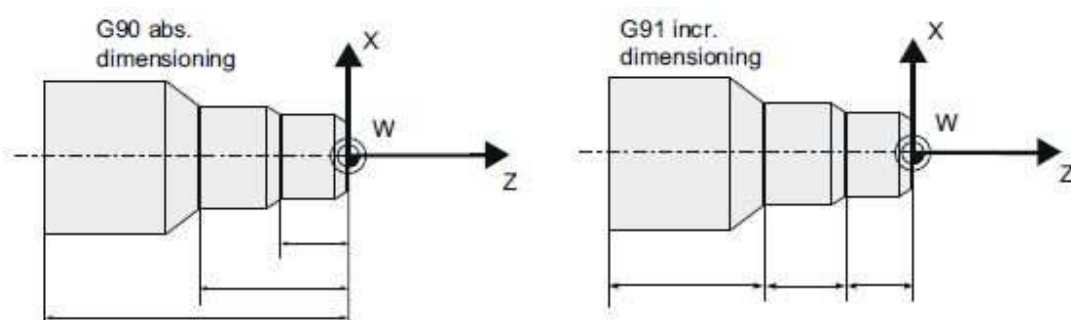
- Апсолутна димензија, G90 модална функција, односи се на све осе у блоку, до опозива командом G91 у следећем блоку
- Апсолутна димензија, $X=AC$ (вредност), само ова вредност важи за наведену осу и није под утицајем G90/G91. Ово је могуће за све осе, као и за SPOS, SPOSA позицију вретена, и за параметре 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

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

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

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 15. Начини димензионисања [5]

У пракси се чешће употребљава апсолутни координатни систем, како због лакшег разумевања тако и због мање могућности појаве грешака у програмирању. Независно од команди G90/G91 поједини подаци о позицијама могу бити наведени у одређеним блоковима у апсолутним/инкременталним димензијама коришћењем немодалних функција AC/IC. осле координате крајње тачке, стоји знак једнакости, док вредност стоји у малим заградама =AC(...).

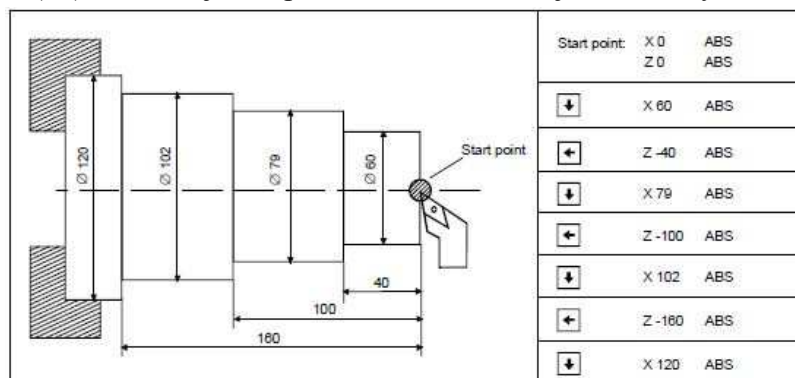
Пример програма:

N10 G90 X20 Z90 ; Апсолутне димензије

N20 X75 Z=IC(-32); X-остаје апсолутна димензија, Z је инкрементална димензија

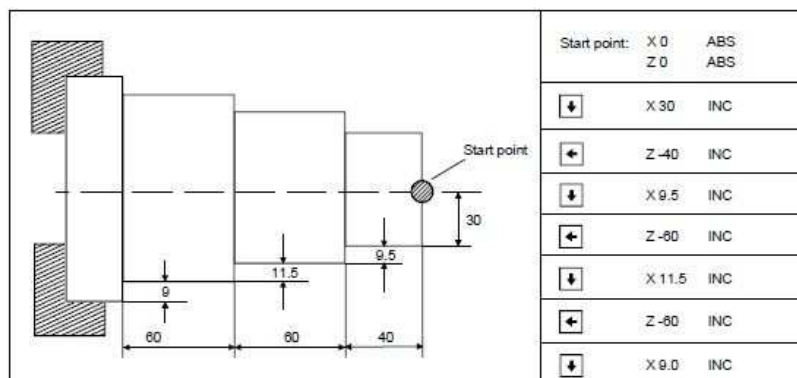
N180 G91 X40 Z2 ; Прелазак на инкрементално димензионисање

N190 X12 Z=AC(17) ; X- остаје инкрементална димензија, Z-апсолутна



Слика 16. Апсолутне димензије [4]

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик



Слика 17. Инкременталне димензије [4]

Димензије у метричким јединицама и инчима; G70, G71, G710, G700:

Ако димензије радног предмета одступају од подешеног основног система који је у мм или инчима (мм или инцх), димензије могу бити унете директно у програм. Потребно претварање у основни систем обавља сам контролни систем. G70 и G71 треба да буду одређене на почетку програма, у блоку без других команди.

G70 – димензије у инчима

G71 – димензије у милиметрима

G700 – брзина F у инчима

G710 – брзина F у милиметрима

Пример програма:

N10 G70 X10 Z30 ; Inch dimensions – инчне димензије

N20 X40 Z50 ; G70 ;continues to act – G70 наставља да важи

N80 G71 X19 Z17 ; metric dimensioning from this point on – метричке димензије од ове тачке

Зависно од стандардог подешавања које је изабрано, контролни систем преводи све геометријске вредности или као метричке или инчне димензије. Офсети алата и подесиви радни офсети, укључујући њихове приказе се такође подразумевају као геометријске вредности. Ово се односи и на брзину F у mm/min ili inch/min. G70 ili G71 оцењује све геометријске податке који се директно односе на обрадак или у инчним или метријским јединицама, на пример:

- Податке о позицијама X, Z ... за G0, G01, G02, G03, G33, CIP, CT
- Интерполацијске параметре I, K (такође и корак навоја)
- Радијус круга CR
- Програмирани офсет (TRANS, ATRANS)

Сви остали геометријски параметри који се не односе директно на обрадак, као што је помоћно кретање алата (посмак F), офсети алата, радни офсети, нису под утицајем G70/G71 функција.

G700/G710 утичу на брзину F (inch/min, inch/rev. ili mm/min, mm/rev.).

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

Поларне координате:

Код рада у поларним координатама позиција се одређује помоћу угла и радијуса у односу на пол (референтну тачку из које су одређене поларне координате). Поларни координатни систем је користан само ако радни комад, или део обратка има радијус и угловне мере.

Одређивање пола:

G110 – пол је постављен у задњој тачки наредбе у којој се налази алат

G111 – пол је постављен у тачку дефинисану према активној нултој тачки W

G112 – пол је постављен релативно у односу на последњи дефинисани пол

Пол се може дефинисати у правоуглим или поларним координатама:

X, Y, Z – координате задате у Декартовом правоуглом координатном систему

RP – поларни радијус

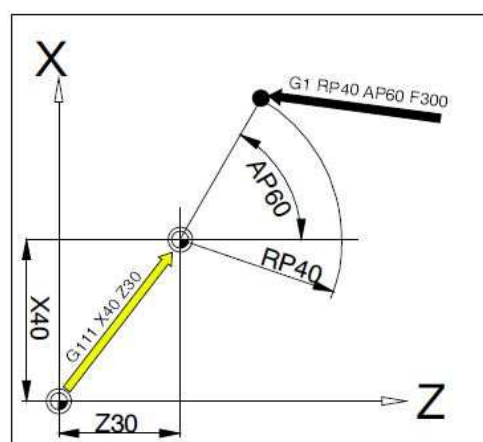
AP – поларни угао (угао између пола и референтне осе)

Пример:

G111 X30 Y40

G1 RP50 AP60

G111 наредба ставља пол у апсолутну позицију X30 Y40, а G1 помера алат са претходне позиције до поларних координата RP50 AP60.



Слика 18. Поларне координате[2]

Радијус/диаметар (полупречник/пречник); DIAMOF, DIAMON, DIAM90:

За машинирање делова, подаци за осу X (осу управну на осу ротације) програмирани су као димензије пречника. Када је то неопходно, могуће је преbacити у димензије полупречника.

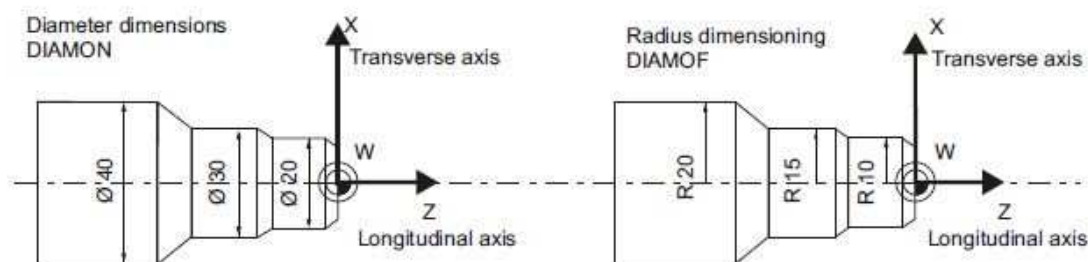
DIAMOF или DIAMON приказује крајњу тачку за осу X као димензија полупречника или пречника. Стварна вредност приказује се на екрану у складу са координатним системом обрадка.

DIAMOF – димензија полупречника

DIAMON – димензија пречника

DIAM90 – димензија пречника за G90, димензија полупречника за G91

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик



Слика 19. Димензије пречника или полупречника [5]

Радни офсет TRANS, ATRANS:

Програмски подесиви офсет се може користити:

- За облике и радње које се стално понављају на различитим позицијама на обрадку
- Када се бира нова референтна тачка за димензионисање
- Као додатак за грубу обраду

Ово се резултује у тренутном координатном систему обрадка. Поновљене димензије користе га (офсет) као референцу. Офсет је могућ у свим осама. На X оси, нула радног система треба да буде на главном вретену у стезној глави због функција DIAMON пречника и константне брзине резања G96. Због овог разлога офсет се не користи у правцу осе X. Програмирање:

TRANS Z... ; програмски подесиви офсет, брише претходне инструкције за офсетовање, ротацију, скалирање (размеру), мироринг (пресликавање).

ATRANS Z... ; програмски подесиви офсет, додатак постојећим инструкцијама

TRANS ; без вредности: брише претходне инструкције за офсетовање, скалирање, ротацију, пресликавање

N10 G54

N20 TRANS Z5 ; подесиви офсет, 5 mm у правцу Z осе

N30 L10 ; позив потпрограма; садржи геометрију за офсетовање

N40 ATRANS X10 ; подесиви офсет, 10 mm у правцу осе X

N50 TRANS ; офсет обрисан (поништен)

N60 M30

Инструкције које садрже TRANS или ATRANS захтевају одвојене блокове.

Програмско скалирање (фактор размере): SCALE, ASCALE

Фактор размере може бити програмиран за све осе са командама SCALE, ASCALE. Путања је увећана или умањена овим фактором у дефинисаној оси. Тренутни координатни систем се користи као референтан за промену размере.

Програмирање:

SCALE X... Z... ; фактор размере, брише претходне инструкције за офсет, ротацију, фактор скалирања, пресликавање

ASCALE X... Z... ; фактор размере, додатак већ постојећим инструкцијама

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

SCALE ; без вредности, брише претходне инструкције за офсет, ротацију, фактор скалирања, пресликавање

Инструкције које садрже SCALE или ASCALE захтевају одвојене блокове. За кругове се исти фактор размере се треба користити у оба правца. Ако је програмиран ATRANS са активним командама SCALE/ASCALE, вредности офсета су такође скалирани..

N10 L10 ; програмирана оригинална контура

N20 SCALE X2 Z2 ; Контура увећана 2 пута у осама X и Z

N30 L10

N40 ATRANS X2.5 Z1.8

N50 L10

N60 M30

Стезање обрадка – подесиви радни офсети: G54 до G59, G500, G53, G153

Прилагодљиви радни офсет одређује позицију нуле радног предмета на машини (офсет нуле обрадка у односу на нулту тачку машине). Овај офсет се одређује након стецања обрадка и мора бити унет у одговарајуће поље од стране оператера. Вредност се активира програмски избором између шест група: G54 – G59.

Програмирање:

G54 – G59 ; 1 до 6 радних офсета

G500 ; Радни офсет OFF – модална функција

G53 ; Радни офсет OFF – немодална функција; сузбија програмирани офсет

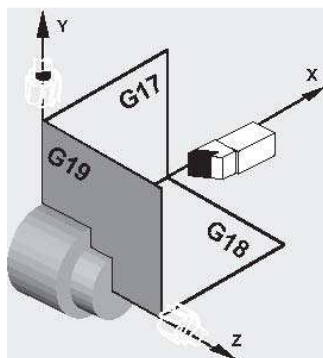
G153 ; Као и G53; додатно потискује оквир (Frame)

Позив померања нулте тачке (функције G54, G55, G56 и G57) подразумева да се при стартовању програма и наиласку на ову функцију врши ишчитавање координата одговарајуће нулте тачке радног предмета из датотеке нултих тачака. Конкретне вредности за x, z, обратка (програмско померање нулте тачке) могуће је остварити у самом програму са G58 и G59 (на пример: G59 X... Z...).

Пожељно је, пре првог одмицања у позицију за измену алата, дати неку од корекција алата, која се користи касније у програму. То значи да се чело револвер главе одмиче од обратка (његове нулте тачке) за задато X и Z увећане за дужине алата по X и Z правцу (што је дефинисано позивом одговарајуће корекције алата). У противном, чело главе се одмиче од нулте тачке обратка само за задато X и Z, што при накнадном иницирању обртања револвер главе може бити недовољно безбедно удаљење.

Избор равни обраде:

Наредбе G17, G18, G19 користе се за назначаване радне равни при кружном кретању. Ове функције су модалне и поништавају се променом избора равни. По укључивању машине активна је функција G17 (X,Y) раван код глодања, док је код стругања то функција G18 (XZ). Компензација радијуса алата G41 и G42 активна је само у овој равни.



Слика 20. Избор радних равни за хоризонталне и вертикалне обраде стругањем

Команда	Радна раван	Осе примицања алата
G17	X/Y	Z
G18	Z/X	Y
G19	Y/Z	X

Табела 5. Команде радних равни

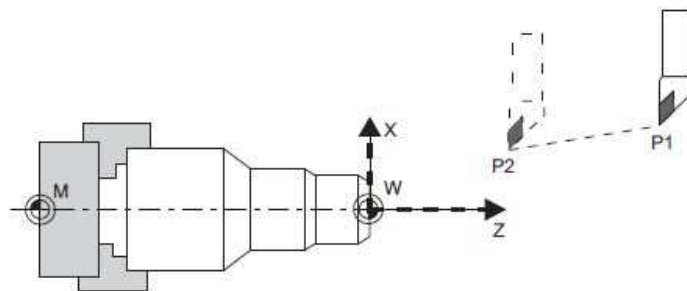
4.4 Радна кретања

Једна од најсложенијих функција управљачке јединице представља управо кретање алата по жељеној (задатој) контури. Интерполација стварних помоћу приближних контура остварује микрорачунар за интерполацију, или интерполатор. Интерполатор, има задатак да координира помоћна кретања у правцима координатних оса, али тако да се правац резултујућег кретања алата поклапа са тангентама у изабраним тачкама на контури обратка.

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. Блок у коме је наведена команда T мора да садржи команду G0.

Користи се за брзо позиционирање алата, али не и за директну обраду самог предмета. Пут по свим осама може да буде истовремен - по правој линији. Како је пролаз по осама независтан за сваку осу, крајња тачка на осама се достиже у различитим тренутцима, па услед тога пут алата углавном није права линија. Свака програмирана брзина (F команда), није релевантна за G0. Команда G0 остаје активна све док се не откаже (искључи) неком другом G командом (G01,G02,G03...).

