

**Универзитет у Крагујевцу
Факултет инжењерских наука**

**Никола, Н. Парезановић
Програмирање ТМ-1 НААС глодалице
завршни рад**

Крагујевац, 2012.

**Универзитет у Крагујевцу
Факултет инжењерских наука**



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Индустријски инжењеринг

Предмет: Производни системи

Број индекса: 143 / 2008

**Никола, Н. Парезановић
Програмирање ТМ-1 Наас глодалице**

завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др. Миладин Стефановић - ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба:

да се упозна са програмирањем ТМ-1 НААС глодалицом и да наведе пример програмирања дате глодалице.

Препоручена литература:

[1].Миладин Стефановић. СИМ системи, Машински факултет у Крагујевцу, 2006.

[2] К. Asai, (Editor), et al Edition “Manufacturing, Automation Systems and CIM Factories“, Springer; ISBN: 0412482304

[3] James A. Rehg „Introduction to Robotics in CIM Systems“ (5th Edition)“, Prentice Hall; 5 edition (March 8, 2002), ISBN 0130602434

Крагујевац, датум 03.09.2012.

ментор:

Др. Миладин Стефановић

РЕЗИМЕ

Глодалица служи за израду солидних материјала. Глодалице могу бити хоризонталне и вертикалне, могу се управљати аутоматски и ручно. Аутоматско управљање може бити механичко или дигитално рабљење рачунара (CNC Computer Numerical Control). Г-код (G-code) се најчешће користи за контролу обрадних операција машине. То је сет функција које врше померање алата или објекта, промену брзине, бушење глодање. М-кодови (M-codes) контролишу читаву машину и функције као старт, стоп, укључивање воде за хлађење.

Кључне речи: Глодалица, ЦНЦ, Г-код, М-кодови, старт, стоп.

ABSTRACT

Milling is used for making solid materijals. Milling can be horizontal or vertical, can be controlled automatically and manual. Automatically management can be the utilization of mechanical or digital computer (CNC Computer Numerical Control). G-code (G-code) is commonly used to control machining operations machines. To a set of functions performed by moving the tool or object, change speed, drilling milling. M codes (M codes) control the entire machine and functions like start, stop, turn on water for cooling.

Keywords: Milling, CNC G-code, M-codes, start, stop.

Садржај

1. УВОД.....	6
2. КАРАКТЕРИСТИКЕ ЦНЦ МАШИНА.....	8
2.1. Основни делови и карактеристике техничког система ТМ-1 НААС.....	8
2.2. Алати глодалица.....	9
2.3. Врсте и облици глодала.....	10
2.4. Координатни системи глодалице.....	10
2.5. Декартов координатни систем десне оријентације	11
2.6. Интерполација	11
2.7. Машине са непокретном Х осом	12
2.8. Машине са покретним Х мостом	12
3. ГЛАВНЕ ПОЗИЦИОНЕ ТАЧКЕ	13
4. КОМАНДНИ ПУЛТ.....	15
4.1. Командни пулт-тастатура	16
4.2. РЕСЕТ ТАСТЕРИ.....	17
4.3. ИЗБОР ЕКРАНА (DISPLAYS).....	17
4.4. ИЗБОР РЕЖИМА РАДА.....	18
4.5. СЛОВНА ТАСТАТУРА	20
4.6. НУМЕРИЧКИ ТАСТЕРИ (NUMERIC)	20
4.7. ТАСТЕРИ ЗА КРЕТАЊЕ СТРЕЛИЦА (CURSORS KEYS).....	21
4.8. ТАСТЕРИ ЗА КОРЕКЦИЈЕ БРЗИНА (OVERRIDES)	22
4.9. ТАСТЕРИ ЗА РУЧНО ОКРЕТАЊЕ ОСА	23
4.10. ФУНКЦИОНАЛНИ ТАСТЕРИ	24
5. ПРОГРАМИРАЊЕ ЦНЦ МАШИНЕ.....	25
5.1. Ручно управљање	28
5.2. Креирање програма	29
5.3. Стартовање програма	29
5.4. Рестартовање програма	29
5.5. Заустављање-стопирање програма	29
5.6. Нерегуларно заустављање програма	29
5.7. Брисање програма	30
5.8. Аутоматско управљање.....	30
5.9. Подешавање и грешке при подешавању програма	31
5.10. Директна нумеричка контрола DNC.....	31
5.11. Пребацивање програма са "FLOPY" јединице.....	31
5.12. Избор екрана код програмирања	32
5.13. Рад са блоковима	32

6. G и M функције	33
6.1. По укључењу машине имамо следеће G-функције.....	33
6.2. Таблица G-функција.....	34
6.3. Таблица са M-функцијама.....	36
6.4. Циклус бушења -G81.....	37
6.5. Циклус дубоког бушења – G83.....	37
6.6. Циклус развртања са застојем– G86	38
6.7. Пример програмирања у G-коду.....	39
7.0. ЗАКЉУЧАК.....	42
8.0. ЛИТЕРАТУРА.....	43

1.УВОД

ЦНЦ (*Computer Numerical Control*) компјутерски нумерички управљане машине биле су представљене јавности отприлике 1970. године. Код ЦНЦ машина, рачунар врши управљање и надгледа рад машине и води алат по задатој путањи уз минималну помоћ човека.

Основна разлика од ручно управљаних машина где човек контролише сваку позицију је у томе да се одреди позиција радног комада и унесе у меморију, а потом се према димензијама комада врши обрада према програму из меморије.

Осмишљавање, писање и уношење програма може се вршити ван машине и онда се цео програм унесе у меморију.

Примена ЦНЦ машина доноси бројне предности у областима:

- продуктивности,
- квалитета,
- смањења залиха,
- и боље обраде комплексних облика.

Област примене:

Технологија ЦНЦ машина у данашњој индустрији има широку примену. Могло би се рећи да се ЦНЦ машине данас користе у свим производним делатностима. Од “НОВУ” машина, па до захтевних обрадних центара ЦНЦ технологија је постала стандардна и незаменљива због своје поузданости и прецизности. Најчешће области примене ЦНЦ машина:

- обрада дрвета,
- обрада метала,
- обрада пластике,
- гравирање,
- израда алата,
- моделирање,
- хоби,
- и наставна средства.

ТМ-1 НААС је једновретена вертикална глодалица са ручном изменом алата, која има механичку обраду делова призматичног облика мањих димензија и тежина. Извршне органе ове глодалице покрећу погонски системи, а на основу наредби добијених од управљачке јединице. Управљачка јединица добија наредбе кроз унети програм од стране корисника. Повратне информације управљачкој јединици шаљу мерни системи. Поседује три начина рада што даје већу флексибилност руководиоцу. У пуном ЦНЦ-у глодалица ради преко Г-програма са свим осама под контролом ЦНЦ-а. У пуном мануалном режиму осе X и Y померају се ручно, док се оса Z помера помоћу “JOG” тастера. Са НААС контролом обезбеђује прецизно дигитално читавање позиције. У комбинацији мануалног/ЦНЦ мода глодалица обезбеђује границе, фидове, индексе и обезбеђује дигитално читавање, такође комбинује функционалност и једноставност ручног млина са снагом и флексибилношћу напредне ЦНЦ контроле. Овај свестрани млин обухвата три оперативна мода:

- пун ЦНЦ,
- ручно управљање са дигиталним читавањем,
- и комбинација ручно/ЦНЦ управљање.

Данашње модерне машине (глодалице, стругови, обрадни центри...) користе технологију ЦНЦ (Computer Numerical Control) . Микропроцесор у свакој машини чита програм, написан у Г-коду , који креира корисник и изводи задате операције.

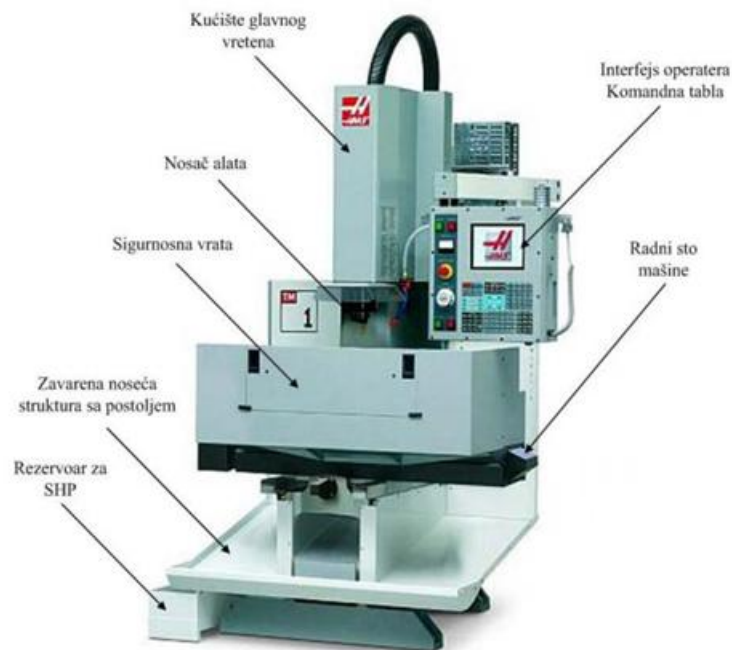
Персонални компјутери се користе за дизајн делова и писање програма. Програми се пишу мануалним укуцавањем Г-кода или коришћењем "CAM" programa (Computer Aided Manufacturing).

Структура рада се састоји из следећих подглавља: Карактеристике цнц машина описују поделу, координатни ситем, интерполацију и врсте глодалица. У другом подглављу се описују главне позиционе тачке које служе за дефинисање координатног система и алата машине. Треће подглавље говори о командном пулту машине који садржи 7 техничких делова, помоћу којих се врши програмирање машине. Четврто подглавље Програмирање ЦНЦ машине говори о програмирању саме машине, врстама програмирања, писању програма... Задње подглавље Г и М функције говоре о програмирању помоћу Г-функција, циклума, бушењу и обради. Такође приказује пример програмирања на глодалици.

2. КАРАКТЕРИСТИКЕ ЦНЦ МАШИНА

2.1. Основни делови и карактеристике техничког система ТМ-1 НААС

На слици 2.1.1. приказани су основни делови ТМ-1 глодалице



Слика 2.1.1. Основни делови ТМ-1 НААС

Разматрани технички систем користи читав низ елемената на чији избор треба посветити посебну пажњу како са аспекта примарне функције система, тако и са аспекта квалитета поузданости и могућностима за одржавање. Међу најзначајнијим издвајају се: Носећа структура машине, системи за вођење, погонски мотори и агрегати, вретено и улежиштење вретена, мерни и сензорски системи и управљачка јединица и интерфејс оператера.

На слици 2.1.1 приказане су карактеристике ТМ-1.

