

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Индустријски инжењеринг

Предмет: Производни системи

Број индекса: 87/2013

Марко П. Јањић

Пројектовање и израда склопова на TOS CNC машини

Завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Миладин Стефановић - ментор
2. _____
3. _____

Датум
одбране: _____

Оцена: _____

Изјава о самосталној изради рада

Изјављујем да сам овај заврсни рад урадио самостално, служећи се стеченим знањем и искуством као и наведеном литературом.

Јањић Марко 87/2013



Универзитет у Крагујевцу
Факултет инжењерских наука



Основне студије: Машинско инжењерство

Име и презиме: Марко Јањић

Број индекса: 87/2013

ПРИЈАВА ЗАВРШНОГ РАДА

Тема рада: *Пројектовање и израда склопова на TOS CNC машини*

Задатак: Кандидат треба да опише концепт и могућност CNC технологија у изради машинских склопова. Посебан нагласак треба дати на опис функционисања и програмирања TOS CNC машине. Потребно је показати концепт програмирања CNC машина и све илустровати на једном практичном примеру. На крају је потребно дати закључење и коришћену литературу.

Ментор:

РЕЗИМЕ: Овај завршни рад бави се тематиком развоја CNC машина њихове карактеристике, пројектовање и израда склопова. Описан је њихов развој па све до данашњих савремених обрадних центара који омогућавају обраду комплексних обрадака у само једном стезању. У наставку су описане токарилице и токарски обрадни центри (TOS) те су приказане неке изведбе. Токарилице су подељене на хоризонталне и вертикалне, а на крају сваке изведбе дана је спецификација једног таквог данашњег строја. Описан је прихват резних алата на класичној токарилици и токарском обрадном центру. обраду с више различитих алата у само једном стезању обратка.

Кључне речи: CNC машине, обрадни центри, склопови, глодалице, TOS

ABSTRACT: This final paper deals with the development of CNC machines in their characterization, design and assembly. Their development has been described up to today's modern processing centers which enable the processing of complex workpieces in just one clamp. The following are described lathes and turning centers (TOC), and some embodiments are shown. The turntables are divided into horizontal and vertical, and at the end of each performance is given the specification of one such machine today. It is described the acceptance of cutting tools on the classic lathe and tower processing center. processing with multiple tools in just one clamping workpiece.

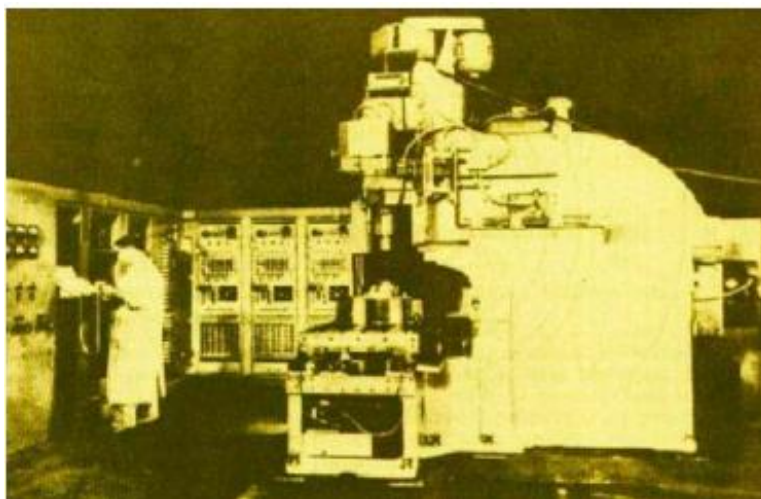
Key words: CNC machines, machining centers, circuits, milling machines, TOC, turning machining centers

Садржај

1	Увод – развој ЦНЦ машина и карактеристике	7
2	Шематски приказ програмирања	10
2.1	Програмирање ЦНЦ машина	11
2.2	Референтне тачке машине	12
2.2.1	Референтне тачке ЦНЦ струга	12
2.2.2	Референтне тачке ЦНЦ глодалице	13
2.3	Кординатни систем	14
2.3.1	Правило десне руке	15
3	Апсолутни и инкрементални координатни систем	16
3.1	Израчунавање координата у апсолутном и инкременталном КЦ	16
3.2	Помак нулте тачке	17
3.3	Алати код ЦНЦ машина	19
3.4	Алати за стругање за школски ЦНЦ струг «ЕМЦО-ТУРН 55 «	20
3.5	Положај врха оштрице алата код стругања и примери примене	21
3.6	Примери примене алата за стругање према ПИА – Велење	22
3.7	Алати за глодање	23
3.8	Монтажа алата у држач алата	24
4	ЦНЦ алатне глодалице	25
4.1	ЦНЦ алатне глодалице ТОС ОЛОМОУЦ ЦНЦ	25
4.2	ЦНЦ управљани вертикални стругови ЦКД БЛАНСКО	26
4.3	Обрадни центри	27
4.3.1	Обрадни центри великих димензија ТОС КУРИМ и ТАЈМАЦ ЗПС	27
4.4	Токарски обрадни центри (ТОЦ)	29
4.5	Хоризонтални токарски обрадни центар	30
4.6	Хоризонтални токарски обрадни центар с више оси	32
4.7	Вертикални токарски обрадни центар	34
4.8	Производни вертикални токарски обрадни центар	34
4.9	Вертикални токарски обрадни центар (Карусел)	35
5	Приказ израде	36
6	Закључак	39
7	Литература	40

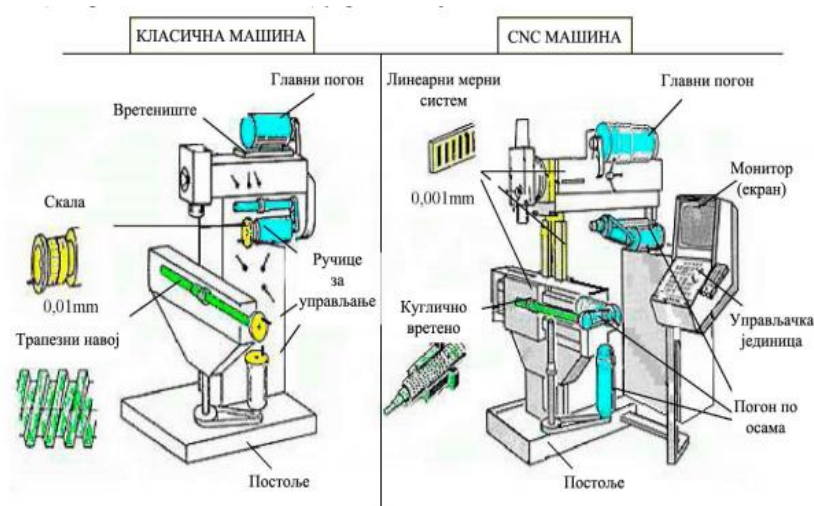
1. Увод – развој CNC машина и карактеристике

Прва нумерички управљана алатна машина направљена је у Америци почетком 50-тих година уз помоћ научника MIT-а (Massatussets Institut of Technology). Новина на машини је било увођење електронског управљања помоћу тзв. УПРАВЉАЧКЕ ЈЕДИНИЦЕ(слика 1.1) у коју се програм уносио преко бушене папирне траке. Тадашња управљачка јединица је била већа од саме машине. У односу на конвенционалне машине значајна промена је била увођење посебних истосмерних мотора за погон главног вретена и супорта.



Слика 1.1.: Прва NC машина

Данашње управљачке јединице грађене су на принципу коришћења микропроцесора, тј. малог електронског рачунара који се може програмирати и тиме остварити процес нумеричког управљања. Због тога се такве управљачке јединице зову CNC (Computer Numerical Control) управљачке јединице (слика 1.2).



Слика 1.2.: Разлике између класичних и CNC машина

Као што се на слици види основне разлике између ових машина су у следећем:

- **Погон машине** - код класичних машина ради се о заједничком погону тј један мотор погони и главно вретено и остала кретања радног стола, док код цнц машина постоји један главни мотор за погон главног вретена, а померања по осама остварују посебни истосмерни мотори.
- **Управљање машином** - изводи се код класичних машина ручно или машински преко ручица за управљање док цнц машине имају управљачку јединицу (тастатура и екран) и раде аутоматски преко програма
- **Мерни састав машине** - састоји се од скале са нонијусом (класична машина) или прецизнијег линеарног система мерења (цнц машина).
- **Помак радног стола** - остварује се трапезним навојем или кугличним навојним вretenом (цнц машина)

Нивои управљања:

- управљање по тачки (истовремено кретање само по једној оси - нпр. операција бушења)
- управљање по кривој у равни (истовремено кретање по двема осама)
- управљање по просторној кривој (истовремено кретање по најмање 3 осе - нпр. просторно закривљене плоча - нпр. лопатике турбине).