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик



Слика 21. Кретање у брзом ходу $G0$ [5]

Брзина којом се алат креће у случајевима линеарне ($G01$) или кружне интерполације ($G02$ и $G03$) програмирана је брзином F и важи све док се нова F вредност не унесе. Јединице димензије F су одређене функцијама G :

- $G94$ је брзина у $\text{mm}/\text{мин.}$ - код глодања
- $G95$ је брзина у $\text{mm}/\text{обртају}$ (односи се на брзину вретена)- код стругања

Пре него што се одреди брзина F , G код који одређује брзину помоћног кретања у $\text{mm}/\text{мин}$ или $\text{mm}/\text{обртај}$ треба да буде назначен. Ови G кодови ($G94$, $G95$) су модални и кад се једном унесу у програм важе све док их не поништи нова G команда. Дакле F код мора бити изнова наведен након пребацивања са $G94$ на $G95$ функцију. Пример програма:

```
N10 G94 F310 ;Брзина у mm/мин.  
N20 G01 X60 Z60  
N30 M5  
N40 S2000 M3; Обртање вретена  
N50 G95 F0.8 ; Брзина у mm/обрт.  
N60 G01 X100 Z100  
N70 M30
```

Линеарна интерполација:

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. Ако се у блоку $G01$ не налази брзина F , или у претходном блоку програма, огласиће се аларм приликом извршавања команде $G01$.

```
N05 G54 G0 G90 X40 Z200 S500 M3 ; алат се креће брзим ходом, брзина вретена =  
500 обр./мин, у смеру казaljке
```

```
N10 G1 Z120 F0.15 ; Линеарна интерполација са посмаком  $F=0.15 \text{ mm}/\text{обрт.}$ 
```

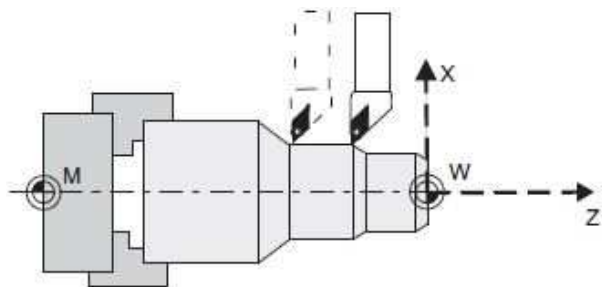
```
N15 X45 Z105
```

```
N20 Z80
```

```
N25 G0 X100 ; Алат се повлачи у брзом ходу
```

```
N30 M2 ; Крај програма
```

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик



Слика 22. Линеарна интерполација G01 [5]

G01 је најчешћа функција кретања алата и са њом се могу изводити различите операције:

- Уздужно стругање – унутрашње и спољашње
- Попречно стругање – унутрашње и спољашње
- конуси
- фино стругање

Код команде G01 могуће је убацили обарање ивица и радијус (заобљење). Радијуси и обарање ивица могу бити убачени између блокова на следећа три начина:

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

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

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

Закошење ће бити убачено након блока у којем је написано. Увек се налази у G17 равни. Закошење ће бити убачено симетрично на контури угла. CHF вредност је дужина закошења. Пример:

N30 G1 X... Z... ; CHF=5

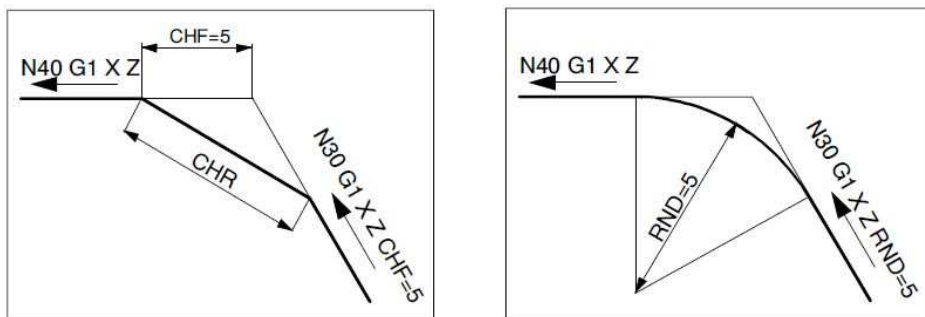
N35 G1 X... Z...

Радијус ће бити убачен након блока у којем је наведен. Радијус се увек налази у G17 равни. Заобљење се убацује на контуру угла тангенцијално. RND је вредност заобљења (полупречник). Пример:

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

N35 G1 X... Z...

Радијус ће бити убачен на сваки следећи угао контуре све док се не обрише ознака са RNDM=0.



Слика 23. Обарање ивица (лево) и заобљење [2]

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

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 (арц) у равни ZX, тако да је тангенцијална брзина једнака брзини задатој командом F.

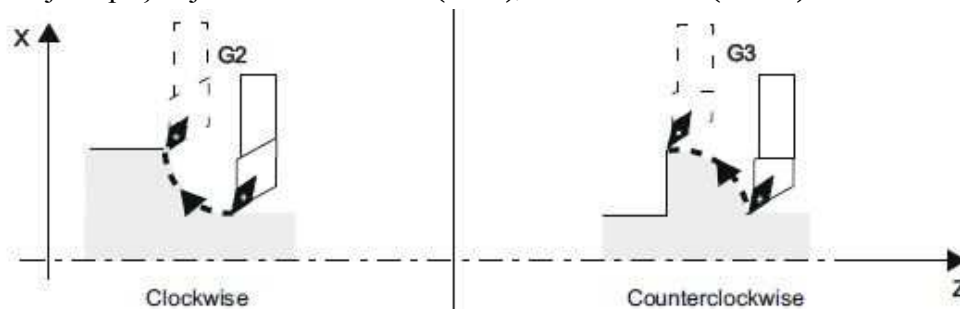
G02(G03) X(U)... Z(W)... I... K... (R...) F... ;

Да би се извршила кружна интерполација морају бити одређене следеће команде:

Ставка	Адреса	Опис
Смер ротације	G02	У смеру казаљке на сату (CW)
	G03	Супротно од казаљке на сату (CCW)
Крајња тачка	X	X координата крајње тачке лука (вредност пречника)
	Z	Z координата крајње тачке лука
	Y	Y координата крајње тачке лука
Растојање од стартне тачке до центра	I	Растојање дуж X осе од стартне тачке до центра лука
	K	Растојање дуж Z осе од стартне тачке до центра лука
	J	Растојање дуж Y осе од стартне тачке до центра лука
Радијус кружног лука	R	Растојање од центра лука до стартне тачке

Табела 6. Команде за кружну интерполацију

Смер ротације одређен је командама G02 (лево), односно G03 (десно) слика .



Слика 24. Смер ротације код кружног кретања

Синумерик управљачка јединица омогућава неколико начина програмирања жељеног круга:

- G2/G3 X... Z... I... K... ; Координате центра и крајње тачке
- G2/G3 CR=... X... Z... ; Координате крајње тачке и радијуса круга
- G2/G3 AR=... I... K... ili G2/G3 AR=... X... Z... ; тачком центра круга и углом, или крајњом тачком и углом
- G2/G3 AP=... RP=... ; Поларним координатама

Програмирање кружне интерполације са почетном, крајњом тачком и центром круга:

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

G2/G3 X.. Z.. I.. K..

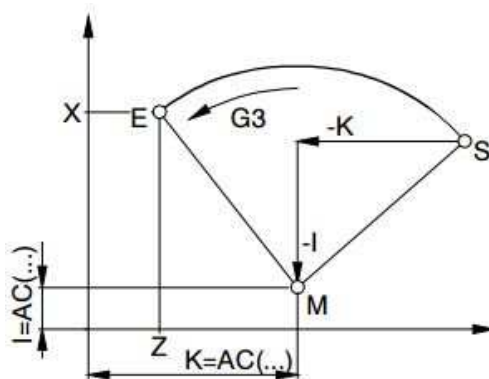
X, Z - координате крајње тачке E у Декартовим координатама

I, K - центар круга M у Декартовим координатама, у односу на стартну тачку S

Стартна тачка је позиција алата у тренутку позива функције G2/G3. (Тачка S)

Крајња тачка је програмирана са координатама X и Z.

Центар круга је програмиран у инкременталним координатама са I и K у односу на стартну тачку, или у апсолутном димензијама са $I=AC(..)$ и $K=AC(..)$ у односу на нулту тачку радног координатног система (W).



Програмирање помоћу стартне тачке, крајње тачке и радијуса круга:

G2/G3 X.. Z.. CR=±..

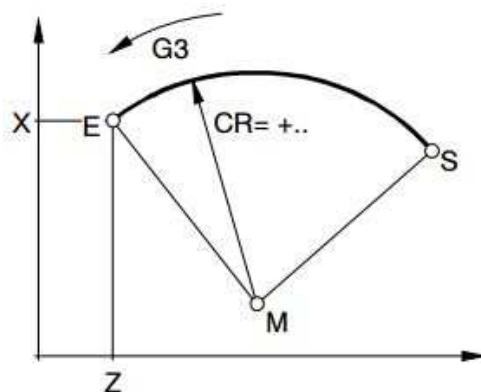
X, Z - координате крајње тачке E

CR=±.. - радијус круга

Стартна тачка - позиција алата у тренутку позива функције G02/G03. (Тачка S)

Крајња тачка је одређена у програму координатама X и Z.

Радијус круга је назначен са CR, а знак + или - означава да ли је кружни лук већи или мањи од 180°. Пун круг не може бити програмира са CR ознаком.



Програмирање са стартном тачком, центром круга или крајњом тачком, и углом:

G2/G3 X... Z... AR= или G2/G3 I... K... AR=

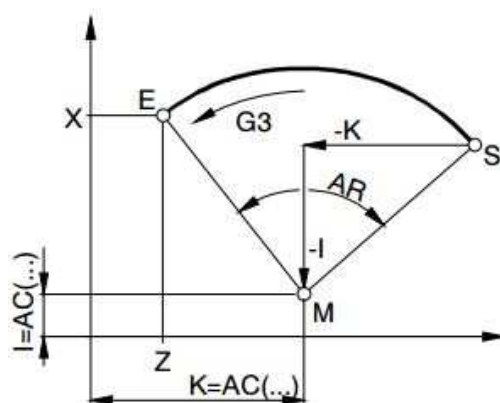
X, Z - крајња тачка E у Декартовом координатном систему

I, K - центар круга тачка M у правоуглом координатном систему

AR - отворени угао

Стартна тачка - позиција алата у тренутку позива функције G2/G3. (Тачка S)

Крајња тачка је одређена у програму координатама X и Z.



Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

Тачка центра круга је програмирана инкрементално I, J, K, у односу на стартну тачку или апсолутним координатама I=AC(..) и K=AC(..) у односу на нулту тачку радног систем (нулту тачку предмета W).

Отворени угао мора бити мањи од 360° , пошто се пун круг не може програмирати са AR.

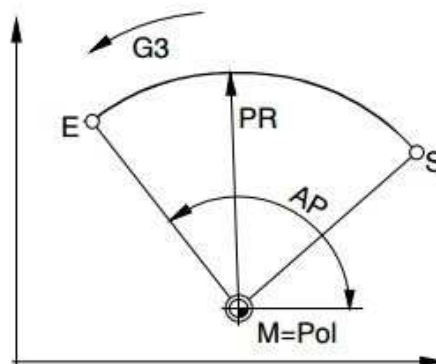
Програмирање у поларним координатама:

G2/G3 AP=.. RP=..

AP – крајња тачка Е поларног угла, пол је тачка центра круга

RP – поларни радијус, који је истовремено радијус круга

Пол поларног координатног система мора бити тачка центра круга (претходно се пол доводи у центар круга са командом G111).



Програмирање са стартном тачком, међутачком и крајњом тачком:

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

X, Z – координате крајње тачке E

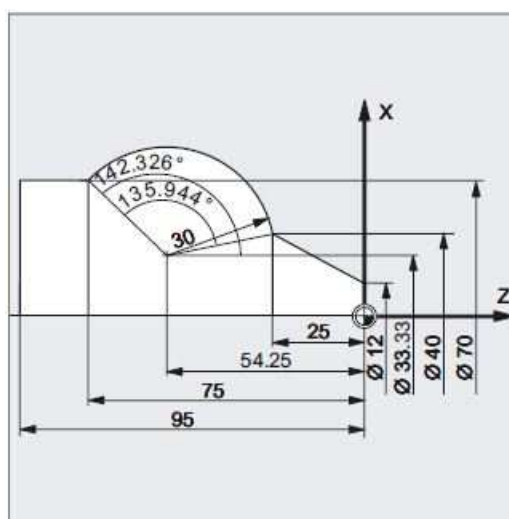
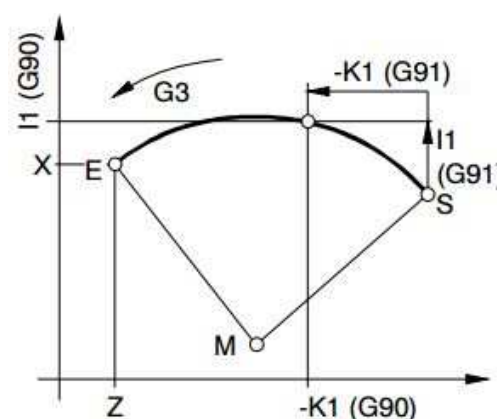
I1, K1 – средишња тачка Z у Декартовим координатама

Стартна тачка је позиција алата у тренутку позива функције G2/G3, а крајња тачка је програмирана са координатама X, Z

Међутачка тачка је одређена са I1 и K1.

Код инкременталног димензионисања G91, средишња тачка се односи на стартну тачку.

Пример програмирања:



Слика 25. Програмирање кружног кретања

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

N.. ...

N120 G0 X12 Z0

N125 G1 X40 Z-25 F0.2

N130 G3 X70 Y-75 I-3.335 K-29.25 ; Крајња тачка круга и тачка центра круга у инкременталним димензијама

или

N130 G3 X70 Y-75 I=AC(33.33) K=AC(-54.25) ; Крајња тачка круга, тачка центра круга у апсолутним димензијама

или

N130 G3 X70 Z-75 CR=30 ; Крајња тачка круга, радиус круга (полупречник)

или

N130 G3 X70 Z-75 AR=135.944 ; Угао, крајња тачка круга

или

N130 G3 I-3.335 K-29.25 AR=135.944 ; Угао, тачка центра у инкременталним димензијама

или

N130 G3 I=AC(33.33) K=AC(-54.25) AR=135.944 ; Угао, тачка центра у апсолутним димензијама

или

N130 G111 X33.33 Z-54.25 ; Поларне координате

N135 G3 RP=30 AP=142.326 ; Поларне координате

или

N130 CIP X70 Z-75 I1=93.33 K1=-54.25 ; Програмирање круга са међутачком и крајњом тачком

N140G1 Z-95

N.. ...

N40 M30 ;Крај програма [4]

G4 – време чекања:

Наредба G4 почиње када се претходна функција у потпуности заврши. Наредба G4 одређује време које у коме ће алат бити задржан у некој позицији пре него што настави кретање по програмираној путањи. Између два блока мође се прекинути процес машинирања у одређеном временском интервалу, убацујући блок са G4, нпр. олакшање при резању. Речи са F и S командама у овом блоку, се користе само за задавање времена. Свака претходно програмирана брзина посмака F и брзина обртаја вретена S, остаје важећа. Програмирање:

G4 F... ; време задржавања у секундама

G4 S... ; време задржавања у обртајима вретена

N5 G1 F3.8 Z-50 S300 M3 ; помак F, брзина вретена S

N10 G4 F2.5 ; време задржавања 2.5 секунде

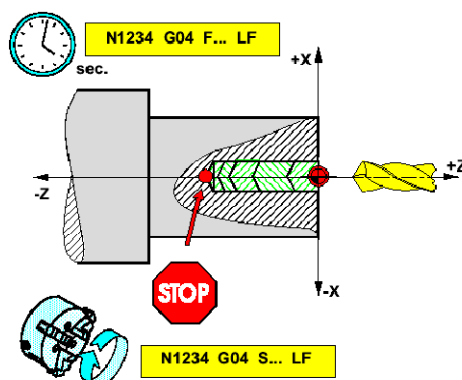
N20 Z70

N30 G4 S30 ; задржавање 30 окрета вретена одговара; S=300 обрт./мин. i 100% брзине замењују: t=0.1 min

N40 X20 ; Посмак и брзина вретена остају на снази

N50 M30

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик



Слика 26. Наредба G4[5]

Прилаз фиксној тачки: G75

Коришћењем G75, приступа се фиксираној тачки на машини, на пример, тачка измене алата. Позиција тачке је сачувана у подацима машине за сваку осу. Свака оса може имати максимално 4 фиксне тачке. Офсет није могућ за фиксну тачку. Брзина за сваку осу је у брзом ходу. G75 захтева посебан блок и понаша се као немодална функција. Идентификатор оса машине мора да буде програмиран. У делу програмског блока, после G75, претходна G команда интерполацијског типа (G0, G1, G2, G3) је поново активна.