TIP MAŠINE	TM-1
HODOVI	
X osa (mm)	762
Y osa (mm)	305
Z osa (mm)	406
Rastojanje od čela glavnog vretena do radnog stola – Min./Max. (mm)	102 508
GLAVNO VRETENO	
Maksimalna snaga (kW)	5.6
Maksimalni broj obrtaja (o/min)	4000
Maksimalni obrtni moment (Nm)	45 pri 1200 o/min
Prenos snage sa motora	Kaišni prenos
Konus	DIN 69871 (ISO40)
RADNI STO	
Dužina (mm)	1213
Širina (mm)	267
Širina T-žljeba (mm)	16
Oсно растојанје између T-žljebova (mm)	101.6
Broj T-žljebova	3
Maksimalna nosivost radnog stola (kg)	454
BRZINE KRETANJA	
Brzi hod na X,Y i Z-osi (m/min)	5.1
Maksimalna brzina radnog hoda (m/min)	5.1
MOTORI POMOĆNIH KRETANJA	
Maksimalna opterećenja motora X, Y i Z –ose (N)	8896
MAGACIN ALATA	
Tip magacina alata	Nije dostupan
TAČNOST	
Pozicioniranje (±) (mm)	0.010
Ponovljivost (mm)	0.005
OPŠTE	
Pneumatska instalacija (zahtev)	113 L/min, 6.9 bar
Električna mreža	3x400 V, 50/60 Hz
Težina mašine (kg)	1315

Slika 2.1.2 Карактеристике ТМ-1 HAAS

Карактеристике дају опис машине, оне описују све о машини и њеним деловима.

2.2. Алати глодалица

Обрада глодањем је поступак обраде равних површина, жлебова, профилисаних (фазонских) контура, површина специјалног и сложеног облика. Главно кретање је

обртно кретање алата дефинисано брзином кретања V , м/мин. Помоћно кретање је праволинијско кретање предмета обраде и/или алата и одређено је брзином помоћног кретања. У неким случајевима јавља се и допунско обртно кретање предмета обраде, као што је то код израде навоја.

Алати у обради глодањем-глодала спадају у групу вишесечних алатног цилиндричног облика са резним елементима распоређеним по обиму и/или чеоној површини. Глодала се разврстају применом различитих критеријума. Према начину израде глодала могу бити са : глоданим, леђно-струганим и уметнутим зубима. Према конструкцији глодала се деле:

2.3. Врсте и облици глодала

- једноделна (интегрална) глодала-глодала из пуног материјала и
- вишеделна глодала и то са:
- уметнутим зубима,
- лемљеним плочицама од тврдог материјала и
- механички причвршћеним плочицама алатног материјала.

Машине у обради глодањем или глодалице деле се на:

- конзолне (хоризонталне, вертикалне и универзалне),
- безконзолне (постељне) хоризонталне, вертикалне и универзалне и
- глодалице специјалне намене (алатне, копирне, агрегатне, програмске, одвалне, глодалице за навој и за озубљење..).

У зависности од система управљања разликују се: конвекционалне и програмске глодалице. Према положају главног вретена глодалице се деле на: хоризонталне и вертикалне, а према броју главних вретена једновретене и вишевретене. Посебну групу чине универзалне које могу радити као хоризонталне и вертикалне. Код конзолних глодалица кретања у уздужном попречном и вертикалном правцу (правцу оса X, Y и Z) изводи радни сто, тако да је крутост и стабилност радног стола предмета обраде релативно ниска. Безконзолне (постељне) глодалице обезбеђују високу крутост и стабилност радног стола јер исти изводи два кретања (у уздужном и попречном или вертикалном правцу, правцу осе X, Y и Z) док носач алата изводи једно кретање у вертикалном или попречном правцу, правцу осе Z или X . Међутим најновији типови глодалица се израђују са једним кретањем радног стола, уздужним кретањем, док остала два кретања изводи носач алата.

Хоризонталне глодалице се користе за обраду равних површина, површина специјалног облика, израду зупчаника појединачним резањем, израду дугоходних завојница и сл. Код вертикалних глодалица положај радног вретена је вертикалан, мада се све чешће израђују глодалице са радним вретенима која се закрећу за одговарајући угао. Обезбеђују обраду равних површина, површину специјалног облика, израду завојних жљебова, зупчаника и сл.

2.4. Координатни системи глодалице

У технолошкој примени најчешће се користи Декартов координатни систем десне оријентације. Основна кретања у овом систему могу се дефинисати са три translације у правцу координатних оса (X, Y, Z) као и три осе ротација око истих оса (A, B, C).

Код ЦНЦ машина најчешће се користе само три осе translације (кретања) $X/Y/Z$ и евентуално A оса (ротација око X осе) за обраду предмета који захтевају ротирање.

2.5. Декартов координатни систем десне оријентације

Станемо испред ЦНЦ машине и положимо десну руку на радну површину са дланом окренутим на горе. Палац нам тада показује правац X осе и смер X+, кажипрст нам показује правац Y осе и смер Y+, а средњи прст показује правац Z осе и смер Z+.

Контра смерови су : од палца X-, од кажипрста Y-, а од средњег прста Z-.

- А оса је ротација око X осе.
- В оса је ротација око Y осе.
- С оса је ротација око Z осе.

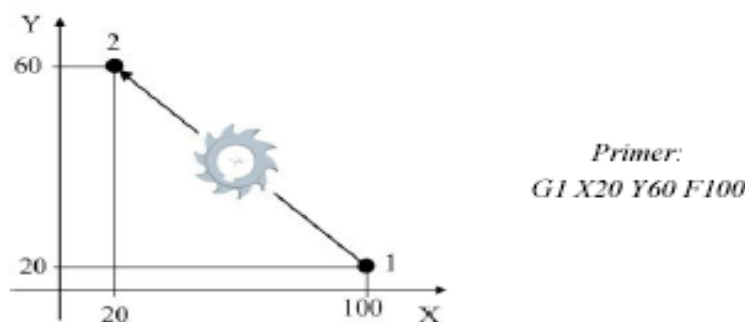
2.6. Интерполација

То је поступак континуалних елемената (линија површина) скупом директних тачака назива се интерполација.

Разматрају се следеће врсте интерполација:

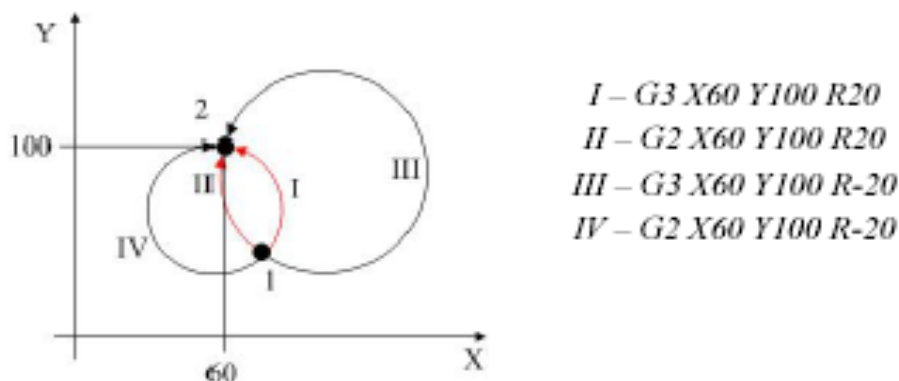
- Линеарна
- Кружна

Код линеарне интерполације алат се помера праволинијски од почетне тачке (1) до циљне тачке путање (2). Линеарна интерполација допушта истовремено кретање по било ком броју оса. На слици 2.5.1. проказан је пример линеарне интерполације.



Слика 2.5.1. Пример линеарне интерполација

Кружна интерполација подразумева да је путања између две тачке кружна и ограничава се на основе равни машине XY, XZ или YZ. Треба уочити да се из почетне у циљну тачку може стићи по кружници из два смера (смер казаљке на сату или обрунто). На слици 2.5.2. приказан је пример кружне интерполације.



Слика 2.5.2. Пример кружне интерполације

Код сваке врсте интерполације се изачунава низ тачака које леже по путањи. Током рада НУЈ непрестано контролише и дотерује осна кретања усаглашавајући израчунату путању са оствареном.

2.7. Машине са непокретном X осом

У неким ситуацијама се срећу ЦНЦ машине код којих су замењени правци X и Y оса. Подела ЦНЦ машина по стању кретања X осе: ЦНЦ машине се деле на машине са непокретном и покретном X осом.

Код машина са непокретном X осом заједничко је да радни сто путује "ИСПОД" X осе у правцу Y осе. Оваква конструкција је јача од машина са покретним X мостом. Али мана је у томе што машина захтева дупло веће димензије вођица на Y оси, а самим тим и дупло веће габарите ЦНЦ машине. Ова опција се чешће јавља код ЦНЦ глодалица.

2.8. Машине са покретним X мостом.

Код машина са покретном X осом је увек заједничко да радни сто машине мирује, а обрадни мотор се креће у све три осе изнад предмета који се обрађује. Ово је врло честа конструкција код ЦНЦ рутера. Предност у односу на непокретну X осу је мањи габарит целе ЦНЦ машине. Заједничко за све осе је да имају линеарно вођење и линеарни пренос.

Код вертикалне ЦНЦ глодалице Z-оса је оса главног вретена, а остале две X,Y-осе чине правоугаони координатни систем на принципу десне завојнице. Приликом сваког укључења машине потребно је наћи нулту (референтну) тачку за сваку осу. То се врши у режиму "ZERO RET" (све три осе заједно или само једна од њих). На тај начин налазимо машинску нулу и стандардно је да се из ње све осе крећу само у минус смеру. Можемо дефинисати и нулту тачку на комаду где год желимо и у односу на њу имамо поделу радног простора на четири квадранта у X,Y равни.

3. ГЛАВНЕ ПОЗИЦИОНЕ ТАЧКЕ

Главне позиционе тачке служе да дефинишу координати систем на машини, као и сам алат.

На слици 3.1. приказана је нулта тачка.

Нулта тачка машине – фиксна тачка дефинисана конструкцијом машине.



Слика 3.1. Нулта тачка машине

Референтна тачка – Исходиште успостављања релације типа **предмет обраде – алат – машинска нула**. На слици 3.2 приказана је референтна тачка.



Слика 3.2. Референтна тачка машине

Референтна тачка је најчешће дефинисана крајњим положајем клизача по управљаним осама (у том положају машина нам на **DRO**-у даје координате **P** тачке у свом координатном простору). Уколико машина не поседује микропрекидаче (сензоре додира) програмер мора предвидети произвољну тачку у координатном простору машине као основну исходишну тачку за даљу обраду – **HOME** позицију. Она у том случају представља замену за тачку **M** (тачка **M** и **P** се тако поклапају).

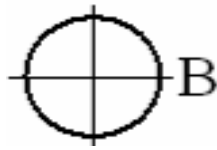
Нулта тачка предмета обраде – Тачка на предмету обраде чији положај дефинише програмер-технолог. На слици 3.3 приказана је нулта тачка предмета обраде.



Слика 3.3. Нулта тачка предмета обраде

Ова тачка је најбитнија за математичко описивање кретања алата у односу на предмет обраде. Њен положај се УЈ задаје мерењем припремка и његовим лоцирањем у односу на одабрану тачку стезног прибора и накнадним премештањем координатног система из референтне тачке **P** у тачку на стезном прибору, па затим у тачку **W**. Једноставнији начин је да се директним тангирањем предмета обраде са алатом успостави локација ове тачке и важна релацијска веза неопходна за тачну обраду (положај алата у односу на **W** се обавезно мора унети у УЈ).