Карактеристике цнц машина:

- могућност обраде најсложенијих машинских делова,
- висока продуктивност,
- велика брзина рада због повећаних режима рада,
- робуснија конструкција машине,
- боље вођење (нпр. куглично навојно вретено), што резултује већом прецизношћу(0.001мм)
- обилно подмазивање и хлађење алата (до 100 л/мин и више) чиме се продужује век трајања алата
- кориштење најквалитетнијих алата са резним оштрицама од тврдих метала и керамике.



Слика 1.3.: Обрадни центар

Најновије машине су тзв обрадни центри који обрађују радне предмете веома сложене геометрије са високим степеном тачности. Ове машине омогућавају комплетну обраду радног предмета уз аутоматску измену алата (магацин са механичком руком за измену алата). Радни предмет има могућност закретања и помицања у више смерова. Повезивање више ЦНЦ машина чини тзв. ФЛЕКСИБИЛНИ ОБРАДНИ ЦЕНТАР – садржи неколико обрадних центара повезаних системом транспорта. Најновије достигнуће је повезивање низа флексибилних обрадних центара које послужују роботи. То су «фабрике без људи» потпуно аутоматизоване у којима се постиже највећа продуктивност.

2.1. Програмирање ЦНЦ машина

Процес израде делова на ЦНЦ (НУМ - нумерички управљана машина), како смо видели на претходној шеми, састоји се од следећих активности:

1. разрада технологије и утврђивање редоследа захвата, алата и режима рада,
2. припрема алата,
3. програмирање,
4. припрема машине,
5. израда првог комада у серији,
6. серијска производња.

Већина набројаних активности постоји и код класичних алатних машина, међутим оно што је својствено ЦНЦ машинама, то је ПРОГРАМИРАЊЕ.

ПРОГРАМИРАЊЕ ЈЕ ПОСТУПАК ПИСАЊА ПРОГРАМА ПРЕМА УНАПРЕД ДЕФИНИСАНОЈ ТЕХНОЛОГИЈИ, А МОЖЕ СЕ ОБАВИТИ РУЧНО ИЛИ ПОМОЋУ РАЧУНАРА.

РУЧНО ПРОГРАМИРАЊЕ- подразумева писање програма од стране технолога ручно, тј. пише се сваки ред програма према дефинисаној технологији.

ПРОГРАМИРАЊЕ ПОМОЋУ РАЧУНАРА - подразумева аутоматско програмирање самог рачунара на основу изабраних параметара програмера као што су димензије припремка, пут алата, избор алата, режима рада итд. у посебним софтверима као што су Catia, MasterCam, SolidCam и др. Такође је могућа симулација програма и испис самог програма у изабраним управљачким јединицама. Овим се скраћује време и смањују трошкови израде програма, па је бржа израда првог комада на машини.

Програмирање подразумева израду следеће документације:

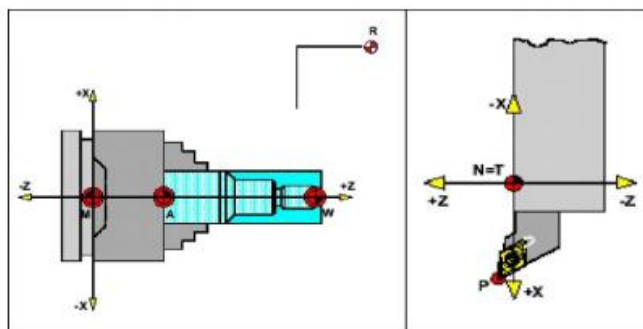
- операциони лист - садржи редослед операција радног предмета са потребним режимима рада и временима израде,
- план алата за радни предмет - садржи попис свих коришћених алата за обраду према редоследу коришћења, потребне мере, стандарде режиме и корекције

- план стезања - обухвата основне габарите радног простора, положај радног предмета на машини, тачке ослањања предмета и место стезања као и положај нулте тачке,
- план резања - је главни документ за испис програма на којем су видљиве путање кретања алата за сваку операцију. Прати се пут кретања врха алата од почетка до краја обраде,
- писање програма - или краће ПРОГРАМ је задњи и најважнији документ по којем се уносе наредбе за управљање машином. Разрађени програм уноси се програмски лист.

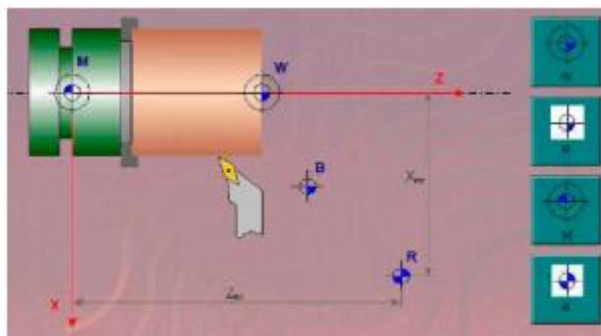
2.2. Референтне тачке машине

Код програмирања ЦНЦ машина потребно је познавати одређене референтне, односно нулте тачке које дефинишу координатни систем и сам алат.

2.2.1. Референтне тачке ЦНЦ струга



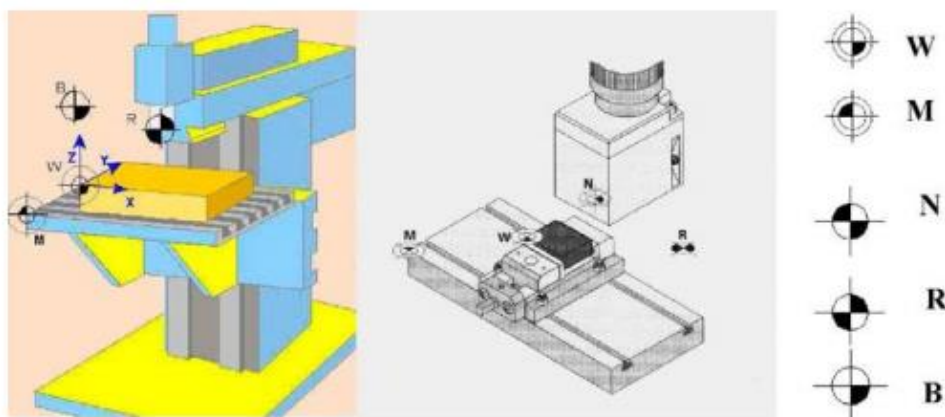
Слика 2.2.1.1.: Приказ нултих тачака код ЦНЦ струга



Слике 2.2.1.2.: Нулте тачке код струга ЕМЦО ТУРН 55

Код школског ЦНЦ струга ТУРН 55 прилаз алата је са доње (предње) стране па је координатни систем и положај референтних тачака као на слици.

2.2.2. Референтне тачке ЦНЦ глодалице



Слике 2.2.2.1.: Нулте тачке код глодалице

W - Нулта тачка обратка (Workpiece zero point) - Тачка везана за израдак. Слободно се мења према потребама конструкције или израде. У овој тачки је почетак координатног система које је пребачено из тачке M и она олакшава програмирање.

M – Нулта тачка машине (Machine zero point) - Позиција ове тачке се не може мењати. Одређена је од стране произвођача ЦНЦ машине. Она је почетак координатног система и од ње се прорачунавају сви помаци алата.

N - Референтна тачка алата (Tool mount reference point) - Почетна тачка од које се мере сви алати. Лежи на оси држача алата. Одређена је од стране произвођача и не може се мењати.

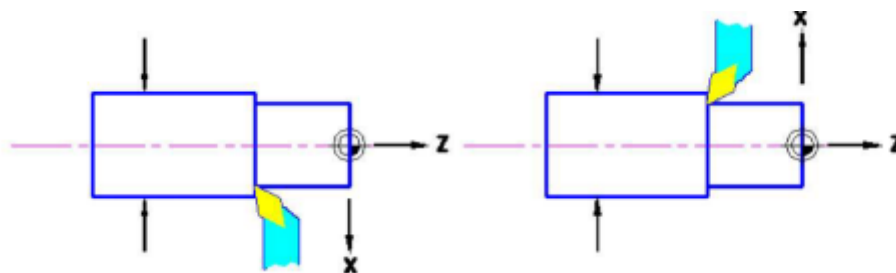
R- Референтна тачка (Reference point) - Тачка у радном подручју машине која је детерминисана са крајњим прекидачима. Служи за калибрисање мерног система и у почетку рада са машином морамо довести алат у тачку R.

B - Почетна тачка алата (Begin point) Од ове тачке алат почиње са обрадом и у њој се врши измена алата. Није неопходно да буде дефинисана.