Програмирање:

G75 FP=<n> X1=0 Z1=0

Команда	Значење
G75	Прилаз фиксној тачки
FP=<n>	Фиксирана тачка којој се приступа. Број фиксне тачке је одређен: <n> Вредност <n> је: 1, 2, 3, 4 Ако број фиксне тачке није одређен, аутоматски се приступа фиксној тачки број 1
X1=0 Z1=0	Осе машине које иду у фиксну тачку. Свака оса се креће максималном аксијалном брзином

Табела 7. Фиксна тачка

N05 G75 FP=1 X1=0 ; прилаз фиксној тачки 1у X

N10 G75 FP=2 Z1=0 ; прилаз фиксној тачки 2 у Z, нпр. за измену алата

N30 M30 ; крај програма

Програмиране вредности позиција X1 и Z1 се игноришу, али ипак морају бити написане.

Прилаз референтној тачки: G74

Референтној тачки се приступа у НЦ програму помоћу G74. Смер и брзина за сваку осу је сачувана у подацима машине. У делу програмског блока, после G74, претходна G команда интерполацијског типа (G0, G1, G2, G3) је поново активна. Идентификатор оса машине мора да буде програмиран. G74 је програмирана у посебном блоку и активна је у зависности од мода блока.

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

N10 G74 X1=0 Z1=0 Програмиране вредности позиција X1 и Z1 се игноришу, али ипак морају бити написане.

Брзина и смер ротације вретена:

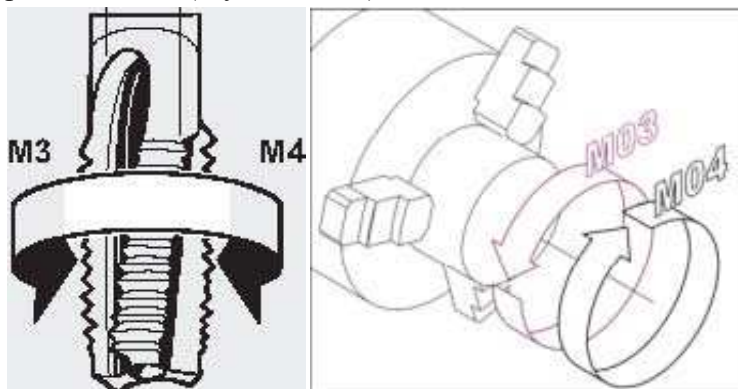
Брзина вретена је програмирана адресом S у обртајима вретена по минути, ако машина поседује контролу вретена. Смер ротације, као и почетак и крај рада одређен је M командама.

Програмирања:

M3 ; смер обртања вретена у смеру казаљке

M4 ; смер обртања вретена супротно казаљке на сату

M5 ; вретено STOP (заустављање)



Слика 27. Програмирање смера обртања вретена [3]

Приказан је поглед из позитивног смера осе Z. Заустављање вретена остварује се са M05. Уколико су M команде коришћене у програмској линији са аксијалним кретањем, оне су ефективне пре аксијалног кретања. Вредност адресе S има значење броја обрта главног вретена ($n=\text{const}$), осим ако није активна припремна функција G96, када адреса S има значење константне брзине резања ($v=\text{const}$).

Овај режим рада је изузетно пожељан при завршној обради контуре, која подразумева значајну варијацију пречника обраде. Уколико постоји ризик од превеликог броја обрта главног вретена (на пример, $v=\text{const}$, а обрада је близу осе обратка) пожељно је на почетку програма дати програмско ограничење броја обрта (G92 S...). Из режима $v=\text{const}$ у режим $n=\text{const}$ прелази се са G97 S..., при чему вредност за S има значење броја обрта главног вретена у минути. За правилно функционисање G96 потребно је да је нулта тачка обратка на осе обртања. По правилу се десни ножеви постављају са грудном површином окренутом на доле и захтевају смер обртања главог вретена M03. Леви ножеви се постављају са грудном површином окренутом навише и захтевају смер M04 главног веретена. Супротно правило важи при постављању ножева предвиђених за обраду у смеру од главног вретена ка шиљку.

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

Константна брзина резања:

Када је активна наредба G96 брзина ротације вретена зависи од пречника предмета. Тиме је брзина ножа константна на било којем пречнику. Ако се обрађује предмет великих разлика у пречнику, пожељно је да се ограничи брзина резања, тако да ова наредба (LIMS) спречава велике брзине код малих пречника.

Наредба:

G96 – константна брзина резања укључена

G97 – константна брзина резања искључена; меморисање последње подешене брзине са G96 као константне брзине.

LIMS – ограничење брзине са активном наредбом G96

Пример програма:

N10 M3 S1000 ; Смер обртања вретена

N20 G96 S120 LIMS=2500 ; Активирана константна брзина резања, 120 m/min, брзина ограничена 2,500 obrt./min.

N30 G0 X150 ; без промене брзине

N40 X50 Z20 ; без промене брзине

N50 X40 ; Прилаз контури, нова брзина је аутоматски постављена као што је захтевано за почетак блока N40

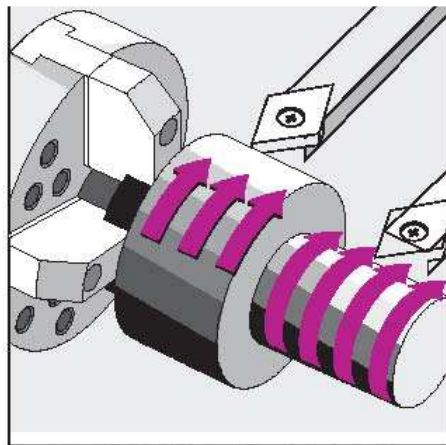
N60 G1 F0.2 X32 Z25 ; корак 0.2 mm/ obrt.

N70 X50 Z50

N80 G97 X10 Z20 ; Деактивирање константне брзине

N90 S600 ; нова брзина вретена, obrt./min

N100 M30



Аутоматска контрола броја обртаја због одржавања константне брзине резања

Слика 28. Аутоматска контрола броја обртаја због одржавања константне брзине резања[3]

G9, G60 – Тачно заустављање

Функције за тачно позиционирање се користе обично за израду оштрих спољашњих ћошкова или за финалну израду унутрашњих ћошкова на жељене мере. Са критеријумима тачног заустављања одређује се колико прецизно се примиче тачки угла и када се одвија промена на следећи блок. Без експлицитног навођења G09, односно G60, прелаз из једног

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

блока, који садржи програмирано кретање по дужи или луку, у наредни, остварује се без смањења брзине помоћног кретања.

G09 (у активном блоку) и G60 (до поништења са G64) проузрокују смањење брзине помоћног кретања на нулу на крају извршења кретања описаног у блоку. Брзи ход подразумева обарање брзине помоћног кретања на нулу, тако да за прецизно позиционирање у брзом ходу не треба наводити G09, односно, G60.

Ако је тачна стоп функција (G60 или G9) активна, брзина за постизање тачне крајње позиције на крају блока се зауставља на нулу. Још једна модална G група може се овде користити за подешавање, када се сматра да је кретање овог блока завршено, а следећег блока почело.

- G601 – тачно заустављање фино
- G602 – тачно заустављање грубо
- G603 – тачно заустављање на крају интерполације

G601, G602 и G603 су ефикасне само ако су G60 или G9 активни. G9 генерише тачан стоп у тренутном блоку. G60 генерише тачан стоп у тренутном блоку и свим наредним блоковима.

G64 – мод код континуалне путање:

У режиму континуалне путање, контура је обрађена са константном брзином путање. Јединствена брзина такође успоставља боље услове резања, побољшава квалитет површине и смањује обрадно време. Циљ режима контроле континуалне-путање је да се избегне успоравање на границама блока и да се пређе на следећи блок са што константнијом брзином (у случају тангенцијалних прелаза). Функција ради са look - ahead контролом брзине током неколико блокова.

У контролом режиму континуалног-пута са G64, контролни систем аутоматски одређује контролу брзине за више НЦ блокова у унапред. То омогућава убрзање и успоравање на више блокова са приближно тангенцијалним прелизима.

G25, G26 – Одређивање подручја рада, броја обрта вратила:

Ове команде се могу користити у НЦ програму за промену минималне и максималне брзине обртаја вретена, дефинисаних у подацима машине. Наредбама G25/G26 могуће је одредити габарите радног простора у којем се алат може кретати. Овима се око радног простора успоставља сигурносни простор у који алат не може доћи. Ове наредбе се програмирају у засебном блоку који само дефинише подручја рада

G25 X... Z... ; доња граница подручја рада строја

G26 X... Z... ; горња граница подручја рада строја

G25 S... ; најмањи број окретаја вретена

G26 S... ; највећи број окретаја вретена

Укључење или поништење ових наредби изводи се наредбом:

WALIMON (Working Area LIMItation ON) – укључено подручје

WALIMOF (Working Area LIMItation OFF) – искључено подручје

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик



Слика 29. Zaštićeni radni prostor[1]

Обрада навоја:

На ЦНЦ стругу могу се обрађивати спољашњи и унутрашњи навоји, као и десни односно леви навоји. При томе мора се водити рачуна о положају почетне тачке за обраду навоја, као и о положају крајње тачке навоја, смеру окретања вратила, врсти ножа (десни, леви). Такође су потребни стандардни – таблични подаци о самом навоју (корак, дубина навоја...).

Навој се може резати користећи функцију G33 у једном блоку, где управљачка јединица усклађује уздужно кретање алата са окретањем главног вретена како би се остварио жељени корак навоја.

Чешће се користи функција циклуса за израду навоја (Cycle 97,98) која убрзава обраду.

Параметри:

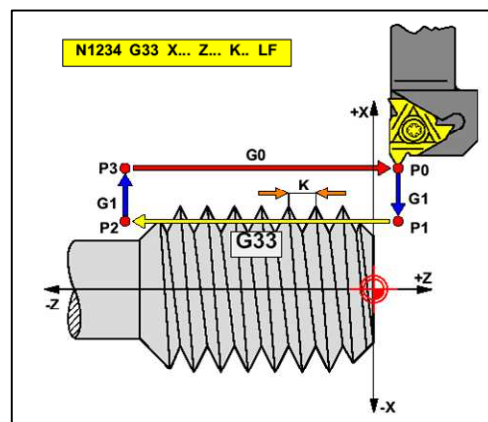
- Z, X – Последња тачка навоја
- K – корак навоја
- I – Корак навоја за чеони навој (Face thread/Plangewinde)
- I – Корак навоја за конични навој (угао конуса $> 45^\circ$)
- K – Корак навоја за конични навој (угао конуса $< 45^\circ$)
- SF – Почетна тачка офсета у степенима

G33 – нарезивање навоја:

Могуће је нарезати равне, конусне и спиралне навоје. Нарезивање навоја обавља се одговарајућим алатом, а обрада на чисту меру мора се обавити пре самог резања навоја.

Корак K или I мора бити одабран зависно од правца навоја (уздужно или чеоно).

Брзина окретања S и посмак F нису активни код G33 (100%). G33 остаје активна до поништења другом G командом (G01, G02, G03...).



Слика 30. Израда навоја[1]

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

Десни или леви навоји се програмирају дефинисањем смера обртања вретена функцијама М3/М4. Ротација и број обртаја вретена морају да се програмирају пре функције G33. За програмирање коничних навоја уносе се и X и Z координате са функцијом G33. Вишеструки навоји могу да се програмирају са офсет почетним тачкама (SF=...).

Наредба:

G33 Z... K... (K – корак навоја, Z – дубина навоја)

G97 искључење константне брзине резања

Example 1: Longitudinal Thread (Cylindrical)

```
N0130 ...  
N0140 G97 M03 S500  
N0150 G00 X22 Z4  
N0160 X18  
N0170 G33 Z-28 K1  
N0180 G00 X22  
N0190 ...
```

G63 – урезивање навоја са компензацијом стезне главе:

Нарезивање навоја обавља се без синхронизације.

Програмиране вредности S– брзина окретања вретена, F–посмак и P– корак навоја морају се прецизно дефинисати. $F(\text{mm/min}) = S(\text{o/min}) \times P(\text{mm/o})$

Када је на снази наредба G63 број окретаја и посмак су блокирани и износе 100% (не могу се мењати помоћу точкића посмака или тастера за промену броја обртаја главног вретена).

Улазак у предмет обраде са G63 захтева програмирање излаза са G63 али обрнутог смера.

Програмирање:

N10 G63 Z-50 M3 S... F... Lf

N20 G63 Z4 M4 F... Lf

G63 – за повратно кретање програмира се нови блок са G63 и релевантним смером обртања

S – број обртаја вретена;

F – помак,

M3 – смер обртања десни;

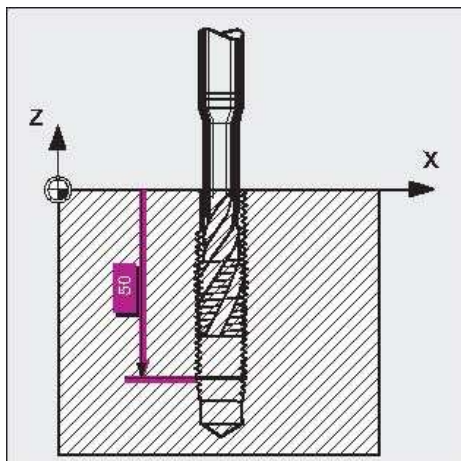
M4 – смер обртања леви;

За ову функцију потребно је радити са пливајућим стезачем. Пулсни генератор није потребан за вретено.

Прорачун помоћног кретања:

$F = \text{Број обртаја} \times \text{Корак навоја}$

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик



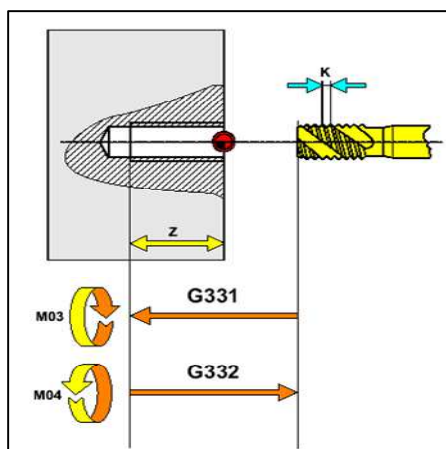
Слика 31. Урезивање навоја наредбом G63[3]

G331 / G332 – урезивање навоја без компензације стезне главе:

G331 – урезивање навоја дефинише се дубином бушења Z и кораком навоја K.

G332 – повратно кретање урезивања навоја дефинише се такође с дубином бушења Z и кораком K, а смер окретања вретена се аутоматски мења.

Пре покретања наредбе G331 мора се изградити рупа са тачним мерама, и одредити тачна позиција одакле креће наредба.



Слика 32. Урезивање навоја без компензације стезне главе [1]

SPOS=0 Lf

G331 Z-50 K2 S500 Lf

G332 Z5 K2 Lf

SPOS=0 – Промена на позиционо управљање вретеном.

G331 – Урезивање навоја

G332 – Урезивање навоја са повраћајем. Вретено мења смер обртања аутоматски.

X, Y, Z – Последња тачка навоја

I, J, K – Корак навоја. Позитиван корак (нпр. K4) десни навој, негативан (K-4) леви навој

За ову функцију, вретено мора да буде опремљено са импулсним генератором.