Контролна тачка алата – 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. На слици 3.4 приказана је контролна тачка алата.



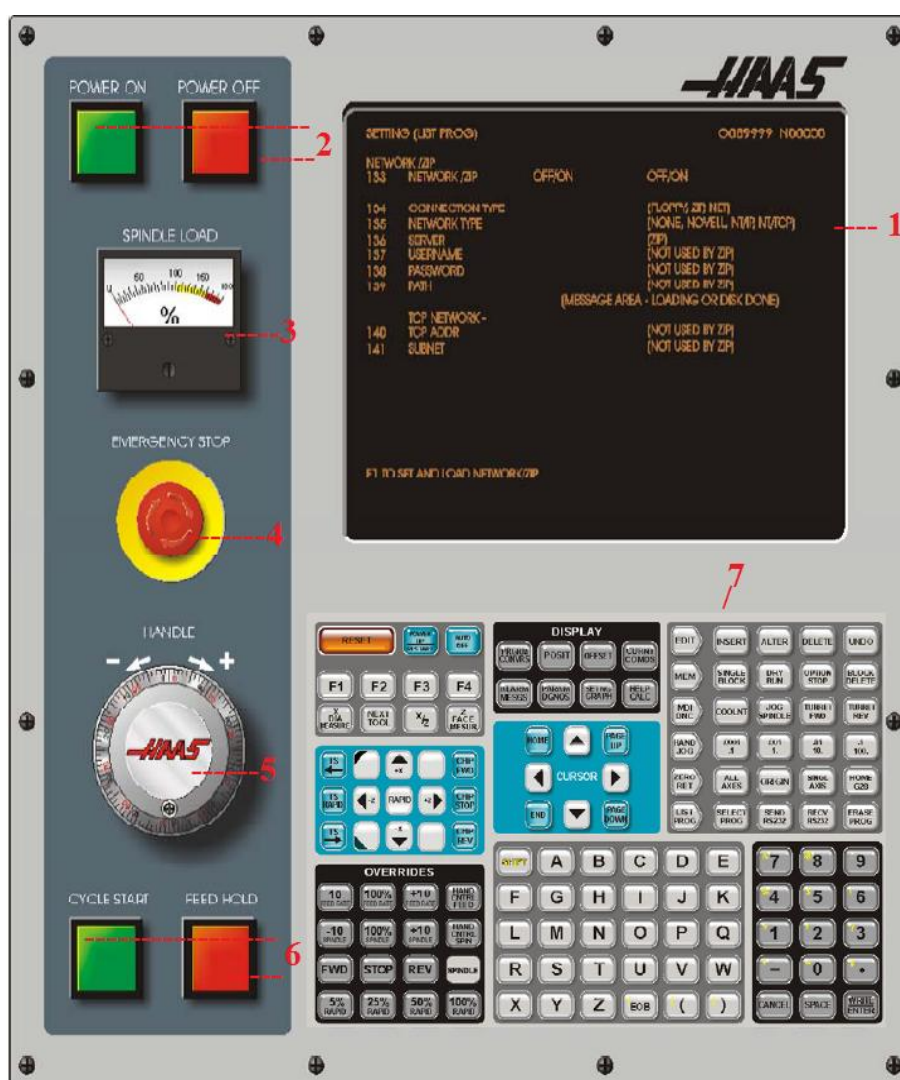
Слика 3.4. Контролна тачка алата

У практичним примерима у којима се тангирањем ПО 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 УЈ, а утврђују се непосредним тангирањем радног предмета).

4. КОМАНДНИ ПУЛТ

На слици 4.1.1. приказан је командни пулт техничком сиситема ТМ-1. Командни пулт се састоји 7 делова, а то су:

1. CRT екран,
2. ON/OFF тастер,
3. Ватметар,
4. EMERGENCY STOP (све стаје),
5. Ручни,точкић,
6. CYCLE START (старт циклуса) и FEED HOLD (помак стоп) тастер,
7. Тастатура.



Слика 4.1.1. Командни пулт

“SHIFT” тастер мења значење нумеричких тастер у знак који се налази у левом горњем углу тастер. Пре сваког специјалног знака треба притиснути тастер SHIFT.

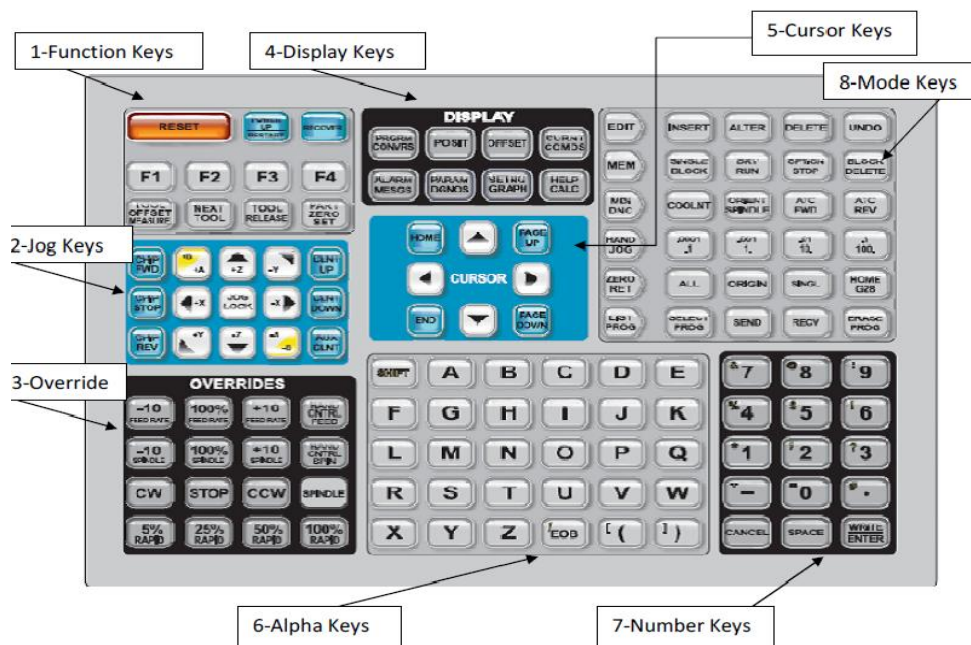
Ручни точкић се користи за померање оса, сваки подеок може бити подешен као 0.001; 0.1; 1мм. Један обрт точкића има 100 подеока. Он се такође може користити за кретање стрелице по програму. Постоје три опције које се користе

1. "EMERGENCY STOP" одмах зауставља сва кретања и искључује серво моторе.
2. "FEED HOLD" зауставља кретање свих оси када је стартован програм.
3. "SINGLE BLOCK" служи за укључивање услова за извршење појединачног блока.

4.1. Командни пулт-тастатура

На слици 4.1.2. дат је опис тастатуре командног пулта. Све операције на ЦНЦ се контролишу преко командног пулта који се састоји од девет различитих тастера, а то су:

1. FUNCTION KEYS (функционални тастери, ресет тастери),
2. JOG KEYS (тастери за ручно кретање оса),
3. OVERRIDE (тастери корекције брзина),
4. DISPLAY KEYS (избор дисплеја),
5. CURSOR KEYS (тастери за кретање курсора),
6. ALPHA KEYS (словна тастатура),
7. NUMBER KEYS (нумеричка тастатура) и
8. MODE KEYS (избор режима рада).



Слика 4.1.2. Тастатура командног пулта

4.2. РЕСЕТ ТАСТЕРИ

На слици 4.2.3 налазе се Ресет тастери састоје се из три групе тастера, а то су "RESET, POWER, UP/RESTART, TOOL, CHANGER RESTORE".



Слика 4.2.3 Ресет тастери

"RESET" тастер зауставља кретање машине и враћа стрелицу на почетак програма (ова функција се може изменити помоћу подешавања 31 "RESET PROGRAM POINTER"), "POWER UP/RESTART" тастер, после укључења машине притиском на овај тастер врши се поступак аутоматске иницијализације машине-проналажење нулте тачке. После одласка у нулту тачку машине, алат који је дефинисан у подешавању 81 иде у вретено. "TOOL CHANGER RESTORE" је тастер који служи да вратимо магацин у почетно стање када дође до застоја у току измене алата. Он иницијализује екран који помаже оператору да се врати у нормалан рад после колизије магацина.

4.3. ИЗБОР ЕКРАНА (DISPLAYS)

На слици 4.3.1 налази се избор екрана који састоји се од осам тастера. Ових осам тастера омогућавају прелазак из једног екрана у други у зависности од тога какве информације су нам тренутно потребне.



Слика 4.3.1. Избор дисплеја

Неки о ових тастера су вишефункцијски и дају различите екране (дисплеје) када их притиснемо више пута. "PRGRM/CONVRs" приказује тренутно активан програм. "POSIT" приказује позиције оса. Притиском на тастер "PAGEUP/DOWN" бирамо један од пет приказа (оператор, машина, комад, дистанца од циља или све одједном). "OFFSET" приказује дужину алата, офсет радијуса и позицију програмабилног хлађења. "CURENT COMAND" приказује се тренутно активни програм тренутне позиције оса, број обртаја вретена, активна снага итд. "ALARM/MESGS" приказује се компетан текст појашњења када се појави неки аларм. Имамо три типа аларм екрана. "PARAM/DGNOS" приказује све параметре који дефинишу битне податке за рад машине. "SETNG/GRAPH" приказује подешавање података које руковаоц прилагођава

према потребама посла. "HELP/CALC" овај екран представља упутство за руковање са свим објашњењима.

4.4. ИЗБОР РЕЖИМА РАДА

На слици 4.4.1 приказан је Избор режим рада који састоји се од тридесет тастера. Имамо шест режима рада које можемо да бирамо помоћу тастера у облику стрелице. Име одабраног режима видимо увек у првом реду екрана.



Слика 4.4.1. Избор режима рада

Избор режима рада вршимо помоћу следећих тастера:

- "EDIT" - режим едитирања програма у меморију.
- "MEM" - режим извршења програма који се налази у меморији.
- "MDI/DNC" - директно извршавање ручно унетог програма или избор DNC режима.
- "HAND JOG" - режим кретања оса помоћу тастера или ручног точкића.
- "ZERO RET" - режим тражења референтне тачке.
- "LIST PROG" - служи за листање, слање и примање програма.

"EDIT" - режим служи за едитирање података. У овом режиму активни су следећи тастери:

- "INSERT" - служи за уношење текста у улазни бафер иза позиције стрелице.
- "ALTER" - мења садржај са новим који се налази у улазном баферу. Пребацује програм из MDI система у листу програма.
- "DELETE" - брише податак на ком је обележена стрелица
- "UNDO" - враћа нас до девет корака уназад, када смо нешто погрешили.

"MEM" - режим рад са меморијом. У овом режиму активни су следећи тастери:

- "SINGLE BLOCK" - овај тастер укључује рад блок по блок.
- "DRY RUN" - користи се за проверу новог програма са кретањем алата дуж реалне путање кретања без обраде комада.