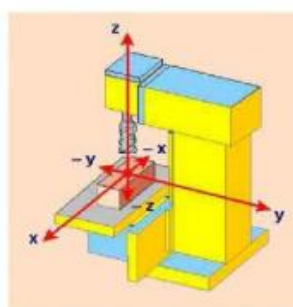
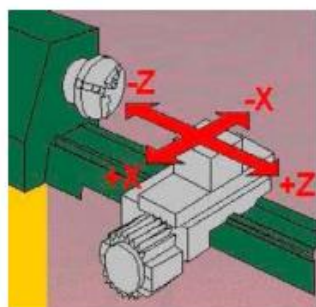
2.3. Кординатни систем

Код ЦНЦ глодалица координатни систем је двоосни (слика 2.3.1), тј. у оси обратка налази се оса Z, а управно на осу обратка оса X. Позитивна оса X може бити постављена у једном или другом смеру што зависи од положаја алата, односно револверске главе у односу на израдак. Координате са негативним прецнаком (-x, -y) означају кретање алата према радном предмету, а позитивни прецнак значи одмицање алата од радног предмета (слика 2.3.2).

Код ЦНЦ глодалица координатни систем је троосни X,Y,Z (слика 2.3.3) напомена: Треба запамтити да се алат (support) увек помера у предмет или у смеру предмета ако је координата негативна. Разлог зашто је то тако лежи у чињеници да ако се при програмирању заборави негативан прецнак, неће доћи до судара алата и предмета, него ће се алат одмакнути од предмета.



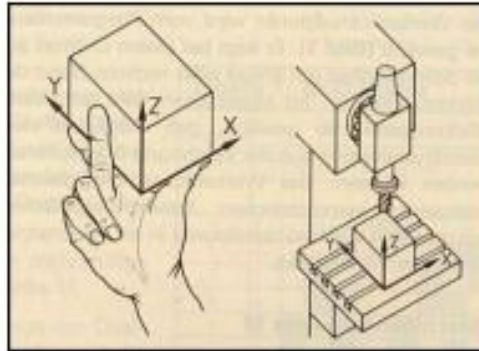
Слика 2.3.1: Координатни систем ЦНЦ струга



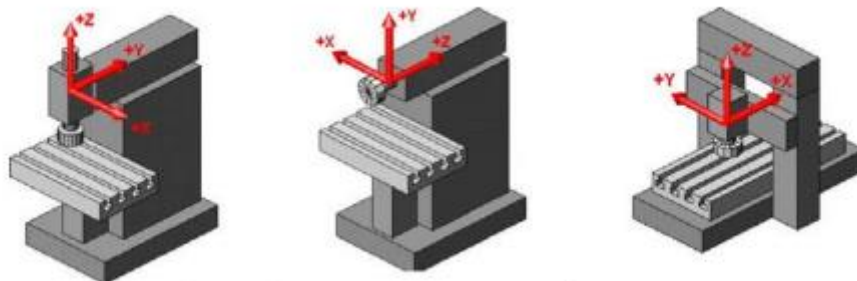
Слика 2.3.2.: Коорд. систем за turn55 Слика 2.3.3.: Коорд. систем за mill55

2.3.1. Правило десне руке

Одређивање позитивног смера координатног система одређује положај прстију десне руке, односно палац показује у позитивном смеру осе X, кажипрст у позитивном смеру осе Y, док средњи прст показује позитивни смер осе Z (слика 2.3.1.1).



Слика 2.3.1.1.: Правило десне руке



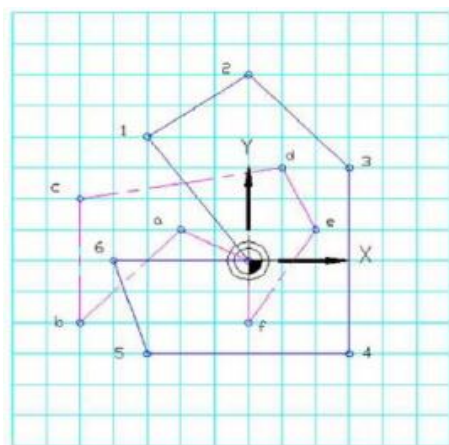
Слика 2.3.1.2.: Неки примери одређивања оса

3. Абсолютни и инкрементални координатни систем

У процесу програмирања употребљавају се два система мерења: АПСОЛУТНИ И ИНКРЕМЕНТАЛНИ. АПСОЛУТНИ КС има једну фиксну нулту тачку у тачки (W), а координате појединих тачака значе удаљеност тих тачака од нулте тачке по вредности и презнаку. Код ИНКРЕМЕНТАЛНОГ КС мерења, координате идуће тачке се изражавају у односу на претходну тачку (increment - помак) где се налази координатни систем. Координатни систем је дакле променљив и налази се у почетној тачки одакле креће кретање.

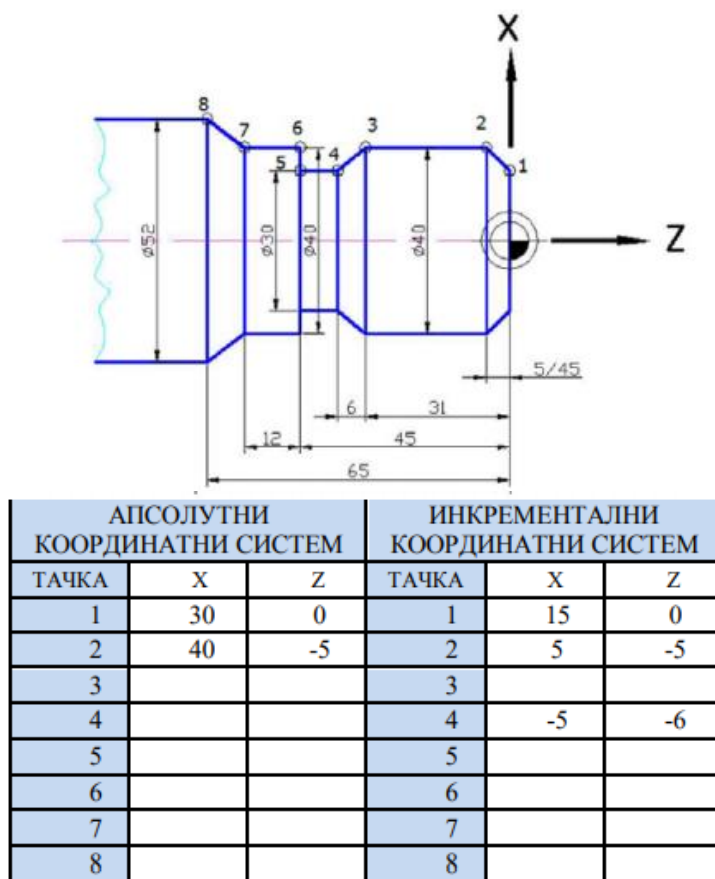
3.1. Израчунавање координата у апсолутном и инкременталном координатном систему

Уочимо да код инкременталног система мерења збир координата тачака у једном затвореном циклусу једнак је нули (слика 3.1.1). Оба наведена система мерења имају своје предности и недостатке. Чешће се користи програмирање у апсолутном координатном систему, јер га је лакше схватити и мања је могућност грешака. Ипак у неким случајевим се користи и инкрементални систем као нпр. код израде потпрограма код израчунавања координата за стругање (слика 3.1.2), вредности координата по оси X уписују се промерима у апсолутном координатном систему (тако је котирано).