4.5 Компензација алата

Компензација врха резног алата:

G40 – Компензација радијуса искључена

G41 – Компензација радијуса (лева)

G42 – Компензација радијуса (десна)

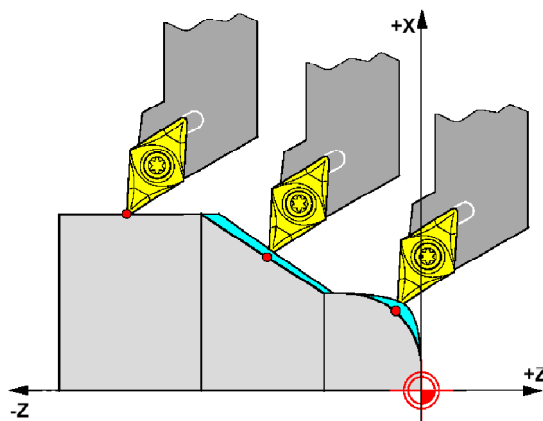
При програмирању претпоставља се да је врх оштрице резног алата једна тачка, што то уствари није. Врх резне плочице израђује се с радијусима заобљења који су стандардизовани, нпр. R 0,2 или R 0,4. Плочице се праве са заобљеним врхом оштрице а не са теоретским врхом оштрице алата., односно само програмирање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

То значи да се може усвојити следеће правило:

При обради површина паралелних и управних на осу ротације није потребно компензовати радијус врха оштрице алата јер вођење имагинарног врха оштрице алата даје исправне коначне димензије обратка.

При обради конусних површина појављује се одступање стварне од жељене контуре обратка (слике 33). При кружном кретању такође је потребно компензовати радијус врха оштрице алата јер стварни врх на заобљењима оставља вишак материјала.

При обради конусних и заобљених површина ради деловања заобљења оштрице и вођења имагинарног врха долази до одступања између задатог и стварног профила. Зато је ради коректне обраде ових површина потребно компензовати полупречник врха оштрице алата и изменити координате почетних и коначних тачака кретања алата.



Слика 33. Вишак материјала [2]

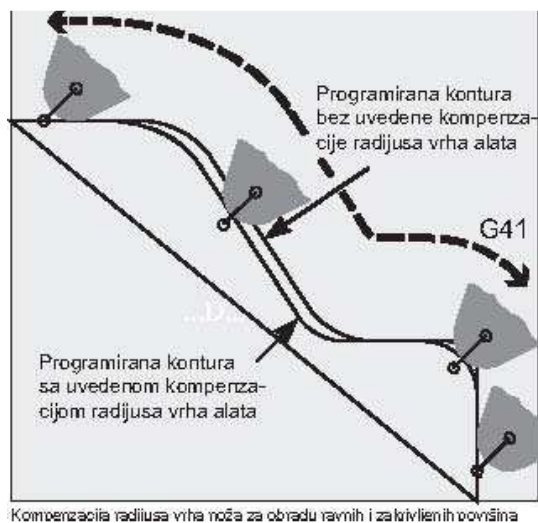
Постоје две функције за корекцију полупречника алата G41 и G42 којима се управљачкој јединици машине дају информације о кретању алата и израчунавању потребних корекција.

G42 – корекција полупречника алата десно од задате контуре

G41 – корекција полупречника алата лево од задате контуре

G40 – искључење корекције полупречника алата

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

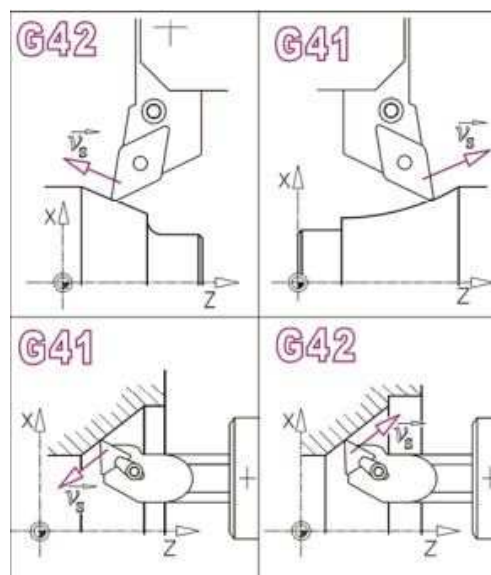


Слика 34. Путања алата са и без компензације[3]

Нека правила за постављање функција G41, G42

- избор функција G41 и G42 може се извршити само уз функције G00 или G01
- корекција није делотворна за време промене алата, већ се мора пре одредити
- довољно је применити компензацију за завршну обраду, јер код грубе обраде има још довољно додатка за обраду
- препорука се избор функције G41, G42 у почетној тачки за фино – контурно стругање, а искључење код повратка за промену алата

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 (Cuter edge position).



Слика 35. Примери позива корекција заобљења врха алата

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

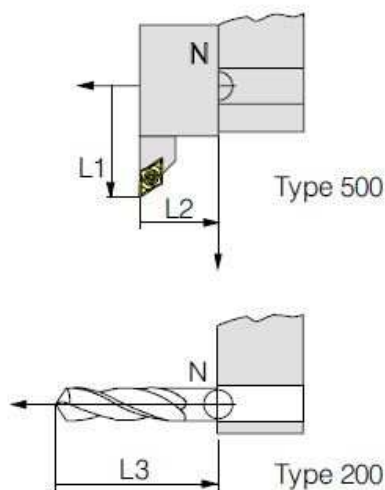
Корекције алата / Мерење алата:

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.

Овим проблемом мерења и подешавања алата у револверској глави бави се посебна служба при техничкој припреми производње. Команде у програму, за позив потребног алата са његовим мерама–корекцијама врши се помоћу функција:

T1...32000 – број алата у револверској глави

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 ЦНЦ 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 35. Мерење алата [2]

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

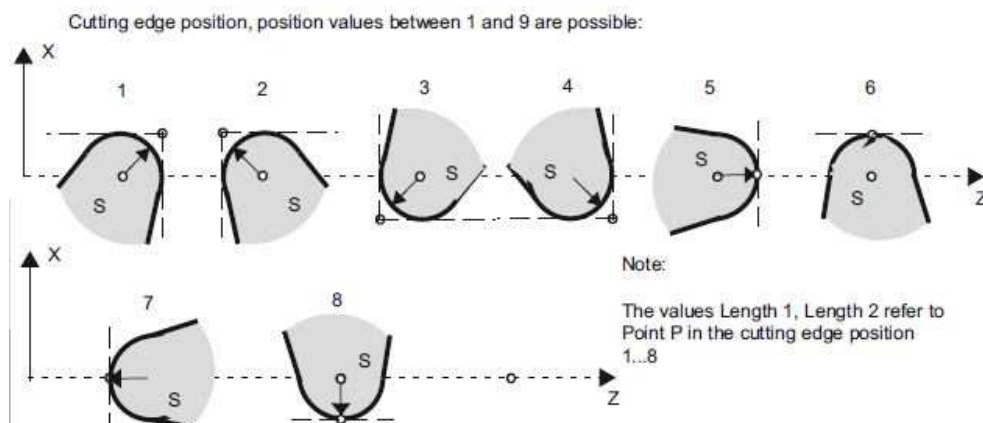
Постоје две основне методе мерења алата:

1. Метода додира (Stratch method)
2. Метода мерења помоћу оптичког уређаја [1]

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 неефикасни.

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. Наиме, позивом корекције мера алата Dd из датотеке корекција се ишчитавају корекције Lx и Lz.

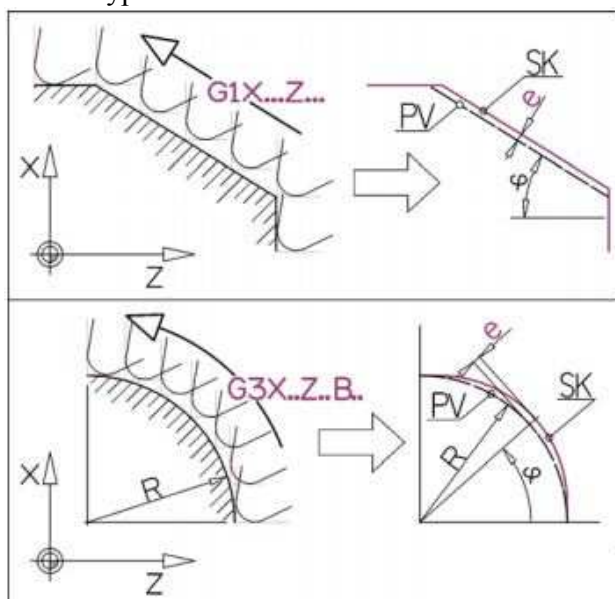
Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик



Слика 36. 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. Управљачка јединица води замишљени врх алата кроз тачну контуру, али се заправо добија померена контура.



Слика 37. Грешке обрађене контуре услед игнорисања заобљења врха алата

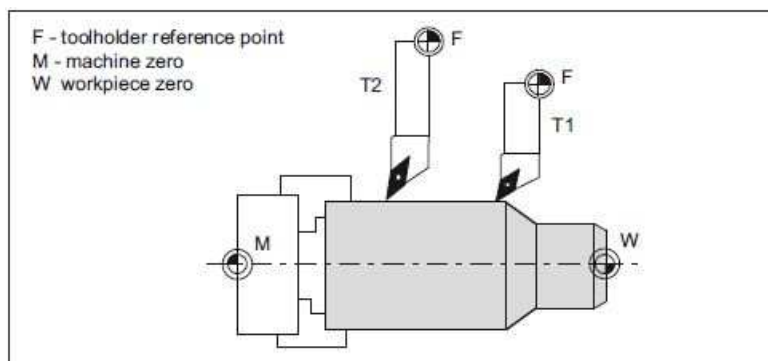
За време писања програма, не треба узимати у обзир радијус врха оштрице, дужину оштрице, као и дужину целог стругарског алата. Програмирање димензија комада се врши директно са радионичког цртежа. Током обраде предмета, геометрија алата се узима у обзир аутоматски, тако да са сваким алатом може бити обрађена програмирана контура.

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

Подаци за сваки алат се уносе посебно у меморију контролног система. У програм се позива само потребан алат са подацима о компензацији.

Геометријске димензије: Дужина и радијус

Контролни систем прорачунава компоненте одређене димензије (укупна дужина 1, укупан радијус...). Одговарајућа димензија постаје ефективна када је активна меморија компензације.



Слика 38. Офсет дужине алата

Подаци алата морају бити посебно унети у посебном простору. У програму се једноставно позива жељени алат са својим подацима о офсету. Систем контроле врши потребне компензације и на основу ових података да обрађује описан предмет.

Избор алата се одвија када је програмирана Т реч. Максимално 64 алата могу се чувати у систему контроле.

Како је врх резног алата увек заобљен, постоје непрецизности приликом обраде конуса или кружних лукова, ако се радијус оштрице не узме у обзир.

Мере врха алата дефинисане су по две осе X и Z и та тачка путује по задатим координатама NC програма. Пошто алат има радијус, а не тачку, резање обављају тангенцијалне тачке радијуса.

Код радијуса алата $R=0.4\text{ mm}$ и обраде конуса од 45° , јавља се грешка путање од 0.16 mm , односно 0.24 mm по осама X и Y.

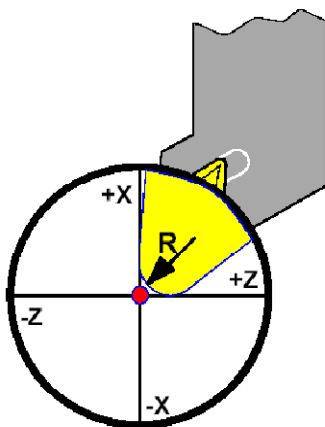
Директан прелаз из G41 у G42 није могућ, па се између те две команде мора користити команда G40. Управљачка јединица ће успешно остварити компензацију заобљења врха уколико је коректно задато G41, или G42 и ако су алати припремљени по плану алата, што значи да ће за дати алат у датотеци корекција постојати правилно унешени:

- вредност полупречника врха алата и
- тип алата (1-9), ''Тип алата код Д''.

Кодирање типа алата не значи да управљачка јединица, при кориговању путање, на било који начин уважава нападни и помоћни нападни угао алата. У режиму G41, односно G42, управљачка јединица третира алат као кружић полупречника једнаког полупречнику заобљењу врха алата и стара се да га правилно води са једне или друге стране контуре, гледано низ контуру у смеру контурне брзине.

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

Кодирање типа алата бројевима 1 до 9 служи управљачкој јединици да одреди положај центра тог кружича у односу на тачку – замишљени пресек пројекција главног и помоћног сечива у основној равни, а за који се дефинишу корекције дужина по осама X и Z. Позив G41 и G42 нема смисла када се врши обрада забушивачем, бургијом, проширивачем и развртачем.



Слика 39. Врх алата[1]

4.6 Списак главних команди и адреса

Списак M команди: (Продужено писање адресе није дозвољено за функције са звездицом)

M0*	Програмирано заустављање (Programmed Stop)
M1*	Опционо заустављање
M2*	Завршетак програма (главни програм)
M30*	Завршетак програма као M2
M17*	Завршетак потпрограма
M3	Смер обртања вретена - казаљке на сату
M4	Смер обртања вретена – супротном казаљки на сату
M5	Заустављање вретена
M6	Промена алата
M70	Промена на осни погон
M40	Аутоматска промена преноса
M41	Степен преноса 1
M42	Степен преноса 2
M43	Степен преноса 3
M44	Степен преноса 4
M45	Степен преноса 5

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

Група 2: Модалне команде кретања				
Назив	Бр.	Значење	М/Н	
G0	1.	Брзи ход	М	
G 1	2.	Линеарна интерполација	М	
G2	3.	Кружна интерполација казальке на сату	М	
G3	4.	Кружна интерполација у правцу супротном казальке на сату	М	
CIP	5.	Кружна интерполација кроз тачку	М	
ASPLINE #	6.	Акима сплајн	М	
BSPLINE #	7.	Б сплајн	М	
CSPLINE #	8.	Кубни сплајн	М	
POLY ##	9.	Полиномна интерполација	М	
G33	10.	Резање навоја са константним кораком	М	
G331	11.	Круто урезивање навоја	М	
G332	12.	Повратак (круто урезивање навоја)	М	
G58		Аксијално-програмиран апсолутни нулти офсет	М	
G59		Аксијално-програмиран додатни нулти офсет	М	
OEMIPO1 ###	13.	ОЕМ интерполација 1 *)	М	
OEMIPO2 ###	14.	ОЕМ интерполација 2 *)	М	
Група 2:Немодалне команде кретања, време застоја (dwell time)				
G4	1.	Претходно подешено време застоја	Н	
G63	2.	Урезивање навоја без синхронизације	Н	
G74	3.	Референтна тачка приступа са синхронизацијом	Н	
G75	4.	Приступ фиксној тачки	Н	

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

REPOSL	5.	Репозиционирање на контури, линеарно	Н	
REPOSQ	6.	Репозиционирање на контури у четвртини круга	Н	
REPOSH	7.	Репозиционирање на контури у полукругу	Н	
REPOSA	8.	Репозиционирање на контури са свим осама	Н	
REPOSQ A	9.	Репозиционирање свим осама, геометријске осе у четвр. круга	Н	
REPOSH A	10.	Репозиционирање на контури са свим осама, геометријске осе у полукругу	Н	

Група 3: Уписивање у меморију				
Назив	Бр.	Значење	М/Н	
TRANS	1.	TRANSLATION: програмирано померање	Н	
ROT	2.	ROTATION: Програмирано померање	Н	
SCALE	3.	SCALE: Програмирано скалирање	Н	
MIRROR	4.	MIRROR: Програмирано пресликавање	Н	
ATRANS	5.	Додатно померање	Н	
AROT	6.	Програмирана додатна ротација	Н	
ASCALE	7.	Програмирано додатно скалирање	Н	
AMIRROR	8.	Програмирано додатно пресликавање	Н	
TOFRAME	9.	Пост. Актуелног прог. оквира у коорд. систем алата	Н	
G25	10.	Мин. огран. радног подручја/огр. бр. обрт. вретена	Н	
G26	11.	Макс. огран. радног подручја/огр. бр. обрт. вретена	Н	
G110	12.	Програмирање пола у односу на посл. прог. положај	Н	
G111	13.	Програмирање пола у односу на актуелни WCS	Н	

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

G112	14.	Програмирање пола у односу на посл. Важећи пол	н	
------	-----	--	---	--

Група 6: Избор равни

G17	1.	Избор равни 1. - 2. геометријска оса	м	
G18	2.	Избор равни 3. - 1. геометријска оса	м	
G19	3.	Избор равни 2. - 3. геометријска оса	м	

Група 7: Компензација радијуса алата

Назив	Бр.	Значење	м/н	
G40	1.	Без компензације радијуса алата	м	
G41	2.	Компензација радијуса алата лево од контуре	м	
G42	3.	Компензација радијуса алата десно од контуре	м	

Група 8: Подесиви нулти офсети

G500	1.	Деселекција G54 - G5xx, ресетовање подесивог <i>frame</i> -а	м	
G54	2.	1. подесиви офсет нулте тачке	м	
G55	3.	2. подесиви офсет нулте тачке	м	
G56	4.	3. подесиви офсет нулте тачке	м	
G57	5.	4. подесиви офсет нулте тачке	м	
G5xx	п-ти	п-ти подесиви офсет нулте тачке	м	
G599	100.	100. подесиви офсет нулте тачке	м	

Група 9: Укидање *frame*-а

G53	1.	Укидање текућег <i>frame</i> -а	н	
SUPA	2.	Укидање текућег нултог офсета, укључујући програмиране и ручним точком покренуте офсете (DRF), спољашњи нулти офсет и PRESET офсет.		