- "OPT STOP" - овим тастером укључујемо опциони стоп програма.
- "BLOCK DELETE" - блок са косом цртом биће прескакан на првом месту и неће се извршавати уколико је активна ова опција.

"MDI/DNC" режим се користи за селектовање MDI или DNC. У овом режиму активни су следећи тастери:

- "COOLANT" - помоћу овог тастера можемо у сваком тренутку ручно да укључимо или искључимо пумпу хлађења.
- "ORIENT SPINDLE" - овим тастером закрећемо вретено у тачно дефинисану позицију, а потом се закочи.
- "ATC FWD" - овим тастером можемо да померимо магацин алата за једно место унапред (растући број).
- "ATC REV" - овим тастером можемо да померимо магацин алата за једно место уназад (оппадајући број).

HANDLE JOG селекује ручно померање оса. У овом режиму активни су следећи тастери:

- .0001,,1 померање од .0001 инча или .001 мм за сваки подеок ручног точића. Избор брзине .1 инча/мин за " DRY RUN".
- .001,,1 померање од 001 инча или .01 мм за сваки подеок ручног точића.
- .01,,10. Померање од .01 инча или 1.мм за сваки подеок ручног точића.
- .1,,100 померање од .1 инча или 1.мм за сваки подеок ручног точића.

"ZERO RET " режим у овом режиму активни су следећи тастери:

- AUTO користи се за тражење референтне тачке по свим осама машине.
- "ALL AXES ORIGIN" нултује приказану вредност позиције или тајмере.
- "ZERO SINGL" користи се за референтне тачке само једне осе. Најпре се откуца име одабране осе (слово X,Y,Z,A..) и тада иде само та оса у референтну тачку.
- "HOME G28" повратак свих оса у нулту тачку. Уколико се прво унесе име неке осе, а потом активира тастер "HOME G28" тада само та одабрана оса иде у нулту тачку.
-

"LIST PROG" режим рада користи се да се види комплетна листа програма у меморији машине. У овом режиму активни су следећи тастери:

- "SELECT PROG" - овај тастер се користи за селектовање неког програма из листе. Испред одабраног програма појавиће се звездица.
- "SEND RS232" - овај тастер се користи за пренос програма (слање и примање) преко серијског "RS232" порта. Уколико означимо ALL, сви програми ће бити послати са знаком % на почетку и крају преноса.
- "RECV RS232" - овај тастер се користи за пријем програма преко серијског "RS232" порта. Да би примили одређени програм потребно је унети име програма у облику Oooooo пре стартовања преноса.
- "ERASE PROG" - користи се за брисање селектованог програма са листе.

4.5. СЛОВНА ТАСТАТУРА

На слици 4.5.1 приказана је словна тастатура која садржи тридесет тастера. Има двадесет и шест слова и четири специјалних знакова.



Слика 4.5.1. Словна тастатура

“SHIFT” овај тастер нам омогућује да користимо беле ознаке у тастерима. Када желимо да куцамо ознаке из угла тастера (бела слова) потребно је претходно притиснути тастер “SHIFT” или га држати све време док нам је потребно. Када машина има 5 оса, В осу крећемо тако што истовремено притиснемо “SHIFT” и тастер за куцање А осе. Отворене заграде (), представљају карактер краја блока. Он се на екрану види као ; и означава завршетак блока. Символи заграде користе се код уношења коментара корисника. Ови симболи увек морају бити у пару ().

Симбол коса црта / користи се за брисање - прескок дела блока. Уколико се налази на почетку блока и активно је “BLOK DELETE” тај блок ће бити игнорисан. Такође може се користити за избор између две опције.

4.6. НУМЕРИЧКИ ТАСТЕРИ (NUMERIC)

На слици 4.6.1. приказани су Нумерички тастери који се користе за уношење бројева, као и за одређени број специјалних симбола.



Слика 4.6.1. Нумерички тастери

“CANCEL” тастер користи се за брисање последњег унетог податка при едитовању.

“SPACE” тастер се користи за уношење размака између слова. Користи се код писања коментара корисника.

“WRITE/ENTER” тастер се користи за уношење података у меморију.

4.7. ТАСТЕРИ ЗА КРЕТАЊЕ СТРЕЛИЦА (CURSORS KEYS)

Слика 4.7.1. говори о тастерима за померање стрелица. Користе се за померање стрелице по екрану.



Слика 4.7.1. Тастери за кретање стрелица

"HOME" тастер користи се за повратак стрелице на први ред екрана. У подешавању је то први блок програм, а у графици област посматрања се враћа у комплетну радну зону.

"UP ARROW PAGE UP" овај тастер помера стрелицу на горе за један блок или поље. У графици се користи за проширење зоне посматрања. Овај тастер се користи за промену екрана за целу страну унапред. У подешавању померање стрелица за целу страницу програма је унапред, а у зумирању користи се за искључење зума.

"LEFT ARROW" тастер се користи за померање стрелице у едитору улево. Такође служи за померање зум прозора улево.

"RIGHT ARROW" тастер се користи за померање стрелице у подешавању удесно. Такође служи за померање увеличавајућег прозора удесно у графици.

"END" тастер се користи за померање стрелице на последњи ред екрана. У подешавању то је последњи ред програма.

"DOWN ARROW" овај тастер помера стрелицу на горе за једнак блок или поље. У графици се користи за смањење зоне посматрања.

4.8. ТАСТЕРИ ЗА КОРЕКЦИЈЕ БРЗИНА (OVERRIDES)

На слици 4.8 приказани су тастери за корекцију брзина. Ови тастери омогућавају руковоацу да коригује брзину посмака и вретена на горе или доле у односу на програмирану вредност.



Слика 4.8.1. Тастери за корекције брзина

“HANDLE CONTROL FEEDRATE” је тастер који се користи када желимо да помоћу ручног точића мењамо брзину посмака у корацима од 1% од 0 до 999%. Постоје три корака за брзину посмака, који су дати у процентима, има их три укупно.

1. -10% смањује поступак за 10%, од 10 до 200%.
2. 100% сетује посмак на програмирану вредност.
3. +10% повећава посмак за 10%, од 10 до 200%.

“HANDLE CONTROL SPINDLE” је тастер се користи када желимо да помоћу ручног точића мењамо број обртаја вретена у корацима од по 1% од 0 до 999%. Постоје три корака за мењање броја обртаја вретена у корацима који су дати у процентима, има их укупно три.

1. -10% смањује број обртаја вретена за 10% од 10 до 150%.
2. 100% сетује број обртаја вретена на програмирану вредност.
3. +10% повећава број обртаја вретена за 10% од 10 до 150%.

“SPINDLE CW” тастер стартује вретено удесно.

“STOP” тастер зауставља вретено.

“CCW” тастер стартује вретено улево. Постоје четири начина подешавања брзог хода, прва три лимитирају ход док четврти враћа ход на макс вредност.

1. 5% “RAPID” лимитира брзи ход на 5% од макс.
2. 25% “RAPID” лимитира ход на 25% од макс.
3. 50% “RAPID” лимитира ход на 50% од макс.
4. 100% “RAPID” враћа ход на макс вредност.

4.9. ТАСТЕРИ ЗА РУЧНО ОКРЕТАЊЕ ОСА

На слици 4.9.1. приказани су тастери за ручно коретање оса. Овим тастерима вршимо избор осе коју желимо да крећемо. Када само краткотрајно притиснемо неки од ових тастера изабрали смо ту осу. Уколико тастер задржимо мало дуже долази до кретања осе и она се креће све док држимо тастер.



Слика 4.9.1. Тастери за ручно окретање оса

У зависности од тога који предзнак смо одабрали осе се креће у том смеру (релативно у односу на радни комад).

+A, -A селекујемо А осу. Уколико овај тастер притиснемо истовремено са "SHIFT" тастером селекујемо В осу уколико постоји на машини.

- +Z, -Z селекујемо Z осу
- +Y, -Y селекујемо Y осу
- +X, -X селекујемо X осу

"JOG LOCK" уколико овај тастер притиснемо пре неког од тастера за избор кретања осе та оса наставља да се креће и када пустимо тастер смера осе. Поновним притиском на тастер "JOG LOCK" заустављамо кретање осе. На екрану имамо поруку да ли је одабрана команда "JOG LOCK".

4.10. ФУНКЦИОНАЛНИ ТАСТЕРИ

Слика 4.10.1 говори нам о функционалним тастерима. Тастер "F1" у "EDIT" режиму и "PROGRAM DISPLAY" користи се за дефинисање старта селектованог блока. Тастер "F1" у "LIST PROG" режиму користи се за дуплирање постојећег програма с тим да му се даје ново име.



Слика 4.10.1. Функционални тастери

Тастер "F2" у "EDIT" режиму и "PROGRAM DISPLAY" користи се за дефинисање краја блока.

Тастер "F2" у "OFFSET" дисплеју са "F2" се уноси вредност супротног знака од оне која је дата.

Тастер "F3" у "EDIT" или "MDI" режиму. Са тастером "F3" се израчунава вредност из поља калкулатора, копира на линију за уношење података. Ово је од користи када се служимо калкулатором у управљању за додатне прорачуне.

Тастер "F4" у "MEM" режиму и "PROGRAM DISPLAY" помоћу овог тастера бирамо "BACKGROUND EDIT" или "PROGRAM REVIEW".

"BACKGROUND EDIT" се селекује тако што се унесе име програма "Onppn".

"PROGRAM REVIEW" се селекује само са тастером "F4". Тада видимо програм који се извршава на левој половини екрана, а тај програм можемо истовремено и да прегледамо на десној половини екрана. Када користимо "Help Calculator", тастер који се користи код разних врста прорачуна за уношење, сабирање, одузимање, множење, дељење.

"TOOL OFFSET MEASUR" користи се за меморисање дужине алата на офсет страни за време мерења алата.

"NEXT TOOL" са овим тастером се селекује следећи алат.

"TOOL RELEASE" овим тастером можемо да отпустимо алат из вретена у "MDI", "ZERO RET" и "HANDLE JOG" режиму рада. Док је алат отпуштен имамо издување конуса вретена чиме се отклања шпон, уље или емулзија из конуса.

"PART ZERO SET" тастер користи се за аутоматско сетовање нулте тачке комада.

5. ПРОГРАМИРАЊЕ ЦНЦ МАШИНЕ

Код ручног програмирања процес припреме почиње са дефиницијом за израду објекта - технички цртеж на рачунару. Програмер користи технички цртеж како би одредио редослед информација потребних да се произведе потребни објекат, односно изведе процес. Програмер такође утврђује који ће се алат користити, брзина рада и користи посебни програмски језик да уради програм за контролу обрадних операција машине. Најчешћи програмски језици који се користе за програмирање у "CATIA", "PRO ENGINEER"... Технолошки поступак који се ради уско је везан за НУ машину, алатку за коју се ради управљачки програм. Програмер – технолог мора да располаже свим потребним подацима о машини за коју се ради програм. На основу података о НУ машини алатки, стезном прибору и на основу плана обраде, формира се план стезања. Он обухвата информације о положају обратка, координатним осама, димензијама обратка и стезног прибора, као и о броју радних положаја – стезања. На основу плана стезања, информација о алату и режиму обраде, формира се план алата. План алата садржи информације о врсти алата, димензијама алата, држачу алата, растојању између врха алата и референтне равни радног вретена итд... Подешавање алата је најчешће у радијалном и аксијалном правцу помоћу специјалних уређаја за подешавање алата. На основу наведених података, програмер попуњава технолошки програмски лист. Кодирањем овог листа, добија се изворни програм. Помоћу бушача траке, изворни програм преноси се на бушену траку која садржи све информације померања и укључивања, и њеним постављањем у читач информација завршава се спољашња обрада података. Ручно програмирање се примењује у условима израде програма где се не ангажује рачунар и прихватљиво је за производне погоне који имају до 10 НУ машина алатки. Ако је број машина алатки већи или постоји могућност коришћења рачунара, онда се примењује машинско програмирање.