АПСОЛУТНИ КООРДИНАТНИ СИСТЕМ			ИНКРЕМЕНТАЛНИ КООРДИНАТНИ СИСТЕМ		
ТАЧКА	X	Y	ТАЧКА	X	Y
1	-3	4	1	-3	4
2	0	6	2	3	2
3	3	3	3	3	-3
4	3	-3	4	0	-6
5	-3	-3	5	-6	0
6	-4	0	6	-1	3
7-W	0	0	7	4	0
				Σ0	Σ0
a					
b					
c					
d					
e					
f					

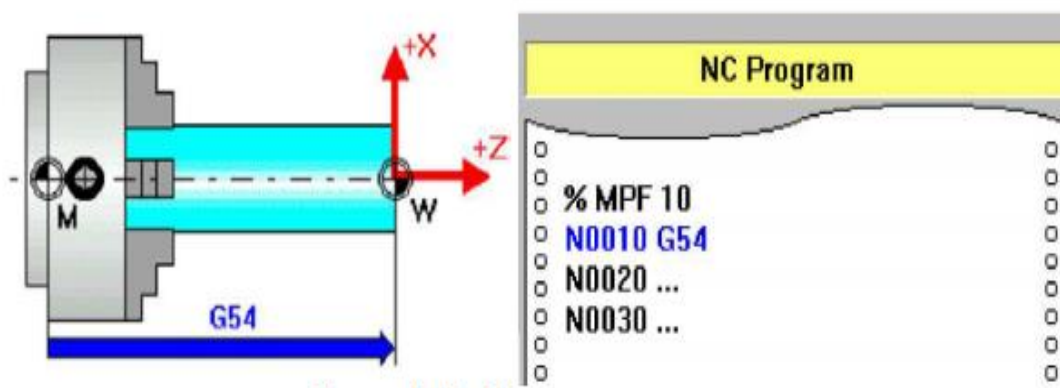
Слика 3.1.1.: Израчунавање координата код глодања



Слика 3.1.2.: Израчунавање координата код стругања

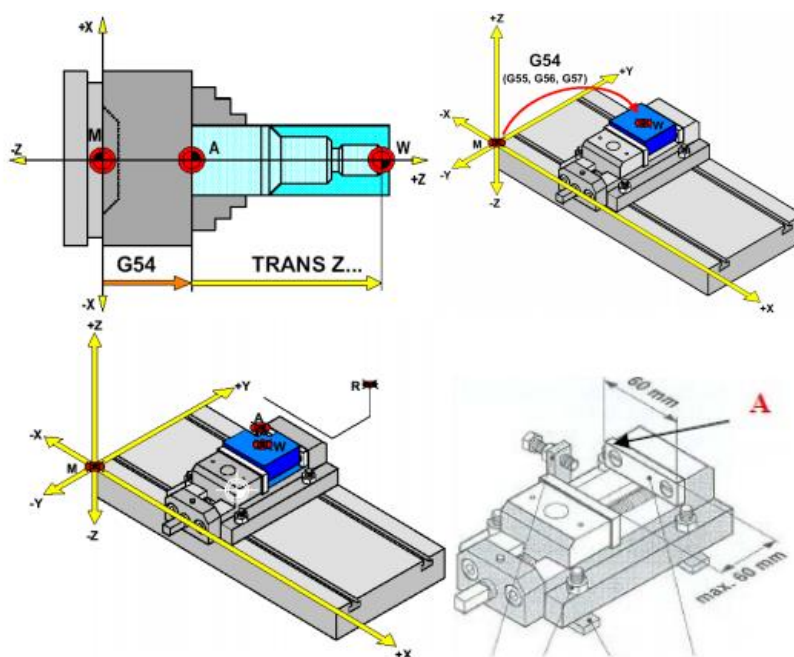
3.2. Помак нулте тачке

Код ЕМСО струга машинска нулта тачка (М) лежи у оси ротације базе стезне главе (американера). Како ова тачка није погодна као почетна тачка рада, координатни систем је могуће променити и поставити га на другу повољнију тачку у радном простору NC машине (слика 3.2.1). Када се одреди нпр. нови координатни систем W на челу обратка позивом наредбе G54 управљачка јединица ће аутоматски унети вредности координата тачке W, па ће се нулта тачка променити из позиције М (нулта тачка машине) у W (нулту тачку обратка). Прва наредба у програмирању је управо функција помака нулте тачке којом се премешта координатни систем у повољнију позицију.



Слика 3.2.1.: Помак нулте тачке

У пракси се обично код струга први помак врши функцијом Г54(Г55-Г57) на чел американера (А) а затим другим функцијама Г58-Г59 или функцијом TRANS (ATRANS на чело обрађене површине обратка. Тиме се лако одређује положај тачке W мерење дужине обратка. Код глодалица (слика 3.2.2) помак нулте тачке врши се директно помоћу Г54 на израдак или чешће помоћу две функције. Први помак је на чело непомичне чељусту стег (тачка А) а други помак је на израдак (Г58... или TRANS...)



Слика 3.2.2.: Помак нулте тачке код струга и глодалице

3.3. Алати код ЦНЦ машина

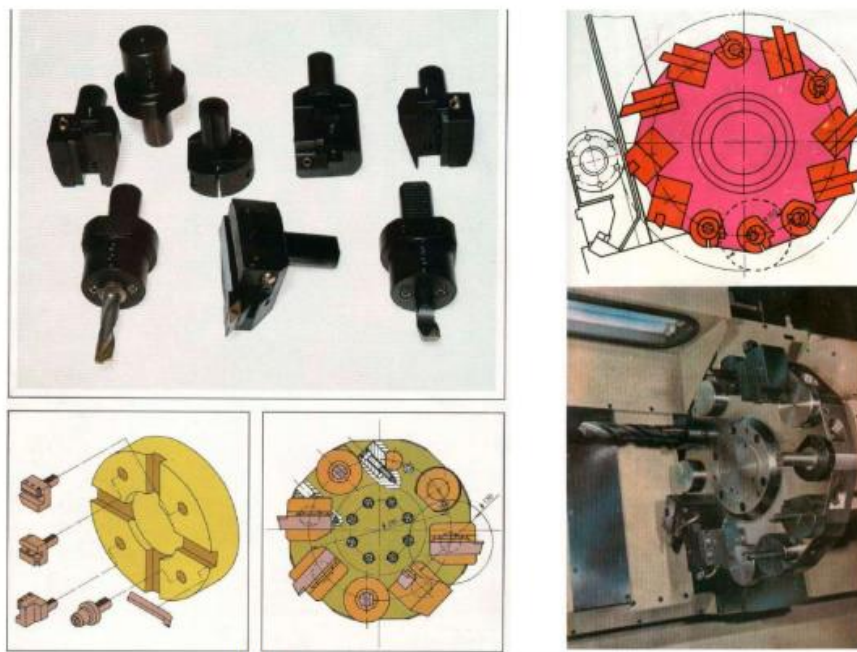
Код ЦНЦ стругова опремање машине са различитим алатима је од битне важности за квалитетну израду. Алати су смештени у револверску главу према редоследу израде. Алати су постављени тако да је сваки други алат (од укупно 8) наизменично алат за спољашњу обраду или за обраду унутарњих површина, чиме су једни алати са парним други са непарним бројевима Сваком се алату могу доделити одговарајући бројеви корекција алата који се налаз у меморијском месту машине за корекцију димензија алата Под корекцијом подразумева се вредност разлике координата врха оштриц посматраног алата у односу на први алат (десни нож за спољашње стругање). ПОСТУПАК УКЛАЊАЊА ОДСТУПАЊА ДИМЕНЗИЈА АЛАТА НАЗИВА САКОРЕКЦИЈА АЛАТА.

Истрошеност алата такође делује на нетачност димензија, па се морају узети и те корекције у обзир. Неточност се установљава мерењем обратка. Означавање потребног алата и његове корекције врши се на следећи начин:

Нпр. T01D1 T - алат (тоол)

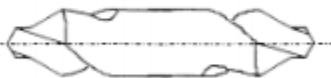
T01 - 1. место на револверској глави

T01D1 - место у меморији корекције алата бр. 1



Слика 3.3.: Алати у револверској глави код неких стругова

3.4. Алати за стругање за школски ЦНЦ струг EMCO-TURN 55

СКИЦА АЛАТА	ОПИС АЛАТА	Реф.-Бр.
	<u>Алат за завршну обраду - десни</u> No. SDJCR 1210 D07	260 601
	<u>Алат за завршну обраду-леви</u> No. SDJCL 1210 D07	260 602
	<u>Неутрални нож</u> No. SDNCN 1210 D07	260 603
	<u>Нож за резање навоја-спољни</u> max. korak 1,5 mm No. NL 1210-2 RH	260 620
	<u>Нож за резање навоја-унутарњи</u> No. NVR 10-2 RH 010 x 60 mm за унутарњи навој 0,5-1,5 mm	260 627
	<u>Нож за унутарње стругање</u> No. SDVCR 07 S10D 010 x 60 mm	260 606
	<u>Нож за одсецање и израду жљеба</u> No. L150.15.15.1212-3/M0	264 020
	<u>Забушивач, HSS</u> 06,8 mm A8, DIN 333	573 770 271 220
	<u>Сет спиралних бургија, HSS</u> 9 спиралних бургија 02-10 mm (1 mm распон)	260 628
	<u>Спирална бургија, HSS</u> Ø 12mm	A6Z 050

Слика 3.4.: Алати за стругање за школски ЦНЦ струг EMCO-TURN 55

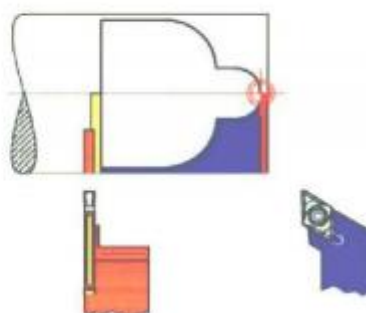
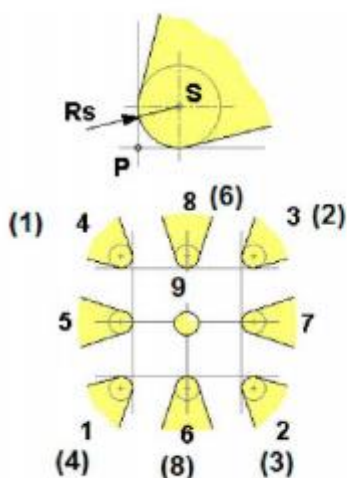
3.5. Положај врха оштрице алата код стругања и примери примене

У програмирању код дефинисања алата морају се унести и подаци о положају врха оштрице алата у односу на израдак (Parametar, Tool off set, C. Edge position). Вредности у загради односе се на алате са прилазом алата одоздо (EMCO TURN 55).