Група 10: тачно заустављање и мод континуалне путање

G60	1.	Снижење брзине, тачно позиционирање	м	
G64	2.	Мод континуалне путање	м	
G641	3.	Мод конт. путање	м	

Група 13: Димензионисање радног комада

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

inch/metric				
G70	1.	Улазни систем - инчи	М	
G71	2.	Улазни систем - метрички	М	
Група 14: Димензионисање радног комада апсолутно/инкрементално				
G90	1.	Апсолутни унос мера	М	
G91	2.	Ланчани унос мера	М	
Група 15: Врста корака				
G93 #	1.	Корак који означава реципрочно време помицања	М	
G94	2.	Линеарни корак у mm/min, inč/min	М	
G95	3.	Корак по обртају у mm/o, inč/o	М	
G96	4.	Константна брзина резања ON		
G97	5.	Константна брзина резања OFF		

5. Циклуси и потпрограми

У принципу, потпрограм има исту структуру као програм. Састоји се од НЦ блокова са командама о кретањима и променама. У суштини не постоји разлика између главног програма и потпрограма. Потпрограм садржи, било машинске операције или низове операција које се изводе више пута. Често поновљени обрадни поступци су ускладиштени у потпрограме, нпр. одређене контуре (облици). Коришћење потпрограма дозвољава формирање сложенијих програмских структура за обраду одређеног дела

Ови потпрограми се позивају на одговарајућим локацијама у главном програму и онда извршавају. Један облик потпрограма је обрадни циклус. Машинске циклуси садрже универзално важећи обрадни сценарио. Додељивањем вредности путем укључених преносних параметара, потпрограм се може прилагодити за конкретну примену на обратку. Потпрограм може бити позван и извршен у сваком главном програму.

Као и главни програми, потпрограми садрже М2 – крај програма, или М17 (скок уназад) у последњем блоку програмског низа. То значи повратак на програмски ниво одакле је позван потпрограм. Инструкција RET може бити искоришћена за крај потпрограма уместо команде М2. RET мора бити програмиран у одвојеном блоку.

RET инструкција се користи када G64 мод (континуална путања) не треба да се прекине повратком. Са М2 и М17, G64 је прекинут, а тачно заустављање је покренуто.

М17 функција се не сме писати самостално у потпрограму, уместо тога мора се користити нека команда кретања (G01, G 02...), нпр. G1 X=YY M17.

Потпрограму се даје јединствено име омогућавајући да се из неколико потпрограма. Када се креира програм, програмско име се може слободно одабрати под условом да су испоштоване следеће одредбе:

Прва два симбола морају бити слова.

Максимално се може користити 31 симбол.

Иста правила важе као и за имена главних програма.

Такође је могуће користити и адресу L ... у потпрограмима. Вредност може имати 7 децималних места (само цели бројеви). Са адресом L, водеће нуле су значајне за разликовање. Пример три различита потпрограма:

N10 L123

N20 L0123

N30 L00123

Техника потпрограма:

N10 TRANS X0 Z150

N20 L20

N30 TRANS X0 Z140

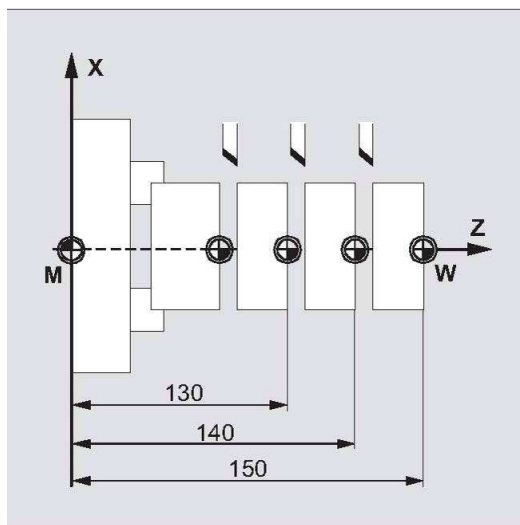
N40 L20

N50 TRANS X0 Z130

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

N60 L20

Poziv potprograma L...



Слика 40. Обрада у неколико корака [3]

Потпрограми су позвани у програм (главни или потпрограм), са њиховим именима. Да би се то урадило, потребан је одвојени блок. Пример:

N10 L785 ; Позив потпрограма L785

N20 SHAFT7 ; Позив потпрограма SHAFT7

Понављање програма:

Ако потпрограм треба да се изврши неколико пута заредом, потребно је написати број понављања у блоку позива потпрограма, након имена потпрограма, под адресом P. Могуће је максимум од 9999 циклуса. Пример:

N10 L785 P3 ; Позив потпрограма L785, 3 циклуса

Параметри се преносе само када се зове програм, односно при првом покретању. Параметри остају непромењени за преостала понављања. Ако је потребно да се промене параметри у току програмског понављања, мора да се направи одговарајућа одредба и потпрограму.

Уместо коришћења потпрограма, могуће је поновити делове постојећег програма у било ком редоследу. Блок или делови програма који се понављају су идентификовани по ознакама. Програмирање понављања блока:

Програмска линија идентификована ознаком понавља се $P=n$ пута. Ако P није наведено, одељак програма понавља тачно једном. Након последњег понављања, програм се наставља на линији xxx након REPEATB линије.

LABEL: xxx

ууу

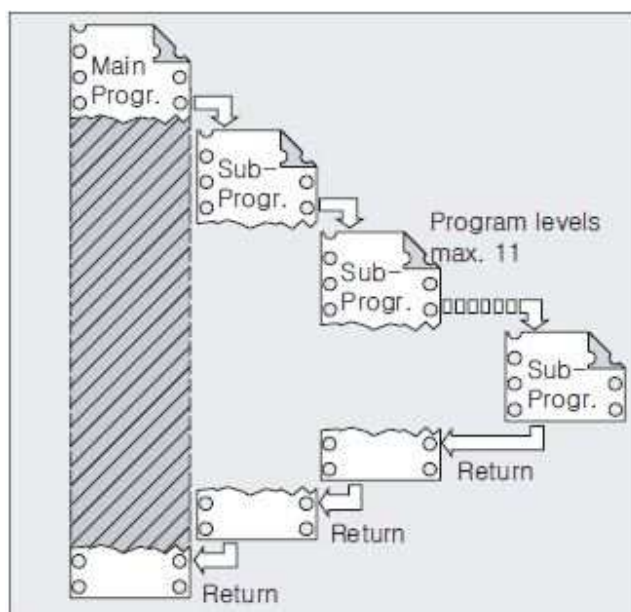
REPEAT LABEL P=n

zzz

Потпрограми такође могу бити позвани из потпрограма, не само из главног програма. Све у свему, до 12 нивоа програма су доступни за овај тип убацивања, укључујући и ниво

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

главног програма. Ово значи да до 11 угњеждених позива потпрограма може се издати из главног програма.



Слика 41. Нивои потпрограма [5]

Модалне G функције могу да се промене у потпрограму, нпр. G90 -> G91. При повратку у позивање програма, треба обезбедити да су све модалне функције подешене како треба да буду.

Главни програм такође може бити позван као потпрограм. Крај програма у главном програму са M30 се у овом случају вреднује као M17 (крај програма са повратком на позивање програма). Програм се позива дефинишући име програма, нпр. N10 MPF739 или N10 WELLE3. Потпрограм такође може бити покренут као главни програм.

Периодични обрадни низови су једном програмирани у потпрограму. Примери, обухватају одређене контурне облике који се понављају и обрадне циклусе.

5.1 Циклуси

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 потпрограм 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.

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

Позив и услови повратка:

G функција која је на снази пре позива циклуса као и програмабилни офсет остају активни и иза циклуса. Пре позивања циклуса дефинисане су равни G17 за циклусе бушења и G18 за циклусе стругања. Код циклуса бушења, операција бушења се спроводи у оси вертикалној на тренутну раван.

Излазне поруке приликом извршења циклуса:

Током различитих циклуса, поруке које се односе на стање обраде, се приказују на екрану система контроле током извршавања програма. Ове поруке не прекидају извршавање програма и настављају да се приказују на екрану док се не појави следећа порука.

Текстови поруке и њихово значење су наведени заједно са циклусом на који се односе. Позив циклуса се приказује у тренутном блоку за време трајања циклуса. Параметри за дефинисање циклуса могу се пренети преко листе параметара приликом позивања циклуса. Позиви циклуса морају увек да се програмирају у посебном блоку.

Параметар који се користи мора бити наведен када се зове циклуса. Следеће може да се пренесе у листи параметара:

- R параметри (нумеричке вредности)
- константе

Ако се користе R параметри у листи параметара, њима се прво морају доделити вредности у позиваном програму.

Поступак за позивање циклуса:

- са непотпуном листом параметара
- изостављајући параметре

Ако су параметри преноса изостављени на крају листе параметара, листа параметара мора да буде превремено завршена "). Ако неки параметри буду изостављени са листе, зарез "... , ... " мора бити написан на његовом месту. Приликом позивања циклуса, уколико листа параметара садржи више уноса него дефинисаних параметара у циклусу, уопштени НЦ аларм 12340 "Превише параметара" се приказује и циклус се неће извршити.

Програми са позваним циклусом се могу прво тестирати приликом симулације. Током симулације, покрети кретања циклуса су визуелно приказани на екрану. [5]

Циклуси бушења:

Циклуси бушења су низови кретања наведени према DIN 66025 за бушење, урезивање навоја, итд. Они су позвани у облику потпрограма са дефинисаним именом и списаком параметара. Сви они прате другачији технолошки поступак и стога су параметризовани различито. Циклуси бушења могу бити ефективни модално, односно они су извршени на крају сваког блока који садржи команде кретања.

Постоје две врсте параметара:

- геометријски параметара
- обрадни параметри

Геометријски параметри су идентични у свим циклусима бушења. Они дефинишу референтну и раван повлачења, безбедан прилаз алата и апсолутну или релативну коначну

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

дубину бушења. Геометријски параметри се једном додељују током првог циклуса бушења CYCLE82.

Обрадни параметри имају другачије значење и утицај у појединачним циклусима. Стога су они програмирани у сваком циклусу посебно.

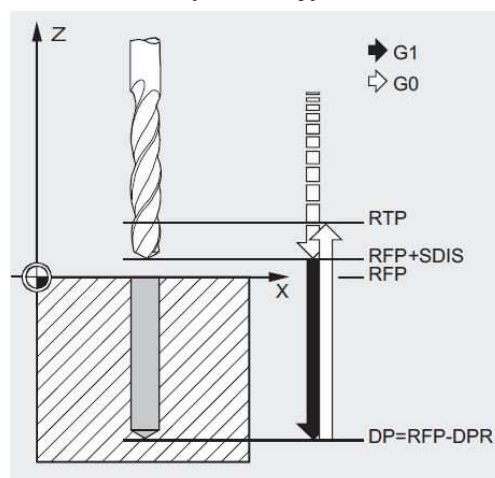
Циклуси бушења су програмирани независно од имена оса (X, Z). Позицијама бушења мора се приступити у програму вишег нивоа пре него што се циклус позове. Потребне вредности за корак, брзину вретена и смер ротације вретена морају бити програмирани у делу програму, ако нема дефинишућих параметара у циклусу бушења. G функције и тренутни запис података који су били активни пре позива циклуса остају активни и након циклуса.

RTP – раван повратка

RFP – референтна раван (апсолутна)

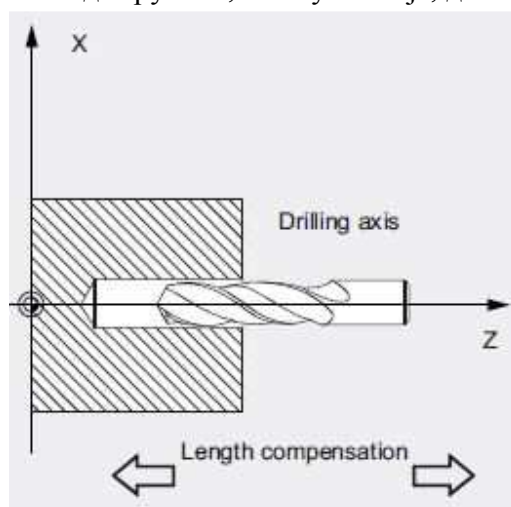
SDIS – безбедно растојање (уноси се без знака)

DP – завршна дубина бушења



Слика 41. Циклус бушења и главне равни [3]

У случају циклуса бушења, генерално се претпоставља да је тренутни координатни систем радног предмета у којем се изводи операција обраде, дефинисан избором равни G17 и активирањем програмабилног офсета. Оса бушења је увек оса овог координатног система која стоји вертикално на тренутну раван. Компензација дужине алата мора бити изабрана пре него што се циклус зове. Код стругања, оса бушења је, дакле, Z оса.



Слика 42. Оса бушења код стругања и компензација алата[5]

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

Параметри за време задржавања у циклусима бушења су увек одређени адресом F и стога се морају доделити вредности у секундама. Било каква одступања од ове процедуре морају бити изричито наведена.

Бушење, центрирање CYCLE81 и CYCLE82 бушења, проширивања:

Циклус „бушење, центрирање“ израђује једниставне рупе. Када се достигне завршна дубина рупе, може да се активира време застоја 'dwell time' (циклус 82). Програмирање: CYCLE81 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR)

RTP – раван повратка апсолутна

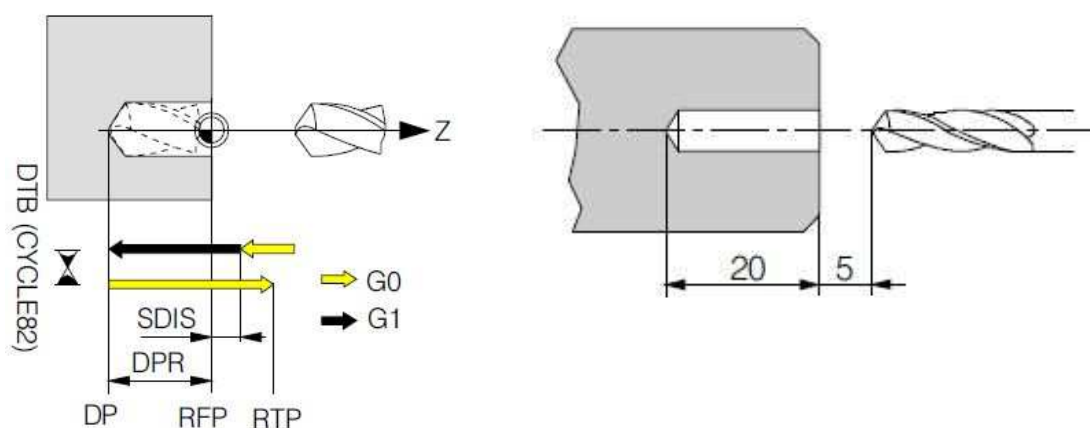
RFP – референтна раван (апсолутна), површина на којој је нулта тачка W

SDIS – безбедно растојање (уноси се без знака)

DP – Завршна дубина бушења (укупна дужина бушења)

DPR - Завршна дубина бушења (површина до које се буши од референтне површине)

DTB – dwell (време задржавања у секундама за вађење струготине), само за циклус 82



Слика 43. Циклус 81[2]

Пример програмирања:

G54

TRANS Z70

G17

T8 D1

G95 S1000 M3 F0.12

G0 X0 Z5

Cycle 81 (5, 0, 2, -20, 0)

G0 X100 Z10

G18

M30

Cycle params:		CYCLE81
Retract plane	RTP	5.
Ref. plane	RFP	0.
Safety dist.	SDIS	5.
Fin.dr.depth	DP	-20.
Depth incr.	DPR	0.