Према ISO стандардима ЦНЦ глодалице могу да се програмирају преко G-кодова, M-кодова, циклуса и преко оса X, Y, Z и B или A. Најчешће се користи G-код који служи за померање алата-објекта и промену брзине, бушење, глодање, заваривање или неке друге операције зависно од машине, такође могуће је управљати машином преко обичних програмских језика као што су "Basic", "Paython"...

Основни изрази:

"NC" – нумеричко управљање (управљање са УЈ у виду бушача/читача траке (са потребном електроником) и информацијама у виду редова избушених низова отвора на покретној траци – носачу информација),

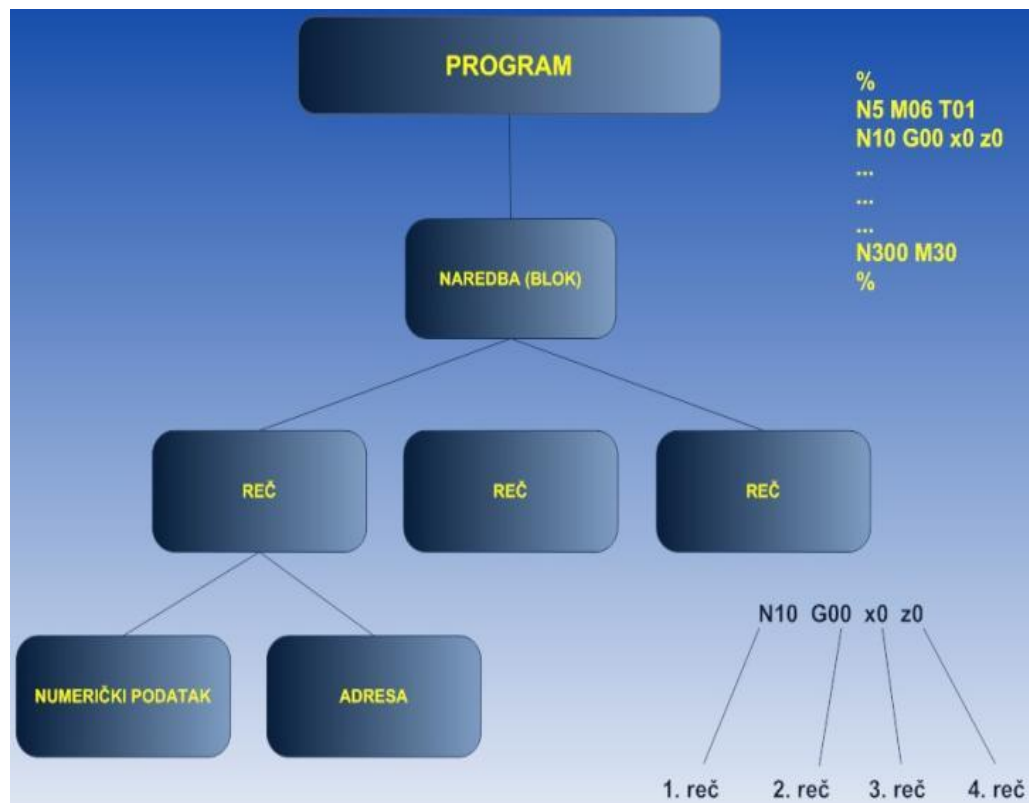
"CNC" – рачунарско нумеричко управљање (управљање са УЈ у виду рачунара и управљачким информацијама у виду дигиталних (аналогних) вредности напона (логичке нуле – 0v и јединице – најчешће 3v или 5v) и носиоца информација у виду магнетног диска или другог облика трајне меморије),

"DNC" – директно нумеричко управљање (управљање са УЈ која контролише и регулише рад више NC/CNC машина, код које задатак УЈ није само спровођење управљачких информација већ и њихова синхронизација на више појединачних обрадних система),

"AC" – адаптивно управљање (управљање са корекцијом регистрованих вредности поремећаја – нпр. прекорачењем температуре резања у зони резања УЈ коригује режиме обраде, или пушта други облик SHP-а у зону резања све док се температура не задржи у задатим границама оптималности и сл.).

Број програма, почетак и крај програма. Сваки технолошки програм али и потпрограм представља целину која на почетку има такозвано заглавље, а на крају одговарајућу М функцију. У комуникацији управљачке јединице са рачунаром (трансфер у једном или у другом смеру) сваки програм или потпрограм представља једну датотеку. Пожељно је избегавати нумерисање потпрограма бројевима који обично почињу са 9 (обично је то резервисано за фиксне циклусе обраде и заштићене програме).

Шема "NC" програмирања приказана је на слици 5.1.



Слика 5.1. Шема "NC" програмирања

Знаци и важније адресе код писања програма:

- %-ПОЧЕТАК И КРАЈ ПРОГРАМА.
- ()-ОЗНАЧАВАЊЕ КОМЕНТАРА.
- N-РЕДНИ БРОЈ РЕЧЕНИЦЕ (БЛОКА).
- F-БРЗИНА ПОМОЋНОГ КРЕТАЊА (КОРАК).
- S-БРОЈ ОБРТАЈА.
- H-ПОЗИВ КОРЕКЦИЈЕ ВИСИНЕ АЛАТА.
- D-ПОЗИВ КОРЕКЦИЈЕ ПРЕЧНИКА АЛАТА.
- T-ПОЗИВ АЛАТА.
- G-ГЛАВНЕ ФУНКЦИЈЕ (УСЛОВИ ПУТА).
- M-ПОМОЋНЕ ФУНКЦИЈЕ (ТЕХНОЛОШКЕ НАРЕДБЕ).

Број програма, почетак и крај програма. Сваки технолошки програм, али и потпрограм, представља целину која на почетку има такозвано заглавље, а на крају одговарајућу М-функцију.

Опште програмске ознаке

У табели 5.2. дате су програмске ознаке које се користе код програмирања.

Адреса	Назив
A	Угловна мера ротације око X осе
B	Угловна мера ротације око Y осе
C	Угловна мера ротације око Z осе
D	Корекциони број алата
F	Брзина помоћног кретања
G	Главне функције-припремни услови пута (GENERAL FUNCTION)
H	Индекс компензације дужине алата
I	Помоћни параметар за кружну интерполацију у правцу паралелном са X осом
J	Помоћни параметар за кружну интерполацију у правцу паралелном са Y осом
K	Помоћни параметар за кружну интерполацију у правцу паралелном са Z осом
L	Број понављања у циклусима/потпрограмима
M	Помоћне функције (MISCELLANEUS FUNCTION)
N	Број блока
O	Број потпрограма
P	Време задршке у циклусима, идентификација потпрограма, време задршке у милсекундама задато преко функције G04
Q	Инкремент брзине посмака у циклусу обраде G83, позивање понављања потпрограма
R	Радијус-полупречник, референтна раван
S	Број обртаја главног вретена
T	Позив алата
X	X оса машине
Y	Y оса машине
Z	Z оса машине

Табела 5.2. Опште програмске функције

Управљачка јединица је посебна целина обрадног система и има три основна задатка:

- пријем,
- обраду,
- и издавање података.

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

- ручно помоћу тастатуре,
- помоћу дискете (ако постоји дискетна јединица),
- и директно каблом, везаним директно за неки рачунар.

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 послуживоцу машине информације о тренутном положају алата, броју обртаја, евентуалној грешки у програму, квару у неком подсистему итд.. Управљачка јединица је окренута послуживоцу командном таблом и разним прикључцима за периферну опрему. Другим делом Управљачка јединица је окренута машини алатки делом за

прилагођавање и укључивање осних кретања и делом за напајење енергијом. Постоји више типова управљачких јединица, како по степену аутоматизованости осталих функција тако и по конфигурацији издатка. Њихова подела на типове заснива се према :

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

CNC системи-софтверски базиране Управљачке јединице располажу рачунаром који омогућује кориснику да стартује, мења и прекида програм. Једном сачињен управљачки програм могуће је пренети и архивирати помоћу различитих носача података.

5.1. Ручно управљање

TM-1 глодалица може се програмирати ручно и аутоматски. Ручно програмирање се изводи тако што се прво нацрта дати део и напише се програм, а то се ради у "PRO ENGINEER-у" или у "CATIA" програму. Када се то уради онда се урађени програм пребацује на машину, тако што се директно куца преко тастауре. За програмирање на датој машини користи се Избор режима рада ("MODE KEYS"), који служи за програмирање. Он поседује шест режима за програмирање, а то су :

1. "EDIT" -режим едитирања програма у меморију.
2. "MEM" -режим извршења програма који се налази у меморији.
3. "MDI/DNC" - директно извршавање ручно унетог програма или избор DNC режима.
4. "HAND JOG" - режим кретања оса помоћу тастера или ручног точкића.
5. "ZERO RET" - режим тражења референтне тачке.
6. "LIST PROG" - служи за листање, слање и примање програма.

Када се ручно уноси програм, онда се не користе режими "EDIT" и "MEM". Програм се може тако извршити, а да се не меморише у датој машини. Дати програм који смо унели без меморисања, брише се након искључења машине. Уношење података у "MDI" режим је исто као и уношење података у меморију. "MDI" режим поседује ручне команде које омогућавају хлађење вретена, магацина алата. Програм који смо унели у "MDI" режим може да се пребаци у меморију помоћу тастера "HOME". Притиском на тастер "HOME" стартује се нови програм који почиње са форматом "Onnnnn" (куца се слово О, а не нула), а затим се притисне тастер "ALTER". Тастер "ALTER" служи за мењање садржаја који се налази у улазном баферу, такође пребацује програм из "MDI" режима у листу програма ("PROGRAM LIST"). "LIST PROGRAM" режим служи за селектовање програма. У њему се види целокупна листа програма који се налазе у меморији машине. Селектовање програма се врши помоћу тастера "CURSOR UP/DOWN", а потом се притисне тастер "SELECT PROG" који служи за одабир. Када се одабере дати програм испред њега ће се појавити * (звездица). Постоји и други начин за селектовање програма, а то је да се откуца име датог програма који почиње са "Onnnnn" и онда се притисне тастер "SELECT PROG".