У првом примеру (слика 3.5.2) имамо два алата за обраду (десни нож за фино стругање – који изводи операцију контурног стругања-Stock: са бројем оштрице 3 и нож за одсецање са бројем 8).

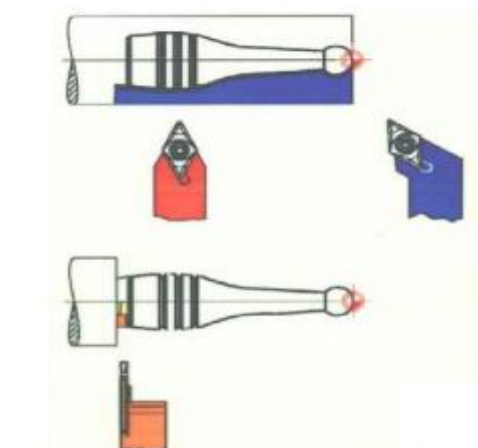
У другом примеру (слика 3.5.3) уз два споменута алата користимо и неутрални нож за израду три мала угаона жлеба.

Трећи пример (слика 3.5.4) има још три нова алата (спиралну бургију са положајем оштрице 7, бушачку мотку за унутрашње стругање са положајем оштрице 2 и нож за израду навоја који има положај оштрице 8).

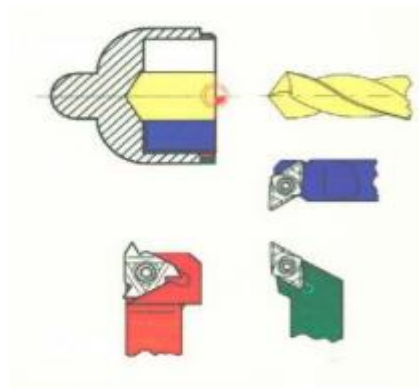


Слика 3.5.1.: Положај врха оштрице алата Слика 3.5.2.: Пример 1. примене алата

У првом примеру имамо два алата за обраду (десни нож за фино стругање – који изводи операцију контурног стругања-Стоцк: ремовал са бројем оштрице 3 и нож за одсецање са бројем 8). У другом примеру уз два споменута алата користимо и неутрални нож за израду три мала угаона жлеба. Трећи пример има још три нова алата (спиралну бургију са положајем оштрице 7, бушачку мотку за унутрашње стругање са положајем оштрице 2 и нож за израду навоја који има положај оштрице 8).



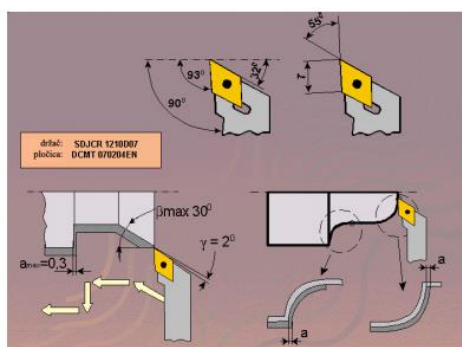
Слика 3.5.3.: Пример 2. Примене алата



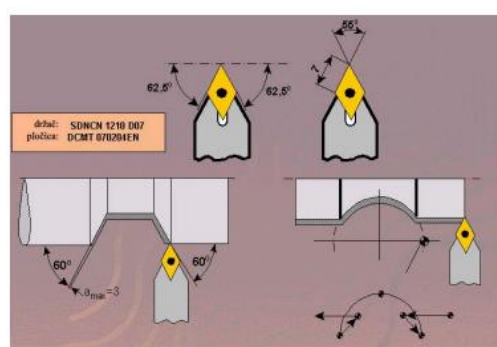
Слика 3.5.4.: Пример 3. Примене алата

3.6. Примери примене алата за стругање према РІА

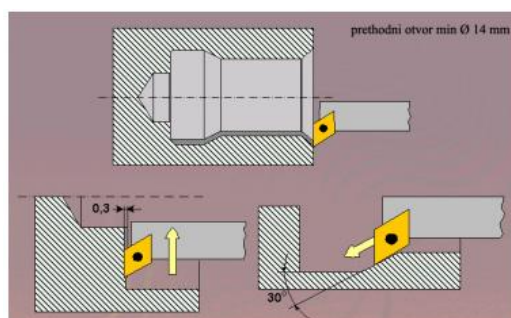
Алати који се користе за обраду на ЦНЦ стругу Emco Turn 55 и Turn105 су карактеристика као на сликама из којих се види шта може да обради поједини нож и какав је угао прилаза алата ка израдку што је важно да не би дошло до судара држача алата и обратка.



Слика 3.6.: Десни нож за фину обраду



Слика 3.6.1.: Неутрални нож

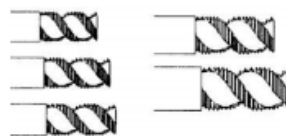


Слика 3.6.2.: Нож за унутрашње стругање (бушачка мотка)

3.7. Алати за глодање

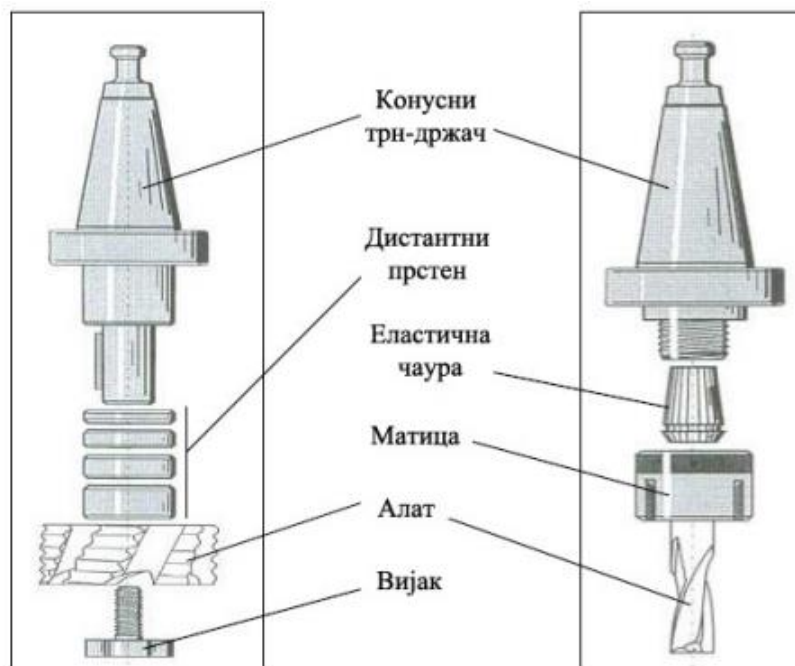
	<u>Угаono глодало, HSS</u> према DIN 1833, облик А 60°, Ø 16 mm, дршка - Ø 12 mm	764 400
	<u>Угаono глодало, HSS</u> према DIN 1833, облик В 45°, Ø 16x4 mm, дршка - Ø 12 mm	771 050
	<u>Бушачка мотка</u> за проврте Ø 16-40 mm дршка - Ø 15 mm	F1Z 050
	<u>NC-старт сврдло, HSS</u> дршка Ø 10 mm, угао врха сврдла 120°	771 010
	<u>Забушивач, HSS</u> Ø 6,8 mm A8, HSS, DIN 333	573 770 271 220

СКИЦА АЛАТА	ОПИС АЛАТА	Реф.-Бр.
	<u>Грубо глодало за поравнавање, HSS</u> Ø 40 x 20 mm, унутрашња мера Ø 16 mm	764 410
	<u>Вретенасто глодало, HSS</u> према DIN 327, облик В Ø3 mm - Ø 6 mm – мера дршке Ø 6 mm Ø 8 mm – мера дршке Ø 8 mm Ø 10 mm - Ø 10 mm Ø 12 mm - Ø 12 mm	764 301 764 306 764 308 773 100
	<u>Вретенасто глодало за грубу обраду, HSS</u> према DIN 844, shape A Ø 8 mm - Ø 16 mm	764 200
	<u>Профилно вретенасто глодало, HSS</u> Ø 6 mm Ø 12 mm	771 030 771 040