CYCLE 83 – Циклус за дубоко бушење:

Код дубоког бушења рупа, бургија не може из једног пролаза да направи укупну дубину. За то је потребно прекидање рада и вађење бургије због вађења струготине, хлађења алата и обратка. Фиксни циклус "Дубоко бушење" израђује рупе до завршне дубине бушења са

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

извођењем дубине у неколико корака са максималном вредношћу која може да се програмира. Бургија се може повући до референтне равни после сваког продирања у циљу избацивања материјала или по 1 mm сваког пута за ломљење струготине. Програмирање: CYCLE83 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, FDEP, FDPR, DAM, DTB, DTS, FRF, VARI)

RTP – равна повратка

RFP – референтна равна (апсолутна), површина на којој је нулта тачка W

SDIS – сигурносно одстојање (у брзом ходу)

DP – укупна дубина бушења

DPR - Завршна дубина бушења (површина до које се буши од референтне површине)

FDEP – апсолутна дубина првог бушења

FDPR – релативна дубина првог бушења (корак)

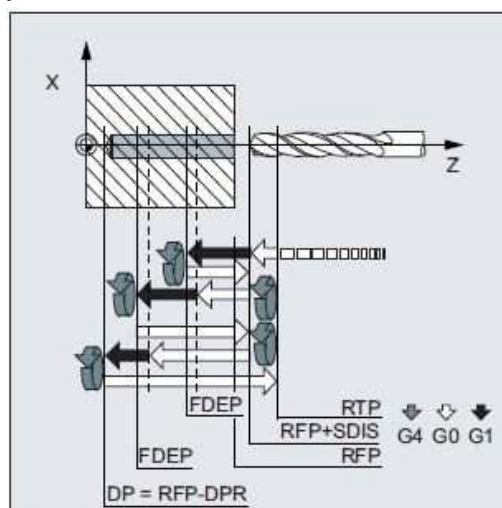
DAM – вредност смањења корака

DTB – време чекања на дну рупе у секундама

DTS – време чекања пре наставка бушења

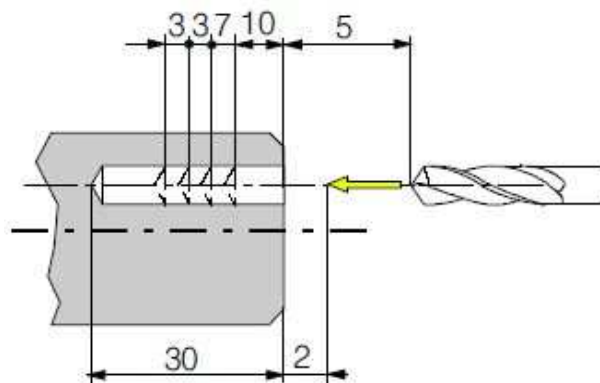
FRF – фактор смањења корака при наставку бушења

VARI – варијанта израде рупе



Слика 44. Циклус 83 [2]

Пример програма:



G54

TRANS Z70

G17

T8 D1

G95 S1000 M3 F0.12

G0 X0 Z5

CYCLE 83 (5, 0, 2, -30, 0, -10, 0, 3, 0, 0, 1, 0, 1, 1, 0, 0, 0)

G0 X100 Z10

G18 M30

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

Циклус за обраду навоја CYCLE84:

Израђује рупе са навојем без коришћења пливајућег стезача. Овај фиксни циклус може да се примени само уколико назначено вретено за бушење може да ради у позиционо управљаном начину рада. Позивом циклуса 84 за урезивање навоја отвара се таблица циклуса са његовим параметрима.

CYCLE84 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB, SDAC, MPIT, PIT, POSS, SST, SST1)

RTP – Повратна референтна равна

RFP – референтна равна (апсолутна), површина на којој је нулта тачка W

SDIS – сигурносно одстојање

DP – укупна дубина бушења

DPR – завршна дубина бушења (површина до које се буши од референтне површине)

DTB – dwell (време задржавања у секундама за вађење струготине)

SDAC – смер вратила по завршетку циклуса

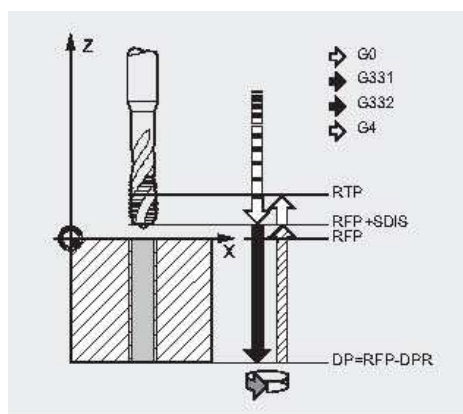
MPIT – корак навоја у номиналној вредности 3 (за M3)

PIT – корак навоја у mm; 0.001 ... 2000.000

POSS – положај вретена за оријентисано заустављање вретена у циклусу (у степенима)

SST – брзина урезивања навоја

SST1 – брзина повратка



Cycle params: CYCLE84		
Retract plane	RTP	5.
Ref. plane	RFP	0.
Safety dist.	SDIS	1.
Fin.dr.depth	DP	-25.
Depth incr.	DPR	0.
Dwell time	DTB	0.
Dir. of rot.	SDAC ☒	4
Thread lead	MPIT	0.
Thread lead	PIT	1.
Spindle pos.	POSS	0.
Speed	SST	300.
Speed retr.	SST1	300.

Слика 45. Циклус 84 и таблица параметара

Циклус 840 за обраду навоја помоћу стезне главе:

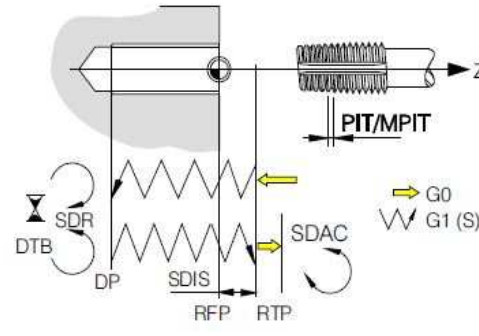
CYCLE84 се користи за израду навоја без компензације стезне главе. За израду навоја са компензацијом стезне главе користи се циклус 840. Редослед поступака:

- Пре извршења циклуса алат мора бити позициониран изнад рупе ($X=0$).
- Приближавање рупи у брзом ходу
- Урезивање до краја рупе DP програмираном брзином вретена
- Заустављање на дну рупе (dwell time)
- Промена смера обртања вретена са SDR
- Брзи повратак до сигурносног одстојања
- Одмицање до повратне површине у брзом ходу
- Намештање правца вратила SDAC

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

CYCLE840 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB, SDR, SDAC, ENC, MPIT, PIT)

Cycle params: CYCLE840		
Retract plane	RTP	0.
Ref. plane	RFP	0.
Safety dist.	SDIS	0.
Fin.dr.depth	DP	0.
Depth incr.	DPR	0.
Dwell time	DTB	0.
Direction of	SDR ☒	3
Dir. of rot.	SDAC ☒	4
Operation	ENC ☒	1
Thread lead	MPIT ☒	0.
Thread lead	PIT	0.



Слика 46. Циклус 840 урезивање навоја са компензацијом стезне главе и листа параметара [1]

RTP – Повратна референтна раван

RFP – референтна раван (апсолутна), површина на којој је нулта тачка W

SDIS – сигурносно одстојање

DP – укупна дубина бушења

DPR – завршна дубина бушења (површина до које се буши од референтне површине)

DTB – dwell (време задржавања у секундама за вађење струготине)

ENC – употреба енкодера

SDAC – смер вртила по завршетку циклуса

MPIT – корак навоја у номиналној вредности 3 (за M3)

PIT – корак навоја у mm; 0.001 ... 2000.000

Циклус за развртање CYCLE85:

У фиксном циклусу "CYCLE85 изводи се долазно и повратно кретање са тачно одреженим помоћним кретањем у зависности од релевантних параметара. Овај циклус се може користити за развртање рупа.

CYCLE85 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB, FFR, RFF)

RTP – Повратна референтна раван

RFP – референтна раван (апсолутна), површина на којој је нулта тачка W

SDIS – сигурносно одстојање

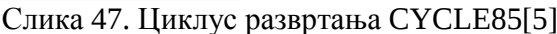
DP – укупна дубина бушења

DPR – завршна дубина бушења (површина до које се буши од референтне површине)

DTB – dwell (време задржавања у секундама за вађење струготине)

FFR – помак

RFF – помак повратног кретања



Пример програма:

CYCLE85 се позива у Z70 X0. Оса бушења је Z оса. Вредност за коначну дубина бушења у позиву циклуса је програмирана као релативна вредност; нема програмираног задржавања. Горња ивица обратка је у Z0.

N10 G90 G0 S300 M3

N20 T3 G17 G54 Z70 X0 ; Прилазак позицији бушења

N30 CYCLE85(10, 2, 2, , 25, , 300, 450) ; Позив циклуса, није програмирано време задржавања

N40 M2

Циклуси стругања:

G функције активне пре позива ciklusa остају активне и после ciklusa. Обрадна ravan мора бити дефинисана пре позив ciklusa. Код стругање, то је обично G18 (ZX ravan). У ciklusима стругања, са активним програмирањем пречника, друга оса се узима у обзир као попречна оса у свим случајевима.

Циклус за усеке CYCLE93:

Фиксни циклус за усеке омогућује израду симетричних и асиметричних усека код уздужних и чеоних операција на било којим правим елементима контуре. Могу да се израђују спољашњи и унутрашњи усеци.

Програмирање:

CYCLE93 (SPD, SPL, WIDG, DIAG, STA1, ANG1, ANG2, RCO1, RCO2, RCI1, RCI2, FAL1, FAL2, IDEP, DTB, VARI)

SPD – Почетна тачка у чеonoј оси (уноси се без знака)

SPL – Почетна тачка контуре/навоја у уздужној оси

WIDG – Ширина жлеба (уноси се без знака)

DIAG – Дубина жлеба (уноси се без знака)

STA1 – Почетни угао (вредност од -180 до 180°)

ANG1 – Угао бока 1 на страни која је дефинисана почетном тачком (уноси се без знака)

ANG2 – Угао бока 2 на другој страни (уноси се без знака)

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

RCO1 – Радијус/закошење 1, спољашње: на страни дефинисаном почетном тачком

RCO2 – Радијус/закошење 2, спољашње

RCI1 – Радијус/закошење 1, унутрашњи: на страни почетне тачке

RCI2 – Радијус/закошење 2, унутрашњи

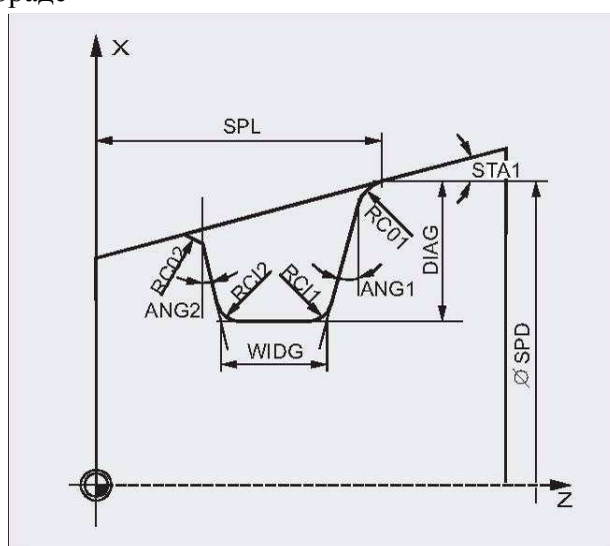
FAL1 – Завршни додатак у основи усека

FAL2 – Завршни додатак на боковима

IDEP – додатак за обраду (уноси се без знака)

DTB – CYCLE93: Време застоја у основи усека

VARI – Врста (мод) обраде



Слика 49. Параметри код циклуса за израду усека при уздужној обради

Стартна тачка: SPD и SPL

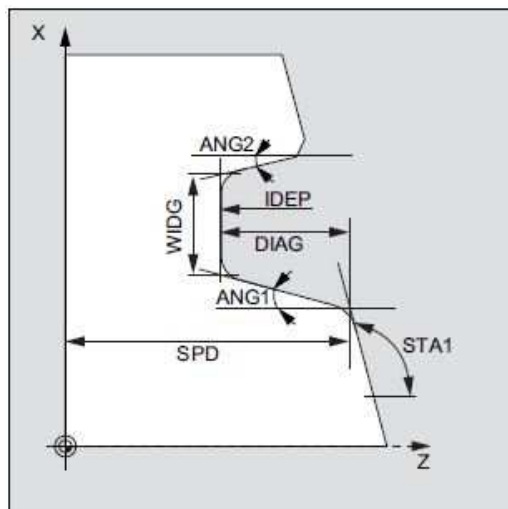
Ове координате се могу користити да се дефинише почетна тачку жлеба, од које се израчунава форма у циклусу. Циклус одређује своју полазну тачку. За спољашњи усек, кретање почиње у правцу уздужне осе, а за унутрашњи жлеб у правцу осе чела.

Параметри, ширина жлеба (WIDG) и дубина жлеба (DIAG), се користе за дефинисање облика жлеба. У свом обрачуну, циклус увек претпоставља тачку програмирану под SPD и SPL.

Ако је ширина жлеба већа од активног алата, ширина се уклања у неколико корака. Када се то ради, цела ширина се распоређује циклусом једнако. Максимални улаз је 95% ширине алата по одбитку радијуса оштрице. Ово обезбеђује преклапање резања. Ако програмирана ширина жлеба је мања од ширине стварног алата, порука о грешци 61602 "Tool width defined incorrectly" се појављује и обрада је прекинута. Аларм ће се такође појавити је детектована ширина резне ивице једнака нули у циклусу.

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

Пример програма:

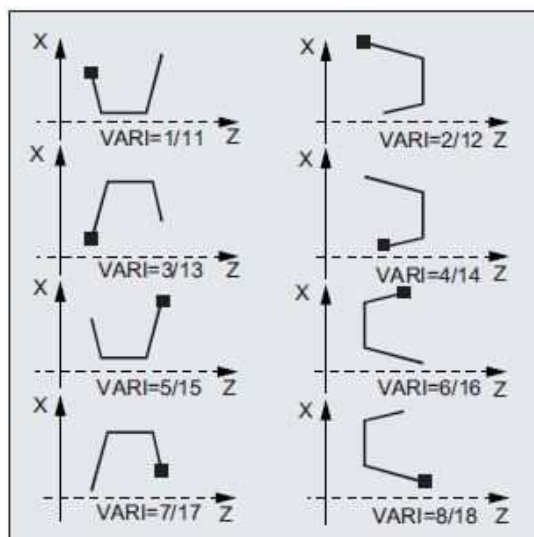


G90 G95 G18; апсолутне димензије у Z/X равни
корак у обртајима
T8; позив алата
M01; опциони стоп
M3 S1000; брзина вретена
M08; расхладна течност укључена
G0 X50 Z10; стартна тачка пре почетка циклуса
G1 F0.1; радни ход и корак
CYCLE93 (30.00000, -24.00000, 7.00000, 5.00000, ,
, ,1.00000, 1.00000, , , 0.20000, 0.20000, 1.50000,
0.20000, 5, 1.00000); Позив циклуса
G0 X50
Z100; повратак на безбедну позицију
M9; расхладна течност искључена [5]

Врста машинске обраде жлеба дефинисана је јединицама параметра VARI параметра. VARI су комбинације бројева од 01 до 018 одређује како се обарања ивица узимају у обзир (положај ножа у односу на предмет обраде).