5.2. Креирање програма

Да би креирали нови програм морамо бити у "PRGEM/CONVRS" екрану, а у "LIST PROG" режиму. Код креирања програма уноси се слово O, а не нула и петоцифрени број поред слова O. Тиме се представља име програма, притиском на тастер "ENTER" програм се може видети у "MEM" или "EDIT" режиму. Преглед садржаја програма се види притиском на тастер "EDIT". Када се све ово изврши програм ће имати само име и знак за крај блока ";" . Остали подаци за програм се уносе преко тастатуре. За уношење података користе се тастери "INSERT", "ALTER" или "WRITE". Подаци који се уносе у машину могу да буду адресни, коментари (мак 80 знакова). За претраживање неког податка користи се следећи поступак: унесе се дати податак, помоћу стерлица горе/доле вршимо претраживање. Када рачунар нађе тражени податак он се зауставља. Помоћу тастера "ALTER" мењамо стари податак новим, а за брисање података користи се тастер "DELETE". Тастер "UNDO" служи за враћање уназад приликом уношења измена података.

5.3. Стартовање програма

Да би се стартовао програм потребно је да се оде на иницијализацију-проналажење референтне тачке свих оса машина. За тај поступак користи се тастер "POWER UP/RESTART". Притиском на овај тастер све осе ће отићи у референтну тачку, магацин алата наћи ће први алат, тада ће се појавити "CURRENT COMANDS" екран који приказује тренутно активни програм, тренутне позиције оса, број обртаја вретена, активну снагу. Када се та операција изврши, прелази се у "MDI" режим где се стартује извршење програма који је први на листи. Када се селекује програм притисне се тастер "CYCLE START" који стартује дати програм.

5.4. Рестартовање програма

За рестартовање програма користи се подешавање 36 које мора бити укључено, да се доведе стрелица на жељени блок и да се стартује тастер "CYCLE START" како би се извршило рестартовање програма. Тада почиње да се извршава невидљиви део програма. Код програма са више алата управљање ће извршити све измене до алата, да би се унели подаци за дати алат.

5.5. Заустављање-стопирање програма

Постоји неколико начина за заустављање извршења програма:

1. Програмски помоћу M00, M01, M02 или M30.
2. Са "FEED HOLD" тастером. Наставља се са "CYCLE START".
3. Зауставља се на крају блока уколико је активирана функција "SINGLE BLOK". Наставак са "CYCLE START". Када се отворе врата програм се зауставља, а наставља када се врата затворе.

5.6. Нерегуларно заустављање програма

Код нерегуларног заустављања програма постоје четири опције које служе за заустављање, а то су:

1. "RESET" тастером се заустављају све осе, вретено, магацин и хлађење.

2. "EMERGENCY/STOP" тастер зауставља све осе, вретено,магацин алата и хлађење.
3. "ALARM" тастер сигнализира грешку која се може јавити у току програмирања.
4. "POWER OFF" тастер служи да заустави сва кретања у оквиру једне секунде.

5.7. Брисање програма

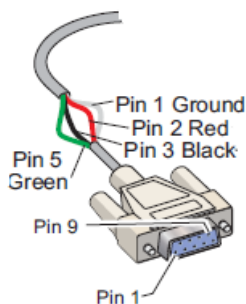
Да би се обрисао програм из меморије, мора се ући у "LIST PROG". Када се уђе у "LIST PROG" одабере се жељени програм који треба да се обрише, помоћу тастера "ERASE PROG". Може се унети више програма који могу да се обришу, а то се ради помоћу тастера "DELETE". За брисање свих програма из листе, прво се користи тастер "ALL", да би се обележили сви програми па затим "DELETE".

5.8. Аутоматско управљање

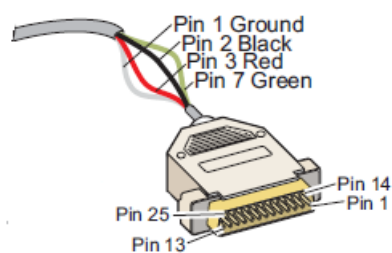
Код аутоматског управљања програм се шаље преко рачунара или се учитавају на рачунар помоћу серијског порта RS 232. Слање и примање података врши се у ASCII-и или у ИСО коду. За повезивање рачунара и машине постоје одређени пинови који дају конекцију, а то су:

1. Пин 1 уземљење.
2. Пин 2 TXD Transmit Data-слање података.
3. Пин 3 RXD Receive Data-пријем података.
4. Пин 4 RTS (опционо).
5. Пин 5 CTS (опционо).
6. Пин 7 уземљење за сигнале.

Постоје мушки и женски конектори. Мушки конектор садржи 25 пинова, док женски садржи 9 пинова. На слици 5.8.1. је приказан женски конектор, а на слици 5.8.2. мушки конектор. Они служе за повезивање рачунара са машином.



Слика 5.8.1. Женски конектор



Слика 5.8.2. Мушки конектор

Код "ASCII RS 232" веза је стандардна. Сви програми који су послати на машину почињу са првом линијом у којој се налази знак % и завршавају се са истим знаком %. "LIST PROG" се користи за примање података који су на машини. Сви програми морају да имају име формата "Onnnnn". Када се преноси програм на екрану појављују се следеће поруке:

1. "WAITING" уколико најпре притиснемо тастер "RECV".

2. "LOADINGXXX" када је примљен први знак %.
3. "LOADING Onnnnn" када је примљено име програма.
4. RS 232 done када је завршен пренос.
5. "RS 232 ABORT" када је било шта некоректно.

За пребацивање програма са машине користи се тастер "SEND RS 232". Помоћу њега могу се послати сви програми уз помоћ функције "ALL".

5.9. Подешавање и грешке при подешавању програма

"EDIT" режим служи за уношење измена у програму који се налази у меморији. За промену имена програма куца се слово O и пет нових цифара, а тастером "ALTER" извршавамо замену програма. Помоћу тастера "BACKGROUND" уноси се нови програм преко тастатуре. Ово су честе грешке које се јављају при подешавању програма:

1. "Guarded Code" покушали смо да обришемо име програма "Onnnnn" из првог реда.
2. "Bad Code" блок садржи некоректне податке или више од 80 занкова.
3. "Editing Error" претходно едитовање није завршено, видети у чему је проблем или притисамо "UNDO".
4. "Bad Name" име програма је некоректно.
5. "Invalid Number" број не може да садржи слова.
6. "Block Too Long" блок може да има мах 256 знакова.
7. "No Code" није унет податак за уметање.
8. "Can't Undo" се користи само за последњих девет команди.

5.10. Директна нумеричка контрола DNC

Директна нумеричка контролна "DNC" подразумева управљање машином преко РС рачунара. Сви подаци се пребацују преко RS 232 порта, али овде се програм аутоматски извршава. DNC има предност у односу на ручно програмирање зато што није ограничен меморијом и програмима који се шаљу. РС рачунари садрже неограничене могућности код програмирања. Меморија код машине може примити највише 200 програма, а док се на хард диску рачунара може примити скоро неограничен број. "CAD/CAM" пакет служи да олакша и убрза процес израде технологије. "DNC" не сме се мешати са "RS 232" везом јер може доћи до грешке приликом програмирања. Када је програм у DNC режиму не може да се промени режим рада. Тек када се заврши пријем програма онда се притиска тастер "REST" како би се изашло из "DNC" режима. Код "DNC" режима не могу да се користе следећи циклуси : G70, G71, G72 и G73. Програм код "DNC"-а почиње са знаком % и исто тако се и завршава. Да би се показала графика "DNC" програма мора прво да се уђе у "DNC" режим, а затим у екран графике, тек се онда програм шаље на ЦНЦ.

5.11. Пребацивање програма са "FLOPY" јединице

Код флопи јединице сви програми морају почети са знаком % и завршавати се са знаком %. "FLOPY" јединица заузима меморију од 1,44mb и може се унети у машину која садржи читач за дату јединицу. Да би се остварила веза са дискетом потребно је да се подешавање 209 "DISK ENABLE" подеси на 1. Да би се преузео дати програм са

дискете потребно је да се уђе у "LIST PROG". Тада се убацује дискета и притиском на тастер "F3" стартује се пријем главних подпрограма све док не прочитају знак %. Када би се користила опција "ALL" сви програми би морали да имају име "Onnnnn". Да би се програм снимио потребно је да се селекује жељени програм и да се тастером "F2" стартује пренос. На дискети се могу снимити параметри, макрои, подаци, офсети. Како би се видео садржај дискете селекује се "LIST PROG" и притисне се тастер "F4". Ту се види који је програм снимљен, како је дефинисан итд..

5.12. Избор екрана код програмирања

Са избором екрана добијају се додатне информације у вези програмирања, има их укупно осам тастера. Први тастер је "PRGM/CONVRS", служи да прикаже активан програм који тренутно налази у "EDIT", "MEM" или "MDI" режиму. "EDIT" режим садржи 4 различита едитора који служе за уношење података, а они су следећи:

1. "ADVANCED EDIT"
2. "BASIC EDITOR"
3. "MANU QUICK CODE"
4. "VISUAL QUICK CODE"

Ако се програм извршава у "MDI" режиму, онда постоји могућност бирања опције "PROGRAM REVIEW" и "BACKGROUND EDIT". "PROGRAM DISPLEY" показује 18 линија програма и који је од блокова активан. Једна линије може имати 40 знакова. Најбржи начин селектовања програма у "MEM" или "EDIT" режиму је да се стрелицом селекује програм. Такође може да се унесе слово O. "PROGRAM REVIEW" се користи да се види дати програм који је у току програмирања, а то се постиже притиском на тастер "F4" али само ако се налазимо у "MEM" или "PROGRAM DISPLY"-у. Ако се то постигне појавиће се на другом делу екрана. Могућ је приказ програма оба дела.

5.13. Рад са блоковима

Код рада са блоковима постоји једна или више линија програма која се односи на блокове. Постоје три врсте операција са блоковима, а то су:

1. "BLOCK DUPLICATE" - дуплирање блокова.
2. "BLOCK MOVE" - померање блокова.
3. "BLOCK DELETE" – брисање блокова.

Жељени блок се дефинише тастером "F1", затим се означава прва линија, а тастер "F2" служи да дефинисање краја блока-последње линије. Постоји четири тастера који се користе за одабир операције блока, а то су:

1. "INSERT" тастер се користи за уметање блока на позицију стрелице.
2. "DELETE" тастер се користи за брисање целог блока.
3. "ALTER" тастер се користи за замену, премештање блока.
4. "UNDO" тастер се користи за поништавање дефиниције блока.

Када се неки блок дефинише, стрелица прелази у > знак. Делови програма могу да се копирају из једног у други део помоћу block сору ("F1", "F2"). То се постиже тако што се селекује део програма, а затим се прелази у други програм. Помоћу тастера "INSERT" извршава се копирање програма. Ако желимо да изађемо из "BLOCK COPY" користимо тастер "UNDO". Неки делови програма могу се копирати у "MDI" режиму.