	<u>Спиралне бургије, HSS</u> 25 бургија Ø 1-13 mm, (0.5 mm распон) 9 ком Ø 2-10 mm, (1 mm распон)	781 280 260 628
	<u>Навојне бургије, HSS</u> 5 ком Ø 2.5, 3.3, 4.2, 5.0, 6.8 mm 6 ком Ø 2.5 - Ø 8.5 mm	771 120 271 230
	<u>Урезнице, HSS</u> Сет од пет урезница M3 - M8	781 300

Слика 3.7.1.: Алати за глодање

3.8. Монтажа алата у држач алата



Слика 3.8.1.: Монтажа алата у држач алата , монтажа чеоног глодала и монтажа вртенастих глодала за поравнавање у држач у држач алата

4. Спс алатне глодалице

4.1. Спс алатне глодалице TOS CNC

Чланови фамилије глодалица ФНГ су алатне глодалице са ЦНЦ управљањем 3 осе намењене за глодање, бушење, истругавање, резање навоја до тежине радног комада од 350кг (слика 4.1.1). Може да се примени на сва подручја индустријске производње нарочито у производњи алата. Машина располаже са хоризонталним вретеном И са једним вертикалним вретеном. Вертикална глава може да се закреће ручним путем у опсегу од $\pm 90^\circ$. Стезање алата је решено пнеумохидрауличним путем што омогућава савршено стежање алата у главном вретену глодалице. Погон главног вретена је помоћу бестепеног преноса фреквентним регулатором И једним електромотором наизменичне струје. Број обртаја главног вретена је од 50 – 4000 о/мин подељено у два опсега И аутоматски се укључују. Посмаци се подешавају такође бестепено И тиме је омогућена економична обрада разних врста радних комада.

Алатне глодалице		
	FNG 40 CNC A	FNG 50 CNC A
Димензије раднoг стола	800 × 400 mm	900 × 500 mm
Оптерећење раднoг стола	350 kg	350 kg
X-hod	600 mm	700 mm
Y-hod	400 mm	500 mm
Z-hod	400 mm	500 mm
Завршетак гл.вретена	ISO 40	ISO 40
Број обртаја главног вретена	50 - 4.000 min ⁻¹	50 - 4.000 min ⁻¹
Снага погона	5,5 kW	5,5 kW
Управљање	Heidenhain TNC 320 Heidenhain iTNC 530	Heidenhain TNC 320 Heidenhain iTNC 530

Слика 4.1.1.: Спс алатне глодалице TOS CNC

4.2. CNC управљани вертикални стругови ЧКД БЛАНСКО

ЧКД Бланско припада предузећима са богатом историјском И техничком традицијом. Данашње име је предузеће добило године 1927, мада је традиција предузећа много ранија (слика 4.2.1). Главни профил предузећа је – поред израде водених турбине- пројектовање И израда карусел стругова за тешку обраду. Предузеће при изради водених турбине И само је корисник сопствених карусел стругова, што омогућава тестирање конструкција како са становишта техничких решења тако са становишта поузданости. Добијено искуство умногоме помаже у развоју стругова.

Једностубне изведбе – СКЈ

Машине из фамилије СКЈ су опремљене са једним стубом И клизачем монтираним на стуб. Поред вретеништа, који се налази на хоризонталном супорту има могућности за постављање бочног вретеништа на стубу. Ова изведба омогућава обраду радног комада чак до 16м пречника, нарочито у случају ако нема захтева за централну обраду радног комада.

Двостубне изведбе – СКД

Конструкција типова СКД се састоји од два стуба И од попречног супорта. Постоји могућност за монтажу више обрадних глава на попречном супорту, надаље на десном И левом стубу још по једну обрадну главу. Затворена изведба порталног типа је изванредно крута, помоћу којег је могуће извести високопродуктивну И тачну обраду.

Karusel strugovi		
	SKJ	SKD
Prečnik radnog stola	3.200 - 8.000 mm	2.800 - 8.000 mm
Max. prečnik radnog komada	2.800 - 16.000 mm	3.500 - 10.000 mm
Max. visina radnog komada	2.500 - 6.500 mm	2.500 - 5.500 mm
Max. broj obrtaja radnog stola	25 - 100 min ⁻¹	25 - 100 min ⁻¹
Max. težina radnog komada	50 - 450 t	50 - 450 t

Слика 4.2.1.: ЦНЦ управљани вертикални стругови ЧКД БЛАНСКО

4.3. Обрадни центри

4.3.1. Обрадни центри великих димензија TOS KURIM и ТАЈМАС ZPS

Чланови фамилије TURN MILL и машине MCV 2318 су нова генерација вишенаменских обрадних центара. Машине су порталног типа намењене за глодање И стругање, на располагању са 4 или 5 оса.

		
	TURNMILL	MCV 2318
Dimenzije radnog stola	dia. 1.250 - 3.000 mm	dia 1.800 mm
X-hod	1.400 - 3.050 mm	2.300 mm
Y-hod	1.500 - 3.250 mm	1.500 mm
Z-hod	1.250 - 1.500 mm	1.050 mm
Snaga pogona	-	27 kW

		
	FFA 100	FFA 125
Dimenzije radnog stola	1.000 × 3.000 ... 12.000 mm	1.250 × 3.000 ... 12.000 mm
X-hod	3.200 - 12.200 mm	3.200 - 12.200 mm
Y-hod	1.250 mm	1.500 mm
Z-hod	1.400 - 3.000 mm	1.400 - 3.000 mm
Snaga pogona	30 / 37 / 45 kW	30 / 37 / 45 kW

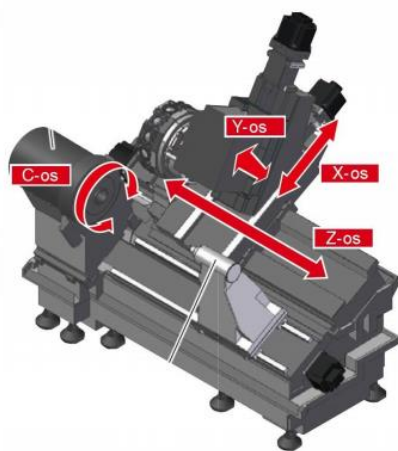
Слика 4.3.1.1.: Обрадни центри

4.4. Токарски обрадни центри (TOS)

Токарски обрадни центар је нумерички управљана токарилица којој је на обрадак додана нумерички управљана С ос, а револверска глава осим мирујућих алата поседује и погоњене резне алате који омогућавају глодање, бушење и брушење. Токарски обрадни центри се користе код сложених ротационо симетричних обрадака гђе није заступљено само токарење, већ глодање, бушење и брушење. Да се овакви обратци у обради не би селили са строја на строј, што ствара организацијске и транспортне проблеме, посебно код обрадака велике масе, омогућена је обрада свих обрадних површина на једном алатном строју и то на хоризонталном или вертикалном токарском обрадном центру. Жели се постићи висока точност и међусобна точност обрађених површина, што је карактеристика обраде у једном центрирању и стезању сировца. Овде се практички могу обрађивати све површине, осим стезне базе, но и то се може ријешити употребом токарског обрадног центра са два главна вретена. У том се случају, након обраде у једном главном вретену обрадак се пребацује у помоћно главно вретено, да се изврши обрада површина које су прије биле недоступне. Може се доказати велика уштеда у времену израде дијелова примјеном токарског обрадног центра, обзиром на кориштење класичног рјешења са више алатних стројева. За вријеме обраде токарењем, обрадак се ротира у главном вретену и то је главно ротацијско гибање, а револверска глава односно мирујући алати (ножеви) имају посмично правоцртно гибање по нумерички управљаним осима Х и Z. Ос Z је у смјеру главног вретена токарског обрадног центра и гибањем алата по тој оси се одређује дуљина обраде. Друга правоцртна ос Х одређује промјер обрадка. Код обраде глодањем, бушењем или брушењем (погнојеним алатом), алат у револверској глави има главно ротацијско гибање и такођер посмично правоцртно гибање по осима Х и Z. У том случају, обрадак у главном вретену или мирује или се према потреби гиба с ротацијском нумерички управљаном С ос. Дакле, токарски обрадни центар (TOS) има најчешће три нумерички управљане оси али постоје изведбе и с више оси. То најчешће значи, да токарски обрадни центар има двије или три револверске главе. Без обзира на број нумерички управљаних оси, постоје хоризонтални и вертикални токарски обрадни центри.