VARI 1 ... 8: обарање ивица се израчунава као CHF

VARI 11 ... 18: обарање ивица се израчунава као CHR

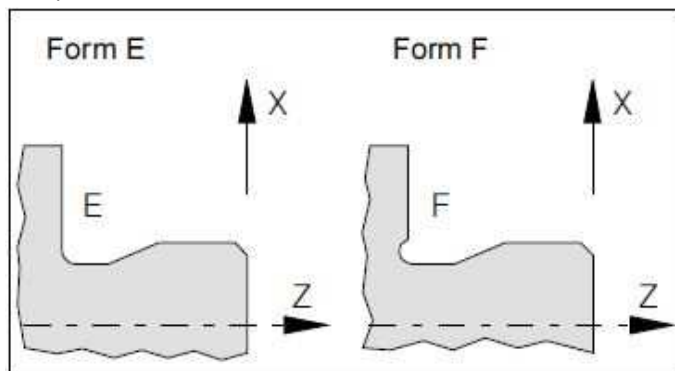


Слика 49. Варијанте израде жлеба[5]

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

Циклус за израду жлеба, CYCLE94:

Са овим фиксним циклусом израђују се жлебови по DIN 509 облика E и F за делове са пречником преко 3 mm.



Слика 50. Две варијанте израде жлеба [2]

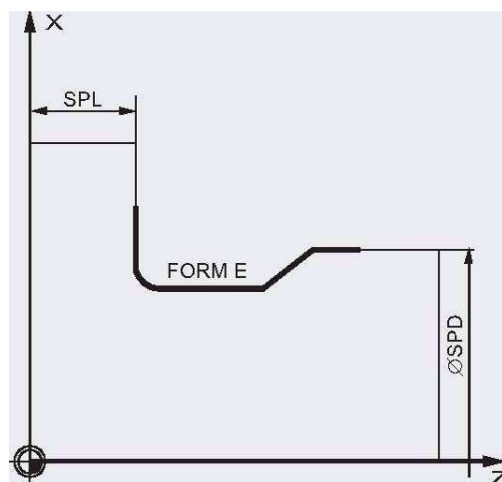
Почетни положај може бити било која позиција од које се може приступити жлебу без судара. Програмирање:

CYCLE94 (SPD, SPL, FORM)

SPD – Почетна тачка у чеonoј оси (уноси се без знака)

SPL – Почетна тачка контуре/навоја у уздужној оси

FORM – Дефиниција облика жлеба E или F



Слика 51. Параметри за израду жлеба код циклуса

Параметар SPD се користи да се одреди пречник за жлеб. SPL параметар дефинише завршну димензију на уздужној оси. Пример програма:

N10 T1 D1 S300 M3 G95 F0.3 ; Спецификација технолошких вредности

N20 G0 G90 Z100 X50 ; Одређивање стартне тачке

N30 CYCLE94(20, 60, "E",); Позив циклуса

N40 G90 G0 Z100 X50 ; Прилазак следећој позицији

N50 M02 [5]

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

Циклус за уклањање материјала CYCLE95:

Ово је врло користан и често коришћен циклус за аутоматско скидање слојева материјала где сама машина, на основу задатих параметара, скида слојеве материјала до задате контуре која се посебно пише и спрема као потпрограм. Контуру је могуће нацртати и у Free Contour моду и спремити као потпрограм. [1]

Са фиксним циклусом за уклањање материјала израђује се контура која је програмирана у потпрограму од пуног материјала помоћу паралелних корака скидања материјала. Контура може да укључи 'relief-cut' елементе. Технологија (груба/ завршна/ комплетна обрада) је по избору. Циклус може да се позове са било ког положаја који не може да узрокује судар. Могуће је обрађивати контуре уздужно и попречно, било унутрашње или спољашње. Груба обрада се врши до коначног програмираног додатка за обраду. Завршна обрада се врши у истом смеру као и груба обрада. Компензација радијуса алата се поставља и брише аутоматски у циклусу.

Програмирање:

CYCLE95 (NPP, MID, FALZ, FALX, FAL, FF1, FF2, FF3, VARI, DT, DAM)

NPP – назив програма контуре

MID – максимална дубина хода (уноси се без знака)

FALZ – завршни додатак уздужној обради (без знака)

FALX – Завршни додатак у чеоној обради (без знака)

FAL – тачан завршни додатак за контуру (без знака)

FF1 – корак за грубу обраду без позадног стругања (relief cut)

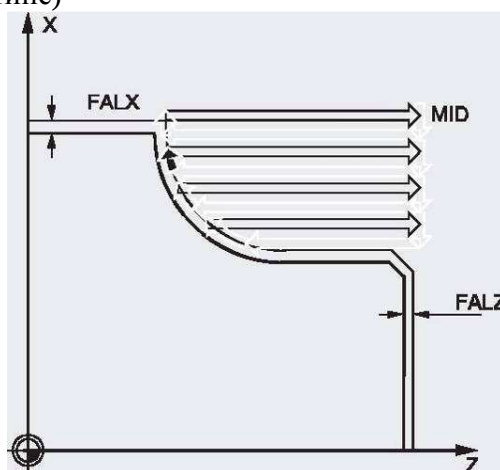
FF2 – корак за усецање за позадно стругане елементе

FF3 – корак за завршну обраду

VARI – врста (мод) обраде

DT – време застоја за ломљење струготине током грубе обраде

DAM - CYCLE95: дужина путање после које се при сваком грубом пролазу кретање прекида (ломљење струготине)

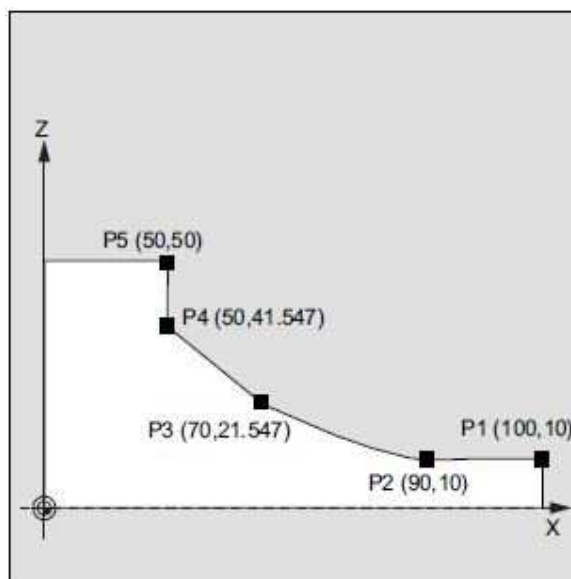


Слика 52. Кораци кретања и параметри код фиксног циклуса за уклањање материјала

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

Пример програма:

```
N110 G18 DIAMOF G90 G96 F0.8
N120 S500 M3
N130 T1 D1
N140 G0 X70
N150 Z160
N160 CYCLE95 ("START: END",2.5, 0.8,
0.8,0, 0.8, 0.75, 0.6, 1, , , ); Позив циклуса
N170 G0 X70 Z160
N175 M02
START:
N180 G1 X10 Z100 F0.6
N190 Z90
N200 Z70 ANG=150
N210 Z50 ANG=135
N220 Z50 X50
END:
N230 M02 [5]
```



Жлеб код навоја CYCLE96:

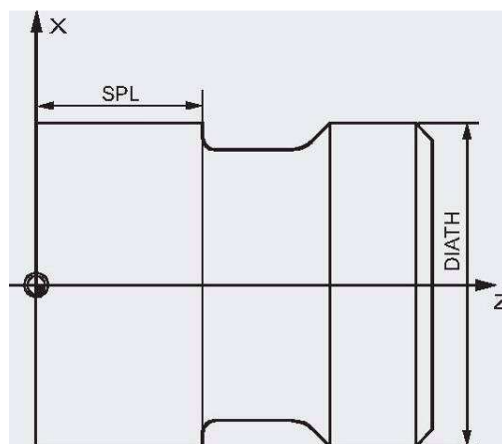
Са овим фиксним циклусом израђују се облици жлебова А, В, С, D у сагласности са DIN 76 за делове са метричким ISO навојем у величинама од M3 до M68.

CYCLE96 (DIATH, SPL, FORM)

DIATH – називни пречник, спољашњи пречник навоја

SPL – Почетна тачка контуре/навоја у уздужној оси

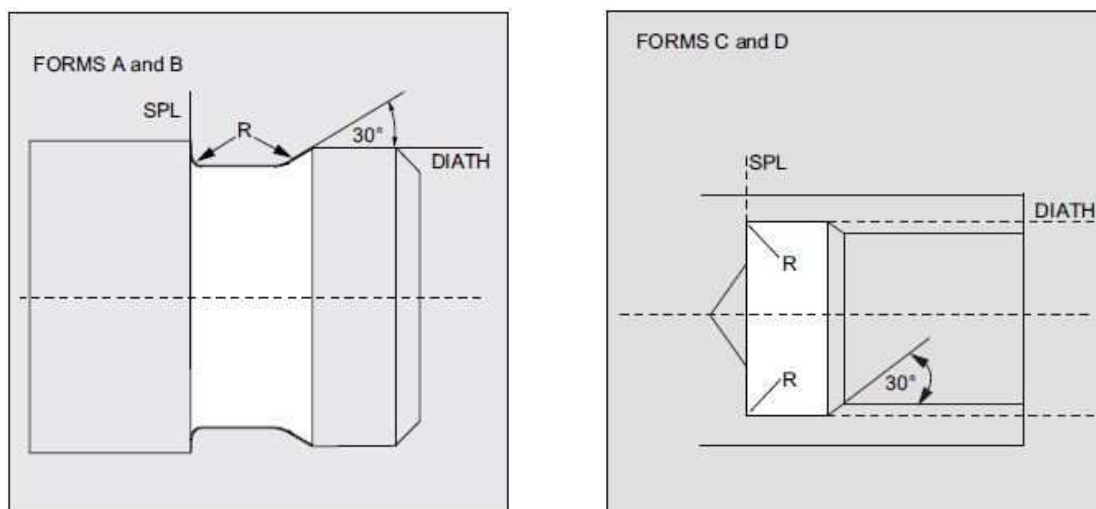
FORM – Дефиниција облика жлеба Е или F



Слика 53. Параметри за фиксни циклус израде жлеба код навоја [3]

Опције укопавања облика А и В су дефинисани за спољашњи навој. Облик А за стандардне дужине излаза ножа, а облик В за краће излазе. Облици С и D су за унутрашњи навој.

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик



Слика 54. Форме излаза навоја

Резање навоја, CYCLE97:

Са фиксним циклусом "резање навоја" израђују се цилиндрични и конични спољашњи и унутрашњи навоји код уздужних и чеоних операција, како једноходне тако и вишеходне. Претпоставка за коришћење овог фиксног циклуса је вретено са контролисаном брзином са позиционим мерним системом. У случају вишеходних навоја, појединачни навоји се раде један после другог.

CYCLE97 (PIT, MPIT, SPL, FPL, DM1, DM2, APP, ROP, TDEP, FAL, IANG, NSP, NRC, NID, VARI, NUMTH)

PIT – корак навоја у mm; 0.001 ... 2000.000

MPIT – корак навоја у номиналној вредности 3 (за M3)

SPL – Почетна тачка контуре/навоја у уздужној оси

FPL – Последња тачка контуре/навоја у уздужној равни

DM1 – Пречник навоја на почетној тачки

DM2 – Пречник навоја на последњој тачки

APP – Долазна путања (уноси се без знака)

ROP – Излазна путања (уноси се без знака)

TDEP – Дубина навоја (уноси се без знака)

FAL – Тачни завршни додатак за обраду по контури (уноси се без знака)

IANG – Угао помицања; Вредности: "+" (за бочно помицање), "-" (за алтернативно бочно помицање)

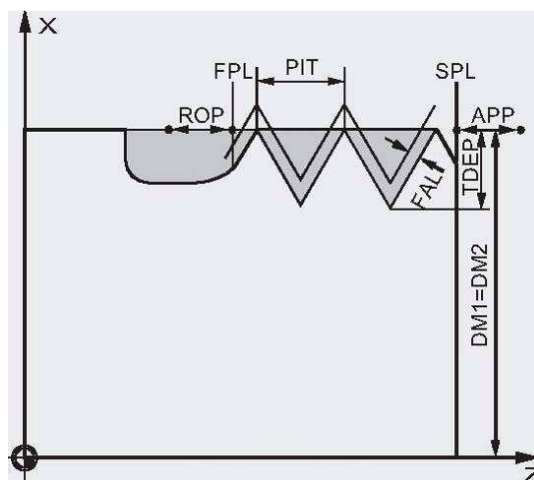
NSP – Офсет почетне тачке навоја (уноси се без знака)

NRC – Број грубих пролаза (уноси се без знака)

NID – број празних ходова (уноси се без знака)

NUMTH – Број почетака навоја (уноси се без знака)

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик



Слика 55. Параметри код фиксног циклуса резања навоја [5]

Рад циклуса навоја:

- Пре извршења циклуса, алат се мора позиционирати у почетној тачки брзим ходом G0
- Корак одређује параметар VARI
- Понављање пролаза одређује параметар NRC
- Следећи пролаз ножа скида завршни слој са G33
- Завршно стругање навоја се понавља по параметру NID
- Сваки следећи навој понавља исте кораке

Низ навоја, CYCLE98:

Овај фиксни циклус дозвољава израду код уздужних и чеоних операција неколико цилиндричних и коничних навоја лоцираних један иза другог и са евентуално различитим корацима. Програмирање:

CYCLE98 (PO1, DM1, PO2, DM2, PO3, DM3, PO4, DM4, APP, ROP, TDEP, FAL, IANG, NSP, NRC, NID, PP1, PP2, PP3, VARI, NUMTH)

Start point PO1 – почетна позиција (по Z-оси)

Diameter 1 DM1 – пречник навоја на почетној позицији

Interm. point PO2 – прва међупозиција (по Z-оси)

Diameter 2 DM2 пречник навоја на првој међупозицији

Interm. point PO3 - друга међупозиција (по Z-оси)

Diameter 3 DM3 - пречник навоја на другој међупозицији

End point PO4 – завршна позиција (по Z-оси)

Diameter 4 DM4 – пречник навоја на завршној путањи

Runing path APP – пут прилажења (без знака)

Runout path ROP – пут одлажења (без знака)

Thread depth TDEP – дубина навоја (без знака)

Fin. allow. FAL – дубина завршне обраде

Infeed angle IANG – угао обраде навоја по кораку

Позитивна вредност– корак обраде бока навоја по боку

Негативна вредност– корак обраде бока навоја наизменичан

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

Start pt. offs NSP – почетна тачка првог навоја

Cuts NRC – број пролаза ножа по навоју

Noncuts NID – број празних пролаза ножа по навоју

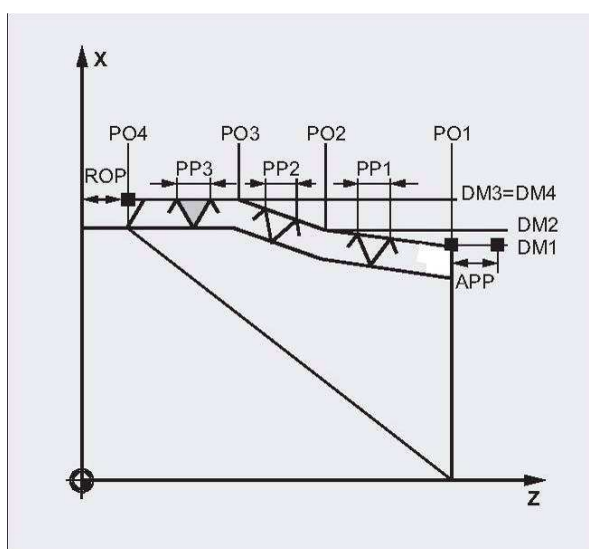
Thread lead PP1 – корак навоја у mm (од 0.001 до 2000 mm)

Thread lead PP2 - корак навоја у mm (од 0.001 до 2000 mm)

Thread lead PP3 - корак навоја у mm (од 0.001 до 2000 mm)

Operation VARI – начин нарезивања

No. Of threads NUMTI – број навоја



Слика 56. Параметри код фиксног циклуса резања низа навоја

Низ навоја почиње увек са цилиндричним навојем. Корак је нормалан на навој са константним пресеком струготине. Циклус се ради у пет радних пролаза и једним завршним.