6.0. G и M функције

G-функције (кодови) су главне функције које опредељују кинематику и геометрију обраде (линеарна и кружна кретања, Оффсет-и, избор система мера, апсолутни или релативни унос координата..). G-код је најпопуларнији програмски језик који се користи за програмирање ЦНЦ машина. Неке G речи мењају стање машине тако да сечење праве линије прелази у сечење лука. G-кодови се зову и примарни кодови и свака реч у ЦНЦ-у програму почиње са словом G. Када укључимо ТМ-1 глодалицу обавезно морамо да идемо у референтну тачку по свим осама и на тај начин налазимо нулту тачку машине, односно мерних система. Тада управљање сетује стандардне G-кодове. По укључењу машине увек се сетује нулта тачка G54, а потом можемо одабрати неку другу у зависности од захтева обраде. Код ручног и аутоматског програмирања ТМ-1 хаас има шест режима рада и један режим симулације. Избор режима рада вршимо помоћу тастера:

- "EDIT" режим едитирања програма у меморију.
- "MEM" режим извршења програма који се налази у меморији.
- MDI/DNC директно извршавање ручно унетог програма или избор "DNC" режима.
- "HANDLE JOG" режим ручног кретања оса помоћу тастер или ручног тачкића.
- "ZERO RET" режим тражења референтне тачке.
- "LIST PROG" служи за листање, слање и примање програма.

У "MEM" или "MDI" режиму програм се може стартовати тастером "CYCLE START". У току извршења неког програма не можемо мењати режим рада. Мора се сачекати крај програма или да се прекине извршење помоћу тастера "RESET". Када смо одабрали режим "MDI" поновним притиском на тастер "MDI/DNC" прелазимо у режим "DNC" уколико је тај режим дозвољен преко сетинг података и параметара машине.

6.1. По укључењу машине имамо следеће G-функције

У табели 6.1.1. приказане су G-функције које се појављују при укључењу машине.

G00	Брзи ход
G17	Одабрана равна обрада је XY
G20	Одабрана је јединица мере инч
G40	Искључена је компензација алата
G49	Искључена је дужинска компензација алата
G54	Прва од 26 могућих нултих тачака
G64	Искључење поступка тачног заустављања
G80	Искључење циклуса
G90	Одабрано је апсолутно програмирање
G94	Одабрана је брзина у мм/мин
G98	Повратак у стартну позицију циклуса

Табела 6.1.1 G-функције које се појављују у току укључења машине

6.2. Таблица G-функција

У табелици 6.2.1. приказана су G-функције и њихова значења

Редни број	Речи функције G-	Значење речи
1.	G00	Брзо позиционирање(ход)
2.	G01	Линеарна интерполација
3.	G02	Кружна интерполација(CLW)
4.	G03	Кружна интерполација(CCLW)
5.	G04	Време задржавања
6.	G09	Тачно заустављање
7.	G10	Програмско задавање структуре алата и н.т
8.	G12	Кружно глодање цепова(CW)
9.	G13	Кружно глодање цепова(CCW)
10.	G17	Избор равни обраде XY
11.	G18	Избор равни обраде XZ
12.	G19	Избор равни обраде YZ
13.	G20	Програмирање у инчном систему
14.	G21	Програмирање у метричком систему
15.	G28	Одлазак у референтну тачку
16.	G29	Међуположај пре референтне тачке
17.	G31	Функција прескока
18.	G35	Аутоматско мерење пречника алата
19.	G36	Аутоматско мерење нулте тачке
20.	G37	Аутоматско мерење дужине алата
21.	G40	Поништавање коректуре пречника алата
22.	G41	Корекција дужине алата-лева
23.	G42	Корекција дужине алата-десна
24.	G43	Компензација дужине алата-позитивна
25.	G44	Компензација дужине алата-негативна
26.	G47	Гравирање
27.	G49	Поништавање функција G43 и G44
28.	G50	Поништавање функције G51
29.	G51	Скалирање
30.	G52	Постављање координатног система
31.	G53	Опозив текућег координатног система
32.	G54	1.нулта тачка
33.	G55	2.нулта тачка
34.	G56	3.нулта тачка
35.	G57	4.нулта тачка
36.	G58	5.нулта тачка
37.	G59	6.нулта тачка
38.	G60	Позиционирање увек из истог смера
39.	G61	Тачно заустављање
40.	G64	Укидање функције G61
41.	G65	Позив макро потпрограма
42.	G68	Ротација
43.	G69	Поништавање G68
44.	G70	Обрада отвора по кругу
45.	G71	Обрада отвора по кружном луку

46.	G72	Обрада отвора по правцу
47.	G73	Дубоко бушење
48.	G74	Урезивање навоја-леви навој
49.	G76	Фино разбушивање борштанглом
50.	G77	Разбушивање борштанглом до дна рупе
51.	G80	Поништавање затворених циклуса
52.	G81	Циклус бушења
53.	G82	Циклус бушења са заустављањем
54.	G83	Циклус бушења са прекидима
55.	G84	Циклус урезивања навоја-десни
56.	G85	Циклус разбушивања развртња
57.	G86	Циклус разбушивача са заустављањем
58.	G87	Циклус разбушивача са ручним повратком
59.	G88	Циклус разбушивача са чекањем и ручним повратком
60.	G89	Циклус разбушивања са чекањем
61.	G90	Програмирање са аплосутним координатама
62.	G91	Програмирање у инкременталним координатама
63.	G92	Задавање радног координатног система
64.	G93	Задавање радног координатног система
65.	G94	Помоћно кретање дато као померај у мин
66.	G98	Повратак алата у стартну тачку циклуса
67.	G99	Повратак алата у референтну тачку циклуса
68.	G100	Поништавање функције, пресликавање око осе
69.	G101	Активирање функције око пресликавања осе
70.	G102	Програмирање изласка RS-232
71.	G103	Лимитирање блокова гледаних унапред
72.	G110	7.нулта тачка
73.	G111	8.нулта тачка
74.	G112	9.нулта тачка
75.	G113	10.нулта тачка
76.	G114	11.нулта тачка
77.	G115	12.нулта тачка
78.	G116	13.нулта тачка
79.	G117	14.нулта тачка
80.	G118	15.нулта тачка
81.	G119	16.нулта тачка
82.	G120	17.нулта тачка
83.	G121	18.нулта тачка
84.	G122	19.нулта тачка
85.	G123	20.нулта тачка
86.	G124	21.нулта тачка
87.	G125	22.нулта тачка
88.	G126	23.нулта тачка
89.	G127	24.нулта тачка
90.	G128	25.нулта тачка
91.	G129	26.нулта тачка
92.	G150	Опште решење глодања цепова
93.	G154	Координатни систем
94.	G187	Контрола тачности обраде углова

Табела 6.1. G-функције

М-функције –помоћне функције које опредељују технолошку и управљачко-извршну страну програмирања ЦНЦ обраде (укључивање обртања главног вретена, програмска пауза, стоп, премотавање програма, укључивање SHP-а, позив измене алата).

6.3.Таблица са М-функцијама

У табели 6.3.1. приказана су М-функције и њихова значења.

Редни број	Речи функције	Значење речи
1.	M00	Обавезан прекид програма
2.	M01	Опциони прекид програма
3.	M02	Крај програма и заустављање машине
4.	M03	Обртање вретена у негативном математичком смеру
5.	M04	Обртање вретена у позитивном математичком смеру
6.	M05	Заустављање вретена
7.	M06	Измена алата
8.	M07	Укључивање SHP средства у малзу
9.	M08	Укључивање SHP средства у спреју
10.	M09	Искључивање SHP средстава
11.	M10	Активирање кочнице за четврту осу
12.	M11	Деблокирање кочнице за четврту осу
13.	M12	Активирање кочнице за пету осу
14.	M13	Деблокирање кочнице за пету осу
15.	M16	Измена алата (опциона)
16.	M17	Опуштање измењљиве палете и отварање врата за палете
17.	M18	Стезање изменљиве палете и затварање врата за палете
18.	M19	Оријентација вретена
19.	M21-M28	Опционе кориснички дефинисане речи
20.	M30	Крај програма са повратком на почетак
21.	M31	Активирање сиситема за одвођење струготине
22.	M33	Деактивирање система за одвођење струготине
23.	M34	Померање расхладне цеви на горе
24.	M35	Померање расхладне цеви на доле
25.	M36	Спремност палете делова
26.	M39	Обртање магацина алата
27.	M41	Нижи степен преноса
28.	M42	Виши степен преноса
29.	M50	Измена палете
30.	M51-M58	Активне корисничке дефинисане М речи
31.	M59	Директно укључење дискретног излазног релеја
32.	M61-M68	Негативне корисничке дефинисане М-речи
33.	M69	Затварање излазног релеја
34.	M75	Давање референтне тачке
35.	M76	Гашење дисплеја
36.	M77	Активирање дисплеја
37.	M78	Активирање аларма у случају сигнала прескакања
38.	M79	Активирање аларма у случају да не постоји сигнал прес
39.	M80-M81	Аутоматска врата отворена/затворена
40.	M82	Алат отпуштен
41.	M83-M84	Аутоматски ваздушни пиштољ укључен-искључен
42.	M86	Стезање алата
43.	M88	Укључивање хлађења кроз вретено
44.	M89	Искључивање хлађења кроз вретено

45.	M96	Скок ако нема улаза сигнала
46.	M97	Позивање локалног потпрограма
47.	M98	Позивање потпрограма
48.	M99	Повратак у потпрограм или петље
49.	M109	Узајамни или кориснички улазни сигнал

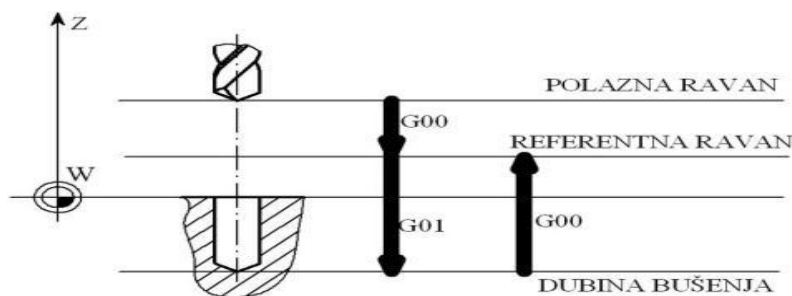
Табела 6.3.1. М-функције

6.4. Циклус бушења -G81

Глодалица TM-1 HAAS поседује више врста облика бушења и обраде предмета. Ова три циклуса спадају у главне циклусе обраде материјала.

Циклус бушења функцијом G81 приказан је на слици 6.4.1.

Позивом циклуса за бушење рупа могуће је израђивати уврте, наврте или проврте. Опис циклуса почиње са прегледном таблицом која садржи назив циклуса и све његове параметре.



Слика 6.4.1. Циклус бушења

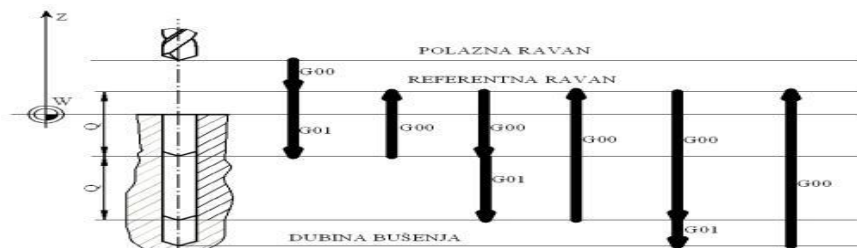
Формат кода је : Н...G81 X...Y...Z...R...L...