4.5. Хоризонтални токарски обрадни центар

Хоризонтални токарски обрадни центар (TOS) је токарски обрадни центар са главним вретеном постављеним у водоравном положају. Такву изведбу токарског обрадног центра сусрећемо пуно чешће него вертикалну. Хоризонтални токарски обрадни центри морају имати три нумерички управљане оси X, Z и C. Обрадни центри са четири оси имају потпуно другачији концепт од овога са три оси јер је четврта правоцртна ос Y додана револверској глави и та ос има смисла само код обраде с погоњеним алатима. Дакле, носач алата односно револверска глава има три правоцртне оси X, Y, Z. Ротацијска C оса је ротацијска ос главног вретена односно обрадка. Пример таквог четвороосног хоризонталног токарског обрадног центра приказан је на сликама.



Слика 4.5.1.: Изведба хоризонталног токарског обрадног центра са 4 оси



Слика 4.5.2.: Хоризонтални токарски обрадни центар DMG MORI NLX 2000

Спецификације машине:

Оси: Дужине гибања оси (X / Y / Z) – 260 x 590 x 100 мм

Максимална убрзања по осима (X / Y / Z) – 6,2 м/с² , 5,0 м/с² , 4,4 м/с²

Посмак по осима (X / Y / Z) - 30 м/мин, 10 м/мин, 30 м/мин

Ц оса – 400 мин-1

Радно подручје строја:

Максимални промјер обрадка – 366 мм

Стандардни промјер обрадка – 271 мм

Максимална дужина обрадка – 510 мм

Димензије строја: (ширина/висина/дужина) – 2 820 x 2 145 x 3 562 мм

Тежина строја – 5 000 кг

Бука строја – 57-70 дБ

Вретено:

Промјер стезне главе (американер) – 203,2 мм

Максимална брзина главног вретена – 6 000 мин-1

Снага главног вретена – 15 кЊ

Коњић:

Промер шиљка – 80 мм

Максимална дужина пута коњића – 564 мм

Револверска глава:

Максимални број алата – 20 алата

Висина држача за мирујуће алате – 25 мм

Измјена алата – 0,25 с

Висина држача за сврдла – 50 мм

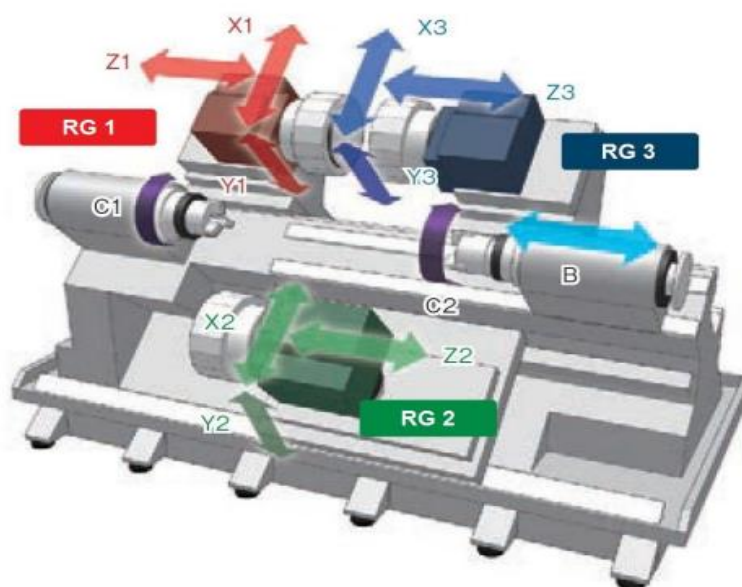
Висина држача за погоњене – 26 мм

Максимална брзина вртње алата у револверској глави – 10 000 мин-1

Снага вретена револверске главе – 5,5 кЊ

4.6. Хоризонтални токарски обрадни центар с више оси

Хоризонтални токарски обрадни центри са више од четири оси су специјални обрадни центри са двије револверске главе и с три оси по свакој револверској глави. Вишеосни хоризонтални токарски обрадни центар је токарски обрадни центар који има две или чак три револверске главе те два вретена (једно супротно), омогућавају комплетну обраду са двије стезне главе без посредовања радника. Сваки четвероосни токарски центар мора имати X, Z, C и Y ос. Пример такве изведбе хоризонталног центра приказан је на слици 4.6.1.



Слика 4.6.1.: Изведба вишеосног токарског обрадног центра

Вишеосни хоризонтални токарски обрадни центри погодни су за израду сложених шипкастих израдака попут кољенастих вратила и осовина. Строј је погодан за израду зупчаника, матица и вијака. Због високог ступња аутоматизације највише се користе у великосеријској производњи гђе њихова продуктивност долази до изражаја. Пример таквог вишеосног хоризонталног токарског обрадног центра приказан је слици 4.6.2.



Слика 4.6.2.: Вишеосни хоризонтални токарски обрадни центар DMG MORI SPRINT

Спецификације машине:

Радно подручје:

Удаљеност између вретена – 1 000 мм

Главно вретено:

Брзина – 7 000 РПМ

Вријеме убрзања од 0→4 000 мин-1 – 0,9 с

Снага главног вретена – 31 / 22 кЊ

Окретни момент главног вретена – 210 / 150 Нм

Промер главног вретена – 140,5 мм

Супротно вретено:

Брзина – 5 000 РПМ

Вријеме убрзања од 0→4 000 мин-1 – 1,0 с

Снага вретена – 24/ 18 кЊ

Окретни момент – 135 / 86 Нм

Промјер вретена – 140,5 мм

Револверске главе 1,2 и 3:

Број алата – 12 алата на свакој глави

Максимална брзина вретена – 12 000 мин-1

Снага вретена – 8,4 кЊ

Окретни момент – 20 Нм

Вријеме измјене алата – 0,8 с

4.7. Вертикални токарски обрадни центар

Вертикални токарски обрадни центар је токарски обрадни центар са главним вретеном постављеним у окомит положај у односу на базну површину. Таква изведба токарског обрадног центра се првенствено користи за обраду већих обрадака. Постоје две изведбе вертикалних токарских обрадних центара:

- Обрадни центри са главним вретеном постављеним на врх строја (производни вертикални обрадни центар)
- Обрадни центри са главним вретеном (окретним столом) постављеним на дну строја (класични вертикални токарски обрадни центар- (Карусел)

4.8. Производни вертикални токарски обрадни центар

Оваква изведба вертикалног токарског обрадног центра се користи за масовну производњу малих производа. Строј најчешће има властито спремиште обрадака. Револверска глава се налази на дну строја.

Све три оси налазе се на главном вретену које осим ротацијскоггибања врше и посмично. Осим револверске главе строј има радну површину на коју се могу причврстити алати који се чешће користе, да би се смањило вријеме измјене алата. Алати могу бити мирујући или погоњени. Такав начин изведбе омогућава бржу обраду. Главна карактеристика овог строја је висок ступањ производње. Пример таквог вертикалног обрадног центра приказан је на слици. . Десни део слике приказује главно вретено са сировцем стегнутим у американер, снимано одоздо.



Слика 4.8.1.: Изведба производног вертикалног обрадног центра

4.9. Вертикални токарски обрадни центар (Карусел)

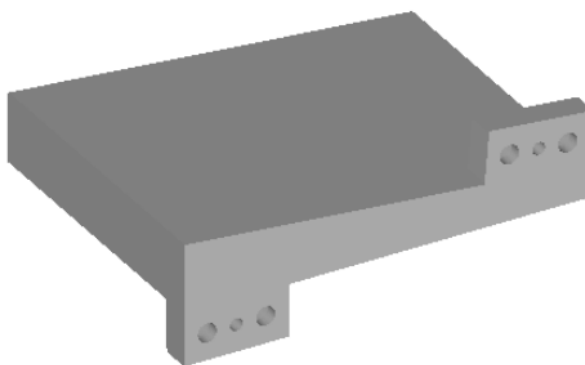
Ова изведба вертикалног токарског обрадног центра (Карусел) користи се за обраду обрадака великих промјера и маса. Код овакве изведбе главно вретено са стезном главом тј. окретним столом налази се на дну строја. Сва посмична померања врши резни алат. Обзиром да је главно вретено вертикално, и праволинијска оса Z је вертикална. Паралелна на њу је друга праволинијска оса X. Она је хоризонтална и њом се као и пре одређује промер обрадака. Нумерички управљана ротацијска оса Ц је и даље на обрадку тј на окретном столу.