Параметри PO1, DM1, PO4, DM4 одређују контурне тачке низа навоја, PP1, PP2 и PP3 одређују корак навоја док су остали параметри исти као у циклусу 97. [1]

5.2 Примери програма

Пример програма стругања: [5]

Полуфабрикат: 50 x 60 mm (дужина обраде 46 mm, дужина стезања 10 mm)

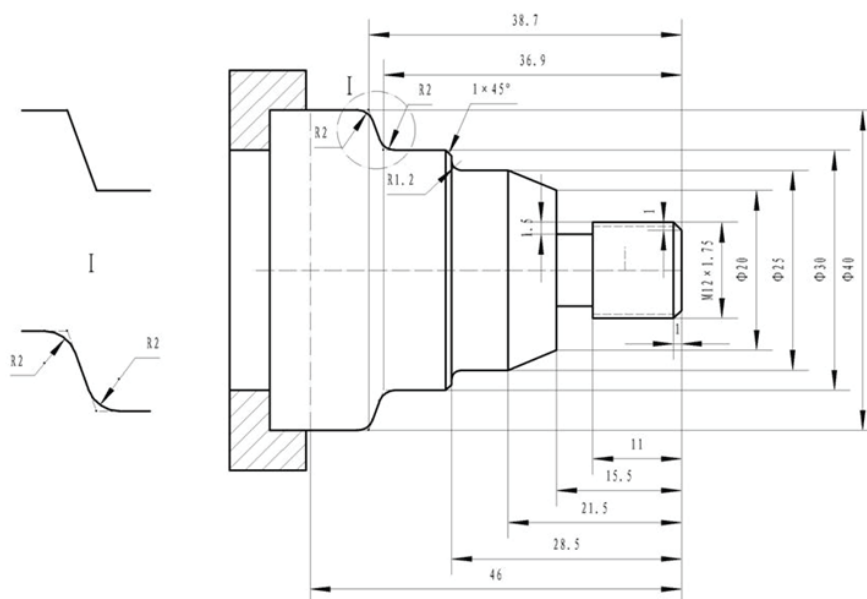
Потребни алати:

T1- нож за фино стругање

T2- нож за усецање

T3- нож за резање навоја

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

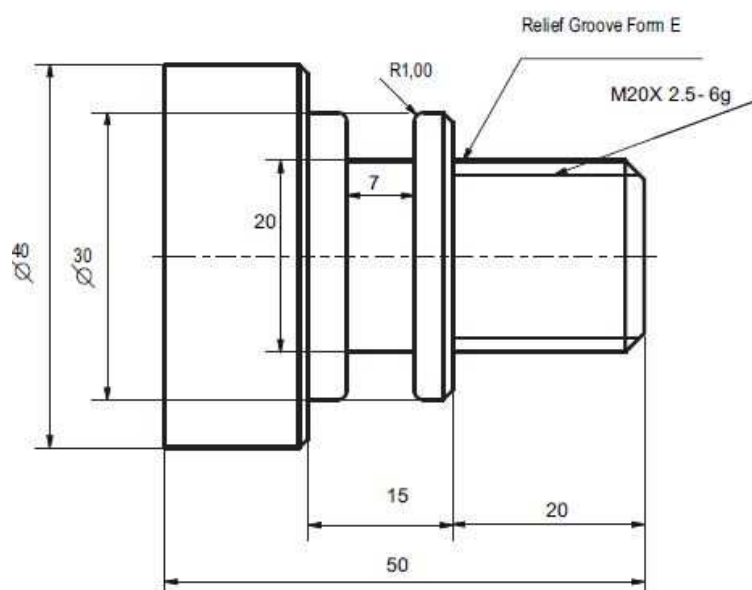


```

T1
S2000 M03
F0.4
G0 X60 Z10
CYCLE95( "PART_CONTOUR:END_T", 1.00000, , ,0.20000, 0.30000, 0.20000, 0.10000, 9, ,
,1.00000)
T2
S1000 M03
F0.2
CYCLE93( 20.00000, -11.00000, 4.50000, 1.50000, , , , , ,0.20000, 0.20000, 1.00000, ,5,)
T3
S1000 M03
CYCLE99( 1.75000, 0, 0.00000, -13.00000, 20.00000, 20.00000, 2.00000, 2.00000, 1.00000,
0.10000, ,0.00000, 8, 1, 1, 1)
M2
PART_CONTOUR:
G0 Z0 X0
G1 X20 CHF=1
Z-15.5
X25 Z-21.5
Z-28.5 RND=1.2
X30 CHF=1
Z-36.9 RND=2
X40 Z-38.7 RND=2
Z-46
X50
END_T:
    
```

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

Пример 2: [5]

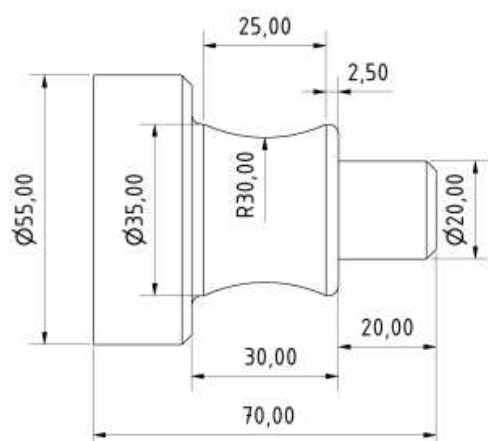


```
N10 G00 G90 G95 G40 G71
N20 LIMS=4500
N30 T1 D1 ;ROUGH TURN
N40 G96 S250 M03 M08
N50 G00 X52.0 Z0.1
N60 G01 X-2.0 F0.35
N70 G00 Z2.0
N80 X52.0
CYCLE95( "DEMO:DEMO_E", 2.50000, 0.20000, 0.10000, 0.15000, 0.35000, 0.20000,
0.15000, 9, , , )
N90 G00 G40 X500.0 Z500.0
N100 M01
N110 T2 D1 ;FINISH TURN
N120 G96 S350 M03 M08
N130 G00 X22.0 Z0.0
N140 G01 X-2.0 F0.15
N150 G00 Z2.0
N160 X52.0
N170 CYCLE95( "DEMO:DEMO_E", , , , , , 0.15000, 5, , , )
N180 G00 G40 X500.0 Z500.0
N190 M01
N200 T3 D1 ;GROOVE
N210 G96 S200 M03 M08
N220 G00 X55.0 Z0.
N230 CYCLE93( 30.00000, -30.50000, 7.00000, 5.00000, 0.00000, 0.00000, 0.00000, 1.00000,
1.00000, , 0.00000, 0.20000, 0.10000, 2.50000, 0.50000, 11, )
N240 G00 G40 X500.0 Z500.0
```

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

```
N250 M01
N260 T4 D1 ;THREAD
N270 G95 S150 M03 M08
N280 G00 X50.0 Z10.0
N290 CYCLE99( ,20, 0.00000, -18.00000, 20.00000, 20.00000, 2.00000, 0.00000,
1.00000, 0.01000, 29.00000, 0.00000, 8, 2, 3, 1, )
N300 G00 G40 X500.0 Z500.0
N310 M01
N320 T5 D1 ;CUT-OFF
N330 G96 S200 M03 M08
N340 G00 X55.0 Z10.0
N350 CYCLE92( 40.00000, -50.00000, 6.00000, -1.00000, 0.50000, ,200.00000, 2500.00000, 3,
0.20000, 0.08000, 500.00000, 0, 0, 1, 0, 11000)
N360 G00 G40 X500.0 Z500.0
N370 M30
```

Пример 3: (део програма) [5]

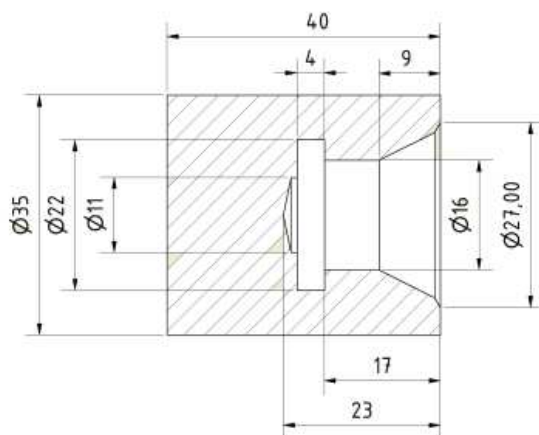


```
G00 G90 G95 G40 G71
LIMS=4500
T1 D1
G96 S250 M03 M08
G00 X60 Z0
G01 X-2 F0.35
G00 Z2
G00 X60
CYCLE95( "CON1:CON1_E", 1.50000, 0.20000, 0.10000, ,0.50000, 0.30000, 0.20000, 9, ,,)
T2 D1
G96 S250 M03 M08
CYCLE95( "CON2:CON2_E", 0.50000, , ,0.20000, 0.40000, 0.30000, 0.20000, 9, , ,)
M30
CON1:
;#7__DlGK contour definition begin - Don't change!;*GP*;*RO*;*HD*
```

Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

```
G18 G90 DIAMON;*GP*
G0 Z0 X16 ;*GP*
G1 Z-2 X20 ;*GP*
Z-20 ;*GP*
X35 RND=2 ;*GP*
Z-50 RND=2 ;*GP*
X55 CHR=2 ;*GP*
Z-70 ;*GP*
;CON,V64,2,0.0000,6,6,MST:1,2,AX:Z,X,K,I;*GP*;*RO*;*HD*
;S,EX:0,EY:16,ASE:0;*GP*;*RO*;*HD*
;LA,EX:-2,EY:20;*GP*;*RO*;*HD*
;LL,EX:-20;*GP*;*RO*;*HD*
;LU,EY:35;*GP*;*RO*;*HD*
;R,RROUND:2;*GP*;*RO*;*HD*
;LL,DEX:-30;*GP*;*RO*;*HD*
;R,RROUND:2;*GP*;*RO*;*HD*
;LU,EY:55;*GP*;*RO*;*HD*
;F,LFASE:2;*GP*;*RO*;*HD*
;LL,EX:-70;*GP*;*RO*;*HD*
;#End contour definition end - Don't change!;*GP*;*RO*;*HD*
CON2:
;#7__DlGK contour definition begin - Don't change!;*GP*;*RO*;*HD*
G18 G90 DIAMON;*GP*
G0 Z-22.5 X35 ;*GP*
G2 Z-47.5 K=AC(-35) I=AC(89.544) ;*GP*
G1 Z-49.5 ;*GP*
;CON,V64,2,0.0000,1,1,MST:1,2,AX:Z,X,K,I;*GP*;*RO*;*HD*
;S,EX:-22.5,EY:35,ASE:0;*GP*;*RO*;*HD*
;ACW,DIA:0/235,DEX:-25,DEY:0,RAD:30;*GP*;*RO*;*HD*
;LL,DEX:-2;*GP*;*RO*;*HD*
;#End contour definition end - Don't change!;*GP*;*RO*;*HD*
```

Пример 4: [5]



Основне карактеристике управљачке јединице Синумерик

```
N10 G54G00 G90 G95 G40 G71
N20 LIMS=4500
N30 T1 D1
N40 G96 S250 M03 M08
N50 G00 X35 Z0
N60 G01 X-2 F0.35
N70 G00 Z2
N80 G00 X35
N90 T13 D1
N100 G95 S1000 M4
N110 G00 Z1 X0
N120 CYCLE83( 10.00000, 0.00000, 2.00000, -23.00000, 0.00000, -10.00000, ,5.00000, ,
,1.00000, 0, 1, 5.00000, 0.00000, ,0.00000)
N130 G18
N140 T10 D1
CYCLE95( "CON1:CON1_E", 1.50000, 0.20000, 0.10000, ,0.50000, 0.30000, 0.20000, 11, ,
,)
N30 T110 D1
N40 G96 S250 M03 M08
N50 G00 Z1 X0
N60 G1 F0.3 Z-17
CYCLE93( 16.00000, -17.00000, 4.00000, 3.00000, , , , , , , ,1.00000, ,13, )
N150 M30
;*****CONTOUR*****
CON1:
;#7__DlGK contour definition begin - Don't change!;*GP*;*RO*;*HD*
N160 G18 G90 DIAMON;*GP*
N170 G0 Z0 X27 ;*GP*
N180 G1 Z-.89 X24.11 ;*GP*
N190 Z-9 X16 ;*GP*
N200 Z-21 ;*GP*
N210 X10 ;*GP*
;CON,V64,2,0.0000,4,4,MST:1,2,AX:Z,X,K,I;*GP*;*RO*;*HD*
;S,EX:0,EY:27,ASE:0;*GP*;*RO*;*HD*
;LA,EX:-.89,EY:24.11;*GP*;*RO*;*HD*
;LA,DEX:-8.11,EY:16;*GP*;*RO*;*HD*
;LL,EX:-21;*GP*;*RO*;*HD*
;LD,EY:10;*GP*;*RO*;*HD*
;#End contour definition end - Don't change!;*GP*;*RO*;*HD*
```

6. Закључак:

У времену интензивне дигитализације целокупног живота, па и производних система, један од највећих изазова са којим се свет суочава јесте област производње. Широка употреба рачунара довела је до праве револуције у технологији. Трансформисан је целокупни процес пројектовања производа, анализе и производње. Да би индустрија функционисала потребни су добро обучени стручњаци. Образовање се данас посматра као један континуални и дугорочни процес. Отуд и важност праћења и проучавања нових тенденција у развоју ЦНЦ технологије, као и њене примене у нашим условима. У зависности од произвођача ЦНЦ машине се разликују и имају нешто специфично.

Пројектант данас мора да располаже знатно већим знањем него што је располагао пре само пар година, да би користио све постојеће алате, потенцијал и могућности ЦНЦ технологије. Због тога мора бити спреман на доживотно учење.

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.

На обраду предмета се може прећи тек кад се изврши симулација, поправе евентуалне грешке, измере алати и положаји нултих тачака и кад се изаберу погодни режими рада, а услов за успешан рад је познавање програма као и начина управљања.

Израда овог рада омогућила је боље упознавање са ЦНЦ програмирањем, посебно са управљачком јединицом Синумерик која представља основу рада, предностима које пружа и великим могућностима којима се олакшава рад и управљање машином.

7. Литература:

- [1] Здравко Блажић: Програмирање “CNC” токарилицама и глодалицама, Вировитица 2004
- [2] Software Description EMCO Win NC SINUMERIK 810D/840D Turning
- [3] Programiranje sinumerik KRATKO UPUTSTVO
- [4] Интернет презентације:
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.scribd.com/doc/196617656/Tastatura-Masine-i-Upravljacke-Jedinice>
http://www.automation.siemens.com/doconweb/pdf/SINUMERIK_SIMODRIVE_04_2010_E/P_GT.pdf?p=1, септембар 2014
<http://www.scribd.com/doc/57986455/PROGRAMIRANJE-NUMERI%C4%8CKI>
UPRAVLJANIH-GLODALICA-POMO%C4%86U-CAM-SISTEMA, септембар 2014
http://cent.mas.bg.ac.rs/nastava/ma_bsc/pdf/lv_4_1.pdf, септембар 2014
- [5] 808D_OPT_Part_2_Programming_Siemens_1212_en_en-US