Где су непознате: X, Y, Z –координате крајње тачке бушења - дубине бушења, R – координате референтне равни, и L –број понављања циклуса.

6.5. Циклус дубоког бушења – G83

Код дубоког бушења рупа, бургија не може из једног захвата (улаза) направити укупну дубину рупе. Потребно је прекидање рада и вађење бургије због избацивања струготине, хлађења алата.

Циклус бушења функцијом G83 приказан је на слици 6.5.1.



Слика 6.5.1. Циклус бушења

Формат кода је: Н...G83 X...Y...Z...R...L...Q...

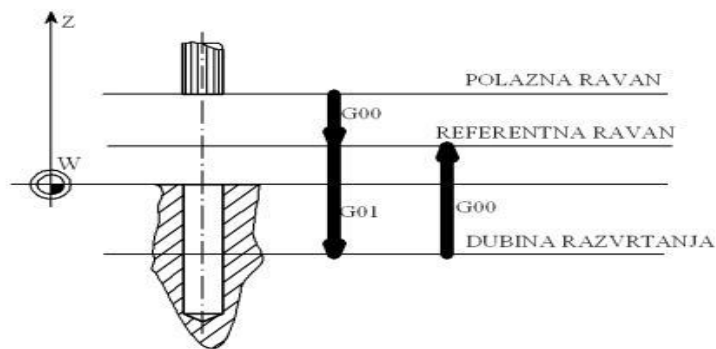
Где су непознате:

X, Y, Z –координате крајње тачке бушења - дубине бушења, R –координате референтне равни,

L –број понављања циклуса, и Q –дубина бушења у једном радном ходу.

6.6. Циклус развртања са застојем– G86

Циклус развртања са застојем– G86 приказан је на слици 6.6.1



Слика 6.6.1. Циклус развртања

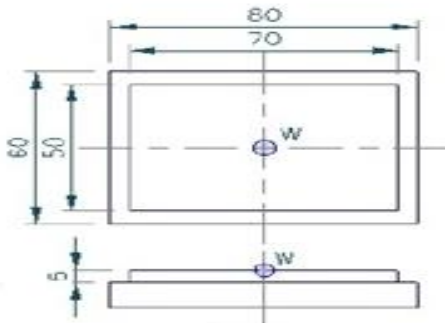
Формат кода је: Н...G86 X...Y...Z...R...L...P...

Где су непознате:

X, Y, Z –координате крајње дубине развртања, R –координате референтне равни, L – број понављања циклуса, и P –време задршке у секундама[s]

6.7. Пример програмирања у G-коду

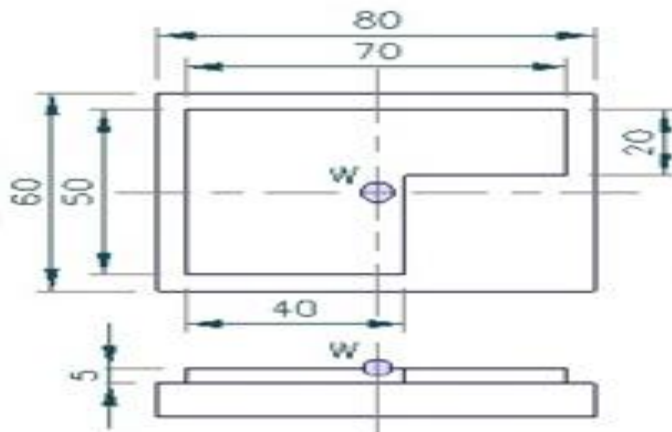
На слици 6.7.1 приказано је чеоно глодало у два примера програмирања: са компензацијом и без компензације, нулта тачка се налази у центру плоче. Такође су дате мере плоче као и главна позициона тачка машине.



Слика 6.7.1. Чеоно глодало

%	%
O00001(СА КОМПЕНЗАЦИЈОМ .);	O00001(БЕЗ КОМПЕНЗАЦИЈЕ.);
T01 M06 (ЧЕОНО ГЛОДАЛО ф120);	T01 M06(ЧЕОНО ГЛОДАЛО ф120.);
G54 (НУЛТА ТАЧКА У ЦЕНТРУ ПОЛЧЕ);	G54(НУЛТА ТАЧКА У ЦЕНТРУ ПЛОЧЕ);
G00 X-60.Y-50.;	G00 X-60. Y-50.;
S2500 M03;	S2500 M03;
G43 H01 32. M08;	G43 H01 Z2. M08;
G01 Z-5. F1500;	G01 Z-5. F1500.;
G01 G41 D01 X-35;	G01 X-45.;
G01 Y25. F850.;	G01 Y35. F850.;
G01 X35.;	G01 X45.;
G01 Y-25.;	G01 Y-35.;
G01 X-48.;	G01 X-50.;
G00 G48 X-60. Y-50.;	G00 Z150. M09;
G00 3150. M09;	M30;
M30;	%
%	

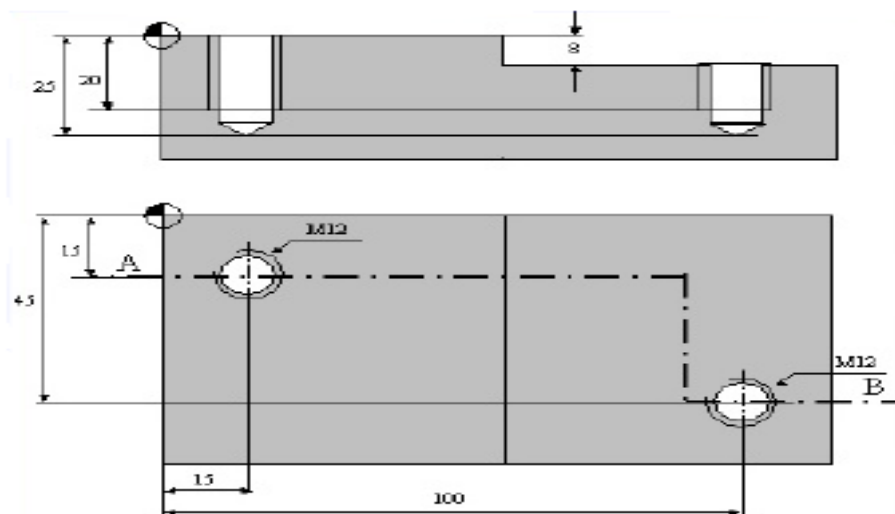
На слици 6.7.2 приказано је чеоно глодало мањег пречника у односу на први пример, нулта тачка се налази у центру плоче. Код овог примера имамо апсолутно програмирање и инкрементални програм.



Слика 6.7.2.

%	%
O00002 (АПСОЛЮТНО ПРОГРАМИРАЊЕ);	O00002(ИНКРЕМЕНТАЛНИ ПРОГРАМ);
T02 M06(ЧЕОНО ГЛОДАЛО ф115);	T02 M06(ЧЕОНО ГЛОДАЛО ф115);
G55(НУЛТА ТАЧКА У ЦЕНТРУ ПЛОЧЕ);	G55(НУЛТА ТАЧКА У ЦЕНТРУ ПЛОЧЕ);
G00 X-60. Y-50;	G00 X-60. Y-50.;
S2500 M03;	S2500 M03;
G43 H02 32. M08;	G43 H02 Z2. M08;
G01 Z-5. F1500.;	G01 Z-5. F1500.;
G01 G41 D02 X-35.;	G01 G41 D02 X-35.;
G01 Y25. F850.;	G91 G01 Y75. F850.;
G01 X35.;	G01 X70.;
G01 Y5.;	G01 Y-20.;
G01 X5.;	G01 X-30.;
G01 Y-25.;	G01 Y-30.;
G01 X-48.;	G01 X-50.;
G00 G40 X-60. Y-50.;	G90 G00 G40 X-60. Y-50.;
G00 Z150. M09;	G00 Z150. M09;
M30;	M30;

На слици 6.7.3 приказан је пример 3 приказана је плоча на којој се користи забушивач (алат), пречник рупа, позиционе тачке машине. Такође су унете осе по којима се креће дати материјал.



Слика 6.7.3.

%
O000003(ПРИМЕР 3)
H10 T4 M06(ЗАБУШИВАЧ)
H20 G54
H30 G00 X15. Y-15.
H40 S3000 M03
H50 G43 H04 350. M08
H60 G00 Z5.
H70 G81 Z-6. P.2. F300
H80 X100. Y-45. P-6.

H90 G80 M09
H100 T5 M06(БУРГИЈА D10.5)
H110 G54
H120 G00 X15. Y-15.
H130 S2000 M03
H140 G43 H05 350. M08
H150 G00 Z5.
H160 G73 Z-25. I8. J2. K3. P2. F400.
H170 X100. Y-45. P-6.
H180 G80 M09
H190 T6 M06(УРЕЗНИК M12X1.5)
H200 G54
H210 G00 X15. Y-15.
H220 S300
H230 G43 H06 350. M08
H240 G00 310.
H250 G84 3-20. P5. F450.
H260 X100. Y-45. P-3.
H270 G80 M09
H280 G00 Z150.
H290 M30
%

Код сваког примера уноси се име програма, Г-функције које описују програм, позив алата, алат који се користи, позив корекције пречника, помоћне функције, брзина помоћног кретања, број обртаја, почетак и крај програма. То су основне функције које се користе код програмирања.

7.0. ЗАКЉУЧАК

У овом раду представили смо програмирање глодалице, како оно може да се испрограмира, врсте програмирања. Машинско програмирање ЦНЦ глодалице је аутоматизовани облик програмирања који има значајан утицај на индустријску производњу делова. Смањење трошкова и времена програмирања је основна предност машинског програмирања. За квалитетан рад на ЦНЦ машинама мора се добро савладати програмирање као и рад са управљачком јединицом машине. Програмирање код глодалице може бити ручно и аутоматско. Аутоматско програмирање се углавном врши у серијској производњи, док се ручно програмирање примењује у мањој или појединачној производњи. Програмирање се врши помоћу рачунара и посебних програма као што је "Catia" или "Pro Engineer", такође постоји доста операција које се врше током програмирања као што су: бушење, дубоко бушење, фино разбушивање итд... Најчешћи облици програмирања се врше преко Г- функција и помоћних М-функција. Цнц програмирање је врло одговоран процес производње који не сме имати грешке.

8.0. ЛИТЕРАТУРА

- [1].Миладин Стефановић. СИМ системи, Машински факултет у Крагујевцу, 2006.
- [2] К. Asai, (Editor), et al Edition “Manufacturing, Automation Systems and CIM Factories“, Springer; ISBH: 0412482304
- [3] James A. Rehg „Introduction to Robotics in CIM Systems“ (5th Edition)“, Prentice Hall; 5 edition (March 8, 2002), ISBH 0130602434
- [4] http://www.ehow.com/about_5068533_cnc-milling.html
- [5] <http://www.prunceind.com/cncmilling.htm>
- [6] http://haascnc.com/techfo_manual.asp
- [7] <http://www.edstroms.com/media/haas/VMCBrochure.pdf>
- [8] <http://kecubung.webfactional.com/>
- [9] <http://www.teximp.rs/cnc/haas>
- [10] <http://www.cncind.com/milling.htm>