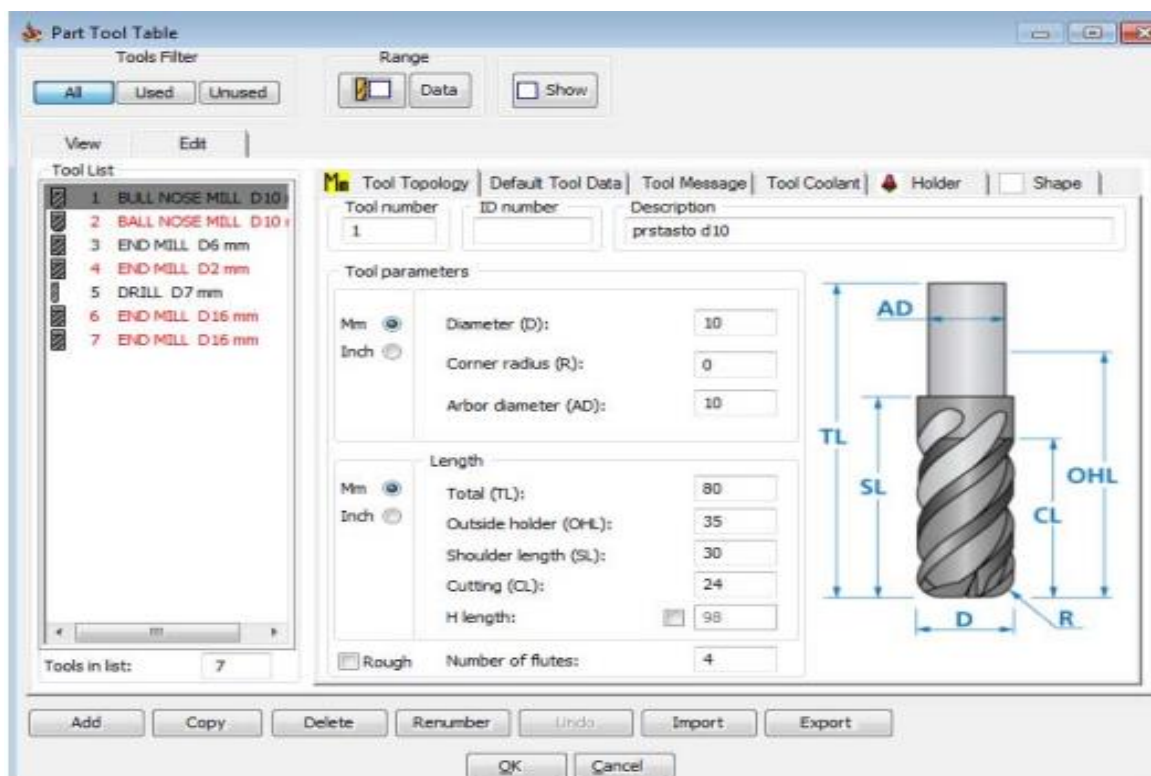
Слика 4.9.1.: Вертикални (Карусел) токарски обрадни центар ДМГ МОРИ НВЛ 1350Т

5. Приказ израде

Програмирање рада ЦНЦ машина се врши помоћу G кода, тј ручно уносења наредби помоћу рачунара у масину. Ево једног дела програмирања ЦНЦ глодалице у G коду. G-код је језик помоћу којег се комуницира са масином. G-код је у ствари један текстуални фајл у коме се налази скуп наредби којима се врси управљање масина.



Слика 6.1.: Пример у САМ програму



Слика 6.2.: Приказ пописа алата у рачунару

Параметри обраде зависе од материјала који се обрађује, о самом алату који се користи па тако произвиђаји алата нуде препоручене параметре обраде. Резултат приказа у ЦАМ моделу добијена је технологија обраде у Г-коду:

N35 G00 G90 G71

N40 G17 G40 G80

N45 G64

N50 M140

N55 M31

N60 G53 Z0

HN5 G53 X0 Y0

N0 B0

N75 C0

N80 M25

N85 (T7 GRUBO D16 FINO)

.....

N325 X-19.574 Y-11.701 Z-2.084 C-88.768 B-32.019

N330 X-21.43 Y-11.216 Z-2.136 C-89.039 B-32.635

N335 X-23.288 Y-10.725 Z-2.214 C-89.375 B-33.428

N340 X-32.527 Y-8.4 Z-2.022 C-89.398 B-33.485

N345 X-40.095 Y-6.387 Z-2.034 C-89.431 B-33.553

N350 X-49.59 Y-3.891 Z-2.052 C-89.481 B-33.655

N355 X-57.666 Y-1.805 Z-2.07 C-89.528 B-33.751

.....

У блоку N325 се види обрада по осама X, Y, Z, C, B. Оса B је оса ротације главног вретена, док је оса C оса ротације стола. Повезивањем рачунара и ЦНЦ обрадног центра преносе се подаци G-кода из рачунара на масину. Пре почетка обраде потребно је поставити редом одговарајуће алате за рад масине И потребно је дефинисати нутлну тацку. Предност САМ програмских пакета је могућност симулације обраде пре постављања на масину. Симулацијом је могуће утврдити да ли су острице алат на довољном растојању у односу на обрадиву површину. На следећој слици је приказан рад масине И готов производ (слика 6.3, слика 6.4).



Слика 6.3.: Приказ рада масине



Слика 6.4.: Готов производ

За успешну обраду на ЦНЦ масимана помоци G-кода вазна је документација која детаљно приказује оператеру на ЦНЦ масини како предмет рада стегнути управно, које алате користити у обради И дрзаце алата. Квалитетна документација садржи И време обраде сваке операције па је могуће предвидети И замену алата због потросе резних ивица.

6. Закључак

Основни циљ овог рада јесте успостављање модела рачунања технологије израде машинског дела, упознавање са ЦНЦ технологијама и са савременим програмирањем. Резултати добијени на основу поменутог модела могу послужити као основа испитивања рентабилности производних операција неопходних да би се део направио. Такође у овом завршном раду дат је приказ развоја токарских и глодаћих алатних машина. Од првих изведби токарских и глодаћих алатних машина до данас, постепеном развојем саме машине те њихових модула појединачно, дошло се до могућности остваривања све сложенијих операција обраде. Њихов развој, био је кључан за целокупан напредак глобалне индустрије те свих њихових грана. Због непрестаних промена и јаке конкуренције с којим се светско тржиште суочава њихова развој је додатно убрзан. Главни императив развоја оваквих машина је могућност израде производа који ће бити брзо направљен, јефтин уз постизање задовољавајуће квалитета. Такви услови јасно захтевају развој машина који ће бити флексибилни са високим степеном продуктивности омогућавајући прецизне обраде, скраћено време припреме и обраде обрадка. Ти се захтеви данас свакодневно и постепено испуњавају преко аутоматске измене алата (спремиште алата код глодачких обрадних центара тј револверских глава код токарских обрадних центара) и нумерички управљаних оси омогућавајући што аутономнији рад обрадног центра.

Када се говори о брзини развоја обрадних центара, компанија ДМГ МОРИ је већ у првој половини 2015 године изасла на 4 светске премијере на којима је представила своје најновије или постојеће унапређене алатне машине. Такав тренд такође прате и друге компаније које су им конкуренција. Таква унапређења везана су уз модуларне елементе. Попут побољшања мотор вретена (повећања брзине и снаге), оси (повећања простора, повећање корака брзина за 65%), столова (повећање носивости самог стола, постизање веће динамичности за чак 50%), спремишта алата (могућност повећања спремишта до 453 алата те постизање измене алата за само 0,5 с) и сл. Из овог завршног рада јасно видимо да су савремене алатне машине до данас досетиле једну завидну разлику, али простора за напредак још увек има. Даљњи развој алатних машина ићи ће у смеру остваривања још веће продуктивности обраде, али и аутономности рада. Развој свих модуларних елемената резултирати и повећањем квалитете самих производа што је коначно и најбитнији циљ.

7. Литература

- [1] Prof.dr.sc.Ahmet Čekić, „CNC Alatne mašine“,
<https://www.scribd.com/doc/192354819/CNC-Alatne-Masine-Prvi-Dio-2011>
- [2] <http://www.strojotecnika.hr/wp-content/uploads/2013/10/5achsen-i-HR.pdf>,
- [3] S.Ekinović, „CNC-alatne-mašine“, Zenica 2004,
<https://www.scribd.com/doc/75039335/CNC-alatne-ma%C5%A1ine>
- [4] Zdravko Blažević, „Programiranje CNC tokarilice i glodalice“, Virovitica 2004,
<https://www.scribd.com/doc/23035523/skripta-CNC-Blazevic>
- [5] <https://www.tos-masine.rs/karusel-strugovi/karusel-strugovi-2>